(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4741204号
(P4741204)

(45)発行日　平成23年8月3日(2011.8.3)　(24)登録日　平成23年5月13日(2011.5.13)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/20	(2006.01)	H01L	21/20	
H01L 21/268	(2006.01)	H01L	21/268	E
H01L 21/322	(2006.01)	H01L	21/322	G
H01L 21/336	(2006.01)	H01L	29/78	627G
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	29/78	627Z

請求項の数 6　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2004-188102(P2004-188102)
(22)出願日　平成16年6月25日(2004.6.25)
(65)公開番号　特開2005-39249(P2005-39249A)
(43)公開日　平成17年2月10日(2005.2.10)
審査請求日　平成19年5月23日(2007.5.23)
(31)優先権主張番号　特願2003-189025(P2003-189025)
(32)優先日　平成15年6月30日(2003.6.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

前置審査

(73)特許権者　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(72)発明者　下村　明久
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　大沼　英人
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　小路　博信
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　太田　一平

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】

珪素を主成分とする非晶質珪素膜に結晶化を促進するニッケルを添加し、

前記非晶質珪素膜を加熱することにより結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜にパルスレーザ光を照射することにより前記結晶性珪素膜表面にニッケルシリサイドが偏析したリッジ及び酸化膜を形成し、

前記酸化膜上に不活性元素が添加された非晶質半導体膜を形成して加熱処理を行い、前記不活性元素が添加された非晶質半導体膜、前記酸化膜、及び前記リッジを除去し、

不活性ガス雰囲気中で、前記リッジが除去されて凹部が形成された結晶性珪素膜にレーザ光を照射して平坦化することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項２】

珪素を主成分とする非晶質珪素膜に結晶化を促進するニッケルを添加し、

前記非晶質珪素膜を加熱することにより結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜にパルスレーザ光を照射することにより前記結晶性珪素膜表面にニッケルシリサイドが偏析したリッジ及び酸化膜を形成し、

前記酸化膜上に不活性元素が添加された非晶質半導体膜を形成して加熱処理を行い、前記不活性元素が添加された非晶質半導体膜、前記酸化膜、及び前記リッジを除去し、

不活性ガス雰囲気中で、前記リッジが除去されて凹部が形成された結晶性珪素膜にレーザ光を照射して平坦化する半導体装置の作製方法であって、

前記リッジは前記パルスレーザ光の発振波長と同程度の間隔で複数形成され、且つ整列

し、
前記複数のリッジ間に整列した結晶粒が設けられ、
前記平坦化の処理によっても前記結晶粒の整列は保持されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項３】
請求項２において、
前記整列した結晶粒をチャネル形成領域が複数有するように、前記平坦化された結晶性珪素膜をパターニングすることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項４】
請求項２において、
前記整列した結晶粒をチャネル形成領域が複数有し、且つ前記整列した結晶粒の方向と、前記チャネル形成領域の電流の流れる方向とを合わせるように、前記平坦化された結晶性珪素膜をパターニングすることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項５】
請求項１又は２において、
前記平坦化された結晶性珪素膜をパターニングして、容量素子を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５のいずれか一において、
前記不活性ガス雰囲気中で、前記リッジが除去されて凹部が形成された結晶性珪素膜の一領域に前記レーザ光を１ショットのみ照射して前記平坦化することを特徴とする半導体装置の作製方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、結晶性半導体膜中に含有されている金属元素濃度を低減する方法により作製された該結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタの作製方法に関する。さらに本発明は、該薄膜トランジスタを有する半導体装置の作製方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
最近、薄膜トランジスタを用いた高性能な半導体装置に関して研究が進められている。特に、高速性や高機能性が要求される半導体装置においては、高移動度を有する薄膜トランジスタ（以下、ＴＦＴとも表記する）を実現する必要があり、その半導体膜の結晶性を高める方法として、半導体膜にニッケル元素（Ｎｉ）を代表とする結晶性を促進させる金属元素を添加、成膜又は塗布し、その後加熱して結晶性半導体膜を形成する結晶化工程が行われている。
【０００３】
このような結晶化工程において、Ｎｉを代表とする結晶化を促進する金属元素を用いることで、大粒径の結晶性半導体膜が得られ、粒界と粒界とが繋がる確率が高く、粒内欠陥が少ない結晶性半導体膜を得ることができることが分かってきている。更に、このような結晶化工程を用いると配向の揃った結晶性半導体膜を形成することができる。
【０００４】
しかし、Ｎｉを代表とする金属元素は、ＴＦＴのデバイス特性に悪影響を及ぼしてしまう。特にＮｉを用いて、珪素を主成分とする半導体膜の結晶化を行うと、ニッケルシリサイド（$NiSi_2$、Ni_3Si_2、Ni_2Si等）として結晶粒界等に析出してしまう。ニッケルシリサイドが存在する領域に薄膜トランジスタのチャネル形成領域、ドレイン領域、又はソース領域を形成すると、と電流のパスとなり、オフ電流増大の原因となる。
【０００５】
そのため、それらを除去する（以下、ゲッタリング）ための工程（以下、ゲッタリング工程と表記する）が設けられていた。ゲッタリング工程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リングサイト（ゲッタリングシンク）に偏析して、素子の能動領域の不純物濃度を低減させる技術として知られている。

【０００６】

具体的なゲッタリング工程の例としては、希ガス元素（希ガス）を添加した不純物領域を形成し、加熱処理により該不純物領域へ半導体膜に含まれる金属元素を偏析させ除去するものがある（例えば、特許文献１参照）。また、引張応力が所定の値以上である物質を半導体に接して形成することにより、前記半導体中の不純物元素を該物質中にゲッタリングさせている（例えば、特許文献２参照）。

【特許文献１】特開２００２－２０３７８９号公報

【特許文献２】特開２００１－２２３２１９号公報

【０００７】

このようなゲッタリング工程を経た後、結晶性半導体膜を得ることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかし以上のようなゲッタリング工程により、工程数が増え、コストが増加する欠点がある。

【０００９】

またゲッタリング工程においてゲッタリングシンクを除去するとき、エッチング残滓等の問題がある。

【００１０】

そこで本発明は、ゲッタリング工程と異なる方法により半導体膜中から金属元素を除去する方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

上記課題を鑑み本発明は、以下の工程により金属元素を除去することを特徴とする。まず、半導体膜に対してパルスレーザによるレーザ照射を行い、リッジに金属元素を偏析させる。その後エッチングにより、リッジに偏析した金属元素を除去する。

【００１２】

特に本発明は、金属元素としてニッケル元素（Ｎｉ）を用い、半導体膜として珪素を主成分とする膜（以下、珪素膜と表記する）を用いると、パルスレーザを照射することにより、珪素膜に形成されるリッジにニッケルシリサイドを偏析させる。次にフッ酸系のエッチング溶液を用いて、リッジに偏析したニッケルシリサイドを除去する。フッ酸系のエッチング溶液としては界面活性剤を含む溶液が好ましい。

【００１３】

なお本発明において、金属元素はＮｉ以外に、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、パラジウム（Ｐｄ）、白金（Ｐｔ）、銅（Ｃｕ）、金（Ａｕ）、銀（Ａｇ）インジウム（Ｉｎ）、スズ（Ｓｎ）などであり、これらから選ばれた一種又は複数種を用いることができうる。

【００１４】

リッジに金属元素を偏析させるためのレーザは、パルス発振型のＡｒレーザ、Krレーザ、エキシマレーザ、CO_2レーザ、ＹＡＧレーザ、Y_2O_3レーザ、YVO_4レーザ、ＹＬＦレーザ、$YAlO_3$レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ｔｉ：サファイヤレーザ、銅蒸気レーザまたは金蒸気レーザを用いることができる。

