

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4954387号  
(P4954387)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 29/786 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 1 6 A

H O 1 L 21/336 (2006.01)

H O 1 L 29/78 6 1 7 L

H O 1 L 29/78 6 1 7 K

請求項の数 9 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2001-160197 (P2001-160197)  
 (22) 出願日 平成13年5月29日(2001.5.29)  
 (65) 公開番号 特開2002-57165 (P2002-57165A)  
 (43) 公開日 平成14年2月22日(2002.2.22)  
 審査請求日 平成20年5月19日(2008.5.19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2000-159251 (P2000-159251)  
 (32) 優先日 平成12年5月29日(2000.5.29)  
 (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  
 (72) 発明者 荒尾 達也  
 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 須沢 英臣  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
 半導体エネルギー研究所内  
 (72) 発明者 小野 幸治  
 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 高山 徹  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁表面上に半導体層を形成する第1の工程と、  
前記第1の工程後に、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第2の工程と、  
前記第2の工程後に、前記絶縁膜上に、第1の導電層と、第2の導電層との積層からなる第1の電極を形成する第3の工程と、  
前記第3の工程後に、前記第2の導電層をエッチングして、前記第3の工程における前記第2の導電層の幅より狭い前記第2の導電層を形成する第4の工程と、  
前記第4の工程後に、前記第1の導電層および前記第2の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第5の工程と、  
前記第5の工程後に、前記第2の導電層をマスクとして、前記第1の導電層を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第6の工程と、  
前記第6の工程後に、前記第1の導電層をエッチングして、前記第3の工程における前記第1の導電層の幅より狭く、且つ前記第4の工程における前記第2の導電層の幅より広い前記第1の導電層を形成する第7の工程と、  
 を有する半導体装置の作製方法。

【請求項2】

絶縁表面上に半導体層を形成する第1の工程と、  
前記第1の工程後に、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第2の工程と、  
前記第2の工程後に、前記絶縁膜上に、第1の導電層と、第2の導電層との積層からな

る第 1 の電極を形成する第 3 の工程と、

前記第 3 の工程後に、前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 3 の工程における前記第 2 の導電層の幅より狭い前記第 2 の導電層を形成する第 4 の工程と、

前記第 4 の工程後に、前記第 2 の導電層および前記第 1 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域及び低濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、

前記第 5 の工程後に、前記第 1 の導電層をエッチングして、前記第 3 の工程における前記第 1 の導電層の幅より狭く、且つ前記第 4 の工程における前記第 2 の導電層の幅より広い前記第 1 の導電層を形成する第 6 の工程と、

を有する半導体装置の作製方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 のいずれか一において、前記第 3 の工程は、

前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に第 2 の導電膜を積層形成した後、

前記第 2 の導電膜に第 1 のエッチング処理を行って前記第 2 の導電層を形成し、

前記第 1 の導電膜に第 2 のエッチング処理を行って前記第 1 の導電層を形成して、前記第 1 の導電層と、前記第 2 の導電層との積層からなる前記第 1 の電極を形成したことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程後に、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、

前記第 2 の工程後に、前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に第 2 の導電膜を積層形成する第 3 の工程と、

前記第 3 の工程後に、前記第 2 の導電膜をエッチングして第 2 の導電層を形成する第 4 の工程と、

前記第 4 の工程後に、前記第 2 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、

前記第 5 の工程後に、前記第 1 の導電膜をエッチングして、前記第 1 の導電層を形成する第 6 の工程と、

前記第 6 の工程後に、前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 4 の工程における前記第 2 の導電層の幅より狭い前記第 2 の導電層を形成する第 7 の工程と、

前記第 7 の工程後に、前記第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電層を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 8 の工程と、

前記第 8 の工程後に、前記第 1 の導電層をエッチングして、前記第 6 の工程における前記第 1 の導電層の幅より狭く、且つ前記第 7 の工程における前記第 2 の導電層の幅より広い前記第 1 の導電層を形成する第 9 の工程と、

を有する半導体装置の作製方法。

【請求項 5】

絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程後に、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、

前記第 2 の工程後に、前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に第 2 の導電膜を積層形成する第 3 の工程と、

前記第 3 の工程後に、前記第 1 の導電膜および前記第 2 の導電膜をエッチングして、第 1 の導電層と、第 2 の導電層を形成する第 4 の工程と、

前記第 4 の工程後に、前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 4 の工程における前記第 2 の導電層の幅より狭い前記第 2 の導電層を形成する第 5 の工程と、

前記第 5 の工程後に、前記第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電層を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 6 の工程と、

前記第 6 の工程後に、前記第 2 の導電層および前記第 1 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第 7 の工程と、

50

前記第 7 の工程後に、前記第 1 の導電層をエッチングして、前記第 4 の工程における前記第 1 の導電層の幅より狭く、且つ前記第 5 の工程における前記第 2 の導電層の幅より広い前記第 1 の導電層を形成する第 8 の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法。

【請求項 6】

絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、  
前記第 1 の工程後に、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、  
前記第 2 の工程後に、前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に第 2 の導電膜を積層形成する第 3 の工程と、

前記第 3 の工程後に、前記第 2 の導電膜をエッチングして第 2 の導電層を形成する第 4  
の工程と、

前記第 4 の工程後に、前記第 2 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を  
添加して高濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、

前記第 5 の工程後に、前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 4 の工程における前  
記第 2 の導電層の幅より狭い前記第 2 の導電層を形成する第 6 の工程と、

前記第 6 の工程後に、前記第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電膜を通過させ  
て前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 7 の工程と、

前記第 7 の工程後に、前記第 1 の導電膜をエッチングして、前記高濃度不純物領域に重  
ならず、且つ前記第 4 の工程における前記第 2 の導電層の幅より広い第 1 の導電層を形成  
する第 8 の工程と、

を有する半導体装置の作製方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかーにおいて、前記不純物元素は、半導体に n 型または p 型を  
付与する不純物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 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかーに記載された工程の後に、  
前記第 2 の導電層上に第 1 の層間絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 1 の層間絶縁膜を形成する工程後に、前記半導体層中の不純物元素を活性化する  
第 1 の熱処理を行う工程と、

前記第 1 の熱処理を行う工程後に、前記第 1 の層間絶縁膜を覆う第 2 の層間絶縁膜を形  
成する工程と、

前記第 2 の層間絶縁膜を形成する工程後に、前記第 2 の層間絶縁膜を形成した後、前記  
第 1 の熱処理より低い温度の第 2 の熱処理を行う工程と、  
を有する半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかーに記載された半導体装置とは、ビデオカメラ、デジタルカ  
メラ、プロジェクター、ゴーグル型ディスプレイ、カーナビゲーション、パーソナルコン  
ピュータ、携帯型情報端末、デジタルビデオディスクプレーヤー、または電子遊技機器で  
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 という）で構成された回路を有する半導体装置  
の作製方法に関する。例えば、液晶表示パネル、EL（エレクトロルミネッセンス）表示  
装置、EC 表示装置等に代表される電気光学装置およびその様な電気光学装置を部品とし  
て搭載した電子機器に関する。

【0002】

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

【0003】

10

20

30

40

50

**【従来の技術】**

近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数～数百nm程度）を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を構成し、このTFTで形成した大面積集積回路を有する半導体装置の開発が進んでいる。アクティブマトリクス型液晶表示装置、EL表示装置、および密着型イメージセンサはその代表例として知られている。特に、結晶質シリコン膜（典型的にはポリシリコン膜）を活性層にしたTFT（以下、ポリシリコンTFTと記す）は電界効果移動度が高いことから、いろいろな機能回路を形成することも可能である。

**【0004】**

例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置には、機能ブロックごとに画像表示を行う画素回路や、CMOS回路を基本としたシフトレジスタ回路、レベルシフト回路、バッファ回路、サンプリング回路などの画素回路を制御するための駆動回路が一枚の基板上に形成される。

10

**【0005】**

アクティブマトリクス型液晶表示装置の画素回路には、数十から数百万個の各画素にTFT（画素TFT）が配置され、その画素TFTのそれぞれには画素電極が設けられている。液晶を挟んだ対向基板側には対向電極が設けられており、液晶を誘電体とした一種のコンデンサを形成している。そして、各画素に印加する電圧をTFTのスイッチング機能により制御して、このコンデンサへの電荷を制御することで液晶を駆動し、透過光量を制御して画像を表示する仕組みになっている。

**【0006】**

20

画素TFTはnチャネル型TFTから成り、スイッチング素子として液晶に電圧を印加して駆動させるものである。液晶は交流で駆動させるので、フレーム反転駆動と呼ばれる方式が多く採用されている。この方式では消費電力を低く抑えるために、画素TFTに要求される特性はオフ電流値（TFTがオフ動作時に流れるドレイン電流）を十分低くすることが重要である。

