

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4766758号
(P4766758)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78	6 2 7 Z
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78	6 1 9 A
HO 1 L 21/20 (2006.01)	HO 1 L 29/78	6 2 6 C
HO 1 L 21/322 (2006.01)	HO 1 L 29/78	6 2 7 A
	HO 1 L 29/78	6 2 7 G
請求項の数 16 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2001-56037 (P2001-56037)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成13年2月28日 (2001. 2. 28)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2002-261289 (P2002-261289A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成14年9月13日 (2002. 9. 13)	(72) 発明者	山崎 舜平
審査請求日	平成19年12月5日 (2007. 12. 5)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	中村 理
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	梶原 誠之
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	肥塚 純一
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁表面上に電極を形成し、
 前記電極上に第1の絶縁膜を形成し、
 前記第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜を形成し、
 前記第2の絶縁膜上に非晶質構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜にNiを添加し、加熱処理を行うことによつて、前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜を結晶化させて結晶構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記結晶構造を有する第1のシリコン膜の表面にバリア層を形成し、
 前記バリア層上に希ガス元素を $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度で含む第2のシリコン膜を形成し、
 前記第2のシリコン膜に前記Niをゲッタリングして、前記結晶構造を有する第1のシリコン膜中の前記Niを除去または低減し、
 前記第2のシリコン膜及び前記バリア層を順に除去することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】

絶縁表面上に電極を形成し、
 前記電極上に平坦な第1の絶縁膜を形成し、
 前記第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜を形成し、

前記第2の絶縁膜上に非晶質構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜にNiを添加し、加熱処理を行うことによつて、前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜を結晶化させて結晶構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記結晶構造を有する第1のシリコン膜の表面にバリア層を形成し、
 前記バリア層上に希ガス元素を $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度で含む第2のシリコン膜を形成し、
 前記第2のシリコン膜に前記Niをゲッタリングして、前記結晶構造を有する第1のシリコン膜中の前記Niを除去または低減し、
 前記第2のシリコン膜及び前記バリア層を順に除去することを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

【請求項3】

絶縁表面上に電極を形成し、
 前記電極上に第1の絶縁膜を形成し、
 前記第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜を形成し、
 前記第2の絶縁膜上にNiを散布した後、非晶質構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜の表面にバリア層を形成し、
 前記バリア層上に希ガス元素を $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度で含む第2のシリコン膜を形成し、
 加熱処理を行うことによつて、前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜を結晶化させて結晶構造を有する第1のシリコン膜を形成し、且つ前記第2のシリコン膜に前記Niをゲッタリングして、前記結晶構造を有する第1のシリコン膜中の前記Niを除去または低減し、
 前記第2のシリコン膜及び前記バリア層を順に除去することを特徴とする半導体装置の作製方法。

20

【請求項4】

絶縁表面上に電極を形成し、
 前記電極上に平坦な第1の絶縁膜を形成し、
 前記第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜を形成し、
 前記第2の絶縁膜上にNiを散布した後、非晶質構造を有する第1のシリコン膜を形成し、
 前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜の表面にバリア層を形成し、
 前記バリア層上に希ガス元素を $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度で含む第2のシリコン膜を形成し、
 加熱処理を行うことによつて、前記非晶質構造を有する第1のシリコン膜を結晶化させて結晶構造を有する第1のシリコン膜を形成し、且つ前記第2のシリコン膜に前記Niをゲッタリングして、前記結晶構造を有する第1のシリコン膜中の前記Niを除去または低減し、
 前記第2のシリコン膜及び前記バリア層を順に除去することを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

40

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、
 前記第2のシリコン膜は、シリコン膜を形成し、該シリコン膜に希ガス元素を添加することによつて形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、
 前記第2のシリコン膜は、シリコン膜を形成し、該シリコン膜に希ガス元素と、O、O₂、P、H、H₂から選ばれた一種または複数種とを添加することによつて形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

50

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
前記第 2 のシリコン膜は、プラズマ CVD 法または減圧熱 CVD 法で希ガス元素を含むシリコン膜を成膜することによって形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
前記第 2 のシリコン膜は、スパッタ法で希ガス元素を含むシリコン膜を成膜することによって形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一において、
前記第 2 の絶縁膜は、窒化シリコン膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

【請求項 10】

請求項 9 において、
前記窒化シリコン膜の厚さは 10 nm 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一において、
前記 Ni を除去または低減された前記結晶構造を有する第 1 のシリコン膜を用いて、前記電極と重なるように薄膜トランジスタの活性層を形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

20

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一において、
前記バリア層は、前記第 2 のシリコン膜を除去する際のエッチングストッパーとして機能することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一において、
前記バリア層は、オゾンを含む溶液を用いて前記第 1 のシリコン膜の表面を酸化することによって形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 14】

請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一において、
前記バリア層は、酸素雰囲気中の紫外線照射で前記第 1 のシリコン膜の表面を酸化することによって形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

【請求項 15】

請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか一において、
前記第 1 のシリコン膜に含まれる酸素濃度は、 $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 16】

請求項 1 乃至請求項 15 のいずれか一において、
前記第 2 のシリコン膜に含まれる酸素濃度は、 $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はゲッタリング技術を用いた半導体装置の作製方法及び、当該作製方法により得られる半導体装置に関する。特に本発明は、半導体膜の結晶化において触媒作用のある金属元素を添加して作製される結晶質半導体膜を用いた半導体装置の作製方法及び半導体装置に関する。

【0002】

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

50

【 0 0 0 3 】

【 従来 の 技術 】

結晶構造を有する半導体膜（以下、結晶質半導体膜という）を用いた代表的な半導体素子として薄膜トランジスタ（以下、T F Tと記す）が知られている。T F Tはガラスなどの絶縁基板上に集積回路を形成する技術として注目され、駆動回路一体型液晶表示装置などが実用化されつつある。従来からの技術において、結晶質半導体膜は、プラズマC V D法や減圧C V D法で堆積した非晶質半導体膜を、加熱処理やレーザーアニール法（レーザー光の照射により半導体膜を結晶化させる技術）により作製されている。

【 0 0 0 4 】

こうして作製される結晶質半導体膜は多数の結晶粒の集合体であり、その結晶方位は任意な方向に配向して制御不能であるため、T F Tの特性を制限する要因となっている。このような問題点に対し、特開平7 - 1 8 3 5 4 0号公報で開示される技術は、ニッケルなど半導体膜の結晶化に対し触媒作用のある金属元素を添加して結晶質半導体膜を作製するものであり、結晶化に必要とする加熱温度を低下させる効果ばかりでなく、結晶方位の配向性を単一方向に高めることが可能である。このような結晶質半導体膜でT F Tを形成すると、電界効果移動度の向上のみでなく、サブスレッシュヨルド係数（S値）が小さくなり、飛躍的に電気的特性を向上させることが可能となっている。

10

【 0 0 0 5 】

しかし、触媒作用のある金属元素を添加する故に、結晶質半導体膜の膜中或いは膜表面には、当該金属元素が残存し、得られる素子の特性をばらつかせるなどの問題がある。その一例は、T F Tにおいてオフ電流が増加し、個々の素子間でばらつくなどの問題がある。即ち、結晶化に対し触媒作用のある金属元素は、一旦、結晶質半導体膜が形成されてしまえば、かえって不要な存在となってしまふ。

20

【 0 0 0 6 】

リンを用いたゲッターリングは、このような金属元素を結晶質半導体膜の特定の領域から除去するための手法として有効に活用されている。例えば、T F Tのソース・ドレイン領域にリンを添加して4 5 0 ~ 7 0 0 の熱処理を行うことで、チャンネル形成領域から当該金属元素を容易に除去することが可能である。

【 0 0 0 7 】

【 発明 が 解決 し よ う と す る 課 題 】

リンはイオンドープ法（P H₃などをプラズマで解離して、イオンを電界で加速して半導体中に注入する方法であり、基本的にイオンの質量分離を行わない方法を指す）で結晶質半導体膜に注入するが、ゲッターリングのために必要なリン濃度は $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上である。イオンドープ法によるリンの添加は、結晶質半導体膜の非晶質化をもたらすが、リン濃度の増加はその後のアニールによる再結晶化の妨げとなり問題となっている。また、高濃度のリンの添加は、ドーピングに必要な処理時間の増大をもたらし、ドーピング工程におけるスループットを低下させるので問題となっている。

