

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-トド* (参考)
C 0 7 D333/28		C 0 7 D333/28	3 K 0 0 7
	333/62		5 C 0 9 4
C 0 9 K 11/06	635	C 0 9 K 11/06	5 F 1 1 0
G 0 9 F 9/30	338	G 0 9 F 9/30	
	365		365 Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 131895(P2001 - 131895)

(22)出願日 平成13年4月27日(2001.4.27)

(71)出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72)発明者 時任 静士

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 井上 陽司

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(74)代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機化合物、半導体装置、有機 E L 素子並びに表示装置

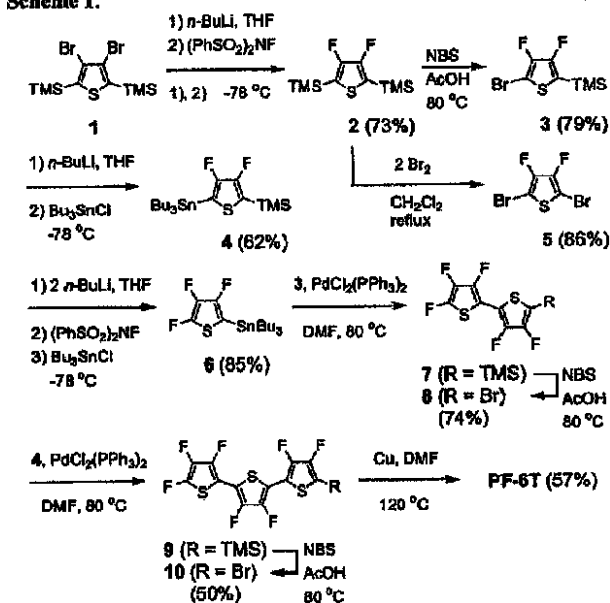
(57)【要約】

【課題】 キャリア移動度をさらに向上させることが可能な技術を提供することにある。

【解決手段】 チオフェン環構造を有するチオフェン誘導体の有機化合物において、前記チオフェン環の3, 4位がフッ素原子で置換された構成単位を含有するものである。

図 1

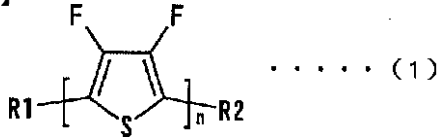
Scheme 1.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 チオフェン環構造を有するチオフェン誘導体の有機化合物において、前記チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有するものであることを特徴とするチオフェン誘導体の有機化合物。

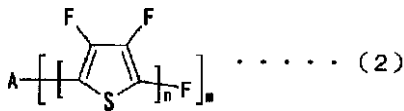
【化1】



ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【請求項2】 チオフェン環構造を有するチオフェン誘導体の有機化合物において、前記チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有するものであることを特徴とするチオフェン誘導体の有機化合物。

【化2】

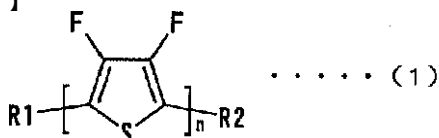


ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【請求項3】 チオフェン環構造を有するチオフェン誘導体の有機化合物において、前記チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であることを特徴とするチオフェン誘導体の有機化合物。

【請求項4】 基板上に設けられた第1の半導体領域あるいは第2の半導体領域との接合面を有する半導体装置において、前記第1の半導体領域は、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする半導体装置。

【化3】



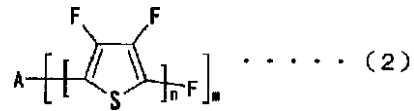
ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ

シ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【請求項5】 請求項4に記載の半導体装置において、有機トランジスタであることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】 基板上に有機化合物層を介在した一對の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなる有機EL素子において、前記有機化合物層が、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする有機EL素子。

【化4】

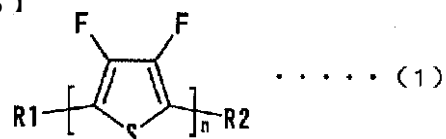


ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【請求項7】 基板上に有機化合物層を介在した一對の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなる有機EL素子において、前記有機化合物層が、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフェン誘導体を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする有機EL素子。

【請求項8】 基板上に発光層を介在した一對の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリクス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリクス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機トランジスタは基板上に設けられた第1の半導体領域あるいは第2の半導体領域との接合面を有し、前記第1の半導体領域が、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【化5】

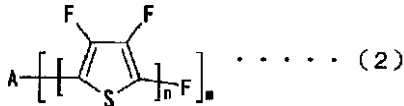


ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【請求項9】 基板上に発光層を介在した一對の第1の

電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリックス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリックス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一対の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【化6】

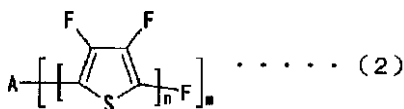


ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【請求項10】 基板上に発光層を介在した一対の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリックス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリックス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一対の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフェン誘導体を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【請求項11】 請求項8に記載の表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一対の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【化7】



ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【請求項12】 請求項8に記載の表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一対の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機

化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフェン誘導体を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、「有機EL素子」と記す)に関し、特に、有機薄膜トランジスタ(以下、「有機TFT」と記す)を駆動素子に使用するアクティブマトリクス駆動方式の有機EL表示装置に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、蛍光有機化合物あるいは燐光有機化合物を含む有機発光材料からなる有機物層(以下、「有機発光層」と記す)を少なくとも一方が透明な陽極と陰極とで挟んだ構造を持ち、陽極側から注入されたホールと陰極側から注入された電子が有機発光層中で再結合することで、きわめて高輝度で高効率な発光を得るEL素子である。

【0003】また、有機EL素子は、10V程度の低い印加電圧で1000cd/m²程度の高輝度を実現でき、また有機化合物を選択することで青から赤までの発光が実現できる自発光素子である。このために、視野角依存性がなく視認性に優れた表示が可能となるので、動画表示が可能な非常に軽量で薄型の平面ディスプレイが実現できるフルカラーディスプレイとして期待されている。

【0004】従来の有機EL素子の構造は、ITO付ガラス基板上にホール輸送層、発光層、電子輸送層三層の有機化合物層、それに金属陰極の構成が代表的であり、必要に応じて、発光層はホスト材料と10%以下のドーパント材料とから成る。ただし、ドーパントを含む場合は、ホストの有機分子からドーパント分子へのエネルギー移動によって、ドーパント分子が発光することになる。

【0005】有機EL素子を表示画素とした有機EL表示装置には、基板の上面に列方向の複数本の陽極を形成し、この陽極の上面に有機発光層を形成し、この有機発光層の上面に複数本の行方向の陰極を形成することによって、陽極と陰極とが交差する領域が画素領域となる有機EL素子を用いた単純マトリクス方式の有機EL表示装置と、ガラス基板に形成した複数個の有機EL素子ごとにそれぞれTFTを形成し、このTFTのスイッチングを表示用データに基づいて制御することによって、表示画素である有機EL素子に印加する電力を制御するアクティブマトリクス方式の有機EL表示装置とがある。特に近年では、有機EL表示装置に要求される画素数も増加しており、構造上走査線数を増やすことが困難な単

