

(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2010-34367

(P2010-34367A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
HO 1 L 21/368 (2006.01)	HO 1 L 21/368 L	2H092
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78 618B	5F053
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 618A	5F110
HO 1 L 51/05 (2006.01)	HO 1 L 29/28 100A	
HO 1 L 51/40 (2006.01)	HO 1 L 29/28 310J	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-195958 (P2008-195958)
 (22) 出願日 平成20年7月30日 (2008.7.30)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100098785
 弁理士 藤島 洋一郎
 (74) 代理人 100109656
 弁理士 三反崎 泰司
 (74) 代理人 100130915
 弁理士 長谷部 政男
 (74) 代理人 100155376
 弁理士 田名網 孝昭
 (72) 発明者 野元 章裕
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
 Fターム(参考) 2H092 JA24 JA28 NA25 PA01
 最終頁に続く

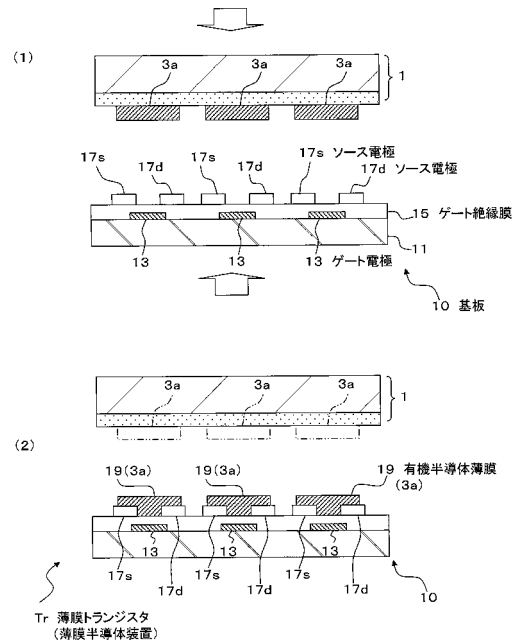
(54) 【発明の名称】 有機半導体薄膜の形成方法および薄膜半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転写印刷による有機半導体薄膜の形成において有機半導体材料の選択の自由度が高く、これにより印刷法を適用して特性の良好な薄膜半導体装置を得ることが可能な有機半導体薄膜の形成方法および薄膜半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が不可能な有機半導体材料と共に転写が可能な有機材料を混合した混合インク層3を、印刷版1側の混合インク層3を基板10上に転写することにより、基板10上に混合インク層3を転写してなる有機半導体薄膜19を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が不可能な有機半導体材料と共に転写が可能な有機材料を混合した混合インク層を、印刷版の一主面側に形成する工程と、

前記印刷版側の混合インク層を基板上に転写することにより、当該基板上に当該混合インク層を転写してなる有機半導体薄膜を形成する工程とを行う

有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 2】

前記印刷版の表面エネルギー γ_1 、前記有機半導体材料の表面エネルギー γ_2 、および前記有機材料の表面エネルギー γ_3 の関係が、 $\gamma_1 > \gamma_2$ かつ $\gamma_1 < \gamma_3$ である

請求項 1 記載の有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 3】

前記印刷版上において、前記有機半導体材料を含有する層間に前記有機材料を含有する層を挟持した状態に前記混合インク層を相分離させ、

前記基板上には、前記印刷版上に形成された前記混合インク層における少なくとも最上層の前記有機半導体材料を含有する層を転写する

請求項 1 または 2 に記載の有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 4】

前記有機半導体材料および前記有機材料のうちの少なくとも一方が高分子材料である

請求項 1 ~ 3 のうちの 1 項に記載の有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 5】

前記転写が可能な有機材料は、半導体材料である

請求項 1 ~ 4 のうちの 1 項に記載の有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 6】

前記転写が可能な有機材料は、絶縁性材料である

請求項 1 ~ 4 のうちの 1 項に記載の有機半導体薄膜の形成方法。

【請求項 7】

溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が不可能な有機半導体材料と共に転写が可能な有機材料を混合した混合インク層を、印刷版の一主面側に形成する工程と、

前記印刷版側の混合インク層を基板上に転写することにより、当該基板上に当該混合インク層を転写してなる有機半導体薄膜を形成する工程とを行う

薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記印刷版の表面エネルギー γ_1 、前記有機半導体材料の表面エネルギー γ_2 、および前記有機材料の表面エネルギー γ_3 の関係が、 $\gamma_1 > \gamma_2$ かつ $\gamma_1 < \gamma_3$ である

請求項 7 記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

前記基板上にはソース電極とドレイン電極とが形成されており、前記有機半導体薄膜は当該ソース電極 - ドレイン電極間にわたる基板上に転写される

請求項 7 または 8 に記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

前記基板の表面側には、ゲート電極を介してゲート絶縁膜が形成されており、当該ゲート絶縁膜上に前記ソース電極とドレイン電極とが形成されている

請求項 9 記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機半導体薄膜の形成方法および薄膜半導体装置の製造方法に関し、特に印

10

20

30

40

50

刷技術を適用した有機半導体薄膜の形成方法、およびこの形成方法を用いた薄膜半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、活性層として有機半導体薄膜を用いた薄膜トランジスタ、いわゆる有機薄膜トランジスタが注目されている。有機薄膜トランジスタは、活性層となる有機半導体薄膜のパターン形成に印刷法を適用することが可能である。このため、低コスト化に有利であると共に、プラスチック等の耐熱性のないフレキシブルな基板上への形成も可能である。

