

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6073880号
(P6073880)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 7 C
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 7 Z
HO 1 L 51/05 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 7 K
GO 9 F 9/30 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 8 B
GO 9 F 9/00 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 7 T

請求項の数 10 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-520712 (P2014-520712)	(73) 特許権者	597063048
(86) (22) 出願日	平成24年7月13日(2012.7.13)		ケンブリッジ ディスプレイ テクノロジ ー リミテッド
(65) 公表番号	特表2014-527710 (P2014-527710A)		イギリス国、ピーイー29・2エックスジ ー、ゴッドマンチェスター、カーディナル ・ウェイ、カーディナル・パーク、ユニッ ト・12
(43) 公表日	平成26年10月16日(2014.10.16)	(74) 代理人	100146318
(86) 国際出願番号	PCT/GB2012/000594		弁理士 岩瀬 吉和
(87) 国際公開番号	W02013/011257	(74) 代理人	100114188
(87) 国際公開日	平成25年1月24日(2013.1.24)		弁理士 小野 誠
審査請求日	平成27年5月18日(2015.5.18)	(74) 代理人	100119253
(31) 優先権主張番号	1112548.1		弁理士 金山 賢教
(32) 優先日	平成23年7月21日(2011.7.21)	(74) 代理人	100124855
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 坪倉 道明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トップゲート型トランジスタの形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上のトップゲート型トランジスタの形成方法であって、
前記基板上にソースおよびドレイン電極を形成することと、
前記基板と前記ソースおよびドレイン電極上の有機半導体層および前記有機半導体層上の有機誘電体層を含む有機積層を、前記基板と前記ソースおよびドレイン電極上に形成することと、

第1ゲート層が第2ゲート層上に形成され、前記第2ゲート層が前記有機積層上に形成された、酸化物を含む非金属を含む前記第1ゲート層および金属又は合金を含む前記第2ゲート層を含む2層のゲート電極を形成することと、

前記2層のゲート電極上にマスク材料の領域を選択的に堆積することと、
前記マスク材料をマスクとして使用して前記第1ゲート層の部分を除去する第1プラズマエッチング工程を実行することと、

前記第1ゲート層をマスクとして使用して前記第2ゲート層および前記有機積層の部分を除去する第2プラズマエッチング工程を実行し、それによって前記2層のゲート電極および前記有機積層のパターニングを行うこととを含む、方法。

【請求項2】

前記第2プラズマエッチング工程もまた、前記マスク材料の除去をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

10

20

前記第2ゲート層は、前記第1ゲート層よりも厚い、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記第1ゲート層の材料は Al_2O_3 、 MgO および SiC_2O_3 のうちから選択される、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記第2ゲート層の材料はチタン、タングステン、モリブデン、タンタル、ニオブおよびそれらの合金のうちから選択される、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

アルゴンプラズマスパッタエッチングによる前記第1プラズマエッチング工程の実行を含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項7】

塩素プラズマエッチングによる前記第1プラズマエッチング工程の実行を含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

酸素-フッ素プラズマエッチングによる前記第2プラズマエッチング工程の実行を含む、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記マスク材料は有機マスク材料を含む、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

20

インクジェット印刷による前記マスク材料の領域の選択的な堆積を含む、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラスまたはプラスチックなどの基板上のトップゲート型トランジスタを形成する方法、対応するトップゲート型トランジスタ、トップゲート型トランジスタを含むディスプレイバックプレーン、バイオセンサおよびRFID (radio frequency identification) タグに関する。

