

(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
2015 年 8 月 6 日(06.08.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/114870 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/00 (2006.01) H01L 29/41 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/073376
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 4 日(04.09.2014)
- (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 2014-013000 2014 年 1 月 28 日(28.01.2014) JP
- (71) 出願人: 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 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 中野 文樹(NAKANO Fumiki).
- (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 1 6 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

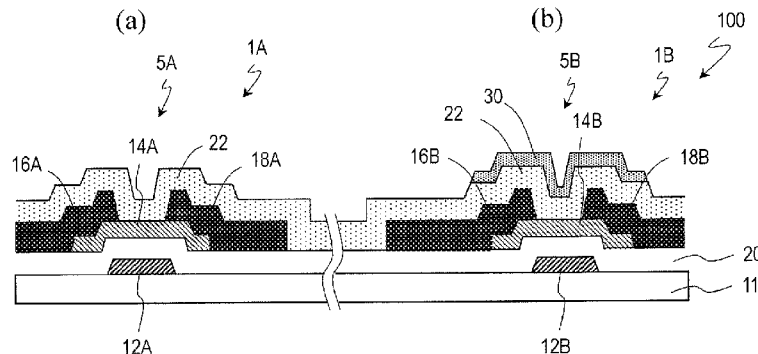
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: GAS SENSOR

(54) 発明の名称: ガスセンサ



(57) Abstract: A gas sensor (100) has: a detection element (1A) including a first TFT (5A); and a detection circuit section (1B) including a second TFT (5B). The first TFT (5A) is provided with: a gate electrode (12A); a gate insulating layer (20); an oxide semiconductor layer (5A) overlapping the gate electrode; and a source electrode (16A) and a drain electrode (18A), which are provided to face each other with a channel section of the oxide semiconductor layer therebetween. The second TFT (5B) is provided with: semiconductor layers (14B, 15B); a gate electrode (12B) overlapping the semiconductor layer in a state of being insulated from the semiconductor layer; and a source electrode (16B) and a drain electrode (18B), which are provided to face each other with a channel section of the semiconductor layer therebetween. A protective insulating layer (22) is provided as an upper layer of the oxide semiconductor layer of the second TFT (5B), and which does not cover the oxide semiconductor layer of the first TFT (5A).

(57) 要約: ガスセンサ (100) は、第1のTFT (5A) を含む検知素子 (1A) と、第2のTFT (5B) を含む検出回路部 (1B) とを有し、第1のTFT (5A) は、ゲート電極 (12A) と、ゲート絶縁層 (20) と、ゲート電極と重なる酸化物半導体層 (5A) と、酸化物半導体層のチャネル部を空けて対向するように設けられたソース電極 (16A) およびドレイン電極 (18A) とを備え、第2のTFT (5B) は、半導体層 (14B、15B) と、半導体層と絶縁された状態で半導体層と重なるゲート電極 (12B) と、半導体層のチャネル部を空けて対向するように設けられたソース電極 (16B) およびドレイン電極 (18B) とを備え、酸化物半導体層の上層には保護絶縁層 (22) が設けられ、第2のTFT (5B) の半導体層の少なくともチャネル部を覆い第1のTFT (5A) の酸化物半導体層を覆わない導電層 (30) が配置されている。

WO 2015/114870 A1

明 細 書

発明の名称： ガスセンサ

技術分野

[0001] 本発明はガスセンサに関し、特に、酸化物半導体層を用いて構成されたガスセンサに関する。

背景技術

[0002] ガス漏れ警報器やアルコール検知器などの、雰囲気中に含まれる種々のガスを検知する装置においてガスセンサが用いられている。ガスセンサとしては、例えば、酸化スズ (SnO_2) などの金属酸化物半導体を用いて検知素子が形成された半導体式ガスセンサが知られている。半導体式ガスセンサは、例えば、ガスの吸着によって生じる金属酸化物半導体の電気抵抗の変化から一酸化炭素や水素などの還元性ガスを検出できるように構成されている。

[0003] 一般にガスセンサは、検出対象であるガス（以下、検出ガスと呼ぶことがある）の有無により電気的特性が変化するように構成された検知部と、検知部における電気的特性の変化を電気信号として出力するように構成された回路部とを備えている。

[0004] 特許文献1には、ガスセンサの1つとして、周囲の大気中の水分（水蒸気）を検出する湿度センサが開示されている。このガスセンサにおいて、検知部と回路部とは、いずれも酸化物半導体層を活性層とする薄膜トランジスタ（以下、酸化物半導体TFETと呼ぶ）を用いて構成されている。酸化物半導体TFETは、例えば、 In-Ga-Zn-O （インジウム、ガリウム、亜鉛から構成される酸化物）などの酸化物半導体層を含む。

[0005] また、上記の検知部および回路部は、同一基板上に設けられている。検知部の検知素子は、雰囲気と直接接するように配置された酸化物半導体TFETによって構成されている。一方、回路部は、ガスバリア性を有する膜によって覆われた酸化物半導体TFETによって構成されている。

[0006] このような酸化物半導体TFETを用いて構成されるガスセンサは、従来の

酸化物半導体 T F T 製造プロセスを利用して、同一基板上に検知素子と検出回路とを形成することができる。このため、製造コストを抑えつつ小型で高性能なガスセンサを提供することができる。

[0007] なお、酸化物半導体 T F T は、表示装置を駆動するためのアクティブ素子としての利用が近年進められている。酸化物半導体 T F T は、オン電流や移動度が高く、オフリークが小さいという良好な素子特性を有し、また、従来のアモルファスシリコン T F T と同様の比較的簡易なプロセスによって形成できる。このため、製造コストを抑えつつ作製できる高性能な素子として、様々なデバイスへの採用が検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 1 8 1 6 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 上記の特許文献 1 に記載のガスセンサでは、検出回路を構成する酸化物半導体層のみが、ガスバリア性を有する保護絶縁層によって覆われており、検知素子を構成する酸化物半導体層の上には保護絶縁層が設けられていない。特許文献 1 では、検知素子を構成する T F T の酸化物半導体層が雰囲気と接し電気的特性が変化することによって検出ガスを検知し、また、検出回路を構成する T F T の酸化物半導体層がガスバリア性を有する膜で覆われているのでガスの影響を受けることなく信頼性に優れた検出回路を提供できると説明されている。

[0010] しかし、本発明者の検討の結果、酸化物半導体 T F T がガスバリア性を有する保護膜で覆われている場合にも、検出ガスの有無によって T F T の特性が変動し得ることがわかった。この場合、検出回路の動作不良が生じる可能性があり、ガスセンサとしての機能を損なうおそれがある。

[0011] 本発明は、上記課題を解決するために為されたものであり、比較的容易に

作製することができ、動作安定性が良好なガスセンサを提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の実施形態によるガスセンサは、基板上に設けられた第1のTFETを含む検知素子と、前記基板上に設けられた第2のTFETを含み前記検知素子と接続されている検出回路部とを有し、前記第1のTFETの特性変化に基づいて雰囲気ガスを検知するように構成されているガスセンサであって、前記第1のTFETは、ゲート電極と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁層と、前記ゲート絶縁層上において前記ゲート電極と少なくとも部分的に重なるように設けられた酸化物半導体層と、前記酸化物半導体層のチャネル部に対応する間隙を空けて対向するように設けられたソース電極およびドレイン電極とを備え、前記第2のTFETは、半導体層と、前記半導体層と絶縁された状態で、前記半導体層と少なくとも部分的に重なるように設けられたゲート電極と、前記半導体層のチャネル部に対応する間隙を空けて対向するように設けられたソース電極およびドレイン電極とを備え、前記第1のTFETの前記酸化物半導体層の上層において、少なくとも前記酸化物半導体層のチャネル部を覆うように保護絶縁層が設けられ、前記第2のTFETの前記半導体層と絶縁された状態で前記半導体層の少なくともチャネル部を覆い、かつ、前記第1のTFETの前記酸化物半導体層のチャネル部を覆わないように導電層が配置されている。

[0013] ある実施形態において、前記第2のTFETの前記ゲート電極は、前記第1のTFETの前記ゲート電極と同層に設けられたゲート電極であり、前記第2のTFETの前記半導体層は、前記第1のTFETの前記酸化物半導体層と同層に設けられており、かつ、前記酸化物半導体層を覆う前記保護絶縁層によって覆われており、前記導電層は、前記半導体層および前記保護絶縁層の上方に設けられた、前記第2のTFETの前記ゲート電極とは異なる導電層である。

[0014] ある実施形態において、前記酸化物半導体層および前記半導体層は、それ

それぞれのソース電極およびドレイン電極に上面で接している。

[0015] ある実施形態において、前記酸化物半導体層および前記半導体層は、それぞれのソース電極およびドレイン電極に下面で接している。

[0016] ある実施形態において、前記第1のTFTおよび前記第2のTFTは、それぞれ、前記酸化物半導体層および／または前記半導体層と、前記保護絶縁層との間に介在された追加的な保護層を備える。

[0017] ある実施形態において、前記半導体層は酸化物半導体である。

[0018] ある実施形態において、前記酸化物半導体層および／または前記半導体層は、In、GaおよびZnからなる群から選択された少なくとも1つの元素を含む。

[0019] ある実施形態において、前記酸化物半導体層および／または前記半導体層は、In-Ga-Zn-O系半導体を含む。

[0020] ある実施形態において、前記In-Ga-Zn-O系半導体は結晶質部分を含む。

[0021] ある実施形態において、前記半導体層はポリシリコンである。

[0022] ある実施形態において、前記保護絶縁層は無機絶縁層である。

[0023] ある実施形態において、前記保護絶縁層の厚さは10nm以上1000nm以下である。

[0024] ある実施形態において、前記保護絶縁層は有機絶縁層である。

発明の効果

[0025] 本発明の実施形態によれば、動作が安定したガスセンサを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]比較例のガスセンサを示す断面図であり、(a)は検知素子、(b)は検出回路部を示す。

[図2]比較例のガスセンサにおける素子特性の変動を示す図であり、(a)は検知素子、(b)は検出回路部における特性変動をそれぞれ示す。

[図3]本発明の実施形態1によるガスセンサを示す断面図であり、(a)は検

知素子、（b）は検出回路部を示す。

[図4]実施形態1のガスセンサにおける素子特性の変動を示す図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部における特性変動をそれぞれ示す。

[図5]ガスセンサの構成の一例を示す回路図である。

[図6]本発明の実施形態2によるガスセンサを示す断面図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部を示す。

