

(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2006-252775

(P2006-252775A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26 Z	3K007
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 E	5F110
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H01L 29/786 (2006.01)	H01L 29/78 618B	
H01L 21/336 (2006.01)	H01L 29/78 622	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 32 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-63201 (P2005-63201)

(22) 出願日 平成17年3月7日(2005.3.7)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(74) 代理人 100085660

弁理士 鈴木 均

(72) 発明者 関谷 卓朗

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

株式会社リコー内

Fターム(参考) 3K007 AB02 BB06 CC00 DB03 GA04

最終頁に続く

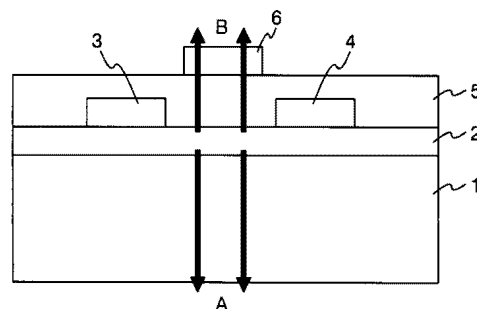
(54) 【発明の名称】 ディスプレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 発光現象が確認された初歩的な段階にある有機半導体材料をディスプレイへ応用するためにどのようにすべきかという課題に対応して新規な構成ならびに機能を有する有機発光トランジスタを提案することにある。

【解決手段】 第1の電極3と第2の電極4よりなる一対の電極間に有機半導体層2を設け、該有機半導体層に、絶縁層5を介して第3の電極6を設けてなる構造を備え、一対の電極間に有機半導体層が発光する範囲内で電圧を印加すると共に第3の電極に電圧を印加することにより発光を制御する有機トランジスタを基板上に複数個配列してなる発光基板と、発光基板の発光面と相対する位置に光学フィルタを配置してなるディスプレイ装置において、有機半導体層が発光する領域が細長形状となるように前記一対の電極を構成するとともに、それに対応して前記光学フィルタの形状を細長形状とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極と第 2 の電極よりなる一对の電極間に有機半導体材料を設け、該有機半導体層に、絶縁層を介して第 3 の電極を設けてなる構造を備え、前記一对の電極間に前記有機半導体層が発光する範囲内で電圧を印加すると共に前記第 3 の電極に電圧を印加することにより前記発光を制御する有機トランジスタを基板上に複数個配列してなる発光基板と、前記発光基板の発光面と相対する位置に光学的フィルターを配置してなるディスプレイ装置において、前記有機半導体層が発光する領域が細長形状となるように前記一对の電極を構成するとともに、それに対応して前記光学的フィルターの形状を細長形状としたことを特徴とするディスプレイ装置。

10

【請求項 2】

前記細長形状の発光領域を 3 つ隣接配置することによりほぼ正方形形状の発光領域となるように個々の発光領域を細長形状とし、それに対応した前記光学的フィルターを 3 つ隣接配置することによりほぼ正方形形状をなすように光学的フィルター 1 つの形状を細長形状とした光学的フィルターであって、該光学的フィルターには 3 色分のフィルターが配置されるとともに、その 3 色分のフィルター領域でほぼ正方形形状の領域を形成してなることを特徴とする請求項 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 3】

前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を真空気密状態に配したことを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載のディスプレイ装置。

20

【請求項 4】

前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を不活性ガス雰囲気中に配したことを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 5】

前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を真空気密状態にしたことを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 6】

前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を不活性ガス雰囲気中に配したことを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載のディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は有機トランジスタとそれに関連する技術に関し、特に発光現象をともしう有機薄膜トランジスタならびにそれを利用したディスプレイ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

各情報端末装置の普及に伴って装置の機能の高性能化、多様化が求められており、コンピュータ用のディスプレイとしてフラットパネルディスプレイに対するニーズが高まっている。またさらに情報化社会の進展に伴い、従来紙媒体で提供されていた情報が電子化されて提供される機会が増えたため、薄くて軽い、手軽に持ち運びが可能なモバイル用表示媒体として、電子ペーパーあるいはデジタルペーパーへのニーズも高まりつつある。

40

一般に平板型のディスプレイ装置においては、液晶、有機 EL、電気泳動などを利用した素子を用いて表示媒体を形成している。またこうした表示媒体では画面輝度の均一性や画面書き換え速度などを確保するために、画像駆動素子として薄膜トランジスタ (TFT) により構成されたアクティブ駆動素子を用いる技術が主流になっている。ここで TFT 素子は、通常、ガラス基板上に、主に a-Si (アモルファスシリコン)、p-Si (ポリシリコン) などの半導体薄膜や、ソース、ドレイン、ゲート電極などの金属薄膜を順次形成、積層していくことにより製造される。この TFT 素子を用いるフラットパネルディスプレイの製造には通常、CVD、スパッタリングなどの真空系設備や高温処理工程を要する薄膜形成工程に加え、精度の高いフォトリソグラフ工程が必要とされ、設備コスト、

50

ランニングコストの負荷が非常に大きい。さらに、近年のディスプレイの大画面化のニーズに伴い、製造に伴うコスト増大量は非常に膨大なものとなっている。

近年、従来のTFT素子のデメリットを補う技術として、有機半導体材料を用いた有機TFT素子の研究開発が盛んに進められている（特許文献1、非特許文献1等参照）。この有機TFT素子は低温プロセスで製造可能であるため、重量があり且つ割れやすい従来のガラス基板に代えて、軽く、割れにくい樹脂基板を用いることができ、さらに、樹脂フィルムを支持体として用いたフレキシブルなディスプレイが実現できると言われている（非特許文献2参照）。また、大気圧下で、印刷や塗布などのウェットプロセスで製造できる有機半導体材料を用いることで、生産性に優れ、非常に低コストのディスプレイが実現できる。

10

一方でこのような有機半導体材料を用いた有機TFT素子の研究成果の一環として、発光型トランジスタの報告もなされている（非特許文献3参照）。これを使用すれば、従来のように表示媒体と画像駆動素子を別々に形成することなく、両者を一体化した新規な構成のディスプレイが実現できる可能性がある。

【特許文献1】特開平10-190001号公報

【非特許文献1】Advanced Material誌 2002年 第2号 99頁（レビュー）

【非特許文献2】SID '02 Digest p.57

【非特許文献3】第65回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 1163頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

しかしながら、この研究はまだその発光現象が確認されたという初歩的な段階であり、それをディスプレイへ応用するためにどのようにすべきか具体的なことはこれからの研究を待たなければならない状況である。本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、新規な構成ならびに機能を有する有機発光トランジスタを利用したディスプレイ装置の具体的な構成を提案することにある。

また第2の目的は、このようなディスプレイ装置をカラー表示した場合に高品位な表示を行うことができるようにすることにある。

さらに第3の目的は、このようなディスプレイ装置を安定して機能させるための新規な構成を提案することにある。

30

また第4の目的は、このようなディスプレイ装置を安定して機能させるための他の新規な構成を提案することにある。

さらに第5の目的は、このようなディスプレイ装置を安定して機能させるためのさらに他の新規な構成を提案することにある。

また第6の目的は、このようなディスプレイ装置を安定して機能させるためのさらに他の新規な構成を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は前記目的を達成するために第1に、第1の電極と第2の電極よりなる一对の電極間に有機半導体材料を設け、該有機半導体層に、絶縁層を介して第3の電極を設けてなる構造を備え、前記一对の電極間に前記有機半導体層が発光する範囲内で電圧を印加すると共に前記第3の電極に電圧を印加することにより前記発光を制御する有機トランジスタを基板上に複数個配列してなる発光基板と、前記発光基板の発光面と相対する位置に光学的フィルターを配置してなるディスプレイ装置において、前記有機半導体層が発光する領域が細長形状となるように前記一对の電極を構成するとともに、それに対応して前記光学的フィルターの形状を細長形状とした。

40

第2に、前記細長形状の発光領域を3つ隣接配置することによりほぼ正方形形状の発光領域となるように個々の発光領域を細長形状とし、それに対応した前記光学的フィルターを3つ隣接配置することによりほぼ正方形形状をなすように光学的フィルター1つの形状を細長形状とした光学的フィルターであって、該光学的フィルターには3色分のフィルタ

50

ーが配置されるとともに、その３色分のフィルター領域でほぼ正方形形状の領域を形成した。

さらに第３に、上記第１もしくは第２に記載のディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を、真空気密状態に配した。

また第４に、上記第１もしくは第２に記載のディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を、不活性ガス雰囲気中に配した。

さらに第５に、上記第１もしくは第２に記載のディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を真空気密状態にした。

また第６に、上記第１もしくは第２に記載のディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を不活性ガス雰囲気中に配した。 10

【発明の効果】

【０００５】

本発明の効果として、請求項１の発明によれば、第１の電極と第２の電極よりなる一对の電極間に有機半導体層を設け、該有機半導体層を設けた領域に、絶縁層を介して第３の電極を設けてなる構造の有機トランジスタの前記一对の電極間に前記有機半導体層が発光する範囲内で電圧を印加し、さらに前記第３の電極に電圧を印加し、前記発光を制御する有機トランジスタを基板上に複数個配列してなる発光基板と、前記発光面と相対する位置に光学的フィルターを配置してなるディスプレイ装置において、前記有機半導体層が発光する領域が細長形状となるように前記一对の電極を構成するとともに、それに対応して前記光学的フィルターの形状を細長形状としたので、トランジスタ動作と発光動作を同一素子で行うことが可能な新規な構成で、かつ発光効率の高いディスプレイ装置を提案できた。 20

請求項２の発明によれば、このようなディスプレイ装置において、前記細長形状の発光領域は隣接する３つの領域でほぼ正方形形状の発光領域となるような個々の発光領域の細長形状とし、それに対応した前記光学的フィルターも隣接する３つの領域でほぼ正方形形状の領域となるようにその１つの形状を細長形状とした光学的フィルターであって、該光学的フィルターには３色分のフィルターが配置されるとともに、その３色分のフィルター領域でほぼ正方形形状の領域を形成してなるようにしたので、上記効果に加え、高品位な表示を行うことができるカラーディスプレイ装置を提案できた。 30

請求項３の発明によれば、このようなディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を、真空気密状態に配したので、上記効果に加え、素子機能が安定して発現できるようになった。

請求項４の発明によれば、このようなディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層するとともに該積層物を、不活性ガス雰囲気中に配したので、上記効果に加え、素子機能が安定して発現できるようになった。

請求項５の発明によれば、このようなディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を真空気密状態にしたので、上記効果に加え、素子機能が安定して発現できるようになるとともに、構成を単純化することができた。 40

請求項６の発明によれば、このようなディスプレイ装置において、前記発光基板とフィルターを積層し、前記有機半導体層が発光する領域を不活性ガス雰囲気中に配したので、上記効果に加え、素子機能が安定して発現できるようになるとともに、構成を単純化することができた。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００６】

以下、図を用いて本発明の実施形態について説明する。本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子は、支持体上に有機半導体層に接したソース電極とドレイン電極を有し、その上にゲート絶縁層を介してゲート電極を有するトップゲート型と、支持体上にまずゲート電極を有し、ゲート絶縁層を介して有機半導体層で連結されたソース電極とドレイン電極 50

を有するボトムゲート型に大別され、具体的な素子の層構成例（１素子の断面図）は図１～図３のようになる。

図１はトップゲート型の発光型有機薄膜トランジスタ素子における層構成例を示し、支持体１を構成する基板あるいはシート上に有機半導体層２を積層形成し、さらに有機半導体層２に電氣的に接続する第１の電極としてのソース電極３及び第２の電極としてのドレイン電極４を所定の配置、所定の間隔を隔てて配置し、この一対の電極３、４間に相当する領域に、ゲート絶縁層５を介して第３の電極としてのゲート電極６を有するものである。換言すれば、有機半導体層２の上面とソース電極３及びドレイン電極４を覆うようにゲート絶縁層５を配置し、更にゲート絶縁層５の上面の適所（ソース電極３とドレイン電極４間に相当する位置）にゲート電極６を配置した構成を備えている。そして、ソース電極３及びドレイン電極４の間に有機半導体層２が発光する範囲内で電圧を印加し、さらにゲート電極６に電圧を印加することにより、発光を制御するようにしている。 10

ここで支持体１を構成する基板材料として後述するような透光性材料を用いることにより、支持体１側から外部（図１の矢印Ａの方向）に光を取り出すことが可能となる。

あるいは、これも材料等を後述するが、ゲート絶縁層５ならびにゲート電極６を透光性材料とすることにより、ゲート電極６側から外部（図１の矢印Ｂの方向）に光を取り出すことが可能となる。

【０００７】

図２はボトムゲート型の発光型有機薄膜トランジスタ素子における層構成例を示し、支持体１を構成する基板あるいはシート上面にゲート電極６を配置すると共に、支持体上面及びゲート電極６を覆うようにゲート絶縁層５を配置し、ゲート電極５上に有機半導体層２を被覆形成している。更に、有機半導体層２の上面にソース電極３及びドレイン電極４を所定の間隔で接合配置している。ゲート電極５は、ソース電極３とドレイン電極４との中間に位置するように配置される。換言すれば、支持体１上にゲート電極（第３の電極）６としての電極層、ゲート絶縁層５、有機半導体層２をこの順序で形成し、さらに有機半導体層２上に電氣的に導通するソース電極（第１の電極）３及びドレイン電極（第２の電極）４よりなる一対の電極層を形成し、さらに有機半導体層２の領域を素子保護層７により封止構造としたものである。そして、ソース電極３及びドレイン電極４の間に有機半導体層２が発光する範囲内で電圧を印加し、さらにゲート電極６に電圧を印加することにより、支持体１を構成する基板あるいはシート上にゲート電極６としての電極層、ゲート絶縁層５、有機半導体層２をこの順序で形成し、さらに有機半導体層２に電氣的に導通するソース電極３及びドレイン電極４よりなる一対の電極層を形成し、さらに有機半導体層２の領域を素子保護層７によって封止構造としたものである。そして、ソース電極３及びドレイン電極４の間に有機半導体層２が発光する範囲内で電圧を印加し、さらにゲート電極６に電圧を印加し、発光を制御するようにしている。 30

