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

特許第4522642号
(P4522642)

(45)発行日　平成22年8月11日(2010.8.11)　(24)登録日　平成22年6月4日(2010.6.4)

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

請求項の数 12　(全 33 頁)

(21)出願番号　特願2002-142264 (P2002-142264)
(22)出願日　平成14年5月17日 (2002.5.17)
(65)公開番号　特開2003-37064 (P2003-37064A)
(43)公開日　平成15年2月7日 (2003.2.7)
審査請求日　平成17年4月15日 (2005.4.15)
(31)優先権主張番号　特願2001-148635 (P2001-148635)
(32)優先日　平成13年5月18日 (2001.5.18)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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
(73)特許権者　000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号
(72)発明者　中嶋　節男
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　志賀　愛子
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　牧田　直樹
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号　シャープ株式会社内

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】
基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、
前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し酸化膜を形成する第４の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に不活性雰囲気中にてレーザビームを照射して、大傾角粒界と小傾角粒界を含み、電流が流れる際に横切る粒界の数が、電流経路長１μｍあたりに、前記大傾角粒界が１個以下かつ前記小傾角粒界が１個以上で有り、前記小傾角粒界は粒界における配向ずれが１５°未満である第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項２】
基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、
前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し酸化膜を形成する第４の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射して、大傾角粒界と小傾角粒界を含み、電流が流れる際に横切る粒界の数が

、電流経路長１μｍあたりに、前記大傾角粒界が１個以下かつ前記小傾角粒界が１個以上で有り、前記小傾角粒界は粒界における配向ずれが１５°未満である第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項３】
基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、
前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し酸化膜を形成する第４の工程と、
前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射して、大傾角粒界と小傾角粒界を含み、電流が流れる際に横切る粒界の数が、電流経路長１μｍあたりに、前記大傾角粒界が１個以下かつ前記小傾角粒界が１個以上で有り、前記小傾角粒界は粒界における配向ずれが１５°未満である第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、
前記第２の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第６の工程と、
前記第２の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射する第７の工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項４】
請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、オゾン水を塗布することにより酸化膜を形成する工程であ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乃至請求項３のいずれか一項において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、ＵＶ光を照射することにより酸化膜を形成する工程であ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３のいずれか一項において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、硫酸過水を塗布することにより酸化膜を形成する工程であることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項７】
請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、前記不活性気体雰囲気は、窒素、水素または希ガスのいずれかであ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３のいずれか一項において、前記金属元素は、Ｎｉ、Ｐｄ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ａｇ、Ａｕ、Ａｌ、Ｉｎ、ＳｎまたはＰｄから選ばれた一種または複数種類の元素であ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３のいずれか一項において、前記金属元素は、８族、１１族、１３族、１４族または１５族元素から選ばれた一種または複数種類の元素であることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項１０】
請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、前記非晶質半導体膜とは、非晶質珪素膜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３のいずれか一項において、前記第１の結晶質半導体膜とは、結晶質珪素膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項１２】
請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、前記第２の結晶質半導体膜とは、結晶

質珪素膜であ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】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は薄膜トランジスタ（以下、ＴＦＴと言う）で構成された回路を有する半導体装置及びその作製方法に関する。例えば、液晶表示装置に代表される電気光学装置、及び電気光学装置を部品として搭載した電気機器の構成に関する。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、上記電気光学装置及び電気機器もその範疇にあるとする。
【０００２】
【従来の技術】
近年、ガラス等の絶縁基板上に形成された非晶質半導体膜に対し、加熱、またはレーザアニール、または加熱とレーザアニールの両方を行い、結晶化させたり、結晶性を向上させる技術が広く研究されている。上記半導体膜には珪素膜がよく用いられる。
【０００３】
上記技術により得られた結晶性半導体膜は結晶質半導体膜と呼ばれる。結晶質半導体膜は、非晶質半導体膜と比較し、非常に高い移動度を有する。このため、結晶質半導体膜を利用すると、例えば、従来の非晶質半導体膜を使って作製した半導体装置では実現できなかったモノリシック型の液晶電気光学装置（一枚の基板上に、画素駆動用と駆動回路用の薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）を作製した半導体装置）が作製できる。
【０００４】
このように、結晶質半導体膜は、非晶質半導体膜と比較し、非常に特性の高い半導体膜である。これが、上記研究の行われる理由である。例えば、加熱による非晶質半導体膜の結晶化を行うには、６００℃以上の加熱温度と１０時間以上、好ましくは２０時間以上の加熱時間が必要であった。この結晶化条件に耐える基板には、例えば、石英基板がある。しかしながら、石英基板は高価で、大面積に加工するのは非常に困難であった。基板の大面積化は特に量産効率を上げるためには必要不可欠な要素である。近年、量産効率の向上のために基板を大面積化する動きが著しい。
【０００５】
このような大面積基板に石英基板を加工することは現在の技術では難しく、たとえできたとしても産業として成り立つ価格には今のところならない。大面積基板を容易に作製できる材料に、例えばガラスがある。ガラス基板には、例えばコーニング７０５９と呼ばれているものがある。コーニング７０５９は非常に安価で、大面積化も容易である。しかしながら、コーニング７０５９は歪点温度が５９３℃であり、６００℃以上の加熱には問題があった。
【０００６】
ガラス基板の１つに、歪点温度が比較的高いコーニング１７３７というものがある。これの歪点温度は６６７℃と高い。これに非晶質半導体膜を成膜し、６００℃、２０時間の雰囲気に置くと、作製工程に影響するほどの基板の変形はなかった。しかしながら、２０時間の加熱時間は量産工程としては長すぎ、加熱温度６００℃は、コストの面から考えると、少しでも低い方が好ましかった。
【０００７】
このような問題を解決するため、新しい結晶化の方法が考案された。前記方法の詳細は特開平７－１８３５４０に記載されている。ここで、前記方法を簡単に説明する。まず、非晶質半導体膜にニッケルまたは、パラジウム、または鉛等の元素を微量に導入する。導入の方法は、プラズマ処理や蒸着、イオン注入、スパッタ法、溶液塗布等を利用すればよい。前記導入の後、例えば５５０℃の窒素雰囲気に４時間、非晶質半導体膜を置くと、特性の良好な結晶質半導体膜が得られる。結晶化に最適な加熱温度や加熱時間等は、前記元素の導入量や、非晶質半導体膜の状態による。
【０００８】

以上、加熱による非晶質半導体膜の結晶化の方法の例を記した。一方、レーザアニールによる結晶化は、基板の温度を余り上昇させずに、非晶質半導体膜にのみ高いエネルギーを与えることが出来るため、歪点の低いガラス基板には勿論、プラスティック基板等にも用いることが出来る。

【０００９】

レーザアニールに用いられるレーザの種類はＸｅＣｌエキシマレーザ、ＫｒＦエキシマレーザ等が挙げられる。出力の大きい、エキシマレーザのパルスレーザビームを被照射面において、数ｃｍ角の四角いスポットや、長さ１０ｃｍ以上の線状となるように光学系にて加工し、レーザビームを走査させて(あるいはレーザビームの照射位置を被照射面に対し相対的に移動させて)、レーザアニールを行う方法が量産性が高く工業的に優れているため、好んで使用されている。

【００１０】

特に、照射面に於けるレーザビームの形状が線状であるビーム（以下線状ビームと表記する）を用いると、前後左右の走査が必要なスポット状のレーザビームを用いた場合とは異なり、線状ビームの線方向に直角な方向だけの走査で被照射面全体にレーザビームを照射することができるため、量産性が高い。線方向に直角な方向に走査するのは、それが最も効率の良い走査方向であるからである。この高い量産性により、現在レーザアニールにはパルス発振のエキシマレーザを適当な光学系で加工した線状ビームを使用することが主流になりつつある。

【００１１】

また、より高い電気的特性を持つ半導体膜を得るために、例えば、非晶質半導体膜に対し、加熱による結晶化を行った後に、更にレーザアニールを行う方法がある。この方法を用いると、加熱またはレーザアニールのどちらか一方だけで結晶化を行う場合より、半導体膜としても特性を向上させることが出来る。

【００１２】

レーザアニールの前処理として表面荒れを防ぐ目的で自然酸化膜除去を行うことが多い。この自然酸化膜は組成や膜厚が制御されておらず汚染やばらつきの要因ともなり得る。特に、前記のように非晶質半導体膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う場合、レーザアニールの前処理としての自然酸化膜除去は、導入した金属元素の濃度の高い部分を取り除く効果も有し、特性のばらつきの少ない安定性の高い半導体膜を得るために重要である。前記方法の詳細は特開平８－３３９９６０に記載されている。

【００１３】

また、半導体膜にレーザアニールを施して結晶化を行うと膜表面にリッジと呼ばれる凸部（以下リッジと表記する）ができることが知られている。半導体膜にレーザ光を照射すると、半導体膜が瞬間的に溶融されて局所的に膨張し、この膨張によって生じる内部応力を緩和するために結晶質半導体膜の表面にリッジが形成される。このリッジの高低差は、膜厚の０．５～２倍程度である。

【００１４】

絶縁ゲート型の半導体装置において、結晶質半導体膜の表面のリッジにはダングリングボンドや格子の歪みなどに起因するポテンシャル障壁やトラップ準位が形成されるため、活性層（チャネル形成領域、ソース領域およびドレイン領域を含む半導体層）とゲート絶縁膜との界面準位を高くしてしまう。また、リッジの頂上部は急峻であるために電界が集中しやすくリーク電流の発生源となり、最終的には絶縁破壊を生じショートしてしまう。加えて、結晶質半導体膜表面のリッジは、スパッタ法やＣＶＤ法により成膜されるゲート絶縁膜の被膜性を損なうものであり、絶縁不良等により信頼性を低下させる。また、ＴＦＴの電界効果移動度を決める要素の一つとして、表面散乱効果があげられ、ＴＦＴの活性層とゲート絶縁膜界面の平坦性が電界効果移動度に影響を与え、界面が平坦であるほど散乱の影響を受けず高い電界効果移動度が得られる。

【００１５】

以上のことから、リッジは低いことが望ましいといえる。不活性気体雰囲気中でレーザア

ニールを施すことにより、大気雰囲気中でレーザアニールを施した場合よりもリッジは低減されるが、結晶粒経が小さくなりＴＦＴの電気的特性は悪くなる。

【００１６】

これに対し、大気雰囲気中でレーザアニールを行った後にフッ酸処理を施して酸化膜を取り除いてから不活性気体雰囲気中でレーザアニールを行うことにより大きな結晶粒経を保ったままリッジを低減できるという報告がある。

【００１７】

【本発明が解決しようとする課題】

半導体デバイスにおいて、金属不純物及び有機物による汚染は電気特性に大きく影響を及ぼす。金属不純物汚染は、酸化膜耐圧不良、キャリアライフタイム低下等の不良を引き起こし、電気的特性を致命的に劣化させる。例えば珪素膜の表面は汚染しやすく特に珪素よりも電気陰性度の大きな金属は珪素から直接電子を奪って珪素と化学的に結合し除去が困難である。珪素より電気陰性度の小さい金属原子はベア珪素膜表面に直接吸着することはないが、珪素より酸化されやすいため珪素膜表面に形成される自然酸化膜中に取り込まれる。

【００１８】

有機物汚染は酸化膜の電気特性に影響を及ぼす。そこで硫酸と過酸化水素の混合液（以下、硫酸過水と表記する）を用いた洗浄やオゾン水洗浄といった方法で半導体膜表面の有機物を除去した後に酸化膜を形成することにより絶縁耐圧を低くすることができる。硫酸過水としては、硫酸H_2SO_4（９７％）と過酸化水素を組成比４：１～６：１で混合した液を用いることが多い。この場合は両液を混合すると同時に発熱し、１００～１２０℃に達する。また、酸化膜の絶縁耐圧は有機物の汚染度合いに依存しており特性ばらつきの要因となる。クリーンルーム大気中には有機物が大量に存在し、時間とともに有機物吸着量が増す。水分も大量に存在しており、表面に吸着すると自然酸化膜成長を促したり、水分中に溶け込んだ金属や有機物によっても汚染される可能性がある。

【００１９】

このように非晶質半導体膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールによる結晶化を行う際に、レーザアニールの前処理として半導体膜表面に形成された自然酸化膜の除去が必要とされるが、半導体膜の表面は不純物に汚染されやすく除去も困難であり、半導体膜の汚染は、前記半導体膜を活性層とした薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）の電気的特性に大きく影響を及ぼし電気的特性のばらつきの要因となり得る。

【００２０】

そこで、本発明はレーザアニール時において汚染やばらつきの原因となる自然酸化膜を除去し、かつ汚染しやすい半導体膜表面への不純物汚染を低減することにより、この半導体膜を基に作製したＴＦＴの電気的特性のばらつきを抑え、特性を向上することを目的とする。

【００２１】

また、大気雰囲気中で１回目のレーザアニールを行った後にフッ酸処理を施して酸化膜を取り除いてから不活性気体雰囲気中で２回目のレーザアニールを行うことにより大きな結晶粒経を保ったままリッジを低減できるという報告があるが、この方法ではレーザアニールの際の雰囲気を１回目と２回目とで変えなければならず、生産性及びスループットに問題がある。

【００２２】

そこで、本発明はレーザアニール時の雰囲気を変化させることなく効率的にリッジの低減された半導体膜を作製し、この半導体膜を基に作製したＴＦＴの電気的特性のばらつきを抑え、特性を向上することを目的とする。

