

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4275346号  
(P4275346)

(45) 発行日 平成21年6月10日(2009.6.10)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/336 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 1 6 J

H O 1 L 29/786 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 2 7 Z

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 7 2 A

H O 1 L 21/28 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 7 2 B

H O 1 L 21/768 (2006.01)

H O 1 L 21/28 L

請求項の数 8 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-64225 (P2002-64225)  
 (22) 出願日 平成14年3月8日(2002.3.8)  
 (65) 公開番号 特開2003-264195 (P2003-264195A)  
 (43) 公開日 平成15年9月19日(2003.9.19)  
 審査請求日 平成17年2月22日(2005.2.22)

(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 田中 信洋  
 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 片山 雅博  
 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 河本 充雄

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】

基体の表面にシリコンを含む半導体膜を成膜する第1の工程と、  
前記シリコンを含む半導体膜上に第1の酸化膜を形成する第2の工程と、  
前記シリコンを含む半導体膜上にレジストパターンを形成する第3の工程と、  
 前記シリコンを含む半導体膜をパターン形成して島状の半導体層を形成する第4の工程と、  
前記レジストパターンをアッシングするとともに前記島状の半導体層の側壁に第2の酸化膜を形成する第5の工程と、  
前記レジストパターンをレジスト剥離液により剥離する第6の工程と、  
前記第1及び第2の酸化膜を除去する第7の工程と、  
 前記半導体層を被覆する様にゲート絶縁膜を堆積する第8の工程と、  
 前記ゲート絶縁膜上にゲート電極膜を堆積する第9の工程と、  
 前記ゲート電極膜をパターン形成してゲート電極を形成する第10の工程と、  
 一導電型の不純物元素をドーピングすることにより前記ゲート電極の外側に対応する前記半導体層にソース領域及びドレイン領域を形成する第11の工程と、  
 前記ゲート電極を被覆する様に第1の層間絶縁膜を堆積する第12の工程と、  
 前記第1の層間絶縁膜上に第2の層間絶縁膜を成膜する第13の工程と、  
 前記第2の層間絶縁膜上にレジストパターンを形成する第14の工程と、  
 前記レジストパターンをマスクに前記ゲート絶縁膜と前記第1の層間絶縁膜と前記第2

10

20

の層間絶縁膜とから成る積層膜をドライエッチング処理しコンタクトホールを形成する第15の工程と、

前記コンタクトホールの底部に存在する前記島状の半導体層の露出した表面に有機系のレジスト剥離液に対する保護膜を成膜する第16の工程と、

前記レジスト剥離液により前記レジストパターンを剥離する第17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】

請求項1に於いて、前記保護膜として、シリコン酸化膜を成膜す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に於いて、前記シリコン酸化膜は、オゾン含有水で処理することにより成膜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に於いて、前記シリコン酸化膜は、過酸化水素水で処理することにより成膜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乃至4のいずれか一項に於いて、前記第1の層間絶縁膜として、膜厚50～300nmのシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を堆積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4のいずれか一項に於いて、前記第1の層間絶縁膜として、膜厚100～200nmのシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を堆積す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6のいずれか一項に於いて、前記第2の層間絶縁膜として、膜厚0.7～3μmのアクリル樹脂膜を成膜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6のいずれか一項に於いて、前記第2の層間絶縁膜として、膜厚1～2μmのアクリル樹脂膜を成膜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】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体装置の作製方法に関し、特にレジスト剥離液によるシリコン系半導体膜のエッチング損傷を防止することのできる半導体装置の作製方法に関する。また、本発明は、当該作製方法で使用するレジスト剥離装置に関する。尚、本明細書で半導体装置とは、薄膜トランジスタ（Thin-Film-Transistor以下、TFTと略記）で回路構成される半導体装置全般を指し、例えばアクティブマトリクス形の液晶表示装置又は有機EL（Electroluminescenceの略）表示装置等の半導体表示装置をその範疇に含むものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ガラス基板等の透明絶縁性基板上にTFTで回路構成されたアクティブマトリクス型の液晶表示装置が量産され、特に最近ではアクティブマトリクス型の有機EL表示装置が次世代の半導体表示装置として注目されている。従来、これらの半導体表示装置の構成素子であるTFTの活性層（島状の半導体層）には、非晶質シリコン膜が適用されてきたが、最近では電界効果移動度の大きい多結晶シリコン膜が適用されるようになってきた。多結晶シリコン膜で構成された半導体表示装置は、画素用トランジスタのみでなく周辺回路である駆動回路も一体化できる利点を有する為、半導体表示装置の開発に携わる各社で精力的に研究が進められている。

【0003】

このような半導体表示装置の作製工程では、レジストパターンをマスクにドライエッチング

10

20

30

40

50

処理又は不純物イオンのドーピング処理が行われ、これらの処理が終了した後のレジストパターンの除去には、アッシング工程又はレジスト剥離工程から成るレジスト除去処理が行われている。

【 0 0 0 4 】

基板上のレジストパターンは、ドライエッチング等のプラズマ処理又は不純物イオンのドーピング処理を経ることにより、レジストを構成する高分子とエッチングガスとの反応又はドーピング不純物との反応、更には高分子間の架橋反応が進み、レジストパターンの表面に除去が困難な変質層が生成される。当該変質層は耐アッシング性を有し、アッシング時間が長くなる傾向にあり、アッシングガスである酸素に一定量の窒素や水素を添加することでアッシング速度の向上が図られている。また、アッシングガスである酸素に $\text{CF}_4$ 等のハロゲンガスを添加することでも、アッシング速度の向上することが知られているが、レジストパターンと下地の基板との選択比の点で下地基板が損傷する問題が有る為、適用工程を限定して利用されている。

【 0 0 0 5 】

この様にアッシング速度の改善が図られているが、アッシング工程のみでは所望のスループットで確実にレジストパターンを除去することが困難であり、有機系のレジスト剥離液によるレジスト剥離工程との併用でレジストパターンの除去処理が行われている。当該レジスト剥離工程は、アッシング処理後の基板を所定温度（60～90 程度）のレジスト剥離液が充填された処理槽に10分間程度の浸漬処理をすることで、レジスト剥離液による溶解作用を利用してレジストパターンを溶解除去するものである。尚、当該レジスト剥離工程に於いては、複数の基板を一括して処理するバッチ処理方式と基板を1枚ずつ順次処理する枚葉処理方式がある。枚葉処理方式は処理装置の面積効率又はレジスト剥離液の消費量削減に有利な為、比較的大型の基板の場合に利用されている方式である。

【 0 0 0 6 】

ところで、半導体表示装置の作製工程では、ソース領域又はドレイン領域又はチャネル領域の構成領域である島状の半導体層を非晶質シリコン又は多結晶シリコン等のシリコン系半導体膜で形成しており、これらのシリコン系半導体膜から成る半導体層をドライエッチング処理でパターン形成している。当該半導体層が形成された以降のレジスト剥離工程に於いては、工程によってはエッチング処理により半導体層の露出部分が形成され、当該露出部分で半導体層と有機系のレジスト剥離液が直に接触する場合がある。半導体層とレジスト剥離液が直に接触する場合に於いて、レジスト剥離液によっては、レジスト剥離液の吸湿作用によりレジスト剥離液に数%程度の水分が含まれる場合があり、水分の含有によりレジスト剥離液が強アルカリ性となり、シリコン系半導体膜から成る半導体層をエッチング損傷したり、極端な場合はエッチングにより半導体層が消失する現象が大きな問題となっている。尚、本明細書でエッチング損傷とは、本来、残膜すべきシリコン系半導体膜がレジスト剥離液によりエッチングされ、所望の残膜厚に比べ残膜厚が薄くなる現象を示している。

【 0 0 0 7 】

このような背景の下、当該問題の対策として、レジスト剥離液材料及び半導体表示装置のプロセス改善の視点で関連業界により様々な対策技術が公開されており、その主な対策技術の要旨を以下に記載する。

【 0 0 0 8 】

先ず、レジスト剥離液の材料に関する対策技術としては、例えば、特開2000-241991号公報に「アルカノールアミン類と糖類と水溶性有機溶媒とベンゾトリアゾール又はその誘導体と水とを含有して成るホトレジスト用剥離液組成物、及び当該剥離液組成物を使用したホトレジスト剥離方法」が開示されている。また、特開2001-183849号公報に「ヒドロキシルアミン類と芳香族ヒドロキシ化合物とベンゾトリアゾール又はその誘導体と、25 の水溶液に於ける酸解離定数（ $\text{pK}_a$ ）が7.5～13のアミン類、並びに水溶性有機溶媒及び/又は水とを含有して成るホトレジスト用剥離液組成物、及び当該剥離液組成物を使用したホトレジスト剥離方法」が開示されている。また、特開200

10

20

30

40

50

1 - 1 8 8 3 6 3 号公報に「含窒素有機ヒドロキシ化合物と水溶性有機溶媒と水と特定のベンゾトリアゾール系化合物を含有して成るホトレジスト用剥離液、及び当該剥離液を使用したホトレジスト剥離方法」が開示されている。また、特開 2 0 0 1 - 2 0 9 1 9 0 号公報には、「一級、二級若しくは三級のアルキルアミン又は一級、二級若しくは三級のアルカノールアミンと極性有機溶剤と水と 2 , 3 , 6 - トリメチルフェノール又は 2 , 4 - ジ - tert - ブチルフェノールの内の 1 種又はそれらの混合物とを主成分とするフォトレジスト剥離剤組成物、及び当該フォトレジスト剥離剤組成物の使用方法」が開示されている。

#### 【 0 0 0 9 】

また、半導体表示装置のプロセス改善に関する対策技術としては、特開 2 0 0 1 - 3 0 8 3 4 2 号公報に「基板上に形成された半導体膜の表面にオゾン含有水を接触させて前記表面に表面酸化層を形成する工程と、前記半導体膜上に所定パターンのマスクを形成する工程と、前記マスクを用いてエッチング及び不純物イオンのドーピングから選ばれる何れかの処理を行う工程と、少なくとも露出した前記半導体膜の表面に前記表面酸化層が形成されている状態で前記マスクを除去する工程とを含むことを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法」が開示されている。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図 1 5 は、半導体表示装置の構成素子である n チャネル型 T F T の構造を示す断面図及び平面図である。図 1 5 に於いて、ガラス基板 7 0 1 上に所定膜厚のシリコン酸化膜から成る下地膜 7 0 2 が堆積され、当該下地膜 7 0 2 の上に n チャネル型 T F T が形成されている。n チャネル型 T F T は、所定膜厚のシリコン系半導体膜から成る半導体層 7 0 3 と、所定膜厚のシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜 7 0 4 と、所定膜厚の高融点金属膜（具体的には、W 膜）から成るゲート電極 7 0 5 とがガラス基板 7 0 1 側から順に積層される様に形成されている。また、シリコン系半導体膜から成る前記半導体層 7 0 3 には、ゲート電極 7 0 5 の真下に位置する実質的に真性な領域であるチャネル領域 7 0 6 と、チャネル領域 7 0 6 の両側に位置する n 型の導電性を有するソース領域（n + 領域）7 0 7 及びドレイン領域（n + 領域）7 0 8 とが配置されている。また、T F T の表面は、無機膜から成る所定膜厚の第 1 の層間絶縁膜 7 0 9 と、その上にアクリル樹脂膜等の有機樹脂膜から成る第 2 の層間絶縁膜 7 1 0 とが積層され、これらの積層膜を貫通し、ソース領域（n + 領域）7 0 7 及びドレイン領域（n + 領域）7 0 8 に到達する様にコンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a が各々形成されている。各コンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a を埋設する様に、導電性の金属配線 7 1 1 b , 7 1 2 b がパターン形成されている。尚、第 1 の層間絶縁膜 7 0 9 は、シリコン系半導体膜から成る半導体層 7 0 3 上にゲート絶縁膜 7 0 4 を挟んでゲート電極 7 0 5 を形成した後に全面に成膜されるもので、水分やナトリウム（Na）等のアルカリ金属の拡散を防止する機能が求められる為、所定膜厚の無機膜であるシリコン窒化膜又はシリコン酸窒化膜が好適である。一方、第 2 の層間絶縁膜 7 1 0 は、平坦性と透光性の点で有利なアクリル樹脂膜等の有機樹脂膜が好適である（図 1 5 参照）。

#### 【 0 0 1 1 】

図 1 5 に示される様な n チャネル型 T F T の各コンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a の形成工程に於いては、ドライエッチング処理後の不要なレジストパターンの除去工程で、レジストパターンと下地の有機樹脂膜である第 2 の層間絶縁膜 7 1 0 との選択比を確保できない為、アッシング工程を適用することは不可能である。従って、有機系のレジスト剥離液によるレジスト剥離工程のみでレジスト除去することになるが、コンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a の底部でシリコン系半導体膜が露出している為、シリコン系半導体膜とレジスト剥離液が直に接触し、接触部分からシリコン系半導体膜のエッチング損傷が生じたり、極端な場合にはエッチングによりシリコン系半導体膜の消失が発生する場合がある。コンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a の底部でシリコン系半導体膜のエッチング損傷が生じると、コンタクトホール 7 1 1 a , 7 1 2 a の底部近傍でのソース領域（n + 領域）7

10

20

30

40

50

07及びドレイン領域(n+領域)708のシリコン系半導体膜の膜厚が変動する為、コンタクト抵抗のバラツキ要因となり、最終的にTFTの電気特性のバラツキに影響することになる。また、コンタクトホール711a, 712aの底部でシリコン系半導体膜のエッチングによる消失が生じると、半導体装置の歩留にも影響を及ぼすことになる。この様に、コンタクトホール711a, 712aの底部でのシリコン系半導体膜のエッチング損傷やエッチング消失は、半導体装置の電気特性や歩留に大きな影響を及ぼす為、プロセス上の大きな問題となっている。

#### 【0012】

尚、シリコン系半導体膜のエッチング損傷の対策技術として、例えば特開2000-241991号公報、特開2001-183849号公報、特開2001-188363号公報、特開2001-209190号公報等にシリコン系半導体膜のエッチング損傷防止に有効な有機系のレジスト剥離液が開示されているが、シリコン系半導体膜のエッチング損傷は対策できるが、肝心のレジスト剥離性に問題がある場合が多く、現時点ではレジスト剥離性能とシリコン系半導体膜のエッチング損傷防止性能を共に満足するレジスト剥離液は存在しないと認識している。従って、半導体装置のプロセス改善の視点で、シリコン系半導体膜のエッチング損傷防止対策を図ることが求められている。

10

#### 【0013】

本発明は、上記従来技術の問題点を解決することを課題とする。より特定すれば、本発明は、レジスト剥離液によるシリコン系半導体膜のエッチング損傷を防止することのできる半導体装置の作製方法と、当該作製方法で使用するレジスト剥離装置を提供することを課題とする。

20

#### 【0014】

##### 【課題を解決する為の手段】

上記の課題を解決する為、半導体装置の作製方法に関する発明と当該作製方法で使用するレジスト剥離装置に関する発明が考えられ、当該発明の主な構成を以下に記載する。

#### 【0015】

##### 〔半導体装置の作製方法に関する発明〕

本発明の構成は、基体の表面にシリコン系半導体膜を成膜する第1の工程と、前記シリコン系半導体膜をパターン形成して薄膜トランジスタの活性層となる半導体層を形成する第2の工程と、前記半導体層を被覆する様にゲート絶縁膜を堆積する第3の工程と、前記ゲート絶縁膜上にゲート電極膜を堆積する第4の工程と、前記ゲート電極膜をパターン形成してゲート電極を形成する第5の工程と、一導電型の不純物元素をドーピングすることにより前記ゲート電極の外側に対応する前記半導体層にソース領域及びドレイン領域を形成する第6の工程と、前記ゲート電極を被覆する様に第1の層間絶縁膜を堆積する第7の工程と、前記第1の層間絶縁膜上に第2の層間絶縁膜を成膜する第8の工程と、前記第2の層間絶縁膜上にレジストパターンを形成する第9の工程と、前記レジストパターンをマスクに前記ゲート絶縁膜と前記第1の層間絶縁膜と前記第2の層間絶縁膜とから成る積層膜をドライエッチング処理しコンタクトホールを形成する第10の工程と、有機系のレジスト剥離液により前記レジストパターンを剥離する第11の工程とを備えた半導体装置の作製方法に於いて、前記第11の工程は、前処理として前記コンタクトホールの底部に存在する前記シリコン系半導体膜の露出した表面に前記レジスト剥離液に対する保護膜を成膜することを特徴としている。