ここで、支持体１を構成する基板材料として後述するような透光性材料を用いることにより、またゲート電極６ならびにゲート絶縁層５も、後述するような透光性材料とすることにより、支持体１側から外部に（図２の矢印Ａの方向）光を取り出すことが可能となる。

あるいは、酸化ケイ素等の透光性材料によって素子保護層７を形成、封止構造とすることにより、図２の矢印Ｂの方向に光を取り出すことが可能となる。なお後述するように、このような有機トランジスタ全体を、真空気密状態にしたり、あるいは不活性ガス雰囲気中に配置するような形で封止を行うような場合には、ここで示した素子保護層７はなくてもよい。 40

【０００８】

図３はボトムゲート型の発光型有機薄膜トランジスタ素子の変形構成例を示し、導電性材料もしくは半導体材料よりなる基板に支持体１としての機能を持たせるとともにゲート電極６を持たせたものであり、導電性材料もしくは半導体材料よりなる基板（ゲート電極６）上を覆うようにゲート絶縁層５を形成し、さらにゲート絶縁層５上に有機半導体層２ならびにそれに電氣的接続するソース電極３及びドレイン電極４よりなる一対の電極層を 50

形成し、最後に素子保護層 7 を形成、封止構造としたものである。有機半導体層 2 は、ゲート絶縁層 5 及び両電極 3、4 を覆うように形成されている。

そして、ソース電極 3 及びドレイン電極 4 の間に有機半導体層 2 が発光する範囲内で電圧を印加し、さらにゲート電極 6 に電圧を印加し、発光を制御することができるようにしている。

ここで、素子保護層 7 を酸化ケイ素等の透光性材料によって構成することにより、外部に（図 3 の矢印 A の方向）光を取り出すことが可能となる。

なお後述するように、このような有機トランジスタ全体を真空気密状態にしたり、あるいは不活性ガス雰囲気中に配置するような形で封止を行うような場合には、ここで示した素子保護層 7 はなくてもよい。

10

【0009】

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子に用いる有機半導体層の材料としては、 π 共役系材料が用いられ、例えばポリピロール、ポリ(N-置換ピロール)、ポリ(3-置換ピロール)、ポリ(3、4-二置換ピロール)などのポリピロール類、ポリチオフェン、ポリ(3-置換チオフェン)、ポリ(3、4-二置換チオフェン)、ポリベンゾチオフェンなどのポリチオフェン類、ポリイソチアナフテンなどのポリイソチアナフテン類、ポリチェニレンビニレンなどのポリチェニレンビニレン類、ポリ(p-フェニレンビニレン)などのポリ(p-フェニレンビニレン)類、ポリアニリン、ポリ(N-置換アニリン)、ポリ(3-置換アニリン)、ポリ(2、3-置換アニリン)などのポリアニリン類、ポリアセチレンなどのポリアセチレン類、ポリジアセチレンなどのポリジアセチレン類、ポリアズレンなどのポリアズレン類、ポリピレンなどのポリピレン類、ポリカルバゾール、ポリ(N-置換カルバゾール)などのポリカルバゾール類、ポリセレノフェンなどのポリセレノフェン類、ポリフラン、ポリベンゾフランなどのポリフラン類、ポリ(p-フェニレン)などのポリ(p-フェニレン)類、ポリインドールなどのポリインドール類、ポリピリダジンなどのポリピリダジン類、ナフタセン、ペンタセン、ヘキサセン、ヘプタセン、ジベンゾペンタセン、テトラベンゾペンタセン、ピレン、ジベンゾピレン、クリセン、ペリレン、コロネン、テリレン、オバレン、クオテリレン、サーカムアントラセンなどのポリアセン類およびポリアセン類の炭素の一部をN、S、Oなどの原子、カルボニル基などの官能基に置換した誘導体（トリフェノジオキサジン、トリフェノジチアジン、ヘキサセン-6、15-キノンなど）、ポリビニルカルバゾール、ポリフェニレンスルフィド、ポリビニレンスルフィドなどのポリマーを用いることができる。

20

30

【0010】

また、これらのポリマーと同じ繰返し単位を有するたとえばチオフェン 6 量体である α -セクシチオフェン α 、 ω -ジヘキシル- α -セクシチオフェン、 α 、 ω -ジヘキシル- α -キンケチオフェン、 α 、 ω -ビス(3-プトキシプロピル)- α -セクシチオフェン、スチリルベンゼン誘導体などのオリゴマーも好適に用いることができる。

さらに銅フタロシアニンやフッ素置換銅フタロシアニンなどの金属フタロシアニン類、ナフタレン 1、4、5、8-テトラカルボン酸ジイミド、N、N'-ビス(4-トリフルオロメチルベンジル)ナフタレン 1、4、5、8-テトラカルボン酸ジイミドとともに、N、N'-ビス(1H、1H-ペルフルオロオクチル)、N、N'-ビス(1H、1H-ペルフルオロプロチル)及びN、N'-ジオクチルナフタレン 1、4、5、8-テトラカルボン酸ジイミド誘導体、ナフタレン 2、3、6、7-テトラカルボン酸ジイミドなどのナフタレンテトラカルボン酸ジイミド類、及びアントラセン 2、3、6、7-テトラカルボン酸ジイミドなどのアントラセンテトラカルボン酸ジイミド類などの縮合環テトラカルボン酸ジイミド類、C60、C70、C76、C78、C84等フラーレン類、SWNTなどのカーボンナノチューブ、メロシアニン色素類、ヘミシアニン色素類などの色素などがあげられる。

40

これらの π 共役系材料のうちでも、チオフェン、ビニレン、チェニレンビニレン、フェニレンビニレン、p-フェニレン、これらの置換体またはこれらの2種以上を繰返し単位とし、かつ該繰返し単位の数nが4~10であるオリゴマーもしくは該繰返し単位の数n

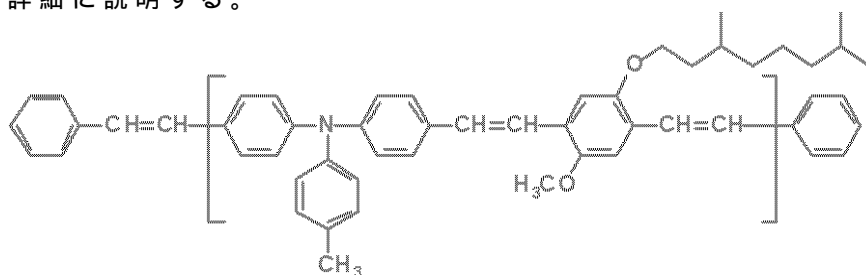
50

が 20 以上であるポリマー、ペンタセンなどの縮合多環芳香族化合物、フラーレン類、縮合環テトラカルボン酸ジイミド類、金属フタロシアニンよりなる群から選ばれた少なくとも 1 種が好ましい。

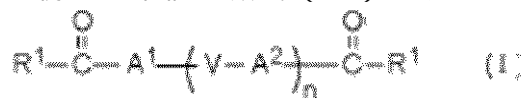
また、その他の有機半導体材料としては、テトラシアフルバレン (TTF) - テトラシアノキノジメタン (TCNQ) 錯体、ビスエチレンテトラシアフルバレン (BEDTTF) - 過塩素酸錯体、BEDTTF - ヨウ素錯体、TCNQ - ヨウ素錯体、などの有機分子錯体も用いることができる。さらにポリシラン、ポリゲルマンなどの σ 共役系ポリマーも用いることができる。

【0011】

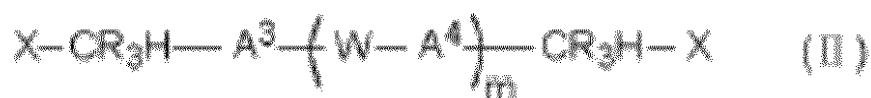
本発明の発光型有機半導体材料は例えば、下記一般式で示される繰り返し単位を有する重合体を主成分とするものであるが、このような材料について、その合成法とともにより詳細に説明する。



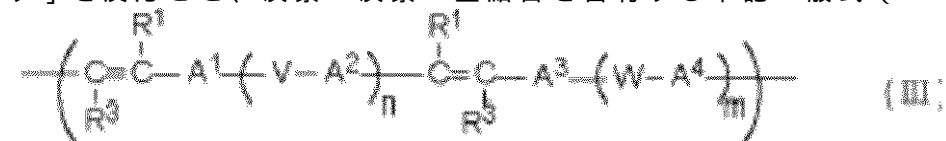
例えば下記一般式 (I) で表わされるカルボニル化合物



[一般式 (I) 中、 A^1 、 A^2 はそれぞれ置換または無置換の単環または多環式のアリレン基またはヘテロアリレン基を表わす。 R^1 は水素、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基を表わす。 V は $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR^2-$ (R^2 は置換または無置換の単環または多環式のアリレン基、もしくは置換または無置換の単環または多環式のヘテロアリレン基を表わす) を表わし、 n は 0 を表わす]、及び下記一般式 (II) で表わされるリン化合物



[一般式 (II) 中、 A^3 、 A^4 はそれぞれ置換または無置換の単環または多環式のアリレン基またはヘテロアリレン基を表わす。 R^3 は水素、置換または無置換のアルキルまたはアリールまたはヘテロアリール基を表わす。 W は $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR^4-$ (R^4 は置換または無置換の単環または多環式のアリレン基、もしくは置換または無置換の単環または多環式のヘテロアリレン基を表わす。 m は 0 を表わす。 X は $PO(OR^5)_2$ (R^5 は低級アルキル基) または $P(R^6)_3 + Y-$ (R^6 は置換または無置換のアリール基、もしくは置換または無置換のアルキル基を表わし、 Y はハロゲン原子を表わす) を表わす]を反応させ、炭素 - 炭素二重結合を含有する下記一般式 (III) で表わされる



の繰り返し単位をもつ重合体が製造される。

【0012】

以下に更に詳細に説明する。

好適に用いられる塩基化合物は、非水系溶媒に均一に溶解していれば一般に知られている塩基性化合物が全て含まれるが、ホスホネートカルボアニオンの形成能を考慮に入れると、塩基性の点から金属アルコシド、金属ヒドリド、有機リチウム化合物等が好ましく、例えばカリウム *t*-ブトキシド、ナトリウム *t*-ブトキシド、リチウム *t*-ブトキシド、カリウム 2-メチル-2-ブトキシド、ナトリウム 2-メチル-2-ブトキシド、ナトリウムメトキシド、ナトリウムエトキシド、カリウムエトキシド、カリウムメトキシド、水素化ナトリウム、水素化カリウム、メチルリチウム、エチルリチウム、プロピルリチウム、*n*-ブチルリチウム、*s*-ブチルリチウム、*t*-ブチルリチウム、フェニルリチウム、リチウムナフチリド、リチウムアミド、リチウムジイソプロピルアミド等を挙げることができる。

10

塩基を溶解する溶媒としては、使用する塩基と安定な溶液を形成する溶媒を選択しなければならないが、その他の要因として塩基の溶解度が高いものがよく、また反応系で生成する高分子量体の反応溶媒に対する溶解性を損ねないものがよく、さらに生成する高分子量体が良好に溶解する溶媒がよく、用いる塩基と製造する高分子量体の特性に応じて、一般に知られているアルコール系、エーテル系、アミン系、炭化水素系溶媒等から任意に選択することができる。

塩基とそれを均一に溶解する溶媒の組み合わせとしては、例えばナトリウムメトキシドのメタノール溶液、ナトリウムエトキシドのエタノール溶液、カリウム *t*-ブトキシドの 2-プロパノール溶液、カリウム *t*-ブトキシドの 2-メチル-2-プロパノール溶液、カリウム *t*-ブトキシドのテトラヒドロフラン溶液、カリウム *t*-ブトキシドのジオキサン溶液、*n*-ブチルリチウムのヘキサン溶液、メチルリチウムのエーテル溶液、リチウム *t*-ブトキシドのテトラヒドロフラン溶液、リチウムジイソプロピルアミドのシクロヘキサン溶液、カリウムビストリメチルシリルアミドのトルエン溶液等をはじめとして、種々の組み合わせの溶液が挙げられ、幾つかの溶液は市販品として容易に入手することができる。温和な反応条件、取り扱いの容易さの観点から好ましくは金属アルコキシド系の溶液が用いられ、生成する重合体の溶解性、取り扱いの容易さ、反応の効率性、生成する重合体の溶解性等の観点からより好ましくは金属 *t*-ブトキシドのエーテル系が用いられ、さらに好ましくはカリウム *t*-ブトキシドのテトラヒドロフラン溶液が用いられる。