30

【 0 0 0 8 】

さらに、pチャンネル型T F Tのソース・ドレイン領域に添加したリンに対し、その導電型を反転させるために必要な硼素の濃度は1 . 5 ~ 3 倍が必要であり、再結晶化の困難さに伴って、ソース・ドレイン領域の高抵抗化をもたらす問題となっている。

40

【 0 0 0 9 】

本発明はこのような問題を解決するための手段であり、半導体膜の結晶化に対して触媒作用のある金属元素を用いて得られる結晶質半導体膜に残存する当該金属元素を効果的に除去する技術を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

ゲッターリング技術は単結晶シリコンウエハーを用いる集積回路の製造技術において主要な技術として位置付けられている。ゲッターリングは半導体中に取り込まれた金属不純物が、何らかのエネルギーでゲッターリングサイトに偏析して、素子の能動領域の不純物濃度を低

50

減させる技術として知られている。それは、エクストリンシックゲッターリング(Extrinsic Gettering)とイントリンシックゲッターリング(Intrinsic Gettering)の二つに大別されている。エクストリンシックゲッターリングは外部から歪場や化学作用を与えてゲッターリング効果をもたらすものである。高濃度のリンを単結晶シリコンウエハーの裏面から拡散させるリンゲッタはこれに当たり、前述の結晶質半導体膜に対するリンを用いたゲッターリングもエクストリンシックゲッターリングの一種と見なすことができる。

【0011】

一方、イントリンシックゲッターリングは単結晶シリコンウエハーの内部に生成された酸素が関与する格子欠陥の歪場を利用したものである。本発明は、このような格子欠陥、或いは格子歪みを利用したイントリンシックゲッターリングに着目したものであり、厚さ10～100nm程度の結晶質半導体膜に適用するために以下の手段を採用するものである。

10

【0012】

本発明は、窒化珪素膜上に金属元素を用いて結晶構造を有する第1の半導体膜を形成する工程と、エッチングストッパーとなる膜(バリア層)を形成する工程と、希ガス元素を含む第2の半導体膜(ゲッターリングサイト)を形成する工程と、ゲッターリングサイトに金属元素をゲッターリングさせる工程と、前記第2の半導体膜を除去する工程とを有している。

【0013】

また、希ガス元素を含む第2の半導体膜(ゲッターリングサイト)を形成する工程は、非晶質構造または結晶構造を有する半導体膜を形成した後、該半導体膜に希ガス元素を添加すればよい。また、希ガス元素を添加する方法としてはイオンドープ法またはイオン注入法を用いればよい。

20

【0014】

また、希ガス元素はHe、Ne、Ar、Kr、Xeから選ばれた一種または複数種であり、これらのイオンを電界で加速して半導体膜に注入することにより、ダングリングボンドや格子歪みを形成してゲッターリングサイトを形成することができる。

【0015】

また、希ガス元素を含む第2の半導体膜(ゲッターリングサイト)を形成する他の手段としては、希ガス元素を含む原料ガスを用いたプラズマCVD法や減圧熱CVD法で希ガス元素を含む第2の半導体膜を成膜してもよい。ただし、膜剥がれが生じないように成膜条件を調節する。

30

【0016】

また、他の手段としては、スパッタ法で希ガス元素を含む第2の半導体膜を成膜してもよい。

【0017】

また、プラズマCVD法や減圧熱CVD法やスパッタ法等を用い、成膜段階で希ガス元素を含む第2の半導体膜を得た後、さらに希ガス元素を添加してゲッターリング効率を向上させてもよい。

【0018】

また、希ガス元素に加え、H、H₂、O、O₂、Pから選ばれた一種または複数種を添加してもよい。このように複数の元素を添加することにより相乗的にゲッターリング効果が得られる。中でもO、O₂は効果的であり、成膜条件または成膜後の添加により、第2の半導体膜中におけるSIMS分析での酸素濃度を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度範囲とするとゲッターリング効率が向上する。なお、希ガス元素はほとんど拡散しないが、希ガス元素に加えて添加する他の元素が拡散しやすい場合、第2の半導体膜の膜厚を厚めに調節して、添加した他の元素が後の熱処理で第1の半導体膜に拡散しないようにすることが好ましい。また、第2の半導体膜だけでなく、バリア層も他の元素の拡散を防止する機能を有する。

40

【0019】

また、本発明は、結晶構造を有する第1の半導体膜と接する下地絶縁膜として、膜厚10

50

n m以下の窒化珪素膜からなる絶縁膜を用いてゲッタリング効率を向上させることを特徴としている。なお、この窒化珪素膜はブロッキング効果をも有している。

【0020】

本明細書で開示する発明の構成は、

絶縁表面上に電極を形成する第1工程と、

前記電極上に平坦な第1絶縁膜を形成する第2工程と、

前記第1絶縁膜上に窒化珪素膜からなる第2絶縁膜を形成する第3工程と、

前記第2絶縁膜上に非晶質構造を有する第1の半導体膜を形成する第4工程と、

前記第1の半導体膜に金属元素を添加する第5工程と、

前記第1の半導体膜を結晶化させて結晶構造を有する第1の半導体膜を形成する第6工程と、

前記結晶構造を有する第1の半導体膜の表面にバリア層を形成する第7工程と、

前記バリア層上に希ガス元素を $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ の濃度で含む第2の半導体膜を形成する第8工程と、

前記第2の半導体膜に前記金属元素をゲッタリングして、結晶構造を有する第1の半導体膜中の前記金属元素を除去または低減する第9工程と、

前記第2の半導体膜及びバリア層を除去する第10工程とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

【0021】

上記構成において、前記金属元素はFe、Ni、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種であることを特徴としている。

【0022】

また、上記構成において、ゲッタリング効率を向上させるために前記第1の半導体膜に含まれる酸素濃度を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下とすることが好ましい。

【0023】

また、上記構成において、ゲッタリング効率を向上させるために前記第2の半導体膜に含まれる酸素濃度を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上とすることが好ましい。

【0024】

また、上記構成において、ゲッタリング効率を向上させるために前記第2絶縁膜は、窒化珪素膜とすることが好ましい。

【0025】

また、上記各構成において、平坦な第1絶縁膜を形成する第2工程は、平坦性を向上させる公知の技術、例えばCMP（ケミカルメカニカルポリッシング）と呼ばれる研磨工程を用いればよい。

【0026】

なお、上記各構成において、前記電極は、最終的に半導体装置が完成した後、結晶構造を有する半導体膜に照射される外光を遮光するために設けられたものである。

【0027】

また、上記各構成において、前記第6工程は、加熱処理、強光を照射する処理、またはレーザー光（波長400nm以下のエキシマレーザー光や、YAGレーザーの第2高調波、第3高調波）を照射する処理の内、いずれか一の処理、もしくはこれらを組み合わせた処理であることを特徴としている。

【0028】

また、上記各構成において、前記バリア層を形成する第7の工程は、オゾンを含む溶液で前記結晶構造を有する半導体膜の表面を酸化する工程、もしくは酸素雰囲気下の紫外線の照射で前記結晶構造を有する半導体膜の表面を酸化する工程である工程とすればよい。

【0029】

また、上記各構成において、前記第9工程は、加熱処理、あるいは前記非晶質構造を有する半導体膜に強光を照射する処理を用いればよい。また、前記第9工程は、加熱処理を行い、且つ、前記非晶質構造を有する半導体膜に強光を照射する処理であってもよい。

【0030】

また、前記強光は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、または高圧水銀ランプから射出された光であることを特徴としている。

【0031】

また、本発明は上記構成に限定されず、第2の半導体膜の上層のみに希ガス元素を添加してゲッターリングサイトを形成してもよい。また、希ガス元素を含んでいない第2の半導体膜上に第3の半導体膜を形成し、その第3の半導体膜のみに希ガス元素を添加してゲッターリングサイトを形成してもよい。