【００２３】

また、現状の装置ではレーザアニール前処理とレーザアニール処理は別装置で行う必要があり、複数装置を用いて処理を行うことは生産性及びスループットを大きく下げることになるという問題がある。

【００２４】
そこで、本発明では生産性及びスループットの低下を最小限に抑えて、不純物汚染の低減された結晶性半導体膜およびリッジの低減された半導体膜を作製し、この半導体膜を基に作製したＴＦＴの電気的特性のばらつきを抑え、特性を向上することを目的とする。
【００２５】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するため、本発明では非晶質半導体膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後に酸化処理（好ましくは有機物除去効果を有する酸化処理）を施して半導体膜表面を清浄な酸化膜で被覆してからレーザアニールを行い半導体膜表面への不純物汚染を低減させることを特徴としている。
【００２６】
酸化処理として、オゾン水処理または酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射または硫酸過水処理等の有機物除去効果を有する酸化処理を用いることによりＴＦＴの電気的特性のばらつきの要因となる半導体膜表面の有機物汚染を低減させることができ、さらなる特性の安定化を図ることができる。
【００２７】
具体的には、絶縁基板上に成膜された非晶質半導体膜上に微量な元素（例えば結晶化を促進する金属元素）を導入し、加熱処理を行って前記非晶質半導体膜を一部または全て結晶化させる。そして、適当な濃度に希釈したフッ酸またはバッファフッ酸またはフッ酸を含んだエッチング溶液を用いてフッ酸処理（エッチング処理）を行うことにより、組成や膜厚の制御されていない結晶質半導体膜表面の自然酸化膜および局在化した金属元素を取り除く。さらに、オゾン水処理または酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射または硫酸過水処理等の有機物除去効果のある酸化処理を施して半導体膜表面を清浄な酸化膜で被覆した後、レーザアニールを行う。酸化膜除去により現れた半導体膜表面は前述のように汚染しやすいが、これに比べ酸化膜に対しては表面に物理吸着するだけであるため、このように半導体膜表面を酸化膜で被覆することにより不純物汚染を低減することができ、ＴＦＴの電気的特性のばらつきを低減し、安定化を図ることができる。
【００２８】
また、本発明ではレーザアニール前処理としてのフッ酸処理、酸化処理、加熱処理およびレーザアニール処理を順不同に任意回数行う間、基板を窒素雰囲気に保持したまま連続処理するためのレーザ処理装置を使用することを特徴とする。
【００２９】
また、本発明は、基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、前記第１の結晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し清浄な酸化膜を形成する第４の工程と、前記第１の結晶質半導体膜に不活性雰囲気中にてレーザビームを照射して第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、を有することを特徴とする。
【００３０】
また本発明は、基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、前記第１の結晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し清浄な酸化膜を形成する第４の工程と、前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射して第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、を有することを特徴とする。
【００３１】
また本発明は、基板上に形成された非晶質半導体膜に金属元素を導入する第１の工程と、前記非晶質半導体膜に加熱処理を施し第１の結晶質半導体膜を形成する第２の工程と、前記第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第３の工程と、前記第１の結

晶質半導体膜に有機物除去効果のある酸化処理を施し清浄な酸化膜を形成する第４の工程と、前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射して第２の結晶質半導体膜を形成する第５の工程と、前記第２の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜を除去する第６の工程と、前記第２の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームを照射する第７の工程と、を有することを特徴とする。

【００３２】

また上記発明において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、オゾン水を塗布することにより酸化膜を形成する工程であることを特徴とする。

【００３３】

また上記発明において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、ＵＶ光を照射することにより酸化膜を形成する工程であることを特徴とする。

【００３４】

また上記発明において、前記第３の工程は、フッ酸により酸化膜を除去する工程であり、前記第４の工程は、硫酸過水を塗布することにより酸化膜を形成する工程であることを特徴とする。

【００３５】

また上記発明において、前記不活性気体雰囲気は、窒素、水素または希ガスのいずれかであることを特徴とする。

【００３６】

また、上記発明において、前記非晶質半導体膜とは、非晶質珪素膜であることを特徴とする。

【００３７】

また上記発明において、前記第１の結晶質半導体膜とは、結晶質珪素膜であることを特徴とする。

【００３８】

また上記発明において、前記第２の結晶質半導体膜とは、結晶質珪素膜であることを特徴とする。

【００３９】

また本発明は、基板上に形成された第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜の除去を行う酸化膜除去室と、前記第１の結晶質半導体膜表面の有機物を除去し酸化処理を施す酸化処理室と、前記第１の結晶質半導体膜にレーザビームの照射を行って第２の結晶質半導体膜を形成するレーザ処理室と、を有することを特徴とする。

【００４０】

また本発明は、基板上に形成された第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜の除去を行う酸化膜除去室と、前記第１の結晶質半導体膜表面の有機物を除去し酸化させる手段として薬液ノズルを有する酸化処理室と、前記第１の結晶質半導体膜にレーザビームの照射を行って第２の結晶質半導体膜を形成するレーザ処理室と、を有することを特徴とする。

【００４１】

また本発明は、基板上に形成された第１の結晶質珪素膜表面に形成された酸化膜の除去を行う酸化膜除去室と、前記第１の結晶質半導体膜表面の有機物を除去し酸化させる手段としてＵＶ光を照射する手段を有する酸化処理室と、前記第１の結晶質半導体膜にレーザビームの照射を行って第２の結晶質半導体膜を形成するレーザ処理室と、を有することを特徴とする。

【００４２】

また本発明は、基板上に形成された第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜の除去を行う酸化膜除去室と、前記第１の結晶質半導体膜表面の有機物を除去し酸化させる手段

として薬液ノズルを有する酸化処理室と、前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームの照射を行って第２の結晶質半導体膜を形成するレーザ処理室と、を有することを特徴とする。

【００４３】

また本発明は、基板上に形成された第１の結晶質半導体膜表面に形成された酸化膜の除去を行う酸化膜除去室と、前記第１の結晶質半導体膜表面の有機物を除去し酸化させる手段としてＵＶ光を照射する手段を有する酸化処理室と、前記第１の結晶質半導体膜に酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中にてレーザビームの照射を行って第２の結晶質半導体膜を形成するレーザ処理室と、を有することを特徴とする。

【００４４】

また上記発明において、前記半導体製造装置は基板を搬送する機構を有する搬送室を有し、前記酸化膜除去室及び酸化処理室及びレーザ処理室はゲートバルブを介して搬送室に連結されていることを特徴とする。

【００４５】

また上記発明において、前記薬液ノズルは、オゾン水または硫酸と過酸化水素の混合液を噴射するためのノズルであることを特徴とする。

【００４６】

また、本発明では前記レーザ処理装置を用いることにより、自然酸化膜を除去した後に酸化処理を施してから不活性気体雰囲気中にてレーザアニールを行う工程の間、基板が酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中に保持されることを特徴とする。これにより半導体膜表面が露出している時間を短縮させ、半導体膜表面を汚染された大気にふれさせることなくレーザアニールを終了させることができ、ＴＦＴの電気的特性をさらに改善することができる

なお、不活性気体雰囲気は、窒素、水素または希ガスのいずれかである。また、希ガスは、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノンまたはクリプトンのいずれかである。

【００４７】

また、本発明ではレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後に酸化処理を施して酸化膜で被覆してから不活性気体雰囲気中にてレーザアニールを行った後、さらにフッ酸処理を行ってから不活性気体雰囲気中にてレーザアニールを行うことにより、レーザアニール時の雰囲気を変化させることなく効率的にリッジの低減された半導体膜を作製することを特徴とする。

【００４８】

また、本発明では前記レーザ処理装置を用いることにより、自然酸化膜を除去した後に酸化処理を施してから不活性気体雰囲気中にてレーザアニールを行った後、さらにフッ酸処理を行ってから不活性気体雰囲気中にてレーザアニールを行う工程の間、基板が酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中に保持されることを特徴とする。これによりリッジが低減され不純物が低減された半導体膜を効率的に作製できる。

【００４９】

上記発明において、前記金属元素は、Ｎｉ、Ｐｄ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ａｇ、Ａｕ、Ａｌ、Ｉｎ、ＳｎまたはＰｄから選ばれた一種または複数種類の元素であると結晶成長が良好に行われるのでよい。

【００５０】

上記発明において、前記金属元素は、８族、１１族、１３族、１４族または１５族元素から選ばれた一種または複数種類の元素であると結晶成長が良好に行われるのでよい。

【００５１】

なお、本発明を用いて作成した半導体膜の詳細な物性解析を行い、その特徴は以下に示す。

【００５２】

物性解析に用いた技術は、ＥＢＳＰ（Electron Back Scatter Diffraction Pattern）解析である。電子線を走査し、後方散乱で得られる菊池パターンを解析することにより

、膜の微小領域における配向を詳細に調べることができる。
【００５３】
代表的な解析結果が図１６である。また、本発明を用いず、a-Siをエキシマレーザのみで結晶化した一般的なpoly-Si膜を評価した結果が図１７である。ユニークグレインマッピングと呼ばれる手法で解析した結果である。具体的には、サンプルに電子ビームをスキャンし各点に於ける配向を求めたのち、各測定点における配向の隣接間のずれが１５度未満を同じ色で示した。
【００５４】
この結果、本発明に於ける半導体膜と、一般に低温poly-Siと呼ばれる、単にレーザのみで結晶化した半導体膜（以下ＬＰＳ膜と称する）の両者で明らかな違いが観察された。低温poly-Siでは、各測定点においてほぼランダムな配向がみられるが、本発明の半導体膜では、隣接間で配向のずれが小さい領域が数μｍ程度の大きさの集合をなしている様子が観察された。
【００５５】
ＬＰＳ膜評価結果は、０．２μｍステップの間隔で評価を行った結果であり、これは、０．２μｍ以下の粒径を持つ結晶粒が、粒界において１５度以上の大傾角粒界を有していることを示している。
【００５６】
一方、本発明の半導体膜では、数μｍサイズの粒径を持つpoly-Siであるか、または、１５度未満の小傾角粒界を持つ結晶粒が集まり、数μｍのサイズの領域（以下ドメインと称する）を形成していることを示している。本発明の半導体膜のＳＥＭ観察（図１８）によると数μｍの粒径は観察されず、数百ｎｍの間隔で結晶粒界が観察されたことより、本発明の半導体膜は小傾角粒界を有する結晶粒の集合であることが判明した。
【００５７】
小傾角粒界は、大傾角粒界と比較し、粒界に含まれる欠陥（珪素の未結合手）の数が少なく、電気的障壁が小さい。つまりドメイン内は近似的に単結晶に近く、ドメインの大きさが大きいほど特性が良好になると考えられる。
【００５８】
ドメイン径とそれを用いて作製したTFTの特性の関係を図１９及び２０に示す。それぞれＴＦＴのＳ値及び電解効果移動度とドメイン径の相関を示す。ドメイン径は、ドメインの平均面積を算出し、その平均面積を持つ円の直径として定義した。ドメイン径が１μｍ以上（望ましくは５μｍ以上）で非常に良好な特性が得られていることがわかる。すなわち横切る大傾角粒界の数が少ない程良好な特性が得られることが明らかとなった。
【００５９】
ドメイン径が１μｍであれば、直線的な電流経路に対し、１μｍあたり、約１個以下の大傾角粒界を横切ることになる。当然、それ以上の数の小傾角粒界を横切るが、電気的障壁が小さい為、影響は少ない。
【００６０】
以上の解析の結果をまとめる。多結晶半導体膜を活性層として用い、前記活性層中に大傾角粒界と小傾角粒界を含み、前記活性層中を電流が流れる際に横切る粒界の数が、電流経路長１μｍあたり大傾角粒界が１個以下かつ小傾角粒界が１個以上で有り、前記小傾角粒界は粒界に於ける配向ずれが１５°未満である。
【００６１】
多結晶半導体膜を活性層として用い、前記活性層は、大傾角粒界及び小傾角粒界を含み、小傾角粒界を有する結晶粒の集合の平均径が１μｍ以上で有り、前記小傾角粒界は粒界に於ける配向ずれが１５°未満である。
【００６２】
また、特に、前記電流経路長１μｍあたりの大傾角粒界が０．２個以下である。
【００６３】
また、特に、前記結晶粒の集合の平均直径が５μｍ以上である。