20

【0013】

リン化合物およびアルデヒド化合物が化学量論的に等しく存在する溶液と、その 2 倍モル量以上の塩基を含む前述の塩基溶液を混合させることにより重合反応は容易に進行し、狭い分子量分布に好ましく制御された高分子量の重合体を簡便に得ることができる。通常、塩基の量はリン化合物の重合活性点に対して同量使用するだけでよいが、さらに過剰量用いても支障ない。

30

上記重合反応はリン化合物およびアルデヒド化合物の溶液に塩基溶液を添加してもよく、塩基溶液にリン化合物およびアルデヒド化合物の溶液を加えてもよく、同じに反応系に加えてもよく、添加の順序に制約はない。

上記重合反応における重合時間は、用いられるモノマーの反応性、または望まれる重合体の分子量等に応じて適宜設定すればよいが、0.2 時間～30 時間が好適である。また、重合体の末端を封止するための封止剤を、反応途中または反応後に添加することも可能であり、反応開始時に添加しておくことも可能である。

40

上記重合反応における反応温度は特に制御する必要なく室温において良好に重合反応が進行するが、反応効率をより上げるために加熱したり、またはより温和な条件に冷却することも可能である。

【0014】

以下に実施例を挙げて更に具体的に説明するが、本発明の発光型有機半導体材料はその要旨を越えない限り、この実施例によって制限されるものではない。

各種の測定は下記の方法によった。重合体の数平均分子量 (M_n)、重量平均分子量 (M_w) 及び分子量分布 (M_w/M_n) の測定は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィ (GPC) により行ない、UV 吸収及び示差屈折率を用いて、単分散ポリスチレンを標準

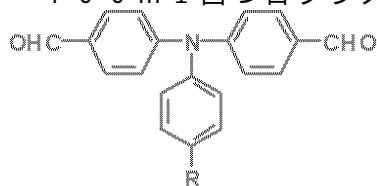
50

としてポリスチレン換算で行った。

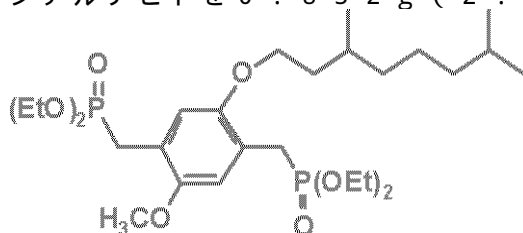
【 0 0 1 5 】

< 材料合成实施例 >

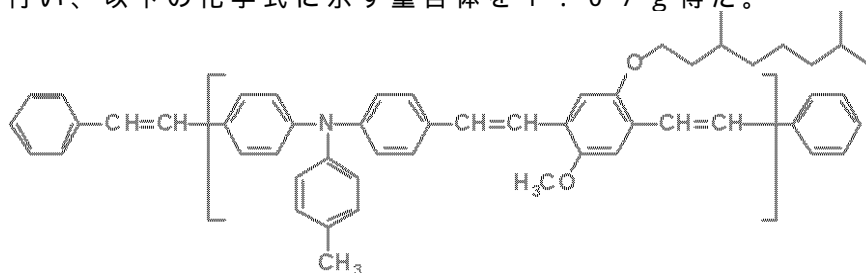
100ml 四つ口フラスコに以下の化学式に示す



ジアルデヒドを 0.852 g (2.70 mmol)、及び以下の化学式に示す



ジホスホネートを 1.525 g (2.70 mmol) を入れ、窒素置換してテトラヒドロフラン 75 ml を加えた。この溶液にカリウム *t*-ブトキシドの 1.0 mol dm⁻³ テトラヒドロフラン溶液 6.75 ml (6.75 mmol) を滴下し、室温で 20 時間攪拌した後、ベンジルホスホネート及びベンズアルデヒドを順次加え、さらに 2 時間 30 分攪拌した。酢酸およそ 1 ml を加えて反応を終了し、溶液を水洗した。溶媒を減圧留去し、残渣をテトラヒドロフラン 15 ml 及びメタノール 80 ml を用いて再沈澱による精製を行い、以下の化学式に示す重合体を 1.07 g 得た。



得られた重合体の分子量及び分子量分布を測定したところ、収率：73%、重量平均分子量（ M_w ）：104000、数平均分子量（ M_n ）：36000、分子量分布（ M_w / M_n ）：2.89、重合体：63であった。

上記実施例は一例であるが、他の材料であってもよい。例えば、ペンタセン等前駆体が溶媒に可溶であるものは、以下に述べる液体噴射原理等により形成した前駆体の膜を熱処理して目的とする有機材料の薄膜を形成してもよい。

このようにして得られた高分子量の重合体である本発明の発光型有機半導体材料は、スピンコート法、キャスト法、ディップ法、液体噴射法、ドクターブレード法、スクリーン印刷法等の公知の成膜方法によってクラックのない、強度、韌性、耐久性等に優れた良好な薄膜を作製することが可能である。

特に液体噴射原理による方法（インクジェット法ともいう）は、後述の電極パターン形成にも適用することができる汎用性の高い技術であるため、本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子製作の有効な手段となるので、その製作装置に関して検討した結果をここで説明する。

【 0 0 1 6 】

図４は、本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子製作に使用できる製造装置の１実施例を説明するための図で、図中、１１は吐出ヘッドユニット（吐出ヘッド）、１２はキャリッジ、１３は基板保持台、１４は発光型有機薄膜トランジスタ素子基板あるいはシート

、 15 は溶液の供給チューブ、 16 は信号供給ケーブル、 17 は吐出ヘッドコントロールボックス（溶液タンク含む）、 18 はキャリッジ 12 の X 方向スキャンモータ、 19 はキャリッジ 12 の Y 方向スキャンモータ、 20 はコンピュータ、 21 はコントロールボックス、 22（22X1、 22Y1、 22X2、 22Y2）は基板位置決め／保持手段である。この場合は、基板保持台 13 に置かれた基板あるいはシート 14 の前面を吐出ヘッド 11 がキャリッジ走査により移動し、溶液を噴射付与する例である。なおこの例は、吐出ヘッド 11 がキャリッジ走査により移動する例であるが、吐出ヘッド 11 が固定されていて、基板あるいはシート 11 が移動するような構成の製造装置（図素せず）であってもよい。つまり、吐出ヘッド 11 と基板あるいはシート 11 が相対的に移動する装置が、本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子製作に使用できる製造装置である。

10

吐出ヘッドユニット 11 の液滴付与装置（吐出ヘッド 33）としては、任意の液滴を定量吐出できるものであればいかなる機構でも良く、特に 0.05 p l ~ 数 100 p l 程度の液滴を形成できるインクジェット原理の機構が望ましい。

【0017】

インクジェット方式としては、たとえば米国特許第 3683212 号明細書に開示されている方式（Zoltan 方式）、米国特許第 3747120 号明細書に開示されている方式（Stemme 方式）、米国特許第 3946398 号明細書に開示されている方式（Kyser 方式）のように piezo 振動素子に、電気的信号を印加し、この電気的信号を piezo 振動素子の機械的振動に変え、該機械的振動に従って微細なノズルから液滴を吐出飛翔させるものがあり、通常、総称してドロップオンデマンド方式と呼ばれている。

20

他の方式として、米国特許第 3596275 号明細書、米国特許第 3298030 号明細書等が開示されている方式（Sweet 方式）がある。これは連続振動発生法によって帯電量の制御された記録液体の小滴を発生させ、この発生された帯電量の制御された小滴を、一様の電界が掛けられている偏向電極間を飛翔させることで、記録部材上に記録を行うものであり、通常、連続流方式、あるいは荷電制御方式と呼ばれている。

さらに他の方式として、特公昭 56-9429 号公報に開示されている方式がある。これは液体中で気泡を発生せしめ、その気泡の作用力により微細なノズルから液滴を吐出飛翔させるものであり、サーマルインクジェット方式、あるいはバブルジェット（登録商標）方式と呼ばれている。

このように液滴を噴射する方式は、ドロップオンデマンド方式、連続流方式、サーマルインクジェット方式等があるが、必要に応じて適宜その方式を選べばよい。

30

本発明ではこのような発光型有機薄膜トランジスタ素子製造装置（図 4）において、基板 14 はこの装置の基板位置決め／保持手段 22 によってその保持位置を調整して決められる。図 2 では簡略化しているが、基板位置決め／保持手段 22 は基板 14 の各辺に当接されるとともに、X 方向およびそれに直交する Y 方向にサブミクロンオーダーで微調整できるようになっているとともに、吐出ヘッドコントロールボックス 17、コンピュータ 20、コントロールボックス 21 等と接続され、その位置決め情報および微調整変位情報等と、液滴付与の位置情報、タイミング等は、たえずフィードバックできるようになっている。

さらにこのような発光型有機薄膜トランジスタ素子製作に使用できる製造装置では、X、Y 方向の位置調整機構の他に図示しない（基板 14 の下に位置するために見えない）、回転位置調整機構を有している。

40

【0018】

これに関連して先に本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子基板の形状および形成される素子群の配列等に関して説明する。

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子基板は、後述するようにその目的、用途に応じて、ガラス基板、セラミックス基板、PET を始めとする各種プラスチック基板、Si 等の半導体基板、ガラス・エポキシ基板、ポリイミドフィルム、ポリアミドイミドフィルム、ポリアミドフィルム、ポリエステルフィルム等の高分子フィルムよりなるフレキシブル基板等が好適に用いられる。たとえば各種プラスチック基板や高分子フィルムは軽量化

50

が要求されるパターン配線基板、あるいは本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子に代表される各種の機能デバイス製作に効果的である。

さらに、このようなデバイス製作においてその途中のプロセスで熱が加わることが多々あり、高精度なデバイス製作においては、熱膨張によるデバイスの精度低下の問題を考慮する必要がある。たとえば本発明においては、高精度な発光型有機薄膜トランジスタ素子を製作するためには、その線膨張率 α ($= 1 / l_0 \cdot dl / dt$ 、 l_0 は0における長さ、 l は t における長さ)が、293 K (20)で $\alpha / K^{-1} = 20 \sim 50 \times 10^{-6}$ 、あるいはそれ以下あるような金属材料の線膨張率に近い低線膨張率を持つポリマー材料が好適に使用される。

このような低熱膨張の透明基板としては、例えば、透明ポリマー材料を直径50～100 nm程度の生物系の透明ナノファイバー強化繊維で補強した複合材料があげられ、平行光の透過率は90～95%が得られるものである。

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子基板に使用する各種プラスチック基板や高分子フィルの形状は、このような基板を経済的に生産、供給する、あるいは最終的に製作される発光型有機薄膜トランジスタ素子基板の用途から、矩形である。つまり、その矩形形状を構成する縦2辺、横2辺はそれぞれ、縦2辺が互いに平行、横2辺が互いに平行であり、かつ縦横の辺は直角をなすような基板である。

このような基板に対して本発明では、形成される発光型有機薄膜トランジスタ素子群をマトリックス状に配列し、このマトリックスの互いに直交する2方向が、この基板の縦方向の辺あるいは横方向の辺の方向と平行であるように発光型有機薄膜トランジスタ素子群を配列する。このように発光型有機薄膜トランジスタ素子群をマトリックス状に配列する理由および、基板の縦横の辺をそのマトリックスの直交する2方向と平行になるようにする理由を以下に述べる。

図4に示したように、本発明に適用できる発光型有機薄膜トランジスタ素子製造装置では、最初に基板14と吐出ヘッドユニット11の溶液噴射口面の位置関係が決められた後は、特に位置制御を行うことはない。つまり、吐出ヘッドユニット11は基板14に対して一定の距離を保ちながら発光型有機薄膜トランジスタ素子群の形成面に対して平行にX、Y方向の相対移動を行いつつ、上記溶液の噴射を行う。つまりこのX方向及びY方向は互いに直交する2方向であり、基板の位置決めを行う際に、基板の縦辺あるいは横辺をそのY方向あるいはX方向と平行になるようにしておけば、形成される発光型有機薄膜トランジスタ素子群もそのマトリックス状配列の2方向がそれぞれ平行であるため、相対移動を行いつつ噴射する機構のみで高精度の発光型有機薄膜トランジスタ素子群形成、あるいは電極パターン形成を行うことができる。言い換えるならば、本発明のような基板形状、発光型有機薄膜トランジスタ素子群のマトリックス状配列、直交するX、Yの2方向の相対移動装置にすれば、発光型有機薄膜トランジスタ素子形成、あるいは電極パターン形成の液滴噴射を行う前の基板の位置決めを正確に行えば、高精度な発光型有機薄膜トランジスタ素子群のマトリックス状配列が得られるということである。

【0019】

ここで、先ほどの回転位置調整機構に戻って説明する。前述のように本発明では、発光型有機薄膜トランジスタ素子形成の液滴噴射を行う前の基板の位置決めを正確に行い、XおよびY方向の相対移動のみを行い、他の制御を行わず、高精度な発光型有機薄膜トランジスタ素子群のマトリックス状配列を得ようというものである。その際問題となるのは、最初に基板の位置決めを行う際の回転方向(X、Yの2方向で決定される平面に対して垂直方向の軸に対する回転方向)のズレである。

この回転方向のズレを補正するために本発明では、前述のように図示しない(基板14の下に位置して見えない)、回転位置調整機構を有している。これにより回転方向のズレも補正し、基板の辺を位置決めすると、本発明の装置では、XおよびY方向のみの相対移動で、高精度な発光型有機薄膜トランジスタ素子群のマトリックス状配列が得られる。