**【0007】**

オフ電流値を低減するためのTFTの構造として、低濃度ドレイン（LDD：Lightly Doped Drain）構造が知られている。この構造はチャネル形成領域と、高濃度に不純物元素を添加して形成するソース領域またはドレイン領域との間に低濃度に不純物元素を添加した領域を設けたものであり、この領域をLDD領域と呼んでいる。また、ホットキャリアによるオン電流値の劣化を防ぐための手段として、ゲート絶縁膜を介してLDD領域をゲート電極と重ねて配置させた、いわゆるGOLD（Gate-drain Overlapped LDD）構造が知られている。このような構造とすることで、ドレイン近傍の高電界が緩和されてホットキャリア注入を防ぎ、劣化現象の防止に有効であることが知られている。

30

**【0008】**

また、GOLD構造はオン電流値の劣化を防ぐ効果は高いが、その反面、通常のLDD構造と比べてオフ電流値が大きくなってしまいう問題があった。従って、画素TFTに適用するには好ましい構造ではなかった。逆に通常のLDD構造はオフ電流値を抑える効果は高いが、ドレイン近傍の電界を緩和してホットキャリア注入による劣化を防ぐ効果は低かった。このように、アクティブマトリクス型液晶表示装置のような複数の集積回路を有する半導体装置において、このような問題点は、特に結晶質シリコンTFTにおいて、その特性が高まり、またアクティブマトリクス型液晶表示装置に要求される性能が高まるほど顕在化してきた。

40

**【0009】****【発明が解決しようとする課題】**

従来では、LDD構造を備えたTFTやGOLD構造を備えたTFTを形成しようとする、その製造工程が複雑なものとなり工程数が増加してしまう問題があった。工程数の増加は製造コストの増加要因になるばかりか、製造歩留まりを低下させる原因となることは明らかである。

**【0010】**

50

本発明はこのような問題点を解決するための技術であり、TFTを用いて作製するアクティブマトリクス型の液晶表示装置に代表される電気光学装置ならびに半導体装置において、半導体装置の動作特性および信頼性を向上させ、かつ、低消費電力化を図ると共に、工程数を削減して製造コストの低減および歩留まりの向上を実現することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

製造コストの低減および歩留まりの向上を実現するためには、工程数を削減することが一つの手段として考えられる。具体的には、TFTの製造に要するフォトマスクの枚数を削減する。フォトマスクはフォトリソグラフィーの技術において、エッチング工程際、マスクとするレジストパターンを基板上に形成するために用いる。従って、フォトマスクを1枚使用することは、その前後の工程において、被膜の成膜およびエッチングなどの工程の他に、レジスト剥離、洗浄や乾燥工程などが付加され、フォトリソグラフィーの工程においても、レジスト塗布、プレバーク、露光、現像、ポストバークなどの煩雑な工程が行われることを意味する。

10

【0012】

本発明は、フォトマスクの枚数を従来と比較しさらに削減し、以下に示すような作製工程でTFTを作製することを特徴としている。なお、本発明の作製方法の一例を図1及び図2に示した。

【0013】

20

本明細書で開示する本発明の作製方法は、  
絶縁表面上に半導体層を形成する第1の工程と、  
前記半導体層上に絶縁膜を形成する第2の工程と、  
前記絶縁膜上に、第1の幅(W1)を有する第1の導電層と、第2の導電層との積層からなる第1の電極を形成する第3の工程と、  
前記第2の導電層をエッチングして、前記第1の幅(W1)を有する第1の導電層と、第2の幅(W2)を有する第2の導電層との積層からなる第2の電極を形成する第4の工程と、  
前記第2の電極をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第5の工程と、  
前記第2の導電層をマスクとして、前記第1の導電層を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第6の工程と、  
前記第1の導電層をエッチングして、第3の幅(W3)を有する第1の導電層と、前記第2の幅(W2)を有する第2の導電層との積層からなる第3の電極を形成する第7の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法である。

30

【0014】

上記作製方法において、第1の導電膜及び第2の導電膜を形成する材料としては、耐熱性導電性材料を用い、代表的にはタングステン(W)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)から選ばれた元素、または前記元素を成分とする化合物或いは合金から形成する。

40

【0015】

また、上記第3の工程において、第1の電極の形状は、端部において、端部から内側に向かって徐々に厚さが増加する形状、いわゆるテーパ形状とする。

【0016】

耐熱性導電性材料からなる第1の導電膜及び第2の導電膜を高速でかつ精度良くエッチングして、さらに端部をテーパ形状とするためには、高密度プラズマを用いたドライエッチング法を適用する。高密度プラズマを得る手法にはマイクロ波や誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma: ICP)を用いたエッチング装置が適している。特に、ICPエッチング装置はプラズマの制御が容易であり、処理基板の大面积化にも対応できる。

【0017】

50

ICPを用いたプラズマ処理方法やプラズマ処理装置に関しては特開平9 - 293600号公報で開示されている。同公報では、プラズマ処理を高精度に行うための手段として、高周波電力をインピーダンス整合器を介して4本の渦巻き状コイル部分が並列に接続されてなるマルチスパイラルコイルに印加してプラズマを形成する方法を用いている。ここで、各コイル部分の1本当たりの長さは、高周波の波長の1/4倍としている。さらに、被処理物を保持する下部電極にも、別途高周波電力を印加してバイアス電圧を付加する構成としている。

【0018】

このようなマルチスパイラルコイルを適用したICPを用いたエッチング装置を用いると、テーパ部の角度（テーパ角）は基板側にかかるバイアス電力によって大きく変化を示し、バイアス電力をさらに高め、また、圧力を変化させることによりテーパ部の角度を5～45°まで変化させることができる。

10

【0019】

また、上記第4の工程により、ICPを用いたエッチング装置を用いて、第2の導電層を選択的にエッチングして、前記第2の電極を構成する第2の導電層17cの第2の幅（W2）を、前記第1の幅（W1）より狭くする。また、前記第2の電極における前記第1の導電層の端部におけるテーパ角は、前記第2の導電層の端部におけるテーパ角より小さくする。

【0020】

また、上記第5の工程において、高濃度不純物領域20、21を自己整合的に形成するために、イオン化した不純物元素を、電界で加速してゲート絶縁膜（本発明では、第1の電極と半導体層とに密接してその両者の間に設けられる絶縁膜と、該絶縁膜からその周辺の領域に延在する絶縁膜を含めてゲート絶縁膜と称する）を通過させて、半導体層に添加する方法を用いる。本明細書中において、この不純物元素の添加方法を便宜上「スルードープ法」と呼ぶ。

20

【0021】

なお、本明細書において、不純物元素とは、半導体にn型を付与する不純物元素（リン、ヒ素）またはp型を付与する不純物元素（ボロン）のことを指している。

【0022】

また、続いて前記第6の工程でスルードープ法を用い、第2の電極を構成する第1の導電層のテーパ形状となっている部分（テーパ部）の下方に存在する半導体層に、不純物元素の濃度がチャネル形成領域から遠ざかるにつれて連続的に高くなる低濃度不純物領域24、25を自己整合的に形成することを特徴としている。ただし、連続的に高くなっているといっても、低濃度不純物領域における濃度差は、ほとんど生じていない。

30

【0023】

このように緩やかな濃度勾配を有する低濃度不純物領域24、25を自己整合的に形成するために、イオン化した不純物元素を、電界で加速して第2の電極を構成する第1の導電層のテーパ部とゲート絶縁膜を通過させて、半導体層に添加する。こうして、第2の電極を構成する第1の導電層のテーパ部にスルードープ法を行うことで、第1の導電層のテーパ部の厚さによって、半導体層に添加される不純物元素の濃度を制御することが可能となり、TFTのチャネル長方向に渡って不純物元素の濃度が徐々に変化する低濃度不純物領域24、25を形成することができる。

40

【0024】

なお、上記スルードープを行った第6の工程直後において、低濃度不純物領域24、25は、ゲート絶縁膜を介して第2の電極を構成する第1の導電層のテーパ部と重なっている。

【0025】

また、上記第7の工程により、第1の導電層のテーパ部を選択的にエッチングする。第7の工程のエッチングは、実施者が適宜RIE法を用いるエッチング、ICP法を用いるエッチング、またはICP法を用いた後にRIE法を用いるエッチングを行えばよい。こ

50

の第7の工程により、前記第3の電極における前記第1の導電層のテーパ角は、前記第2の電極における前記第1の導電層のテーパ角とほぼ同じとなる。また、前記第3の幅(W3)は、前記第1の幅(W1)より狭く、且つ、前記第2の幅(W2)より広くする。ここでは、前記第7の工程と同時に前記絶縁膜が除去されて高濃度不純物領域の一部が露呈した例を示したが、特に限定されず、薄く残っていてもよい。

