

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/105343 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053761
- (22) 国際出願日: 2011年2月22日(22.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-043486 2010年2月26日(26.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
22番22号 Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 水野 一七江
(MIZUNO Hinae) (発明者(死亡)の相続人).
- (72) 発明者: 水野 裕二 (MIZUNO Yuuji) (死亡).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 錦 博彦
(NISHIKI Hirohiko). 近間 義雅(CHIKAMA Yoshi-
masa). 会田 哲也(AITA Tetsuya). 鈴木 正彦
(SUZUKI Masahiko). 竹井 美智子 (TAKEI

Michiko). 中川 興史(NAKAGAWA Okifumi). 春本
祥征(HARUMOTO Yoshiyuki). 太田 純史(OHTA
Yoshifumi). 原 猛(HARA Takeshi).

(74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA Seiji); 〒5410041 大
阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大
阪証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務
所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

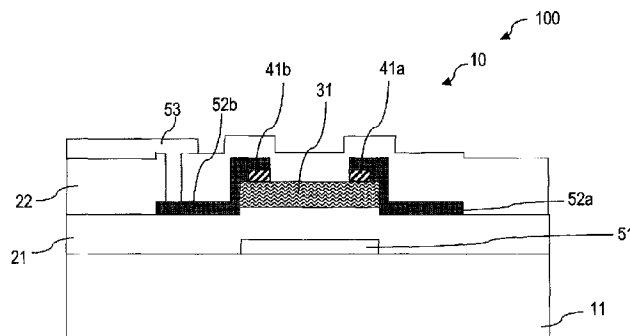
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置およびその製造方法ならびに表示装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a semiconductor device (100) which has: an oxide semiconductor layer (31), which is formed on an insulating layer (21), and which contains at least one element selected from among a group composed of In, Zn and Sn; a first sacrificial layer (41a) and a second sacrificial layer (41b), which are formed on the oxide semiconductor layer (31) by being spaced apart from each other; a second electrode (52a), which is formed in contact with the upper surface of the first sacrificial layer (41a) and the upper surface of the oxide semiconductor layer (31); and a third electrode (52b), which is formed in contact with the upper surface of the second sacrificial layer (41b) and the upper surface of the oxide semiconductor layer (31). Each of the first sacrificial layer (41a) and the second sacrificial layer (41b) contains an oxide containing at least one element selected from among a group composed of Zn, Ga, Mg, Ca and Sr.

(57) 要約: 本発明の半導体装置 (100) は、絶縁層 (21) 上に形成された In、Zn および Sn からなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物半導体層 (31) と、酸化物半導体層 (31) 上に互いに間隙をあけて形成された第1および第2犠牲層 (41a) および (41b) と、第1犠牲層 (41a) の上面および酸化物半導体層 (31) の上面に接触して形成された第2電極 (52a) と、第2犠牲層 (41b) の上面および酸化物半導体層 (31) の上面に接触して形成された第3電極 (52b) とを有する。第1および第2犠牲層 (41a) および (41b) は、Zn、Ga、Mg、Ca および Sr からなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物を含有する。

WO 2011/105343 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半導体装置およびその製造方法ならびに表示装置 技術分野

[0001] 本発明は、酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：TFT）を備える半導体装置およびその製造方法、ならびに表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、インジウム（In）、亜鉛（Zn）またはガリウム（Ga）などを有した酸化物半導体層を用いたTFTの開発が盛んに行われている（例えば特許文献1から3）。酸化物半導体層を用いたTFTは、移動度が高いという特性を有する。

[0003] しかしながら、ボトムゲート構造を有するTFTでは、ソース・ドレイン電極の形成のためのエッチング工程において、その下方にある酸化物半導体層がダメージを受けやすい。このため、TFTのチャネル領域として酸化物半導体層を用いると、TFT特性のゲート電圧－ドレイン電流特性において、ドレイン電流をゲート電圧で制御出来なくなる現象が起きる等の問題が生じ、安定したTFT特性を得ることが難しいという問題がある。

[0004] これに対し、例えば特許文献3には、酸化物半導体層のチャネル領域上に、チャネル領域を保護する絶縁層（以下、保護層という）を形成することが提案されている。これにより、例えばソース・ドレイン電極の形成のためのエッチング工程において生じる酸素欠損による酸化物半導体層のチャネル領域の低抵抗化が防止され、オフ電流の小さなTFT特性を実現できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-298062号公報

特許文献2：特開2009-253204号公報

特許文献3：特開2008-166716号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献3に記載されているTFTの製造方法によると、CVD (Chemical Vapor Deposition) または高周波スパッタ法 (RFースパッタ法) によって二酸化シリコン (SiO_2) または窒化シリコン (SiN_x) から保護層を形成している。従って、保護層の形成のスループットが小さい。また、保護層の形成のためにフォトリソが必要なのでフォトリソ数が増加し、製造コストが増大するという問題がある。
- [0007] 本発明は上記課題に鑑みたものであり、その目的は、酸化物半導体層を用いたTFTにおいて、製造工程数および製造コストの増大をおさえつつ、良好なTFT特性を安定して実現することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明による半導体装置は、絶縁基板と、前記絶縁基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成されたIn、ZnおよびSnからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物半導体層と、前記酸化物半導体層上に互いに間隙をあけて形成された第1および第2犠牲層と、前記第1犠牲層の上面および前記酸化物半導体層の上面に接触して形成された第2電極と、前記第2犠牲層の上面および前記酸化物半導体層の上面に接触して形成された第3電極と、を有し、前記第1および第2犠牲層は、Zn、Ga、Mg、CaおよびSrからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物を含有する。
- [0009] ある実施形態において、前記酸化物半導体層は、In、ZnおよびGaを含むアモルファス酸化物層である。
- [0010] ある実施形態において、前記第1および第2犠牲層は、酸化亜鉛を含む。
- [0011] ある実施形態において、前記第1および第2犠牲層は、アルカリ土類金属、遷移金属、Al等の土類金属、Sb、Bi等のVB族元素、及びGe、Sn、Pb等のIVB族元素を含む。
- [0012] ある実施形態において、前記第1および第2犠牲層は、導電層である。