【００１５】

エッチングにより金属元素、例えばニッケルシリサイドを除去した後、半導体膜表面が荒れている場合、不活性雰囲気下で半導体膜にレーザを照射し半導体膜表面の平坦化を達成してもよい。

【００１６】

平坦化処理で用いることが可能なレーザは、パルス発振型のＡｒレーザ、Ｋｒレーザ、エキシマレーザ、CO_2レーザ、ＹＡＧレーザ、Y_2O_3レーザ、YVO_4レーザ、ＹＬＦレー

ザ、ＹＡｌＯ$_3$レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ｔｉ：サファイヤレーザ、銅蒸気レーザまたは金蒸気レーザである。

【００１７】

本発明において、金属元素、例えばニッケルシリサイドを除去する工程に、ゲッタリングシンクを形成するゲッタリング工程を組み合わせても構わない。

【００１８】

またＮｉを代表とする金属元素が偏析したリッジを除去することにより、新たなゲッタリングシンクを形成することなく金属元素を除去することができる。さらに偏析することにより、リッジ外には金属元素がほぼ存在しないため、効率的に除去できる。つまり金属元素の残留が非常に少ないため、薄膜トランジスタのデバイス特性に悪影響を与えることがない。

【００１９】

このようなレーザ照射を達成するためのレーザ照射装置は、レーザ共振器と、レーザ共振器から出射されるレーザ光を線状レーザに加工する手段と、被照射物と、レーザ光と、を相対的に移動させる手段を有する。

【００２０】

なお「線状」とは、厳密な意味で「線」を意味しているのではなく、アスペクト比の大きい長方形（もしくは長楕円形）を意味する。例えば、アスペクト比が２以上（好ましくは１０～１００００）のものを線状と呼ぶが、線状が矩形状に含まれることに変わりはない。

【００２１】

また、このように形成される結晶性半導体膜は、リッジが一方向に整列している。特に、レーザ光を走査した方向に、該レーザ光の波長と同程度の間隔でリッジが整列している。そのため、結晶粒も整列していることが予測される。

【００２２】

このような結晶性半導体膜を用いて薄膜トランジスタを形成すると、電気特性の揃ったものを作製することができる。また結晶粒の方向と、電流の流れる方向とを合わせてチャネル形成領域を形成することにより、薄膜トランジスタの移動度を向上させることができる。

【００２３】

さらに、リッジの間隔、つまり結晶粒の間隔は、照射されるレーザ光の波長と同程度となり、非常に細かい間隔で整列する。そのため、チャネル形成領域には、複数の結晶粒が存在することとなり、結晶粒が少数の場合と比べて、結晶粒界での悪影響が平均化され、緩和することができる。

【発明の効果】

【００２４】

本発明により、整列されている結晶粒を有する結晶性半導体膜を形成することができる。このような結晶性半導体膜を用いて薄膜トランジスタを形成すると、電気特性の揃ったものを作製することができる。また結晶粒の方向と、電流の流れる方向とを合わせてチャネル形成領域を形成することにより、薄膜トランジスタの移動度を向上させることができる。

【００２５】

さらに、リッジの間隔、つまり結晶粒の間隔は、照射されるレーザ光の波長と同程度となり、非常に細かい間隔で整列する。そのため、チャネル形成領域には、複数の結晶粒が存在することとなり、結晶粒が少数の場合と比べて、結晶粒界での悪影響を緩和させることができる。

【００２６】

またＮｉを代表とする金属元素が偏析したリッジを除去することにより、新たなゲッタリングシンクを形成することなくゲッタリングを行うことができる。さらに偏析することにより、リッジ外には金属元素がほぼ存在しないため、効率的にゲッタリングすることがで

きる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【００２８】

（実施の形態１）

本実施の形態では、具体的な結晶性半導体膜の作製方法について説明する。

【００２９】

まず図１（Ａ）に示すように、絶縁表面を有する基板１００上に下地膜１０１を形成する。基板１００には、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、ＳＵＳ基板等を用いることができる。また、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）、ＰＥＳ（ポリエーテルサルフォン）、ＰＥＮ（ポリエチレンナフタレート）に代表されるプラスチックや、アクリル等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板は、一般的に他の基板と比較して耐熱温度が低い傾向にあるが、作製工程における処理温度に耐え得るのであれば用いることが可能である。

【００３０】

下地膜１０１は基板１００中に含まれるＮａなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体膜中に拡散し、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。よってアルカリ金属やアルカリ土類金属の半導体膜への拡散を抑えることができる酸化珪素や、窒化珪素、窒化酸化珪素などの絶縁膜を用いて形成する。本実施の形態では、プラズマＣＶＤ法を用いて窒化酸化珪素膜を１０～４００ｎｍ（好ましくは５０～３００ｎｍ）の膜厚になるように形成する。なお下地膜１０１は積層構造を有してもよく、例えば酸化窒化珪素膜を１０～２００ｎｍ（好ましくは５０～１００ｎｍ）、酸化窒化シリコン膜を５０～２００ｎｍ（好ましくは１００～１５０ｎｍ）の順に積層してもよい。なおガラス基板、ＳＵＳ基板またはプラスチック基板のように、アルカリ金属やアルカリ土類金属が多少なりとも含まれている基板を用いる場合、不純物の拡散を防ぐという観点から下地膜を設けることは有効であるが、石英基板など不純物の拡散がさして問題とならない場合は、必ずしも設ける必要はない。

【００３１】

下地膜１０１上に非晶質半導体膜１０２を形成する。非晶質半導体膜１０２の膜厚は２５～１００ｎｍ（好ましくは３０～６０ｎｍ）とする。また非晶質半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができ、これらを合わせて珪素を主成分とする半導体膜と表記する。なおシリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は０．０１～４．５at%程度であることが好ましい。

【００３２】

次に図１（Ｂ）に示すように、非晶質半導体膜１０２に金属元素を添加する。ここで添加とは、少なくとも結晶化が促進されるように非晶質半導体膜１０２の表面上に金属元素を形成することをいう。例えば、非晶質半導体膜１０２上にスピンコーティング法やディップ法といった塗布法によりＮｉ溶液（水溶液や酢酸溶液を含む）を塗布し、Ｎｉを含む膜１０３（但し、極めて薄いため膜として観測できない場合もある）を形成する。このとき非晶質半導体膜１０２の表面の濡れ性を改善し、非晶質半導体膜の表面全体に水溶液を行き渡らせるため、酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射、熱酸化法、ヒドロキシラジカルを含むオゾン水又は過酸化水素による処理等により、酸化膜（図示しない）を１０～５０Åに成膜することが望ましい。また、イオン注入法によりＮｉイオンを非晶質半導体膜中に注入したり、Ｎｉを含有する水蒸気雰囲気中で加熱したり、ターゲットをＮｉ材料としてＡｒ

プラズマでスパッタリングしてもよい。本実施の形態では、Ｎｉ酢酸塩１０ｐｐｍを含有した水溶液をスピンコーティング法により塗布する。

【００３３】

その後、非晶質半導体膜１０２を５００～５５０℃で２～２０時間かけて熱処理を行い、非晶質半導体膜を結晶化し結晶性半導体膜を形成する。このとき加熱温度を徐々に変化させると好ましい。最初の低温加熱工程により、非晶質半導体膜の水素等が出てくるため、結晶化の際の膜荒れを低減することができるからである。また、磁場をかけてその磁気エネルギーと合わせて結晶化させてもよいし、高出力マイクロ波を使用しても構わない。本実施の形態では、縦型炉を用いて５００℃で１時間熱処理後、５５０℃４時間で熱処理を行う。