【0026】

なお、上記7の工程直後において、低濃度不純物領域は、ゲート絶縁膜を介して第3の電極を構成する第1の導電層のテーパ部と重なる領域25aと、ゲート絶縁膜を介して第3の電極を構成する第1の導電層のテーパ部と重ならない領域25bとに区別することができる。

10

【0027】

また、第3の幅(W3)は、エッチング条件を適宜変更することで自由に調節できる。従って、本発明は、上記第7の工程におけるエッチング条件を適宜変更することで、第3の電極に重なる低濃度不純物領域の幅と、第3の電極に重ならない低濃度不純物領域の幅とを自由に調節できる。ただし、低濃度不純物領域は、この第3の電極の幅に関係なく、緩やかな濃度勾配を有しており、第3の電極と重なっている領域は、電界集中の緩和が達成されてホットキャリアによる防止ができるとともに、第3の電極と重なっていない領域は、オフ電流値を抑えることができる。

【0028】

上記作製方法において、第1の工程に第1のフォトリソグラフィー工程を行い、第3の工程に第2のフォトリソグラフィー工程を行っているが、その他の工程(第4～第7の工程)では、第2のフォトリソグラフィー工程で使用したレジストマスクをそのまま使用しているため、フォトリソグラフィー工程を行っていない。

20

【0029】

従って、上記第7の工程の後、形成される層間絶縁膜にコンタクトホールを形成するための第3のフォトリソグラフィー工程と、半導体層に達するソース電極またはドレイン電極を形成するための第4のフォトリソグラフィー工程を行うことで、TFTを作製することができる。

【0030】

このようにフォトマスク数を削減しながらも、本発明はTFT構成を適切なものとすることができた。本発明の構成を以下に示す。

30

【0031】

本発明は、図3に示すように、チャネル形成領域26とドレイン領域23との間に設けられる低濃度不純物領域25において、ドレイン領域に近づくにつれて徐々に導電性を付与する不純物元素の濃度が高くなるような濃度勾配を持たせる点と、緩やかな濃度勾配を有する低濃度不純物領域25において、ゲート電極18cと重なる領域25a(GOLD領域)と、ゲート電極と重ならない領域25b(LDD領域)とを備えている点である。

【0032】

なお、本明細書では、絶縁膜を介してゲート電極と重なる低濃度不純物領域をGOLD領域と呼び、ゲート電極と重ならない低濃度不純物領域をLDD領域と呼ぶ。

40

【0033】

また、上記工程を用いて形成されたTFTを用いて液晶表示装置やEL表示装置に代表される電気光学装置を形成することを特徴としている。

【0034】

また、上記作製工程では、高濃度のドーピングを第5の工程で行い、低濃度のドーピングを第6の工程で行う例を示したが、低濃度のドーピングを第5の工程で行い、高濃度のドーピングを第6の工程で行ってもよい。この場合、本発明の作製方法は、絶縁表面上に半導体層を形成する第1の工程と、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第2の工程と、前記絶縁膜上に、第1の幅(W1)を有する第1の導電層と、第2の導電層との積層から

50

なる第 1 の電極を形成する第 3 の工程と、  
前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 1 の幅 ( W 1 ) を有する第 1 の導電層と、第 2 の幅 ( W 2 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 2 の電極を形成する第 4 の工程と、  
前記第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電層を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、  
前記第 2 の電極をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第 6 の工程と、  
前記第 1 の導電層をエッチングして、第 3 の幅 ( W 3 ) を有する第 1 の導電層と、前記第 2 の幅 ( W 2 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 3 の電極を形成する第 7 の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法となる。

10

【 0 0 3 5 】

また、本発明の作製方法の一例を図 4 及び図 5 に示した。

【 0 0 3 6 】

図 4 及び図 5 に示したように、本明細書で開示する他の発明は、  
絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、  
前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、  
前記絶縁膜上に、第 1 の幅 ( W 1 ) を有する第 1 の導電層と、第 2 の導電層との積層からなる第 1 の電極を形成する第 3 の工程と、  
前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 1 の幅 ( W 1 ) を有する第 1 の導電層と、第 2 の幅 ( W 2 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 2 の電極を形成する第 4 の工程と、  
前記第 2 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域及び低濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、  
前記第 1 の導電層をエッチングして、第 3 の幅 ( W 3 ) を有する第 1 の導電層と、前記第 2 の幅 ( W 2 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 3 の電極を形成する第 6 の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法である。

20

【 0 0 3 7 】

このように、実施者が適宜、ドーピング条件を調節することにより、一回のドーピング処理によって、低濃度不純物領域及び高濃度不純物領域を形成する工程とすることも可能である。

30

【 0 0 3 8 】

また、本発明の作製方法の一例を図 6 に示した。

【 0 0 3 9 】

図 4 ( A ) ~ 図 4 ( C ) 及び図 6 に示したように、本明細書で開示する他の発明は、  
絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、  
前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、  
前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と第 2 の導電膜を積層形成する第 3 の工程と、  
第 1 の幅 ( X 1 ) を有する第 2 の導電層を形成する第 4 の工程と、  
前記第 1 の幅 ( X 1 ) を有する第 2 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、  
前記第 1 の導電膜をエッチングして、前記第 2 の幅 ( X 2 ) を有する第 1 の導電層と、第 3 の幅 ( X 3 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 1 の電極を形成する第 6 の工程と、  
前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 2 の幅 ( X 2 ) を有する第 1 の導電層と、第 4 の幅 ( X 4 ) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 2 の電極を形成する第 7 の工程と、  
前記第 4 の幅 ( X 4 ) を有する第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電層を通過さ

40

50



せて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 8 の工程と、前記第 1 の導電層をエッチングして、第 5 の幅 (X 5) を有する第 1 の導電層と、前記第 4 の幅 (X 4) を有する第 2 の導電層との積層からなる第 3 の電極を形成する第 9 の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法である。

【 0 0 4 0 】

また、上記各作製方法において、前記第 3 の電極を形成する工程の後に、前記第 3 の電極を覆う第 1 の層間絶縁膜を形成する工程と、前記半導体層中の不純物元素を活性化する第 1 の熱処理を行う工程と、前記第 1 の層間絶縁膜を覆う第 2 の層間絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 2 の層間絶縁膜を形成した後、前記第 1 の熱処理より低い温度の第 2 の熱処理を行う工程と、  
を有することを特徴としている。

10

【 0 0 4 1 】

また、本明細書で開示する他の発明は、絶縁表面上に半導体層を形成する第 1 の工程と、前記半導体層上に絶縁膜を形成する第 2 の工程と、前記絶縁膜上に第 1 の導電膜と第 2 の導電膜を積層形成する第 3 の工程と、第 1 の幅 (X 1) を有する第 2 の導電層を形成する第 4 の工程と、前記第 1 の幅 (X 1) を有する第 2 の導電層をマスクとして、前記半導体層に不純物元素を添加して高濃度不純物領域を形成する第 5 の工程と、前記第 2 の導電層をエッチングして、前記第 2 の幅 (Y 2) を有する第 2 の導電層を形成する第 6 の工程と、前記第 2 の幅 (Y 2) を有する第 2 の導電層をマスクとして、前記第 1 の導電膜を通過させて前記半導体層に不純物元素を添加して低濃度不純物領域を形成する第 7 の工程と、前記第 1 の導電膜をエッチングして、第 3 の幅 (Y 3) を有する第 1 の導電層と、前記第 2 の幅 (Y 2) を有する第 2 の導電層との積層からなる電極を形成する第 8 の工程と、  
を有する半導体装置の作製方法である。

20

【 0 0 4 2 】

また、上記第 8 工程の後に、前記第 3 の電極を覆う第 1 の層間絶縁膜を形成する第 9 工程と、前記半導体層中の不純物元素を活性化する第 1 の熱処理を行う第 1 0 工程と、前記第 1 の層間絶縁膜を覆う第 2 の層間絶縁膜を形成する第 1 1 工程と、前記第 1 の熱処理より低い温度の第 2 の熱処理を行う第 1 2 工程と、  
を有することも特徴としている。

30

【 0 0 4 3 】

【発明の実施の形態】

(実施の形態 1)

本発明の実施形態 1 について、以下に図 1 ~ 図 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 4 】

まず、基板 1 0 上に下地絶縁膜 1 1 を形成する。基板 1 0 としては、ガラス基板や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を用いても良い。また、処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよい。

40

【 0 0 4 5 】

また、下地絶縁膜 1 1 としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜から成る下地膜 1 1 を形成する。ここでは下地膜 1 1 として 2 層構造 (1 1 a、1 1 b) を用いた例を示したが、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。なお、下地絶縁膜を形成しなくてもよい。

