

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-147607

(P2008-147607A)

(43) 公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 7 C	3 K 1 0 7
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 8 B	5 F 0 4 3
HO 1 L 51/05 (2006.01)	HO 1 L 29/28 1 0 0 A	5 F 1 1 0
HO 1 L 51/40 (2006.01)	HO 1 L 29/28 3 1 0 K	
HO 1 L 21/306 (2006.01)	HO 1 L 21/306 R	

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-54567 (P2007-54567)  
 (22) 出願日 平成19年3月5日(2007.3.5)  
 (31) 優先権主張番号 06125574.1  
 (32) 優先日 平成18年12月7日(2006.12.7)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 10-2007-0003339  
 (32) 優先日 平成19年1月11日(2007.1.11)  
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 590002817  
 三星エスディアイ株式会社  
 大韓民国京畿道水原市靈通区▲しん▼洞5  
 75番地  
 (74) 代理人 100089037  
 弁理士 渡邊 隆  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦  
 (72) 発明者 ヨーク・フィッシャー  
 ドイツ・D-13053・ベルリン・ディ  
 ートリッヒシュトラセ・4

最終頁に続く

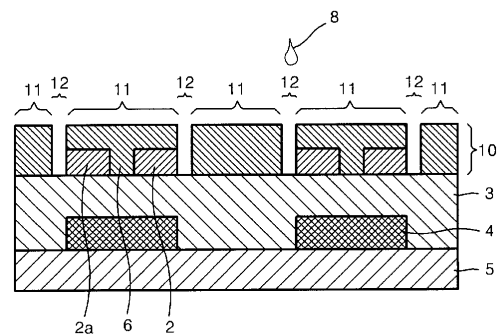
(54) 【発明の名称】 半導体要素、これを備えた有機発光ディスプレイ装置及び該半導体要素の製造方法

(57) 【要約】

【課題】半導体要素、これを備えた有機発光ディスプレイ装置及び該半導体要素の製造方法を提供する。

【解決手段】基板を提供する段階と、連続的な有機半導体層を基板上に形成する段階と、溶媒を連続的な有機半導体層上に第2領域内に適用することによって、第2領域内に位置した有機半導体物質を溶解させて連続的な有機半導体層から除去する段階とを含む、費用面において効果的でありつつ、パターニングされた半導体領域が高いレベルの均一度を有する構造体を実現できる有機半導体物質のパターニングされた構造体を有する基板を備える半導体要素の製造方法である。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

有機半導体物質のパターニングされた構造体を有する基板を備える半導体要素の製造方法であって、

基板を提供する段階と、

前記基板上に連続的な有機半導体層を形成する段階と、

溶媒を前記連続的な有機半導体層上の第 2 領域に提供して、前記連続的な有機半導体層から第 2 領域に位置した有機半導体物質を溶解させて除去する段階と、を含むことによって、有機半導体物質のパターニングされた構造体を有する基板を備える半導体要素を製造するが、

前記パターニングされた構造体は、複数個の第 1 領域と複数個の第 2 領域とを備え、各第 1 領域は、第 1 厚さと等しいかそれより大きい厚さの有機半導体物質を有し、各第 2 領域は、有機半導体物質を有さないか、または第 2 厚さと等しいかそれより薄い厚さを有することを特徴とする半導体要素の製造方法。

## 【請求項 2】

溶媒を第 2 領域に提供することは、溶媒をインクジェットプリンティング法で第 2 領域に提供することによりなされることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 3】

半導体物質は、蒸発によって除去されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 4】

第 2 領域から有機半導体物質が完全に除去されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 5】

第 1 領域における有機半導体物質の最小厚さが、第 2 領域における有機半導体物質の最大厚さの少なくとも 5 倍となるように有機半導体物質が除去されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 6】

ポリ - 3 - アルキルチオフエン、ポリ - コ - (ジオクチルフルオレニル - ジチオフエン - イル)、ポリ - アルキルトリアリールアミン、ジヘキシルセキシチオフエン、星状オリゴチオフエン系、ポリ(アルキルテルチオフエン)、ポリ(アルキルクアテルチオフエン)、官能性アセン系、官能性ペンタセン系、及びビス - (トリ - エチルシリルエチニル) - アントラジチオフエンのうち少なくとも一つが有機半導体物質として使われることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 7】

ビス - (トリ - イソプロピルシリルエチニル) - ペンタセン、ビス(トリ - エチルシリルエチニル) - ペンタセン、ビス - (トリ - メチルシリルエチニル) - ペンタセン、空間規則的なポリ - 3 - ヘキシルチオフエン、及び空間規則的なポリ - 3 - デシルチオフエンのうち少なくとも一つが有機半導体物質として使われ、及び/または N - アセチル - 6, 13 - エピチオイミノ - 6, 13 - ジヒドロペンタセン - S - オキシド、及び 6, 13 - エピテトラクロロベンゾ - 6, 13 - ジヒドロペンタセンのうち一つがペンタセン前駆体として使われることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 8】

クロロホルム、テトラヒドロフラン(THF)、キシレン、ヘキサン、トルエン、シクロヘキサン、アニソール、3, 4ジメチルアニソール、1, 2ジクロロベンゼン、テトラリン、1, 2, 4トリメチルベンゼン、1, 2, 3トリメチルベンゼン、1, 3, 5トリメチルベンゼン、メチル 15ベンゾエート、及びエチルベンゾエートのうち少なくとも一つが溶媒として使われることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

## 【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記連続的な有機半導体層を形成する前に、ソース電極とドレイン電極との複数個の対が基板上に形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

【請求項 10】

前記パターンングされた構造体上に絶縁層を形成する段階と、

前記絶縁層上に前記各対のソース電極とドレイン電極との間に対応するように、複数個のゲート電極を形成する段階と、をさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体要素の製造方法。

【請求項 11】

前記連続的な有機半導体層を形成する段階前に、複数個のゲート電極を基板上に形成し、前記複数個のゲート電極を覆うように絶縁層を形成し、前記絶縁層上にソース電極とドレイン電極との複数個の対を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体要素の製造方法。