【００３４】

次に結晶性半導体膜の表面に形成された酸化膜をフッ酸でエッチング除去した後、図１（Ｃ）に示すように、非晶質半導体膜１０２にパルスレーザ光１０４を照射する。本実施の形態では、パルス発振型のエキシマレーザ（ＸｅＣｌ、発振波長３０８ｎｍ）をエネルギー密度４２０ｍＪ／ｃｍ^2、４０ショットの条件で照射する。

【００３５】

すると図１（Ｄ）に示すように、結晶性半導体膜の表面にリッジと呼ばれる凸部１０５が整列して形成される。なおリッジが整列するとは、つまり結晶粒が整列していることを示す。このリッジが整列して形成される原理は実施例１で説明するが、リッジの大きさはレーザ照射条件に依存し、エネルギー密度、ショット数が多いほど増加する傾向がある。

【００３６】

リッジには、結晶化を促進する金属元素が偏析している。例えば、金属元素にＮｉを用いて結晶性珪素膜を形成する場合、リッジにニッケルシリサイドが偏析する。このように結晶性珪素膜のリッジへニッケルシリサイドが偏析すると、実施例２に示すように、リッジ外にはＮｉが存在しなくなっており、効果的にＮｉを代表とする金属元素を除去することができる。

【００３７】

そして図１（Ｅ）に示すように、金属元素が偏析されたリッジをウエットエッチング、ドライエッチング、又はＣＭＰ法（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ、化学的・機械的ポリッシング）による研磨などを用いて除去する。例えば、ニッケルシリサイドが偏析される場合、フッ酸系のエッチング溶液を用いてウエットエッチングにより除去する。またフッ酸系のエッチング溶液は、界面活性剤が含まれていると好ましい。本実施の形態では、ニッケルシリサイドが偏析されたリッジを除去するため、ＦＰＭ溶液（フッ酸に過酸化水素水を加えた溶液）に浸漬させ、フッ化水素アンモニウム（NH_4HF_2）を７．１３％とフッ化アンモニウム（NH_4F）を１５．４％含む混合溶液（ステラケミファ社製、商品名ＬＡＬ５００）に浸漬させた後、流水洗浄する。なお、リッジが除去されることにより多少の影響がでる可能性はあるが、結晶粒の整列状態は保持されている。

【００３８】

すると、リッジが除去される際にくぼんだ穴（凹部）１０６（直径０．７～１μｍ程度）が形成される。この穴１０６により、結晶性半導体膜表面の凹凸が大きくなり、このまま薄膜トランジスタを形成するとリーク電流が増大し、ゲート耐圧が低下する恐れがある。

【００３９】

そこで、結晶性半導体膜表面を平坦化するため、図１（Ｆ）に示すように平坦化処理を施す。このとき、酸素が存在しないガス雰囲気、つまり不活性ガス雰囲気中でレーザ光１０７を照射する。本実施の形態では、窒素ガス雰囲気で、パルス発振型のエキシマレーザ（ＸｅＣｌ、発振波長３０８ｎｍ）をエネルギー密度４８０ｍＪ／ｃｍ^2、１２ショットの条件で照射し平坦化処理を行う。また一領域に当該レーザを１ショットのみ照射する、つまり一領域にレーザを重ね打ちしない照射方法によっても、平坦化処理を行うことができる。なお、ＣＭＰ法（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ、

化学的・機械的ポリッシング）による研磨により結晶性半導体膜表面を平坦化しても構わない。また結晶性半導体膜表面の平坦性が問題とならない場合は、平坦化処理を行う必要はない。この平坦化処理により多少の影響がでる可能性はあるが、結晶粒の整列状態は保持されている。

【００４０】

このような平坦化処理を行った結晶性半導体膜は、半導体膜を有する容量素子を形成する場合に好適である。平坦化処理により、容量素子が短絡することを防止できるからである。

【００４１】

これにより、半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。

【００４２】

その後、ゲッタリングシンクとなる不活性元素が添加された非晶質半導体膜を形成して加熱するゲッタリング工程を行っても構わない。

【００４３】

さらに別のゲッタリング工程として、不純物領域の一部へ元素を注入してゲッタリングシンクとし、加熱を行うゲッタリング工程を行っても構わない。

【００４４】

このように形成された結晶性半導体膜を、図１（Ｇ）に示すように所定の形状にパターニングし、島状の結晶性半導体膜１０８を形成する。その後、この結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを形成することができる。

【００４５】

そして、該薄膜トランジスタを有する半導体装置を作製することができる。半導体装置は、集積回路や半導体表示装置であって、特に液晶表示装置、有機発光素子に代表される発光素子を各画素に備えた発光装置、ＤＭＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｍｉｃｒｏｍｉｒｒｏｒ　Ｄｅｖｉｃｅ）、ＰＤＰ（Ｐｌａｓｍａ　Ｄｉｓｐｌａｙ　Ｐａｎｅｌ）、ＦＥＤ（Ｆｉｅｌｄ　Ｅｍｉｓｓｉｏｎ　Ｄｉｓｐｌａｙ）等の半導体表示装置の画素部及び駆動回路部に本発明の薄膜トランジスタを用いることができる。

【００４６】

また本発明の結晶性半導体膜は結晶粒を小さくすることができるため、集積回路を有するCPUの薄膜トランジスタに用いるとよい。

【００４７】

以上により、整列されている結晶粒を有する結晶性半導体膜を形成することができる。このような結晶性半導体膜を用いて薄膜トランジスタを形成すると、電気特性の揃ったものを作製することができる。また結晶粒の方向と、電流の流れる方向とを合わせてチャネル形成領域を形成することにより、薄膜トランジスタの移動度を向上させることができる。

【００４８】

さらに、リッジの間隔、つまり結晶粒の間隔は、照射されるレーザ光の波長と同程度となり、非常に細かい間隔で整列する。そのため、チャネル形成領域には、複数の結晶粒が存在することとなり、結晶粒が少数の場合と比べて、結晶粒界での悪影響が均一化され、緩和することができる。

【００４９】

またＮｉを代表とする金属元素が偏析したリッジを除去することにより、新たなゲッタリングシンクを形成することなく金属元素の除去を行うことができる。さらに偏析することにより、リッジ外には金属元素がほぼ存在しないため、効率的に金属元素の除去することができる。