【００６４】
【発明の実施の形態】
[実施形態１]
非晶質半導体膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後に酸化処理を施してからレーザアニールを行い、不純物汚染の低減された結晶質半導体膜を作製する方法について図２を用いて説明する。なお、非晶質半導体膜は非晶質珪素膜、結晶質半導体膜は結晶質珪素膜である。
【００６５】
まず、基板１０１に下地絶縁膜１０２を成膜する。下地膜１０２としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜などの絶縁膜を成膜する。ここでは下地膜１０２として単層構造を用いた例を示したが、前記絶縁膜の２層以上積層させた構造を用いてもよい。
【００６６】
次いで、下地絶縁膜１０２上に半導体膜１０３を成膜する。半導体膜１０３は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、ＬＰＣＶＤ法、またはプラズマＣＶＤ法等）により成膜する。この半導体膜１０３の厚さは２５～８０ｎｍ（好ましくは３０～６０ｎｍ）の厚さで成膜する。（図２（ａ））
続いて、半導体膜１０３に微量な元素（例えばニッケル等の結晶化を促進する金属元素）を導入し、加熱処理を行う。前記加熱処理により半導体膜の一部または全てが結晶化し、結晶質半導体膜１０４が得られる。
【００６７】
加熱処理によって得られた結晶質半導体膜１０４に対し、レーザビームによるアニールを行う。まず、適当な濃度（０．２～１％程度）に希釈したフッ酸を用いて３０～９０秒間噴射し、フッ酸処理（エッチング処理）して酸化膜の除去を行う。本実施形態では、０．５％の濃度のフッ酸を用い、処理基板を回転させながら処理基板にフッ酸を７０秒間噴射させて、酸化膜１０５を除去する（図２（ｂ））、（図２（ｃ））。酸化膜除去後の半導体膜表面は純水で濯いで清浄化する。この工程で、組成や膜厚の制御されていない結晶質半導体膜表面の自然酸化膜１０５および局在化した金属元素が除去される。また、フッ酸処理の前にオゾン水等の酸化力の強い溶剤を用いて半導体膜表面の金属元素等の不純物を酸化させておき、これをフッ酸を含んだエッチャントによってエッチング除去することにより、不純物除去効果をあげることもできる。さらに酸化処理（好ましくは有機物除去効果を有する酸化処理）を施して半導体膜１０４上に酸化膜１０６を形成した後（図２（ｄ））、レーザビームを照射してレーザアニールを行う（図２（ｅ））。酸化処理としては、例えばオゾン水処理、酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射または硫酸過水処理を行うとよい。また、レーザアニールは、好ましくは酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中（例えば窒素雰囲気中）で行うとよい。窒素以外にも、水素または希ガスのいずれかを用いればよい。また、希ガスは、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノンまたはクリプトンのいずれかである。
【００６８】
レーザアニール法において用いるレーザ発振器について説明する。エキシマレーザは大出力で、現状で３００Ｈｚ程度の高繰り返しのパルスを発振できるため、良く用いられている。また、パルス発振のエキシマレーザだけでなく、連続発振のエキシマレーザや、Ａｒレーザ、ＹＡＧレーザ等も用いることができる。
【００６９】
図１（Ｂ）は、図１（Ａ）の工程３において、レーザアニールの前処理として（ａ）の処理：オゾン水による洗浄（ヒドロ洗浄）を行った後、フッ酸処理（ＨＦ処理）を行った結晶質半導体膜と、（ｂ）の処理：前記フッ酸処理後にさらにオゾン水処理（ヒドロ洗浄）を行った結晶質半導体膜をそれぞれ活性層に用いたＴＦＴのＶｇ－Ｉｄ特性である。結晶質半導体膜を活性層に用いたＴＦＴ（ヒドロ洗浄＋ＨＦ処理＋ヒドロ処理）（（ｂ）の処理）は、結晶質半導体膜を活性層を用いたＴＦＴ（ヒドロ洗浄＋ＨＦ処理）（（ａ）の処理）と比べて閾値電圧のばらつきが明らかに小さくなっていることが分かる。

【００７０】
さらに、結晶質半導体膜を活性層に用いたＴＦＴ（ヒドロ洗浄＋ＨＦ処理＋ヒドロ処理）は、結晶質半導体膜を活性層に用いたＴＦＴ（ヒドロ洗浄＋ＨＦ処理）と比べて高移動度が得られており、ＴＦＴの電気的特性も向上していることが分かる。
【００７１】
このように、不純物汚染の低減された結晶質半導体膜を作製し、前記結晶性半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。
【００７２】
[実施形態２]
実施形態１と同様の方法でレーザアニールを行った後、さらにフッ酸処理を施した後、不活性気体雰囲気にてレーザアニールを行うことにより膜表面のリッジの高さが低減された結晶質珪素膜を作製する方法について図４を用いて説明する。
【００７３】
実施形態１と同様の方法で基板１１１上に下地絶縁膜１１２、半導体膜１１３を成膜し、前記半導体膜に微量な元素を導入し、加熱処理を行う（図４（ａ））。前記加熱処理により結晶質半導体膜１１４が得られる。レーザアニールの前処理として、フッ酸処理を行い自然酸化膜１１５を取り除いた後（図４（ｂ））、（図４（ｃ））、酸化処理（好ましくは有機物除去効果を有する酸化処理）を行って半導体膜１１４上に酸化膜１１６を形成した後（図４（ｄ））、酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中（例えば窒素雰囲気中）でレーザビームを照射して第１のレーザアニールを行い（図４（ｅ））、結晶質半導体膜１１７を得る（図４（ｆ））。酸化処理としては、例えばオゾン水処理、酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射または硫酸過水処理を行うとよい。
【００７４】
次に、再度フッ酸処理を行って酸化膜を除去し、酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中（例えば窒素雰囲気中）でレーザビームを照射して第２のレーザアニールを行う（図４（ｇ））。
【００７５】
第２のレーザアニールにより、第１のレーザアニールで得られた結晶粒経を保ったまま膜表面のリッジの高さが低減された結晶質半導体膜を得ることができる。
【００７６】
以上のような方法で膜表面のリッジの高さが低減された結晶質半導体膜を作製し、前記結晶性半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性が向上する。
【００７７】
[実施形態３]
実施形態１及び２においてレーザアニール前処理からレーザアニールまでの間、基板を不活性気体雰囲気に保持したまま連続処理するためのレーザ処理装置について図５を用いて説明する。
【００７８】
１２１で示されるのは、基板（試料）を搬入搬出するための搬入搬出室であり、レーザビームを照射する対象の珪素膜や作製工程途中の状態の薄膜トランジスタが形成された基板が多数枚カセット１２２に収納された状態で納められている。基板の搬入搬出室１２１に基板を外部から出し入れする際には、基板を収納したカセット１２２毎移動が行われる。
【００７９】
１２３で示されるのは、基板を装置内において搬送するための搬送室であり、基板を一枚ずつ搬送するためのロボットアーム１２４を備えている。
【００８０】
また、１２５は基板の位置合わせ用のアライメント手段であり、ロボットアームと基板との位置合わせを正確に行うための機能を有する。
【００８１】

１２６で示される室は、レーザビームを基板に対して照射するための室である。この室では、レーザ照射装置から照射されたレーザビームを合成石英の窓を介して、基板が置かれるステージ１２７上に配置された基板上に照射することができる。ステージ１２７は、矢印で示されるように、１次元方向に移動する機能を有している。

【００８２】

レーザ照射装置は、例えばＸｅＣｌエキシマレーザを発振する機能を有し、図３に示すような光学系を内蔵している。この図３に示す光学系を通ることにより、レーザビームは線状ビームに整形される。

【００８３】

まず、図３の側面図について説明する。レーザ発振器1001から出たレーザビームは、シリンドリカルアレイレンズ1002aと1002bにより、レーザビームの進行方向に対し直角方向に分割される。前記方向を本明細書中では、縦方向と呼ぶことにする。前記縦方向は、光学系の途中でミラーが入ったとき、前記ミラーが曲げた光の方向に曲がるものとする。この構成では、4分割となっている。これらの分割されたレーザビームは、シリンドリカルアレイレンズ1004により、いったん１つのレーザビームにまとめられる。ミラー1007で反射され、その後、ダブレットシリンドリカルレンズ1008により、照射面1009にて再び１つのレーザビームに集光される。ダブレットシリンドリカルレンズとは、２枚のシリンドリカルレンズで構成されているレンズのことを言う。これにより、線状ビームの幅方向のエネルギー均質化と幅方向の長さが決定される。

【００８４】

次に図３の上面図について説明する。レーザ発振器1001から出たレーザビームは、シリンドリカルアレイレンズ1003により、レーザビームの進行方向に対して直角方向で、かつ、縦方向に対して直角方向に分割される。該方向を本明細書中では、横方向と呼ぶことにする。前記横方向は、光学系の途中でミラーが入ったとき、前記ミラーが曲げた光の方向に曲がるものとする。この構成では、7分割となっている。その後、シリンドリカルレンズ1005にて、レーザビームは照射面1009にて1つに合成される。これにより、線状ビームの長さ方向のエネルギーの均質化と長さが決定される。

【００８５】

１２８で示される室は、スピナーにより基板にフッ酸処理を施すための酸化膜除去室である。スピナー１３１は基板を支持するためのチャック機構を有し、指定された回転数で回転させることができる。また、フッ酸及び純水を吐出し基板に噴射するための複数の薬液ノズル１３２を有している。

【００８６】

１２９で示される室は、基板に酸化処理を施すための酸化膜形成室（酸化処理室）であり、スピナー１３９は基板を支持するためのチャック機構を有し、１００～３０００ｒｐｍの指定された回転数で回転させることができる。また、オゾン水及び純水を吐出し基板に噴射するための複数の薬液ノズル１４０を有している。有機物を除去し酸化膜を形成する手段としては、薬液ノズルに限定されずＵＶ光を照射する手段でもよい。

【００８７】

１３０で示される室は、基板を加熱するための加熱室であり、ステージ１３３には抵抗加熱手段が内蔵されており、基板を所定の温度に加熱することができる。

【００８８】

各室は密閉された構造を有し、排気系によって減圧状態、あるいは高真空状態とすることができる。各排気系には、独立して真空ポンプが備えられている。また各室には、必要とする気体（例えば不活性気体）を供給するためのガス供給系を備えている。また各室は、ゲートバルブ１３４～１３８を備えており、各室の気密性を独立して高める構成となっている。

【００８９】

以上のような装置を用いれば、実施形態１におけるフッ酸処理、酸化処理及びレーザアニールの工程の間、基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中に保つことができ

、前記装置を用いて不純物汚染の低減された結晶質半導体膜を作製し、前記結晶性半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。

【００９０】

また、以上のような装置を用いれば、実施形態２におけるフッ酸処理、酸化処理、レーザアニール、酸化処理及びレーザアニールの工程の間、基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の不活性気体雰囲気中に保つことができ、前記装置を用いて膜表面のリッジの高さが低減され、不純物汚染の低減された結晶質半導体膜を作製し、前記結晶性半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。

【００９１】

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。

【００９２】

【実施例】

[実施例１]

非晶質半導体膜として非晶質珪素膜を用い、非晶質珪素膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後にオゾン水を用いて半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行い、不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製する方法について図２を用いて説明する。

【００９３】

基板として、厚さ０．７ｍｍ、５インチ角のコーニング１７３７基板を用意した。図２（ａ）に示すように、基板１０１にプラズマＣＶＤ装置を用いて、厚さ２００ｎｍの窒化酸化珪素膜１０２を成膜し、窒化酸化珪素膜１０２表面に厚さ５０ｎｍの非晶質珪素膜１０３を成膜した。前記非晶質珪素膜上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。前記溶液として、例えば酢酸ニッケル溶液を用いる場合、前記酢酸ニッケル溶液（重量換算濃度１０ｐｐｍ、体積５ｍｌ）をスピンコートにより膜上全面に塗布する。そして、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図２（ｂ）に示すように、結晶性を有する珪素膜１０４が得られる。

【００９４】

次に、レーザアニールの前処理として、フッ酸処理（エッチング処理）を行う。図２（ｃ）に示すように組成や膜厚の制御されていない結晶質珪素膜の自然酸化膜１０５および局在化した金属元素を０．５％の濃度のフッ酸を用い、処理基板を回転させながら処理基板にフッ酸を７０秒間噴射させることにより取り除き、その後オゾン濃度６～１５ｍｇ／ｌのオゾン水を用いてスピンコートにより５００ｒｐｍで２０～４０秒程度オゾン水を塗布することによる酸化処理をすることにより図２（ｄ）に示すように１～２ｎｍ程度の酸化珪素膜１０６を形成する。この酸化珪素膜１０６は珪素膜表面１０４を被覆し不純物汚染を低減する効果を有する。

【００９５】

この後、ラムダ社のＸｅＣｌエキシマレーザ（波長３０８ｎｍ、パルス幅３０ｎｓ）Ｌ３３０８を使用して図２（ｅ）に示すように窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。このレーザ発振器はパルス発振レーザを発し、５００ｍＪ／パルスのエネルギーを出す能力を持っている。レーザビームのサイズは、レーザビームの出口で１０×３０ｍｍ（共にビームプロファイルにおける半値幅）である。前記ＸｅＣｌエキシマレーザを用い、図３のような光学系を経てレーザビームを線状ビームに加工し、レーザアニールを行う。

【００９６】

以上のような方法で不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製し、前記結晶性珪素膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。