[図7]実施形態2のガスセンサにおける素子特性の変動を示す図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部における特性変動をそれぞれ示す。

[図8]本発明の実施形態3によるガスセンサを示す断面図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部を示す。

[図9]実施形態3のガスセンサにおける素子特性の変動を示す図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部における特性変動をそれぞれ示す。

[図10]実施形態4のガスセンサを示す断面図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部を示す。

[図11]実施形態4のガスセンサの変形例を示す断面図であり、（a）は検知素子、（b）は検出回路部を示す。

発明を実施するための形態

[0027] まず、本発明の実施形態を説明する前に、図1（a）および（b）を参照しながら、比較例のガスセンサ900を説明する。

[0028] 図1（a）および（b）は、比較例のガスセンサ900が備える検知素子90Aおよび検出回路部90Bの断面をそれぞれ示す。ガスセンサ900は、1つの基板90の上に、検知素子90Aと検出回路部90Bとが設けられた構成を有しており、検知素子90Aおよび検出回路部90Bは、酸化物半導体TF T 99Aおよび99Bをそれぞれ有している。

[0029] 図1（a）に示すように、検知素子90Aを構成する酸化物半導体TF T 99Aは、ゲート電極92Aと、ゲート電極92Aを覆うゲート絶縁層93と、ゲート絶縁層93上においてゲート電極92Aを覆うように設けられた酸化物半導体層94Aと、酸化物半導体層94Aに接続されたソース電極9

5 Aおよびドレイン電極9 6 Aとを有している。この構成において、酸化物半導体層9 4 Aの一部（チャネル部）は、ソース電極9 5 Aとドレイン電極9 6 Aとの間で露出しており、周囲の雰囲気と接している。

[0030] また、図1（b）に示すように、検出回路部9 0 Bを構成する酸化物半導体T F T 9 9 Bは、ゲート電極9 2 Bと、ゲート電極9 2 Bを覆うゲート絶縁層9 3と、ゲート絶縁層9 3上においてゲート電極9 2 Bを覆うように設けられた酸化物半導体層9 4 Bと、酸化物半導体層9 4 Bに接続されたソース電極9 5 Bおよびドレイン電極9 6 Bとを有している。なお、ゲート電極9 2 Bを覆うゲート絶縁層9 3は、検知素子9 0 Aに設けられたゲート絶縁層9 3と共通するものである。ゲート絶縁層9 3は、例えば、基板9 0の略全面を覆うように設けられている。

[0031] また、検出回路部9 0 Bにおいて、酸化物半導体T F T 9 9 Bは、その上に設けられた保護絶縁層9 7によって覆われている。保護絶縁層9 7は、ガスバリア性を有する絶縁性材料（例えば、厚さ2 0 0 n mのS i N_x膜）から形成されており、酸化物半導体層9 4 Bの少なくともチャネル部を覆うように設けられている。

[0032] このように構成されたガスセンサ9 0 0において、検知素子9 0 Aでは酸化物半導体層9 4 Aのチャネル部が雰囲気に対して暴露されているので、雰囲気の影響を受けて酸化物半導体T F T 9 9 Aの特性が変化しやすい。また、検出回路部9 0 Bでは保護絶縁層9 7が設けられていることによって、酸化物半導体層9 4 Bが直接的に雰囲気と接することによって生じる酸化物半導体T F T 9 9 Bの特性変化は防止され得る。

[0033] しかしながら、本発明者の実験の結果、たとえ保護絶縁層9 7を設けたとしても、雰囲気によって、検出回路部9 0 Bを構成する酸化物半導体T F T 9 9 Bの素子特性が検知素子9 0 Aと同様に変動する場合があることがわかった。

[0034] 特に、湿度センサとして、酸化物半導体T F Tの素子特性の変化を用いて雰囲気中の水分（水蒸気）を検出するように構成されている場合、酸化物半

導体層 94B が緻密な SiN_x 層等のガスバリア性を有する保護絶縁層 97 で覆われているときにも、保護絶縁層 97 に水分が接触することによって TFT の素子特性は変動し得ることがわかった。

[0035] 図 2 (a) および (b) は、比較例のガスセンサ 900 の検知素子 90A および検出回路部 90B のそれぞれについて、検出ガス（ここでは水蒸気）が存在するときと検出ガスが存在しないときとのそれぞれにおける TFT の素子特性の違いを示す。図において、「ガス有」は、周囲に十分な量の水蒸気が存在するときのグラフであり、「ガス無」は周囲に水蒸気が存在しないときのグラフである。なお、図 2 (a) および (b) には、素子特性を表すグラフとして、ゲート電圧 (V) に対するドレイン電流 (A) の変化が示されているが、ドレイン電流が所定値以下となる領域は省略されている。

[0036] 図 2 (a) に示すように、検知素子 90A では、検出対象のガスが存在するときに、TFT の閾値電圧はマイナス側にシフトするように変動する。なお、閾値電圧とは、ドレイン電流が所定値を超えて TFT がオン状態になるときのゲート電圧を意味する。

[0037] また、図 2 (b) に示すように、検出回路部 90B においても、検出ガスが存在するときに、実際には、TFT の閾値電圧がマイナス側にシフトするように変動することがある。このような閾値電圧の意図しないシフトが生じると、検出回路部 90B の誤動作（ノーマリオン状態など）が生じ得、センサとしての機能を失うおそれがある。

[0038] 酸化物半導体層 94B がガスバリア性を有する絶縁保護層 97 によって覆われているのにも関わらず TFT 特性が変動してしまう理由は、水蒸気などのガスが接触することによって絶縁保護層 97 に帯電が生じるためであると考えられる。保護絶縁層 97 は、 SiN_x や SiO_2 などの無機絶縁層（例えば、厚さ 10～200 nm）から形成されて良いが、このような無機絶縁層に対して水分を多く含む雰囲気と接すると、保護絶縁層 97 が帯電し、その結果、TFT の素子特性（特に閾値電圧）が変動するものと考えられる。

[0039] そこで、本発明者らは、検出回路部を構成する酸化物半導体 TFT におい

て、チャネル部を形成する酸化物半導体層の上方（すなわち、雰囲気ガスに近い側）に帯電を防止するための導電層を設けることを考えた。このような導電層を設けておくことによって、TFTのチャネル部を覆う保護絶縁層97の表面電位を導電層の電位に固定することができる。これによって、検出回路部での酸化物半導体TFTの特性変動を適切に抑制することができる。

[0040] また、上記のように、ガスの接触により保護絶縁層に帯電が生じるため、保護絶縁層で覆っていたとしても酸化物半導体TFTの素子特性が変動し得る。したがって、検知素子において酸化物半導体層上に保護絶縁層を設ける構成を採用したときにも、酸化物半導体TFTの特性変動からガスの検出を行うことができる。保護絶縁層は、例えば、透湿性の低い無機絶縁層（例えば、 SiN_x 膜や SiO_2 膜）から形成されていてもよいし、吸湿性が高い有機絶縁層（例えば、多孔質ポリイミド膜）から形成されていてもよい。

[0041] このように検知素子として設けられた酸化物半導体TFTを絶縁層で覆うことによって、比較例の場合とは異なり、酸化物半導体層に不純物等が直接的に吸着することを防止することができる。このため、長期間にわたる繰り返し使用において、酸化物半導体層自体が変質することによるTFT特性の変動が防止され、動作の安定が保証される。

[0042] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係るガスセンサを説明するが、本発明は以下に説明する実施形態に限定されるものではない。

[0043] （実施形態1）

図3（a）および（b）は、実施形態1のガスセンサ100を示す断面図である。図3（a）は、ガスセンサ100が備える検知素子1Aを示し、図3（b）は、ガスセンサ100が備える検出回路部1Bを示す。ガスセンサ100において、検知素子1Aと検出回路部1Bとは1つの基板11の同一面上に設けられており、検知素子1Aと検出回路部1Bとは電氣的に接続されている。

[0044] 図3（a）に示すように、検知素子1Aは、1つの酸化物半導体TFT 5Aを含んでいる。検知素子1Aは、酸化物半導体TFT 5Aの素子特性の変

化を利用して雰囲気ガスの検出を行うことができるように構成されている。

[0045] また、図3（b）に示すように、検出回路部1Bも、酸化物半導体TF T 5 Bを用いて構成されている。なお、図3（b）には1つの酸化物半導体TF T 5 Bのみを示しているが、検出回路部1Bは典型的には複数の酸化物半導体TF T 5 Bを含んでおり、それぞれが図3（b）に示す構成を有している。検出回路部1Bは、複数の酸化物半導体TF T 5 Bを用いて、検知素子1Aの素子特性の変化を出力信号として出力するように構成された電気回路であってよい。

[0046] なお、酸化物半導体TF T 5 Aおよび5 Bは、例えば、In-Ga-Zn-O系半導体などを用いて構成されていてよく、nチャネル型のトランジスタであってよい。

[0047] 図3（a）に示すように、検知素子1Aを構成する酸化物半導体TF T 5 A（以下、第1の酸化物半導体TF T 5 Aと呼ぶことがある）は、ゲート電極12Aと、ゲート電極12Aを覆うゲート絶縁層20と、ゲート絶縁層20上においてゲート電極12Aと重なるように設けられた酸化物半導体層14Aと、酸化物半導体層14Aに接続されたソース電極16Aおよびドレイン電極18Aとを有している。

[0048] ソース電極16Aおよびドレイン電極18Aは、ゲート電極12Aの上方において間隙を空けて対向するように配置されている。このソース電極16Aとドレイン電極18Aとの間隙において、酸化物半導体層14Aのチャンネル部が形成される。

[0049] また、酸化物半導体TF T 5 A上には、保護絶縁層22が設けられている。保護絶縁層22は、例えば、SiO₂膜、SiN_x膜、SiO₂膜とSiN_x膜との積層膜、SiO_xN_y膜（ $x > y$ ）、SiN_xO_y膜（ $x > y$ ）などから形成されてよい。保護絶縁層22の厚さは、例えば、10nm以上1000nm以下、より好適には、20nm以上500nm以下に設定される。なお、これらの無機絶縁材料から形成される膜を用いれば、酸化物半導体層へ直接的に水分が到達することが防止される。ただし、保護絶縁層22は、無機絶縁