【0003】

有機半導体薄膜の印刷法によるパターン形成は、次のように行なう。まず、例えば撥水性を有するポリジメチルシロキサン(PDMS)を用い、表面側に凹凸パターンを有する平板状のスタンプ版を形成する。そしてこのスタンプ版の表面(撥水面)全域に、スピコート法により有機半導体インクを塗布する。有機半導体インクは、例えばポリ-3ヘキシルチオフェン(poly(3-hexylthiophene)(P3HT))からなる有機半導体材料をクロロホルムからなる溶媒に溶解させたものが用いられる。次に、スタンプ版に塗布された有機半導体インクを乾燥させて有機半導体薄膜とした後、スタンプ版における有機半導体薄膜の形成面を、薄膜トランジスタが形成される装置基板に押し圧する。これにより、スタンプ版の凸パターン上に形成された有機半導体薄膜部分を装置基板の基板面に密着させる。次いで、装置基板側からスタンプ版を剥がし取ることにより、撥水性を有するスタンプ版側の凸パターン上から装置基板側に有機半導体薄膜をパターン転写する(以上、例えば下記特許文献1参照)。

10

20

【0004】

【特許文献1】特開2007-67390号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、以上のような有機半導体薄膜の印刷形成においては、スタンプ版からの転写印刷が可能な有機半導体材料に限られており、材料選択の自由度が低かった。例えば、薄膜トランジスタの活性層として用いた場合に、良好な特性を示す有機半導体材料としてTIPSペンタセン(6,13-bis(triisopropylsilylethynyl)pentacene)が知られている。ところがTIPSペンタセンは、印刷法を適用した膜形成において装置基板側に転写されず、印刷法によるパターン形成を行うことができない。これは、TIPSペンタセンを用いた薄膜半導体装置の製造を妨げる要因となっている。

30

【0006】

そこで本発明は、転写印刷による有機半導体薄膜の形成において有機半導体材料の選択の自由度が高く、これにより印刷法を適用して特性の良好な薄膜半導体装置を得ることが可能な有機半導体薄膜の形成方法および薄膜半導体装置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】

【0007】

このような目的を達成するための本発明の有機半導体薄膜の形成方法、および薄膜半導体装置の製造方法は、次の工程を行なう。

まず、溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が不可能な有機半導体材料と共に、同様の状態においての転写が可能な有機材料を混合したインクを調整し、印刷版の一主面側に混合インク層を形成する。次に、印刷版側の混合インク層を基板上に転写することにより、当該基板上に当該混合インク層を転写してなる有機半導体薄膜を形成する。

40

【0008】

このような方法では、印刷版からの転写が不可能な有機半導体材料のインクであっても、転写が可能な有機材料を混合することで、基板への転写が可能となることが分かった。

50

これにより、従来、印刷法による薄膜形成が不可能であった有機半導体材料を用いて、基板上に有機半導体薄膜を転写形成することができ、有機半導体薄膜の形成における有機半導体材料の選択性が高められる。

【発明の効果】

【0009】

以上説明したように本発明は、転写印刷による有機半導体薄膜の形成において有機半導体材料の選択の自由度が高く、これにより印刷法を適用して特性の良好な薄膜半導体装置を得ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

<第1実施形態>

図1および図2は、本発明の第1実施形態の製造方法を説明するための断面工程図である。以下、これらの図1および図2に基づいて第1実施形態の有機半導体薄膜の形成方法と、これを適用した薄膜半導体装置の製造方法を説明する。尚、本第1実施形態においては、ボトムゲート・ボトムコンタクト型の有機薄膜トランジスタを複数設けた薄膜半導体装置の製造を説明する。

【0011】

まず、図1(1)に示すように、印刷版1を用意する。この印刷版1は、例えば支持基板1aの表面を、撥液性を有するPDMAからなるブランケット層1bで覆ってなるものであり、ブランケット層1bの表面側が撥液面Aとなっている。

【0012】

次に、図1(2)に示すように、印刷版1の撥液面A上に、本発明に特徴的な混合インク層3を塗布形成し乾燥させる。この混合インク層3は、目的とする有機半導体材料(目的材料)と共に、他の有機材料(混合材料)を含有している。このうち、有機半導体材料(目的材料)は、溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版1から他の基板上への転写印刷が不可能な材料である。一方、このような有機半導体材料(目的材料)と共に混合インク層3を構成する有機材料(混合材料)は、溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が可能有機材料である。

【0013】

ここで用いる有機半導体材料(目的材料)は、上述したように溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版1から他の基板上への転写印刷が不可能な材料である。このような有機半導体材料は、印刷版1(PDMS)の表面エネルギー、TIPSペンタセン(有機半導体材料)の表面エネルギー γ_1 とした場合、 $\gamma_1 > \gamma_2$ となっている材料である。このような有機半導体材料として、例えばTIPSペンタセンが例示される。TIPSペンタセンは、トルエンなどにTIPSペンタセンを溶解させたインクを、印刷版1の撥液面Aに塗布してインク層を形成し、このインク層を他の基板に転写印刷しようとした場合に、印刷版1から基板側に転写することができない。

【0014】

また、ここで用いる他の有機材料(混合材料)は、上述したように溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版1から他の基板上への転写印刷が可能材料であれば良い。このような有機材料は、印刷版1(PDMS)の表面エネルギー、有機材料の表面エネルギー γ_2 とした場合、 $\gamma_2 < \gamma_1$ となっている材料である。また、例えば有機半導体材料がTIPSペンタセンのような低分子材料であれば、高分子材料であることが好ましく、これによって混合インク層3の粘度を調整できる。ここでは、このような有機材料として、ポリスチレンが例示される。

【0015】

そして、以上のような有機半導体材料(目的材料)と有機材料(混合材料)との混合割合は、これらを混合した混合インクの粘度が印刷に適する範囲で、かつこの混合インクを用いて形成される有機半導体薄膜に半導体特性が得られる範囲に設定されることとする。

【0016】

10

20

30

40

50

ここでは例えば、TIPSペンタセン：ポリスチレン＝4：1（重量比）を、トルエンに5重量％で溶解させて混合インクを調整し、スピンコート法によって印刷版1の撥液面A上に混合インクを塗布して混合インク層3を形成し乾燥させる。尚、スピンコート法によって塗布形成した混合インク層3は、塗布過程において溶剤が揮発して乾燥が進む。このため、必要に応じて乾燥工程を行えば良い。