【背景技術】

30

【0002】

薄膜トランジスタ (TFT) は、半導体自体が装置の基板を形成する従来のトランジスタとは対照的に、ガラスまたはプラスチックなどの個別の基板の上に半導体の活性層を堆積して形成することができる装置である。さらに、現代のTFTは、シリコン、III-V族半導体 (例えばCdSe) または金属酸化物 (例えばZnO) などの従来の無機半導体材料よりむしろ、有機半導体 (OSC) を使用して形成することができる。これらは、有機薄膜トランジスタ (OTFT) と称され、従来のTFTを上回る際立った利点を有している。例えば、OSCが溶液から処理される場合は特に、製造コストを著しく減少させ、かつ、広範囲に拡張性を持たせる可能性を有している。さらに、OSCは機械的に柔軟性があり、無機半導体よりも比較的低温で処理することができる。そのため、プラスチック箔などの柔軟であるが熱に弱い基板を使用することができ、その結果、柔軟性のある電子回路の製造を可能にする。OTFTが採用されているアプリケーションには、RFIDタグ、バイオセンサおよび電気泳動ディスプレイ用のバックプレーンが含まれる。また、OTFTは、上述の利点のため、例えば、有機発光ダイオード (OLED) ディスプレイ用のバックプレーンなどフラットパネルディスプレイ用のバックプレーンでの使用について関心が寄せられている。この場合、OTFTはアモルファスシリコンまたは多結晶シリコンに基づいた現在の標準的なバックプレーン技術の限界を克服する可能性を有している。

40

【0003】

従来のOTFT装置の一例が図1に概略的に示されている。この装置を製造する代表的

50

な工程は、ガラス基板 10 上のソース電極 12 およびドレイン電極 14 の範囲を定めることから始まる。1 つ以上の有機層を含む有機積層 20 は、基板 10、ソースおよびドレイン電極 12、14 上に形成される。図示の例では、まず有機半導体層 20 a が基板 10、ソースおよびドレイン電極 12、14 上に形成され、次に、誘電体層 20 b が有機半導体層 20 a 上に形成される。その後、ゲート電極 30 が誘電体層 20 b 上に形成される。このトランジスタ構造はトップゲート型トランジスタと称することができる。

【0004】

動作時は、ゲート電極 30 に与えられる信号に応答して、電荷担体がソースおよびドレイン電極 12、14 の間のチャネル領域を流れる。

【0005】

従来のトップゲート型トランジスタ構造では、有機積層 20 が基板 10 上の全面、または少なくともソースおよびドレイン電極 12、14 の範囲を超えて延びる基板の実質的な領域に堆積され、その後、トップゲート電極がシャドウマスクを介してゲート金属または金属合金の蒸着により形成される。しかし、このような従来の構造では、ゲート電極はシャドウマスクによって単に粗くパターニングされるだけで、ソースおよびドレイン電極の間隔（例えば、ソースおよびドレイン電極の間の活性領域の長さまたはいわゆるトランジスタチャネル）がマイクロメートルオーダーであるのに対して、ミリメートルオーダーの横寸法を有しがちである。したがって、ゲート電極は、チャネル領域上のみならずソースおよびドレイン電極上の有機積層を覆う。ゲート電極とソース/ドレイン電極との間の重なりは、望ましくない寄生容量をもたらすことになる。また、この重なりは、任意のゲート漏れ、すなわち、有機積層を介してソースおよび/またはドレイン電極からゲート電極へ通過する不要なリーク電流を悪化させる。これらの影響は、OTFT の性能を悪化させる。さらに、このような寸法のゲート電極は、電子回路における OTFT の集積に弊害をもたらして、例えば、ディスプレイの画素サイズが OTFT 装置の最大サイズに対して厳しい拘束を与えるディスプレイバックプレーンでの OTFT の使用を妨げることになる。

【0006】

近年、隣接する OTFT 装置の寄生結合を防止し、かつ、ゲート漏れを低減すべく、トランジスタチャネル領域内でもなく、導電性ゲート電極とソースおよび/またはドレイン電極との間に挟まれてもいない半導体材料を除去するための有機積層 20 のパターニングについてのアイデアにも関心が寄せられてきた。このような有機積層のパターニングは、例えば、ゲート電極をドライエッチングプロセスにおけるエッチングマスクとして使用することで実現することができる。しかし、従来のトップゲート型 OTFT 構造におけるゲート電極の比較的大きな寸法では、このような方法による有益な効果を制限することになる。なぜなら、パターニング後の有機積層の横寸法が活性チャネル領域よりもはるかに大きいためである。

【0007】

ゲートがチャネル領域のみを覆い、かつ、ソースおよびドレイン電極との重なりを持たないかあるいは明確に定義されて良好に制御された重なりを有するようにゲート電極をパターニングすることは有益であろう。従来の OTFT 構造とは対照的に、この重なりはミリメートルオーダーではなく、チャネル領域の寸法またはそれ以下のオーダーである。さらに、有機半導体材料がゲート電極およびチャネル領域の間にのみ存在するように連続して有機積層をパターニングすることは有益であろう。