層に限られず、吸水性を有する多孔質膜（例えば多孔質ポリイミド膜）などから形成されていてもよい。

[0050] また、図3（b）に示すように、検出回路部1Bを構成する酸化物半導体TF5B（以下、第2の酸化物半導体TF5Bと呼ぶことがある）は、ゲート電極12Bと、ゲート電極12Bを覆うゲート絶縁層20と、ゲート絶縁層20上においてゲート電極12Bと重なるように設けられた酸化物半導体層14Bと、酸化物半導体層14Bに接続されたソース電極16Bおよびドレイン電極18Bとを有している。なお、ゲート絶縁層20は、第1の酸化物半導体TF5Aに設けられたゲート絶縁層20と共通するものであり、例えば、基板11の全面を覆うように設けられている。

[0051] また、第2の酸化物半導体TF5Bもまた、第1の酸化物半導体TF5Aと同様に、保護絶縁層22によって覆われている。保護絶縁層22は、第1の酸化物半導体TF5Aを覆う保護絶縁層22と共通するものである。

[0052] さらに、検出回路部1Bを構成する第2の酸化物半導体TF5Bにおいて、少なくとも酸化物半導体層14Bのチャネル部を覆うように設けられた導電層30が保護絶縁層22の上に設けられている。導電層30は、例えば、グランドに接続されており、保護絶縁層22に帯電が生じないようにその電位が制御されている。

[0053] 導電層30は、種々の導電性材料から形成されていてよく、例えば、TiやAlなどから形成される金属電極層であってもよいし、あるいは、ITO（インジウム錫酸化物）やIZO（インジウム亜鉛酸化物）などから形成される透明電極層であってもよい。

[0054] この構成において、検知素子1Aを構成する酸化物半導体TF5Aは、保護絶縁層22によって覆われているが、雰囲気中の水蒸気が保護絶縁層22に接触することによって帯電が生じ、水蒸気量に応じたシフト量で酸化物半導体TF5Aの閾値電圧が変動する。したがって、閾値電圧の変動の大きさを検出することによって、水蒸気量を測定することができる。また、酸

化物半導体層 1 4 A が雰囲気に対して暴露されていないので、水分や不純物が酸化物半導体層 1 4 A に直接吸着することによって酸化物半導体層 1 4 A の変質が生じ、これによって検知素子としての精度が低下することが防止される。

[0055] また、上記のように保護絶縁層 2 2 の帯電による閾値電圧の変動を計測する場合、水蒸気量に応じて閾値電圧の変動が生じた後、異なる水蒸気量の雰囲気（例えば、略水蒸気が存在しない雰囲気）にガスセンサ 1 0 0 が置かれたときにも、新しい雰囲気中の水蒸気量に応じて閾値電圧が変動する。したがって、酸化物半導体層 1 4 A に直接水分を接触させて酸化物半導体層 1 4 A 自体の特性変化を生じさせる場合とは異なり、新しい雰囲気中の水蒸気を測定するときに、いったん酸化物半導体層 1 4 A に吸着した水分を脱離させる必要がない。このため、より利便性が高いガスセンサが得られる。

[0056] なお、吸水性を有する材料から保護絶縁層 2 2 を形成する場合、保護絶縁層が吸収した水蒸気が酸化物半導体層 1 4 A のチャネル部と接触することになる。この場合、酸化物半導体層 1 4 A のキャリア濃度が増大することによって閾値電圧の低下が生じるので、閾値電圧の変動から雰囲気中の湿度を検出することができる。

[0057] 一方、検出回路部 1 B を構成する酸化物半導体 T F T 5 B 上には、保護絶縁層 2 2 を介して導電層 3 0 が設けられているので、雰囲気中の水蒸気などによって保護絶縁層 2 2 に帯電が生じることが防止される。したがって、雰囲気中に含まれる水蒸気の量などに関わらず、素子特性を一定に保つことができ、検知素子 1 A による測定結果を精度よく出力することができる。

[0058] なお、検出回路部 1 B に設けられる導電層 3 0 は、グランド以外の電位に接続されていてもよい。導電層 3 0 は、例えば、ゲート電極 1 2 B と接続されていても良く、あるいは、ソース電極 1 4 B と接続されていてもよい。また、導電層 3 0 の電位を決定するための特定の回路に接続されていてもよい。導電層 3 0 は、酸化物半導体 T F T 5 B のバックチャネル側（ゲート電極 1 2 B とは反対側）の電位を適切に制御することができる限り、任意の構成

を有し得る。

[0059] 図4 (a) および (b) は、図3 (a) および (b) に示した検知素子1 Aおよび検出回路部1 Bを構成する第1および第2の酸化物半導体TF T 5 Aおよび5 Bのそれぞれについてのゲート電圧ードレイン電流のグラフを示す。なお、図4 (a) および (b) には、素子特性を表すグラフとして、ゲート電圧 (V) に対するドレイン電流 (A) の変化が示されているが、ドレイン電流が所定値以下となる領域は省略している。

[0060] 図4 (a) からわかるように、保護絶縁層2 2によって覆われた第1の酸化物半導体TF T 5 Aでは、検出ガス（具体的には、水蒸気）が存在するとき、ゲート電圧ードレイン電流のグラフが左側にシフトし、すなわち、TF T をオン状態にする閾値電圧（例えば、ドレイン電流がチャネル幅1 μm あたり $1 \times 10^{-9}\text{A}$ となるときのゲート電圧）のマイナスシフトが生じていることが分かる。この閾値電圧のシフト量（例えば、2 V程度）は、雰囲気中の水蒸気量に応じて変化し、したがって、閾値電圧のシフト量を検出すれば、雰囲気中の湿度を測定することができる。

[0061] 一方、図4 (b) に示すように、保護絶縁層2 2および導電層3 0によって覆われた第2の酸化物半導体TF T 5 Bでは、検出ガスの有無によらず、ゲート電圧ードレイン電流のグラフは略同じであり、閾値電圧のシフトが生じていない。このため、雰囲気の状態によらず検出回路部1 Bを安定して動作させることができ、検知素子1 Aによる測定結果を正確に出力することが可能である。

[0062] 図5 は、検知素子1 Aと検出回路部1 Bとが同一基板上に設けられた本実施形態のガスセンサ1 0 0の構成例に対応する回路図を示す。図に示すように、検知素子1 Aは、第1の酸化物半導体TF T 5 Aを含み、検出回路部1 Bは、第2～第4の3つの酸化物半導体TF T 5 Bを含む。

[0063] 第1の酸化物半導体TF T 5 Aは、図3 (a) に示したように、その酸化物半導体層1 4 Aが保護絶縁層2 2で覆われているが導電層3 0では覆われていないTF Tである。また、第2～第4の酸化物半導体TF T 5 Bは、図

3 (b) に示したように、その酸化物半導体層 14 B が保護絶縁層 22 および導電層 30 で覆われている T F T である。

[0064] 検知素子 1 A として機能する第 1 の酸化物半導体 T F T 5 A のソースおよびゲートは、電源電圧 I N P U T に接続されており、ドレインは出力端子 O U T P U T に接続されている。また、検出回路部 1 B を構成する第 2 ～第 4 の酸化物半導体 T F T 5 B は、図示するように接続されている。

[0065] この回路構成において、第 1 の酸化物半導体 T F T 5 A の閾値変動の大きさに応じた電位変動が出力端子 O U T P U T において得られる。したがって、ガスセンサ 100 は、出力端子 O U T P U T の電位に基づいて、雰囲気中の水蒸気量（湿度）を検出することができる。また、第 2 ～第 4 の酸化物半導体 T F T 5 B の素子特性は雰囲気中の水蒸気量に関わらず変動しないので、第 1 の酸化物半導体 T F T 5 A の閾値変動の大きさが出力端子 O U T P U T における電位変動として精度よく出力される。

[0066] なお、特開 2012-18161 号公報（特許文献 1）に、図 5 に示す回路構成と同様の回路構成が開示されている。参考のために、特開 2012-18161 号公報の開示内容の全てを本明細書に援用する。

[0067] ただし、ガスセンサ 100 は、図 5 に示す形態だけでなく、他の種々の形態を有していても良いことは言うまでもない。他の形態においても、検知素子 1 A を構成する酸化物半導体 T F T 5 A は、保護絶縁層 22 によって覆われており、かつ、導電層 30 によって覆われていない。一方で、検出回路部 1 B を構成する酸化物半導体 T F T 5 B は、保護絶縁層 22 および導電層 30 によって覆われている。

[0068] 以下、再び図 3 (a) および (b) を参照しながら、本実施形態のガスセンサ 100 の製造工程を説明する。

[0069] まず、絶縁性の表面を有する基板 11 を用意する。基板 11 としては、例えば、ガラス基板やプラスチック基板などを用いることができる。基板 11 は透光性を有していても良いし、有していなくても良い。また、基板 11 は、導電性基板または半導体基板の表面に、例えば厚さ 100 nm の S i N_x 膜

などからなる絶縁性のベースコート層が設けられたものであっても良い。

[0070] 次に、ゲート電極12A、12Bを含むゲート電極層を形成する。ゲート電極層は、例えば、スパッタ法などを用いてTi、Mo、Ta、W、Cu、Alなどの単層膜、積層膜、合金膜などからなる金属膜を厚さ50～200nmで堆積した後、フォトリソ工程によってパターニングを行うことによって得られる。ゲート電極層は、例えば、下層Ti、中層Al、上層Tiの3層構造を有していても良い。

[0071] 次に、ゲート電極層を覆うように、プラズマCVD法などを用いてSiN_x、SiO₂、Al₂O₃またはTa₂O₅膜などからなる無機絶縁膜を例えば厚さ50～400nmで堆積することによってゲート絶縁層20を形成する。なお、ゲート絶縁層20は、SiN_xなどから形成される下部ゲート絶縁層と、SiO₂などから形成される上部ゲート絶縁層とを含んでいても良い。また、ゲートリーク電流の少ない緻密なゲート絶縁層20を得るために、Ar（アルゴン）などの希ガスを用いながらゲート絶縁層20を形成してもよい。

[0072] その後、酸化物半導体層14A、14Bを形成する。酸化物半導体層14A、14Bは、例えばスパッタ法により、厚さ30～100nm程度（例えば50nm）のIn-Ga-Zn-O系半導体膜を形成し、フォトリソ工程により、ゲート電極12A、12Bと少なくとも部分的に重なるように島状の半導体層を設けることによって形成することができる。

[0073] ここで、In-Ga-Zn-O系半導体は、In（インジウム）、Ga（ガリウム）、Zn（亜鉛）の三元系酸化物であり、In、GaおよびZnの割合（組成比）は、例えばIn：Ga：Zn＝1：1：1の割合に設定されている。ただし組成比は特に限定されず、例えば、In：Ga：Zn＝2：2：1、In：Ga：Zn＝1：1：2等であってよい。