【0032】

上記作製方法に関する本発明によって、以下の構成が得られる。

【0033】

本明細書で開示する発明の構成は、

絶縁表面上に第1電極と、該第1電極上に平坦な第1絶縁膜と、該第1絶縁膜上に窒化珪素膜からなる第2絶縁膜と、該第2絶縁膜上に半導体層と、該半導体層上に第3絶縁膜と、該第3絶縁膜上に第2電極とを有し、

前記第1電極は、前記第1絶縁膜及び前記第2絶縁膜を間に挟んで前記半導体層と重なっており、前記第2電極は、前記第3絶縁膜を間に挟んで前記半導体層と重なっていることを特徴とする半導体装置である。

【0034】

上記構成において、前記第1絶縁膜は機械的に研磨されて平坦化した絶縁膜であることを特徴としている。

【0035】

また、上記構成において、前記半導体層のうち、前記第3絶縁膜を間に挟んで前記第2電極と重なる領域はチャンネル形成領域であることを特徴としている。なお、前記チャンネル形成領域に含まれる金属元素の濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 未満であることを特徴としている。

【0036】

前記チャンネル形成領域に含まれる金属元素は、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種である。

【0037】

また、上記構成において、前記半導体層は、少なくとも一部に希ガス元素を含む。ただし、ゲッターリング条件によっては希ガス元素を含まない場合もある。

【0038】

また、窒化珪素膜からなる絶縁膜上にニッケル元素をスパッタ法で散布した後、第1の半導体膜を形成し、バリア層を設け、希ガス元素を含む第2の半導体膜を形成した後、加熱処理または強光によって第1の半導体膜の結晶化およびゲッターリングを同時に行ってもよい。

【0039】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、以下に説明する。

【0040】

本発明の特徴の一つは、絶縁表面上に電極を形成するプロセスと、電極を覆う平坦な第1の絶縁膜を形成するプロセスと、第1の絶縁膜上に窒化珪素膜からなる第2の絶縁膜を形成するプロセスと、第2の絶縁膜上に結晶化を助長する金属元素を用いて結晶質半導体膜を形成するプロセスと、結晶質半導体膜上にバリア層を形成するプロセスと、バリア層上に希ガス元素を含む半導体膜(ゲッターリングサイト)を形成するプロセスと、加熱処理するプロセスとを有しており、該加熱処理により結晶質半導体膜に含まれる金属元素が移動してバリア層を通り抜け、ゲッターリングサイト(希ガス元素のイオンを含む半導体膜)に捕獲され、結晶質半導体膜から金属元素を除去または低減することである。なお、加熱処

10

20

30

40

50

理に代えて強光を照射してもよいし、加熱処理と同時に強光を照射してもよい。

【0041】

(実施の形態1)

以下に代表的なTFTの作製手順を簡略に図1、2を用いて示す。

【0042】

図1(A)中、100は、絶縁表面を有する基板、101は電極、102は平坦化膜、103は窒化珪素膜からなる絶縁膜、104は非晶質構造を有する半導体膜である。

【0043】

まず、基板100上に導電膜を形成し、パターニングを施すことにより金属または合金からなる電極101を形成する。この電極101は後に形成されるゲート電極と接続される走査線である。なお、この電極は、後に形成される活性層を光から保護する遮光層としても機能する。ここでは、ここでは基板100として石英基板を用い、電極101としてポリシリコン膜とタングステンシリサイド(W-Si)膜の積層構造を用いる。

10

【0044】

次いで、電極101を覆う絶縁膜(酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜)を膜厚100~1000nm(代表的には300~500nm)で形成し、平坦化処理を行って平坦化膜102を形成する。平坦化膜は、平坦化処理を施した絶縁膜を指しており、平坦性を向上させる公知の技術、例えばCMP(ケミカルメカニカルポリッシング)と呼ばれる研磨工程を用いばよい。

【0045】

次いで、平坦化膜上に窒化珪素膜からなる絶縁膜103を形成する。次いで、絶縁膜103上に非晶質構造を有する第1の半導体膜104を形成する。(図1(A))

20

【0046】

次いで、非晶質構造を有する第1の半導体膜104を結晶化させる技術として特開平8-78329号公報記載の技術を用いて結晶化させる。同公報記載の技術は、非晶質シリコン膜に対して結晶化を助長する金属元素を選択的に添加し、加熱処理を行うことで添加領域を起点として広がる結晶構造を有する半導体膜を形成するものである。ここでは、ニッケルを含む溶液を第1の半導体膜104上に塗布してニッケル含有層105を形成する。(図1(A))塗布によるニッケル含有層105の形成方法以外の他の手段として、スパッタ法、蒸着法、またはプラズマ処理により極薄い膜を形成する手段を用いてもよい。

30

【0047】

次いで、加熱処理または強光の照射を行い、結晶化を行う。この場合、結晶化は触媒となる金属元素が接した半導体膜の部分でシリサイドが形成され、それを核として結晶化が進行する。こうして、図1(C)に示す結晶構造を有する第1の半導体膜106が形成される。なお、第1の半導体膜106に含まれる酸素濃度は、 $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下とすることが望ましい。ここでは、脱水素化のための熱処理(450、1時間)の後、結晶化のための熱処理(550~650で4~24時間)を行う。また、強光の照射により結晶化を行う場合は、赤外光、可視光、または紫外光のいずれか一またはそれらの組み合わせを用いることが可能であるが、代表的には、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、または高圧水銀ランプから射出された光を用いる。ランプ光源は、1~60秒、好ましくは30~60秒点灯させ、それを1回~10回繰り返し、半導体膜が瞬間的に600~1000程度にまで加熱すればよい。なお、必要であれば、強光を照射する前に非晶質構造を有する第1の半導体膜104に含有する水素を放出させる熱処理を行ってもよい。また、加熱処理と強光の照射とを同時に行って結晶化を行ってもよい。

40

【0048】

次いで、結晶化率(膜の全体積における結晶成分の割合)を高め、結晶粒内に残される欠陥を補修するために、結晶構造を有する第1の半導体膜106に対してレーザー光を照射することが望ましい。光には波長400nm以下のエキシマレーザー光や、YAGレーザーの第2高調波、第3高調波を用いる。

50

【0049】

次いで、オゾン含有水溶液で極薄い酸化膜からなるバリア層107を形成し、このバリア層107上に第2の半導体膜108を形成する。(図1(D))このバリア層107は、後の工程で第2の半導体膜108のみを選択的に除去する際にエッチングストッパーとして機能する。また、第2の半導体膜108に含まれる酸素濃度は、 $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上とすることが望ましい。第2の半導体膜108としては非晶質構造を有する半導体膜であってもよいし、結晶構造を有する半導体膜であってもよい。

【0050】

次いで、第2の半導体膜108に希ガス元素をイオンドーピング法またはイオン注入法により添加してゲッターリングサイトを形成する。(図1(E))希ガス元素としてはヘリウム(He)、ネオン(Ne)、アルゴン(Ar)、クリプトン(Kr)、キセノン(Xe)から選ばれた一種または複数種を用いる。ここではゲッターリングサイトを形成するためにこれら不活性気体をイオンソースとして用い、イオンドーピング法或いはイオン注入法で第2の半導体膜に注入する。これら不活性気体のイオンを注入する意味は二つある。一つは注入によりダングリングボンドを形成し半導体膜に歪みを与えることであり、他の一つは半導体膜の格子間に当該イオンを注入することで歪みを与えることである。不活性気体のイオン注入は、この両者を同時に満たすことができるが、特に後者はアルゴン(Ar)、クリプトン(Kr)、キセノン(Xe)などシリコンより原子半径の大きな元素を用いた時に顕著に得られる。また、希ガス元素を注入することにより、格子歪だけでなく、不對結合手も形成されゲッターリング作用に寄与する。また、希ガス元素に加えて、一導電型の不純物元素であるリンを半導体膜に注入した場合、リンのクーロン力を利用してゲッターリングを行うことができる。