10

20

30

40

純マトリクス方式の有機EL表示装置に代わり、アクティブマトリクス方式の有機EL表示装置の開発が進展している。

【0006】このアクティブマトリクス方式の有機EL表示装置に用いられるTFTとしては、比較的大型のアクティブマトリクス液晶ディスプレイに使用されているアモルファスシリコン薄膜を用いたTFTや、このアモルファスシリコンTFTよりも高性能のポリシリコンTFT等のシリコン系TFTがある。このシリコン系TFTを用いたアクティブマトリクス方式の有機EL表示装置は、2インチ、5インチクラスでの試作品も報告されており、最近活発化している有機EL表示装置にも適用されている。しかしながら、これらシリコン系TFTの形成には、複雑で高温のプロセスを経る必要があるために、製造コストが高くなってしまおうと共に、その製造に多くのエネルギーが必要である。

【0007】このために、作製プロセスの簡単化と低温化を目指して、有機化合物を活性層に用いたトランジスタの研究が行われている。特に、低温プロセスはコスト面だけでなく、プラスチックフィルム上へのTFT構築を可能にするので、ガラス基板を使った有機EL表示装置ものに比べ、柔軟で軽量の有機EL表示装置が実現できる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、前記従来技術を検討した結果、以下の問題点を見いだした。従来の有機化合物を活性層に活用したトランジスタの研究は、電界効果型トランジスタ(FET)に集中している。例えば、Garnierらは、低分子系の有機化合物である -セキシフェニルを活性層に用いて、高いキャリア移動度の有機TFTを製作している。この -セキシフェニルのトランジスタで高い移動度が得られる理由は、この有機化合物が分子結晶を作る性質が強いため分子間のキャリア移動が容易であるためと推測されている。

【0009】しかしながら、 -セキシフェニルを活性層に用いた有機TFTでは、現在達成されている最も高い移動度は $0.03 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、アモルファスシリコンの $0.5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ よりは低いのが実状である。また、理論的な研究から現状の -セキシフェニルの限界移動度は、電子-フォノン相互作用が大きいために、 $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度であるとの結果も出されている。

【0010】一方、(IEEE, Transactions on Electron Devices, vol. 44, No. 8, pp1325 (1997))に開示される技術では、多環芳香族であるペンタセン蒸着膜を活性層に活用した有機TFTにより、 $0.7 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ というアモルファスシリコン並の電子移動度が得られたことも報告されている。また、この有機TFTで

は、オン/オフ比としては 10^8 という値を示すことが報告されている。しかしながら、高性能で駆動回路も形成することが可能なポリシリコンTFTに比較するとキャリア移動度は十分とはいえず、さらなるキャリア移動度の改善が切望されている。

【0011】これまで報告された報告例の大多数は移動キャリアがホールであるpタイプのものであり、nタイプの有機FETの例は非常に少ない。報告されている1例としては、(Nature, vol. 404, 478 (2000))に開示される技術があり、ナフタレン誘導体で有機溶剤からの大気中での成膜によって作製した有機TFTがある。キャリア移動度として $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の値しか得られていない。

【0012】また、従来の有機EL素子に一般に用いられている有機化合物の電子移動度は $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下であり、最も典型的なキノリノールアルミ錯体(Alq_3)の電子移動度も $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度である。すなわち、キノリノールアルミ錯体(Alq_3)を発光層に用いた有機EL素子であっても、その電子移動度は最も代表的なホール輸送性化合物の3級アミン誘導体の $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に比較して3桁も低い値である。このために高い駆動電圧が必要となり、有機EL素子の寿命を縮めることとなっているので、如何に電子移動度の高い有機化合物を開発するかが大きな課題となっている。

【0013】また、有機EL素子の寿命に係わる駆動電圧を低下させる方法としては、発光効率の改善があり、ホール輸送層側から注入されたホールを発光層内に閉じ込めて電子との再結合確率を高めることによって、発光効率が改善されることが知られており、さらなる発光効率の向上が要望されている。さらには、生成した発光層有機分子の励起子を発光層内に閉じ込めることによって発光効率が改善されることが知られている。その指針としては、最低非占有分子軌道(LUMO)と最高占有分子軌道(HOMO)とのエネルギーギャップが大きく、HOMOレベルが深いことが挙げられる。これらは、蛍光発光及び燐光発光の素子を問わず共通している。

【0014】本発明の目的は、キャリア移動度をさらに向上させることが可能な技術を提供することにある。

【0015】本発明の他の目的は、駆動電圧を低くすることが可能な技術を提供することにある。

【0016】本発明のその他の目的は、有機EL素子の安定性を向上させることが可能な技術を提供することにある。

【0017】本発明のその他の目的は、有機EL素子あるいは有機FETの有機化合物層に適した有機化合物を提供することにある。

【0018】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らか

になるであろう。

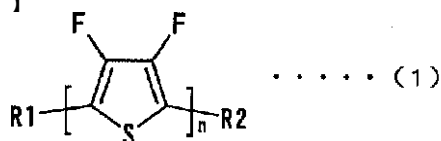
【0019】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0020】(1)チオフエン環構造を有するチオフエン誘導体の有機化合物において、前記チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有する。

【0021】

【化8】

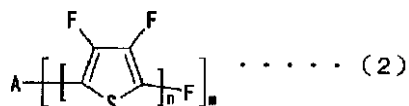


ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【0022】(2)チオフエン環構造を有するチオフエン誘導体の有機化合物において、前記チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する。

【0023】

【化9】



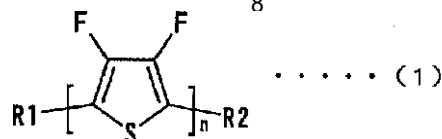
ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【0024】(3)チオフエン環構造を有するチオフエン誘導体の有機化合物において、前記チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフエン誘導体であり、nが2以上である。

【0025】(4)基板上に設けられた第1の半導体領域あるいは第2の半導体領域との接合面を有する半導体装置において、前記第1の半導体領域は、チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする半導体装置。

【0026】

【化10】

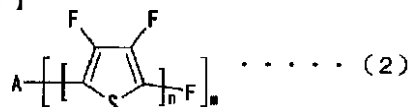


ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

10 【0027】(5)基板上に有機化合物層を介した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなる有機EL素子において、前記有機化合物層が、チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成される。

【0028】

【化11】



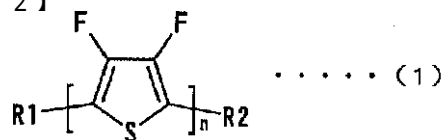
20 ただし、Aは2,3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2,3あるいは4である。

【0029】(6)基板上に有機化合物層を介した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなる有機EL素子において、前記有機化合物層が、チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフエン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフエン誘導体を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする有機EL素子。

【0030】(7)基板上に発光層を介した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリクス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリクス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機トランジスタは基板上に設けられた第1の半導体領域あるいは第2の半導体領域との接合面を有し、前記第1の半導体領域が、チオフエン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成されることを特徴とする表示装置。

【0031】

【化12】

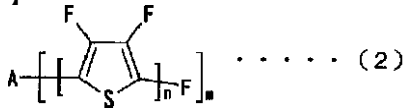


ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【0032】(8) 基板上に発光層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリクス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリクス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成される。

【0033】

【化13】



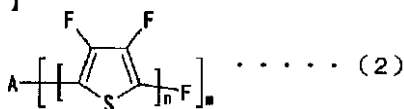
ただし、Aは2、3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2、3あるいは4である。