[0074] In-Ga-Zn-O系半導体は、アモルファスでもよいし、結晶質部分を含んでもよい。結晶質In-Ga-Zn-O系半導体としては、c軸が層面に概ね垂直に配向した結晶質In-Ga-Zn-O系半導体が好ましい。このようなIn-Ga-Zn-O系半導体の結晶構造は、例えば、特開20

12-134475号公報に開示されている。参考のために、特開2012-134475号公報の開示内容の全てを本明細書に援用する。

[0075] また、酸化物半導体層14A、14Bは、 In-Ga-Zn-O 系半導体の代わりに、他の酸化物半導体を含んでいてもよい。例えば Zn-O 系半導体(ZnO)、 In-Zn-O 系半導体(IZO (登録商標))、 Zn-Ti-O 系半導体(ZTO)、 Cd-Ge-O 系半導体、 Cd-Pb-O 系半導体、 CdO (酸化カドミウム)、 Mg-Zn-O 系半導体、 In-Sn-Zn-O 系半導体(例えば $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2\text{-ZnO}$)、 In-Ga-Sn-O 系半導体、 In-Ga-O 系半導体などを含んでいてもよい。

[0076] In-Ga-Zn-O 系半導体層を有するTFTは、高い移動度(μ_{FET} に比べ20倍超)および低いリーク電流(μ_{FET} に比べ100分の1未満)を有している。このため、素子サイズを小さくしても安定したTFT特性が得られ、デバイス自体の小型化に貢献することができる。

[0077] その後、ソース電極16A、16B、ドレイン電極18A、18Bを含むソース・ドレイン層(SD層)が形成される。より具体的には、 Ti/Al/Ti (あるいは Mo)などからなる金属層を厚さ例えば100nm~500nm(Mo 50nm、 Al 200nm、 Mo 50nmなど)となるようにスパッタリングにより成膜し、配線・電極形状にパターニングすることによってSD層を形成することができる。これによってボトムゲート型の酸化物半導体TFT5A、5Bが得られる。

[0078] その後、保護絶縁層22が酸化物半導体TFT5A、5Bの双方を覆うように形成される。より具体的には、CVD法によって、酸化シリコン膜あるいは窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜および酸化窒化シリコン膜などからなる保護絶縁層22を形成する。保護絶縁層22は、積層構造を有していても良く、例えば、下層に酸化シリコン層を300nm程度の厚さで有し、その上に、窒化シリコン層を200nm程度の厚さで有していても良い。無機絶縁層から保護絶縁層22を形成する場合、その厚さは、例えば10nm以上1000nm以下に設定されていて良い。

- [0079] なお、保護絶縁層 22 は、ポリイミドなどの吸水性を有する有機絶縁層（厚さ、例えば $1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ ）をスピンコート法などを用いて付与することによって設けても良い。
- [0080] その後、検出回路部 1B を構成する酸化物半導体 TFT5B のチャネル部に対応する領域を覆い、かつ、検知素子 1A を構成する酸化物半導体 TFT5A のチャネル部に対応する領域を覆わないように導電層 30 を設ける。導電層 30 は、例えば、スパッタリング法などを用いて堆積した厚さ $30\ \text{nm} \sim 300\ \text{nm}$ の Al、Ag などの金属膜を適切にパターニングすることによって形成されていてよい。また、導電層 30 は、例えば、厚さ $30\ \text{nm} \sim 300\ \text{nm}$ の a-ITO 膜や IZO 膜、または ZnO 膜などの透明導電性材料から形成されていてよい。
- [0081] また、導電層 30 は、酸化物半導体 TFT5B のチャネル部を覆う部分以外にも、検出回路部 1B を構成する複数の酸化物半導体 TFT5B に共通する配線を含んでいて良い。この共通配線を例えばグラウンドに接続することによって、それぞれの酸化物半導体 TFT5B のバックチャネル側の電位を適切に制御することができる。
- [0082] さらに、導電層 30 は、ゲート配線層と SD 層との接続に用いられても良い。例えば、図 5 に示したように、検知素子 1A を構成する酸化物半導体 TFT5A のソースとゲートとを接続する場合、酸化物半導体 TFT5A のソースおよびゲートを露出させる各コンタクトホールをゲート絶縁層 20 や保護絶縁層 22 を貫通するように設け、その後、導電層 30 を形成する工程において上記のゲートとソースとを接続する配線を形成すれば良い。
- [0083] なお、検知素子 1A および検出回路部 1B の製造プロセスにおいて、例えば、保護絶縁層 22 を形成したプロセスの後に、基板全面に対して約 350°C 程度での熱処理（アニール処理）を行ってもよい。このような熱処理を行えば、酸化物半導体層 14A、14B のチャネル部に酸素欠陥が生じている場合に酸素欠陥を補うことができるので、酸化物半導体 TFT5A、5B の素子特性や信頼性を向上させ得る。

[0084] 熱処理の温度は特に限定しないが、典型的には230℃以上480℃以下の温度であり、好ましくは250℃以上350℃以下である。熱処理時間も特に限定しないが、例えば30分以上120分以下である。

[0085] 以上に説明したように、本実施形態のガスセンサによれば、1つの基板上に、検知素子1Aと検出回路部1Bとを共通の製造プロセスによって同時に形成することができる。したがって、比較的容易な工程で小型のガスセンサを作製することができ、例えば、電化製品などに実装される小型の湿度センサとして利用することができる。

[0086] (実施形態2)

図6(a)および(b)は、実施形態2のガスセンサ200を示す断面図である。図6(a)は、ガスセンサ200が備える検知素子2Aを示し、図6(b)は、ガスセンサ200が備える検出回路部2Bを示す。実施形態1のガスセンサ100と同様に、本実施形態のガスセンサ200においても、検知素子2Aと検出回路部2Bとが1つの基板11の同一面上に設けられている。

[0087] 本実施形態のガスセンサ200が実施形態1のガスセンサ100と異なる点は、第1および第2の酸化物半導体TF52A、52Bにおいて、酸化物半導体層14A、14Bの下層にそれぞれのソース・ドレイン電極16A、16B、18A、18Bが設けられている点である。この場合、酸化物半導体層14A、14Bの下面がソース・ドレイン電極16A、16B、18A、18Bに接続されることになり、第1および第2の酸化物半導体TF52A、52Bは、いわゆるボトムコンタクト構造のTFTとなる。

[0088] ボトムコンタクト構造のTFTでは、ソース・ドレイン電極を形成する工程の後に、酸化物半導体層を形成する工程が行われるので、ソース・ドレイン電極を形成するためのエッチングプロセスが酸化物半導体層のチャネル部に影響を与えることはない。したがって、所望のTFT特性を実現し易いという利点を得られる。

[0089] なお、ガスセンサ200におけるその他の構成については実施形態1のガ

スセンサ１００と同様であるので、図において同じ参照符号を付すとともに、ここでは詳細な説明を省略する。

[0090] ガスセンサ２００においても、検知素子２Ａを構成する第１の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ａは保護絶縁層２２によって覆われており、検出回路部２Ｂを構成する第２の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ｂは保護絶縁層２２およびその上に形成された導電層３０によって覆われている。導電層３０は、第１の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ａの上には設けられない。

[0091] 図７（ａ）および（ｂ）は、図６（ａ）および（ｂ）に示した検知素子２Ａおよび検出回路部２Ｂを構成する第１および第２の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ａおよび５２Ｂのそれぞれについてのゲート電圧ードレイン電流のグラフを示す。

[0092] 図７（ａ）からわかるように、保護絶縁層２２で覆われた第１の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ａにおいて、検出ガスが存在するときに閾値電圧のマイナスシフトが生じていることが分かる。したがって、閾値電圧のシフト量を適切に検出することによって、雰囲気中の検出ガスを測定することができる。

[0093] 一方、図７（ｂ）に示すように、保護絶縁層２２および導電層３０によって覆われた第２の酸化物半導体ＴＦＴ５２Ｂでは、検出ガスの有無によらず、ゲート電圧ードレイン電流のグラフは略同じであり、閾値電圧のシフトが生じない。このため、検出ガスの有無にかかわらず検出回路部２Ｂを安定して動作させることができ、検知素子２Ａの検出結果を正確に出力することが可能である。

[0094] （実施形態３）

図８（ａ）および（ｂ）は、実施形態３のガスセンサ３００を示す断面図である。図８（ａ）は、ガスセンサ３００が備える検知素子３Ａを示し、図８（ｂ）は、ガスセンサ３００が備える検出回路部３Ｂを示す。実施形態１および２のガスセンサ１００、２００と同様に、ガスセンサ３００においても、検知素子３Ａと検出回路部３Ｂとが１つの基板１１の同一面上に設けられている。

- [0095] 本実施形態のガスセンサ300が実施形態1のガスセンサ100と異なる点は、第1および第2の酸化物半導体TF T 5 3 A、5 3 Bにおいて、酸化物半導体層1 4 A、1 4 Bの上面と接するようにエッチストップ層2 4が設けられている点である。その他の構成については、ガスセンサ100と同様であるので、図において同じ参照符号を付すとともに、ここでは詳細な説明は省略する。
- [0096] エッチストップ層2 4は、例えば、厚さ50～100nmのSiO₂などの無機絶縁層から形成され、酸化物半導体層1 4 A、1 4 Bのチャネル部を覆うように配置されている。このようにエッチストップ層2 4を設けることによって、ソース電極1 6 A、1 6 Bおよびドレイン電極1 8 A、1 8 Bを導電膜のパターニングにより形成する工程において、エッチングダメージが酸化物半導体層1 4 A、1 4 Bに及ぶことが防止される。
- [0097] なお、エッチストップ層2 4は、図8（a）および（b）に示したように、酸化物半導体層1 4 A、1 4 Bのチャネル部を選択的に覆うように島状に設けられている必要はなく、基板面全体を覆うように設けられていても良い。この場合、ソース電極1 6 A、1 6 Bおよびドレイン電極1 8 A、1 8 Bと酸化物半導体層1 4 A、1 4 Bとの接続は、エッチストップ層2 4に設けたコンタクトホールを介して行えばよい。
- [0098] 本実施形態のガスセンサ300においても、検知素子3 Aを構成する第1の酸化物半導体TF T 5 3 Aは保護絶縁層2 2によって覆われており、検知回路部3 Bを構成する第2の酸化物半導体TF T 5 3 Bは保護絶縁層2 2およびその上に形成された導電層3 0によって覆われている。
- [0099] 図9（a）および（b）は、図8（a）および（b）に示した検知素子3 Aおよび検出回路部3 Bを構成する第1および第2の酸化物半導体TF T 5 3 Aおよび5 3 Bのそれぞれについてのゲート電圧ードレイン電流のグラフを示す。
- [0100] 図9（a）からわかるように、保護絶縁層2 2で覆われた第1の酸化物半導体TF T 5 3 Aでは、検出ガスが存在するときに閾値電圧のマイナスシフ