【００５０】

（実施の形態２）

本実施の形態では、実施の形態１と異なる結晶性半導体膜の作製方法について説明する。

【００５１】
図４（Ａ）には、リッジに金属元素が偏析した状態に不活性元素、例えばＡｒが添加された非晶質半導体膜２０８を形成し、加熱処理を行う。非晶質半導体膜２０８を形成する場合、濡れ性を向上させ、膜剥がれがないように酸化膜を形成すると好ましい。そこで本実施の形態では、図１（Ｃ）に示すように、結晶性半導体膜にレーザ光を照射して、リッジに金属元素を偏析させるときに形成された、半導体膜表面の酸化膜を利用する。そのため、酸化膜を除去せずに非晶質半導体膜２０８を形成する。
【００５２】
その後、ウエットエッチング、ドライエッチング、又はＣＭＰ法（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ、化学的・機械的ポリッシング）による研磨などを用いて、非晶質半導体膜２０８、酸化膜、リッジ１０５を除去する。例えば、フッ酸系のエッチング溶液を用いてウエットエッチングにより除去する。またフッ酸系のエッチング溶液は、界面活性剤が含まれていると好ましい。
【００５３】
すると、図４（Ｂ）に示すように、リッジが除去される際にくぼんだ穴（凹部）１０６（直径０．７～１μｍ程度）が形成される。そこで、結晶性半導体膜表面を平坦化するため、図４（Ｃ）に示すように平坦化処理を施す。このとき、酸素が存在しないガス雰囲気、つまり不活性ガス雰囲気中でレーザ光１０７を照射する。なお、ＣＭＰ法（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ、化学的・機械的ポリッシング）による研磨により結晶性半導体膜表面を平坦化しても構わない。また結晶性半導体膜表面の平坦性が問題とならない場合は、平坦化処理を行う必要はない。なお、平坦化処理により多少の影響がでる可能性はあるが、結晶粒の整列状態は保持されている。
【００５４】
これにより、半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。
【００５５】
本実施の形態は、非晶質半導体膜２０８に金属元素をゲッタリングすることができるため、特に多量の金属元素を用いて結晶化を行う場合に用いるとよい。
【００５６】
（実施の形態３）
本実施の形態では、レーザ照射装置を有するマルチチャンバー装置及びそのレーザ照射装置の光学系について説明する。
【００５７】
図２（Ａ）には、非晶質半導体膜までを形成することができる第１処理室２０１、金属元素を添加することができる第２処理室２０２、加熱処理を行うことができる第３処理室２０３、基板の取り出しを行う取出室２０４、レーザ照射処理を行うレーザ照射室２０５、基板をストックしておくことができるロード室２０６、が搬送室２０７を中心に設けられたマルチチャンバー装置を示す。そして各処理室等は、搬送口４０ａ～４０ｆを介して搬送室２０７に設置されている。このように搬送手段を有する搬送室を中心にして各処理室等を設けることにより、搬送距離、搬送時間を省略することができる。
【００５８】
第１処理室２０１は、例えば、プラズマＣＶＤ処理を行うため電極、高周波電源、真空ポンプ、ガス供給口を有する。好ましくは、供給されるガスを異ならせることによって下地膜から非晶質半導体膜を連続形成することができる。
【００５９】
第２処理室２０２は、例えば、金属元素を含む水溶液を塗布するノズルと、基板を回転させる手段とを有する。
【００６０】
第３処理室２０３は、加熱温度を制御するシステムが搭載され、加熱温度を徐々に上げていくことができる。

【００６１】
また各処理室、及びレーザ照射室は、チャンバー内の雰囲気を制御することができる。例えば、減圧状態としたり、不活性雰囲気とすることができる。
【００６２】
このようなマルチチャンバー装置を用いることによりスループットを向上させることができる。さらに、同様のマルチチャンバー装置を複数配置することにより、一つのチャンバーがメンテナンスを行っていても、工程を止めることなく基板処理を行うことができる。
【００６３】
なお本実施の形態のレーザ照射室に、金属元素を添加する手段を有していてもよい。
【００６４】
レーザ共振器３００から発振されたレーザ光は、ビームエキスパンダー３０１に入射する。ビームエキスパンダー３０１によって、入射してきたレーザ光の広がりを抑え、ビームの断面形状の大きさを調整する。
【００６５】
ビームエキスパンダー３０１から出射したレーザ光は、シリンドリカルレンズ３０２において、そのビームの断面形状が矩形状、楕円形状または線状になるように加工される。
【００６６】
そして、レーザ光は、ミラー３０３で反射し、線状に集光され、レーザ照射室２０５内の被処理物３０６に照射される。
【００６７】
すなわち、ビームエキスパンダー、シリンドリカルレンズ、及びミラーが、レーザ光を線状に加工する一手段に相当する。
【００６８】
レーザ照射室２０５内において、被処理物３０６はステージ３０７上に配置されており、ステージ３０７は位置制御手段となる一軸ロボット３０８～３１０によってその位置が制御されている。具体的には、φ軸用の一軸ロボット３０８により、水平面内においてステージ３０７を回転したり、水平面より傾けることができる。φ軸用の一軸ロボット３０８により、被照射物に対して斜め方向からレーザ光を照射することができる。なお、ステージ上の被照射物を斜めに固定して、斜め照射を行っても構わない。
【００６９】
また、Ｘ軸用の一軸ロボット３０９により、ステージ３０７をＸ軸方向に移動させることができる。また、Ｙ軸用の一軸ロボット３１０により、ステージ３０７をＹ軸方向に移動させることができる。そして、Ｙ軸方向に長く伸ばされた線状のビームスポットを照射しながら被処理物をＸ方向に走査させる。各位置制御手段の動作は、中央処理装置３１１において制御されている。Ｘ軸用の一軸ロボット、及びＹ軸用の一軸ロボットが、被照射物と、レーザ光と、を相対的に移動させる一手段に相当する。
【００７０】
パルス発振のレーザを用いた場合走査の速度は、パルス毎の基板送りピッチを１～３０μｍとすればよい。
【００７１】
なお本実施の形態のように、ＣＣＤ等の受光素子を用いたモニター３１２を設け、被処理物３０６の位置を正確に把握できるようにしても良い。
【００７２】
また、レーザ照射室においてレーザ光を照射する直前に酸化膜を除去することにより、半導体膜への不純物汚染を低減することができる。
【００７３】
このようなレーザ照射装置のシステムを用いることにより、正確な位置制御に基づくレーザ処理を行うことができる。さらに、被処理物を水平状態、または傾けた状態にステージを固定することができ、垂直方向又は斜め方向からのレーザ照射を行うことができる。
【００７４】

（実施の形態４）
本実施の形態では、結晶性半導体膜を有する半導体装置の一例である発光装置について説明する。
【００７５】
図３（Ａ）には、第１の基板１２１０上に信号線駆動回路１２００、走査線駆動回路１２０１、及び画素部１２０２が形成された発光装置を示す。
【００７６】
図３（Ｂ）は表示装置のＡ－Ａ’の断面図を示し、第１の基板１２１０上に、ｎチャネル型ＴＦＴ１２２３とｐチャネル型ＴＦＴ１２２４とを有するＣＭＯＳ回路を備えた信号線駆動回路１２００を示す。ｎチャネル型ＴＦＴ１２２３とｐチャネル型ＴＦＴ１２２４とは、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有するように形成される。信号線駆動回路１２００や走査線駆動回路１２０１を形成するＴＦＴは、ＣＭＯＳ回路、ＰＭＯＳ回路又はＮＭＯＳ回路で形成してもよい。
【００７７】
画素部１２０２は、スイッチング用ＴＦＴ１２１１及び駆動用ＴＦＴ１２１２を有する。スイッチング用ＴＦＴ１２１１及び駆動用ＴＦＴ１２１２とは、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有するように形成される。なお、画素部１２０２のＴＦＴは信号線駆動回路１２００や走査線駆動回路１２０１と比べると、高い結晶性を必要とされない。また画素部１２０２は、駆動用ＴＦＴ１２１２の一方の電極と電気的に接続された発光素子の第１の電極１２１３と、スイッチング用ＴＦＴ１２１１及び駆動用ＴＦＴ１２１２を覆い、発光素子の第１の電極１２１３に相当する位置に開口部を有する絶縁物１２１４と、第１の電極１２１３上に設けられた電界発光層１２１５と、対向して設けられた発光素子の第２の電極１２１６を有する発光素子１２１８とを有する。なお電界発光層は、有機材料、又は無機材料を有し、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層等を適宜組み合わせて構成される。
【００７８】
絶縁物１２１４はレジスト、ポリイミド、若しくはアクリル等の有機樹脂膜、又は窒化珪素、若しくは酸化珪素等の珪素を含む無機絶縁膜で形成すればよい。ここでは、絶縁物１２１４として、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いて形成する。なお有機樹脂膜等を用いる場合、水分や酸素の侵入を防止するため窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または水素を含むＤＬＣ膜（Ｄｉａｍｏｎｄ　Ｌｉｋｅ　Ｃａｒｂｏｎ）を形成するとよい。
【００７９】
なお、後に形成する電極や電界発光層の段差被覆性を良好なものとするため、絶縁物１２１４の上端部又は下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにすると好ましい。例えば、絶縁物１２１４の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物１２１４の上端部のみに曲率半径（０．２μｍ～３μｍ）を有する曲面を持たせることができる。また、絶縁物１２１４として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、又は光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。
【００８０】
発光素子の第１の電極１２１３が駆動用ＴＦＴ１２１２の第１の電極と接している（電気的に接続されている）構成となっているため、発光素子の第１の電極１２１３の少なくとも下面は、半導体膜の第１の電極領域とオーミックコンタクトのとれる材料とし、電界発光層と接する表面に仕事関数の大きい材料を用いて形成することが望ましい。例えば発光素子の第１の電極１２１３は、窒化チタン膜の単層としてもよいし、３層以上の積層を用いてもよい。
【００８１】
発光素子の第１の電極１２１３、及び第２の電極１２１６として透光性を有する導電膜を用いれば、光が封止基板側及び基板側へ出射する両面発光型（両面出射型）の発光装置を作製することができる。