30

40

#### 【0016】

本発明の他の構成は、基体の表面にシリコン系半導体膜を成膜する第1の工程と、レジストパターンをマスクにエッチング処理を行う第2の工程と、前処理として前記シリコン系半導体膜の露出した表面に有機系のレジスト剥離液に対する保護膜を成膜し、前記レジスト剥離液により前記レジストパターンを剥離する第3の工程とを備えたことを特徴としている。別言すると、基体の表面にシリコン系半導体膜を成膜する第1の工程と、レジストパターンをマスクにエッチング処理を行う第2の工程と、有機系のレジスト剥離液により前記レジストパターンを剥離する第3の工程とを備えた半導体装置の作製方法に於いて、

50

前記第3の工程は、前処理として前記シリコン系半導体膜の露出した表面に前記レジスト剥離液に対する保護膜を成膜することを特徴としている。

【0017】

上記構成の発明に於いて、前記基体としては半導体装置の作製面が平坦面であるガラス基板や石英基板のみでなく、当該作製面が曲面であるガラス体や石英体を含み、更にはフィルム状のプラスチック基板をもその範疇に含むものである。また、前記シリコン系半導体膜としては、シリコンを含む非晶質半導体膜又はシリコンを含む非晶質半導体膜を熱処理して得られるシリコンを含む多結晶半導体膜又は結晶化の助長作用を有する触媒元素を添加した後、熱処理して得られるシリコンを含む結晶質半導体膜が代表的であるが、シリコンを含む半導体特性を有する薄膜であれば何でも良い。尚、本明細書に於いては、シリコンを含む非晶質半導体膜、シリコンを含む多結晶半導体膜、及びシリコンを含む結晶質半導体膜なる技術用語を区別して用いている為、各技術用語の定義について明確にする。シリコンを含む非晶質半導体膜とは、半導体特性を有する非晶質状態のシリコンを含む半導体膜のことで、非晶質シリコン膜も当然に含まれるが、シリコンを含む非晶質半導体膜は全て含まれる。例えば、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  ( $0 < x < 1$ ) の形式で記載されるシリコンとゲルマニウムの化合物から成る非晶質膜も含まれる。また、シリコンを含む結晶質半導体膜とは、シリコンを含む非晶質半導体膜に結晶化の助長作用を有する触媒元素を添加して得られる結晶質半導体膜のことで、通常のシリコンを含む多結晶半導体膜と比較し、結晶粒が概略同一方向に配向しており、高い電界効果移動度を有する等の特徴がある為、敢えてシリコンを含む多結晶半導体膜と区別して、シリコンを含む結晶質半導体膜と記載している。

【0018】

また、上記構成の発明に於いて、前記第1の層間絶縁膜としては、プラズマCVD法により、膜厚50～300nm、好ましくは膜厚100～200nmのシリコン窒化膜又はシリコン酸窒化膜を堆積している。第1の層間絶縁膜は、堆積後の熱処理時に膜中に存在する水素によりTFTの活性層を水素化する目的と、上層膜からの水分やNa元素等のアルカリ金属をブロッキングする目的で成膜されている。また、前記第2の層間絶縁膜としては、膜厚0.7～3μm、好ましくは膜厚1～2μmの有機樹脂膜をスピン塗布法により塗布し、しかる後に所定の温度でバークすることにより成膜している。第2の層間絶縁膜は、層間膜が有する電気容量の低減と基板の平坦化を目的として成膜されており、材料的にはアクリル樹脂膜やポリイミド樹脂膜やBCB（ベンゾシクロブテン）樹脂膜等の有機樹脂膜が挙げられるが、特に透明性の点でアクリル樹脂膜が当該有機樹脂膜の好適な一例として挙げられる。

【0019】

このような構造の層間絶縁膜（即ち、第1の層間絶縁膜と第2の層間絶縁膜）と下地膜であるシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜との積層膜へのコンタクトホール形成工程に於いては、ドライエッチング処理後の不要なレジストパターンを除去する際に、アッシング工程を適用できない。その理由は、アッシング工程の場合、レジストパターンと下地の有機樹脂膜から成る第2の層間絶縁膜との間で、選択比を確保できない為である。この為、有機系のレジスト剥離液によるレジスト剥離工程のみで、当該レジストパターンの除去処理を行うことになる。

【0020】

また、上記構成の発明に於いて、前記レジスト剥離液としては有機系のレジスト剥離液が一般的に使用されており、有機系のレジスト剥離液であれば材料的な制限は特に無いが、本発明の目的が保護膜の成膜によるシリコン系半導体膜のエッチング損傷の防止であることから、レジスト剥離液への水分混入により強アルカリ性を示し、シリコン系半導体膜に対しエッチング作用を有するに至る様なレジスト剥離液の場合に、本発明は有効である。この点で、前記レジスト剥離液としては、レジスト剥離液への水分混入により強アルカリ性を示し、シリコン系半導体膜に対しエッチング作用を有するに至る様なレジスト剥離液が主な対象である。また、前記レジスト剥離液によるレジスト剥離工程は、所定温度（6

10

20

30

40

50

0 ~ 90 程度)に保持されたレジスト剥離液によるレジスト剥離液処理工程とレジスト剥離液を置換洗浄する為のイソプロピルアルコール(以下、IPAと略記)によるIPA処理工程と水洗工程とから成っている。尚、IPA処理工程は省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能であるが、基体の表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、基体の表面に露出しているシリコン系半導体膜や金属配線へのエッチング損傷防止に有利に作用する為、一般的にはIPA処理工程を導入した方が好ましい。

#### 【0021】

また、上記構成の発明に於いて、前記シリコン系半導体膜の露出部分を保護する前記保護膜としては、レジスト剥離液の吸湿作用により強アルカリ性を示すに至ったレジスト剥離液に対する耐浸食性が必要で、膜厚0.5~5nm程度のシリコン酸化膜が成膜方法の簡便性の点で好適であるが、シリコン酸化膜に限らず、膜厚0.5~5nm程度のシリコン酸窒化膜やシリコン窒化膜も適用可能である。当該シリコン酸化膜は、オゾン含有水や過酸化水素水による洗浄処理で簡便に成膜できるし、また酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射し、オゾンを発生させることによっても簡便に成膜できる。また、当該シリコン酸窒化膜は、露出したシリコン系半導体膜の表面を直接に酸窒化処理する為、成膜方法に困難が伴うが、基本的には窒素原子と酸素原子を含む反応性ガスの雰囲気中、例えば窒素酸化物の雰囲気中でのプラズマ処理により酸窒化処理を適用することができる。また、当該シリコン窒化膜についても、窒素原子を含み酸素原子を含まない反応性ガスの雰囲気中、例えばアンモニアガス雰囲気中でのプラズマ処理により、同様に窒化処理することが可能である。

#### 【0022】

以上の様に構成された発明によれば、エッチング後のレジスト剥離工程に於いて、レジスト剥離液による剥離処理の前に、膜厚0.5~5nm程度のシリコン酸化膜又はシリコン酸窒化膜又はシリコン窒化膜から成る保護膜をシリコン系半導体膜の露出部分であるコンタクトホール底部に成膜することが可能である。これらの保護膜は、コンタクトホール底部のシリコン系半導体膜の表面を酸化又は酸窒化又は窒化処理することにより成膜する為、シリコン系半導体膜の露出部分に選択的に成膜されることになる。また、これらの保護膜は、シリコン系半導体膜に比較し、強アルカリに対する耐浸食性が圧倒的に大きいことが判っている。従って、本発明は、有機系のレジスト剥離液によるコンタクトホール底部のシリコン系半導体膜のエッチング損傷やエッチングによる消失を確実に防止することが可能で、半導体装置の電気特性の安定化や歩留の向上に有効である。

#### 【0023】

〔レジスト剥離装置に関する発明〕

本発明の構成は、基体の表面にレジスト剥離液に対する保護膜を成膜する為の成膜手段と前記基体の表面に形成されているレジストパターンをレジスト剥離液により除去する為のレジスト剥離液処理手段とを備えたことを特徴としている。この場合に於いて、前記基体の表面に付着している前記レジスト剥離液を洗浄する為の(IPA処理手段及び)水洗手段と前記基体を乾燥する為の乾燥手段とを備えたことを特徴としている。尚、IPA処理手段を( )内に記載したのは、場合によっては当該処理手段を省略した構成も適用可能な為である。

#### 【0024】

上記発明の構成に於いて、前記レジスト剥離液処理手段と(前記IPA処理手段と)前記水洗手段は、複数の基板を纏めて処理する為のバッチ処理方式の処理槽で構成しても良いし、基板を1枚ずつ順次処理する為の枚葉処理方式の連続処理槽又はスピン処理部で構成しても良い。また、前記乾燥手段は、バッチ処理方式の乾燥手段であるスピン乾燥部又はIPA蒸気乾燥部で構成しても良いし、枚葉処理方式の乾燥手段であるスピン乾燥部又はエアナイフ乾燥部で構成しても良い。尚、レジスト剥離装置の各処理手段はバッチ処理方式か又は枚葉処理方式で構成することになるが、基板処理の都合上、バッチ処理方式と枚葉処理方式の処理手段毎の混載は避けた方が好ましい。即ち、レジスト剥離装置の各処

理手段はバッチ処理方式で統一するか、枚葉処理方式で統一することが装置構成上好ましい。

#### 【 0 0 2 5 】

また、上記発明の構成に於いて、前記成膜手段としてはシリコン酸化膜成膜部とシリコン酸窒化膜成膜部とシリコン窒化膜成膜部が挙げられる。シリコン酸化膜成膜部としては、オゾン含有水で基板を処理する為のオゾン含有水処理部、又は過酸化水素水で基板を処理する為の過酸化水素水処理部、又は酸素を含む雰囲気中で基板に紫外線照射処理する為の紫外線照射処理部が代表的であるが、他の構成であっても構わない。何れの構成の処理部でも、露出したシリコン系半導体膜の表面に膜厚 0 . 5 ~ 5 n m 程度のシリコン酸化膜を簡便な方法で成膜することが可能である。尚、シリコン酸化膜成膜部の具体的処理部であるオゾン含有水処理部と過酸化水素水処理と紫外線照射処理部は、バッチ処理方式と枚葉処理方式のどちらを適用しても良い。一方、他の成膜手段であるシリコン酸窒化膜成膜部は、窒素原子と酸素原子を含む反応性ガスの雰囲気中、例えば窒素酸化物の雰囲気中で基板をプラズマ処理するプラズマ処理部で構成されており、またシリコン窒化膜成膜部は、窒素原子を含み酸素原子を含まない反応性ガスの雰囲気中、例えばアンモニアガスの雰囲気中で基板をプラズマ処理するプラズマ処理部で構成されている。これらのプラズマ処理部でプラズマ処理することにより、露出したシリコン系半導体膜の表面を酸窒化処理したり窒化処理することができ、膜厚 0 . 5 ~ 5 n m 程度のシリコン酸窒化膜やシリコン窒化膜を成膜することが可能である。

10

#### 【 0 0 2 6 】

尚、シリコン酸窒化膜成膜部やシリコン窒化膜成膜部のプラズマ処理部の装置構成はバッチ処理方式と枚葉処理方式とが考えられ、どちらの処理方式を採用しても構わないが、他の処理手段の処理方式との統一を図る必要がある。

20

#### 【 0 0 2 7 】

以上の様に構成された発明によれば、レジスト剥離前の保護膜成膜工程とレジスト剥離工程とを連続処理で行うことが可能となり、レジスト剥離工程に於けるレジスト剥離液によるシリコン系半導体膜のエッチング損傷を確実に防止できる。また、連続処理が可能な当該レジスト剥離装置は、レジスト剥離工程の処理能力の点でも有効である。

#### 【 0 0 2 8 】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、図 1 ~ 1 7 に基づき具体的に説明する。

30

#### 【 0 0 2 9 】

##### 〔実施形態 1〕

本実施形態では、図 1 ~ 4 に基づき、T F T の作製工程であるコンタクトホール形成工程に本発明のレジスト剥離工程を適用した場合について記載する。尚、図 1 ~ 2 は T F T の作製工程を示す工程断面図で、図 3 は多結晶シリコン膜の成膜工程を示す工程断面図、図 4 は触媒元素を利用して得られる結晶質シリコン膜の成膜工程を示す工程断面図である。

#### 【 0 0 3 0 】

まず、ガラス基板 1 0 1 に、膜厚 2 0 ~ 2 0 0 n m 、好ましくは膜厚 3 0 ~ 7 0 n m のシリコン系半導体膜 1 0 2 をプラズマ C V D 法又は減圧 C V D 法により成膜する。本実施形態では、膜厚 5 0 n m のシリコン系半導体膜 1 0 2 をプラズマ C V D 法により成膜している。当該シリコン系半導体膜 1 0 2 の表面には、シリコン系半導体膜 1 0 2 の成膜時に図示しない膜厚 5 n m 以下の自然酸化膜が成膜されている（図 1 - A 参照）。

40

#### 【 0 0 3 1 】

此处で、シリコン系半導体膜 1 0 2 の範疇には、既に記載した様に、シリコンを含む非晶質半導体膜とシリコンを含む非晶質半導体膜を熱処理して得られるシリコンを含む多結晶半導体膜と結晶化の助長作用を有する触媒元素を添加した後、熱処理して得られるシリコンを含む結晶質半導体膜とが含まれる為、各シリコン系半導体膜 1 0 2 の成膜方法について図 3 ~ 4 に基づき詳細に記載する。尚、本実施形態では、シリコンを含む非晶質半導体

50



膜の例として非晶質シリコン膜、シリコンを含む多結晶半導体膜の例として多結晶シリコン膜、シリコンを含む結晶質半導体膜の例として結晶質シリコン膜を記載する。

#### 【0032】

多結晶シリコン膜102fは、図3に示す様に、ガラス基板102a上に所定膜厚（例えば53nm）の非晶質シリコン膜102bをプラズマCVD法又は減圧CVD法で堆積し、堆積の際に表面に付着している自然酸化膜102cを希フッ酸洗浄により除去し、しかる後にファーンズ炉での熱結晶化処理（多結晶シリコン膜102d）とレーザー結晶化処理を経て多結晶シリコン膜102fを成膜する。一方、触媒元素を利用して得られる結晶質シリコン膜102mは、図4に示す様に、ガラス基板102g上に所定膜厚（例えば53nm）の非晶質シリコン膜102hをプラズマCVD法又は減圧CVD法で堆積し、堆積の際に表面に付着している自然酸化膜102iを希フッ酸洗浄により除去し、オゾン含有水処理により清浄な膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜102jを非晶質シリコン膜102h上に成膜する。その後、非晶質シリコン膜102h（厳密にはシリコン酸化膜102j）の全面にスピン添加法により結晶化の助長作用を有する触媒元素を含む溶液（以下、触媒元素溶液と略記）を添加し、シリコン酸化膜102jの表面に触媒元素の含有層102kを均一に付着させ、しかる後にファーンズ炉での熱結晶化処理（結晶質シリコン膜102l）とレーザー結晶化処理を経て結晶質シリコン膜102mを成膜する。此処で、結晶質シリコン膜102mは、通常が多結晶シリコン膜102fと比較し、結晶粒が概略同一方向に配向しており、高い電界効果移動度を有する等の特徴がある為、本明細書では敢えて多結晶半導体膜102fと区別して記載している。また、多結晶シリコン膜102fと結晶質シリコン膜102mの出発材料である非晶質シリコン膜102b、102hは、微細な結晶化領域が全く存在しない非晶質状態のシリコン膜のことである（図3～4参照）。

