

(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)



(10) 国際公開番号
WO 2011/104894 A1

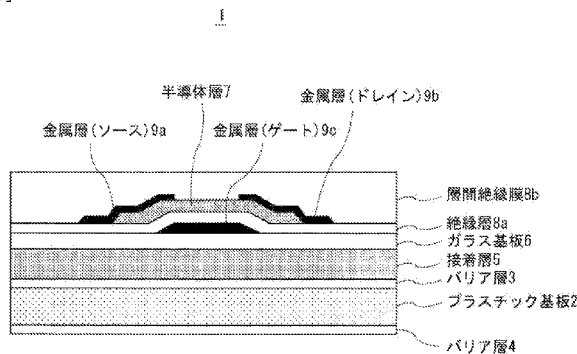
- (51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) H01L 21/363 (2006.01)
G02F 1/1368 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053511
- (22) 国際出願日: 2010年3月4日(04.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-042399 2010年2月26日(26.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友化学株式会社(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目27番1号 Tokyo (JP). 住友ベークライト株式会社(SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号 Tokyo (JP). 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1108560 東京都台東区台東一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 山口 伸也(YAMAGUCHI Shinya) [JP/JP]; 〒1840012 東京都小金井市中町二丁目24番16号 次世代モバイル用表示材料技術研究組合内 Tokyo (JP). 江口 敏正(EGUCHI Toshimasa) [JP/JP]; 〒1840012 東京都小金井市中町二丁目24番16号 次世代モバイル用表示材料技術研究組合内 Tokyo (JP). 大槻 重義(OTSUKI Shigeyoshi) [JP/JP]; 〒1840012 東京都小金井市中町二丁目24番16号 次世代モバイル用表示材料技術研究組合内 Tokyo (JP). 岡本 守(OKAMOTO Mamoru) [JP/JP]; 〒1840012 東京都小金井市中町二丁目24番16号 次世代モバイル用表示材料技術研究組合内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鶴若 俊雄(TSURUWAKA Toshio); 〒1600023 東京都新宿区西新宿4丁目29番4号 西新宿ハウス512号 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: THIN FILM SEMICONDUCTOR DEVICE, APPARATUS FOR MANUFACTURING THIN FILM SEMICONDUCTOR DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING THIN FILM SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法

[図1]



- 9a METAL LAYER (SOURCE)
7 SEMICONDUCTOR LAYER
9c METAL LAYER (GATE)
9b METAL LAYER (DRAIN)
8b INTERLAYER INSULATING FILM
8a INSULATING LAYER
6 GLASS SUBSTRATE
5 ADHESIVE LAYER
3, 4 BARRIER LAYER
2 PLASTIC SUBSTRATE

(57) Abstract: Disclosed is a thin film semiconductor device which can be formed by a low-temperature process at a low process cost and can achieve a relatively high field effect mobility. The thin film semiconductor device is stable with respect to light and heat, and is applicable to a bending environment. Specifically disclosed is a thin film semiconductor device (1) which comprises a plastic substrate (2), a barrier layer (3) that is formed on the plastic substrate (2), and a semiconductor layer (7) that is formed on the barrier layer (3). The semiconductor layer (7) contains non-metal elements N and O, at least one semi-metal element selected from among B, Si, Ge, As, Sb, Te and Po, and at least one metal element selected from among Al, Zn, Ga, Cd, In, Sn, Hg, Tl, Pb and Bi. The non-metal element component is a mixture of at least O and N, and the ratio of N to O (number density of N/number density of O) is 0 to 2.

(57) 要約: 低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現し、また比較的高い電界効果移動度を実現でき、かつ光、熱に対して安定な特性を有し、曲げ環境にも適用できる薄膜半導体装置を提供する。

[続葉有]

WO 2011/104894 A1



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.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, 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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

薄膜半導体装置 (1) は、プラスチック基板 (2) と、プラスチック基板 (2) 上に形成されたバリア層 (3) と、バリア層 (3) 上に形成された半導体層 7 とを有し、半導体層 (7) は、非金属元素の N、O、半金属元素の B、Si、Ge、As、Sb、Te、Po のうち少なくともひとつ、および金属元素の Al、Zn、Ga、Cd、In、Sn、Hg、Tl、Pb、Bi のうち少なくともひとつを含み、非金属元素が、少なくとも O と N の混合物で、O に対する N の比 (N 数密度 / O 数密度) が 0 乃至 2 である。

明 細 書

発明の名称：

薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法

技術分野

[0001] この発明は、特にプラスチック基板を用いたフレキシブルディスプレイである薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] ディ스플레이の画像駆動用薄膜半導体装置（TF T）は、その半導体層として従来から a-S i が用いられており、現在も一般に普及している。しかし、a-S i を半導体層として用いたTF Tは、その電界効果移動度は非常に小さいため（ $\sim 0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）、近年急速に需要が増している高精細動画対応などの高機能用途には性能限界に達しつつあった。

[0003] このため、a-S iに代わる半導体層として、a-S iにエキシマレーザなどを照射して多結晶化することでより高い電界効果移動度（ $\sim 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）が得られる p o l y-S i を半導体層として用いたTF Tが開発された（特許文献1など）。

[0004] この技術は、一部用途で実用化されたが、結晶粒界がランダムに分布することでTF T性能の均一化が困難なことやレーザプロセスコストが甚大なことなどが課題となり十分な普及はされていない。

[0005] さらに、前記したいずれのS i系TF Tも半導体層の成膜温度が比較的高温であるため、フレキシブルディスプレイなどに用いるプラスチック基板やロール状フィルム基板の耐熱温度を超えてしまい、基板フレキシブル化への対応が困難であるという問題もあった。

[0006] これらに代わる新材料として、I n G a Z n O x系酸化物半導体が検討されている。このI n G a Z n O x系酸化物半導体は、スパッタなどの非真空・低温プロセスで成膜できるため、フレキシブル基板上にも形成可能であり

、プロセスも低コストである。この酸化物半導体は、低温プロセス成膜後そのままの状態では未だ性能不十分で、成膜後のアニールによる焼き締めを行うことで十分な性能を引き出すことができる。焼き締めは、炉アニールの場合は300℃程度が必要なのでフレキシブル基板の（耐熱温度こそ超えないものの）熱膨張変形などの問題を起こしてしまう。そこでレーザーアニールなどの手法（poly-Si形成時より低エネルギーで良いためコスト上昇要因になりにくい）を併用することにより、低温のまま十分な焼き締めを行うことが考えられている。いずれの手法を用いても、この酸化物半導体はアモルファス状態が保たれるので、上述のpoly-Siのような粒界によるばらつき懸念がないこと、電界効果移動度（ $\sim 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）が比較的高く高精細動画対応にも可能なことなど、Siには無い多くの利点を持っている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2009-211009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、酸化物半導体は熱、光に対する安定性に課題があることが明らかとなってきた。外光（特に波長500nm以下の近紫外領域の光）が入射するとTFETのオフ電流が増大（波長370nmではオフ電流が約2桁増大）し、それに伴いTFETの閾値が5Vも変動する。ディスプレイはバックライトや外光などがTFETに入射しやすい構造のため、このような特性変動を起こすことは回路動作上非常に大きな問題となり得る。