【００８２】
また第１の電極１２１３は非透光性、好ましくは反射性の高い導電膜とし、第２の電極１２１６は透光性を有する導電膜とすることができる。すると、光が封止基板側のみへ出射される上面出射型の発光装置を作製することができる。
【００８３】
また第１の電極１２１３は透光性を有する導電膜とし、第２の電極１２１６は非透光性、好ましくは反射性の高い導電膜とすることができる。すると、光が基板側のみへ出射される下面出射型の発光装置を作製することができる。
【００８４】
なお上面出射型又は下面出射型の場合、光の出射方向とならない側に設けられた発光素子の電極に、反射性の高い導電膜を用いることにより光を有効利用することができる。
【００８５】
なお画素構成により、第１の電極及び第２の電極のいずれも陽極、又は陰極となりうる。例えば、第１の電極を陽極とし、第２の電極を陰極とする場合で具体的な電極材料について説明する。
【００８６】
陽極材料としては、仕事関数の大きい（仕事関数４．０ｅＶ以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。陽極材料の具体例としては、ＩＴＯ（ｉｎｄｉｕｍ　ｔｉｎ　ｏｘｉｄｅ）、酸化インジウムに２～２０％の酸化亜鉛（ＺｎＯ）を混合したＩＺＯ（ｉｎｄｉｕｍ　ｚｉｎｃ　ｏｘｉｄｅ）の他、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、タングステン（Ｗ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、銅（Ｃｕ）、パラジウム（Ｐｄ）、または金属材料の窒化物（ＴｉＮ）等を用いることができる。
【００８７】
一方、陰極材料としては、仕事関数の小さい（仕事関数３．８ｅＶ以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。陰極材料の具体例としては、元素周期律の１族または２族に属する元素、すなわちＬｉやＣｓ等のアルカリ金属、Ｃａ、Ｓｒ等のアルカリ土類金属、およびＭｇ、およびこれらを含む合金（Ｍｇ：Ａｇ、Ａｌ：Ｌｉ）や化合物（ＬｉＦ、ＣｓＦ、CaF_2）の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができる。但し、陰極は透光性を有する必要があるため、これら金属、又はこれら金属を含む合金を非常に薄く形成し、ＩＴＯ等の金属（合金を含む）との積層により形成する。これら陽極、及び陰極は蒸着法、スパッタリング法等により形成することができる。
【００８８】
また、電界発光層１２１５として、フルカラー表示とする場合、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）、青色（Ｂ）の発光を示す材料を、それぞれ蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法などによって選択的に形成すればよい。具体的には、ＨＩＬとしてＣｕＰｃやＰＥＤＯＴ、ＨＴＬとしてα－ＮＰＤ、ＥＴＬとしてＢＣＰやAlq_3、ＥＩＬとしてＢＣＰ：ＬｉやCaF_2をそれぞれ用いる。また例えばＥＭＬは、Ｒ、Ｇ、Ｂのそれぞれの発光色に対応したドーパント（Ｒの場合ＤＣＭ等、Ｇの場合ＤＭＱＤ等）をドープしたAlq_3を用いればよい。
【００８９】
より具体的な電界発光層１２１５の積層構造は、赤色の発光を示す電界発光層を形成する場合、例えば、ＣｕＰｃを３０ｎｍ形成し、α-ＮＰＤを６０ｎｍ形成した後、同一のマスクを用いて、赤色の発光層としてDCM_2及びルブレンが添加されたAlq_3を４０ｎｍ形成し、電子輸送層としてＢＣＰを４０ｎｍ形成し、電子注入層としてＬｉが添加されたＢＣＰを１ｎｍ形成する。また、緑色の発光を示す電界発光層を形成する場合、例えば、ＣｕＰｃを３０ｎｍ形成し、α－ＮＰＤを６０ｎｍ形成した後、同一の蒸着マスクを用いて、緑色の発光層としてクマリン５４５Ｔが添加されたAlq_3を４０ｎｍ形成し、電子輸送層としてＢＣＰを４０ｎｍ形成し、電子注入層としてＬｉが添加されたＢＣＰを１ｎ

m形成する。また、青色の発光を示す電界発光層を形成する場合、例えば、ＣｕＰｃを３０ｎｍ形成し、α-ＮＰＤを６０ｎｍ形成した後、同一のマスクを用いて発光層としてビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト］亜鉛：Ｚｎ$(ＰＢＯ)_2$を１０ｎｍ形成し、電子輸送層としてＢＣＰを４０ｎｍ形成し、電子注入層としてＬｉが添加されたＢＣＰを１ｎｍ形成する。なお、上記電界発光層の積層構造に限定されない。

【００９０】

以上、各色の電界発光層のうち、共通しているＣｕＰｃやα-ＮＰＤは、画素部全面に形成することができる。またマスクは、各色で共有することもでき、例えば、赤色の電界発光層を形成後、マスクをずらして、緑色の電界発光層、再度マスクをずらして青色の電界発光層を形成することができる。形成する各色の電界発光層の順序は適宜設定すればよい。

【００９１】

また白色発光の場合、カラーフィルタ、又はカラーフィルタ及び色変換層などを別途設けることによってフルカラー表示を行ってもよい。カラーフィルタや色変換層は、第２の基板に設けた後、張り合わせればよい。

【００９２】

さらに水分や酸素等による発光素子の劣化を防止するために、発光素子の第２の電極を覆って設けられた保護膜１２１７を有する。本実施の形態では保護膜１２１７にスパッタ法（ＤＣ方式やＲＦ方式）により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または水素を含むＤＬＣ膜（Diamond Like Carbon）を使用する。

【００９３】

そして図３（Ａ）（Ｂ）に示すように、発光素子の第２の電極１２１６は、接続領域の絶縁物１２１４に設けられた開口部（コンタクト）から引き回し配線を介して、接続配線１２０８と電気的に接続される。接続配線１２０８は、異方性導電樹脂（ＡＣＦ）によりフレキシブルプリント基板（ＦＰＣ）１２０９に電気的に接続されている。そして、ＦＰＣ１２０９を介して外部入力信号となるビデオ信号やクロック信号を受け取る。ここではＦＰＣしか図示されていないが、このＦＰＣにはプリント配線基板（ＰＷＢ）が取り付けられていてもよい。

【００９４】

本実施の形態では、第１の基板１２１０上に信号線駆動回路１２００及び走査線駆動回路１２０１を形成したドライバ一体型の発光装置を示すが、信号線駆動回路及び走査線駆動回路はＩＣにより形成し、ＳＯＧ法やＴＡＢ法により信号線、又は走査線等と電気的に接続してもよい。

