

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4967143号

(P4967143)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A
H O 5 B 33/02 (2006.01)	H O 5 B 33/02
H O 1 L 29/786 (2006.01)	H O 1 L 29/78 6 1 2 Z
H O 1 L 21/336 (2006.01)	H O 1 L 29/78 6 1 8 B
H O 1 L 51/05 (2006.01)	H O 1 L 29/78 6 1 6 S
請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2006-532621 (P2006-532621)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成17年8月26日 (2005.8.26)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/015526		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02006/025275	(73) 特許権者	000116024
(87) 国際公開日	平成18年3月9日 (2006.3.9)		ローム株式会社
審査請求日	平成20年7月15日 (2008.7.15)		京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
(31) 優先権主張番号	特願2004-250601 (P2004-250601)	(74) 代理人	100087701
(32) 優先日	平成16年8月30日 (2004.8.30)		弁理士 稲岡 耕作
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100101328
			弁理士 川崎 実夫
		(72) 発明者	菅沼 直俊
			京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法
			人京都大学 国際融合創造センター内
		審査官	東松 修太郎
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機半導体発光装置およびそれを用いた表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定のチャンネル長を隔てて設定したソース領域およびドレイン領域を有するトランジスタ活性層としての有機半導体活性層と、

この有機半導体活性層上において前記ソース領域に接合されたソース電極と、

前記有機半導体活性層上において前記ドレイン領域に直接接合されて、当該有機半導体活性層との間に有機物同士の接合面を形成している有機半導体発光部と、

この有機半導体発光部に接合されたドレイン電極と、

前記有機半導体活性層において少なくとも前記ソース領域およびドレイン領域の間の領域に絶縁膜を挟んで対向して配置され、前記ソース領域およびドレイン領域の間のキャリアの移動を制御するゲート電極とを含み、

前記有機半導体発光部は、前記ドレイン電極から電子および正孔のうちの一方の供給を受け、前記有機半導体活性層から電子および正孔のうちの他方の供給を受けることにより、電子および正孔の再結合によって発光を生じる有機半導体発光層を含むものである、有機半導体発光装置。

【請求項2】

前記ゲート電極は、前記有機半導体活性層に対して、前記ソース電極および有機半導体発光部とは反対側に配置されているとともに、前記ソース領域およびドレイン領域に対向する領域にまで延在している、請求項1記載の有機半導体発光装置。

【請求項3】

前記ゲート電極は、前記ソース領域に対向配置された第1ゲート電極と、この第1ゲート電極に対して電氣的に独立であって、前記ドレイン領域に対向配置された第2ゲート電極とを含む、請求項1または2記載の有機半導体発光装置。

【請求項4】

前記ソース領域および前記ドレイン領域のうちの一方は、前記ソース領域およびドレイン領域のうちの他方の両側に設定された一对の領域を含む、請求項1ないし3のいずれかに記載の有機半導体発光装置。

【請求項5】

前記ソース領域およびドレイン領域のうちの一方は、前記ドレイン領域およびソース領域のうちの他方を少なくとも3方から取り囲むように設定されている、請求項1ないし4のいずれかに記載の有機半導体発光装置。

10

【請求項6】

前記ドレイン領域と前記絶縁膜との間に配置され、キャリアを拡散するためのキャリア拡散膜をさらに含む、請求項1ないし5のいずれかに記載の有機半導体発光装置。

【請求項7】

前記ゲート電極およびドレイン電極のうちの少なくともいずれか一方が透明電極層を含む、

この透明電極層に近接して、前記透明電極層内を導波する光をこの透明電極層の法線方向に向けて回折させる回折部材をさらに含む、請求項1ないし6のいずれかに記載の有機半導体発光装置。

20

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれかに記載の有機半導体発光装置を基板上に複数個配列して構成された表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、有機半導体発光層を有する有機半導体発光装置およびそれを用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

30

有機半導体トランジスタと有機半導体発光素子とを組み合わせた装置は、下記特許文献1に見られる。この装置は、P3HTからなる半導体層と、この半導体層の一方表面に間隔を開けて設けられたソース電極およびドレイン電極と、前記半導体層の他方表面に絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、ドレイン電極上に積層されたMEH-PPVからなる発光層と、この発光層上に積層された陰極とを備えている。ドレイン電極は、発光素子の陽極を兼ねている。

【0003】

この構成により、ソース電極から半導体層を通してドレイン電極へと電流が流れ、さらに、この電流が発光層へと供給されることで、発光層からの発光が観測される。

【特許文献1】特表2002-512451号公報（0029段落、図2）

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記の先行技術の構成では、ドレイン電極の上下には、それぞれ発光層と金属、および金属と半導体層の界面が形成されることになる。発光層へのキャリアの注入を効率よく行って発光効率を高めるためには、これらの界面におけるダメージを極力抑制するとともに、接触抵抗を可能な限り低減することが重要である。

ところが、トランジスタ側の半導体層上にドレイン電極を形成するためにスパッタ法や真空蒸着法などを適用すると、半導体層にダメージを与えてしまう。また、金属層上に発光層の有機物層を積層すると、密着性が不十分となり、その界面での電気抵抗が大きくな

50

り、金属層と有機層との良好な電氣的接続を達成することが困難である。

【0005】

さらに、ドレイン電極は、トランジスタ側の半導体層からキャリアを受け取って、キャリアを発光層に注入する役割を担うから、半導体層からのキャリアの注入効率が高く、かつ、発光層へのキャリアの注入効率が高くなるように、その材料を選択しなければならない。したがって、ドレイン電極材料には、その仕事関数が、トランジスタ側の半導体層および発光層の両方に整合するものを選択しなければならず、その選択の幅は著しく制限されることになる。

【0006】

この発明の目的は、トランジスタの有機半導体活性層から有機半導体発光部へのキャリアの注入効率を高めることができる有機半導体発光装置およびそれを用いた表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の有機半導体発光装置は、所定のチャンネル長を隔てて設定したソース領域およびドレイン領域を有するトランジスタ活性層としての有機半導体活性層と、この有機半導体活性層上において前記ソース領域に接合されたソース電極と、前記有機半導体活性層上において前記ドレイン領域に直接接合されて、当該有機半導体活性層との間に有機物同士の接合面を形成している有機半導体発光部と、この有機半導体発光部に接合されたドレイン電極と、前記有機半導体活性層において少なくとも前記ソース領域およびドレイン領域の間の領域に絶縁膜を挟んで対向して配置され、前記ソース領域およびドレイン領域の間のキャリアの移動を制御するゲート電極とを含み、前記有機半導体発光部は、前記ドレイン電極から電子および正孔のうちの一方の供給を受け、前記有機半導体活性層から電子および正孔のうちの他方の供給を受けることにより、電子および正孔の再結合によって発光を生じる有機半導体発光層を含むものである。

