

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5155852号
(P5155852)

(45) 発行日 平成25年3月6日 (2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012.12.14)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 51/30 (2006.01)
 CO 7 C 15/60 (2006.01)
 CO 7 C 25/24 (2006.01)
 CO 7 C 13/28 (2006.01)
 CO 7 C 43/215 (2006.01)

HO 1 L 29/28 25 OH
 CO 7 C 15/60 CSP
 CO 7 C 25/24
 CO 7 C 13/28
 CO 7 C 43/215

請求項の数 7 (全 88 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-506569 (P2008-506569)
 (86) (22) 出願日 平成18年4月11日 (2006.4.11)
 (65) 公表番号 特表2008-538651 (P2008-538651A)
 (43) 公表日 平成20年10月30日 (2008.10.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/013274
 (87) 国際公開番号 W02006/113205
 (87) 国際公開日 平成18年10月26日 (2006.10.26)
 審査請求日 平成21年4月10日 (2009.4.10)
 (31) 優先権主張番号 60/672,177
 (32) 優先日 平成17年4月15日 (2005.4.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390023674
 イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・
 アンド・カンパニー
 E. I. DU PONT DE NEMO
 URS AND COMPANY
 アメリカ合衆国、デラウェア州、ウイلم
 ントン、マーケット・ストリート 100
 7
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アリールーエチレン置換芳香族化合物および有機半導体としてのその使用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

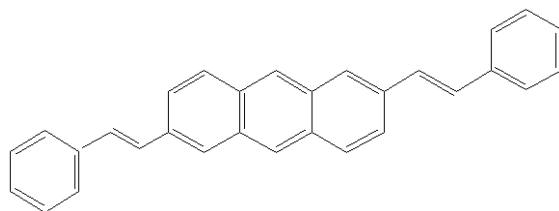
基板と、
 絶縁層と、
 ゲート電極と、
 有機半導体層と、
 ソース電極と、
 ドレイン電極と

を含む有機薄膜トランジスタであって、

前記有機半導体層は、下記の化合物 1、3、36、48-50 及び 54：

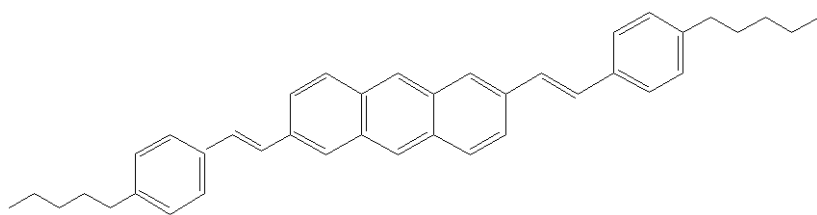
化合物 1

【化 1】



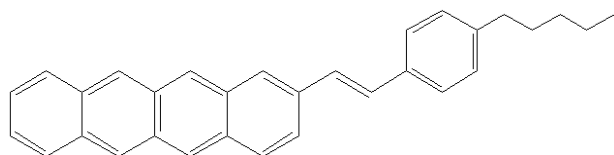
化合物 3

【化 2】



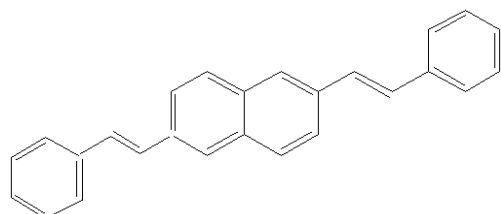
化合物 3 6

【化 3】



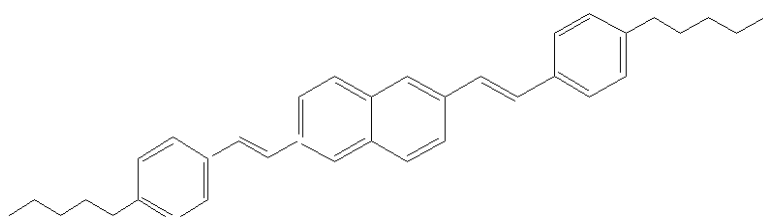
化合物 4 8

【化 4】



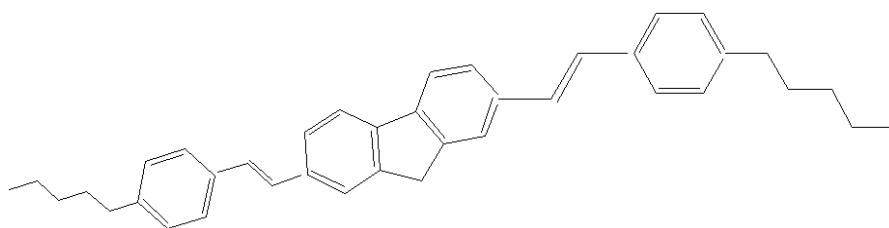
化合物 4 9

【化 5】



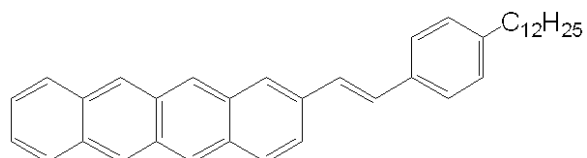
化合物 5 0

【化 6】



化合物 5 4

【化 7】



からなる群から選択される少なくとも 1 つの化合物を含むことを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 2】

下記の化合物 1、3、36、48－50 又は 54：

化合物 1

10

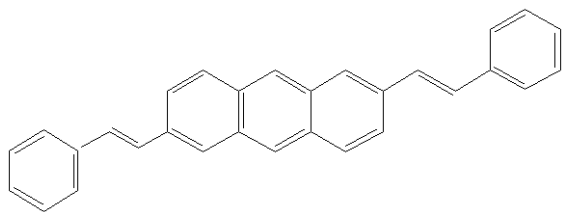
20

30

40

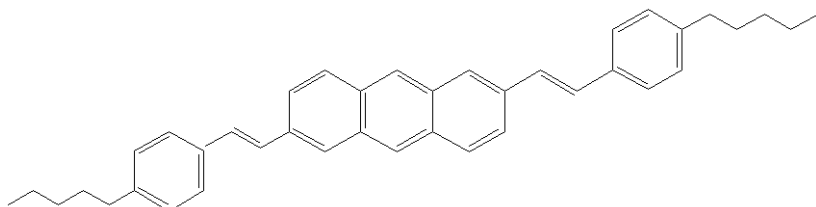
50

【化 8】



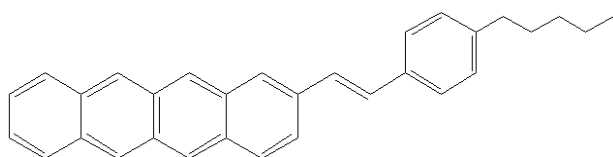
化合物 3

【化 9】



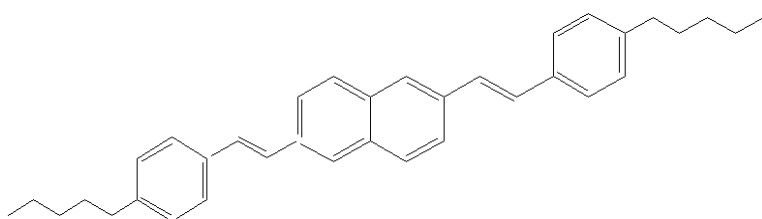
化合物 3 6

【化 1 0】



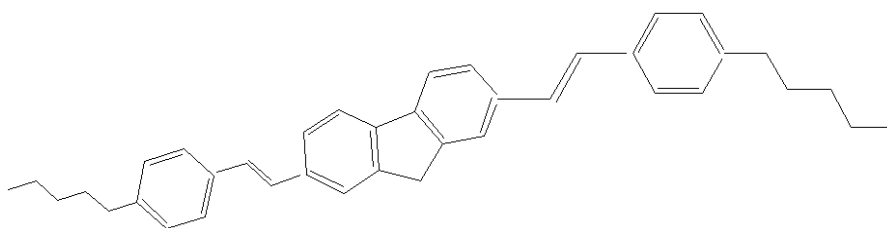
化合物 4 9

【化 1 1】



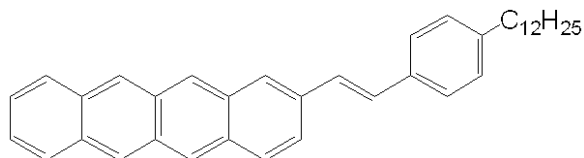
化合物 5 0

【化 1 2】



化合物 5 4

【化 1 3】



のいずれかの化合物。

【請求項 3】

アリールーエチレンアセンを調製する方法であって、
式 2 :

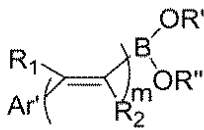
10

20

30

40

【化 1 4】

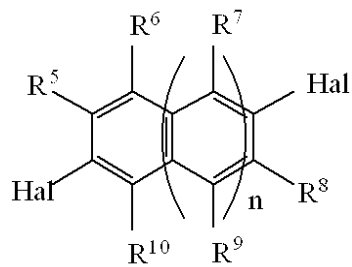


式 2

のジボロン化合物を、
ジハロアリーレン化合物：

10

【化 1 5】



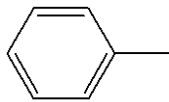
20

と、ゼロ価の Pd 錯体の存在下で反応させて、アリールーエチレンアセン化合物を形成する工程を含み、

式中、

m は 1 であり、n は 1 または 2 であり、但し、Ar' が

【化 1 6】



の場合、n は 2 であり、

R' および R'' は独立して H またはアルキルであり、

30

Hal は、Cl、Br および I からなる群から独立して選択され、

Ar' は p-位にアルキル置換基を有してもよいフェニル基であり、

R¹、R² および R⁵ ~ R¹⁰ は、水素である、

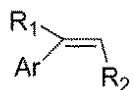
ことを特徴とするアリールーエチレンアセンを調製する方法。

【請求項 4】

アリールーエチレンアセンを調製する方法であって、

式 3：

【化 1 7】

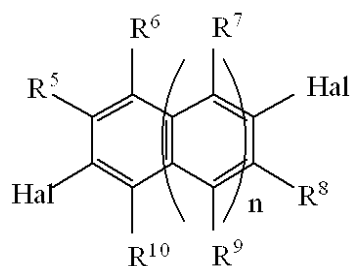


40

式 3

のアリール置換エチレン化合物を、

【化 1 8】



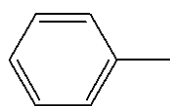
からなる群から選択されるジハロアリーレン化合物と、ゼロ価の Pd 錯体の存在下で反 10
 応させて、アリールーエチレンアセン化合物を形成する工程を含み、

式中、

n は 1 または 2 であり、

但し、Ar が

【化 1 9】



の場合、n は 2 であり、

R' および R'' は独立して H またはアルキルであり、

Hal は、Cl、Br および I からなる群から独立して選択され、

Ar は p-位にアルキル置換基を有してもよいフェニル基であり、

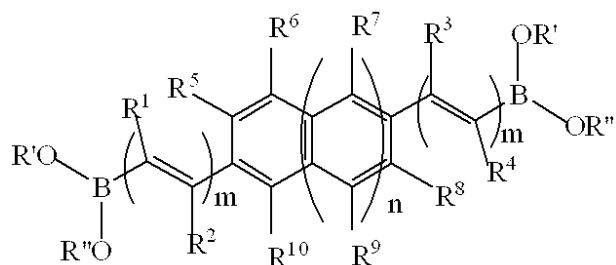
R¹、R² および R⁵ ~ R¹⁰ は、水素である、

ことを特徴とするアリールーエチレンアセンを調製する方法。

【請求項 5】

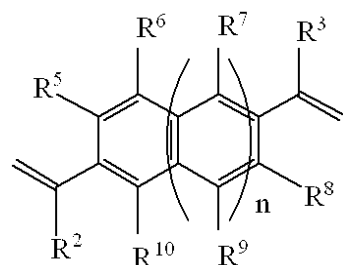
アリールーエチレンアセンを調製する方法であって、

【化 2 0】



または

【化 2 1】

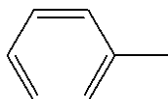


からなる群から選択されるアセン誘導体を、ハローアリール化合物、Ar-Hal と、
 ゼロ価の Pd 錯体の存在下で反応させる工程を含み、

式中、

m は 1 であり、n は 1 または 2 であり、但し、Ar が

【化 2 2】



の場合、 n は 2 であり、

R' および R'' は独立して H またはアルキルであり、

Hal は、Cl、Br および I からなる群から独立して選択され、

Ar は p -位にアルキル置換基を有してもよいフェニル基であり、

$R^1 \sim R^{10}$ は、水素である、

ことを特徴とするアリールーエチレンアセンを調製する方法。

10

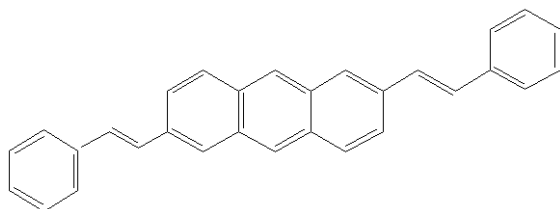
【請求項 6】

電荷輸送層を含むことを特徴とする有機電子デバイスであって、
該電荷輸送層は

下記の化合物 1、3、36、48-50 及び 54：

化合物 1

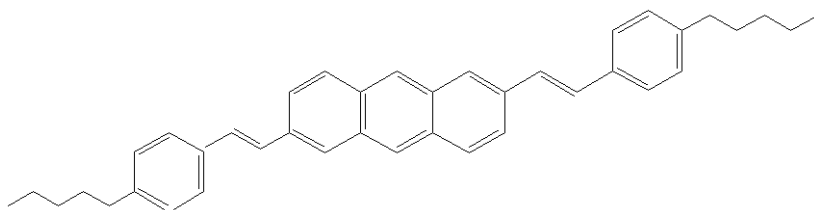
【化 2 3】



20

化合物 3

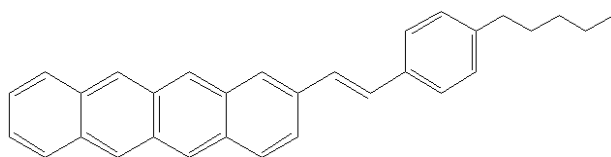
【化 2 4】



30

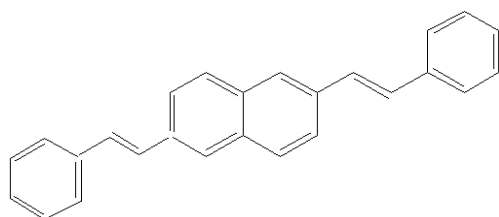
化合物 36

【化 2 5】



化合物 48

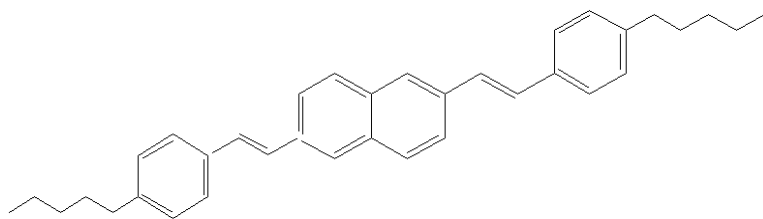
【化 2 6】



40

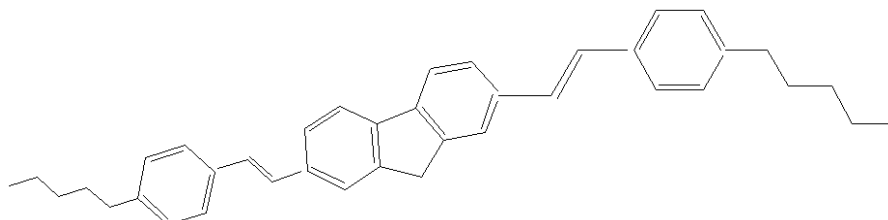
化合物 49

【化 2 7】



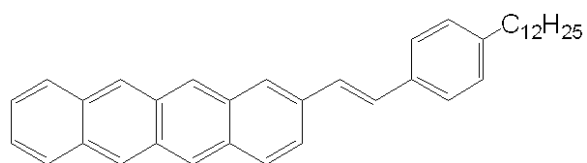
化合物 5 0

【化 2 8】



化合物 5 4

【化 2 9】



からなる群から選択される少なくとも 1 つの化合物を含むことを特徴とする有機電子デバイス。

【請求項 7】

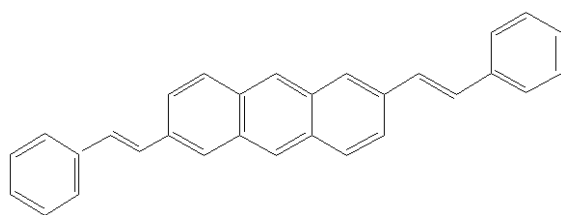
アノード、カソードおよびその間に配置された光活性層を含む有機電子デバイスであって、

前記光活性層が、

下記の化合物 1、3、36、48-50 及び 54：

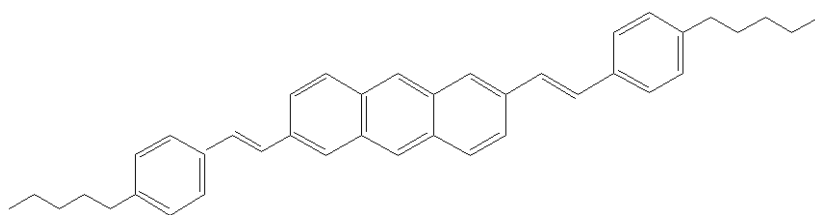
化合物 1

【化 3 0】



化合物 3

【化 3 1】



化合物 3 6

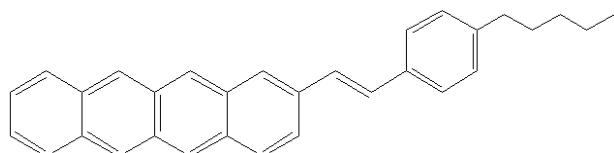
10

20

30

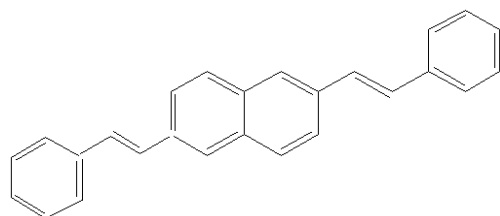
40

【化 3 2】



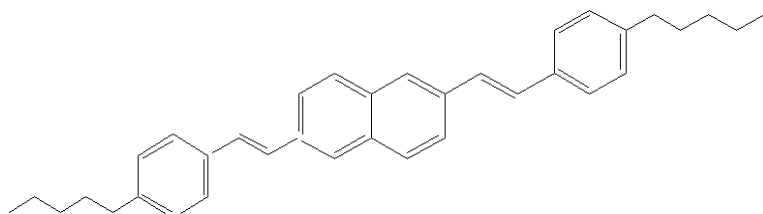
化合物 4 8

【化 3 3】



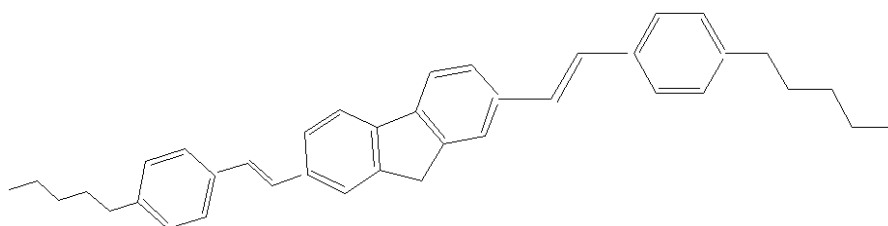
化合物 4 9

【化 3 4】



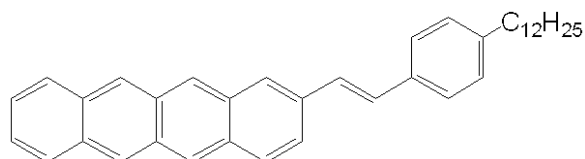
化合物 5 0

【化 3 5】



化合物 5 4

【化 3 6】



からなる群から選択される少なくとも 1 つの化合物を含むことを特徴とする有機電子デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、新しい部類のアリールエチレン置換芳香族化合物に関する。本開示はまた、電子デバイスにおけるこれらの化合物の使用、およびこれらのデバイスの製造方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

有機材料は、有機薄膜トランジスタ (OTFT)、有機発光ダイオード (OLED)、光電池ダイオードおよび液晶ディスプレイ等の電子デバイスに広く用いられている。OTFT は、スマートカード、電子タグ、ディスプレイおよびメモリデバイス等の用途に好適

10

20

30

40

50

な低コストの集積回路（IC）技術に用いることに特に関心が寄せられている。OTFTにおいて、半導体層は、共役ポリマーおよびオリゴマーを含む有機半導体材料からなる。電子デバイス用途に必要な電子特性を有する多くの有機材料が合成されている。

【0003】

半導体として用いることが研究されてきた有機化合物としては、レジオレギュラーポリ（3-アルキルチオフェン）等の共役ポリマー、ポリフルオレンービチオフェンのコポリマー、多環芳香族アミンおよびポリチオフェン誘導体、ペンタセン、テトラセンおよびそれら誘導体等の縮合芳香族化合物、ならびにオリゴチオフェン、フルオレンーチオフェンオリゴマーおよびフェニルチオフェンポリゴマー等の共役オリゴマーが挙げられる。

【0004】

残念なことに、上述した有機半導体化合物の大半の性能は、電荷移動度が低い（約 $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）、不安定かのいずれかである。例えば、ペンタセンは高移動度（約 $0.1 \sim 2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を有するものの、比較的低いバンドギャップ（ 2.2 eV ）および高HOMO（最高被占分子軌道）エネルギーレベルを有してもいて、容易に酸化される。さらに、ペンタセン化合物は、高酸素および湿度感度を示すことが多いため、高いオン／オフ比は不活性雰囲気では得られない。これらの特徴の結果、デバイス安定性が乏しく、ペンタセン化合物を実際の電子回路用途には不適とさせている。一方、オリゴフルオレン、オリゴフルオレンーチオフェン、フェニレンーチオフェンおよび共役ポリフルオレンーチオフェンポリマー等の化合物は、改善された安定性を示すが、移動度が低いため、高効率の電子デバイスには用いられない。従って、高移動度および高オン／オフ比を有し、熱、光および空気に安定な有機化合物の部類が尚必要とされている。

【0005】

また、商業的に可能な製造方法を用いて、OLED等の電子デバイスに容易に組み込むことのできる有機化合物も必要とされている。OLEDの他の態様において、デバイスの寿命が短いことが、商用としての欠陥である。NPD等の有機トリアールアミン化合物およびその誘導体は、正孔輸送材料として広く用いられている。これらトリアールアミン化合物の低電荷移動度および正孔輸送材料の低ガラス転移温度がOLEDの安定性を制限するものと考えられる。このため、高い正孔電荷移動度および熱安定性を備えた新たな材料がOLEDに必要とされている。

【0006】

【特許文献1】米国特許第6,621,098号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2004/0254297号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2004/029133号明細書

【特許文献4】PCT公開出願国際公開第02/02714号パンフレット

【特許文献5】米国特許出願公開第2001/0019782号明細書

【特許文献6】欧州特許第1191612号明細書

【特許文献7】国際公開第02/15645号パンフレット

【特許文献8】欧州特許第1191614号明細書

【特許文献9】米国特許第6,303,238号明細書

【特許文献10】国際公開第00/70655号パンフレット

【特許文献11】国際公開第01/41512号パンフレット

【特許文献12】米国特許第6,452,207号明細書

【非特許文献1】文献（宮浦（Miyaura），N、鈴木（Suzuki），A、Chem. Rev.（1995）、95（7）、2457-83）

【非特許文献2】スキーム5、ライトフット（Lightfoot），A. P.、モー（Maw），G.、サースク（Thirsk），C.、ツイドル（Twiddle），S. J. R.、ホワイティング（Whiting），A.、テトラヒドロ（Tetrahedron）Lett.（2003）、44（41）、7645-7648

【非特許文献3】ダルス（Darses），S.、Genet，J. P.、Eur. J. of Org. Chem.（2003）、（22）、4313-4327

【非特許文献4】ヘルマン (Herrmann), W. A.、ライジンガー (Reisinger), C. P.、ハーター (Haerter) P.、「C-Cカップリング反応 (ヘック、スティール、鈴木等) 水相有機金属触媒 (C-C coupling reactions (Heck, Stille, Suzuki, etc.). Aqueous-Phase Organometallic Catalysis)」第2版 (2004)、511-523

【非特許文献5】フオ (Huo), S.、根岸 (Negishi), E.、パラジウム触媒アルケニル-アリール、アリール-アルケニルおよびアルケニル-アルケニルカップリング反応

【非特許文献6】有機合成のオルガノパラジウム化学ハンドブック (Handbook of Organopalladium Chemistry for Organic Synthesis) (2002)、1、335-408 10

【非特許文献7】リトク (Littke), A. F.、フウ (Fu), G. C. Angew. Chem. Int. Ed. (2002)、41 (22)、4176-4211

【非特許文献8】ファリナ (Farina), V.、最新の合成および触媒反応 (Adv. Synthesis & Catalysis) (2004)、346 (13-15)、1553-1582

【非特許文献9】ブレース (Braese), S.、デマイヤー (De Meijere), A.、二重および多重ヘック反応 (Double and multiple Heck reactions) 20

【非特許文献10】有機合成のオルガノパラジウム化学ハンドブック (Handbook of Organopalladium Chemistry for Organic Synthesis) (2002)、1:1179-1208

【非特許文献11】伊丹 (Itami), K.、潮木 (Ushioji), Y.、野上 (Nokami), T.、大橋 (Hashi), Y.、吉田 (Yoshida), J., Org. Lett. (2004)、6 (21)、3695-3698

【非特許文献12】レーツ (Reetz), M. T.、デブリーズ (de Vries), J. G.、Chem. Commun. (2004)、(14) 1559-1563

【非特許文献13】スキーム6およびケリンス (Kerins), F.、オシェイ (O'Shea), D. F.、J. Org. Chem. 2002、67、4968-4971 30

【非特許文献14】S. M. スイ (Sze) 著、半導体デバイスの物理 (Physics of Semiconductor Devices) 第2版、ジョンウィリー・アンド・ソنز (John Wiley and Sons)、ニューヨーク (New York) (1981)

【非特許文献15】ピーター・ヴァン・ザント (Peter Van Zant)、マイクロチップ製造 (Microchip Fabrication)、第4版、マグローヒル (McGraw-Hill)、ニューヨーク (New York) (2000)

【非特許文献16】S. M. スイ (Sze) 著半導体デバイスの物理 (Physics of Semiconductor Devices) 第2版、ジョンウィリー・アンド・サンズ (John Wiley and Sons)、ニューヨーク (New York) (1981)、492ページ 40

【非特許文献17】「可溶導電性ポリマーから作製された可撓性光伝達ダイオード (Flexible light-emitting diodes made from soluble conducting polymer)」Nature、第357巻、477頁、479頁 (1992年6月11日)

【非特許文献18】カーク・オスマー化学技術百科事典 (Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology) 第4版、第18巻、837頁、860頁、1996年、Y. ワン (Wang)

【非特許文献19】ブラッドリー (Bradley) ら、Synth. Met. (2001)、116 (1-3)、379-383およびキャンベル (Campbell) ら、P 50

h y s . R e v . B 、 第 6 5 卷 0 8 5 2 1 0

【非特許文献20】ホッジ (Hodge) , P . 、 パワー (Power) , G . A . 、 ラ
ブジョンズ (Rabjohns) , M . A . 、 Chem. Commun. 1997、73

【非特許文献21】フィッカー (Fickler) ら、J. Appl. Phys. 94、2
638 (2003)

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

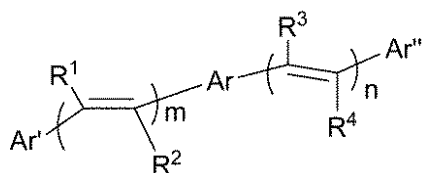
【0007】

式1：

【0008】

10

【化1】



式1

20

【0009】

により表される化合物であって、

式中、

Arはアリーレン基であり、

Ar'およびAr''は、アリール基から独立して選択され、

R¹～R⁴は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、
アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、
-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂およびCNからなる群から独立して
選択され、