[0009] このような外光への信頼性を増すためには、TFETの上下に金属（配線と共通化されている場合もある）からなる遮光層を設けることが行われるが、遮光層を避けて入射する迷光を完全に遮断することは困難なため完全な対策とはならない。

[0010] さらに、酸化物半導体は熱に対しても敏感で、上述したように成膜後のアニールにより焼き締めを行ったとしても、使用環境が100℃以上の温度になるとやはりオフ電流が増大し閾値が5V程度シフトする。このシフト量は使用環境温度が高いほど顕著で、200℃以上ではトランジスタがスイッチングできなくなるほどである。これは酸化物半導体中の酸素と他元素との結合状態が熱により変化することが原因と考えられている。この変化は可逆的で、使用環境が元に戻れば、TFT特性も数十分程度で元に戻るものの、ディスプレイ用途としては大きな課題であることに違いはない。

[0011] ディスプレイの通常使用環境ではこれほどの高温になることはないが、例えば車中など50～60℃で長時間放置されるような場合は、累積的な効果で特性変動する可能性が高い。このように酸化物半導体でも新たな課題が明らかとなりつつある。

[0012] この発明は、以上の点を考慮してなされたもので、低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現し、また比較的高い電界効果移動度を実現でき、かつ光、熱に対して安定な特性を有し、曲げ環境にも適用できる薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法を提案することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、この発明は、以下のよう

に構成した。

[0014] 請求項1に記載の発明は、プラスチック基板と、

前記プラスチック基板上に形成されたバリア層と、

前記バリア層上に形成された半導体層と、

前記半導体層の上下いずれかの面に接して形成された絶縁層と、

前記絶縁層に接して形成された金属層と、

を有し、

前記半導体層をチャネル、前記金属層をソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極、前記絶縁層をゲート絶縁膜として用い、

前記半導体層は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含み、

前記非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で、酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2であることを特徴とする薄膜半導体装置である。

[0015] 請求項2に記載の発明は、前記半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $Si_{1-x}Ge_x$ （ x はSiとGeの混合比で $x=0$ 乃至1が成り立つ）で、前記混合物（ $Si_{1-x}Ge_x$ ）に対する窒素（N）の比（N数密度／ $Si_{1-x}Ge_x$ 数密度）が1乃至2であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜半導体装置である。

[0016] 請求項3に記載の発明は、前記プラスチック基板が、少なくともロール状フィルム基板であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜半導体装置である。

[0017] 請求項4に記載の発明は、前記半導体層は、アモルファスであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置である。

[0018] 請求項5に記載の発明は、前記半導体層のバンドギャップは、1 eV乃至5 eVであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置である。

[0019] 請求項6に記載の発明は、前記半導体層の主キャリアは、電子で、キャリア濃度は300 Kの熱平衡状態において 1×10^{16} 乃至 1×10^{21} （ m^{-3} ）、電界効果移動度は0.1乃至50（ cm^2/Vs ）であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置である。

[0020] 請求項 7 に記載の発明は、前記半導体層が、液晶表示装置を駆動する回路を構成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の薄膜半導体装置である。

[0021] 請求項 8 に記載の発明は、前記ロール状フィルム基板と、
前記ロール状フィルム基板上に形成されたバリア層と、
前記バリア層上に形成された半導体層と、
前記半導体層の上下いずれかの面に接して形成された絶縁層と、
前記絶縁層に接して形成された金属層と、
を有し、
前記半導体層をチャネル、前記金属層をソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極、前記絶縁層をゲート絶縁膜として用い、
前記半導体層は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含み、
前記非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で酸素（O）に対する窒素（N）の比（N 数密度／O 数密度）が 0 乃至 2 である前記半導体層をスパッタ装置により形成する薄膜半導体製造装置である。

[0022] 請求項 9 に記載の発明は、前記半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ （ x は Si と Ge の混合比で $x = 0$ 乃至 1 が成り立つ）で、前記混合物（ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ）に対する窒素（N）の比（N 数密度／ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 数密度）が 1 乃至 2 であることを特徴とする請求項 8 に記載の薄膜半導体製造装置である。

[0023] 請求項 10 に記載の発明は、前記スパッタ装置は、
前記ロール状フィルム基板を装着するロール巻機構と、

前記ロール状フィルム基板を長尺方向に沿って一方の端部から送り出す送出機構と、

送り出された前記ロール状フィルム基板を巻き取る巻取機構と、

位置合わせパターンを有する前記ロール状フィルム基板に対し、前記ロール状フィルム基板の平面位置合わせを行う位置合わせ機構と、

前記ロール状フィルム基板の半導体形成面に対面する金属ターゲットと、
を有し、

前記全ての機構を内部に保持する真空チャンバを備えたことを特徴とする請求項 8 また請求項 9 に記載の薄膜半導体製造装置である。

[0024] 請求項 1 1 に記載の発明は、前記スパッタ装置は、

前記非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ内に導入するガス導入機構と、

前記金属元素または前記半金属元素またはこれらの混合物を含む金属ターゲットと、を複数有し、

前記金属ターゲットが、前記ロール状フィルム基板の長尺に沿った直線状の位置に配列されていることを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の薄膜半導体製造装置である。

[0025] 請求項 1 2 に記載の発明は、前記スパッタ装置は、

前記非金属元素、前記金属元素、前記半金属元素それぞれ少なくともひとつを含む複数の元素を混ぜ合わせた混合物を、単一のターゲットとして用いたことを特徴とする請求項 8 乃至請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の薄膜半導体製造装置である。

[0026] 請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 8 乃至請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の薄膜半導体製造装置を用い、

薄膜半導体装置を製造することを特徴とする薄膜半導体製造方法である。

発明の効果

[0027] 前記構成により、この発明は、以下のような効果を有する。

[0028] 請求項 1 に記載の発明では、薄膜半導体装置の半導体層をチャンネル、金属

層をソース、ドレイン、およびゲート、絶縁層をゲート絶縁膜として用い、半導体層は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含み、非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で、酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2であることで、半導体層への窒素（N）の導入により比較的高い電界効果移動度を実現できる。また、半導体層への窒素（N）の導入によりバンドギャップを広げることで、光、熱による特性変動を抑制することができる。また、半導体層への窒素（N）の導入により弾性定数（ヤング率）を増加させ、プラスチック基板やロール状フィルム基板上での構造的強度を向上させ、曲げ環境にも適用できる。また、半導体層は、スパッタリングの低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現できる。