【 0 0 4 6 】

次いで、下地絶縁膜上に半導体層 1 2 を形成する。半導体層 1 2 は、非晶質構造を有する

50

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）により成膜した後、公知の結晶化処理（レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等）を行って得られた結晶質半導体膜を第1のフォトリソマスクを用いて所望の形状にパターニングして形成する。この半導体層12の厚さは25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくはシリコンまたはシリコンゲルマニウム（SiGe）合金などで形成すると良い。

【0047】

次いで、半導体層12を覆う絶縁膜13を形成する。

【0048】

絶縁膜13はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nmとしてシリコンを含む絶縁膜の単層または積層構造で形成する。なお、この絶縁膜13はゲート絶縁膜となる。

【0049】

次いで、絶縁膜13上に膜厚20～100nmの第1の導電膜14と、膜厚100～400nmの第2の導電膜15とを積層形成する。（図1（A））ここでは、スパッタ法を用い、Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>膜からなる第1の導電膜14と、W膜からなる第2の導電膜15を積層形成した。なお、ここでは、第1の導電膜14をTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>、第2の導電膜15をWとしたが、特に限定されず、いずれもTa、W、Ti、Mo、Al、Cu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シリコン膜に代表される半導体膜を用いてもよい。

【0050】

次いで、第2のフォトリソマスクを用いてレジストマスク16aを形成し、ICPエッチング装置を用いて第1のエッチング工程を行う。この第1のエッチング工程によって、第2の導電膜15をエッチングして、図1（B）に示すように、端部においてテーパ形状を有する部分（テーパ部）を有する第2の導電層17aを得る。なお、この第1のエッチングの際、第1の導電膜もわずかにエッチングされているがここでは図示しない。

【0051】

ここで、テーパ部の角度（テーパ角）は基板表面（水平面）とテーパ部の傾斜部とのなす角度として定義する。第2の導電層17aのテーパ角は、エッチング条件を適宜、選択することによって、5～45°の範囲とすることができる。

【0052】

次いで、レジストマスク16aをそのまま用い、ICPエッチング装置を用いて第2のエッチング工程を行う。この第2のエッチング工程によって、第1の導電膜14をエッチングして図1（C）に示すような第1の導電層18aを形成する。第1の導電層18aは、第1の幅（W1）を有している。なお、この第2のエッチング工程の際、レジストマスク、第2の導電層、及び絶縁膜もわずかにエッチングされて、それぞれレジストマスク16b、第2の導電層17b、絶縁膜19aが形成される。

【0053】

なお、ここでは、絶縁膜13の膜減りを抑えるために、2回のエッチング（第1のエッチング工程と第2のエッチング工程）を行ったが、図2（C）に示すような電極構造（第2の導電層17bと第1の導電層18aの積層）が形成できるのであれば、特に限定されず、1回のエッチング工程で行ってもよい。

【0054】

次いで、レジストマスク16bを用いて、ICPエッチング装置を用いて第3のエッチング工程を行う。この第3のエッチング工程によって、第2の導電層17bをエッチングして図2（A）に示すような第2の導電層17cを形成する。第2の導電層17cは、第2の幅（W2）を有する。なお、この第3のエッチングの際、レジストマスク、第1の導電層、及び絶縁膜もわずかにエッチングされて、それぞれレジストマスク16c、第1の導電層18b、絶縁膜19bが形成される。（図1（D））

## 【 0 0 5 5 】

次いで、レジストマスク 1 6 c をそのままの状態にしたまま、第 1 のドーピング工程を行う。この第 1 のドーピング工程によって、第 1 の導電層をマスクとして絶縁膜 1 9 b を介してスルードープを行い、高濃度不純物領域 2 0、2 1 を形成する。(図 2 ( A ) )

## 【 0 0 5 6 】

このようにスルードープをすることによって、半導体層に打ち込まれるドーピング量を所望の値に制御することができる。

## 【 0 0 5 7 】

次いで、レジストマスク 1 6 c をそのままの状態にしたまま、第 2 のドーピング工程を行う。この第 2 のドーピング工程によって第 1 の導電層 1 8 b のテーパ部及び絶縁膜 1 9 b を介してスルードープを行い、低濃度不純物領域 2 4、2 5 を形成する。(図 2 ( B ) ) なお、この第 2 のドーピングの際、高濃度不純物領域 2 0、2 1 にもドーピングされ、高濃度不純物領域 2 2、2 3 が形成される。

## 【 0 0 5 8 】

次いで、レジストマスク 1 6 c をそのままの状態にしたまま、R I E エッチング装置または I C P エッチング装置を用いて第 4 のエッチング工程を行う。この第 4 のエッチング工程によって、第 1 の導電層 1 8 b のテーパ部を一部除去する。ここで、第 1 の幅 ( W 1 ) を有していた第 1 の導電層 1 8 b が、第 3 の幅 ( W 3 ) を有する第 1 の導電層 1 8 c となった。(図 2 ( C ) )

## 【 0 0 5 9 】

本実施の形態では、この第 1 の導電層 1 8 c とその上に積層された第 2 の導電層 1 7 c がゲート電極となる。なお、この第 4 のエッチングの際、絶縁膜 1 9 b もエッチングされて、絶縁膜 1 9 c が形成される。ここでは、絶縁膜の一部を除去して高濃度不純物領域を露呈させた例を示したが特に限定されず、高濃度不純物領域が薄い絶縁膜で覆われていてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

この後、レジストマスク 1 6 c を除去し、半導体層に添加された不純物元素の活性化を行う。次いで、層間絶縁膜 2 7 を形成した後、第 3 のマスクを用いてコンタクトホールを形成し、導電膜を形成した後、第 4 のマスクを用いて電極 2 8、2 9 を形成する。

## 【 0 0 6 1 】

こうして、フォトマスク 4 枚で、図 2 ( D ) に示す構造の T F T を形成することができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、本発明により形成された T F T の特徴は、チャネル形成領域 2 6 とドレイン領域 2 3 との間に設けられる低濃度不純物領域 2 5 において、ほとんど濃度差はなく、緩やかな濃度勾配を有し、ゲート電極 ( 1 7 c 及び 1 8 c ) と重なる領域 2 5 a ( G O L D 領域 ) と、ゲート電極と重ならない領域 2 5 b ( L D D 領域 ) とを備えている点である。また、絶縁膜 1 9 c の周縁部、即ち、ゲート電極と重ならない領域 2 5 b 及び高濃度不純物領域 2 0、2 1 の上方の領域はテーパ状となっている。

## 【 0 0 6 3 】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 について、以下に図 4 及び図 5 を用いて説明する。

## 【 0 0 6 4 】

なお、本実施の形態は、上記実施の形態 1 と第 1 のエッチング工程 (図 1 ( B ) ) までは同一であり、同じ符号を用いている。また、図 4 ( A ) は図 1 ( A ) と対応し、図 4 ( B ) は図 1 ( B ) と対応している。

## 【 0 0 6 5 】

まず、上記実施の形態 1 に従って、図 1 ( B ) の状態を得る。(図 4 ( B ) ) なお、この第 1 のエッチング工程によって、第 1 の幅 ( X 1 ) を有する第 2 の導電層 1 7 a が形成される。

## 【0066】

次いで、レジストマスク16aをそのままの状態にしたまま、第1のドーピング工程を行う。この第1のドーピング工程によって、第2の導電層17aをマスクとし、第1の導電膜14及び絶縁膜13を介してスルードープを行い、高濃度不純物領域30、31を形成する。(図4(C))

## 【0067】

このようにスルードープをすることによって、半導体層に打ち込まれるドーピング量を所望の値に制御することができる。

## 【0068】

次いで、レジストマスク16aをそのまま用い、ICPエッチング装置を用いて第2のエッチング工程を行う。この第2のエッチング工程によって、第1の導電膜14をエッチングして図4(D)に示すような第1の導電層34aを形成する。第1の導電層34aは、第2の幅(X2)を有している。なお、この第2のエッチング工程の際、レジストマスク、第2の導電層、及び絶縁膜もわずかにエッチングされて、それぞれレジストマスク32a、第3の幅(X3)を有する第2の導電層33a、絶縁膜35aが形成される。

10

## 【0069】

次いで、レジストマスク32aを用いて、ICPエッチング装置を用いて第3のエッチング工程を行う。この第3のエッチング工程によって、第2の導電層33aをエッチングして図5(A)に示すような第2の導電層33bを形成する。第2の導電層33bは、第4の幅(X4)を有する。なお、この第3のエッチングの際、レジストマスク、第1の導電層、及び絶縁膜もわずかにエッチングされて、それぞれレジストマスク32b、第1の導電層34b、絶縁膜35bが形成される。(図5(A))