30

Rは、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群か
ら選択され、

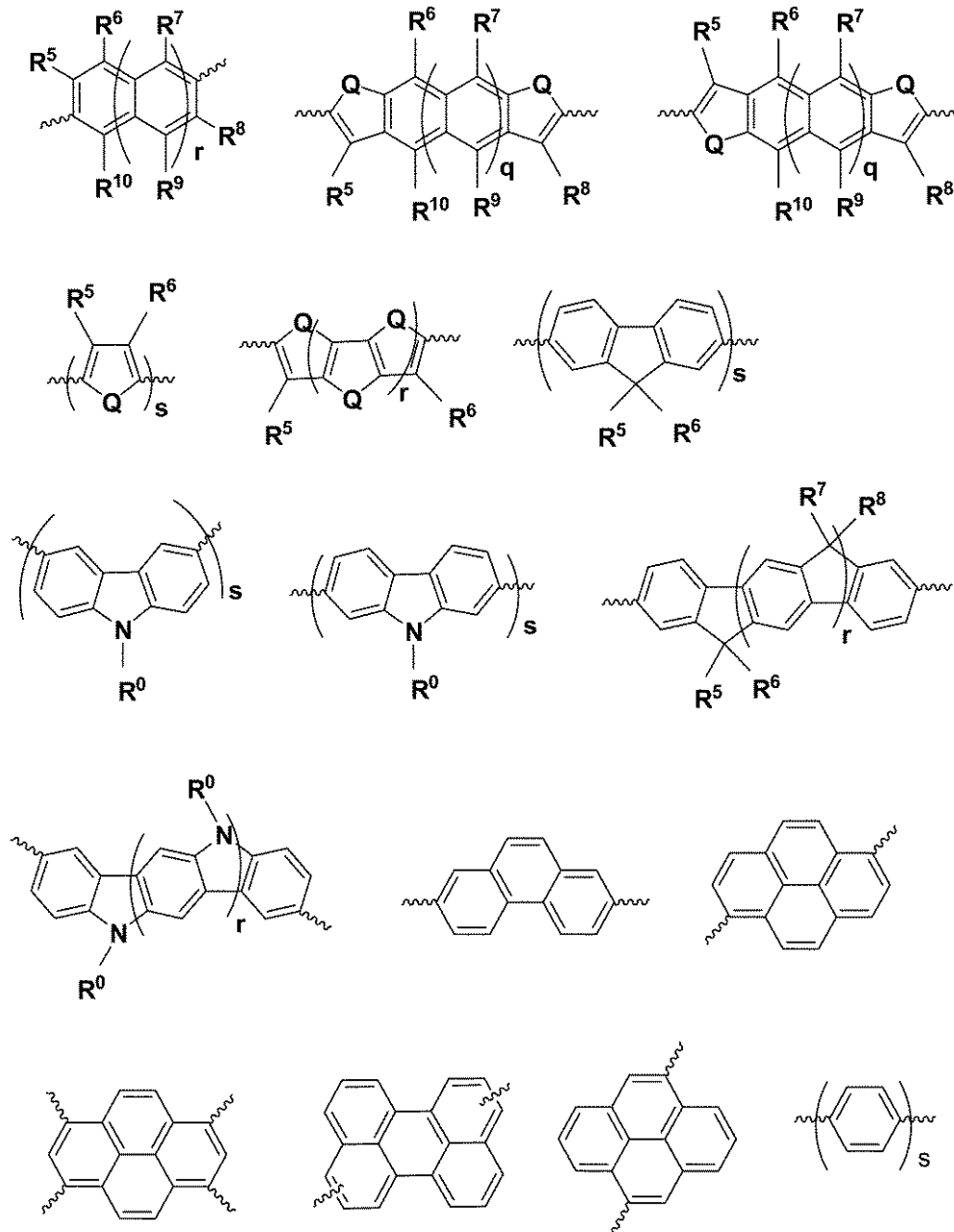
mおよびnは0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、m+n≠0である。

【0010】

一実施形態において、Arは、以下の基：

【0011】

【化 2】



10

20

30

【0012】

およびこれらの組み合わせからなる群から選択され、
式中、

Qは、S、Se、Te、OおよびNR⁰からなる群から選択され、

qおよびrは0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

sは、1～5の値を有する整数であり、

R⁰は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から独立して選択され、

R⁵～R¹⁰は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂およびCNからなる群から独立して選択され、

Rは上述した通りであり、

40

50

式中、任意の2つの近接基 $R^5 \sim R^{10}$ は一緒になって環を形成することができる。

【0013】

式1の化合物の製造の合成方法も提供される。

【0014】

式1で表される正孔輸送化合物およびこれらの化合物を含む正孔輸送層も提供される。

【0015】

式1で表される電子輸送化合物およびこれらの化合物を含む電子輸送層も提供される。

【0016】

これらの化合物を含むバッファ層も提供される。

【0017】

式1で表される化合物を含む有機薄膜トランジスタ（OTFT）を含む電子デバイスも提供される。これらの電子デバイスを製造する方法も提供される。

【0018】

式1で表される化合物を含むディスプレイデバイスも提供される。

【0019】

式1で表される化合物を含む有機発光ダイオード、光伝導体、メモリセル、電流制限器、電界効果ダイオード、ショットキーダイオード、光電池、光検出器、整流器、トランジスタ、サーミスタおよびp-n接合も提供される。

【0020】

本明細書に示した概念をより良く理解するために、添付の図面に実施形態を例示してある。

【0021】

当業者であれば、図面の対象が、単純化と明瞭さのために例示されていて、必ずしも縮尺があっていないことが分かる。例えば、実施形態をより良く理解するために、図面の対象物のいくつかの寸法は、他の対象物に対して誇張してある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

新たな部類の置換アリールエチレン芳香族化合物およびこれら化合物の合成方法が提供される。有機半導体デバイスにおいて、これらおよびその他の置換アリールエチレン芳香族化合物を用いることが開示されている。

【0023】

多くの態様および実施形態を上述してきたが、あくまで例に過ぎず、限定するものではない。本明細書を読むと、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなく、その他態様および実施形態が分かるはずである。

【0024】

1つまたは複数の実施形態のその他の特徴および利点は、以下の発明を実施するための最良の形態および特許請求の範囲から明白となろう。発明を実施するための最良の形態ではまず、用語の定義および説明に続き、アリールエチレン芳香族化合物、一般調製法、半導体デバイスおよび最後に実施例を示す。

【0025】

（1．用語の定義および説明）

後述の実施形態の詳細を述べる前に、いくつかの用語を定義または説明する。

【0026】

本明細書で用いる「芳香族」という用語は、不飽和環式有機化合物または非局在化 π 電子と連続した共役を有する基のことを指す。芳香族基は、それぞれ $2n+2\pi$ 電子を有する、1つまたは複数の環を有してよい。この用語には、環に π 電子を有する1つまたは複数のヘテロ原子を有する基が含まれる。一実施形態において、ヘテロ原子は、N、OおよびSからなる群から選択される。

【0027】

本明細書で用いる「アセン」という用語は、直鎖構成に2つ以上のオルト縮合ベンゼン

10

20

30

40

50

環を含有する炭化水素親成分のことを指す。「アセン」には、ナフタレン（2つのオルト縮合ベンゼン環）およびアントラセン（3つのオルト縮合ベンゼン環）が含まれる。4つ以上の縮合ベンゼン環の系は、数字の接頭で命名されており、ベンゼン環の数を示した後「-アセン」で終わっている。

【0028】

他の用語の一部として、または独立して用いる「アルキル」という用語は、飽和炭化水素基を示す。アルキル基としては、n-ブチル、n-ペンチル、n-ヘプチル、イソブチル、t-ブチルおよびイソペンチルが例示される。この用語にはヘテロアルキルも含まれる。一実施形態において、アルキル基は1～20個の炭素原子を有する。一実施形態において、アルキル基はフルオロアルキル基である。

10

【0029】

「アルキルエーテル」という用語は、Oと置換され、酸素を介して結合した1つまたは複数の炭素原子を有するアルキル基のことを指す。

【0030】

「エーテルアルキル」という用語は、Oと置換され、炭素を介して結合した1つまたは複数の炭素原子を有するアルキル基のことを指す。

【0031】

他の用語の一部として、または独立して用いられる「アルケニル」という用語は、基の隣接炭素原子間に1つまたは複数の二重結合を有する炭化水素基のことを示す。アルケニル基としては、ビニル、アリル、ブテニル、ペンテニルおよびヘプテニルが例示される。この用語にはヘテロアルケニル基が含まれる。一実施形態において、アルケニル基は1～20個の炭素原子を有する。

20

【0032】

他の用語の一部として、または独立して用いられる「アルキニル」という用語は、基の隣接炭素原子間に1つまたは複数の三重結合を有する炭化水素基のことを示す。アルキニル基としては、エチニル、プロピニル、ブチニル、ヘキシニルおよびヘプチニルが例示される。この用語にはヘテロアルキル基が含まれる。一実施形態において、アルキニル基は1～20個の炭素原子を有する。

【0033】

他の用語の一部として、または独立して用いられる「アリール」という用語は、1つの結合点を有する芳香族基のことを指す。「アリーレン」という用語は、2つの結合点を有する芳香族基のことを指す。一実施形態において、アリール基は4～30個の炭素原子を有する。

30

【0034】

他の用語の一部として、または独立して用いられる「シリル」という用語は、基-SiR₃のことを指す。式中、Rは水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択される。

【0035】

他の用語の一部として、または独立して用いられる「チオアルキル」という用語は、基-SRのことを指す。式中、Rは水素、アルキル、アリール、アルケニルおよびアルキニルからなる群から選択される。

40

【0036】

「ヘテロ」という接頭語は、1つまたは複数の炭素が異なる原子と置換されていることを示す。一実施形態において、ヘテロ原子は、N、OおよびSからなる群から選択される。

【0037】

「フルオロ」という接頭語は、1つまたは複数の水素がフッ素と置換されていることを示す。この用語には、部分および完全フッ素化材料が含まれる。

【0038】

上記の基はいずれも直鎖であっても分岐鎖であってもよい。直鎖アルキル、アルケニル

50

およびアルキニルとしては、*n*-ブチル、*n*-ペンチル、*n*-ヘプチル、*n*-オクチル、*n*-ブテニル、*n*-ペンテニル、*n*-ヘプテニルおよび*n*-ヘプチニルが例示される。分岐鎖アルキル、アルケニルおよびアルキルニルとしては、イソブチル、*t*-ブチル、イソペンチル、ネオペンチル、イソペンテニルおよびネオペンテニルが例示される。

【0039】

上記の基はいずれも置換であっても非置換であってもよい。「置換」という用語は、同じまたは異なる置換基による一置換または多置換された基を指す。好適な置換基としては、シアノ基、ニトロ基、エステル基、エーテル基、ハロゲン、ヒドロキシ、アルキル基、アリール基およびアルコキシ基が挙げられる。一実施形態において、置換基はエーテル基およびフッ素置換基を含む。

10

【0040】

本明細書において用いる「電荷輸送」という用語は、層、材料、部材または構造を指すとき、かかる層、材料、部材または構造が、比較的効率良く、電荷の喪失が少なく、かかる層、材料、部材または構造の厚さを通してかかる電荷の移動を促進することを意味する。「電子輸送」とは、負電荷輸送を指し、「正孔輸送」とは正電荷輸送を指す。

【0041】

本明細書で用いる「含む」、「含んでいる」、「含有する」、「含有している」、「有する」、「有している」またはこれらの変形は、非限定的に含めることをカバーすることが意図されている。例えば、構成要素のリストを含むプロセス、方法、物品または装置は、それら構成要素のみに必ずしも限定されず、明示されていない、またはかかるプロセス、方法、物品または装置に固有のその他構成要素も含まれる。さらに、それとは反対に、明示的に特に定めた場合を除き、「または」は、包含的な「または」を指し、排他的な「または」ではない。例えば、条件AまたはBは、次のうちいずれか1つを満たす。Aが真で（または存在する）、Bが偽である（または存在しない）、Aが偽で（または存在しない）、Bが真である（または存在する）、AとBの両方が真である（または存在する）。

20

【0042】

また、本明細書に記載された構成要素および成分を説明するのに、「1つ」、または「ある」を用いる。これはあくまで便宜上行っているに過ぎず、本発明の範囲の一般的な意味を与えている。この説明は、1つ、または少なくとも1つを含むものと理解されるものとし、単数形には、明らかに矛盾を意味しない限りは、複数も含まれる。

30

【0043】

元素の周期表の縦列に対応する族数は、化学および物理CRCハンドブック（CRC Handbook of Chemistry and Physics）、第81版（2000-2001）にある「新表記（New Notation）」規則を用いる。

【0044】

特に定義のない限り、本明細書で用いる技術科学用語は全て、本発明に属する当業者に共通して理解されるのと同じ意味を有している。本明細書に記載したのと同様または等価の方法および材料を、本発明の実施形態の実行または試験に用いることができるが、好適な方法および材料を後述してある。本明細書で言及した全ての出版物、特許出願、特許およびその他参考文献は、特定の節を挙げない限り、それらの全体が参照により援用される。矛盾がある場合には、定義を含む本明細書が優先される。さらに、材料、方法および実施例は例示に過ぎず、限定されるべきことを意図していない。

40

【0045】

本明細書に記載していない範囲の、特定の材料、処理動作および回路に関する多くの詳細は、従来のものであり、有機発光ダイオードディスプレイ、光検出器、光電池および半導体部材業界のテキストやその他出典にある。

【0046】

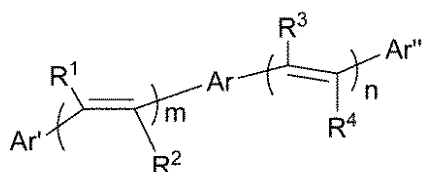
（2. アリールーエチレン芳香族化合物）

式1：

【0047】

50

【化 3】



式 1

10

【0048】

により表される化合物であって、

式中、

Ar はアリーレン基であり、

Ar' および Ar'' は、アリール基から独立して選択され、

R¹ ~ R⁴ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂ および CN からなる群から独立して選択され、

20

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

m および n は 0 ~ 5 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、m + n ≠ 0 である。

【0049】

一実施形態において、Ar、Ar' および Ar'' は、少なくとも 2 つの縮合環を有する芳香族基、および単結合により結合した少なくとも 2 つの環を有する芳香族基からなる群から選択される。一実施形態において、Ar は、少なくとも 2 つの縮合環を有する芳香族基、および単結合により結合した少なくとも 2 つの環を有する芳香族基からなる群から選択される。一実施形態において、Ar はアセン基である。

【0050】

30

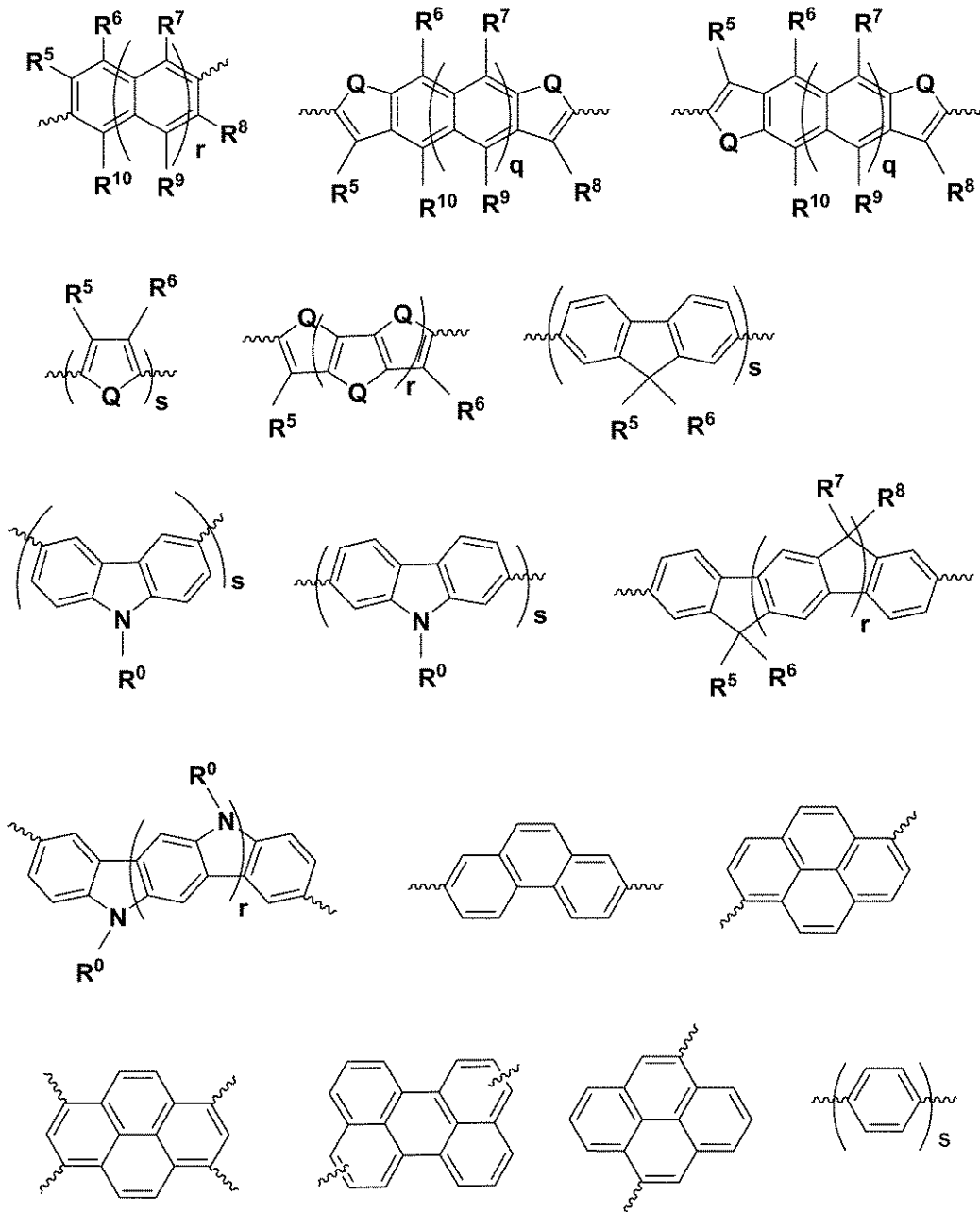
一実施形態において、R¹ ~ R⁴ は H である。一実施形態において、m と n は両方ともゼロであるわけではない。一実施形態において、m = n = 1 である。

【0051】

一実施形態において、Ar は、

【0052】

【化 4】



【0053】

およびこれらの組み合わせからなる群から選択され、
式中、

Q は、 S 、 Se 、 Te 、 O または NR^0 からなる群から選択され、
 q および r は0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、
 s は、1～5の値を有する整数であり、

R^0 は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から選択され、

$R^5 \sim R^{10}$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、 $-COR$ 、 $-COOR$ 、 $-PO_3R_2$ 、 $-OPO_3R_2$ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

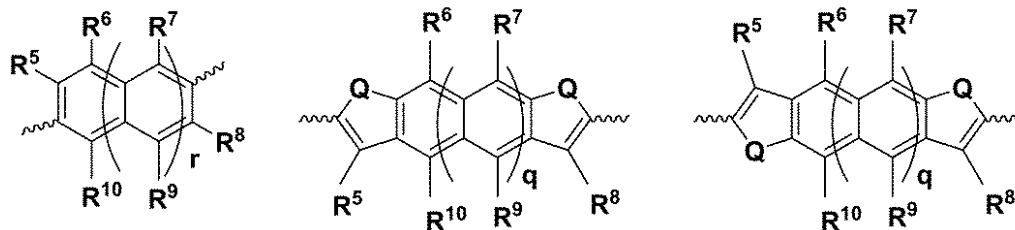
式中、任意の2つの近接基 $R^5 \sim R^{10}$ は一緒になって環を形成することができる。

【0054】

一実施形態において、Arは、

【0055】

【化5】



10

【0056】

からなる群から選択され、

式中、

Q、q、r、s、 R^0 、 R^5 および R^6 は前述の通りである。

【0057】

一実施形態において、上記Ar基のいずれかについて、rは少なくとも1であり、sは少なくとも2である。一実施形態において、qは0、1、2または3であり、rは1、2または3であり、sは2または3である。一実施形態において、Arは、テトラセンおよびペンタセンから選択される。

20

【0058】

一実施形態において、Arは、ジアリールアミノ置換基がないという条件で、2,6-ナフタレン、置換2,6-ナフタレン、2,6-アントラセン、置換2,6-アントラセン、2,7-フルオレン、置換2,7-フルオレン、3,6-カルバゾール、置換3,6-カルバゾールおよびこれらの組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの基を有する。一実施形態において、置換基は、アルキル、アルコキシ、アルキルエーテル、エーテルアルキル、チオアルキル、シリルおよびこれらの組み合わせからなる群から独立して選択される。本明細書において、数字は、基の結合点を示しており、化学および物理CRCハンドブック (CRC Handbook of Chemistry and Physics)、第81版 (2000-2001) にある規則に従っている。

30

【0059】

一実施形態において、Ar'およびAr''は、ジアリールアミノ置換基がないという条件で、置換アリール基から独立して選択される。一実施形態において、アミノ置換基はない。一実施形態において、Ar'およびAr''は、置換アリール基より独立して選択され、置換基は、アルキル、アリール、アルキルアリール、アルコキシ、アルキルエーテル、エーテルアルキル、フルオロ、チオアルキル、シリルおよびこれらの組み合わせからなる群から独立して選択される。

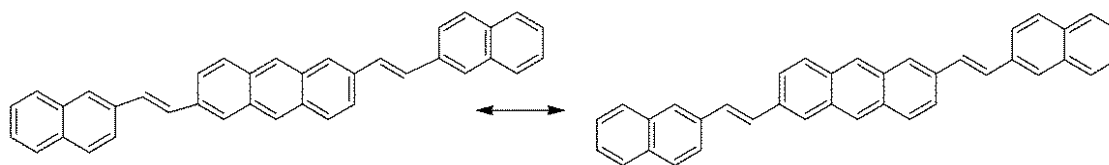
40

【0060】

理論に拘束されることは望むところではないが、これらの化合物の特定の幾何特性が、電子デバイスにおける性能と相関しているものと考えられる。一実施形態において、平らな対称の化学構造を有している式1の化合物は、OTFTに用いられる。かかる構造は、下に示す、2,6-ビス-(2-ナフタレン-2-イルビニル)-アントラセンの2つの共鳴構造のような、多数の可能な伸張共鳴構造を備えた伸張した共役系を形成することができる。

【0061】

【化 6】



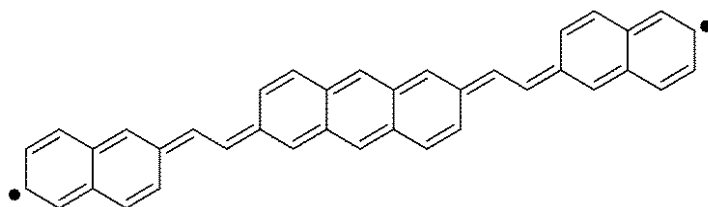
【0062】

10

アリールエチレンアセンの共鳴構造は、2,6-ビス-(2-ナフタレン-2-イルビニル)-ナフタレンについて本明細書で例示するとおり、電界に露出すると、キノイド状態に変換することができるとも考えられている。

【0063】

【化 7】



20

【0064】

これは、高移動度となることが予測される。実際、OTFTの活性半導体のように、式1の化合物を用いると、 $1\text{ cm}^2/\text{V}$ を超える移動度が得られている。これら半導体のバンドギャップは比較的大きい(約2.3~3.5 eV)ため、化合物はまた極めて安定な材料でもある。かかる高移動度の半導体はまた、OLEDにおいて電荷輸送材料またはホスト材料として用いることもできる。

【0065】

30

式1の化合物は、高移動度および高オン/オフ比を示し、半導体デバイスの製造に用いるのに好適である。これらの化合物は、熱安定性が高く、光または空気に影響されない。従って、半導体デバイスは、不活性雰囲気中で製造する必要がない。これらの化合物を用いるとまた、低い基板温度で電子デバイスを製造することができる。さらに、これらの化合物は良好なフィルム形成能力を有している。

【0066】

一実施形態において、OTFTに用いるアリールエチレン化合物について、 $R^1 \sim R^4$ は、独立して、H、FまたはCNである。OTFTに用いるアリールエチレンアセン化合物は、全二重C=C結合についてトランス構造を有していて、不飽和系の共役を最大にするのも好ましい。

40

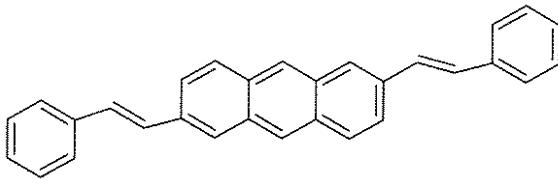
【0067】

一実施形態において、OTFTに用いることが意図されたアリールエチレンアセン化合物もまた、平らな対称の分子構造を有している。「平らな」とは、中間環とトランス-C=C二重結合接続セグメントとの間のねじれ角が $0^\circ \sim 10^\circ$ 、好ましくは 0° であることを意味している。「ねじれ」分子構造は 10° を超えるねじれ角を有している。アセン基のねじれは、主に、アセン環の置換基の立体相互作用により制御される。比較的高い近接基、 $R^6 \sim R^{10}$ を有する化合物は、 $R^6 \sim R^{10}$ の全てがH、FまたはCNである化合物よりもねじれる傾向がある。「対称」分子において、アリールエチレン置換基は同一、すなわち、 $Ar' = Ar''$ 、 $R^1 = R^4$ および $R^2 = R^3$ である。化合物Aは、OTFTの半導体として用いるのに好適な材料である。