【0020】

以上はこの回転位置調整機構を、図2の基板位置決め/保持手段で22(22X1、2

10

20

30

40

50

2 Y 1、2 2 X 2、2 2 Y 2)とは別物の機構として説明した(基板14の下に位置して見えない)が、基板位置決め/保持手段22に回転位置調整機構を持たせることも可能である。例えば、基板位置決め/保持手段22は、基板14の辺に当接され、基板位置決め/保持手段22全体が、X方向あるいはY方向に位置を調整できるようになっているが、基板位置決め/保持手段22の基板14の辺に当接される部分において、距離をおいて設けられた2本のネジが独立に動くようにしておけば、角度調整が可能である。なお、この回転位置制御情報も上記のX、Y方向の位置決め情報および微調整変位情報等と同様に吐出ヘッドコントロールボックス17、コンピュータ20、コントロールボックス21等と接続され、液滴付与の位置情報、タイミング等が、たえずフィードバックできるようになっている。

10

以上の説明は、本発明に好適に使用される基板あるいはシートが、基本的に矩形形状であるということを前提としたものであるが、例外としてSi等の半導体基板は丸いウエハとして供給されるので、その場合は、結晶方位軸の方向を示すオリフラ(オリエンテーションフラット)と呼ばれる直線状の1辺を上記基板位置決め/保持手段22に当接させればよい。

次に位置決めの他の手段、構成について説明する。上記の説明は基板位置決め/保持手段22は、基板14の辺に当接され、基板位置決め/保持手段22全体が、X方向あるいはY方向に位置を調整できるようにしたものであるが、ここでは、基板14の辺ではなく、基板上に互いに直交する2方向に帯状パターンを設けるようにした例について説明する。前述のように本発明では基板上に発光型有機薄膜トランジスタ素子群をマトリックス状に配列して形成されるが、ここでは、前記のような互いに直交する2方向の帯状パターンをこのマトリックスの互いに直交する2方向と平行になるように形成しておく。このようなパターンは、基板上にフォトリソ技術によって容易に形成できる。

20

【0021】

次に本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に好適に適用される液体吐出ヘッドについて、図5、図6を用いて説明する。この例は7ノズルの例である。

この液体吐出ヘッドは、溶液56が導入される流路45内にエネルギー作用部としてピエゾ素子46を設けたものである。ピエゾ素子46にパルス状の信号電圧を印加して図5(a)に示すようにピエゾ素子46を歪めると、流路45の容積が減少すると共に圧力波が発生し、その圧力波によってノズル65から液滴43が吐出する。図5(b)はピエゾ素子46の歪がなくなって流路45の容積が増大した状態である。

30

ここでノズル65直前の流路45に導入される溶液56は、フィルター57を通過してきたものである。本発明ではこのように、フィルター57を吐出ヘッド内に設け、ノズル65の最近傍にフィルター除去機能を持たせている。こうすることにより、本発明の溶液中の異物粒子をトラップし、基板上に形成される電極パターンあるいは有機発光材料によるパターンの性能低下を起こさないようにしている。このようなフィルター57は小型の簡易フィルターとすることによって、図6に示したように吐出ヘッド11内に組み込むことが可能となっている。そして吐出ヘッド11そのものもコンパクト化を実現できている。

このようなフィルター57は、たとえばステンレスメッシュフィルターが好適に用いられ、その孔径(フィルターメッシュサイズ~除去できる異物の大きさの下限値)は、0.2 μ m~2 μ mとされる。

40

【0022】

次に本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に好適に適用される液体吐出ヘッドの他の例について図7を用いて説明する。この例はサーマル方式(バブル方式)の液体吐出ヘッドの例であり、液滴噴射の原動力は、溶液中で瞬時に発生する膜沸騰気泡の成長作用力である。

ここで示した液体吐出ヘッドは、溶液が流れる流路端部から液滴が噴射するタイプのものであり、エッジシューター型と呼ばれるものである。

ここでは、液体吐出ヘッドのノズル数を4個とした例を示している。この液体吐出ヘッ

50

ドは、発熱体基板 66 と蓋基板 67 とを接合させることにより形成されており、発熱体基板 66 は、シリコン基板 68 上にウエハプロセスによって個別電極 69 と共通電極 70 とエネルギー作用部である発熱体 71 とを形成することによって構成されている。

一方前記蓋基板 67 には、溶液が導入される流路を形成するための溝 74 と、流路に導入される前記溶液を収容する共通液室を形成するための凹部領域 75 とが形成されており、これらの発熱体基板 66 と蓋基板 67 とを図 7 に示すように接合させることにより、前記流路及び前記共通液室が形成される。なお、発熱体基板 66 と蓋基板 67 とを接合させた状態においては、前記流路の底面部に前記発熱体 71 が位置し、流路の端部にはこれらの流路に導入された溶液の一部を液滴として吐出させるための前記ノズル 65 が形成されている。なおここでは、ノズル形状は矩形であるが、これは丸形状であってもよい。なお前記蓋基板 67 には、供給手段（図示せず）によって前記供給液室内に溶液を供給するための溶液流入口 76 が形成されている。

10

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成においては、複数の液滴によって、発光型有機薄膜トランジスタ素子や電極パターンなどを形成する。つまりパターンをドットを重ね打ちしたり接触させたりして形成する。よって、このようなマルチノズル型の液体吐出ヘッドを用いると大変効率的に発光型有機薄膜トランジスタ素子を形成することができる。なおこの例では 4 ノズルの液体吐出ヘッドを示しているが、必ずしも 4 ノズルに限定されるものではなく、ノズル数が多ければ多いほど発光型有機薄膜トランジスタ素子の形成が効率的になることは言うまでもない。ただし、単純に多くすればよいということではなく、多くすれば液体吐出ヘッドも高価になり、また噴射ノズルの目詰まりによる確率も

20

【0023】

図 8 はこのようにして製作されたマルチノズル型の液体吐出ヘッドをノズル側から見た図を示している。本発明では、このようなマルチノズル型の液体吐出ヘッドを図 9 に示すように、噴射する溶液ごと（有機半導体材料の溶液および電極形成溶液）に設け、キャリアッジ搭載される。図 10 はその斜視図である。

図 9、図 10 にはそれぞれのマルチノズル型の液体吐出ヘッドを A、B、C、D と符号をつけているが、それぞれ各液体吐出ヘッド A、B、C、D はノズル部分が各液体吐出ヘッドごとに離間して構成されるとともに各液体吐出ヘッドごとに異なる種類の溶液（例えば有機半導体材料の溶液および電極形成溶液）を噴射することができる。あるいは、それぞれ、独立したヘッドユニットとしてキャリアッジ搭載されるなどして、互いの溶液がノズル面で混じらないようにする。

30

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置は、有機半導体材料の溶液および電極形成溶液を噴射付与して、発光型有機薄膜トランジスタ素子を製作するものであるが、単一の溶液のみを噴射するのみならず、この例のように、複数種類の溶液を噴射することができるので、たとえば、電極パターンを形成する溶液と有機半導体材料の溶液を組み合わせた発光型有機薄膜トランジスタ素子を簡単に形成することができる。

【0024】

次に本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置の他の特徴について説明する。ここでは液滴噴射後に基板上に液滴が付着し、良好なパターンを形成するにはどのようにしたらよいのかを検討した結果を示す。

前述のように本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置では、吐出ヘッドユニット 11 は基板 14 に対して一定の距離を保ちながらパターン、あるいは発光型有機薄膜トランジスタ素子群の形成面に対して平行に X、Y 方向の相対移動を行いつつ、パターン、あるいは発光型有機薄膜トランジスタ素子群を形成する。すなわち、基板 14 に対して、吐出ヘッドユニット 11 が基板面に対して平行移動する、もしくは吐出ヘッドユニット 11 に対して基板 14 が平行移動する。

その際、パターン、あるいは発光型有機薄膜トランジスタ素子群を形成するための溶液

40

50

の噴射を行う毎に相対移動を止めて噴射を行うと高精度なパターン、あるいは発光型有機薄膜トランジスタ素子群を形成することが可能である。しかし生産性が著しく低下するので、その相対移動を止めることなく、順次溶液の噴射を行うようにしている。その場合、その相対移動速度（例えば図4のキャリッジのX方向移動速度）は、単に生産性向上だけで決定されるべきではなく、高精度なパターン、あるいは機能デバイス群を形成するという観点からも検討されなければならない。

本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置を検討するに当たってはこの点を鋭意検討し、このような溶液の噴射を行う場合、その噴射速度を前記相対移動速度より速くすることが必要であることに気がついた。このように吐出ヘッドユニット11を基板14に対して一定の距離を保ちながらX、Y方向の相対移動を行いつつ、溶液の噴射を行い、パターン、あるいは光型有機薄膜トランジスタ素子群を形成する場合には、溶液の液滴は前記相対速度と噴射速度の合成ベクトルの速度で基板14上に付着、形成される。そしてその位置精度については、基板14と吐出ヘッドユニット11の溶液噴射口面の距離と、前記合成ベクトルの速度を考慮し、噴射のタイミングを適宜選ぶことにより、その狙いの位置に液滴を付着させることができる。

しかしながら、たとえ狙いの位置に付着させることができたとしても、もし、前記相対速度が速すぎる場合には、その相対速度に引きずられて付着液滴が基板14上で流れ、良好な形状でパターン、あるいは光型有機薄膜トランジスタ素子群を形成できなくなる。本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置を検討するに当たってはこの点について特に検討したものである。以下に検討結果の一例を示す。この例は、図4のような装置を用い、キャリッジ12のX方向移動速度、ならびに吐出ヘッドユニット11の噴射速度を変えて、基板14上で良好な液滴付着ができ、良好なパターン形成ができるかどうか調べたものである。

【0025】

図11にテストに使用したパターンの例を示す。ここでは、Ag微粒子含有溶液を噴射させ、2列の近接した素子電極間（ITO透明電極間）を、前記溶液によるドットパターンをつなぎ合わせた配線パターンを形成し、そのパターンの形成状況を評価したものである。評価は、形成後のパターンを顕微鏡下で観察し、良/不良（○/×）を判断した。図11（a）は良（○）であり、図11（b）のように、個々のドットパターンが良好な丸い形状にならず、長円形になったり、基板上における着弾位置も本来の狙いの位置から外れたりして、隣のドットパターンと接触したりするようなものは不良（×）である。

このような形状の評価とあわせて、上下のITO透明電極間の抵抗値を測定し、ドット位置精度不良による断線あるいは隣（左右）のドットとの接触による抵抗値変動などを評価した（○：狙い通りの抵抗値、×：狙いから外れた抵抗値）。

【0026】

実験条件の詳細を以下に示す。使用した基板はITO透明電極付きガラス基板であり、前述のAg微粒子含有溶液（ここでは、微粒子径が $0.005\mu\text{m}$ のものを使用）を前述の図5に示した吐出ヘッド（ノズル径 $5\mu\text{m}$ ）と組み合わせて、図11のようなパターンを形成した。なお、図11は簡略化のため、1対のITO透明電極間を4ドットで埋めるように形成した図を示しているが、実際には、縦方向に1列で、約 $8\mu\text{m}$ のドットを約 $4\mu\text{m}$ ピッチで約100個打ち込み、上下のITO透明電極間（電極間距離 0.4mm ）をつないでいる。また隣に中心間距離を $12\mu\text{m}$ として、同様のITO透明電極およびITO透明電極間をつなぐ同様のパターンを形成している。

使用した吐出ヘッドはピエゾ式の吐出ヘッドであり、ノズル（吐出口）の数が64個で、その配列密度が100dpiのものである。吐出ヘッドと基板は相対運動（ここでは、基板固定、吐出ヘッドをキャリッジ走査）を行い、その制御を μ オーダーで制御し、また噴射のタイミングをコントロールし、上記のように約 $4\mu\text{m}$ ピッチによるドット付着、ならびに $12\mu\text{m}$ の中心間距離を維持したパターン形成を行った。

液滴噴射の駆動電圧は噴射速度を変えるためにピエゾ素子への入力電圧を15Vから22Vまで変化させている。また駆動周波数は12kHzとした。なおこのようなピエゾ素

10

20

30

40

50

子を利用した吐出ヘッドでは、ピエゾ素子への入力電圧を変えて噴射速度が変えられるが、同時に噴射滴の質量も変化するので、駆動波形（引き打ちも含めた立ち上がり波形ならびに立下がり波形）を制御して、噴射滴の質量がいつもほぼ一定（1 p l にした）になるようにし、噴射速度のみを変えるようにした。

また滴飛翔時の滴の形状を、パターン形成と同じ条件で別途噴射、観察し、その形状が、基板面に付着する直前（今本発明例では2 mm）にほぼ丸い滴になるように駆動波形を制御して噴射させた（図12）。なお完全に丸い球状が得られず、飛翔方向に伸びた柱状であっても、駆動波形を制御するだけで容易にその直径の3倍以内の長さにはなる（13 d）ようにできた（図13）。またその際、後述する（図14）ような飛翔滴後方に複数の微小な滴を伴うことのない駆動条件（駆動波形）を選んだ。以下に結果を示す。

10

20

【0027】

表1

実験 No.	噴射速度 V_j (m/s)	キャリッジのX方向移動速度 V_c (m/s)	パターン形成状況	抵抗値	
1	3	1	○	○	30
2	3	2	○	○	
3	3	3	×	×	
4	3	4	×	×	
5	5	1	○	○	
6	5	2	○	○	
7	5	3	○	○	
8	5	4	○	○	
9	5	5	×	×	
10	5	6	×	×	40
11	7	2	○	○	
12	7	3	○	○	
13	7	4	○	○	
14	7	5	○	○	
15	7	6	○	○	
16	7	7	×	×	
17	7	8	×	×	
18	10	4	○	○	50
19	10	6	○	○	
20	10	8	○	○	
21	10	10	×	×	
22	10	12	×	×	