【0051】

また、図1(E)の工程の際、下層には希ガス元素を添加せずにできるだけ第1の半導体における膜結晶構造を維持することが望ましい。

【0052】

次いで、ゲッターリングを行う。(図1(F))ゲッターリングを行う工程としては、窒素雰囲気中で450~800、1~24時間、例えば550にて14時間の熱処理を行えばよい。また、熱処理に代えて強光を照射してもよい。また、熱処理に加えて強光を照射してもよい。このゲッターリングにより、図1(F)中の矢印の方向にニッケルが移動し、バリア層107で覆われた第1の半導体膜106に含まれる金属元素の除去、または金属元素の濃度の低減が行われる。ここでは、ニッケルが第1の半導体膜106に偏析しないよう全て第2の半導体膜109に移動させ、第1の半導体膜106に含まれるニッケルがほとんど存在しない、即ち膜中のニッケル濃度が $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下、望ましくは $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下になるように十分ゲッターリングする。

【0053】

本実施の形態においては、上記ゲッターリングの際、ニッケルは酸素濃度の高い領域に移動しやすい傾向があるため、第1の半導体膜と接する絶縁膜103を窒化シリコン膜とし、さらに第1の半導体膜の上方に設けられた第2の半導体膜109に含まれる酸素濃度を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上としてゲッターリング効率の向上を図っている。

【0054】

次いで、バリア層107をエッチングストッパーとして、109で示した第2の半導体膜のみを選択的に除去した後、バリア層107を除去し、第1の半導体膜106を公知のパターニング技術を用いて所望の形状の半導体層110を形成する。(図2(A))

【0055】

次いで、半導体層の表面をフッ酸を含むエッチャントで洗浄した後、ゲート絶縁膜111となる珪素を主成分とする絶縁膜を形成する。この表面洗浄とゲート絶縁膜の形成は、大気にふれさせずに連続的に行うことが望ましい。

【0056】

次いで、ゲート絶縁膜表面を洗浄した後、ゲート電極112を形成する。ここでは図示し

10

20

30

40

50

ないが、電極 101 と接続するためのコンタクトホールを形成した後、ゲート電極 112 を形成する。次いで、半導体に n 型を付与する不純物元素 (P、As 等)、ここではリンを適宜添加して、ソース領域 113 及びドレイン領域 114 を形成する。添加した後、不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、またはレーザー光の照射を行う。また、活性化と同時にゲート絶縁膜へのプラズマダメージやゲート絶縁膜と半導体層との界面へのプラズマダメージを回復することができる。特に、室温 ~ 300 の雰囲気中において、表面または裏面から YAG レーザーの第 2 高調波を照射して不純物元素を活性化させることは非常に有効である。YAG レーザーはメンテナンスが少ないため好ましい活性化手段である。

【 0057 】

以降の工程は、層間絶縁膜 116 を形成し、水素化を行って、ソース領域、ドレイン領域に達するコンタクトホールを形成し、ソース電極 117、ドレイン電極 118 を形成して T F T を完成させる。

【 0058 】

こうして得られた T F T のチャネル形成領域 115 に含まれる金属元素の濃度は $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 未満とすることができる。

【 0059 】

また、上記作製方法において、第 2 の半導体膜の膜厚が薄く、第 1 の半導体膜にも希ガス元素が添加された場合には、少なくともチャネル形成領域 115 の上層に希ガス元素を含有している。なお、イオンドーピング法またはイオン注入法では条件を適宜選択すれば、希ガス元素が存在する深さを自由に決定できる。

【 0060 】

また、本発明は図 2 (B) の T F T 構造に限定されず、必要があればチャネル形成領域とドレイン領域 (またはソース領域) との間に L D D 領域を有する低濃度ドレイン (L D D : Lightly Doped Drain) 構造としてもよい。この構造はチャネル形成領域と、高濃度に不純物元素を添加して形成するソース領域またはドレイン領域との間に低濃度に不純物元素を添加した領域を設けたものであり、この領域を L D D 領域と呼んでいる。さらにゲート絶縁膜を介して L D D 領域をゲート電極と重ねて配置させた、いわゆる G O L D (Gate-drain Overlapped LDD) 構造としてもよい。

【 0061 】

また、ここでは n チャネル型 T F T を用いて説明したが、n 型不純物元素に代えて p 型不純物元素を用いることによって p チャネル型 T F T を形成することができることは言うまでもない。

【 0062 】

また、ここではトップゲート型 T F T を例として説明したが、T F T 構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型 (逆スタガ型) T F T や順スタガ型 T F T に適用することが可能である。

【 0063 】

(実施の形態 2)

また、バリア層上に第 2 の半導体膜と第 3 の半導体膜を形成し、第 3 の半導体膜のみに希ガス元素を添加してゲッターリングサイトを形成してもよい。ここではその一例を図 3 を用いて説明する。

【 0064 】

実施の形態 1 と同様にバリア層 307 までを形成する。実施の形態 1 に従って、基板 300 上に電極 301、平坦化膜 302、窒化珪素膜からなる絶縁膜 303、結晶構造を有する半導体膜 306 を形成する。(図 3 (A)) なお、図 3 (A) は図 1 (C) に対応している。実施の形態 1 と同様に、ここでもニッケルを用いて結晶化を行う。

【 0065 】

次いで、実施の形態 1 と同様にバリア層 307 を形成する。次いで、バリア層 307 上に第 2 の半導体膜 308 と第 3 の半導体膜 309 を形成する。(図 3 (B)) 第 2 の半導体

10

20

30

40

50

膜308には、酸素(SIMS分析での濃度が $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以上)を含有させてゲッタリング効率を向上させることが望ましい。

【0066】

次いで、第3の半導体膜309に希ガス元素を添加してゲッタリングサイト310を形成する。(図3(C))なお、希ガス元素を添加する際、第2の半導体膜308に、希ガス元素が添加されないようにする。この第2の半導体膜308によって、第1の半導体膜306と第3の半導体膜(ゲッタリングサイト)310との間隔を空けている。ゲッタリングの際、金属元素はゲッタリングサイトの境界付近に集まりやすい傾向があるため、本実施の形態のように第2の半導体膜308によって、ゲッタリングサイトの境界を第1の半導体膜306から遠ざけることが望ましい。

10

【0067】

以降の工程は、実施の形態1に従って、図3(D)に示すようにゲッタリングを行った後、図3(E)に示すように半導体層311を形成し、TFTを完成する。

【0068】

こうして得られたTFTも、チャネル形成領域に含まれる金属元素の濃度を $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 未満とすることができる。

【0069】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

【0070】

20

(実施例)

[実施例1]

本実施例ではダブルゲートのTFTに適用し、ダブルゲートのTFTを画素部のTFTに用いたアクティブマトリクス基板を作製する例を示す。

【0071】

まず、絶縁表面を有する基板401上に導電膜を形成し、パターニングを施すことにより走査線402を形成する。この走査線402は後に形成される活性層を光から保護する遮光層としても機能する。ここでは基板401として石英基板を用い、走査線402としてポリシリコン膜(膜厚50nm)とタングステンシリサイド(W-Si)膜(膜厚100nm)の積層構造を用いた。また、ポリシリコン膜はタングステンシリサイドから基板への汚染を保護するものである。

30

【0072】

次いで、走査線402を覆う絶縁膜403a、403bを膜厚100~1000nm(代表的には300~500nm)で形成する。ここではCVD法を用いた膜厚100nmの酸化シリコン膜とLPCVD法を用いた膜厚280nmの酸化シリコン膜を積層させた後、平坦化処理ここではCMP処理を行った。平坦化処理を行った後、窒化珪素膜からなる絶縁膜(窒化シリコン膜とも呼ばれる)403cを形成する。

【0073】

次いで、非晶質半導体膜を膜厚10~100nmで形成する。ここでは膜厚69nmの非晶質シリコン膜(アモルファスシリコン膜)をLPCVD法を用いて形成した。なお、LPCVD法で成膜した場合、裏面側の膜を除去する工程が必要であるが簡略化のため、ここでは説明を省略する。次いで、この非晶質半導体膜を結晶化させる技術として特開平8-78329号公報記載の技術を用いて結晶化させた。同公報記載の技術は、非晶質シリコン膜に対して結晶化を助長する金属元素を選択的に添加し、加熱処理を行うことで添加領域を起点として広がる結晶質シリコン膜200を形成するものである。ここでは結晶化を助長する金属元素としてニッケルを用い、脱水素化のための熱処理(450、1時間)の後、結晶化のための熱処理(600、12時間)を行った。