[0029] 請求項2に記載の発明では、半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ （ x はSiとGeの混合比で $x=0$ 乃至1が成り立つ）で、前記混合物（ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ）に対する窒素（N）の比（N数密度／ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 数密度）が1乃至2であり、半金属元素のシリコン（Si）にゲルマニウム（Ge）を導入することによりバンドギャップを小さくすることができ、これと請求項1の窒素（N）の導入によるバンドギャップ増大とを組み合わせ、自在にバンドギャップを制御でき、また電界効果移動度を増大させることができる。

[0030] 請求項3に記載の発明では、プラスチック基板が、少なくともロール状フィルム基板であり、製造時にロール状態から送り出しロール状態に巻き取り、低プロセスコストを実現し、低価格のディスプレイを提供することができ

る。

- [0031] 請求項 4 に記載の発明では、半導体層は、アモルファスであり、粒界がないことで、特性の均一性を増加させ、かつプラスチック基板やロール状フィルム基板上に形成された場合の曲げ強度を向上させることができる。
- [0032] 請求項 5 に記載の発明では、半導体層のバンドギャップは、半導体層への窒素（N）の導入により広げることができるが、1 eV 乃至 5 eV であることで、可視から近紫外領域の外光入射による特性変動を抑制することができる。
- [0033] 請求項 6 に記載の発明では、半導体層の主キャリアは、電子で、キャリア濃度は 300 K の熱平衡状態において 1×10^{16} 乃至 1×10^{21} (m^{-3})、電界効果移動度は 0.1 乃至 50 (cm^2/Vs) であり、より高い電界効果移動度が得られることで、高精細の動画まで対応できる。
- [0034] 請求項 7 に記載の発明では、半導体層が、液晶表示装置を駆動する回路を構成し、
アクティブマトリクス型液晶表示装置に対応できる。
- [0035] 請求項 8 に記載の発明では、半導体層をスパッタ方式により形成することで、低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現し、また比較的高い移動度を実現でき、かつ光、熱に対して安定な特性を有する薄膜半導体装置を製造することができる。
- [0036] 請求項 9 に記載の発明では、自在にバンドギャップを制御でき、また電界効果移動度を増大させることができる薄膜半導体製造装置を製造することができる。
- [0037] 請求項 10 に記載の発明では、スパッタ装置は、全ての機構を内部に保持する真空チャンバを備え、製造時にロール状態から送り出しロール状態に巻き取るロールツーロール法を用いて低プロセスコストを実現することができる。
- [0038] 請求項 11 に記載の発明では、スパッタ装置は、非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ内に導入し、金属元素または半金属元素またはこれらの

混合物を含む金属ターゲットを複数有し、金属ターゲットが、ロール状フィルム基板の長尺に沿った直線状の位置に配列され、ロール状フィルム基板内に均一な性質の半導体層を形成できる。

[0039] 請求項 1 2 に記載の発明では、スパッタ装置は、非金属元素、金属元素、半金属元素それぞれ少なくともひとつを含む複数の元素を混ぜ合わせた混合物を、単一のターゲットとして用い、半導体層の性質をさらに均一にするるとともにスパッタプロセスコストを低減できる。

[0040] 請求項 1 3 に記載の発明では、請求項 8 乃至請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の薄膜半導体製造装置を用い、薄膜半導体装置を製造する。

図面の簡単な説明

[0041] [図1] 薄膜半導体装置の構成を説明する断面図である。

[図2] ロール状フィルム基板上に形成された薄膜半導体装置を示す図である。

[図3] 薄膜半導体製造装置の概略構成図である。

[図4] ロール状フィルム基板の平面図である。

[図5] スパッタ装置の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0042] 以下、この発明の薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法の実施の形態について説明する。この実施の形態は好ましい形態を示すものであるが、この発明はこれに限定されない。

[0043] [薄膜半導体装置]

まず、この発明の薄膜半導体装置について説明する。図 1 は薄膜半導体装置の構成を説明する断面図である。

[0044] この実施の形態の薄膜半導体装置 1 は、プラスチック基板 2 を有し、このプラスチック基板 2 の両面にバリア層 3、4 が形成されている。プラスチック基板 2 上に形成されたバリア層 3 の上面には、接着層 5 を介してガラス基板 6 が設けられ、このガラス基板 6 の上面に半導体層 7 が形成されている。ガラス基板 6 は、半導体層 7 を形成するための土台として、ある程度の厚さ（0.5 mm 程度）を持っていた元状態から、半導体層 7 形成後にエッチン

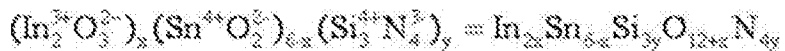
グなどの処理で削って薄型化（0.1 mm以下）したものであり、接着層5を介してプラスチック基板2と半導体層7が接合された後は不要となる。このため、場合によりガラス基板6を完全にエッチング除去しても良い。

[0045] このようにして半導体層7がバリア層3上に形成され、この半導体層7の下面がガラス基板6の上面に形成した絶縁層8aと接して形成され、上面が層間絶縁膜8bと接して形成されている。絶縁層8a下面に接して金属層9cが形成されている。また、半導体層7上面に接して金属層9a、9bが形成されている。半導体層7をチャネル、金属層9aをソース電極、金属層9bをドレイン電極、および金属層9cをゲート電極、絶縁層8aをゲート絶縁膜として用いている。図1では上から、金属層9aおよび9b、半導体層7、絶縁層8a、金属層9cの順となっている（ボトムゲート構造）が、場合により上下を逆にして、上から金属層9c、絶縁層8a、半導体層7、金属層9aおよび9b（トップゲート構造）としても良いことは言うまでもない。

[0046] 半導体層7は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含み、非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2である。

[0047] 半導体層7は、金属原料（ In_2O_3 , SnO_2 ）と絶縁体原料（ Si_3N_4 ）の組み合わせから作製する。金属原料は窒化物を用いようとしてもそれ自体が初めから絶縁体なので、他の絶縁体原料といくら混ぜても半導体は形成できない。このため、金属原料はそれ自体が金属である酸化物を用いる。これに対し、絶縁体原料に窒化物を用いると、両者を混ぜて作製される半導体

は酸素（O）と窒素（N）の両方を含む酸窒化物の混合物となる。混合の様子を次の式で表す。正負の価数が釣り合う条件で混合比 x 、 y を決めることができる。



- [0048] 主たる金属原料 In_2O_3 の混合比 x 、絶縁体材料 Si_3N_4 の混合比 y とすると、価数釣り合いから、従たる金属原料 SnO_2 の混合比は $6-x$ となる。金属原料と絶縁体原料の比 $x:y$ は、原料それぞれのバンドギャップと、混合後に形成される半導体のバンドギャップによって決まり、例えば x の範囲としては $x=0\sim6$ （典型値 5）、 y の範囲としては $y=0\sim6$ （典型値 3）が望ましい。