2 3	1 0	1 4	×	×
2 4	1 2	4	○	○
2 5	1 2	6	○	○
2 6	1 2	8	○	○
2 7	1 2	1 0	○	○
2 8	1 2	1 2	×	×
2 9	1 2	1 4	×	×

【 0 0 2 8 】

以上の結果より、キャリッジのX方向移動速度が、噴射速度以上であると、良好なパターン形成できず、また、電極間の抵抗値も狙いからはずれたものになることがわかる。言い換えるならば、本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子形成に適用される製造装置において、 piezo素子を利用した吐出ヘッドを利用して、有機半導体材料含有溶液を基板上に液滴付与し、乾燥させて発光型有機薄膜トランジスタ素子形成を行う場合、吐出ヘッドから噴射される液滴の速度は、キャリッジのX方向移動速度より速くしなければならないことがわかる。

10

なおこの例は、吐出ヘッドをキャリッジ走査した例であるが、前述のように吐出ヘッドを固定し、基板を移動させる場合にも適用される。すなわち、噴射される液滴の速度は、吐出ヘッドと基板の相対移動速度より速くしなければならないということである。

さらに付言すると、今回の滴飛翔条件は、前述のように飛翔滴後方に複数の微小な滴を伴うことのない駆動条件（駆動波形）とした。その結果、これら複数の微小な滴が、不必要なところに付着するということが全くなく、大変良好なパターン形成を行うことができた。

20

また飛翔滴が飛翔方向に伸びた柱状であっても、駆動波形制御により、飛翔滴の長さをその直径の3倍以内の長さになる（ $1 \sim 3d$ ）ようにした（図13）ので、形成されたドットも真円に近い形状となり、良好なパターン形成を行うことができた。

他の発光型有機半導体材料層の作製法としては、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、低エネルギーイオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法、スパッタリング法、プラズマ重合法、電解重合法、化学重合法等が挙げられ、材料に応じて使用できる。

これら有機半導体層の膜厚としては、特に制限はないが、得られた発光トランジスタの特性は、有機半導体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 $1 \mu m$ 以下、特に $10 \sim 300 nm$ が好ましい。

30

【 0 0 2 9 】

本発明の発光型有機トランジスタ素子において、ゲート電極、ソース電極及びドレイン電極の電極材料としては、白金、金、銀、ニッケル、クロム、銅、鉄、錫、アンチモン鉛、タンタル、インジウム、パラジウム、テルル、レニウム、イリジウム、アルミニウム、ルテニウム、ゲルマニウム、モリブデン、タングステン、酸化スズ・アンチモン、酸化インジウム・スズ（ITO）、フッ素ドーパ酸化亜鉛、亜鉛、炭素、グラファイト、グラッシカーボン、銀ペーストおよびカーボンペースト、リチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウム、スカンジウム、チタン、マンガン、ジルコニウム、ガリウム、ニオブ、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、アルミニウム、マグネシウム/金混合物、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム混合物、リチウム/アルミニウム混合物等が用いられる。また前述のように発生する光を、電極面側から外部に取り出すような構成とした場合には、ITO等の透光性材料によって透明電極とする。

40

あるいはこれらの材料を単体で使用する他に、複数層組み合わせて使用される。具体的には、マグネシウム/金混合物と金の組み合わせ、マグネシウム/銅混合物と金の組み合わせ、マグネシウム/銀混合物と金の組み合わせ、マグネシウム/アルミニウム混合物と金の組み合わせ、マグネシウム/インジウム混合物と金の組み合わせ、アルミニウム/酸

50

化アルミニウム混合物と金の組み合わせ、リチウム / アルミニウム混合物と金の組み合わせ、マグネシウムと金の組み合わせ、アルミニウムと金の組み合わせ、クロムと金の組み合わせのように 2 層構成としたり、マグネシウム / 金混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、マグネシウム / 銅混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、マグネシウム / 銀混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、マグネシウム / アルミニウム混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、マグネシウム / インジウム混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、アルミニウム / 酸化アルミニウム混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、リチウム / アルミニウム混合物と金とアルミニウムの組み合わせ、マグネシウムと金とアルミニウムの組み合わせ、アルミニウムと金とアルミニウムの組み合わせ、クロムと金とアルミニウムの組み合わせのように 3 層構成として使用することができる。

10

【 0 0 3 0 】

またこのような導電性金属材料の他に、シリコン半導体材料を用いることができるのはいうまでもない。特に、図 3 に示したような構成例のように、ゲート電極 6 に支持体機能を持たせるような構造の場合、ゲート電極 6 として n + シリコン半導体基板が好適に使用される。

あるいはドーピング等で導電率を向上させた公知の導電性ポリマー、例えば導電性ポリアニリン、導電性ポリピロール、導電性ポリチオフェン（ポリエチレンジオキシチオフェンとポリスチレンスルホン酸の錯体など）も好適に用いられる。

ソース電極及びドレイン電極を形成する材料は、上に挙げた中でも半導体層との接触面において電気抵抗が少ないものが好ましく、p 型半導体の場合は特に、白金、金、銀、ITO、導電性ポリマーおよび炭素が好ましい。

20

これら電極層ならびにパターンは、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、低エネルギーイオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD 法、スパッタリング法、プラズマ重合法、電解重合法、化学重合法、スプレーコート法、スピコート法、ブレードコート法、ディップコート法、キャスト法、ロールコート法、バーコート法、ダイコート法など等の膜形成技術とフォトリソグラフィー / エッチング手法、あるいはリフトオフ手法を組み合わせ形成される。

あるいは、上記発光型有機半導体材料層形成時のところで説明したような液体噴射原理による方法によって被接触、ダイレクト製作による手法もよい方法である。また、凸版、凹版、平版、スクリーン印刷などの印刷法によって製作してもよい。

30

このような溶液あるいはペースト状材料を使用して、ソース電極、ドレイン電極等を形成する場合、上記の導電性材料を含む、溶液、ペースト、インク、分散液などの流動性電極材料が用いられる。中でも、導電性ポリマー、または白金、金、銀、銅を含有する金属微粒子を含む流動性電極材料が好ましい。また、溶媒や分散媒体としては、有機半導体へのダメージを抑制するため、水を 60 % 以上、好ましくは 90 % 以上含有する溶媒または分散媒体であることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

金属微粒子を含有する流動性電極材料としては、粒子径が 1 ~ 50 nm、好ましくは 1 ~ 10 nm の金属微粒子を、必要に応じて分散安定剤を用いて、水や任意の有機溶剤である分散媒中に分散した材料が使用される。

40

金属微粒子の材料としては白金、金、銀、ニッケル、クロム、銅、鉄、錫、アンチモン、鉛、タンタル、インジウム、パラジウム、テルル、レニウム、イリジウム、アルミニウム、ルテニウム、ゲルマニウム、モリブデン、タングステン、亜鉛等を用いることができる。

このような金属微粒子の分散物の製造方法として、ガス中蒸発法、スパッタリング法、金属蒸気合成法などの物理的生成法や、コロイド法、共沈法などの、液相で金属イオンを還元して金属微粒子を生成する化学的生成法が挙げられるが、好適に使用される分散物としては、好ましくは、コロイド法、ガス中蒸発法により製造された金属微粒子の分散物である。

本発明の有機薄膜トランジスタ素子のゲート絶縁層としては種々の絶縁膜を用いること

50

ができるが、特に、比誘電率の高い無機酸化物皮膜が好ましい。無機酸化物としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化スズ、酸化バナジウム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウム酸チタン酸バリウム、ジルコニウム酸チタン酸鉛、チタン酸鉛ランタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、フッ化バリウムマグネシウム、チタン酸ビスマス、チタン酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ニオブ酸ビスマス、トリオキサイドイットリウムなどが挙げられる。それらのうち好ましいのは、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタンである。窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の無機窒化物も好適に用いることができる。

【0032】

上記皮膜の形成方法としては、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、低エネルギーイオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法、スパッタリング法、大気圧プラズマ法などのドライプロセスや、スプレーコート法、スピンコート法、ブレードコート法、ディップコート法、キャスト法、ロールコート法、バーコート法、ダイコート法などの塗布による方法、印刷やインクジェットなどのパターンニングによる方法などのウェットプロセスが挙げられ、材料に応じて使用できる。あるいは、シリコン半導体基板に支持体機能と、ゲート電極機能を持たせたような構成の場合（図3）、シリコン半導体基板を熱酸化させて酸化ケイ素皮膜を形成してもよい。

ウェットプロセスは、無機酸化物の微粒子を、任意の有機溶剤あるいは水に必要な応じて界面活性剤などの分散補助剤を用いて分散した液を塗布、乾燥する方法や、酸化物前駆体、例えばアルコキシド体の溶液を塗布、乾燥する、いわゆるゾルゲル法が用いられる。

これらのうち好ましいのは、上述した大気圧プラズマ法である。また、ゲート絶縁層が陽極酸化膜又は該陽極酸化膜と絶縁膜とで構成されることも好ましい。陽極酸化膜は封孔処理されることが望ましい。陽極酸化膜は、陽極酸化が可能な金属を公知の方法により陽極酸化することにより形成される。

陽極酸化処理可能な金属としては、アルミニウム又はタンタルを挙げることができ、陽極酸化処理の方法には特に制限はなく、公知の方法を用いることができる。陽極酸化処理を行なうことにより、酸化被膜が形成される。陽極酸化処理に用いられる電解液としては、多孔質酸化皮膜を形成することができるものならばいかなるものでも使用でき、一般には、硫酸、リン酸、蔞酸、クロム酸、ホウ酸、スルファミン酸、ベンゼンスルホン酸等、あるいはこれらを2種類以上組み合わせた混酸、あるいはそれらの塩が用いられる。陽極酸化の処理条件は使用する電解液により種々変化するので一概に特定し得ないが、一般的には、電解液の濃度が1～80質量%、電解液の温度5～70℃、電流密度0.5～60 A/dm²、電圧1～100ボルト、電解時間10秒～5分の範囲が適当である。好ましい陽極酸化処理は、電解液として硫酸、リン酸又はホウ酸の水溶液を用い、直流電流で処理する方法であるが、交流電流を用いることもできる。これらの酸の濃度は5～45質量%であることが好ましく、電解液の温度20～50℃、電流密度0.5～20 A/dm²で20～250秒間電解処理するのが好ましい。

【0033】

また有機化合物皮膜としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、光ラジカル重合系、光カチオン重合系の光硬化性樹脂、あるいはアクリロニトリル成分を含有する共重合体、ポリビニルフェノール、ポリビニルアルコール、ノボラック樹脂、およびシアノエチルプルラン等を用いることもできる。

有機化合物皮膜の形成法としては、前記ウェットプロセスが好ましい。

無機酸化物皮膜と有機酸化物皮膜は積層して併用することができる。またこれら絶縁膜の膜厚としては、一般に50nm～3μm、好ましくは、100nm～1μmである。

ゲート絶縁層上に有機半導体を形成する場合、ゲート絶縁層表面に、任意の表面処理を施してもよい。シランカップリング剤、たとえばオクタデシルトリクロロシラン、トリクロロメチルシラザンや、アルカン燐酸、アルカンスルホン酸、アルカンカルボン酸などの自己組織化配向膜が好適に用いられる。

10

20

30

40

50

なおゲート絶縁層も前述のように発生する光を、ゲート絶縁層を介して外部に取り出すような構成とした場合には、例えば酸化ケイ素等の透光性材料によって形成し、効果的に光を取り出すようにされる。

【0034】

本発明における支持体の好適な一例は樹脂であり、例えば図1、図2等にした構成例では、プラスチックフィルムシートを用いることができる。前記プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。このように、プラスチックフィルムを用いることで、ガラス基板を用いる場合に比べて軽量化を図ることができ、可搬性を高めることができるとともに、衝撃に対する耐性を向上できる。加えて可撓性があるため、フレキシブルな発光型有機薄膜トランジスタ素子シートが実現でき、曲げて使用するような用途にも適用できる。

10

この場合も前述のように発生する光を、支持体としての基板あるいはシートを介して外部に取り出すような構成とした場合には、上記材料の中から透光性材料が選ばれ、効果的に光を取り出すようにされる。

また本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子上には透光性部材よりなる素子保護層7が設けられる。素子保護層としては前述した無機酸化物又は無機窒化物等が挙げられ、上述した大気圧プラズマ法で形成するのが好ましい。とりわけ透光性材料である酸化ケイ素が好ましく、これにより空気中の酸素、水蒸気から有機半導体材料を遮断、封止し、薄膜トランジスタ素子の耐久性が向上し、かつ有機半導体材料から発光する光を効果的に外部に取り出すことが可能となる。代表的な素子構成例（断面図）を図15に示すが、有機半導体層2から発光した光は、透光性な素子保護層7を介して矢印Aの方向に取り出すことができる。

20

【0035】

より具体的な発光型有機薄膜トランジスタ素子のデバイス構造について、ボトムゲート型の変形構成例である図16によって説明する。図16は平面図であり、断面構造、構成は、図15に示したようなものであるが、寸法等は一致していない。図17はソース電極3及びドレイン電極4のパターン形状と主な寸法を示したものである。