#### 【0033】

上記の様なシリコン系半導体膜102の表面には成膜時に自然酸化膜（図示せず）が成膜されており、自然酸化膜（図示せず）を希フッ酸処理により除去する。その後、オゾン含有水で処理することにより、シリコン系半導体膜102の表面に膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜103を成膜する。当該シリコン酸化膜103は、次に形成するレジストパターンの密着性改善の為、及びシリコン系半導体膜102の疎水性の改善と汚染防止の為、及びシリコン系半導体膜102の表面の清浄度を保持することにより界面準位の低減を図る為等の理由で成膜されるが、有機系のレジスト剥離液からのエッチング損傷の防止機能についても勿論有している。尚、本実施形態では、膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜103をオゾン含有水による処理で成膜しているが、過酸化水素水で処理しても良いし、酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射することによりオゾンを発生させ、オゾンによる酸化作用でシリコン系半導体膜102の表面を酸化しても良い。その後、通常の写真リソグラフィ処理により、所定寸法のレジストパターン104を形成する（図1-B参照）。

#### 【0034】

次に、当該レジストパターン104をマスクにシリコン系半導体膜102とその表層膜であるシリコン酸化膜103をドライエッチング処理し、膜厚50nmのシリコン系半導体膜102から成る島状の半導体層105を形成する。この半導体層105はTFTの活性層となる島状の領域で、後にTFTのソース領域とドレイン領域が形成される領域である。当該半導体層105の形成の際、RIE型のドライエッチング装置を使用し、エッチングガスであるCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>のガス流量比が50：45のエッチング条件でドライエッチング処理を行っている為、ドライエッチング処理時にレジストパターンの後退現象が生じ、被エッチング膜である半導体層105はテーパエッチングされ、半導体層105の側壁部には順テーパ形状が形成されている。そして、順テーパ形状の半導体層105の側壁部は、エッチングガスに酸素が含まれている為、ドライエッチング時の側壁保護ポリマーの付着は殆ど無く、シリコン系半導体膜の表面が露出した状態（又は若干のシリコン酸化膜の成膜もあり得る）になっている。尚、半導体層105をテーパエッチングする理由

10

20

30

40

50

は、後工程で成膜されるゲート絶縁膜やゲート電極膜の段差部での被覆性を改善する為である（図1 - C 参照）。

【0035】

次に、ドライエッチング後のレジストパターン（図示せず）を除去する為、酸素プラズマ処理であるアッシング処理を行う。アッシング処理は、レジストパターンの半分程度をアッシングするハーフアッシング方式を採用している。この為、アッシング処理後のレジストパターン（図示せず）は、半分程度に膜減りが進み、レジストパターン形状が変形している。このアッシング処理の際、順テーパー形状をしている半導体層105の側壁部には、シリコン系半導体膜が露出している為、膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜106が成膜される。当該シリコン酸化膜106は、次工程のレジスト剥離液処理時のレジスト剥離液からのエッチング損傷を防止する機能を有している（図1 - C 参照）。

10

【0036】

次に、残ったレジストパターン（図示せず）を完全に除去する為、有機系のレジスト剥離液によるレジスト剥離工程を行う。当該レジスト剥離工程は、レジスト剥離液処理とIPA洗浄処理と水洗処理と乾燥処理とから成っている。レジスト剥離液処理は、60～90程度の温度に保持したレジスト剥離液で所定時間（10分程度）処理して、レジストパターンを完全に除去する処理である。レジスト剥離液処理の後、IPA洗浄処理を行うことにより、基板表面に付着しているレジスト剥離液をIPAで置換する。当該IPA洗浄処理は、省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能であるが、基板表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、基板上に露出しているシリコン系半導体膜や金属配線へのエッチング損傷防止に有利に作用する為、一般的にはIPA洗浄処理を導入した方が好ましい。IPA洗浄処理の後、所定時間の水洗処理を行うことにより、基板上に付着しているIPAやレジスト剥離液を徹底的に洗浄し、最後に基板を乾燥する。尚、当該レジスト剥離工程に於いては、シリコン系半導体膜の露出が無い為、基本的に本発明の発明特定事項であるシリコン系半導体膜の露出面へのレジスト剥離液に対する保護膜の成膜処理は不要である（図1 - C 参照）。

20

【0037】

次に、当該基板を希フッ酸で所定時間洗浄することにより、シリコン系半導体膜から成る半導体層105の表面と側壁部に成膜されている膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜103, 106を除去する。その後、半導体層105を被覆する様に、膜厚30～200nm、好ましくは膜厚80～130nmのシリコン酸化膜又はシリコン酸窒化膜から成るゲート絶縁膜107をプラズマCVD法又は減圧CVD法により堆積する。本実施形態では、膜厚100nmのシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜107をプラズマCVD法で堆積している。尚、ゲート絶縁膜107の膜厚は、後工程で成膜する上層のゲート電極膜からの応力を回避する為、80nm以上の膜厚が必要であることが知られており、この点を考慮して設定した（図1 - D 参照）。

30

【0038】

次に、ゲート電極用の電極材料を堆積する為、スパッタ法により膜厚200～600nm、好ましくは膜厚300～500nmのアルミニウム系合金膜、又は高融点金属と高融点金属化合物との積層膜を堆積する。アルミニウム系合金膜としては、主成分のアルミニウム（Al）に1～3%程度の銅（Cu）やスカンジウム（Sc）やネオジム（Nd）等を含んだ合金が挙げられ、高融点金属と高融点金属化合物との積層膜としては、例えばW膜/TaN膜が挙げられる。本実施形態では、銅含有率が0.5%のアルミニウム系合金膜を40nmの膜厚で堆積している。此处で堆積しているアルミニウム系合金膜は、アルミニウムの比抵抗値が0～100の温度範囲で2.5～3.55μcmであることから、電気抵抗が低いという特徴を有している。この為、TFTで回路構成される半導体表示装置に於いて、ゲート配線の信号遅延の抑制に有効である（図1 - E 参照）。

40

【0039】

次に、通常の写真リソグラフィ処理により所定寸法のレジストパターン（図示せず）を形成し、しかる後にレジストパターン（図示せず）をマスクに膜厚40nmのアルミニウ

50

ム系合金膜から成るゲート電極膜をドライエッチング処理して所定寸法のゲート電極 108 を形成する。当該ドライエッチング処理に於いては、R I E 型のドライエッチング装置が適用され、ドライエッチング処理時には、シリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜 107 は選択比との関係である程度の膜減りが進み、ゲート絶縁膜 109 の形状に変形している。その後、不要なレジストパターン（図示せず）を除去する為、アッシング工程とレジスト剥離工程を行う。アッシング工程とレジスト剥離工程は、既に記載した半導体層 105 の形成工程と基本的に同様である（図 1 - E 参照）。

#### 【0040】

次に、ドーピング装置を使用して、ゲート電極 108 をマスクに P（即ち、リン）元素から成る高ドーピング量の n 型不純物をドーピング処理する。当該ドーピング処理により、ゲート電極 108 の外側の領域に対応する半導体層 105 に、ソース領域及びドレイン領域として機能する n 型不純物の高濃度不純物領域（n + 領域）110、111 を形成する。この際、n 型不純物の高濃度不純物領域（n + 領域）110、111 の形成では、所謂スルードーピング法により上層膜であるゲート絶縁膜 109 を介してドーピングしている。尚、ドーピング条件としては、イオン源にホスフィン（ $\text{PH}_3$ ）希釈率 3 ~ 20 % 濃度のホスフィン（ $\text{PH}_3$ ）/ 水素（ $\text{H}_2$ ）を使用し、加速電圧 30 ~ 90 kV でドーピング量  $6 \times 10^{14} \sim 1.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$  が考えられるが、本実施形態ではホスフィン（ $\text{PH}_3$ ）希釈率 5 % 濃度のホスフィン（ $\text{PH}_3$ ）/ 水素（ $\text{H}_2$ ），加速電圧 65 kV，ドーピング量  $3 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$  のドーピング条件でドーピングしている（図 1 - E 参照）。

#### 【0041】

次に、膜厚 50 ~ 300 nm、好ましくは膜厚 100 ~ 200 nm のシリコン窒化膜又はシリコン酸化窒化膜から成る第 1 の層間絶縁膜 113 を堆積する。本実施形態では、膜厚 150 nm のシリコン窒化膜から成る第 1 の層間絶縁膜 113 をプラズマ CVD 法により堆積している。その後、半導体層 105 にドーピングされた n 型不純物（P 元素）の熱活性化の為、ファーンズ炉に於いて、600 - 1200 時間の熱活性化処理を行う。尚、当該熱活性化処理は第 1 の層間絶縁膜 113 の堆積前に行っても良いが、ゲート電極に低電気抵抗を有するアルミニウム系合金膜を使用しており、ゲート電極材料の耐熱性が弱い為、第 1 の層間絶縁膜 113 の堆積後に行う方が好ましい。当該熱活性化処理に続いて、半導体層 113 のダングリングボンドを終端させる為、410 - 1 時間の水素化処理を水素 3 % 含有の窒素雰囲気中で行う（図 1 - F 参照）。

#### 【0042】

次に、第 1 の層間絶縁膜 113 の上に、膜厚 0.7 ~ 3  $\mu\text{m}$ 、好ましくは膜厚 1 ~ 2  $\mu\text{m}$  の透明有機樹脂膜から成る第 2 の層間絶縁膜 114 を成膜する。本実施形態では、膜厚 1.6  $\mu\text{m}$  のアクリル樹脂膜から成る第 2 の層間絶縁膜 114 を成膜している。当該アクリル樹脂膜は、スピン塗布法でアクリル樹脂膜を塗布し、プリベークを行った後、オープンベーク炉で熱処理することにより成膜される。その後、通常の写真リソグラフィ処理により、コンタクトホール形成用のレジストパターン 115 a を形成する（図 2 - A 参照）。

#### 【0043】

次に、レジストパターン 115 a をマスクにドライエッチング処理を行い、アクリル樹脂膜から成る第 2 の層間絶縁膜 114 とシリコン窒化膜から成る第 1 の層間絶縁膜 113、更に下側のシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜 109 を貫通する様に、所定寸法のコンタクトホール 116 を形成する。当該ドライエッチング処理は、R I E 型のドライエッチング装置を使用し、 $\text{CF}_4$  を添加した酸素プラズマ処理により第 2 の層間絶縁膜 114 であるアクリル樹脂膜をエッチングし、続いて  $\text{CHF}_3$  プラズマ処理により第 1 の層間絶縁膜 113 であるシリコン窒化膜とゲート絶縁膜 109 であるシリコン酸化膜をエッチングしている。尚、ドライエッチング処理後は、コンタクトホール 116 の底部に於いて、半導体層 105 であるシリコン系半導体膜の表面が露出した状態になっている。また、ドライエッチング処理のマスクとなったレジストパターン 115 a は、膜減りが大幅に進んだレジストパターン 115 b の形状に変形している（図 2 - B 参照）。

#### 【0044】

次に、ドライエッチング後のレジストパターン 115b を除去する為、有機系のレジスト剥離液によるレジスト剥離工程を行う。レジストパターンの除去工程は、通常アッシング工程とレジスト剥離工程とから成っているが、当該除去工程でアッシング工程を適用すると、第2の層間絶縁膜 114 であるアクリル樹脂膜も同時にアッシング除去される為、当該除去工程ではレジスト剥離工程のみでレジストパターン 115b の除去処理を行っている。従って、コンタクトホール 116 の底部に露出しているシリコン系半導体膜の表面に、アッシング処理によるシリコン酸化膜が成膜されることもない。この為、レジスト剥離液処理時に、コンタクトホール 116 の底部に露出しているシリコン系半導体膜とレジスト剥離液が直に接触することになり、レジスト剥離液処理の前処理として本発明の発明特定事項であるレジスト剥離液に対する保護膜を成膜する必要がある。当該保護膜としては、レジスト剥離液の吸湿作用により強アルカリ性を示すに至ったレジスト剥離液に対する耐浸食性が必要で、例えば膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜が代表例として挙げられ、本実施形態では、オゾン含有水による処理で膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜 117 の成膜処理を行っている。また、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜 117 の成膜処理は、過酸化水素水による処理で成膜しても良いし、酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射し、オゾンを発生させることにより成膜しても構わない(図2-C参照)。

#### 【0045】

尚、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜 117 以外の保護膜としては、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン窒素化膜やシリコン窒化膜も候補として挙げられる。シリコン窒素化膜やシリコン窒化膜の成膜は、露出したシリコン系半導体膜の表面を直接に窒素化処理したり窒素化処理したりする為、成膜方法に困難が伴うが、基本的には反応性ガスの雰囲気中でのプラズマ処理により窒素化処理や窒化処理を行うことが可能である。シリコン窒素化膜の場合は、窒素原子と酸素原子を含む反応性ガスの雰囲気中、例えば窒素酸化物の雰囲気中でのプラズマ処理により窒素化処理を行うことができる。シリコン窒化膜の場合は、窒素原子を含み酸素原子を含まない反応性ガスの雰囲気中、例えばアンモニアガスの雰囲気中でのプラズマ処理により窒化処理を行うことができる。この際、プラズマ処理の温度は、成膜速度の点では高い方が好ましいが、高すぎるとレジストパターンが変質しレジスト剥離液処理で剥離困難となることが予想される為、100 ~ 200 の温度範囲でプラズマ処理する必要がある。

#### 【0046】

上記の様な方法で膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜 117 から成る保護膜を成膜した後、レジスト剥離液処理を行い、ドライエッチング後のレジストパターン 115b を除去する。当該レジスト剥離液処理は、60 ~ 90 程度の温度に保持したレジスト剥離液で所定時間(10分程度)処理し、レジストパターン 115b を完全に除去する処理である。此处で使用するレジスト剥離液としては、例えば特開 2000 - 241991 号公報、特開 2001 - 183849 号公報、特開 2001 - 188363 号公報、特開 2001 - 209190 号公報等に記載されている様なシリコン系半導体膜に対するエッチング損傷の少ないレジスト剥離液の方が好ましい。但し、シリコン系半導体膜に対するエッチング損傷の少ないレジスト剥離液は、肝心のレジスト剥離性能に問題がある場合が多く、レジスト剥離性能とシリコン系半導体膜に対するエッチング損傷防止性能とを共に満足する様なレジスト剥離液が好適である。レジスト剥離液処理の後、IPA 洗浄処理を行うことにより、基板表面に付着しているレジスト剥離液を IPA で置換する。当該 IPA 洗浄処理は、省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能であるが、基板表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、基板上に露出しているシリコン系半導体膜や金属配線へのエッチング損傷防止に有利に作用する為、一般的には IPA 洗浄処理を導入した方が好ましい。IPA 洗浄処理の後、所定時間の水洗処理を行うことにより、基板上に付着している IPA やレジスト剥離液を徹底的に洗浄し、最後に基板を乾燥する(図2-D参照)。

#### 【0047】

以上の様に、シリコン系半導体膜から成る半導体層を有する TFT の作製工程でのコンタ

10

20

30

40

50

クトホール形成工程に於いて、本発明のレジスト剥離工程を適用することが可能である。本発明は、レジスト剥離液処理の前処理として、シリコン系半導体膜の露出した表面にレジスト剥離液に対する保護膜を成膜するというものであり、本発明の適用によりシリコン系半導体膜のレジスト剥離液によるエッチング損傷を確実に防止することが可能である。従って、本発明の適用は、TFTの電気特性の安定化及び半導体装置の歩留向上に有効である。

#### 【0048】

##### 〔実施形態2〕

本実施形態では、実施形態1のレジスト剥離工程で使用するレジスト剥離装置について図5～7に基づき記載する。尚、図5はレジスト剥離装置の全体概略を示す平面図で、図6～7は本発明の特徴部分を成す保護膜成膜ユニットの具体的構成を示す側面断面図である。