10

【請求項 12】

ソース電極とドレイン電極との隣接した対の間に少なくとも一つの第 2 領域が形成され、各対のソース電極とドレイン電極の間には、第 2 領域が形成されないことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体要素の製造方法。

【請求項 13】

有機半導体物質のパターンングされた構造体を有する基板を備える半導体要素であって、パターンングされた構造体は、複数個の第 1 領域と複数個の第 2 領域とを備え、各第 1 領域は、第 1 厚さと等しいかそれより大きい厚さの有機半導体物質を有し、各第 2 領域は、有機半導体物質を有さないか、または第 2 厚さと等しいかそれより薄い厚さの有機半導体物質を有し、第 1 領域のエッジ部分は、第 1 領域の中央部分の厚さより厚いことを特徴とする半導体要素。

20

【請求項 14】

第 2 領域は、有機半導体物質を有さないことを特徴とする請求項 13 に記載の半導体要素。

【請求項 15】

第 1 領域における有機半導体物質の最小厚さが、第 2 領域における有機半導体物質の最大厚さの少なくとも 5 倍であることを特徴とする請求項 13 に記載の半導体要素。

【請求項 16】

第 1 領域のエッジ部分の厚さは、第 1 領域の中央部分の厚さより少なくとも 10% より厚いことを特徴とする請求項 13 に記載の半導体要素。

30

【請求項 17】

第 1 領域のエッジ部分の厚さは、第 1 領域の中央部分の厚さより 30% ~ 300% ほどさらに厚いことを特徴とする請求項 16 に記載の半導体要素。

【請求項 18】

請求項 13 に記載の半導体要素と、

前記前記半導体要素に電気的に連結された有機発光素子と、を備えることを特徴とする有機発光ディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターンングされた有機半導体層を有する基板を備えた半導体要素(半導体素子)、これを備えた有機発光ディスプレイ装置、及びその製造方法に係り、さらに詳細には、複数個の有機薄膜トランジスタを備えた基板、これを備えた有機発光ディスプレイ装置、及び基板上に複数個の有機薄膜トランジスタを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

能動駆動型の有機発光ディスプレイ装置において、各画素に少なくとも一つの薄膜トランジスタが備えられる。製造コストを節減するために、有機薄膜トランジスタ(OTFT

50

: Organic Thin Film Transistor) を利用することが望ましい。複数個の OTFT は、一般的にマトリクス形態に配列されるが、このとき、有機半導体層 (OSC: organic semiconducting material) は、パターニングされなければならない。非特許文献に開示されたように、高い点滅比のような優れた性能のトランジスタを得るためには、有機半導体層のパターニングが必須である。パターニングは、隣接した薄膜トランジスタの間及び電子回路の配線との望ましくないクロストーク効果を防止するためにも必要である。パターニングされていない半導体層は、電流漏れ経路を誘発することもある。

#### 【0003】

インクジェットプリンティング、フレキシブルプリンティング、または他のプリンティングのような直接パターニング技術が、有機半導体層をパターニングするのに使われうる。しかし、これは、例えば、インクの乾燥のようなプリンティングプロセス中に有機半導体層のプロファイルが不均一になる結果をよく引き起こすという問題があった。したがって、ディスプレイ装置の輝度の均一性を阻害する広範囲な OTFT 偏差の結果が得られる。他のパターニング方法は、エッチングプロセスを含むフォトリソグラフィ法を使用することである。しかし、このプロセスは、複雑で高価であるだけでなく、有機半導体層を損傷させるという問題があった。

【非特許文献 1】GERWIN H. GELINCK et Al. "Flexible active-matrix displays and shift registers based on solution-processed organic transistors", Nature Materials 3, 106. 110 (2004)

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

本発明は、前記問題点を含んで色々な問題点を解決するためのものであって、隣接したパターニングされた半導体領域の間でのクロストークを防止しつつも、費用面で効果的であり、パターニングされた半導体領域の均一度が非常に高い基板を実現できるパターニングされた有機半導体層を有する基板を備える半導体素子、これを備えた有機発光ディスプレイ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

本発明は、連続的な有機半導体層を塗布するための広域溶液コーティングプロセスの長所と、有機半導体層のパターニングのための溶媒のインクジェットプリンティングの長所とを結合した新たな接近法を使用する。この方法は、均一な有機半導体層厚さの結果と低い OTFT 偏差の結果をもたらす。さらに、有機半導体層のパターニングプロセスにおいて非常に安価な二段階のみを経る。連続的な有機半導体層を塗布するために、多様な溶液蒸着法を利用できるが、これは、均一なフィルム形成の結果をもたらし、例えば、スピンコーティング、ブレードコーティング、ディップキャストリングなどを含む。連続的な有機半導体層が形成されれば、連続的な有機半導体層をパターニングするための第二段階が実施される。(複数個の OTFT のうち一つである) 単一 OTFT の周囲に溶媒をプリンティングして有機半導体層を溶解させるために、インクジェットプリンティング法が使われうる。パターニングは、例えば、OTFT の周囲に非有機半導体領域の "リング" を形成して、電流漏れ経路と望ましくないクロストーク効果とを防止できる。本発明は、ボトムゲート OTFT だけでなく、トップゲート OTFT にも使われうる。

#### 【0006】

本発明の第 1 特徴によれば、パターニングされた有機半導体物質の構造を有する基板(望ましくは、ガラス基板またはプラスチック基板)を備える半導体素子の製造方法が開示されるが、パターニングされた構造は、複数個の第 1 領域と複数個の第 2 領域とを有し、各第 1 領域は、第 1 厚さと等しいかそれより大きい厚さの有機半導体物質を有し、各第 2