トが生じることが分かる。したがって、閾値電圧のシフト量を適切に検出することによって、雰囲気中の湿度を測定することができる。

[0101] 一方、図9（b）に示すように、保護絶縁層22および導電層30によって覆われた第2の酸化物半導体TF T 5 3 Bでは、検出ガスの有無によらず、ゲート電圧ードレイン電流のグラフは略同じであり、閾値電圧のシフトが生じない。このため、検出ガスの有無にかかわらず検出回路部3 Bを安定して動作させることができ、検知素子3 Aの検出結果を正確に出力することが可能である。

[0102] （実施形態4）

図10（a）および（b）は、実施形態4のガスセンサ400を示す断面図である。図10（a）は、ガスセンサ400が備える検知素子4 Aを示し、図10（b）は、ガスセンサ400が備える検出回路部4 Bを示している。実施形態1～3のガスセンサ100、200、300と同様に、ガスセンサ400において、検知素子4 Aと検出回路部4 Bとは、1つの基板11の同一面上に設けられている。

[0103] 本実施形態のガスセンサ400において、検知素子4 Aは、酸化物半導体層14 Aの下層にゲート電極12 Aが設けられる、いわゆるボトムゲート型の酸化物半導体TF T 5 4 Aによって構成されている。一方で、検出回路部4 Bは、酸化物半導体層14 Bの上層にゲート電極12 Bが設けられる、いわゆるトップゲート型の酸化物半導体TF T 5 4 Bによって構成されている。

[0104] 図10（b）に示すように、検出回路部4 Bを構成するトップゲート型の酸化物半導体TF T 5 4 Bでは、酸化物半導体層14 Bの下層にはゲート電極が設けられない。ゲート電極12 Bは、基板11上に、ゲート絶縁層20、酸化物半導体層14 B、ソース電極16 Bおよびドレイン電極18 B、さらに、保護絶縁層22を設けた上で、酸化物半導体層14 Bのチャネル部（ソース電極16 Bとドレイン電極18 Bとの間の間隙）を覆うように設けられている。このように構成された酸化物半導体TF T 5 4 Bでは、保護絶縁

層 22 がゲート絶縁層として機能する。

[0105] また、ゲート電極 12B は、酸化物半導体層 14B を覆う導電層 30 としての機能も兼ねている。酸化物半導体層 14B の上にゲート電極 12B が設けられていることによって、TF T 54B が検出ガスに曝されるときにも保護絶縁層 22 に帯電が生じることなく、閾値シフトが抑制される。

[0106] 次に、検出回路部を構成するトップゲート型TF Tの活性層を酸化物半導体層以外の半導体層によって構成する形態を説明する。

[0107] 図 11 (a) および (b) は、実施形態 4 の変形例のガスセンサ 410 の断面を示す。ガスセンサ 410 においても、検知素子 6A がボトムゲート型のTF T 56A によって構成される一方で、検知回路部 6B はトップゲート型のTF T 56B によって構成されている。

[0108] ここで、ガスセンサ 410 におけるトップゲート型のTF T 56B は、活性層としての半導体層 15B が、酸化物半導体ではなくポリシリコンから形成されている。一方で、検知素子 6A を構成するTF T 56A は、他の実施形態と同様に、活性層が酸化物半導体層 14A から形成されている。検知素子 6A では酸化物半導体層 14A を用いることによって、検出ガスを適切に検出することができる。

[0109] トップゲート型のTF T 56B において、下層に設けられたポリシリコンからなる半導体層 15B を覆うようにして別のゲート絶縁層 21 が設けられており、このゲート絶縁層 21 の上にゲート電極 12B が設けられている。また、ボトムゲート型のTF T 56A においてゲート電極 12A を覆うように設けられたゲート絶縁層 20 は、TF T 56B のゲート電極 12B をも覆っている。本変形例において、両方のTF T 56A、56B のゲート電極 12A、12B は同層に設けられている。

[0110] ボトムゲート型のTF T 56A では、酸化物半導体層 14A に接するようにソース電極 16A およびドレイン電極 18A が設けられる。一方で、トップゲート型の酸化物半導体TF T 56B では、ソース電極 16B およびドレイン電極 18B が、2 層のゲート絶縁層 20、21 を貫通するコンタクトホ

ールを介してポリシリコン半導体層 1 5 B に接続されている。

[0111] また、ガスセンサ 4 1 0 において、T F T 5 6 A および T F T 5 6 B の両方を覆うようにして保護絶縁層 2 2 が設けられている。検出素子として機能する T F T 5 6 A は保護絶縁層 2 2 によって覆われているが、他の形態と同様に、保護絶縁層 2 2 に生じた帯電による閾値変動を利用してガスを検出することができる。

[0112] 検出回路部 6 B を構成する T F T 5 6 B では、ポリシリコン半導体層 1 5 B の上層に導電層 3 0 としても機能するゲート電極 1 2 B が設けられているので、保護絶縁層 2 2 やゲート絶縁層 2 0 に帯電が生じることによって T F T の閾値変動が生じることは防止される。このため、検出ガスの有無にかかわらず安定した検出動作を行うことができる。

[0113] 以上、本発明の実施形態について説明したが、種々の改変が可能であることは言うまでもない。例えば、典型的には無機絶縁層などから形成される保護絶縁層 2 2 の上に、導電層 3 0 を設けた後、吸水性が高い多孔質ポリイミドなどから形成される有機絶縁層をさらに設けてもよい。

[0114] また、以上には、酸化物半導体 T F T を用い、検出ガスとして水蒸気を検出するガスセンサを例示したが、本発明のガスセンサはこれに限られず、他の種々のガスを検出するガスセンサとして利用し得る。

産業上の利用可能性

[0115] 本発明の実施形態によるガスセンサは、種々のガスセンサとして広く利用することができ、例えば、空調機器、医療機器などの幅広い用途で湿度センサとして用いることができる。

符号の説明

[0116] 1 A、2 A、3 A、4 A、6 A 検知素子
1 B、2 B、3 B、4 B、6 B 検出回路部
5 A、5 B、5 2 A、5 2 B、5 3 A、5 3 B、5 4 A、5 4 B 酸化物半導体 T F T
1 1 基板

1 2 A、1 2 B ゲート電極

1 4 A、1 4 B 酸化物半導体層

1 5 B 半導体層

1 6 A、1 6 B ソース電極

1 8 A、1 8 B ドレイン電極

2 0 ゲート絶縁層

2 1 別のゲート絶縁層

2 2 保護絶縁層

2 4 エッチストップ層

3 0 導電層

1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、4 1 0 ガスセンサ

請求の範囲

[請求項1]

基板上に設けられた第1のTFETを含む検知素子と、前記基板上に設けられた第2のTFETを含み前記検知素子と接続されている検出回路部とを有し、前記第1のTFETの特性変化に基づいて雰囲気ガスを検知するように構成されているガスセンサであって、

前記第1のTFETは、

ゲート電極と、

前記ゲート電極を覆うゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上において前記ゲート電極と少なくとも部分的に重なるように設けられた酸化物半導体層と、

前記酸化物半導体層のチャネル部に対応する間隙を空けて対向するように設けられたソース電極およびドレイン電極とを備え、

前記第2のTFETは、

半導体層と、

前記半導体層と絶縁された状態で、前記半導体層と少なくとも部分的に重なるように設けられたゲート電極と、

前記半導体層のチャネル部に対応する間隙を空けて対向するように設けられたソース電極およびドレイン電極とを備え、

前記第1のTFETの前記酸化物半導体層の上層において、少なくとも前記酸化物半導体層のチャネル部を覆うように保護絶縁層が設けられ、

前記第2のTFETの前記半導体層と絶縁された状態で前記半導体層の少なくともチャネル部を覆い、かつ、前記第1のTFETの前記酸化物半導体層を覆わないように導電層が配置されているガスセンサ。

[請求項2]

前記第2のTFETの前記ゲート電極は、前記第1のTFETの前記ゲート電極と同層に設けられたゲート電極であり、

前記第2のTFETの前記半導体層は、前記第1のTFETの前記酸化物半導体層と同層に設けられており、かつ、前記酸化物半導体層を覆

う前記保護絶縁層によって覆われており、

前記導電層は、前記半導体層および前記保護絶縁層の上方に設けられた、前記第2のTFTの前記ゲート電極とは異なる導電層である、請求項1に記載のガスセンサ。

[請求項3] 前記酸化物半導体層および前記半導体層は、それぞれのソース電極およびドレイン電極に上面で接している、請求項1または2に記載のガスセンサ。

[請求項4] 前記酸化物半導体層および前記半導体層は、それぞれのソース電極およびドレイン電極に下面で接している、請求項1または2に記載のガスセンサ。

[請求項5] 前記第1のTFTおよび前記第2のTFTは、それぞれ、前記酸化物半導体層および／または前記半導体層と、前記保護絶縁層との間に介在された追加的な保護層を備える、請求項1から3のいずれかに記載のガスセンサ。

[請求項6] 前記半導体層は酸化物半導体である、請求項1から5のいずれかに記載のガスセンサ。

[請求項7] 前記酸化物半導体層および／または前記半導体層は、In、GaおよびZnからなる群から選択された少なくとも1つの元素を含む、請求項1から6のいずれかに記載のガスセンサ。