10

#### 【0049】

図5は実施形態1で記載した本発明のレジスト剥離工程を連続処理することのできるレジスト剥離装置の全体概略を示す平面図で、被処理基板を1枚ずつ連続的に処理することのできる枚葉処理方式のレジスト剥離装置201を示している。当該レジスト剥離装置201は、複数の被処理基板202を収納可能（通常：20枚程度収納）なローダー側キャリア203と、被処理基板202を処理する為の複数の処理ユニット204～208と、処理済基板209を収納可能なアンローダー側キャリア210と、被処理基板202を搬送する為の基板搬送ユニット（図示せず）とから成っており、ローダー側キャリア203に収納された被処理基板202が基板搬送ユニット（図示せず）により図中の矢印（ ）で示した方向に1枚ずつ順次搬送され、各処理ユニット204～208で処理される構成になっている。当該レジスト剥離装置201の各処理ユニット204～208は、被処理基板202上のシリコン系半導体膜の露出した表面にレジスト剥離液に対する保護膜を成膜する為の保護膜成膜ユニット204と、被処理基板202上のレジストパターンを除去する為のレジスト剥離液処理ユニット205と、被処理基板202上に付着しているレジスト剥離液をIPAで置換洗浄する為のIPA処理ユニット206と、被処理基板202を水洗する為の水洗ユニット207と、水洗後の被処理基板202を乾燥する為の乾燥ユニット208とで構成されている（図5参照）。

20

#### 【0050】

このような構成のレジスト剥離装置について、各処理ユニットの具体的構成を処理の流れに沿って説明する。最初の処理ユニットである保護膜成膜ユニット204は、被処理基板202の表面に露出しているシリコン系半導体膜とレジスト剥離液が直に接触するのを防止する為、シリコン系半導体膜の表面にレジスト剥離液に対する保護膜を成膜する為の処理ユニットである。当該保護膜としては、レジスト剥離液の吸湿作用により強アルカリ性を示すに至ったレジスト剥離液に対する耐浸食性が必要で、例えば膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜が代表例として挙げられる。この為、保護膜成膜ユニット204の装置構成は、図6に示す様にオゾン含有水や過酸化水素水等の酸化作用を及ぼす薬液を被処理基板202（307）上にスピン添加するスピン添加方式301の装置構成を適用することができる。また、他の装置構成として、図7に示す様に酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射することによりオゾンを発生させ、オゾンの酸化作用により被処理基板202（407）上のシリコン系半導体膜の表面を酸化する紫外線照射によるオゾン酸化方式401の装置構成としても良い（図6～7参照）。

30

40

#### 【0051】

スピン添加方式301の装置構成は、図6に示す様に、具体的には処理カップ302と処理カップ302内に配設された回転駆動軸303で軸支されたスピンチャック304とオゾン含有水や過酸化水素水等の酸化作用を及ぼす薬液を供給する為の薬液供給ノズル305と前記薬液を処理カップ302の下側に排水する為の排水管306とから成っており、薬液供給ノズル305からオゾン含有水や過酸化水素水等の酸化作用を及ぼす薬液がスピンチャック304上に載置された被処理基板202（307）に供給され、当該薬液は被

50

処理基板 202 (307) 上に液盛り状態で保持され、所定時間経過後に被処理基板 202 (307) がスピン乾燥される構成となっている。また、紫外線照射によるオゾン酸化方式 401 の装置構成は、図 7 に示す様に、具体的には処理チャンバ 402 と処理チャンバ 402 内に配設された基板載置ステージ 403 と基板載置ステージ 403 の上方に位置する紫外線照射灯 404 と処理チャンバ 402 に酸素を含むガスを供給する為のガス供給管 405 と紫外線照射灯 404 に電力を供給する為の電力供給ライン 406 とから成っており、基板載置ステージ 403 上に載置された被処理基板 202 (407) の上方に位置する紫外線照射灯 404 から紫外線が照射され、同時にガス供給管 405 から酸素を含むガスが処理チャンバ 402 内に供給され、紫外線照射により発生したオゾンが処理チャンバ 402 内に充満することにより、被処理基板 202 (407) の表面のシリコン系半導体膜が表面酸化される構成となっている (図 6 ~ 7 参照)。

10

#### 【0052】

尚、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜以外の保護膜としては、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン窒素化膜やシリコン窒化膜も候補として挙げられる。シリコン窒素化膜やシリコン窒化膜の成膜は、露出したシリコン系半導体膜の表面を直接に窒素処理したり窒素化処理する為、反応性ガスの雰囲気中でのプラズマ処理により窒素化処理や窒素化処理する保護膜成膜ユニット 204 がある。保護膜成膜ユニット 204 では、窒素原子と酸素原子を含む反応性ガスの雰囲気中、例えば窒素酸化物の雰囲気中でのプラズマ処理によりシリコン系半導体膜の表面を窒素化処理し、シリコン窒素化膜を成膜することが可能となる。また、保護膜成膜ユニット 204 では、窒素原子を含み酸素原子を含まない反応性ガスの雰囲気中、例えばアンモニアガスの雰囲気中でのプラズマ処理によりシリコン系半導体膜の表面を窒素化処理し、シリコン窒素化膜を成膜することが可能である。

20

#### 【0053】

次の処理ユニットであるレジスト剥離液処理ユニット 205 は、被処理基板 202 上のエッチングや不純物ドーピングのマスクとなった不要なレジストパターンを除去する為の処理ユニットで、適用するレジスト剥離液としては有機系のレジスト剥離液が一般的である。また、次の処理ユニットである IPA 処理ユニット 206 は、被処理基板 202 上に付着しているレジスト剥離液を IPA で置換洗浄する為の処理ユニットである。また、次の処理ユニットである水洗ユニット 207 は、被処理基板 202 上に付着しているレジスト剥離液や IPA を水洗により徹底的に洗浄する為の処理ユニットである。これらの処理ユニット 205 ~ 207 は、当該レジスト剥離装置 201 に於いては、枚葉処理方式の処理ユニットで構成されており、具体的な装置構成として連続処理槽の装置構成とスピン処理部の装置構成とがある (図 5 参照)。

30

#### 【0054】

特に図示しないが、レジスト剥離液処理ユニット 205 と IPA 処理ユニット 206 に於ける連続処理槽の装置構成は、具体的には連続処理槽内に充填されたレジスト剥離液や IPA に被処理基板 202 が移動しながら浸漬され所定時間の連続処理が行われる構成となっている。そして、レジスト剥離液処理ユニット 205 に於いては、連続処理槽に昇温機構が付設されており、連続処理槽内に充填されたレジスト剥離液は 60 ~ 90 程度の所定温度に保持された状態で、被処理基板 202 が処理される構成となっている。また、水洗ユニット 207 に於ける連続処理槽の装置構成は、連続処理槽が複数の独立した処理槽に区分され、各処理槽に於いて、被処理基板 202 が 1 枚ずつ独立に QDR (Quick-Dump-Rinse の略) 方式で水洗処理される構成となっている。尚、上記に記載した連続処理槽の装置構成は単なる一例であり、他の具体的構成も考えられることは言うまでもない (図 5 参照)。

40

#### 【0055】

また、レジスト剥離液処理ユニット 205 と IPA 処理ユニット 206 と水洗ユニット 207 とに於ける枚葉処理方式のスピン処理部の装置構成は、保護膜成膜ユニット 204 に於ける図 6 の装置構成と基本的に同じである。レジスト剥離液処理ユニット 205 に於いては、60 ~ 90 程度の所定温度に保持されたレジスト剥離液が、上方に位置する薬液

50

供給ノズルからスピンチャック上に載置された被処理基板 202 上に供給され、液盛り状態で所定時間保持され、所定時間後に被処理基板 202 のスピン回転によりレジスト剥離液が被処理基板 202 の周囲に飛散除去される構成となっている。IPA 処理ユニット 206 に於いては、上方に位置する薬液供給ノズルからスピン回転状態の被処理基板 202 上に IPA が供給され、被処理基板 202 上に付着しているレジスト剥離液が IPA で置換洗浄され、所定時間後に被処理基板 202 の IPA がスピン乾燥される構成となっている。水洗ユニット 207 に於いては、上方に位置する純水供給ノズルからスピン回転状態の被処理基板 202 上に純水が供給され、被処理基板 202 上に付着しているレジスト剥離液や IPA が純水で流水洗浄され、その後被処理基板 202 がスピン乾燥される構成となっている。尚、水洗ユニット 207 をスピン処理部で構成する場合は、水洗処理の後に被処理基板 202 はスピン乾燥される為、後述の乾燥ユニット 208 は省略可能である（図 5 参照）。

10

#### 【0056】

次の処理ユニットである乾燥ユニット 208 は被処理基板 202 上に付着している少量の水分を乾燥させる為の処理ユニットで、枚葉処理方式のエアーナイフ乾燥部又はスピン乾燥部で構成されている。スピン乾燥部については、上記のスピン処理部から成る水洗ユニット 207 と装置構成が同じである為、此处ではエアーナイフ乾燥部の装置構成について記載する。特に図示しないが、エアーナイフ乾燥部から成る乾燥ユニット 208 に於いては、被処理基板 202 の表面にエアーナイフノズルからエアーブローが供給され、エアーブローにより付着した水分が乾燥される構成となっている（図 5 参照）。

20

#### 【0057】

ところで、上記実施形態に於いては、枚葉処理方式のレジスト剥離装置について具体的に説明したが、本発明のレジスト剥離装置は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。例えば、特に図示しないが、バッチ処理方式のレジスト剥離装置も当然に可能である。この場合、保護膜成膜ユニットは膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン酸化膜を成膜するバッチ処理方式の処理ユニットとなり、例えばオゾン含有水や過酸化水素水等の酸化作用を及ぼす薬液が充填された処理槽内で複数の被処理基板が一括して処理される装置構成と、酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射することによりオゾンを発生させ、オゾンの酸化作用により複数の被処理基板（厳密にはシリコン系半導体膜の表面）が一括して酸化される装置構成とが考えられる。また、膜厚 0.5 ~ 5 nm 程度のシリコン窒化膜やシリコン窒化膜を成膜する為のバッチ処理方式のプラズマ処理部から成る保護膜成膜ユニットの装置構成も考えられ、複数の被処理基板がサセプタやポートに載置された状態で、処理チャンバ内に内挿され、反応性ガスの雰囲気中で複数の被処理基板が一括してプラズマ処理される装置構成が挙げられる。尚、反応性ガスとしては、シリコン窒化膜を成膜する為の反応性ガスである窒素原子と酸素原子を含む反応性ガス（例えば窒素酸化物）と、シリコン窒化膜を成膜する為の反応性ガスである窒素原子を含み酸素原子を含まない反応性ガス（例えばアンモニアガス）とがある。

30

#### 【0058】

また、保護膜成膜ユニット以外の処理ユニットであるレジスト剥離液処理ユニットと IPA 処理ユニットと水洗ユニットとしては、各々該当する処理液（レジスト剥離液又は IPA 又は純水）が充填された処理槽から成るバッチ処理方式の処理ユニットがある。また、バッチ処理方式の乾燥ユニットとしては、複数の被処理基板を一括してスピン乾燥させるスピン乾燥部と複数の被処理基板を一括して IPA 蒸気で乾燥させる IPA 蒸気乾燥部とがある。

40

#### 【0059】

以上の様に構成された枚葉処理方式やバッチ処理方式のレジスト剥離装置によると、レジスト剥離液処理前の保護膜成膜処理とレジスト剥離液処理とを連続処理で行うことが可能となり、レジスト剥離工程に於けるシリコン系半導体膜のエッチング損傷を高スループットで確実に防止することができる。TFT で回路構成される半導体表示装置の量産工程に

50

於いては、レジスト剥離工程に於けるシリコン系半導体膜のピンホール状の露出は、何らかのトラブル等により予期せずに生じることが考えられ、この場合にもシリコン系半導体膜のエッチング損傷を高スループットで確実に防止することができる。この為、本発明のレジスト剥離装置は、半導体表示装置の量産工程に於けるTFTの電気特性の安定化及び歩留向上に有効である。

#### 【0060】

##### 〔実施形態3〕

本実施形態では、図8～14の液晶表示装置の作製工程を示す工程断面図に基づき、GOLD構造TFTとLDD構造TFTとを共に有するアクティブマトリクス型の液晶表示装置の作製工程に本発明のレジスト剥離装置を適用した場合について記載する。尚、本実施形態の液晶表示装置は、TFTの活性層である半導体層に触媒元素を利用して結晶化される結晶質シリコン膜を適用し、LDD構造の画素TFTとGOLD構造のnチャネル型又はpチャネル型駆動回路とを有する場合を例に記載している。

#### 【0061】

先ず、ガラス基板501上にプラズマCVD法により、各々組成比の異なる膜厚50nmの第1層目のシリコン酸窒化膜502aと膜厚100nmの第2層目のシリコン酸窒化膜502bを堆積し、下地膜502を成膜する。尚、此处で用いるガラス基板501としては、石英ガラス又はバリウムホウケイ酸ガラス又はアルミノホウケイ酸ガラス等が有る。次に、前記下地膜502(502aと502b)上に、プラズマCVD法又は減圧CVD法により、膜厚20～200nm、好ましくは膜厚30～70nmの非晶質シリコン膜503aを堆積する。本実施形態では、膜厚53nmの非晶質シリコン膜503aをプラズマCVD法で堆積している。この際、非晶質シリコン膜503aの表面は、処理雰囲気中に混入した空気中の酸素の影響により極薄の自然酸化膜(図示せず)が成膜されている。尚、本実施形態ではプラズマCVD法で非晶質シリコン膜503aを堆積しているが、減圧CVD法で堆積しても構わない(図8-A参照)。

#### 【0062】

ところで、非晶質シリコン膜503aの堆積に際しては、空気中に存在する炭素、酸素及び窒素が混入する可能性がある。これらの不純物ガスの混入は、最終的に得られるTFTの特性劣化を引き起こすことが経験的に知られており、前記不純物ガスの混入は結晶化の阻害要因として作用する。従って、前記不純物ガスの混入は徹底的に排除すべきであり、具体的には炭素及び窒素の場合は共に $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下に、酸素の場合は $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下に制御することが好ましい(図8-A参照)。

#### 【0063】

次に、当該基板を希フッ酸で所定時間洗浄することにより、非晶質シリコン膜503aの表面に成膜されている自然酸化膜(図示せず)を除去する。その後、オゾン含有水で所定時間の処理を行うことにより、非晶質シリコン膜503aの表面に膜厚0.5～5nm程度の清浄な極薄のシリコン酸化膜(図示せず)を成膜する。尚、本実施形態では、オゾン含有水の処理により当該シリコン酸化膜(図示せず)を成膜しているが、過酸化水素水による処理で成膜しても構わない。また、当該シリコン酸化膜(図示せず)は、後に触媒元素溶液であるNi(ニッケル)元素水溶液をスピン添加法で添加する際、Ni元素を均一に付着させる為、非晶質シリコン膜503aに対する濡れ性を改善する目的で成膜される(図8-A参照)。

#### 【0064】

次に、非晶質シリコン膜503a(厳密には、極薄のシリコン酸化膜)の全面に、スピン添加法により結晶化の助長作用を有する触媒元素溶液であるNi元素水溶液を添加する。本実施形態では、Ni化合物であるニッケル酢酸塩を純水に溶解し、重量換算で10ppmの濃度に調整したものをNi元素水溶液として使用しており、非晶質シリコン膜503a(厳密には極薄のシリコン酸化膜)の全面にNi含有層(図示せず)を均一に付着させている(図8-A参照)。