【0017】

尚、有機半導体材料（目的材料）が高分子材料であれば、この有機半導体材料によって混合インク層3の粘度調整ができるため、有機材料（混合材料）は低分子材料であっても良く高分子材料であっても良い。つまり、混合インク層3に含有されている有機半導体材料または有機材料の少なくとも一方が高分子材料であれば、混合インク層3の粘度を調整

10

【0018】

次に、図1（3）に示すように、印刷用凹版5を用意する。この印刷用凹版5は、例えば支持基板5aと感光性樹脂層5bとで構成されている。そして、感光性樹脂層5bの表面側には、リソグラフィーによって形成された凹パターン5cが設けられていることとする。これらの凹パターン5cは、最終的に転写印刷によって形成される有機半導体薄膜の外形形状に一致するように、平面視的な開口形状で形成されていることとする。

【0019】

以上のような構成の印刷用凹版5は、その凹パターン5cの形成面を、印刷版1における混合インク層3の形成面側に対向させる状態で配置される。この状態で、印刷用凹版5を印刷版1の混合インク層3に押し押し、凹パターン5c間に設けられた凸部分に混合インク層3を密着させる。

20

【0020】

次いで図1（4）に示すように、印刷版1側から印刷用凹版5を引き剥がす。これにより、印刷用凹版5に密着している混合インク層3部分が印刷用凹版5側に転写され、印刷用凹版5の凹パターン5cに対応する部分が印刷版1側に残される。そして、印刷版1上には、印刷版1側に残された混合インク層3部分の形状にパターン化された混合インク層（以下インクパターンと記す）3aが形成される。

【0021】

次に、図2（1）に示すように、インクパターン3aが形成された印刷版1を、基板10に対向配置させる。

30

【0022】

ここでこの基板10は、例えば絶縁性の支持基板11上にゲート電極13が配列形成され、これらのゲート電極13を覆う状態でゲート絶縁膜15が設けられ、このゲート絶縁膜15上にソース電極17sおよびドレイン電極17dが設けられた構成であることとする。ここで各ソース電極17sおよびドレイン電極17dは、各ゲート電極13の両側に対をなして配置されている。このうちゲート電極13、ソース電極17s、およびドレイン電極17dは、例えば金（Au）蒸着膜をリフトオフし電極形成したものとし、50nmの膜厚を有する。またゲート絶縁膜15は、例えばポリビニルフェノール（Polyvinylphenol：PVP）とオクタデシルトリクロオシラン（OTS）との混合材料からなり、330nmの膜厚を有する。

40

【0023】

以上のような基板10におけるソース電極17sおよびドレイン電極17dの形成面側に、インクパターン3aを対向させた状態で印刷版1を配置する。そして、基板10におけるソース電極17sおよびドレイン電極17dに対して、印刷版1のインクパターン3aを位置合わせする。この状態で、基板10に対して印刷版1を押し押し、基板10にインクパターン3aを密着させる。

【0024】

次に、図2（2）に示すように、基板10側から印刷版1を引き剥がす。これにより、

50

基板 10 における各ソース電極 17s - ドレイン電極 17d 間に、印刷版 1 側からインクパターン 3a を転写印刷する。基板 10 側に転写印刷されたインクパターン 3a は、有機半導体材料を含有する混合インク層 (3) で構成された有機半導体薄膜 19 として形成される。

【0025】

以上により、基板 10 には、ゲート電極 13 上にゲート絶縁膜 15 を介してソース電極 17s およびドレイン電極 17d が設けられ、これらのソース電極 17s およびドレイン電極 17d 間に有機半導体薄膜 19 が形成された薄膜トランジスタ Tr が設けられる。

【0026】

このような第 1 実施形態によれば、印刷版 1 からの転写印刷が不可能であった有機半導体材料 (TIPS ペンタセン) とともに、転写印刷が可能な有機材料を用いて混合インク層 3 を形成することにより、混合インク層 3 (インクパターン 3a) の基板 10 上への転写印刷が可能になった。これにより、特性は良好であったが印刷に不向きな有機半導体材料を印刷プロセスに適用することが可能になり、有機半導体薄膜の印刷形成における有機半導体材料の選択性が高められる。この結果、印刷法を適用して特性の良好な薄膜半導体装置を得ることが可能になる。

【0027】

図 3 には、上述の第 1 実施形態で例示した構成を適用して作製したボトムゲート・ボトムコンタクト型の有機薄膜トランジスタ Tr の TFT 特性を示す。尚、この有機薄膜トランジスタ Tr の作製においては、Au からなるゲート電極 13 (膜厚 50 nm) 上に、PVP-OTS からなるゲート絶縁膜 15 (膜厚 330 nm) を介して Au からなるソース電極 17s およびドレイン電極 17d (膜厚 330 nm) を設けた基板 10 を用いた。そして、ソース電極 17s およびドレイン電極 17d 間の基板 10 上に、TIPS ペンタセン：ポリスチレン = 4 : 1 (重量比) をトルエンに 5 重量% で溶解させた混合インクを用いた転写印刷によって、有機半導体薄膜 19 を形成した。

【0028】

この図 3 に示すように、本発明を適用した第 1 実施形態の手順で得られた有機薄膜トランジスタ Tr は、チャンネル長 (Lch) = 5 μm、チャンネル幅 (Wch) = 47.2 mm であって、トランジスタ特性を示すことが確認された。

【0029】

< 第 2 実施形態 >

図 4 および図 5 は、本発明の第 2 実施形態の製造方法を説明するための断面工程図である。以下、これらの図 4 および図 5 に基づいて第 2 実施形態の有機半導体薄膜の形成方法と、これを適用した薄膜半導体装置の製造方法を説明する。尚、本第 2 実施形態においては、第 1 実施形態と同様に、ボトムゲート・ボトムコンタクト型の有機薄膜トランジスタを複数設けた薄膜半導体装置の製造を説明する。