【0034】(9) 基板上に発光層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備えてなるマトリクス状に配置された有機EL素子と、前記有機EL素子に供給する駆動電力の制御を行うマトリクス状に配置された有機トランジスタとを有する表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフェン誘導体を含有する有機化合物により形成される。

【0035】(10) 前述した(7)に記載の表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有する有機化合物により形成される。

【0036】

【化14】



ただし、Aは2、3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸

素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2、3あるいは4である。

【0037】(11) 前述した(7)に記載の表示装置において、前記有機EL素子は、基板上に有機化合物層を介在した一对の第1の電極層と第2の電極層とを備え、前記有機化合物層はチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるフッ素化チオフェン誘導体を含有する有機化合物により形成される。

【0038】 前述した手段によれば、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(1)で表される構成単位を含有するチオフェン誘導体の有機化合物のように、チオフェン環の3,4位を強い電子吸引基であるフッ素原子で置換したチオフェン誘導体は、高い親和力を有することになるので、最高占有分子軌道(HOMO)が深い位置になると推測され、優れた電子輸送性が期待できる。さらに、C(炭素)-F(フッ素)は強い結合力であり化学的安定性の面での期待できる。

【0039】 一方では、一般式(1)で表されるチオフェン誘導体の有機化合物は、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が直鎖状に配列する構造となるので、分子間力が弱く、低い温度で蒸発させることができ、化合物に加熱によるダメージを与えることなく、真空蒸着法で薄膜を作製できる。また、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が直鎖状に配列する構造となるので、平面性に優れ、高い結晶性が期待できる。

【0040】 これらの特徴から、一般式(1)で表されるフッ素化チオフェン誘導体は、高い電子移動度を持ったnタイプの有機半導体装置に好適となる。特に、直鎖状のオリゴチオフェンは、平面性に優れ高い結晶性が期待できる。そのため、分子間の電子伝導が容易であることが期待される。従って、一般式(1)で表されるフッ素化チオフェン誘導体を半導体装置の活性層に用いることで高性能で安定な半導体装置が提供できる。

【0041】 また、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された一般式(2)で表される構成単位を含有するチオフェン誘導体の有機化合物、あるいはチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、nが2以上であるチオフェン誘導体の有機化合物のように、チオフェン環の3,4位を強い電子吸引基であるフッ素原子で置換したチオフェン誘導体は、高い親和力を有することになるので、優れた電子輸送性が期待できる。また、最高占有分子軌道(HOMO)が深い位置になると推測される。さらに、C(炭素)-F(フッ素)は強い結合力であり化学的安定性の面での期待できる。

【0042】 一方、一般式(2)で表されるフッ素化チ

オフェン誘導体でm = 3以上のものは、3, 4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が立体的に配列する構造となるので、結晶化しにくい。

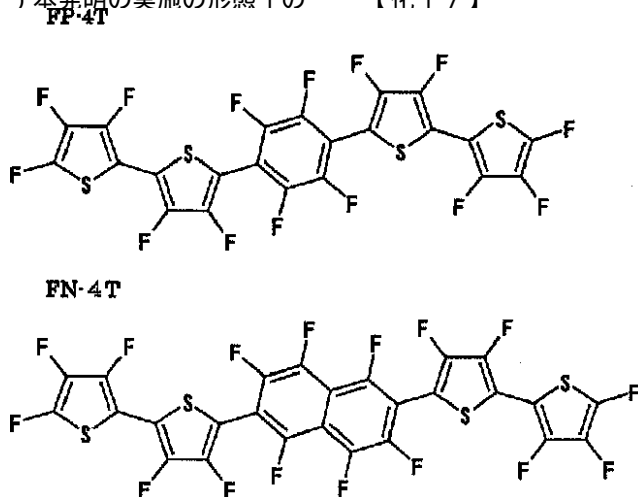
【0043】これらの特徴から、一般式(2)で表されるフッ素化チオフェン誘導体は、有機EL素子に好適であり、高い電子移動度を持った電子輸送化合物となる。また、一般式(2)あるいは $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体は、ホールおよび生成した励起子を発光層内に閉じ込めることができるので、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であっても、耐久性に優れた有機EL素子が提供できる。

【0044】従って、有機EL素子をマトリックス状に配置して表示画素を形成し、これらの各有機EL素子のそれぞれに対応した有機トランジスタによって、表示画素を形成する有機EL素子を駆動する表示装置に対して、これらの有機トランジスタ及び/又は有機EL素子を使用することによって、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であっても耐久性に優れた表示装置が提供できる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明について、発明の実施の形態(実施例)とともに図面を参照して詳細に説明する。なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0046】(実施の形態1)本発明の実施の形態1の*

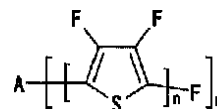


【化18】

*有機化合物であるフッ素化チオフェン誘導体は、3, 4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環を少なくとも2個以上含むチオフェン誘導体であり、その基本構造は(化15)で表される。典型的には(化16)のように直線的にチオフェン環が連結したオリゴチオフェンがある。また、フッ素化チオフェンは、(化17)(化18)に示すように、他の芳香環を介して結合されても良い。

【0047】

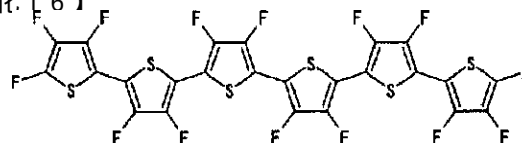
【化15】



ただし、Aは2, 3あるいは4価の縮合芳香環基、縮合複素芳香環基、または、直接ないしは炭素、水素、酸素、窒素、硫黄原子からなる非芳香環構造単位を表し、nは1~10の整数であり、mは2, 3あるいは4である。

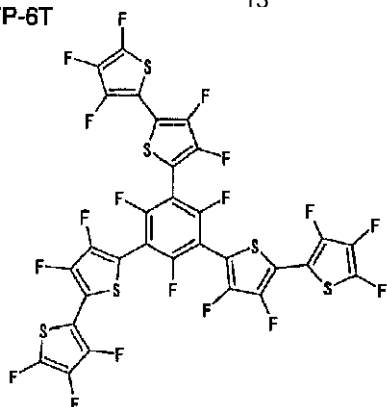
20 【0048】

【化16】



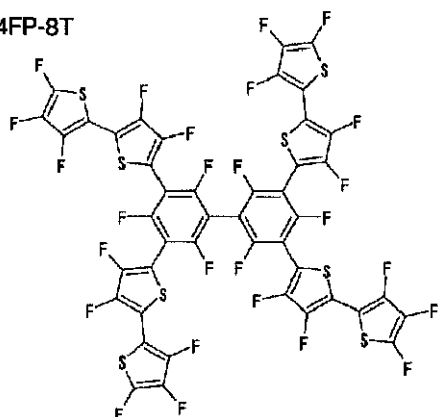
【化17】

3FP-6T



13

4FP-8T



【0049】このように、実施の形態1の有機化合物では、チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された(化15)の構成単位を含有するチオフェン誘導体の有機化合物、あるいはチオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換された、 $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表されるフッ素化チオフェン誘導体であり、 n が2以上であるチオフェン誘導体の有機化合物のように、チオフェン環の3,4位を強い電子吸引基であるフッ素原子で置換したチオフェン誘導体は、高い親和力を有することになるので、優れた電子輸送性が期待できる。また、最高占有分子軌道(HOMO)が深い位置になると推測される。さらに、C(炭素)-F(フッ素)は強い結合力であり化学的安定性の面での期待できる。