従って、O:N の数量比は、

$$\text{O} = 12 \sim 18 \quad (\text{典型値 } 17)$$

$$\text{N} = 0 \sim 24 \quad (\text{典型値 } 12) \text{ となる。}$$

従って、O:N = 1:0~2

酸素 1 に対する窒素の数密度比、すなわち酸素（O）に対する窒素（N）の比（N 数密度/O 数密度）は 0 乃至 2 である。

- [0049] また、半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ （ x は Si と Ge の混合比で $x=0$ 乃至 1 が成り立つ）で、混合物（ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ）に対する窒素（N）の比（N 数密度/ $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 数密度）が 1 乃至 2 である。

Si:Ge の組成比は、

Si、Ge 間の組成変化は前記バランスに影響しないので、

Si に対する Ge の組成比は、 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ において $x=0\sim1$ である。

- [0050] SiGe に対する窒素の数量比は、

$$(\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x)_3 y \text{ に対し } \text{N}_4 y \text{ より常に } 1:1.33 \text{ である。}$$

- [0051] この実施の形態では、半導体層 7 は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）

、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含むことで、安価で容易に得ることができる半金属元素、金属元素を用いている。

[0052] 上述の半金属元素、金属元素は、いずれもそれぞれの単体で半金属、金属として振る舞うものである。元素にはこの他にもアルカリ金属、遷移元素などがあり、それらの混合物まで考えると候補は無数に考えられるが、単体でわかりやすい性質を持つこと、入手しやすさ、原料費、プロセス取り扱いなどに優れている点を考慮すると、候補原料は事実上これらに限定される。

[0053] また、室温でのスパッタプロセスで形成できる酸化物半導体をベースし、これに酸素（O）のみでなく窒素（N）を組み合わせた酸窒化物半導体とする。

[0054] 非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で、酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2であることで、半導体層7への窒素（N）の導入により比較的高い電界効果移動度を実現できる。また、半導体層7への窒素（N）の導入によりバンドギャップを広げることで、光、熱による特性変動を抑制することができる。また、半導体層7への窒素（N）の導入により弾性定数（ヤング率）を増加させ、プラスチック基板やロール状フィルム基板上での構造的強度を向上させ、低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現できる。

[0055] 酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2の範囲となるのは、上記「酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）は0乃至2」について述べたように、バンドギャップと価数釣り合いから決まる。仮にこの値が0（窒素が全く存在しない）となった場合、酸素の量によっては、半導体のバンドギャップが小さすぎて金属的となり、薄膜半導体装置1が常時オン状態となってしまう。逆にこの値が2を超える（

酸素不足、窒素過剰）場合、半導体のバンドギャップが大きすぎて絶縁体的となり、薄膜半導体装置 1 が常時オフ状態となってしまう。いずれの場合も T F T 特性として問題が起きる。

[0056] また、半金属元素が、少なくともシリコン（S i）とゲルマニウム（G e）の混合物 $S i_{1-x} G e_x$ （ x は S i と G e の混合比で $x = 0$ 乃至 1 が成り立つ）で、混合物（ $S i_{1-x} G e_x$ ）に対する窒素（N）の比（N 数密度 / $S i_{1-x} G e_x$ 数密度）が 1 乃至 2 であり、半金属元素のシリコン（S i）にゲルマニウム（G e）を導入することによりバンドギャップを小さくすることができ、これと窒素（N）の導入によるバンドギャップ増大とを組み合わせ、自在にバンドギャップを制御でき、また電界効果移動度を増大させることができる。

[0057] 混合物（ $S i_{1-x} G e_x$ ）に対する窒素（N）の比（N 数密度 / $S i_{1-x} G e_x$ 数密度）が 1 乃至 2 であることは、上記「混合の様子を表す式」から導かれる。すなわち S i の混合比が $3 y$ の時、N の混合比は $4 y$ であるため、その比は 1.33 となり 1 乃至 2 の範囲に収まる。ところが半導体形成過程ではスパッタ工程中のガス流量、密度などにより窒素の過不足が発生し、 1.33 を中心としたある範囲のばらつきが起こる。多少のばらつきの範囲であれば薄膜半導体装置として動作に問題が起こらないが、この値が 1 未満の極端な窒素不足あるいは 2 以上の極端な窒素過剰の場合には半導体が形成されず、それぞれ金属、絶縁体となってしまうため相応しくない。

[0058] 半導体層 7 のバンドギャップは、半導体層 7 への窒素（N）の導入により広げることができるが、バンドギャップが、 1 eV 乃至 5 eV であることで、可視から近紫外領域の外光入射による特性変動を抑制することができる。

[0059] バンドギャップが 1 eV 以下の場合、価電子帯のキャリアが小さなエネルギーで容易に伝導帯に励起されるため、T F T のオフ電流が増加して消費電力が増し、極端な場合は常時オン状態となりスイッチングすらできなくなってしまう。この小さなエネルギー源には光のみでなく熱もなり得るため、温度に対しても T F T 動作が不安定になる。一方、バンドギャップが 5 eV 以

上になると、価電子帯のキャリアが大きなエネルギーによっても伝導帯に励起されなくなるため、TFTのオン電流が減少して移動度を確保できなくなり、極端な場合は常時オフ状態となりスイッチングできなくなってしまう。このような場合は、元々特性の良い酸窒化物半導体を使うメリットがなくなる。

[0060] また、半導体層7の主キャリアは、電子で、キャリア濃度は300Kの熱平衡状態において 1×10^{16} 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ (m}^{-3}\text{)}$ 、電界効果移動度は0.1乃至50 (cm^2/Vs)であり、高精細の動画まで対応できる。

[0061] 電界効果移動度が0.1未満の場合、アモルファスシリコン程度以下となってしまうので、この実施の形態の酸窒化物半導体を用いる利点がなくなってしまう。また、電界効果移動度上限50は、この実施の形態の酸窒化物半導体が最適な条件で形成された場合の性能限界に相当する。

[0062] この実施の形態の薄膜半導体装置1は、ディスプレイを駆動する回路に用いられ、薄膜半導体装置1の半導体層7が、液晶表示装置を駆動する回路を構成し、アクティブマトリクス型液晶表示装置に対応でき、さらにアクティブマトリックス型有機EL表示装置などに対応できる。

[0063] 図2はロール状フィルム基板上に形成された薄膜半導体装置を示す図である。

[0064] ロール状フィルム基板P上には、所定位置にディスプレイパネルDが複数個形成され、この実施の形態ではディスプレイパネルDが4個ずつ所定間隔で長尺方向に沿って形成されている。このディスプレイパネルDは、拡大して示すように、画素Gと、ゲート線L1と、データ線L2と、薄膜半導体装置1を有している。

