

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5872038号
(P5872038)

(45) 発行日 平成28年3月1日(2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日(2016.1.22)

(51) Int.CI.

F 1

H01L 51/50 (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01)
H01L 51/05 (2006.01)

H05B 33/14 A
H01L 29/78 618B
H01L 29/78 617N
H01L 29/78 626Z
H01L 29/78 622

請求項の数 6 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2014-522201 (P2014-522201)

(86) (22) 出願日

平成24年7月26日 (2012.7.26)

(65) 公表番号

特表2014-522113 (P2014-522113A)

(43) 公表日

平成26年8月28日 (2014.8.28)

(86) 國際出願番号

PCT/IB2012/053814

(87) 國際公開番号

W02013/017999

(87) 國際公開日

平成25年2月7日 (2013.2.7)

審査請求日

平成27年7月10日 (2015.7.10)

(31) 優先権主張番号

M12011A001445

(32) 優先日

平成23年7月29日 (2011.7.29)

(33) 優先権主張国

イタリア (IT)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 513161494

エ・ティ・チ・エッセ・エッレ・エッレ
イタリア・ボローニヤ・1-40129・
ボローニヤ・ヴィア・ピエーロ・ゴベッテ
イ・101

(74) 代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74) 代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電界発光有機二重ゲートトランジスタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の誘電体層(11)および第2の誘電体層(12)と、第1の制御電極(14)および第2の制御電極(13)と、ソース電極(15)、ドレイン電極(16)および両極性チャンネル(17、18、19)を含む組立て体(15、16、17、18、19)とを含み、

前記組立て体(15、16、17、18、19)は、前記第1の誘電体層(11)と前記第2の誘電体層(12)との間に配置され、

前記第1の誘電体層(11)は、前記第1の制御電極(14)と前記組立て体との間に配置され、

前記第2の誘電体層(12)は、前記第2の制御電極(13)と前記組立て体との間に配置され、

前記両極性チャンネル(17、18、19)は、半導体材料の第1の層(17)、半導体材料の第2の層(18)および半導体材料の前記第1の層(17)と半導体材料の前記第2の層(18)との間に配置される発光材料の層(19)を含む、有機電界発光トランジスタ(1)であって、

前記ソース電極(15)および前記ドレイン電極(16)の両方が、前記両極性チャンネル(17、18、19)の層のうちの同じ1つの層の上に形成されること、および

前記ソース電極(15)および前記ドレイン電極(16)が両方とも、半導体材料の前記第1の層(17)と半導体材料の前記第2の層(18)との間で選択される同じ層と接

触することを特徴とする、有機電界発光トランジスタ(1)。

【請求項2】

第1の平面の上に半導体材料の前記第1の層(17)または半導体材料の前記第2の層(18)があり、前記ソース電極(15)および前記ドレイン電極(16)の両方が、前記第1の平面に平行な平面の上にあることを特徴とする、請求項1に記載の有機電界発光トランジスタ。

【請求項3】

半導体材料の前記第1の層(17)の厚さおよび半導体材料の前記第2の層(18)の厚さが、5nmから50nmの間であることを特徴とする、請求項1に記載の有機電界発光トランジスタ。

10

【請求項4】

半導体材料の前記第1の層(17)の厚さおよび半導体材料の前記第2の層(18)の厚さが、5nmから20nmの間であることを特徴とする、請求項3に記載の有機電界発光トランジスタ。

【請求項5】

発光材料(19)の前記層が、10nmから100nmの間の厚さを有することを特徴とする、請求項1に記載の有機電界発光トランジスタ。

【請求項6】

発光材料(19)の前記層が、10nmから40nmの間の厚さを有することを特徴とする、請求項5に記載の有機電界発光トランジスタ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電界発光有機二重ゲートトランジスタおよび前記トランジスタの駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

国際公開第2010/049871号により、2つの誘電体層と、2つの制御またはゲート電極と、ソース電極またはソース、ドレイン電極またはドレイン、ならびに前記ソースおよびドレインと接触する有機半導体から成る組立て体とを含む電界効果トランジスタが、周知である。そのような組立て体は、前記2つの誘電体層の間に位置決めされ、その誘電体層のそれぞれは、前記組立て体と制御電極との間に位置決めされる。そのようなトランジスタを含む発光トランジスタが、開示され、前記有機半導体は、両極性有機半導体層である。前記半導体層の厚さは、必然的に数分子層に制限され、好ましくは半導体層の前記厚さは、ソースおよびドレインからそれぞれ注入され、半導体層が誘電体層間に配置された状態で前記半導体層の2つの界面に輸送される電子およびホールの放射再結合を可能にするために、10nm未満である。