【0050】一方、(化15)で表されるフッ素化チオフェン誘導体で $m=3$ 以上のものは、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が立体的等の非直線的に配列する構造、すなわちアモルファスな構造となるので、結晶化しにくい。

【0051】これらの特徴から、(化15)で表される実施の形態1のフッ素化チオフェン誘導体は、アモルファスな膜で比較的良好な特性を示す有機EL素子に好適であり、高い電子移動度を持った電子輸送化合物となる。また、(化15)あるいは $C_{4n}F_{2n+2}S_n$ の一般式で表される実施の形態1のフッ素化チオフェン誘導体は、ホールおよび生成した励起子を発光層内に閉じ込めることができるので、有機EL素子に適用することによって、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL

14

素子であっても、耐久性に優れた有機EL素子が提供できる。

【0052】次に、フッ素化セキシチオフェン(化16)の合成法を、図1に示すスキームに沿って説明する。

【0053】まず、トリメチルシリル(TMS)でブロックした3,4-ジプロモチオフェン(1)と $n-BuLi$ との反応によって、リチウム化および(PbSO₂)₂NFとの反応を-78で行い、(1)と3,4-ジフルオロ-2,5-ビス(トリエチルシリル)チオフェン(2)との混合物が得られた。

【0054】この混合物から(2)を分離し、この分離された(2)とN-ブロモサクシイミド(NBS)とを80で反応させることにより、モノプロモチオフェン(3)を79%の収率で得た。

【0055】次に、(3)のリチウム化と Bu_3SnCl との反応でトリブチルスズで置換された化合物(4)が、67%の収率で得られた。化合物(2)からは臭素によるブロム化によって、化合物(5)を得た。この化合物(5)を2等量の $n-BuLi$ 、(PhSO₂)₂NF、それに Bu_3SnCl と-78で反応させてトリフルオレオチオフェン(6)を85%の収率で得た。次に、 $PdCl_2(PPh_3)_2$ 存在下で化合物(3)と(6)とのカップリング反応によってピチオフェン(7)が得られ、このピチオフェン(7)をNBSで処理することで、パーフルオロ-5-プロモピチオフェン(8)が74%の収率で得られた。化合物(4)と(8)とのカップリング反応でブロム化されたチオフェン誘導体(10)が得られた。最後にDMF中でのウルマン反応で、フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)が収率57%で得られた。

【0056】フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)は、一般的な高純度精製法である昇華法で高純化した。得られた精製物の結晶は、トルエンなどの有機溶媒に一部可溶であった。また、結晶ではオレンジの蛍光を示し、溶液では青緑の蛍光を示した。

【0057】図2はフッ素化セキシチオフェン(PF-6T)の励起スペクトルと蛍光スペクトルとを示した図である。この図2から明らかなように、フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)では、スペクトルが短波長側すなわち高エネルギー側へ移動していることから、バンドギャップが大きくなっていることを示しており、最高占有分子軌道(HOMO)レベルが深くなる予測と一致した。

【0058】また、フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)は、DSC(示差走査熱量計)を使った熱分析では、昇温過程では286の融点が認められた。

【0059】本発明の有機化合物である3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環を少なくとも2個以上含むチオフェン誘導体は、後述する有機EL素子以外に

も、電子写真感光体、光電変換素子、太陽電池、トランジスタ、イメージセンサ等の適用できる。

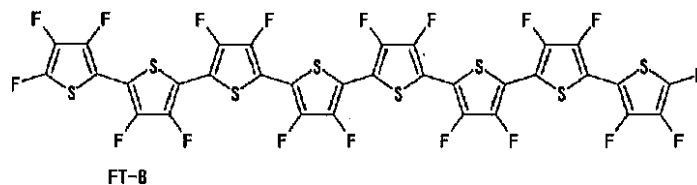
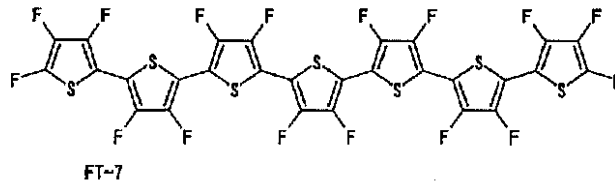
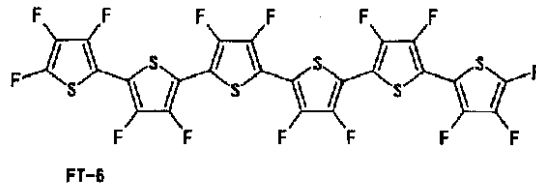
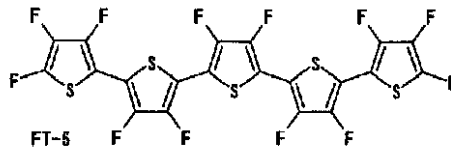
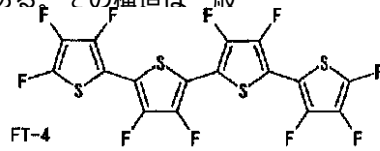
【0060】(実施の形態2)本発明の実施の形態2の有機化合物であるフッ素化チオフェン誘導体は、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環を少なくとも2個以上含むチオフェン誘導体である。その構造は一般*

*式(1)で表される。

【0061】典型的には、(化19)のように直線的にチオフェン環が連結したオリゴチオフェンがある。

【0062】

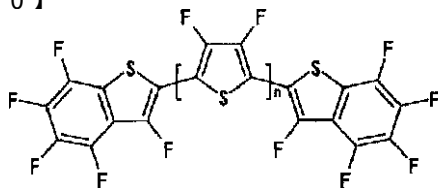
【化19】



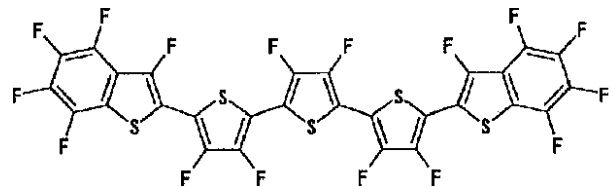
また、フッ素化オリゴチオフェンの両側に他の芳香環が結合されても良い。その例が(化20)、(化21)である。

【0063】

【化20】



【化21】



40

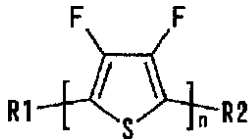
3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環を少なくとも2個以上含むチオフェン誘導体である実施の形態2のチオフェン誘導体は、チオフェン環の3,4位を強い電子吸引基であるフッ素原子で置換したチオフェン誘導体は、高い親和力を有することになるので、優れた電子輸送性が期待できる。また、最高占有分子軌道(HOMO)が深い位置になると推測される。さらに、C(炭素)-F(フッ素)は強い結合力であり化学的安定性の面で期待できる。

50 【0064】一方では、(化22)で表されるチオフェ

ン誘導体の有機化合物は、3, 4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が直鎖状に配列する構造となるので、分子間力が弱く、低い温度で蒸発させることができ、化合物に熱によるダメージを与えることなく、真空蒸着法で薄膜を作製できる。また、3, 4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環が直鎖状に配列する構造となるので、平面性に優れ、高い結晶性が期待できる。