【００９５】

また加圧や加熱によりＡＣＦ（異方性導電樹脂）を接着するときに、基板のフレキシブル性や加熱による軟化のため、クラックが生じないように注意する。例えば、接着領域に硬性の高い基板を補助として配置したりすればよい。

【００９６】

また第１の基板の周縁部にはシール材１２０５が設けられ、第２の基板１２０４と張り合わせられ、封止されている。シール材１２０５はエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また第２の基板を張り合わせることにより形成される空間には、樹脂１２３０を形成するとよい。または窒素等を充填するとよい。その結果、水分や酸素による発光素子の劣化を防止することができる。

【００９７】

以上のように、高機能な薄膜トランジスタを有する発光装置作製することができる。

【００９８】

（実施の形態５）

本実施の形態では、結晶性半導体膜を有する半導体装置の一例である液晶表示装置について説明する。

【００９９】

図５（Ａ）には、第１の基板１２１０上に信号線駆動回路１２００、走査線駆動回路１２０１、及び画素部１２０２が形成された液晶表示装置を示す。

【０１００】

図５（Ｂ）は表示装置のＡ－Ａ’の断面図を示し、第１の基板１２１０上に、ｎチャネル型ＴＦＴ１２２３とｐチャネル型ＴＦＴ１２２４とを有するＣＭＯＳ回路を備えた信号線駆動回路１２００を示す。ｎチャネル型ＴＦＴ１２２３とｐチャネル型ＴＦＴ１２２４とは、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有するように形成される。信号線駆動回路１２００や走査線駆動回路１２０１を形成するＴＦＴは、ＣＭＯＳ回路、ＰＭＯＳ回路又はＮＭＯＳ回路で形成してもよい。

【０１０１】

画素部１２０２は、スイッチング用ＴＦＴ１２１１及び容量素子１２４５を有する。スイッチング用ＴＦＴ１２１１は、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有するように形成される。容量素子１２４５は、不純物が添加された半導体膜と、ゲート電極とに挟まれたゲート絶縁膜により構成される。なお、画素部１２０２のＴＦＴは信号線駆動回路１２００や走査線駆動回路１２０１と比べると、高い結晶性を有する必要がない。スイッチング用ＴＦＴ１２１１の一方の電極と電気的に接続された画素電極１２５０を有し、ｎチャネル型ＴＦＴ１２２３、ｐチャネル型ＴＦＴ１２２４、画素電極１２５０、及びスイッチング用ＴＦＴ１２１１を覆うように絶縁物１２１４が設けられている。

【０１０２】

対向基板となる第２の基板１２０４には、信号線駆動回路１２００に相当する位置にブラックマトリクス１２５３が設けられ、少なくとも画素部に相当する位置にカラーフィルタ１２５２が設けられる。そして対向電極１２５１が形成された第２の基板１２０４に、ラビング処理を施し、第１の基板１２１０とスペーサ１２５５を介して張り合わせる。

【０１０３】

第１の基板１２１０、及び第２の基板１２０４の間に液晶層を注入する。液晶層を注入する場合は、真空中で行うとよい。また第１の基板１２１０へ液晶層を滴下し、第２の基板１２０４で張り合わせてもよい。特に、大型基板になると液晶層を注入するより、滴下する方が好ましい。

【０１０４】

第１の基板１２１０と、第２の基板１２０４とをシール材１２０５を用いて接着する。第１の基板１２１０と、第２の基板１２０４とには適宜偏光板を設け、コントラストを高めるとよい。

【０１０５】

以上のように、高機能な薄膜トランジスタを有する液晶表示装置作製することができる。

【０１０６】

（実施の形態６）

本発明を適用して作製される電子機器の一例として、デジタルカメラ、カーオーディオなどの音響再生装置、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末(携帯電話、携帯型ゲーム機等)、家庭用ゲーム機などの記録媒体を備えた画像再生装置などが挙げられる。それら電子機器の具体例を図７に示す。

【０１０７】

図７(Ａ)は表示装置であり、筐体２００１、支持台２００２、表示部２００３、スピーカー部２００４、ビデオ入力端子２００５等を含む。表示部２００３は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２００３に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、表示装置の低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１０８】

図７(Ｂ)はデジタルスチルカメラであり、本体２１０１、表示部２１０２、受像部２１０３、操作キー２１０４、外部接続ポート２１０５、シャッター２１０６等を含む。表示部

２１０２は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２１０２に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、デジタルスチルカメラの低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１０９】

図７(Ｃ)はノート型パーソナルコンピュータであり、本体２２０１、筐体２２０２、表示部２２０３、キーボード２２０４、外部接続ポート２２０５、ポインティングマウス２２０６等を含む。表示部２２０３は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２２０３に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、ノート型パーソナルコンピュータの低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１１０】

図７(Ｄ)はモバイルコンピュータであり、本体２３０１、表示部２３０２、スイッチ２３０３、操作キー２３０４、赤外線ポート２３０５等を含む。表示部２３０２は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２３０２に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、モバイルコンピュータの低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１１１】

図７(Ｅ)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置であり、本体２４０１、筐体２４０２、表示部Ａ２４０３、表示部Ｂ２４０４、記録媒体読込部２４０５、操作キー２４０６、スピーカー部２４０７等を含む。表示部Ａ２４０３は主として画像情報を表示し、表示部Ｂ２４０４は主として文字情報を表示する。表示部Ａ２４０３、表示部Ｂ２４０４は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部Ａ２４０３、表示部Ｂ２４０４に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、画像再生装置の低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１１２】

図７(Ｆ)はゴーグル型ディスプレイであり、本体２５０１、表示部２５０２、アーム部２５０３を含む。表示部２５０２は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２５０２に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、ゴーグル型ディスプレイの低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１１３】

図７(Ｇ)はビデオカメラであり、本体２６０１、表示部２６０２、筐体２６０３、外部接続ポート２６０４、リモコン受信部２６０５、受像部２６０６、バッテリー２６０７、音声入力部２６０８、操作キー２６０９等を含む。表示部２６０２は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２６０２に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、ビデオカメラの低コスト化及び高品質化を図ることができる。

【０１１４】

図７(Ｈ)は携帯端末のうちの携帯電話機であり、本体２７０１、筐体２７０２、表示部２７０３、音声入力部２７０４、音声出力部２７０５、操作キー２７０６、外部接続ポート２７０７、アンテナ２７０８等を含む。表示部２７０３は、発光素子、又は液晶素子を有する。表示部２７０３に、リッジに偏析した金属元素を除去することにより、簡便に形成された高品質な結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを用いることができる。その結果、携帯電話機の低コスト化及び高品質化を図ることができる。