[実施例２]
非晶質半導体膜として非晶質珪素膜を用い、非晶質珪素膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後に酸素雰囲気中でのＵＶ光の照射によって半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行い、不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製する方法について図２を用いて説明する。
【００９７】
実施例１と同様の方法で図２（ａ）に示すように基板１０１に窒化酸化珪素膜１０２、非晶質珪素膜１０３を成膜し、前記非晶質珪素膜１０３上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。次に、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図２（ｂ）に示すように結晶性を有する珪素膜１０４が得られる。
【００９８】
次に、レーザアニールの前処理として、フッ酸処理を行い図２（ｃ）に示すように自然酸化膜１０５を取り除き、その後酸素雰囲気中において基板温度２００℃でＵＶ光を３０～１２０秒間程度照射することにより図２（ｄ）に示すように１～２ｎｍ程度の酸化珪素膜１０６を形成する。この酸化珪素膜１０６は珪素膜１０４表面を被覆し不純物汚染を低減する効果を有する。この後、実施例１と同様の方法でＸｅＣｌエキシマレーザにより、図２（ｅ）に示すように窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。
【００９９】
以上のような方法で不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製し、前記結晶性珪素膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。
[実施例３]
非晶質半導体膜として非晶質珪素膜を用い、非晶質珪素膜に金属元素を導入して熱処理を施した後にレーザアニールを行う際に、自然酸化膜を除去した後に硫酸過水を用いて半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行い、不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製する方法について図２を用いて説明する。
【０１００】
実施例１と同様の方法で図２（ａ）に示すように基板１０１に窒化酸化珪素膜１０２、非晶質珪素膜１０３を成膜し、前記非晶質珪素膜１０３上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。次に、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図２（ｂ）に示すように結晶性を有する珪素膜１０４が得られる。
【０１０１】
次に、レーザアニールの前処理として、フッ酸処理を行い図２（ｃ）に示すように結晶質珪素膜表面の自然酸化膜１０５を取り除き、その後硫酸過水を５～６０秒程度塗布することによる酸化処理を行うことによって図２（ｄ）に示すように１～２ｎｍ程度の酸化珪素膜１０６を形成する。この酸化珪素膜１０６は珪素膜１０４表面を被覆し不純物汚染を低減する効果を有する。本実施例では、硫酸過水として容積比H_2SO_4：H_2O_2：H_2O＝９５：３１：７４の液を用い、液温は６０～８０℃程度である。この後、実施例１と同様の方法でＸｅＣｌエキシマレーザにより、図２（ｅ）に示すように窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。
【０１０２】
以上のような方法で不純物汚染の低減された結晶質珪素膜を作製し、前記結晶性珪素膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。
[実施例４]
レーザアニールの前処理として自然酸化膜を除去した後にオゾン水を用いて半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行い、さらにフッ酸処理を施した後、窒素雰囲気にてレーザアニールを行うことにより膜表面のリッジの高さが低減された結晶質珪素膜を作

製する方法について図４を用いて説明する。
【０１０３】
実施例１と同様の方法で図４（ａ）に示すように基板１１１に窒素酸化珪素膜１１２、非晶質珪素膜１１３を成膜し、前記非晶質珪素膜１１３上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。次に、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図４（ｂ）に示すように結晶性を有する珪素膜１１４が得られる。
【０１０４】
実施例１と同様の方法でレーザアニールの前処理として、フッ酸処理を行い図４（ｃ）に示すように自然酸化膜１１５を取り除き、その後オゾン水処理をすることによって図４（ｄ）に示すように酸化珪素膜１１６を形成する。
【０１０５】
この後、実施例１と同様の方法でＸｅＣｌエキシマレーザにより、図４（ｅ）に示すように窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。
【０１０６】
次に、再度フッ酸処理を行って酸化珪素膜を除去し図４（ｆ）に示すように結晶質珪素膜１１７を露出させた後、図４（ｇ）に示すように酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。このレーザアニールにより珪素膜１１７表面のリッジの高さが低減される。
【０１０７】
以上のような方法で膜表面のリッジの高さが低減された結晶質半導体膜を作製し、前記結晶性半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性が向上する。
[実施例５]
本実施例では、本明細書で開示する発明を実施する際に利用されるレーザ処理装置を示す。酸化処理としてオゾン水処理を用いる場合について図５を用いて説明する。図５はレーザ処理装置の上面図である。
【０１０８】
１２１で示されるのは、基板（試料）を搬入搬出するための搬入搬出室であり、レーザビームを照射する対象の珪素膜や作製工程途中の状態の薄膜トランジスタが形成された基板が多数枚カセット１２２に収納された状態で納められている。基板の搬入搬出室１２１に基板を外部から出し入れする際には、基板を収納したカセット１２２毎移動が行われる。
【０１０９】
１２３で示されるのは、基板を装置内において搬送するための搬送室であり、基板を一枚ずつ搬送するためのロボットアーム１２４を備えている。
【０１１０】
また、１２５は基板の位置合わせ用のアライメント手段であり、ロボットアームと基板との位置合わせを正確に行うための機能を有する。
【０１１１】
１２６で示される室は、レーザビームを基板に対して照射するための室である。この室では、レーザ照射装置から照射されたレーザビームを合成石英の窓を介して、基板が置かれるステージ１２７上に配置された基板上に照射することができる。ステージ１２７は、矢印で示されるように、１次元方向に移動する機能を有している。
【０１１２】
レーザ照射装置は、例えばＸｅＣｌエキシマレーザを発振する機能を有し、図３に示すような光学系を内蔵している。この図３に示す光学系を通ることにより、レーザビームは、幅数ｍｍ～数ｃｍ、長さ数十ｃｍの線状ビームに整形される。
【０１１３】
１２８で示される室は、スピナーにより基板にフッ酸処理を施すための酸化膜除去室である。スピナー１３１は基板を支持するためのチャック機構を有し、１００～３０００ｒｐｍの指定された回転数で回転させることができる。また、フッ酸及び純水を吐出し基板に

噴射するための複数の薬液ノズル１３２を有している。
【０１１４】
１２９で示される室は、基板にオゾン水による酸化処理を施すための酸化処理室である。スピナー１３９は基板を支持するためのチャック機構を有し、１００～３０００ｒｐｍの指定された回転数で回転させることができる。また、オゾン水及び純水を吐出し基板に噴射するための複数の薬液ノズル１４０を有している。有機物を除去し酸化膜を形成する手段としては、薬液ノズルに限定されずＵＶ光を照射する手段でもよい。
【０１１５】
１３０で示される室は、基板を加熱するための加熱室であり、ステージ１３３には抵抗加熱手段が内蔵されており、基板を所定の温度に加熱することができる。
【０１１６】
各室は密閉された構造を有し、排気系によって減圧状態、あるいは高真空状態とすることができる。各排気系には、独立して真空ポンプが備えられている。また各室には、必要とする気体（例えば不活性気体）を供給するためのガス供給系を備えている。また各室は、ゲートバルブ１３４～１３８を備えており、各室の気密性を独立して高める構成となっている。
【０１１７】
また、酸化処理としてオゾン水を用いる場合には酸化膜除去室１２８に有機物を除去し酸化膜を形成する手段として、例えばオゾン水を吐出し基板に噴射するための薬液ノズルを加えることにより、酸化膜除去室１２８と酸化処理室１２９を同一の室で兼ねることができ、室の数を減らしスループットも向上させることができる。
[実施例６]
本実施例は、レーザアニールの前処理としてフッ酸処理により自然酸化膜を除去した後にオゾン水を用いて半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行う際に、実施例５に示したレーザ処理装置を用いて自然酸化膜除去と半導体膜の酸化処理とレーザアニールの工程の間、酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に基板が保持される場合について図６を用いて説明する。
【０１１８】
実施例１と同様の方法で図６（ａ）に示すように基板１４１に窒化酸化珪素膜１４２、非晶質珪素膜１４３を成膜し、前記非晶質珪素膜１４３上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。次に、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図６（ｂ）に示すように結晶性を有する珪素膜１４４が得られる。
【０１１９】
次に、実施例５で示したレーザ処理装置を用いてレーザアニール前処理及びレーザアニール処理を行う。図５はレーザ処理装置の上面図である。ゲートバルブは全て閉鎖されている状態とし、各室は酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保たれている状態とする。
【０１２０】
まず、図６（ｂ）の状態を有する基板が多数枚収納されたカセット１２２を基板の搬入搬出室１２１に収納する。次に、搬入搬出室１２１を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気とする。
【０１２１】
そして、ゲートバルブ１３４を開け、ロボットアーム１２４によって、１枚の基板をカセット１２２から取り出し、搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３４を閉める。さらにゲートバルブ１３５を開けロボットアーム１２４に保持された基板を酸化膜除去室１２８に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。
【０１２２】
酸化膜除去室１２８では基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保持した状態で、スピナーにより６００ｒｐｍで基板を回転しながらフッ酸を塗布し図６（ｃ）に示すように自然酸化膜１４５を取り除き、純水洗浄後、回転数を２５００ｒｐｍにして基板を乾燥

させる。その後、ゲートバルブ１３５を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。そして、ゲートバルブ１３７を開け、ロボットアーム１２４に保持された基板を酸化処理室１２９に移送し、ゲートバルブ１３７を閉める。

【０１２３】

酸化処理室１２９では基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保持した状態で、スピナーにより５００ｒｐｍで基板を回転しながら、オゾン濃度６～１５ｍｇ／ｌのオゾン水を用いて２０～４０秒程度のオゾン水処理をすることによって図６（ｄ）に示すように１０～２０Å程度の酸化珪素膜１４６を形成する。この酸化珪素膜１４６は珪素膜表面１４４を被覆し不純物汚染を低減する効果を有する。

【０１２４】

酸化処理後、ゲートバルブ１３７を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３７を閉める。この後、基板を加熱室１３０に移送し、基板を加熱する手段を有するステージ１３３により基板を加熱して基板上の残留水分を乾燥させてもよい。そして、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム１２４によってレーザビームを照射するための室１２６に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。

【０１２５】

レーザビームは線状を有するものを用い、その線状のレーザビームの幅方向に基板ステージ１２７を動かすことにより、所定の面積に対してレーザビームを照射する。ここでは、図６（ｅ）の状態において、図面の基板右端から左端へと、レーザビームがスイープされるように基板ステージ１２７を移動させレーザビームを照射する。ここでの基板ステージ１２７の移動速度は１ｍｍ／秒とする。

【０１２６】

レーザビームの照射終了後、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。そしてゲートバルブ１３４を開け、基板を搬入搬出室１２１内のカセット１２２に収納し、ゲートバルブ１３４を閉める。

【０１２７】

上記の動作を繰り返すことにより、搬入搬出室１２１内のカセット１２２に収納された複数の基板全てに対してフッ酸処理、酸化処理及びレーザビームの照射を行うことができる。そして全ての基板に対するフッ酸処理、酸化処理及びレーザビームの照射が終了後、カセット１２２に収納された基板をカセット毎基板の搬入搬出室１２１から装置の外部に取り出す。

【０１２８】

このようにして作製された珪素膜をＴＦＴの活性層とすれば、ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。

[実施例７]

本実施例は、レーザアニールの前処理として自然酸化膜を除去した後にオゾン水を用いて半導体膜の酸化処理を行ってからレーザアニールを行い、さらにフッ酸処理を施した後、窒素雰囲気にてレーザアニールを行う際に、実施例５に示したレーザ処理装置を用いて自然酸化膜除去と半導体膜の酸化処理とレーザアニールとフッ酸処理とレーザアニールの工程の間、酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に基板が保持される場合について図７を用いて説明する。

【０１２９】

実施例１と同様の方法で図７（ａ）に示すように基板１５１に窒化酸化珪素膜１５２、非晶質珪素膜１５３を成膜し、前記非晶質珪素膜１５３上に結晶化を促進する元素を含有させた溶液を塗布する。次に、基板を温度５００℃の窒素雰囲気に１時間、更に温度５５０℃の窒素雰囲気に４時間の加熱を行った。前記加熱処理により図７（ｂ）に示すように結晶性を有する珪素膜１５４が得られる。

【０１３０】

次に、実施例５で示したレーザ処理装置を用いてレーザアニール前処理及びレーザアニール処理を行う。図５はレーザ処理装置の上面図である。ゲートバルブは全て閉鎖されている状態とし、各室は酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保たれている状態とする。

【０１３１】

まず、図７（ｂ）の状態を有する基板が多数枚収納されたカセット１２２を基板の搬入搬出室１２１に収納する。次に、搬入搬出室１２１を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気とする。

【０１３２】

そして、ゲートバルブ１３４を開け、ロボットアーム１２４によって、１枚の基板をカセット１２２から取り出し、搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３４を閉める。さらにゲートバルブ１３５を開けロボットアーム１２４に保持された基板を酸化膜除去室１２８に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。

【０１３３】

酸化膜除去室１２８では基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保持した状態で、スピナーにより６００ｒｐｍで基板を回転しながらフッ酸を塗布し図７（ｃ）に示すように自然酸化膜１５５を取り除き、純水洗浄後、回転数を２５００ｒｐｍにして基板を乾燥させる。その後、ゲートバルブ１３５を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。そして、ゲートバルブ１３７を開け、ロボットアーム１２４に保持された基板を酸化処理室１２９に移送し、ゲートバルブ１３７を閉める。

【０１３４】

酸化処理室１２９では基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保持した状態で、スピナーにより５００ｒｐｍで基板を回転しながら、オゾン濃度６～１５ｍｇ／ｌのオゾン水を用いて２０～４０秒程度のオゾン水処理をすることによって図７（ｄ）に示すように１０～２０Å程度の酸化珪素膜１５６を形成する。この酸化珪素膜１５６は珪素膜表面１５４を被覆し不純物汚染を低減する効果を有する。

【０１３５】

酸化処理後、ゲートバルブ１３７を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３７を閉める。この後、基板を加熱室１３０に移送し、基板を加熱する手段を有するステージ１３３により基板を加熱して基板上の残留水分を乾燥させてもよい。そして、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム１２４によってレーザビームを照射するための室１２６に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。