領域は、有機半導体物質を有さないか、または第2厚さと等しいかそれより薄い厚さの有機半導体物質を備える。前記方法は、基板を提供する段階と、基板上に連続的な有機半導体層を形成する段階と、連続的な有機半導体層の第2領域に溶媒を適用することによって、第2領域に位置した有機半導体物質を溶解させて除去する段階とを含む。複数個の第1領域は、望ましくは、互いに連結されない。複数個の第2領域は、互いに連結されていてもよく、互いに分離されていてもよい。本発明による“複数個の”OTFTは、少なくとも二つのOTFT、望ましくは、100個以上のOTFTを意味する。これは“複数個の”第1領域にも同様に適用できる。

【0007】

望ましくは、有機半導体物質は、少量の溶媒を局部的に適用することによっても完全に除去される。乾燥する間に、溶解された領域の有機半導体物質は、残存する硬い有機半導体物質方向に収縮して、結果として有機半導体物質のない領域をもたらす。

10

【0008】

望ましくは、有機半導体物質は、溶媒を適用することによって完全に除去される。望ましい他の実施形態によれば、有機半導体物質は、(溶媒の適用によって)第1領域での有機半導体物質の最小厚さが第2領域での有機半導体物質の厚さの少なくとも5倍(望ましくは8倍、さらに望ましくは10倍)である。

【0009】

望ましくは、第2領域上に溶媒を適用することは、第2領域上に溶媒をインクジェットプリンティングすることによって行われる。望ましくは、ポリ-3-アルキルチオフエン、ポリ-コ-(ジオクチルフルオレニル-ジチオフエン-イル)、ポリ-アルキルトリアールアミン、ジヘキシルセキシチオフエン、星状オリゴチオフエン系、ポリ(アルキルテルチオフエン)、ポリ(アルキルクアテルチオフエン)、官能性アセン系、官能性ペンタセン系、及びビス-(トリ-エチルシリルエチニル)-アントラジチオフエンのうち少なくとも一つが有機半導体材料として使われる。

20

【0010】

望ましくは、100 と180 との間の沸点を有する溶媒が使われる。望ましくは、ビス-(トリ-イソプロピルシリルエチニル)-ペンタセン、空間規則的なポリ-3-ヘキシルチオフエン、及び空間規則的なポリ-3-デシルチオフエンのうち少なくとも一つが有機半導体物質として使われ、及び/またはN-アセチル-6,13-エピチオイミノ-6,13-ジヒドロペンタセン-S-オキシド及び6,13-エピテトラクロロベンゾ-6,13-ジヒドロペンタセンのうち一つがペンタセン前駆体として使われる。望ましくは、クロロホルム、テトラヒドロフラン(THF)、キシレン、ヘキサン、トルエン、シクロヘキサン、アニソール、3,4ジメチルアニソール、1,2ジクロロベンゼン、テトラリン、1,2,4トリメチルベンゼン、1,2,3トリメチルベンゼン、1,3,5トリメチルベンゼン、メチル15ベンゾエート、エチルベンゾエートのうち少なくとも一つが溶媒として使われる。

30

【0011】

本発明の望ましい第1実施形態によれば、連続的な有機半導体層を形成する前に、ソース電極及びドレイン電極の複数個の対が基板上に形成される。望ましくは、製造方法は、パターンニングされた構造体上に絶縁層を形成する段階と、絶縁層上に各対のソース電極とドレイン電極の間に対応するように、複数個のゲート電極を形成する段階とをさらに含む。

40

【0012】

本発明の望ましい第2実施形態によれば、複数個のゲート電極が基板上に形成され、複数個のゲート電極上に絶縁層が形成され、連続的な有機半導体層の形成前にソース電極とドレイン電極との複数個の対が絶縁層上に形成される。

【0013】

前記のような本発明の望ましい実施形態らにおいて、ソース電極とドレイン電極の隣接した対の間に少なくとも一つの第2領域が形成されるが、各対のソース電極とドレイン電

50

極との間には、第2領域が形成されない。望ましくは、ソース電極とドレイン電極の隣接した対の間に二つの第2領域が形成される。複数個のトランジスタ(一つのトランジスタは、ソース電極、ドレイン電極及びゲート電極の一对により形成され、有機半導体層のチャンネルがソース電極とドレイン電極との間に形成され、絶縁層がゲート電極とチャンネルとの間に配列されるが)は、望ましくは、相互均一な距離で離隔され、望ましくは、基板上にマトリックス形態に配列される。

【0014】

溶媒は、望ましくは、環状(annular)領域を覆うように適用されて、環状形状を有する第2領域または複数個の第2領域を形成するが、第2領域の有機半導体物質を溶媒が溶解させて除去するので、第2領域には有機半導体物質が存在しない。望ましくは、溶媒は、各OTFTが第2領域により完全に取り囲まれるように適用される。第2領域は、隣接した第2領域から分離(離隔)されてもよく、互いに連結されてもよい。第1領域は、望ましくは、円形である。望ましくは、各トランジスタは、隣接したOTFTを覆う第1領域と連結されない限り、一つの第1領域によって完全に覆われる。

10

【0015】

他の望ましい実施形態において、溶媒は、望ましくは、マトリックスまたは基板のエッジの垂直軸または水平軸に沿って延びたライン状に適用され、ラインは、望ましくは、トランジスタの隣接した行または列の間に配置される。または、溶媒は、望ましくは、マトリックスの垂直ラインと水平ラインとのいずれの形状にも適用される。したがって、第2領域は、望ましくは、ライン状またはストライプ状を有し、第1領域は、望ましくは、OTFTのチャンネルを覆う四角形状を有する。連続的な有機半導体層は、望ましくは、10nm~200nmの厚さであり、さらに望ましくは、20nm~100nmの厚さに形成される。プリンティングされた溶媒のライン幅、すなわち第2領域の各幅は、望ましくは、10 $\mu$ m~200 $\mu$ m、さらに望ましくは、20 $\mu$ m~100 $\mu$ mである。