[請求項8] 前記酸化物半導体層および／または前記半導体層は、In-Ga-Zn-O系半導体を含む、請求項7に記載のガスセンサ。

[請求項9] 前記In-Ga-Zn-O系半導体は結晶質部分を含む、請求項8に記載のガスセンサ。

[請求項10] 前記半導体層はポリシリコンである、請求項1から5のいずれかに記載のガスセンサ。

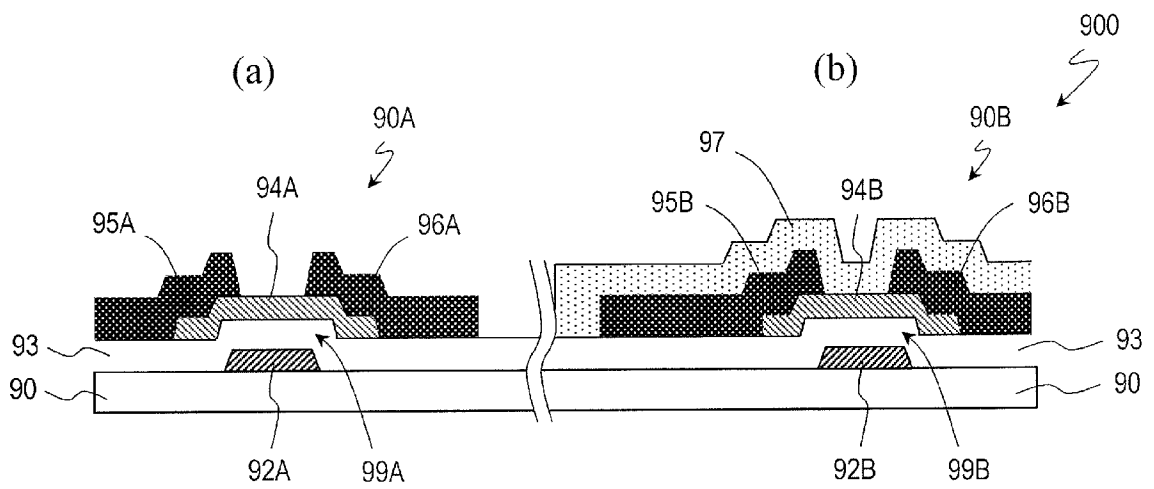
[請求項11] 前記保護絶縁層は無機絶縁層である、請求項1から10のいずれかに記載のガスセンサ。

[請求項12] 前記保護絶縁層の厚さは10nm以上1000nm以下である、請

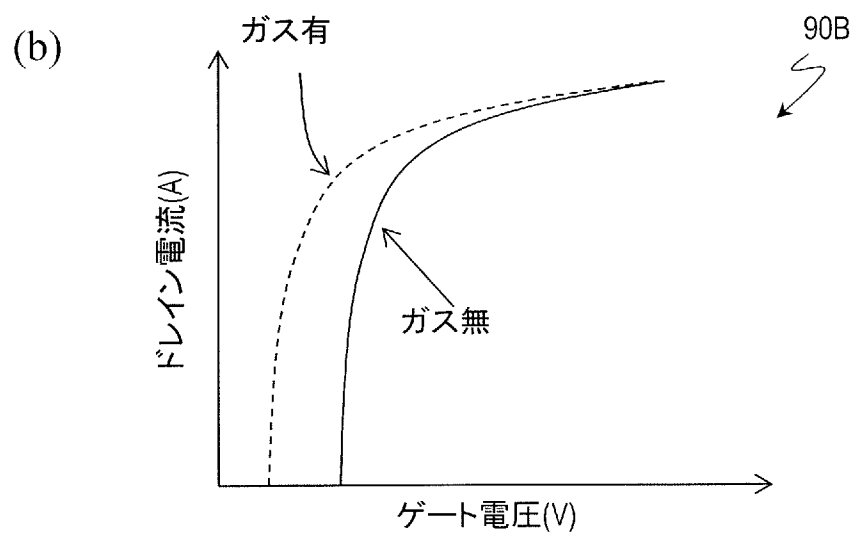
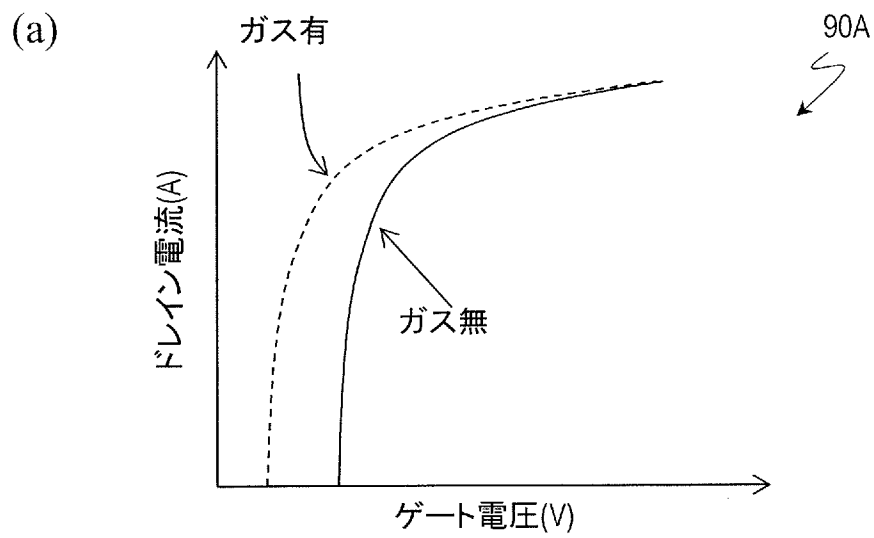
求項 1 1 に記載のガスセンサ。

[請求項13] 前記保護絶縁層は有機絶縁層である、請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載のガスセンサ。

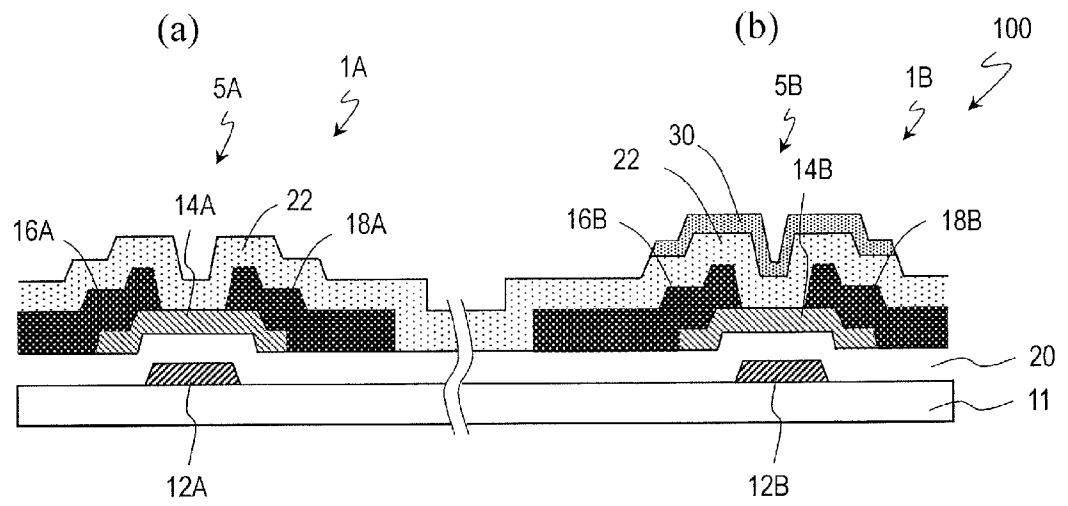
[図1]



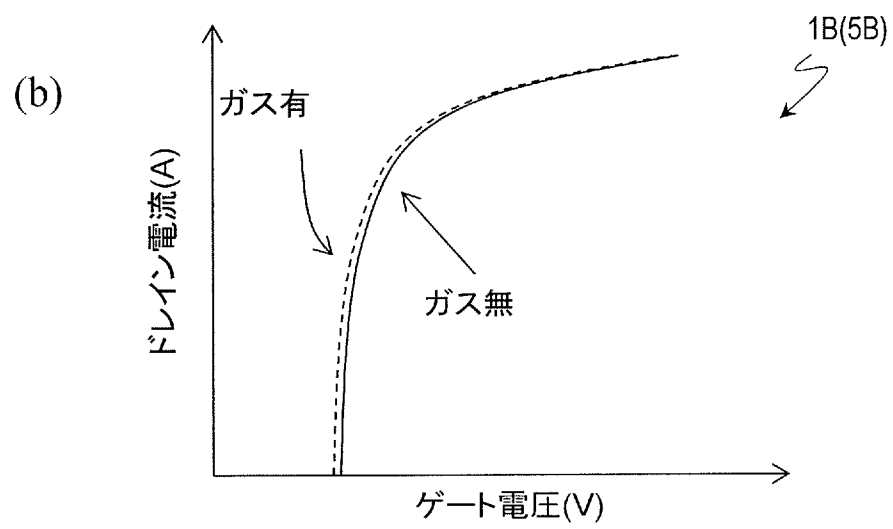
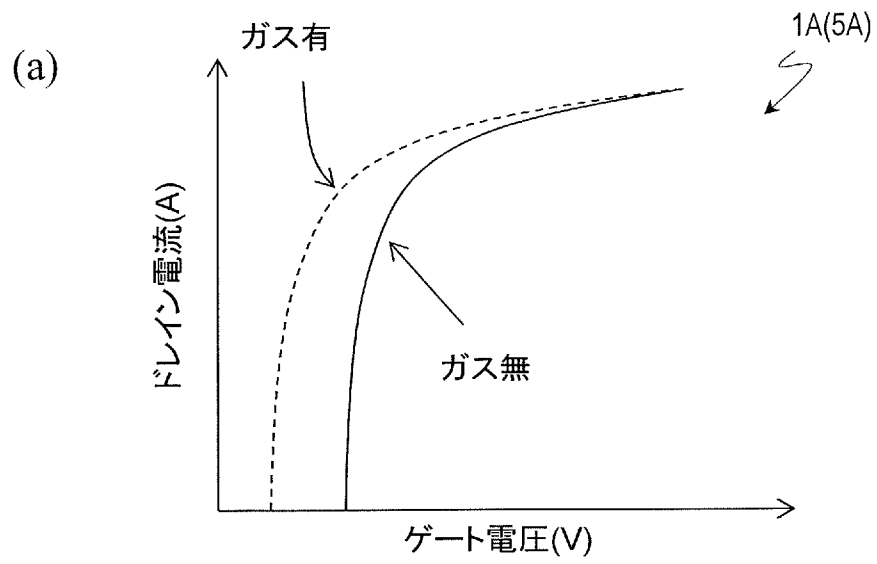
[図2]