30

この例は、ゲート絶縁層5上に所定の間隔を隔てて配置した第1の電極であるソース電極3と第2の電極であるドレイン電極4よりなる一对の電極全体を埋設するように例えば前述のような有機半導体材料よりなる有機半導体層2を積層し、この有機半導体層2を設けた領域に、下方に位置するゲート絶縁層5を介して第3の電極であるゲート電極6を設けてなる構造の有機トランジスタである。ここで、上記ソース電極3とドレイン電極4の間に有機半導体材料が発光する範囲内で電圧を印加し、さらにゲート電極6に電圧を印加し、発光のON/OFFあるいは発光量を制御するものである。この時、互いに対向しているソース電極3とドレイン電極4の電極間距離より対向している領域の電極長さを長くすることにより、より効率よく発光することが見出された。

40

このことを更に図17の要部略図によって説明する。図17では構成を単純化するため、ソース電極3とドレイン電極4のパターンのみを示している。（a）はソース電極3とドレイン電極4の電極間距離 l より、ソース電極3とドレイン電極4が対向している領域の電極長さ w が短い（ $l > w$ ）場合であり、（b）はソース電極3とドレイン電極4の電極間距離 l より、ソース電極3とドレイン電極4が対向している領域の電極長さ w が長い（ $l < w$ ）場合である。

図17（a）のような場合は、ソース電極3とドレイン電極4間の電位差を大きくとらなければならない発光効率も悪く論外であるが、（b）のようにすると、電位差を小さくしても、すなわち低エネルギーであっても良好に発光する。

より好ましくは、両者の比（ l/w ）が $1/2000 \sim 1/2$ となるように、電極パタ

50

ーンを形成する。その場合、(b)のような単純な矩形パターンの電極形状であってもできなくはないが、より好ましくは、両者の比(l/w)を大きく取れるようなパターン形状とするのがよい。図18にそのようなパターン形状についての一例を示す。

この例では、ソース電極3とドレイン電極4のパターンの互いに対向する側が互いにくし歯状になっていて、くしの歯が相互に入れ違い構造になっているものである。こうすることにより、ソース電極3とドレイン電極4が対向している領域の電極長さ w を長くすることができる。図示しないが、くし歯の対向している外周辺長さがソース電極3とドレイン電極4が対向している領域の電極長さ w となる。図示した l は、ソース電極3とドレイン電極4の電極間距離である。

【0036】

10

図19は、図18の例と異なり、両電極3、4のくし歯部のくし歯数が同じではないが、良好な発光が得られる場合のソース電極3及びドレイン電極4のパターン形状と主な寸法を示した一例である。この例の場合、ソース電極3とドレイン電極4の電極間距離 l は $1\mu\text{m}$ であり、ソース電極3とドレイン電極4が対向している領域の電極長さ w は約 $989\mu\text{m}$ ($=100\mu\text{m} \times 9 + 10\mu\text{m} \times 8 + 1\mu\text{m} \times 9$)であり、両者の比(l/w)は約 $1/1000$ となる。

このようなデバイスは、例えば図20に示すようなプロセスによって製作される。(a)は例えば、支持体1とゲート電極6を兼ねた構成とし、Si半導体基板よりなり、表面にゲート絶縁層5として酸化ケイ素を設けた基板を示したものである。これに薄膜形成～フォトリソ～エッチングによって図示したようなパターンのソース電極3及びドレイン電極4を形成する((b))。次に有機半導体層2を形成し((c))、最後に素子保護層7を形成((d))して完成する。

20

なおこの例では支持体1とゲート電極6を兼ねた構成としているため、Si半導体基板を使用しているが、後述のように大面積にこのような発光型有機薄膜トランジスタ素子を大量に形成するためには、ここでゲート電極6として用いる部材を、支持体1としてガラス基板、セラミック基板等を使用すれば低コストに製作できる。また、前述のようなプラスチックフィルムシートを用いることができる。そのような場合には、ゲート絶縁層5として透光性材料である酸化ケイ素を使用し、ガラス基板、プラスチックフィルムシートも透明なものを使用する。また図示しないゲート電極もITO等の透光性材料を使用し、図15の矢印Aとは反対側の支持体1(ここでゲート電極6としている部材)側から発生する光を有効に取り出せるようになる。

30

図19にパターン形状と主な寸法を示しているが、必ずしもこれに限定される必要はなく、例えば図21は他の電極パターン例である。

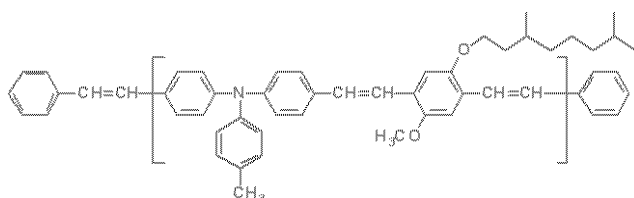
図15、図16において、符号6はゲート絶縁層5として酸化ケイ素を約 350nm の厚さに形成した厚さ 0.6mm のSi半導体基板であり、支持体1とゲート電極6を兼ねた構成である。3、4はそれぞれソース電極及びドレイン電極であり、マグネシウム/金混合物(1:1の比率)を 15nm 形成した後、さらにその上に金を 30nm 形成した2層構造としたものである。図示したようなパターン形成は、この例では電極材料薄膜形成後、フォトリソ～エッチングによって行った。

図19に試作した電極寸法などを示したが、本発明はこの寸法に限定されるものではない。この例では、ソース電極3-ドレイン電極4間距離が一定となっている領域(チャンネル長、この例では $1\mu\text{m}$)の距離(チャンネル幅)は全体で約 $989\mu\text{m}$ ($=100\mu\text{m} \times 9 + 10\mu\text{m} \times 8 + 1\mu\text{m} \times 9$)となる。

40

【0037】

有機半導体層2は、例えば以下の化学式に示す重合体(前述)



に Rubrene を 1.8 wt % 添加したものを炭酸ジメチルに溶かし、前述のような液体噴射原理により、前記ソース電極 3 及びドレイン電極 4 の上から、インクジェット記録でいうところのベタ打ちと同じ要領で非接触、塗布したものである。乾燥後の有機半導体層 2 の厚さは、約 120 nm であった。

有機半導体層 2 の乾燥後、素子保護層 7 として、スパッタリングにより、酸化ケイ素を有機半導体層 2 を完全に封止できるように全面に 0.5 μm の厚さで形成し、発光型有機薄膜トランジスタ素子は完成する。

【0038】

次に、本発明の他の特徴について説明する。前述のように本発明においては、互いに対向しているソース電極 3 とドレイン電極 4 の電極間距離 l より対向している領域の電極長さ w を長くする、より好ましくはソース電極 3 とドレイン電極 4 の電極間距離 l とソース電極 3 とドレイン電極 4 が対向している領域の電極長さ w の比 (l/w) を $1/2000 \sim 1/2$ となるようにすることにより、より効率よく発光させるようにした点が特徴的である。他の表現をするならば、図 17 において発光領域 (ソース電極 3 とドレイン電極 4 の間にある有機半導体材料層) が細長形状となるように電極パターンを形成し、上記比 (l/w) が $1/2000 \sim 1/2$ となるようにする。

図 22 にその例を示す。図 22 (a) は図 17 (b) の発光領域を示したものであり、太い破線で示した領域 (内部) が発光領域 8 であり、発光領域の形状は細長形状 (長方形) となる。図 22 (b)、図 18 の実施形態における発光領域 8 を同様に太い破線で示している。この場合は、真の発光領域 8 はくし歯状の電極パターンのない有機半導体材料層であるが、全体としては太い破線で示した 8 の領域 (内部) が発光領域であり、その形状は細長形状 (長方形) となる。なお、同様な細長形状の発光領域 8 を得る構成として、図 22 (c) のようにソース電極 3 とドレイン電極 4 のパターンの互いのくし歯の長さを長くし、発光領域 8 を細長形状としてもよい。

以上の説明より明らかなように本発明では、より効率よく発光させるために、発光領域が細長形状となるように、ソース電極 3 とドレイン電極 4 のパターン構成が決められる。

以上、本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子の構成例、好適に使用される材料例を説明したが、次に本発明のより具体的な使用例を説明する。本発明は、発光現象をともなう有機薄膜トランジスタという特性を活かし、発光素子として使用される。

【0039】

通常、有機トランジスタ素子は素子駆動機能を利用し、図 23 に示すように別途形成された液晶、電気泳動素子、あるいは有機 EL 素子といった表示デバイスと組み合わせられ、ディスプレイとして機能する。

図 23 は、有機トランジスタ素子が複数配置される有機トランジスタシート 88 の一例を概略の等価回路図で示したものである。図を簡単にするために、 3×3 のマトリクス配列としているが、実際には、有機トランジスタシート 88 は、数千 $\times$ 数千 $\sim$ 数万 $\times$ 数万のオーダーのマトリクス配列された有機トランジスタ素子 91 を有する。89 は各有機トランジスタ素子 91 のゲート電極のゲートバスラインであり、90 は各有機トランジスタ素子 91 のソース電極のソースバスラインである。各有機トランジスタ素子 91 のドレイン電極には、出力素子 93 が接続され、この出力素子 91 は例えば液晶、電気泳動素子等であり、表示装置における画素を構成する。図示の例は、出力素子 91 として液晶が、抵抗とコンデンサからなる等価回路で示した。92 は蓄積コンデンサ、94 は垂直駆動回路、95 は水平駆動回路である。

これに対して本発明においては、有機トランジスタ素子そのものが発光素子を兼ねるこ

とができるので、別途、液晶、電気泳動素子、あるいは有機EL素子といった表示デバイスを形成する必要がなく、有機トランジスタ素子を複数個マトリックス状に配列し、有機トランジスタの発光のON/OFFを行うことにより、そのままディスプレイ装置として機能させることができる。また、単にON/OFF制御だけではなく、ゲート電圧を段階的に変えることにより、発光量も変えられるので、階調表現豊かなディスプレイ装置として機能させることができる。すなわち、図23の出力素子93を必要としない大変簡単な構成の自発光型ディスプレイが実現できる。その際、有機トランジスタの発光面と相対する位置に各発光領域をカバーするような形状の、光の3原色であるR、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターをそれぞれ配置すれば、トランジスタ動作と発光動作を同一素子で行うことができる全く新規な自発光型カラーディスプレイ装置が実現する。

10

その際、R、G、Bで1つのピクセルを構成することになるので、発光領域を細長形状（長方形）となるようにしておけばマトリックス状に配列させた有機トランジスタ素子の発光領域をその短手方向に密に配列でき、ピクセルとしてみた場合（RGBの3色をひとかたまりとしてみた場合）、縦横比が3倍となる（有機トランジスタ素子3個配列して1ピクセルを構成するので）ような極端な細長形状にならず、高品位な表示を実現できる自発光型カラーディスプレイ装置とすることができる。

【0040】

このことをより詳細に説明する。図24は、本発明に好適に適用される発光型有機薄膜トランジスタ素子Trを1つ示したものであり、図18の変形例である。ここでは、図を簡略化するため、ソース電極3とドレイン電極4のパターン構成のみ示した。図27はその発光部分を示したものであり、太い破線で示した8の領域（内部）が発光領域であり、発光部形状は細長形状（長方形）である。

20

図26は、このような発光型有機薄膜トランジスタ素子Trを3つ配列したものであり、図29は各トランジスタ素子に対応して配置されるR、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターFの配置例である。ここで、各色のカラーフィルターの大きさは、発光型有機薄膜トランジスタ素子の発光領域8よりも大きく設定され、発光領域8を完全にカバーできるようにしている。

【0041】

図28は、このような発光型有機薄膜トランジスタ素子Trをマトリックス状に配列させた例であり、図29は図28のマトリックス配列に対応して配置されるR、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターFの配置例である。図30はR、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターの1つのRGB群9を太い破線で示したが、このカラーフィルターが、3つ配列された発光型有機薄膜トランジスタ素子と組み合わせられることにより1つのピクセル（絵素、ピクチャーエレメント）となる。図31は、このようにマトリックス状に配列された発光型有機薄膜トランジスタ素子を形成した発光型有機薄膜トランジスタ素子基板（シート）と、その前記発光面と相対する位置に上記のような光学的フィルターFを、その各発光領域8をカバーする（覆う）ように配置したものである。

30

この例においては、1つの発光型有機薄膜トランジスタ素子の発光領域8の大きさは、 $28\mu\text{m} \times 90\mu\text{m}$ の長方形である。そして、それに対応してその領域をカバーするフィルターの大きさは、 $35\mu\text{m} \times 105\mu\text{m}$ であり、RGBの3色を発光する1つのピクセルは、 $120\mu\text{m} \times 120\mu\text{m}$ の正方形とされ、ディスプレイ装置としては200ppi（picture element per inch、pixel per inch）の精細度でカラー表示できるものとなっている。なお、1つのピクセルは厳密に正方形にしなければならないということではなく、ほぼ正方形（例えば縦横比で0.8～1.2くらいまで）になっていればよい。

40

カラーフィルターFは、ガラス基板やプラスチックフィルム等の材料に着色することにより製作できるが、ガラス基板をベースにしたものは、後述するが、その剛性を利用して発光部分を気密、密閉状態にシールする部材として兼用することができる。一方で、プラスチックフィルム等の有機材料を使用した場合、発光型有機薄膜トランジスタ素子シートも同じような有機材料フィルムで形成することにより、軽量で、曲げたりすることができるディスプレイ装置を実現できる。夫々の利点を勘案して使用材料を選定する。

