

(43) 国際公開日
2008年8月21日 (21.08.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/099863 A1

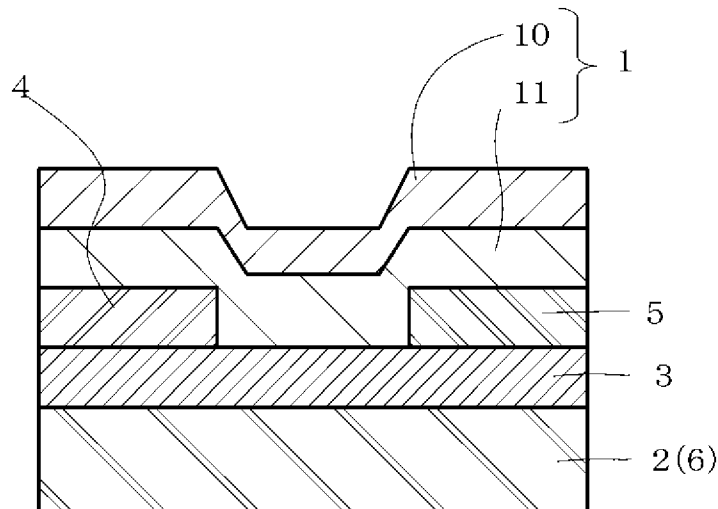
- (51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) H01L 51/30 (2006.01)
H01L 51/05 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/052391
- (22) 国際出願日: 2008年2月14日 (14.02.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-036580 2007年2月16日 (16.02.2007) JP
11/806,995 2007年6月5日 (05.06.2007) US
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人九州大学 (KYUSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢野 公規 (YANO, Koki) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 中野谷 一 (NAKANOTANI, Hajime) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 安達 千波矢 (ADACHI, Chihaya) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 渡辺 喜平 (WATANABE, Kihei); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町一丁目26番 芝信神田ビル3階 Tokyo (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR, SEMICONDUCTOR DEVICE, AND COMPLEMENTARY TRANSISTOR CIRCUIT DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体, 半導体装置及び相補型トランジスタ回路装置

[図1A]



(57) Abstract: Disclosed is a semiconductor device comprising a semiconductor (1), a first electrode (2), an insulating layer (3) formed between the semiconductor (1) and the first electrode (2), a second electrode (4) which is in contact with the semiconductor (1) while being apart from the first electrode (2), and a third electrode (5) which is in contact with the semiconductor (1) while being apart from the first electrode (2) and the second electrode (4). The semiconductor (1) comprises an organic semiconductor layer (10) and an oxide semiconductor layer (11).

[続葉有]

WO 2008/099863 A1



SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, 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 (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 半導体 1 と、第一の電極 2 と、半導体 1 及び第一の電極 2 間に設けられた絶縁体層 3 と、半導体 1 に接し第一の電極 2 と離間した第二の電極 4 と、半導体 1 に接し第一及び第二の電極 2, 4 と離間した第三の電極 5 とを備え、半導体 1 が、有機半導体層 10 と酸化物半導体層 11 とを備えた。

明 細 書

半導体、半導体装置及び相補型トランジスタ回路装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、TFTなどに用いられる両極性型の特性を備えた半導体、この半導体を用いた半導体装置及びこの半導体装置を用いた相補型トランジスタ回路装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、TFT用の半導体として、有機物を用いた有機半導体が注目を集めている。

一般に、有機半導体に用いられる有機物は、スピコート法や真空蒸着法などの比較的容易な成膜法によって容易に薄膜を形成できるだけでなく、アモルファス又は多結晶のシリコンを用いた従来のTFTに比較して、製造プロセス温度を低温化できるという利点がある。プロセス温度の低温化は、耐熱性の低いプラスチック基板上への形成が可能となり、ディスプレイの軽量化や低コスト化、さらにはプラスチック基板のフレキシビリティを生かしたことによる用途の多様化など、多くの効果が期待できる。

このような、有機半導体に用いられる有機物としては、TFTなどに用いられるキャリアの移動度が大きいものが用いられ、例えば、アントラセン、テトラセン、ペンタセンなどのアセン類の単結晶がある。これらで形成された有機半導体のキャリアの移動度は、 $1(\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1})$ 程度であると報告されている。

[0003] この有機半導体をTFTに用いる技術は、アモルファス又は多結晶のシリコンを用いた技術に比較して、不純物のドーピングによるチャネルの導電型の制御が難しい。そのため、複数のTFTを基板上に形成した、例えば、相補型トランジスタ回路において、チャネルの導電型を制御するには、有機半導体に用いられる有機物を適宜に選択し、nチャネル型の薄膜トランジスタやpチャネル型の薄膜トランジスタを作り分けている。

しかしながら、このような回路は、nチャネル型及びpチャネル型の薄膜トランジスタが、別々の有機物を使って作り分けられているので、製造工程が複雑になり、製造コストが高くなりやすく、実用化の障害になっているという実情がある。

- [0004] そこで、有機物を用いて、正孔及び電子の両方の輸送が可能な、いわゆる、両極性(アンビポーラ, アンバイポーラ)型の特性を備えた半導体の研究が行なわれている。このような、両極性型の半導体を用いると、複数のTFTからなる回路は、単極性型の半導体のみを用いたものに比較して、同一の有機物だけで、nチャンネル型及びpチャンネル型の両方の薄膜トランジスタとして動作させることができるので、nチャンネル型及びpチャンネル型の薄膜トランジスタをそれぞれ別々にパターンニングしなくてもよくなる。これにより、製造工程が簡略化され大幅な製造コスト低減効果を期待できる。
- [0005] 従来、有機物を用いた両極性型の半導体の技術としては、純度の高いペンタセンの単結晶が両極性として機能することが知られている(非特許文献1)。上記したようなその他の有機物の単結晶からなる有機半導体や、純度の低いペンタセンの単結晶からなる有機半導体は単極性であり、p型(正孔輸送)又はn型(電子輸送)のどちらかで機能するのに対して、この純度の高いペンタセンの単結晶からなる有機半導体は、p型及びn型の両方で機能する。
- [0006] また、従来、両極性型の半導体の技術としては、例えば、有機半導体の層にシラン化合物などの電圧制御層を積層し両極性型の特性を発現させる技術(特許文献1)、カーボンナノチューブと有機半導体などを組み合わせて、両極性型の特性を発現させる技術(特許文献2)、黒鉛を酸化して得られる薄膜状粒子を用い両極性型の特性を発現させる技術(特許文献3)、n型の特性を有した有機物とp型の特性を有した有機物とを組み合わせて、両極性型の特性を発現する技術(特許文献4)、n型の特性を有した有機物とp型の特性を有した有機物との混合物により両極性型の特性を発現する技術(特許文献5)、非晶質酸化物を用いたp型領域とn型領域とを備えた半導体デバイスの技術(特許文献6)がある。
- [0007] また、従来、両極性型の半導体を用いたTFTなどの半導体装置を、CMOS回路に用いる技術は、特許文献7及び8に記載がある。さらに、特許文献4及び5には、両極性型の半導体を用いたTFTなどの半導体装置を、表示装置・映像装置・インバーターなどに応用する記載がある。
- [0008] 特許文献1:特開2005-26872号公報
特許文献2:特開2005-150410号公報

特許文献3:特開2004－95790号公報

特許文献4:特開2005－209455号公報

特許文献5:特表2006－518938号公報

特許文献6:特開2006－165532号公報

特許文献7:特開2001－177109号公報

特許文献8:特開2002－26336号公報

非特許文献1:J. H. Schon, et al. Science Vol. 287, 1022(2000)

[0009] しかしながら、上記非特許文献1の技術においては、単一成分で両極性型の特性をもつ有機物は、ペンタセン以外の報告例がほとんど知られていないので、材料の選択の幅が狭まってしまい、回路設計などが難しくなってしまうおそれがあった。また、ペンタセンにおいても、高度に純度を上げた場合に初めて発現する現象であり、通常のペンタセンはp型のみを示すので、製造が難しくなり、半導体装置の製造コストが高くなるおそれがあった。

[0010] このため、例えば、特許文献4及び5に記載の技術のように、n型及びp型の特性を備えた有機物の両方を用いて半導体を形成し、単一の有機物のみの特性に依存しないようにして両極性型の半導体を形成し、これを相補型トランジスタや発光素子などの半導体装置に用いる技術もある。しかしながら、この特許文献4及び5の技術にあつては、n型及びp型の特性を備えた有機物同士を組み合わせているので、半導体及びこの半導体を用いた半導体装置の動作が不安定になりやすいという問題があった。

[0011] 本発明は上記問題にかんがみてなされたもので、有機半導体を用いて製造コストの低減に寄与できるようにするとともに、両極性型の特性を持たせ、かつ、動作を安定させて汎用性を向上させた半導体、この半導体を用いた半導体装置及びこの半導体装置を用いた相補型トランジスタ回路装置を提供することを目的とする。

発明の開示

[0012] 上記目的を達成するための本発明の半導体は、有機半導体層と、酸化物半導体層とを備えている。

ここで半導体は、n型及びp型の両極性型の特性を備えることが好ましい。

また、前記有機半導体層は、p型の特性を備えた有機物、両極性型の特性を備えた有機物又はn型の特性を備えた有機物、若しくは、それらのうちいずれか二種以上からなる積層体又は混合体で形成されることが好ましい。

また、前記酸化物半導体層は、n型非縮退酸化物からなる構成としたことがより好ましい。

このような構成の半導体は、両極性で、しかも、動作が安定したものとなる。また、酸化物半導体層をn型の酸化物半導体で形成すると、より一層、動作を安定させることができる。そのため、半導体の汎用性を向上させることができる。

[0013] また、前記酸化物半導体層は、電子キャリア濃度が $10^{18}/\text{cm}^3$ 未満とすることが好ましい。

また、前記酸化物半導体層は、In、Zn、Sn及びGaの少なくともいずれかを含む酸化物で形成することが好ましい。特に、前記酸化物半導体層は、InとGaとZnとを含む非晶質酸化物、SnとZnとGaとを含む非晶質酸化物、InとZnとを含む非晶質酸化物、InとSnとを含む非晶質酸化物、InとGaとを含む非晶質酸化物、及び、ZnとSnとを含む非晶質酸化物のうち、いずれかで形成されることが好ましい。

[0014] また、前記酸化物半導体層は、In、Zn、Sn、Gaのいずれかを含む多結晶酸化物で形成されることが好ましい。

また、前記酸化物半導体層は、In及び正二価元素を含む多結晶酸化物で形成されることが好ましい。

[0015] また、前記酸化物半導体層は、仕事関数が4.8(eV)以上とすることが好ましい。

この場合、前記酸化物半導体層は、ランタノイド類を含む酸化物で形成すると仕事関数が高くなり好ましい。

また、前記酸化物半導体層は、バンドギャップが2.5(eV)以上であることが好ましい。

[0016] また、前記酸化物半導体層を、複数種類の層状酸化物を積み重ねた積層構造とし、該積層構造のうち、最も前記有機半導体層側の層状酸化物の材料に、該層状酸化物の仕事関数が、その他の層状酸化物の仕事関数より大きくなるものを用いることが好ましい。

[0017] また、前記有機半導体層及び酸化物半導体層は、互いに接触する構成とすることが好ましい。

上記のような半導体の構成とすると、半導体はより良好な特性を得ることができる。

[0018] また、上記目的を達成するための半導体装置は、半導体と、第一の電極と、前記半導体及び前記第一の電極との間に設けられた絶縁体層と、前記半導体に接し前記第一の電極と離間した第二の電極と、前記半導体に接し前記第一及び第二の電極と離間した第三の電極とを備え、前記半導体に、上記の半導体を用いた構成としている。

この半導体装置は、半導体に上記の半導体を用いているので両極性型の動作をする。また、半導体装置の半導体は、有機半導体層と酸化物半導体層とを組み合わせられてなるので、動作が安定させられる。

[0019] また、前記有機半導体層及び酸化物半導体層を薄膜に形成した構成とすることが好ましい。

[0020] また、n型駆動時の電界効果移動度 $\mu(n)$ とp型駆動時の電界効果移動度 $\mu(p)$ の比 $\mu(n)/\mu(p)$ が、 $10^{-5} \leq \mu(n)/\mu(p) \leq 10^5$ の範囲にある構成としている。

このような構成からなる半導体装置は、n型駆動時の電界効果移動度及びp型駆動時の電界効果移動度のバランスが最適になり、安定した動作とすることができる。

[0021] また、上記目的を達成するための本発明の相補型トランジスタ回路装置は、複数の半導体装置を複数備えた相補型トランジスタ回路装置であって、前記複数の半導体装置の少なくとも一つに、前記の半導体装置を用いた構成としている。

この回路装置は、上記の両極性型の半導体装置を用いているので、n型及びp型の半導体装置の作りわけをしなくてもよくなる。そのため、回路装置全体の製造コストを低減することができる。

[0022] 本発明の半導体によれば、有機半導体層の成膜が容易になるので、製造コストの低減に寄与できる。また、有機半導体層と、酸化物半導体層を組み合わせたので、両極性型の特性を備えるとともに、その動作を安定させることができる。そのため、汎用性を向上させることができる。

また、本発明の半導体装置によれば、上記の半導体を用いたので、動作を安定さ

せることができる。

また、本発明の相補型トランジスタ回路装置によれば、上記の半導体装置を用いたので、n型及びp型の半導体装置の作りわけをしなくてもよくなり、回路装置全体の製造コストを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1A]本発明の第一実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す図の概略断面図である。

[図1B]本発明の第一実施形態に係る半導体及び半導体装置の要部拡大断面図である。

[図2]本発明の第二実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図3]本発明の第三実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図4]本発明の第四実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図5]本発明の第五実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図6]本発明の第六実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図7]本発明の第七実施形態に係る半導体及び半導体装置を示す概略断面図である。