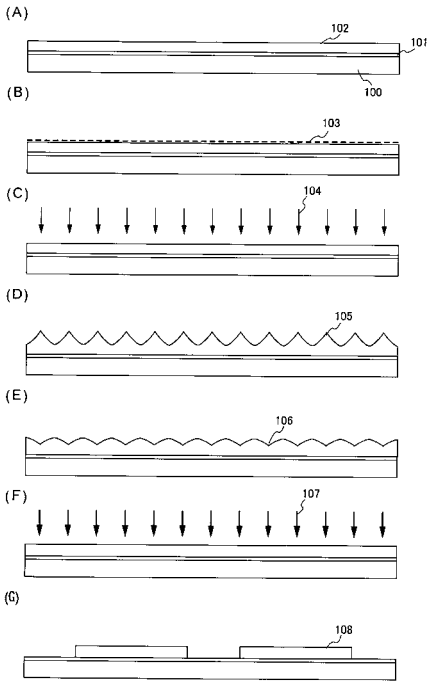
【０１１５】

上記の電子機器において、本発明により作製された薄膜トランジスタを有する電子機器を作製することができる。その結果、電子機器のの低コスト化及び高品質化を図ることがで

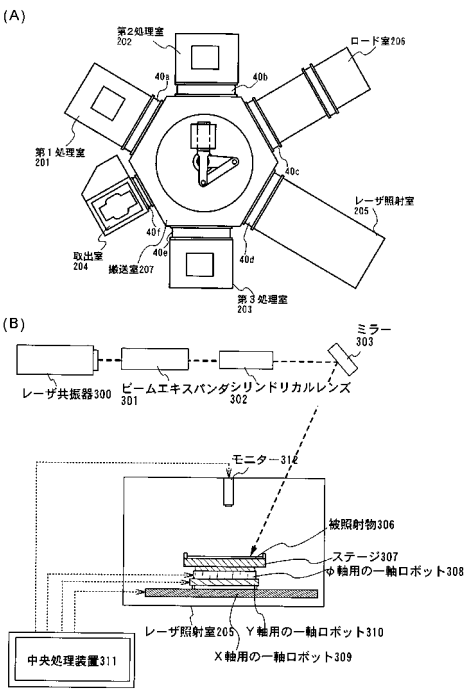
きる。
【０１１６】
本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせることができる。
【実施例】
【０１１７】
（実施例１）
本実施例では、整列されたリッジが形成される原理について図６を用いて説明する。
【０１１８】
図６（Ａ）にはパルスレーザ光を照射する前の珪素膜を示す。
【０１１９】
図６（Ｂ）に示すように、パルスレーザが1ショット照射された時点でリッジが形成され、成長した結晶粒が最後にぶつかる位置にリッジが形成される。このとき例えば、結晶化を促進する金属元素を形成して加熱を行った珪素膜の場合、加熱処理の時点でできた核から成長した結晶粒が最後にぶつかる位置にリッジが形成される。また、金属元素を用いた加熱処理を行わない場合、ランダムな位置にリッジが形成される。
【０１２０】
図６（Ｃ）に示すように、パルスレーザの２ショット目では、珪素膜の表面にリッジによる凹凸ができたことによってレーザ照射時の散乱光、又は反射光（合わせて乱反射光）が増加し、入射光と、乱反射光とは干渉する。
【０１２１】
そして図６（Ｄ）に示すように、パルスレーザの３ショット目以降をみると、干渉によってレーザが強めあった場所は温度が高いため最後に結晶化する。そのため、強めあった場所には新たなリッジが形成される。それ以降レーザを照射すると、そのリッジが新たな散乱源となり、また別の場所で干渉が生じる。
【０１２２】
全てのリッジにおいて、このような干渉は起こっていると考えられ、リッジの数は増加していく。しかし、高さの高いリッジの散乱強度の方が大きくなるため、パルスレーザの波長（例えば、エキシマレーザ（具体的にはＸｅＣｌエキシマレーザ）なら約０．３μｍ）の距離の中に2つのリッジがある場合は、高いリッジの方がショット数と共に成長して行き、高さの低いリッジの方は、溶融時になくなってしまう。
【０１２３】
そのため、初めはランダムに並んでいるリッジであっても、パルスレーザのショット数が増えるにつれ、高いリッジが規則的に整列して残る。またさらに、ある程度までリッジが整列してくると、温度分布がより顕著になり、リッジの整列が促進される。
【０１２４】
以上のように、整列されたリッジが形成されると考えられる。
【０１２５】
（実施例２）
本実施例では、ニッケルシリサイドがリッジに偏析された状態を測定した結果を示す。
【０１２６】
図８には、パルスレーザ照射により結晶化された珪素膜（結晶性珪素膜）のリッジ部分の断面透過電子像（ＴＥＭ写真）を示す。ポイント１～３はリッジ領域、ポイント４、５はリッジが形成されていない領域（平坦領域）の点である。
【０１２７】
図９（Ａ）～（Ｃ）及び図１０（Ａ）（Ｂ）では、ポイント１～５におけるＥＤＸ測定を行った結果を示す。
【０１２８】
図９（Ａ）～（Ｃ）から、ポイント１～３ではＮｉが存在していることがわかる。また図１０（Ａ）（Ｂ）から、ポイント４、５ではＮｉが存在していないことを示している。
【図面の簡単な説明】

【０１２９】
【図１】本発明の結晶性半導体膜の作製方法を示す図。
【図２】本発明のレーザ照射装置を示す図。
【図３】本発明の結晶性半導体膜を有する発光装置を示す図。
【図４】本発明の結晶性半導体膜の作製方法を示す図。
【図５】本発明の結晶性半導体膜を有する液晶表示装置を示す図。
【図６】本発明の結晶性半導体膜の形成過程を示す図。
【図７】本発明の結晶性半導体膜を有する電子機器を示す図。
【図８】本発明の結晶性半導体膜のＴＥＭ写真。
【図９】本発明の結晶性半導体膜のＥＤＸ測定の結果を示す図。
【図１０】本発明の結晶性半導体膜のＥＤＸ測定の結果を示す図。