50

なお図ではピクセル（RGB発光領域）が5ピクセル×3ピクセルのマトリックスしか示していないが、実際にカラーディスプレイ装置として使用する場合は、数1000ピクセル×数1000ピクセル～数10000ピクセル×数10000ピクセルとされ、ディスプレイ表示領域は、数100mm×数100mm～数1000mm×数1000mmの大きさとされる。

【0042】

次に本発明の他の特徴について説明する。本発明の各発光型有機薄膜トランジスタ素子は、前述のように個別に酸化ケイ素等の透光性かつ封止性をもつ材料によって保護される。それにより確実な封止性を実現できる。

一方で製作コスト面を考慮すると、図25の有機トランジスタシート88の全トランジスタ素子を酸化ケイ素等の材料で全面コートするのもよい方法である。特にディスプレイとして、100mm×100mm以上の大きさのものを製作するような場合には、素子個別に封止を行うよりも、シート上の素子全体を封止するようにしたほうがよい。

他の封止手段として、図25の有機トランジスタシート88そのものをケースに収納した構成とし、ディスプレイ装置を実現できる。図34にその構成例を示す。図中、88は有機トランジスタシート、96はケース底板、97はケース枠、98は保護基板、99はシール部材、100はギャップである。

【0043】

このようなディスプレイ装置は、図33(a)～(d)に示したような順序で組みつけられる。図33(a)は、ケース底板96およびケース枠97よりなる有機トランジスタシート88を収納するケースを示す。ここに図33(b)に示すように表面に数千×数千～数万×数万のオーダーのマトリクス配列された有機トランジスタ素子（図示せず）が形成された有機トランジスタシート88を収納し、さらに図33(c)に示すように形成された有機トランジスタ素子面に近接して保護基板98が設けられる。そして最後に図33(d)に示すようにケース内をシール部材99によって密封、封止される。この時、有機トランジスタシート88と保護基板98の間にはギャップ100が存在し、このギャップ内は有機トランジスタ素子を発光させるためには、 $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-8}$ Torrの真空気密状態に保たれる。なおより好ましくは発光効率を上げるとともに、安定発光状態を保つために $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-8}$ Torr程度の真空度を維持するのがよい。またこのギャップ距離は小さいほうが好ましく、大きくても保護基板98の厚さ以下とすべきである。これは内部が真空状態であるため、大気圧によって保護基板98が変形するためである。また最悪の場合には、大気圧によって破損することもあるため、保護基板98の厚さ以下とする。具体的には、保護基板98の厚さは、0.5～10mmとされ、ギャップは、それ以下とすれば上記のような真空状態にしても、保護基板98が破損したりすることはない。なお、このギャップは、より好ましくはほとんどない状態にするのがよい。すなわち、有機トランジスタシート88と保護基板98とを密着状態にするのもよい方法である。

また保護基板98の材料としては、発光した光をこれを介して外部に取り出すため、透光性部材が選択され、コーニング社製パイレックス（登録商標）ガラスなどが好適に用いられる。あるいは、耐衝撃性も考慮して、日本板硝子株式会社製化学強化ガラスFL3.2などが好適に用いられる。

他の好ましい構成として、有機トランジスタシート88と保護基板98の間のギャップ100領域に窒素ガス等の不活性ガスを注入して密封状態とするのも高い発光効率を得られる。

なお、前述のカラーフィルターは、保護基板98の上に配置してもよいし、有機トランジスタシート88と保護基板98の間に配置してもよい。あるいはガラス基板等で製作されたカラーフィルターそのものが保護基板98を兼ねてもよい。

【0044】

前述（図15、図16）の本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子（素子保護層7なし）を、上記のように 1×10^{-2} Torrの真空気密状態において、ドレイン電圧 - 90

10

20

30

40

50

Vにおいて、ゲート電圧を変化させたところ、-60Vで発光が始まり、-70Vで約1000cd/m²の輝度、-80Vで約1300cd/m²の輝度という具合に、ゲート電圧の変化に応じて連続的に輝度を変えることができ、-90Vで約1600cd/m²の最高輝度が得られた。

1×10⁻³Torrの真空気密状態においては、ドレイン電圧-90Vにおいて、ゲート電圧-90Vで約2000cd/m²の最高輝度が得られた。さらに1×10⁻⁷Torrの真空気密状態においては、ドレイン電圧-90Vにおいて、ゲート電圧-90Vで約2500cd/m²の最高輝度が得られた。また、真空機密状態に変えて窒素ガス注入下においても、ドレイン電圧-90Vにおいて、ゲート電圧-90Vで約2400cd/m²の最高輝度が得られた。次に発光型有機薄膜トランジスタ素子上に素子保護層7(酸化ケイ素)を全面に0.5μmの厚さで形成して封止した素子を通常の空气中で評価したところ、ドレイン電圧-90Vにおいて、ゲート電圧-90Vで約2200cd/m²の最高輝度が得られ、封止をしっかりと行えば空气中でも機能することがわかった。

10

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の有機トランジスタ素子の層構成例(トップゲート型)を示す図である。

【図2】本発明の有機トランジスタ素子の層構成例(ボトムゲート型)を示す図である。

【図3】本発明の有機トランジスタ素子の变形構成例を示す図である。

【図4】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する液滴噴射製造装置の一実施例を説明するための図である。

20

【図5】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に好適に使用されるピエゾ素子利用の吐出ヘッドの液滴噴射原理を説明する図である。

【図6】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に好適に使用されるピエゾ素子利用の吐出ヘッドの構造を示す図である。

【図7】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に好適に使用されるサーマル方式(バブル方式)の液体吐出ヘッドの例を示す図である。

【図8】マルチノズル型の液体吐出ヘッドをノズル側から見た図である。

【図9】マルチノズル型の液体吐出ヘッドを噴射する溶液ごとに積層し、ユニット化した図である。

【図10】ユニット化したヘッドの斜視図である。

30

【図11】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置によって、良好なパターン形成を行う条件を見出すために使用したテストパターンの例を示す図である。

【図12】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に使用される吐出ヘッドで機械的変位による作用力で噴射した場合の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

【図13】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に使用される吐出ヘッドで機械的変位による作用力で噴射した場合の他の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

【図14】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を製造する装置に使用される吐出ヘッドで膜沸騰気泡による作用力で噴射した場合の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

40

【図15】本発明の発光型有機トランジスタ素子の構成例を示す図である。

【図16】本発明の発光型有機トランジスタ素子の構成例を示す平面図である。

【図17】本発明の発光型有機トランジスタ素子のソース電極とドレイン電極の電極間距離1と、ソース電極とドレイン電極が対向している領域の電極長さwを説明する図である。

【図18】本発明の発光型有機トランジスタ素子のソース電極とドレイン電極の電極間距離1と、ソース電極とドレイン電極が対向している領域の電極長さwの比(1/w)を大きく取れるようなパターン形状の一例を示す図である。

【図19】図16に示した構成例の電極パターン形状と主な寸法を示す図である。

50

【図 20】図 16 に示した構成例の製作プロセスを説明する図である。

【図 21】他の電極パターン例を示す図である。

【図 22】本発明の発光型有機トランジスタ素子の発光領域の形状を説明する図である。

【図 23】有機トランジスタ素子が複数配置される有機トランジスタシートの一例の概略の等価回路図である。

【図 24】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を 1 つ示した図である。

【図 25】図 24 に示した発光型有機薄膜トランジスタ素子の発光部分を示す図である。

【図 26】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子を 3 つ配列している状況を示した図である。

【図 27】図 26 に示した発光型有機薄膜トランジスタ素子に対応して配置される R、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターの配置例を示した図である。 10

【図 28】本発明の発光型有機薄膜トランジスタ素子をマトリックス状に配列させた例を示す図である。

【図 29】図 28 に示した発光型有機薄膜トランジスタ素子のマトリックス配列に対応して配置される R、G、B（赤、緑、青）のカラーフィルターの配置例を示した図である。

【図 30】1 つのピクセルに対応するカラーフィルターの 1 つの R G B 群を示した図である。

【図 31】マトリックス状に配列された発光型有機薄膜トランジスタ素子を形成した発光型有機薄膜トランジスタ素子基板（シート）と、その前記発光面と相対する位置に上記のような光学的フィルターを、その各発光領域をカバーするように配置した図である。 20

【図 32】本発明の発光型有機トランジスタ素子を利用したディスプレイ構成例を示す図である。

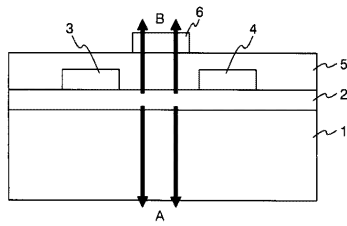
【図 33】図 32 に示したディスプレイのアセンブリ方法を説明する図である。

【符号の説明】

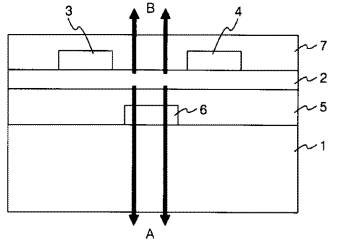
【0046】

1 ... 支持体、2 ... 有機半導体層、3 ... ソース電極（第 1 の電極）、4 ... ドレイン電極（第 2 の電極）、5 ... ゲート絶縁層、6 ... ゲート電極（第 3 の電極）、7 ... 素子保護層、9 ... R G B 群、11 ... 吐出ヘッドユニット（吐出ヘッド）、12 ... キャリッジ、13 ... 基板保持台、14 ... 発光型有機薄膜トランジスタ素子基板あるいはシート、15 ... 溶液の供給チューブ、16 ... 信号供給ケーブル、21 ... コントロールボックス、18 ... X 方向スキャンモータ、19 ... Y 方向スキャンモータ、20 ... コンピュータ、22 ... 基板位置決め / 保持手段、43 ... 液滴、45 ... 流路、46 ... ピエゾ素子、56 ... 溶液、57 ... フィルター、65 ... ノズル、66 ... 発熱体基板、67 ... 蓋基板、68 ... シリコン基板、69 ... 個別電極、70 ... 共通電極、71 ... 発熱体、74 ... 溝、75 ... 凹部領域、76 ... 溶液流入口、88 ... 有機トランジスタシート、89 ... ゲートバスライン、90 ... ソースバスライン、91 ... 有機トランジスタ素子、92 ... 蓄積コンデンサ、93 ... 出力素子、94 ... 垂直駆動回路、95 ... 水平駆動回路、96 ... ケース底板、97 ... ケース枠、98 ... 保護基板、99 ... シール部材、100 ... ギャップ 30

