

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5560629号
(P5560629)

(45) 発行日 平成26年7月30日 (2014. 7. 30)

(24) 登録日 平成26年6月20日 (2014. 6. 20)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 29/786 (2006. 01)	HO 1 L 29/78	6 1 8 A
HO 1 L 21/336 (2006. 01)	HO 1 L 29/78	6 2 7 C
HO 1 L 51/05 (2006. 01)	HO 1 L 29/78	6 1 6 K
HO 1 L 51/40 (2006. 01)	HO 1 L 29/78	6 1 8 B
	HO 1 L 29/28	1 0 0 A
請求項の数 9 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-204568 (P2009-204568)
 (22) 出願日 平成21年9月4日 (2009. 9. 4)
 (65) 公開番号 特開2011-54877 (P2011-54877A)
 (43) 公開日 平成23年3月17日 (2011. 3. 17)
 審査請求日 平成24年5月14日 (2012. 5. 14)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成21年度独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100128842
 弁理士 井上 温
 (72) 発明者 山田 潤
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 審査官 鈴木 聡一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転写印刷法および液滴塗布法を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、
 ソース電極およびドレイン電極が形成される下地層の表面の少なくともチャンネル部に対応する領域に、犠牲層を形成する工程と、

転写版の表面に、半導体溶液に対し撥液性を有する成分を含有する電極材料を成膜し、
 パタニングする工程と、

前記犠牲層が形成された前記下地層の上に、パタニングされた前記電極材料を転写印刷法を用いて転写し、ソース電極およびドレイン電極を形成する工程と、

前記電極材料に含有されている前記撥液性を有する成分を拡散させ、前記ソース電極およびドレイン電極の表面に、撥液層を形成する工程と、

前記チャンネル部に形成された前記犠牲層を除去する工程と、

前記犠牲層が除去された前記チャンネル部に、液滴塗布法を用いて前記半導体溶液を塗布し半導体膜を成膜する工程と、を有することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項2】

前記犠牲層は、前記下地層の表面の前記チャンネル部に対応する領域に形成することを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】

前記犠牲層は、転写印刷法を用いて形成することを特徴とする請求項1または2に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 4】

前記犠牲層の材料は、還元性材料を含むことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 5】

前記転写印刷法は、 μ コンタクトプリント法であることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 6】

前記半導体溶液は、有機半導体材料を溶解した溶液であることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 7】

前記液滴塗布法は、インクジェット法であることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 8】

前記薄膜トランジスタは、ボトムゲート構造であり、
前記下地層は、ゲート絶縁膜であることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 9】

前記薄膜トランジスタは、トップゲート構造であり、
前記下地層は、基板であることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜トランジスタの製造方法に関し、特に転写印刷法および液滴塗布法を用いた薄膜トランジスタの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、基板上に薄膜トランジスタ（以下、TFETとも記す）を形成する技術が大幅に進歩し、特にアクティブマトリクス型の大画面表示装置の駆動素子への応用開発が進められている。現在実用化されているTFETは、半導体材料としてa-Siやpoly-SiといったSi系の無機材料を用いて製造されているが、このような無機材料を用いたTFETの製造においては、真空プロセスや高温プロセスを必要とし、製造コストに大きく影響を及ぼしている。

【0003】

そこで、このような問題に対応する為、近年、有機材料を用いたTFET（以下、有機TFETとも記す）が種々検討されている。有機材料は無機材料に比べ、材料の選択肢が広く、また、有機TFETの製造工程においては、前述の真空プロセス、高温プロセスに代わり、印刷、塗布といった生産性に優れたプロセスが用いられる為、製造コストを抑えることができる。さらに耐熱性の乏しい、例えばプラスチックフィルム基板等の可撓性を有する基板にも形成することができる可能性があり、曲面ディスプレイ等多方面への応用が期待されている。

【0004】

有機半導体材料の塗布方法としては、有機半導体材料を溶解した溶液（以下、インクとも記す）を直接塗布するインクジェット法（以下、IJ法とも記す）、ディスペンサ法等の液滴塗布技術が知られている。これらの技術は、1．真空プロセスが不要、2．薄膜形成箇所のみ塗布できる為、材料の浪費がない、3．所望の形状の薄膜を直接パタニングできる為、フォトリソグラフィ法と比べてエッチング工程が不要、といった利点がある。これらにより、製造コストを抑えることができ、とりわけIJ法は、多方面で鋭意研究が行われている。

【0005】

10

20

30

40

50

ところで、このような有機TFTにおいて、優れた電気特性と高い信頼性を得る為には、有機半導体膜を適正な膜厚で所定の位置に精度良く形成する必要がある。しかしながら、有機半導体膜を前述のIJ法を用いて形成する際、塗布されたインクが乾燥し固化するまでに基板の表面状態（撥液性・親液性）や乾燥雰囲気等の影響により濡れ広がり、周縁の不要な領域まで到達する場合がある。この為、パタニング不良や十分な膜厚が得られないといった問題があり、有機TFTの良好な性能が得られないといった問題があった。

【0006】

そこで、このような問題に対応する為、特許文献1では、インクを塗布する領域を囲む領域に撥液化処理を施すことで、インク液滴が塗布領域から外に濡れ広がるのを防止し、塗布領域に付着、固定させる方法が提案されている。