50

【0068】

【化8】



化合物 A

平らで対称
OTFT 半導体として最適

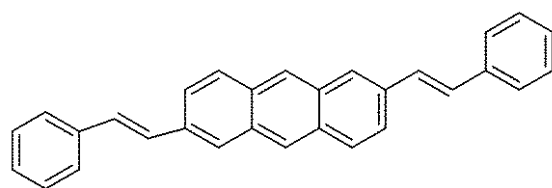
10

【0069】

式1で表される化合物としては、以下のものが例示される。

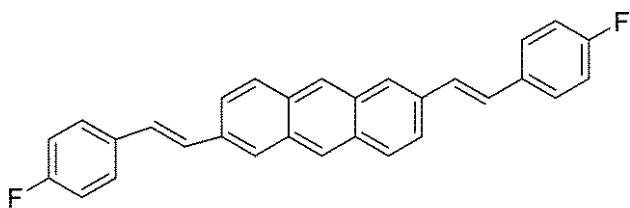
【0070】

【化 9】

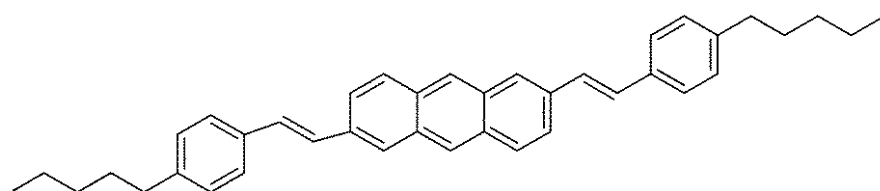


化合物 1

10

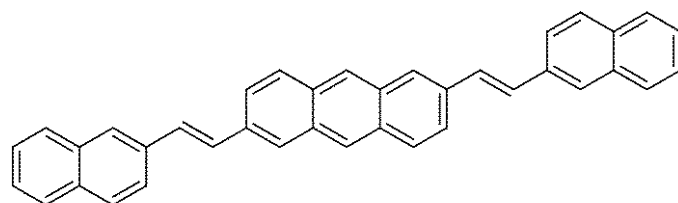


化合物 2



化合物 3

20

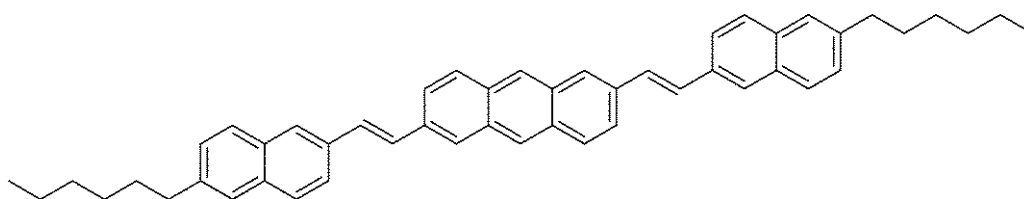


化合物 4

30

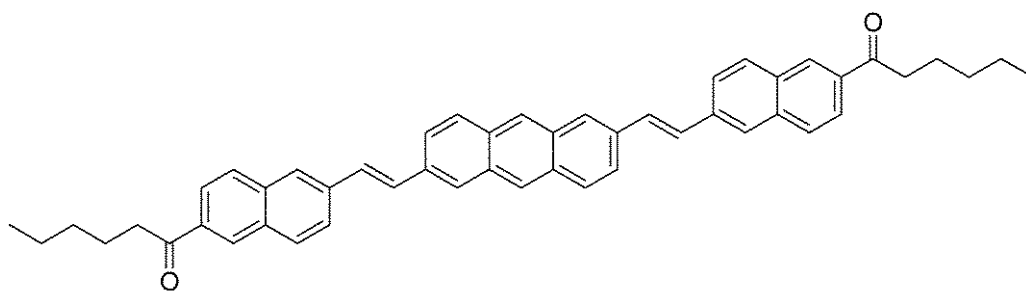
【 0 0 7 1】

【化 1 0】



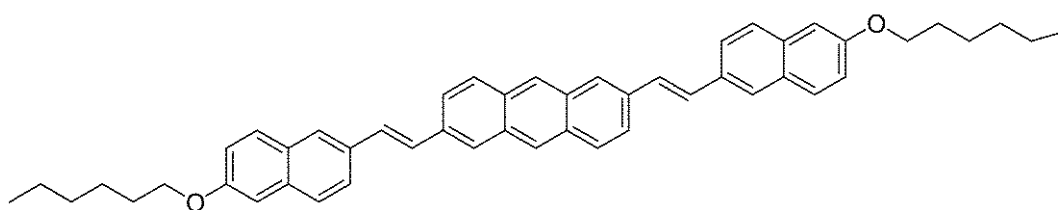
化合物 5

10

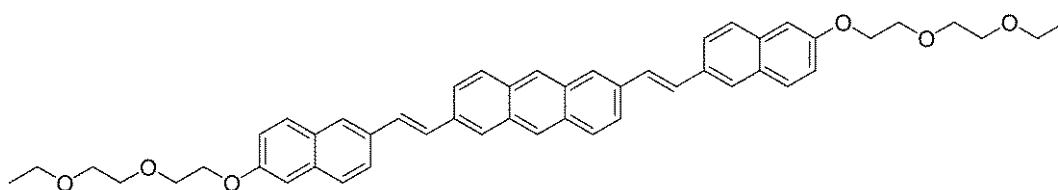


化合物 6

20

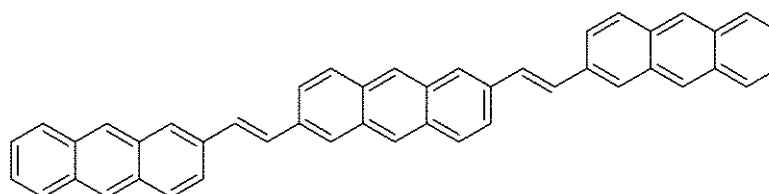


化合物 7



化合物 8

30

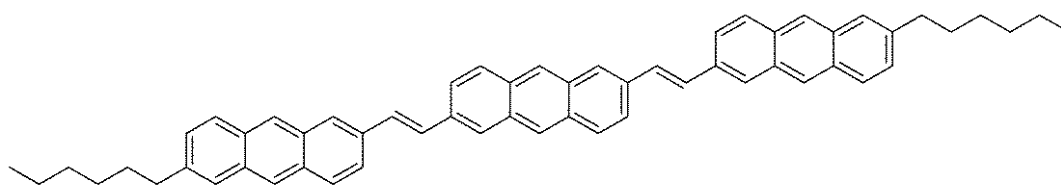


化合物 9

40

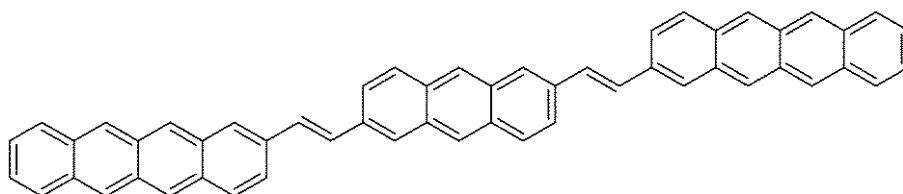
【 0 0 7 2 】

【化 1 1】



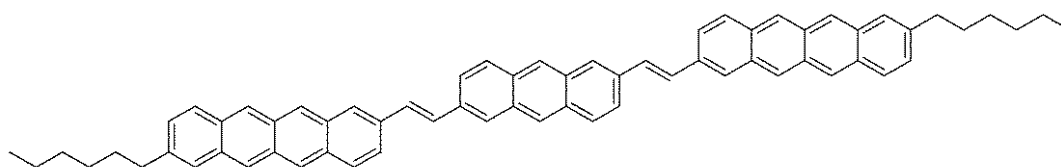
化合物 10

10



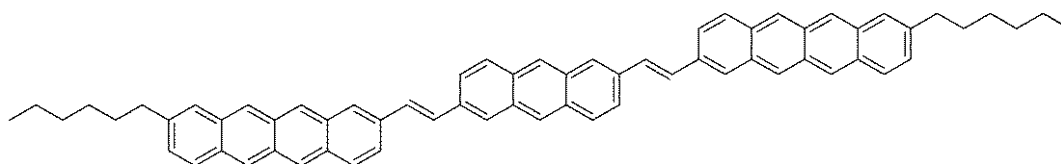
化合物 11

20



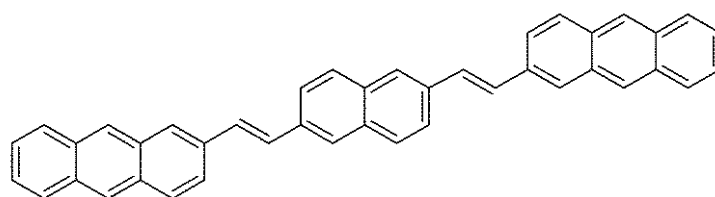
化合物 12

30

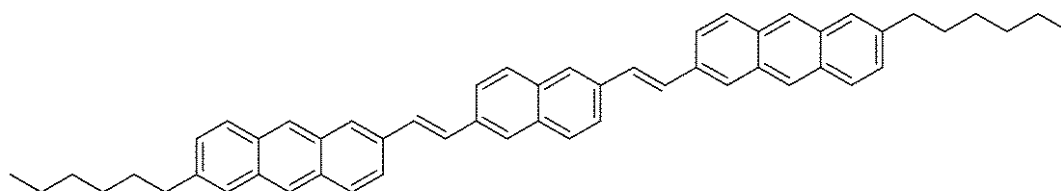


化合物 13

40



化合物 14

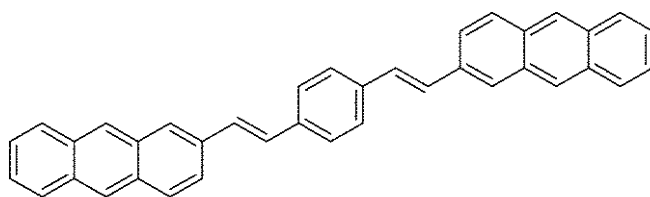


化合物 15

【0 0 7 3】

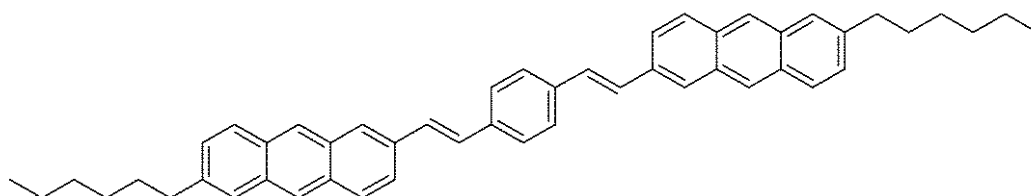
50

【化 1 2】

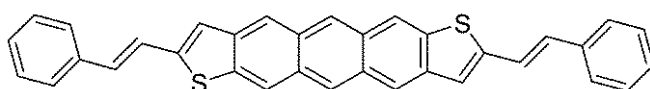


化合物 16

10

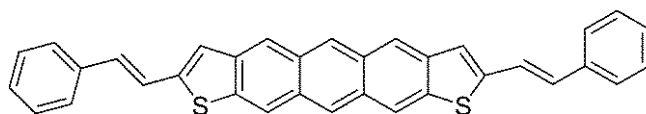


化合物 17



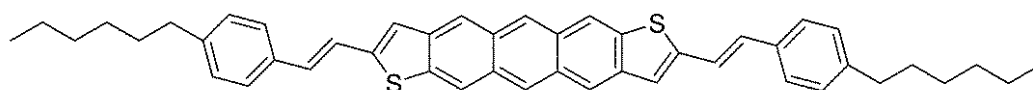
化合物 18

20

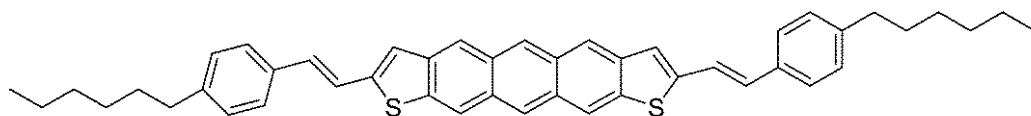


化合物 19

30



化合物 20



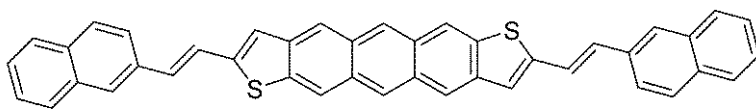
化合物 21

40

【0 0 7 4】

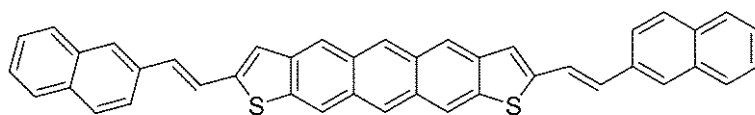
50

【化 1 3】

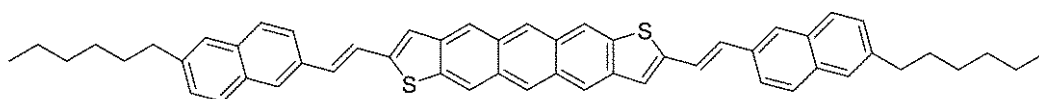


化合物 22

10

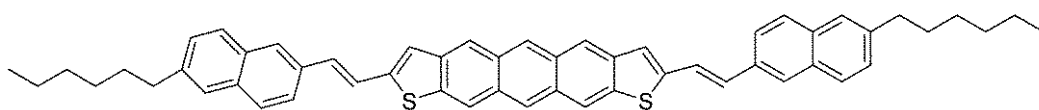


化合物 23



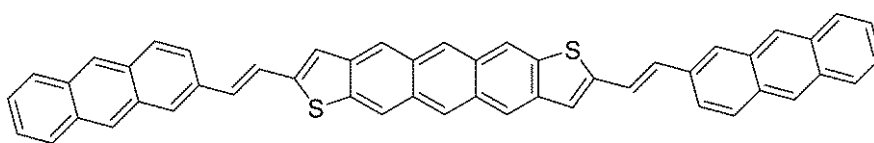
化合物 24

20

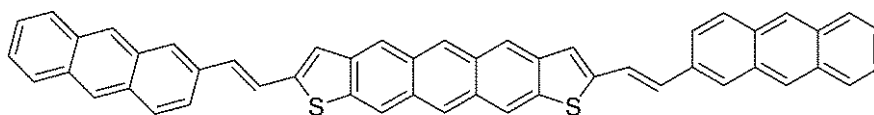


化合物 25

30



化合物 26

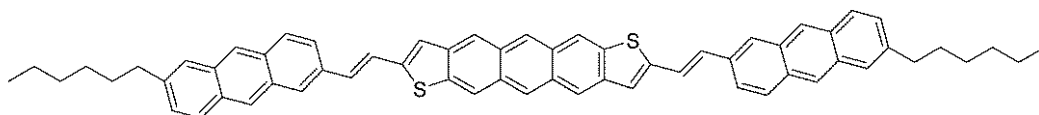


化合物 27

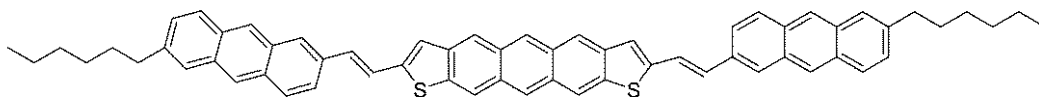
40

【 0 0 7 5】

【化 1 4】

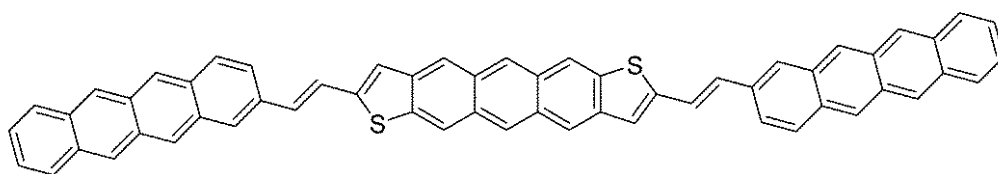


化合物 28



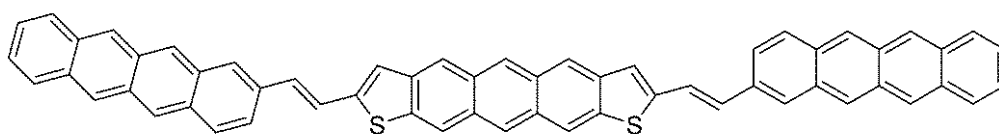
10

化合物 29



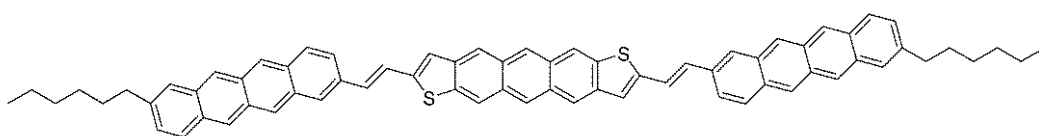
20

化合物 30



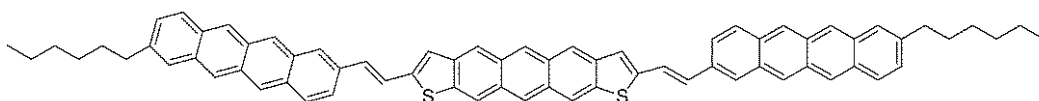
化合物 31

30



化合物 32

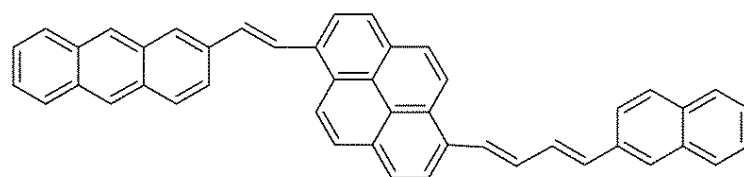
40



化合物 33

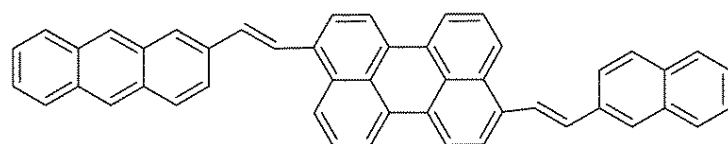
【 0 0 7 6 】

【化 1 5】



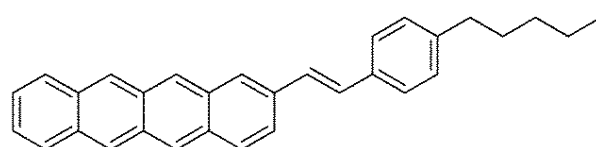
化合物 34

10



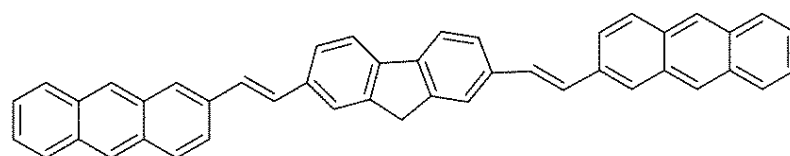
化合物 35

20



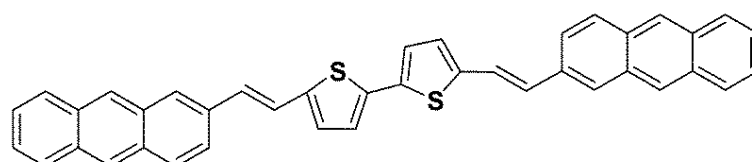
化合物 36

30



化合物 37

40

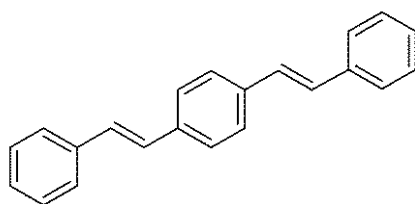


化合物 38

【0 0 7 7】

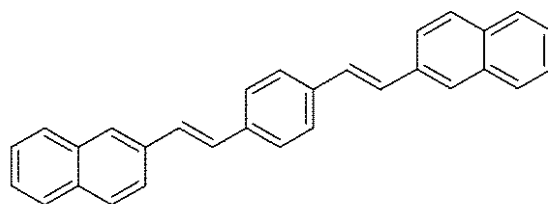
50

【化 1 6】



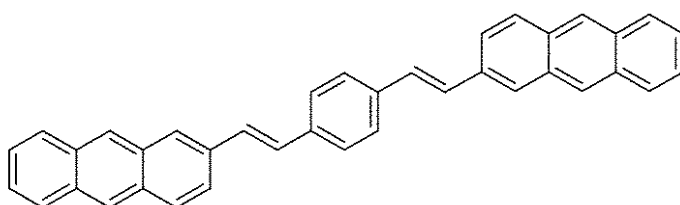
化合物 39

10



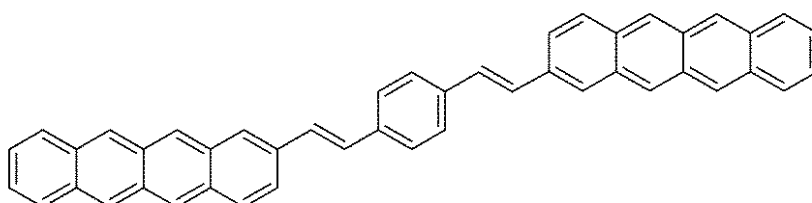
化合物 40

20



化合物 41

30



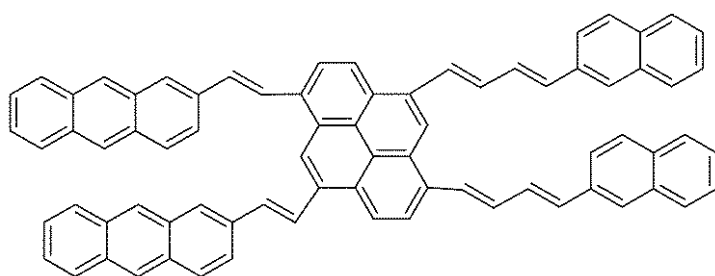
化合物 42

40

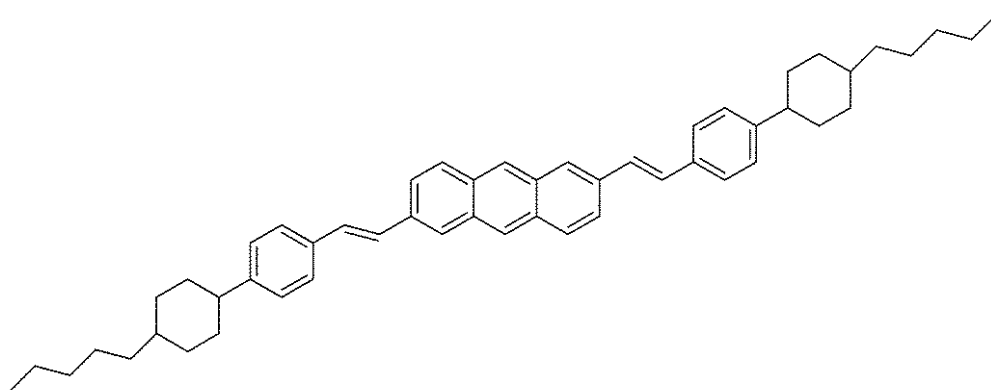
【 0 0 7 8】

50

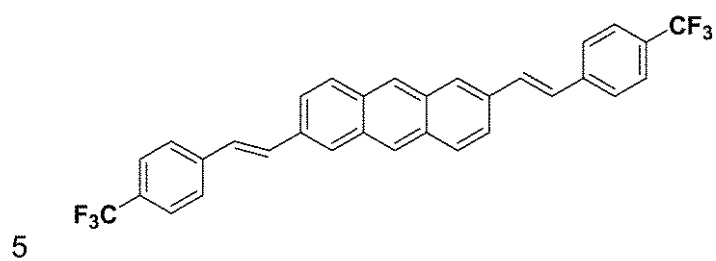
10



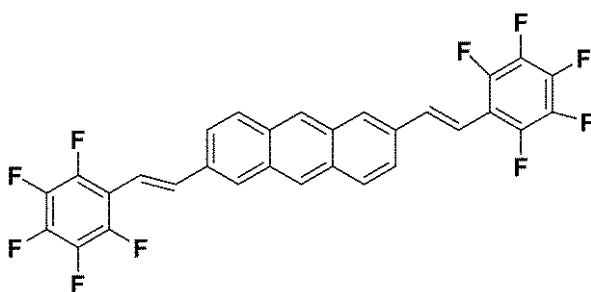
化合物 43



化合物 44



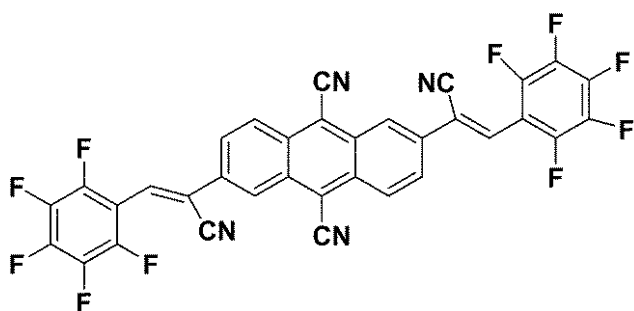
化合物 45



化合物 46

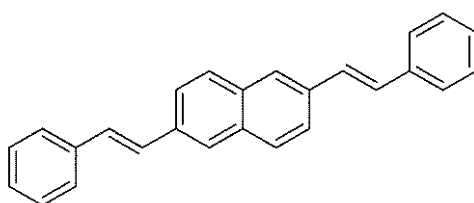
【 0 0 7 9 】

【化 18】



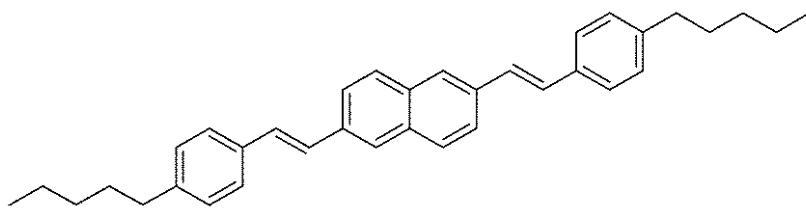
10

化合物 47



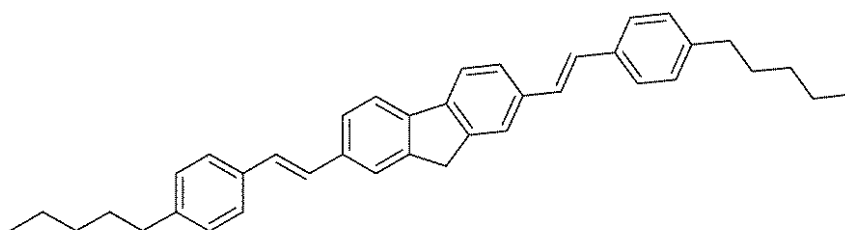
20

化合物 48



30

化合物 49



40

化合物 50

【0080】

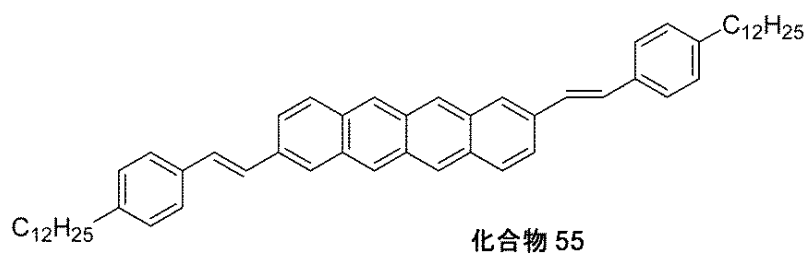
10



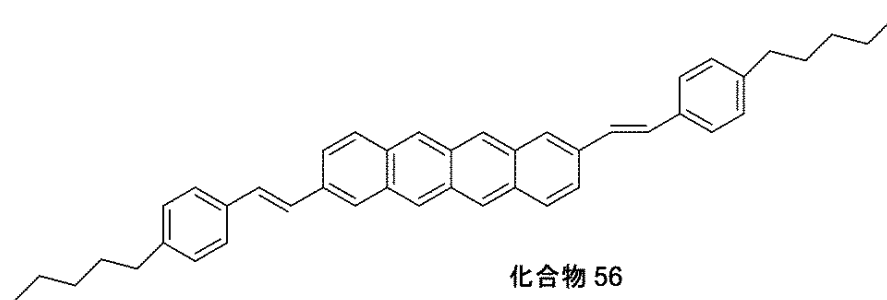
化合物 54

【 0 0 8 1 】

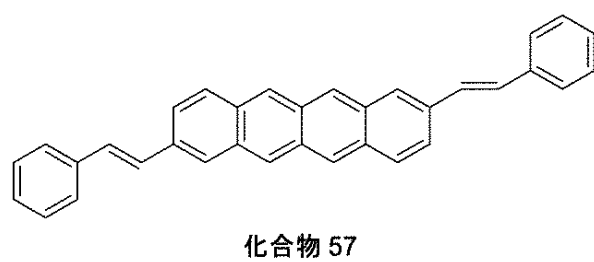
【化 2 0】



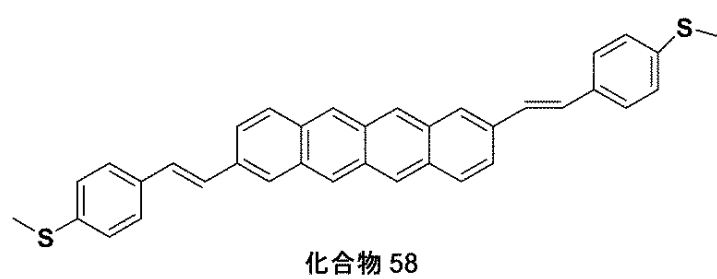
10



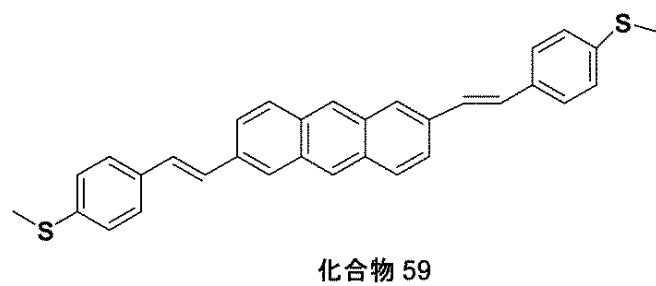
20



30



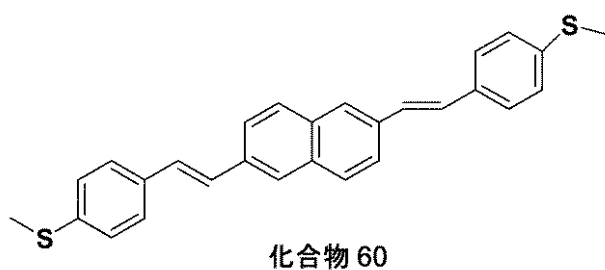
40



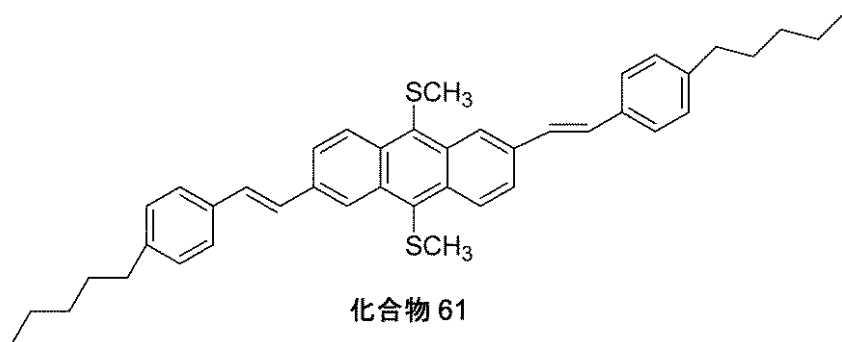
【 0 0 8 2 】

50

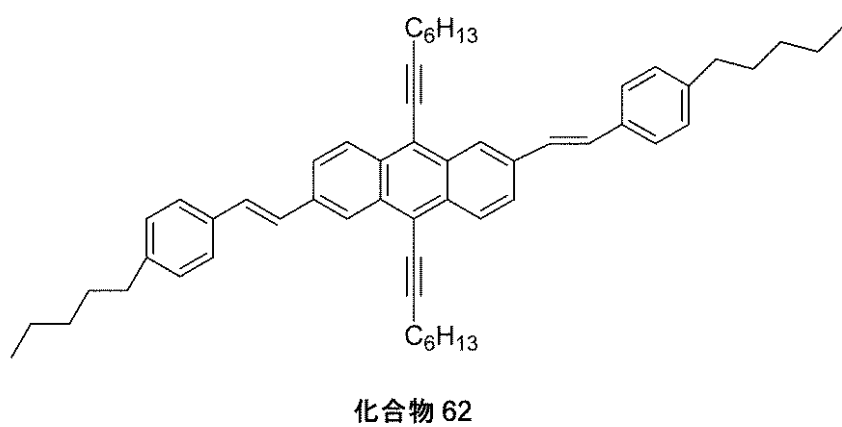
【化 2 1】



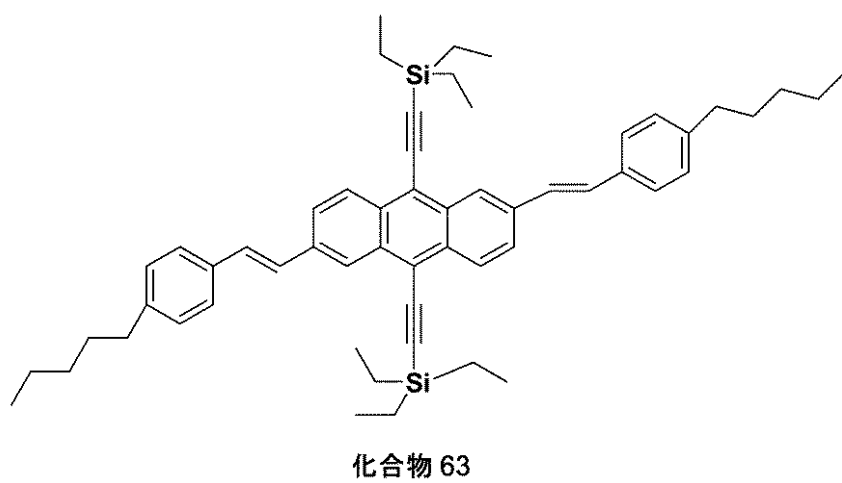
10



20



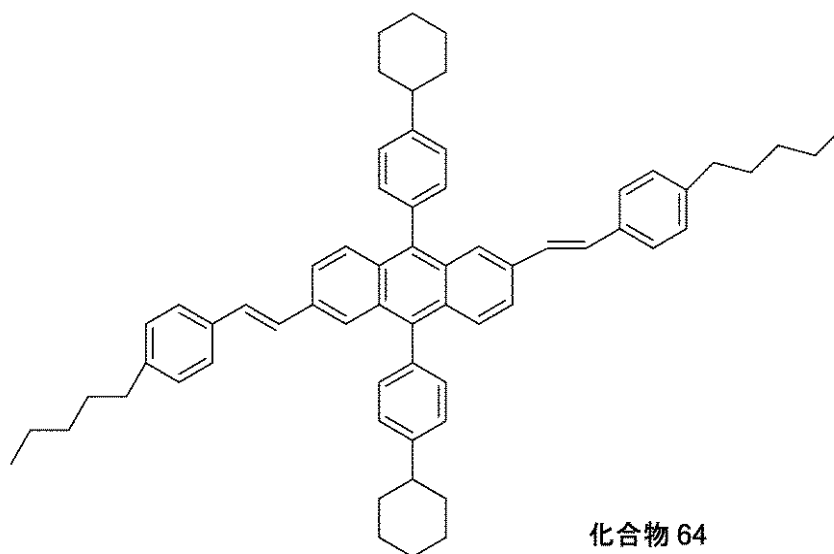
30



40

【0083】

【化 2 2】



10

20

【0084】

一実施形態において、式1で示される化合物を重合して、より長いオリゴマーまたはポリマーを形成してよい。一実施形態において、式1で示される化合物は、式1で示される1つまたは複数の異なる化合物および／または式1を有さない1つまたは複数の異なるモノマーと共重合してもよい。一実施形態において、式1で示される化合物は、架橋可能な基を有してよい。これらの化合物を適用して層を形成してから、架橋して、耐久性および耐溶剤性を改善することができる。