40

【0074】

次いで、結晶質シリコン膜200の表面にオゾンを含む溶液により表面に極薄い酸化膜からなるバリア層201を形成した後、酸化膜上に非晶質シリコン膜202を形成し、該非

50

晶質シリコン膜 202 に希ガス元素（ここでは Ar）を全面に添加して Ni をゲッタリングするためのゲッタリングサイトを形成する。（図 4（A））

【0075】

なお、上記希ガス元素に加え、周期表 15 族元素、周期表 13 族元素、シリコン、酸素、水素から選ばれた一種または複数種を添加してもよい。

【0076】

次いで、TF T の活性層とする領域から Ni をゲッタリングする熱処理（窒素雰囲気下で 550、4 時間）を行った。（図 4（B））この熱処理により結晶質シリコン膜に含まれる金属（Ni）が TF T の活性層とする領域から図 4（B）中の矢印の方向に移動してゲッタリングサイト（希ガス元素が添加された領域）に捕獲され、結晶質シリコン膜 200 から金属（Ni）を除去または低減する。

10

【0077】

次いで、バリア層をエッチングストッパーとしてゲッタリングサイトのみを除去した後、バリア層も除去する。

【0078】

次いで、パターニングを行い結晶質シリコン膜の不要な部分を除去して、半導体層 404 を形成する。（図 4（C1））なお、半導体層 404 を形成した後の画素上面図を図 4（C2）に示す。図 4（C2）において、点線 A - A' で切断した断面図が図 4（C1）に相当する。

【0079】

次いで、保持容量を形成するため、マスク 405 を形成して半導体層の一部（保持容量とする領域）406 にリンをドーピングする。（図 5（A））

20

【0080】

次いで、マスク 405 を除去し、半導体層を覆う絶縁膜を形成した後、マスク 407 を形成して保持容量とする領域 406 上の絶縁膜を除去する。（図 5（B））

【0081】

次いで、マスク 407 を除去し、熱酸化を行って絶縁膜（ゲート絶縁膜）408a を形成する。この熱酸化によって最終的なゲート絶縁膜の膜厚は 80 nm となった。なお、保持容量とする領域上に他の領域より薄い絶縁膜 408b を形成した。（図 5（C1））ここでの画素上面図を図 5（C2）に示す。図 5（C2）において、点線 B - B' で切断した断面図が図 5（C1）に相当する。また、図 5 中の鎖線内で示した領域は、薄い絶縁膜 408b が形成されている部分である。

30

【0082】

次いで、TF T のチャネル領域となる領域に p 型または n 型の不純物元素を低濃度に添加するチャネルドーピング工程を全面または選択的に行った。このチャネルドーピング工程は、TF T しきい値電圧を制御するための工程である。なお、ここではジボラン（ B_2H_6 ）を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドーピング法でボロンを添加した。もちろん、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いてもよい。

【0083】

次いで、絶縁膜 408a、及び絶縁膜 403a、403b 上にマスク 409 を形成し、走査線 402 に達するコンタクトホールを形成する。（図 6（A））そして、コンタクトホールの形成後、マスクを除去する。

40

【0084】

次いで、導電膜を形成し、パターニングを行ってゲート電極 410 および容量配線 411 を形成する。（図 6（B））ここでは、リンがドーピングされたシリコン膜（膜厚 150 nm）とタングステンシリサイド（膜厚 150 nm）との積層構造を用いた。なお、保持容量は、絶縁膜 408b を誘電体とし、容量配線 411 と半導体層の一部 406 とで構成されている。

【0085】

次いで、ゲート電極 410 および容量配線 411 をマスクとして自己整合的にリンを低濃

50

度に添加する。(図6(C1))ここでの画素上面図を図6(C2)に示す。図6(C2)において、点線C-C'で切断した断面図が図6(C1)に相当する。この低濃度に添加された領域のリンの濃度が、 $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 、代表的には $3 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ となるように調整する。

【0086】

次いで、マスク412を形成してリンを高濃度に添加し、ソース領域またはドレイン領域となる高濃度不純物領域413を形成する。(図7(A))この高濃度不純物領域のリンの濃度が $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ (代表的には $2 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$) となるように調整する。なお、半導体層404のうち、ゲート電極410と重なる領域はチャンネル形成領域414となり、マスク412で覆われた領域は低濃度不純物領域415となりLDD領域として機能する。そして、不純物元素の添加後、マスク412を除去する。

10

【0087】

次いで、ここでは図示しないが、画素と同一基板上に形成される駆動回路に用いるpチャンネル型TFETを形成するために、マスクでnチャンネル型TFETとなる領域を覆い、ボロンを添加してソース領域またはドレイン領域を形成する。

【0088】

次いで、マスク412を除去した後、ゲート電極410および容量配線411を覆うパッシベーション膜416を形成する。ここでは、酸化シリコン膜を70nmの膜厚で形成した。次いで、半導体層にそれぞれの濃度で添加されたn型またはp型不純物元素を活性化するための熱処理工程を行う。ここでは850℃、30分の加熱処理を行った。

20

【0089】

次いで、有機樹脂材料からなる層間絶縁膜417を形成する。ここでは膜厚400nmのアクリル樹脂膜を用いた。次いで、半導体層に達するコンタクトホールを形成した後、電極418及びソース配線419を形成する。本実施例では電極418及びソース配線419を、Ti膜を100nm、Tiを含むアルミニウム膜を300nm、Ti膜150nmをスパッタ法で連続して形成した3層構造の積層膜とした。(図7(B1))なお、図7(B2)において点線D-D'で切断した断面図が図7(B1)に相当する。

【0090】

次いで、水素化処理をおこなった後、アクリルからなる層間絶縁膜420を形成する。(図8(A1))次いで、層間絶縁膜420上に遮光性を有する導電膜100nmを成膜し、遮光層421を形成する。次いで、層間絶縁膜422を形成する。次いで、電極418に達するコンタクトホール形成する。次いで、100nmの透明導電膜(ここでは酸化インジウム・スズ(ITO)膜)を形成した後、パターニングして画素電極423、424を形成する。図8(A2)において、点線E-E'で切断した断面図が図8(A1)に相当する。

30

【0091】

こうして画素部には、表示領域(画素サイズ $26 \mu\text{m} \times 26 \mu\text{m}$)の面積(開口率76.5%)を確保しつつ、nチャンネル型TFETとなる画素TFETが形成され、十分な保持容量(51.5fF)を得ることができる。

40

【0092】

なお、本実施例は一例であって本実施例の工程に限定されないことはいうまでもない。例えば、各導電膜としては、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、クロム(Cr)、シリコン(Si)から選ばれた元素、または前記元素を組み合わせた合金膜(代表的には、Mo-W合金、Mo-Ta合金)を用いることができる。また、各絶縁膜としては、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜や有機樹脂材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB(ベンゾシクロブテン)等)膜を用いることができる。

【0093】

以上の様にして、nチャンネルTFET及び保持容量とを有する画素部と、nチャンネル型TF

50

T及びpチャネル型TFETからなるCMOS回路を有する駆動回路(図示しない)とを同一基板上に形成することができる。本明細書中ではこのような基板を便宜上アクティブマトリクス基板と呼ぶ。

【0094】

なお、本実施例は、実施の形態1または実施の形態2と組み合わせることが可能である。

【0095】

[実施例2]

本実施例では、実施例1で得られたアクティブマトリクス基板から、液晶モジュールを作製する工程を以下に説明する。

【0096】

図8のアクティブマトリクス基板上に配向膜を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターンニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサを所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【0097】

次いで、対向基板を用意する。この対向基板には、着色層、遮光層が各画素に対応して配置されたカラーフィルタが設けられている。また、駆動回路の部分にも遮光層を設けた。このカラーフィルタと遮光層とを覆う平坦化膜を設けた。次いで、平坦化膜上に透明導電膜からなる対向電極を画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜を形成し、ラビング処理を施した。

【0098】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材で貼り合わせる。シール材にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料を注入し、封止剤によって完全に封止する。液晶材料には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして液晶モジュールが完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、公知の技術を用いて偏光板等を適宜設けた。そして、公知の技術を用いてFPCを貼りつけた。