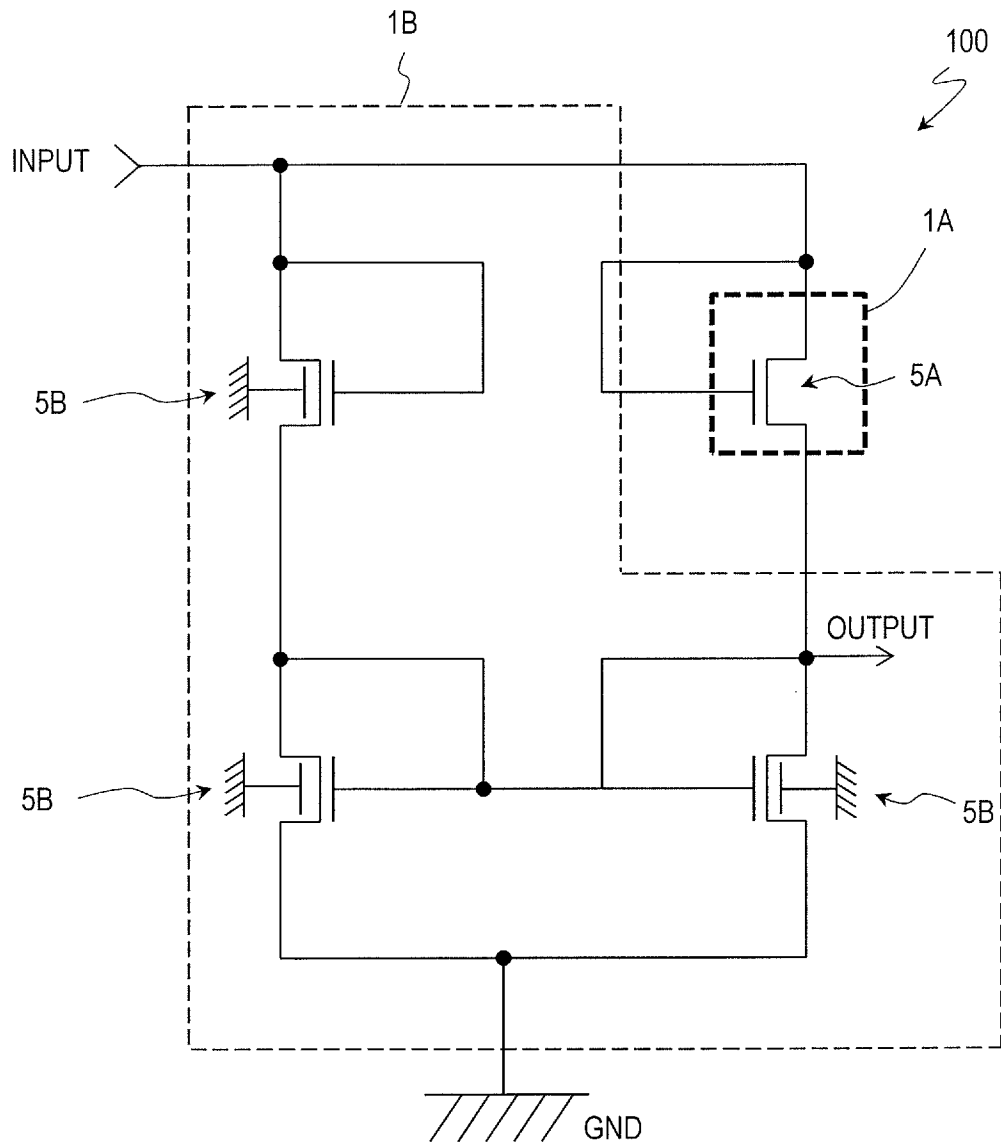
[図3]



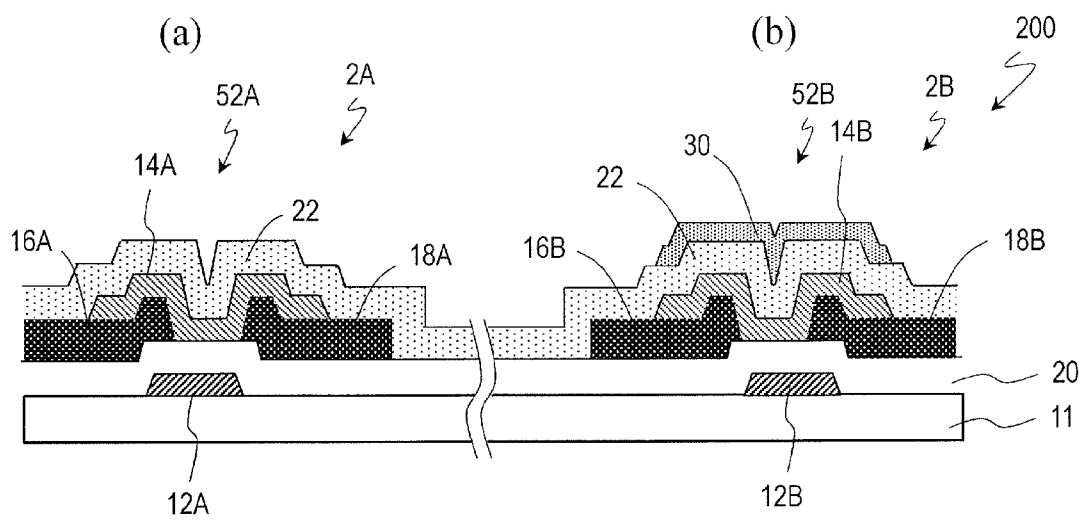
[図4]



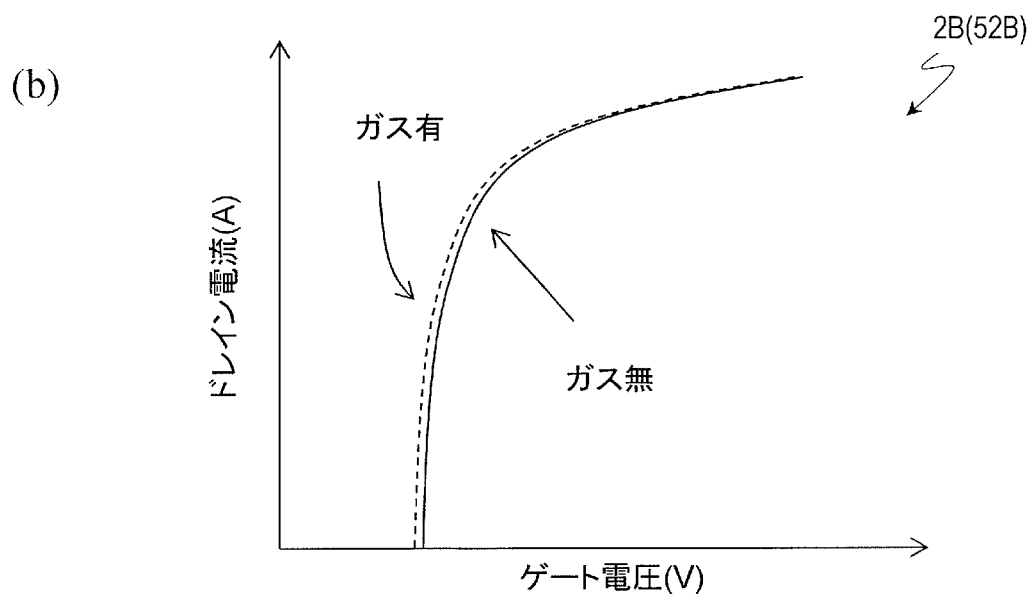
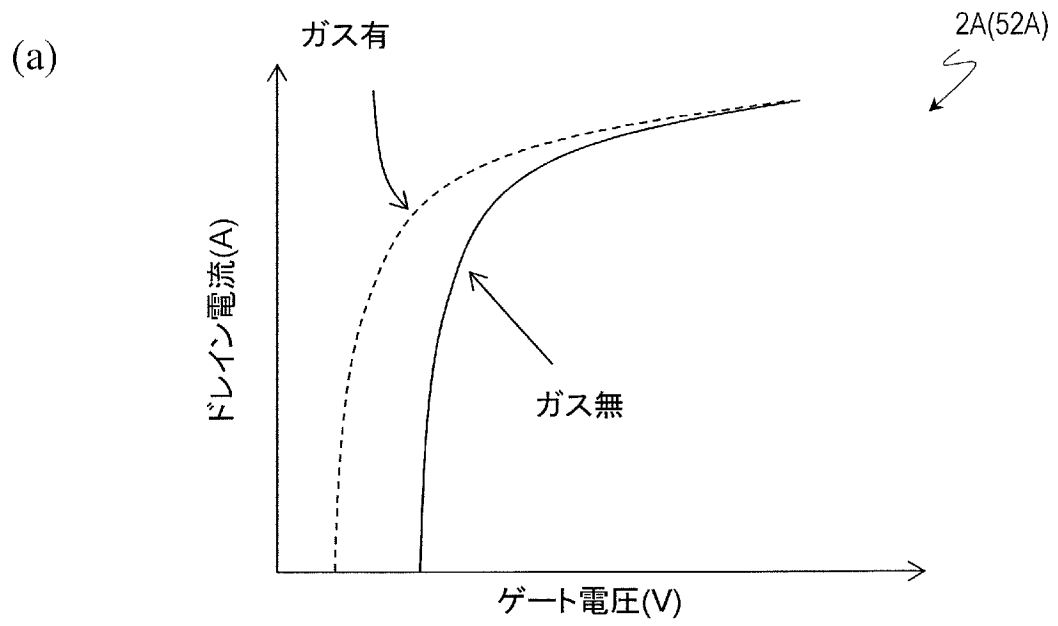
[図5]



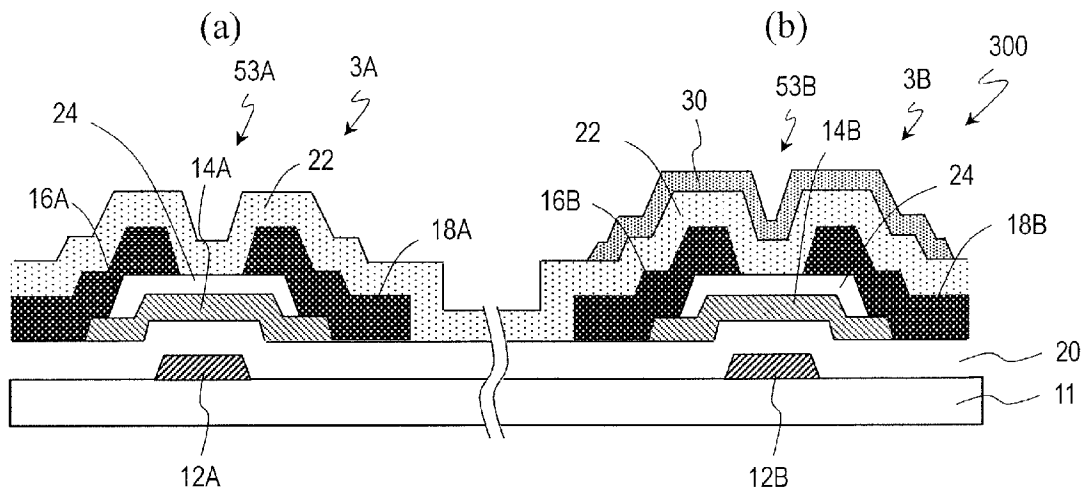
[図6]