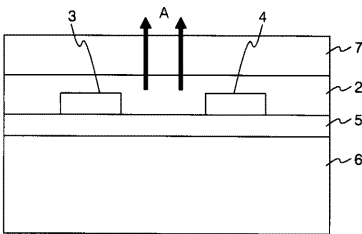
【図 1】



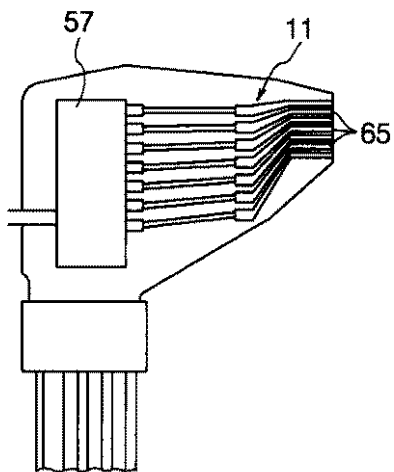
【図 2】



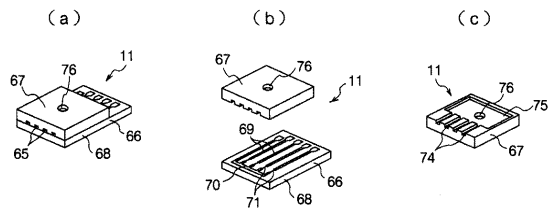
【図 3】



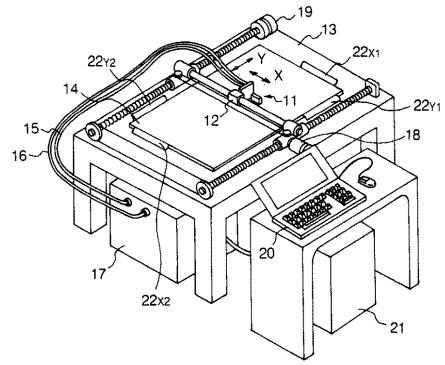
【図 6】



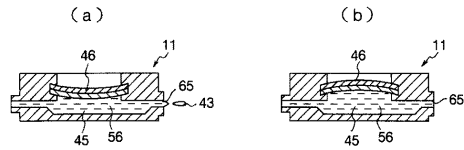
【図 7】



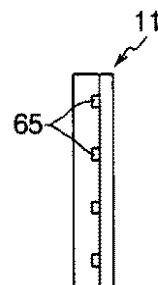
【図 4】



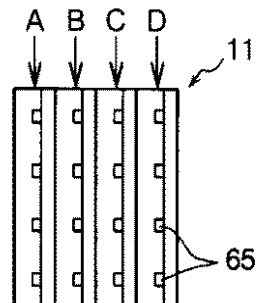
【図 5】



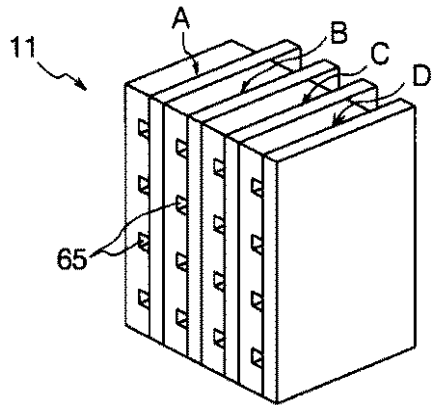
【図 8】



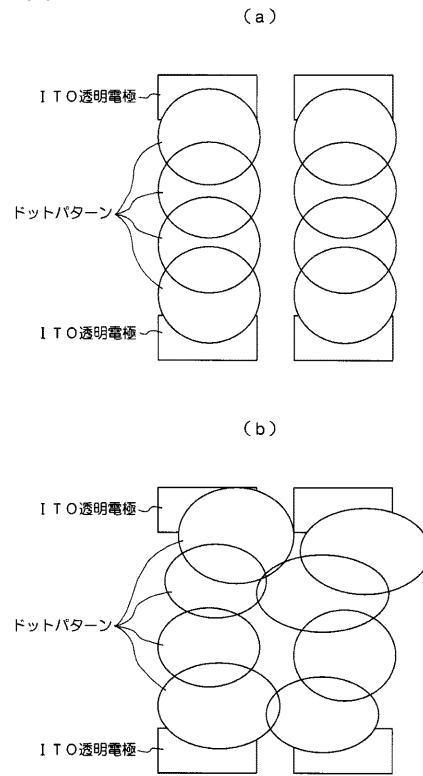
【図 9】



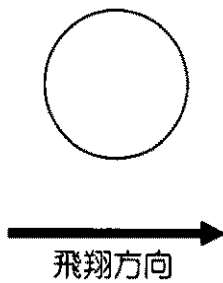
【図 10】



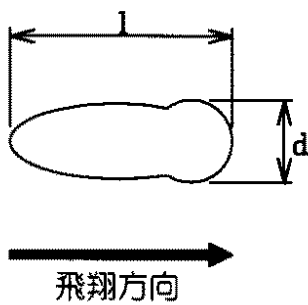
【図 11】



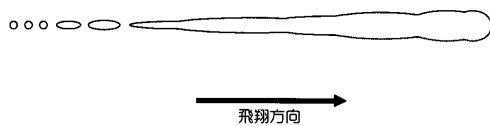
【図 12】



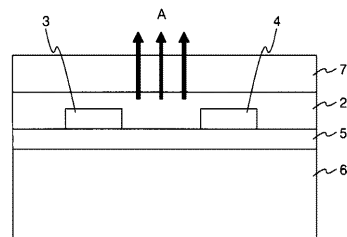
【図 13】



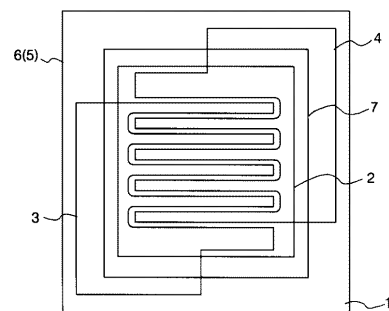
【図 14】



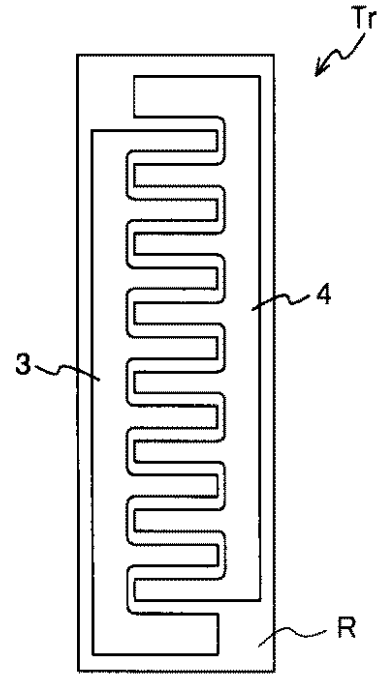
【図 15】



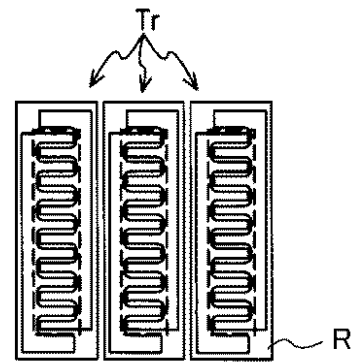
【図 16】



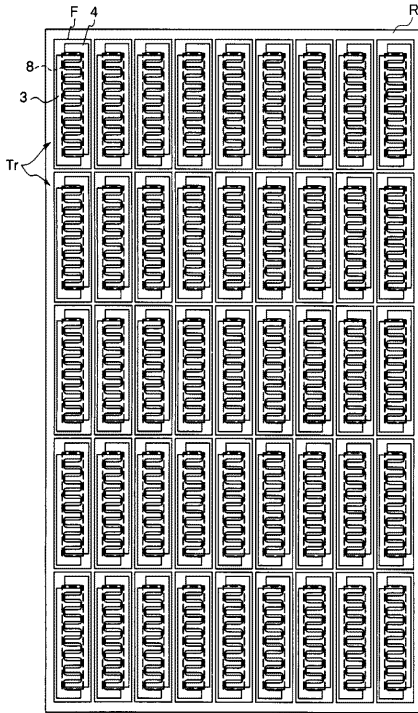
【 図 2 4 】



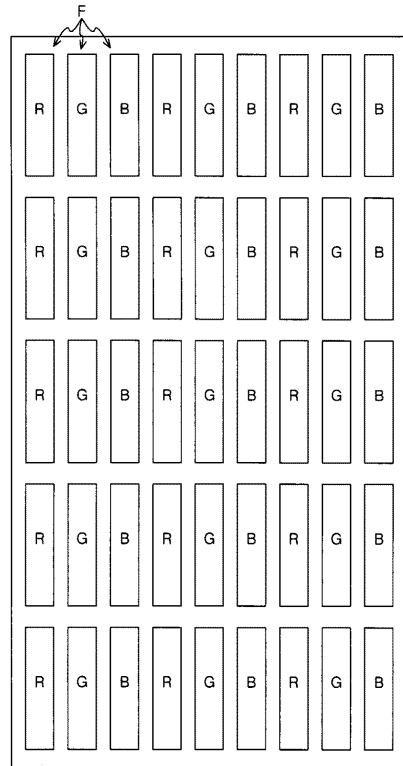
【 図 2 6 】



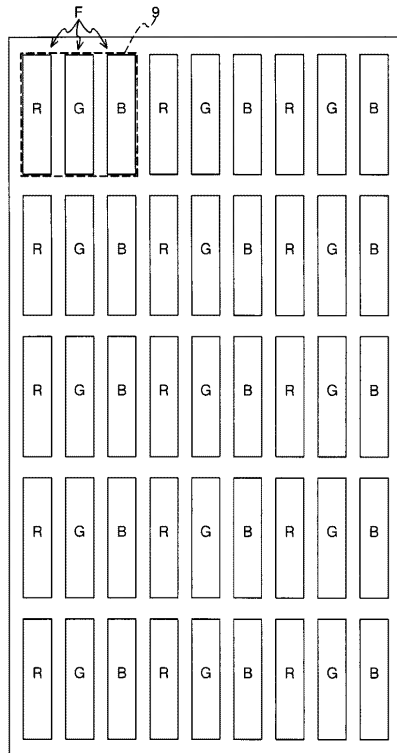
【図 28】



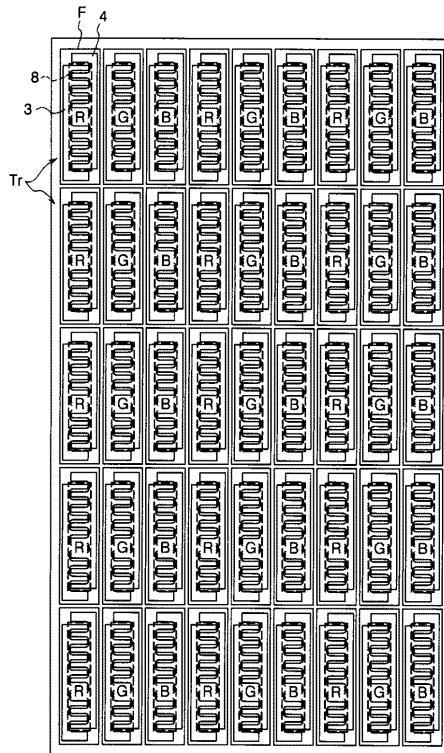
【図 29】



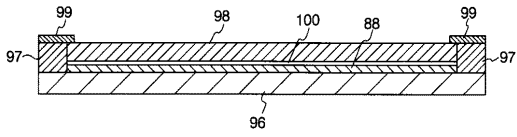
【図 30】



【図 31】

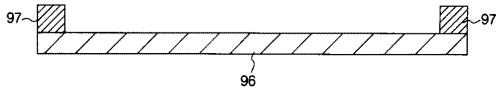


【図 3 2】

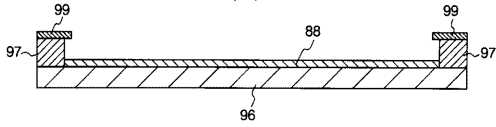


【図 3 3】

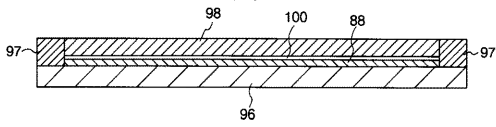
(a)



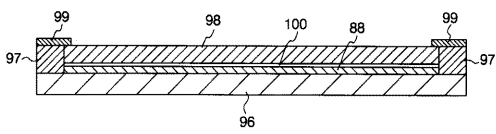
(b)



(c)



(d)



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 51/05 (2006.01)

F I

H 0 1 L 29/78 6 1 2 Z

H 0 1 L 29/28

テーマコード(参考)

F ターム(参考) 5F110 AA04 AA30 BB02 CC01 CC03 CC07 DD01 DD02 DD05 EE01
EE02 EE03 EE04 EE06 EE07 EE08 EE14 EE15 EE42 EE43
EE44 EE45 FF01 FF02 FF03 FF09 FF23 FF24 FF27 FF28
FF29 GG05 GG25 GG28 GG29 GG42 GG43 GG44 HK01 HK02
HK03 HK04 HK06 HK07 HK09 HK21 HK22 HK32 HK33 HK34
HM04 NN04 NN23 NN33 NN34 NN36 NN72 QQ06 QQ14

专利名称(译)	显示设备		
公开(公告)号	JP2006252775A	公开(公告)日	2006-09-21
申请号	JP2005063201	申请日	2005-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社理光		
申请(专利权)人(译)	理光株式会社		
[标]发明人	関谷卓朗		
发明人	関谷 卓朗		
IPC分类号	H05B33/26 H05B33/12 H01L51/50 H01L29/786 H01L21/336 H01L51/05		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/12.E H05B33/14.A H01L29/78.618.B H01L29/78.622 H01L29/78.612.Z H01L29/28 H01L29/28.100.A		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/BB06 3K007/CC00 3K007/DB03 3K007/GA04 5F110/AA04 5F110/AA30 5F110/BB02 5F110/CC01 5F110/CC03 5F110/CC07 5F110/DD01 5F110/DD02 5F110/DD05 5F110/EE01 5F110/EE02 5F110/EE03 5F110/EE04 5F110/EE06 5F110/EE07 5F110/EE08 5F110/EE14 5F110/EE15 5F110/EE42 5F110/EE43 5F110/EE44 5F110/EE45 5F110/FF01 5F110/FF02 5F110/FF03 5F110/FF09 5F110/FF23 5F110/FF24 5F110/FF27 5F110/FF28 5F110/FF29 5F110/GG05 5F110/GG25 5F110/GG28 5F110/GG29 5F110/GG42 5F110/GG43 5F110/GG44 5F110/HK01 5F110/HK02 5F110/HK03 5F110/HK04 5F110/HK06 5F110/HK07 5F110/HK09 5F110/HK21 5F110/HK22 5F110/HK32 5F110/HK33 5F110/HK34 5F110/HM04 5F110/NN04 5F110/NN23 5F110/NN33 5F110/NN34 5F110/NN36 5F110/NN72 5F110/QQ06 5F110/QQ14 3K107/AA02 3K107/BB01 3K107/CC41 3K107/DD25 3K107/DD30 3K107/EE04 3K107/EE22 3K107/EE48 3K107/EE52		
代理人(译)	铃木 均		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提出一种具有新颖的构造和功能的有机发光晶体管，以响应于如何在已确认发光现象已被施加到显示器的基本阶段上施加有机半导体材料的问题。在。有机半导体层（2）设置在由第一电极（3）和第二电极（4）构成的一对电极之间，第三电极（6）隔着绝缘层（5）设置在有机半导体层上。在基板上布置多个有机晶体管，该多个有机晶体管具有通过在有机半导体层发光的范围内的一对电极之间施加电压并向第三电极施加电压来控制发光的结构。在具有发光基板 and 布置在面向发光基板的发光表面的位置处的滤光器的显示装置中，一对电极被配置为使得有机半导体层发光的区域具有细长的形状，并且相应地，滤光器的形状被拉长。[选型图]图1