#### 【0065】



次に、非晶質シリコン膜503a中の含有水素量を5atom%以下に制御する為、非晶質シリコン膜503a中の含有水素の脱水素化処理を行う。当該脱水素化処理は、ファーンズ炉を使用して窒素雰囲気中での450 - 1時間の熱処理により行われる。その後、ファーンズ炉内で550 - 4時間の熱処理を行うことにより、非晶質シリコン膜503aの結晶化を促進し、膜厚50nmの結晶質シリコン膜503bを成膜する。引き続き、得られた結晶質シリコン膜503bの結晶性を更に改善させる為、パルス発振型のKrFエキシマレーザー（波長248nm）照射による結晶化を行う。尚、本明細書に於いては、触媒元素であるNi元素を利用して結晶化される多結晶シリコン膜を通常が多結晶シリコン膜と区別する為に、結晶質シリコン膜と称している。此处で、多結晶とせずに結晶質と称している理由は、通常が多結晶シリコン膜と比較し、結晶粒が概略同一方向に配向しており、高い電界効果移動度を有する等の特徴がある為、多結晶シリコン膜と区別する趣旨である（図8 - A参照）。

10

**【0066】**

次に、希フッ酸洗浄とオゾン含有水洗浄による所定時間のチャネルドープ前洗浄を行い、結晶質シリコン膜503bの表面に膜厚0.5 ~ 5nm程度の清浄な極薄のシリコン酸化膜（図示せず）を再び成膜する。当該シリコン酸化膜（図示せず）は、チャネルドープ処理の際に水素イオン（イオン源であるジボラン（ $B_2H_6$ ）と水素との混合ガスから発生）で結晶質シリコン膜503bがエッチングされるのを防止する為のものである。その後、nチャネル型TFT及びpチャネル型TFTのしきい値電圧を制御する為、ドーピング装置を使用して第1のドーピング処理であるチャネルドープ処理を行う。チャネルドープ処理は、低ドーズ量のp型不純物であるB（即ち、ボロン）元素を基板全面にドーピングすることで行われる。この際のドーピング条件としては、イオン源にジボラン（ $B_2H_6$ ）希釈率0.01 ~ 1%濃度のジボラン（ $B_2H_6$ ）/水素（ $H_2$ ）を使用し、加速電圧5 ~ 30kVでドーズ量 $8 \times 10^{13} \sim 2 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$ が考えられ、本実施例では結晶質シリコン膜503b中のB濃度を $1 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 程度とする為、ジボラン（ $B_2H_6$ ）希釈率0.1%濃度のジボラン（ $B_2H_6$ ）/水素（ $H_2$ ）、加速電圧15kV、ドーズ量 $4 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^2$ のドーピング条件でB元素をドーピングしている（図8 - B参照）。

20

**【0067】**

次に、チャネルドープ処理の前処理として成膜した極薄のシリコン酸化膜（図示せず）を希フッ酸で処理することにより、当該シリコン酸化膜（図示せず）を除去する。その後、オゾン含有水で所定時間の処理を行うことにより、結晶質シリコン膜503bの表面に膜厚0.5 ~ 5nm程度の極薄のシリコン酸化膜504a ~ 508aを再び成膜する。当該シリコン酸化膜504a ~ 508aは、次に形成するレジストパターンの密着性改善の為、及び結晶質シリコン膜503bの疎水性の改善と汚染防止の為、及び結晶質シリコン膜503bの表面の清浄度を保持することにより界面準位の低減を図る為等の理由で成膜されるが、有機系のレジスト剥離液からのエッチング損傷の防止機能についても勿論有している。尚、本実施形態では、膜厚0.5 ~ 5nm程度のシリコン酸化膜504a ~ 508aをオゾン含有水による処理で成膜しているが、過酸化水素水で処理しても良いし、酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射することによりオゾンを発生させ、オゾンによる酸化作用で結晶質シリコン膜503bの表面を酸化しても良い。その後、通常の写真リソグラフィ処理により、所定寸法のレジストパターン（図示せず）を形成する（図8 - B参照）。

30

40

**【0068】**

次に、当該レジストパターン（図示せず）をマスクに結晶質シリコン膜503bとその表層膜であるシリコン酸化膜504a ~ 508aをドライエッチング処理し、膜厚50nmの結晶質シリコン膜503bから成る島状の半導体層504 ~ 508を形成する。この半導体層504 ~ 508はTFTの活性層となる島状の領域で、後にTFTのソース領域とドレイン領域が形成される領域である。ドライエッチング処理の際、RIE型のドライエッチング装置を使用し、エッチングガスである $CF_4$ と $O_2$ のガス流量比が50 : 45のエッチング条件でドライエッチング処理しており、レジスト後退方によるテーパエッチング処理が行われている。この為、被エッチング膜である半導体層504 ~ 508の側壁部

50

には、特に便宜上図示していないが、順テーパ形状が形成されている（図中では便宜上矩形状で表記）。また、順テーパ形状の側壁部は、エッチングガスに酸素が含まれている為、ドライエッチング時の側壁保護ポリマーの付着は殆ど無く、結晶質シリコン膜503bの表面が露出した状態（又は若干のシリコン酸化膜の成膜もあり得る）になっている。尚、半導体層504～508を順テーパ形状に形成する理由は、後工程で成膜されるゲート絶縁膜やゲート電極膜の段差部での被覆性を改善する為である（図8-B参照）。

#### 【0069】

次に、ドライエッチング後のレジストパターン（図示せず）を除去する為、酸素プラズマ処理であるアッシング処理を行う。アッシング処理は、レジストパターンの半分程度をアッシングするハーフアッシング方式を採用している。この為、アッシング処理後のレジストパターン（図示せず）は、半分程度に膜減りが進み、レジストパターン形状が変形している。このアッシング処理の際、順テーパ形状をしている半導体層504～508の側壁部には、結晶質シリコン膜503bが露出している為、膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜504b～508bが成膜される。当該シリコン酸化膜504b～508bは、次工程のレジスト剥離液処理時のレジスト剥離液からのエッチング損傷を防止する機能を有するものとがある（図8-B参照）。

#### 【0070】

次に、残ったレジストパターン（図示せず）を完全に除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。本発明のレジスト剥離装置はレジスト剥離液処理の前に保護膜成膜処理を行うことが可能であるが、当該レジスト剥離工程の場合は、結晶質シリコン膜503bから成る半導体層504～508の表面と側面に膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜504a～508a、504b～508bが既に成膜されている為、半導体層504～508に対する保護膜の成膜処理は不要である。この場合は、レジスト剥離装置の処理プログラムを保護膜成膜処理の無いプログラムに変更して処理することになり、レジスト剥離工程の一層の高スループット化を図ることが可能である。従って、この場合の当該レジスト剥離装置によるレジスト剥離工程の具体的処理は、レジスト剥離液処理とIPA洗浄処理と水洗処理と乾燥処理とから成る連続処理で処理されることになる。尚、レジスト剥離液処理の後、連続的にIPA洗浄処理が行われるが、当該IPA洗浄処理は省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能である。但し、当該IPA洗浄処理は基板表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、水分の混入によるレジスト剥離液の強アルカリ性を防止する作用がある為、一般的にはIPA洗浄処理を導入した方が好ましい（図8-B参照）。

#### 【0071】

次に、当該基板を希フッ酸で所定時間洗浄することにより、結晶質シリコン膜503bから成る半導体層504～508の表面と側壁部に成膜されている膜厚0.5～5nm程度のシリコン酸化膜504a～508a、504b～508bを除去する。その後、半導体層504～508を被覆する様に、膜厚30～200nm、好ましくは膜厚80～130nmのシリコン酸化膜又はシリコン酸窒化膜から成るゲート絶縁膜509をプラズマCVD法又は減圧CVD法により堆積する。本実施形態では、膜厚100nmのシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜509をプラズマCVD法で堆積している。尚、ゲート絶縁膜509の膜厚は、後工程で成膜する上層のゲート電極膜からの応力を回避する為、80nm以上の膜厚が必要であることが知られており、この点を考慮して設定している（図9-A参照）。

#### 【0072】

次に、ゲート電極用の電極材料を堆積する為、スパッタ法により膜厚200～600nm、好ましくは膜厚300～600nmのアルミニウム系合金膜、又は高融点金属と高融点金属窒化物との積層膜を堆積する。本実施形態では、第1層ゲート電極膜510として膜厚30nmのTa<sub>2</sub>N膜を堆積し、その後第2層ゲート電極膜511として膜厚370nmのW膜とを堆積している。尚、第1層ゲート電極膜510であるTa<sub>2</sub>N膜の膜厚は、ドライエッチング時のテーパ形状領域に於ける残膜厚の制御性、及びスルードープ法により

TaN膜を通過させて不純物元素をドーピングする際のドーピング特性の両方を考慮して設定している。また、第2層ゲート電極膜511であるW膜の膜厚は、不純物元素をドーピングする際のW膜のチャネリング現象を防止する為、340nm以上の膜厚が必要ながことが知られており、この点を考慮して設定している(図9-A参照)。

#### 【0073】

次に、通常の写真リソグラフィ処理を行うことにより、上記の金属積層膜上にゲート電極と保持容量用電極とソース配線等を形成する為の所定寸法のレジストパターン(図示せず)を形成する。その後、レジストパターン(図示せず)をマスクに、膜厚30nmのTaN膜から成る第1層ゲート電極膜510と膜厚370nmのW膜から成る第2層ゲート電極膜511とから成る金属積層膜をドライエッチング処理する。当該ドライエッチング処理により、第1層ゲート電極512c~515cと第2層ゲート電極512b~515bとから成る所定寸法のゲート電極を形成し、同時に第1層保持容量電極516cと第2層保持容量電極516bとから成る所定寸法の保持容量電極、第1層ソース配線用電極517cと第2層ソース配線用電極517bとから成る所定寸法のソース配線用電極を形成する。当該ドライエッチング工程に於いて、第2層電極512b~517b(第2層ゲート電極512b~515bと第2層保持容量電極516bと第2層ソース配線用電極517bとから成る電極の総称)は第1層電極512c~517c(第1層ゲート電極512c~515cと第1層保持容量電極516cと第1層ソース配線用電極517cとから成る電極の総称)よりチャンネル方向の寸法が短く形成されている。また、第2層電極512b~517bからの露出領域に該当する第1層電極512c~517cは、端部に近づくにつれ徐々に薄膜化したテーパー形状に形成されている。尚、現像後のレジストパターン(図示せず)は、ドライエッチング時の膜減りによりレジストパターン512a~517aの形状となり、ゲート絶縁膜509はドライエッチング時の膜減りにより、ゲート絶縁膜518の形状に変形している(図9-B参照)。

#### 【0074】

次に、ドライエッチング後のレジストパターン512a~517aを除去する為、ハーフアッシング方式によるアッシング処理を行う。当該アッシング処理でレジストパターン512a~517aを半分程度にアッシング除去した後、残ったレジストパターン(図示せず)を完全に除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。本発明のレジスト剥離装置はレジスト剥離液処理の前に保護膜成膜処理を行うことが可能であるが、当該レジスト剥離工程の場合は、半導体層504~508を被覆する様にゲート絶縁膜518が存在している為、半導体層504~508とレジスト剥離液が直に接触することは通常あり得ず、保護膜の成膜処理は不要である。この場合は、レジスト剥離装置の処理プログラムを保護膜成膜処理の無いプログラムに変更して処理することになり、レジスト剥離工程の一層の高スループット化を図ることが可能である。従って、この場合の当該レジスト剥離装置によるレジスト剥離工程の具体的処理は、レジスト剥離液処理とIPA洗浄処理と水洗処理と乾燥処理とから成る連続処理で処理される。尚、レジスト剥離液処理の後、連続的にIPA洗浄処理が行われるが、当該IPA洗浄処理は省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能である。但し、当該IPA洗浄処理は基板表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、水分の混入によるレジスト剥離液の強アルカリ性を防止する作用がある為、一般的にはIPA洗浄処理を導入した方が好ましい(図10-A参照)。

#### 【0075】

次に、ドーピング装置を使用して、第1層電極512c~516cをマスクに第2のドーピング処理であるP元素から成る低ドーズ量のn型不純物をドーピングする。当該第2のドーピング処理により、第1層電極512c~516cの外側の領域に対応する半導体層504~508にn型不純物の低濃度不純物領域(n--領域)519~523が形成される。この際、低濃度不純物領域(n--領域)519~523の形成に於いては、所謂スルードープ法により上層膜であるゲート絶縁膜518を介してドーピングしている。尚、ドーピング条件としては、イオン源にホスフィン(PH<sub>3</sub>)希釈率3~20%濃度のホ

10

20

30

40

50

スフィン (PH<sub>3</sub>) / 水素 (H<sub>2</sub>) を使用し、加速電圧 30 ~ 90 kV でドーズ量  $6 \times 10^{12} \sim 1.5 \times 10^{14}$  atoms / cm<sup>2</sup> が考えられるが、本実施形態ではホスフィン (PH<sub>3</sub>) 希釈率 5 % 濃度のホスフィン (PH<sub>3</sub>) / 水素 (H<sub>2</sub>)、加速電圧 50 kV、ドーズ量  $3 \times 10^{13}$  atoms / cm<sup>2</sup> のドーピング条件でドーピングしている (図 10 - B 参照)。

#### 【0076】

次に、通常の写真リソグラフィ処理により、不純物をドーピング処理する為のマスクであるレジストパターン 524 ~ 525 を形成する。当該レジストパターン 524 ~ 525 は、GOLD 構造の駆動回路 606 である p チャンネル型 TFT 602 と LDD 構造の画素 TFT 604 の作製領域に形成され、GOLD 構造の駆動回路 606 である n チャンネル型 TFT 601、603 並びに保持容量 605 の作製領域には形成されない。この際、GOLD 構造の p チャンネル型 TFT 602 の作製領域に於いては、レジストパターン 524 の端部が、半導体層 505 の外側に位置する様に、即ち半導体層 505 を完全に被覆する様に形成される。また、LDD 構造の画素 TFT 604 の作製領域に於いては、レジストパターン 525 の端部が半導体層 507 の内側で第 1 層ゲート電極 515c から所定の距離だけ外側に位置する様に、即ち第 1 層ゲート電極 515c の端部から Loff 領域 (詳細は後の工程で説明) の分だけ外側に位置する様に形成される (図 11 - A 参照)。

#### 【0077】

次に、ドーピング装置を使用して、第 3 のドーピング処理である P 元素から成る高ドーズ量の n 型不純物をドーピングする。この際、GOLD 構造の駆動回路 606 である n チャンネル型 TFT 601、603 の作製領域に於いては、第 1 層ゲート電極 512c、514c の外側に対応する半導体層 504、506 には、既に n 型不純物の低濃度不純物領域 (n - 領域) 519、521 が形成されているが、その上から n 型不純物の高濃度不純物領域 (n + 領域) 526、528 が形成され、同時に第 1 層ゲート電極 512c、514c の第 2 層ゲート電極 512b、514b からの露出領域に対応する半導体層 504、506 に、n 型不純物の低濃度不純物領域 (n - 領域) 527、529 が形成される。この様に形成される高濃度不純物領域 (n + 領域) 526、528 は GOLD 構造のソース領域又はドレイン領域としての機能を有し、低濃度不純物領域 (n - 領域) 527、529 は GOLD 構造の Lov 領域 (ゲート電極とオーバーラップしている電界緩和領域のこと) である電界緩和領域としての機能を有することになる。また、保持容量 605 の作製領域に於いても、同様に n 型不純物の高濃度不純物領域 (n + 領域) 532 と低濃度不純物領域 (n - 領域) 533 が形成される。此処で形成された n 型不純物の高濃度不純物領域 (n + 領域) 532 と低濃度不純物領域 (n - 領域) 533 は、当該領域が TFT でなく保持容量 605 の作製領域である為、容量形成用電極の片側としての機能を有している (図 11 - A 参照)。