10

【0007】

しかしながら、特許文献1のように、塗布領域を囲む領域に撥液化処理を施すのみでは、インク液滴が塗布領域から外に濡れ広がるのを防止するのは充分ではなかった。

【0008】

そこで、通常、特許文献2で提案されているように、塗布領域の周縁に、インクに対して塗布領域よりも高い撥液性を有するバンクと呼ばれる隔壁層を形成し、吐出されたインク液滴の塗布領域外への流出を防止する方法が用いられている。

【0009】

一方、電極（ソース電極、ドレイン電極、ゲート電極等）の形成方法としては、スパッタリング法を用いて導電性薄膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法を用いてパタニングする方法、スクリーン印刷法、グラビア印刷法、IJ法、 μ コンタクトプリント法等が知られている。それぞれ一長一短ではあるが、高精細なパタニングが可能、且つタクトタイムが短いものとして μ コンタクトプリント法が鋭意検討されている。 μ コンタクトプリント法は、いくつかの方式を有するが、例えば凸版反転オフセット印刷法が知られている（特許文献3参照）。これは平版上（転写版）に均一な厚みで印刷材料を成膜し、所望のパターンの反転パターンを有する版を押し当てることにより、平版上に成膜された印刷材料をパタニングし、パタニングされた印刷材料を被転写基板上に転写するものである。この方法は $5\mu\text{m}$ 以下のラインやチャネル幅の電極を形成することが可能、同一の版を繰返し使用することが可能、タクトタイムを短くすることが可能等の利点を有している。これらにより、 μ コンタクトプリント法は、更なる高精細、且つ低コスト化が要求されている有機TFTの製造において非常に有効な方法である。

20

30

【0010】

そこで、有機半導体膜の形成方法としてのIJ法と電極形成方法としての μ コンタクトプリント法とを組み合わせることで、製造コストを低価格化し、且つ微細な有機TFTを製造することが検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2002-124381号公報

【特許文献2】特許第3692524号公報

【特許文献3】特開2008-270245号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、IJ法を用いて有機半導体膜を適正な膜厚で所定の位置に精度良く形成するには、通常、特許文献2に示されているように、バンクと呼ばれる隔壁層を設ける必要がある。この為、製造工程の複雑化と製造コストの高価格化を招くといった問題がある。

【0013】

一方、 μ コンタクトプリント法を用いて電極を形成するには、印刷性能を安定させる

50

為に、電極材料に多くの添加剤を混入する必要がある。転写版から被転写基板にパタニングされた印刷材料を転写するとき、印刷材料を転写版から離脱させ、被転写基板に密着させる為に、電極材料に多くの界面活性剤を混入している。これらの界面活性剤は、電極の機能を出現させる為の焼成工程において電極材料中から拡散し、転写された基板の表面に付着することになる。付着した界面活性剤は基板の表面に密着し、通常の洗浄プロセスでは除去できない場合があり、後工程で塗布される有機半導体材料に悪影響を与えることになる。例えば、I J法を用いて有機半導体膜を形成する際に、インク液滴が基板上に着弾した後、界面活性剤の撥液性が高い場合にはインク液滴は基板上に拡がらず、表面張力により小さくなりすぎてしまい、薄膜にすることができない。また、チャンネルを形成する位置に界面活性剤が付着したままの場合には、有機TFTの性能に大きく影響を及ぼすこととなる。

10

【0014】

以上より、有機半導体膜の形成方法としてのI J法と電極形成方法としての μ コンタクトプリント法とを組み合わせることで、製造コストを低価格化し、且つ微細な有機TFTを製造するのは容易ではなかった。

【0015】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたもので、高性能を維持しながら、低価格、且つ、微細な薄膜トランジスタを得ることが可能な薄膜トランジスタ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】

20

【0016】

上記目的は、下記の1から9の何れか1項に記載の発明によって達成される。

【0017】

1. 転写印刷法および液滴塗布法を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、ソース電極およびドレイン電極が形成される下地層の表面の少なくともチャンネル部に対応する領域に、犠牲層を形成する工程と、

転写版の表面に、半導体溶液に対し撥液性を有する成分を含有する電極材料を成膜し、パタニングする工程と、

前記犠牲層が形成された前記下地層の上に、パタニングされた前記電極材料を転写印刷法を用いて転写し、ソース電極およびドレイン電極を形成する工程と、

30

前記電極材料に含有されている前記撥液性を有する成分を拡散させ、前記ソース電極およびドレイン電極の表面に、撥液層を形成する工程と、

前記チャンネル部に形成された前記犠牲層を除去する工程と、

前記犠牲層が除去された前記チャンネル部に、液滴塗布法を用いて前記半導体溶液を塗布し半導体膜を成膜する工程と、を有することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【0018】

2. 前記犠牲層は、前記下地層の表面の前記チャンネル部に対応する領域に形成することを特徴とする前記1に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【0019】

3. 前記犠牲層は、転写印刷法を用いて形成することを特徴とする前記1または2に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

40

【0020】

4. 前記犠牲層の材料は、還元性材料を含むことを特徴とする前記1から3の何れか1項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【0021】

5. 前記転写印刷法は、 μ コンタクトプリント法であることを特徴とする前記1から4の何れか1項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【0022】

6. 前記半導体溶液は、有機半導体材料を溶解した溶液であることを特徴とする前記1から5の何れか1項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

50

【 0 0 2 3 】

7. 前記液滴塗布法は、インクジェット法であることを特徴とする前記 1 から 6 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【 0 0 2 4 】

8. 前記薄膜トランジスタは、ボトムゲート構造であり、
前記下地層は、ゲート絶縁膜であることを特徴とする前記 1 から 7 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【 0 0 2 5 】