[図8]本発明の一実施形態に係る相補型トランジスタ回路装置を示す図である。

[図9]比較例1にかかる半導体装置を示す図である。

[図10A]本発明の実施例1に係る半導体装置の特性を示すグラフ図である。

[図10B]比較例1にかかる半導体装置の特性を示す図である。

[図11A]本発明の実施例1に係る半導体装置の特性を示すグラフ図である。

[図11B]比較例1にかかる半導体装置の特性をそれぞれ示す図である。

[図12A]本発明の実施例3に係る半導体装置において、p型駆動時のドレイン電圧－

ドレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図12B]本発明の実施例3に係る半導体装置において、p型駆動時のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図12C]本発明の実施例3に係る半導体装置において、n型駆動時のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図13]本発明の実施例4に係る半導体装置の要部拡大断面図である。

[図14A]本発明の実施例4に係る半導体装置において、p型駆動時のドレイン電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図14B]本発明の実施例4に係る半導体装置において、p型駆動時のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図14C]本発明の実施例4に係る半導体装置において、n型駆動時のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図15]本発明の実施例4に係る半導体装置の特性を示すグラフ図であって、チャネル長Lを変えたときの特性変化の図である。

[図16A]本発明の実施例5に係る半導体装置において、p型駆動時のドレイン電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

[図16B]本発明の実施例5に係る半導体装置において、p型駆動時のゲート電圧ードレイン電流特性を示すグラフ図である。

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下図面に基づいて、本発明の半導体及びこの半導体を用いた半導体装置の実施の形態について説明する。

[0025] [第一実施形態]

図1は、本発明の第一実施形態に係る半導体及び半導体を用いた半導体装置の概略断面図を示している。

図1Aに示すように、本実施形態の半導体装置は、半導体1と、第一の電極2と、半導体1及び第一の電極2間に設けられた絶縁体層3と、絶縁体層3よりも半導体1側に設けられる第二の電極4と、第二の電極4と離間するとともに絶縁体層3よりも半導体1側に設けられる第三の電極5とを備えている。そして、本実施形態の半導体1は、

有機半導体層10と酸化物半導体層11とによって構成されている。

この半導体装置は、例えば、電界効果トランジスタ(FET)、発光素子、受光素子などとして用いられるもので、基板6上に、各層が薄膜の状態で積層されている。

[0026] 詳しくは、半導体装置は、第一の電極2として用いられる基板6と、基板6上に成膜された絶縁体層3と、絶縁体層3上に成膜された半導体1と、絶縁体層3と半導体1の間に離間して設けられた第二及び第三の電極4、5とを備えている。

[0027] 本発明を構成する半導体1は、n型及びp型の両極性型の特性を備えている。

本実施形態では、半導体1は、有機物からなる有機半導体層10と、酸化物からなる酸化物半導体層11とを備え、有機半導体層10及び酸化物半導体層11が第二の電極4側から第三の電極5側に至るように形成されている。

また、有機半導体層10及び酸化物半導体層11は、互いに接触する構成としている。

[0028] ここで、半導体1は、有機半導体層10の全体がp型の特性を備え、酸化物半導体層11の全体がn型の特性を備える組み合わせ、有機半導体層10の全体がn型の特性を備え、酸化物半導体層11の全体がp型の特性を備える組み合わせ、及び、有機半導体層10の全体が両極性型の特性を備え、酸化物半導体層11の全体がp型又はn型の特性を備える組み合わせのうち、いずれかの組み合わせで構成することが好ましい。これらの組み合わせのうち、有機半導体層10の全体が、p型の特性を備え、酸化物半導体層11の全体が、n型の特性を備える組み合わせとした半導体1とすることが、n型の酸化物半導体のバンドギャップがn型有機半導体のバンドギャップに対して大きいという理由により、好ましい。

[0029] 有機半導体層10は、p型の特性を備えた有機物、両極性型の特性を備えた有機物又はn型の特性を備えた有機物、若しくは、それらのうちいずれか二種以上を積層した積層体又は混合体で形成されている。

ここで、混合体とは、有機物が半導体層中に均一に混合されたもの、有機物の集合体が複数有機半導体層10の層方向に並べられるものなどである。

具体的には、有機半導体層10は、ペンタセンやオリゴチオフェン等の有機低分子、ポリチオフェン等の有機高分子、フタロシアニン等の金属錯体、C60、C82、金属

内包フラーレン(例えばディスプロシウム(Dy)を内包したフラーレン(Dy@C82))等のフラーレン類、及びカーボンナノチューブ類の群から選択される少なくとも一種から形成されている。

[0030] 上記有機半導体層10のうち、p型の特性を備えた有機物又は両極性型の特性を備えた有機物、若しくは、それらの積層体又は混合物で構成されている有機半導体層10が好ましい。

特に、有機半導体層10のうち、p型の特性を備えた有機物若しくはp型の特性を備えた有機物の積層物又は混合物で構成されている有機半導体層10が、p型の特性を備えた有機物が大気に触れても特性の低下が少ないという理由により、より好ましい。

[0031] また、有機半導体層10を構成するp型の特性を備えた有機物としては、Pentacene、Tetracene、Anthracene、Phthalocyanine、 α -Sexithiophene、 α , ω -Dihexyl-sexithiophene、Oligophenylene、Oligophenylenevinylene、Dihexyl-Anthradithiophene、Bis(dithienothiophene)、Poly(3-hexylthiophene)、Poly(3-butylthiophene)、Poly(phenylenevinylene)、Poly(thienylenevinylene)、Polyacetylene、 α , ω -Dihexyl-quinquethiophene、TPD、 α -NPD、m-MTDATA、TPAC、TCTA、Poly(vinylcarbazole)などを例示することができる。

[0032] また、有機半導体層10を構成するn型の特性を備えた有機物として、C6-PTC、C8-PTC、C12-PTC、C13-PTC、Bu-PTC、F7Bu-PTC*、Ph-PTC、F5Ph-PTC*、PTCBI、PTCDI、TCNQ、C60フラーレンなどを例示することができる。

[0033] また、有機半導体層10を構成する両極性型の特性を備えた有機物としては、例えば、各々純度の高いPentacene、ルブレン、銅フタロシアニン、テトラセンなどを例示することができる。

[0034] 本実施形態において、有機半導体層10を形成する成膜方法としては、スプレー法、ディップ法、CVD法などの化学的成膜方法のほか、真空蒸着法などの物理的成膜方法も利用することができる。キャリア密度の制御性や、膜質の向上を考慮すると、物

理的成膜方法の方が好ましい。

[0035] 酸化物半導体層11は、n型の特性を備えた非縮退酸化物からなる。

本実施形態においては、酸化物半導体層11は、透明酸化物半導体層となっている。

この酸化物半導体層11は、In、Zn、Sn及びGaの少なくともいずれかを含む非晶質酸化物で構成されることが好ましい。また、酸化物半導体層11は、InとGaとZnとを含む非晶質酸化物、SnとZnとGaとを含む非晶質酸化物、InとZnとを含む非晶質酸化物、InとSnとを含む非晶質酸化物、InとGaとを含む非晶質酸化物、及び、ZnとSnとを含む非晶質酸化物のうち、いずれかで形成されることがさらに好ましい。In、Sn、Zn、Gaは、比較的大きなs軌道を持ち、非晶質化しても良好なn型半導体の特性を示すので、電子輸送特性が良好で移動度などの半導体特性が高くなることが可能となる。

[0036] あるいは、酸化物半導体層11は、In、Zn、Sn、Gaのいずれかを含む多結晶酸化物で形成されることが好ましく、In及び正二価元素を含む多結晶酸化物で形成されることがさらに好ましい。In、Zn、Sn、Gaのいずれかを含む多結晶酸化物は作製時の酸素分圧や作製後の酸化処理でキャリア密度を制御することができる。In、Sn、Zn、Gaは比較的大きなs軌道を持ち良好なn型半導体の特性を示し、電子輸送特性が良好で移動度などの半導体特性を高くすることが可能となる。特に、Inは大きなs軌道を持ちさらに多結晶化しても粒界の散乱による電子輸送特性の低下が少ないことが期待できる。また、450℃以上の高温で処理しなくとも正二価元素の濃度を変えることで比較的容易にキャリア濃度を所望の濃度に制御できる。

なお、この酸化物半導体層11は、In、Zn、Sn及びGaの少なくともいずれかを含む非晶質酸化物よりもIn、Zn、Sn、Gaのいずれかを含む多結晶酸化物、特にIn及びZnから形成される多結晶酸化物がより好ましい。これは、電子キャリア密度の制御（低減）と高い電子移動度が両立しやすく信頼性も高いからである。

[0037] 正二価元素としては、例えば、Zn、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Cu、Ag、Cd、Hg、Sm、Eu、Ybなどが挙げられる。これらのなかでも、Zn、Mg、Mn、Co、Ni、Cu、Caが好ましい。これらのなかでも、効率的にキャリア

濃度を制御できることから、Zn, Mg, Cu, Ni, Co, Caがより好ましく、添加によるキャリア制御の効果からはCu, Niが特に好ましく、透過率やバンドギャップの広さからはZn, Mgが特に好ましい。これらの正二価元素は、本実施形態の効果を失わせない範囲内で複数組合せて使用してもよい。なお、ここでいう正二価元素とは、イオン状態での価数としてそれぞれ正二価を取りうる元素のことである。

[0038] さらに、酸化物半導体層11には、酸化インジウム、正二価元素の酸化物以外の元素や化合物が含まれていてもよい。ただし、通常は酸化インジウムと正二価元素の酸化物とを合わせて50質量%以上含ませるものとし、その含有量が50質量%より小さいと、移動度が低下するなど効果が十分に現れないおそれがある。効果が十分に現れるようにするには、酸化インジウムと正二価元素の酸化物と合わせて65質量%以上含むことが好ましく、より好ましくは80質量%以上、さらに好ましくは90質量%以上であり、95質量%以上含むことが特に好ましい。また、キャリア制御の効果が十分に現れるようにするには、Snなどの正四価元素の含有量が3質量%以下であることが好ましく、2質量%以下であることがより好ましく、1質量%以下であることが特に好ましい。正四価元素を含むとキャリア密度を低濃度に制御できないおそれがある。

[0039] また、酸化物半導体層11中に含有されるインジウム[In]と正二価元素[X]の原子比 $[X/(X+In)]$ は、0.0001～0.5とすることができる。

原子比 $[X/(X+In)]$ が0.0001より小さく、正二価元素の含有率が少ないと、本実施形態の効果が現れずキャリア数が制御できないおそれがある。

一方、原子比 $[X/(X+In)]$ が0.5より大きくなり、正二価元素の含有率が過剰になると、界面あるいは表面が変質しやすく不安定になるおそれや、結晶化温度が高く結晶化が困難になったり、キャリア濃度が高くなったり、ホール移動度が低下したりするおそれがある。また、トランジスタを駆動させた際に閾値電圧が変動したり、駆動が不安定となったりするおそれがある。上記のような不具合をより有効に回避するためには、原子比 $[X/(X+In)]$ は、0.0002～0.15であるのが好ましく、より好ましくは0.0005～0.1、さらに好ましくは0.01～0.099であり、0.005～0.095が特に好ましい。0.06～0.09が最も好ましい。

[0040] さらに、酸化物半導体層11は、その電子キャリア濃度が $10^{18}/\text{cm}^3$ 未満であること

が好ましく、 $10^{17}/\text{cm}^3$ 未満であることがより好ましく、 $5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 未満であることがさらに好ましく、 $10^{16}/\text{cm}^3$ 未満であることが特に好ましい。

また、下限に制限はないが、通常、 $10^{10}/\text{cm}^3$ 以上で、 $10^{12}/\text{cm}^3$ 以上が好ましい。電子キャリア濃度が $10^{18}/\text{cm}^3$ 以上であると有機半導体との導電性のバランスが得られにくくなり両極性を示さないおそれがある。

[0041] なお、本発明において、X線回折スペクトルにおいて、ハローパターンが観測され、特定の回折線を示さない酸化物を非晶質酸化物といい、特定の回折線を示すものを多結晶酸化物という。

本発明に係る酸化物の電子キャリア濃度は、室温で測定する場合の値である。室温とは、例えば 25°C であり、具体的には 0°C から 40°C 程度の範囲から適宜選択されるある温度である。なお、本発明に係る酸化物の電子キャリア濃度は、 0°C から 40°C の範囲全てにおいて、 $10^{18}/\text{cm}^3$ 未満を充足する必要はない。例えば、 25°C において、キャリア電子密度 $10^{18}/\text{cm}^3$ 未満が実現されていればよい。また、電子キャリア濃度を更に下げ、 $10^{17}/\text{cm}^3$ 以下、より好ましくは $10^{16}/\text{cm}^3$ 以下にすると両極性を示す半導体が歩留まり良く得られる。

[0042] また、酸化物半導体層は、ランタノイド類を含む酸化物であることが好ましい。酸化物半導体層にランタノイド類を含めると、酸化物半導体層の仕事関数を大きくすることができる。

さらに、酸化物半導体層11は、その仕事関数が4.8(eV)以上であることが好ましく、5.2(eV)以上であることがより好ましく、5.6(eV)以上であることが特に好ましい。

[0043] また、酸化物半導体層11は、そのバンドギャップが2.5(eV)以上であることが好ましく、2.8(eV)以上であることがより好ましく、3.1(eV)以上であることが特に好ましい。バンドギャップが2.5(eV)より小さいと可視光の吸収が多くなり透明性が低下したり、色が付いたり、光により劣化しやすくなるおそれがある。

さらに、酸化物半導体層11の屈折率は2.3以下が好ましく、2.1以下がより好ましく、2.0以下が特に好ましい。屈折率が2.3より大きいと有機物半導体層10と積層した際などにおいて、反射率が高くなるなどのおそれがある。