#### 【0078】

一方、LDD 構造の画素 TFT 604 の作製領域に於いては、当該第 3 のドーピング処理により、レジストパターン 525 の外側に対応する半導体層 507 に n 型不純物の高濃度不純物領域 (n + 領域) 530 が形成される。当該半導体層 507 には、既に n 型不純物の低濃度不純物領域 (n - 領域) 522 が形成されているが、高濃度不純物領域 (n + 領域) 530 の形成に伴い、当該低濃度不純物領域 (n - 領域) 522 は、高濃度不純物領域 (n + 領域) 530 と結果として形成される低濃度不純物領域 (n - 領域) 531 とに区分されることになる。この様に形成される高濃度不純物領域 (n + 領域) 530 は LDD 構造のソース領域又はドレイン領域としての機能を有し、低濃度不純物領域 (n - 領域) 531 は LDD 構造の Loff 領域 (ゲート電極とオーバーラップしていない電界緩和領域のこと) である電界緩和領域としての機能を有することになる。尚、ドーピング条件としては、イオン源にホスフィン (PH<sub>3</sub>) 希釈率 3 ~ 20 % 濃度のホスフィン (PH<sub>3</sub>) / 水素 (H<sub>2</sub>) を使用し、加速電圧 30 ~ 90 kV でドーズ量  $6 \times 10^{14} \sim 1.5 \times 10^{16}$  atoms / cm<sup>2</sup> が考えられるが、本実施形態ではホスフィン (PH<sub>3</sub>) 希釈率 5 % 濃度のホスフィン (PH<sub>3</sub>) / 水素 (H<sub>2</sub>)、加速電圧 65 kV、ドーズ量  $3 \times 10^{15}$  atoms / cm<sup>2</sup> のドーピング条件でドーピングしている (図 11 - A 参照)。

## 【0079】

上記の高濃度不純物領域（ $n^+$ 領域）526，528，530，532と低濃度不純物領域（ $n^-$ 領域）527，529，533は、上層膜を介してドーピングする所謂スルードープ法で形成されている。スルードープ法とは上層膜を介して目的物質層に不純物をドーピングするドーピング法のこと、上層膜の膜質と膜厚に依存して目的物質層の不純物濃度を変化できる特徴がある。従って、同一のドーピング条件で不純物をドーピングするにも拘わらず、上層膜がイオン阻止能の小さいゲート絶縁膜518で構成されている領域に高濃度不純物領域（ $n^+$ 領域）526，528，530，532を形成し、上層膜がイオン阻止能の大きい第1層電極（ $TaN$ 膜）512c，514c，516cとゲート絶縁膜518との積層膜で構成されている領域に低濃度不純物領域（ $n^-$ 領域）527，529，533を同時に形成することが可能となっている（図11-A参照）。 10

## 【0080】

尚、GOLD構造の駆動回路606である $n$ チャネル型TF T601，603の作製領域に於いては、上記の高濃度不純物領域（ $n^+$ 領域）526，528と低濃度不純物領域（ $n^-$ 領域）527，529の形成に伴い、半導体層504，506に於ける第2層ゲート電極512b，514bと重なる領域に、TF Tのチャネル領域が画定されることになる。また、同様にして、LDD構造の画素TF T604の作製領域に於いて、半導体層507に於ける第1層ゲート電極515cと重なる領域に、TF Tのチャネル領域が画定されることになる（図11-A参照）。 20

## 【0081】

次に、ドーピング処理後のレジストパターン524～525を除去する為、ハーフアッシング方式によるアッシング処理を行う。当該アッシング処理でレジストパターン524～525を半分程度にアッシング除去した後、残ったレジストパターン（図示せず）を完全に除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。尚、レジスト剥離工程の詳細は、上記のドライエッチング処理後の保護膜成膜処理の無いレジスト剥離工程と同様である為、此处では記載を省略する。その後、通常のリソグラフィ処理により、不純物をドーピング処理する為のマスクであるレジストパターン534～536を形成する。この際、当該レジストパターン534～536は、GOLD構造の駆動回路606である $p$ チャネル型TF T602と保持容量605の作製領域を開口する様に形成される（図11-B参照）。 30

## 【0082】

次に、ドーピング装置を使用して、第4のドーピング処理であるB元素から成る高ドーズ量の $p$ 型不純物をスルードープ法でドーピングする。当該第4のドーピング処理により、GOLD構造の駆動回路606である $p$ チャネル型TF T602の作製領域に於いては、第1層ゲート電極513cの外側に対応する半導体層505に、 $p$ 型不純物の高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）537が形成される。また、第1層ゲート電極513cの第2層ゲート電極513bからの露出領域に対応する半導体層505に、 $p$ 型不純物の低濃度不純物領域（ $p^-$ 領域）538が同時に形成される。この様に形成される高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）537はGOLD構造のソース領域又はドレイン領域としての機能を有し、低濃度不純物領域（ $p^-$ 領域）538はGOLD構造の $Lov$ 領域（ゲート電極とオーバーラップしている電界緩和領域のこと）である電界緩和領域としての機能を有することになる。一方、保持容量605の作製領域に於いても、同様に、容量形成用電極の片側として機能する高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）539と低濃度不純物領域（ $p^-$ 領域）540とが形成されている（図11-B参照）。 40

## 【0083】

ところで、 $p$ チャネル型TF T602の作製領域に於ける $p$ 型不純物の高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）537には、既に $n$ 型不純物の低濃度不純物領域（ $n^-$ 領域）520が形成されているが、 $n$ 型不純物の濃度以上の $p$ 型不純物がドーピングされる為、全体として $p$ 型の導電性を有する高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）537が形成されることになる。また、保持容量605の作製領域に於いても、既に $n$ 型不純物の高濃度不純物領域（ $n^+$ 領域）520が形成されているが、 $p$ 型不純物の高濃度不純物領域（ $p^+$ 領域）539が形成されることになる。 50

域) 532と低濃度不純物領域(n-領域) 533とが形成されているが、n型不純物の濃度以上のp型不純物がドーピングされる為、全体としてp型の導電性を有する高濃度不純物領域(p+領域) 539と低濃度不純物領域(p-領域) 540とが形成されている。尚、p型不純物の高濃度不純物領域(p+領域) 537, 539と低濃度不純物領域(p-領域) 538, 540は、n型不純物領域の場合と同様に、上層膜の膜質や膜厚の違いを利用してスルドープ法により同時に形成されている。また、この際のドーピング条件としては、イオン源にジボラン( $B_2H_6$ )希釈率3~20%濃度のジボラン( $B_2H_6$ )/水素( $H_2$ )を使用し、加速電圧60~100kVでドーズ量 $4 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>2</sup>が考えられるが、本実施形態ではジボラン( $B_2H_6$ )希釈率5%濃度のジボラン( $B_2H_6$ )/水素( $H_2$ )、加速電圧80kV、ドーズ量 $2 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>2</sup>のドーピング条件でドーピングしている(図11-B参照)。

10

#### 【0084】

次に、ドーピング処理後のレジストパターン534~536を除去する為、ハーフアッシング方式によるアッシング処理を行う。当該アッシング処理でレジストパターン534~536を半分程度にアッシング除去した後、残ったレジストパターン(図示せず)を完全に除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。尚、レジスト剥離工程の詳細は、上記のドライエッチング処理後の保護膜成膜処理の無いレジスト剥離工程と同様である為、此处では記載を省略する。その後、膜厚50~300nm、好ましくは膜厚100~200nmのシリコン窒化膜又はシリコン酸化膜から成る第1の層間絶縁膜541をプラズマCVD法により堆積する。本実施形態では、膜厚150nmのシリコン窒化膜から成る第1の層間絶縁膜541をプラズマCVD法により堆積している。しかる後に、半導体層504~508にドーピングされたn型不純物(P元素)又はp型不純物(B元素)の熱活性化の為、ファーンズ炉に於いて、600~12時間の熱処理を行う。当該熱処理は、n型又はp型不純物の熱活性化処理の為にを行うものであるが、ゲート電極の真下に位置するチャネル領域に存在する触媒元素(Ni元素)を前記不純物によりゲッタリングする目的も兼ねている。尚、第1の層間絶縁膜541の堆積前に当該熱活性化処理を行っても良いが、ゲート電極等の配線材料の耐熱性が弱い場合は、第1の層間絶縁膜541の堆積後に行う方が好ましい。当該熱処理に続いて、半導体層504~508のダングリングボンドを終端させる為、410~1時間の水素化処理を水素3%含有の窒素雰囲気中で行う(図12-A参照)。

20

30

#### 【0085】

次に、前記第1の層間絶縁膜541の上に、膜厚0.7~3μm、好ましくは膜厚1~2μmのアクリル樹脂膜から成る第2の層間絶縁膜542を成膜する。本実施形態では、膜厚1.6μmのアクリル樹脂膜から成る第2の層間絶縁膜542を成膜している。当該アクリル樹脂膜の成膜は、スピン塗布法でアクリル樹脂膜を塗布した後、オープンベーク炉で熱処理することにより成膜される。その後、通常の写真リソグラフィ処理により、アクリル樹脂膜から成る第2の層間絶縁膜542上に所定寸法のコンタクトホールを形成する為のレジストパターン543aを形成する(図12-B参照)。

#### 【0086】

次に、レジストパターン543aをマスクに、アクリル樹脂膜から成る第2の層間絶縁膜542とシリコン窒化膜から成る第1の層間絶縁膜541とシリコン酸化膜から成るゲート絶縁膜518の積層膜をドライエッチング処理する。当該ドライエッチング処理により、第2の層間絶縁膜542と第1の層間絶縁膜541とゲート絶縁膜518とを貫通する様に、所定寸法のコンタクトホール544が形成される。この際、当該ドライエッチング処理工程に於いては、酸素と $CF_4$ のガス流量比が19:1のガス混合条件でのドライエッチング処理により第2の層間絶縁膜542であるアクリル樹脂膜がエッチングされ、酸素と $CF_4$ のガス流量比が1:1のガス混合条件でのドライエッチング処理により第1の層間絶縁膜541であるシリコン窒化膜がエッチングされ、 $CHF_3$ ガスによるドライエッチング処理によりゲート絶縁膜518であるシリコン酸化膜がエッチング処理される。この様に、ドライエッチング処理の最終段階で、 $CHF_3$ ガスプラズマが適用されている

40

50

為、コンタクトホール544の底部に存在する結晶質シリコン膜503bから成る半導体層504~508に対し高選択比のドライエッチング処理が実現されている。また、ドライエッチング後に於いては、レジストパターン543aは酸素（厳密には5%の $CF_4$ 含有）プラズマ処理で大幅に膜減りが進んだ結果、レジストパターン543bの形状に変形している。尚、コンタクトホール544は、n型不純物の高濃度不純物領域（n+領域）526, 528, 530及びp型不純物の高濃度不純物領域（p+領域）537, 539、更にはソース配線として機能するソース配線用電極517bc（第1層ソース配線用電極517cと第2層ソース配線用電極517bとで構成）に接続する様に形成されている（図13-A参照）。

#### 【0087】

次に、ドライエッチング処理後の不要なレジストパターン543bを除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。此处では、第2の層間絶縁膜542に有機系のアクリル樹脂膜が適用されている為、レジスト除去処理にアッシング工程を導入することができず、レジスト剥離工程のみでレジストパターンの除去処理を行っている。本発明のレジスト剥離装置は、レジスト剥離液処理の前に膜厚0.5~5nm程度のシリコン酸化膜から成る保護膜の成膜処理を行うことが可能で、当該レジスト剥離工程に於いては、保護膜成膜処理を有する処理条件でレジスト剥離工程を処理することになる。当該レジスト剥離装置によるレジスト剥離工程は、レジスト剥離液処理前の保護膜成膜処理とレジスト剥離液処理とIPA洗浄処理と水洗処理と乾燥処理とから成っており、レジスト剥離液処理前の保護膜成膜である膜厚0.5~5nm程度の極薄のシリコン酸化膜成膜処理とレジスト剥離液処理とを連続処理で行うことが可能である。従って、レジスト剥離液処理前に、コンタクトホール544の底部に露出している結晶質シリコン膜503bから成る半導体層504~508の表面にレジスト剥離液に対する保護膜545である膜厚0.5~5nm程度の極薄のシリコン酸化膜を成膜することができ、レジスト剥離液による結晶質シリコン膜503bのエッチング損傷を高スループットで確実に防止することが可能である。尚、此处で使用するレジスト剥離液としては、例えば特開2000-241991号公報、特開2001-183849号公報、特開2001-188363号公報、特開2001-209190号公報等に記載されている様な結晶質シリコン膜に対するエッチング損傷の少ないレジスト剥離液の方が好ましい。但し、結晶質シリコン膜に対するエッチング損傷の少ないレジスト剥離液は、肝心のレジスト剥離性能に問題がある場合が多く、レジスト剥離性能とシリコン系半導体膜に対するエッチング損傷防止性能とを共に満足する様なレジスト剥離液が好適で、当該レジスト剥離液を適用することが好ましい。また、レジスト剥離液処理の後、連続的にIPA洗浄処理が行われるが、当該IPA洗浄処理は省略しても弊害が無い場合に限り省略することも可能である。但し、当該IPA洗浄処理は基板表面近傍での水洗時のレジスト剥離液と純水との混合液の生成を防止する作用があり、基板上に露出している結晶質シリコン膜や金属配線へのエッチング損傷防止に有利に作用する為、一般的にはIPA洗浄処理を導入した方が好ましい（図13-B参照）。

#### 【0088】

次に、スパッタ前洗浄として希フッ酸処理を行い、コンタクトホール544の底部に露出している結晶質シリコン膜503b表面の保護膜（シリコン酸化膜）545を除去する。その後、Ti（100nm）/Al（350nm）/Ti（100nm）の3層膜から成る金属積層膜をスパッタ法により堆積する。尚、当該金属積層膜に於いて、膜厚100nmの1層目のTi膜はコンタクト抵抗の低抵抗化とシリコンとアルミニウムの相互拡散を防止する目的で堆積され、膜厚100nmの3層目のTi膜はアルミニウム配線表面のヒロックを防止する目的で堆積されている。金属積層膜を堆積した後、通常のリソグラフィ処理により、金属積層膜上に所定寸法の配線形成用のレジストパターン（図示せず）を形成する（図14-A参照）。

#### 【0089】

次に、塩素系のエッチングガスを使用してドライエッチング処理を行うことにより、所定

10

20

30

40

50

寸法の金属積層膜配線 5 4 6 ~ 5 5 1 と接続電極 5 5 2 , 5 5 4 , 5 5 5 とゲート配線 5 5 3 とを同時に形成する。金属積層膜配線 5 4 6 ~ 5 5 1 は、駆動回路 6 0 6 の高濃度不純物領域 ( n + 領域 ) 5 2 6 , 5 2 8 と高濃度不純物領域 ( p + 領域 ) 5 3 7 とに電氣的に接続する様に形成されている。また、接続電極 5 5 2 は、画素 T F T 6 0 4 の高濃度不純物領域 ( n + 領域 ) 5 3 0 とソース配線として機能する第 2 層ソース配線用電極 5 1 7 b とを電氣的に接続する様に形成されている。また、接続電極 5 5 4 は、画素 T F T 6 0 4 の高濃度不純物領域 ( n + 領域 ) 5 3 0 と電氣的に接続する様に形成されており、接続電極 5 5 5 は保持容量 6 0 5 の高濃度不純物領域 ( p + 領域 ) 5 3 9 と電氣的に接続する様に形成されている。また、ゲート配線 5 5 3 は、画素 T F T 6 0 4 の複数の第 2 層ゲート電極 5 1 5 b を電氣的に接続する様に形成されている。ドライエッチング処理の後、不要なレジストパターン ( 図示せず ) を除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。此处では、第 2 の層間絶縁膜 5 4 2 に有機系のアクリル樹脂膜が適用されている為、レジスト除去処理にアッシング工程を導入することができず、レジスト剥離工程のみでレジストパターンの除去処理を行っている。尚、レジスト剥離工程の詳細は、上記のドライエッチング処理後のレジスト剥離工程と同様である為、此处では記載を省略する ( 図 1 4 - A 参照 ) 。