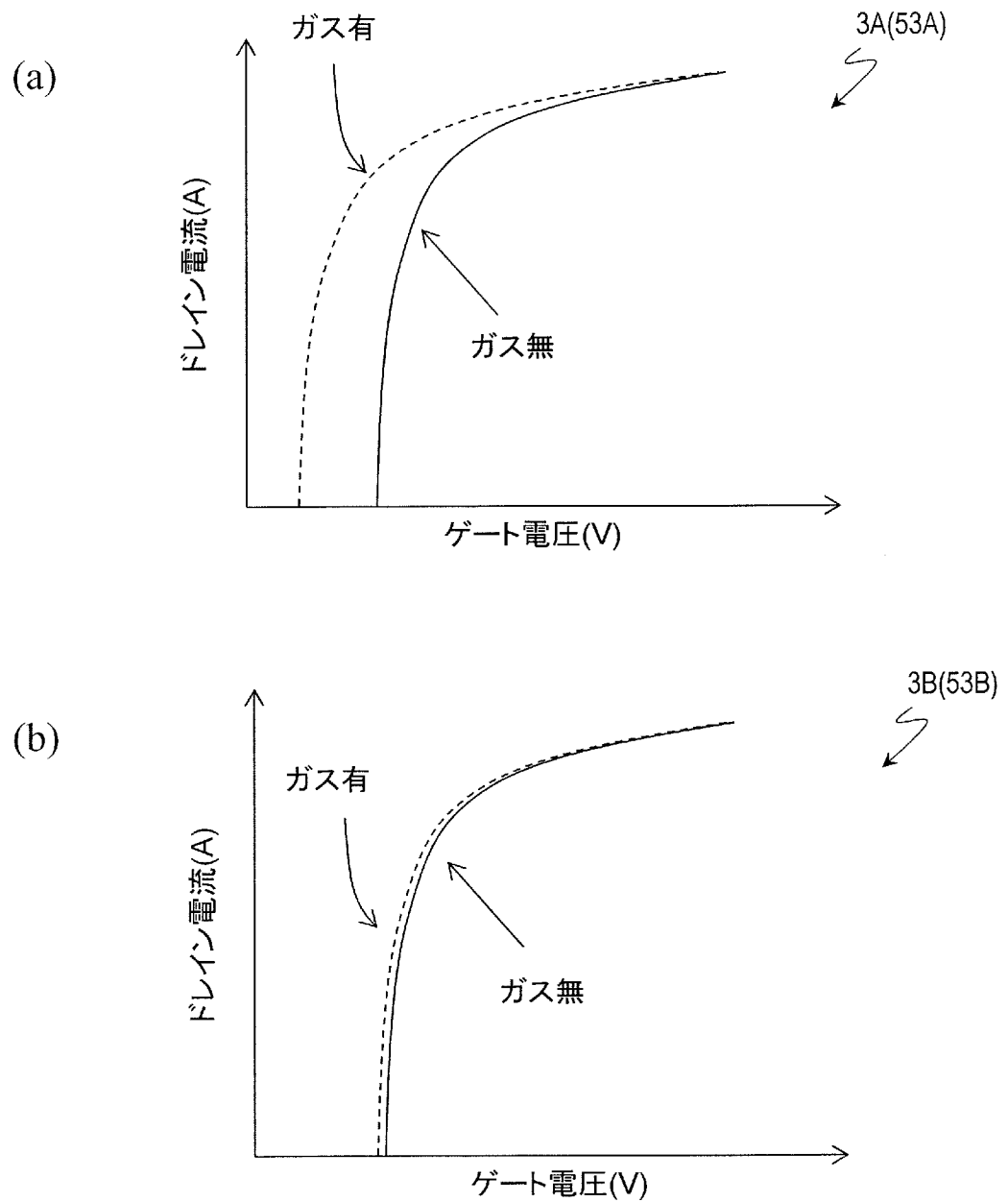
[図7]



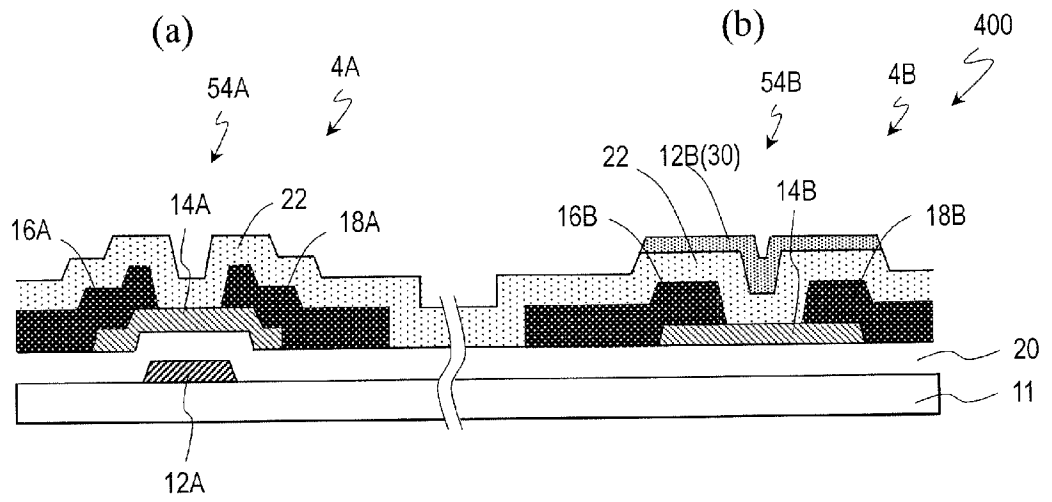
[図8]



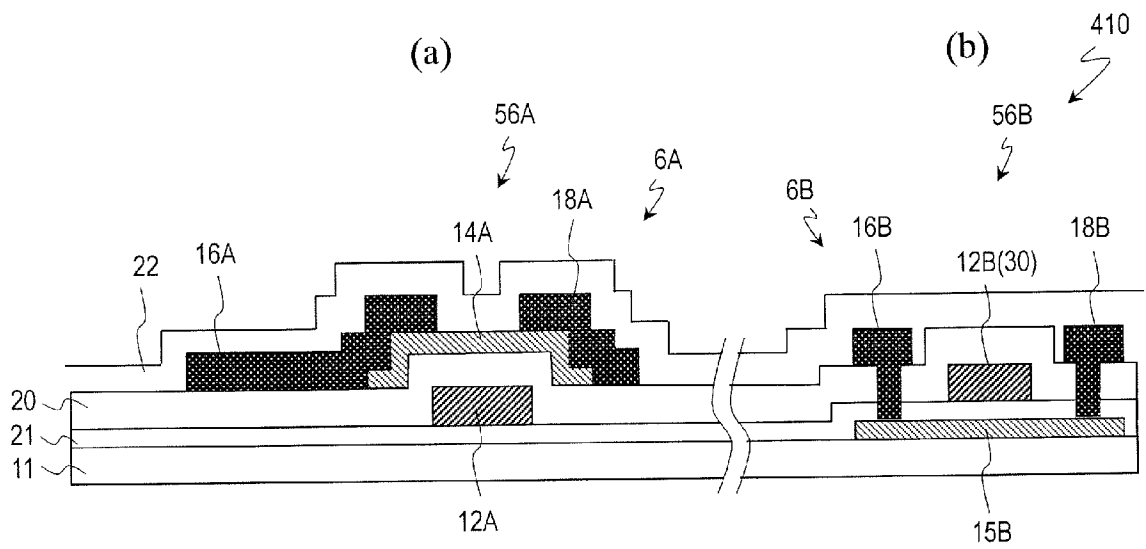
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/073376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/00(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/41(2006.01)i,
H01L29/786(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)

G01N27/00-27/49, H01L29/78-29/792

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-18161 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 26 January 2012 (26.01.2012), claims 1 to 4; fig. 1 & US 2011/0303953 A1 & US 2014/0093992 A1	1-13
Y	JP 2012-242253 A (Horiba, Ltd.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraphs [0003] to [0004]; fig. 2 (Family: none)	1-13
Y	JP 2008-542733 A (Mettler-Toledo AG.), 27 November 2008 (27.11.2008), claim 1; fig. 2 & EP 1729121 A1 & EP 1889043 A & WO 2006/128804 A1 & CN 101189507 A	1-13

☒ 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
14 November, 2014 (14.11.14)

Date of mailing of the international search report
25 November, 2014 (25.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/073376

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 54-80197 A (Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha), 26 June 1979 (26.06.1979), fig. 2 (Family: none)	1-13
A	JP 2010-109359 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), entire text; all drawings & US 2010/0084651 A1 & WO 2010/038820 A1 & KR 10-2011-0065556 A	1-13
A	JP 2003-28824 A (Denso Corp.), 29 January 2003 (29.01.2003), entire text; all drawings & US 2003/0010119 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N27/00(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/41(2006.01)i, H01L29/786(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. G01N27/00-27/49, H01L29/78-29/792

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

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

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 2012-18161 A（株式会社半導体エネルギー研究所）2012.01.26, 請求項1-4、図1 & US 2011/0303953 A1 & US 2014/0093992 A1	1-13
Y	JP 2012-242253 A（株式会社堀場製作所）2012.12.10, 【0003】-【0004】段落、図2（ファミリーなし）	1-13
Y	JP 2008-542733 A（メトラートレド アクチェンゲゼルシャフト） 2008.11.27, 請求項1, 図2 & EP 1729121 A1 & EP 1889043 A & WO 2006/128804 A1 & CN 101189507 A	1-13

☒ 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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 1 . 2 0 1 4

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100-8915
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）

田中 洋介

2W

3009

電話番号 03-3581-1101 内線 3250

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
A	JP 54-80197 A (株式会社諏訪精工舎) 1979.06.26, 図2 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2010-109359 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2010.05.13, 全文、全図 & US 2010/0084651 A1 & WO 2010/038820 A1 & KR 10-2011-0065556 A	1-13
A	JP 2003-28824 A (株式会社デンソー) 2003.01.29, 全文、全図 & US 2003/0010119 A1	1-13