[0044] また、図1Bに示すように、酸化物半導体層11は、複数種類の層状酸化物110を積み重ねた積層構造に形成してもよい。この場合、層状酸化物110の積層構造のうち、有機半導体層10側の層状酸化物110の材料に、層状酸化物110の仕事関数が、その他の層状酸化物110の仕事関数より大きくなるものを用いるとよい。

このように、ランタノイド類を含ませるなどして酸化物半導体層11の仕事関数を大きくしたり、上記の積層構造にしたりする構成とすると、第二又は第三の電極4、5から有機半導体層10に注入されようとする正孔が、酸化物半導体層11を容易に突き抜けるようになる。これにより、半導体装置の特性を向上させることができる。

[0045] 本実施形態において、酸化物半導体層11を形成する成膜方法としては、スプレー法、ディップ法、CVD法などの化学的成膜方法のほか、物理的成膜方法も利用することができる。キャリア密度の制御性や、膜質の向上を考慮すると、物理的成膜方法の方が好ましい。

[0046] 物理的成膜方法としては、例えば、スパッタ法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、パルスレーザーディポジション法などを挙げることができるが、工業的には量産性が高いスパッタ法が好ましい。

スパッタ法としては、例えば、DCスパッタ法、RFスパッタ法、ACスパッタ法、ECRスパッタ法、対向ターゲットスパッタ法などが挙げられる。これらのなかでも、工業的に量産性が高く、また、RFスパッタ法よりもキャリア濃度を制御しやすいDCスパッタ法や、ACスパッタ法が好ましい。また、成膜による界面の劣化を抑えて、漏れ電流を抑制したり、on-off比などの酸化物半導体層11の特性を向上させたりするには、膜質の制御がしやすいECRスパッタ法や、対向ターゲットスパッタ法が好ましい。

また、スパッタ時の基板・ターゲット間距離(S-T距離)は、通常150mm以下、好ましくは110mm、特に好ましくは80mm以下である。S-T距離が短いとスパッタ時に基板がプラズマに曝されることにより、膜質の向上を向上させることが可能となる。また、150mmより長いと、成膜速度が遅くなり工業化に適さなくなるおそれがある。

[0047] スパッタ法を用いる場合、酸素を含有する焼結ターゲットを用いても、金属、あるいは合金ターゲットを用いて酸素などのガスを導入しながら、反応性スパッタを行なってもよい。

再現性、大面積での均一性、及びTFTにした際の特性から酸素を含有する焼結ターゲットを用いることが好ましい。

焼結ターゲットを製造するにあたり、焼結は還元雰囲気で行うことが好ましい。さらに、焼結ターゲットのバルク抵抗は $0.001 \sim 1000 \text{ m}\Omega \text{ cm}$ であることが好ましく、 $0.01 \sim 100 \text{ m}\Omega \text{ cm}$ であることがより好ましい。焼結ターゲットの焼結密度は、通常70%、好ましくは85%以上、より好ましくは95%以上、特に好ましくは99%以上である。

[0048] スパッタ法を用いる場合、到達圧力は、通常 $5 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下とする。到達圧力が、 $5 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ より大きいと、雰囲気ガス中の H_2O などから多量の水素原子が供給されて移動度が低下するおそれがある。これは、水素原子が結合することで酸化インジウムの結晶構造に変化が生じたためと考えられる。

このような不具合をより有効に回避するためには、到達圧力は、好ましくは $5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下、より好ましくは $5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下であり、 $5 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 以下であるのが特に好ましい。

[0049] また、雰囲気ガス中の酸素分圧は、通常 $40 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下とする。雰囲気ガス中の酸素分圧が $40 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ より大きいと、移動度が低下したり、キャリア濃度が不安定となったりするおそれがある。これは成膜時に雰囲気ガス中の酸素が多すぎると、結晶格子間に取り込まれる酸素が多くなり散乱の原因となったり、容易に膜中から離脱し不安定化したりするためと推定される。

このような不具合をより有効に回避するためには、雰囲気ガス中の酸素分圧は、好ましくは $15 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下、より好ましくは $7 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下であり、 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下であるのが特に好ましい。

[0050] また、雰囲気ガス中の水 H_2O 、又は水素 H_2 の濃度は、通常1.2体積パーセント以下とする。1.2体積パーセントより大きいとホール移動度が低下するおそれがある。このような不具合をより有効に回避するためには、雰囲気ガス中の水 H_2O 、又は水素 H_2 の濃度は、好ましくは1.0体積パーセント以下、より好ましくは0.1体積パーセント以下であり、0.01体積パーセント以下であるのが特に好ましい。

[0051] また、このような成膜工程において、酸化物半導体層11が多結晶からなる場合には、多結晶膜を成膜する方法、又は成膜してから後処理で結晶化させるかあるいは

結晶性を向上させる方法のいずれによってもよい。

多結晶膜を成膜する方法では、通常、基板温度250～550℃で物理成膜する。基板温度は、好ましくは300～500℃、より好ましくは320～400℃である。250℃以下では、結晶性が低くキャリア密度が高くなるおそれがある。550℃以上では、コストが高くなり、また、基板が変形するおそれがある。

成膜してから後処理で結晶化させるかあるいは結晶性を向上させる方法では、通常は、基板温度250℃以下で物理成膜する。基板温度が250℃より高いと後処理の効果が十分に発揮されず、低キャリア濃度、高移動度に制御することが困難となるおそれがある。このような不具合をより有効に回避するためには、基板温度は、好ましくは200℃以下、より好ましくは150℃以下、さらに好ましくは100℃以下であり、特に好ましくは50℃以下である。

結晶質を含む膜を成膜する方法は、プロセスが単純で工業的に好ましいが、高い半導体特性を得るには、成膜してから後処理で結晶化させる方法の方が、結晶性がよく、膜応力も少なく、キャリアを制御しやすいため好ましい。また、後処理で結晶化する前に結晶を含んでいても良いが、いったん非晶質膜を成膜してから、後処理により結晶化させる方が、結晶性の制御が行いやすく、良質な半導体膜が得られるため好ましい。

[0052] なお、大面積をスパッタ法で成膜する場合、膜質の均一性を持たせるため、基板を固定したホルダーを回転させる、マグネットを動かしてエロージョン範囲を広げるなどの方法をとることが好ましい。

[0053] このような成膜工程を終えた後に、酸化処理工程あるいは結晶化処理を施すことで、透明酸化物半導体層11中のキャリア濃度を制御することもできる。

なお、成膜時に酸素などのガス成分の濃度を制御して、キャリア濃度を制御する方法もあるが、このような方法では、ホール移動度が低下するおそれがある。これは、キャリア制御のために導入したガス成分が、膜中に取り込まれ散乱因子となっているものと推定される。

[0054] また、酸化物半導体層11は、多結晶膜を用いる場合は非晶質膜として成膜した後に、酸化処理時に結晶化させるのが好ましく、これにより、ホール移動度を高く維持し

たまま、低いキャリア濃度が実現できる。

[0055] また、酸化処理工程あるいは結晶化処理としては、酸素存在下又は酸素の非存在下で、通常80～650℃、0.5～12000分の条件で熱処理する。酸化処理工程あるいは結晶化処理は、酸素の存在下で行うと、酸素欠損の減少が同時に起こることが期待でき好ましい。

熱処理の温度が80℃より低いと処理効果が発現しなかったり、時間がかかりすぎたりするおそれがあり、650℃より高いとエネルギーコストが高くなったり、タクトタイムが長くなったり、トランジスタとしたときの閾値電圧が大きくなったり、基板が変形したりするおそれがある。このような不具合をより有効に回避するために、処理温度は、好ましくは120～500℃、より好ましくは150～450℃、さらに好ましくは180～350℃であり、200～300℃が特に好ましい。220～290℃が最も好ましい。

また、熱処理の時間が0.5分より短いと内部まで電熱する時間が不足し処理が不十分となるおそれがあり、12000分より長いと処理装置が大きくなり工業的に使用できなかったり、処理中に基板が破損・変形したりするおそれがある。このような不具合をより有効に回避するために、処理時間は、好ましくは1～600分、より好ましくは5～360分、さらに好ましくは15～240分であり、30～120分が特に好ましい。

[0056] また、酸化処理工程あるいは結晶化処理としては、酸素存在下又は酸素の非存在下、ランプアニール装置(LA; Lamp Annealer)、急速熱アニール装置(RTA; Rapid Thermal Annealer)、又はレーザーアニール装置により熱処理することができ、酸化処理工程あるいは結晶化処理として、大気プラズマ処理、酸素プラズマ処理、オゾン処理や紫外線などの照射処理を適用することもできる。また、基板を加熱しながら紫外線を当てオゾン処理するなど、これらの方法を組合せて用いても良い。

熱処理をする場合は、熱処理時の膜面の温度が、成膜時の基板温度より100～270℃高い方が好ましい。この温度差が100℃より小さいと熱処理効果が無く、270℃より高いと基板が変形したり、半導体薄膜界面が変質し半導体特性が低下したりするおそれがある。このような不具合をより有効に回避するには、成膜時の基板温度より熱処理時の膜面の温度が130～240℃高いものがより好ましく、160～210℃高いものが特に好ましい。

[0057] 基板6は、無機物材料又は有機物材料で形成されている。

具体的には、無機物材料で形成された基板6としては、例えば、ホウ素(B)、リン(P)、アンチモン(Sb)等が不純物として添加されたp型の単結晶シリコン基板、n型の単結晶シリコン基板、ガラス基板、又は、石英基板などが例示される。

また、有機物材料の基板6としては、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテルスルホン及びポリカーボネート等のプラスチック基板などが例示される。

本実施形態では、基板6は、これを第一の電極2としても用いるので、例えば、シリコン基板で構成されている。

[0058] 絶縁体層3には、例えば、 SiO_2 , Al_2O_3 , Ta_2O_5 , TiO_2 , MgO , ZrO_2 , CeO_2 , K_2O , Li_2O , Na_2O , Rb_2O , Sc_2O_3 , Y_2O_3 , Hf_2O_3 , CaHfO_3 , PbTi_3 , BaTa_2O_6 , SrTiO_3 , AlN などの酸化物、及び SiN_x などの窒化物を用いることができる。これらのなかでも、 SiO_2 , SiN_x , Al_2O_3 , Y_2O_3 , Hf_2O_3 , CaHfO_3 を用いるのが好ましく、より好ましくは SiO_2 , SiN_x , Y_2O_3 , Hf_2O_3 , CaHfO_3 であり、特に好ましくは Y_2O_3 である。これらの酸化物の酸素数は、必ずしも化学量論比と一致していなくともよい(例えば、 SiO_2 でも SiO_x でもよい)。

このようなゲート絶縁膜3は、異なる2層以上の絶縁膜を積層した構造でもよい。また、ゲート絶縁膜3は、結晶質、多結晶質、非晶質のいずれであってもよいが、工業的に製造しやすい多結晶質か、非晶質であるのが好ましい。

また、絶縁体層3には、パリレン、ポリスチレンなどの有機絶縁体を用いることもできる。

[0059] 第二及び第三の電極4, 5は、その材質については、特に限定されることなく、各種の金属や金属酸化物、及び炭素や有機導電材料等を用いることができる。具体的には、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、Mg-Ag合金、Li-Al合金、カルシウム(Ca)、インジウムスズ酸化物(ITO)、インジウム-亜鉛酸化物、亜鉛-錫酸化物、錫酸化物、亜鉛酸化物、チタン-ニオブ酸化物などが好適とされる。

[0060] 半導体及び半導体装置は、例えば、次のようにして製造される。

本実施形態では、基板6にSi基板を用い、絶縁体層3は、Si基板6を熱酸化して得

られた SiO_2 熱酸化膜とする。また、酸化物半導体層11の材料として、n型の特性を備えた酸化物を用い、有機半導体層10の材料として、p型の特性を備えた有機物を用いる。

まず、基板6に、絶縁体層3を成膜し、この絶縁体層3上に、真空蒸着法で第二及び第三の電極4、5を形成する。次に、酸化物半導体層11を、スパッタリング装置などを用いて成膜し、有機半導体層10を、真空蒸着法で酸化物半導体層11の上側に成膜する。

この際、有機半導体層10にp型の特性を備えた有機物を用い、酸化物半導体層11にn型の特性を備えた酸化物を用いたので、製造中にn型の半導体層である酸化物半導体層11が大気に触れても特性の低下が少ない。

[0061] このような半導体装置は、例えば、電界効果トランジスタ、発光素子、受光素子として用いられる。

半導体装置をn型の電界効果トランジスタとして用いる場合には、第一の電極2は、ゲート電極として、第二の電極4及び第三の電極5のうち、いずれか電圧が高い方はドレイン電極として、電圧が低い方はソース電極として用いる。また、半導体装置を、p型の電界効果トランジスタとして用いる場合には、第一の電極2は、ゲート電極として、第二の電極4及び第三の電極5のうち、いずれか電圧が高い方はソース電極として、電圧が低い方はドレイン電極として用いる。

[0062] 電界効果トランジスタとしての半導体装置は、以下のメカニズムで動作するものと考えられる。

ゲート電極に印加する電圧が正の場合には、酸化物半導体層11において、絶縁体層3側に酸化物半導体層11の電子が集合していく。そして、ソース電極からの電子は、酸化物半導体層11の絶縁体層3側に集合した電子の層(12)を通る。そのため、ソース電極からドレイン電極に電流が流れる。

ゲート電極に印加する電圧が負の場合には、有機半導体層10において、有機半導体層10中の正孔が酸化物半導体層11側に集合していく。そして、ソース電極からの正孔は、有機半導体層10の絶縁体層3側に集合した正孔の層(13)を通る。そのため、ソース電極からドレイン電極に電流が流れる。

[0063] 本実施形態の半導体は、有機半導体層10と酸化物半導体層11とを備えているので、安定した両極性型の特性を備えることができる。また、半導体1に用いた材料は、有機半導体層10に、p型又は両極性型の特性を備えた有機物を用い、酸化物半導体層11にn型の酸化物を用いているので、電子のキャリアの移動度が安定したものとなる。そのため、半導体装置は、その動作が安定する。