【0085】

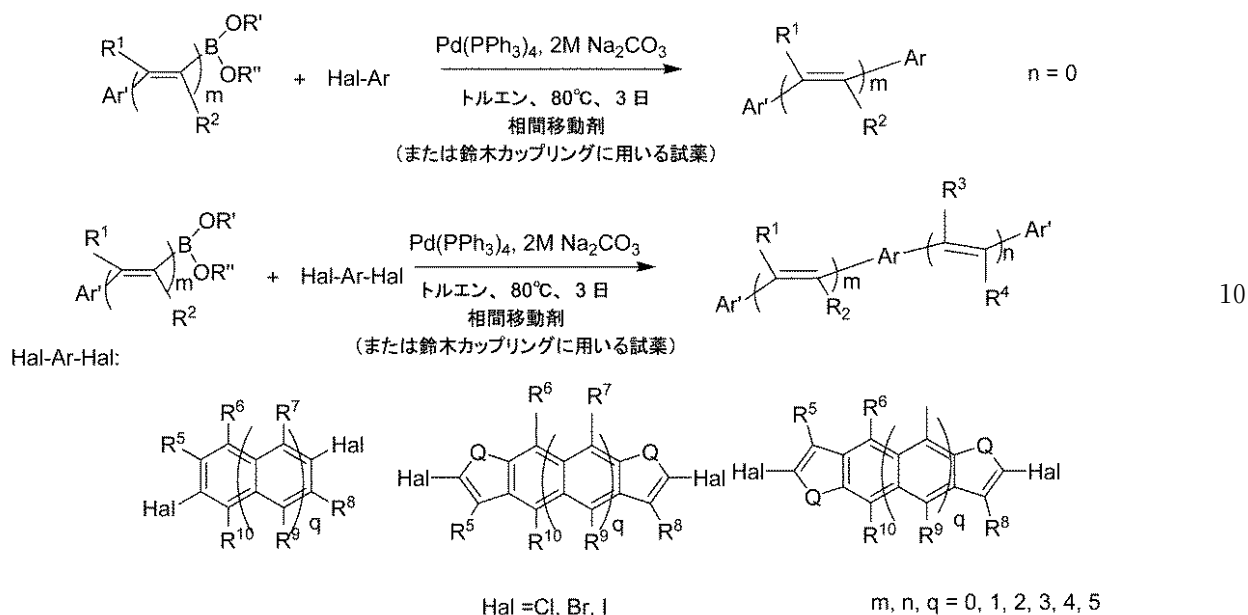
(3. 式1で示される化合物の一般的な調製)

式1で表される化合物は、置換ボロン酸（またはエステル）のジハロアリーレン化合物との共役クロスカップリング反応により調製することができる。かかる反応は、一般的に、「鈴木カップリング」と呼ばれ、スキーム1に例示してある。

30

【0086】

【化 2 3】



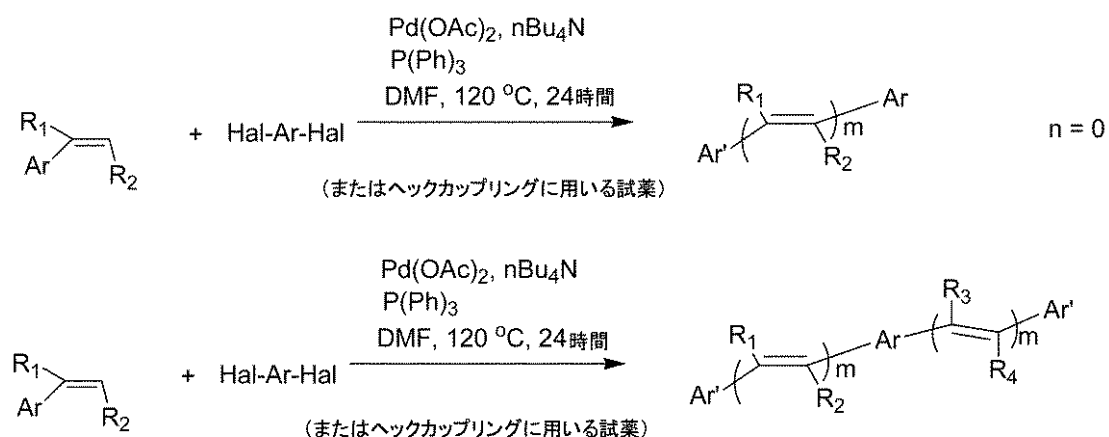
スキーム 1

【0087】

スキーム 2 に示すように、置換アリールエチレンを、Pd (II) 触媒およびホスフィンの存在下で、ジハロアリール化合物と反応させる、「ヘックカップリング反応」を用いることもできる。Hal-Ar-Hal は、スキーム 1 で上述したとおりである。

【0088】

【化 2 4】



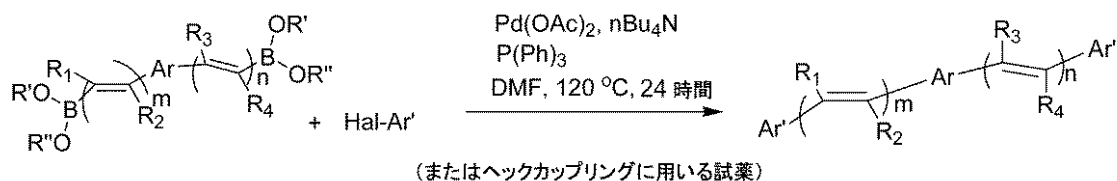
スキーム 2

【0089】

スキーム 3 および 4 に示すようなこれらの合成手順の変形を用いることもできる。

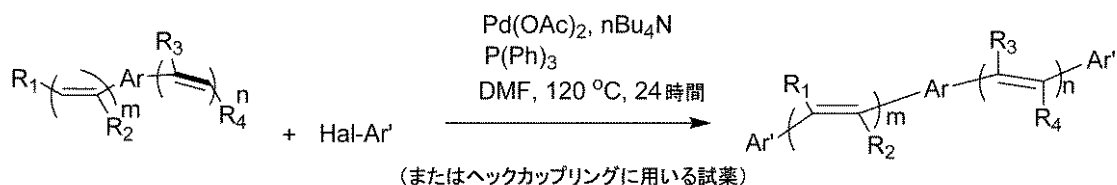
【0090】

【化 2 5】



10

スキーム 3



20

スキーム 4

【0091】

スキーム 3 および 4 において、A r ' は上述したとおりである。

【0092】

鈴木カップリング反応は、有機化学において周知であり、非特許文献 1 に記載されている。

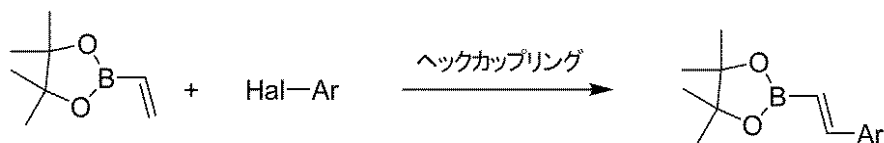
【0093】

文献の方法に従って、ホウ酸またはエステル試薬を合成することができる（非特許文献 2 を参照のこと）。

30

【0094】

【化 2 6】



スキーム 5

40

【0095】

試薬は、上記の置換ボロン酸またはエステルに限定されない。トリフルオロ（オルガノ）ホウ酸カリウム等の、有機ボロンカップリング試薬として用いる任意の鈴木カップリング試薬を用いることができる。（非特許文献 3）。反応条件、触媒、溶剤、相間移動剤および反応媒体も変えることができる。（非特許文献 4）。

【0096】

ヘックカップリング反応も有機化学において定着しており、文献に記載されている（非特許文献 5。非特許文献 6。非特許文献 7。非特許文献 8。非特許文献 9。非特許文献 10。非特許文献 11。非特許文献 12）。

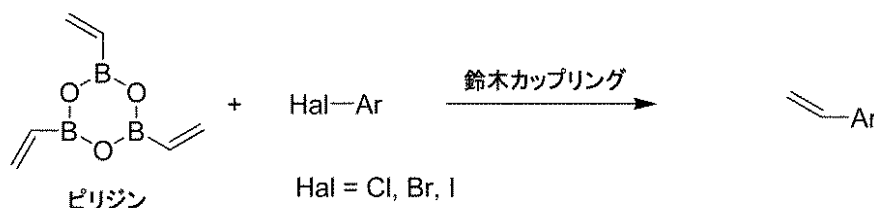
【0097】

50

アリールーエチレンまたは置換スチレン試薬は、文献の方法に従って合成することができる（非特許文献 13 を参照のこと）。

【0098】

【化 27】



10

【0099】

（４．半導体デバイス）

半導体デバイスは、非特許文献 14 に記載されている。かかるデバイスは、整流器、トランジスタ（ $p-n-p$ 、 $n-p-n$ および薄膜トランジスタをはじめとする多くのタイプがある）、電流制限器、サーミスタ、 $p-n$ 接合、電界効果ダイオード、ショットキーダイオード等を含む。半導体デバイスは、公知の方法により作製または製造することができる（非特許文献 15）。各半導体デバイスにおいて、半導体材料は、1 つまたは複数の金属または絶縁体と組み合わせて、デバイスを形成する。全ての半導体デバイスに共通しているのは、1 つまたは複数の半導体材料の存在である。式 1 で表される化合物を、半導体デバイスにおいて半導体材料として用いることができる。

20

【0100】

一実施形態において、半導体デバイスは、式 1 で表される化合物を含む少なくとも 1 枚の電荷輸送層を含む。

【0101】

（（i）薄膜トランジスタ）

特に有用な種類のトランジスタデバイス、薄膜トランジスタ（TFT）は、一般に、ゲート電極、ゲート電極上のゲート誘電体、ゲート誘電体に近接するソース電極およびドレイン電極、ならびにゲート誘電体に近接し、かつソース電極およびドレイン電極に近接する半導体層を含む（例えば、上述の非特許文献 16 を参照のこと）。これらのコンポーネントは、様々な構成で組み立てることができる。具体的には、有機薄膜トランジスタ（OTFT）は有機半導体層を有する。

30

【0102】

一般に、基板は、製造、試験および／または使用中に、OTFT を支持する。基板は任意で OTFT に電氣的機能を与えることもできる。有用な基板材料としては、有機および無機材料が挙げられる。例えば、基板は、無機ガラス、セラミック箔、ポリマー材料（例えば、アクリル、エポキシ、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリケトン、ポリ（オキシ-1,4-フェニレンオキシ-1,4-フェニレンカルボニル-1,4-フェニレン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）または PEEK と呼ばれることもある）、ポリノルボルネン、ポリフェニレンオキシド、ポリ（エチレンナフタレンジカルボキシレート）（PEN）、ポリ（エチレンテレフタレート）（PET）、ポリ（硫化フェニレン）（PPS）を含むことができる。基板はまた、充填ポリマー材料（例えば、繊維強化プラスチック（FRP））または被覆金属箔を含むことができる。

40

【0103】

ゲート電極は、任意の有用な導電性材料とすることができる。例えば、ゲート電極は、ドーパされたケイ素または金属（例えば、アルミニウム、クロム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金、タンタルまたはチタン）を含むことができる。例えば、ポリアニリンや

50

ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホネート）（PEDOT：PSS）のような導電性ポリマーを用いることもできる。さらに、これらの材料の合金、これらの組み合わせ、およびこれらの多層も用いることができる。あるOTFTにおいては、単体材料がゲート電極機能および基板として機能する。例えば、ドーパされたケイ素は、ゲート電極として機能し、OTFTを支持することもできる。

【0104】

ゲート誘電体は、通常、ゲート電極をカバーしている。ゲート誘電体は、ゲート電極をOTFTデバイスの残り部分から電気的に絶縁している。ゲート誘電体に有用な材料としては、無機絶縁材料（例えば、ストロンチエート、タンタレート、チタネート、ジルコネート、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化タンタル、酸化チタン、窒化ケイ素、チタン酸バリウム、チタン酸バリウムストロンチウム、チタン酸ジルコン酸バリウム、セレン化亜鉛および硫化亜鉛）を含むことができる。さらに、これらの材料の合金、これらの組み合わせ、およびこれらの多層もゲート誘電体に用いることができる。

10

【0105】

ソース電極およびドレイン電極は、ゲート誘電体によりゲート電極から分離されており、有機半導体層はソース電極およびドレイン電極の上または下とすることができる。ソース電極およびドレイン電極は、十分に導電性材料（例えば、アルミニウム、バリウム、カルシウム、クロム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金、チタンなどの金属またはこれらの合金等の材料）とすることができる。ポリアニリン、PEDOT：PSS等の導電性ポリマー、ならびにこれらの組み合わせおよびこれらの多層は、ソース電極およびドレイン電極として用いることもできる。業界で知られているとおり、これらの材料のいくつかは、n型半導体材料およびその他と共に用いるのに適しており、その他のものは、p型半導体材料と共に用いるのに適している。

20

【0106】

薄膜電極（例えば、ゲート電極、ソース電極およびドレイン電極）は、物理蒸着（例えば、熱蒸発またはスパッタリング）およびインクジェット印刷をはじめとするいくつかの手段により提供することができる。これらの電極のパターン化は、シャドウマスク、アディティブ法フォトリソグラフィ、サブトラクティブ法フォトリソグラフィ、印刷、ミクロ接触印刷またはパターンコーティング等の公知の方法により実施することができる。

【0107】

図1Aおよび1Bは、それぞれ、OTFTのボトムコンタクトモードおよびトップコンタクトモードの概略図である。OTFTは、一般的に、基板、例えば、n型ケイ素ウェハ102を含む。ウェハは、TFTデバイスのゲート電極として機能する。二酸化ケイ素の誘電体層104は、一般的に、ゲート電極上で熱成長する。

30

【0108】

ボトムコンタクトモードのOTFT（図1A）については、ソースおよびドレイン用チャネルを形成する電極106および108は、それぞれ、フォトリソグラフィプロセスを用いて、二酸化ケイ素上に作製することができる。半導体層110を、電極106、108および104の表面に堆積する。

【0109】

トップコンタクトモードのOTFT（図1B）については、電極106および108の製造前に層110を層104に堆積する。図1Bは、OTFTの概略図であり、トップコンタクトモードでのかかるデバイスの活性層の相対位置を示している。

40

【0110】

図1Cは、OTFTの概略図であり、ゲートがトップのボトムコンタクトモードでのかかるデバイスの活性層の相対位置を示している。

【0111】

図1Dは、OTFTの概略図であり、ゲートがトップのボトムコンタクトモードでのかかるデバイスの活性層の相対位置を示している。

【0112】

50

半導体層 110 は、式 1 で表される 1 つまたは複数の化合物を含むことができる。層 110 は、熱蒸発、化学蒸着、熱転写、インクジェット印刷およびスクリーン印刷等業界に公知の様々な技術により堆積してよい。堆積のための有用な分散液薄膜コーティング技術としては、スピンのコーティング、ドクターブレードコーティングおよびドロップ鋳造が挙げられる。

【0113】

トップコンタクトモード OTFT (図 1B) については、電極 106 および 108 の製造前に、層 110 を層 104 に堆積する。

【0114】

本明細書に記載した半導体化合物はまた、他の OTFT デバイス構造、例えば、ゲート
トップデバイス構成に用いることもできる。米国特許公報 (特許文献 1) には、かかるデ
バイス構造が記載されている。

【0115】

場合によっては、基板 100 は、プラスチックポリマー材料、無機絶縁体または金属基
板とすることができる。ゲート電極 102 は、スピンのコーティング、バーコーティングお
よびドクターブレードコーティング等の様々なコーティング方法、または、サーマルレー
ザー印刷、インクジェット印刷およびスクリーン印刷等の印刷方法により基板上に被覆す
ることができる。

【0116】

本明細書に示した OTFT デバイスの特性は、次のように機能し得る。

線形領域 ($V_g \leq V_{sd}$) 移動度は、式 $\mu_{lin} = (L/WC_i V_{sd}) (dI_d / dV_g)$ (式 1) に従って計算される。式中、 I_d はドレイン電流であり、 V_g はゲート
電圧であり、 V_{sd} はソースドレイン電圧であり、 L はチャネル長であり、 W はチャネ
ル幅であり、 C_i はゲート誘電体の単位面積当たりのキャパシタンスである。 C_i は単位
 F/cm^2 であり、式 $C_i = (\epsilon_0 \epsilon / t) (10^{-4})$ (式 2) に従って計算される。
式中、 ϵ は透過率定数であり、 ϵ は誘電定数であり、 t は誘電体厚さである。

【0117】

飽和領域 ($V_g \geq V_{sd}$) 移動度は、

【0118】

【数 1】

$$\mu_{sat} = (2L(d\sqrt{I_d}/dV_g)^2)/(WC_i)$$

式 3

【0119】

に従って計算される。

【0120】

スレショルド電圧 V_t は飽和領域で測定される。 I_d の平方根を V_g に対してプロット
する。x 軸への曲線の最も急な部分からの線の外挿により V_t が得られる。

【0121】

オン/オフ比は、最も高い印加ドレイン電圧 V_{DS} 下、最高 V_{GS} での電流 I_{DS} 対の
最低 V_{GS} での電流 I_{DS} の比である。

【0122】

(b. ディスプレイデバイス)

図 2 は、ディスプレイデバイス 200 の概略図である。アノード 202 およびカソード
204 は、電源 206 に電氣的に接続されている。電源 206 は、電流源であるのが好ま
しい。バッファ層 208 は、アノード 202 と接触して存在している。バッファ層 208
は、有機電子デバイスにおいて、これらに限られるものではないが、下にある層の平坦化
、電荷輸送および/または電荷注入特性、酸素または金属イオン等の不純物のスカベンジ
ング、および有機電子デバイスの性能を促進または改善するその他態様をはじめとする、
1 つまたは複数の機能を有してよい。正孔輸送層 210 は、一方の側からバッファ層

10

20

30

40

50

208と、他方の側で有機半導体層212と接触して存在している。正孔輸送層210は、正孔注入層208から有機半導体層212までの正孔の通過を促す。

【0123】

同様に、電子注入層214は、カソード204と接触して存在している。電子注入層214は、カソード204からディスプレイデバイス200への電子の注入を促進する。電子輸送層216は、一方の側から正孔注入層214と、他方の側で有機半導体層212と接触して存在している。電子輸送層216は、電子注入層214から有機半導体層212までの電子の通過を促す。一実施形態において、有機半導体層は、光活性材料を含む。「光活性」という用語は、印加電圧により活性化するとき光を放出する（発光ダイオードまたは化学電池における等）、または放射エネルギーに応答して、バイアス電圧を印加することにより、または印加せずに信号を生成する（光検出器における等）材料のことを指す。

10

【0124】

ある実施形態において、正孔注入層208および正孔輸送層210のうち一方は省く。ある実施形態において、電子注入層214および電子輸送層216のうち一方は省く。

【0125】

電流をアノード202およびカソード204に印加すると、電子および正孔がデバイス200に注入される。これらの電子および正孔は、有機半導体層212で結合して、有機半導体層212中に存在する化合物のエレクトロルミネッセント特性のために光量子を放出する。層212はまた、「発光層」とも呼ばれる。

20

【0126】

一実施形態において、光放出層212は、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。一実施形態において、式1で示される化合物は、光活性材料のホストとして層212中に存在する。一実施形態において、層212に式1で示される化合物は、アミノ置換基を有していない。

【0127】

一実施形態において、電子輸送層214は、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。一実施形態において、電子輸送層214は、その他の公知の電荷輸送材料（Alq3誘導体等）と組み合わせて、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。「電子輸送または電子を輸送する」という用語には、たとえ、発光または感光層、材料、部材または構造が電子輸送特性を有していても、かかる層、材料、部材または構造は含まれない。

30

【0128】

一実施形態において、正孔輸送層210は、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。一実施形態において、式1で示される化合物は、層210のホスト正孔輸送材料中に存在する。ホスト材料としては、ポリチオフエン、ポリピロール、ポリアニリンおよびポリビニルカルバゾールが例示されるがこれに限られるものではない。一実施形態において、正孔輸送層210は、その他の公知の電荷輸送材料（NPD誘導体等）と組み合わせて、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。「正孔輸送または正孔を輸送する」という用語には、たとえ、発光または感光層、材料、部材または構造が正孔輸送特性を有していても、かかる層、材料、部材または構造は含まれない。

40

【0129】

一実施形態において、バッファ層208は、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。一実施形態において、バッファ層208に式1で示される化合物は、アミノ置換基を有していない。

【0130】

一実施形態において、正孔輸送層210は、アミノ置換基のない式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。

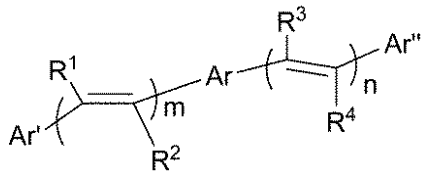
【0131】

一実施形態において、正孔輸送層210は、式1で示される1つまたは複数の化合物を含む。

50

【0132】

【化28】



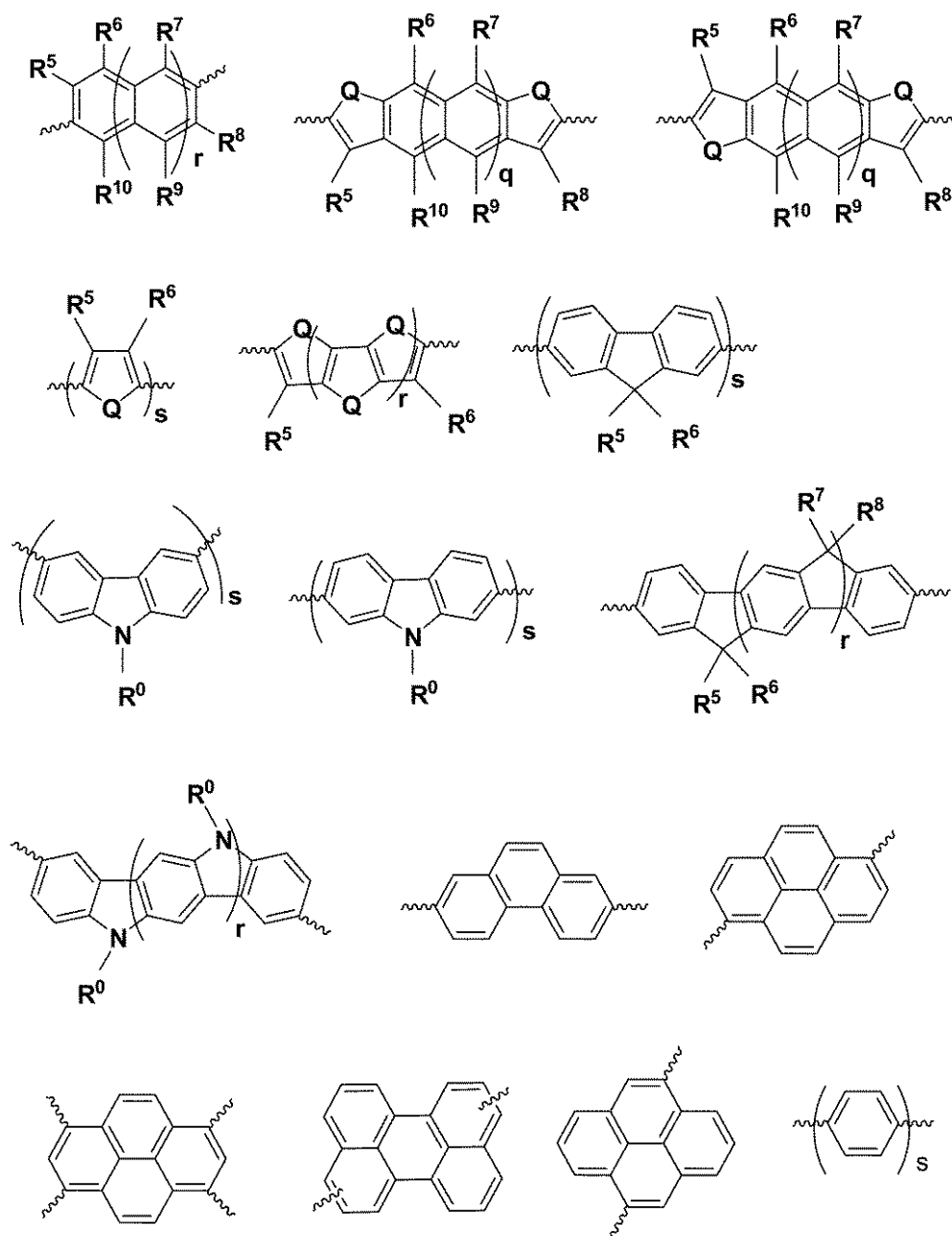
式1

【0133】

式中、Ar は、以下の基：

【0134】

【化 2 9】



【0135】

およびこれらの組み合わせから選択され、
式中、

Q は、 S 、 Se 、 Te 、 O および NR^0 からなる群から選択され、

q および r は0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

s は、1～5の値を有する整数であり、

R^0 は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から選択され、

$R^5 \sim R^{10}$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、 $-COR$ 、 $-COOR$ 、 $-PO_3R_2$ 、 $-OPO_3R_2$ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニルおよびアルキニルからなる群から選択さ

10

20

30

40

50

れ、

式中、任意の2つの近接基 $R^5 \sim R^{10}$ は一緒になって環を形成することができ、さらに、ジアリールアミノ基がない。

【0136】

一実施形態において、置換基または置換 R および $R^1 \sim R^{10}$ は、アルキル、アリール、チオアルキル、シリル、アルキルアリール、アルコキシ、アルキルエーテル、エーテルアルキル、フッ素およびこれらの組み合わせからなる群から独立して選択される。

【0137】

一実施形態において、 $m = n = 1$ であり、 $R^1 \sim R^{10}$ は全て、水素、フッ素、鎖状アルキル基、アリール基および鎖状アルキル基で置換されたアリール基からなる群から選択される。一実施形態において、アルキル基は1～10個の炭素原子を有する。一実施形態において、 Ar はアセン基である。

【0138】

一実施形態において、正孔輸送層210は、化合物1、化合物3、化合物48、化合物49および化合物50からなる群から選択される1つまたは複数の化合物を含む。

【0139】

デバイスの他の層は、かかる層により提供されるべき機能を考慮して、かかる層に有用なことが分かっている任意の材料で作製することができる。

【0140】

アノード202は、例えば、金属、混合金属、合金、金属酸化物または混合金属酸化物を含有または含む材料で作製することができる。アノードは、導電性ポリマー、ポリマーブレンドまたはポリマー混合物を含んでいてよい。好適な金属としては、第11族金属、第4、5および6族金属、ならびに第8～10族遷移金属が挙げられる。アノードを光伝達とすべき場合には、通常、インジウム錫酸化物等の第12、13および14族金属の混合金属酸化物を用いる。アノードはまた、有機材料、特に、ポリアニリン等の導電性ポリマーを含んでいてもよい。例示の材料は、例えば、(非特許文献17)に記載されている。アノードとカソードのうち少なくとも1つが、少なくとも部分的に透明で、生成された光が観察できるようでなければならない。

【0141】

バッファ層は、例えば、(非特許文献18)にまとめてあるような正孔輸送材料を含んでいてよい。正孔輸送「小」分子、オリゴマーおよびポリマーのいずれを用いてもよい。正孔輸送分子としては、これらに限られるものではないが、4, 4', 4"-トリス(N, N-ジフェニル-アミノ)-トリフェニルアミノ(TDATA)、4, 4', 4"-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)-トリフェニルアミン(MTDATA)、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミノ(TPD)、1, 1'-ビス[(ジ-4-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン(TAPC)、N, N'-ビス(4-メチルフェニル)-N, N'-ビス(4-エチルフェニル)-[1, 1'-(3, 3'-ジメチル)ビフェニル]-4, 4'-ジアミノ(ETPD)、テトラキス-(3-メチルフェニル)-N, N, N', N'-2, 5-フェニレンジアミン(PDA)、 α -フェニル-4-N, N-ジフェニルアミノスチレン(TPS)、p-(ジエチルアミノ)ベンズアルデヒドジフェニルヒドラゾン(DEH)、トリフェニルアミン(TPA)、ビス[4-(N, N-ジエチルアミノ)-2-メチルフェニル](4-メチルフェニル)メタン(MPMP)、1-フェニル-3-[p-(ジエチルアミノ)スチリル]-5-[p-(ジエチルアミノ)フェニル]ピラゾリン(PPRまたはDEASP)、1, 2-トランス-ビス(9H-カルバゾール-9-イル)シクロブタン(DCZB)、N, N, N', N'-テトラキス(4-メチルフェニル)-(1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミン(TTB)、N, N'-ビス(ナフタレン-1-イル)-N, N'-ビス-(フェニル)ベンジジン(α -NPB)、4, 4'-N, N'-ジカルバゾリル-ビフェニル(CBP)および銅フタロシアニン等のポルフィリン化合物が挙げられる。有用な正孔輸送ポリマーとしては、これら

10

20

30

40

50

に限られるものではないが、ポリビニルカルバゾール、(フェニルメチル)ポリシラン、ポリチオフェン、ポリピロールおよびポリアニリンが挙げられる。正孔輸送ポリマーは、米国特許公報(特許文献2)および米国特許公報(特許文献3)に開示されているような導電性ポリマーとコロイド形成ポリマー酸の錯体とすることができる。導電性ポリマーが1つの部類として有用である。上述したとおり、正孔輸送部分を、ポリスチレンやポリカーボネート等のポリマーにドーピングすることにより正孔輸送ポリマーを得ることもできる。