【0099】

こうして得られた液晶モジュールの構成を図9の上面図を用いて説明する。

【0100】

図9で示す上面図は、画素部、駆動回路、FPC(フレキシブルプリント配線板:Flexible Printed Circuit)811を貼り付ける外部入力端子809、外部入力端子と各回路の入力部までを接続する配線810などが形成されたアクティブマトリクス基板と、カラーフィルタなどが設けられた対向基板800とがシール材807を介して貼り合わされている。

【0101】

ゲート配線側駆動回路501aと重なるように対向基板側に遮光層803aが設けられ、ソース配線側駆動回路501bと重なるように対向基板側に遮光層803bが形成されている。また、画素部502上の対向基板側に設けられたカラーフィルタ802は遮光層と、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の各色の着色層とが各画素に対応して設けられている。実際に表示する際には、赤色(R)の着色層、緑色(G)の着色層、青色(B)の着色層の3色でカラー表示を形成するが、これら各色の着色層の配列は任意なものとする。

【0102】

ここでは、カラー化を図るためにカラーフィルタ802を対向基板に設けているが特に限定されず、アクティブマトリクス基板を作製する際、アクティブマトリクス基板にカラーフィルタを形成してもよい。

【0103】

また、カラーフィルタにおいて隣り合う画素の間には遮光層が設けられており、表示領域

10

20

30

40

50

以外の箇所を遮光している。また、ここでは、駆動回路を覆う領域にも遮光層 803a、803b を設けているが、駆動回路を覆う領域は、後に液晶表示装置を電子機器の表示部として組み込む際、カバーで覆うため、特に遮光層を設けない構成としてもよい。また、アクティブマトリクス基板を作製する際、アクティブマトリクス基板に遮光層を形成してもよい。

【0104】

また、上記遮光層を設けずに、対向基板と対向電極の間に、カラーフィルタを構成する着色層を複数層重ねた積層で遮光するように適宜配置し、表示領域以外の箇所（各画素電極の間隙）や、駆動回路を遮光してもよい。

【0105】

また、外部入力端子にはベースフィルムと配線から成る FPC811 が異方性導電性樹脂で貼り合わされている。さらに補強板で機械的強度を高めている。

【0106】

以上のようにして作製される液晶モジュールは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【0107】

なお、本実施例は、実施の形態 1 または実施の形態 2 と組み合わせることが可能である。

【0108】

[実施例 3]

実施例 1、実施例 2 では透過型の例を示したが、本実施例では反射型の例を図 10 に示す。本実施例では、画素部の TFT のドレイン領域と接続する画素電極を反射電極とした。

【0109】

実施例 1 における電極 418 を画素電極とし、画素電極となる反射電極 1000 を形成する。この反射電極は、Al または Ag を主成分とする膜、またはそれらの積層膜等の反射性の優れた材料を用いる。また、画素電極を形成した後、公知のサンドブラスト法やエッチング法等の工程を追加して表面を凹凸化させて、鏡面反射を防ぎ、反射光を散乱させることによって白色度を増加させることが好ましい。

【0110】

なお、本実施例は、実施の形態 1 または実施の形態 2 と組み合わせることが可能である。

【0111】

[実施例 4]

本実施の形態 1 または実施の形態 2 を実施して形成された TFT は様々なモジュール（液晶表示装置、発光型表示装置、アクティブマトリクス型 EC ディスプレイ、DMD (digital micromirror device) 等）に用いることができる。即ち、それらモジュールを表示部に組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

【0112】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図 11 ~ 図 13 に示す。

【0113】

図 11 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体 2001、画像入力部 2002、表示部 2003、キーボード 2004 等を含む。本発明を表示部 2003 に適用することができる。

【0114】

図 11 (B) はビデオカメラであり、本体 2101、表示部 2102、音声入力部 2103、操作スイッチ 2104、バッテリー 2105、受像部 2106 等を含む。本発明を表示部 2102 に適用することができる。

【0115】

図 11 (C) はモバイルコンピュータ（モバイルコンピュータ）であり、本体 2201、

10

20

30

40

50

カメラ部 2202、受像部 2203、操作スイッチ 2204、表示部 2205 等を含む。
本発明は表示部 2205 に適用できる。

【0116】

図 11 (D) はゴーグル型ディスプレイであり、本体 2301、表示部 2302、アーム部 2303 等を含む。本発明は表示部 2302 に適用することができる。

【0117】

図 11 (E) はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。本発明は表示部 2402 に適用することができる。

10

【0118】

図 11 (F) はデジタルカメラであり、本体 2501、表示部 2502、接眼部 2503、操作スイッチ 2504、受像部（図示しない）等を含む。本願発明を表示部 2502 に適用することができる。

【0119】

図 12 (A) はフロント型プロジェクターであり、投射装置 2601、スクリーン 2602 等を含む。本発明は投射装置 2601 の一部を構成する液晶モジュール 2808 に適用することができる。

20

【0120】

図 12 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 2701、投射装置 2702、ミラー 2703、スクリーン 2704 等を含む。本発明は投射装置 2702 の一部を構成する液晶モジュール 2808 に適用することができる。

【0121】

なお、図 12 (C) は、図 12 (A) 及び図 12 (B) 中における投射装置 2601、2702 の構造の一例を示した図である。投射装置 2601、2702 は、光源光学系 2801、ミラー 2802、2804 ~ 2806、ダイクロイックミラー 2803、プリズム 2807、液晶モジュール 2808、位相差板 2809、投射光学系 2810 で構成される。投射光学系 2810 は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図 12 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

30

【0122】

また、図 12 (D) は、図 12 (C) 中における光源光学系 2801 の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系 2801 は、リフレクター 2811、光源 2812、レンズアレイ 2813、2814、偏光変換素子 2815、集光レンズ 2816 で構成される。なお、図 12 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

40

【0123】

ただし、図 12 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及び EL モジュールでの適用例は図示していない。

【0124】

図 13 (A) は携帯電話であり、本体 2901、音声出力部 2902、音声入力部 2903、表示部 2904、操作スイッチ 2905、アンテナ 2906、画像入力部 (CCD、イメージセンサ等) 2907 等を含む。本発明を表示部 2904 に適用することができる。

【0125】

図 13 (B) は携帯書籍 (電子書籍) であり、本体 3001、表示部 3002、3003

50

、記憶媒体 3004、操作スイッチ 3005、アンテナ 3006 等を含む。本発明は表示部 3002、3003 に適用することができる。

【0126】

図 13 (C) はディスプレイであり、本体 3101、支持台 3102、表示部 3103 等を含む。本発明は表示部 3103 に適用することができる。

【0127】

以上のように、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1～3 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【0128】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明における希ガス元素を半導体膜に注入して行うイントリンシックゲッタリングは、結晶質半導体膜中に残存する金属元素をゲッタリングさせる効果が極めて高い。これは、触媒作用のある金属元素を用いて作製される結晶質半導体膜の高純度化に寄与するばかりでなく、結晶質半導体膜を用いる半導体装置の生産性の向上にも寄与することができる。即ち、希ガス元素は不活性気体であり、イオンドーピングにおいても取り扱いが容易である。また、ドーピングに要する時間も短時間で済むなどの特徴を有している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 の作製工程を示す図。