【０１３６】

レーザビームは線状を有するものを用い、その線状のレーザビームの幅方向に基板ステージ１２７を動かすことにより、所定の面積に対してレーザビームを照射する。ここでは、図７（ｅ）の状態において、図面の基板右端から左端へと、レーザビームがスイープされるように基板ステージ１２７を移動させレーザビームを照射する。ここでの基板ステージ１２７の移動速度は１ｍｍ／秒とする。

【０１３７】

レーザビームの照射終了後、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。そしてゲートバルブ１３５を開け、ロボットアーム１２４に保持された基板を酸化膜除去室１２８に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。

【０１３８】

酸化膜除去室１２８では基板を酸素濃度２０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気に保持した状態で、再度フッ酸処理を行って酸化珪素膜を取り除き図７（ｆ）に示すように結晶質珪素膜１５７を露出させる。その後、ゲートバルブ１３５を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３５を閉める。この後、基板を加熱室１３０に移送し、基板を加熱する手段を有するステージ１３３により基板を加熱して基板上の残留水分を乾燥させてもよい。そして、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム

１２４によってレーザビームを照射するための室１２６に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。

【０１３９】

レーザ室１２６では図７（ｇ）の状態において、図面の基板右端から左端へと、レーザビームがスイープされるように基板ステージ１２７を移動させレーザビームを照射する。ここでの基板ステージ１２７の移動速度は１ｍｍ／秒とする。

【０１４０】

レーザビームの照射終了後、ゲートバルブ１３６を開け、基板をロボットアーム１２４によって搬送室１２３に移送し、ゲートバルブ１３６を閉める。そしてゲートバルブ１３４を開け、基板を搬入搬出室１２１内のカセット１２２に収納し、ゲートバルブ１３４を閉める。

【０１４１】

上記の動作を繰り返すことにより、搬入搬出室１２１内のカセット１２２に収納された複数の基板全てに対してフッ酸処理と酸化処理とレーザビームの照射とフッ酸処理とレーザビームの照射を行うことができる。そして全ての基板に対するフッ酸処理と酸化処理とレーザビームの照射とフッ酸処理とレーザビームの照射が終了後、カセット１２２に収納された基板をカセット毎基板の搬入搬出室１２１から装置の外部に取り出す。

【０１４２】

このようにして作製された珪素膜をＴＦＴの活性層とすれば、ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなり、特性も向上する。

［実施例８］

本実施例ではアクティブマトリクス基板の作製方法について図８～図１１を用いて説明する。本明細書ではＣＭＯＳ回路、及び駆動回路と、画素ＴＦＴ、保持容量とを有する画素部を同一基板上に形成された基板を、便宜上アクティブマトリクス基板と呼ぶ。

【０１４３】

図８（Ａ）に示すように本実施例ではコーニング社の＃７０５９ガラスや＃１７３７ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板３５０を用いる。なお、基板３５０としては、石英基板やシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものを用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性が有するプラスチック基板を用いてもよい。

【０１４４】

次いで、基板３５０上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜３５１を形成する。本実施例では下地膜３５１として２層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または２層以上積層させた構造を用いても良い。下地膜３５１の一層目としては、プラズマＣＶＤ法を用い、SiH_4、NH_3、及びN_2Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜３５１ａを１０～２００ｎｍ（好ましくは５０～１００ｎｍ）形成する。本実施例では、膜厚５０ｎｍの酸化窒化珪素膜３５１ａ（組成比Ｓｉ＝３２％、Ｏ＝２７％、Ｎ＝２４％、Ｈ＝１７％）を形成した。次いで、下地膜３５１の２層目としては、プラズマＣＶＤ法を用い、SiH_4、及びN_2Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜３５１ｂを５０～２００ｎｍ（好ましくは１００～１５０ｎｍ）の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚１００ｎｍの酸化窒化珪素膜３５１ｂ（組成比Ｓｉ＝３２％、Ｏ＝５９％、Ｎ＝７％、Ｈ＝２％）を形成する。

【０１４５】

次いで、下地膜上に半導体膜３５２を形成する。半導体膜３５２は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、ＬＰＣＶＤ法、またはプラズマＣＶＤ法等）により２５～８０ｎｍ（好ましくは３０～６０ｎｍ）の厚さで成膜する。前記半導体膜３５２としては、非晶質半導体膜や微結晶半導体膜、結晶質半導体膜などがある。本実施例では、プラズマＣＶＤ法を用い、５５ｎｍの非晶質珪素膜を成膜する。

【０１４６】

続いて、非晶質半導体膜にニッケル、パラジウム、または鉛等の元素を微量に導入する。

導入の方法は、プラズマ処理や蒸着、イオン注入、スパッタ法、溶液塗布等を利用すればよい。前記導入の後、例えば５５０℃の窒素雰囲気に４時間、非晶質半導体を置くと、特性の良好な結晶質半導体膜が得られる。結晶化に最適な加熱温度や加熱時間等は、前記元素の導入量や、非晶質半導体膜の状態による。本実施例では、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させ、この非晶質珪素膜に脱水素化（５００℃、１時間）を行なった後、熱結晶化（５５０℃、４時間）を行なって結晶質珪素膜を形成する。

【０１４７】

さらに、本発明のレーザアニール前処理方法およびレーザアニール処理方法を適用したレーザ結晶化法により得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして、半導体層４０２～４０６を形成する。

【０１４８】

レーザ結晶化法において、パルス発振型または連続発振型のエキシマレーザやＹＡＧ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、Ｔｉ：サファイアレーザ等を用いることができる。これらのレーザを用いる場合には、レーザ発振器から放射されたレーザビームを光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宣選択するものであるが、エキシマレーザを用いる場合はパルス発振周波数３００Ｈｚとし、レーザーエネルギー密度を１００～７００ｍＪ／ｃｍ^2(代表的には２００～３００ｍＪ／ｃｍ^2)とする。また、ＹＡＧレーザを用いる場合にはその第２高調波を用いパルス発振周波数１～３００Ｈｚとし、レーザーエネルギー密度を３００～１０００ｍＪ／ｃｍ^2 (代表的には３５０～５００ｍＪ／ｃｍ^2)とすると良い。そして幅１００～１０００μｍ、例えば４００μｍで線状に集光したレーザ光を基板全面に渡って照射し、この時の線状ビームの重ね合わせ率（オーバーラップ率）を５０～９８％として行なってもよい。

【０１４９】

本実施例では、実施例１と同様の方法でレーザアニールの前処理として、フッ酸処理（エッチング処理）を行い組成や膜厚の制御されていない自然酸化膜および局在化した金属元素を取り除き、その後オゾン濃度６～１５ｍｇ／ｌのオゾン水を用いてスピンコートにより５００ｒｐｍで２０～４０秒程度のオゾン水による酸化処理をすることにより１０～２０Å程度の酸化珪素膜を形成する。

この後、実施例１と同様の方法でラムダ社のＸｅＣｌエキシマレーザ（波長３０８ｎｍ、パルス幅３０ｎｓ）Ｌ３３０８を使用して窒素雰囲気中でレーザビームを照射してレーザアニールを行う。このレーザ発振器はパルス発振レーザを発し、５００ｍＪ／パルスのエネルギーを出す能力を持っている。レーザビームのサイズは、レーザビームの出口で１０×３０ｍｍ（共にビームプロファイルにおける半値幅）である。前記ＸｅＣｌエキシマレーザを用い、図３のような光学系を経てレーザビームを線状ビームに加工し、レーザアニールを行う。

そして、この結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層４０２～４０６を形成する。

【０１５０】

また、半導体層４０２～４０６を形成した後、ＴＦＴのしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行なってもよい。

【０１５１】

次いで、半導体層４０２～４０６を覆うゲート絶縁膜４０７を形成する。ゲート絶縁膜４０７はプラズマＣＶＤ法またはスパッタ法を用い、厚さを４０～１５０ｎｍとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマＣＶＤ法により１１０ｎｍの厚さで酸化窒化珪素膜（組成比Ｓｉ＝３２％、Ｏ＝５９％、Ｎ＝７％、Ｈ＝２％）で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【０１５２】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマＣＶＤ法でＴＥＯＳ（Tetraethyl Orthosi

licate）とO_2とを混合し、反応圧力４０Ｐａ、基板温度３００～４００℃とし、高周波（１３．５６ＭＨｚ）電力密度０．５～０．８Ｗ／ｃｍ^{2}で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後４００～５００℃の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【０１５３】

次いで、ゲート絶縁膜４０７上に膜厚２０～１００ｎｍの第１の導電膜４０８と、膜厚１００～４００ｎｍの第２の導電膜４０９とを積層形成する（図８（Ｂ））。本実施例では、膜厚３０ｎｍのＴａＮ膜からなる第１の導電膜４０８と、膜厚３７０ｎｍのW膜からなる第２の導電膜４０９を積層形成した。ＴａＮ膜はスパッタ法で形成し、Ｔａのターゲットを用い、窒素を含む雰囲気内でスパッタした。また、W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成した。その他に６フッ化タングステン（WF_6）を用いる熱ＣＶＤ法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は２０μΩｃｍ以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W膜中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。従って、本実施例では、高純度のW（純度９９．９９９９％）のターゲットを用いたスパッタ法で、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率９～２０μΩｃｍを実現することができた。

【０１５４】

なお、本実施例では、第１の導電膜４０８をＴａＮ、第２の導電膜４０９をWとしたが、特に限定されず、いずれもＴａ、W、Ｔｉ、Ｍｏ、Ａｌ、Ｃｕ、Ｃｒ、Ｎｄから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、ＡｇＰｄＣｕ合金を用いてもよい。また、第１の導電膜をタンタル（Ｔａ）膜で形成し、第２の導電膜をW膜とする組み合わせ、第１の導電膜を窒化チタン（ＴｉＮ）膜で形成し、第２の導電膜をW膜とする組み合わせ、第１の導電膜を窒化タンタル（ＴａＮ）膜で形成し、第２の導電膜をＡｌ膜とする組み合わせ、第１の導電膜を窒化タンタル（ＴａＮ）膜で形成し、第２の導電膜をＣｕ膜とする組み合わせとしてもよい。

【０１５５】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク４１０～４１５を形成し、電極及び配線を形成するための第１のエッチング処理を行なう。第１のエッチング処理では第１及び第２のエッチング条件で行なう。（図８（Ｃ））本実施例では第１のエッチング条件として、ＩＣＰ（Inductively Coupled Plasma：誘導結合型プラズマ）エッチング法を用い、エッチング用ガスにCF_4とCl_2とO_2とを用い、それぞれのガス流量比を２５／２５／１０（ｓｃｃｍ）とし、１Ｐａの圧力でコイル型の電極に５００WのＲＦ（１３．５６ＭＨｚ）電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行った。ここでは、松下電器産業（株）製のＩＣＰを用いたドライエッチング装置（Model　Ｅ６４５－□ＩＣＰ）を用いた。基板側（試料ステージ）にも１５０WのＲＦ（１３．５６ＭＨｚ）電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第１のエッチング条件によりW膜をエッチングして第１の導電層の端部をテーパー形状とする。

【０１５６】

この後、レジストからなるマスク４１０～４１５を除去せずに第２のエッチング条件に変え、エッチング用ガスにCF_4とCl_2とを用い、それぞれのガス流量比を３０／３０（ｓｃｃｍ）とし、1Paの圧力でコイル型の電極に５００WのＲＦ（１３．５６ＭＨｚ）電力を投入してプラズマを生成して約３０秒程度のエッチングを行った。基板側（試料ステージ）にも２０WのＲＦ（１３．５６ＭＨｚ）電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。CF_4とCl_2を混合した第２のエッチング条件ではW膜及びＴａＮ膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、１０～２０％程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

【０１５７】

上記第１のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状を適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第１の導電層及び第２の導電層の端部がテーパー形状となる。このテーパー部の角度は１５～４５°となる。こうして、第１のエッチング処理により第１の導電層と第２の導電層から成る第１の形状の導電層４１７～４２２（第１の導電層４１７ａ～４２２ａと第２の導電層４１７ｂ～４２２ｂ）を形成する。４１６はゲート絶縁膜であり、第１の形状の導電層４１７～４２２で覆われない領域は２０～５０ｎｍ程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【０１５８】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第２のエッチング処理を行なう。（図８（Ｄ））ここでは、エッチングガスにCF_4とCl_2とO_2とを用い、Ｗ膜を選択的にエッチングする。この時、第２のエッチング処理により第２の導電層４２８ｂ～４３３ｂを形成する。一方、第１の導電層４１７ａ～４２２ａは、ほとんどエッチングされず（４２８ａ～４３３ａ）、第２の形状の導電層４２８～４３３を形成する。

【０１５９】

そして、レジストからなるマスクを除去せずに第１のドーピング処理を行い、半導体層にｎ型を付与する不純物元素を低濃度に添加する。ドーピング処理はイオンドープ法、若しくはイオン注入法で行なえば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を1×10^{13}～5×10^{14}／cm^2とし、加速電圧を４０～８０ｋｅＶとして行なう。本実施例ではドーズ量を1.5×10^{13}／cm^2とし、加速電圧を６０ｋｅＶとして行なう。ｎ型を付与する不純物元素として１５族に属する元素、典型的にはリン（Ｐ）または砒素（Ａｓ）を用いるが、ここではリン（Ｐ）を用いる。この場合、導電層４２８～４３３がｎ型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に不純物領域４２３～４２７が形成される。不純物領域４２３～４２７には1×10^{18}～1×10^{20}／cm^3の濃度範囲でｎ型を付与する不純物元素を添加する。

レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク４３４ａ～４３４ｃを形成して第１のドーピング処理よりも高い加速電圧で第２のドーピング処理を行なう。イオンドープ法の条件はドーズ量を1×10^{13}～1×10^{15}／cm^2とし、加速電圧を６０～１２０ｋｅＶとして行なう。ドーピング処理は第２の導電層４２８ｂ～４３２ｂを不純物元素に対するマスクとして用い、第１の導電層のテーパー部の下方の半導体層に不純物元素が添加されるようにドーピングする。続いて、第２のドーピング処理より加速電圧を下げて第３のドーピング処理を行なって図９（Ａ）の状態を得る。イオンドープ法の条件はドーズ量を1×10^{15}～1×10^{17}／cm^2とし、加速電圧を５０～１００ｋｅＶとして行なう。第２のドーピング処理および第３のドーピング処理により、第１の導電層と重なる低濃度不純物領域４３６、４４２、４４８には1×10^{18}～5×10^{19}／cm^3の濃度範囲でｎ型を付与する不純物元素を添加され、高濃度不純物領域４３５、４３８、４４１、４４４、４４７には1×10^{19}～5×10^{21}／cm^3の濃度範囲でｎ型を付与する不純物元素を添加される。

【０１６０】

もちろん、適当な加速電圧を選ぶことで、第２のドーピング処理および第３のドーピング処理で形成される低濃度不純物領域および高濃度不純物領域を、１回のドーピング処理で行なうことも可能である。

【０１６１】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク４５０ａ～４５０ｃを形成して第４のドーピング処理を行なう。この第４のドーピング処理により、ｐチャネル型ＴＦＴの活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域４５１、４５３～４５５、４５７、４５９、４６０を形成する。第２の導電層４２８ａ～４３２ａを不純物元素に対するマスクとして用い、ｐ型を付与する不純物元素を添加して自己整合的に不純物領域を形成する。本実施例では、不純物領域４５１、４５３～４５５、４５７、４５９、４６０はジボラン（B_2H_6）を用いたイオンドープ法で形成する。（図９（Ｂ））この第４のドーピング処理の際には、ｎ

チャネル型ＴＦＴを形成する半導体層はレジストからなるマスク４５０ａ～４５０ｃで一部覆われている。第１乃至３のドーピング処理によって、不純物領域４３８、４３９にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においてもｐ型を付与する不純物元素の濃度を1×10^{19}～5×10^{21}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}となるようにドーピング処理することにより、ｐチャネル型ＴＦＴのソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。

【０１６２】

以上までの工程で、それぞれの半導体層に不純物領域が形成される。

【０１６３】

次いで、レジストからなるマスク４５０ａ～４５０ｃを除去して第１の層間絶縁膜４６１を形成する。この第１の層間絶縁膜４６１としては、プラズマＣＶＤ法またはスパッタ法を用い、厚さを１００～２００ｎｍとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマＣＶＤ法により膜厚１５０ｎｍの酸化窒化珪素膜を形成した。勿論、第１の層間絶縁膜４６１は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【０１６４】

次いで、図９（Ｃ）に示すように、加熱処理を行なって、半導体層の結晶性の回復、それぞれの半導体層に添加された不純物元素の活性化を行なう。この加熱処理はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行なう。熱アニール法としては、酸素濃度が１ｐｐｍ以下、好ましくは０．１ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中で４００～７００℃、代表的には５００～５５０℃で行えばよく、本実施例では５５０℃、４時間の熱処理で活性化処理を行った。なお、熱アニール法の他に、レーザアニール法、またはラピッドサーマルアニール法（ＲＴＡ法）を適用することができる。

【０１６５】

なお、本実施例では、上記活性化処理と同時に、結晶化の際に触媒として使用したニッケルが高濃度のリンを含む不純物領域４３５、４３８、４４１、４４４、４４７を結晶化する。そのため、前記不純物領域前記金属元素がゲッタリングされ、主にチャネル形成領域となる半導体層中のニッケル濃度が低減される。このようにして作製したチャネル形成領域を有するＴＦＴはオフ電流値が下がり、結晶性が良いことから高い電界効果移動度が得られ、良好な特性を達成することができる。

【０１６６】

また、第１の層間絶縁膜を形成する前に加熱処理を行なっても良い。ただし、用いた配線材料が熱に弱い場合には、本実施例のように配線等を保護するため層間絶縁膜（珪素を主成分とする絶縁膜、例えば窒化珪素膜）を形成した後で活性化処理を行なうことが好ましい。

【０１６７】

そして、加熱処理（３００～５５０℃で１～１２時間の熱処理）を行なうと水素化を行なうことができる。この工程は第１の層間絶縁膜４６１に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。第１の層間絶縁膜の存在に関係なく半導体層を水素化することができる。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）や、３～１００％の水素を含む雰囲気中で３００～４５０℃で１～１２時間の加熱処理を行っても良い。

【０１６８】

また、活性化処理としてレーザアニール法を用いる場合には、上記水素化を行った後、エキシマレーザやＹＡＧレーザ等のレーザビームを照射することが望ましい。

【０１６９】

次いで、第１の層間絶縁膜４６１上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第２の層間絶縁膜４６２を形成する。本実施例では、膜厚１．６μｍのアクリル樹脂膜を形成したが、粘度が１０～１０００ｃｐ、好ましくは４０～２００ｃｐのものを用いる。また、第２の層間絶縁膜４６２として表面が平坦化する膜を用いてもよい。

【０１７０】
そして、駆動回路５０６において、各不純物領域とそれぞれ電気的に接続する配線４６３～４６７を形成する。なお、これらの配線は、膜厚５０ｎｍのＴｉ膜と、膜厚５００ｎｍの合金膜（ＡｌとＴｉとの合金膜）との積層膜をパターニングして形成する。（図１０）
また、画素部５０７においては、画素電極４７０、ゲート配線４６９、接続電極４６８を形成する。この接続電極４６８によりソース配線（４４３ａと４４３ｂの積層）は、画素ＴＦＴ５０４と電気的な接続が形成される。また、ゲート配線４６９は、画素ＴＦＴのゲート電極と電気的な接続が形成される。また、画素電極４７０は、画素ＴＦＴのドレイン領域と電気的な接続が形成され、さらに保持容量を形成する一方の電極として機能する半導体層４０６と電気的な接続が形成される。また、画素電極４７０としては、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ことが望ましい。なお、画素電極４７０としてＩＴＯのような透明導電膜を用いることができる。
【０１７１】
以上の様にして、ｎチャネル型ＴＦＴ５０１とｐチャネル型ＴＦＴ５０２からなるＣＭＯＳ回路５０８、及びｎチャネル型ＴＦＴ５０３を有する駆動回路５０６と、画素ＴＦＴ５０４、保持容量５０５とを有する画素部５０７を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。
【０１７２】
駆動回路５０６のｎチャネル型ＴＦＴ５０１はチャネル形成領域４３７、ゲート電極の一部を構成する第１の導電層４２８ａと重なる低濃度不純物領域４３６（ＧＯＬＤ領域）、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域４５２と、ｎ型を付与する不純物元素およびｐ型を付与する不純物元素が導入された不純物領域４５１を有している。このｎチャネル型ＴＦＴ５０１と電極４６６で接続してＣＭＯＳ回路５０８を形成するｐチャネル型ＴＦＴ５０２にはチャネル形成領域４４０、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域４５４と、ｎ型を付与する不純物元素およびｐ型を付与する不純物元素が導入された不純物領域４５３及び４５４を有している。また、ｎチャネル型ＴＦＴ５０３にはチャネル形成領域４４３、ゲート電極の一部を構成する第１の導電層４３０ａと重なる低濃度不純物領域４４２（ＧＯＬＤ領域）、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域４５６と、ｎ型を付与する不純物元素およびｐ型を付与する不純物元素が導入された不純物領域４５５を有している。
【０１７３】
画素部の画素ＴＦＴ５０４にはチャネル形成領域４４６、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域４４５（ＬＤＤ領域）、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域４５８と、ｎ型を付与する不純物元素およびｐ型を付与する不純物元素が導入された不純物領域４５７を有している。また、保持容量５０５の一方の電極として機能する半導体層には、ｎ型を付与する不純物元素およびｐ型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量５０５は、絶縁膜４１６を誘電体として、電極（４３２ａと４３２ｂの積層）と、半導体層とで形成している。
本実施例の画素構造は、ブラックマトリクスを用いることなく、画素電極間の隙間が遮光されるように、画素電極の端部をソース配線と重なるように配置形成する。
【０１７４】
また、本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図１１に示す。なお、図８～図１１に対応する部分には同じ符号を用いている。図１０中の鎖線Ａ－Ａ’は図１１中の鎖線Ａ－Ａ’で切断した断面図に対応している。また、図１０中の鎖線Ｂ－Ｂ’は図１１中の鎖線Ｂ－Ｂ’で切断した断面図に対応している。
【０１７５】
なお、本実施例は実施例１～４及び実施例６～７のいずれか一と自由に組み合わせることが可能である。
［実施例９］
本実施例では、実施例８で作製したアクティブマトリクス基板から、反射型液晶表示装置

を作製する工程を以下に説明する。説明には図１２を用いる。

【０１７６】

まず、実施例８に従い、図１０の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図１０のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極４７０上に配向膜５６７を形成しラビング処理を行なう。なお、本実施例では配向膜５６７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５７２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。

【０１７７】

次いで、対向基板５６９を用意する。次いで、対向基板５６９上に着色層５７０、５７１、平坦化膜５７３を形成する。赤色の着色層と青色の着色層とを重ねて、遮光部を形成する。また、赤色の着色層と緑色の着色層とを一部重ねて、遮光部を形成してもよい。

【０１７８】

本実施例では、実施例８に示す基板を用いている。従って、実施例８の画素部の上面図を示す図１１では、少なくともゲート配線４６９と画素電極４７０の間隙と、ゲート配線４６９と接続電極４６８の間隙と、接続電極４６８と画素電極４７０の間隙を遮光する必要がある。本実施例では、それらの遮光すべき位置に着色層の積層からなる遮光部が重なるように各着色層を配置して、対向基板を貼り合わせた。

【０１７９】

このように、ブラックマスク等の遮光層を形成することなく、各画素間の隙間を着色層の積層からなる遮光部で遮光することによって工程数の低減を可能とした。

【０１８０】

次いで、平坦化膜５７３上に透明導電膜からなる対向電極５７６を少なくとも画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜５７４を形成し、ラビング処理を施した。

【０１８１】

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５６８で貼り合わせる。シール材５６８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５７５を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶材料５７５には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図１２に示す反射型液晶表示装置が完成する。なお、画素電極に透明導電膜を用いた場合には、透過型液晶表示装置を作ることも可能である。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、対向基板のみに偏光板（図示しない）を貼りつけた。そして、公知の技術を用いてＦＰＣを貼りつけた。

【０１８２】

また、本実施例は実施例１～４及び実施例６～８のいずれか一と自由に組み合わせることが可能であり、以上のようにして作製される液晶表示パネルは各種電気器具の表示部として用いることができる。

［実施例１０］

本発明を適用して、本願発明を実施して形成されたＣＭＯＳ回路や画素部は様々な電気光学装置（アクティブマトリクス型液晶ディスプレイともいう）に用いることができる。即ち、それら電気光学装置を表示部に組み込んだ電気器具全てに本発明を実施できる。

【０１８３】

その様な電気器具としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、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、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１３、図１４及び図１５に示す。

【０１８４】

図１３（Ａ）はパーソナルコンピュータであり、本体３００１、画像入力部３００２、表示部３００３、キーボード３００４等を含む。本発明を表示部３００３に適用することが

できる。

【０１８５】

図１３（Ｂ）はビデオカメラであり、本体３１０１、表示部３１０２、音声入力部３１０３、操作スイッチ３１０４、バッテリー３１０５、受像部３１０６等を含む。本発明を表示部３１０２に適用することができる。

【０１８６】

図１３（Ｃ）はモバイルコンピュータ（モービルコンピュータ）であり、本体３２０１、カメラ部３２０２、受像部３２０３、操作スイッチ３２０４、表示部３２０５等を含む。本発明は表示部３２０５に適用できる。

【０１８７】

図１３（Ｄ）はゴーグル型ディスプレイであり、本体３３０１、表示部３３０２、アーム部３３０３等を含む。本発明は表示部３３０２に適用することができる。

【０１８８】

図１３（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３４０１、表示部３４０２、スピーカ部３４０３、記録媒体３４０４、操作スイッチ３４０５等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体としてＤＶＤ（Ｄｉｇｔｉａｌ　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なうことができる。本発明は表示部３４０２に適用することができる。

【０１８９】

図１３（Ｆ）はデジタルカメラであり、本体３５０１、表示部３５０２、接眼部３５０３、操作スイッチ３５０４、受像部（図示しない）等を含む。本発明を表示部３５０２に適用することができる。

【０１９０】

図１４（Ａ）はフロント型プロジェクターであり、投射装置３６０１、スクリーン３６０２等を含む。本発明は投射装置３６０１の一部を構成する液晶表示装置３８０８やその他の駆動回路に適用することができる。