【0142】

任意の有機エレクトロルミネッセント(「EL」)材料を、発光層212において光活性材料として用いることができる。かかる材料としては、これらに限られるものではないが、蛍光染料、小分子有機蛍光化合物、蛍光およびリン光金属錯体、共役ポリマーおよびこれらの混合物が挙げられる。蛍光染料としては、これらに限られるものではないが、ピレン、ペリレン、ルブレン、これらの誘導体、およびこれらの混合物が例示される。金属錯体としては、これらに限られるものではないが、金属キレート化オキシノイド化合物、例えば、トリス(8-ヒドロキシキノレート)アルミニウム(Alq₃)、シクロメタレートイリジウムおよび白金エレクトロルミネッセント化合物、例えば、ペトロフ(Petrov)らの(特許文献4)に開示されているようなイリジウムとフェニルピリジン、フェニルキノリンまたはフェニルピリミジンリガンドとの錯体、および、例えば、米国特許公報(特許文献5)、(特許文献6)、(特許文献7)および(特許文献8)に記載されている有機金属錯体、ならびにこれらの混合物が例示される。電荷運搬ホスト材料と金属錯体とを含むエレクトロルミネッセント放出層は、トンプソン(Thompson)らによる米国特許公報(特許文献9)およびバロウズ(Burrows)およびトンプソン(Thompson)による(特許文献10)および(特許文献11)に記載されている。共役ポリマーとしては、これらに限られるものではないが、ポリ(フェニレンビニレン)、ポリフルオレン、ポリ(スピロビフルオレン)、ポリチオフェン、ポリ(p-フェニレン)、これらのコポリマーおよびこれらの混合物が例示される。

【0143】

デバイスの一実施形態において、光活性材料は、有機金属錯体とすることができる。他の実施形態において、光活性材料は、イリジウムまたは白金のシクロメタレート錯体である。その他の有用な光活性材料を用いてもよい。イリジウムとフェニルピリジン、フェニルキノリンまたはフェニルピリミジンリガンドの錯体は、ペトロフ(Petrov)らの(特許文献4)にエレクトロルミネッセント化合物として開示されている。その他の有機金属錯体は、例えば、米国特許公報(特許文献5)、(特許文献6)、(特許文献7)および(特許文献8)に記載されている。イリジウムの金属錯体でドーピングされたポリビニルカルバゾール(PVK)の活性層を有するエレクトロルミネッセントデバイスは、バロウズ(Burrows)およびトンプソン(Thompson)による(特許文献10)および(特許文献11)に記載されている。電荷運搬ホスト材料とリン光発光白金錯体とを含むエレクトロルミネッセント放出層は、米国特許公報(特許文献9)、(非特許文献19)に記載されている。

【0144】

層218の電子輸送材料としては、これらに限られるものではないが、ビス(2-メチル-8-キノリノレート)(パラ-フェニル-フェノレート)アルミニウム(III)(BAIQ)およびトリス(8-ヒドロキシキノレート)アルミニウム(Alq₃)、アゾール化合物、例えば、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(PBD)、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(TAZ)および1,3,5-トリ(フェニル-2-ベンズイミダゾール)ベンゼン(TPBI)、キノキサリン誘導体、例えば、2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリン、フェナントロリン誘導体、例えば、9,10-ジフェニルフェナントロリン(DPA)および2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(DDPA)ならびにこれらの混合物が例示される。

【0145】

カソード層204は、ラインとして、またはフィルムとして堆積してよい。カソードは、アノードより仕事関数の低い金属または非金属とすることができる。カソードについての例示の材料としては、第1族のアルカリ金属、特に、リチウム、第2族（アルカリ土類）金属、第12族金属を、希土類元素およびランタノイド、アクチノイドを含めて、挙げることができる。アルミニウム、インジウム、カルシウム、バリウム、サマリウムおよびマグネシウム、これらの組み合わせ等の材料を用いることができる。LiFおよびLi₂O等のLi含有およびその他化合物を、電子注入層214として、有機層とカソード層との間に堆積させて、システムの操作電圧を下げてよい。

【0146】

図示していないが、デバイス200は追加の層を含んでいてもよいものと考えられる。業界に公知のその他の層を用いてもよい。さらに、上述した層のいずれかは、2枚以上の副層を含んでいても、層状構造を形成してもよい。あるいは、アノード層202、正孔輸送層210、電子輸送層218、電子注入層214、カソード層204およびその他層のうちいくつか、または全てを処理して、特に、表面処理して、電荷運搬輸送効率またはデバイスのその他の物理特性を増大してもよい。各コンポーネント層についての材料の選択は、好ましくは、デバイス稼動寿命考慮事項、製造時間および当業者に認識される複雑な要因およびその他考慮事項を考慮に入れて、高デバイス効率のデバイスを提供する目的と釣り合いをとって決めるのが好ましい。最良のコンポーネント、コンポーネント構成および複合的な識別を判断するのは、当業者であれば、定型化されたことと考えられる。

【0147】

一実施形態において、異なる層は次の範囲の厚さを有している。アノード202、500~5000 Å、一実施形態においては1000~2000 Å、バッファ層208および正孔輸送層210、それぞれ50~2000 Å、一実施形態においては200~1000 Å、光活性層212、10~2000 Å、一実施形態においては100~1000 Å、層216および214、50~2000 Å、一実施形態においては100~1000 Å、カソード204、200~10000 Å、一実施形態においては300~5000 Å。デバイスにおける電子-正孔の再結合領域の位置、およびデバイスの発光スペクトルは、各層の相対厚さに影響し得る。このように、電子-輸送層の厚さは、電子-正孔の再結合領域が発光層となるように選択すべきである。層厚さの所望の比率は、用いる材料の厳密な性質に応じて異なる。異なる層は、液体堆積、蒸着および熱転写をはじめとする公知の堆積方法により形成することができる。一実施形態において、デバイスは、バッファ層、正孔輸送層および光活性層の液体堆積により、そして、電子輸送層、電子注入層およびカソードの蒸着により製造される。

【0148】

本発明の詳細な実施形態を例示し説明してあるが、本開示はこれらの実施形態にのみ限定されないことは明らかである。特許請求の範囲に記載した本発明の技術思想および範囲から逸脱することなく、多くの修正、変更、変形、代替および等価物は当業者に明白であろう。

【実施例】

【0149】

本発明を以下の実施例によりさらに説明する。これらの実施例は、本発明の好ましい実施形態を示すものであるが、あくまで例示を目的とするものと考えられる。

【0150】

（概要）

熱重量分析（TGA）をTAインストルメンツ（TA Instruments）Q550 TGAシステム（商標）で、加熱速度10℃/分および窒素流量60 cm³/分で実施した。

【0151】

サイクリック・ボルタンメトリー（CV）を、アセトニトリル中Bu₄NBF₄（0.

10

20

30

40

50

1 M) の溶液中に 3 電極電池を入れて、走査速度 50 mV/s で E G & G パルク (P a r c) 型番 273A (商標) ポテンシオスタット/ガルバノスタットシステムで実施した。

【0152】

半導体フィルムを、真空昇華によりディスク Pt 電極 (0.050 cm²) に被覆した。Pt ワイヤを対向電極として用い、Ag/AgNO₃ (0.01 M) 電極を参照電極として用いた。それぞれの系列の測定前に、電池をアルゴンで脱酸素した。有機半導体を電解質溶液に添加した (0.2 mg/mL)。Pt ワイヤを対向電極として用い、Ag ワイヤ電極を参照電極として用いた。電極の電位を、このシステムにおいて、フェロセン/フェロセニウム対を測定することにより、飽和カロメル電極 (SCE) によりキャリブレートした (0.15 V 対 SCE)。バンドギャップを開始電位間の差から導いた。

10

【0153】

合成結果を、質量分析、nmr 分析および/または x 線結晶構造により確認した。

【0154】

x 線データは、CAD-4 回折計で、銅 K α 放射線により取り、構造は一連の NRCVAX (商標) のプログラムを用いて解いた。

【0155】

核磁気共鳴 (NMR) スペクトルを、ブルカー (B r u k e r) (商標) 500 MHz 分光計で取った。全化学シフトを、特に断りのない限り、0.0 ppm でテトラメチルシラン (TMS) に対して記録した。(非特許文献 20) の方法に従って、2,6-ジプロモアントラセンを合成した。

20

【0156】

特に断りのない限り、その他試薬は、アルドリッチ (A l d r i c h) より購入し、精製せずに用いた。

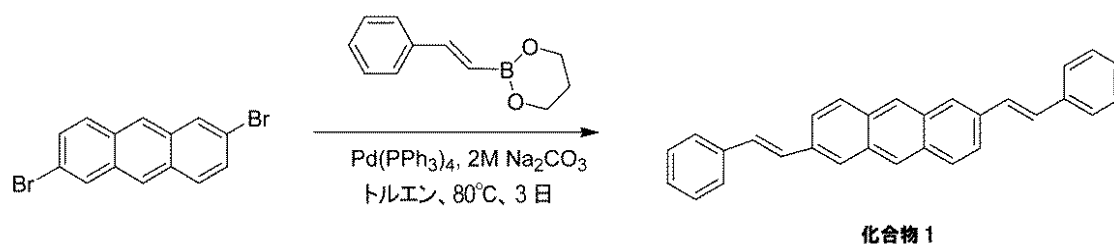
【0157】

(実施例 1)

(2,6-ジスチリルーアントラセン (化合物 1) の合成)

【0158】

【化 30】



30

【0159】

トルエン (200 ml) 中 2,6-ジプロモアントラセン (5.20 g、15.48 ミリモル) と 2-スチリルー [1,3,2]-ジオキサボリナン (8.73 g、46.43 ミリモル、シグマ-アルドリッチケミカル社 (S i g m a - A l d r i c h C h e m i c a l C o.)、ウィスコンシン州ミルウォーキー (M i l w a u k e e, W I)) の混合物に、水 (38.7 ml) に溶解した 2M 炭酸ナトリウム (8.20 g、77.36 ミリモル) を添加し、続いて、相間移動剤アリクエート (A l i q u a t) (登録商標) 336 (3.10 g、7.74 ミリモル、シグマ-アルドリッチケミカル社 (S i g m a - A l d r i c h C h e m i c a l C o.)) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡してから、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (0) (358.5 mg、2% モル、シグマ-アルドリッチケミカル社 (S i g m a - A l d r i c h C h e m i c a l C o.)) を添加した。混合物を 90°C まで 3 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール (600 ml) に注いだ。沈殿物をろ過して、水、希釈酸 (5% HCl)、水、メタノールで洗い、アセトンで 3 回洗って、出

40

50

発材料および一置換副生成物を除去した。粗生成物を、3ゾーン炉にて昇華（2回）により精製したところ、黄色の固体2.71g（46%）が得られた。

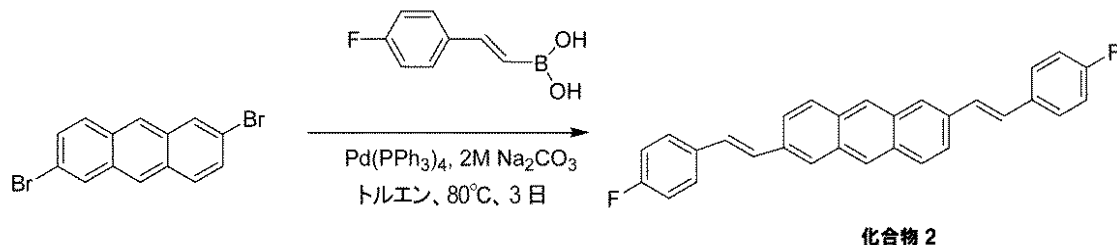
【0160】

（実施例2）

（2,6-ビス[2-4-ペンチルフェニル]ービニル]ーアントラセン（化合物2）の合成）

【0161】

【化31】



10

【0162】

トルエン（120ml）中2,6-ジブロモアントラセン（2.688g、8.0ミリ
 モル）とトランス-2-（4-フルオロフェニル）ビニル-ボロン酸（3.983g、
 24.0ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich C
 hemical Co.））の混合物に、水（20ml）に溶解した2M Na₂CO₃
 炭酸ナトリウム（4.24g、40ミリモル）を添加し、続いて、相間移動剤アリクエー
 ト（Aliquat）（登録商標）336（1.6g、4ミリモル、シグマアルドリッ
 チケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））を添加した
 。混合物を窒素で15分間発泡してから、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジ
 ウム（0）（185.3mg、2%モル、シグマアルドリッチケミカル社（S i g m a
 -A l d r i c h C h e m i c a l C o . ））を添加した。混合物を90℃まで3日
 間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール（300ml）
 に注いだ。黄色の沈殿物をろ過して、水、希釈酸（5% HCl）、水、メタノールで洗
 い、アセトンで3回洗って、出発材料および一置換副生成物を除去した。粗生成物を、3
 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、明るい黄色の固体が得られた。

20

30

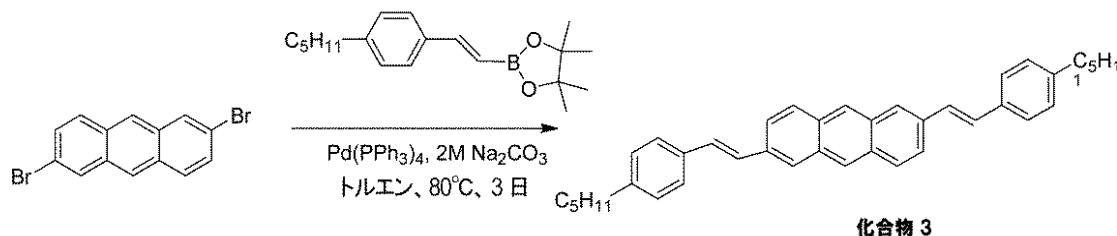
【0163】

（実施例3）

（2,6-ビス[2-4-ペンチルフェニル]ービニル]アントラセン（化合物3）の合成）

【0164】

【化32】



40

【0165】

トルエン（200ml）中2,6-ジブロモアントラセン（5.20g、15.48ミ
 リモル）と2-[2-（4-ペンチルフェニル）ビニル]ー4,4,5,5-テトラメチ
 ル-1,3,2-ジオキサボロラン（14.67g、46.42ミリモル、シグマアル
 ドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））の混

50

合物に、水（38.7 ml）に溶解した2 M炭酸ナトリウム（8.20 g、77.36 ミリモル）を添加し、続いて、相間移動剤アリクエート（Aliquat）（登録商標）336（3.10 g、7.74 ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））を添加した。混合物を窒素で15分間発泡してから、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（0）（358.5 mg、2%モル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））を添加した。混合物を90℃まで3日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール（600 ml）に注いだ。沈殿物をろ過して、水、希釈酸（5% HCl）、水、メタノールで洗い、アセトンで3回洗って、出発材料および一置換副生成物を除去した。粗生成物を、3ゾーン炉にて昇華により2回精製したところ、明るい黄色の固体2.00 g（25%）が得られた。

10

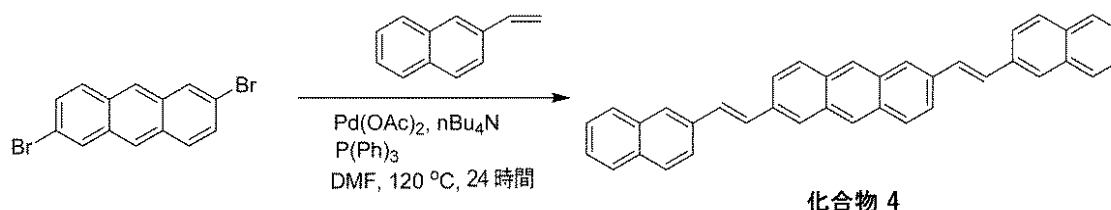
【0166】

（実施例4）

（2,6-ビス（2-ナフタレン-2-イルービニル）アントラセン（化合物4）の合成）

【0167】

【化33】



20

【0168】

無水DMF（150 ml）中2,6-ジブロモアントラセン（3.36 g、10.0 ミリモル）と2-ビニルナフタレン（4.63 g、30.0 ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））の混合物に、トリフェニルホスフィン（0.13 g、0.50 ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））およびトリブチルアミン（11.9 ml、50.0 ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））を添加した。混合物を窒素で15分間発泡した。次に、酢酸パラジウム（112.0 mg、0.5 ミリモル、シグマアルドリッチケミカル社（Sigma-Aldrich Chemical Co.））を添加した。混合物を130℃まで18時間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール（500 ml）に注いだ。沈殿物をろ過して、メタノール、アセトン、次にクロロホルムで洗った。粗生成物を、3ゾーン炉にて昇華により2回精製したところ、黄色の固体が得られた。

30

【0169】

（実施例5）

（OTFTデバイスの特徴決定）

本実施例では、W/L比（Wはチャネル幅、Lはチャネル長）が10のOTFTデバイスの特徴決定について得られた結果をまとめる。

【0170】

OTFTデバイスは、図1Bに関して記載したのと同様のやり方で製造した。その後、各OTFTデバイスの性能を、プローブステーションとインターフェースさせたアジレント（Agilent）4155C（商標）半導体パラメータアナライザー（Semiconductor Parameter Analyzer）を用いて評価した。

【0171】

40

50

実施例 5 e において、ポリアニリン (PANI) の導電性ポリマー層および分散カーボンナノチューブ (PANI/NT) を、パターン化ゲート電極として適用し、ポリアニリン-カーボンナノチューブ (PANI/NT) 組成物をドナーとして、およびマイラー (Mylar) (登録商標) RS8 レシーバシートを用い、CREO-トレンドセッター (CREO-Trendsetter) TML プリンタを用いて、熱転写印刷した。ラテックス RS35 の誘電体層を、パターン化ゲートにラミネートまたは熱転写印刷した。ソースおよびドレインパターンを、ポリアニリン-カーボンナノチューブ (PANI/NT) 組成物をドナーとして、およびマイラー (Mylar) (登録商標) RS8 レシーバシートを用い、CREO-トレンドセッター (CREO-Trendsetter) TML プリンタを用いて印刷した。組成物 1 の半導体を、シャドウマスクを通して、ソース電極およびドレイン電極の上で熱蒸発した。

10

【0172】

測定を周囲条件で実施した。温度を制御したり、光や空気を排除したりするのに特別な措置は講じなかった。

【0173】

OTFT デバイスの評価から得られた結果は表にまとめてある。これらの結果によれば、式 1 の化合物を含む OTFT デバイスは、高移動度および高オン/オフ比を有するのが分かる。

【0174】

他のデバイス製造において、有機薄膜電界効果型トランジスタ (OTFT) デバイスを、 $1.73 \times 10^{-8} \text{ F/cm}^2$ の単位面積当たりのキャパシタンスを有する誘電体層として作用する 200 nm の熱酸化物を上面に、そして背面コンタクト (ゲート電極) としてエッチングされた高濃度ドープ n-型 Si を有する高濃度ドープ n 型 Si ウエハ上に製造した。ウエハを、続いて、アセトン、イソプロパノールおよび脱イオン水で洗うことにより清浄にし、 N_2 ガスでブロー乾燥し、酸素プラズマ中で 6 分間清浄にした。次に、清浄にしたウエハ基板を、トルエン中 OCTS の 0.1 M 溶液に 60 °C で 15 分間浸漬することにより、オクチルトリクロロシラン (OCTS) の自己組織化単層 (SAM) で、ウエハ SiO_2 表面を処理した。トルエンで濯ぎ、 N_2 ガスによりブロー乾燥した後、基板を 150 °C で 5 分間アニールして、SAM 層を架橋した (OCTS 処理表面の接触角は約 88 ° ~ 91 ° である)。半導体層を、シャドウマスクを通して、処理誘電体表面に堆積した (活性層を画定するための 40 のシャドウの面積はそれぞれ約 $1000 \times 1000 \mu\text{m}$)。有機半導体を、約 2.0×10^{-6} トルの圧力下、 $1 \sim 2 \text{ \AA/s}$ のレートで、水晶振動子モニターにより求められる 400 Å の最終厚さまで堆積した。フィルム厚さを、触診式表面形状測定装置により補正した。堆積中の基板温度は、基板を装着した銅ブロックを加熱または冷却することにより制御した。金電極を、W/L が約 10/1 のシャドウマスクを用いることにより、半導体堆積後に堆積した。マスクは、8 組のソースドレイン対を画定し、それぞれのチャネル幅 W は 400、600、800、1000 μm であり、それぞれに対応する 8 つの異なるチャネル長 L は 40、60、80 および 100 μm であった。電気的特性は、アジレント (Agilent) 4155 C 半導体パラメータアナライザーを用いて、空中、室温で得られた。移動度およびスレショルド電圧を、標準 TFT 分析から抽出した。 $V_{GS} = -40 \text{ V}$ で電流 I_{DS} から $V_{GS} = +10 \text{ V}$ で電流 I_{DS} まででオン/オフ比を求めた。表 1 のデータは全て、8 つの別個の TFT を無作為に測定し、平均値を求めることにより得た。標準偏差は 5 ~ 10 % の範囲内であった。

20

30

40

【0175】

【表 1】

表 1: OTFT デバイス特性

SC 材料	基板温度 (例)	デバイス特性			
		μ^{sat} μ^{lin} (cm^2/Vs)	オン/オフ ^{sat} オン/オフ ^{lin}	V_t^{sat} V_t^{in} (V)	SubThrSW ^{sat} SubThrSW ^{lin} (V/decade)
化合物 1	22 °C (5a)	0.14±0.037 0.11±0.042	8.10×10^5 1.50×10^6	-24.3 -30.0	2.50 NA
	40 °C (5b)	0.18±0.027 0.13±0.014	9.55×10^7 5.27×10^6	-20.2 -25.1	2.25 NA
	60 °C (5c)	0.99±0.126 0.71±0.091	6.14×10^7 4.84×10^7	-18.1 -20.0	1.48 NA
	120 °C (5d)	0.72±0.155 0.54±0.109	4.41×10^6 3.15×10^6	-23.9 -26.9	2.03 NA
	*22 °C (5e)	0.03±0.021 0.02±0.029	5.30×10^5 4.50×10^5	-12.5 -10.7	3.11 NA
化合物 3	22 °C (5f)	0.53±0.022 0.46±0.019	2.65×10^7 5.52×10^5	-20.9 -23.8	2.00 NA
	60 °C (5g)	1.18±0.096 0.97±0.025	1.63×10^8 2.14×10^7	-15.4 -17.6	2.06 NA
	100 °C (5h)	0.75±0.179 0.62±0.027	2.42×10^8 5.52×10^6	-17.1 -20.7	2.00 NA
	120 °C (5i)	0.70±0.047 0.48±0.027	5.55×10^7 1.80×10^6	-15.6 -17.7	1.91 NA

【 0 1 7 6 】

10

20

30

【表 2】

化合物 48	60 °C (5j)	0.178± 0.068 <u>0.074± 0.043</u>	1.88×10^7 3.17×10^5	-15.1 <u>-26.8</u>	2.78
	80 °C (5k)	0.012± 0.007 <u>0.009± 0.005</u>	3.49×10^6 1.04×10^6	-4.00 <u>-19.7</u>	2.35
化合物 49	20 °C (5l)	0.095± 0.096 <u>0.073± 0.005</u>	5.22×10^7 4.31×10^6	-5.90 <u>-10.5</u>	2.10
	60 °C (5m)	0.349± 0.052 <u>0.214± 0.016</u>	2.44×10^8 1.08×10^7	-9.50 <u>-18.1</u>	2.12
	80 °C (5n)	0.526± 0.021 <u>0.263± 0.014</u>	6.51×10^7 8.00×10^6	-11.3 <u>-18.5</u>	2.52
	100 °C (5o)	0.443± 0.026 <u>0.258± 0.017</u>	2.18×10^8 7.54×10^6	-9.10 <u>-15.8</u>	2.38
化合物 50	20 °C (5p)	0.057± 0.013 <u>0.027± 0.005</u>	1.44×10^7 7.15×10^5	-8.90 <u>-20.8</u>	2.56
	80 °C (5q)	0.075± 0.022 <u>0.029± 0.008</u>	2.31×10^7 2.93×10^5	-13.9 <u>-19.0</u>	2.74
化合物 36	20 °C (5r)	0.056± 0.017 <u>0.045± 0.008</u>	4.11×10^6 2.60×10^6	-2.40 <u>-10.3</u>	3.32
	40 °C (5s)	0.076± 0.012 <u>0.058± 0.002</u>	1.33×10^6 1.85×10^6	-1.60 <u>-6.70</u>	4.51
	60 °C (5t)	0.343± 0.091 <u>0.186± 0.041</u>	1.83×10^7 7.02×10^6	-0.40 <u>-0.80</u>	2.87
	80 °C (5u)	0.770± 0.107 <u>0.502± 0.046</u>	2.80×10^7 1.71×10^7	+10.0 <u>+5.80</u>	2.30
	100 °C (5v)	1.55± 0.142 <u>0.904± 0.054</u>	3.57×10^8 1.85×10^7	+4.80 <u>+4.70</u>	2.10
	110 °C (5w)	2.00± 0.161 <u>1.27± 0.086</u>	8.15×10^7 3.84×10^8	+6.00 <u>+6.20</u>	1.72
	120 °C (5x)	1.23± 0.091 <u>0.813± 0.071</u>	5.07×10^8 4.78×10^7	+4.80 <u>+3.60</u>	1.82
	140 °C (5y)	0.362± 0.043 <u>0.163± 0.024</u>	1.69×10^7 1.03×10^6	22.9 <u>20.0</u>	3.93
化合物 54	20 °C (5z)	0.844± 0.086 <u>0.524± 0.050</u>	8.59×10^7 4.09×10^7	+5.60 <u>+7.00</u>	1.92
	60 °C (5aa)	0.877± 0.090 <u>0.735± 0.002</u>	3.59×10^6 2.02×10^7	+15.4 <u>+16.1</u>	2.80
	80 °C (5bb)	1.090± 0.120 <u>0.643± 0.096</u>	3.51×10^7 2.85×10^7	+7.00 <u>+10.6</u>	2.02
	100 °C (5cc)	0.603± 0.045 <u>0.320± 0.044</u>	2.52×10^6 1.43×10^6	+20.8 <u>+24.6</u>	2.62
	120 °C (5dd)	0.455± 0.134 <u>0.324± 0.106</u>	1.41×10^6 1.85×10^7	+25.8 <u>+22.7</u>	2.64

* 図1Aに示すボトムコンタクトデバイス。51頁、16～26行のテキストに記載されている通り、マイラー®基板、ゲート誘電体材料としてラミネートラテックス層、ソース/ドレインおよびゲート電極により、印刷導電性PANIを用いて、NTでデバイスを製造した。半導体は熱蒸発した。

μ^{sat} : 飽和移動度、 μ^{lin} : 直線移動度、オン／オフ sat : 最大ゲート電圧印加時 (-60 V) の飽和領域におけるドレインソース電流のオン (グレーンソース電圧が -60 V) およびオフ (ドレインソース電圧が 0) 電流比、オン／オフ lin : 最大ゲート電圧印加時 (-5 V) の直線領域におけるドレインソース電流のオン (グレーンソース電圧が -60 V) およびオフ (ドレインソース電圧が 0) 電流比、 V_t^{sat} : 飽和領域におけるスレシヨルド電圧、 V_t^{lin} : 直線領域におけるスレシヨルド電圧、 $SubThrSW^{sat}$: 飽和領域におけるサブスレシヨルド係数、 $SubThrSW^{lin}$: 直線領域におけるサブスレシヨルド係数、 NA = 無効。

【0178】

(実施例 6)

(化合物 1、化合物 36 を用いて製造された OTFT の安定性試験)

上述した手順に従って、デバイスを試験し、(非特許文献 21) に記載されたとおりにしてデータを分析した。化合物 36 (5n) を用いたデバイスに、 -40 V の一定ドレインソース電圧および $+40\text{ V} \sim -40\text{ V}$ の交流ゲートソース電圧で連続操作を行った。半導体材料はデバイスで安定であり、デバイス性能は初期の試験結果と同じであったことが分かった。デバイスは、試験中、少なくとも 24 時間連続操作された。これとは対照的に、ペンタセンを半導体層として用いて製造され、同様の条件下で試験したデバイスは、僅か 2 時間の連続運転後に、電荷移動度 ($0.4\text{ cm}^2/\text{Vs}$ から $0.1\text{ cm}^2/\text{Vs}$ へ減少) およびオン／オフ比 (初期 16.5×10^4 から約 10^1 へ減少) において大幅な損失を示した。

【0179】

他の試験において、デバイス (5c) を、半導体層に化合物 1 を用いて、上述したとおりに構築し、移動度およびオン／オフ比を 10 ヶ月の期間にわたって周期的に測定した。性能は、その期間にわたって実質的に安定であった。移動度は 0.85 から $1.09\text{ cm}^2/\text{V s}$ まで変化した。オン／オフ比は 1.7×10^6 から 8.6×10^6 まで変化した。移動度は、米国特許公報 (特許文献 12) (第 9 欄、55 ~ 63 行) に記載された方法により計算した。全ての場合において、デバイスは、 10^6 を超えるオン／オフ比、および化合物 1 デバイスについて保管中一定した有用な移動度を示し、これらのデバイスが空气中で非常に安定していることを実証している。

【0180】

しかしながら、同様の制御条件下では、空気に露出したペンタセンデバイスは、電荷移動度において大幅な減少を示した。電荷移動度は、2 ヶ月保管した後、初期値 $0.4\text{ cm}^2/\text{Vs}$ から $0.1\text{ cm}^2/\text{Vs}$ まで減少し、さらに 2 ヶ月保管した後、 $0.03\text{ cm}^2/\text{Vs}$ まで減少し続けた。オン／オフ比は、最初の 2 ヶ月で大幅に、その後さらに大幅に減少した。この基準半導体材料の酸化不安定性が確認された。