9. 前記薄膜トランジスタは、トップゲート構造であり、
前記下地層は、基板であることを特徴とする前記 1 から 7 の何れか 1 項に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、転写印刷法を用いて形成されたソース電極、ドレイン電極の表面に、該ソース電極、ドレイン電極の材料に含有されている撥液性を有する成分を拡散させ、撥液層を形成した後、予めチャンネル部に形成しておいた犠牲層を除去し、該犠牲層が除去されたチャンネル部に、液滴塗布法を用いて半導体溶液を塗布し半導体膜を成膜するようにした。

【 0 0 2 7 】

前述のように、転写印刷法を用いて電極を形成する際には、印刷性能を安定させる為に、電極材料に例えば撥液性を有する界面活性剤等の添加剤を混入している。これらの界面活性剤は、電極の機能を出現させる為の焼成工程において電極材料中から拡散し、転写された電極の表面に付着し撥液層を形成する。この電極表面に形成された撥液層を、液滴塗布法を用いて半導体膜を成膜する際の前述のバンクとして利用することができる。すなわち、バンクを形成する為のみの工程を新たに設けることなく、元々設けられている電極の機能を出現させる為の焼成過程において、バンクが形成されることとなる。これにより、製造工程の複雑化と製造コストの高価格化を招くことなく、バンクを形成することができ、半導体膜を適正な膜厚で所定の位置に精度良く形成することができる。

【 0 0 2 8 】

また、下地層の表面のチャンネル部には、予め犠牲層が形成されているので、喩え焼成工程において界面活性剤が電極材料中からチャンネル部に向けて拡散しても、犠牲層により、チャンネル部への付着は防止される。そして、界面活性剤が付着した犠牲層を除去することにより、クリーンな状態の下地層のチャンネル部を露出させることができるので、半導体膜を精度良く形成することができる。

【 0 0 2 9 】

これらにより、高性能を維持しながら、低価格、且つ、微細な薄膜トランジスタを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図 1】本発明の実施形態 1 に係る T F T の製造工程を示す模式図である。

【図 2】本発明の実施形態 2 に係る T F T の製造工程を示す模式図である。

【図 3】本発明の実施形態 3 に係る T F T の製造工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 1 】

以下図面に基づいて、本発明の実施形態に係る T F T、及び T F T の製造方法を説明する。尚、本発明は該実施の形態に限られない。

(実施形態 1)

本発明の実施形態 1 に係るボトムゲート構造の T F T の製造方法を図 1 を用いて説明する。図 1 (a) ~ 図 1 (h) は、実施形態 1 に係るボトムゲート構造の T F T の製造工程を示す断面模式図である。尚、実施形態 1 を含め後述の実施形態 2、実施形態 3 は、T

10

20

30

40

50

F Tの代表的な構造であるボトムゲート構造のT F T 1について説明するが、本発明の実施形態に係るT F T 1は、これに限定されることなくトップゲート構造であってもよい。

【0032】

最初に、基板Pの上にゲート電極Gを形成し、その上にゲート絶縁膜G I (下地層)を成膜する(図1(a))。

【0033】

基板Pの材料としては、ポリイミドやポリアミド、ポリエチレンテレフタレート(P E T)、ポリエチレンナフタレート(P E N)、ポリエーテルスルホン(P E S)、ガラス、絶縁コートされた導電性材料等を用いることができる。

【0034】

ゲート電極Gの形成方法としては、スパッタ法、蒸着等を用いてゲート電極材料を成膜した後、フォトリソグラフィ法を用いてパタニングすることで形成することができる。また、マスク蒸着法を用いて形成することもできる。ゲート電極Gの材料としては、Al、Au、Ag、Pt、Pd、Cu、Cr、Mo、In、Zn、Mg等の金属、ITO、ZnO等の酸化物導電材料、PEDOT/PSS等の導電性高分子を用いることができる。また、これらの材料を複数用いて積層してもよい。

【0035】

ゲート絶縁膜G Iの成膜方法としては、スパッタ法、蒸着、CVD法、スピコート法、IJ法等を用いることができる。ゲート絶縁膜G Iの材料としては、SiO₂、SiN等の無機材料、PVA、PVP、ポリイミド樹脂、ノボラック樹脂等の有機材料を用いることができる。また、これらの材料を複数用いて積層してもよい。尚ゲート絶縁膜G Iの材料としては、有機TFTアレイの特徴である、「真空プロセスを用いることなく液滴塗布技術を用いて、大気圧下で作製し、製造コストを抑えることができる」、という利点を活かす為に、塗布可能な材料が好ましい。

【0036】

次に、犠牲層GFを成膜する(図1(b))。犠牲層GFの成膜方法としては、スピコート法、スプレーコート法、ディップコート法、スリットコート法、スクリーン印刷法等を用いることができる。犠牲層GFの材料としては、以下の条件を満たすものが好ましい。ゲート絶縁膜G I(トップゲート構造の場合は基板P(下地層))との密着性が優れていること。犠牲層GFの上に転写する電極材料DM(ソース電極S、ドレイン電極D)との密着が優れていること。薄膜形成後、溶媒により除去が可能であること。表面処理の為に界面活性剤等と密着性が高いこと。数nm~数十nmの厚みの薄膜が形成できること。また、以下の特徴を有するとさらに好ましい。焼成により電極材料DMと反応し、密着性、導電性等、電極層の機能を向上させること。この特徴を有すると、後述の犠牲層GFの除去工程において電極剥がれが発生し難くなる。具体的には硬化剤、架橋剤、反応促進剤と呼ばれるもので、例えば銀ナノ粒子の低温焼成を可能する脂肪酸や脂肪族アミン等を用いることができる。