【0008】

この発明によれば、トランジスタ活性層としての有機半導体活性層に有機半導体発光部が直接接合されていて、これらの界面は有機物同士の接合面となっており、金属－有機半導体の界面は存在しない。そのため、有機半導体活性層および有機半導体発光部の界面は、ダメージの少ない良好な界面となっており、かつ、有機物同士の接合であるため密着性も良好である。これにより、有機半導体活性層から有機半導体発光部へのキャリアの注入効率を高めることができ、高効率での発光動作が可能になる。むろん、有機半導体活性層および有機半導体発光部の両方を考慮した電極材料の選択は無用である。

【0009】

前記有機半導体発光層は、正孔輸送性の有機半導体材料（P型有機半導体材料）からなる正孔輸送層、電子輸送性の有機半導体材料（N型有機半導体材料）からなる電子輸送層、およびこれらの間に挟持された発光層（有機半導体材料からなるもの）を含む構成であってもよい。この場合、有機半導体活性層として、P型有機半導体材料を用いる場合には、正孔輸送層がドレイン領域において有機半導体活性層に接合されることになり、有機半導体活性層として、N型有機半導体材料を用いる場合には、電子輸送層がドレイン領域において有機半導体活性層に接合されることになる。

【0010】

また、有機半導体発光層は、発光層を兼ねる正孔輸送層と、電子輸送層とを含む積層構造を有していてもよく、正孔輸送層と、発光層を兼ねる電子輸送層とを含む積層構造を有していてもよい。

前記有機半導体活性層は、P型有機半導体材料からなってもよく、また、N型有機半導体材料からなってもよい。さらには、有機半導体活性層は、正孔および電子の両方の輸送が可能なバイポーラ性の有機半導体材料からなってもよい。

【0011】

P型有機半導体材料としては、Pentacene、Tetracene、金属フタロシアニン（Copper phthalocyanineなど）、Oligothiophen（ α -Sexithiophene、 α, ω -Dihexyl-sexithiophene）、ポリチオフェン（Poly(3-hexylthiophene)、Poly(3-butylthiophene)）、ポリフルオレン、Anthracene、Oligophenylene、Oligophenylenevinylene、Dihexyl-Anthradithiophene、Bis(dithienothiophene)、Poly(phenylenevinylene)、Poly(thienylenevinylene)、Polyacetylene、 α, ω -Dihexyl-quinquethiophene、TPD、 α -NPD、m-MTDATA、TPAC、TCTA、Poly(vinylcarbazole)などを例示することができる。

【0012】

また、N型有機半導体材料としては、ペリレン骨格ジイミド（ C_6 -PTC、 C_8 -PTC、 C_{12} -PTC、 C_{13} -PTC、Bu-PTC、 F_7 Bu-PTC*、Ph-PTC、 F_5 Ph-PTC*、PTCBI（3,4,9,10-perylene-tetracarboxylic-diimide）、PTCDI（3,4,7,8-naphthalene-tetracarboxylic-diimide））、ナフタレン骨格ジイミド（PTCDI（3,4,7,8-naphthalene-tetracarboxylic-diimide）、 C_6 -NTC、 C_8 -NTC、 C_{12} -NTCおよびそれらのフッ素化アルキル置換体）、フッ素化フタロシアニン、フッ素化ペンタセン、フッ素化オリゴチオフェン、TCNQ、 C_{60} フラーレンなどを例示することができる。

【0013】

さらに、バイポーラ性の有機半導体材料としては、 α -NPD、Alq₃（Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum(III)）、CBP（4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl）、BSA-1m（9,10-Bis(3-cyanostilil)anthracene）、MEHPPV（Poly[2-Methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene]）、CN-PPP（Poly[2-(6-cyano-6-methylheptyloxy)-1,4-phenylene]）、Bis(2-(2-hydroxyphenyl)-benz-1,3-thiazolato)zinc complex、Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(anthracen-9,10-diyl)]などを例示できる。

【0014】

また、有機半導体発光部の発光層を構成する有機半導体材料としては、Alq₃など蛍光を示す金属錯体系材料、またはこれらの金属錯体系材料にDCM2、Rubrene、Coumarin、Peryleneなどの他の蛍光色素をドーピングしたもの、あるいは、4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl（CBP）にfac-tris(2-phenylpyridine)iridium（Ir(ppy)₃）などのりん光発光色素をドーピングしたものなどを例示することができる。

【0015】

また、正孔輸送材料としては、 α -NPD、TPDをはじめとするジアミン系材料、m-MTDATAなどを挙げることができる。

前記ゲート電極は、前記有機半導体活性層に対して、前記ソース電極および有機半導体発光部とは反対側に配置されているとともに、前記ソース領域およびドレイン領域に対向する領域にまで延在していてもよい。

【0016】

この構成によれば、ゲート電極は、ソースドレイン間のキャリアの移動を制御することができるとともに、ソース電極から有機半導体活性層へのキャリアの注入のための電界をソース電極との間に形成することができ、かつ、ドレイン領域から有機半導体発光部へのキャリアの注入およびドレイン電極から有機半導体発光部へのキャリアの注入のための電界をドレイン電極との間に形成することができる。これにより、有機半導体発光部へのキャリアの注入効率をさらに向上して、高効率な発光に寄与することができる。

【0017】

また、前記ゲート電極は、前記ソース領域に対向配置された第1ゲート電極と、この第1ゲート電極に対して電氣的に独立であって、前記ドレイン領域に対向配置された第2ゲート電極とを含むものであってもよい。

この構成によれば、ゲート電極が、ソース領域側の第1ゲート電極と、ドレイン領域側の第2ゲート電極とに分割されており、これらに対して独立に制御電圧を印加することができる。したがって、ソース電極から有機半導体活性層へのキャリアの注入と、ドレイン領域およびドレイン電極から有機半導体発光部へのキャリアの注入とを独立に制御するこ