【0008】

しかし、トップゲート電極のパターニングは、下側に位置する傷つきやすい有機積層を損傷しないように注意を払う必要があるため、困難なものである。この課題は、本発明によって取り組まれるものである。

【0009】

トップゲート電極および/または有機層のパターニングに関する周知の方法は、高解像度シャドウマスクング、フォトリソグラフィ、ウェットエッチングおよびドライエッチン

10

20

30

40

50

グを含む。

【0010】

高解像度シャドウマスクを介した蒸着は、マイクロメートル範囲でのトップゲートパターンニングに使用することができるが、良好なシャドウマスクの配置およびゲート電極の高分解能の特性を維持しつつ、数平方インチの基板を超えて拡大することは困難である。

【0011】

フォトリソグラフィによるパターンニングは、フォトマスクを介した感光性フォトレジスト材料の層への露光を含む。この光はフォトマスクを介して露光されるフォトレジストの化学構造を変化させ、その結果、続いて溶剤が付与されると、フォトレジストが現像される。すなわち、フォトレジストのある部分のみ（ポジ型またはネガ型フォトレジストのいずれが使用されたかに応じて露光部分または未露光部分のいずれか）が除去される。フォトリソグラフィによるOTFTの有機層のパターンニング技術は、米国特許第7,344,928号明細書に開示されている。

10

【0012】

フォトリソグラフィによるパターンニングは、リフトオフ現像処理による金属トップゲート電極のパターンニングにも使用することができる。この場合、フォトレジスト材料は有機積層の上面に塗布され、フォトレジストパターンはゲート電極が必要とされる領域からフォトレジストを除去することによって作成される。ゲート電極材料のブランケット蒸着の後、フォトレジストとその上に堆積した任意のゲート電極材料は、適切な溶剤現像液でリフトオフされ、その結果、ゲート電極材料が所要領域にのみ残る。OTFTにおける有機材料は、溶剤現像処理に対して非常に傷つきやすい傾向があり、非常に慎重に制御しなければ、この処理では、有機積層を損傷するか、あるいはフォトレジストだけでなく有機積層全体を単にリフトオフすることになってしまう。さらに、フォトリソグラフィは、高価なパターンニング方法である。

20

【0013】

ウェットエッチングによるパターンニングの方法は、まず、有機積層上でのトップゲート電極材料のブランケット堆積を含む。続いて、この方法は、ウェットエッチングの間保護されるゲート電極材料の領域、つまり実際のゲート電極を形成する領域を覆う、パターンニングされたマスクの形成を含む。パターンニングされたマスクの形成は、例えばフォトリソグラフィによって行うことができる。その場合、フォトレジストは、フォトレジストが露光されたゲート電極材料の領域上でウェットエッチングの間に除去されるような方法でパターンニングされた後に現像される。このウェットエッチング方法は、上述したリフトオフ処理の使用を回避しながらも、自身の前述の関連する欠点を伴う現像工程を含んでいる。パターンニングされたマスクによって露光された状態にあるゲート電極材料は、酸などのエッチング液を使用することによって、一般的には、エッチング液の溶液に基板を浸すことによってエッチングされる。しかし、OTFTにおける有機材料は、この種のエッチング液に非常に傷つきやすい傾向があり、非常に慎重に制御しなければ、ウェットエッチング方法では、ゲート電極材料の所望の（露光された）領域だけでなく、有機積層全体を損傷するか、あるいは単にリフトオフすることになってしまう。

30

【0014】

一方、ドライエッチングによるパターンニングは、プラズマエッチング剤を使用しており、フォトリソグラフィおよびウェットエッチングによる上述したパターンニングの欠点の影響を被ることはない。しかし、ドライエッチングもまた、第一に、保護エッチングマスクの形成を必要とする。このエッチングマスクが例えばフォトリソグラフィによって製造される場合は、上述のような制限があてはまる。ドライエッチングによるOTFTの有機層のパターンニングの一技術は、米国特許出願公開第2009/0272969号明細書（およびその親出願公開第2006/216852号明細書）に開示されている。