20

【0016】

有機半導体物質と溶媒との望ましい組み合わせは、例えば、スピンコーティング法を利用して連続的な半導体層を形成するためのテトラリンでのビス(トリ-イソプロピルシリルエチニル)-ペンタセン1%~10%(望ましくは、2%~6%、さらに望ましくは、4%)溶液と、連続的な半導体層をドロップ法を利用して溶媒でパターンニングするためのキシレンである。

30

【0017】

本発明の他の特徴によれば、有機半導体物質のパターンニングされた構造体を有する基板(望ましくは、平板ガラスまたはプラスチック基板)を備える半導体要素が開示されるが、パターンニングされた構造体は、複数個の第1領域と複数個の第2領域とを備え、各第1領域は、第1厚さと等しいかそれより大きい厚さの有機半導体物質を有し、各第2領域は、有機半導体物質を有さないか、または第2厚さと等しいかそれより薄い厚さの有機半導体物質を有し、少なくとも一つの第2領域(望ましくは、複数個の第2領域)は、溶媒のトレースを含み、及び/または第1領域のエッジ部分は、第1領域の中央部分より厚く、すなわち、少なくとも一つの第1領域の少なくとも一つのエッジ部分は、中央部分より厚く、望ましくは、あらゆる第1領域のエッジ部分は、中央部分よりさらに厚い。

40

【0018】

望ましくは、第2領域は、いかなる有機半導体物質も有さない。本発明の望ましい他の実施形態によれば、第1領域における有機半導体物質の最小厚さは、第2領域における有機半導体物質の最大厚さより(望ましくは少なくとも5倍、さらに望ましくは少なくとも8倍、さらに一層望ましくは少なくとも10倍)大きい。さらに望ましくは、第1領域のエッジ部分の厚さは、中央部分の厚さより30%~300%(さらに望ましくは、50%~150%)ほどさらに大きい。

【0019】

望ましくは、半導体要素は、少なくとも一つのOTFT、望ましくは、複数個の薄膜トランジスタを形成する。トップゲート型OTFTの場合、ソース電極とドレイン電極との

50

複数個の対が基板と有機半導体物質(第1領域)と間に配列され、絶縁層が(第1領域及び第2領域の)パターニングされた構造体上に配列され、複数個のゲート電極が各対のソース電極とドレイン電極との間に対応するように絶縁層上に配列される。

【0020】

ボトムゲート型OTFTの場合、複数個のゲート電極が基板と絶縁層との間に形成され、ソース電極とドレイン電極との複数個の対が絶縁層上に形成され、少なくとも一つの第2領域がソース電極とドレイン電極との隣接した対の間に形成され、各対のソース電極とドレイン電極との間には、第2領域が形成されない。

【0021】

望ましくは、複数個のOTFTを有する半導体要素は、望ましくは、有機発光ディスプレイ用として使われる。したがって、望ましくは、複数個のOTFTは、有機発光ダイオードに(スイッチングトランジスタまたは駆動トランジスタとして)電氣的に連結される。

10

【発明の効果】

【0022】

本発明の半導体要素、これを備えた有機発光ディスプレイ装置、及びその製造方法によれば、隣接したパターニングされた半導体領域間でのクロストークを防止すると共に、費用面で効果的であり、パターニングされた半導体領域の均一度が非常に高い構造物を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、添付された図面を参照して、本発明の望ましい実施形態を詳細に説明すれば、次の通りである。

20

【0024】

図1Aは、ボトムゲート型OTFTの断面図を概略的に示す断面図であり、図1Bは、トップゲート型OTFTの断面図を概略的に示す断面図であって、OTFTは、基板5、ゲート電極4、絶縁層3、ソース電極2、ドレイン電極2a及び有機半導体層のチャンネル6を有する。複数個の応用例、例えばディスプレイにおいて、複数個のOTFT(ボトムゲート型またはトップゲート型OTFT)を備える基板が必要であるが、ここでOTFTは、能動駆動型ディスプレイで駆動トランジスタまたはスイッチングトランジスタとして機能する。例えば、能動駆動型有機発光ディスプレイは、基板を備えるが、この基板は、複数個の画素を備え、各画素は、少なくとも一つのOTFTと少なくとも一つの有機発光素子とを備え、各画素は、複数本のスキャンラインのうち少なくとも一本と複数本のデータラインのうち少なくとも一本に電氣的に連結される。輝度均一度を高めるために、複数個のOTFTの電氣的特性は非常に均一である必要がある。さらに、隣接したOTFT間のクロストークは防止されなければならない。

30

【0025】

図2は、本発明の一実施形態による製造方法の一段階を示すものであって、連続的な有機半導体層を備えた複数個のボトムゲート型OTFTの断面図である。本実施形態によれば、複数個のOTFT(ボトムゲート型OTFTまたはトップゲート型OTFTでもよい)を費用面において効果的に製造すると共に、隣接したOTFT間のクロストークを減らし、複数個のOTFTの電氣的特性の均一度も高めることができる。

40

【0026】

したがって、ソース電極2とドレイン電極2aとの複数個の対が基板5上に形成され、連続的な有機半導体層9がソース電極2とドレイン電極2aとの対と基板5を覆うように形成される。図2に示すように、ボトムゲート型OTFTの場合、各OTFT用としてソース電極2とドレイン電極2aとの形成前にゲート電極4が形成され、ソース電極2及びドレイン電極2aの形成前に連続的な絶縁層3が複数個のゲート電極4を覆うように形成される(トップゲート型OTFTの場合には、図5に示すように有機半導体層をパターニングした後、絶縁層3及び複数個のゲート電極4が形成される)。