10

20

30

40

50

とができる。これにより、キャリアの注入バランスを適切に定めることができるので、より高効率での発光が可能になる。

【0018】

なお、前記第1および第2ゲート電極間の間隙は、前記チャンネル長よりも短く定められていることが好ましい。

前記ソース領域および前記ドレイン領域のうちの一方は、前記ソース領域およびドレイン領域のうちの他方の両側に設定された一対の領域を含むものであってもよい。

有機半導体活性層のドレイン領域から有機半導体発光部へのキャリアの注入分布は、ソース領域側に偏在する。そこで、上記の構成をとれば、より広い発光面積を確保できる。

【0019】

前記ソース領域およびドレイン領域のうちの一方は、前記ドレイン領域およびソース領域のうちの他方を少なくとも3方から取り囲むように設定されていることが好ましい。この構成により、さらに広い発光面積を確保できる。むろん、ソース領域およびドレイン領域の一方を、その他方が4方から取り囲む構成とすることもできる。さらに、ソースおよびドレイン領域の一方のほぼ全周を、それらの他方が取り囲む構成としてもよい。

【0020】

前記有機半導体発光装置は、前記ドレイン領域と前記絶縁膜との間に配置され、キャリアを拡散するためのキャリア拡散膜をさらに含むものであってもよい。この構成によれば、キャリア拡散膜によってドレイン領域の広い範囲にキャリアを拡散させることができるので、ドレイン領域内の広い範囲で有機半導体発光部へのキャリアの注入が生じる。これにより、広い発光面積を実現できる。

【0021】

前記ゲート電極およびドレイン電極のうちの少なくともいずれか一方は、透明電極層を含んでいてもよい。この場合に、その透明電極層に近接して、前記透明電極層内を導波する光をこの透明電極層の法線方向に向けて回折させる回折部材を設けることが好ましい。この構成によれば、屈折率の高い透明電極層に集中する光を、この透明電極層の法線方向に向けて取り出すことができるので、光取り出し効率を高めることができ、より輝度の高い発光装置を実現できる。

【0022】

この発明の表示装置は、前述のような有機半導体発光装置を基板上に複数個配列して構成することができる。有機半導体発光装置を一次元的または二次元的に基板上に配列することによって、一次元または二次元の表示装置（個々の画像を有機半導体発光装置で構成したもの）を構成することができる。

本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1(a)および図1(b)は、この発明の一実施形態に係る有機半導体発光装置の構成および動作を説明するための図である。

【図2】図1の有機半導体発光装置のより具体的な構成例を説明するための図解的な断面図である。

【図3】基板とは反対側に光を取り出す場合の構成例を示す図解的な断面図である。

【図4】図4(a)および図4(b)は、前記有機半導体発光装置のさらに他の具体的な構成例を示す図である。

【図5】図4の構成例の変形例を示す平面図である。

【図6】さらに別の変形例を説明するための図解的な平面図である。

【図7】さらに別の変形例を説明するための図解的な平面図である。

【図8】さらに別の変形例を説明するための図解的な平面図である。

【図9】図2に示された有機半導体発光装置の変形例を示す図解的な断面図である。

【図10】図3の構成の有機半導体発光装置に対して、図9の場合と同様な変形を施した

10

20

30

40

50

例を示す図である。

【図 1 1】図 2 の構成のさらに他の変形例を示す図解的な断面図である。

【図 1 2】さらに別の変形例に係る構成を示す図解的な断面図である。

【図 1 3】図 1 ～図 1 2 のいずれかに示された構成の有機半導体発光装置を基板上に二次元配列して構成される表示装置の電気回路図である。

【図 1 4】キャパシタの配置に関する構成を説明するための図解的な断面図であり、図 2 に対応した構成を示す。

【図 1 5】キャパシタの配置に関する構成を説明するための図解的な断面図であり、図 3 に対応した構成を示す。

【図 1 6】図 1 6 (a) および図 1 6 (b) は、この発明の第 2 の実施形態に係る有機半導体発光装置の構成を説明するための図である。

【図 1 7】図 1 6 の装置の第 1 ゲート、第 2 ゲート電極、ソース電極およびドレイン電極にそれぞれ与えられる電位の例を示す図である。

【図 1 8】図 1 6 に示された有機半導体発光装置を基板上に二次元配列して構成される表示装置の電気回路図である。

【発明の実施の形態】

【0024】

図 1 (a) は、この発明の一実施形態に係る有機半導体発光装置の構成を説明するための図解的な断面図である。この有機半導体発光装置 50 は、有機半導体活性層 1 をトランジスタ活性層とした電界効果型トランジスタとしての基本形態を有している。より具体的には、この有機半導体発光装置 50 は、基板 2 と、この基板 2 上に形成されたゲート電極 3 と、このゲート電極 3 上に積層されたゲート絶縁膜 4 と、このゲート絶縁膜 4 上に積層された上記の有機半導体活性層 1 とを備えている。この有機半導体活性層 1 上には、所定のチャンネル長 L を隔てて、ソース領域 5 およびドレイン領域 6 が設定されている。ソース領域 5 には、ソース電極 7 が積層形成されており、ドレイン領域 6 には、有機半導体材料からなる有機半導体発光部 8 が積層されている。この有機半導体発光部 8 上に、ドレイン電極 9 が積層形成されている。すなわち、この有機半導体発光装置 50 は、電界効果型トランジスタ (TFT: 薄膜電界効果型トランジスタ) としての基本形態を有するとともに、有機半導体活性層 1 とドレイン電極 9 との間に有機半導体発光部 8 を介挿した構成となっている。

【0025】

ゲート電極 3 は、ソース領域 5 およびドレイン領域 6 の間のチャンネル領域 10 に対してゲート絶縁膜 4 を介して対向しているとともに、ソース領域 5 およびドレイン領域 6 の直下の領域にまで延びて形成されている。すなわち、ゲート電極 3 は、ソース領域 5 に対してゲート絶縁膜 4 を介して対向しているとともに、ドレイン領域 6 に対してゲート絶縁膜 4 を介して対向している。これによって、ゲート電極 3 とソース電極 7 との間に生じる電界により、ソース電極 7 から有機半導体活性層 1 に対してキャリア (正孔および電子のうちの一方) を効率的に注入することができる。また、ゲート電極 3 とドレイン電極 9 との間に生じる電界によって、有機半導体活性層 1 から有機半導体発光部 8 へと一方の極性のキャリア (正孔および電子のうちの一方) を効率的に注入でき、かつ、ドレイン電極 9 から有機半導体発光部 8 へと他の極性のキャリア (正孔および電子のうちの他方) を効率的に注入することができる。これにより、有機半導体発光部 8 において、正孔および電子の再結合を効率的に生じさせることができ、高い効率での発光を実現することができる。