【0030】

まず、図 4 (1) に示すように、第 1 実施形態と同様の印刷版 1 を用意する。すなわちこの印刷版 1 は、例えば支持基板 1a の表面を、撥液性を有する PDMA からなるブランケット層 1b で覆ってなるものであり、ブランケット層 1b の表面側が撥液面 A となっている。

【0031】

次に、図 4 (2) に示すように、印刷版 1 の撥液面 A 上に、本発明に特徴的な混合インク層 3' を塗布形成し乾燥させることで複数層に分離した混合インク層 3' を形成する。この混合インク層 3' は、有機半導体材料と共に、他の有機材料を含有していることは第 1 実施形態と同様である。すなわち有機半導体材料は、溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版 1 から他の基板上への転写印刷が不可能な材料である。一方、このような有機半導体材料と共に混合インク層 3' を構成する有機材料は、溶剤に溶解させたインクの状態において印刷版から基板への転写が可能で有機材料である。

【0032】

10

20

30

40

50

このような有機半導体材料は、第1実施形態と同様に、溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版1から他の基板上への転写印刷が不可能な材料であることとする。すなわち有機半導体材料は、印刷版1(PDMS)の表面エネルギー、TIPSペンタセン(有機半導体材料)の表面エネルギー γ_1 とした場合、 $\gamma_1 > \gamma_2$ となっている材料でありTIPSペンタセンが例示される。

【0033】

また、このような有機材料は、第1実施形態と同様に、溶剤に溶解させたインクの状態において、印刷版1から他の基板上への転写印刷が可能な材料であれば良い。すなわち、有機材料は、印刷版1(PDMS)の表面エネルギー γ_1 、有機材料の表面エネルギー γ_2 とした場合、 $\gamma_1 < \gamma_2$ となっている材料である。

10

【0034】

ただし、有機半導体材料と有機材料とは、乾燥の過程で相分離が進みやすいように、有機半導体材料に合わせて有機材料を組み合わせて用いることとする。この場合、例えば所望の有機半導体材料に対して、インク用の溶剤に対する溶解度に差がある有機材料を用いることが好ましい。

【0035】

また、第1実施形態でも説明したように、混合インク層3'に含有されている有機半導体材料または有機材料の少なくとも一方が高分子材料であれば、混合インク層3の粘度を調整できるために好ましい。さらに、有機半導体材料と共に用いる有機材料は、上述したポリスチレンのような絶縁性材料であっても良いが、半導体材料であっても良い。

20

【0036】

そして混合インク層3'は、主に有機半導体材料(目的材料)を含有する有機半導体層3-1と、主に有機材料(混合材料)を含有する有機層3-2とに相分離し、例えば図示したように有機半導体層3-1間に有機層3-2が挟持された構成となる。尚、有機半導体層3-1は、主に有機半導体材料(目的材料)を含有していれば、他の半導体材料(混合材料)が含有されていて良い。同様に、有機層3-2は、主に上述した他の有機材料(混合材料)を含有していれば、有機半導体材料(目的材料)が含有されていて良い。

【0037】

次に、図4(3)に示すように、第1実施形態と同様の印刷用凹版5を用意する。すなわち印刷用凹版5は、例えば支持基板5aと感光性樹脂層5bとで構成されており、感光性樹脂層5bの表面側に、リソグラフィーによって形成された凹パターン5cが設けられていることとする。これらの凹パターン5cは、最終的に転写印刷によって形成される有機半導体薄膜の外形形状に一致するように、平面視的な開口形状で形成されていることとする。

30

【0038】

以上のような構成の印刷用凹版5は、その凹パターン5cの形成面を、印刷版1における混合インク層3'の形成面側に対向させる状態で配置される。この状態で、印刷用凹版5を印刷版1の混合インク層3'に押し押し、凹パターン5c間に設けられた凸部分に混合インク層3'を密着させる。

【0039】

40

次いで図4(4)に示すように、第1実施形態と同様に、印刷版1側から印刷用凹版5を引き剥がす。これにより、印刷用凹版5に密着している混合インク層3'部分が印刷用凹版5側に転写され、印刷用凹版5の凹パターン5cに対応する部分が印刷版1側に残される。

そして、印刷版1上には、印刷版1側に残された混合インク層3'部分の形状にパターン化された混合インク層(以下インクパターンと記す)3a'が形成される。尚、ここでは、混合インク層3'を構成する有機半導体層3-1、有機層3-2、および有機半導体層3-1ともが、印刷用凹版5側に転写された状態を図示した。しかしながら、混合インク層3a'は、有機半導体層3-1と有機層3-2との間で分離されても良く、印刷用凹版5側への転写は、最上層の有機半導体層3-1のみ、または最上層の有機半導体層3-1および有機層3-2

50

のみであっても良い。

【0040】

次に、図5(1)に示すように、インクパターン3a'が形成された印刷版1を、基板10に対向配置させる。

【0041】

ここでこの基板10は、例えば第1実施形態で説明したと同様の構成であって、絶縁性の支持基板11上にゲート電極13が配列形成され、これらのゲート電極13を覆う状態でゲート絶縁膜15が設けられ、このゲート絶縁膜15上にソース電極17sおよびドレイン電極17dが設けられたものであることとする。

【0042】

以上のような構成の基板10におけるソース電極17sおよびドレイン電極17dの形成面側に、第1実施形態と同様に、インクパターン3a'を対向させた状態で印刷版1を配置する。そして、基板10におけるソース電極17sおよびドレイン電極17dに対して、印刷版1のインクパターン3a'を位置合わせする。この状態で、基板10に対して印刷版1を押し押し、基板10にインクパターン3a'を密着させる。

【0043】

次に、図5(2)に示すように、基板10側から印刷版1を引き剥がす。これにより、基板10における各ソース電極17s - ドレイン電極17d間に、印刷版1側からインクパターン3a'のうちの少なくとも最上層の有機半導体層3-1を転写印刷する。この際、有機層3-2は、図示したように基板10側に転写印刷されても良いし、印刷版1側に残されても良い。