特に、n型の酸化物を用いた酸化物半導体層は、従来のn型の有機物を用いた場合に比較して、キャリア移動度が極めて良好である。そのため、半導体装置は、大気中での半導体の特性が、良好になるので、容易に実用化できる。

また、n型の特性を備えた酸化物は、n型の特性を備えた有機物に比べバンドギャップが大きく可視光の吸収が少ないため光による劣化のおそれも少ない。

[0064] 本実施形態において、半導体の電界効果移動度は、通常 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上とする。電界効果移動度が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ より小さいと、スイッチング速度が遅くなったり、両極性を示さないおそれがある。このような不具合をより有効に回避するために、電界効果移動度は、好ましくは $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上、より好ましくは $10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上、さらに好ましくは $10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であり、特に好ましくは $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上である。

[0065] また、n型駆動時の電界効果移動度 $\mu(n)$ とp型駆動時の電界効果移動度 $\mu(p)$ の比 $\mu(n)/\mu(p)$ は、通常 $10^{-5} \leq \mu(n)/\mu(p) \leq 10^5$ の範囲、好ましくは $10^{-3} \leq \mu(n)/\mu(p) \leq 10^4$ の範囲、より好ましくは $10^{-2} \leq \mu(n)/\mu(p) \leq 10^3$ の範囲、特に好ましくは $10^{-1} \leq \mu(n)/\mu(p) \leq 10^2$ の範囲である。 $\mu(n)/\mu(p)$ が上記の範囲外だとn型とp型のバランスが悪く両極性の発現が不明瞭となるおそれがある。n型駆動時の電界効果移動度及びp型駆動時の電界効果移動度のバランスが最適になり、安定した動作とすることができる。

[0066] また、チャンネル幅Wとチャンネル長Lの比 W/L は、通常0.1～100、好ましくは1～20、特に好ましくは2～8である。 W/L が100を越えると漏れ電流が増えたり、on-off比が低下したりするおそれがある。0.1より小さいと電界効果移動度が低下したり、ピンチオフ状態の発現が不明瞭になったりするおそれがある。

[0067] さらに、チャンネル長Lは通常0.1～1000 μm 、好ましくは1～100 μm 、さらに好ましくは2～10 μm である。0.1 μm 以下は工業的に製造が難しくかつショートチャネ

ル効果が起こったり漏れ電流が大きくなるおそれがある。また、1000 μ m以上では素子が大きくなりすぎて好ましくない。

[0068] また、駆動時の各電極間にかかる電圧は、通常100V以下、好ましくは50V以下、より好ましくは20V以下、さらに好ましくは10V以下である。100Vより大きいと、消費電力が大きくなり実用性が低下するおそれがある。

また、ここで両極性を示すとは、ゲート電圧を上げるとドレイン電流が増加する領域とゲート電圧を下げるとドレイン電流が増加する領域があるようなドレイン電圧が存在する場合をいう。

[0069] [第二実施形態]

図2は、本発明の第二実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記実施形態と略同様であるが、基板6と第一の電極2とが別体に形成されている点異なる。

[0070] すなわち、本実施形態の半導体及び半導体装置は、基板6上の中央に、基板6とは別体の第一の電極2が設けられている。この第一の電極2は、上記第一実施形態の第二及び第三の電極4、5で用いた材料で形成されている。また、絶縁体層3は、基板6及び第一の電極2上に設けられている。

その他の構成は上記のものと同様である。

本実施形態の半導体装置は、上記第一実施形態と同様に、電界効果トランジスタとして用いられる。作用及び効果は、上記とほぼ同様である。

上記第二実施形態実施形態の半導体装置のように構成すれば、ゲート電極と基板6とを別体に行っているため、半導体の回路設計の自由度を増すことができる。

[0071] [第三実施形態]

図3は、本発明の第三実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記実施形態とは異なり、第二及び第三の電極4、5が、絶縁体層3と酸化物半導体層11の間になく、有機半導体層10の上側に設けられた構成となっている。

第一の電極2(6)と第二及び第三の電極5の間に、絶縁体層3、酸化物半導体層11、有機半導体層10がともに位置するため電界が効果的にかけられ半導体装置の特性が出やすい。また、第二及び第三の電極5が直接有機半導体層10に接しているため有機半導体の移動度が低い場合でも両極性が発現しやすい。

[0072] [第四実施形態]

図4は、本発明の第四実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記実施形態とは異なり、第二及び第三の電極4, 5が、絶縁体層3と酸化物半導体層11の間になく、有機半導体層10と酸化物半導体層11の間に設けられた構成となっている。

第二及び第三の電極4, 5が直接有機半導体層10、酸化物半導体層11ともに接しているため両極性が発現しやすい。

[0073] [第五実施形態]

図5は、本発明の第五実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記実施形態とは異なり、第三の電極5が、絶縁体層3と酸化物半導体層11の間になく、有機半導体層10と酸化物半導体層11の間に設けられた構成となっている。

第二の電極4と第三の電極5の電流が有機半導体層10と酸化物半導体層11と通過して流れるため両極性が発現しやすい。また、第二の電極と第三の電極の一方が直接有機半導体層10に接しているため有機半導体の移動度が低い場合でも両極性が発現しやすい。

[0074] [第六実施形態]

図6は、本発明の第六実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記第一の実施形態とは異なり、第三の電極5が、絶縁体層3と酸化物半導体層11の間になく、有機半導体層10の上側に設けられた構成となっている。

第二の電極4と第三の電極5の電流が有機半導体層10と酸化物半導体層11と通過して流れるため両極性が発現しやすい。

[0075] 第三～第六実施形態の半導体装置の構成によれば、半導体1の有機半導体層10及び酸化物半導体層11に対する、第二及び第三の電極4, 5の位置を上記のように配置してもよいので、半導体装置を用いた回路の設計の自由度を増すことができる。

[0076] [第七実施形態]

図7は、本発明の第七実施形態に係る半導体及び半導体装置の概略断面図を示している。

本実施形態の半導体装置は、上記実施形態と異なり、半導体1の構造が左右が非対称に形成されている点で異なる。

すなわち、酸化物半導体層10が、半導体1の面内の一部のみ構成している点で異なる。

[0077] 図7に示すように、絶縁体層3上には、有機半導体層10及び酸化物半導体層11からなる半導体1が形成されている。

また、酸化物半導体層11は、その一部が、有機半導体層10の一部(100)で覆われている。

第二の電極4は、有機半導体層10上に形成されている。

また、第三の電極5は、有機半導体層10の一部(100)及び酸化物半導体層11の上に形成されている。

[0078] 以上の構成からなる半導体1及び半導体装置によれば、半導体1の構造、酸化物半導体層11が半導体1の面内の一部のみ構成しているので、キャリア電子が、有機半導体層10内を一定距離以上通らないと電極に到達することができない。

そのため、例えば、半導体装置における、第二の電極4をドレイン電極、第三の電極5をソース電極として用いたときに、第三の電極5から供給されるキャリア電子が、有機半導体層10に注入されやすくなる。

また、キャリア電子が、有機半導体層10に注入されやすくなるだけでなく、両極性発現時のドレイン電流の制御も容易になるので、発光トランジスタ等へ応用した際に、制御性を向上させることが可能となる。

[0079] また、第一～第六実施形態の半導体装置は、例えば、NOT型回路などの相補型トランジスタ回路装置に用いられる。相補型トランジスタ回路装置は、複数の半導体装置を備えており、この複数の半導体装置の少なくとも一つに、上記本発明の半導体装置が用いられている。

具体的には、例えば、図8に示すように、相補型トランジスタ回路装置20は、二つの電界効果トランジスタ21、22のうち、少なくともいずれか一方に上記本発明の半導体装置を用いている（本実施形態では、21）。

この回路装置20においては、特に、一枚の基板上に2つの電界効果トランジスタ21、22を形成するときには、電界効果トランジスタ21に半導体装置を用いているので、他方の電界効果トランジスタ22は、n型、p型及び両性型の半導体装置のいずれであってもよくなる。そのため、n型、p型の作りわけをしなくてもよくなり、この装置全体の製造コストを低減することができる。

[0080] [実施例]

実施例1

次に、上記第一実施形態の半導体装置の実施例について説明する。

図1Aに示すように、本実施例に係る半導体装置は、以下のようにして製造された。

まず、基板6として導電性のSi基板を用い、これを熱酸化し、絶縁体層3を形成した。次に、絶縁体層3上に、ポジ型のフォトレジストをスピコートして塗布し、フォトレジストを、所定温度でプリバークして固化し、基板6中央を露光した。その後、リンス液で基板6中央以外の部分のフォトレジストを除去し、ポストバークして不要なリンス液を気化させた。そして、この基板6に、真空蒸着法で、Cr及びAuを成膜し、溶剤でリフトオフして基板6中央以外の部分に、第二及び第三の二つの電極4、5を形成した。

[0081] 次に、この第二及び第三の電極4、5が形成された基板6に、酸化物半導体層11をスパッタリング装置を用いて成膜する。成膜条件は、ターゲットに、IGZO（元素比が、In=33.4at%，Ga=33.3at%，Zn=33.3at%となる酸化物）を用い、到達真空度： 8.2×10^{-4} Pa、スパッタ真空度： 1.9×10^{-1} Pa、スパッタガス：Ar 10sccm O₂ 1sccm、スパッタ出力：50Wとし、基板加熱は行わなかった。大気暴露しUVオゾン処理を15分行った後、ペンタセンを、真空蒸着法で酸化物半導体層11の上側

に成膜した。

[0082] このようにして作製された半導体装置は、Si/SiO₂膜:300nm(基板6(第一の電極2)及び絶縁層), Cr膜:1nm, Au膜:40nm(第二及び第三の電極4, 5), IGZO膜(アモルファス):50nm(酸化物半導体層11), ペンタセン膜:50nm(有機半導体層10), チャネル長L:100 μ mとなった。なお、チャネル幅Wは、2mmである。

[0083] 次に、この半導体装置を、薄膜トランジスタとして動作させた。この場合、半導体装置は、第一の電極2をゲート電極とし、第二の電極4をソース電極とし、第三の電極5をドレイン電極として用いられている。この半導体装置の特性を図10A及び図11Aに示す。

図10Aに示すように、例えば、ドレイン電圧が20Vと30Vの時にゲート電圧が増加するとドレイン電流が増加する領域とゲート電圧が減少するとドレイン電流が増加する領域があり、両極性を示した。また、n型駆動時の電界効果移動度は0.06cm²/Vs、p型駆動時の電界効果移動度は0.6cm²/Vsであった。

[0084] 実施例2

図3に示すように、本実施例に係る半導体装置は、以下のようにして製造された。

まず、基板6として導電性のSi基板を用い、これを熱酸化して形成された絶縁体層3を設けた。

酸化物半導体層11をスパッタリング装置を用いて成膜する。成膜条件は、ターゲットに、In₂O₃-ZnO(元素比が、In=93at%, Zn=7at%となる酸化物)を用い、到達真空度:8.2 $\times 10^{-4}$ Pa, スパッタ真空度:1.9 $\times 10^{-1}$ Pa, スパッタガス:Ar 10sccm, O₂ 1sccm, スパッタ出力:50Wとし、成膜時の基板過熱は行わなかった。スパッタ製膜後に大気下で300°C1時間熱処理した。

次に、UVオゾン処理を15分行った後、ペンタセンを、真空蒸着法で酸化物半導体層11の上側に成膜した。

そして、有機半導体層10上に真空蒸着法で、シャドーマスクを使用してCr及びAuを成膜し、第二及び第三の二つの電極4, 5を形成した。

[0085] このようにして作製された半導体装置は、Si/SiO₂膜:300nm(基板6(第一の電極2)及び絶縁層), In₂O₃-ZnO膜(多結晶膜):30nm(酸化物半導体層11), ペン

タセン膜:50nm(有機半導体層10), Cr膜:1nm, Au膜:40nm(第二及び第三の電極4, 5), チャネル長 L :100 μ m、チャネル幅 W は、2mmとなった。

半導体特性は実施例1同様に両極性を示し、n型駆動時の電界効果移動度は5.2 cm^2/Vs 、p型駆動時の電界効果移動度は0.6 cm^2/Vs であった。

[0086] 実施例3

In_2O_3 —ZnO膜(多結晶膜)の膜厚を15nm(酸化物半導体層11)とした他は実施例2と同様に半導体装置を作製した。結果、図12A～図12Cに示すように両極性を示した。

半導体特性は実施例1同様に両極性を示し、n型駆動時の電界効果移動度は6.7 cm^2/Vs 、p型駆動時の電界効果移動度は0.11 cm^2/Vs であった。

[0087] 実施例4

In_2O_3 —ZnO膜(多結晶膜)の膜厚を5nm(酸化物半導体層11)、チャネル長 L を200 μ mとした他は実施例2と同様に半導体装置を作製した。

図13には、本実施例に係る半導体装置の要部拡大断面図を示している。

結果、図14A～図14Cに示すように両極性を示した。

また、図15は、実施例4の半導体装置において、チャネル長 L を変えたときの特性変化を示している。

n型駆動時の電界効果移動度は、チャネル長 L =200 μ mのとき、13.8 cm^2/Vs であり、チャネル長 L =50 μ mのとき、12.3 cm^2/Vs であった。

また、p型駆動時の電界効果移動度は、チャネル長 L =200 μ mのとき、0.2 cm^2/Vs 、チャネル長 L =50 μ mのとき、0.05 cm^2/Vs であった。

[0088] 実施例5

次に、上記第七実施形態の半導体装置の実施例について説明する。

図7に示すように、本実施例に係る半導体装置は、以下のようにして製造された。

まず、基板として導電性のSi基板を用い、これを熱酸化して形成された絶縁体層を設けた。

[0089] 次に、酸化物半導体層をスパッタリング装置を用いて成膜する。成膜条件は、ターゲットに、 In_2O_3 —ZnO膜(元素比が、In=93at%, Zn=7at%となる酸化物)を用