【0026】

たとえば、有機半導体活性層 1 を、正孔輸送性の P 型有機半導体材料によって構成する場合について考察する。この場合、ゲート電極 3、ソース電極 7 およびドレイン電極 9 には、図 1 (b) に示すような電位がそれぞれ与えられる。すなわち、ゲート電極 3 には、ソース電極 7 を基準として電圧 $V_g (< 0)$ が与えられ、ドレイン電極 9 には、ソース電極 7 を基準として電圧 $V_d (< 0)$ が印加される。これにより、ゲート電極 3 とソース電極 7 との間には、ソース電極 7 からゲート電極 3 へと向かう電界 F_1 が形成され、ゲート電

10

20

30

40

50

極 3 とドレイン電極 9 との間には、ゲート電極 3 からドレイン電極 9 へと向かう電界 F 2 が形成される。したがって、電界 F 1 により、ソース電極 7 から有機半導体活性層 1 へと正孔が注入される。また、電界 F 2 により、ゲート電極 3 から有機半導体発光部 8 に正孔が注入されるとともに、ドレイン電極 9 から有機半導体発光部 8 に電子が注入されることになる。

【0027】

ソース電極 7 から有機半導体活性層 1 に注入された正孔は、この有機半導体活性層 1 を通ってソース領域 5 からドレイン領域 6 へと輸送されて、このドレイン領域 6 から有機半導体発光部 8 に注入されることになる。ソース領域 5 からドレイン領域 6 への正孔の輸送量は、ゲート電極 3 に与えられる電圧 V_g によって制御することができる。これにより、ソース領域 5 とドレイン領域 6 との間を導通／遮断して発光のオン／オフ制御を行うことができるほか、ゲート電極 3 に与える電圧 V_g を段階的にまたは連続的に変化させることにより、ソース領域 5 からドレイン領域 6 へと輸送される正孔の量を段階的または連続的に変化させて、発光光量を段階的または連続的に変動させることができる。すなわち、発光光量の変調が可能である。

【0028】

図 2 は、図 1 (a) の有機半導体発光装置 50 のより具体的な構成例を説明するための図解的な断面図である。この図 2 に示す有機半導体発光装置 50 は、基板 2 側に光 11 を取り出すための構成を有している。具体的に説明すると、基板 2 は、ガラス基板等の透明基板で構成されており、ゲート電極 3 は、ITO（酸化インジウム錫）、IZO（酸化インジウム亜鉛）または ZnO（酸化亜鉛）などの透明な導電材料からなる透明電極膜で構成されており、ゲート絶縁膜 4 は、酸化シリコン膜等の透明な絶縁膜で構成されている。有機半導体活性層 1 は、たとえば、P 型有機半導体材料であるペンタセン（pentacene）で構成されている。そして、ソース電極 7 は、有機半導体活性層 1 に対して正孔を注入し易い金属材料（たとえば金）で構成されている。

【0029】

有機半導体発光部 8 は、有機半導体活性層 1 に接して配置された正孔輸送層 81 と、この正孔輸送層 81 上に積層された発光層を兼ねる電子輸送層 82 とを備えた有機半導体積層膜で構成されている。正孔輸送層 81 は、正孔輸送性の材料、すなわち、正孔の注入が可能であって、正孔をその内部で輸送することができる前述のような P 型有機半導体材料で構成されている。また、電子輸送層 82 は、電子の注入が可能であって、その内部で電子を輸送することができる前述のような N 型有機半導体材料で構成されている。

【0030】

電子輸送層 82 上には、金属電極であるドレイン電極 9 が積層して形成されている。このドレイン電極 9 は、電子輸送層 82 に対して電子を注入し易い金属材料からなっていて、たとえば、MgAg、Al、Al/Li、Caなどを具体例として例示することができる。

このような構成の有機半導体発光装置では、電子輸送層 82 と正孔輸送層 81 との界面付近の領域において発光が生じ、発生した光 11 は、透明基板 2 側へと取り出されることになる。

【0031】

図 3 は、基板 2 とは反対側に光 11 を取り出す場合の構成例を示す図解的な断面図である。この図 3 において、上述の図 2 に示された各部に対応する部分には、図 2 の場合と同一の参照符号を付して示す。この図 3 の構成では、ゲート電極 3 は金属材料（たとえば Al）で構成されており、基板 2 は、たとえばシリコンで構成されている。ゲート絶縁膜 4 は、透明である必要はないが、たとえば、酸化シリコンで構成されている。基板 2 をシリコン等の半導体材料で構成する場合には、ゲート電極 3 は、基板 2 の表層部に形成された不純物拡散層からなる導電層で形成することもできる。

【0032】

有機半導体活性層 1 は、図 2 の構成の場合と同じく、たとえば、P 型有機半導体材料で

あるペンタセンで構成されており、そのソース領域5に接合して形成されるソース電極7は、たとえば金などの金属電極からなる。有機半導体発光部8の構成は図2の場合と同様である。電子輸送層82上に積層されるドレイン電極9は、この実施形態では、透明電極膜で構成されている。この透明電極膜は、ITO、IZOまたはZnOなどで構成することができる。

【0033】

この構成によって、電子輸送層82内において正孔輸送層81との界面付近の領域で生じる正孔および電子の再結合に伴う発光は、透明電極膜からなるドレイン電極9側において観測されることになる。

図4(a)および図4(b)は、前記有機半導体発光装置50のさらに他の具体的な構成例を示す図であり、図4(a)はその図解的な断面図であり、図4(b)はその図解的な平面図である。この構成例では、有機半導体活性層1（図4(b)においてソース電極7またはドレイン電極9によって隠されていない領域に斜線を付して示す。）のソース領域5は、有機半導体発光部8およびドレイン電極9の積層構造が形成されたドレイン領域6の所定方向に関する両側に設定された一対の領域5A、5Bを有している。そして、これらの領域5A、5B上に共通に接合されるように、金属電極からなるソース電極7が、平面視においてほぼU字形状をなすように形成されている。この実施形態では、有機半導体活性層1は、ソース領域5の一方の領域5Aからドレイン領域6を通して他方の領域5Bに至る帯状パターンに形成されている。すなわち、ソース電極7は、領域5A、5Bにおいては有機半導体活性層1に接しているが、それ以外の領域ではゲート絶縁膜4に接している。