[0065] 図1のプラスチック基板2は、少なくともロール状フィルム基板Pとし、ガラス基板6もフィルム基板とすることで、製造時にロール状態から送り出しロール状態に巻き取るロールツーロール法を用いて低プロセスコストを実現し、曲げ環境にも適用できるフレキシブルディスプレイを製造することができる。

[0066] また、半導体層 7 は、アモルファスであり、粒界がないことで、特性の均一性を増加させ、かつプラスチック基板やロール状フィルム基板上に形成された場合の曲げ強度を向上させることができる。

[0067] [薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法]

次に、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法について説明する。図 3 は薄膜半導体製造装置の概略構成図、図 4 はロール状フィルム基板の平面図、図 5 はスパッタ装置の概略構成図である。

[0068] 図 3 において、薄膜半導体製造装置 100 は、図 1 の薄膜半導体装置 1 を製造するから薄膜半導体装置 1 の説明は同じ符号を付して省略する。ロール状フィルム基板 P は、図 1 のプラスチック基板 2 の両面にバリア層 3, 4 が形成されている。

[0069] この薄膜半導体製造装置 100 は、ロール巻機構 110 a, 110 b と、送出機構 111 と、巻取機構 112 と、位置合わせ機構 113 とを有し、ロール巻機構 110 a からロール状フィルム基板 P を送出機構 111 によって送り出し、位置合わせ機構 113 によって位置決めして送り出されたロール状フィルム基板 P 上に薄膜半導体装置 1 を製造して巻取機構 112 に巻き取り、ロール巻機構 110 b に装着する。

[0070] このロール状フィルム基板 P の送り出しは、位置合わせ機構 113 によって、図 4 に示すように、ロール状フィルム基板 P に形成された位置合わせパターン A を検出し、送出機構 111 を制御して所定位置で停止するように位置合わせを行う。

[0071] このロール状フィルム基板 P が搬送される直線状の位置に沿って、シート状基板貼合装置 120 と、ゲート電極形成装置 130 と、絶縁層形成装置 140 と、半導体層形成装置 150 と、ソース・ドレイン電極形成装置 160 と、層間接縁膜形成装置 170 が順に配置されている。

[0072] シート状基板貼合装置 120 では、プラスチック基板 2 上に形成されたバリア層 3 の上面には、接着層 5 を介してガラス基板に代えてシート状プラスチック基板 60 を貼り付ける。

[0073] ゲート電極形成装置 130 では、プラスチック基板 60 の上に金属層 9c のゲート電極をメッキやスパッタリングなどで形成し、絶縁層形成装置 140 では、絶縁層 8a を転写などで形成し、半導体層形成装置 150 では、スパッタ装置により絶縁層 8a の上に半導体層 7 を形成し、ソース・ドレイン電極形成装置 160 では、金属層 9a のソース電極と、金属層 9b のドレイン電極をメッキやスパッタリングなどによって形成し、さらに層間接縁膜形成装置 170 では、層間接縁膜 8b を転写などによって形成し、図 1 の薄膜半導体装置 1 を製造する。

[0074] この薄膜半導体製造装置 100 によって薄膜半導体製造方法が実施され、半導体層形成装置 150 では、スパッタ装置 150a が真空チャンバ 150a1 の内部に金属ターゲット 150a2 を保持し、非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ 150a1 内に導入する用に構成され、金属ターゲット 150a2 に高電圧をかけるとその表面の原子がはじき飛ばされ、真空チャンバ 150a1 内に導入された非金属元素を含む雰囲気ガスと、はじき飛ばされた金属と反応させることによって、ロール状フィルム基板 P に半導体層 7 を製膜する。

[0075] この実施の形態のスパッタ装置は、図 5 に示すように構成することができ、このスパッタ装置 21 は、ロール巻機構 22a、22b と、送出機構 23 と、巻取機構 24 と、位置合わせ機構 25 と、金属ターゲット 26a、26b と、を有し、これらの全ての機構を内部に保持する真空チャンバ 27 を備えている。この真空チャンバ 27 は、ロール巻機構 22a、22b 側に開閉扉 27a、27b を有し、開閉扉 27a を開閉してロール状フィルム基板 P をセットし、開閉扉 27b を開閉して半導体層 7 が設けられたロール状フィルム基板 P を取り出す。

[0076] ロール状フィルム基板 P は、図 1 のプラスチック基板 2 の両面にバリア層 3、4 が形成され、プラスチック基板 2 上に形成されたバリア層 3 の上面には、接着層 5 を介してガラス基板に代えてシート状プラスチック基板 60 を設けてロール状にした構成であり、図 4 に示すように、位置合わせパターン

Aを有する。

- [0077] ロール巻機構 2 2 a は、回転軸 2 2 a 1 にロール状フィルム基板 P を装着し、回転軸 2 2 a 1 はロール状フィルム基板 P の送り出しによって回転し、ロール巻機構 2 2 b は、回転軸 2 2 b 1 にロール状フィルム基板 P を装着し、回転軸 2 2 b 1 はロール状フィルム基板 P の巻き取りによって回転する。
- [0078] 送出機構 2 3 は、一对の送出ローラ 2 3 a を有し、この一对の送出ローラ 2 3 a の回転によってロール状フィルム基板 P を長尺方向に沿って一方の端部から送り出す。
- [0079] 巻取機構 2 4 は、一对の巻取ローラ 2 4 b を有し、この一对の巻取ローラ 2 4 b の回転によってロール状フィルム基板 P を長尺方向に沿って一方の端部から巻き取る。
- [0080] 位置合わせ機構 2 5 は、検出センサ 2 5 a、制御装置 2 5 b、ローラ駆動装置 2 5 c を有し、検出センサ 2 5 a によってロール状フィルム基板 P の位置合わせパターン A を検出し、この検出情報を制御装置 2 5 b に送り、制御装置 2 5 b はローラ駆動装置 2 5 c を介して送出機構 2 3 及び巻取機構 2 4 を制御し、ロール状フィルム基板 P の平面位置合わせを行う。
- [0081] 真空チャンバ 2 7 内は、真空ポンプ 2 8 に駆動によって真空状態であり、この真空チャンバ 2 7 には、ガス導入機構 2 9 が設けられ、このガス導入機構 2 9 は非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ 2 7 内に導入する。
- [0082] 金属ターゲット 2 6 a、2 6 b は、ロール状フィルム基板 P の半導体形成面に対面し、ロール状フィルム基板 P の長尺に沿った直線状の位置に配列されている。
- [0083] 金属ターゲット 2 6 a は、金属元素のターゲットであり、金属ターゲット 2 6 b a は、半金属元素のターゲットである。
- [0084] スパッタ装置 2 1 は、金属ターゲット 2 6 a、2 6 b とし、非金属元素、金属元素、半金属元素それぞれ少なくともひとつを含む複数の元素を混ぜ合わせた混合物を、単一のターゲットとして用いているが、金属ターゲット 2 6 a、2 6 b を一体のターゲットとしてもよい。