40

【0015】

それにもかかわらず、有機材料のパターンニングがマスクを除去するためのその後の洗浄工程が続く、追加的なワックスまたはグリースのマスキング工程を必要とするという点で

50

、この従来のドライエッチングパターンング技術には限界がある。すなわち、有機材料およびその後にはゲート電極をパターンングするための、洗浄工程が加わる、2つの個別のマスキング工程が必要である。これらの追加的工程は、製造工程に望ましくない余分な複雑さを与えることになる。

【0016】

それゆえ、ドライエッチング工程に基づき、かつ、フォトリソグラフィの使用を回避するような、(好ましくは、トップゲート電極の下側に位置する有機積層と共に)トップゲート電極をパターンングするための代替的方法を見出すことが有利であろう。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0017】

【特許文献1】米国特許第7,344,928号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2009/0272969号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2006/216852号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の第1の態様によれば、基板上のトップゲート型トランジスタの形成方法であって、

基板上にソースおよびドレイン電極を形成することと、

20

基板とソースおよびドレイン電極上の有機半導体層および有機半導体層上の有機誘電体層を含む有機積層を、基板とソースおよびドレイン電極上に形成することと、

第1ゲート層が第2ゲート層上に形成され、第2ゲート層が有機積層上に形成された、第1材料の第1層および異なる第2材料の第2層を含む2層のゲート電極を形成することと、

2層のゲート電極上にマスク材料の領域を選択的に堆積することと、

マスク材料をマスクとして使用して第1ゲート層の部分を除去する第1プラズマエッチング工程を実行することと、

第1ゲート層をマスクとして使用して第2ゲート層および有機積層の部分を除去する第2プラズマエッチング工程を実行し、それによって、2層のゲート電極および有機積層のパターンングを行うこととを含む方法が提供される。

30

【0019】

第1プラズマエッチング工程において、第2ゲート層ではなく第1ゲート層のみがエッチング除去され、第2ゲート層が実質的にそのまま残る。さらに、選択的に堆積されたマスク材料は、第1および第2ゲート層の両方がゲート領域に残るように、第1プラズマエッチング工程を防ぐように覆う。この第1プラズマエッチング工程の選択性は、特定の深さまでのみエッチングするようにエッチングの時間および/または強度を制御することによって実現してもよい。

【0020】

第1ゲート層は、第2プラズマエッチングに対して第2ゲート層よりも強い耐性を有する材料から形成される。したがって、第2プラズマエッチング工程が行われるとき、既存の第1ゲート層自体は、(2層のゲート自体のエッチングに耐えるだけでなく)第2ゲート層とその下の有機積層のパターンングのためのマスクとして作用する。したがって、2層のゲートは、ウェットエッチングや高価なフォトリソグラフィの必要性を回避し、かつ、米国特許出願公開第2009/0272969号明細書に記載の有機材料およびゲート電極のパターンングのための2つの個別のマスキング工程の必要性を回避しつつ、ゲート電極および有機積層のパターンングを有利に行うことができる。

40

【0021】

特に好ましい実施形態では、第2プラズマエッチング工程はマスク材料の除去を含む。第2プラズマエッチングは、ゲート電極および有機積層のパターンングと同じ工程で、残

50

存マスク材料を除去するために使用することができるので、米国特許出願公開第2009/0272969号明細書に記載の個別の洗浄工程の必要性を有利に回避する。

【0022】

さらなる実施形態では、第2ゲート層は、第1ゲート層よりも実質的に厚い。

【0023】

さらに他の実施形態では、第1ゲート層の材料はアルミニウム、クロム、ニッケルおよびそれらの合金のうちの一つである。

【0024】

さらにその他の実施形態では、第1ゲート層の材料は Al_2O_3 、 MgO および SiC_2O_3 のうちの一つである。

10

【0025】

さらに他の実施形態では、第2ゲート層の材料はチタン、タングステン、モリブデン、タンタル、ニオブおよびそれらの合金のうちの一つである。

【0026】

さらなる実施形態では、この方法は、アルゴンプラズマスパッタエッチングによる第1プラズマエッチング工程の実行を含む。

【0027】

さらなる実施形態では、この方法は、塩素プラズマエッチングによる第1プラズマエッチング工程の実行を含む。

【0028】

20

さらなる実施形態では、この方法は、酸素 - フッ素プラズマエッチングによる第2プラズマエッチング工程の実行を含む。

【0029】

さらにその他の実施形態では、マスク材料は有機マスク材料を含む。

【0030】

本発明の第2の態様によれば、基板上に形成されるトップゲート型トランジスタであって、

基板上に形成されるソースおよびドレイン電極と、

基板とソースおよびドレイン電極上の有機半導体層および有機半導体層上の有機誘電体層を含む、基板とソースおよびドレイン電極上に形成される有機積層と、

30

第1ゲート層が第2ゲート層上に形成され、第2ゲート層が有機積層上に形成された第1材料の第1層および異なる第2材料の第2層を含む有機積層上に形成された2層のゲート電極とを含む、トップゲート型トランジスタが提供される。