【0034】

前述の図2または図3の構成例では、ドレイン領域6に対して一方側から正孔が輸送されてくるため、発光部位が、ソース領域5側に片寄り、結果として、大きな発光面積を確保し難いという問題がある。図4(a)および図4(b)に示された構成例では、ドレイン領域6の両側にソース領域5A、5Bが振り分けられているため、ドレイン領域6に対して正反対の2方向から正孔が輸送されることになる。これにより、有機半導体発光部8の広い範囲で発光を生じさせることができ、発光面積を増加させることができる。

【0035】

なお、図4(b)において、図中下側の領域でゲート電極3を露出させているのは、このゲート電極3を外部接続するためのコンタクトをとるためであり、むしろ、別の構成によって外部接続のためのコンタクトをとることも可能である。

図5は、図4(a)および図4(b)の構成例の変形例を示す平面図である。この図5に示された構成では、平面視において、矩形のドレイン領域6をコ字形に取り囲むようにソース領域5が設定され、このソース領域5上に同じくコ字形のソース電極7が積層して形成されている。この構成では、ソース領域5は、ドレイン領域6を3方（有機半導体活性層1に平行な平面内において90度の角度間隔で定めた3つの方向）から取り囲むことになるため、有機半導体発光部8における発光面積をより増加させることができる。

【0036】

図6は、さらに別の構成例を説明するための図解的な平面図である。この構成では、ソース領域5およびドレイン領域6は、互いに嵌まり合う櫛歯形状にそれぞれ形成されている。それに応じて、ソース電極7は櫛歯形状のソース領域5と同じパターンの櫛歯形状に形成されているとともに、有機半導体発光部8およびドレイン電極9の積層構造は、櫛歯形状のドレイン領域6と同一パターンの櫛歯形状部を有している。

【0037】

この構成によれば、ソース領域5およびドレイン領域6の対向部の全長（チャンネル幅）を長く取ることができるとともに、発光面積をより増加させることができる。

図7は、さらに別の変形例を説明するための図解的な平面図である。この構成例では、ドレイン領域6は矩形（ほぼ正方形）に形成されているとともに、有機半導体発光部8およびドレイン電極9も同じく矩形に形成されている。この矩形のドレイン電極9の一角部からリード部9Aが引き出されている。そして、ソース領域5は、リード部9Aを回避し

つつ、ドレイン領域6の周囲全体を4方（有機半導体活性層1に平行な平面内において90度の角度間隔で定めた4つの方向）からほぼ取り囲むように設定されていて、この矩形の環状領域からなるソース領域5上にソース電極7が形成されている。この構成によれば、ドレイン領域6に対して周囲のほぼ全方向から正孔を供給することができるので、発光面積をより増大することができる。

【0038】

図8には、さらに別の変形例が示されている。この構成では、ドレイン領域6が円形に設定されていて、この円形のドレイン領域6上に、同じく円形の有機半導体発光部8およびドレイン電極9が積層されている。そして、円形のドレイン電極9からは、一方向にリード部9Aが引き出されている。一方、ソース領域5は、円形のドレイン領域6を、リード部9Aを回避しつつ、ほぼ全方位にわたって取り囲む環状に形成されている。この環状のソース領域5上に同じパターンのソース電極7が積層して形成されている。この構成によっても、ドレイン領域6のほぼ全周に正孔を供給することができるので、広い発光面積を得ることができる。

【0039】

なお、図4～図8の構成において、ソース領域5およびドレイン領域6を反転して配置することも可能である。すなわち、図4(a)および図4(b)の構成において、ソース領域5の両側にドレイン領域6を分散配置してもよく、図5の構成において、ソース領域5を三方から取り囲むようにドレイン領域6をコ字形状に設定してもよい。さらに、図7および図8の構成において、ソース領域5を中央に配置し、これをほぼ全周囲にわたって包囲するようにドレイン領域6を配置することとしてもよい。

【0040】

図9は、図2に示された有機半導体発光装置50の変形例を示す図解的な断面図である。この構成では、透明電極膜からなるゲート電極3と透明基板2との界面付近において、透明基板2側に回折部材としての回折格子15が設けられている。この回折格子15は、透明電極膜からなるゲート電極3内を基板2の端面16に向かって伝播する光11を、透明基板2の表面2A側へ（すなわち、ゲート電極3の法線方向に向けて）回折させる働きを有する。

【0041】

ITOなどからなる透明電極膜は、一般に屈折率 n が2程度であり、酸化シリコン膜などからなるゲート絶縁膜4（たとえば、屈折率 $n=1.5$ ）、ガラス基板などからなる透明基板2（たとえば、屈折率 $n=1.5$ ）、有機半導体活性層1（たとえば、屈折率 $n=1.7\sim 1.8$ ）、正孔輸送層81（たとえば、屈折率 $n=1.7$ ）および電子輸送層82（たとえば、屈折率 $n=1.7$ ）のいずれよりも屈折率が高い。そのため、有機半導体発光部8で生じた光は、透明電極膜からなるゲート電極3内に閉じ込められる傾向にある。

【0042】

そこで、透明電極膜からなるゲート電極3に対して光取り出し方向である透明基板2側に回折格子15を配置することで、ゲート電極3内を導波する光11を、透明基板2の表面2A側へ効率的に取り出すことができる。こうして、光取り出し率の向上された有機半導体発光装置を実現することができる。

回折格子の周期 Λ は、有機半導体発光部8で生じる光の波長 λ に対して $\Lambda=k\lambda$ （ $k=1, 2, 3, \dots$ ）なる関係を満たすように設定されることが好ましい。これにより、より効率的な光の取り出しが可能になる。

【0043】

図10は、図3の構成の有機半導体発光装置50に対して、図9の場合と同様な変形を施した例を示す。この構成例では、透明電極膜からなるドレイン電極9の表面に、回折格子17が形成されている。図3の構成の場合には、透明電極膜からなるドレイン電極9に光が閉じ込められる傾向となるのであるが、回折格子17によって、ドレイン電極9内を導波する光11を、このドレイン電極9の法線方向に向けて外部に取り出すことができる

。これにより、光取り出し効率を向上することができる。

【0044】

なお、回折格子15、17の代わりに、マイクロドットを分散配置して、ゲート電極3またはドレイン電極9内を導波する光11をそれらの放線方向に向けて回折させて取り出す回折部材を構成することもできる。たとえば、図9の構成の場合に、ガラス基板2の表面に、マイクロドットを印刷し、その後にガラス基板2の表面をガラスでコーティングすることによって、前記のような回折部材が埋め込まれたガラス基板2を得ることができる。ガラス基板2内に回折格子15を形成する場合には、たとえば、ガラス基板2の表面に回折格子の縞状パターンを印刷等により形成し、その上からガラスコーティングを施せばよい。