- [0085] このように、スパッタ装置 21 は、ガス導入機構 29 により、真空チャンバ 27 内に非金属元素を含む雰囲気ガスを導入し、真空チャンバ 27 内に金属ターゲット 26 a, 26 b の金属元素または半金属元素またはこれらの混合物を含む金属ターゲットを複数配置し、電極を介して金属ターゲット 26 a, 26 b に高電圧をかけると金属ターゲット表面の原子がはじき飛ばされ、真空チャンバ 27 内に導入された非金属元素を含む雰囲気ガスと、はじき飛ばされた金属と反応させることによって、ロール状フィルム基板 P に半導体層 7 を製膜することができる。
- [0086] 半導体層 7 を成膜する場合、ロール状フィルム基板 P は特に加熱や冷却されることはなく室温に置かれる（ただし、金属ターゲット 26 a, 26 b への高電圧印加やはじき飛んでくる原子との反応により、数十℃程度の自然昇温はあると考えられる）。また、成膜時の真空チャンバ 27 内の圧力は約 0.5 Pa 、ガス導入機構 29 から供給される雰囲気ガスの分圧は約 0.005 Pa である。金属ターゲットへの高電圧印加の成膜パワーは約 2 W/cm^2 である。
- [0087] この薄膜半導体製造装置 100 では、スパッタ装置 150 a または図 5 のスパッタ装置 21 を用い、低温プロセスで半導体層 7 を形成可能であり、低プロセスコストを実現することができる。また、半導体層 7 は、比較的高い電界効果移動度を実現でき、かつ光、熱に対して安定な特性を有する薄膜半導体装置 1 を製造することができる。
- [0088] また、半導体層 7 は自在にバンドギャップを制御でき、また電界効果移動度を増大させることができる薄膜半導体製造装置 1 を製造することができる。
- [0089] また、図 5 のスパッタ装置 21 は、全ての機構を内部に保持する真空チャンバ 27 を備え、製造時にロール状態から送り出しロール状態に巻き取り、低プロセスコストを実現することができる。
- [0090] また、スパッタ装置 21 は、非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ 27 内に導入し、金属元素または半金属元素またはこれらの混合物を含む金

属ターゲット 26 a, 26 b を複数有し、金属ターゲット 26 a, 26 b が、ロール状フィルム基板 P の長尺に沿った直線状の位置に配列され、ロール状フィルム基板 P 内に均一な性質の半導体層 7 を形成できる。

[0091] また、スパッタ装置 21 は、非金属元素、金属元素、半金属元素それぞれ少なくともひとつを含む複数の元素を混ぜ合わせた混合物を、単一のターゲットとして用い、半導体層 7 の性質をさらに均一にするとともにスパッタプロセスコストを低減できる。

産業上の利用可能性

[0092] この発明は、特にプラスチック基板を用いたフレキシブルディスプレイである薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法に適用可能で、低温プロセスで形成可能であり、低プロセスコストを実現し、また比較的高い電界効果移動度を実現でき、かつ光、熱に対して安定な特性を有し、曲げ環境にも適用できる。

符号の説明

[0093] 1 薄膜半導体装置
2 プラスチック基板
3, 4 バリア層
5 接着層
6 ガラス基板
7 半導体層
8 a 絶縁層
9 a, 9 b, 9 c 金属層
21, 150 a スパッタ装置
22 a, 22 b ロール巻機構
23 送出機構
24 巻取機構
25 位置合わせ機構
26 a, 26 b 金属ターゲット

２７ 真空チャンバ

２９ ガス導入機構

P ロール状フィルム基板

請求の範囲

[請求項1]

プラスチック基板と、
前記プラスチック基板上に形成されたバリア層と、
前記バリア層上に形成された半導体層と、
前記半導体層の上下いずれかの面に接して形成された絶縁層と、
前記絶縁層に接して形成された金属層と、
を有し、
前記半導体層をチャンネル、前記金属層をソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極、前記絶縁層をゲート絶縁膜として用い、
前記半導体層は、非金属元素の窒素（N）、酸素（O）のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、ポロニウム（Po）のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、カドニウム（Cd）、インジウム（In）、錫（Sn）、水銀（Hg）、タリウム（Tl）、テルビウム（Pb）、ビスマス（Bi）のうち少なくともひとつを含み、
前記非金属元素が、少なくとも酸素（O）と窒素（N）の混合物で、酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2であることを特徴とする薄膜半導体装置。

[請求項2]

前記半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $Si_{1-x}Ge_x$ （ x はSiとGeの混合比で $x=0$ 乃至1が成り立つ）で、前記混合物（ $Si_{1-x}Ge_x$ ）に対する窒素（N）の比（N数密度／ $Si_{1-x}Ge_x$ 数密度）が1乃至2であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜半導体装置。

[請求項3]

前記プラスチック基板が、少なくともロール状フィルム基板であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜半導体装置。

[請求項4]

前記半導体層は、アモルファスであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の薄膜半導体装置。

至請求項3のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置。

[請求項5] 前記半導体層のバンドギャップは、 1 eV 乃至 5 eV であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置。

[請求項6] 前記半導体層の主キャリアは、電子で、キャリア濃度は 300 K の熱平衡状態において 1×10^{16} 乃至 $1 \times 10^{21}\text{ (m}^{-3}\text{)}$ 、電界効果移動度は 0.1 乃至 $50\text{ (cm}^2/\text{Vs})$ であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置。

[請求項7] 前記半導体層が、液晶表示装置を駆動する回路を構成することを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の薄膜半導体装置。

[請求項8] 前記ロール状フィルム基板と、
前記ロール状フィルム基板上に形成されたバリア層と、
前記バリア層上に形成された半導体層と、
前記半導体層の上下いずれかの面に接して形成された絶縁層と、
前記絶縁層に接して形成された金属層と、
を有し、
前記半導体層をチャネル、前記金属層をソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極、前記絶縁層をゲート絶縁膜として用い、前記半導体層は、非金属元素の窒素(N)、酸素(O)のうち少なくともひとつ、半金属元素のホウ素(B)、シリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、テルル(Te)、ポロニウム(Po)のうち少なくともひとつ、および金属元素のアルミニウム(Al)、亜鉛(Zn)、ガリウム(Ga)、カドニウム(Cd)、インジウム(In)、錫(Sn)、水銀(Hg)、タリウム(Tl)、テルビウム(Pb)、ビスマス(Bi)のうち少なくともひとつを含み、