【0037】

次に、転写版Hの上にソース電極S、ドレイン電極Dを形成する為の電極材料DMを成膜した後、パタニングする(図1(c))。電極材料DMのパタニング方法は、特に限定されるものでなく、例えば、スピコート法やスリットコート法を用いて転写版Hの全面に電極材料層を成膜し、所望のパターンの反転パターンを凸部とした他の版を押し当てることにより、不要な電極材料層を除去してパタニングすることができる。また、微細なパターンを有する凸版を用いて電極パターンを形成してもよい。電極材料DMとしては、ゲート電極Gの場合と同様の材料を用いることができる。尚、電極材料DMで形成されるソース電極S、ドレイン電極Dは、半導体膜SFに接するので、半導体材料へのキャリアの注入特性が優れた材料を用いるのが好ましい。具体的には、p型有機半導体の場合には仕事関数の大きいAu、ITO、Pt等が好適である。また、電極材料DMには、転写性能を安定させる為に、例えば有機半導体溶液に対し撥液性を有する界面活性剤等の添加剤を混入している。

10

20

30

40

50

【0038】

次に、犠牲層GFが成膜された基板Pと電極材料DMがパタニングされた転写版Hとを対向させ(図1(d))、犠牲層GFの上に電極材料DMを転写する。尚、電極材料DMのパタニングから転写までの工程は、例えばμコンタクトプリント法を用いることができる。続いて、転写された電極材料DMを加熱処理することでソース電極S、ドレイン電極Dを形成する(図1(e))。この時、加熱により、電極材料DMに含有されている界面活性剤が、電極材料DM中から外部に拡散することで、転写された基板Pの全面に付着し撥液層KFが成膜される(図1(f))。尚、機能性材料としての界面活性剤の材料としては、特に限定されるものではなく、撥液性材料、表面処理材料等を用いることができる。撥液性材料の場合は半導体膜SFを形成する際の隔壁材料として、表面処理材料の場合には有機TF Tの性能を高める、具体的には、有機半導体の配列を制御する、V t hを制御する等の機能を発揮することが可能となる。

10

【0039】

次に、撥液層KFが成膜された基板Pを例えばDMF溶媒に浸漬し、チャンネル部CHに形成されている犠牲層GFを除去する。このとき、前述の加熱工程において、界面活性剤が電極材料DM中から外部に拡散し、犠牲層GFのチャンネル部CHに対応する位置に付着して形成された撥液層KFは、除去され、その下地層であるクリーンな状態のゲート絶縁膜GIのチャンネル部CHを露出させることができる(図1(g))。

【0040】

次に、チャンネル部CHに半導体膜SFを成膜する(図1(h))。半導体膜SFの材料としては、溶媒に溶解または分散させるものであれば、限定されるものではない。有機高分子材料は勿論のこと、低分子材料、オリゴマー等も用いることができる。また、半導体の前駆体を溶媒に溶解させたものでもよい。また、有機無機ハイブリッド材料、無機材料でも溶媒と同時に塗布し、溶媒を乾燥させることで半導体膜SFを形成するものであれば用いることができる。半導体膜SFの形成方法としては、半導体材料を溶媒に溶解または分散させた溶液をチャンネル部CH近傍に塗布できる方法であれば限定されるものではない。例えば、I J法を用いることができる。このようにして、TF T 1を完成させる。

20

【0041】

尚、半導体膜SFを保護する為の図示しない保護膜を半導体膜SFの上に成膜してもよい。保護膜の形成方法としては、スパッタ法等を用いて保護膜材料を成膜した後、フォトリソグラフィ法を用いてパタニングすることで形成することができる。また、I J法を用いることもできる。保護膜の材料としては、SiO₂、SiN等の無機材料、PVA、PVP、ポリイミド樹脂、ノボラック樹脂等の有機材料を用いることができる。また、これらの材料を複数用いて積層してもよい。

30

【0042】

このように、本発明の実施形態1に係るTF T 1の製造方法においては、転写印刷法(μコンタクトプリント法)を用いて形成されたソース電極S、ドレイン電極Dの表面に、該ソース電極S、ドレイン電極Dの材料に含有されている撥液性を有する成分(界面活性剤)を拡散させ、撥液層KFを形成した後、予めチャンネル部CHに形成しておいた犠牲層GFを除去し、該犠牲層GFが除去されたチャンネル部CHに、液滴塗布法(I J法)を用いて半導体溶液を塗布し半導体膜SFを成膜するようにした。

40

【0043】

前述のように、転写印刷法を用いて電極(ソース電極S、ドレイン電極D)を形成する際には、印刷性能を安定させる為に、電極材料DMに例えば撥液性を有する界面活性剤等の添加剤を混入している。これらの界面活性剤は、電極の機能を出現させる為の焼成工程(加熱工程)において電極材料DM中から拡散し、転写された電極の表面に付着し撥液層KFを形成する。この電極表面に形成された撥液層KFを、液滴塗布法を用いて半導体膜SFを成膜する際の前述のバンクとして利用することができる。すなわち、バンクを形成する為のみの工程を新たに設けることなく、元々設けられている電極の機能を出現させる為の焼成過程において、バンクが形成されることとなる。これにより、製造工程の複雑化