20

## 【0070】

次いで、レジストマスク32bをそのままの状態にしたまま、第2のドーピング工程を行う。この第2のドーピング工程によって第1の導電層34bのテーパ部及び絶縁膜35bを介してスルードープを行い、低濃度不純物領域38、39を形成する。(図5(B))なお、この第2のドーピングの際、高濃度不純物領域30、31にもドーピングされ、高濃度不純物領域36、37が形成される。

## 【0071】

次いで、レジストマスク32bをそのままの状態にしたまま、RIEエッチング装置またはICPエッチング装置を用いて第4のエッチング工程を行う。この第4のエッチング工程によって、第1の導電層34bのテーパ部を一部除去する。ここで、第1の幅(X2)を有していた第1の導電層34bが、第5の幅(X5)を有する第1の導電層34cとなった。(図5(C))

30

## 【0072】

本実施の形態では、この第1の導電層34cとその上に積層された第2の導電層33bがゲート電極となる。なお、この第4のエッチングの際、絶縁膜35bもエッチングされて、絶縁膜35cが形成される。ここでは、絶縁膜の一部を除去して高濃度不純物領域を露呈させた例を示したが特に限定されず、高濃度不純物領域が薄い絶縁膜で覆われていてもよい。

40

## 【0073】

この後、レジストマスク32bを除去し、半導体層に添加された不純物元素の活性化を行う。次いで、層間絶縁膜41を形成した後、第3のマスクを用いてコンタクトホールを形成し、導電膜を形成した後、第4のマスクを用いて電極42、43を形成する。

## 【0074】

こうして、フォトマスク4枚で、図5(D)に示す構造のTFTを形成することができる。

## 【0075】

また、本発明により形成されたTFTの特徴は、チャネル形成領域40とドレイン領域37との間に設けられる低濃度不純物領域39において、ほとんど濃度差はなく、緩やかな

50

濃度勾配を有し、ゲート電極（３３ｂ及び３４ｃ）と重なる領域３９ａ（ＧＯＬＤ領域）と、ゲート電極と重ならない領域３９ｂ（ＬＤＤ領域）とを備えている点である。また、絶縁膜３５ｃの周縁部、即ち、ゲート電極と重ならない領域３９ｂ及び高濃度不純物領域３７、３６の上方の領域はテーパ形状となっている。

【００７６】

（実施の形態３）

本発明の実施の形態３について、以下に図４及び図６を用いて説明する。

【００７７】

なお、本実施の形態は、上記実施の形態２と第１のドーピング工程（図４（Ｃ））までは同一であり、図は省略する。また、ここでは、図４と同一の符号を用いて説明する。

10

【００７８】

まず、上記実施の形態１に従って、図４（Ｃ）の状態を得る。

【００７９】

次いで、レジストマスク１６ａを用いて、ＩＣＰエッチング装置を用いて第２のエッチング工程を行う。この第２のエッチング工程によって、第２の導電層１７ａをエッチングして図６（Ａ）に示すような第２の導電層５１を形成する。第２の導電層５１は、第２の幅（Ｙ２）を有する。なお、この第２のエッチング工程の際、レジストマスク及び第１の導電膜もわずかにエッチングされて、それぞれレジストマスク５０、第１の導電膜５２ａが形成される。（図５（Ａ））なお、第１の導電膜５２ａの一部は、既に第１のエッチング工程の際にわずかにエッチングされているため、この第２のエッチング工程によって、さらに薄くなっている。また、第２の導電層と重なっていない第１の導電膜５２ａのうち、第１のエッチング工程の際にエッチングされなかった部分はテーパ形状となっている。

20

【００８０】

次いで、レジストマスク５０をそのままの状態にしたまま、第２のドーピング工程を行う。この第２のドーピング工程によって第１の導電膜５２ａのテーパ部及び絶縁膜１３を介してスルードープを行い、低濃度不純物領域５５、５６を形成する。（図６（Ｂ））なお、この第２のドーピングの際、高濃度不純物領域３０、３１にもドーピングされ、高濃度不純物領域５５、５６が形成される。

【００８１】

このようにスルードープをすることによって、半導体層に打ち込まれるドーピング量を所望の値に制御することができる。

30

【００８２】

次いで、レジストマスク５０をそのままの状態にしたまま、ＲＩＥエッチング装置またはＩＣＰエッチング装置を用いて第３のエッチング工程を行う。この第３のエッチング工程によって、露呈している第１の導電膜５２ａのうち、第１のエッチング工程により薄くなった部分とテーパ形状になっている部分の一部が除去される。ここで、第１の導電膜の膜厚、絶縁膜の膜厚等を考慮に入れてエッチング条件を適宜調節することによって、テーパ形状を有し、且つ第３の幅（Ｙ３）を有する第１の導電層５２ｂを形成する。（図６（Ｃ））

【００８３】

本実施の形態では、この第１の導電層５２ｂとその上に積層された第２の導電層５１がゲート電極となる。なお、この第３のエッチングの際、絶縁膜１３もエッチングされて、絶縁膜５７が形成される。

40

【００８４】

この後、レジストマスク５０を除去し、半導体層に添加された不純物元素の活性化を行う。次いで、層間絶縁膜５９を形成した後、第３のマスクを用いてコンタクトホールを形成し、導電膜を形成した後、第４のマスクを用いて電極６０、６１を形成する。

【００８５】

こうして、フォトマスク４枚で、図６（Ｄ）に示す構造のＴＦＴを形成することができる。

50

## 【0086】

また、本発明により形成されたTFTの特徴は、チャネル形成領域58とドレイン領域56との間に設けられる低濃度不純物領域54において、ほとんど濃度差はなく、緩やかな濃度勾配を有し、ゲート電極(51及び52b)と重なる領域54a(GOLD領域)と、ゲート電極と重ならない領域54b(LDD領域)とを備えている点である。

## 【0087】

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。

## 【0088】

## 【実施例】

## [実施例1]

ここでは、同一基板上に画素部と、画素部の周辺に設ける駆動回路のTFT(nチャネル型TFT及びpチャネル型TFT)を同時に作製する方法について詳細に図7～図9を用いて説明する。

## 【0089】

まず、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100を用いる。なお、基板100としては、透光性を有する基板であれば限定されず、石英基板を用いても良い。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。

## 【0090】

次いで、基板100上に酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜から成る下地膜101を形成する。本実施例では下地膜101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101の一層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜101aを10～200nm(好ましくは50～100nm)形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜101a(組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=27\%$ 、 $\text{N}=24\%$ 、 $\text{H}=17\%$ )を形成した。次いで、下地膜101の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜101b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の酸化窒化シリコン膜101b(組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=59\%$ 、 $\text{N}=7\%$ 、 $\text{H}=2\%$ )を形成した。

## 【0091】

次いで、下地膜上に半導体層102～105を形成する。半導体層102～105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)により成膜した後、公知の結晶化処理(レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等)を行って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形成する。この半導体層102～105の厚さは25～80nm(好ましくは30～60nm)の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくはシリコンまたはシリコンゲルマニウム( $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ( $0 < x < 1$ 、代表的には $x=0.0001\sim0.05$ ))合金などで形成すると良い。シリコンゲルマニウムを形成する場合、シランとゲルマニウムとの混合ガスを用いたプラズマCVD法で形成してもよいし、シリコン膜にゲルマニウムをイオン注入してもよいし、シリコンゲルマニウムからなるターゲットを用いたスパッタ法で形成してもよい。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質シリコン膜を成膜した後、ニッケルを含む溶液を非晶質シリコン膜上に保持させた。この非晶質シリコン膜に脱水素化(500℃、1時間)を行った後、熱結晶化(550℃、4時間)を行い、さらに結晶化を改善するためのレーザーアニール処理を行って結晶質シリコン膜を形成した。そして、この結晶質シリコン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102～105を形成した。

## 【0092】

また、半導体層102～105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（チャネルドーピングとも呼ばれる）を行ってもよい。

## 【0093】

また、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやYAGレーザー、YVO<sub>4</sub>レーザーを用いることができる。これらのレーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザー光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宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数30Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～400mJ/cm<sup>2</sup>（代表的には200～300mJ/cm<sup>2</sup>）とする。また、YAGレーザー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1～10kHzとし、レーザーエネルギー密度を300～600mJ/cm<sup>2</sup>（代表的には350～500mJ/cm<sup>2</sup>）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ー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率（オーバーラップ率）を80～98%として行えばよい。

## 【0094】

次いで、半導体層102～105を覆うゲート絶縁膜106を形成する。ゲート絶縁膜を形成する前に、半導体層の表面を洗浄することが望ましい。被膜表面の汚染不純物（代表的にはC、Na等）除去は、オゾンを含んだ純水で洗浄を行った後に、フッ素を含有する酸性溶液を用い、被膜表面を極薄くエッチングすることにより行えばよい。極薄くエッチングする手段としては、スピン装置を用いて基板をスピンさせ、被膜表面に接触させたフッ素を含有する酸性溶液を飛散させる方法が有効である。フッ素を含有する酸性溶液としては、フッ酸、希フッ酸、フッ化アンモニウム、パッファードフッ酸（フッ酸とフッ化アンモニウムの混合溶液）、フッ酸と過酸化水素水の混合溶液等を用いることができる。洗浄した後、連続的にゲート絶縁膜106はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nm、好ましくは50～100nmとしてシリコン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の厚さで酸化窒化シリコン膜（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シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコン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。