【0065】

【化22】



ただし、式中、R1およびR2はアルキル基、アルコキシ基、複素環または縮合環の何れかを表し、またR1とR2とは同じでもよく、nは1以上の整数である。

【0066】これらの特徴から、実施の形態2のフッ素化チオフェン誘導体は、高い電子移動度を持ったnタイプの有機トランジスタに好適となる。特に、直鎖状のオリゴチオフェンは、平面性に優れ高い結晶性が期待できる。そのため、分子間の電子伝導が容易であることが期待される。従って、実施の形態2のフッ素化チオフェン誘導体を半導体装置の一例である有機トランジスタの活性層に用いることで高性能で安定な有機トランジスタが提供できる。

【0067】(実施の形態3) 図3は本発明の実施の形態3の有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子と記す)の概略構成を説明するための図である。

【0068】図3において、301は陰極、302は電子輸送層、303は発光層、304はホール輸送層、305は陽極、306はガラス基板を示す。

【0069】図3から明らかなように、実施の形態3の有機EL素子は、基板となるガラス基板306上に形成される構造となっており、このガラス基板306上に例えばITO(インジウム・スズ酸化物)を堆積して作製した陽極305が形成される。なお、陽極305としては、ITOの他に酸化インジウム、酸化スズ又は酸化インジウム酸化亜鉛合金が好ましい。また、金、白金、銀、マグネシウム等の金属の薄膜や、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、それらの誘導体等の有機材料も使用可能である。

【0070】この陽極305の上にはピラゾリン誘導体を堆積して作製したホール輸送層304が形成され、このホール輸送層304の上にキノリノールアルミ錯体(Alq3)を堆積して作製した発光層303が形成されている。この発光層303の上には、フッ素化チオフェン誘導体としてテトラフルオロチフェン(PF-6T)を堆積して作製した電子輸送層302が形成され、

この電子輸送層302の上に安定性と電子注入性を両立させるためにMg(マグネシウム)とAg(銀)との2種の材料を含む層である陰極301が形成されている。

【0071】このように、実施の形態3の有機EL素子では、3, 4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を含有する材料で電子輸送層302を形成した構造となっている。このとき、フッ素原子は強い電子吸引基であり、そのためフッ素化されたチオフェン誘導体は高い電子親和力を持ち優れた電子輸送性を有する。また、HOMO(最高占有分子軌道)レベルが深い位置にある。さらに、C-F(炭素原子とフッ素原子との結合)は強い結合力であり、化学的に安定性がある。

【0072】これらの特徴から、フッ素化チオフェン誘導体は高い電子移動度を持った電子輸送化合物となる。また、ホールおよび生成した励起子を発光層内に閉じ込めることができる。その結果、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であり、耐久性に優れた有機EL素子ができる。

【0073】ただし、前述の構造において、ホール輸送層304を形成するホール輸送性化合物としては、ピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリアルアミン誘導体、オキサゾール誘導体、カルバゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ポリフィリン誘導体(フタロシアニン等)、芳香族三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、ブタジエン化合物、ベンジジン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体、スターバーストポリアミン誘導体等が使用可能である。また、高分子としては、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体、ポリフェニレンピニレン誘導体、ポリフェニレン、ポリチオフェン、ポリメチルフェニルシラン、ポリアニリンポリアリアルカン誘導体等が利用できる。

【0074】また、発光層303は、電子輸送性であってもホール輸送性であってもよい。発光層は少なくとも一種の発光材料を含有する。発光材料は励起されて蛍光あるいは磷光を発することのできるものであれば、従って、前述するキノリノールアルミ錯体の他に、例えばオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ジスチリルベンゼン化合物、ブタジエン化合物、オリゴフェニレン化合物及びシアニン化合物、アクリジン化合物、キノリン化合物、8-セドロキシキノリン化合物の

金属錯体、希土類錯体などの蛍光化合物が使用可能である。燐光としては、イリジウムや白金を中心金属として化合物(Proceeding of SPIE Vol. 4105 (2001) pp. 119)が有名である。さらには、発光層に高分子発光材料を用いることも好ましい。高分子発光材料の例としては、ポリ-p-フェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン誘導体等の共役系高分子や、トリフェニルアミン等を主鎖や側鎖に導入した高分子等が挙げられる。高分子発光材料に低分子発光材料を混合して使用し

てもよい。
【0075】また、陰極301には仕事関数の低いLi(リチウム)、K(カリウム)、Na(ナトリウム)等のアルカリ金属や、Mg(マグネシウム)、Ca(カルシウム)等のアルカリ土類金属を用いるのが、電子注入性の観点から好ましい。また、安定なAl等を用いるのも好ましい。安定性と電子注入性を両立させるために2種以上の材料を含む層にしてもよく、それらの材料については特開平2-15595、特開平5-121172等に記載される。

【0076】また、陰極301と陽極305とは、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法等の公知の方法で形成できる。また、これらの電極(特に、EL透過電極)のパターニングは、フォトリソグラフィ等による周知の化学的エッチング、レーザー等を用いた物理的エッチング等により行うのが好ましい。また、マスクを重ねて真空蒸着やスパッタリング等を行なってパターニングしてもよい。

【0077】さらには、基板として通常ガラス基板306の他に、プラスチック基板を使用することができ
る。基板として用いるプラスチックは、耐熱性、寸法安定性、耐溶剤性、電気絶縁性、加工性、低通気性及び低吸湿性に優れていることが必要である。このようなプラスチックとしては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリイミド等がある。図3中では上面側となる基板の電極側の面、電極と反対側の面すなわち図3中では上面側、又はその両方に周知の透湿防止層(ガスバリア層)を設置するのが好ましい。この透湿防止層を構成する材料としては、窒化ケイ素や酸化ケイ
素等の無機物が好ましい。透湿防止層は、高周波スパッタリング法等により成膜できる。また、必要に応じてハードコート層やアンダーコート層を設けてもよい。

【0078】なお、本実施の形態の有機EL素子では、フッ素化チオフェン誘導体を含有する電子輸送層302の上に陰極301を設ける構造としたが、電子輸送層302と陰極301との間に、セシウム、バリウム、カルシウム、ストロンチウム等のアルカリ金属やアルカリ土類金属の薄膜層(0.01~10nm程度)を挟んでもよい。

【0079】また、本実施の形態の有機EL素子では、ガラス基板306の上に陰極301と陽極305との間に一層もしくは複数の有機化合物層を形成した素子の内の(陽極305/ホール輸送層304/発光層303/電子輸送層302/陰極301)の構成の有機EL素子の場合について説明したが、これに限定されることはなく、(陽極305/ホール輸送層304/発光層303/陰極301)、(陽極305/発光層303/電子輸送層302/陰極301)等の素子構造でもよい。これらの構造の有機EL素子でも、電子輸送層302以外の層にフッ素化チオフェン誘導体を含有することができるが、電子輸送層302に用いるのが最も効果大きい。

【0080】さらには、本実施の形態の有機EL素子では、フッ素化チオフェン誘導体を含有する材料で電子輸送層302のみを形成する場合について説明したが、フッ素化チオフェン誘導体は発光層303、ホール輸送層304にも用いることができる。しかしながら、好ましくはブロック層を兼ねた電子輸送層302として用いるのが、最も高効率で信頼性の高い有機ELを作製でき
る。

【0081】次に、フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)を電子輸送層302に用いた有機EL素子の製造方法を説明する。