50

と製造コストの高価格化を招くことなく、バンクを形成することができ、半導体膜を適正な膜厚で所定の位置に精度良く形成することができる。

【0044】

尚、撥液性を与える材料としてはフッ素系界面活性剤、フッ素系シランカップリング剤を用いることができる。また、電極が銀ナノ粒子からなる場合にはポリアリルアミンやポリアミン等の還元性を持つ材料を混合させることにより、電極の低抵抗化、または、焼成温度の低温化が可能となる。その他、機能性材料を混合することも可能である。

【0045】

また、下地層（ボトムゲート構造の場合はゲート絶縁膜GI、トップゲート構造の場合は基板P）の表面のチャンネル部CHには、予め犠牲層GFが形成されているので、焼成工程において界面活性剤が電極材料DM中からチャンネル部CHに向けて拡散しても、犠牲層GFにより、チャンネル部CHへの付着は防止される。そして、界面活性剤が付着した犠牲層GFを除去することにより、クリーンな状態の下地層のチャンネル部CHを露出させることができるので、半導体膜SFを精度良く形成することができる。

【0046】

これらにより、高性能を維持しながら、低価格、且つ、微細なTF T1を得ることが可能となる。

（実施形態2）

本発明の実施形態2に係るボトムゲート構造のTF Tの製造方法を図2を用いて説明する。図2(a)～図2(h)は、実施形態2に係るボトムゲート構造のTF T1の製造工程を示す断面模式図である。

【0047】

実施形態2によるTF T1の製造方法は、犠牲層GFの形成領域のみ実施形態1の場合と異なり、その他の工程は、実施形態1の場合と同様なのでその説明は省略する。すなわち、実施形態2の図2(a)～図2(h)に示す各工程は、実施形態1の場合の図1(a)～図1(h)に示した各工程に対応するものであり、概ね同様である。

【0048】

実施形態2による犠牲層GFは、図2(b)に示すように、ゲート絶縁膜GI（トップゲート構造の場合は基板P）のチャンネル部CHに対応する領域のみに形成する。

【0049】

このような構成にすることにより、実施形態1の場合と同様の効果を得ることができるとともに、さらに以下の効果を得ることができる。

【0050】

犠牲層GFをチャンネル部CHのみに設けることにより、電極材料DMに含有されている界面活性剤が拡散し撥液層KFが形成された後に犠牲層GFを除去すると、犠牲層GFが形成された領域のみの撥液層KFが犠牲層GFとともに除去され、チャンネル部CHには有機半導体溶液に対して親液性を有するゲート絶縁膜GIを露出させ、その周縁を囲むように有機半導体溶液に対して撥液性を有する撥液層KFを形成することができる。

【0051】

すなわち、チャンネル部CHは有機半導体溶液に対して親液性を呈し、チャンネル部CHの周縁は撥液性を呈することになるので、この撥液・親液性パターンによりバンクとしての作用をより高めることができる。その結果、半導体膜を適正な膜厚で所定の位置により精度良く形成することができる。

（実施形態3）

本発明の実施形態3に係るボトムゲート構造のTF Tの製造方法を図3を用いて説明する。図3(a)～図3(g)は、実施形態3に係るボトムゲート構造のTF T1の製造工程を示す断面模式図である。

【0052】

実施形態3によるTF T1の製造方法は、実施形態2の場合と同様にゲート絶縁膜GI（トップゲート構造の場合は基板P）のチャンネル部CHに対応する領域のみに犠牲層GF

10

20

30

40

50

を形成するものであるが、その形成方法は、転写により形成するものである。尚、その他の工程は、実施形態 2 の場合と同様なのでその説明は省略する。すなわち、実施形態 3 の図 3 (a)、図 3 (d) ~ 図 3 (g) に示す各工程は、実施形態 2 の場合の図 2 (a)、図 2 (e) ~ 図 2 (h) に示した各工程に対応するものであり、概ね同様である。

【 0 0 5 3 】

実施形態 3 による犠牲層 G F の形成方法は、電極材料 D M がパタニングされた転写版 H の上に、I J 法を用いて犠牲層 G F を形成する為の犠牲層材料 G M を塗布、パタニングし (図 3 (b))、ゲート絶縁膜 G I が成膜された基板 P の上に、パタニングされた電極材料 D M とともに犠牲層材料 G M を転写するものである (図 3 (c))。尚、本実施形態においては、犠牲層 G F は、チャンネル部 C H のみに形成しているが、実施形態 1 の場合と同様に、ゲート絶縁膜 G I の全面に形成してもよい。

10

【 0 0 5 4 】

このような構成にすることにより、実施形態 2 の場合と同様の効果を得ることができるとともに、さらに以下の効果を得ることができる。

【 0 0 5 5 】

犠牲層 G F をゲート絶縁膜 G I の上に直接形成するのではなく、転写版 H に形成することにより、転写版 H の撥液性を利用することが可能となり、ゲート絶縁膜 G I の上に形成するのに比べて、微細なパターンをより精度良く形成することができる。

【 実施例 】

【 0 0 5 6 】

(実施例 1)

本発明の実施形態 1 に係るボトムゲート構造の T F T 1 の製造方法を用いた実施例を説明する。

20

【 0 0 5 7 】

最初に、基板 P としてガラスを用い、その上に、R F スパッタ法を用いて A 1 膜を厚み 1 3 0 n m で成膜した後、フォトリソグラフィ法を用いてパタニングしゲート電極 G を形成した (図 1 (a))。続いて、スピコート法を用いてポリイミド系樹脂を厚み 5 0 0 n m で成膜しゲート絶縁膜 G I を成膜した (図 1 (a))。