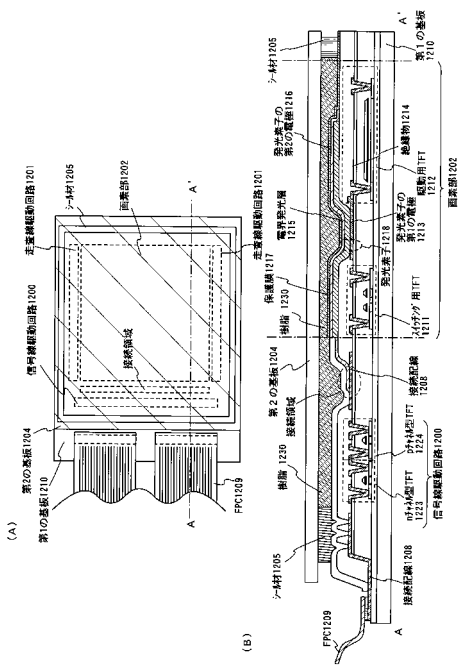
【図１】



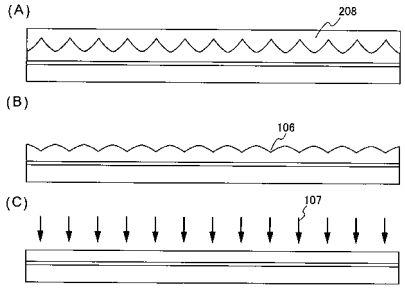
【図２】



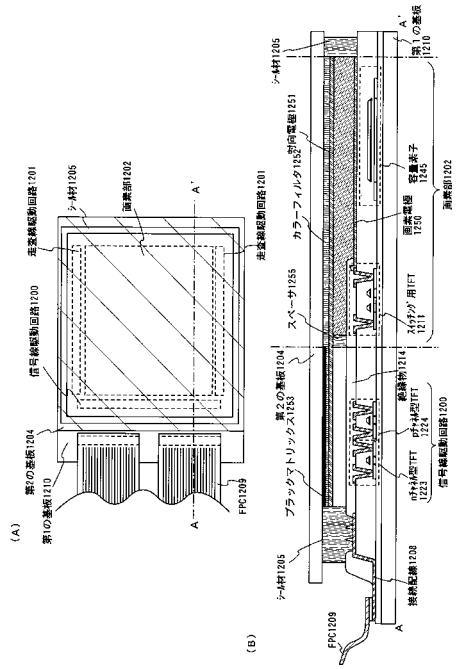
【図３】



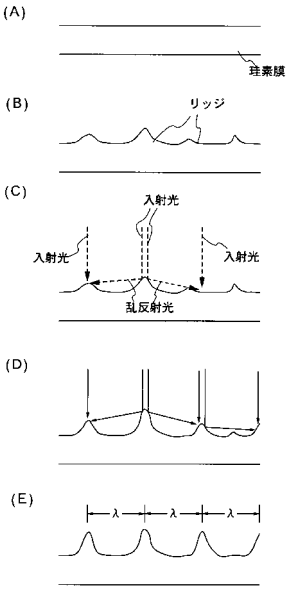
【図４】



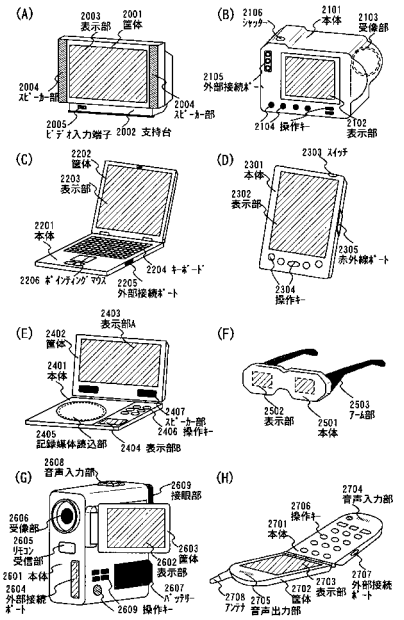
【図５】



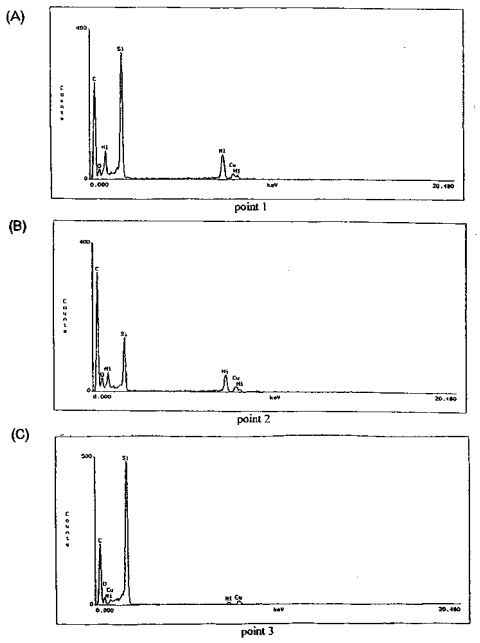
【図６】



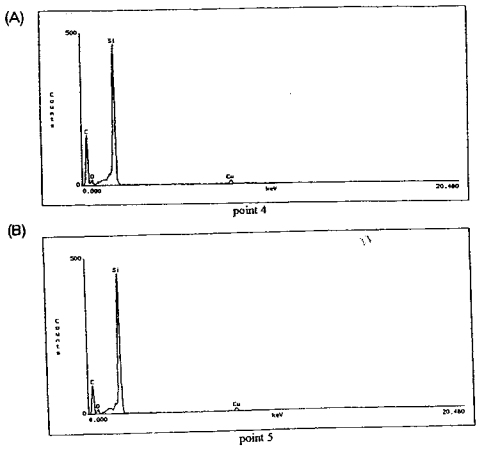
【図７】


(A)
2003 表示部
2001 筐体
2004 スピーカー部
2005 ビデオ入力端子
2002 支持台
(B)
2106 シャッター
2101 本体
2103 受像部
2105 外部接続ポート
2104 操作キー
2102 表示部
(C)
2202 筐体
2203 表示部
2201 本体
2206 ポインティングマウス
2205 外部接続ポート
2204 キーボード
(D)
2303 スイッチ
2301 本体
2302 表示部
2305 赤外線ポート
2304 操作キー
(E)
2403 表示部A
2402 筐体
2401 本体
2407 スピーカー部
2406 操作キー
2405 記録媒体読込部
2404 表示部B
(F)
2502 表示部
2503 アーム部
2501 本体
(G)
2608 音声入力部
2609 接続部
2606 受像部
2605 リモコン受信部
2601 本体
2604 外部接続ポート
2603 筐体
2602 表示部
2607 バッテリー
2609 操作キー
(H)
2704 音声入力部
2706 操作キー
2701 本体
2703 表示部
2707 外部接続ポート
2708 アンテナ
2705 筐体
音声出力部

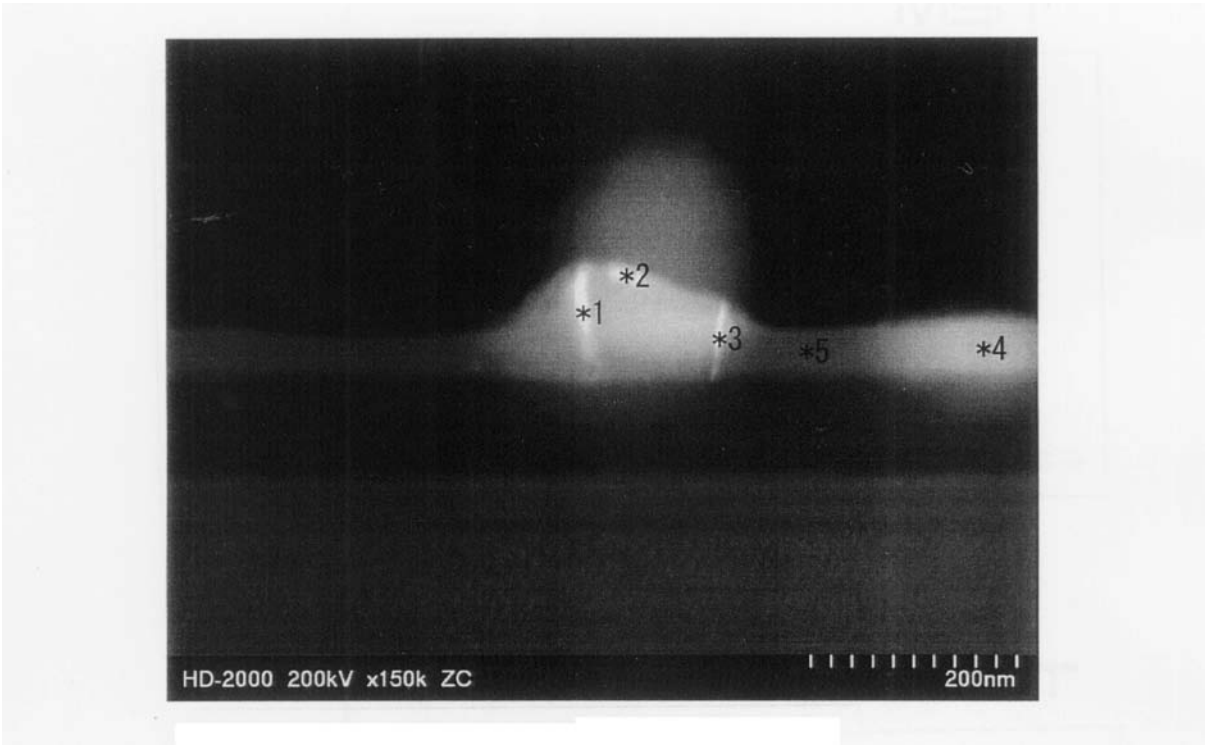
【図９】


(A)
point 1
(B)
point 2
(C)
point 3

【図１０】


(A)
point 4
(B)
point 5

【図８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－２５５９１６（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４２４０２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０８８１９６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２０３８４３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１２４１１４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１０６９５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２１３６３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０８３７６８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／２０
Ｈ０１Ｌ　２１／２６８
Ｈ０１Ｌ　２１／３２２
Ｈ０１Ｌ　２１／３３６
Ｈ０１Ｌ　２９／７８６