- [0013] ある実施形態において、前記第 1 および第 2 犠牲層は、半導体層である。
- [0014] 本発明による表示装置は、上述の半導体装置を有する。
- [0015] 本発明による半導体装置の製造方法は、第 1 電極と前記第 1 電極上に絶縁層とが形成された絶縁基板を用意する工程 a と、前記絶縁層上に I_n 、 Z_n および S_n からなる群から選択される少なくとも 1 つの元素を含む酸化物半導体層を形成する工程 b と、前記酸化物半導体層の少なくともチャネル領域となる部分を覆う Z_n 、 Ga 、 Mg 、 Ca および Sr からなる群から選択される少なくとも 1 つの元素を含む酸化物を含有する犠牲層を形成する工程 c と、前記犠牲層上に導電膜を形成する工程 d と、前記導電膜をパターニングすることによってソース電極およびドレイン電極を形成する工程 e と、前記犠牲層のうち前記ソース電極および前記ドレイン電極に覆われていない部分を除去することによって前記ソース電極に接続された第 1 犠牲層と、前記ドレイン電極に接続された第 2 犠牲層とを形成する工程 f とを包含する。
- [0016] ある実施形態において、前記工程 b および c は、前記絶縁層上に酸化物半導体膜を形成する工程と、前記酸化物半導体膜上に酸化物膜を形成する工程と、前記酸化物膜のエッチングレートが前記酸化物半導体膜のエッチングレートより大きくなるような酸系のエッチング液を用いて、前記酸化物半導体膜および前記酸化物膜をウェットエッチングすることにより、前記酸化物半導体膜から前記酸化物半導体層、前記酸化物膜から前記犠牲層を形成する工程 z 1 とを包含する。
- [0017] ある実施形態において、前記工程 z 1 は、前記酸化物膜のエッチングレートが前記酸化物半導体膜のエッチングレートの 3 倍以上 20 倍以下である酸系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 z 2 を包含する。
- [0018] ある実施形態において、前記工程 b および c は、前記絶縁層上に酸化物半導体膜を形成する工程と、前記酸化物半導体膜上に酸化物膜を形成する工程と、ドライエッチングによって前記酸化物半導体膜および前記酸化物膜をエッチングすることにより、前記酸化物半導体膜から前記酸化物半導体層、前記酸化物膜から前記犠牲層を形成する工程 y 1 とを包含する。

- [0019] ある実施形態において、前記工程 f は、前記犠牲層のエッチングレートが前記酸化物半導体層のエッチングレートより大きくなるような酸系のエッチング液を用いて、前記犠牲層をウェットエッチングする工程 f 1 を包含する。
- [0020] ある実施形態において、前記工程 f 1 は、前記犠牲層のエッチングレートが前記酸化物半導体層のエッチングレートの 60 倍以上である酸系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 f 2 を包含する。
- [0021] ある実施形態において、前記工程 f は、アルカリ系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 f 3 を包含する。

発明の効果

- [0022] 本発明によると、酸化物半導体層を用いた T F T において、製造工程数および製造コストの増大をおさえつつ、良好な T F T 特性を安定して実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]本発明による実施形態における半導体装置 100 の模式的な断面図である。
- [図2] (a) ~ (c) は、半導体装置 100 の製造工程を説明する図である。
- [図3] (a) ~ (c) は、半導体装置 100 の製造工程を説明する図である。
- [図4] (a) および (b) は、半導体装置 100 の他の製造工程を説明する図である。
- [図5] (a) は、T F T 10 のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフであり、(b) は、島状犠牲層 40 を形成しないで製造された T F T のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0024] 図面を参照して本発明による実施形態における半導体装置およびその製造方法を説明する。ただし、本発明は例示する実施形態に限定されない。
- [0025] 図 1 は、本発明による実施形態の半導体装置 100 の模式的な断面図である。

- [0026] 図1に示すように、半導体装置100は、絶縁基板（例えばガラス基板）11上にTFT10を有する。TFT10は、第1電極（ゲート電極）51と、第1電極51上に形成された第1絶縁層（ゲート絶縁層）21と、第1絶縁層21上に形成された酸化物半導体層31とを備える。TFT10は、酸化物半導体層31上に互いに間隙をあけて形成された第1および第2犠牲層41aおよび41bを有する。さらに、TFT10は、第1犠牲層41aの上面および酸化物半導体層31の上面に接触して形成された第2電極（ソース電極）52aを有し、第2犠牲層41bの上面および酸化物半導体層31の上面に接触して形成された第3電極（ドレイン電極）52bとを有する。さらに、TFT10は、第2電極52aおよび第3電極52b上に第2絶縁層22を有し、第3電極52bに接続された画素電極53を有する。
- [0027] 第1絶縁層21は、例えば、二酸化シリコン（ SiO_2 ）または窒化シリコン（ SiN_x ）またはこれらの積層構造から形成されている。
- [0028] 酸化物半導体層31は、 In 、 Zn および Sn （スズ）からなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む。酸化物半導体層31は、例えば In 、 Ga および Zn の元素を含有するアモルファス金属酸化物半導体層（a-IGZO層）である。
- [0029] 第1犠牲層41aおよび第2犠牲層41b（あわせて「犠牲層41」という場合がある）は、 Zn 、 Ga 、 Mg （マグネシウム）、 Ca （カルシウム）および Sr （ストロンチウム）からなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物を含有する。犠牲層41は、例えば酸化亜鉛（ ZnO ）を含む。また、犠牲層41は、酸化亜鉛（ ZnO ）の他、例えば酸化ガリウム（ Ga_2O_3 ）、酸化マグネシウム（ MgO ）、酸化カルシウム（ CaO ）、酸化ストロンチウム（ SrO ）、または、これらにアルカリ土類金属若しくは遷移金属もしくは Al 等の土類金属、 Sb 、 Bi 等のVB族元素、及び Ge 、 Sn 、 Pb 等のIVB族元素がドーパされたもので形成され得る。犠牲層41は、ソース電極側およびドレイン電極側に分離するので導電層であってもよいし、絶縁層であってもよいし、半導体層であってもよい。