【 0 0 5 8 】

次に、ゲート絶縁膜 G I の上に、スピコート法を用いて P M G I S F 3 (化薬マイクロケム社製) を厚み 5 0 n m で成膜した後、1 9 0 ° C で 5 分間乾燥させることで犠牲層 G F を形成した (図 1 (b))。

30

【 0 0 5 9 】

次に、転写版 H の上に、凸版反転オフセット印刷法を用いてソース電極 S、ドレイン電極 D を形成する為の電極材料 D M としてのフッ素系界面活性剤 N o v a k F C - 4 4 3 0 (3 M 社製) を 0 . 5 質量 % 添加した銀ナノインクを厚み 2 0 0 n m で成膜し、パタニングした (図 1 (c))。

【 0 0 6 0 】

次に、犠牲層 G F が成膜された基板 P と電極材料 D M がパタニングされた転写版 H とを対向させ (図 1 (d))、犠牲層 G F の上にパタニングされた電極材料 D M を転写した。続いて、転写された電極材料 D M を 2 0 0 ° C で加熱処理することでソース電極 S、ドレイン電極 D を形成した (図 1 (e))。この時、加熱により、電極材料 D M に含有されている界面活性剤が、電極材料 D M 中から外部に拡散することで、転写された基板 P の全面に付着し撥液層 K F が成膜された (図 1 (f))。

40

【 0 0 6 1 】

次に、撥液層 K F が成膜された基板 P を水酸化テトラメチルアンモニウム (T M A H) 2 . 3 8 % 水溶液に浸漬し、チャンネル部 C H に形成されている犠牲層 G F を除去した。このとき、前述の加熱工程において、界面活性剤が電極材用 M 中から外部に拡散し、犠牲層 G F のチャンネル部 C H に対応する位置に付着して形成された撥液層 K F は、除去され、その下地層であるクリーンな状態のゲート絶縁膜 G I のチャンネル部 C H が露出した (図 1 (

50

g))。

【0062】

次に、チャネル部CHに、ピエゾ方式のIJ法を用いて有機半導体を有機溶媒に溶解させた有機半導体溶液を滴下した後、乾燥させることで半導体膜SFを成膜した(図1(h))。

【0063】

次に、半導体膜SFの上に、スパッタ法を用いてSiO₂を成膜した後、フォトリソグラフィ法を用いてパタニングすることで図示しない保護膜を形成し、TF T1を完成させた。

【0064】

このようにして製作したTF T1の移動度は平均0.18cm²/Vsec、ON-OFF比は125000であった。μコンタクトプリント法によりチャネル長が4μmの微細なソース電極S、ドレイン電極Dを形成することができ、且つ、半導体膜SFの成膜にはIJ法を用いて有機半導体溶液の液滴を吐出しても、有機半導体溶液は、ゲート絶縁膜GIのチャネル部CHの表面において広がり薄膜を形成することができ、有機TF Tとしても高い性能を示すことが確認できた。

(実施例2)

本発明の実施形態2に係るボトムゲート構造のTF T1の製造方法を用いた実施例を説明する。

【0065】

最初に、実施例1の場合と同様にして、基板Pの上にゲート電極Gを形成し、その上にゲート絶縁膜GIを成膜した(図2(a))。

【0066】

次に、ゲート絶縁膜GIの上に、スピコート法を用いてPMGI SF3(化薬マイクロケム社製)を厚み50nmで成膜した後、190℃で5分間乾燥させることでPMGI SF3薄膜を形成した。続いて、PMGI SF3薄膜の上に、スピコート法を用いてOFPR-800(JSR社製)を塗布しレジスト膜を成膜した。続いて、レジスト膜の上に、フォトマスクを用いてUV光を照射した後、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)2.38%に60秒間浸漬することにより現像を行いPMGI SF3薄膜をパタニングした。その後、DMAC溶媒を用いてレジスト膜を除去することで、PMGI SF3薄膜からなる犠牲層GFをチャネル部CHに対応する位置に形成した(図2(b))。

【0067】

次に、実施例1の場合と同様にして、転写版Hの上に、電極材料DMをパタニングした後(図2(c))、犠牲層GFが形成された基板Pと電極材料DMがパタニングされた転写版Hとを対向させ(図2(d))、犠牲層GFの上にパタニングされた電極材料DMを転写した。続いて、転写された電極材料DMを200℃で加熱処理することでソース電極S、ドレイン電極Dを形成した(図2(e))。この時、加熱により、電極材料DMに含まれている界面活性剤が、電極材料DM中から外部に拡散することで、転写された基板Pの全面に付着し撥液層KFが成膜された(図2(f))。

【0068】

次に、撥液層KFが成膜された基板Pを水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)2.38%水溶液に浸漬し、チャネル部CHに形成されている犠牲層GFを除去した。このとき、前述の加熱工程において、界面活性剤が電極材用M中から外部に拡散し、犠牲層GFのチャネル部CHに対応する位置に付着して形成された撥液層KFは、除去され、チャネル部CHには有機半導体溶液に対して親液性を有するゲート絶縁膜GIが露出し、その周縁を囲むように有機半導体溶液に対して撥液性を有する撥液層KFが形成された(図2(g))。