【0027】

50

図3に示すように、連続的な有機半導体層9を形成した後、溶媒8を連続的な有機半導体層9上に適用して有機半導体物質を溶解させて除去することによって、有機半導体物質を有する複数個の第1領域11と有機半導体物質を有さない複数個の第2領域12とを形成する。溶媒8を利用することによって、半導体物質のパターニングされた構造体10を形成する。溶媒8は、複数個のOTFTそれぞれのチャンネル6が、第2領域12または複数個の第2領域12により取り囲まれるように適用される。しかし、第1領域11は、隣接したOTFTを連結しないように配列される。複数個のOTFTは、基板5上にマトリックス状に配列される。第2領域12は、OTFTを取り囲む環状パターンまたはラインパターンをなすように形成されうる。連続的な有機半導体層9は、一部が溶媒8により溶解されて除去されて、いかなるOTFTも有機半導体物質または第1領域11を通じて隣接したOTFTに連結されない。したがって、隣接したOTFT間のクロストークを防止することができる。このような本実施形態による製造方法は、(例えば、有機半導体物質のインクジェットプリンティングのような)直接パターニング技術に比べて多くの長所を有するが、連続的な有機半導体層9が厚さ及び抵抗などの観点において高い均一性を有するため、OTFTの均一性が高くなるためである(インクジェットプリンティングは、プリンティングプロセス、例えばインクの乾燥工程のために均一でない有機半導体層プロファイルを引き起こす)。

10

20

30

40

50

#### 【0028】

本発明によるディスプレイの製造のために、複数個の有機発光素子が図3に示すような素子に電氣的に連結される。有機発光素子及び(ソース電極2、ドレイン電極2a、チャンネル6、絶縁層3、及びゲート電極4を備える)OTFTは、データドライバ及びスキヤンドライバ(図示せず)のような駆動回路に電氣的に連結された画素を形成する。当業者に周知のように、能動駆動型ディスプレイの一つの画素は、一般的に一つ以上のOTFTを必要とする。したがって、本発明によれば、複数個の2つ以上のOTFTが本発明によって製造できるのが、それぞれのOTFTは、マトリックスパターンに配列されて有機発光素子の画素用回路となる。

#### 【0029】

図4に示すように、二つのOTFTが互いに隣接して配列されている。図4は、複数個の薄膜トランジスタのうちの一部のみを示したものであって、二つのOTFTの隣接した対は図示されていない。基板上のOTFTの配列に関係なく(ディスプレイの駆動回路によって)、本発明による各OTFTのチャンネル6は、連続的な有機半導体層9の一部が溶媒8により溶解されて除去されることによって、(有機半導体物質を有さない)少なくとも一つの第2領域12により、各チャンネル6が隣接したチャンネル6または隣接したチャンネル6から分離されて形成される。

#### 【0030】

図5及び図6は、連続的な有機半導体層9の一部を各OTFTの周囲で溶解させるために溶媒8をプリンティングすることにより製造された、有機半導体層パターン10を備える複数個のトップゲート型OTFTの一部分の断面図及び平面図である。

#### 【0031】

図7ないし図10は、複数個のボトムゲート型OTFT、配線14及び画素電極13を備えた能動駆動型下板(back plane)の一部を互いに異なる工程で示す平面図である。図7は、基板上にソース電極2及びドレイン電極2aが配置されたことを示す。次の段階は、図8に示すようである。この工程中に全体基板領域は、連続的な有機半導体層9で覆われる。図9及び図10は、溶媒プリンティング法ですなわち、一部領域の有機半導体物質を除去するための溶媒を適用して、有機半導体層を構造化する2つの方法を示す。図9は、ラインプリンティング工程を示し、図10は、OTFTの環状プリンティングによるOTFTを示す。このように溶媒を提供して第1領域11と第2領域12とを形成する。

#### 【0032】

図11及び図12は、本発明の二つの実施形態による有機半導体層のパターニング方法



を概略的に示す断面図である。図 1 1 及び図 1 2 には溶解された領域周囲の有機半導体物質の凝集物が示されている。図 1 2 は、有機半導体層の厚さを十分に減らして伝導性を減少させること(それによってクロストークを十分に抑制させること)を示し、図 1 1 は、有機半導体層を完全に除去することによって伝導性(及びクロストーク)を最小化することを示している。

#### 【0033】

図 1 1 及び図 1 2 に示したように、溶媒を適用した部分の有機半導体物質は、溶解されて残存する硬い有機半導体物質方向に収縮することによって、第 1 領域 1 1 の厚さの変化をもたらす。すなわち、各第 1 領域 1 1 は、第 1 厚さ  $d_1$  と等しいか大きい厚さの有機半導体物質を有し、各第 2 領域 1 2 は、有機半導体物質を有さないか、または第 2 厚さ  $d_2$  と等しいか薄い厚さの有機半導体物質を有する。このとき、溶媒を適用した部分の有機半導体物質は、溶解されて残存する硬い有機半導体物質方向に収縮することによって、第 1 領域 1 1 のエッジ部分は、第 1 領域 1 1 の中央部分の厚さ ( $d_c = d_1$ ) より大きい厚さ  $d_e$  を有する。この場合、第 1 領域 1 1 のエッジ部分の厚さ  $d_e$  は、第 1 領域 1 1 の中央部分の厚さ  $d_c$  より少なくとも 10% より厚くなりうる。特に、反復実験の結果、第 1 領域 1 1 のエッジ部分の厚さ  $d_e$  は、第 1 領域 1 1 の中央部分の厚さ  $d_c$  より 30% ~ 300% ほどさらに厚くなるということが分かった。

10

#### 【0034】

一方、図 1 2 に示すように、第 2 領域 1 2 に有機半導体物質が残存するならば、隣接した OTFT 間のクロストークを防止するために、第 1 領域 1 1 における有機半導体物質の最小厚さ  $d_1$  を、第 2 領域 1 2 における有機半導体物質の最大厚さ  $d_2$  の少なくとも 5 倍とすることが望ましい。

20

#### 【0035】

このような OTFT は、フレキシブル特性が良いので、OTFT を備える多様なフレキシブル平板ディスプレイ装置に利用できる。このような平板ディスプレイ装置として、液晶ディスプレイ装置及び有機発光ディスプレイ装置など、多様なディスプレイ装置があるところ、以下では、有機発光ディスプレイ装置に前述のような OTFT が備えられた場合について簡略に説明する。