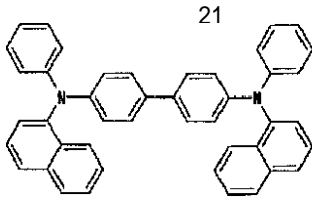
【0082】《実施例1》陽極305として膜厚が160nmのITOを堆積したガラス基板306を有機溶媒での洗浄後に、紫外線照射によるオゾン処理を行う。次に、オゾン処理後のガラス基板306を真空蒸着装置内に取り付け、 10^{-6} Torrレベルに減圧する。

【0083】次に、ホール輸送層304として(化23)に示すN、N'-ジフェニル-N,N'-ジナフチル-1'-ピフェニル-4,4'-ジアミン(-NPD)を蒸着速度約5nm/minで約50nm形成する。このホール輸送層304上に、発光層303として(化24)に示すキノリノールアルミ錯体(Alq3)を、約30nmに形成する。次に、発光層303の上に電子輸送層302として本発明であるフッ素化セキシチオフェン(PF-6T)を40nm形成する。この電子輸送層302の形成は、例えば、他の有機層と同様に、真空度 10^{-6} Torrの条件下、加熱するつばから、室温(20)条件、蒸着速度が毎分3nmで40nmに形成する。最後に、MgAgの合金を10:1の比率で蒸着して陰極301を形成する。

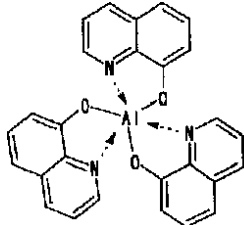
【0084】このように形成された本願発明の有機EL素子のITO側にプラス、MgAg陰極側にマイナスの直流電圧を印加した結果、3Vから発光し、外部発光量子効率として1.5%が達成できた。また、この有機EL素子は、乾燥窒素下での連続駆動でも比較的安定に発光が維持されることが確認できた。

【0085】

【化23】



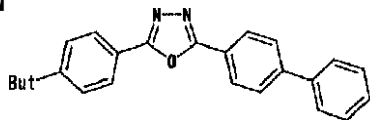
【化24】



また、この実施例1のフッ素化セキシチオフェン(PF-6T)の代わりに、代表的な電子輸送材料であるオキサジアゾール誘導体(化25)を膜厚40nmで形成して電子輸送層302とした有機EL素子では、発光開始電圧は5Vであり、連続駆動での輝度は不安定であった。

【0086】

【化25】



この結果からも明らかなように、電子輸送層302をフッ素化セキシチオフェン(PF-6T)で形成することによって、駆動電圧が低く発光量子効率が高く、耐久性に優れた有機EL素子が作製できる。

【0087】《実施例2》実施例2として、前述の実施例1の電子輸送層302であるフッ素化セキシチオフェン(PF-6T)の代わりに、スターバースト状チオフェン誘導体(化18)を電子輸送層として用いた。膜厚は同じ40nmとした。ただし、この有機EL素子の製造条件は、実施例1と同じである。

【0088】このように形成された本願発明の有機EL素子に、直流電圧を印加した結果、約3Vから発光し、外部発光量子効率として1.5%、エネルギー効率として21m/Wが得られた。また、発光も安定であった。

【0089】この結果からも明らかなように、電子輸送層302をスターバースト状のチオフェン誘導体で形成した場合であっても、駆動電圧が低く発光量子効率が高く、耐久性に優れた有機EL素子が作製できる。

【0090】以上、実施例2,3の結果から本発明のチオフェン誘導体は明らかに金属陰極から電子を注入され、発光層まで輸送していることが明らかとなった。

【0091】(実施の形態4)図4は本発明の実施の形態4の有機トランジスタの概略構成を説明するための図である。

【0092】図4において、401はソース電極(ソー

ス電極領域)、402はドレイン電極、403は活性層(有機半導体層)、404はゲート絶縁膜(絶縁層)、405はゲート電極を示す。

【0093】図4から明らかなように、実施の形態4の有機トランジスタは、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を含む材料で作製された活性層403の上部に、ソース電極401とドレイン電極402とがそれぞれ所定の距離離間されて形成されている。また、活性層403の下部には、ゲート絶縁膜404が形成され、このゲート絶縁膜404の下部にゲート電極405が形成されている。すなわち、実施の形態4の有機トランジスタは、ソース電極401とドレイン電極402との間の電流通路である活性層403の導電性を、絶縁層であるゲート絶縁膜404を介して設けられたゲート電極405によって制御する電解効果型の有機トランジスタ(有機FET)である。ただし、p型の性質を示す他の有機化合物と組み合わせることによって、pn接合を利用したヘテロ接合の有機トランジスタも構築できることはいうまでもない。

【0094】ただし、ゲート電極405としては、金、白金、クロム、パラジウム、アルミニウム、インジウム、モリブデン、低抵抗ポリシリコン、低抵抗アモルファスシリコン等の金属や、錫酸化物、酸化インジウムおよびインジウム・錫酸化物(ITO)等を用いるのが一般的である。しかしながら、これらの材料に限られるわけではなく、また、これらの材料を2種以上使用しても差し支えない。ゲート電極405等の金属膜を設ける方法としては蒸着、スパッタリング、メッキ、各種CVD成長の方法がある。また、本願発明の有機トランジスタの使用目的に応じては、ゲート電極405と有機トランジスタ形成する図示しない基板とを兼ね、この基板としてシリコンウエハー、ステンレス板、銅版等の導電性の板を用いることも可能である。

【0095】また、ゲート絶縁膜404としては、絶縁性のものであれば無機、有機の何れの材料でもよく、一般的には酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、ポリエチレン、ポリエステル、ポリイミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリパラキシレン、ポリアクリロニトリルおよび各種絶縁性LB膜等を用いるが、これらの材料を2つ以上併せて用いてもよい。これらの絶縁膜の作製法としては、特に制限はなく、例えば周知のCVD法、プラズマCVD法、プラズマ重合法、蒸着法、スピンコーティング法、ディッピング法、クラスタイオンビーム蒸着法およびLB法などがあり、何れの作製法でも適用可能である。また、シリコンウエハーがゲート電極405と図示しない基板とを兼ねて構成されている場合には、ゲート絶縁膜404としてはシリコンの熱酸化法等によって得られる酸化シリコン膜が好適である。

【0096】また、活性層403となる有機半導体薄膜

の作製法としては、周知の真空蒸着法、分子線エピタキシャル成長法、イオンクラスタービーム法等が挙げられ、材料に応じて使用できる。ただし、これら有機半導体からなる薄膜の膜厚としては、特に制限はないが、得られた有機トランジスタの特性は、有機半導体からなる活性層の膜厚に大きく左右される場合が多く、その膜厚は、有機半導体により異なるが、一般に3000オングストローム以下が好ましい。

【0097】さらには、基板には絶縁性の材料であればいずれも使用可能であり、具体的には、ガラス、アルミナ焼結体やポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリフェニレンスルフィド膜、ポリパラキシレン膜などの各種絶縁性プラスチックなどが使用可能である。以下に、さらに具体的な実施例を述べるが、もちろんこれをもって本発明を限定するものではない。