前記非金属元素が、少なくとも酸素(O)と窒素(N)の混合物で

酸素（O）に対する窒素（N）の比（N数密度／O数密度）が0乃至2である前記半導体層をスパッタ装置により形成する薄膜半導体製造装置。

[請求項9] 前記半金属元素が、少なくともシリコン（Si）とゲルマニウム（Ge）の混合物 $Si_{1-x}Ge_x$ （ x はSiとGeの混合比で $x=0$ 乃至1が成り立つ）で、前記混合物（ $Si_{1-x}Ge_x$ ）に対する窒素（N）の比（N数密度／ $Si_{1-x}Ge_x$ 数密度）が1乃至2であることを特徴とする請求項8に記載の薄膜半導体製造装置。

[請求項10] 前記スパッタ装置は、
前記ロール状フィルム基板を装着するロール巻機構と、
前記ロール状フィルム基板を長尺方向に沿って一方の端部から送り出す送出機構と、
送り出された前記ロール状フィルム基板を巻き取る巻取機構と、
位置合わせパターンを有する前記ロール状フィルム基板に対し、前記ロール状フィルム基板の平面位置合わせを行う位置合わせ機構と、
前記ロール状フィルム基板の半導体形成面に対面する金属ターゲットと、
を有し、
前記全ての機構を内部に保持する真空チャンバを備えたことを特徴とする請求項8また請求項9に記載の薄膜半導体製造装置。

[請求項11] 前記スパッタ装置は、
前記非金属元素を含む雰囲気ガスを真空チャンバ内に導入するガス導入機構と、
前記金属元素または前記半金属元素またはこれらの混合物を含む金属ターゲットと、を複数有し、
前記金属ターゲットが、前記ロール状フィルム基板の長尺に沿った直線状の位置に配列されていることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の薄膜半導体製造装置。

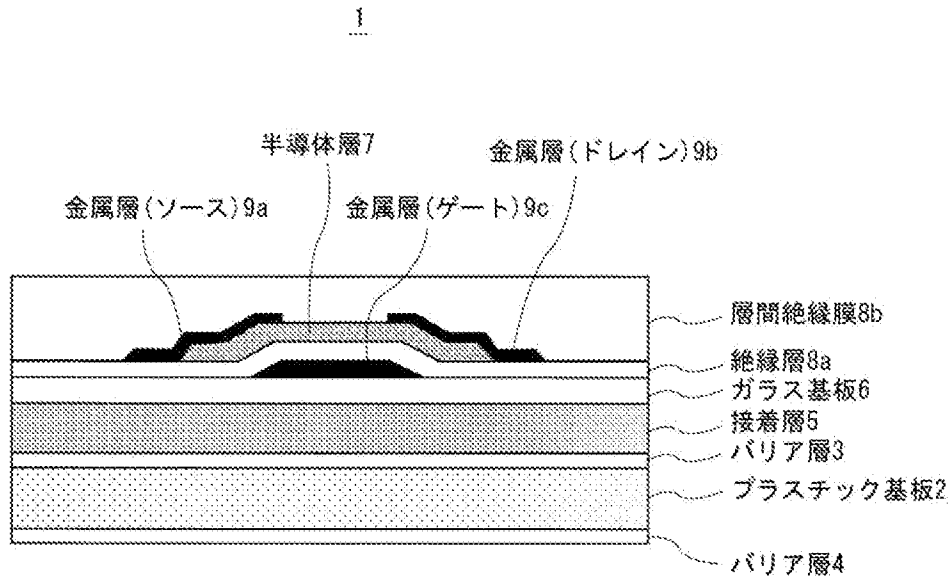
[請求項12] 前記スパッタ装置は、

前記非金属元素、前記金属元素、前記半金属元素それぞれ少なくともひとつを含む複数の元素を混ぜ合わせた混合物を、単一のターゲットとして用いたことを特徴とする請求項8乃至請求項11のいずれか1項に記載の薄膜半導体製造装置。

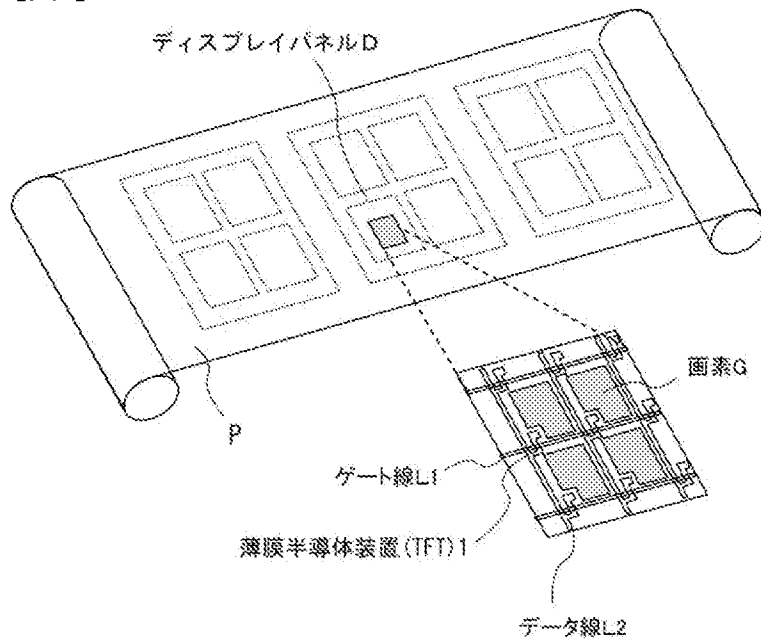
[請求項13] 請求項8乃至請求項12のいずれか1項に記載の薄膜半導体製造装置を用い、