【0031】

本発明の第3の態様によれば、第2の態様に記載のトップゲート型トランジスタを含むOLEDディスプレイ用のバックプレーンが提供される。

【0032】

本発明の第4の態様によれば、第2の態様に記載のトップゲート型トランジスタを含むフラットパネルディスプレイ用のバックプレーンが提供される。

【0033】

40

本発明の第5の態様によれば、第2の態様に記載のトップゲート型トランジスタを含む電気泳動ディスプレイ用のバックプレーンが提供される。

【0034】

本発明の第6の態様によれば、第2の態様に記載のトップゲート型トランジスタを含むバイオセンサが提供される。

【0035】

本発明の第7の態様によれば、第2の態様に記載のトップゲート型トランジスタを含むRFIDタグが提供される。

【0036】

本発明をより理解するために、かつ、本発明の実施方法を示すために、添付の図面を実

50

施例として参照する。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】有機薄膜トランジスタの層を通る概略断側面図である。

【図2a】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【図2b】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【図2c】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【図2d】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【図2e】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【図2f】本発明の第1の態様による有機薄膜トランジスタを形成するための処理工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下の例では、傷つきやすい有機積層の上面に接触している金属ゲートをパターニングするために、プラズマドライエッチング工程のみを使用して、二段階金属2層エッチング工程においてインクジェット印刷マスク材料を採用している。したがって、フォトリソグラフィ、ウェットエッチングおよび金属インクのインクジェット印刷が不要になる。

【0039】

本発明は、OTFTにおける傷つきやすい有機積層の上面に接触しているトップゲート金属のパターニングを可能にする。本発明では、ウェットエッチング工程ではなく、ドライエッチング工程のみを採用しているため、OTFTを酸または塩基などのエッチング液に浸す必要がなくなるため、有機層を完全な状態に保つ。本発明は、マスク材料のパターニングのためにインクジェット印刷を使用しているため、高価なフォトリソグラフィを排除し、大きな基板サイズへの拡張性を持たせることが可能になる。本発明は、インクジェット印刷工程においてインクジェット印刷が容易なインクを多数採用しているため、金属インクの印刷の複雑な作業を不要にし、関連するアニール処理を排除する。

【0040】

再び図1を参照して、従来のトップゲート型OTFTにおいて、ゲート電極30は、トランジスタ構造の他の層の全てが堆積された後、ゲート誘電体20b上に堆積される。OTFTにおいて、金属トップゲート30の製造は、有機積層20を損傷することなく行われなければならないために困難である。本発明は、先に述べた従来の技術の欠点を回避しつつ、トップゲート金属電極30'の製造を可能にする。

【0041】

ここで、例示的な工程を、図2a～図2fを参照して説明する。図2aは、トップゲート金属の堆積前の部分的に完成したOTFT装置を示す。基板とソースおよびドレイン金属電極とを覆う有機積層20は、(図1に示す層20aおよび20bと同類であるが、後にパターニングされる)有機半導体層および有機半導体層上の誘電体層を含む。当業者にとって公知であるように、有機積層は、より複雑な構成においては追加の層を含んでもよい。

【0042】

有機積層20で使用される半導体は、任意の適切な有機半導体とすることができ、当業者にとって公知の例として挙げることができる。例えば、有機半導体は、溶液から加工される可溶性小分子を含んだ、蒸発によって加工される小分子またはポリマーであってもよい。小分子の例としては、テトラセン、ペンタセンおよび後者の可溶性誘導体であるTIPSペンタセン(6,13-ビス(トリイソプロピルシリルエチル)ペンタセン)が挙