#### 【 0 0 9 0 】

次に、膜厚 8 0 ~ 1 3 0 n m 、好ましくは膜厚 1 0 0 ~ 1 2 0 n m の透明導電膜である I T O ( Indium - Ti - Oxide の略 ) 膜をスパッタ法により堆積する。本実施形態では、膜厚 1 1 0 n m の I T O 膜をスパッタ法により堆積している。その後、通常のフォトリソグラフィ処理により、所定寸法の画素電極用のレジストパターン ( 図示せず ) を形成する。しかる後、関東化学 ( 株 ) 製の商品名「 I T O - 0 4 N 」のエッチング液を使用して、ウェットエッチング処理を行う。当該ウェットエッチング処理により、I T O 膜から成る所定寸法の画素電極 5 5 6 が接続電極 5 5 4 , 5 5 5 に接続される様に形成される。画素電極 5 5 6 は、接続電極 5 5 4 を介して、画素 T F T 6 0 4 のソース領域又はドレイン領域として機能する高濃度不純物領域 ( n + 領域 ) 5 3 0 と電氣的に接続されており、更に接続電極 5 5 5 を介して、保持容量 6 0 5 の高濃度不純物領域 ( p + 領域 ) 5 3 9 ととも電氣的に接続されている。ウェットエッチング処理の後、不要なレジストパターン ( 図示せず ) を除去する為、本発明のレジスト剥離装置を使用してレジスト剥離工程を行う。此处では、第 2 の層間絶縁膜 5 4 2 に有機系のアクリル樹脂膜が適用されている為、レジスト除去処理にアッシング工程を導入することができず、レジスト剥離工程のみでレジストパターン ( 図示せず ) の除去処理を行っている。尚、レジスト剥離工程の詳細は、上記のドライエッチング処理後の保護膜成膜処理の無いレジスト剥離工程と同様である為、此处では記載を省略する ( 図 1 4 - B 参照 ) 。

#### 【 0 0 9 1 】

以上の様に、アクティブマトリクス型液晶表示装置のレジスト剥離工程に本発明のレジスト剥離装置を適用することにより、レジスト剥離液による結晶質シリコン膜から成る半導体層のエッチング損傷を高スループットで確実に防止することが可能である。尚、レジスト剥離工程によっては、結晶質シリコン膜の露出が全く有り得ない工程もあり、レジスト剥離装置の処理プログラムを保護膜成膜処理の無いプログラムに変更して処理することが可能である。この様に本発明のレジスト剥離装置は、レジスト剥離工程により保護膜成膜処理の有無をプログラム設定で簡単に変更可能で、高スループットを維持した状態で、結晶質シリコン膜から成る半導体層のエッチング損傷を確実に防止することが可能である。尚、本実施形態に於いては、アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製方法について具体的に説明したが、アクティブマトリクス型の有機 E L 表示装置の作製方法にも適用可能であることは言うまでもない。

#### 【 0 0 9 2 】

##### 〔 実施形態 4 〕

本実施形態では、本発明のレジスト剥離工程やレジスト剥離装置を適用して作製される半導体表示装置を組み込んだ電子機器の具体例について記載する。当該半導体表示装置とし

10

20

30

40

50



ては、アクティブマトリクス型の液晶表示装置及びＥＬ表示装置等があり、様々な電子機器の表示部に適用されている。此处では、半導体表示装置が表示部に適用された電子機器の具体例を図１６～１８に基づき記載する。

【００９３】

尚、半導体表示装置が表示部に適用された電子機器としては、ビデオカメラとデジタルカメラとプロジェクター（リア型又はフロント型）とヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）とゲーム機とカーナビゲーションとパーソナルコンピュータと携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、電子書籍等）等が挙げられる。

【００９４】

図１６－Ａは、本体１００１と映像入力部１００２と表示装置１００３とキーボード１００４とで構成されたパーソナルコンピュータである。当該表示装置１００３及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

10

【００９５】

図１６－Ｂはビデオカメラであり、本体１１０１と表示装置１１０２と音声入力部１１０３と操作スイッチ１１０４とバッテリー１１０５と受像部１１０６とで構成される。当該表示装置１１０２及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

【００９６】

図１６－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１２０１とカメラ部１２０２と受像部１２０３と操作スイッチ１２０４と表示装置１２０５とで構成される。当該表示装置１２０５及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

20

【００９７】

図１６－Ｄはゴーグル型ディスプレイであり、本体１３０１と表示装置１３０２とアーム部１３０３とで構成される。当該表示装置１３０２及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

【００９８】

図１６－Ｅはプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と略記）に用いるプレーヤーであり、本体１４０１と表示装置１４０２とスピーカー部１４０３と記録媒体１４０４と操作スイッチ１４０５とで構成される。尚、この装置は記録媒体としてＤＶＤ及びＣＤ等が用いられ、音楽鑑賞又はゲーム又はインターネットに利用可能である。当該表示装置１４０２及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

30

【００９９】

図１６－Ｆは携帯電話であり、表示用パネル１５０１と操作用パネル１５０２と接続部１５０３と表示部１５０４と音声出力部１５０５と操作キー１５０６と電源スイッチ１５０７と音声入力部１５０８とアンテナ１５０９とで構成される。表示用パネル１５０１と操作用パネル１５０２は、接続部１５０３で接続されている。表示用パネル１５０１の表示部１５０４が設置されている面と操作用パネル１５０２の操作キー１５０６が設置されている面との角度は、接続部１５０３に於いて任意に変えることができる。尚、当該表示部１５０４に、本発明の半導体表示装置を適用することができる（図１６参照）。

【０１００】

40

図１７－Ａはフロント型プロジェクターであり、光源光学系及び表示装置１６０１とスクリーン１６０２とで構成される。当該表示装置１６０１及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

【０１０１】

図１７－Ｂはリア型プロジェクターであり、本体１７０１と光源光学系及び表示装置１７０２とミラー１７０３～１７０４とスクリーン１７０５とで構成される。当該表示装置１７０２及び他の回路に、本発明の半導体表示装置を適用することができる。

【０１０２】

尚、図１７－Ｃは、図１７－Ａに示された光源光学系及び表示装置１６０１と図１７－Ｂに示された光源光学系及び表示装置１７０２に於ける構造の一例を示した図である。光源

50

光学系及び表示装置 1601, 1702 は、光源光学系 1801 とミラー 1802, 1804 ~ 1806 とダイクロイックミラー 1803 と光学系 1807 と表示装置 1808 と位相差板 1809 と投射光学系 1810 とで構成される。投射光学系 1810 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。この構成は、表示装置 1808 を 3 個使用している為、三板式と呼ばれている。また、同図の矢印で示した光路に於いて、光学レンズ及び偏光機能を有するフィルム又は位相差を調整する為のフィルム又は IR フィルム等を適宜に配設しても良い。

#### 【0103】

図 17 - D は、図 17 - C に於ける光源光学系 1801 の構造の一例を示した図である。本実施例に於いては、光源光学系 1801 はリフレクター 1811 と光源 1812 とレンズアレイ 1813 ~ 1814 と偏光変換素子 1815 と集光レンズ 1816 とで構成される。尚、同図に示した光源光学系 1801 は単なる一例であり、当該構成に限定されないことは言うまでもない。例えば、光源光学系 1801 に、光学レンズ及び偏光機能を有するフィルム又は位相差を調整するフィルム又は IR フィルム等を適宜に付設しても良い（図 17 参照）。

10

#### 【0104】

図 18 - A は、単板式の例を示したものである。同図に示した光源光学系及び表示装置は、光源光学系 1901 と表示装置 1902 と投射光学系 1903 と位相差板 1904 とで構成される。投射光学系 1903 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。同図に示した光源光学系及び表示装置は、図 17 - A と図 17 - B に於ける光源光学系及び表示装置 1601, 1702 に適用できる。また、光源光学系 1901 は、図 17 - D に示した光源光学系を使用しても良い。尚、表示装置 1902 にはカラーフィルター（図示しない）が付設されており、表示映像のカラー化が図られている。

20

#### 【0105】

図 18 - B に示した光源光学系及び表示装置は図 18 - A の応用例であり、カラーフィルターを付設する代わりに、RGB の回転カラーフィルター円板 1905 を適用して表示映像をカラー化している。同図に示した光源光学系及び表示装置は、図 17 - A と図 17 - B に於ける光源光学系及び表示装置 1601, 1702 に適用できる。

#### 【0106】

図 18 - C に示した光源光学系及び表示装置は、カラーフィルターレス単板式と呼ばれている。この方式は、表示装置 1916 にマイクロレンズアレイ 1915 を付設し、ダイクロイックミラー（緑）1912 とダイクロイックミラー（赤）1913 とダイクロイックミラー（青）1914 とを適用して表示映像をカラー化している。投射光学系 1917 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。同図に示した光源光学系及び表示装置は、図 17 - A と図 17 - B に於ける光源光学系及び表示装置 1601, 1702 に適用できる。また、光源光学系 1911 としては、光源の他に結合レンズ及びコリメーターレンズを用いた光学系を適用しても良い（図 18 参照）。

30

#### 【0107】

以上の様に、本発明は、その適用範囲が極めて広く、アクティブマトリクス型の液晶表示装置及び EL 表示装置等の半導体表示装置を組み込んだ様々な電子機器に適用可能である。

40

#### 【0108】

##### 【発明の効果】

本発明の効果について、以下に列記する。第 1 の効果は、レジスト剥離工程に於いて、レジスト剥離液による TFT のシリコン系半導体膜のエッチング損傷を確実に防止できることである。第 2 の効果は、TFT のシリコン系半導体膜のエッチング損傷を確実に防止できる為、TFT の電気特性の安定化と半導体装置の歩留向上にも有効なことである。第 3 の効果は、本発明のレジスト剥離装置を適用することにより、第 1 の効果と第 2 の効果を維持した状態で、レジスト剥離工程の高スループット化を図ることが可能なことである。

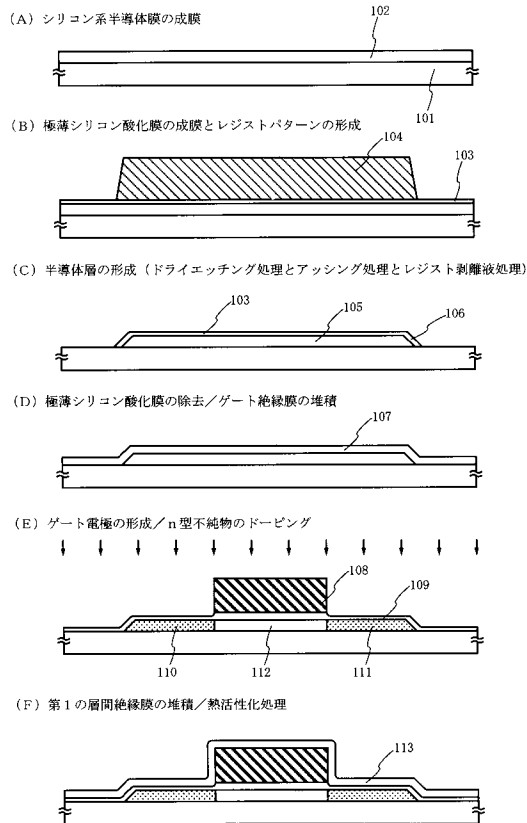
##### 【図面の簡単な説明】

50

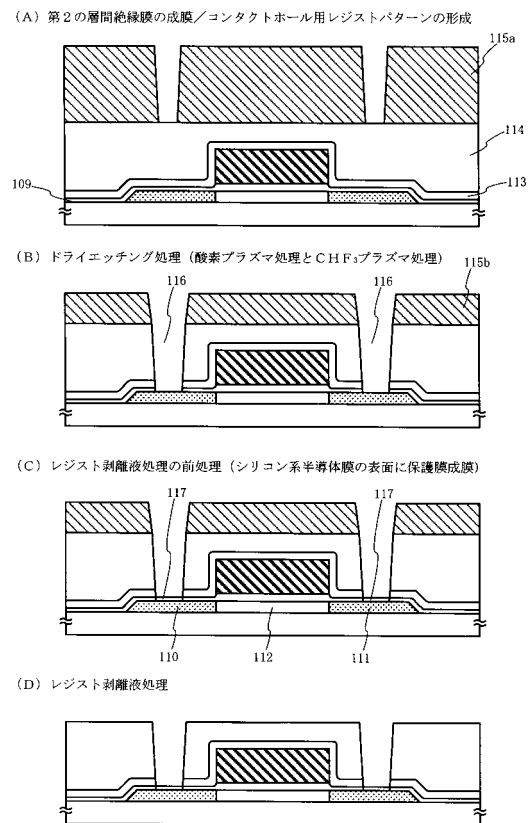
- 【図 1】 T F T の作製工程を示す工程断面図である。  
 【図 2】 T F T の作製工程を示す工程断面図である。  
 【図 3】 多結晶シリコン膜の成膜工程を示す工程断面図である。  
 【図 4】 触媒元素を利用して得られる結晶質シリコン膜の成膜工程を示す工程断面図である。  
 【図 5】 レジスト剥離装置の全体概略を示す平面図である。  
 【図 6】 保護膜成膜ユニットの具体的構成を示す側面断面図である。  
 【図 7】 保護膜成膜ユニットの具体的構成を示す側面断面図である。  
 【図 8】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す工程断面図である。  
 【図 9】 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工程断面図である。  
 【図 10】 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工程断面図である。  
 【図 11】 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工程断面図である。  
 【図 12】 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工程断面図である。  
 【図 13】 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工程断面図である。  
 【図 14】 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工程断面図である。  
 【図 15】 n チャネル型 T F T の構造を示す断面図及び平面図である。  
 【図 16】 半導体表示装置を組み込んだ電子機器の例を示す概略図である。  
 【図 17】 半導体表示装置を組み込んだ電子機器の例を示す概略図である。  
 【図 18】 半導体表示装置を組み込んだ電子機器の例を示す概略図である。

10

【図 1】

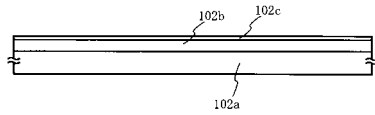


【図 2】

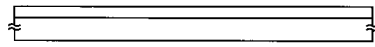


【図 3】

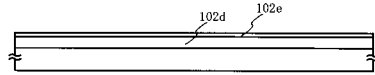
(A) 非晶質シリコン膜の堆積



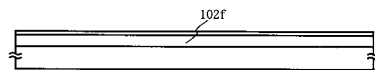
(B) 前洗浄 (自然酸化膜の除去)



(C) 熱結晶化

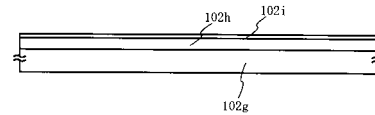


(D) レーザー結晶化

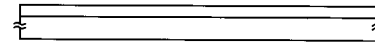


【図 4】

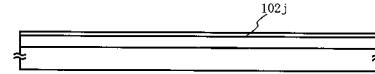
(A) 非晶質シリコン膜の堆積



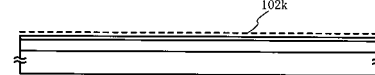
(B) 前洗浄 (自然酸化膜の除去)