い、到達真空度： 8.2×10^{-4} Pa, スパッタ真空度： 1.9×10^{-1} Pa, スパッタガス：Ar 10sccm O_2 1sccm, スパッタ出力：50Wとし、成膜時の基板加熱は行わなかった。また、非対称な構成とするためシャドーマスクを用い成膜領域を所望の範囲に限定した。スパッタ製膜後に大気下で300°C1時間熱処理した。

[0090] 次に、UVオゾン処理を15分行った後、有機半導体層（ペンタセン）を、真空蒸着法で酸化物半導体11層の上側に成膜した。

また、有機半導体層10もシャドーマスクを用い成膜領域を所望の範囲に限定した。

そして、有機半導体層10上及び酸化物半導体層11上に真空蒸着法で、シャドーマスクを使用してCr及びAuを成膜し、第二及び第三の二つの電極4, 5を形成した。

[0091] このようにして作製された半導体装置は、Si/SiO₂膜：300nm（基板6（第一の電極2）及び絶縁層）、In₂O₃-ZnO膜：5nm（酸化物半導体層11）、ペンタセン膜：50nm（有機半導体層10）、Cr膜：1nm、Au膜：40nm（第二及び第三の電極5）、チャネル長L（第二の電極4及び第三の電極5間の距離）：200 μm、チャネル幅Wは、2mmとなった。

[0092] この半導体装置の特性を図16A及び図16Bに示す。

これらの図に示すように、本実施例に係る半導体装置は、p型駆動したところ、両極性を示し、電界効果移動度は $0.13 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。

また、この半導体装置は、両極性を示した後、再度ピンチオフが観測された（ピンチオフ領域（飽和領域）が2回発現した）。

この2回のピンチオフの発現は、半導体装置が非対称構造であることに起因するものと思われる。

すなわち、半導体装置において、ピンチオフが2回発現することにより、両極性が発現するときのドレイン電流の制御を容易に行なうことができるようになり、発光トランジスタ等へ応用した際に制御性を向上させることなどが可能となる。

[0093] 比較例1

また、実施例の比較対象として、実施例1の半導体装置と略同様であるが、有機半導体層10を成膜していないものを作製した（図9）。

半導体はn型の特性しか示さず、両極性も発現しなかった。

この比較例の半導体装置の特性を、図10B及び図11Bに示す。

[0094] 比較例2

図3の酸化物半導体層11の代わりに、n型の特性を備えた有機物であるperfluoropentaceneを真空蒸着法で成膜し、UVオゾン処理を行わなかった他は実施例2同様に半導体装置を作製した。

[0095] このようにして作製された半導体装置は、Si/SiO₂膜:200nm(基板6(第一の電極2)及び絶縁層), perfluoropentacene:10nm(酸化物半導体層11), ペンタセン膜:35nm(有機半導体層10), Cr膜:1nm, Au膜:40nm(第二及び第三の電極5), チャネル長L(第二の電極4及び第三の電極5間の距離):75 μ m、チャネル幅Wは、1000 μ mとなった。

半導体特性は両極性を示したが、n型駆動時の電界効果移動度は0.02cm²/Vs、p型駆動時の電界効果移動度は0.5cm²/Vsであった。

また、実施例2と同様にペンタセン膜を成膜する前に大気に暴露したところ、移動度が大きく低下した。

[0096] 以上、本発明の半導体、半導体装置及び相補型トランジスタ回路装置について、好ましい実施形態を示して説明したが、上述した実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の範囲で種々の変更実施が可能であることは言うまでもない。

例えば、本発明の半導体装置は、第一～第六実施形態では、絶縁体層の上に酸化物半導体層を形成し、酸化物半導体層の上に有機半導体層を形成したが、これに限定されるものでなく、絶縁体層の上に有機半導体層を、有機半導体層の上に酸化物半導体層をそれぞれ形成するようにしてよい。

[0097] また、第三～第七実施形態では、基板を、第一の電極として用いているがこれに限定されるものでなく、第二実施形態と同様に基板と第一の電極を別体としてよく、適宜設計変更して差支えない。

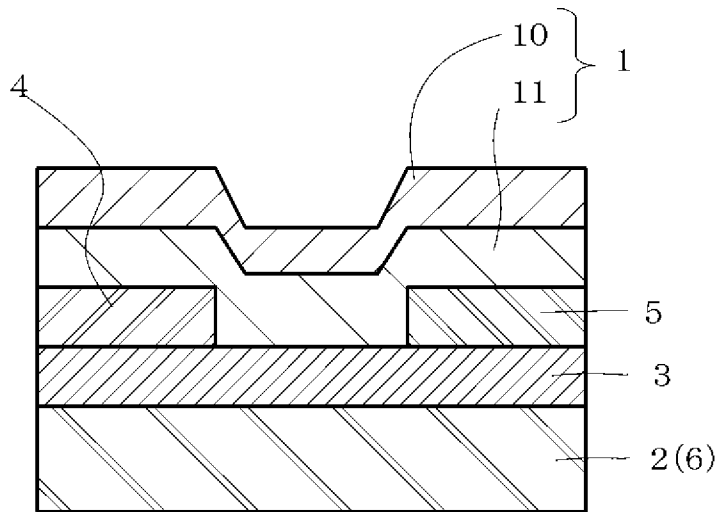
また、本発明の半導体装置は、電界効果トランジスタとして用いたが、これに限定されるものでなく、発光素子や受光素子として用いてよい。

請求の範囲

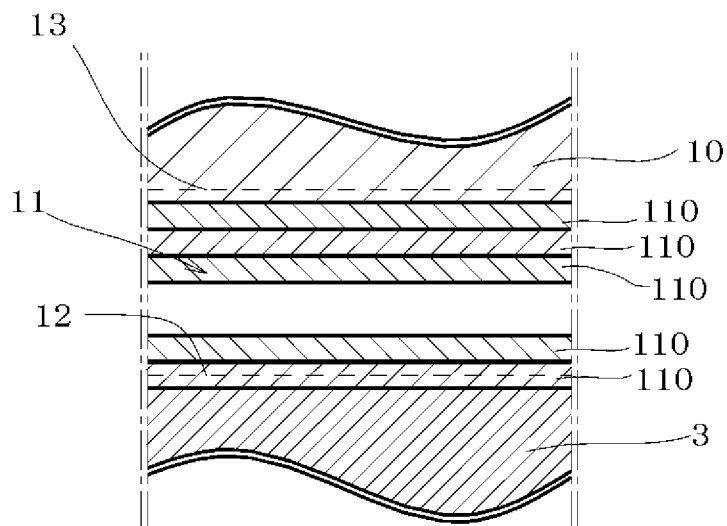
- [1] 有機半導体層と、酸化物半導体層とを備えたことを特徴とする半導体。
- [2] n型及びp型の両極性型の特性を備えることを特徴とする請求項1記載の半導体。
- [3] 前記有機半導体層は、p型の特性を備えた有機物、両極性型の特性を備えた有機物又はn型の特性を備えた有機物、若しくは、それらのうちいずれか二種以上からなる積層体又は混合体で形成されることを特徴とする請求項1又は2記載の半導体。
- [4] 前記酸化物半導体層は、n型の特性を備えた非縮退酸化物からなることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体。
- [5] 前記酸化物半導体層は、電子キャリア濃度が $10^{18}/\text{cm}^3$ 未満であることを特徴とする請求項4記載の半導体。
- [6] 前記酸化物半導体層は、In、Zn、Sn及びGaの少なくともいずれかを含む非晶質酸化物で形成されることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の半導体。
- [7] 前記酸化物半導体層は、InとGaとZnとを含む非晶質酸化物、SnとZnとGaとを含む非晶質酸化物、InとZnとを含む非晶質酸化物、InとSnとを含む非晶質酸化物、InとGaとを含む非晶質酸化物、及び、ZnとSnとを含む非晶質酸化物のうち、いずれかで形成されることを特徴とする請求項6記載の半導体。
- [8] 前記酸化物半導体層は、In、Zn、Sn、Gaの少なくともいずれかを含む多結晶酸化物で形成されることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の半導体。
- [9] 前記酸化物半導体層は、In及び正二価元素を含む多結晶酸化物で形成されることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の半導体。
- [10] 前記酸化物半導体層は、仕事関数が4.8(eV)以上であることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の半導体。
- [11] 前記酸化物半導体層は、バンドギャップが2.5(eV)以上であることを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の半導体。
- [12] 前記酸化物半導体層を、複数種類の層状酸化物を積み重ねた積層構造とし、該積層構造のうち、最も前記有機半導体層側の層状酸化物の材料に、該層状酸化物の仕事関数が、その他の層状酸化物の仕事関数より大きくなるものを用いたことを特徴とする請求項1～11のいずれか一項に記載の半導体。

- [13] 前記有機半導体層及び酸化物半導体層は、互いに接触することを特徴とする請求項1～12のいずれか一項に記載の半導体。
- [14] 半導体と、第一の電極と、前記半導体及び前記第一の電極との間に設けられた絶縁体層と、前記半導体に接し前記第一の電極と離間した第二の電極と、前記半導体に接し前記第一及び第二の電極と離間した第三の電極とを備えた半導体装置であって、
前記半導体に、請求項1～13のいずれか一項に記載の半導体を用いたことを特徴とする半導体装置。
- [15] 前記有機半導体層及び酸化物半導体層を薄膜に形成したことを特徴とする請求項14記載の半導体装置。
- [16] n型駆動時の電界効果移動度 μ (n) と p 型駆動時の電界効果移動度 μ (p) の比 μ (n) / μ (p) が、 $10^{-5} \leq \mu$ (n) / μ (p) $\leq 10^5$ の範囲にあることを特徴とする請求項14又は15に記載の半導体装置。
- [17] 複数の半導体装置を複数備えた相補型トランジスタ回路装置であって、
前記複数の半導体装置の少なくとも一つに、請求項14～16のいずれか一項に記載の半導体装置を用いたことを特徴とする相補型トランジスタ回路装置。

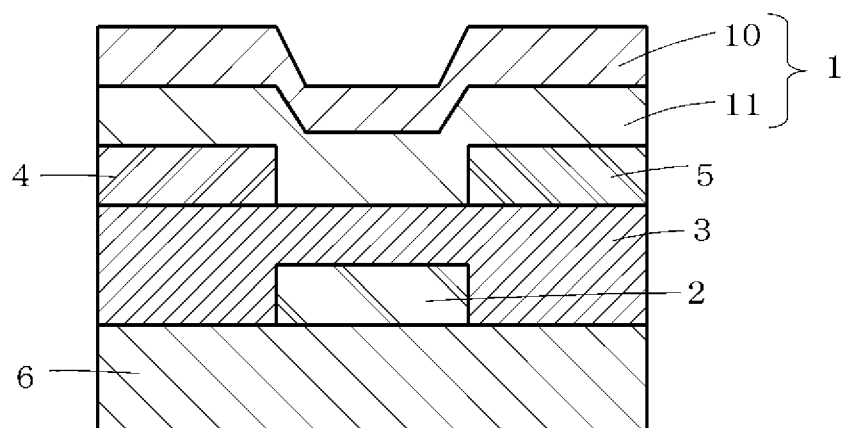
[図1A]



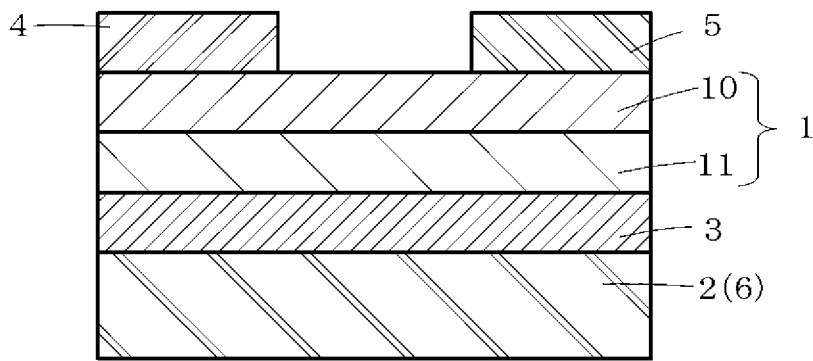
[図1B]



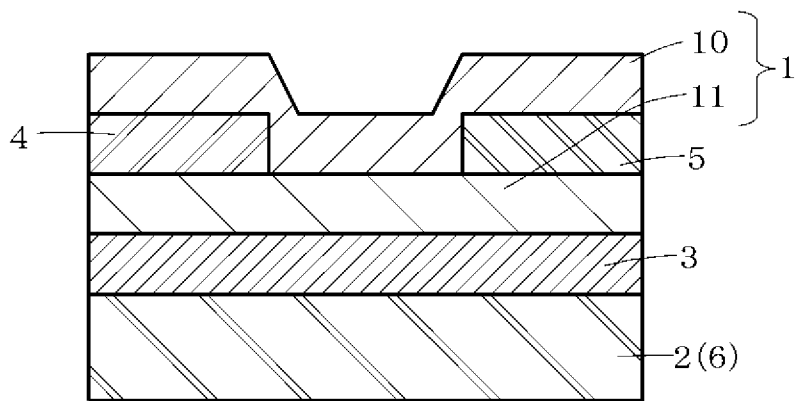
[図2]