10

20

30

40

50

げられる。高分子有機半導体の例としては、P3HT（ポリ3-ヘキシルチオフェン）およびポリフルオレンが挙げられる。

【0043】

有機積層20における誘電体は、任意の有機誘電体とすることができ、当業者にとって公知の例として挙げることができる。有機誘電体は、パーフルオロポリマー、PMMA（ポリ（メチルメタクリレート））およびポリスチレンであってもよい。

【0044】

有機積層20は、スピンコーティング、スプレーコーティング、ディップコーティング、スロットダイコーティング、ブレードコーティング、ドロップキャストリング、インクジェット印刷、グラビア印刷、フレキソ印刷、レーザー転写印刷、ノズル印刷または蒸着などの任意の適切な技術によって塗布することができる。

10

【0045】

ソースおよびドレイン電極12、14は、例えば酸素-フッ素プラズマに耐えるクロム（Cr）などの、第2プラズマ工程P2（下記参照）によって容易にドライエッチングされていない金属または金属合金を含む。酸素-フッ素プラズマとは、酸素（O₂）およびフッ素化炭化水素（例えばCF₄またはCHF₃）を供給ガスとして使用するプラズマを指す。ソースおよびドレイン電極12、14は、フォトリソグラフィまたはシャドウマスク蒸着などの任意の適切な技術によって形成されてもよい。

【0046】

効率的なOTFT装置のために、ゲート電極30'は、誘電体層20a上にパターンニングされる方法で形成されてもよい。OTFT性能の向上およびディスプレイバックプレーン、RFIDタグおよびバイオセンサなどの有機電子回路の統合のためには、50μmまたはそれ以下の小さい形状が好ましい。

20

【0047】

図2bに示すように、金属2層は、例えば物理蒸着技術によって、あるいは金属インクから有機積層20上にブランケット堆積される。好ましい実施形態では、金属インクの必要性を回避するために、金属2層30'は、熱またはスパッタなどの蒸着によって堆積される。第2金属層M2は有機積層20上（誘電体20a上）に堆積され、第1金属層M1はその後に第2金属層M2の上面に堆積される（つまり、第1金属層M1は下部の第2金属層M2に対して上部の金属層となる）。

30

【0048】

第2金属M2は、例えば酸素-フッ素プラズマでドライエッチングすることができるチタン（Ti）のような、第2プラズマ工程P2において容易にプラズマドライエッチングできる金属である。これに対し、第1金属M1は、例えば酸素-フッ素プラズマに耐えるアルミニウム（Al）のような、第2プラズマエッチング工程P2において容易にドライエッチングできない金属である（M1はプラズマエッチング工程P2に耐える）。

【0049】

好ましくは、第1金属層M1は、第2金属層M2より薄く、第2プラズマエッチング工程P2に対する耐性を維持しつつも可能な限り薄いことが理想的である。例えば、M1の厚みは、2nmから200nmの間、好ましくは、5nmから100nmの間、さらに好ましくは、10nmから30nmの間であってもよい。例えば、M2の厚みは、20nmから500nmの間、好ましくは、50nmから250nmの間、さらに好ましくは、75nmから150nmの間であってもよい。

40

【0050】

図2cに戻って、次に、金属2層30'上にマスクパターン40を形成するためのマスク材料を選択的に堆積するために、インクジェットプリンタ50が使用される。マスク材料は、インクジェット印刷されたマスク40の形成層の厚みが第1プラズマエッチング工程P1に耐えるのに十分である限り、UV硬化性のある有機インク、相変化（熱溶融性）材料または溶剤ベースの材料であってもよい（下記参照）。インクジェット印刷されたマスク40は、図2dに示されている。インクジェット印刷されたマスクの解像度を高め、

50

かつ、形状を縮小するために、様々な技術を使用することができる。例えば光パターニングが可能でぬれ性を持つ感光性自己組織化単分子膜 (SAM) を採用することによって、第1金属層M1の表面におけるぬれ性の、パターニングされたコントラストを提供することができる。