【図 2】 実施の形態 1 の作製工程を示す図。

【図 3】 実施の形態 2 の作製工程を示す図。

【図 4】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す図。

【図 5】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す図。

【図 6】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す図。

【図 7】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す図。

【図 8】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す図。

【図 9】 液晶モジュールの外観を示す図。

【図 10】 アクティブマトリクス基板の断面を示す図。

【図 11】 電子機器の一例を示す図。

【図 12】 電子機器の一例を示す図。

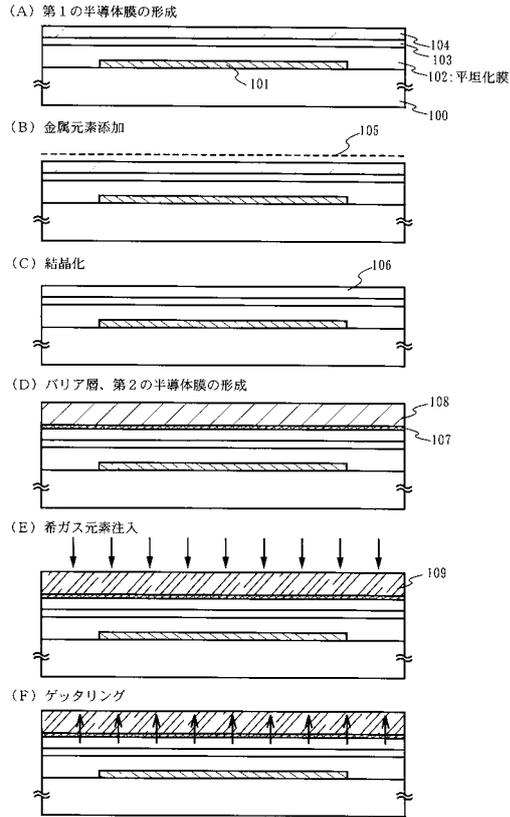
【図 13】 電子機器の一例を示す図。

10

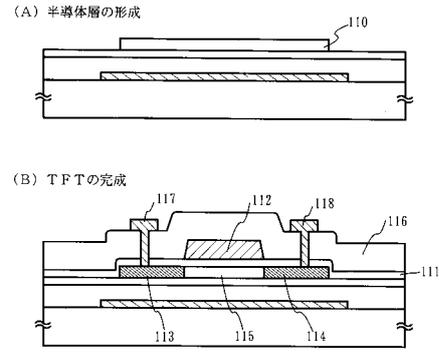
20

30

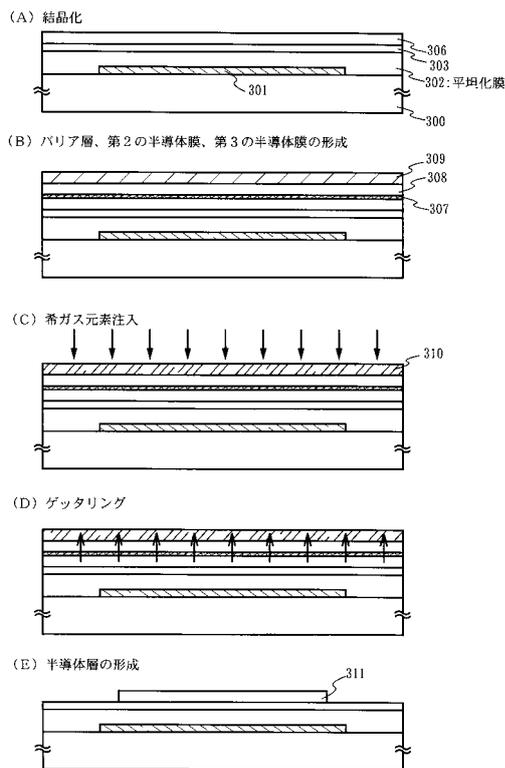
【図 1】



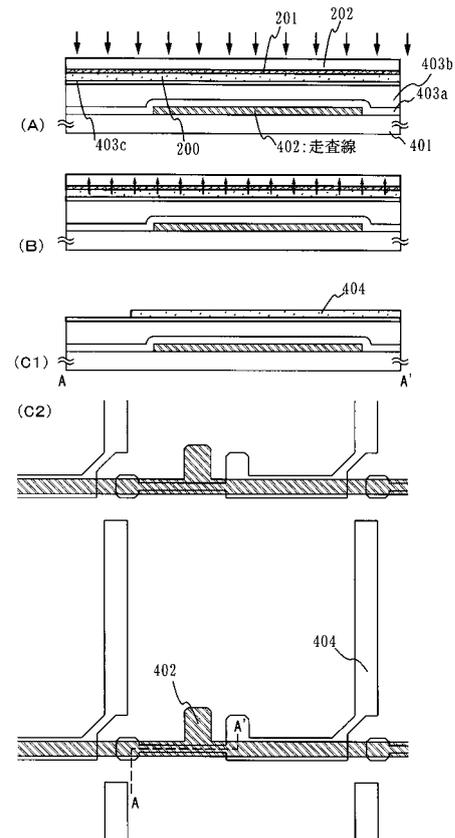
【図 2】



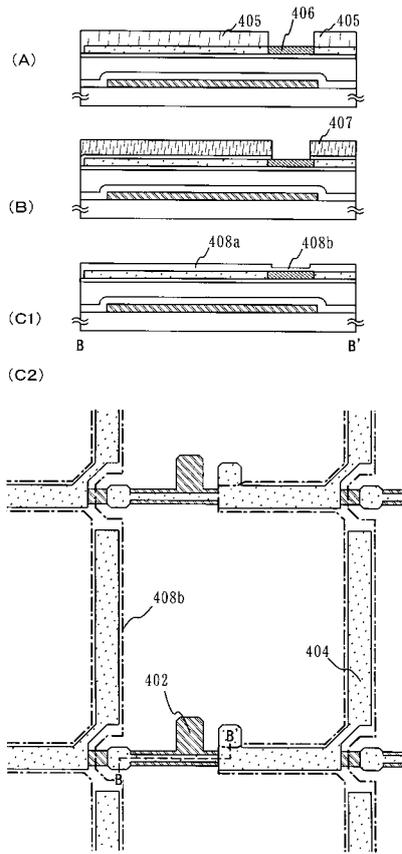
【図 3】



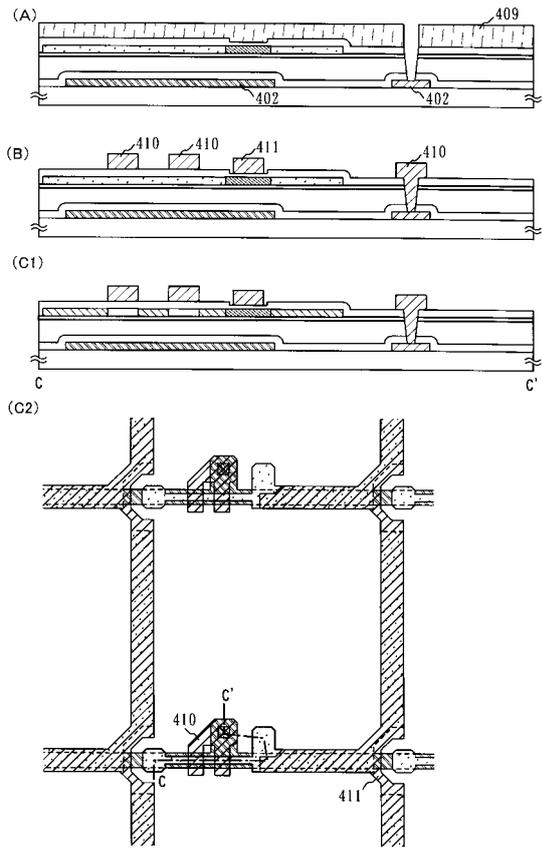
【図 4】



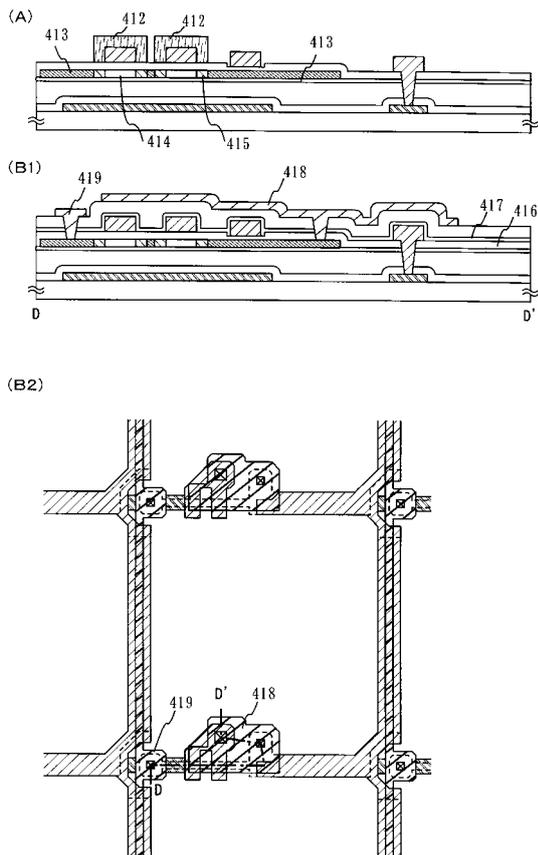
【図5】



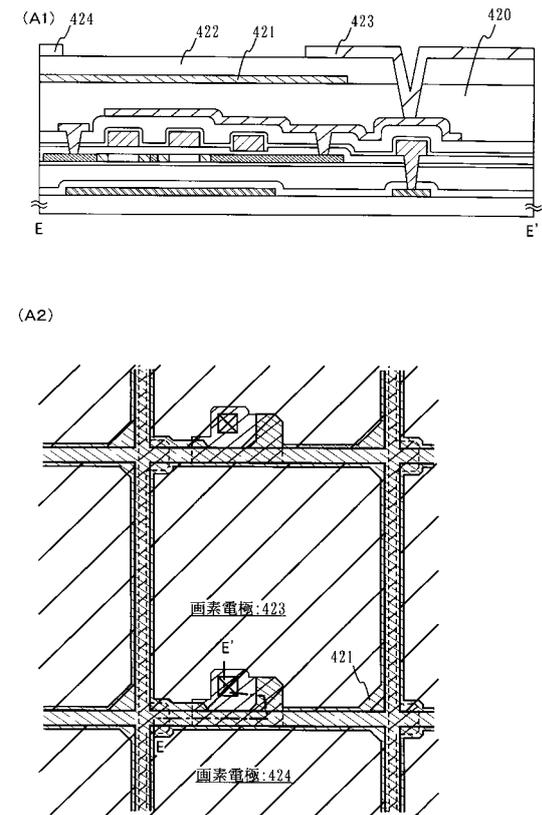