## 【0095】

また、酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOS（Tetraethyl Orthosilicate）とO<sub>2</sub>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<sup>2</sup>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シリコン膜は、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。

## 【0096】

次いで、図7（A）に示すように、ゲート絶縁膜106上に膜厚20～100nmの第1の導電膜107と、膜厚100～400nmの第2の導電膜108とを積層形成する。また、汚染を防ぐために大気に触れることなく、ゲート絶縁膜と第1の導電膜と第2の導電膜とを連続的に成膜することが好ましい。また、連続的に成膜しない場合、洗浄機を付随する成膜装置を用いて行えば、膜界面の汚染を防ぐことができる。洗浄方法はゲート絶縁膜形成前に行うものと同様に行えばよい。本実施例では、膜厚30nmのTa<sub>2</sub>N膜からなる第1の導電膜107と、膜厚370nmのW膜からなる第2の導電膜108を連続的に形成した。Ta<sub>2</sub>N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<sub>6</sub>）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20μΩ・cm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9~20  $\mu$  cmを実現することができた。

#### 【0097】

なお、本実施例では、第1の導電膜107をTa<sub>N</sub>、第2の導電膜108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シリコン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（Ta<sub>N</sub>）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（Ta<sub>N</sub>）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。

#### 【0098】

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109~112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う。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<sub>4</sub>とCl<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>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2の導電層の端部をテーパ形状とする。第1のエッチング条件でのWに対するエッチング速度は200.39nm/min、Ta<sub>N</sub>に対するエッチング速度は80.32nm/minであり、Ta<sub>N</sub>に対するWの選択比は約2.5である。また、この第1のエッチング条件によって、Wのテーパ角は、約26°となる。なお、ここでの第1のエッチング条件でのエッチングは、実施の形態1に記載した第1のエッチング工程（図1（B））に相当する。

#### 【0099】

この後、レジストからなるマスク109~112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<sub>4</sub>とCl<sub>2</sub>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<sub>4</sub>とCl<sub>2</sub>を混合した第2のエッチング条件ではW膜及びTa<sub>N</sub>膜とも同程度にエッチングされる。第2のエッチング条件でのWに対するエッチング速度は58.97nm/min、Ta<sub>N</sub>に対するエッチング速度は66.43nm/minである。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。なお、ここでの第2エッチング条件でのエッチングは、実施の形態1に記載した第2のエッチング工程（図1（C））に相当する。

#### 【0100】

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形状となる。（図7（B））このテーパ部の角度は15~45°とすればよい。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113~116（第1の導電層113a~116aと第2の導電層113b~116b）を形成する。ここでのチャンネル長方向における第1の導電層の幅は、上記実施の形態1に示したW1に相当する。117はゲート絶縁膜であり、第1の形状の導電

10

20

30

40

50



層 1 1 3 ~ 1 1 6 で覆われない領域は 2 0 ~ 5 0 nm 程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

#### 【 0 1 0 1 】

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う。なお、第 1 のエッチング処理や第 2 のエッチング処理に用いるエッチング用ガスには  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{CCl}_4$  などの塩素化合物系ガス、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$  などのフッ素化合物系ガス及び  $\text{O}_2$  から選ばれたガス、またはこれらを主成分とする混合ガスをを用いればよい。ここでは、エッチング用ガスに  $\text{CF}_4$  と  $\text{Cl}_2$  と  $\text{O}_2$  とを用い、それぞれのガス流量比を 2 5 / 2 5 / 1 0 ( s c c m ) とし、1 Pa の圧力でコイル型の電極に 5 0 0 W の R F ( 1 3 . 5 6 \text{MHz} ) 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。基板側 ( 試料ステージ ) にも 2 0 W の R F ( 1 3 . 5 6 \text{MHz} ) 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。第 2 のエッチング処理での W に対するエッチング速度は 1 2 4 . 6 2 \text{nm/min}、T a N に対するエッチング速度は 2 0 . 6 7 \text{nm/min} であり、T a N に対する W の選択比は 6 . 0 5 である。従って、W 膜が選択的にエッチングされる。この第 2 のエッチング処理により W のテーパ角は 7 0 ° となった。この第 2 のエッチング処理により第 2 の導電層 1 2 2 b ~ 1 2 5 b を形成する。一方、第 1 の導電層 1 1 3 a ~ 1 1 6 a は、ほとんどエッチングされず、第 1 の導電層 1 2 2 a ~ 1 2 5 a を形成する。なお、ここでの第 2 のエッチング処理は、実施の形態 1 に記載した第 3 のエッチング工程 ( 図 1 ( D ) ) に相当する。また、ここでのチャネル長方向における第 2 の導電層の幅が実施の形態 1 に示した W 2 に相当する。

#### 【 0 1 0 2 】

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添加する。( 図 7 ( C ) ) ドーピング処理はイオンドーブ法、若しくはイオン注入法で行えば良い。イオンドーブ法の条件はドーズ量を  $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$  とし、加速電圧を 6 0 ~ 1 0 0 \text{keV} として行う。本実施例ではドーズ量を  $1.5 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$  とし、加速電圧を 8 0 \text{keV} として行った。n 型を付与する不純物元素として 1 5 族に属する元素、典型的にはリン ( P ) または砒素 ( A s ) を用いるが、ここではリン ( P ) を用いた。この場合、導電層 1 1 3 ~ 1 1 6 が n 型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に高濃度不純物領域 1 1 8 ~ 1 2 1 が形成される。高濃度不純物領域 1 1 8 ~ 1 2 1 には  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$  の濃度範囲で n 型を付与する不純物元素を添加する。なお、ここでの第 1 のドーピング処理は、実施の形態 1 に記載した第 1 のドーピング工程 ( 図 2 ( A ) ) に相当する。

#### 【 0 1 0 3 】

次いで、第 2 のドーピング処理を行って図 7 ( D ) の状態を得る。ドーピングは第 2 の導電層 1 2 2 b ~ 1 2 5 b を不純物元素に対するマスクとして用い、第 1 の導電層のテーパ部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。本実施例では、不純物元素として P ( リン ) を用い、ドーズ量  $3.5 \times 10^{12}$ 、加速電圧 9 0 \text{keV} にてプラズマドーピングを行った。こうして、第 1 の導電層と重なる低濃度不純物領域 1 2 6 ~ 1 2 9 を自己整合的に形成する。この低濃度不純物領域 1 2 6 ~ 1 2 9 へ添加されたリン ( P ) の濃度は、 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  であり、且つ、第 1 の導電層のテーパ部の膜厚に従って緩やかな濃度勾配を有している。なお、第 1 の導電層のテーパ部と重なる半導体層において、第 1 の導電層のテーパ部の端部から内側に向かって若干、不純物濃度が低くなっているものの、ほぼ同程度の濃度である。また、高濃度不純物領域 1 1 8 ~ 1 2 1 にも不純物元素が添加され、高濃度不純物領域 1 3 0 ~ 1 3 3 を形成する。なお、ここでの第 2 のドーピング処理は、実施の形態 1 に記載した第 2 のドーピング工程 ( 図 2 ( B ) ) に相当する。

#### 【 0 1 0 4 】

なお、本実施例では、第 1 のドーピング処理で高濃度不純物領域を形成し、第 2 のドーピング処理で低濃度不純物領域を形成した例を示したが、特に限定されず、第 1 のドーピング処理で低濃度不純物領域を形成し、第 2 のドーピング処理で高濃度不純物領域を形成し

てもよい。また、適宜、絶縁膜の膜厚や第1の導電層の膜厚やドーピング条件等を調節することによって一回のドーピング処理で高濃度不純物領域及び低濃度不純物領域を形成してもよい。

#### 【0105】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第3のエッチング処理を行う。この第3のエッチング処理では第1の導電層のテーパー部を部分的にエッチングして、半導体層と重なる領域を縮小するために行われる。第3のエッチング処理は、エッチングガスに $\text{CHF}_3$ を用い、反応性イオンエッチング法(RIE法)を用いて行う。本実施例では、チャンパー圧力 $6.7\text{ Pa}$ 、RF電力 $800\text{ W}$ 、 $\text{CHF}_3$ ガス流量 $35\text{ sccm}$ で第3のエッチング処理を行った。第3のエッチングにより、第1の導電層138~141が形成される。(図8(A))なお、ここでの第3のエッチング処理は、実施の形態1に記載した第4のエッチング工程(図2(C))に相当する。また、ここでのチャンネル長方向における第1の導電層の幅が実施の形態1に示した $W_3$ に相当する。