30

【0003】

しかしながら、国際公開第2010/049871号による発光トランジスタの発光特性は、固有の要因によって制限される。

40

【0004】

実際のところ、周知のトランジスタの半導体層の最大厚さに対する上述の寸法制約に起因して、電荷の放射再結合がその中で行われる半導体材料の体積は小さく、従って発光強度が制限される。

【0005】

加えて、周知のトランジスタでは、单一半導体層が、電子およびホールの両方の輸送に関与し、従って実用時にはデバイスの電気的性能を制限する。

【0006】

さらに、国際公開第2010/049871号による発光トランジスタは、デバイスの駆動に関して柔軟性が制限されている。

50

【0007】

また米国特許出願公開第2009/0008628号から、2つの誘電体層と、2つの制御またはゲート電極と、2つの輸送層、2つの輸送層の間に位置決めされる発光層ならびにソースおよびドレイン電極から成る、2つの誘電体層の間に位置決めされる組立て体とを含む電界効果トランジスタも、周知であり、ソースおよびドレイン電極は、接点の垂直面と導電層の垂直面との間の相互作用によって両方の導電層と両方とも接触するか、または片方の導電層の垂直面と接触する片方の電極（ソースまたはドレイン）の垂直面およびもう一方の導電層の垂直面と接触するもう一方の電極（ドレインまたはソース）の垂直面を有する。

【0008】

米国特許出願公開第2009/0008628号による有機電界効果トランジスタの実用は、輸送層への電荷注入の効率を、従ってデバイスの全体の電気的特性を制限する、輸送層／ソースおよびドレイン接点形状によって影響を受ける。加えて、実際のところ、米国特許出願公開第2009/0008628号による電界効果トランジスタの実用化は、標準的な製造技術を使用して満足のゆく品質および工業的再現性歩留まりで実現される可能性が低い。米国特許出願公開第2009/0008628号の多層構造は、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および第2の絶縁層がソース電極とドレイン電極との間でこれらの電極に平行な方向に連続して形成されることを必要とするので、導電層の垂直面と接点との間の不良接觸点および影効果が、製作プロセスの間に生じる可能性が高い。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】国際公開第2010/049871号

【特許文献2】米国特許出願公開第2009/0008628号

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前記欠点のない電界発光有機トランジスタを提供することが、本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

30

前記目的は、その主要特徴が第1の請求項で明記され、他の特徴が残りの請求項で明記される、電界発光有機トランジスタで達成される。

【0012】

本発明による電界発光有機トランジスタの第1の利点は、従来技術の単一層トランジスタと比較して改善された発光特性にある。実際のところ、光の生成で優れた効率を有する、特に発光専用の材料は、本発明によるトランジスタの両極性チャンネルに提供される。

【0013】

加えて、本発明による電界発光有機トランジスタのチャンネルでの発光層は、周知の単一層トランジスタで再結合が生じる半導体層よりも大きな厚さを有してもよく、従って本発明によるデバイスでの発光強度は、周知の単一層トランジスタの発光強度と比較してより高い。

【0014】

40

周知の単一層トランジスタの利点と比較して本発明による電界発光有機トランジスタのさらなる利点は、電荷輸送の最適化が可能であるということにある。実際のところ、2つの制御電極の存在および、それぞれが1つだけの種類の電荷の輸送に最適化される、2つの半導体層を含む両極性チャンネルの存在のおかげで、前記2つの半導体層での電荷の移動度および電流密度の差は、2つの制御電極の電位の適切な変調を用いてより効率的に平衡を保つことができる。

【0015】

周知の三層トランジスタの利点と比較して本発明による電界発光有機トランジスタのさ

50

らなる利点は、デバイスの活性チャンネルへのより効率的な電荷注入にあり、そのことは、全体のより高い電子的および光電子的性能をもたらす。

【0016】

本発明による電界発光トランジスタは、直接モードまたは反転モードで駆動されてもよい。実際、本発明によるデバイスでは、電荷は、半導体層と誘電体層との間の界面だけではなく、半導体層と発光層との間の界面で輸送されてもよく、発光効率および強度に直接恩恵をもたらす。

【0017】

本発明による電界発光有機トランジスタのさらなる利点および特徴は、添付の図面を参考してその一実施形態の次の詳細なかつ限定されない説明から当業者には明らかとなる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1a】本発明の可能性のある実施形態によるトランジスタの概略断面図を示す図である。

【図1b】本発明の可能性のある実施形態によるトランジスタの概略断面図を示す図である。

【図2a】直接モード駆動での電荷の理想的蓄積が示される、図1aの第1の実施形態によるトランジスタの概略断面図を示す図である。

【図2b】直接モード駆動での電荷の理想的蓄積が示される、図1bの第2の実施形態によるトランジスタの概略断面図を示す図である。

20

【図3a】反転モード駆動での電荷の理想的蓄積が示される、図1aの第1の実施形態によるトランジスタの断面での概略図を示す図である。

【図3b】反転モード駆動での電荷の理想的蓄積が示される、図1bの第2の実施形態によるトランジスタの断面での概略図を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図面の特徴は原寸に比例しておらず、それらの寸法は、図面の明瞭さを高めるために拡大または縮小される。