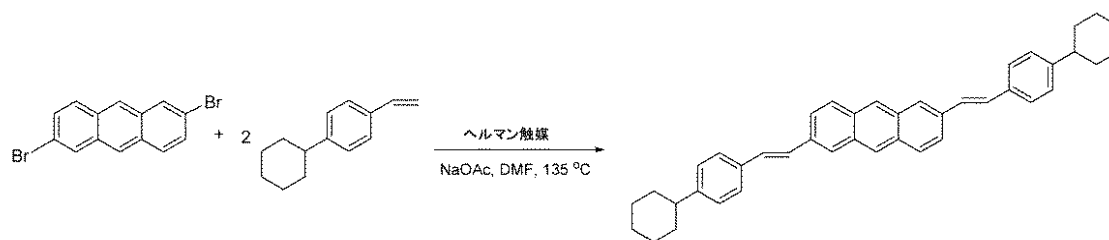
【0181】

(実施例 7)

(2, 7-ビス [2-(4-シクロヘキシルフェニル)-ビニル] アントラセン (化合物 44) の合成)

【0182】

【化 34】



化合物 44

【0183】

DMF (200 ml、無水) 中 2, 6-ジブロモアントラセン (3.36 g、10.00 ミリモル) と 4-シクロヘキシルスチレン (7.45 g、40.00 ミリモル) の混合物に、酢酸ナトリウム (3.73 g、45.00 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトビス [2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ) ベンジル] ジパラジウム (II) (19.1 mg、0.2 モル%) を添加した。混合物を 135 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、黄色の固体 0.3 g (5.5%) が得られた。

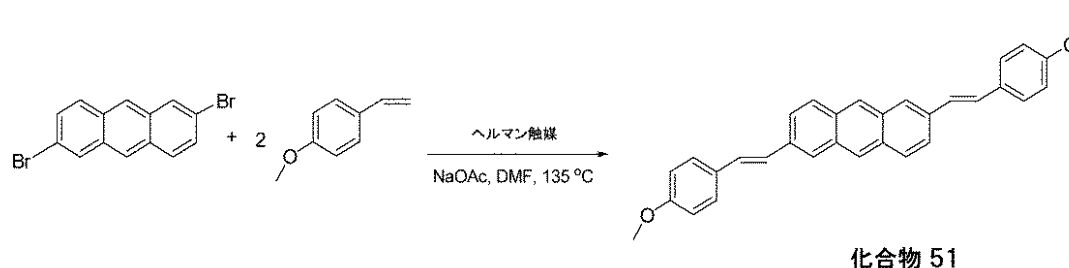
【0184】

(実施例 8)

(2, 7-ビス [2-(4-メトキシフェニル)-ビニル] アントラセン (化合物 51) の合成)

【0185】

【化 35】



【0186】

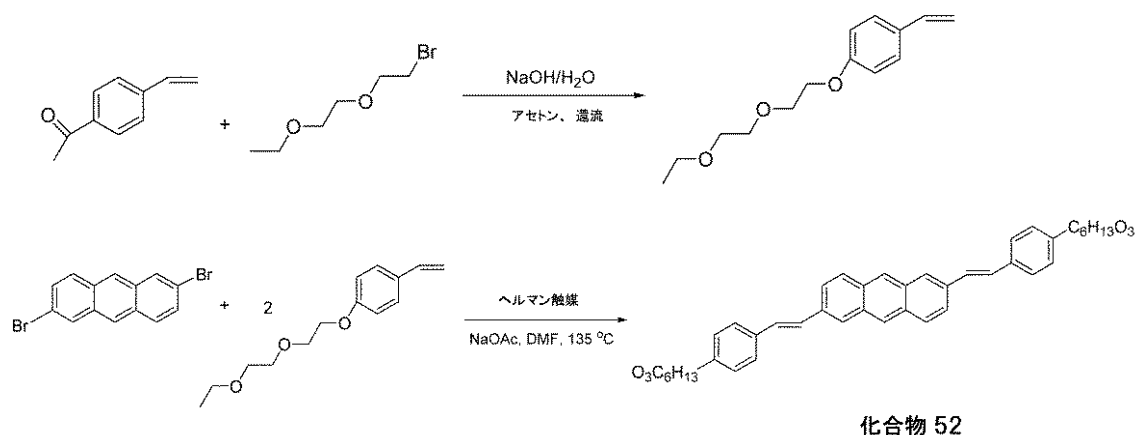
DMF (90 ml、無水) 中 2, 6-ジブロモアントラセン (2.45 g、7.29 ミリモル) と 4-ビニルアニソール (4.03 g、29.14 ミリモル) の混合物に、酢酸ナトリウム (2.69 g、32.79 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトビス [2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ) ベンジル] ジパラジウム (II) (13.9 mg、0.2 モル%) を添加した。混合物を 135 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、黄色の固体 0.66 g (20%) が得られた。

【0187】

(実施例 9)

【0188】

【化 3 6】



10

【0189】

(a. 4-(2-(2-エトキシエトキシ)エトキシ)スチレンの合成)

200ml のアセトン中 4-アセトキシスチレンモノマー (22.54g、0.14モル)、2-(2-エトキシエトキシ)-臭化エチル (27.39g、0.14モル) の溶液に、NaOH (16.68g、0.42モル) および水 (10ml) を添加した。混合物を 2 日間還流した。冷却後、反応混合物をエチルエーテルで抽出した。有機層を $MgSO_4$ で乾燥し、ろ過し、濃縮した。カラム精製 (ヘキサン/エチルエーテル: 8/1~2/1) により 21.82g (66%) の生成物が得られた。

20

【0190】

(b. 2,7-ビス[2-(4-(2-(2-エトキシエトキシ)エトキシ)-フェニル)-ビニル]アントラセン (化合物 52) の合成)

DMF (100ml、無水) 中 2,6-ジプロモアントラセン (2.79g、8.30ミリモル) と 4-(2-(2-エトキシエトキシ)エトキシ)スチレン (7.86g、33.26ミリモル) の混合物に、酢酸ナトリウム (3.07g、37.42ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトビス[2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ)ベンジル]ジパラジウム (II) (15.9mg、0.2モル%) を添加した。混合物を 135 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、黄色の固体が得られた。

30

【0191】

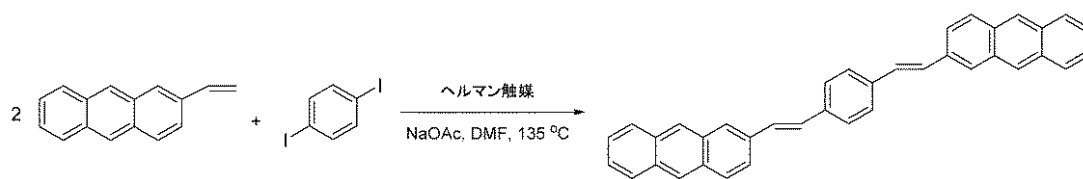
(実施例 10)

(化合物 16 の合成)

【0192】

40

【化 3 7】



化合物 16

10

【0 1 9 3】

DMF (100 ml、無水) 中 2-ビニルアントラセン (4.68 g、22.91 ミリ
 モル) と 1,4-ジヨードベンゼン (2.55 g、7.64 ミリモル) の混合物に、酢酸
 ナトリウム (2.82 g、34.37 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発
 泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトピス [2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ) ベ
 ンジル] ジパラジウム (II) (14.6 mg、0.2 モル%) を添加した。混合物を 1
 35 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メ
 タノールに注いだ。沈殿物をろ過して、水、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成
 物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、オレンジ色の固体 1.28 g (3.5 %
) が得られた。

20

【0 1 9 4】

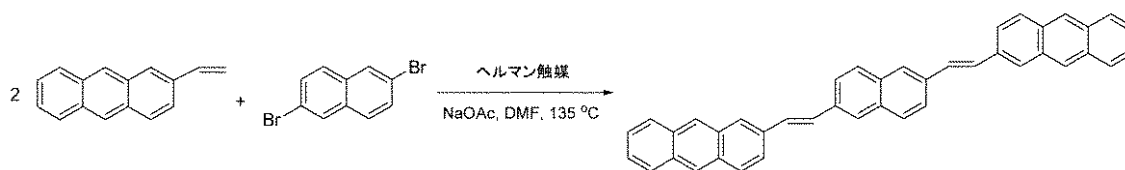
(実施例 11)

(化合物 53 の合成)

【0 1 9 5】

【化 3 8】

30



化合物 53

【0 1 9 6】

DMF (100 ml、無水) 中 2-ビニルアントラセン (4.68 g、22.91 ミリ
 モル) と 2,6-ジブロモナフタレン (2.21 g、7.64 ミリモル) の混合物に、酢
 酸ナトリウム (2.82 g、34.37 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間
 発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトピス [2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ) ベ
 ンジル] ジパラジウム (II) (14.6 mg、0.2 モル%) を添加した。混合物を 1
 35 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、
 メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、水、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生
 成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、オレンジ色の固体 0.086 g (2
 %) が得られた。

40

【0 1 9 7】

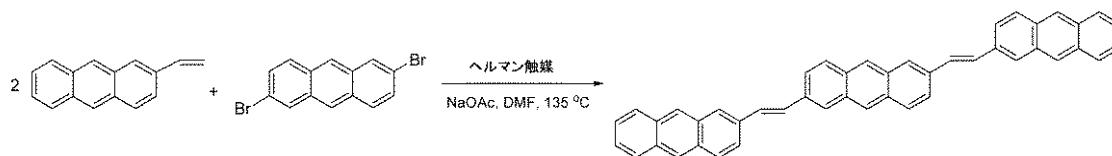
50

(実施例 1 2)

(化合物 9 の合成)

【0198】

【化39】



化合物 9

10

【0199】

DMF (100 ml、無水) 中 2-ビニルアントラセン (4.48 g、21.93 ミリモル) と 2,6-ジブromoアントラセン (2.57 g、7.64 ミリモル) の混合物に、酢酸ナトリウム (2.82 g、34.37 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトビス [2-(ジ-*o*-トリルホスフィノ)ベンジル] ジパラジウム (II) (14.6 mg、0.2 モル%) を添加した。混合物を 135 °C (油浴) で 2 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、水、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、オレンジ色の固体が得られた。

20

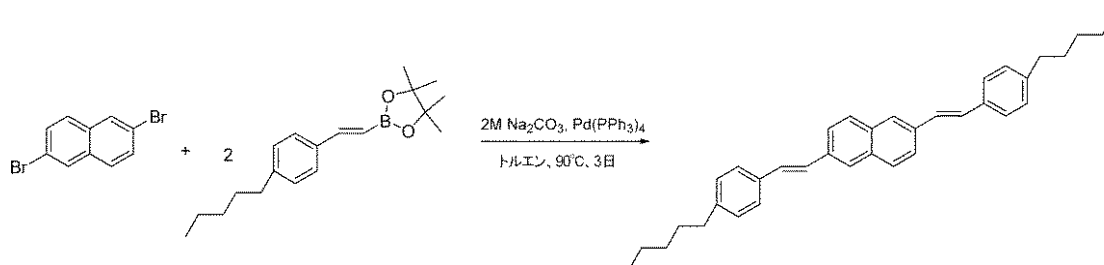
【0200】

(実施例 1 3)

(2,6-ビス [2-(4-ペンチルフェニル)-ビニル] ナフタレン (化合物 49) の合成)

【0201】

【化40】



化合物 49

30

【0202】

トルエン (120 ml) 中 2,6-ジブromonaフタレン (2.29 g、8.00 ミリモル) と 2-[2-(4-ペンチルフェニル)ビニル]-4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン (7.59 g、24.00 ミリモル) の混合物に、2 M 炭酸ナトリウム (水 20.0 ml 中に溶解した 4.24 g、40.00 ミリモル) を添加し、続いて、相間移動剤アリクエート (Aliquat) (登録商標) 336 (1.60 g、4.00 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (0) (185.3 mg、2 モル%) を添加した。混合物を 90 °C (油浴) で 3 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール (300 ml) に注いだ。黄色の沈殿物をろ過して、希釈酸 (5% HCl)、水、メタノール、次にアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、淡い黄色の固体 2.55 g (67%) が得られた。

40

【0203】

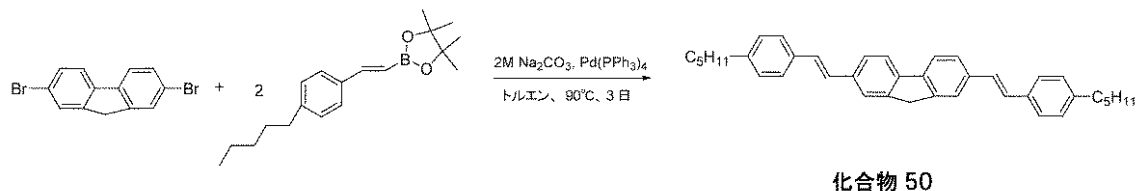
(実施例 1 4)

50

(2,7-ビス[2-(4-ペンチルフェニル)-ビニル]-9H-フルオレン (化合物50) の合成)

【0204】

【化41】



10

【0205】

トルエン (120 ml) 中 2,7-ジブロモフルオレン (2.67 g、8.00 ミリモル) と 2-[2-(4-ペンチルフェニル)ビニル]-4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン (7.59 g、24.00 ミリモル) の混合物に、2M 炭酸ナトリウム (水 20.0 ml 中に溶解した 4.24 g、40.00 ミリモル) を添加し、続いて、相間移動剤アリクエート (Aliquat) (登録商標) 336 (1.60 g、4.00 ミリモル) を添加した。混合物を窒素で 15 分間発泡した。次に、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム (0) (185.3 mg、2 モル%) を添加した。混合物を 90°C (油浴) で 3 日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノール (300 ml) に注いだ。黄色の沈殿物をろ過して、希釈酸 (5% HCl)、水、メタノール、次にアセトンで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、黄色の固体 2.59 g (63%) が得られた。

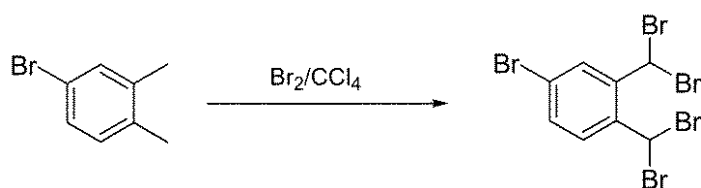
20

【0206】

(実施例 15)

【0207】

【化42】



30

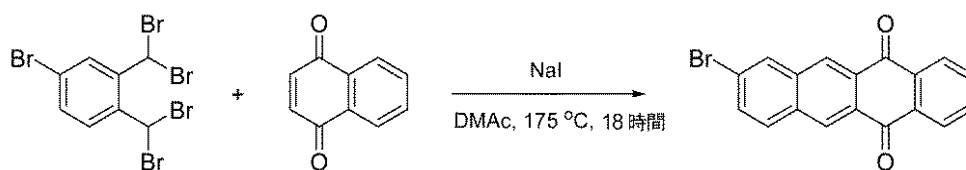
【0208】

(a) 4-ブロモ-ο-キシレン (75.00 g、0.28 モル) を、900 ml の CCl₄ に溶解した。UV 光を照射しながら、臭素 (82.00 ml、1.60 モル) を徐々に添加した。添加後、反応混合物にさらに 1 時間照射した。反応混合物を、水で 2 回洗い、ロータリエバポレータで濃縮した。沈殿物をろ過し、ヘキサンで洗い、真空オーブン中で乾燥した (80.59 g、57%)。

40

【0209】

【化 4 3】



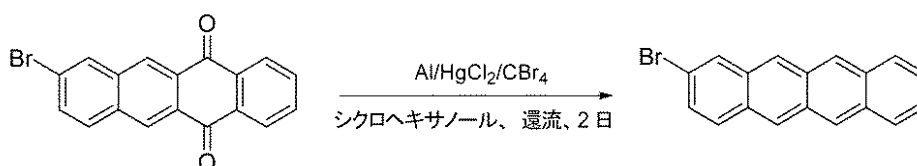
【0 2 1 0】

(b) 300 ml の DMAc 中 4-ブロモ-1,2-ビス-ジプロモメチル-ベンゼン (20.00 g、0.040 モル)、1,4-ナフトキノン (6.31 g、0.040 モル) および NaI (68.81 g、0.46 モル) の混合物を 18 時間還流した。冷却後、反応混合物を水に注いだ。沈殿物をろ過し、MeOH で洗ってから、昇華により精製したところ、黄色の固体生成物 (3.67 g、27%) が得られた。

10

【0 2 1 1】

【化 4 4】



20

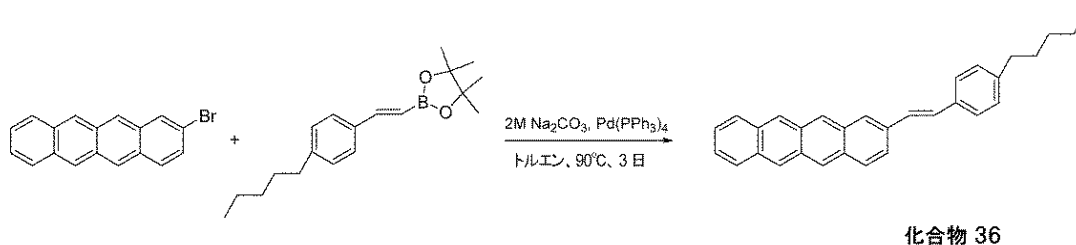
【0 2 1 2】

(c) 300 ml のフラスコに、Al ワイヤ (8.67 g、0.32 モル)、HgCl₂ (0.17 g、0.64 モル)、シクロヘキサノール (200 ml) および触媒量の CBr₄ (0.85 g、0.0026 モル) を加えた。混合物を窒素で 15 分間発泡した。反応を、加熱により開始し、冷却して反応を遅くしてから、4 時間還流して完了させた。この溶液に、8-ブロモ-ナフタセン-5,12-ジオン (12.72 g、0.032 モル) を添加した。混合物を 2 日間還流した。やや冷却させた後、反応混合物を MeOH/H₂O/濃 HCl 溶液 (1/1/1、800 ml) に注いだ。沈殿物をろ過して、MeOH/H₂O/濃 HCl (1/1/1)、次にメタノールで洗った。粗生成物を、3 ゾーン炉にて昇華により精製したところ、オレンジ色の純生成物 (8.97 g、77%) が得られた。

30

【0 2 1 3】

【化 4 5】



40

【0 2 1 4】

((d) 2-(4-ペンチルフェニル)-ビニル]-テトラセン (化合物 36) の合成)

トルエン (150 ml) 中 2-ブロモテトラセン (3.50 g、11.39 ミリモル) と 2-[2-(4-ペンチルフェニル)ビニル]-4,4,5,5-テトラメチル-1,

50

3, 2-ジオキサボロラン (4.32 g、13.67ミリモル) の混合物に、2 M炭酸ナトリウム (水 28.5 ml 中に溶解した 6.04 g、56.95ミリモル) を添加し、続いて、相間移動剤アリクエート (Aliquat) (登録商標) 336 (2.28 g、5.70ミリモル) を添加した。混合物を窒素で15分間発泡した。次に、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (263.0 mg、2モル%) を添加した。混合物を90℃ (油浴) で3日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、希釈酸 (5% HCl)、水、メタノール、次にアセトンで洗った。粗生成物を、3ゾーン炉にて昇華により精製したところ、赤色の固体 2.91 g (64%) が得られた。

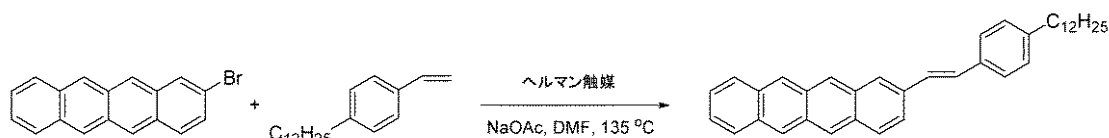
【0215】

(実施例 16)

(2-(4-ドデシルフェニル)-ビニル]-テトラセン (化合物 54) の合成)

【0216】

【化46】



化合物 54

【0217】

DMF (200 ml、無水) 中 2-ブロモテトラセン (4.91 g、15.97ミリモル) と 4-ドデシルスチレン (5.22 g、19.00ミリモル) の混合物に、酢酸ナトリウム (1.97 g、24.00ミリモル) を添加した。混合物を窒素で15分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトピス [2-(ジオートリルホスフィノ)ベンジル] ジパラジウム (II) (15.00 mg、0.2モル%) を添加した。混合物を135℃ (油浴) で2日間、窒素雰囲気下で加熱した。この反応混合物を室温まで冷却した。沈殿物をろ過して、水、メタノール、クロロホルムおよびアセトンで洗った。粗生成物を、1ゾーン炉にて昇華により精製したところ、赤色の固体 3.60 g (45%) が得られた。

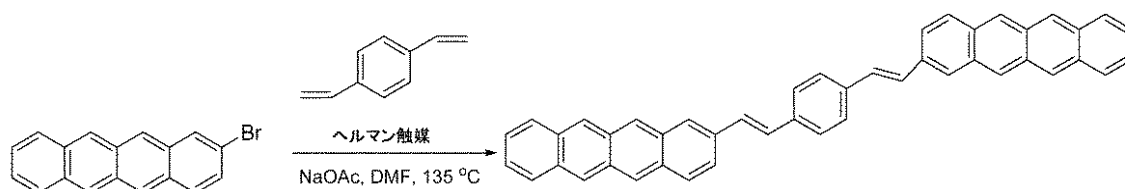
【0218】

(実施例 17)

(化合物 42 の合成)

【0219】

【化47】



化合物 42

【0220】

DMF (80 ml、無水) 中 2-ブロモテトラセン (3.60 g、11.72ミリモル)

10

20

30

40

50

）とp-ジビニルベンゼン（0.51g、3.91ミリモル）の混合物に、酢酸ナトリウム（1.44g、17.58ミリモル）を添加した。混合物を窒素で15分間発泡した。次に、トランス-ジ-*m*-アセタトビス〔2-（ジ-*o*-トリルホスフィノ）ベンジル〕ジパラジウム（II）（7.5mg、0.2モル%）を添加した。混合物を135℃（油浴）で2日間、窒素雰囲気下で加熱した。反応混合物を室温まで冷却して、メタノールに注いだ。沈殿物をろ過して、水、メタノールおよびアセトンで洗った。粗生成物を、3ゾーン炉にて昇華により精製したところ、赤色の固体が得られた。

【0221】

（実施例18）

本実施例は、正孔輸送層にアリールービニレン芳香族化合物を用いて作製したOLEDの製造およびデバイス特性を示すものである。

10

【0222】

ITOを、ガラス基板上でアノードとして用いた。パターン化ITOを備えたガラス基板を、酸素プラズマで5分間清浄にした。冷却直後、バッファ材料（バッファー1）を、水性分散液からITO表面にスピコートした。乾燥後、基板を真空堆積チャンバへ移し、200Åの正孔輸送材料を蒸発した。続いて、青色発光材料およびホスト材料を、同時蒸発により堆積した。蒸発により電子輸送材料を形成した。層は、300ÅのZrQまたは100ÅのBA1qおよび100ÅのZrQで作製した。薄い6Åのフッ化リチウムを、電子注入層としてZrQ層の上部で蒸発した。マスクを真空中で変えて、Alの1000Å層を、熱蒸発により堆積して、カソードを形成した。チャンバをアルゴンで排気して、デバイスをガラス蓋、乾燥剤およびUV硬化性エポキシを用いてカプセル化した。用いた略称は次のとおりである。

20

【0223】

バッファー1は、ポリ（3,4-ジオキシチオフェン）とポリマーフッ化スルホン酸の水性分散液のことを指す。材料は、米国特許公報（特許文献2）の実施例3に記載されたのと同様の手順を用いて調製した。

【0224】

BA1qは、錯体ビス（2-メチル-8-ヒドロキシキノリナト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウムのことを指す。

【0225】

ZrQは、錯体テトラキス（8-ヒドロキシキノリナト）ジルコニウムのことを指す。

30

【0226】

下のNPBは、N,N'-ビス（ナフタレン-1-イル）-N,N'-ビス（フェニル）ベンジジンのことを指す。

【0227】

デバイスに用いた材料およびデバイス特性を下記の表2に示す。

【0228】

【表 3】

表2. OLED デバイス特性

正孔輸 送材料	ITO厚さ [Å]	エミッター ホスト比	放出層 厚さ[Å]	電子輸 送材料	V (1000 cd/m ²)	電流効率 (1000 cd/m ²)	CIE [x, y] (1000 cd/m ²)
NPB	1850	1:13	388	ZrQ	6.0	7.2	0.136, 0.135
化合物3	1850	1:13	388	ZrQ	4.8	1.5	0.153, 0.185
化合物3	1850	1:4	600	BAIQ/ rQ	5.7	7.4	0.135, 0.237
化合物3	1600	1:4	600	BAIQ/ ZrQ	5.8	6.7	0.143, 0.181
化合物1	1850	1:13	540	ZrQ	6.0	2.7	0.148, 0.178
化合物49	1850	1:4	600	BAIQ/ ZrQ	5.3	5.1	0.130, 0.185
化合物49	1600	1:7	600	BAIQ/ ZrQ	5.6	4.0	0.140, 0.154
化合物50	1850	1:13	450	ZrQ	6.5	6.3	0.136, 0.156

【0229】

概要または実施例で上述した動作の全てが必要ではなく、特定の動作の一部は必要でないこともあり、1つまたは複数のさらなる動作を説明したものに加えて実施してもよいことに留意されたい。さらに、挙げた動作の順序は、必ずしも実施する順序でなくてよい。

【0230】

前述の明細書において、特定の実施形態を参照して概念を記載してきた。しかしながら、当業者であれば、特許請求の範囲に規定した本発明の範囲から逸脱することなく、様々な修正および変更を行うことができるものと考えられる。従って、明細書および図面は、限定する意味でなく、例示と考えるべきであり、かかる修正は全て、本発明の範囲内に含まれるものとする。

【0231】

利点、その他長所および課題の解決を、特定の実施形態に関して上述してきた。しかしながら、利点、長所、課題の解決および利点、長所または解決をもたらす、またはより明白にする特徴は、特許請求の範囲のいずれかまたは全ての不可欠、必要または必須の要件とは解釈されない。

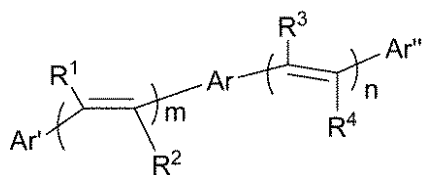
【0232】

明瞭にするために、別個の実施形態において本明細書に記載された特定の特徴は、単一の実施形態において組み合わせて提供されてもよいものと考えられる。逆に、簡潔にするために単一の実施形態に記載されている様々な特徴もまた別個、あるいは下位の組み合わせにより提供されてもよい。さらに、範囲で記されている値は、その範囲内の各値を含む。

以下、本明細書に記載の発明につき列記する。

1. 基板と、
絶縁層と、
ゲート電極と、
有機半導体層と、
ソース電極と、

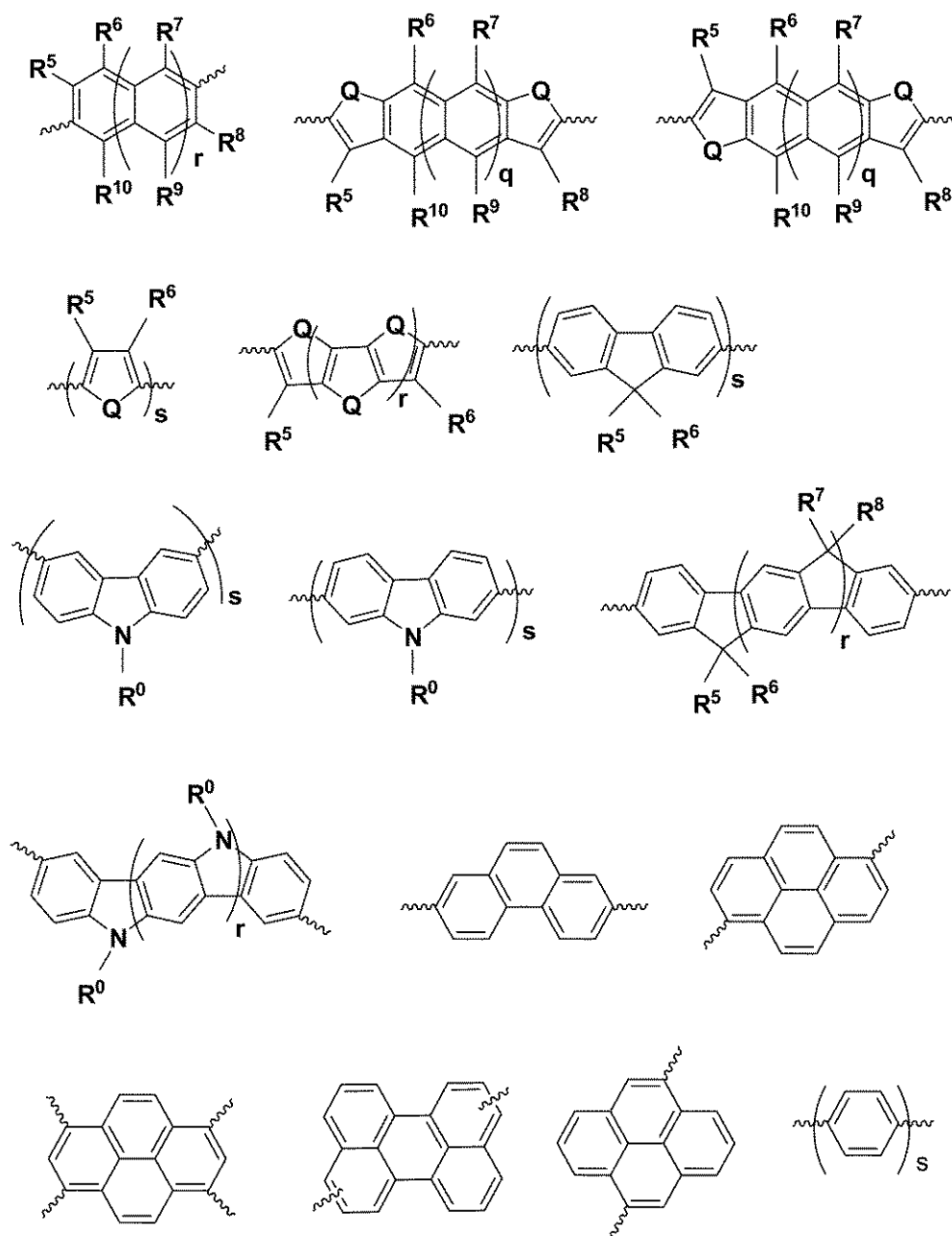
ドレイン電極と
を含む有機薄膜トランジスタであって、
前記有機半導体層は、式 1 の化合物を含み、
【化 1 2】



式 1

式中、A r は、以下の基：

【化 1 3】



10

20

30

およびこれらの組み合わせからなる群から選択され、
式中、

40

$A r'$ および $A r''$ は、アリール基からなる群から独立して選択され、
 m および n は 0 ～ 5 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、 $m + n \neq 0$ であり、
 Q は、S、Se、Te、O および NR^0 からなる群から選択され、
 Q^1 は、Se、Te、O および NR^0 からなる群から選択され、
 q および r は、0、1、2、3、4 および 5 からなる群から独立して選択され、
 s は、1 ～ 5 の値を有する整数であり、
 t は、2 ～ 5 の値を有する整数であり、

R^0 は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から選択され、

$R^1 \sim R^{10}$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル

50

、 $-\text{COR}$ 、 $-\text{COOR}$ 、 $-\text{PO}_3\text{R}_2$ 、 $-\text{OPO}_3\text{R}_2$ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

式中、任意の 2 つの近接基 $\text{R}^5 \sim \text{R}^{10}$ は一緒になって環を形成することができることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

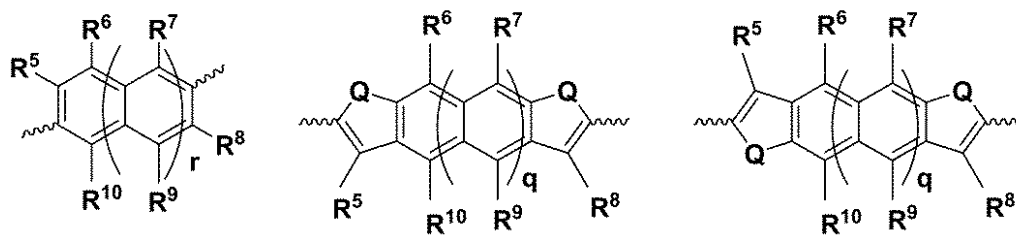
2.