#### 【0036】

有機発光ディスプレイ装置は、多様な形態のものが適用されうるが、本実施形態による有機発光ディスプレイ装置は、OTFT を備えた能動駆動型 (AM: Active Matrix) 発光ディスプレイ装置である。

30

#### 【0037】

各副画素は、少なくとも前述のような一つの OTFT を備える。OTFT の上部には  $SiO_2$  からなるパッシベーション膜が形成され、パッシベーション膜の上部には、アクリル、ポリイミドなどによる画素定義膜が形成されている。パッシベーション膜は、OTFT を保護する保護膜の役割を行い、またその上面を平坦化させる平坦化膜の役割も行う。

#### 【0038】

OTFT に電氣的に連結される有機発光素子は、互いに対向した画素電極及び対向電極と、この電極の間に介在された少なくとも発光層を含む中間層を備える。対向電極は、複数個の画素において共通に形成できるなど、多様な変形が可能である。

40

#### 【0039】

このとき、中間層は、各副画素にのみ対応するようにパターンニングされるが、隣接した副画素の中間層と一体に形成されてもよいということはいうまでもない。また、中間層の一部層は、各副画素別に形成され、他の層は、隣接した副画素の中間層と一体に形成されるなど、その多様な変形が可能である。

#### 【0040】

画素電極はアノード電極の機能を行い、対向電極は、カソード電極の機能を行う。もちろん、この画素電極と対向電極の極性は反対になってもよい。

#### 【0041】

50

画素電極は、透明電極または反射形電極として使われる。透明電極として使われる時には、ITO、IZO、ZnOまたは $In_2O_3$ からなり、反射型電極として使われる時には、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Nd、Ir、Cr及びこれらの化合物などで反射膜を形成した後、その上にITO、IZO、ZnOまたは $In_2O_3$ で形成された層を有しうる。

#### 【0042】

対向電極も透明電極または反射形電極として使われるが、透明電極として使われる時は、Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al、Mg及びこれらの化合物が中間層に向かうように蒸着した後、その上にITO、IZO、ZnOまたは $In_2O_3$ などの透明導電性物質で補助電極やバス電極ラインを形成できる。そして、反射形電極として使われる時には、Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al、Mg及びこれらの化合物を利用して形成する。

10

#### 【0043】

画素電極と対向電極との間に備えられる中間層は、低分子または高分子有機物からなりうる。低分子有機物を使用する場合、ホール注入層(HIL: Hole Injection Layer)、ホール輸送層(HTL: Hole Transport Layer)、有機発光層(EML: Emission Layer)、電子輸送層(ETL: Electron Transport Layer)、電子注入層(EIL: Electron Injection Layer)が単一あるいは複合の構造で積層されて形成され、使用可能な有機材料も銅フタロシアニン(CuPc)、N,N-ジ(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ジフェニル-ベンジジン(NPB)、トリス-8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(Alq3)をはじめとして、多様に適用可能である。これら低分子有機物は、マスクを用いて真空蒸着の方法で形成される。

20

#### 【0044】

高分子有機物の場合には、大体、HTL及びEMLで備えられた構造を有し、このとき、前記HTLとしてPEDOTを使用し、EMLとしてPPV(Poly-Phenylene Vinylene)系及びポリフルオレン系など、高分子有機物質を使用する。

#### 【0045】

基板上に形成された有機発光素子は、対向部材により密封される。対向部材は、基板と同様にガラスまたはプラスチック材で備えられうるが、その他にも、メタルキャップなどで形成されることもある。

30

#### 【0046】

このような有機発光ディスプレイ装置において前述のようなOTFTが備えられるようにすることによって、入力された映像信号によって正確にイメージを具現する発光ディスプレイ装置を製造することが可能になる。

#### 【0047】

本発明は、図面に示された実施形態を参考として説明されたが、これは、例示的なものに過ぎず、当業者ならば、これから多様な変形及び均等な他の実施形態が可能であるということが理解できるであろう。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲の技術的思想によって決定されねばならない。

40

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0048】

本発明は、有機発光ディスプレイ関連の技術分野に好適に用いられる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0049】

【図1A】ボトムゲート型OTFTを概略的に示す断面図である。

【図1B】トップゲート型OTFTを概略的に示す断面図である。

【図2】本発明の一実施形態による製造方法の一段階を示すものであって、連続的な有機半導体層を備えた複数個のボトムゲート型OTFTの断面図である。

【図3】本発明の一実施形態による製造方法の一段階を示すものであって、各OTFTの

50

周囲で有機半導体層を溶解させるために溶媒をプリンティングすることを概略的に示す断面図である。

【図４】本発明の一実施形態による製造方法により製造されたＯＴＦＴの平面図であって、各ＯＴＦＴの周囲で有機半導体層を溶解させるために溶媒をプリンティングすることで形成された、パターニングされた有機半導体層を備えたＯＴＦＴを概略的に示す平面図である。

【図５】各ＯＴＦＴの周囲で有機半導体層を溶解させるために溶媒をプリンティングすることで形成された、パターニングされた有機半導体層を備えた複数個のトップゲート型ＯＴＦＴを概略的に示す断面図である。

【図６】各ＯＴＦＴの周囲で有機半導体層を溶解させるために溶媒をプリンティングすることで形成された、パターニングされた有機半導体層を備えた複数個のトップゲート型ＯＴＦＴを概略的に示す平面図である。

【図７】本発明の一実施形態による複数個の画素を備えたディスプレイの製造段階を概略的に示す平面図であって、各画素は、本発明の一実施形態によるＯＴＦＴを備える。

【図８】本発明の一実施形態による複数個の画素を備えたディスプレイの製造段階を概略的に示す平面図であって、各画素は、本発明の一実施形態によるＯＴＦＴを備える。

【図９】本発明の一実施形態による複数個の画素を備えたディスプレイの製造段階を概略的に示す平面図であって、各画素は、本発明の一実施形態によるＯＴＦＴを備える。

【図１０】本発明の一実施形態による複数個の画素を備えたディスプレイの製造段階を概略的に示す平面図であって、各画素は、本発明の一実施形態によるＯＴＦＴを備える。

【図１１】本発明の一実施形態による製造方法に起因して、第１領域のエッジ部分に半導体物質の凝集物を有し、第２領域は溶媒の適用により完全に除去された半導体要素の断面図である。