【0051】

図2eに示すように、インクジェット印刷されたマスク40のパターンは、第1プラズマエッチング工程P1によって第1金属層M1へ転写される。第1プラズマエッチング工程P1の結果が、図2eに示すような、選択的に除去された(つまり、パターニングされた)第1金属層M1である。第1プラズマエッチング工程P1は、インクジェット印刷されたマスク40によって保護されていない第1金属層M1のエッチングが可能でプラズマドライエッチング工程であり、例えば、アルミニウム(A1)の第1金属層M1をエッチングすることができるような、アルゴンプラズマスパッタエッチングまたは(プラズマがCl₂/BCl₃供給ガスに基づく)塩素プラズマエッチングによって行ってもよい。

10

【0052】

上述したように、第1金属層M1は薄い層であることが好ましく、その結果、第1プラズマエッチング工程P1のエッチング時間を最小にすることが好ましい。インクジェット印刷されたマスク40の最小の厚みは、マスク40によって覆われていない領域において第1金属層M1をエッチングで取り去る間に、第1プラズマエッチングP1に耐えるために必要とされるように与えられる。アルゴンプラズマスパッタエッチングを使用することは、A1などの金属およびマスク材料などの有機材料との間ではCl₂/BCl₃プラズマなどの反応性プラズマよりも選択的ではないので、この目的のために有益である。

20

【0053】

図2e~図2fを参照して、続くプラズマエッチング工程P2において、第2金属M2および有機積層20の覆われていない領域の両方がプラズマエッチングされる間、パターニングされた第1金属層M1はエッチングマスクとして機能する。これと同時に、有機マスク材料は酸素または酸素-フッ素プラズマによって容易にドライエッチングされるため、パターニングされた第1金属層M1の上面に残存する有機マスク材料は、第2プラズマエッチングP2によって除去される。図2fは、パターニングされた最終のトップゲートOTFTを示している。

30

【0054】

なお、当然のことながら、上述の実施形態は、例としてのみ記述されているものである。

【0055】

例えば、第1ゲート層の代替的材料は、酸素-フッ素プラズマに耐えることができる、アルミニウム(A1)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)およびそれらの金属合金を含む。さらに、第1ゲート層は、例えばAl₂O₃、MgOおよびSiC₂O₃などの全てが酸素-フッ素プラズマに耐えることができる酸化物を含む非金属であってもよい。この場合、第1ゲート層には導電性がなく、第2ゲート層のみが実際の導電性ゲート電極材料として機能するであろう。

【0056】

さらに、第2ゲート層の代替的な材料は、全てが酸素-フッ素プラズマにおいてドライエッチング可能なチタン(Ti)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)およびそれらの金属合金を含む。

40

【0057】

ソースおよびドレイン電極は、金(Au)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)およびそれらの金属合金で形成されてもよい。

【0058】

さらに、インクジェット印刷されたマスクの主な機能は、プラズマエッチングに対するバリアを形成することであるため、マスクの形成層の厚みが第1ゲート層を(例えばスパッタエッチングによって)エッチングする間に、第1プラズマエッチング工程P1に耐え

50

るのに十分厚みがあることを条件に、ほとんどの種類の有機インクをマスク材料として使用することができる。したがって、通常、日常的にグラフィック印刷で使用されるインクでさえも適切なものとすることができる。インクジェット印刷されたマスクとして使用される材料の幾つかの例を以下に挙げる。

【0059】

インクは、例えばSunChemical製のSunJet Crystal(登録商標)、FUJIFILM Sericol製のUvijet、Collins Ink Corporation製のC-Jet、Microchem製のフォトレジストSU-8などのUV硬化型インクであってもよい。この後者の材料をインクジェット印刷する例は、Reactive & Functional Polymers 68(2008)1052の論文に挙げられている。インクはまた、例えば、Dimatix Fujifilm製のSpectra(登録商標)Sabre Hot Melt、または、例えばSigma-Aldrichより入手可能な、エルカ酸アミドなどの熱溶融性またはワックス状のインクであってもよい。インクはまた、例えばFUJIFILM Sericol製のColor+、または、例えばSigma-Aldrichより入手可能な、水および他の極性溶剤に可溶なポリビニルピロリドン、または、例えばSigma-Aldrichより入手可能な、アルコール、エーテル、ケトンおよびエステルに可溶なポリ(4ビニルフェノール)などの溶剤系であってもよい。