10

【0045】

図10の構成の場合に、ドレイン電極9の表面に回折格子17や上記のようなマイクロドットの拡散パターンによる回折パターンを形成するには、回折格子の縞状パターンや拡散ドットパターンをドレイン電極9の表面に印刷すればよい。

図11は、図2の構成のさらに他の変形例を示す図解的な断面図である。この構成では、ソース電極7はゲート絶縁膜4上に接して形成されており、このソース電極7を覆うように有機半導体活性層1が形成されている。すなわち、ソース電極7に関しては、いわゆるボトムコンタクト型の構成となっている。この構成によっても、図2の構成の場合と同様な動作が可能である。

【0046】

20

むろん、図3ないし図10に示されたいずれの構成においても、同様な変形が可能である。

図12は、さらに別の変形例に係る構成を示す図解的な断面図である。この構成では、ゲート絶縁膜4に接して、ソース領域5に金属電極からなるソース電極7が積層形成されているとともに、ドレイン領域6では、ゲート絶縁膜4に接して、キャリア拡散膜としての電流拡散膜40が積層して形成されている。有機半導体活性層1は、ソース電極7と電流拡散膜40との間のチャンネル領域10においてゲート絶縁膜4に接しているとともに、ソース電極7の上面を覆い、かつ、電流拡散膜40の上面を覆っている。そして、有機半導体活性層1において電流拡散膜40の上方の領域にドレイン領域6が位置し、このドレイン領域6上に、有機半導体発光部8およびドレイン電極9が積層して形成されている。

30

【0047】

この構成によれば、ソース電極7から有機半導体活性層1を通してドレイン領域6へと導かれた正孔は、電流拡散膜40により拡散されてから、有機半導体発光部8へと注入されていく。これにより、有機半導体発光部内では、広い面積において正孔および電子の再結合を生じさせることができるから、発光面積を増大することができる。

以上のように、この実施形態の構成によれば、ドレイン領域6においては、有機半導体活性層1の表面に有機半導体層である正孔輸送層81が積層されている。したがって、ドレイン領域6において、有機半導体活性層1の表面に金属膜を形成する必要がないから、たとえばスパッタ法等で形成される金属膜の形成時に生じるようなダメージがドレイン領域6の有機半導体活性層1に与えられることがない。また、有機半導体活性層1と同じく有機半導体材料からなる正孔輸送層81は、良好な密着性で有機半導体活性層1上に積層することができる。したがって、有機半導体活性層1と有機半導体発光部8との間の接触抵抗は低く、有機半導体活性層1から有機半導体発光部8へのキャリアの注入は効率的に行われることになる。有機半導体発光層1と有機半導体発光部8との間に適切なバッファ層を挿入することにより、さらに注入の効率を向上できる。

40

【0048】

ソース領域5では、金属材料からなるソース電極7が有機半導体活性層1に接することになるが、ソース領域5とソース電極7との間の界面状態は、ドレイン領域6側に配置される有機半導体発光部8の発光に対して大きな影響を与えない。したがって、このソース電極7は、有機半導体活性層1上にたとえばスパッタ法で問題なく積層形成することがで

50

きる。

【0049】

ドレイン電極9は、有機半導体発光部8上に積層されるのであるが、たとえば、有機半導体発光部8とドレイン電極9との間および有機半導体活性層1と有機半導体発光部8との間の少なくとも一方に適切なバッファ層を介在させることによって、ドレイン電極9から有機半導体発光部8へのキャリア注入効率を向上できる。この場合、バッファ層は、ドレイン電極9と有機半導体発光部8との間のエネルギー障壁を緩和することにより、キャリア注入効率を高めるものである。具体的には、バッファ層は、正孔注入であればCopper phthalocyanine (CuPc)、m-MTDATA、PEDOT/PPS、Polyanilineなど、電子注入であればTris(8-hydroxyquinoline)aluminum(III) (Alq₃)や4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline(Bathophenanthroline)などの電子輸送性有機半導体にリチウム(Li)、セシウム(Cs)などのアルカリ金属をドーブした層、フッ化リチウム(LiF)を始めとするアルカリ金属・アルカリ土類金属フッ化物、酸化ゲルマニウム(GeO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)などで構成することができる。

10

【0050】

図13は、図1～図12のいずれかに示された構成の有機半導体発光装置50を基板2上に二次元配列して構成される表示装置60の電気回路図である。すなわち、この表示装置60は、上述のような有機半導体発光装置50をマトリクス配列された画素P11, P12, …, P21, P22, …内にそれぞれ配置し、これらの画素の有機半導体発光装置50を選択的に発光させ、また、各画素の有機半導体発光装置50の発光強度(輝度)を制御することによって、二次元表示を可能としたものである。

20

【0051】

各有機半導体発光装置50は、有機半導体発光部8と一体的に形成されたPチャネル型電界効果型トランジスタ(FET)であり、そのドレイン電極9(D)にはバイアス電圧Vd(<0)が与えられており、そのソース電極7(S)は接地電位(=0)とされている。ゲート電極3(G)には、各画素を選択するための選択トランジスタTsと、データ保持用のキャパシタCとが並列に接続されている。

【0052】

行方向に整列した画素P11, P12, …; P21, P22, …の選択トランジスタTsのゲートは、行ごとに共通の走査線LS1, LS2, …にそれぞれ接続されている。また、列方向に整列した画素P11, P21, …; P12, P22, …の選択トランジスタTsにおいて有機半導体発光装置50とは反対側には、列ごとに共通のデータ線LD1, LD2, …がそれぞれ接続されている。

30

【0053】

走査線LS1, LS2, …には、コントローラ53によって制御される走査線駆動回路51から、各行の画素P11, P12, …; P21, P22, …を循環的に順次選択(行内の複数画素の一括選択)するための走査駆動信号が与えられる。すなわち、走査線駆動回路51は、各行を順次選択行として、選択行の複数の画素の選択トランジスタTsを一括して導通させ、非選択行の複数の画素の選択トランジスタTsを一括して遮断させるための走査駆動信号を発生する。