- [0030] 第1、第2および第3電極51、52aおよび52bは、例えばTi（チタン）／Al（アルミ）／Ti、Al／Ti、または、Cu（銅）／Tiの積層構造を有する。第2絶縁層22は、例えば二酸化シリコンまたは窒化シリコンである。画素電極53は、例えばITO（Indium Tin Oxide）の透明電極である。
- [0031] 半導体装置100は、例えば液晶表示装置や有機EL（Electro Luminescence）表示装置などの表示装置に用いられる。
- [0032] 次に、図2および図3を参照して、TFT10の製造方法を具体的に説明する。
- [0033] 図2（a）に示すように、絶縁基板（例えばガラス基板）11に第1電極（ゲート電極）51を形成する。第1電極（ゲート電極）51は、例えば、Ti（チタン）／Al（アルミ）／Ti、Al／Ti、または、Cu（銅）／Tiの積層構造を有する。第1電極51の厚さは、例えば200nm～600nmである。
- [0034] 図2（b）に示すように、第1電極51上に第1絶縁層（ゲート絶縁層）21を形成する。第1絶縁層21は、例えば、二酸化シリコンまたは窒化シリコンから形成され得る。第1絶縁層21の厚さは、例えば10nm～500nmである。
- [0035] 次に、酸化物半導体膜（例えばa-IGZO膜）30および酸化物膜（例えば酸化亜鉛膜）39をDCスパッタ法（直流スパッタ法）により成膜し、フォトリソグラフィによってフォトレジスト61を形成する。酸化物半導体膜30の厚さは、例えば10nm～100nmである。酸化物膜39の厚さは、例えば、20nm以上100nm以下が好ましく、40nm以上あれば酸化膜39の結晶が下部酸化物半導体を空隙無く覆えること、及び生産性の観点から40nm以上70nm以下がより好ましい。フォトレジスト61を裏面露光で形成するとフォトマスクを使用しないので製造コストが削減され得る。
- [0036] この後、酸化物半導体膜30および酸化物膜39をパターニングする。パ

ターニングは、ウェットエッチングまたはドライエッチングによって行われる。

[0037] ウェットエッチングで酸化物半導体膜 30 および酸化物膜 39 をパターンニングする方法を述べる。

[0038] 図 2 (c) に示すように、酸系のエッチング液 E1 を用いたウェットエッチングによって酸化物半導体層 31 および島状犠牲層 40 が形成される。島状犠牲層 40 は、選択比の違いによって、酸化物半導体層 31 より中に押し込まれたような形状を有する。すなわち、基板の上方から見て島状犠牲層 40 は酸化物半導体層 31 の内側に位置する。酸化物半導体層 31 の表面に、後述する第 2 電極 (ソース電極) 52a と酸化物半導体層 31 とが接触する領域 A1、および、第 3 電極 (ドレイン電極) 52b と酸化物半導体層 31 とが接触する領域 A2 が形成される。酸系のエッチング液 E1 は、酸化物膜 39 のエッチングレートが酸化物半導体膜 30 のエッチングレートより大きい酸系のエッチング液が好ましく、酸化物膜 39 のエッチングレートが酸化物半導体膜 30 のエッチングレートの 3 倍以上 20 倍以下であることがより好ましい。酸化物膜 39 のエッチングレートが酸化物半導体膜 30 のエッチングレートの 3 倍以上 20 倍以下であるエッチング液を用いることにより、十分な面積を有する領域 A1 および A2 をより確実に得られる。領域 A1 と A2 との距離は $5\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下とすれば良い。これは、第 2 電極 (ソース電極) 52a と酸化物半導体層 31 とのオーバーラップを予め適当に取ることにより実現できる。具体的には、酸系のエッチング液 E1 は、後述する例えば、リン酸 (H_3PO_4) を主成分とする 5% (体積濃度) 以下の混酸 (例えばリン酸 (H_3PO_4)、酢酸 (CH_3COOH) および硝酸 (HNO_3) を有する酸) 水溶液、5% (体積濃度) のシュウ酸 ($(\text{COOH})_2$) 水溶液、酢酸水溶液または塩酸 (HCl) 水溶液であってもよい。

[0039] その後フォトレジスト 61 は除去される。

[0040] 次に、図 3 (a) に示すように、島状犠牲層 40 上に導電膜 (図示されていない) を形成する。続いて導電膜を例えばドライエッチングによりパター

ニングし、第2電極52aおよび第3電極52bを形成する。この時、ドライエッチングによる酸化物半導体層31へのダメージを島状犠牲層40により防ぐことができ、酸化物半導体層31のチャネル領域の低抵抗化を防ぐことができる。

[0041] 次に、図3(b)に示すように、酸系のエッチング液E2、または、アルカリ系のエッチング液E3により、島状犠牲層40のうち第2電極52aおよび第3電極52bに覆われていない部分をウェットエッチングによって除去し、第1犠牲層41aおよび第2犠牲層41bを形成する。これにより、第1犠牲層41aおよび第2犠牲層41bを分離するとともに、酸化物半導体層31のうち第1犠牲層41aと第2犠牲層41bとの間に位置する部分が露出する。

[0042] 酸系のエッチング液E2は、島状犠牲層（犠牲層41）40のエッチングレートが酸化物半導体層31のエッチングレートより大きい酸系のエッチング液が好ましく、島状犠牲層40のエッチングレートが酸化物半導体層31のエッチングレートの60倍以上である酸系のエッチング液がより好ましい。島状犠牲層40のエッチングレートが酸化物半導体層31のエッチングレートの60倍以上である酸系のエッチング液を用いることにより、島状犠牲層40をエッチングして第1犠牲層41aおよび第2犠牲層41bを形成し、同時に酸化物半導体層31がエッチングされるのを最小限に留めることができる。従って、エッチングレートの差は大きいほどより好ましく、上限値は、特に限定されるものではなく、エッチング処理時間などを考慮して適宜決めればよい。具体的に、酸系のエッチング液E2は、例えば後述する0.2%（体積濃度）の硝酸（ HNO_3 ）水溶液であってもよい。酸系のエッチング液E2を用いた場合、酸化物半導体層31の一部も若干エッチングされる場合があるのでエッチング処理時間を制御し、十分な厚さを有する酸化物半導体層31が残るようにする。アルカリ系のエッチング液E3として、例えばアンモニア（ NH_3 ）およびアンモニア水溶液、2-アミノエタノール水溶液、2.38%（体積比率）の水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH

）水溶液、水酸化ナトリウム（ NaOH ）水溶液または水酸化カリウム（ KOH ）水溶液が好ましい。島状犠牲層 40（犠牲層 41）はアルカリ系のエッチング液 E3 には溶解するが、酸化物半導体層 31 はアルカリ系のエッチング液 E3 にはほとんど溶解しない。