【0069】

その後、実施例1の場合と同様にして、半導体膜SF(図2(h))、保護膜を成膜し

10

20

30

40

50

、T F T 1を完成させた。

【0070】

このようにして製作したT F T 1の移動度は平均 $0.19 \text{ cm}^2 / \text{V s e c}$ 、ON - OFF比は130000であった。 μ コンタクトプリントによりチャンネル長が $4 \mu\text{m}$ の微細なソース電極S、ドレイン電極Dを形成することができ、且つ、チャンネル部CHは有機半導体溶液に対して親液性を呈し、チャンネル部CHの周縁は撥液性を呈することになるので、この撥液・親液性パターンによりバンクとしての作用をより高めることができ、半導体膜SFを適正な膜厚で所定の位置により精度良く形成できることが確認できた。

(実施例3)

本発明の実施形態3に係るボトムゲート構造のT F T 1の製造方法を用いた実施例を説明する。

10

【0071】

最初に、実施例1の場合と同様にして、基板Pの上にゲート電極Gを形成し、その上にゲート絶縁膜GIを成膜した(図3(a))。

【0072】

次に、PDMS平板(図3(b):転写版H)の上に、スピコート法を用いてソース電極S、ドレイン電極Dを形成する為の電極材料DMとしての銀ナノインクを成膜した後、凸版反転オフセット印刷法を用いてパタニングした。続いて、パタニングされた電極材料DMが成膜されたPDMS平板のチャンネル部CHに対応する位置に、IJ法を用いて犠牲層GFを形成する為の犠牲層材料GMとしてのPMGI-SF3(化薬マイクロケム社製)を塗布し、パタニングした(図3(b))。

20

【0073】

次に、実施例1の場合と同様にして、ゲート絶縁膜GIが形成された基板Pと電極材料DMおよび犠牲層材料GMがパタニングされた転写版Hとを対向させ(図3(c))、ゲート絶縁膜GIの上にパタニングされた電極材料DMおよび犠牲層材料GMを転写し、犠牲層GFを形成した。続いて、転写された電極材料DMを 200°C で加熱処理することでソース電極S、ドレイン電極Dを形成した(図3(d))。この時、加熱により、電極材料DMに含有されている界面活性剤が、電極材料DM中から外部に拡散することで、転写された基板Pの全面に付着し撥液層KFが成膜された(図3(e))。

【0074】

30

次に、撥液層KFが成膜された基板Pを水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)2.38%水溶液に浸漬し、チャンネル部CHに形成されている犠牲層GFを除去した。このとき、前述の加熱工程において、界面活性剤が電極材用M中から外部に拡散し、犠牲層GFのチャンネル部CHに対応する位置に付着して形成された撥液層KFは、除去され、チャンネル部CHには有機半導体溶液に対して親液性を有するゲート絶縁膜GIが露出し、その周縁を囲むように有機半導体溶液に対して撥液性を有する撥液層KFが形成された(図3(f))。

【0075】

その後、実施例1の場合と同様にして、半導体膜SF(図3(g))、保護膜を成膜し、T F T 1を完成させた。

40

【0076】

このようにして製作したT F T 1の移動度は平均 $0.16 \text{ cm}^2 / \text{V s e c}$ 、ON - OFF比は110000であった。 μ コンタクトプリントによりチャンネル長が $4 \mu\text{m}$ の微細なソース電極S、ドレイン電極Dを形成することができ、且つ、チャンネル部CHは有機半導体溶液に対して親液性を呈し、チャンネル部CHの周縁は撥液性を呈することになるので、この撥液・親液性パターンによりバンクとしての作用をより高めることができ、半導体膜SFを適正な膜厚で所定の位置により精度良く形成できることが確認できた。さらに、犠牲層GFをゲート絶縁膜GIの上に直接形成するのではなく、転写版Hに形成することにより、転写版Hの撥液性を利用することが可能となり、ゲート絶縁膜GIの上に形成するのに比べて、微細なパターンをより精度良く形成できることが確認できた。

50

(実施例 4)

実施例 4 は、実施例 1 に対し、犠牲層 G F の材料および形成条件のみ異ならせ、その他の工程は実施例 1 の場合と同様した。

【 0 0 7 7 】

すなわち、図 1 (b) に示す工程において、ゲート絶縁膜 G I の上に、スピコート法を用いて還元性を有する P A A - 0 1 (日東紡社製) を厚み 1 0 0 n m で成膜した後、1 0 0 で 2 分間乾燥させることで犠牲層 G F を形成した (図 1 (b))。尚、犠牲層の除去にはアルカリ性の洗剤を用いた。

【 0 0 7 8 】

このようにして製作した T F T 1 の移動度は平均 $0.18 \text{ cm}^2 / \text{V s e c}$ 、O N - O F F 比は 1 2 5 0 0 0 であった。μコンタクトプリント法によりチャンネル長が 4 μ m の微細なソース電極 S、ドレイン電極 D を形成することができ、且つ、半導体膜 S F の成膜には I J 法を用いて有機半導体溶液の液滴を吐出しても、有機半導体溶液は、ゲート絶縁膜 G I のチャンネル部 C H の表面において広がり薄膜を形成することができ、有機 T F T としても高い性能を示すことが確認できた。さらに、犠牲層 G F の材料として還元性を有する P A A - 0 1 (ポリアリルアミン) を用いることにより、ソース電極 S、ドレイン電極 D の電極材料 D M である銀ナノ粒子の還元反応を促進させることができ、ソース電極 S、ドレイン電極 D が低抵抗化されることが確認できた。