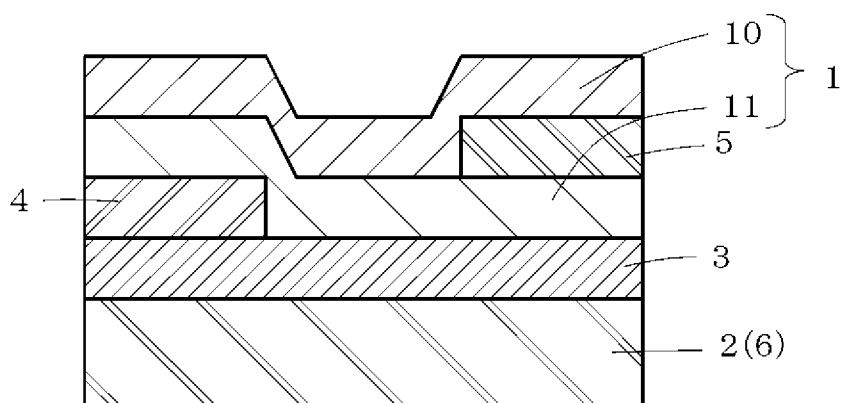
[図3]



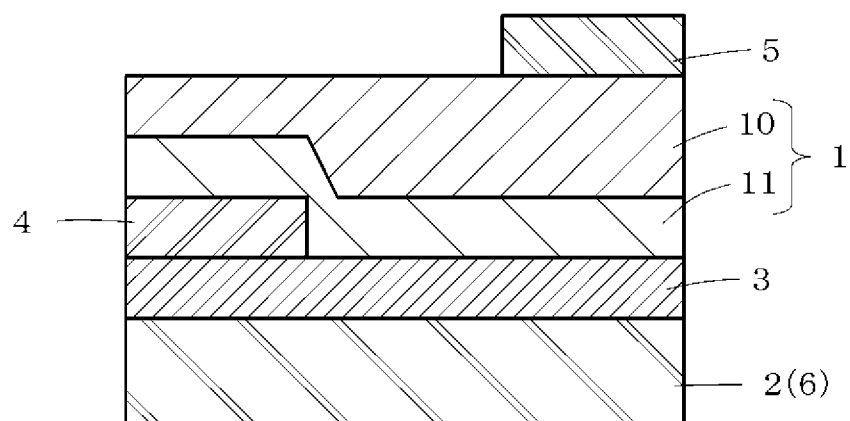
[図4]



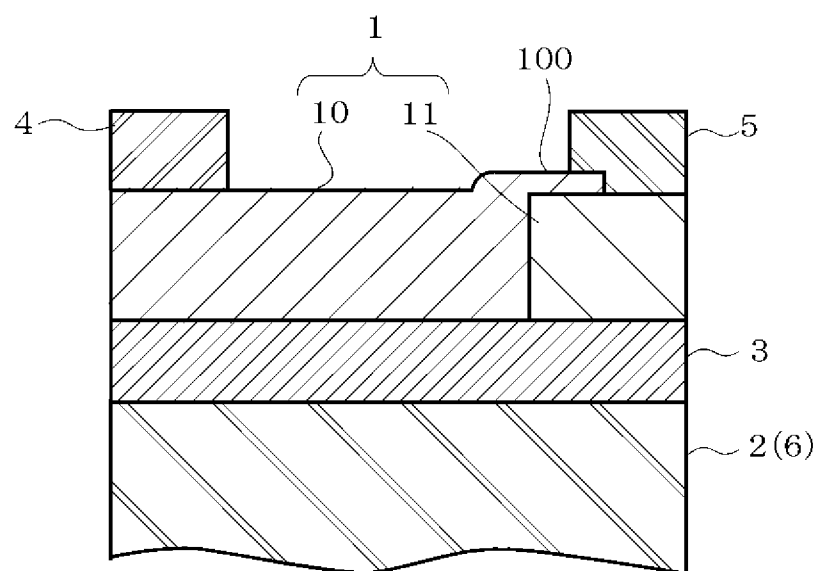
[図5]



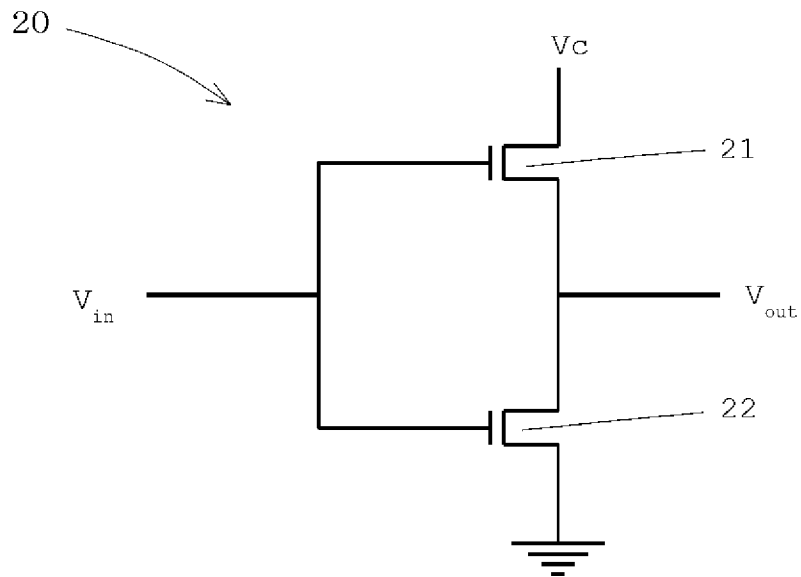
[図6]



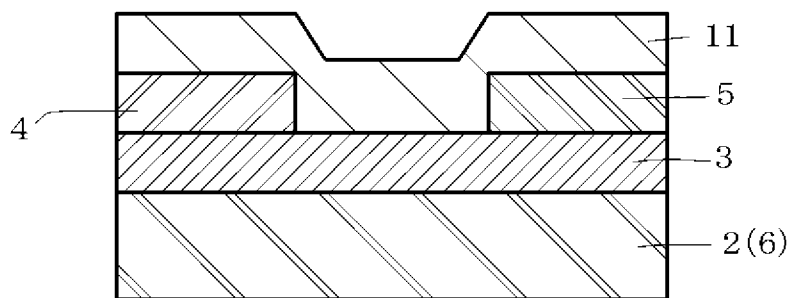
[図7]



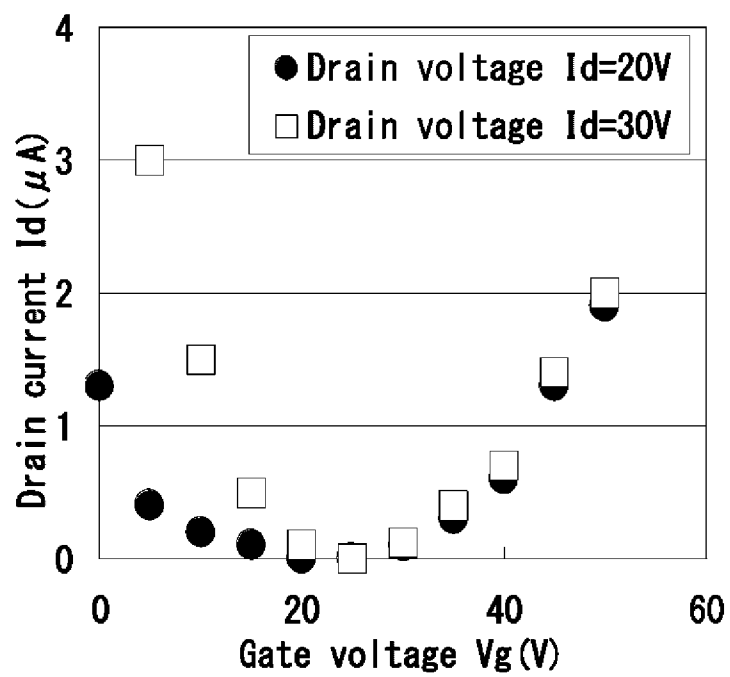
[図8]



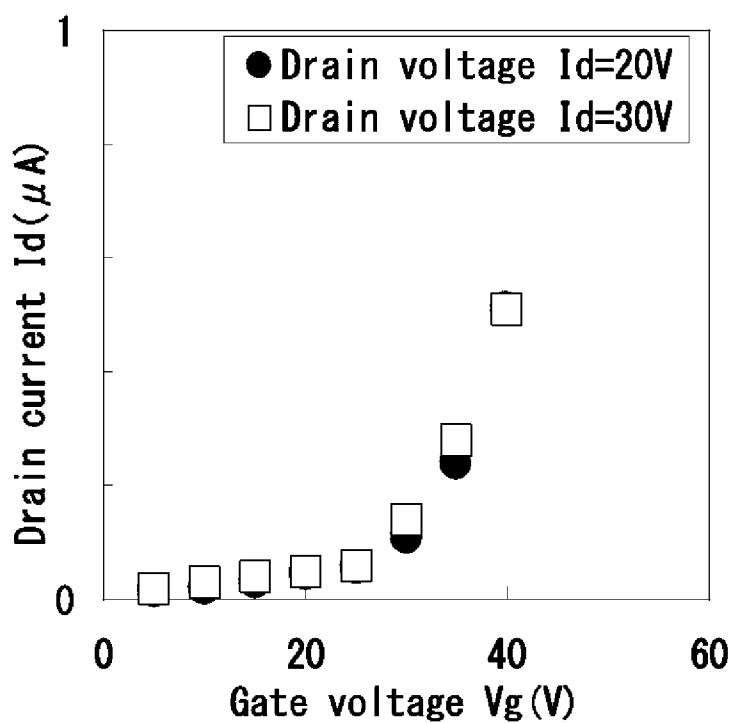
[図9]



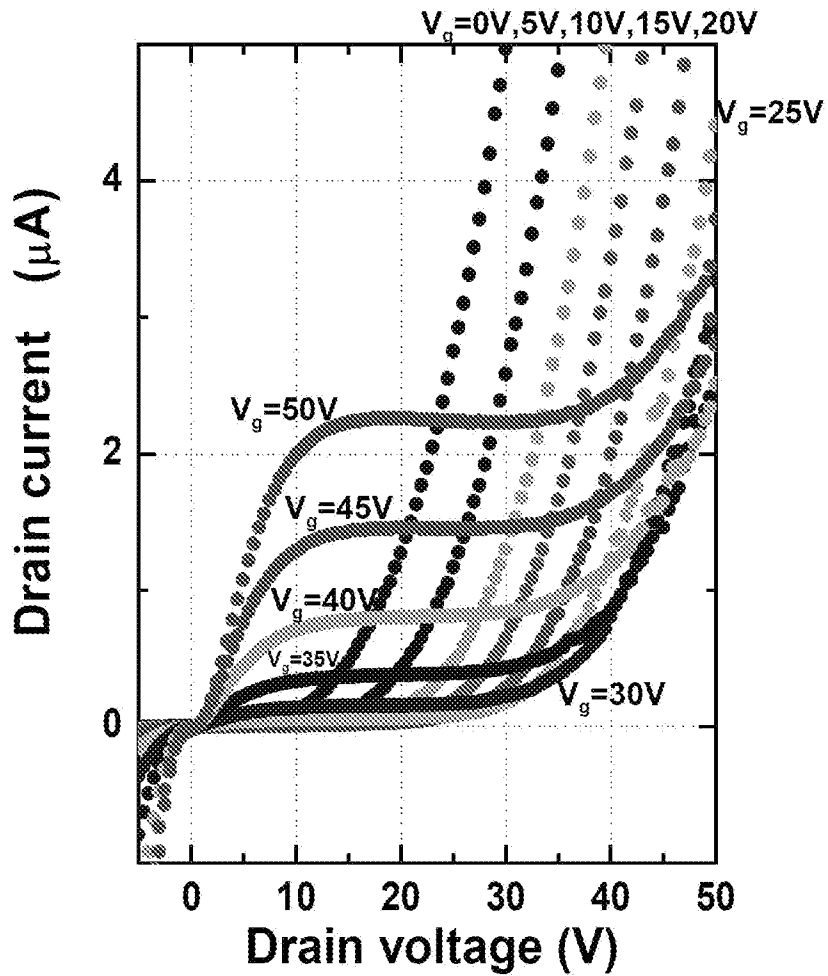
[図10A]



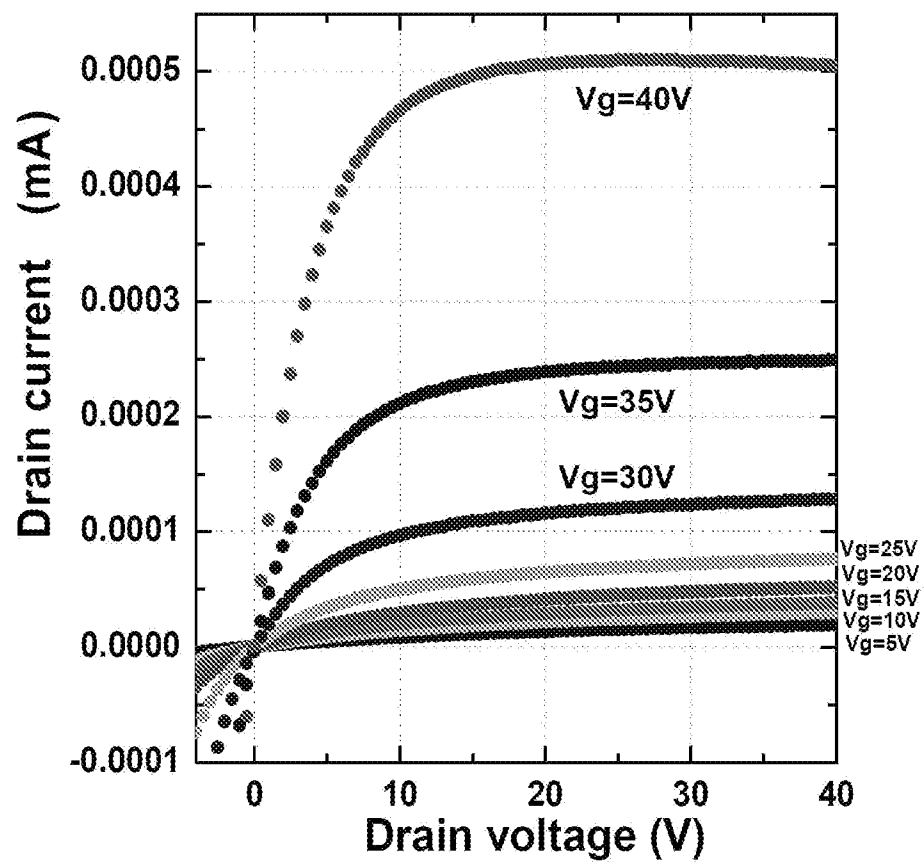
[図10B]