[0043] 次に、図 3（c）に示すように、公知の方法で第 2 絶縁層（パシベーション層）22 を形成する。その後、公知の方法でド레인電極 52b へのコンタクトホールを形成する。その後、図 1 に示すように公知の方法で例えば ITO 等の透明電極により画素電極 53 を形成する。第 2 絶縁層 22 は、例えば二酸化シリコンや窒化シリコンの無機材料、または、例えばアクリル樹脂の有機材料、若しくはこれらを組み合わせて形成され得る。第 2 絶縁層 22 の厚さは、例えば 600 nm ～ 1000 nm である。画素電極 53 の厚さは、例えば 50 nm ～ 200 nm である。

[0044] 上記の方法では、酸化物半導体膜 30 および酸化物膜 39 のパターニングをウェットエッチングで行ったが、ドライエッチングによって行うこともできる。図 4（a）および（b）は、酸化物半導体膜 30 および酸化物膜 39 のパターニングをドライエッチングで行った場合の製造工程を説明する模式的な断面図である。なお、簡単のため、図 2 および図 3 と同様の構成要素には同じ参照符号を付し、重複する説明を避ける。

[0045] 上述したように、図 2（b）に示した酸化物半導体膜 30、酸化物膜 39 およびフォトレジスト 61 を形成した後、図 4（a）に示すように、酸化物半導体膜 30 および酸化物膜 39 に対して同時にドライエッチングを行い、酸化物半導体層 31 および島状犠牲層 40' を得る。ドライエッチングには、例えば、アルゴン（ Ar ）およびメタン（ CH_4 ）、アルゴンおよび四フッ化炭素（ CF_4 ）、または、四フッ化炭素および酸素（ O_2 ）を用いることができる。上述のウェットエッチング処理とは異なり、島状犠牲層 40' は、酸化物半導体層 31 と略同じ平面形状を有する。なお、ドライエッチングを行う場合でもフォトレジスト 61 の形状により、図 2（c）に示したように酸化物半導体層 31 よりひと回り小さい平面形状を有する島状犠牲層 40 を

形成することもできる。その後フォトリソスト61は除去される。

[0046] 次に、上述した製造工程を経て、図4(b)に示すTF T10'が得られる。TF T10'は、酸化物半導体層31上に互いに間隙をあけて形成された第1犠牲層41a'および第2犠牲層41b'を有する。TF T10'は、TF T10とは異なり、酸化物半導体層31の側面で第2電極(ソース電極)52aおよび第3電極(ドレイン電極)52bと接続している構造を有する。

[0047] 第1犠牲層41a'および第2犠牲層41b'(あわせて「犠牲層41'」という場合がある)は、上述の犠牲層41と同じ材料から形成され得る。

[0048] 特に犠牲層41が絶縁層または半導体層の場合、TF Tは、第2電極(ソース電極)52aおよび第3電極(ドレイン電極)52bと、酸化物半導体層31の側面のみではなく領域A1およびA2とでも接触するので、TF T10'よりTF T10の方が好ましい。

[0049] 犠牲層41(41')は、例えば酸化亜鉛から形成される。酸化亜鉛は両性酸化物であり、容易に酸およびアルカリに溶解するのでウェットエッチングにより処理ができる。酸化亜鉛は、アモルファス酸化物と同じくDCスパッタ法によって形成でき、成膜レートも大きい。従って、CVD法またはRFスパッタ法によらないで成膜できるので、酸化物半導体膜30および酸化物膜39の連続成膜が可能となり、例えば二酸化シリコンから犠牲層41(41')を形成するよりもスループットが大きい。また、酸化亜鉛の他、例えば上述の酸化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、または、これらにアルカリ土類金属若しくは遷移金属もしくはAl等の土類金属、Sb、Bi等のVB族元素、及びGe、Sn、Pb等のIVB族元素がドーパされたものも同様にDCスパッタ法によって形成できる。酸化物半導体層31および島状犠牲層40(40')は、図示されていない半導体装置のソースバスラインとゲートバスラインが交差する領域に形成されてもよい。

[0050] 次に、上記方法で使用するエッチング液E1~E3について説明する。

- [0051] 本発明者は、各エッチング液E1～E3に対する酸化物半導体層31および島状犠牲層40（40'）のエッチングレートを調べた。
- [0052] 酸化物半導体層31の材料はa-IGZO、犠牲層41（41'）の材料は酸化亜鉛とした。
- [0053] 酸系のエッチング液E1として、例えば液温25℃の5%（体積濃度）のシュウ酸（ $(\text{COOH})_2$ ）水溶液を用いてウェットエッチング処理をした場合、酸化物半導体層31のエッチングレートは、60nm/minであった。一方、犠牲層41（41'）のエッチングレートは、300nm/minであった。従って、犠牲層41（41'）のエッチングレートは酸化物半導体層31のエッチングレートの5倍である。同様に、例えば液温25℃のリン酸（ H_3PO_4 ）を主成分とする5%（体積濃度）以下の混酸（例えば、リン酸（ H_3PO_4 ）、酢酸（ CH_3COOH ）および硝酸（ HNO_3 ）を有する酸）水溶液を用いてウェットエッチング処理をした場合、酸化物半導体層31のエッチングレートは、75nm/minであった。一方、犠牲層41（41'）のエッチングレートは、500nm/minであった。従って、犠牲層41（41'）のエッチングレートは酸化物半導体層31のエッチングレートの6.66倍である。
- [0054] 酸系のエッチング液E2として、例えば液温25℃の0.5%（体積濃度）の硝酸（ HNO_3 ）水溶液を用いてウェットエッチング処理をした場合、酸化物半導体層31のエッチングレートは、5nm/minであった。一方、犠牲層41（41'）のエッチングレートは、300nm/minであった。従って、犠牲層41（41'）のエッチングレートは酸化物半導体層31のエッチングレートの60倍である。
- [0055] アルカリ系のエッチング液E3として、例えば2.38%（体積比率）の水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液とした場合、酸化物半導体層31は、溶解しなかった。一方、犠牲層41（41'）のエッチングレートは、5nm/min以下であった。
- [0056] エッチング液E1～E3が好適に使用されることを確認できた。

[0057] 次に、TFT10（または、TFT10'）のTFT特性について説明する。

[0058] 図5（a）は、TFT10（または、TFT10'）のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフであり、図5（b）は、島状犠牲層40（40'）を形成しないで製造されたTFTのゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフである。