【図6】



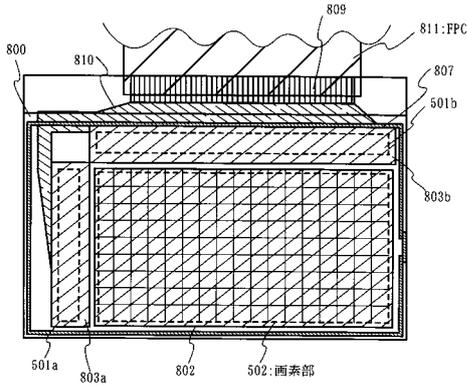
【図7】



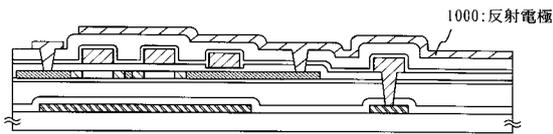
【図8】



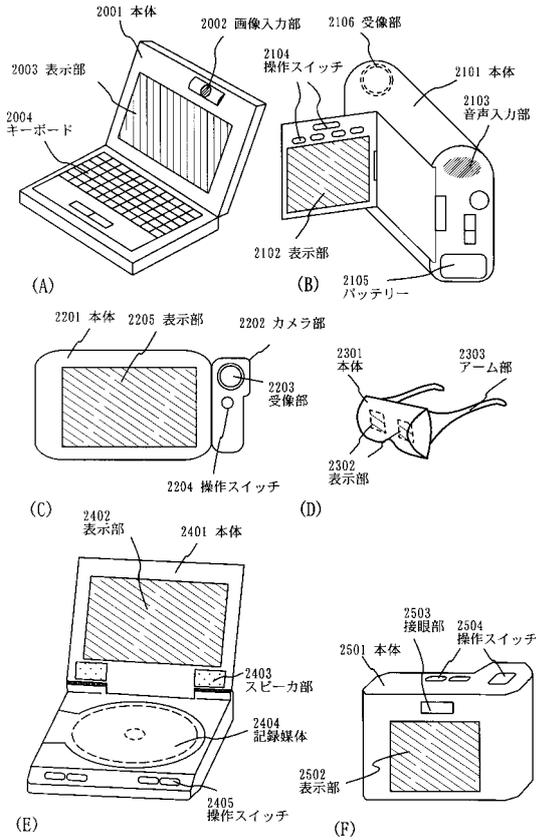
【図9】



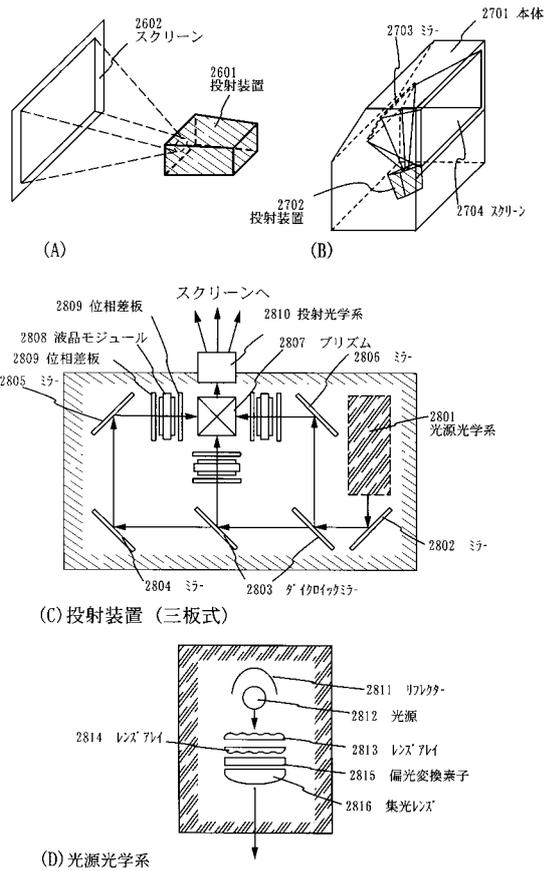
【図10】



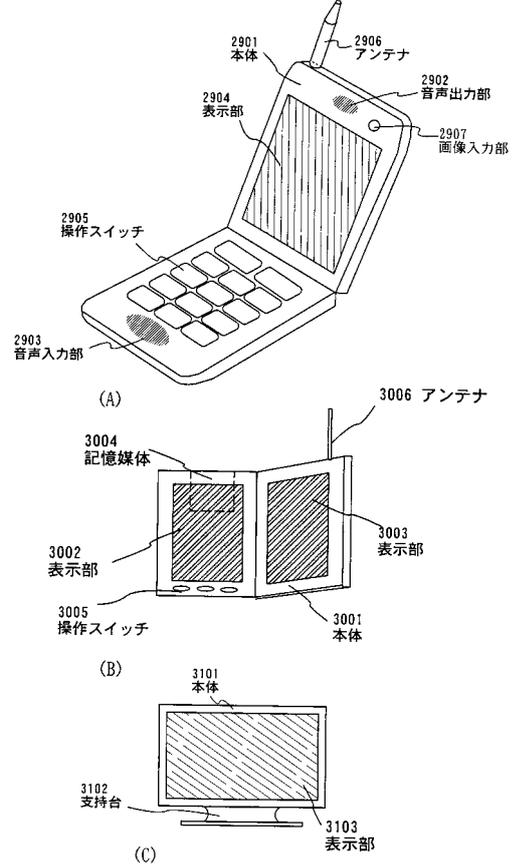
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/20
H 0 1 L 21/322 J

(72)発明者 柴田 寛
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 鈴木 聡一郎

(56)参考文献 特開平11-031660(JP,A)
特開平09-199420(JP,A)
特開平09-205213(JP,A)
特開平08-236471(JP,A)
特開2000-150906(JP,A)
特開平07-094740(JP,A)
特開2000-058838(JP,A)
特開2000-058839(JP,A)
特開平09-036123(JP,A)
特開平11-074275(JP,A)
特開平05-109737(JP,A)
早藤 貴範, Si中の不純物の挙動とゲッターリング, 応用物理, 日本, 社団法人応用物理学会,
1991年 8月10日, 第60巻, 第782~789頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/20
H01L 21/312 - 21/32
H01L 21/322
H01L 21/336
H01L 21/47 - 21/475
H01L 29/786