【0098】《実施例3》図5は本願発明の一実施例である有機FETの概略構成を説明するための断面図である。図5において、501は基板を示す。

【0099】図5に示す有機FETでは、まず有機洗浄したガラス基板501の上部にNi（ニッケル）を堆積してゲート電極305を形成し、このゲート電極305の上部にゲート酸化膜304としてSiO₂を堆積した。この後に、ゲート酸化膜304の上部にドレイン電極302となるPt（白金）をイオンビームスパッタ法で形成した。各電極のパターンニングは、周知のフォトリソグラフィとリフトオフとによって行った。なお、ゲート幅は240μm、ゲート長は44μmとした。ゲート酸化膜の厚みは170nmとした。このゲート酸化膜表面はオクタデシルチルクロロシランのヘキサン溶液で処理した。

【0100】次に、基板501を真空蒸着装置にセットし、フッ素化セキシチオフェン（PF-6T）を蒸発源のつばに充填し、真空度10⁻⁷Torr下、室温（20℃）条件、蒸着速度を毎分3nmで厚さ100nmのPF-6薄膜を形成し、活性層303とした。

【0101】この有機FET素子を乾燥窒素中で半導体パラメータアナライザーで解析した結果、キャリア移動度として1cm²/Vsの高移動度が得られた。また、オン/オフ電流比としては10³が得られた。

【0102】一方、活性層303として、従来の水酸化セキシチオフェンを用いた場合は、キャリア移動度として0.1cm²/Vs、オン/オフ電流比として10³が得られた。

【0103】このとき、フッ素化された有機化合物である3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を含有する材料で活性層303を作製することによって、フッ素原子の強い電子吸引力によりチオフェン環自身が電子欠乏になる。その結果、活性層303は強いn型を示すこととなるので、本願発明の有機FETはn型

の有機FETとなる。すなわち、電子の輸送能力が高くなる。その結果、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を含有する材料で活性層303を作製することによって、高性能の有機トランジスタが得られる。

【0104】本実施の形態4の有機FETの活性層303に用いるフッ素化チオフェン誘導体は、前述の実施の形態3に示す、3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン環を少なくとも2個以上含むチオフェン誘導体である。また、このフッ素化チオフェン誘導体としては、前述するもの以外にも、実施の形態2の（化19）のように、直線的にチオフェン環が連結したオリゴチオフェンがある。また、フッ素化オリゴチオフェンは、実施の形態2の（化21）に示すように、他の芳香環を介して結合されても良い。

【0105】なお、有機FETの活性層303に用いるフッ素化チオフェン誘導体としては、前述する一般式（1）のn=1の場合となるチオフェン環が1個以上のフッ素化チオフェン誘導体を用いることが可能である。しかしながら、有機FETの場合には、結晶性を高めるために、（化16）に示すフッ素化セキシチオフェンのように、直線的な構造を有する誘導体が望ましい。

【0106】（実施の形態5）図6は本発明の実施の形態5の表示装置の概略構成を説明するための図である。図6において、601は陰極、602は有機層、603は有機TFT、604は陽極、605はガラス基板を示す。

【0107】図6に示すように、実施の形態5の表示装置は、実施の形態3の有機EL素子をマトリクス状に配置して表示画素を形成し、これらの各有機EL素子のそれぞれに対応した実施の形態4の有機トランジスタによって、表示画素となる有機EL素子を駆動するアクティブマトリクス方式の表示装置である。この表示装置では、ITOで形成される各陽極604毎に形成される有機EL画素の近くに有機TFT603を形成し画素を動作させる構成となっている。また、各画素毎の有機TFT603は2個以上必要であり、一方はスイッチング用の有機TFT603であり、他方は対応する画素へ電流を流す駆動用の有機TFT603である。

【0108】すなわち、本実施の形態5の表示装置では、表示装置を製造する際の基板となるガラス基板605の上部には、例えば図示しない周知の複数の電極線（スイッチング用の有機TFT603の動作を制御する選択線、及びこのスイッチング用の有機TFT603の電源となる信号線、並びにスイッチング用の有機TFT603に駆動され画素となる有機EL素子に電流を供給する駆動用の有機TFT603の電源となる電圧供給線）がマトリクス状に形成されており、この電極線がそれぞれ各画素毎に配列されるスイッチング用及び駆動用の有機TFT603に接続される構成となっている。

【0109】また、ガラス基板605上には、それぞれが接続しないように形成されたITOの島がマトリクス状に配列された複数の陽極604が形成されており、それぞれの陽極604の領域が1つの画素を構成している。それぞれの陽極604には駆動用の有機TFT603が接続されており、この駆動用のTFT603を駆動することにより、図示しない電圧供給線から駆動電力が供給される陽極604に供給される構成となっている。ただし、実施の形態5の表示装置では、有機TFT603は各画素の頂点部分に配置される構成となっている。

【0110】陽極604の上部には電子輸送層、及び発光層、並びにホール輸送層の全てを備える有機層602がシート状に形成され、この有機層602の上部にMgAgの陰極601が形成されている。

【0111】このように、実施の形態5の表示装置は、実施の形態3の有機EL素子をマトリクス状に配置して表示画素を形成し、これらの画素のそれぞれに対応した実施の形態4の有機TFT603によって、各画素を駆動する構成となっているので、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であっても耐久性に優れた表示装置が提供できる。

【0112】このような構成とすることによって、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であっても耐久性に優れた表示装置が提供できる。

【0113】以上、本発明者によってなされた発明を、前記発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記発明の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0114】**【発明の効果】**本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

【0115】(1)チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を活性層に用いた半導体装置は、化学的に安定性し、高い電子移動度を持ったnタイプの有機半導体装置を得ることができる。

【0116】(2)チオフェン環の3,4位がフッ素原

*子で置換されたチオフェン誘導体を電子輸送層に用いた有機EL素子は、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であって、耐久性に優れた有機EL素子が提供できる。

【0117】(3)チオフェン環の3,4位がフッ素原子で置換されたチオフェン誘導体を活性層に用いた半導体装置及び/又は有機EL素子で表示装置を形成した場合には、駆動電圧が低く発光量子効率が高い有機EL素子であっても耐久性に優れた表示装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】フッ素化セキシチオフェンの合成法を説明するためのスキームを示す図である。

【図2】フッ素化セキシチオフェン(PF-6T)の励起スペクトルと蛍光スペクトルとを示した図である。

【図3】本発明の実施の形態3の有機エレクトロルミネッセンス素子の概略構成を説明するための図である。

【図4】本発明の実施の形態4の有機トランジスタの概略構成を説明するための図である。

【図5】ペンタセンを活性層に用いた実施の形態4の有機トランジスタの概略構成を説明するための図である。

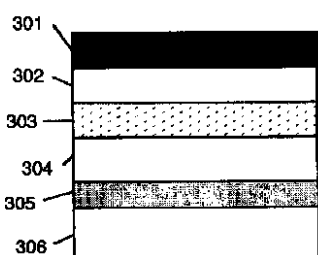
【図6】本発明の実施の形態5の表示装置の概略構成を説明するための図である。

【符号の説明】

- | | |
|-------------|--------------|
| 301...陰極層 | 302...電子輸送層 |
| 303...発光層 | 304...ホール輸送層 |
| 305...陽極 | 306...ガラス基板 |
| 401...ソース電極 | 402...ドレイン電極 |
| 403...活性層縁膜 | 404...ゲート絶縁膜 |
| 405...ゲート電極 | 501...基板 |
| 601...陰極 | 602...有機層 |
| 603...有機TFT | 604...陽極 |
| 605...ガラス基板 | |