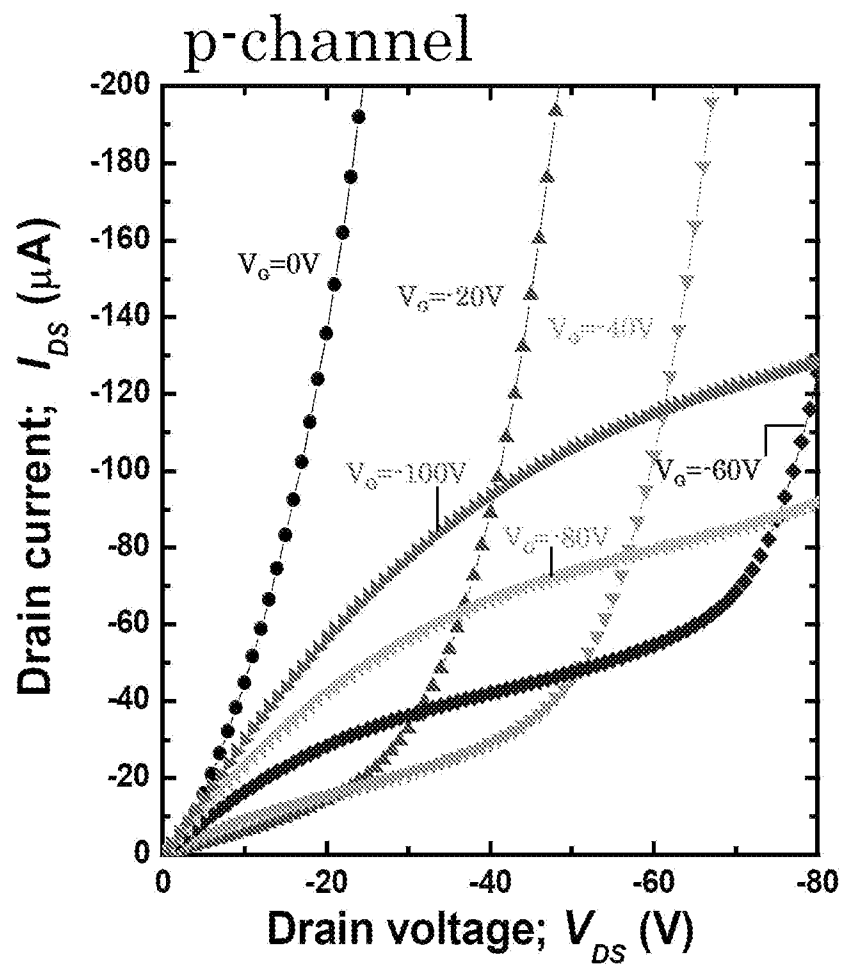
[図11A]



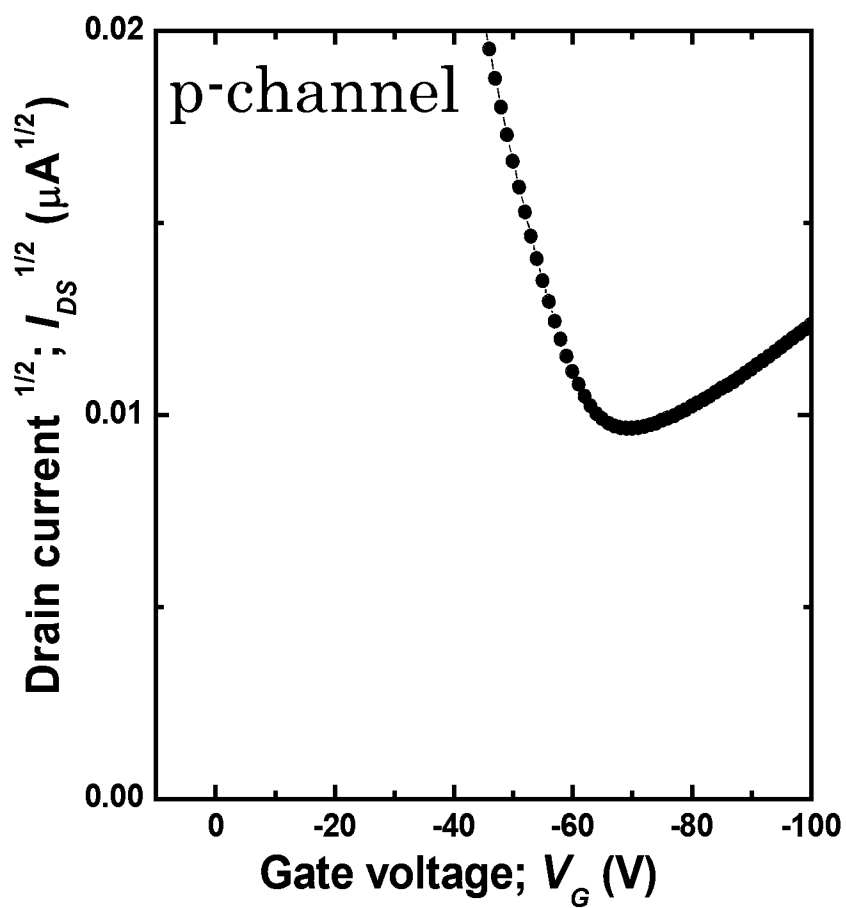
[図11B]



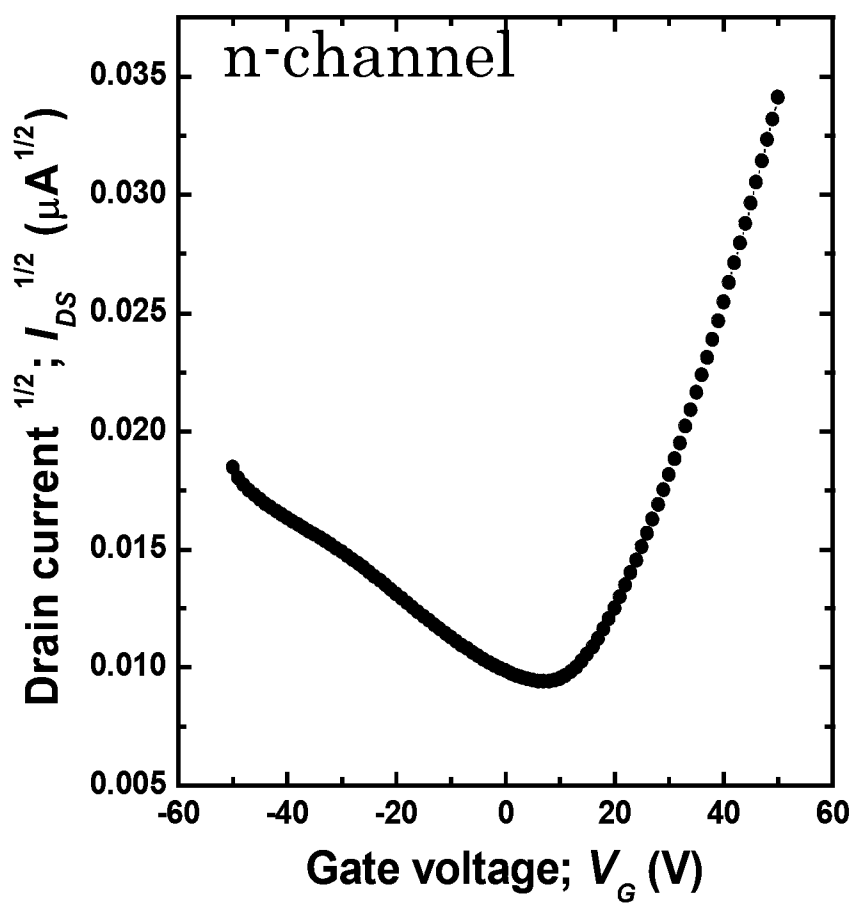
[図12A]



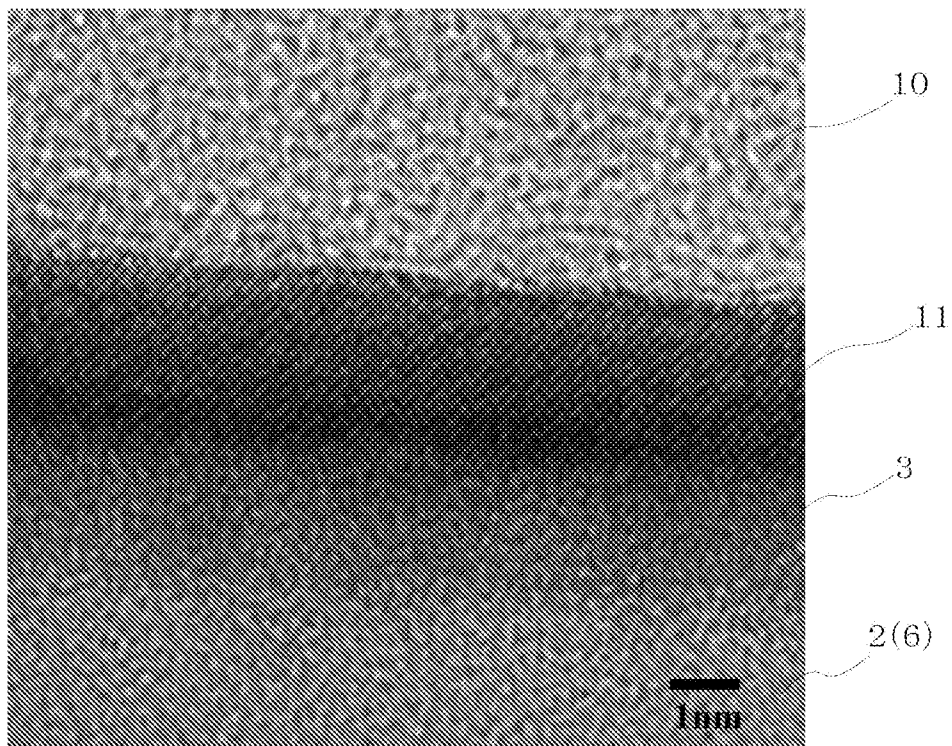
[図12B]



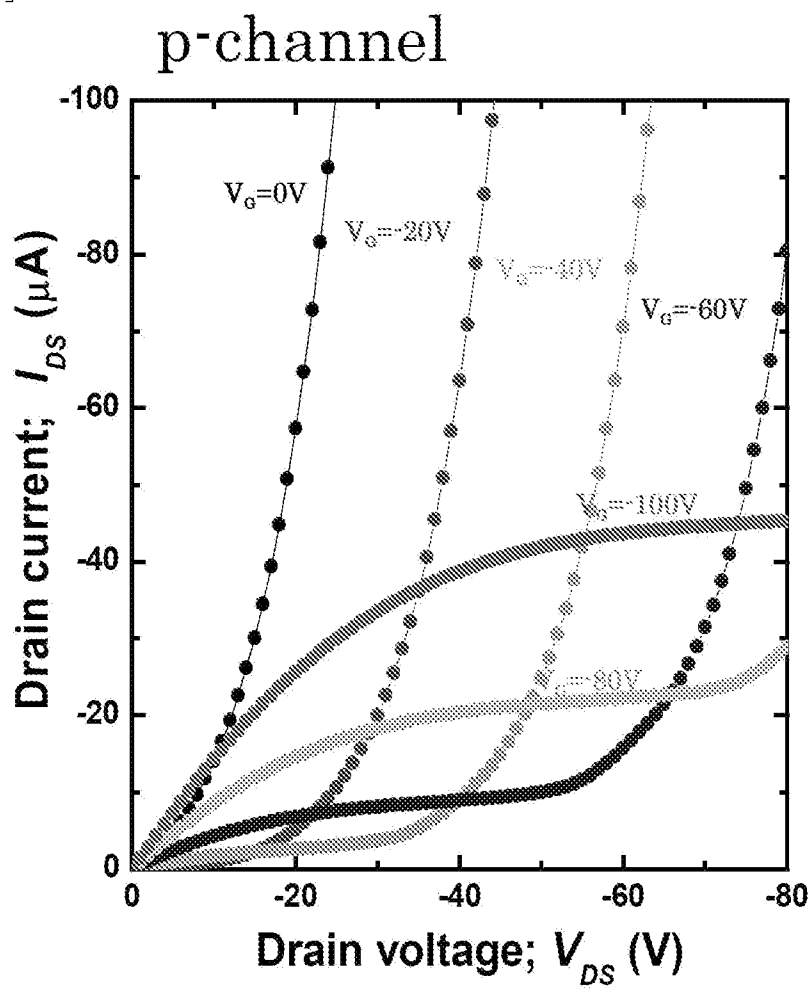
[図12C]