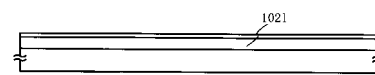
(C) 極薄シリコン酸化膜の成膜



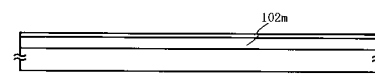
(D) 触媒元素の添加



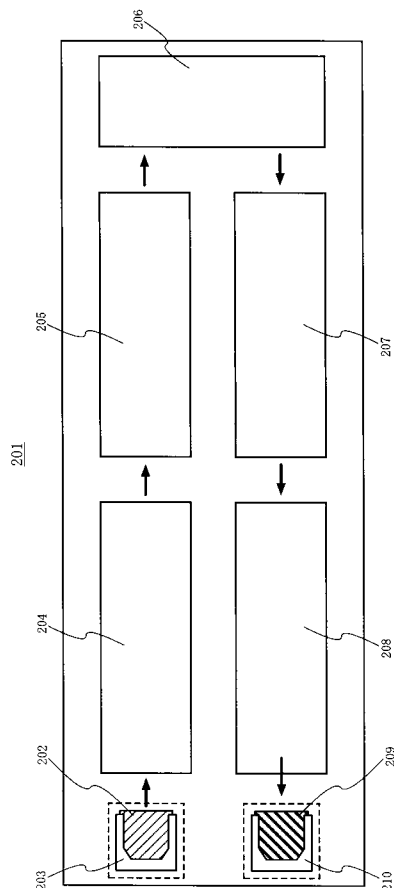
(E) 熱結晶化



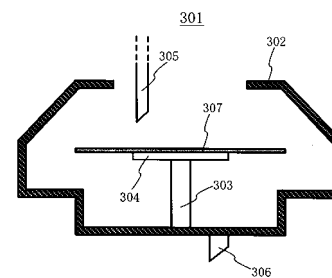
(F) レーザー結晶化



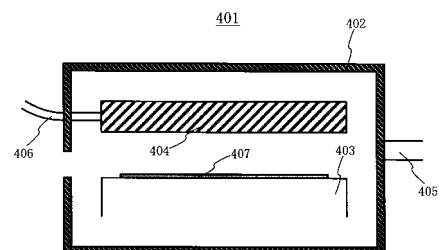
【図 5】



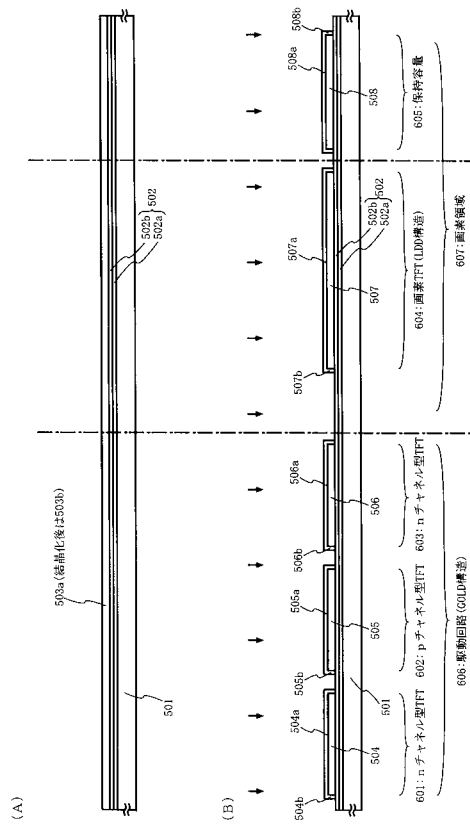
【図 6】



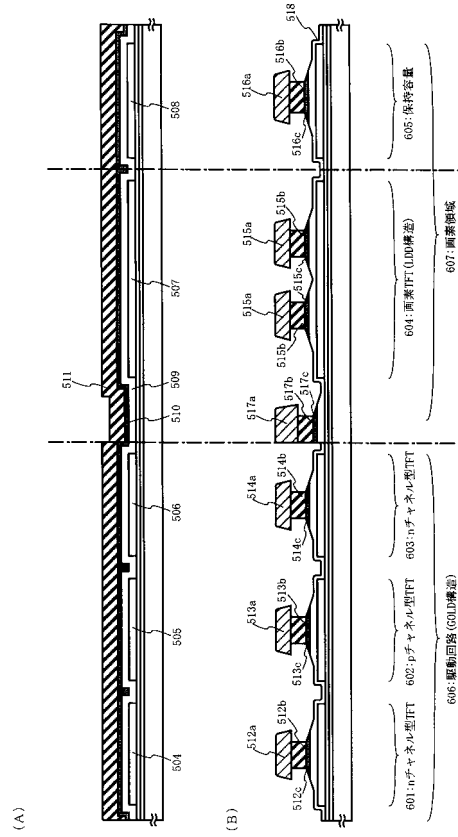
【図 7】



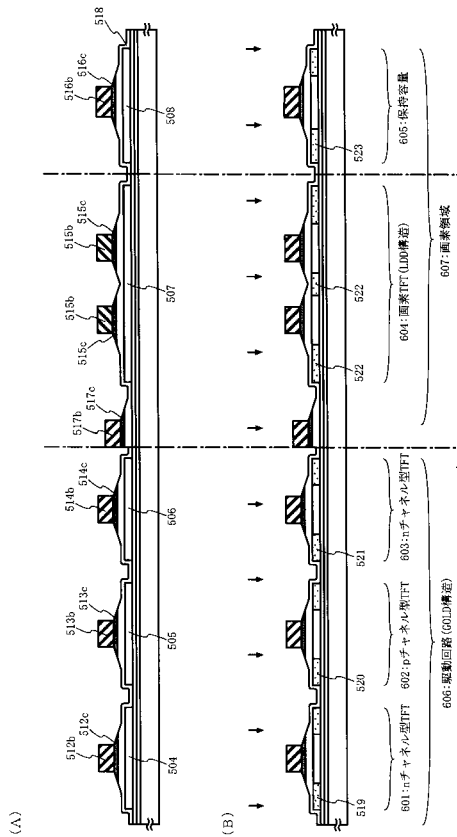
【圖 8】



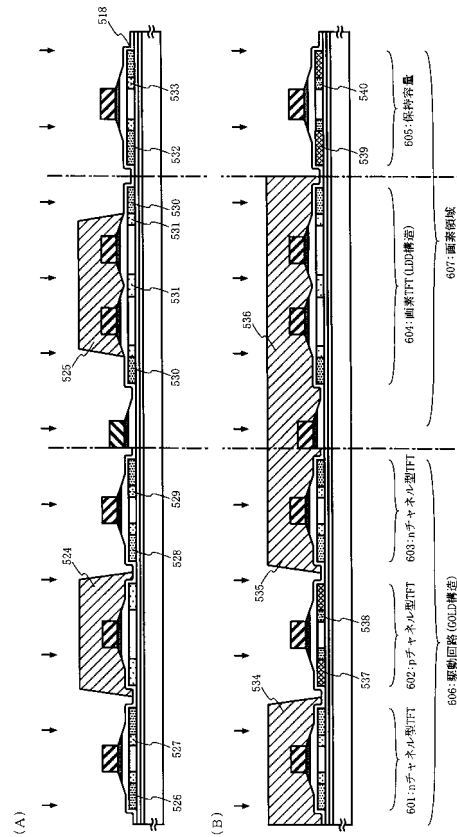
【 図 9 】



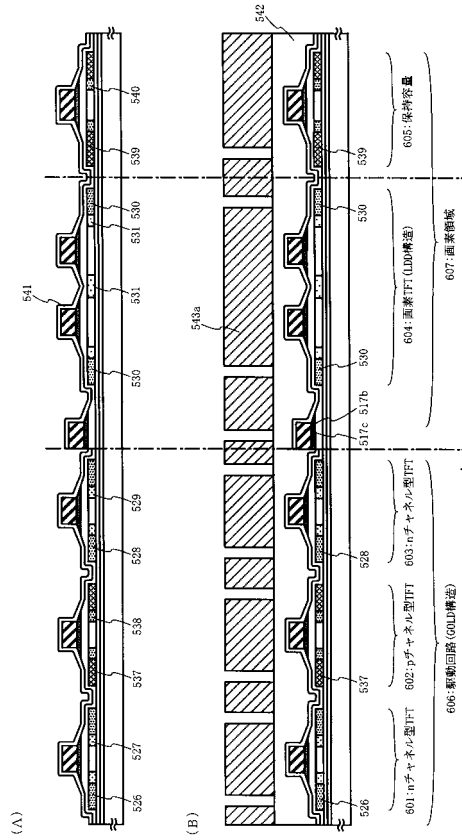
【 図 1 0 】



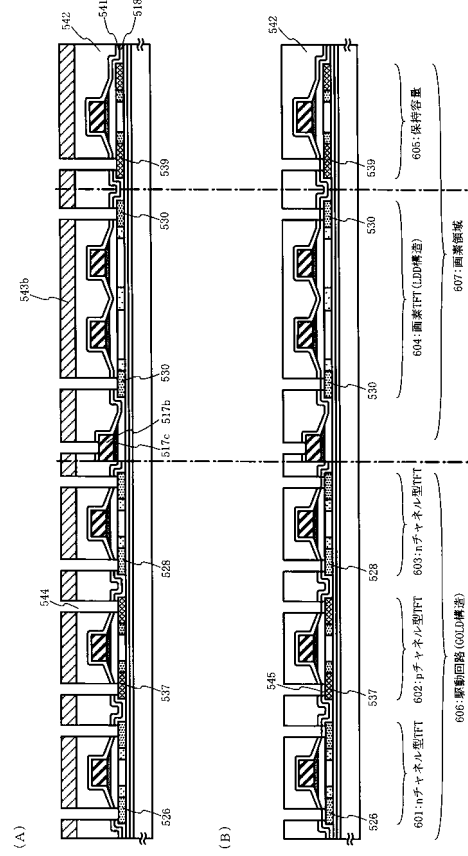
【 図 1 1 】



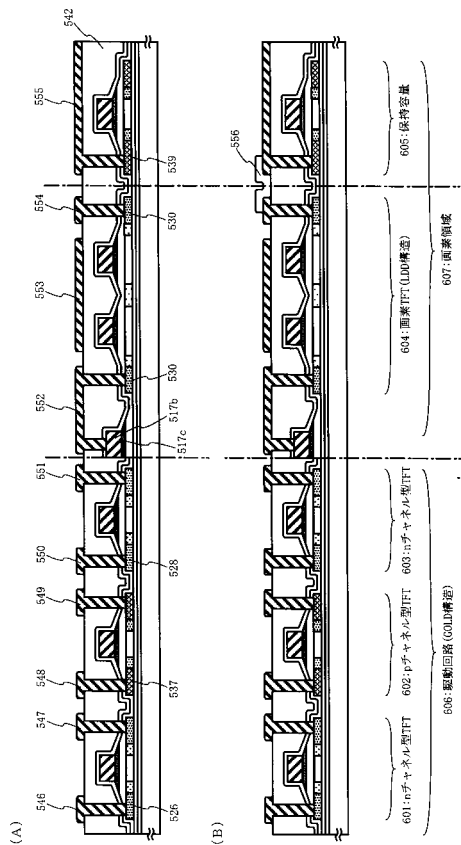
【図 12】



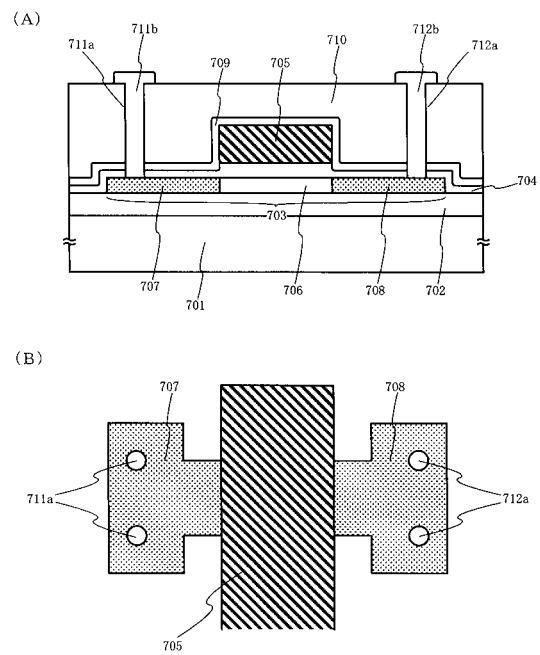
【図 13】



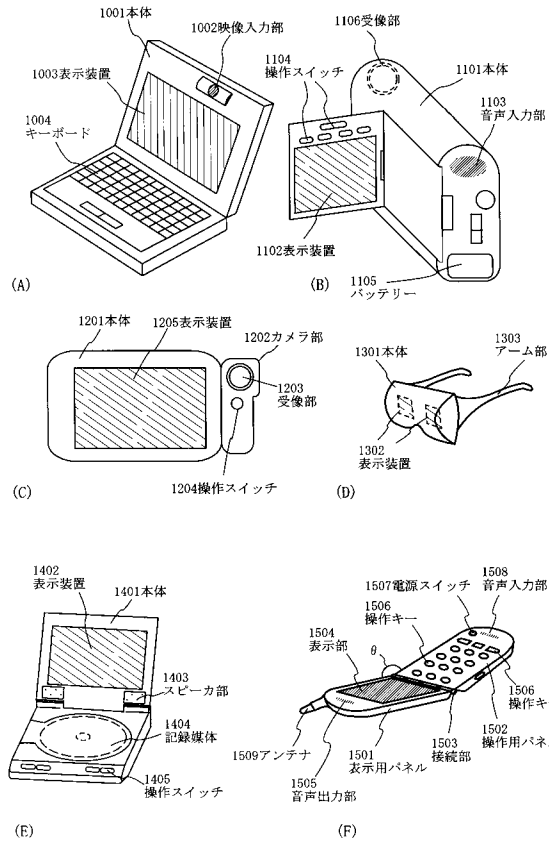
【図 14】



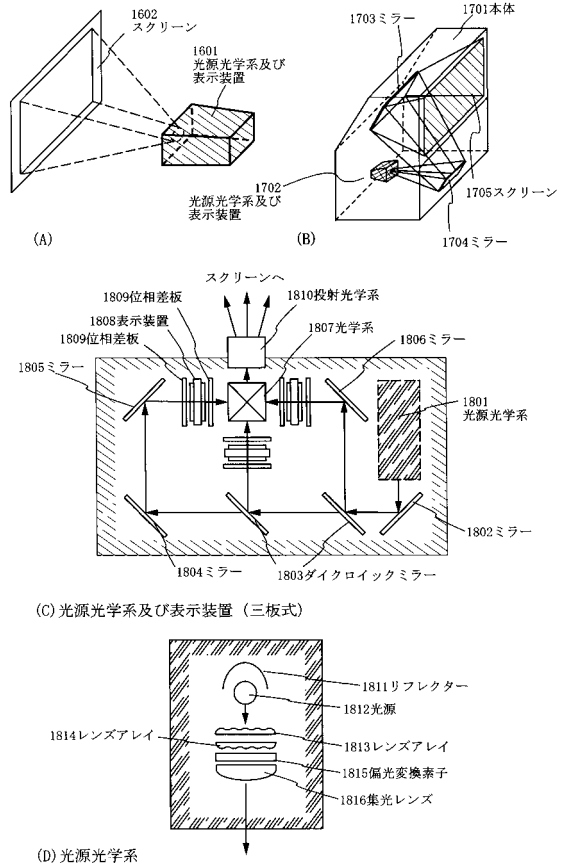
【図 15】



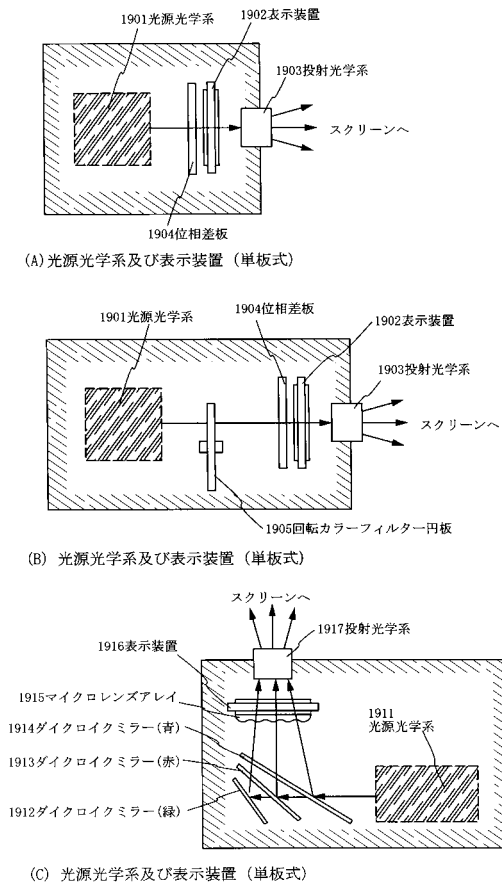
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 21/90 C

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 0 8 3 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 7 5 1 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 8 5 7 0 0 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 2 0 5 0 7 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 29/786

H01L 21/336

H01L 21/027

H01L 21/28

H01L 21/768