【０１９１】

図１４（Ｂ）はリア型プロジェクターであり、本体３７０１、投射装置３７０２、ミラー３７０３、スクリーン３７０４等を含む。本発明は投射装置２７０２の一部を構成する液晶表示装置３８０８やその他の駆動回路に適用することができる。

【０１９２】

なお、図１４（Ｃ）は、図１４（Ａ）及び図１４（Ｂ）中における投射装置３６０１、３７０２の構造の一例を示した図である。投射装置３６０１、３７０２は、光源光学系３８０１、ミラー３８０２、３８０４～３８０６、ダイクロイックミラー３８０３、プリズム３８０７、液晶表示装置３８０８、位相差板３８０９、投射光学系３８１０で構成される。投射光学系３８１０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１４（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。

【０１９３】

また、図１４（Ｄ）は、図１４（Ｃ）中における光源光学系３８０１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３８０１は、リフレクター２８１１、光源３８１２、レンズアレイ３８１３、３８１４、偏光変換素子２８１５、集光レンズ３８１６で構成される。なお、図１４（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。

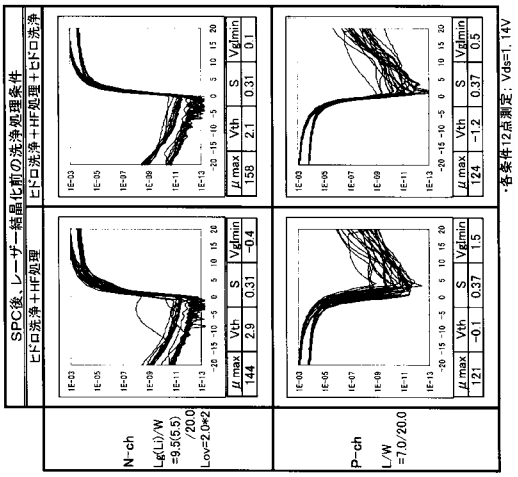
【０１９４】

ただし、図１４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発光装置での適用例は図示していない。

【０１９５】
図１５（Ａ）は携帯電話であり、本体３９０１、音声出力部３９０２、音声入力部３９０３、表示部３９０４、操作スイッチ３９０５、アンテナ３９０６等を含む。本発明を表示部３９０４に適用することができる。
【０１９６】
図１５（Ｂ）は携帯書籍（電子書籍）であり、本体４００１、表示部４００２、４００３、記憶媒体４００４、操作スイッチ４００５、アンテナ４００６等を含む。本発明は表示部４００２、４００３に適用することができる。
【０１９７】
図１５（Ｃ）はディスプレイであり、本体４１０１、支持台４１０２、表示部４１０３等を含む。本発明は表示部４１０３に適用することができる。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角１０インチ以上（特に３０インチ以上）のディスプレイには有利である。
【０１９８】
以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に適用することが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例１～４及び実施例６～１０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。
【０１９９】
【本発明の効果】
本発明の構成を採用することにより、以下に示すような基本的有意性を得ることが出来る。
(a)本発明により得られた結晶質半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性のばらつきは少なくなる。
(b)本発明により得られた結晶質半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、前記ＴＦＴの電気的特性は向上される。
(c)本発明のレーザ処理装置を用いると、生産性及びスループットの低下を最小限に抑えることができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】　（Ａ）本発明の工程表
（Ｂ）本発明のＴＦＴ特性のレーザアニール前処理依存性を示す図。
【図２】　本実施形態１及び本実施例１～３の作製工程を示す断面図。
【図３】　本発明のレーザビームを線状ビームに加工する光学系の上面図及び断面図。
【図４】　本実施形態２及び本実施例４の作製工程を示す断面図。
【図５】　本発明のレーザ処理装置の一例。
【図６】　本実施例６の作製工程を示す断面図。
【図７】　本実施例７の作製工程を示す断面図。
【図８】　実施例８の画素ＴＦＴ、駆動回路のＴＦＴの作製工程を示す断面図。
【図９】　実施例８の画素ＴＦＴ、駆動回路のＴＦＴの作製工程を示す断面図。
【図１０】　実施例８の画素ＴＦＴ、駆動回路のＴＦＴの作製工程を示す断面図。
【図１１】　実施例８の画素部の画素を示す上面図。
【図１２】　実施例９のアクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図。
【図１３】　実施例１０の電気機器の一例を示す図。
【図１４】　実施例１０の電気機器一例を示す図。
【図１５】　実施例１０の電気機器の一例を示す図。
【図１６】　本発明の半導体膜のＥＢＳＰ評価結果。
【図１７】　従来のＬＰＳ膜のＥＢＳＰ評価結果。
【図１８】　本発明の半導体膜のＳＥＭ観察結果。
【図１９】　本発明のＳ値とドメインサイズの関係。
【図２０】　本発明の移動度とドメインサイズの関係。

【図１】

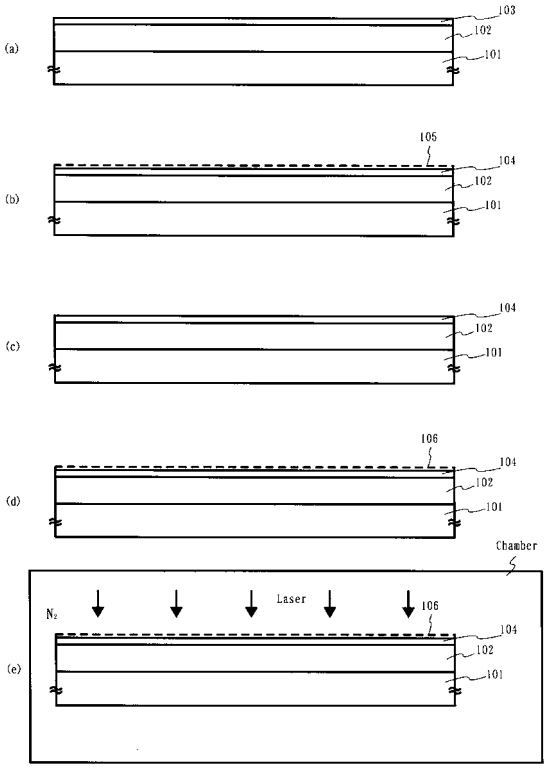
(B)



(A)

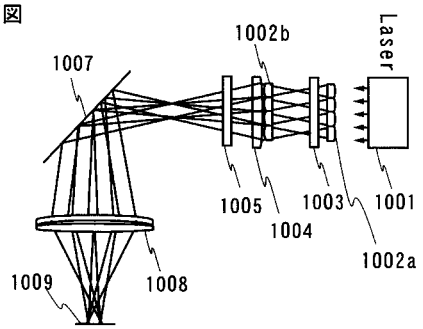
工程	処理	備考
1	ニッケル添加	スパッタ法
2	加熱処理	550℃, 4時間
3	(a)or(b)	図1(B)の処理(a)もしくは処理(b)
4	ゲート絶縁膜形成	なし
5	ゲート電極形成	TaN膜厚400nm
6	活性化処理	550℃, 4時間
7	水素化処理	410℃, 1時間(窒素雰囲気)

【図２】

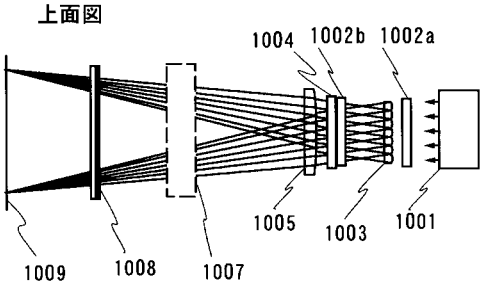


【図３】

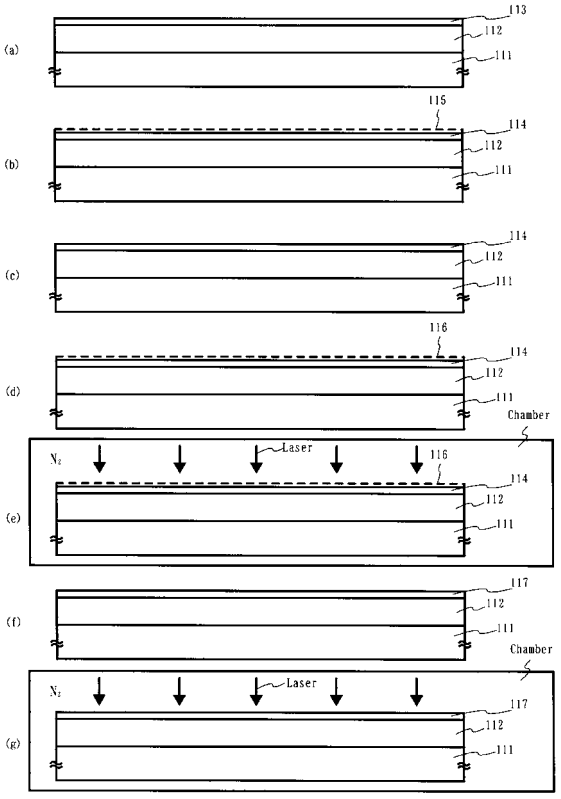
側面図



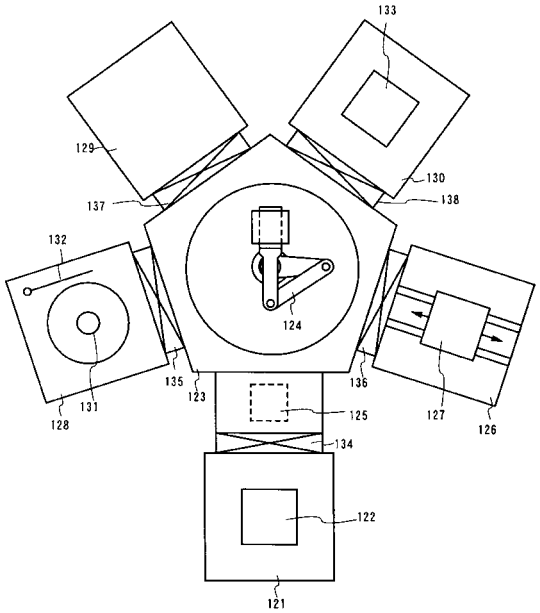
上面図



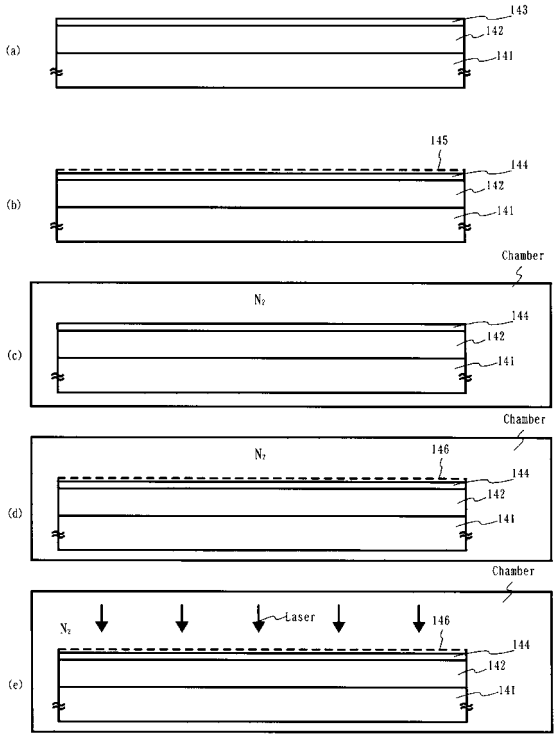
【図４】



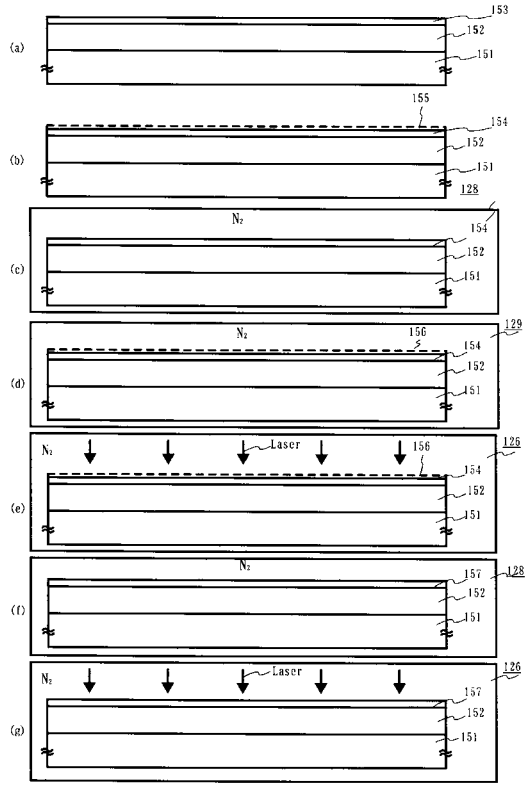
【図５】


133
129
130
137
138
132
124
135
123
136
131
128
125
127
126
134
122
121

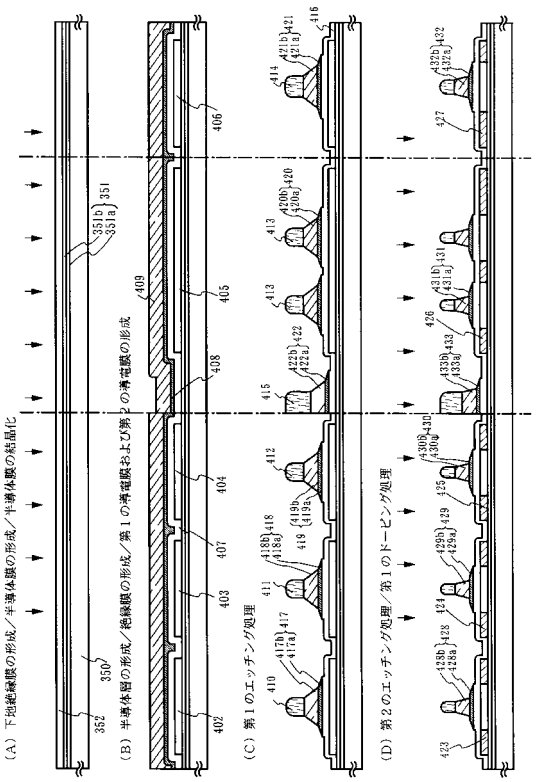
【図６】


(a)
143
142
141
(b)
145
144
142
141
Chamber
(c)
N2
144
142
141
Chamber
(d)
N2
146
144
142
141
Chamber
(e)
N2
Laser
146
144
142
141