【0044】

そして以上のように基板10側に転写印刷されたインクパターン3a'部分が、有機半導体材料を含有する混合インク層(3')で構成された有機半導体薄膜19'となる。

【0045】

以上により、基板10には、ゲート電極13上にゲート絶縁膜15を介してソース電極17sおよびドレイン電極17dが設けられ、これらのソース電極17sおよびドレイン電極17d間に有機半導体薄膜19'が形成された薄膜トランジスタTr'が設けられる。

【0046】

このような第2実施形態によれば、印刷版からの転写印刷が不可能であった有機半導体材料(TIPSペンタセン)とともに、転写印刷が可能な有機材料を用いて混合インク層3'を構成し、有機半導体層3-1と有機層3-2とに相分離させることで、混合インク層3'(インクパターン3a')のうちの少なくとも有機半導体層3-1の基板10上への転写印刷が可能になった。これにより、特性は良好であったが印刷に不向きな有機半導体材料を印刷プロセスに適用することが可能になり、有機半導体薄膜の印刷形成における有機半導体材料の選択性が高められる。この結果、印刷法を適用して特性の良好な薄膜半導体装置を得ることが可能になる。

【0047】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態を説明する。ここでは、薄膜半導体装置として、液晶表示装置のバックプレーンの製造方法を説明し、これに引き続きこのバックプレーンを用いた液晶表示装置の構成を説明する。

【0048】

まず、図6(a)の回路図および図6(b)の画素部平面図を用いてバックプレーン20の構成を説明する。ここで作製するバックプレーン20の支持基板21には、表示領域21Aとその周辺領域21Bとが設定されている。表示領域21Aには、複数の走査線23と複数の信号線24とが縦横に配線されており、それぞれの交差部に対応して1つの画素aが設けられた画素アレイ部として構成されている。また、表示領域21Aには、複数の共通配線25が走査線23と平行に配線されている。一方、周辺領域21Bには、走査

10

20

30

40

50

線 2 3 を走査駆動する走査線駆動回路 2 6 と、輝度情報に応じた映像信号（すなわち入力信号）を信号線 2 4 に供給する信号線駆動回路 2 7 とが配置されている。

【 0 0 4 9 】

各画素 a には、例えばスイッチング素子としての薄膜トランジスタ T r および保持容量 C s からなる画素回路が設けられ、さらにこの画素回路に接続された画素電極 2 9 が設けられている。また保持容量 C s は、共通配線 2 5 から延設された下部電極 2 5 c - 画素電極 2 9 間で構成される。薄膜トランジスタ T r は、走査線 2 3 から延設されたゲート電極 2 3 g と、信号線 2 4 から延設されたソース電極 2 4 s と、画素電極 2 9 から延設されたドレイン電極 2 9 d とを備えており、さらにソース電極 2 4 s - ドレイン電極 2 9 d 間にわたる有機半導体薄膜 3 3 を備えている。

10

【 0 0 5 0 】

そして、薄膜トランジスタ T r を介して信号線 2 4 から書き込まれた映像信号が保持容量 C s に保持され、保持された信号量に応じた電圧が画素電極 2 9 に供給される構成となっている。

【 0 0 5 1 】

また以上のような回路が形成された支持基板 2 1 上には、ここでの図示を省略した分離絶縁膜および配向膜が設けられている。

【 0 0 5 2 】

以上のような構成のバックプレーン 2 0 を作製する手順は、次のようである。

【 0 0 5 3 】

まず、支持基板 2 1 上に画素駆動回路の一部を形成する。この場合、図 6 (b) の平面図における A - A ' 断面に対応する図 7 (1) に示すように、支持基板 2 1 上に、走査線とこれに接続されたゲート電極 2 3 g 、共通配線およびこれに接続された下部電極 2 5 c を形成する。これらの配線および電極の形成は、例えば印刷法によって行う。次に、これらの配線および電極を覆う状態でゲート絶縁膜 3 1 を成膜する。

20

【 0 0 5 4 】

次に、図 7 (2) に示すように、支持基板 2 1 におけるゲート絶縁膜 3 1 上に、同一プロセスにて、画素電極 2 9 、ソース電極 2 4 s とこれに接続された信号線 2 4 、さらにはドレイン電極 2 9 d とこれに接続された画素電極 2 9 を形成する。これにより、下部電極 2 5 c と画素電極 2 9 との間にゲート絶縁膜 3 1 を挟持してなる容量素子 C s が形成される。尚、これらの電極形成は、例えば印刷法を用いて行なわれる。

30

【 0 0 5 5 】

その後、図 7 (3) に示すように、例えば第 2 実施形態において図 4 (1) ~ 図 4 (4) を用いて説明した手順により、印刷版 1 の撥液面 A 上に混合インク層 3 ' からなるインクパターン 3 a ' を形成したものを容易する。ここでは、第 2 実施形態と同様に、有機半導体層 3 -1 間に有機層 3 -2 が挟持されたインクパターン 3 a ' を印刷版 1 の撥液面 A 上に設けた構成を示している。

【 0 0 5 6 】

そして、支持基板 2 1 におけるソース電極 2 4 s 、ドレイン電極 2 9 d 、信号線 2 4 、および画素電極 2 9 の形成面側に、インクパターン 3 a ' が形成された印刷版 1 を対向配置する。この際、インクパターン 3 a ' の形成面側を支持基板 2 1 側に向けて印刷版 1 を配置する。また、支持基板 2 1 上のソース電極 2 4 s およびドレイン電極 2 9 d に対して、インクパターン 3 a ' が対向配置されるように、支持基板 2 1 と印刷版 1 とを位置合わせする。

40

【 0 0 5 7 】

この状態で、支持基板 2 1 と印刷版 1 とを押し押し、インクパターン 3 a ' を基板 2 1 側のソース電極 2 4 s からドレイン電極 2 9 d にわたる部分に密着させる。