【図１２】本発明の一実施形態による製造方法に起因して、第１領域のエッジ部分に半導体物質の凝集物を有し、第２領域は溶媒の適用により部分的に除去された半導体要素の断面図である。

【符号の説明】

【００５０】

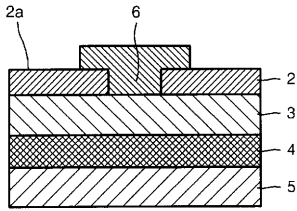
- ２ ソース電極
- ２ a ドレイン電極
- ３ 絶縁層
- ４ ゲート電極
- ５ 基板
- ６ 有機半導体層のチャンネル
- ８ 溶媒
- ９ 連続的な有機半導体層
- １０ パターニングされた構造体
- １１ 第１領域
- １２ 第２領域

10

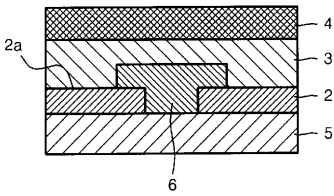
20

30

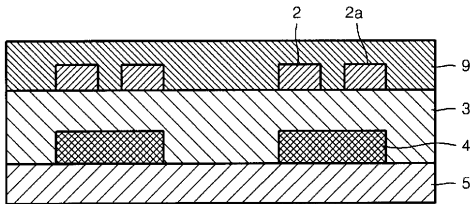
【 図 1 A 】



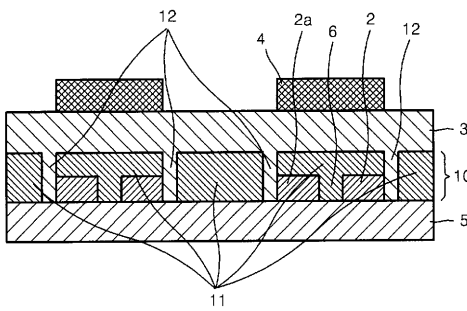
【 図 1 B 】



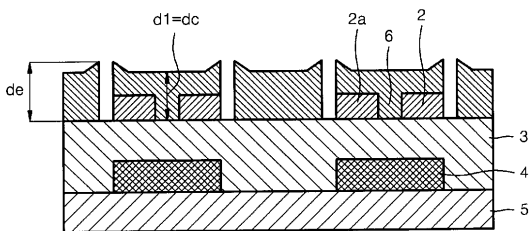
【 図 2 】



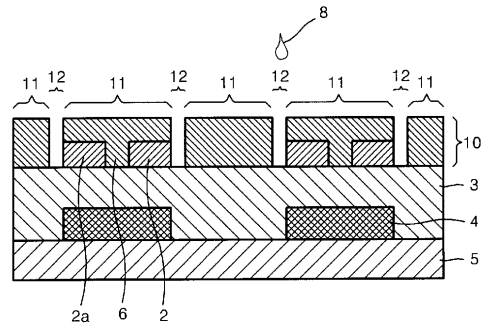
【 図 5 】



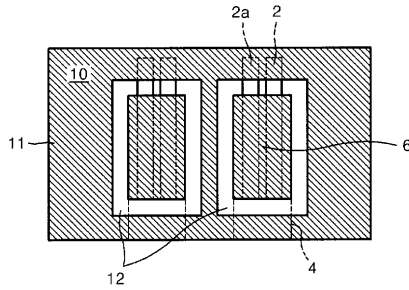
【 図 1 1 】



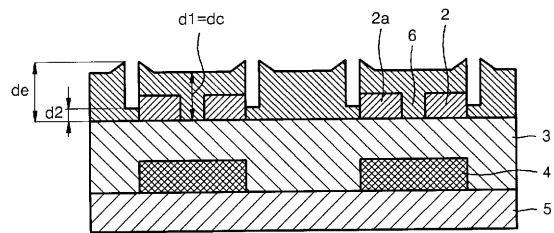
【 図 3 】