40

【0054】

一方、データ線LD1, LD2, …には、データ線駆動回路52からの信号が入力されるようになっている。このデータ線駆動回路52には、画像データに対応した制御信号が、コントローラ53から入力されるようになっている。データ線駆動回路52は、各行の複数の画素が走査線駆動回路51によって一括選択されるタイミングで、当該選択行の各画素の発光階調に対応した発光制御信号をデータ線LD1, LD2, …に並列に供給する。

【0055】

これにより、選択行の各画素においては、選択トランジスタTsを介してゲート電極3

50

(G)に発光制御信号が与えられるから、当該画素の有機半導体発光装置50は、発光制御信号に応じた階調で発光（または消灯）することになる。発光制御信号は、キャパシタCにおいて保持されるから、走査線駆動回路51による選択行が他の行に移った後にも、ゲート電極Gの電位が保持され、有機半導体発光装置50の発光状態が保持される。このようにして、二次元表示が可能になる。

【0056】

図14および図15は、前述のキャパシタCの配置に関する構成を説明するための図解的な断面図であり、図14は、図2の構成に対応しており、図15は、図3の構成に対応している。図14の構成の場合には、透明基板2と、透明電極膜からなるゲート電極3との間に、たとえばITOからなる透明導電膜21と、たとえば酸化シリコンからなる透明絶縁膜22とが介挿されている。透明導電膜21は透明基板2側に配置され、透明絶縁膜22はゲート電極3側に配置されている。これにより、透明導電膜21とゲート電極3との間に透明絶縁膜22を介挿したキャパシタCが形成されることになる。

10

【0057】

図15の構成の場合には、基板2とゲート電極3との間に、たとえば金属製の導電膜31と、たとえば酸化シリコンからなる絶縁膜32とが介挿される。導電膜31は、基板2側に配置され、絶縁膜32はゲート電極3側に配置されている。これにより、導電膜31とゲート電極3との間に絶縁膜32を介挿したキャパシタCが形成されることになる。たとえば、基板2がシリコン等の半導体基板である場合には、導電膜31は、基板2の表面に形成された不純物拡散層からなる導電層によって形成されてもよい。

20

【0058】

図16(a)および図16(b)は、この発明の第2の実施形態に係る有機半導体発光装置50Aの構成を説明するための図であり、図16(a)は、その図解的な断面図であり、図16(b)は、その平面図である。この図16において、上述の図2に示された各部と同等の構成部分には、図2の場合と同一の参照符号を付して示す。

この実施形態では、ゲート電極3が、ソース領域5側に配置された第1ゲート電極G1と、ドレイン領域6側に配置された第2ゲート電極G2とに分割されている。第1ゲート電極G1は、ソース領域5のほぼ全域に対してゲート絶縁膜4を介して対向しているとともに、チャンネル領域10側へとはみ出している。同様に、第2ゲート電極G2は、ドレイン領域6の全域に対してゲート絶縁膜4を介して対向しているとともに、チャンネル領域10側にはみ出している。第1ゲート電極G1と第2ゲート電極G2との間の間隙Δは、ソース領域5とドレイン領域6との間の間隙であるチャンネル長Lよりも短く設定されている。

30

【0059】

図17は、第1ゲート電極G1、第2ゲート電極G2、ソース電極7およびドレイン電極9にそれぞれ与えられる電位の一例を示す図である。第1ゲート電極G1および第2ゲート電極G2は、互いに電氣的に絶縁されていて、これらに対しては、独立して電圧Vg1、Vg2を印加することができる。それにより、ソース電極7から有機半導体活性層1への正孔の注入量と、ドレイン領域6から有機半導体発光部8への電子の注入量とを個別に制御することができる。これによって、注入されるキャリアのバランスをとることができる。有機半導体発光部8における発光効率を一層向上することができる。

40

【0060】

図18は、図16に示された有機半導体発光装置50Aを基板2上に二次元配列して構成される表示装置60Aの電気回路図である。この図18において、前述の図13に示された各部に対応する構成部分には、図13の場合と同一の参照符号を付して示す。

有機半導体発光部8が配置された側の電極であるドレイン電極9(D)にはバイアス電圧Vd(<0)が与えられており、ソース電極7(S)は接地電位(=0)とされている。また、第1ゲート電極G1には、一定の制御電圧Vgn(<0)が印加されている。一方、第2ゲート電極G2には、各画素を選択するための選択トランジスタTsと、データ保持用のキャパシタCとが並列に接続されている。その他の構成は、図13の場合と同様で

50

ある。

【0061】

この構成により、選択行の各画素においては、選択トランジスタTsを介して第2ゲート電極G2に発光制御信号が与えられるから、当該画素の有機半導体発光装置50Aは、発光制御信号に応じた階調で発光（または消灯）することになる。

なお、第2ゲート電極G2の電位を固定するとともに、第1ゲート電極G1にデータ線LD1, LD2,からの発光制御信号を与えるようにしても同様な動作が可能である。また、第1および第2ゲート電極G1, G2に与える制御電圧を画像データに応じて個別に制御するようにすれば、さらに多くの階調の表示が可能になる。

【0062】

以上、この発明の2つの実施形態について説明したが、この発明は、さらに他の形態で実施することもできる。たとえば、上記の実施形態では、有機半導体活性層1として、P型有機半導体材料を用いてPチャネル型電界効果型トランジスタとしての基本構成を有する有機半導体発光装置について説明したが、むしろ、有機半導体活性層1は、電子輸送性のN型有機半導体材料で構成することもできる。この場合には、Nチャネル型電界効果トランジスタとしての基本構成を有する有機半導体発光装置が構成される。すなわち、ソース電極7から有機半導体活性層1に対して電子が注入され、その一方で、ドレイン電極9からは有機半導体発光部8に正孔が注入されることになる。したがって、この場合、有機半導体発光部8を正孔輸送層81および電子輸送層82で構成するとすれば、正孔輸送層81がドレイン電極9側に配置され、電子輸送層82が有機半導体活性層1側に配置されることになる。

【0063】

さらに、有機半導体活性層1としては、電子および正孔の両方を輸送することができるいわゆるバイポーラ性の有機半導体材料を用いることも可能である。適用可能なバイポーラ性の有機半導体材料の例は、既述のとおりである。

さらに、上記の図13および図18では、2次元表示の可能な表示装置を示したが、画素を1次元配列して1次元の表示装置を構成することもできる。

【0064】

本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の精神および範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

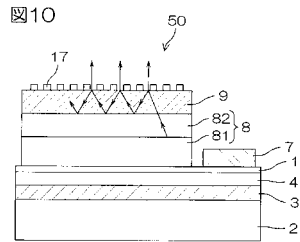
この出願は、2004年8月30日に日本国特許庁に提出された特願2004-250601号に対応しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