薄膜半導体装置を製造することを特徴とする薄膜半導体製造方法。

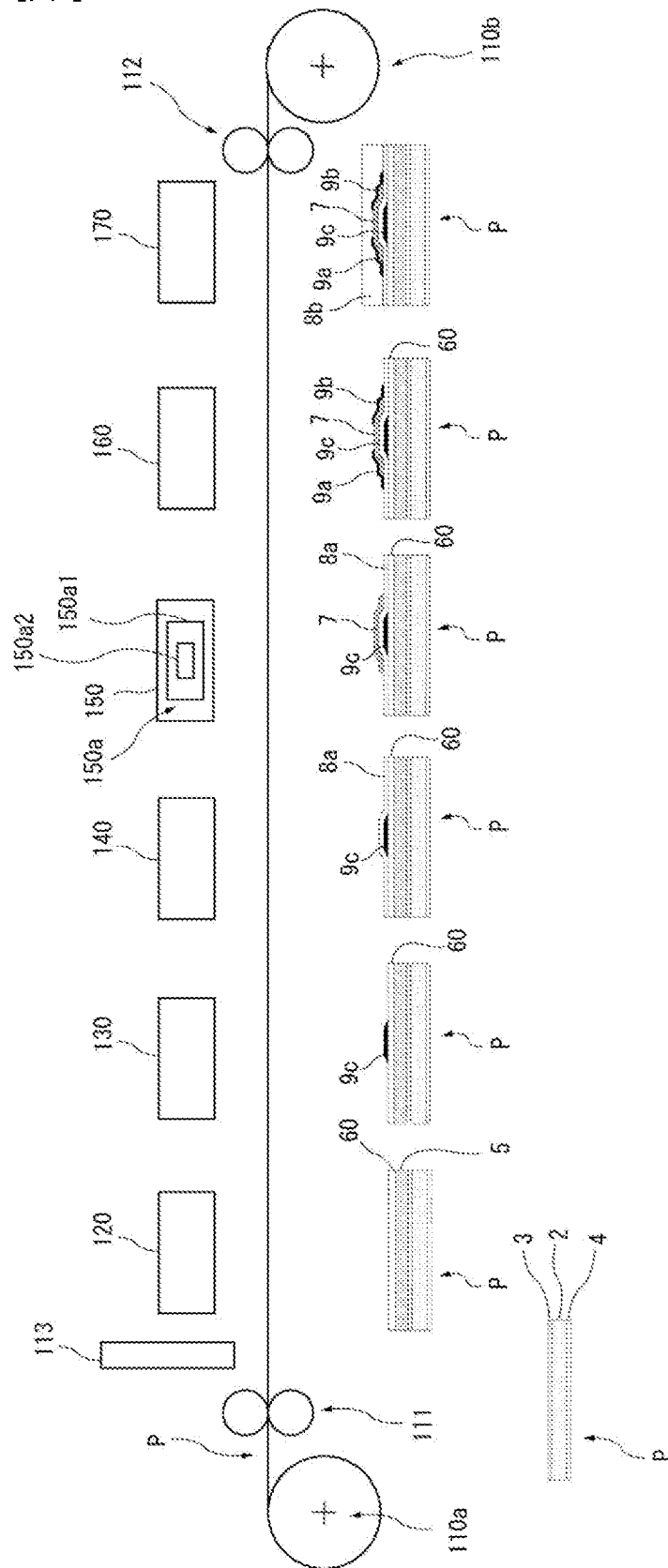
[図1]



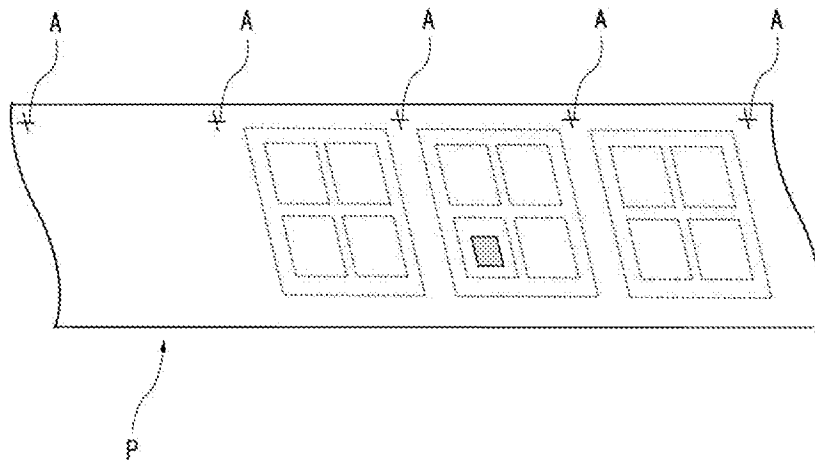
[図2]



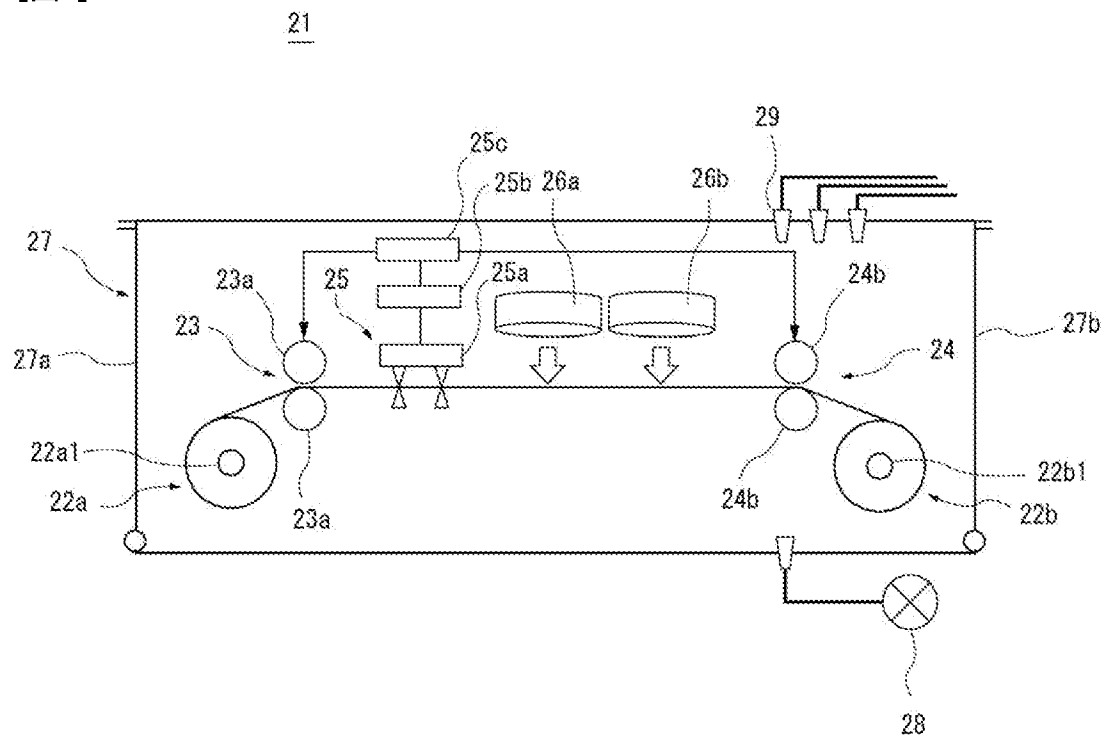
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i, H01L21/363(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, G02F1/1368, H01L21/363

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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 2009-275236 A (Canon Inc.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0010] to [0064], [0151] to [0177] & WO 2008/133345 A1	1-13
Y	JP 2007-150155 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraphs [0022] to [0044]; fig. 2 (Family: none)	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
09 April, 2010 (09.04.10)Date of mailing of the international search report
20 April, 2010 (20.04.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, G02F1/1368(2006.01)i, H01L21/363(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, G02F1/1368, H01L21/363

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2009-275236 A（キヤノン株式会社）2009.11.26, 段落 0010-0064, 0151-0177 & WO 2008/133345 A1	1-13
Y	JP 2007-150155 A（凸版印刷株式会社）2007.06.14, 段落 0022-0044, 図 2（ファミリーなし）	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

0 9 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 4 . 2 0 1 0

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

4 M

2 9 3 4

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