【0020】

図1aおよび図1bを参照すると、本発明の第1の実施形態による電界発光有機トランジスタ1は、第1の誘電体層11、第2の誘電体層12、第1の制御電極14および第2の制御電極13を含むことが、示される。

30

【0021】

本発明の本実施形態によるトランジスタはさらに、前記第1の誘電体層11と前記第2の誘電体層12との間に位置決めされ、ソース電極15、ドレイン電極16および両極性チャンネルで形成される組立て体を含む。

【0022】

前記第1の誘電体層11は、第1の制御電極14と前記組立て体との間に位置決めされ、同様に、第2の誘電体層12は、前記第2の制御電極13と前記組立て体との間に位置決めされる。言い換れば、2つの制御電極13および14は、デバイスの外側で2つの誘電体層12および11とそれぞれ接触して位置決めされ、その誘電体層は続いて、両極性チャンネルならびにソース電極15およびドレイン電極16で形成される組立て体を包み込む。

40

【0023】

第1の誘電体層11および第2の誘電体層12の材料は、電界発光有機トランジスタのための従来の誘電材料の中で選択されてもよい。特に、二酸化シリコン、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、酸化亜鉛、アルミナ、酸化ジルコニア、二酸化ハフニウム、例えば商品Cytop(商標)などのフッ素重合体、ポリビニルアルコール(PVA)およびポリスチレン(PS)から成る群から選択される材料または材料の組合せが、使用されてもよい。好ましくは、前記第1の誘電体層11は、酸化ジルコニアおよびポリメチ

50

ルメタクリレートの2つの層を含み、前記層12は、ポリメチルメタクリレートまたはCyt o p (商標)から成る。

【0024】

第1の制御電極14および第2の制御電極13の材料は、インジウムスズ酸化物(ITO)、金、銅、銀、アルミニウムから成る群で選択されてもよい。特に、インジウムスズ酸化物および/または金が、使用されてもよい。

【0025】

ソース電極15およびドレイン電極16は、インジウムスズ酸化物(ITO)、金、銅、銀、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、クロム、鉄およびポリ(スチレンスルホン酸)と結合されたポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT:PS)または前記材料の組合せの中で選択されてもよい。10

【0026】

好ましくは、前記ソース電極15のための材料として、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、または金が、使用されてもよい。

【0027】

好ましくは、前記ドレイン電極16のための材料として、金またはインジウムスズ酸化物(ITO)が、使用されてもよい。

【0028】

本発明によると、両極性チャンネルは、半導体材料の第1の層17、半導体材料の第2の層18および半導体材料の前記第1の層17と半導体材料の前記第2の層18との間に配置される発光材料の層19を含む。20

【0029】

前記層17および18のための半導体材料は、オリゴアセン、オリゴチオフェン、オリゴフルオレン、オリゴチオフェンのピリミジン誘導体、および位置をアルキル鎖で置換されたテトラチオフェン、ペリレンおよびオリゴチオフェンのジイミド誘導体、オリゴチオフェンのピリミジン誘導体、チアゾールコアを有するオリゴチオフェン、コロネン誘導体ならびにおよび位置を過フッ素化鎖で置換されたテトラチオフェン誘導体から成る群から選択されてもよい。特に有利な方法では、および位置をアルキル鎖で置換されたテトラチオフェンが、層17のために使用され、および位置を過フッ素化鎖で置換されたテトラチオフェン誘導体が、層18のために使用される。30

【0030】

発光層19のための材料として、様々にドープされた、例えば4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン、白金オクタエチルポルフィリン、アセチルアセトネートイリジウムフェニルイソキノリンをドープされたアルミニウムキノリンマトリクスのホスト-ゲスト型系が、有利には使用されてもよい。

【0031】

半導体材料の第1の層17および第2の層18の厚さは、5nmから50nmの間である。好ましくは、これらの厚さは、5nmから20nmの間である。

【0032】

発光材料の層19は、10nmから100nmの間の厚さを有する。好ましくは、この厚さは、10から40nmの間である。40

【0033】

組立て体内では、前記ソース電極15および前記ドレイン電極16は両方とも、半導体材料の前記第1の層17または半導体材料の前記第2の層18と接触する。

【0034】

本発明の好ましい実施形態によると、前記ソース電極15および前記ドレイン電極16は、それらが接触する半導体材料の層の両方とも上または両方とも下に位置決めされる。本発明のさらなる実施形態によると、前記ソース電極15および前記ドレイン電極16は、それらが接触する半導体材料の層と同じ厚さを有し、その半導体材料の層に関して同一平面上にある。従って、いずれにしても、前記ソース電極15および前記ドレイン電極150