【 0 0 5 8 】

次いで、図 7 (4) に示すように、支持基板 2 1 側から印刷版 1 を引き剥がす。これにより、支持基板 2 1 側における各ソース電極 2 4 s - ドレイン電極 2 9 d 間に、印刷版 1

50

側からインクパターン 3 a ' のうちの少なくとも最上層の有機半導体層 3 -1 を転写印刷する。この際、有機層 3 -2 は、図示したように支持基板 2 1 側に転写印刷されても良いし、印刷版 1 側に残されても良い。

【 0 0 5 9 】

以上のように支持基板 2 1 側に転写印刷されたインクパターン 3 a ' 部分が、有機半導体材料を含有する混合インク層 (3 ') で構成された有機半導体薄膜 3 3 となる。

【 0 0 6 0 】

以上により、支持基板 2 1 には、ゲート電極 2 3 g 上にゲート絶縁膜 3 1 を介してソース電極 2 4 s およびドレイン電極 2 9 d が設けられ、これらのソース電極 2 4 s およびドレイン電極 2 9 d 間に有機半導体薄膜 3 3 が形成された薄膜トランジスタ T r ' が設けられる。

10

【 0 0 6 1 】

次に、図 7 (5) に示すように、画素電極 2 9 の周縁と有機半導体薄膜 3 3 とを覆う形状の分離絶縁膜 3 5 を形成し、この分離絶縁膜 3 5 の開口窓 3 5 a の底部に画素電極 2 9 を広く露出させる。そして、分離絶縁膜 3 5 および画素電極 2 9 上を覆う状態で、支持基板 2 1 の上方に配向膜 3 7 を形成する。

【 0 0 6 2 】

以上により、液晶表示装置用のバックプレーン (薄膜半導体装置) 2 0 を完成させる。

【 0 0 6 3 】

次に、以上のようにして作製したバックプレーン (薄膜半導体装置) 2 0 を用いた液晶表示装置の製造方法を説明する。

20

【 0 0 6 4 】

まず、図 8 に示すように、バックプレーン 2 0 に対向配置させる対向基板 4 1 を用意し、この一主面側に共通電極 4 3 および配向膜 4 5 をこの順に形成する。尚、対向基板 4 1 側における共通電極 4 3 の下部には、ここでの図示を省略したカラーフィルタや位相差層等、必要に応じた部材が設けられることとする。

【 0 0 6 5 】

次に、配向膜 3 7 - 4 5 同士を向かい合わせ、ここでの図示を省略したスペーサを挟持させた状態でバックプレーン 2 0 と対向基板 4 1 とを対向配置し、基板 2 0 - 4 1 間に液晶相 LC を充填して周囲を封止することで、液晶表示装置 5 0 を完成させる。

30

【 0 0 6 6 】

以上のようなバックプレーン 2 0 の製造方法、およびこれに続けて行われる表示装置の製造方法によれば、所望の有機半導体材料を用いた転写印刷によって有機半導体薄膜 3 3 が形成される。この結果、特性の良好な有機半導体薄膜 3 3 が、転写印刷によるより簡便な手順で形成され、特性の良好なバックプレーン 2 0 や液晶表示装置 5 0 を低コストで作製することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

尚、上述した実施形態においては、半導体薄膜 1 9 , 1 9 ' , 3 3 のパターン形成に、印刷用凹版を用いて印刷版上の混合インク層 3 をインクパターン 3 a とし、これを基板 1 0 上に転写印刷した反転オフセット印刷を適用する方法を説明した。しかしながら本発明は、凸版印刷、凹版印刷、樹脂凸版印刷、など印刷版上の混合インクを、被印刷版としての基板上に転写印刷する方法に広く適用可能であり、同様の効果を得ることができる。

40

【 0 0 6 8 】

また上述した実施形態においては、ボトムゲート・ボトムコンタクト構造の有機薄膜トランジスタ T r , T r ' の作製に本発明を適用した構成を説明した。しかしながら、本発明は、有機半導体薄膜を用いた薄膜半導体装置の製造比広く適用可能であり、例えば薄膜トランジスタであれば、他の層構成の有機薄膜トランジスタの作製にも適用可能である。さらに上述した実施形態においては、薄膜半導体装置のとして、有機薄膜トランジスタやこれを用いた液晶表示装置用のバックプレーンを例示した。しかしながら本発明の薄膜半導体装置は、有機半導体薄膜を用いた電子機器に広く適用可能である。例えば、表示装置

50

であれば、有機電界発光素子を用いた有機ELディスプレイのようなフレキシブルディスプレイに適用できる。また表示装置以外にも、IDタグ、センサー等の電子機器への適用が可能であり、同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】第1実施形態の製造方法を説明するための断面工程図（その1）である。