10

#### 【0106】

この第3のエッチング処理時、同時に絶縁膜117もエッチングされて、高濃度不純物領域130~133の一部は露呈し、絶縁膜143a~143c、144が形成される。なお、本実施例では、高濃度不純物領域130~133の一部が露呈するエッチング条件を用いたが特に限定されず、絶縁膜の膜厚やエッチング条件を変更すれば、高濃度不純物領域に薄く絶縁膜が残るようにすることもできる。

#### 【0107】

上記第3のエッチングによって、第1の導電層138~141と重ならない不純物領域(LDD領域)134a~137aが形成される。なお、不純物領域(GOLD領域)134b~137bは、第1の導電層138~141と重なったままである。

20

#### 【0108】

また、第1の導電層138と第2の導電層122bとで形成された電極は、後の工程で形成される駆動回路のnチャネル型TFTのゲート電極となり、第1の導電層139と第2の導電層123bとで形成された電極は、後の工程で形成される駆動回路のpチャネル型TFTのゲート電極となる。同様に、第1の導電層140と第2の導電層124bとで形成された電極は、後の工程で形成される画素部のnチャネル型TFTのゲート電極となり、第1の導電層141と第2の導電層125bとで形成された電極は、後の工程で形成される画素部の保持容量の一方の電極となる。

30

#### 【0109】

このようにすることで、本実施例は、第1の導電層138~141と重なる不純物領域(GOLD領域)134b~137bにおける不純物濃度と、第1の導電層138~141と重ならない不純物領域(LDD領域)134a~137aにおける不純物濃度との差を小さくすることができ、TFT特性を向上させることができる。

#### 【0110】

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145、146を形成して第3のドーピング処理を行う。この第3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(n型)とは逆の導電型(p型)を付与する不純物元素が添加された不純物領域147~152を形成する。(図8(B))第1の導電層139、141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147~152はジボラン( $\text{B}_2\text{H}_6$ )を用いたイオンドーブ法で形成する。なお、この第3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145、146で覆われている。第1のドーピング処理及び第2のドーピング処理によって、不純物領域145、146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が $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21}\text{ atoms/cm}^3$ 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。本実施例では、第3

40

50

のエッチング処置によって、pチャネル型TFTの活性層となる半導体層の一部が露呈されたため、不純物元素（ボロン）を添加しやすい利点を有している。

【0111】

この第3のドーピング処理は1回でもよいし、複数回でもよい。例えば、2回のドーピングを行う場合、1回目のドーピング条件を加速電圧5～40keVとし、147、150を形成し、2回目のドーピング条件を加速電圧60～120keVとし、148、149、151、152を形成することによって半導体膜における注入欠陥（イオンドーピングやイオン注入による欠陥）を最小限に抑えることができる。さらに、このように複数回でドーピングを行えば、ソース領域およびドレイン領域147とLDD領域148、149に対してそれぞれボロン元素の導入量を変えることができ、設計の自由度が向上する。

10

【0112】

以上までの工程でそれぞれの半導体層に所望の不純物領域が形成される。

【0113】

次いで、レジストからなるマスク145、146を除去して第1の層間絶縁膜(a)153aを形成する。この第1の層間絶縁膜(a)153aとしては、プラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを50～100nmとしてシリコン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50nmの酸化窒化シリコン膜を形成した。勿論、第1の層間絶縁膜(a)153aは酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコン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。

20

【0114】

次いで、それぞれの半導体層に添加された不純物元素を活性化処理する工程を行う。（図8（C））この活性化工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行う。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、レーザーアニール法、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。

【0115】

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（130、132、147、150）にゲッタリングされ、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。

30

【0116】

また、第1の層間絶縁膜153を形成する前に活性化処理を行っても良い。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（シリコン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うことが好ましい。

【0117】

また、他の活性化処理としてレーザーアニール法、例えば、エキシマレーザーやYAGレーザー等のレーザー光を照射することができる。

40

【0118】

次いで、第1の層間絶縁膜(b)153bを形成する。この第1の層間絶縁膜(b)153bとしては、プラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを50～200nmとしてシリコン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100nmの窒化シリコン膜を形成した。勿論、第1の層間絶縁膜(b)153bは窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコン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。

【0119】

次いで、不活性雰囲気中で、300～550で1～12時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。この水素化は、活性化処理での熱処理温度よりも低い温度（4

50

00～500)であることが望ましい。(図8(D))本実施例では窒素雰囲気中で410、1時間の熱処理を行った。この工程は層間絶縁膜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。水素化の他の手段として、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～550で1～12時間の熱処理での水素化やプラズマ水素化(プラズマにより励起された水素を用いる)を行っても良い。

#### 【0120】

また、レジストからなるマスク145、146を除去した後、熱活性化(代表的には窒素雰囲気中で500～550)を行い、シリコンを含む絶縁膜からなる第1の層間絶縁膜(代表的には膜厚100～200nmの窒化シリコン膜)を形成した後で水素化(窒素雰囲気中で300～500)を行ってもよい。

10

#### 【0121】

次いで、第1の層間絶縁膜(b)153b上に有機絶縁物材料から成る第2の層間絶縁膜154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。

#### 【0122】

次いで、第2の層間絶縁膜154上に透明導電膜を80～120nmの厚さで形成し、パターニングすることによって画素電極162を形成する。透明導電膜には酸化インジウム酸化亜鉛合金( $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ )、酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )も適した材料であり、さらに可視光の透過率や導電率を高めるためにガリウム( $\text{Ga}$ )を添加した酸化亜鉛( $\text{ZnO}:\text{Ga}$ )などを好適に用いることができる。

#### 【0123】

なお、ここでは、画素電極として、透明導電膜を用いた例を示したが、反射性を有する導電性材料を用いて画素電極を形成すれば、反射型の表示装置を作製することができる。

20

#### 【0124】

次いで、各不純物領域130、132、147、150に達するコンタクトホールを形成するためのパターニングを行う。

#### 【0125】

そして、駆動回路205においては、不純物領域130または不純物領域147とそれぞれ電氣的に接続する電極155～161を形成する。なお、これらの電極は、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。

30

#### 【0126】

また、画素部206においては、不純物領域132と接する接続電極160、またはソース電極159を形成し、不純物領域150と接する接続電極161を形成する。なお、接続電極160は、画素電極162と接して重ねて形成することによって画素TFTのドレイン領域と電氣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(不純物領域150)と電氣的な接続が形成される。(図9)

#### 【0127】

以上の様にして、nチャネル型TFT201及びpチャネル型TFT202を有する駆動回路205と、画素TFT203及び保持容量204とを有する画素部206を同一基板上に形成することができる。本明細書中ではこのような基板を便宜上アクティブマトリクス基板と呼ぶ。

40

#### 【0128】

駆動回路205のnチャネル型TFT201はチャネル形成領域163、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層138と重なる低濃度不純物領域134b(GOLD領域)、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域134a(LDD領域)と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130を有している。pチャネル型TFT202にはチャネル形成領域164、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層139と重なる不純物領域149、ゲート電極の外側に形成される不純物領域148、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域147を有している。

#### 【0129】

50

画素部 206 の画素 T F T 203 にはチャネル形成領域 165、ゲート電極を形成する第 1 の導電層 140 と重なる低濃度不純物領域 136b (G O L D 領域)、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 136a (L D D 領域) と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 132 を有している。また、保持容量 204 の一方の電極として機能する半導体層 150 ~ 152 には、それぞれ p 型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量 204 は、絶縁膜 144 を誘電体として、電極 125、141 と、半導体層 150 ~ 152、166 とで形成している。

#### 【0130】

また、本実施例で示す工程に従えば、アクティブマトリクス基板の作製に必要なフォトマスクの数を 6 枚とすることができる。その結果、工程を短縮し、製造コストの低減及び歩留まりの向上に寄与することができる。

#### 【0131】

#### [実施例 2]

本実施例では、実施例 1 で作製したアクティブマトリクス基板から、アクティブマトリクス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 10 を用いる。

#### 【0132】

まず、実施例 1 に従い、図 9 の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図 9 のアクティブマトリクス基板上に配向膜 167 を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜 167 を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターンニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサを所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

#### 【0133】

次いで、対向基板 168 を用意する。この対向基板には、着色層 174、遮光層 175 が各画素に対応して配置されたカラーフィルタが設けられている。また、駆動回路の部分にも遮光層 177 を設けた。このカラーフィルタと遮光層 177 とを覆う平坦化膜 176 を設けた。次いで、平坦化膜 176 上に透明導電膜からなる対向電極 169 を画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜 170 を形成し、ラビング処理を施した。