[0059] 図5（a）に示すように、TFT10（または、TFT10'）は、良好なON/OFF特性を有し、閾値電圧（ V_{th} ）を所望の範囲に制御することができる。

[0060] 上述したように第2電極52aおよび第3電極52bは、フッ素または塩素等のハロゲンガスを用いたドライエッチングによって形成される。従って、島状犠牲層40を形成しない場合、酸化物半導体層31の一部がドライエッチングのガス中に暴露される。その際、酸化物半導体層31のチャネル領域にもダメージが加わりTFT特性は悪化する（図5（b））。これは、プラズマ状態のハロゲンガス中に酸化物半導体層31のチャネル領域が暴露されることによって、酸化物半導体層31が有するアモルファス金属酸化物から例えば酸素の離脱が生じ、チャネル領域の低抵抗化によってオフ電流が大きくなったからと考えられる。

[0061] 酸化物半導体層31の少なくともチャネル領域上に島状犠牲層40を形成し、この状態で第2電極52aおよび第3電極52bを形成するためのドライエッチングを行う。これにより、チャネル領域が直接エッチング雰囲気（例えばプラズマ種、高速中性子または2次電子）に暴露されることなく、チャネル領域中に過剰なキャリアの発生を防ぐことができるので良好なトランジスタ特性を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0062] 本発明の適用範囲は極めて広く、TFTを備えた半導体装置、あるいは、そのような半導体装置を有するあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置や有機EL表示装

置に用いることができる。このような表示装置は、例えば携帯電話や携帯ゲーム機の表示画面や、デジタルカメラのモニター等に利用され得る。従って、液晶表示装置や有機ＥＬ表示装置が組み込まれた電子機器全てに本発明を適用できる。

符号の説明

[0063]	1 0	T F T	
	1 1	絶縁基板	
	2 1、2 2	絶縁層	
	3 1	酸化物半導体層	
	4 1、4 1 a、4 1 b、4 1'、4 1 a'、4 1 b'	犠牲層	
	5 1	ゲート電極	
	5 2 a	ソース電極	
	5 2 b	ドレイン電極	
	5 3	画素電極	
	1 0 0	半導体装置	

請求の範囲

- [請求項1] 絶縁基板と、
前記絶縁基板上に形成された第1電極と、
前記第1電極上に形成された絶縁層と、
前記絶縁層上に形成されたIn、ZnおよびSnからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物半導体層と、
前記酸化物半導体層上に互いに間隙をあけて形成された第1および第2犠牲層と、
前記第1犠牲層の上面および前記酸化物半導体層の上面に接触して形成された第2電極と、
前記第2犠牲層の上面および前記酸化物半導体層の上面に接触して形成された第3電極と、を有し、
前記第1および第2犠牲層は、Zn、Ga、Mg、CaおよびSrからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む酸化物を含有する、半導体装置。
- [請求項2] 前記酸化物半導体層は、In、ZnおよびGaを含むアモルファス酸化物層である請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記第1および第2犠牲層は、酸化亜鉛を含む請求項1または2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記第1および第2犠牲層は、アルカリ土類金属、遷移金属、土類金属、VB族元素、または、IVB族元素を含む請求項1から3のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記第1および第2犠牲層は、導電層である請求項1から4のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記第1および第2犠牲層は、半導体層である請求項1から4のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれかに記載の半導体装置を有する表示装置。
- [請求項8] 第1電極と前記第1電極上に絶縁層とが形成された絶縁基板を用意

する工程 a と、

前記絶縁層上に I n、Z n および S n からなる群から選択される少なくとも 1 つの元素を含む酸化物半導体層を形成する工程 b と、

前記酸化物半導体層の少なくともチャネル領域となる部分を覆う Z n、G a、M g、C a および S r からなる群から選択される少なくとも 1 つの元素を含む酸化物を含有する犠牲層を形成する工程 c と、

前記犠牲層上に導電膜を形成する工程 d と、

前記導電膜をパターニングすることによってソース電極およびドレイン電極を形成する工程 e と、

前記犠牲層のうち前記ソース電極および前記ドレイン電極に覆われていない部分を除去することによって前記ソース電極に接続された第 1 犠牲層と、前記ドレイン電極に接続された第 2 犠牲層とを形成する工程 f とを包含する半導体装置の製造方法。

[請求項 9] 前記工程 b および c は、前記絶縁層上に酸化物半導体膜を形成する工程と、

前記酸化物半導体膜上に酸化物膜を形成する工程と、

前記酸化物膜のエッチングレートが前記酸化物半導体膜のエッチングレートより大きくなるような酸系のエッチング液を用いて、前記酸化物半導体膜および前記酸化物膜をウェットエッチングすることにより、前記酸化物半導体膜から前記酸化物半導体層、前記酸化物膜から前記犠牲層を形成する工程 z 1 とを包含する請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項 10] 前記工程 z 1 は、前記酸化物膜のエッチングレートが前記酸化物半導体膜のエッチングレートの 3 倍以上 20 倍以下である酸系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 z 2 を包含する請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項 11] 前記工程 b および c は、前記絶縁層上に酸化物半導体膜を形成する工程と、