6は両方とも、半導体材料の前記第1の層または半導体材料の前記第2の層の平面に平行な平面の上にある。

【0035】

本発明の一態様によると、電荷の蓄積および電荷の輸送が、図2で示されるように、層17および18の半導体材料と誘電体層11および12との間の界面で行われる、電界発光有機トランジスタの駆動方法が、提供される。この駆動方法は、制御電極13に印加される電圧が誘電体層12との界面で半導体材料の層18に電荷の蓄積を誘導し、制御電極14に印加される電圧が誘電体層11との界面で半導体材料の層17に電荷の蓄積を誘導すると規定する。例として、このことは、誘電体層12との界面でp型半導体材料の層18に正電荷の蓄積を誘導する負電圧値を制御電極13に印加し、同時に誘電体層11との界面でn型半導体材料の層17に負電荷の蓄積を誘導する正電圧値を制御電極14に印加することによって達成されてもよい。 10

【0036】

本発明のさらなる態様によると、電荷の蓄積および電荷の輸送が、図3で示されるように、層17および18の半導体材料と発光層19との間の界面で行われる、電界発光有機トランジスタの駆動方法が、提供される。この駆動方法は、制御電極13に印加される電圧が発光層19との界面で半導体材料の層17に電荷の蓄積を誘導し、制御電極14に印加される電圧が発光層19との界面で半導体材料の層18に電荷の蓄積を誘導すると規定する。例として、このことは、発光層19との界面でn型半導体材料の層17に負電荷の蓄積を誘導する正電圧値を制御電極13に印加し、同時に発光層19との界面でp型半導体材料の層18に正電荷の蓄積を引き起こす負電圧値を制御電極14に印加することによって達成されてもよい。 20

【0037】

本発明による電界発光有機トランジスタは、多層有機トランジスタの製造で周知の方法を使用して作製されてもよい。好ましくは、有機電界発光トランジスタは、有機材料、金属ならびに導電性および絶縁性酸化物の真空蒸着法および/または溶液析出法および/またはスパッタリング法の技術を用いることによって実現されてもよい。

【0038】

可能性のある変更および/または追加が、次の特許請求の範囲内にとどまりながら、上で開示され、例示された実施形態に対して当業者によってなされてもよい。 30

【符号の説明】

【0039】

- 1 電界発光有機トランジスタ
- 11 第1の誘電体層
- 12 第2の誘電体層
- 13 第2の制御電極
- 14 第1の制御電極
- 15 ソース電極
- 16 ドレイン電極
- 17 半導体材料の第1の層
- 18 半導体材料の第2の層
- 19 発光材料の層、発光層

40

【図1a】

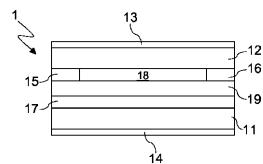


Fig.1a

【図1b】

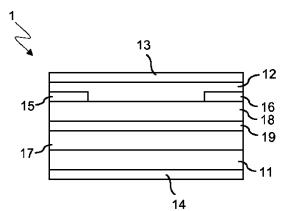


Fig.1b

【図2a】

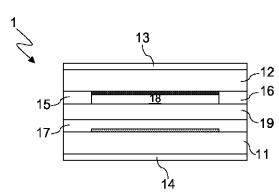


Fig.2a

【図2b】

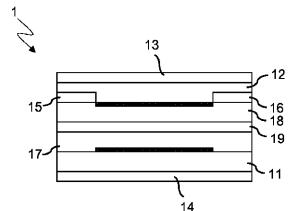


Fig.2b

【図3a】

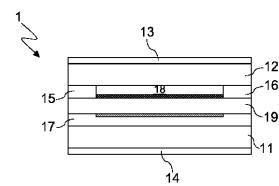


Fig.3a

【図3b】

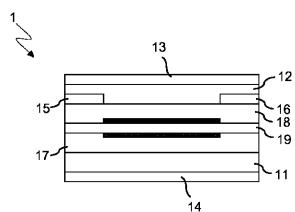


Fig.3b

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 01L 29/28 100A

(72)発明者 ミケーレ・ムッチーニ

イタリア・ボローニヤ・40121・ボローニヤ・2・ガレリア・2・アゴスト・1980

(72)発明者 ラファエラ・カペッリ

イタリア・ボローニヤ・40122・ボローニヤ・ヴィア・バティステッリ・6

審査官 濱野 隆

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0008628(US, A1)

国際公開第2010/49871(WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01L 51/50