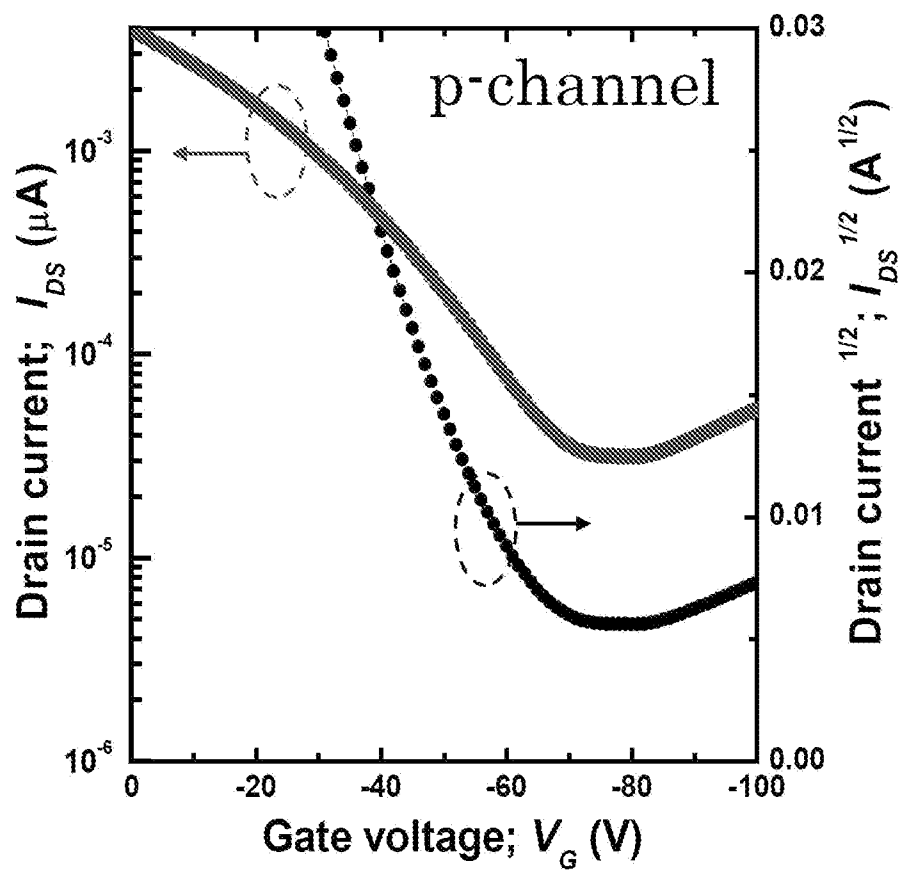
[図13]



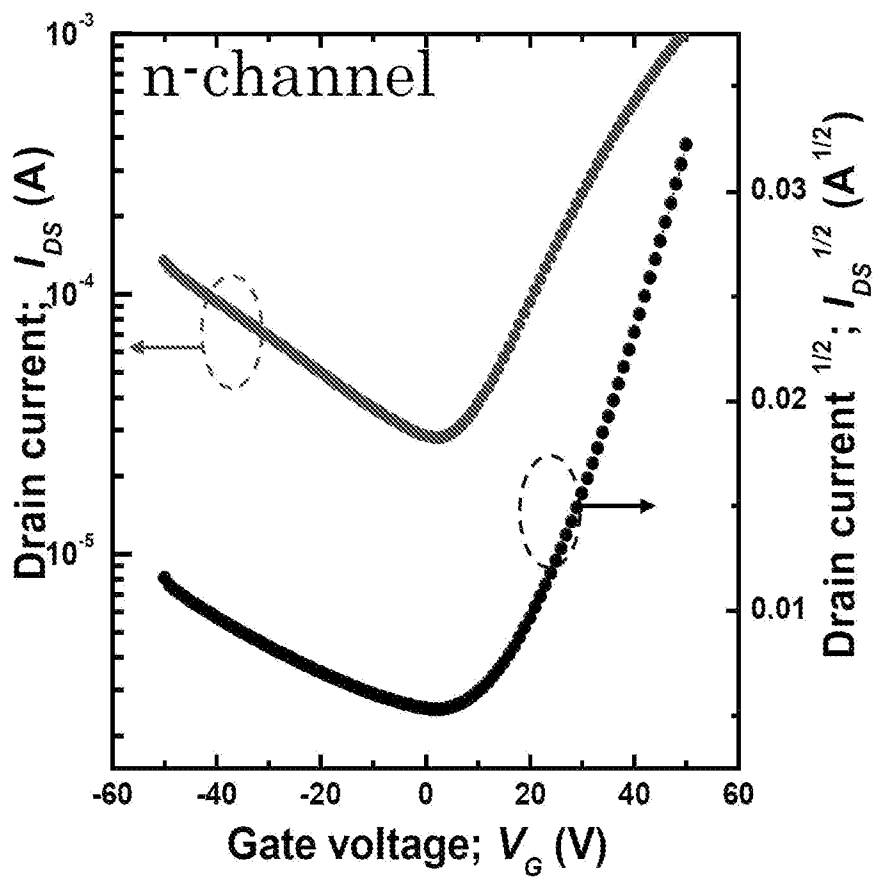
[図14A]



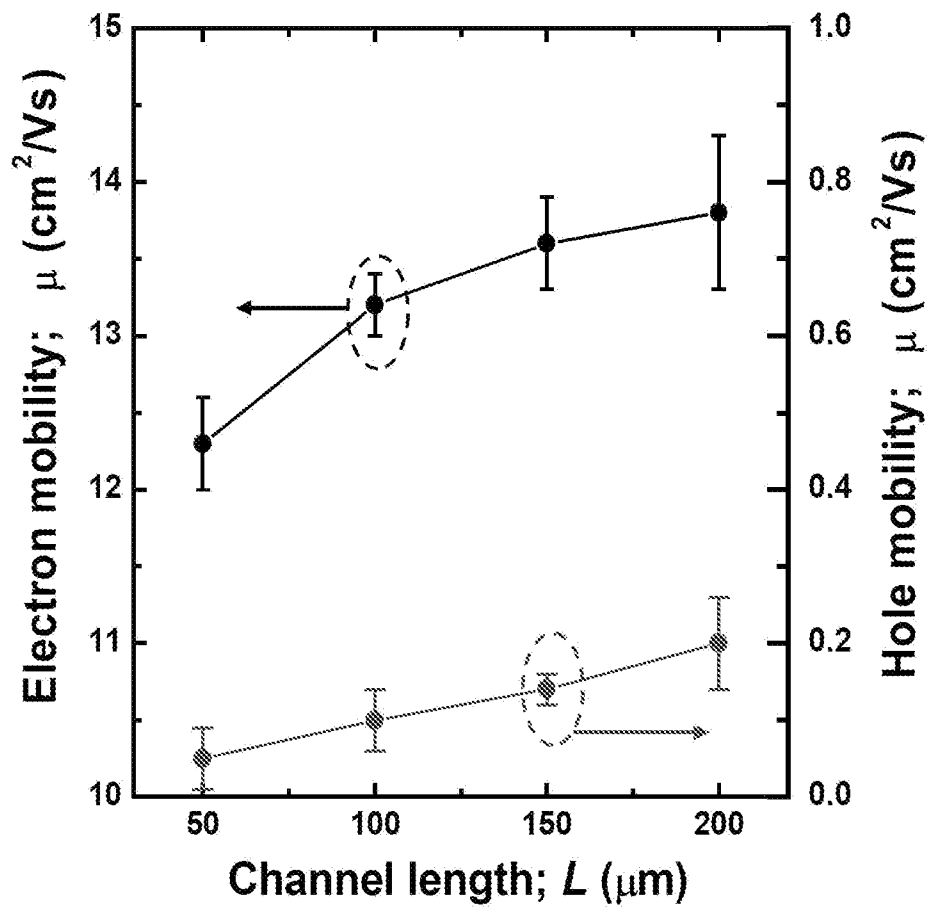
[図14B]



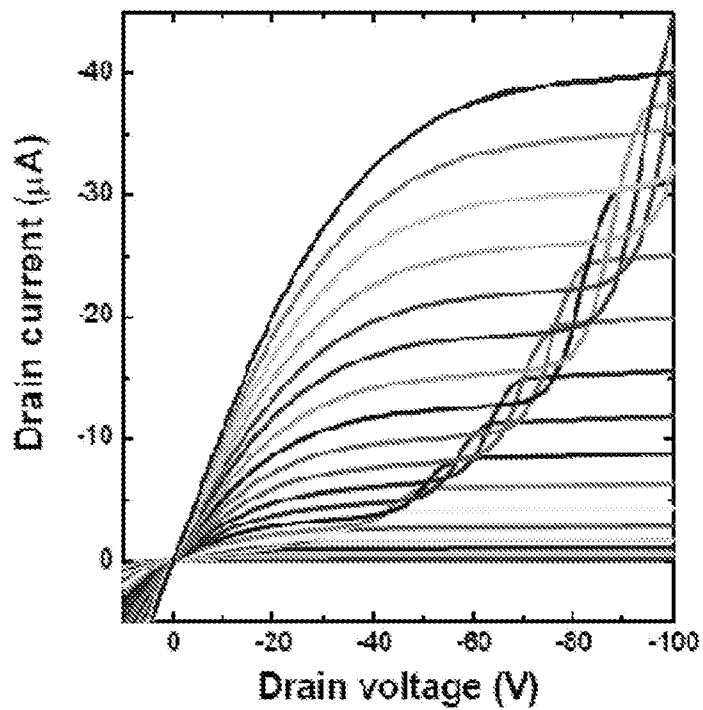
[図14C]



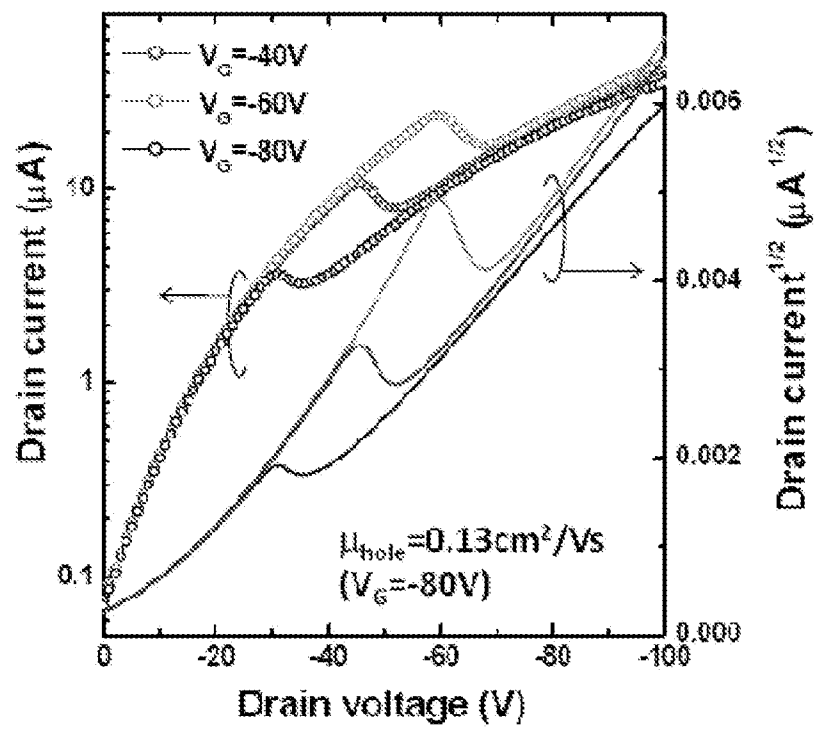
[図15]



[図16A]



[図16B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/052391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01) i, H01L51/05(2006.01) i, H01L51/30(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, H01L51/05, H01L51/30

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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.
X Y	JP 2006-165532 A (Canon Inc.), 22 June, 2006 (22.06.06), Par. Nos. [0086] to [0088] & US 2006/0113565 A1	1-7, 10, 11, 13 8, 9, 12, 14-17
Y	JP 2006-502597 A (The State of Oregon Acting by and Through the State Board of Higher Education on Behalf of Oregon State University), 19 January, 2006 (19.01.06), Par. Nos. [0021], [0023] & US 2003/0218221 A1 & EP 1508172 A2 & WO 2004/038757 A2 & CN 1656618 A & AU 2003299510 A1 & KR 2004106576 A & TW 200307370 A	8-9

☒ 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
18 April, 2008 (18.04.08)Date of mailing of the international search report
01 May, 2008 (01.05.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/052391

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 58-188165 A (NEC Corp.), 02 November, 1983 (02.11.83), Page 1, lower right column, line 18 to page 3, lower left column, line 14 & US 4556895 A	12, 14-17
Y	JP 8-228034 A (AT & T Corp.), 03 September, 1996 (03.09.96), Par. Nos. [0043] to [0055] & EP 716459 A2 & CA 2164357 A & SG 33622 A1 & US 5596208 A & TW 293172 A	1-17
Y	JP 9-199732 A (Lucent Technologies Inc.), 31 July, 1997 (31.07.97), Par. Nos. [0006], [0012] & US 5625199 A & EP 785578 A2	1-17

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, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(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, H01L51/05, H01L51/30

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2006-165532 A（キヤノン株式会社）2006.06.22, 段落 0086-0088 & US 2006/0113565 A1	1-7, 10, 11, 13 8, 9, 12, 14-17
Y	JP 2006-502597 A（ザ・ステート・オブ・オレゴン・アクティング・ バイ・アンド・スルー・ザ・ステート・ボード・オブ・ハイヤー・ エデュケーション・オン・ビハーフ・オブ・オレゴン・ステート・ ユニバーシティ）2006.01.19, 段落 0021, 0023 & US 2003/0218221 A1 & EP 1508172 A2 & WO 2004/038757 A2 & CN 1656618 A & AU 2003299510 A1	8-9

☒ 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 8 . 0 4 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 0 8

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）

綿引 隆

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2

4 M

2 9 3 4

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 請求の範囲の番号
	& KR 2004106576 A & TW 200307370 A	
Y	JP 58-188165 A (日本電気株式会社) 1983.11.02, 第1頁右下欄第18行-第3頁左下欄第14行 & US 4556895 A	12, 14-17
Y	JP 8-228034 A (エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション) 1996.09.03, 段落 0043-0055 & EP 716459 A2 & CA 2164357 A & SG 33622 A1 & US 5596208 A & TW 293172 A	1-17
Y	JP 9-199732 A (ルーセント テクノロジーズ インコーポレイテッ ド) 1997.07.31, 段落 0006, 0012 & US 5625199 A & EP 785578 A2	1-17