【符号の説明】

【 0 0 7 9 】

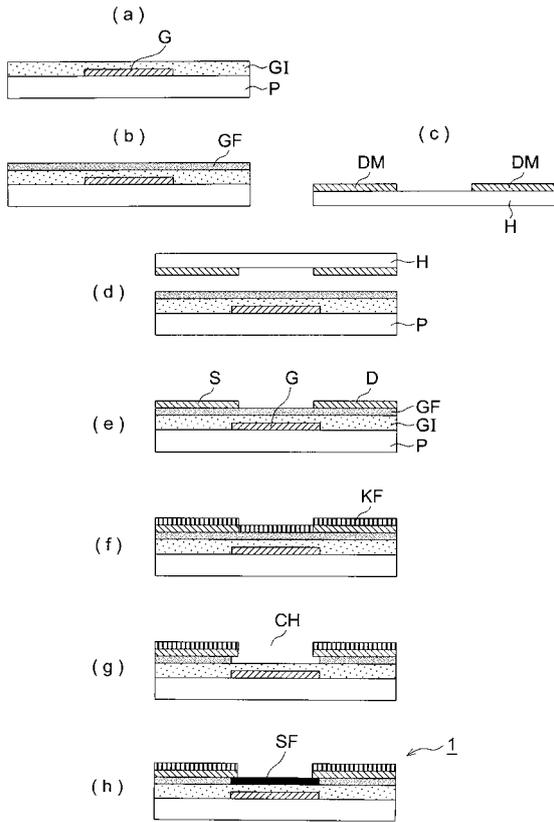
- 1 T F T (薄膜トランジスタ)
- C H チャンネル部
- D ドレイン電極
- G ゲート電極
- G F 犠牲層
- G I ゲート絶縁膜
- H 転写版
- K F 撥液層
- P 基板
- S ソース電極
- S F 半導体膜

10

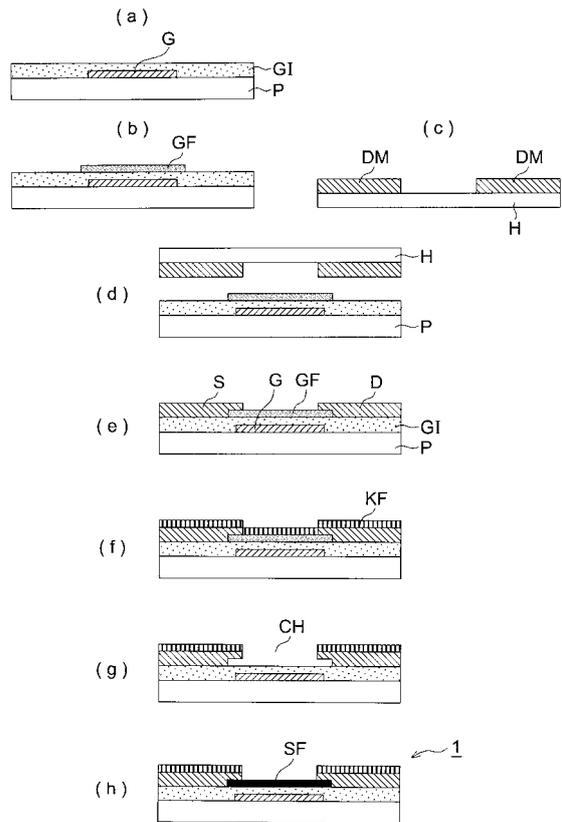
20

30

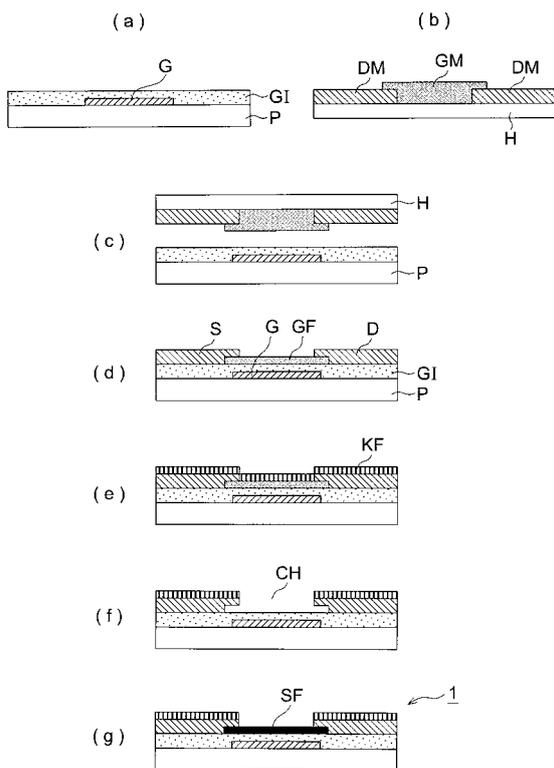
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 29/28 3 1 0 J

(56)参考文献 国際公開第2009/044659(WO, A1)

特開2009-059737(JP, A)

特開2008-186885(JP, A)

特開2009-065011(JP, A)

特開2008-258532(JP, A)

特開2003-059940(JP, A)

特開2005-159328(JP, A)

特開2006-269599(JP, A)

国際公開第2008/117395(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 3 6

H 0 1 L 2 7 / 2 8

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6

H 0 1 L 5 1 / 0 0

H 0 1 L 5 1 / 0 5 - 5 1 / 4 0