前記酸化物半導体膜上に酸化物膜を形成する工程と、

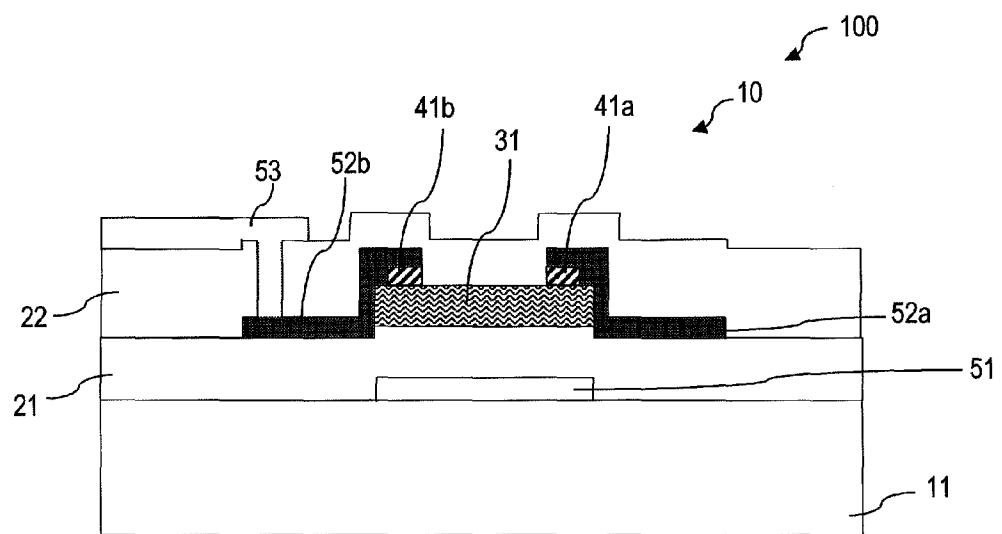
ドライエッチングによって前記酸化物半導体膜および前記酸化物膜をエッチングすることにより、前記酸化物半導体膜から前記酸化物半導体層、前記酸化物膜から前記犠牲層を形成する工程 y 1 とを包含する請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項12] 前記工程 f は、前記犠牲層のエッチングレートが前記酸化物半導体層のエッチングレートより大きくなるような酸系のエッチング液を用いて、前記犠牲層をウェットエッチングする工程 f 1 を包含する請求項 8 から 11 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[請求項13] 前記工程 f 1 は、前記犠牲層のエッチングレートが前記酸化物半導体層のエッチングレートの 60 倍以上である酸系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 f 2 を包含する請求項 12 に記載の半導体装置の製造方法。

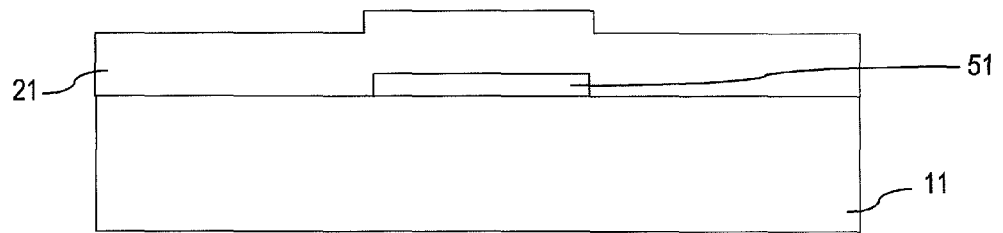
[請求項14] 前記工程 f は、アルカリ系のエッチング液を用いてウェットエッチングする工程 f 3 を包含する請求項 8 から 13 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[図1]

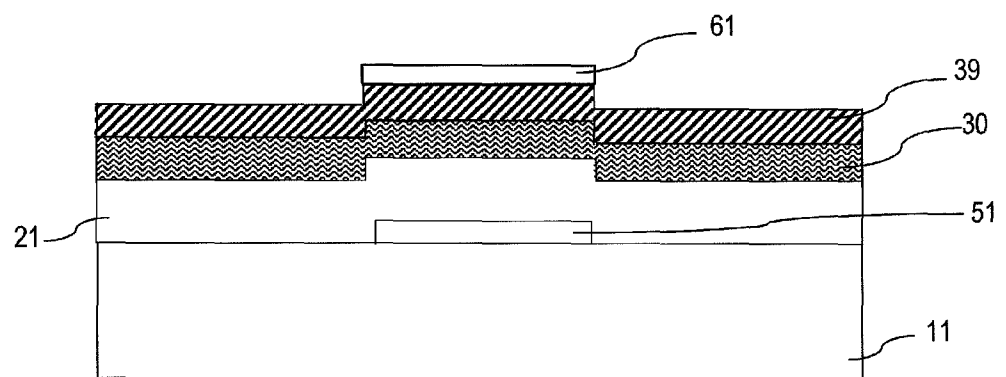


[図2]

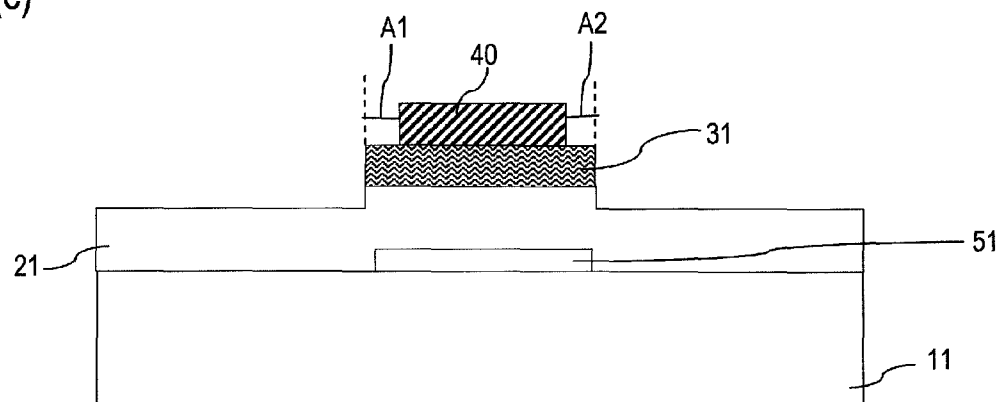
(a)