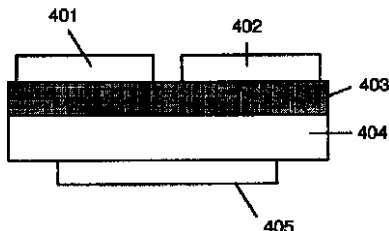
【図3】

図3



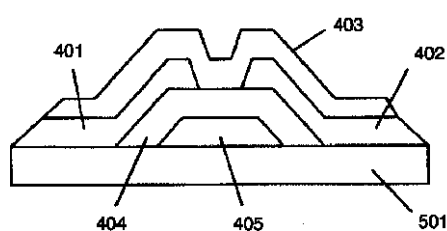
【図4】

図4



【図5】

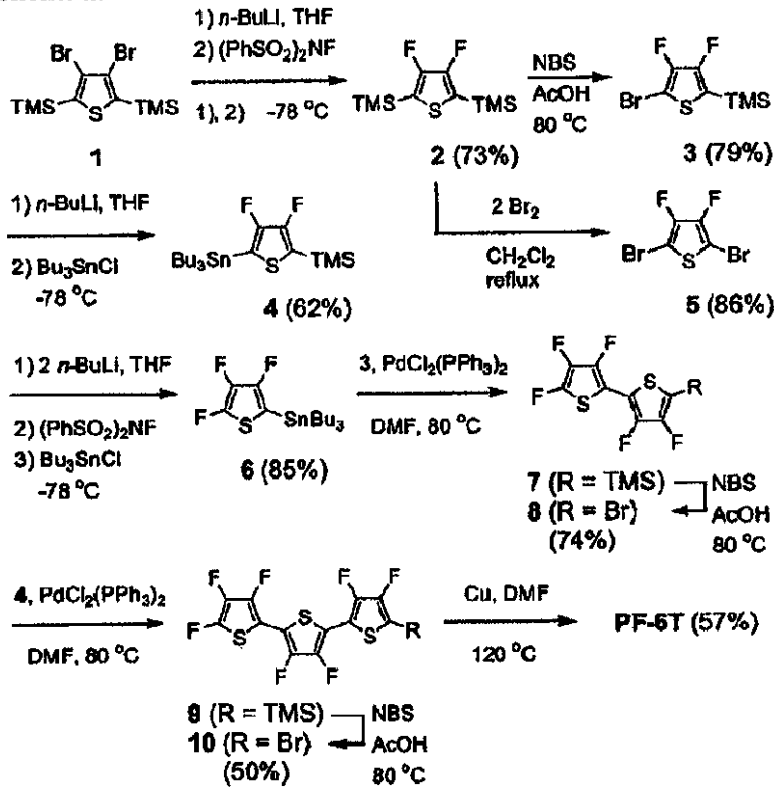
図5



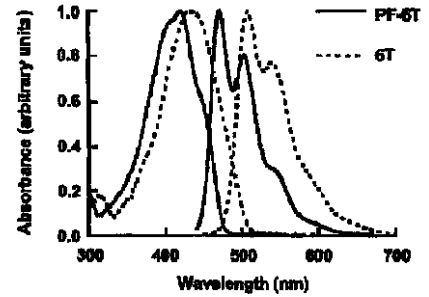
【図1】



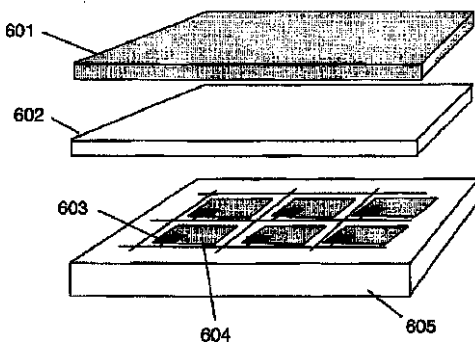
Scheme 1.



【図2】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド (参考)
H 0 1 L 29/786		H 0 5 B 33/14	B
51/00		33/22	B
H 0 5 B 33/14			D
33/22		H 0 1 L 29/28	

(72)発明者 田中 功 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内	Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB06 AB11 BA06 BB07 CA01 CB01 DA01 DB03 EB00
(72)発明者 阪元 洋一 愛知県岡崎市六名3丁目2-17 ベルハウ ス六名202号	5C094 AA07 AA08 AA24 AA43 BA03 BA12 BA27 CA19 CA23 DA09 DA13 DB01 DB04 EA04 EA05
(72)発明者 鈴木 敏泰 愛知県刈谷市泉田町欠ノ上11-2 A206	EB02 FB01 FB14 5F110 AA01 BB01 CC03 CC07 DD01 DD02 DD05 EE02 EE03 EE04 EE07 EE08 EE09 EE14 EE42 EE44 EE45 FF01 FF02 FF03 FF09 FF27 FF29 FF30 GG05 GG24 GG42 HK02 HK33

专利名称(译)	有机化合物，半导体器件，有机EL器件和显示器件		
公开(公告)号	JP2002322173A	公开(公告)日	2002-11-08
申请号	JP2001131895	申请日	2001-04-27
[标]申请(专利权)人(译)	日本放送协会		
申请(专利权)人(译)	日本广播公司		
[标]发明人	時任 静士 井上 陽司 田中 功 阪元 洋一 鈴木 敏泰		
发明人	時任 静士 井上 陽司 田中 功 阪元 洋一 鈴木 敏泰		
IPC分类号	H01L51/50 C07D333/28 C07D333/62 C09K11/06 G09F9/30 H01L27/32 H01L29/786 H01L51/00 H01L51/05 H01L51/30 H05B33/14 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/0036 H01L51/0545		
FI分类号	C07D333/28 C07D333/62 C09K11/06.635 G09F9/30.338 G09F9/30.365.Z H05B33/14.B H05B33/22.B H05B33/22.D H01L29/28 H01L29/78.618.B G09F9/30.365 H01L27/32 H01L29/28.100.A H01L29/28. 250.G H01L29/28.250.H		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB06 3K007/AB11 3K007/BA06 3K007/BB07 3K007/CA01 3K007 /CB01 3K007/DA01 3K007/DB03 3K007/EB00 5C094/AA07 5C094/AA08 5C094/AA24 5C094/AA43 5C094/BA03 5C094/BA12 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/CA23 5C094/DA09 5C094/DA13 5C094 /DB01 5C094/DB04 5C094/EA04 5C094/EA05 5C094/EB02 5C094/FB01 5C094/FB14 5F110/AA01 5F110/BB01 5F110/CC03 5F110/CC07 5F110/DD01 5F110/DD02 5F110/DD05 5F110/EE02 5F110 /EE03 5F110/EE04 5F110/EE07 5F110/EE08 5F110/EE09 5F110/EE14 5F110/EE42 5F110/EE44 5F110/EE45 5F110/FF01 5F110/FF02 5F110/FF03 5F110/FF09 5F110/FF27 5F110/FF29 5F110/FF30 5F110/GG05 5F110/GG24 5F110/GG42 5F110/HK02 5F110/HK33 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107 /CC03 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD59 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/EE03		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够进一步提高载流子迁移率的技术。具有噻吩环结构的噻吩衍生物的有机化合物包含其中噻吩环的3，4位被氟原子取代的结构单元。

Scheme 1.