$r \neq 0$ および $s \neq 0$ または 1 であることを特徴とする前記 1. に記載のトランジスタ。

3.

Ar は、

【化 14】



およびこれらの組み合わせからなる群から選択され、式中、 $r \neq 0$ であることを特徴とする前記 1. に記載のトランジスタ。

4.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

前記絶縁層、前記ゲート電極、前記半導体層、前記ソース電極および前記ドレイン電極が任意の順序で配置され、ただし、前記ゲート電極および前記半導体層の両方が前記絶縁層と接触しており、前記ソース電極および前記ドレイン電極の両方が前記半導体層と接触しており、前記電極が互いに分離されていることを特徴とするトランジスタ。

5.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

前記基板が、1 つまたは複数の無機ガラス、セラミック箔、アクリル、エポキシ、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリケトン、ポリ(オキシ-1,4-フェニレンオキシ-1,4-フェニレンカルボニル-1,4-フェニレン)、ポリノルボルネン、ポリフェニレンオキシド、ポリ(エチレンナフタレンジカルボキシレート)、ポリ(エチレンテレフタレート)、ポリ(フェニレンスルフィド)、繊維強化プラスチックまたは被覆金属箔を含むことを特徴とするトランジスタ。

6.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

前記ゲート電極が、ドーピングされたケイ素、アルミニウム、金、クロム、インジウム錫酸化物、ポリスチレンスルホネートをドーピングされたポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PSS-PEDOT)、ポリマーバインダーに分散されたカーボンブラックまたはグラファイト、およびポリマーバインダー中のコロイド銀分散液を含むことを特徴とするトランジスタ。

7.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

前記ソース電極およびドレイン電極が、アルミニウム、バリウム、カルシウム、クロム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金、チタンおよびこれらの合金、カーボンナノチューブ、ポリアニリン、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホネート)(PEDOT:PSS)、カーボンナノチューブの導電性ポリマー中の分散液、金属の導電性ポリマー中の分散液、およびこれらの多層を含むことを特徴とするト

10

20

30

40

50

ランジスタ。

8.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

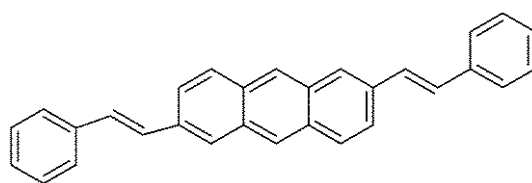
前記絶縁層が、1つまたは複数の酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化タンタル、酸化チタン、窒化ケイ素、チタン酸バリウム、チタン酸バリウムストロンチウム、チタン酸ジルコン酸バリウム、セレン化亜鉛、硫化亜鉛、これらの合金、これらの組み合わせおよびこれらの多層、1つまたは複数のポリエステル、ポリカーボネート、ポリ（ビニルフェノール）、ポリイミド、ポリスチレン、ポリ（メタクリレート）、ポリ（アクリレート）、エポキシ樹脂、これらのブレンドおよびこれらの多層を含むことを特徴とするトランジスタ。

9.

前記 1. に記載のトランジスタであって、

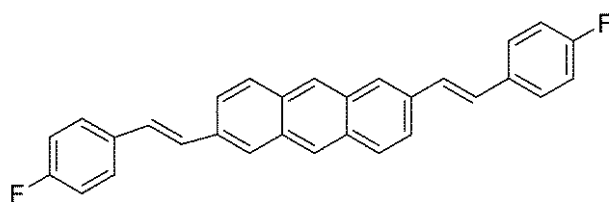
前記半導体化合物が、化合物 1 ～ 64：

【化 1 5】

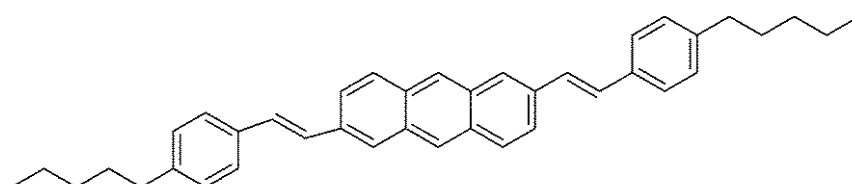


化合物 1

10

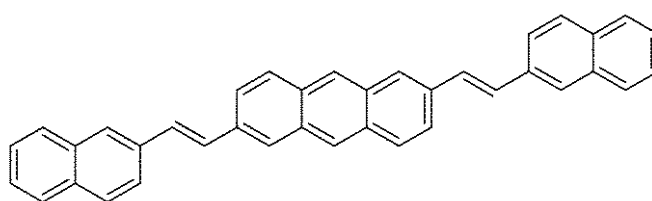


化合物 2



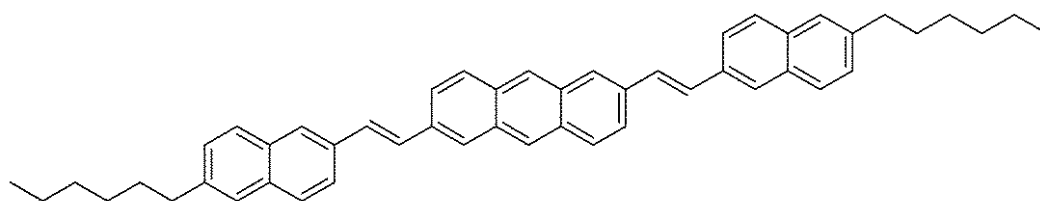
化合物 3

20



化合物 4

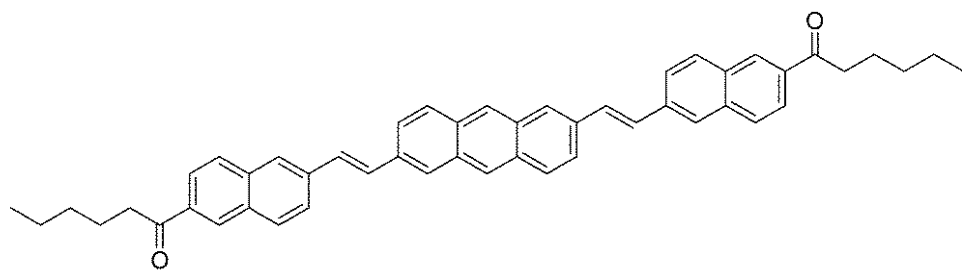
30



化合物 5

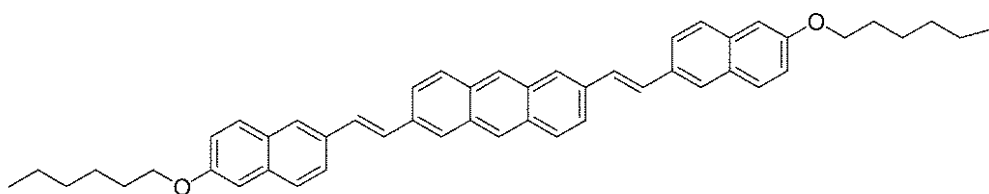
40

【化 1 6】



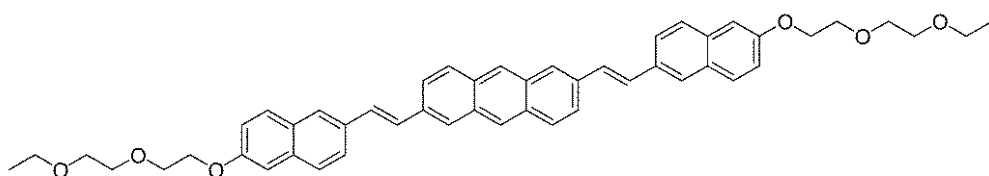
化合物 6

10

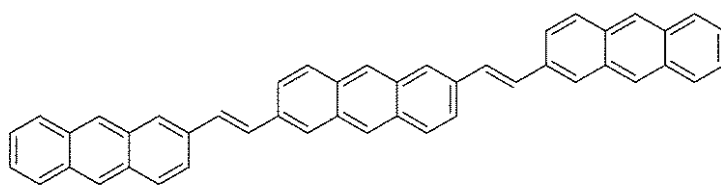


化合物 7

20

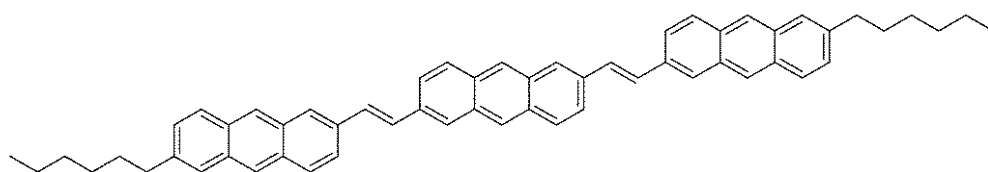


化合物 8

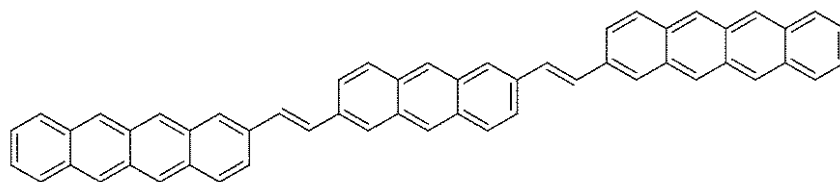


化合物 9

30



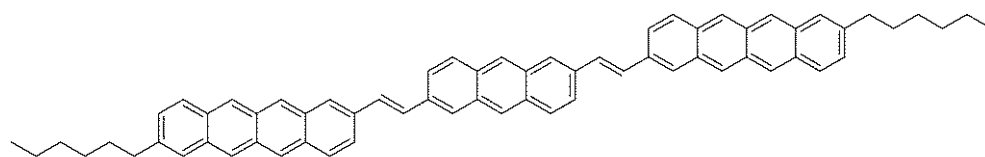
化合物 10



化合物 11

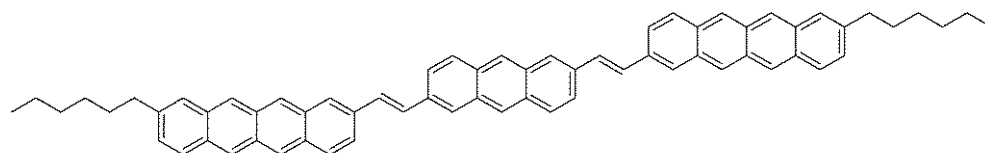
40

【化 1 7】

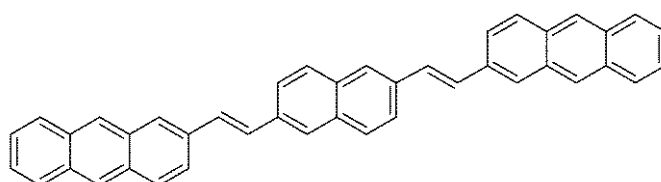


化合物 12

10

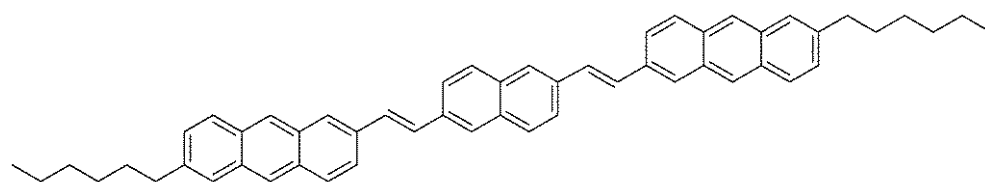


化合物 13



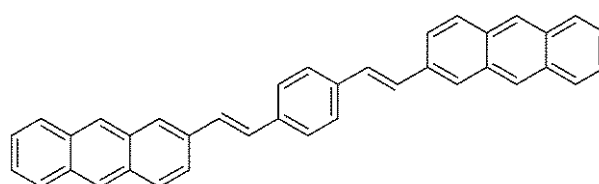
化合物 14

20

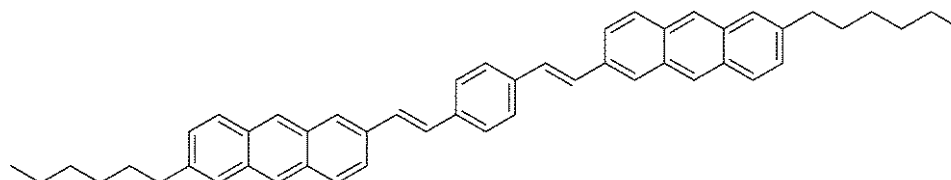


化合物 15

30



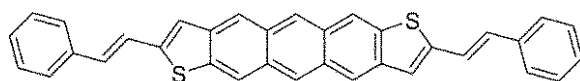
化合物 16



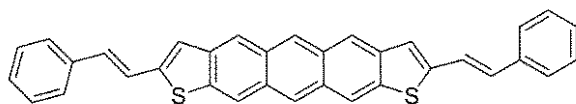
化合物 17

40

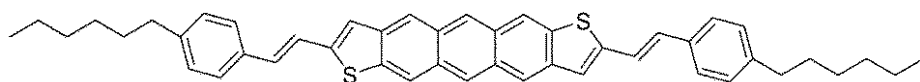
【化 1 8】



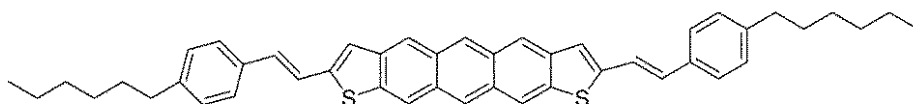
化合物 18



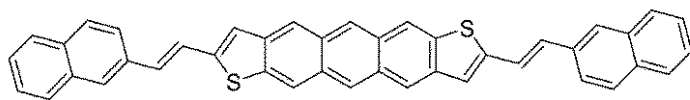
化合物 19



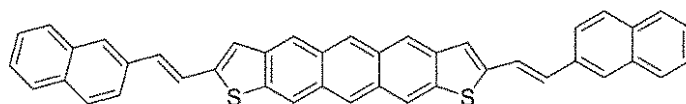
化合物 20



化合物 21



化合物 22



化合物 23

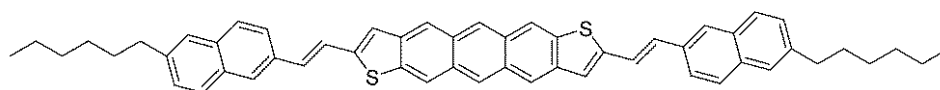
10

20

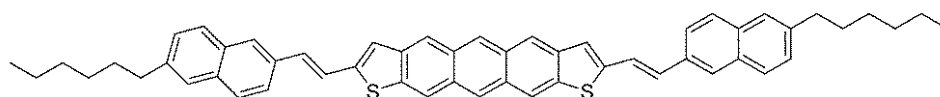
30

40

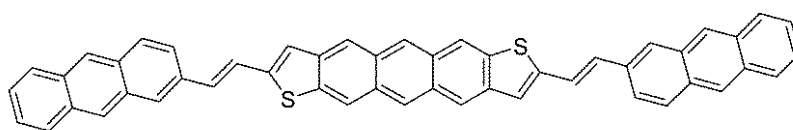
【化 1 9】



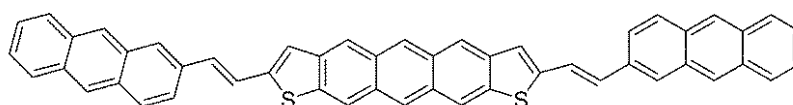
化合物 24



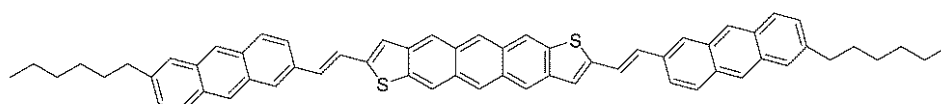
化合物 25



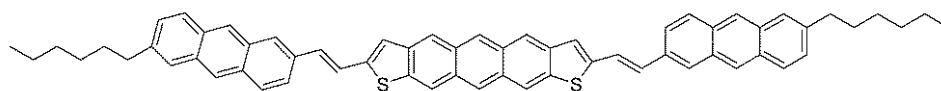
化合物 26



化合物 27



化合物 28



化合物 29

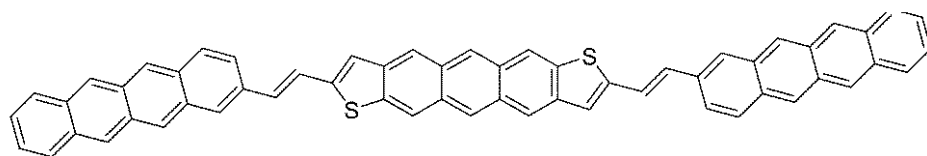
10

20

30

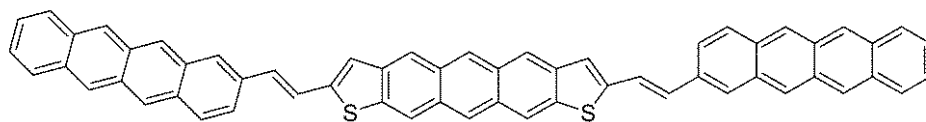
40

【化 20】

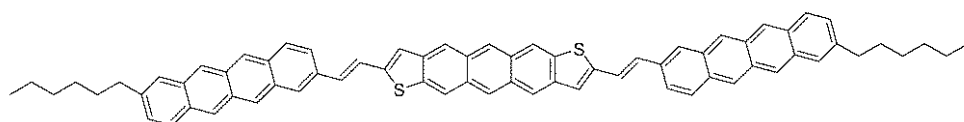


化合物 30

10

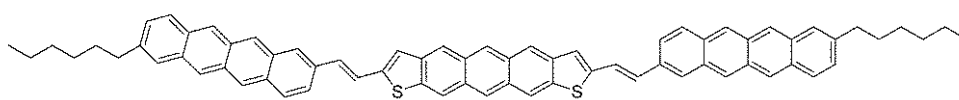


化合物 31



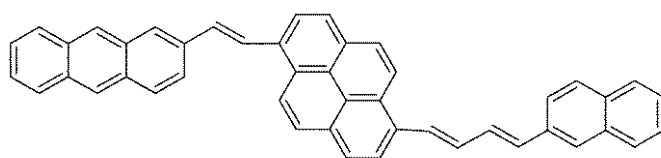
20

化合物 32



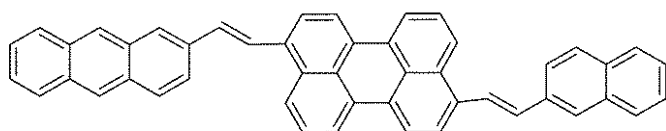
化合物 33

30



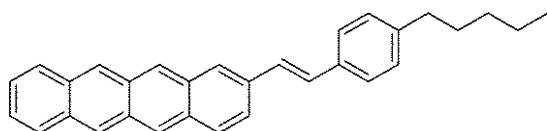
化合物 34

【化 2 1】

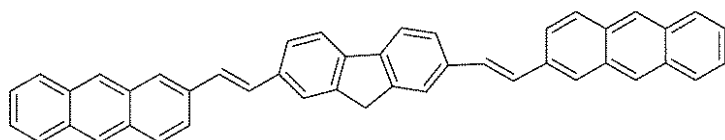


化合物 35

10

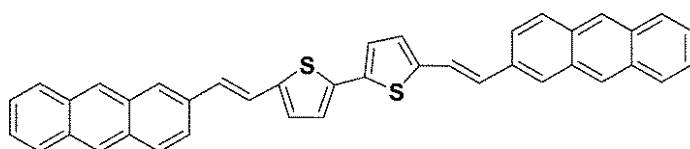


化合物 36



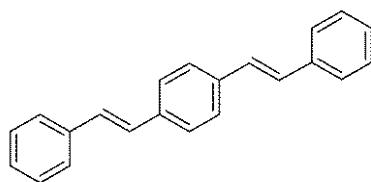
20

化合物 37



30

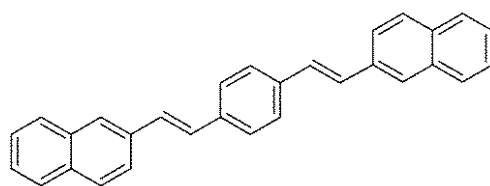
化合物 38



40

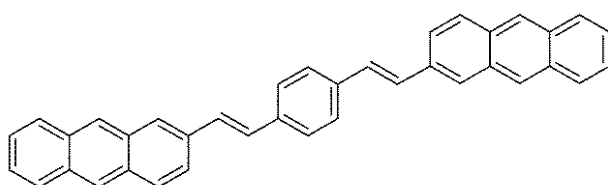
化合物 39

【化 2 2】



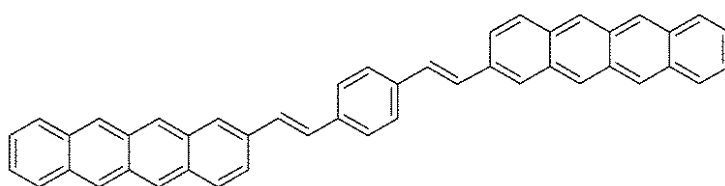
化合物 40

10



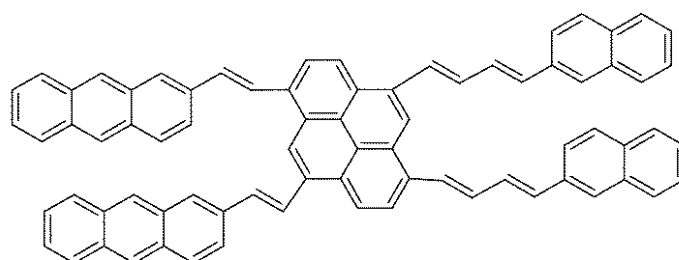
化合物 41

20



化合物 42

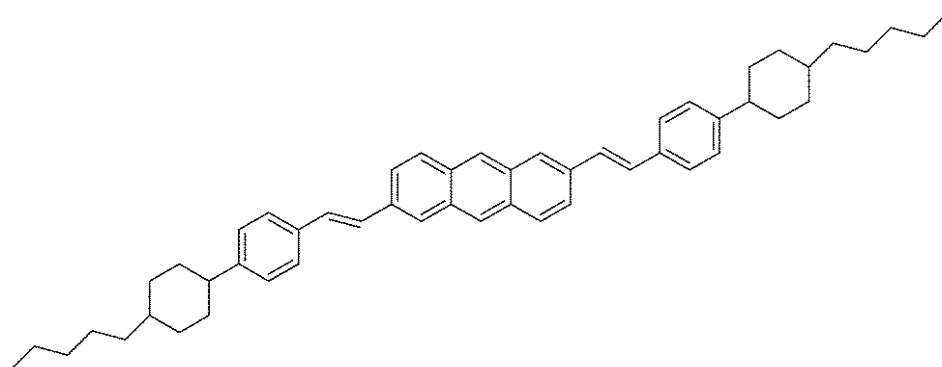
30



化合物 43

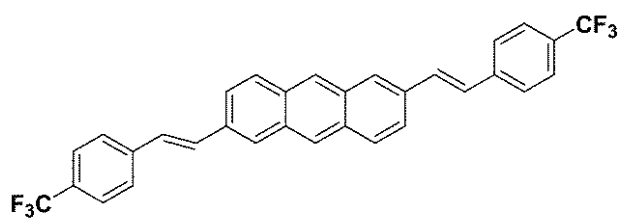
40

【化 2 3】



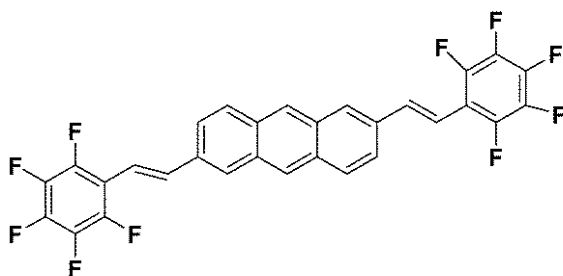
10

化合物 44



20

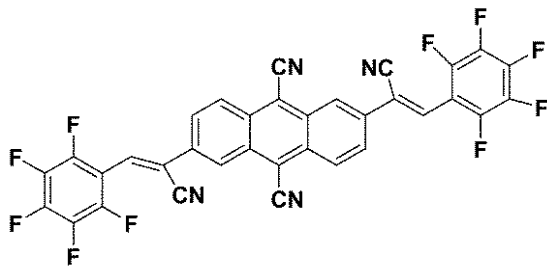
化合物 45



30

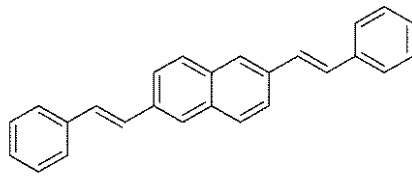
化合物 46

【化 2 4】



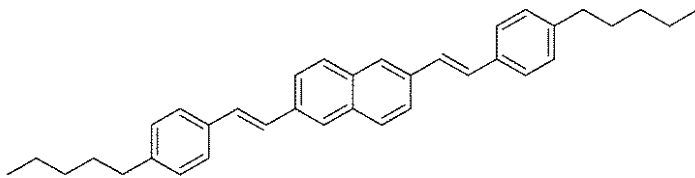
化合物 47

10



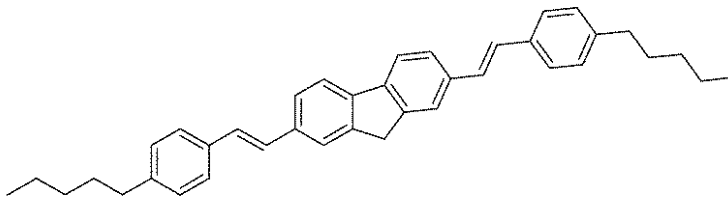
化合物 48

20



化合物 49

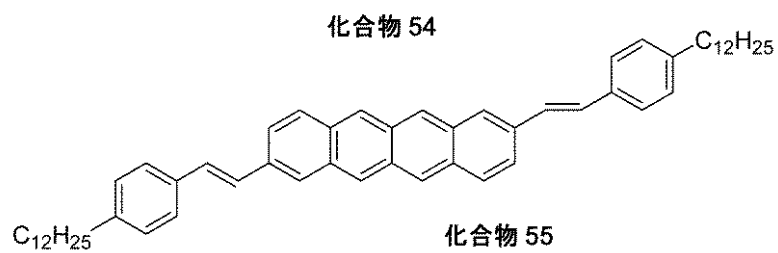
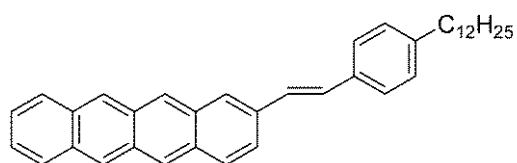
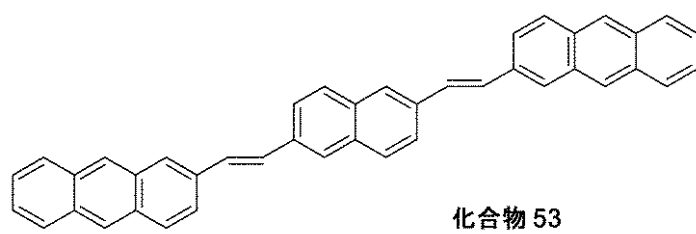
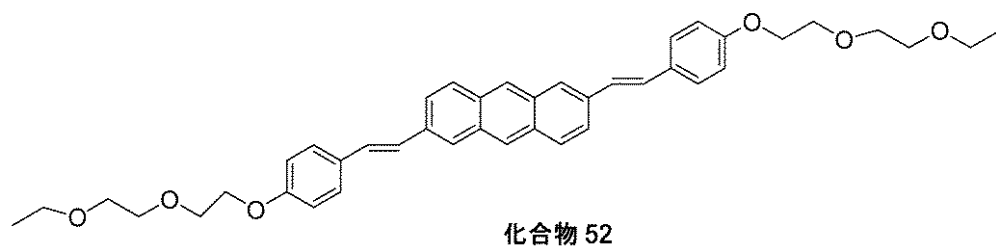
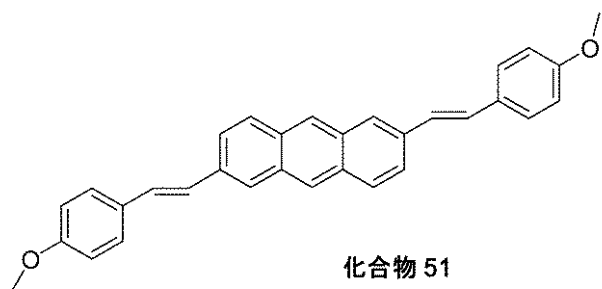
30