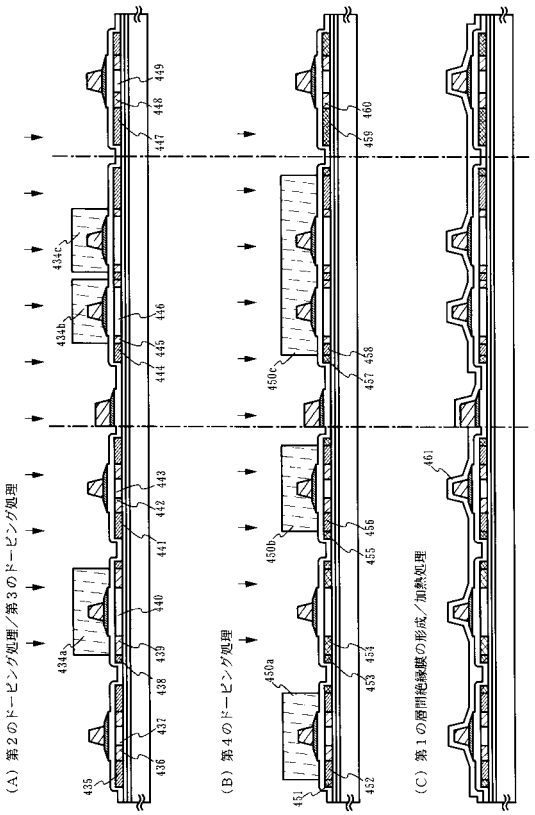
【図７】


(a)
153
152
151
(b)
155
154
152
151
128
(c)
N2
154
152
151
(d)
N2
156
129
154
152
151
(e)
N2
Laser
156
126
154
152
151
(f)
N2
157
128
152
151
(g)
N2
Laser
126
157
152
151

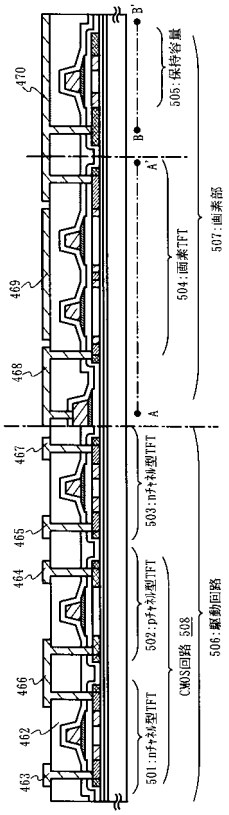
【図８】


(A) 下地絶縁膜の形成／半導体膜の形成／半導体膜の結晶化
(B) 半導体層の形成／絶縁膜の形成／第１の導電膜および第２の導電膜の形成
(C) 第１のエッチング処理
(D) 第２のエッチング処理／第１のドーピング処理

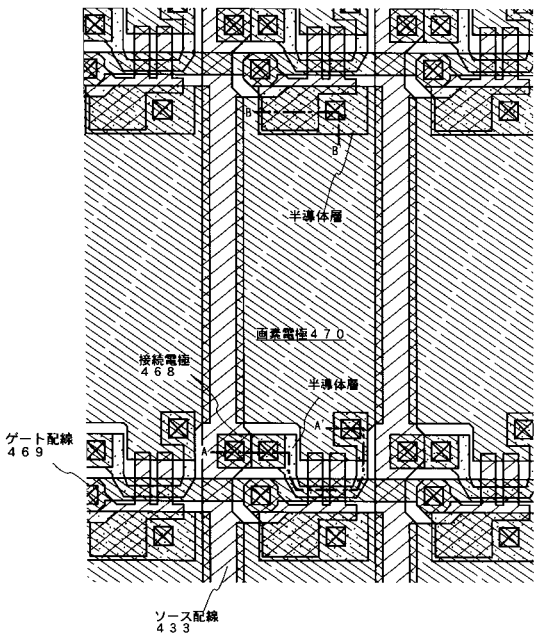
【図９】



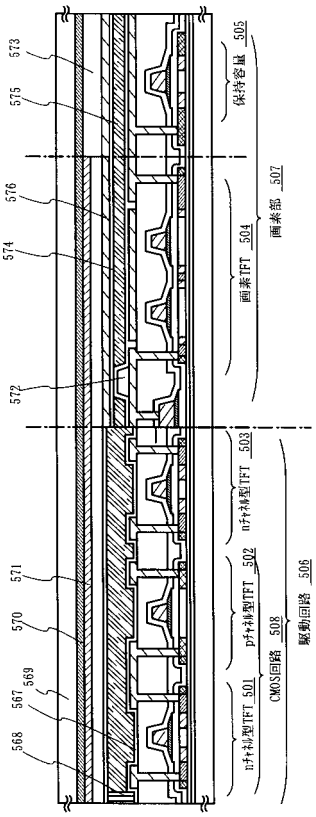
【図１０】



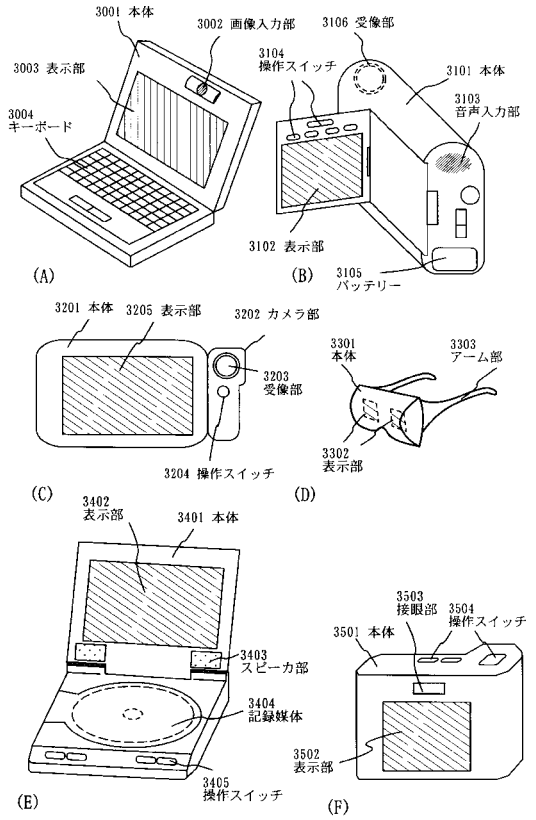
【図１１】



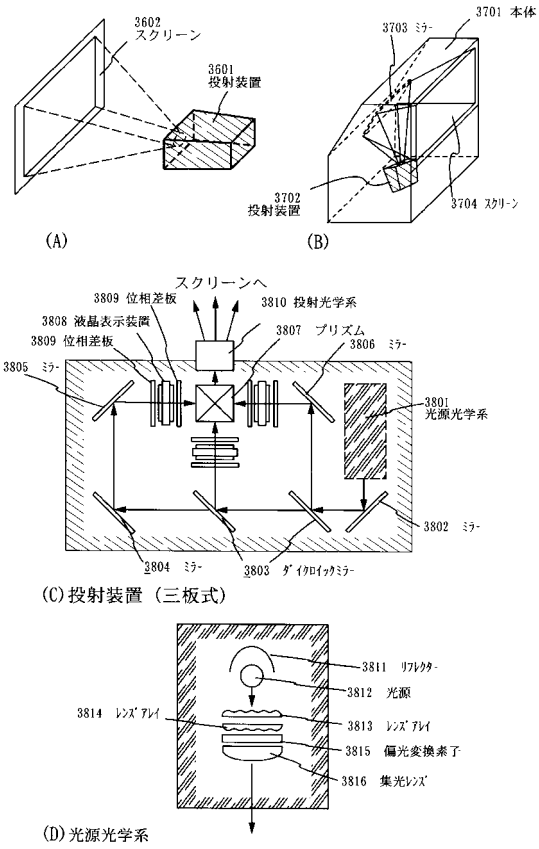
【図１２】



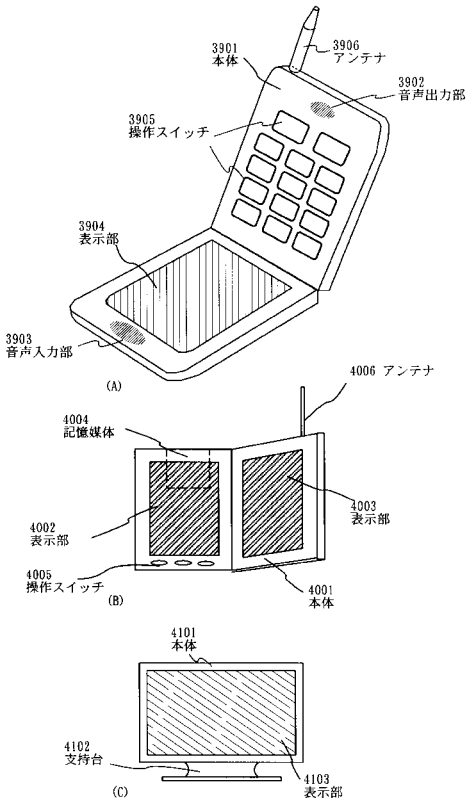
【図１３】



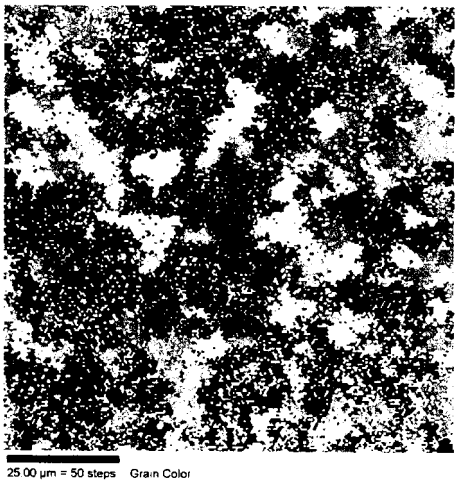
【図１４】



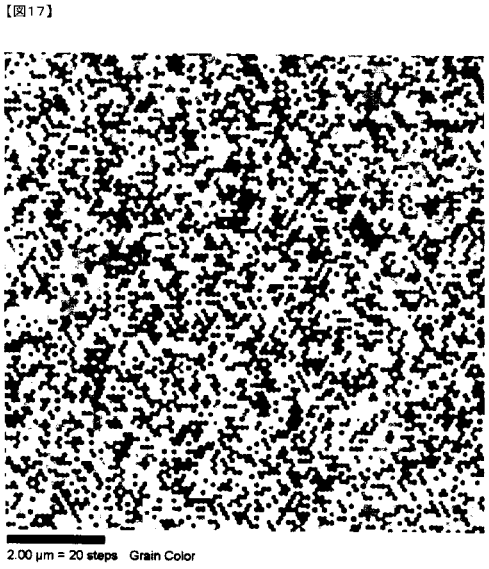
【図１５】



【図１６】



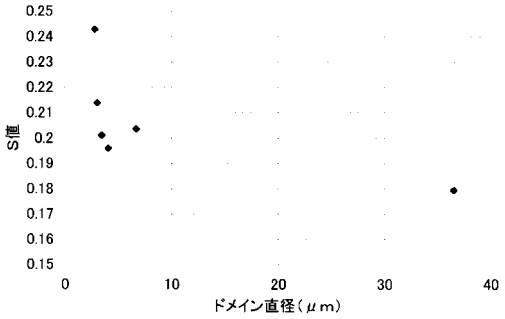
【図１７】



【図１８】

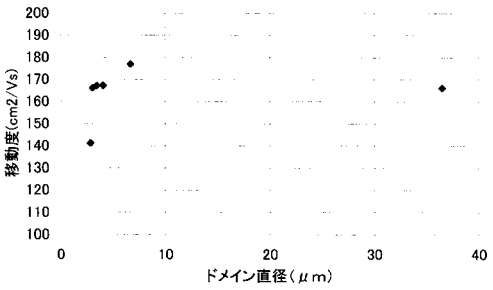


【図１９】



S値とドメインサイズの相関

【図２０】



移動度とドメインサイズの相関

フロントページの続き

(72)発明者　松尾　拓哉
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号　シャープ株式会社内

審査官　池渕　立

(56)参考文献　特開平０７－２３１１００（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０１６８６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１６１６３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０６０５５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１４１５１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０９４１１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１００５６８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/20