【図2】第1実施形態の製造方法を説明するための断面工程図（その2）である。

【図3】第1実施形態中で例示した構成で作製した有機薄膜トランジスタのTFT特性を示す図である。

【図4】第2実施形態の製造方法を説明するための断面工程図（その1）である。

10

【図5】第2実施形態の製造方法を説明するための断面工程図（その2）である。

【図6】第3実施形態において薄膜半導体装置として製造する液晶表示装置のバックプレーンの構成図である。

【図7】第3実施形態の製造方法を説明するための断面工程図である。

【図8】第3実施形態で作製したバックプレーンを用いて構成される液晶表示装置の断面図である。

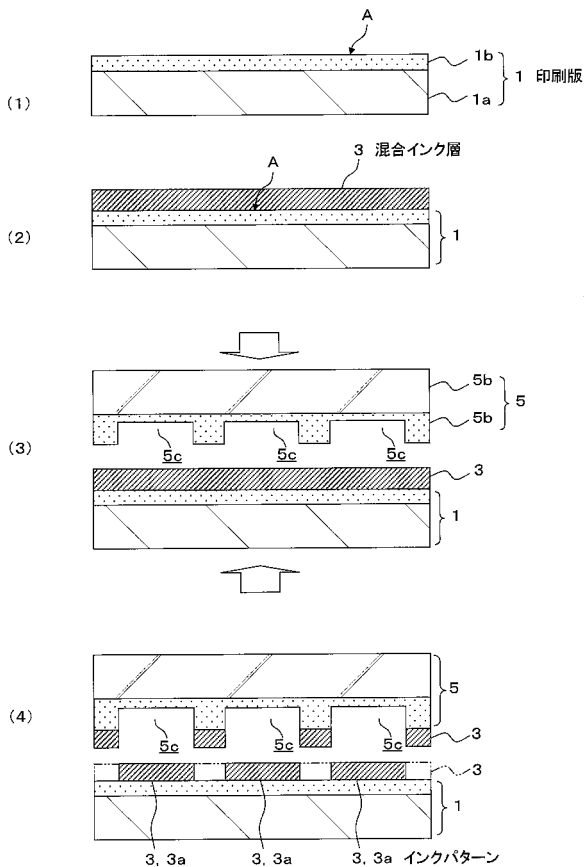
【符号の説明】

【0070】

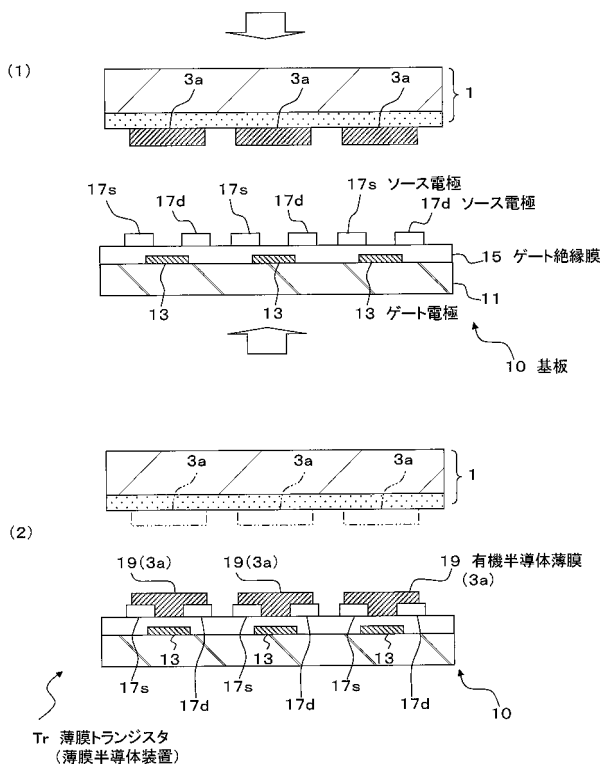
1...印刷版、3, 3'...混合インク層、3-1...有機半導体層（有機半導体材料を含有する層）、3-2...有機層（有機材料を含有する層）、10...基板、13, 23g...ゲート電極、15, 31...ゲート絶縁膜、17s, 24s...ソース電極、17d, 29d...ドレイン電極、19, 19', 33...有機半導体薄膜、20...バックプレーン（薄膜半導体装置）、21...支持基板、Tr, Tr'...薄膜トランジスタ（薄膜半導体装置）