化合物 50

40

【化 2 5】

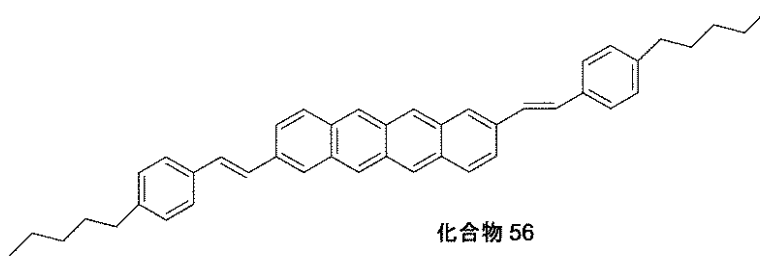


10

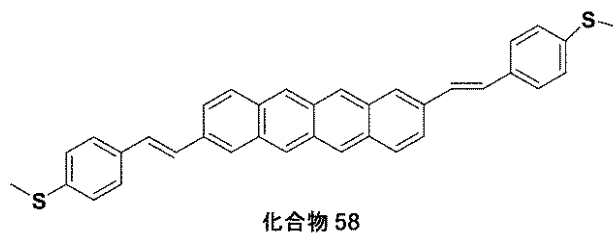
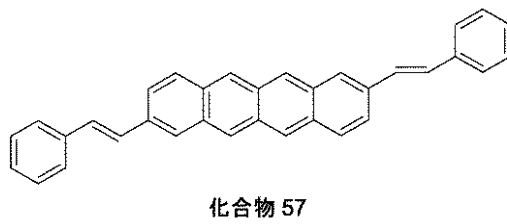
20

30

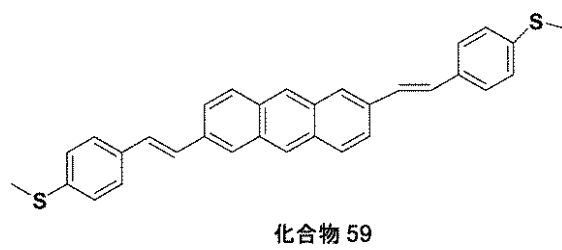
【化 2 6】



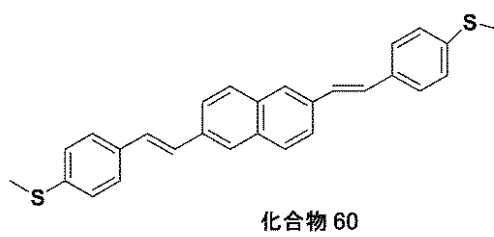
10



20

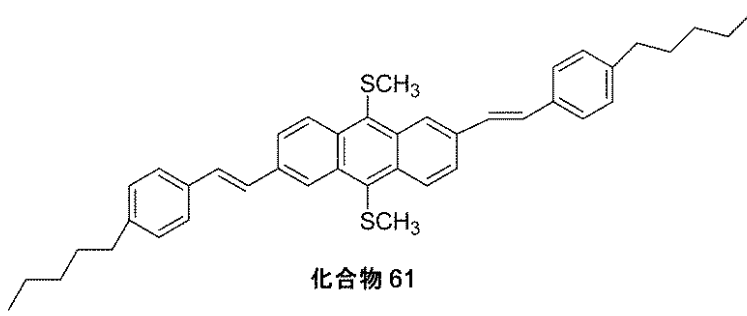


30

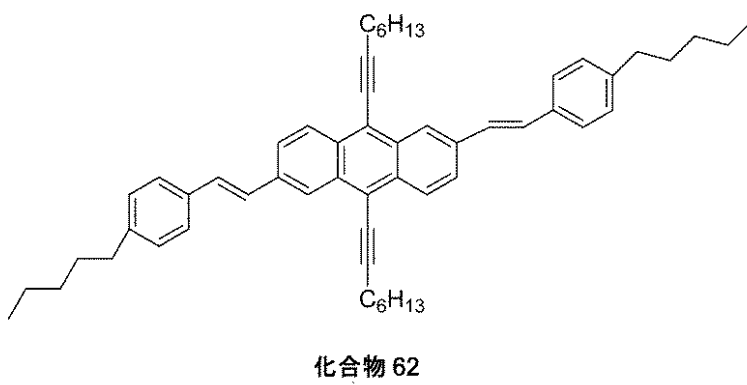


40

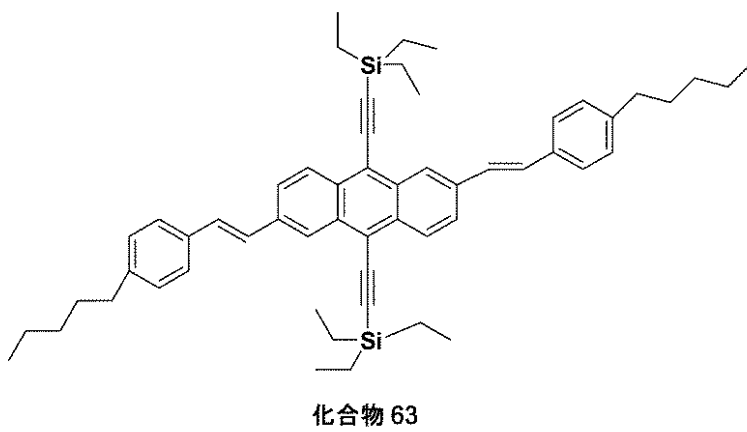
【化 2 7】



10

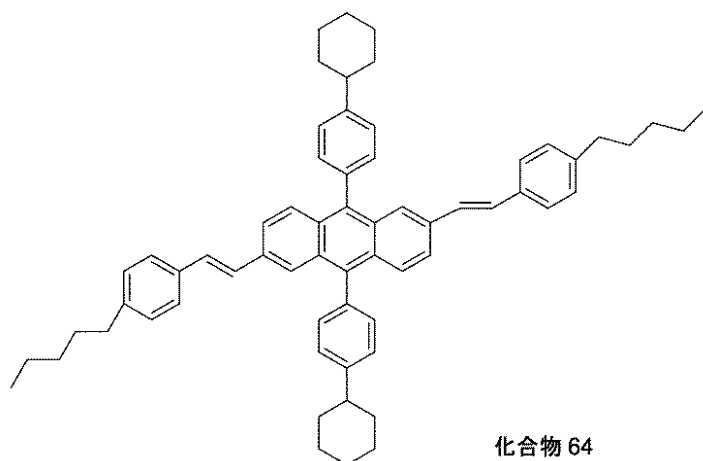


20



30

【化 2 8】



化合物 64

10

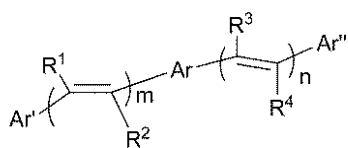
からなる群から選択されることを特徴とするトランジスタ。

10.

式 1 :

【化 2 9】

20



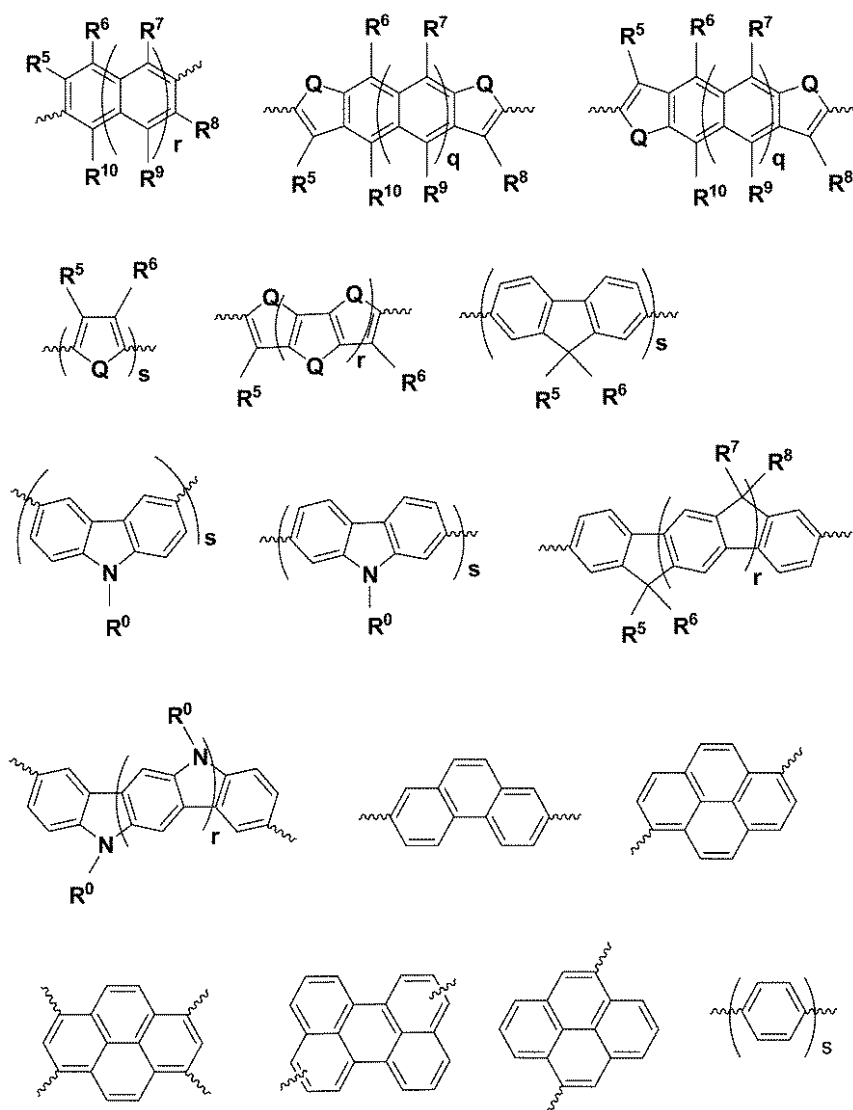
式 1

30

により表される化合物であって、

式中、A r は、

【化 30】



からなる群から選択され、

式中、

$A r'$ および $A r''$ は、アリール基からなる群から独立して選択され、

m および n は 0 ～ 5 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、 $m + n \neq 0$ であり、

Q は、 S 、 Se 、 Te 、 O および NR^0 からなる群から選択され、

Q^1 は、 Se 、 Te 、 O および NR^0 からなる群から選択され、

q および r は 0 ～ 5 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

s は、1 ～ 5 の値を有する整数であり、

t は、2 ～ 5 の値を有する整数であり、

R^0 は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から選択され、

$R^1 \sim R^{10}$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、 $-COR$ 、 $-COOR$ 、 $-PO_3R_2$ 、 $-OPO_3R_2$ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニルおよびアルキニルからなる群から選択され、

式中、任意の 2 つの近接基 $R^5 \sim R^{10}$ は一緒になって環を形成することができること

10

20

30

40

50

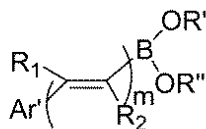
を特徴とする化合物。

1 1.

アリール-エチレンアセンを調製する方法であって、

式 2 :

【化 3 1】

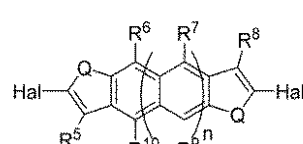
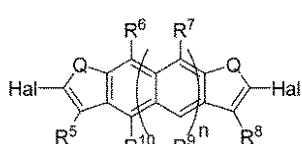
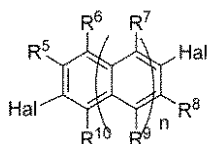


10

式 2

のジボロン化合物を、

【化 3 2】



Hal = Cl, Br, I

n = 0, 1, 2, 3

20

からなる群から選択されるジハロアリーレン化合物と、ゼロ価の Pd 錯体の存在下で反応させて、アリール-エチレンアセン化合物を形成する工程を含み、

式中、

m および n は 0 ~ 3 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

R' および R'' は独立して H またはアルキルであり、

Hal は、Cl、Br および I からなる群から独立して選択され、

Ar' はアリール基であり、

Q は、S、Se、Te、O または NR⁰ からなる群から選択され、

R¹、R² および R⁵ ~ R¹⁰ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリーロキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

R⁰ は水素、アルキルまたはアリールであり、

式中、任意の 2 つの近接基 R⁵ ~ R¹⁰ は一緒になって環を形成することができることを特徴とするアリール-エチレンアセンを調製する方法。

1 2.

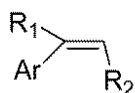
アリール-エチレンアセンを調製する方法であって、

式 3 :

30

40

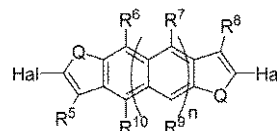
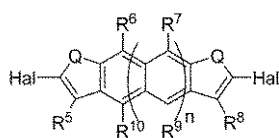
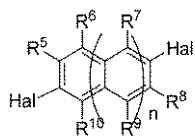
【化 3 3】



式 3

のアリール置換エチレン化合物を、

【化 3 4】



Hal = Cl, Br, I

n = 0, 1, 2, 3

からなる群から選択されるジハロアリーレン化合物と、ゼロ価の Pd 錯体の存在下で反応させて、アリール-エチレンアセン化合物を形成する工程を含み、

式中、

m および n は 0 ～ 3 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

R' および R'' は独立して H またはアルキルであり、

Hal は、Cl、Br および I からなる群から独立して選択され、

Ar' はアリール基であり、

Q は、S、Se、Te、O および NR⁰ からなる群から選択され、

R¹、R² および R⁵ ～ R¹⁰ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリーロキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

R⁰ は水素、アルキルまたはアリールであり、

式中、任意の 2 つの近接基 R⁵ ～ R¹⁰ は一緒になって環を形成することができることを特徴とするアリール-エチレンアセンを調製する方法。

13.

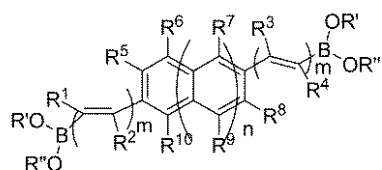
アリール-エチレンアセンを調製する方法であって、

10

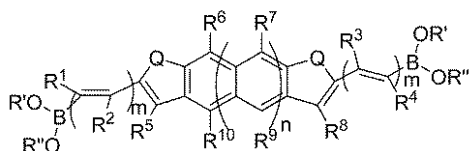
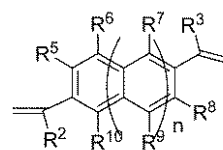
20

30

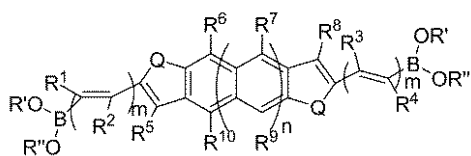
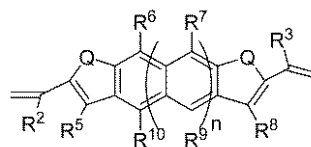
【化 3 5】



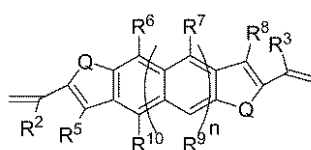
または



または



または

 $m, n = 0, 1, 2, 3$

からなる群から選択されるアセン誘導体を、ハローアリール化合物、 $Ar-Hal$ と、
ゼロ価のPd錯体の存在下で反応させる工程を含み、

式中、

m および n は0～3の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

R' および R'' は独立してHまたはアルキルであり、

Hal は、Cl、BrおよびIからなる群から独立して選択され、

Ar' はアリール基であり、

Q は、S、Se、Te、Oおよび NR^0 からなる群から選択され、

R^1 、 R^2 および $R^5 \sim R^{10}$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、 $-COR$ 、 $-COOR$ 、 $-PO_3R_2$ 、 $-OPO_3R_2$ およびCNからなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

R^0 は水素、アルキルまたはアリールであり、

式中、任意の2つの近接基 $R^5 \sim R^{10}$ は一緒になって環を形成することができることを特徴とするアリール-エチレンアセンを調製する方法。

14.

電荷輸送層を含むことを特徴とする有機電子デバイスであって、

該電荷輸送層は

式1：

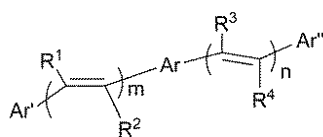
10

20

30

40

【化 3 6】



式 1

により表される少なくとも 1 つの化合物を含み、

10

Ar はアリーレン基であり、

Ar' および Ar'' は、アリール基からなる群から独立して選択され、

R¹ ~ R⁴ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

m および n は 0 ~ 5 の値をそれぞれ独立して有する整数であり、m + n ≠ 0 であり、さらに、ジアリールアミノ基がないことを特徴とする有機電子デバイス。

20

15.

前記 14. に記載のデバイスであって、

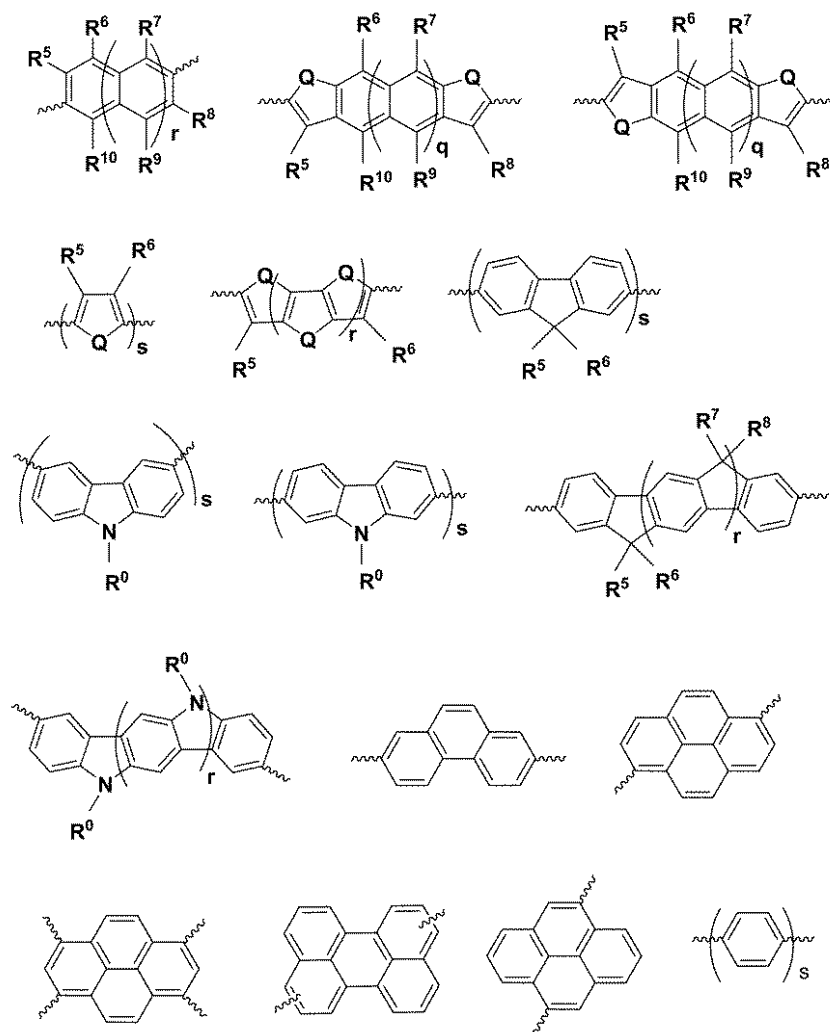
Ar が、縮合多環式芳香族基、および単結合により結合した少なくとも 2 つの環を有する芳香族基からなる群から選択されることを特徴とするデバイス。

16.

前記 14. に記載のデバイスであって、

Ar が、

【化 3 7】



およびこれらの組み合わせから選択され、

式中、

Qは、S、Se、Te、OまたはNR⁰からなる群から選択され、

qおよびrは0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、

sは、1～5の値を有する整数であり、

R⁰は、水素、アルキルおよびアリールからなる群から独立して選択され、

R⁵～R¹⁰は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、-COR、-COOR、-PO₃R₂、-OPO₃R₂およびCNからなる群から独立して選択され、

Rは、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

式中、任意の2つの近接基R⁵～R¹⁰は一緒になって環を形成することができることを特徴とするデバイス。

17.

前記14.に記載のデバイスであって、

Arが、2,6-ナフタレン、置換2,6-ナフタレン、2,6-アントラセン、置換2,6-アントラセン、2,6-フルオレン、置換2,6-フルオレン、2,6-カルバゾール、置換2,6-カルバゾールおよびこれらの組み合わせからなる群のうち少なくとも1つから選択されることを特徴とするデバイス。

18.

前記14.に記載のデバイスであって、

Ar' および Ar'' が、非置換アリール基および置換アリール基より独立して選択され、前記アリール基の置換基が、アルキル、アリール、チオアルキル、シリル、アルキルアリール、アルコキシ、アルキルエーテル、エーテルアルキル、フッ素およびこれらの組み合わせからなる群から独立して選択されることを特徴とするデバイス。

19.

アノード、カソードおよびその間に配置された光活性層をさらに含むことを特徴とする前記14.に記載のデバイス。

20.

前記電荷輸送層が、正孔輸送層であり、前記光活性層とアノードとの間に配置されていることを特徴とする前記19.に記載のデバイス。

21.

前記電荷輸送層が、電子輸送層であり、前記光活性層とカソードとの間に配置されていることを特徴とする前記19.に記載のデバイス。

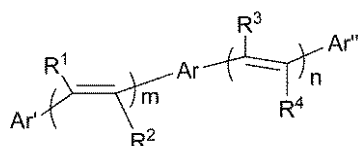
22.

アノード、カソードおよびその間に配置された光活性層を含む有機電子デバイスであって、

前記光活性層が、

式1：

【化38】



式1

により表される少なくとも1つの化合物を含み、

式中、

Ar はアリーレン基であり、

Ar' および Ar'' は、アリール基からなる群から独立して選択され、

$R^1 \sim R^4$ は、水素、アルキル、アリール、ハロゲン、ヒドロキシル、アリールオキシ、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アミノ、アルキルチオ、ホスフィノ、シリル、 $-COR$ 、 $-COOR$ 、 $-PO_3R_2$ 、 $-OPO_3R_2$ および CN からなる群から独立して選択され、

R は、水素、アルキル、アリール、アルケニル、アルキニルおよびアミノからなる群から選択され、

m および n は0～5の値をそれぞれ独立して有する整数であり、 $m+n \neq 0$ であり、さらに、ジアリーラミノ基がないことを特徴とする有機電子デバイス。

【図面の簡単な説明】

【0233】

【図1A】ボトムコンタクトモードの有機薄膜トランジスタ（OTFT）の概略図である。

。

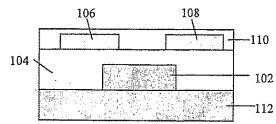
【図1B】トップコンタクトモードのOTFTの概略図である。

【図1C】OTFTの他の実施形態の概略図である。

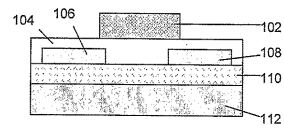
【図1D】OTFTの他の実施形態の概略図である。

【図2】ディスプレイデバイスの概略図である。

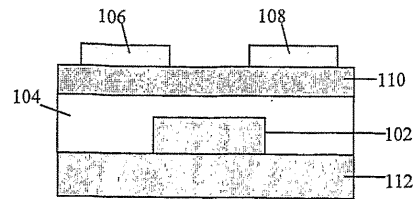
【図 1 A】



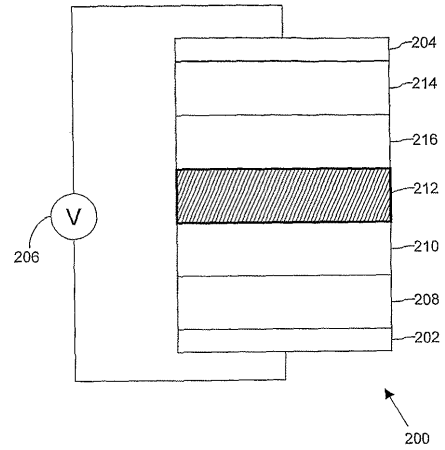
【図 1 D】



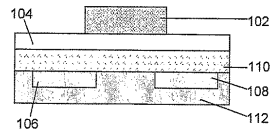
【図 1 B】



【図 2】



【図 1 C】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H01L	51/05	(2006.01)	H01L	29/28	100A
H01L	51/40	(2006.01)	H01L	29/28	310J
H01L	29/786	(2006.01)	H01L	29/78	618B
H01L	51/50	(2006.01)	H05B	33/14	B
			H05B	33/22	B
			H05B	33/22	D

(72)発明者 メン ホン

アメリカ合衆国 19809 デラウェア州 ウィルミントン クロイスター ロード 915
アパートメント イー

(72)発明者 エリック モーリス スミス

アメリカ合衆国 19707 デラウェア州 ホッケシン スプリングハウス レーン 359

(72)発明者 チェーシュン ス

アメリカ合衆国 19808 デラウェア州 ウィルミントン マーメイド ブールバード 48
03

審査官 内藤 康彰

(56)参考文献 米国特許第04158099 (US, A)

特開2000-122068 (JP, A)

国際公開第2005/016882 (WO, A1)

E. E. Neuteboom, et al., Alternating Oligo(p-phenylene vinylene)-Perylene Bisimide Copolymers: Synthesis, Photophysics, and Photovoltaic Properties of a New Class of Donor-Acceptor Materials, Journal of the American Chemical Society, 米国, American Chemical Society, 2003年 6月18日, Vol. 125, Pages 8625-8638

Celine Carbonneau, et al., Efficient syntheses of new phosphonate terminated trialkoxysilane derived oligoarylenevinylene fluorophores, Tetrahedron Letters, 英国, Elsevier Science Ltd., 1999年, Vol. 40, Pages 5855-5858

H.N. Cho, et al., Control of band gaps of conjugated polymers by copolymerization, Synthetic Metals, 英国, Elsevier Science S.A., 1999年 3月11日, Vol. 91, Pages 293-296

T.S. Novikova, et al., Aromatic copolyamides and copolyesters with vinylbenzylidene and terthiophene fragments in the polymer chain: synthesis and photophysical properties, Synthetic Metals, 英国, Elsevier Science S.A., 1996年10月, Vol. 83, Pages 47-55

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/336

H01L 29/786

H01L 51/05-40

CAplus(STN)

REGISTRY(STN)

专利名称(译)	芳基 - 乙烯取代的芳族化合物及其作为有机半导体的用途		
公开(公告)号	JP5155852B2	公开(公告)日	2013-03-06
申请号	JP2008506569	申请日	2006-04-11
[标]申请(专利权)人(译)	纳幕尔杜邦公司		
申请(专利权)人(译)	EI杜邦母鹿内穆尔 & Company公司		
当前申请(专利权)人(译)	EI杜邦母鹿内穆尔 & Company公司		
[标]发明人	メンホン エリックモーリススミス チェシュンス		
发明人	メン ホン エリック モーリス スミス チェ-シュン ス		
IPC分类号	H01L51/30 C07C15/60 C07C25/24 C07C13/28 C07C43/215 H01L51/05 H01L51/40 H01L29/786 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0058 C07C13/19 C07C13/567 C07C15/52 C07C15/56 C07C15/60 C07C15/62 C07C17/00 C07C17/14 C07C17/263 C07C22/08 C07C25/22 C07C25/24 C07C43/215 C07C46/00 C07C49/796 C07C50/24 C07C255/52 C07C321/28 C07C2601/14 C07C2603/18 C07C2603/24 C07C2603/44 C07C2603/50 C07C2603/52 C07D333/18 C07D495/04 C07F7/081 C08G61/02 C08G61/126 C08G2261 /3223 C08G2261/3422 C08G2261/411 C08G2261/413 C08G2261/92 H01L51/0038 H01L51/0052 H01L51/0054 H01L51/0059 H01L51/0067 H01L51/0068 H01L51/0074 H01L51/0094 H01L51/0541 H01L51/0545 H01L51/5012 H01L51/5048 Y02E10/549 Y02P70/521 C07C25/02		
FI分类号	H01L29/28.250.H C07C15/60.CSP C07C25/24 C07C13/28 C07C43/215 H01L29/28.100.A H01L29/28. 310.J H01L29/78.618.B H05B33/14.B H05B33/22.B H05B33/22.D		
代理人(译)	谷义 安倍晋三和夫		
优先权	60/672177 2005-04-15 US		
其他公开文献	JP2008538651A5 JP2008538651A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了芳基 - 乙烯芳族化合物及其作为有机半导体的用途。该化合物可用于电子器件，例如有机薄膜晶体管（OTFT），显示器件，发光二极管，光伏电池，光电探测器和存储器单元。还公开了制备这些芳基 - 乙烯芳族化合物的方法。

【化1】