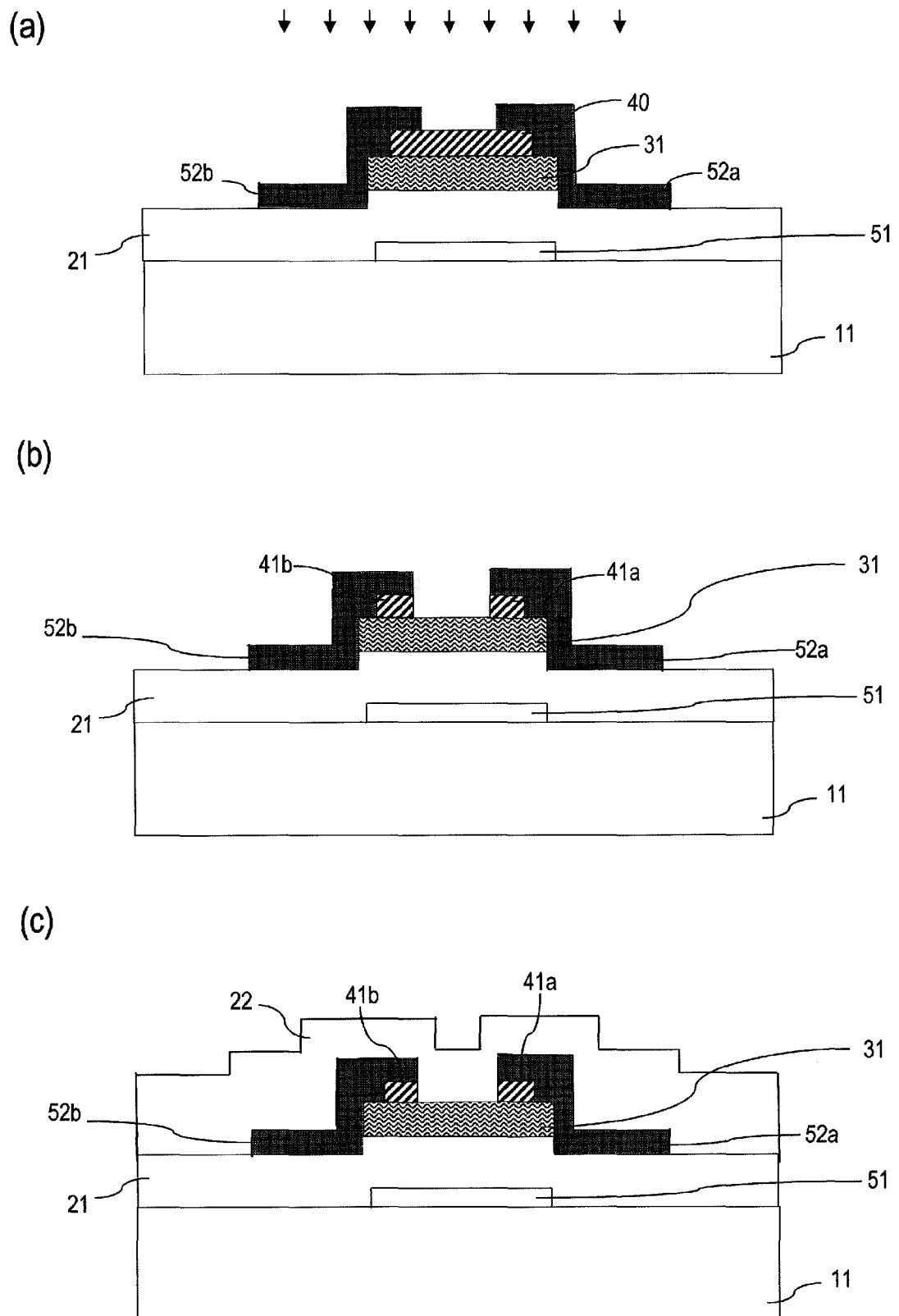
(b)



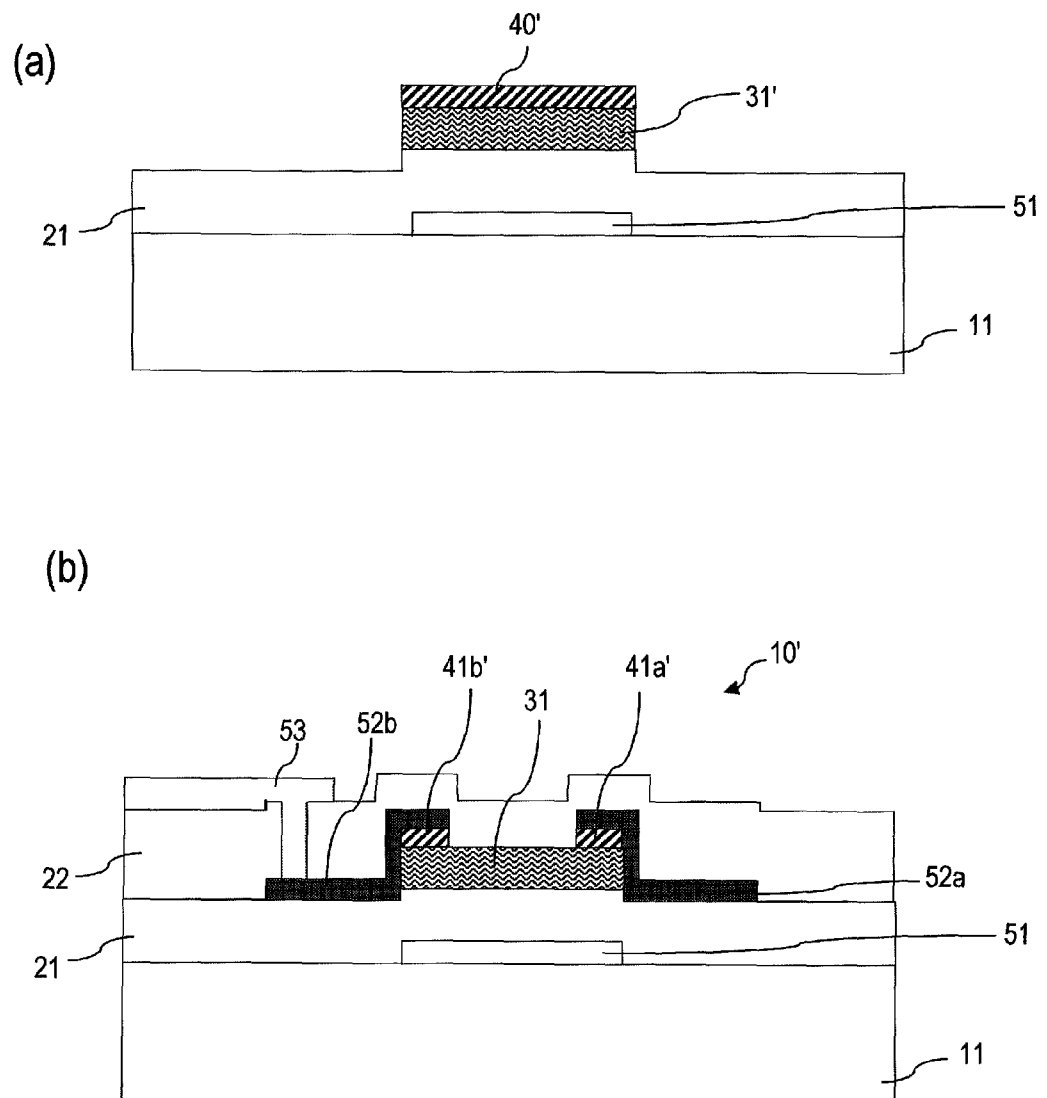
(c)