20

【図1】



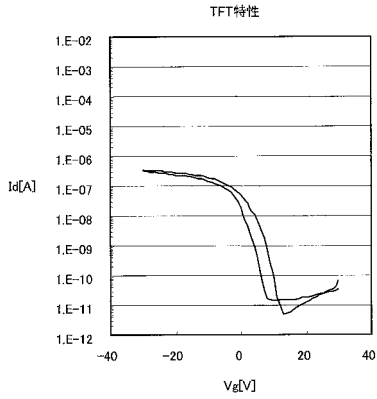
【図2】



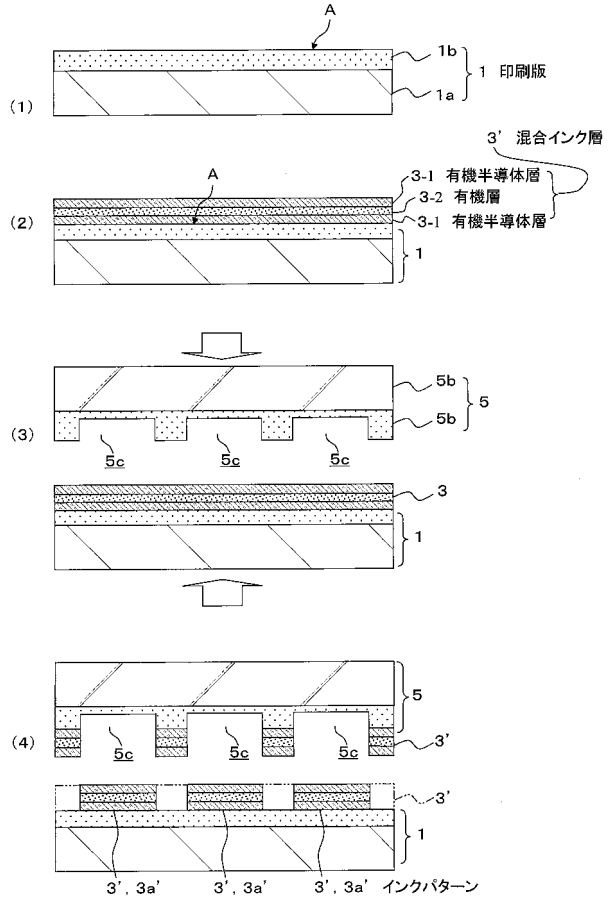
10

20

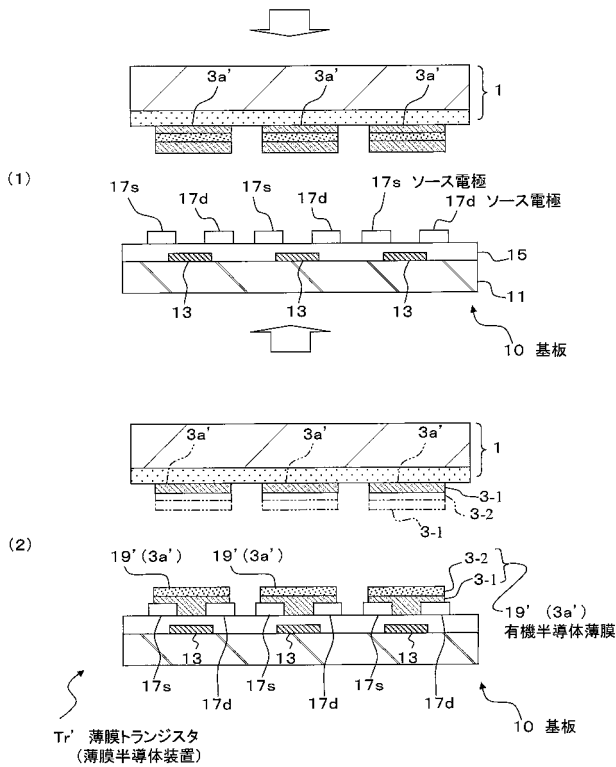
【 図 3 】



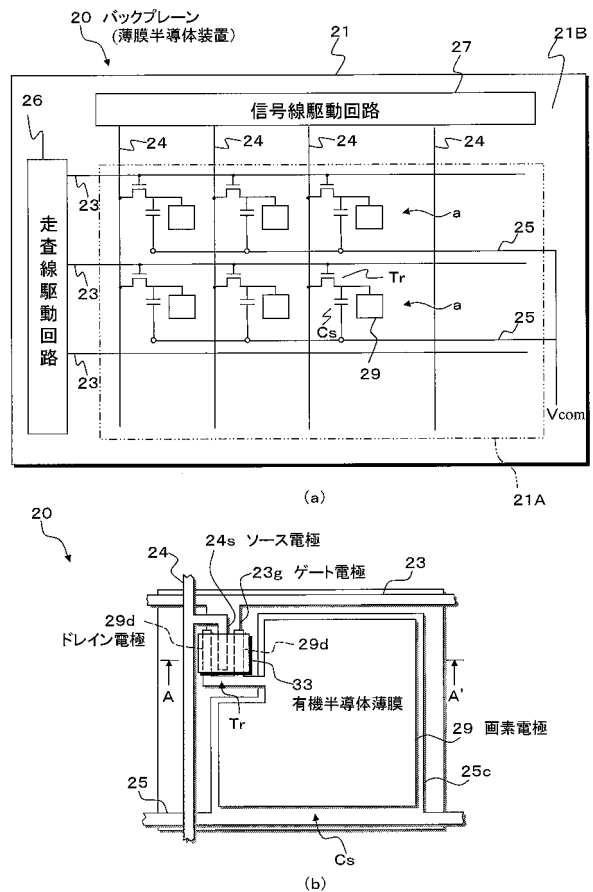
【 図 4 】



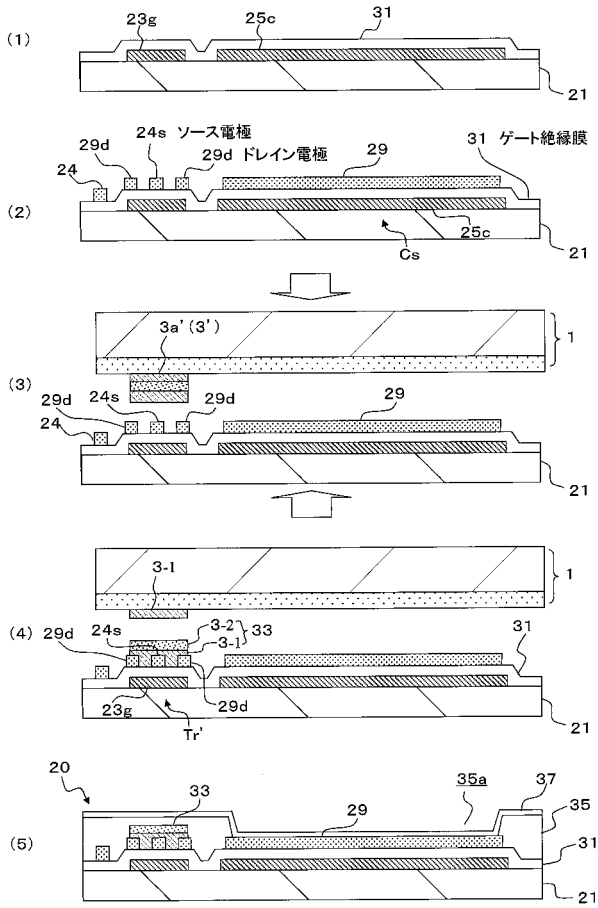
【 図 5 】



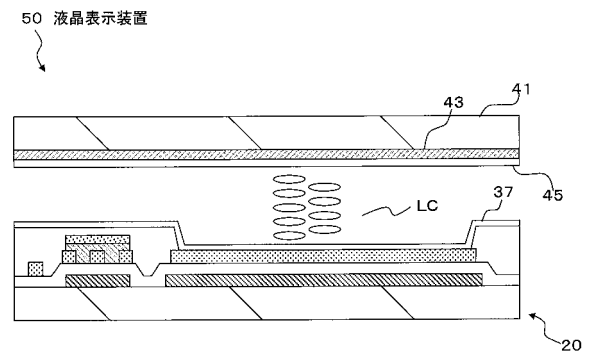
【 図 6 】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 F 1/1362 (2006.01)

G 0 2 F 1/1362

Fターム(参考) 5F053 AA06 AA50 DD19 FF01 FF10 LL10 PP20 RR20
5F110 AA30 BB02 CC03 EE02 FF01 GG05 GG28 GG29 GG42 HK02
NN73 QQ06