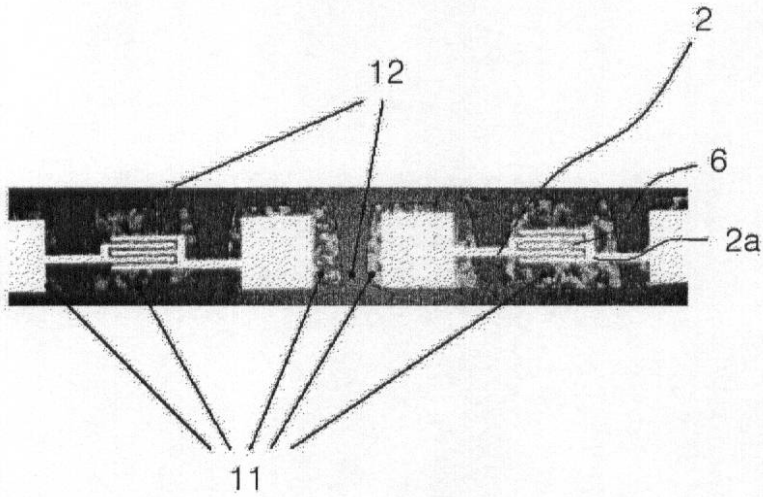
【 図 4 】



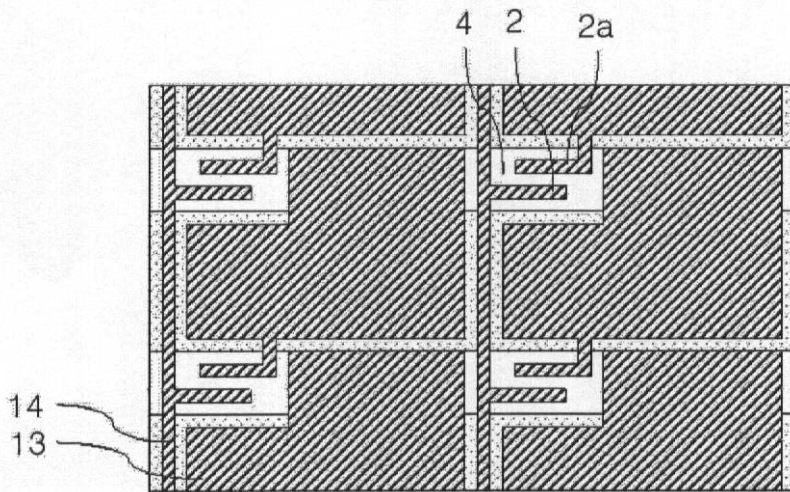
【 図 1 2 】



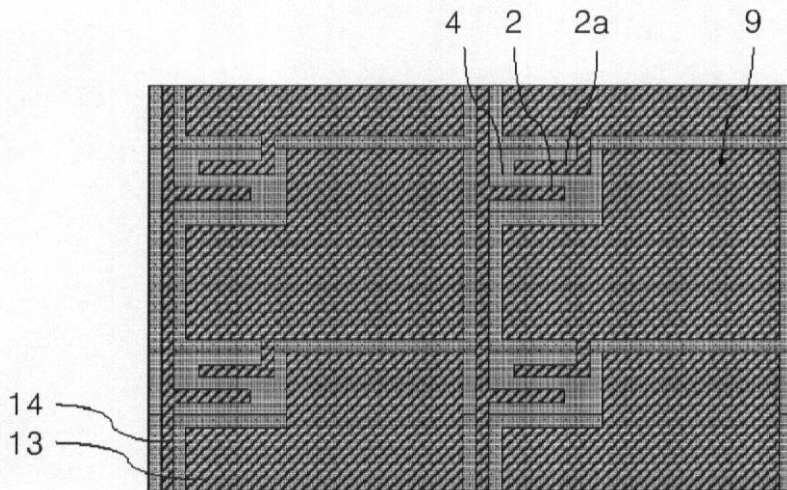
【 図 6 】



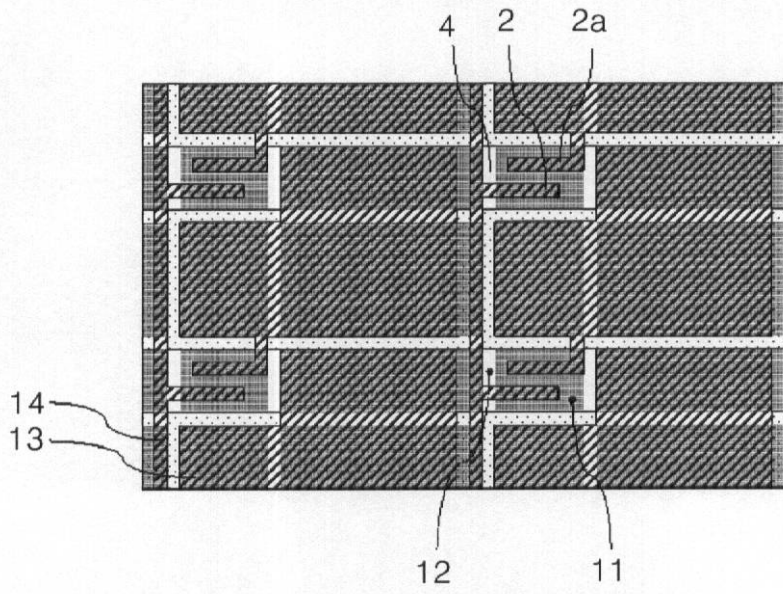
【 図 7 】



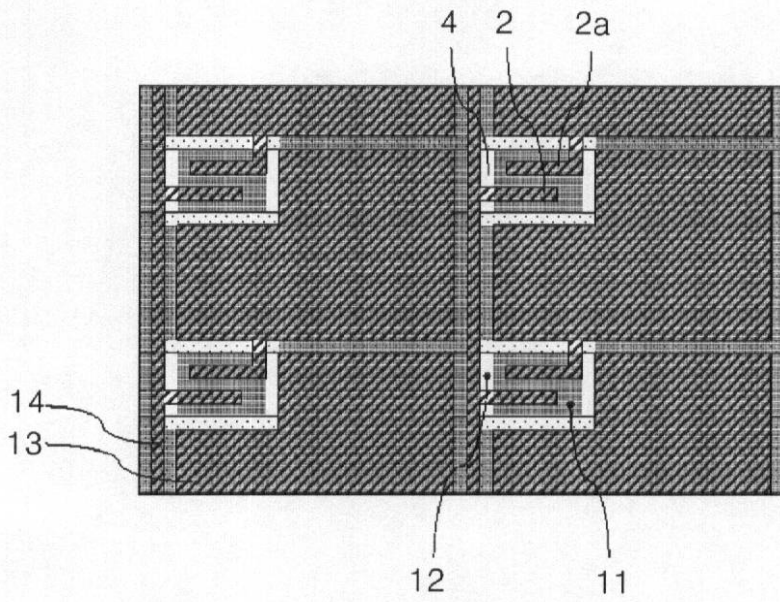
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 1 L 51/50 (2006.01) H 0 5 B 33/14 A

(72)発明者 アーサー・マテア

ドイツ・D - 1 4 1 9 7・ベルリン・シュランゲンパデル・シュトラッセ・2 4デー

(72)発明者 マルクス・シェディヒ

ドイツ・D - 1 5 7 1 1・ケーニヒス・ヴシュテルハウゼン・ポツダマー・シュトラッセ・1 7

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC33 CC45 EE04

5F043 AA18 BB12 DD13 EE07 EE40 GG05

5F110 AA30 BB01 CC03 CC05 DD01 DD02 GG05 GG25 GG42 HM04

HM12 NN02 NN05 NN23 NN27 NN71