10

【0060】

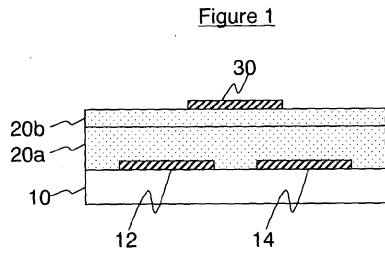
なお、他の関連する回路、保護層および表面修飾層などの明らかな特定の特徴を、本明細書で示した図面を以て明確にすることは省略する。このような特徴は、当業者にとって公知の技術である。

20

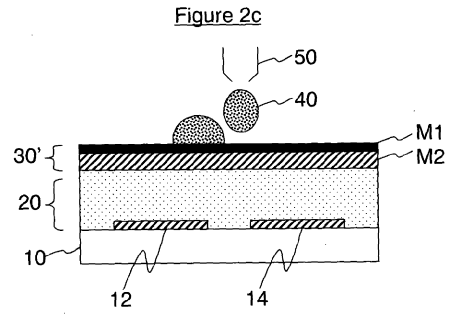
【0061】

他の変形例は、ここに開示を受けた当業者にとって自明であろう。本発明の範囲は記載された実施形態によって限定されるものではなく、添付された特許請求の範囲によってのみ限定される。

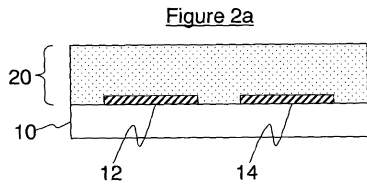
【 図 1 】



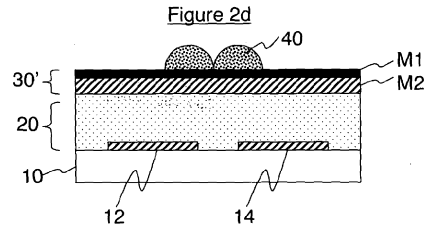
【 図 2 c 】



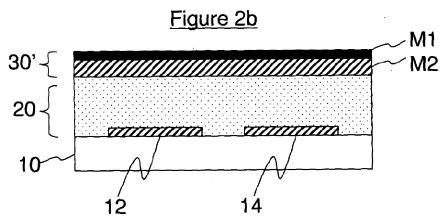
【 図 2 a 】



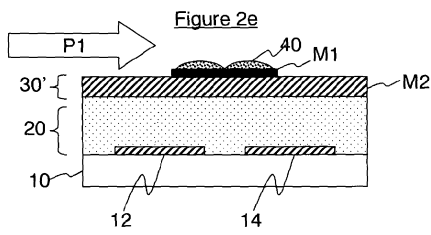
【 図 2 d 】



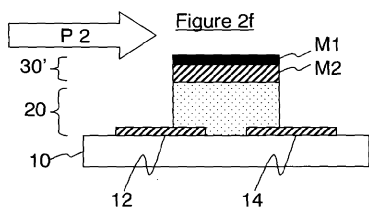
【 図 2 b 】



【 図 2 e 】



【 図 2 f 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
	H 0 1 L 21/3065 (2006.01)		H 0 1 L 29/78	6 1 7 M
			H 0 1 L 29/78	6 1 2 D
			H 0 1 L 29/28	1 0 0 A
			G 0 9 F 9/30	3 3 8
			G 0 9 F 9/00	3 3 8
			H 0 1 L 21/302	1 0 4 C

(74)代理人 100129713

弁理士 重森 一輝

(74)代理人 100137213

弁理士 安藤 健司

(74)代理人 100143823

弁理士 市川 英彦

(74)代理人 230105223

弁護士 城山 康文

(72)発明者 フレイスナー, アーン

イギリス国、ケンブリッジシャー・シビー23・6ディーダブリュー、キャンボーン・ビジネス・パーク、ビルディング・2020、ケンブリッジ ディスプレイ テクノロジー リミテッド

審査官 市川 武宜

(56)参考文献 特開2007-294851(JP,A)

特開2000-232107(JP,A)

特開2006-156752(JP,A)

特開昭54-087646(JP,A)

特開2000-173980(JP,A)

特開平11-354517(JP,A)

特開2006-237402(JP,A)

特開平10-270712(JP,A)

特開2007-318024(JP,A)

特開2010-140980(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 3 6

G 0 9 F 9 / 0 0

G 0 9 F 9 / 3 0

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6

H 0 1 L 5 1 / 0 5