10

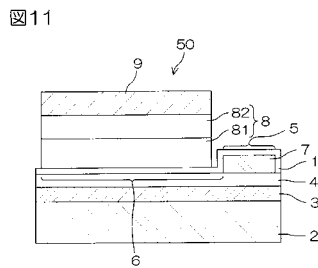
20

30

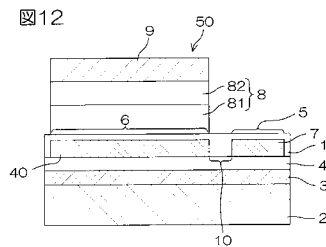
【図10】



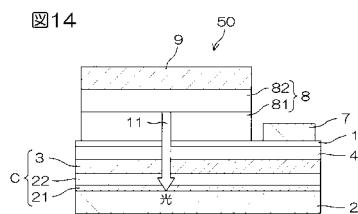
【図11】



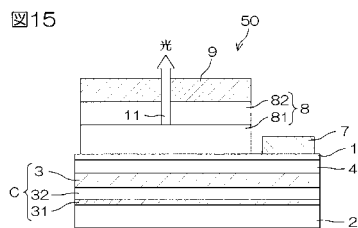
【図12】



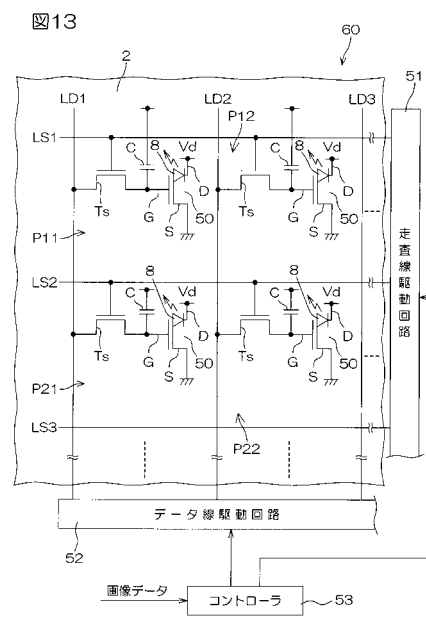
【図14】



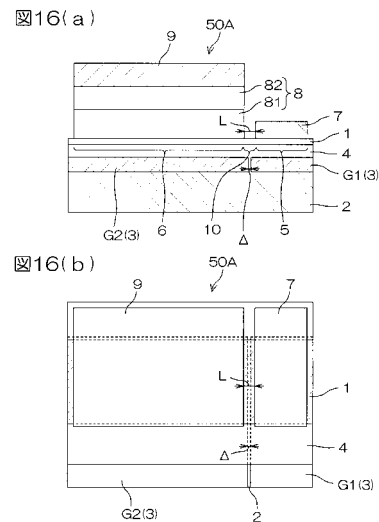
【図15】



【図13】



【図16】



【図17】

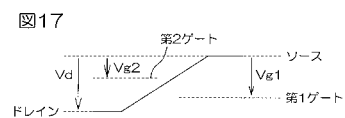
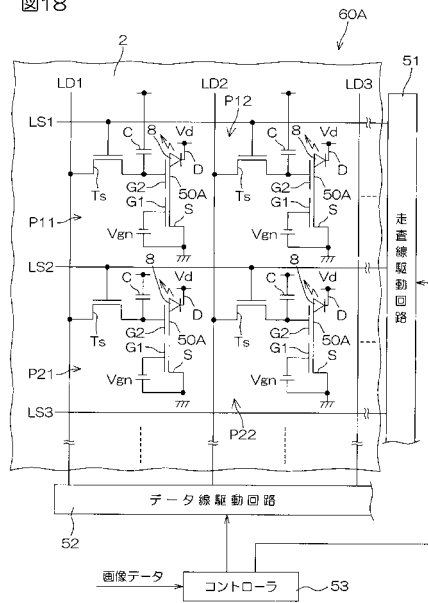


图18



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 L	51/30	(2006.01)	H 0 1 L 29/28 1 0 0 A
G 0 9 F	9/30	(2006.01)	H 0 1 L 29/28 2 8 0
H 0 1 L	27/32	(2006.01)	H 0 1 L 29/78 6 1 6 T
			H 0 1 L 29/78 6 1 6 U
			H 0 1 L 29/78 6 2 6 C
			G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z

(56)参考文献 特表 2 0 0 2 - 5 1 2 4 5 1 (J P, A)
米国特許第 6 7 2 0 5 7 2 (U S, B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H01L	51/00-51/56
H01L	27/32
H01L	29/786
H01L	21/336
H05B	33/00-33/28
G09F	9/30

专利名称(译)	有机半导体发光器件和使用其的显示器件		
公开(公告)号	JP4967143B2	公开(公告)日	2012-07-04
申请号	JP2006532621	申请日	2005-08-26
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人京都大学 日本电信电话株式会社 日本先锋公司 株式会社日立制作所 罗姆股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人京都大学 日本电信电话株式会社 先锋公司 株式会社日立制作所 ROHM株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日本电信电话株式会社 ROHM株式会社		
[标]发明人	菅沼直俊		
发明人	菅沼 直俊		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/02 H01L29/786 H01L21/336 H01L51/05 H01L51/30 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5296 H01L27/3244 H01L27/3265 H01L51/0545 H01L51/5088 H01L51/5203 H01L51/5268 H01L51/5271 H01L2251/5315		
FI分类号	H05B33/14.A H05B33/02 H01L29/78.612.Z H01L29/78.618.B H01L29/78.616.S H01L29/28.100.A H01L29/28.280 H01L29/78.616.T H01L29/78.616.U H01L29/78.626.C G09F9/30.365.Z		
优先权	2004250601 2004-08-30 JP		
其他公开文献	JPWO2006025275A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种能够提高从有机半导体有源层向有机半导体发光部分注入载流子的效率的有机半导体发光器件。有机半导体发光器件包括有机半导体有源层，其具有设置在其间的沟道长度的源区和漏区，结合到源区的源电极，结合到漏区的有机半导体发光部分，漏电极连接到有机半导体发光部分，栅电极与有机半导体有源层相对设置，绝缘膜插入其间。有机半导体发光部分包括有机半导体发光层，该有机半导体发光层从漏电极和有机半导体有源层接收电子和空穴，并通过其再结合而发光。

図6