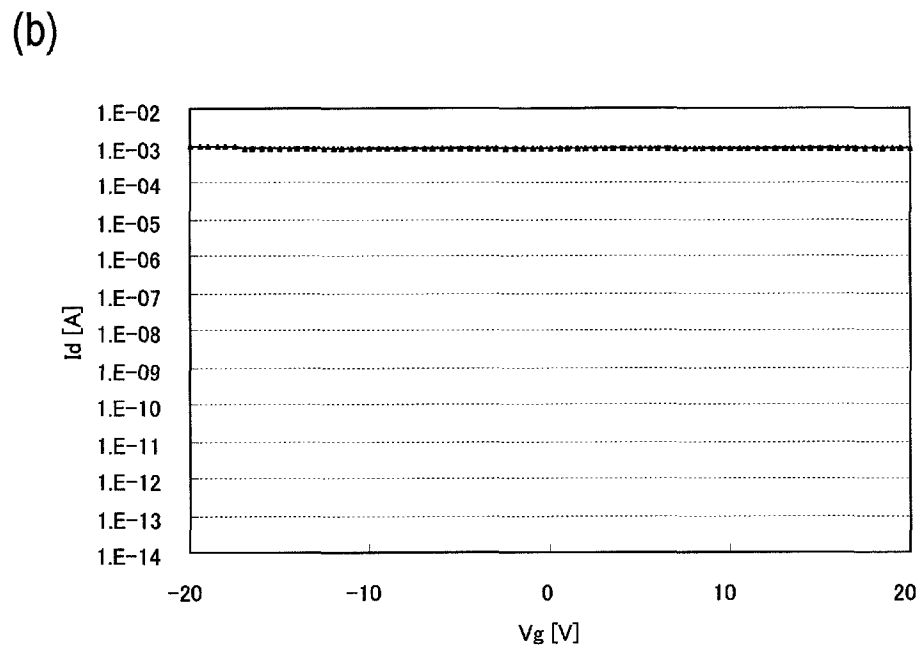
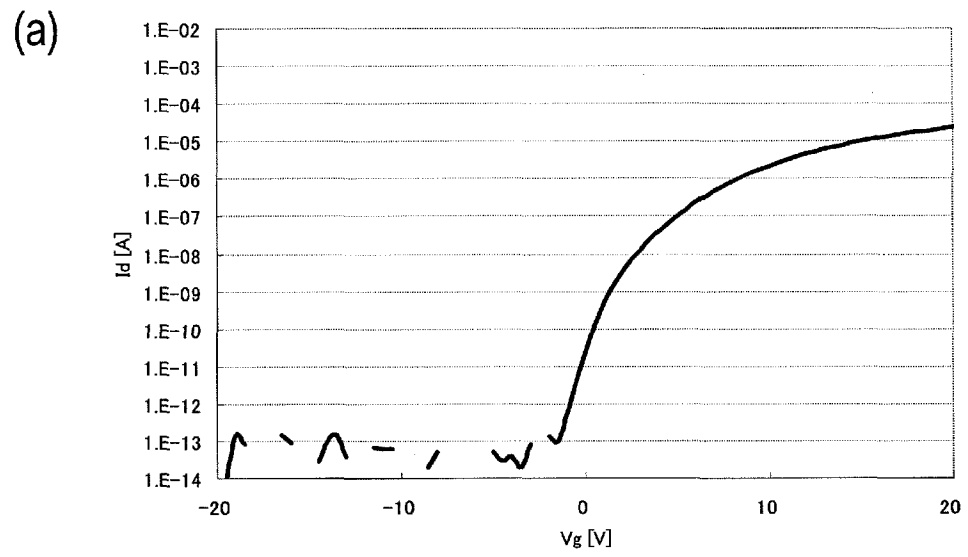
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01) i, H01L21/336(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L29/786, H01L21/336

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-253204 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0015] to [0058]; fig. 6 (Family: none)	1-14
Y	JP 2009-290223 A (LG Display Co., Ltd.), 10 December 2009 (10.12.2009), paragraphs [0007] to [0013]; fig. 1 to 2 & US 5905274 A & GB 2322968 A & DE 19808989 A & FR 2761808 A & KR 10-0248123 B1	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 May, 2011 (24.05.11)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2011 (07.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053761

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-041695 A (Canon Inc.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0012] to [0071]; fig. 1 to 15 & US 2009/0149030 A1 & EP 2050144 A & WO 2008/015944 A1 & KR 10-2009-0042831 A & CN 101496183 A	1-7, 9, 10, 12, 13
Y	JP 2010-032765 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraph [0020] (Family: none)	5
Y	JP 2010-003820 A (Fujifilm Corp.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraph [0048]; fig. 4 (Family: none)	11
Y	JP 2008-141113 A (Canon Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraphs [0012] to [0086]; fig. 1 to 7 & US 2010/0035378 A & EP 2100326 A & WO 2008/069057 A2 & DE 602007009424 D & KR 10-2009-0085699 A & CN 101548367 A & AT 482467 T	14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01L29/786(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L29/786, H01L21/336

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-253204 A (出光興産株式会社) 2009.10.29, 段落 0015-0058, 図 6 (ファミリーなし)	1-14
Y	JP 2009-290223 A (エルジー ディスプレイ カンパニー リミテ ッド) 2009.12.10, 段落 0007-0013, 図 1-2 & US 5905274 A & GB 2322968 A & DE 19808989 A & FR 2761808 A & KR 10-0248123 B1	1-14

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
2 4 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日
0 7 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）	4 M	4 6 6 5
柴山 将隆		
電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-041695 A (キヤノン株式会社) 2008.02.21, 段落 0012-0071, 図 1-15 & US 2009/0149030 A1 & EP 2050144 A & WO 2008/015944 A1 & KR 10-2009-0042831 A & CN 101496183 A	1-7, 9, 10, 12, 13
Y	JP 2010-032765 A (三菱電機株式会社) 2010.02.12, 段落 0020 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2010-003820 A (富士フイルム株式会社) 2010.01.07, 段落 0048, 図 4 (ファミリーなし)	11
Y	JP 2008-141113 A (キヤノン株式会社) 2008.06.19, 段落 0012-0086, 図 1-7 & US 2010/0035378 A & EP 2100326 A & WO 2008/069057 A2 & DE 602007009424 D & KR 10-2009-0085699 A & CN 101548367 A & AT 482467 T	14