#### 【0134】

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 171 で貼り合わせる。シール材 171 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 173 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 173 には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図 10 に示すアクティブマトリクス型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、公知の技術を用いて偏光板等を適宜設けた。そして、公知の技術を用いて F P C を貼りつけた。

#### 【0135】

こうして得られた液晶表示パネルの構成を図 11 の上面図を用いて説明する。なお、図 10 と対応する部分には同じ符号を用いた。

#### 【0136】

図 11 (A) で示す上面図は、画素部、駆動回路、F P C (フレキシブルプリント配線板: Flexible Printed Circuit) を貼り付ける外部入力端子 207、外部入力端子と各回路の入力部までを接続する配線 208 などが形成されたアクティブマトリクス基板と、カラーフィルタなどが設けられた対向基板 168 とがシール材 171 を介して貼り合わされている。

#### 【0137】

ゲート配線側駆動回路 205a と重なるように対向基板側に遮光層 177a が設けられ、ソース配線側駆動回路 205b と重なるように対向基板側に遮光層 177b が形成されている。また、画素部 206 上の対向基板側に設けられたカラーフィルタ 209 は遮光層と、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各色の着色層とが各画素に対応して設けられて

10

20

30

40

50

いる。実際に表示する際には、赤色（Ｒ）の着色層、緑色（Ｇ）の着色層、青色（Ｂ）の着色層の３色でカラー表示を形成するが、これら各色の着色層の配列は任意なものとする。

【０１３８】

ここでは、カラー化を図るためにカラーフィルタ２０９を対向基板に設けているが特に限定されず、アクティブマトリクス基板を作製する際、アクティブマトリクス基板にカラーフィルタを形成してもよい。

【０１３９】

また、カラーフィルタにおいて隣り合う画素の間には遮光層が設けられており、表示領域以外の箇所を遮光している。また、ここでは、駆動回路を覆う領域にも遮光層１７７ａ、１７７ｂを設けているが、駆動回路を覆う領域は、後に液晶表示装置を電子機器の表示部として組み込む際、カバーで覆うため、特に遮光層を設けない構成としてもよい。また、アクティブマトリクス基板を作製する際、アクティブマトリクス基板に遮光層を形成してもよい。

10

【０１４０】

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

【０１４１】

また、外部入力端子にはベースフィルム２１０と配線２１１から成るＦＰＣが異方性導電性樹脂２１２で貼り合わされている。さらに補強板で機械的強度を高めている。

20

【０１４２】

図１１（Ｂ）は図１１（Ａ）で示す外部入力端子２０７のＥ－Ｅ'線に対する断面図を示している。導電性粒子２１４の外径は配線２１５のピッチよりも小さいので、接着剤２１２中に分散する量を適当なものとする隣接する配線と短絡することなく対応するＦＰＣ側の配線と電気的な接続を形成することができる。

【０１４３】

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

【０１４４】

30

[実施例３]

本実施例では実施例１とは異なるアクティブマトリクス基板の作製方法について図１２を用いて説明する。実施例１では透過型の表示装置を形成したが、本実施例では、反射型の表示装置を形成し、実施例１よりもマスク数を減らすことを特徴としている。

【０１４５】

なお、実施例１とは第２の層間絶縁膜１５４を形成する工程まで同一であるため、ここでは省略する。図１２には実施例１と同じ箇所には同じ符号を用いた。

【０１４６】

実施例１に従って、第２の層間絶縁膜を形成した後、各不純物領域に達するコンタクトホールを形成するためのパターニングを行う。

40

【０１４７】

次いで、駆動回路においては、実施例１と同様に半導体層の一部（高濃度不純物領域）とそれぞれ電氣的に接続する電極を形成する。なお、これらの電極は、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。

【０１４８】

また、画素部においては、高濃度不純物領域１２００と接する画素電極１２０２、または高濃度不純物領域１２０１と接するソース電極１２０３を形成する。なお、画素電極１２０２は、画素ＴＦＴの高濃度不純物領域１２００と電氣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（高濃度不純物領域１２０４）と電気

50

的な接続が形成される。(図12)

【0149】

なお、画素電極1202の材料としては、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。

【0150】

また、本実施例で示す工程に従えば、アクティブマトリクス基板の作製に必要なフォトマスクの数を5枚とすることができる。その結果、工程を短縮し、製造コストの低減及び歩留まりの向上に寄与することができる。

【0151】

また、画素電極を形成した後、公知のサンドブラスト法やエッチング法等の工程を追加して表面を凹凸化させて、鏡面反射を防ぎ、反射光を散乱させることによって白色度を増加させることが好ましい。また、画素電極を形成する前に絶縁膜に凸凹を形成してその上に画素電極を形成してもよい。

【0152】

[実施例4]

本実施例では、実施例3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13を用いる。

【0153】

まず、実施例3に従い、図12の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図12のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極上に配向膜を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターンニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサ(図示しない)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。

【0154】

次いで、対向基板1304を用意する。この対向基板には、着色層、遮光層が各画素に対応して配置されたカラーフィルタが設けられている。次いで、カラーフィルタを覆う平坦化膜を形成する。

【0155】

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

【0156】

そして、画素部1301と駆動回路1302が形成されたアクティブマトリクス基板1303と対向基板1304とをシール材1306で貼り合わせる。シール材1306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1305を注入し、封止剤によって完全に封止する。液晶材料1305には公知の液晶材料を用いれば良い。なお、本実施例は反射型であるので実施例2と比較して基板間隔は半分程度となる。このようにして反射型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、対向基板のみに偏光板1307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。

【0157】

以上のようにして作製される反射型の液晶表示パネルは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【0158】

また、上記液晶表示パネルだけでは、暗い場所で使用する場合、視認性に問題が生じる。従って、図13に示すような光源、リフレクタ、導光板を備える構成とすることが望ましい。

【0159】

光源にはLEDまたは冷陰極管を単数または複数用いればよい。図13に示すように光源

10

20

30

40

50

は、導光板の側面に沿って配置され、光源の背後にはリフレクタが設けられている。

【0160】

光源から照射された光は、リフレクタによって効率よく導光板の側面から内部に入射すると、表面に設けられた特殊なプリズム加工面で反射され、液晶表示パネルに入射する。

【0161】

こうして液晶表示パネルと光源と導光板を組み合わせることによって、光利用効率を向上させることができる。

【0162】

[実施例5]

本実施例は、実施例1と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例1とは半導体層102～105の形成までの工程が異なっているだけでその後の工程は実施例1と同一であるため、省略する。

10

【0163】

まず、実施例1と同様に基板を用意する。透過型の表示装置を作製する場合、基板は、ガラス基板、石英基板などを用いることができる。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよい。また、反射型の表示装置を作製する場合は、他にセラミック基板、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。

【0164】

次いで、基板上に酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜から成る下地膜を形成する。本実施例では下地膜として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。本実施例では、下地膜の一層目及び二層目は、プラズマCVD法を用い、第一の成膜室にて連続形成する。下地膜の一層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を10～200nm(好ましくは50～100nm)形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜(組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 27\%$ 、 $\text{N} = 24\%$ 、 $\text{H} = 17\%$ )を形成した。次いで、下地膜の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を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の酸化窒化シリコン膜(組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 59\%$ 、 $\text{N} = 7\%$ 、 $\text{H} = 2\%$ )を形成した。

20

30

【0165】

次いで、第二の成膜室にて下地膜上に非晶質半導体膜を形成する。非晶質半導体膜は、30～60nmの厚さで形成する。非晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくはシリコンまたはシリコンゲルマニウム合金などで形成すると良い。本実施例では、プラズマCVD法により、 $\text{SiH}_4$ ガスを用いて、非晶質シリコン膜を形成する。

【0166】

また、下地膜と非晶質半導体膜とは同じ成膜方法で形成可能であるため、下地膜と非晶質半導体膜とを連続形成することも可能である。

【0167】

次いで、第三の成膜室にて非晶質シリコン膜に $\text{Ni}$ を添加する。プラズマCVD法を用い、 $\text{Ni}$ を材料に含む電極を取り付け、アルゴンガスなどを導入してプラズマをたて、 $\text{Ni}$ を添加する。勿論、蒸着法やスパッタ法を用いて、 $\text{Ni}$ の極薄膜を形成しても良い。

40

【0168】

次いで、第四の成膜室にて保護膜を形成する。保護膜としては、酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜などを用いるのがよい。後工程の脱水素化を行う際、水素が抜けにくいので、窒化シリコン膜のような緻密な膜は用いない方がよい。本実施例では、プラズマCVD法を用いて、 $\text{TEOS}$ (Tetraethyl Orthosilicate)と $\text{O}_2$ を混合し、100～150nmの厚さの酸化シリコン膜を形成する。本実施例は、保護膜としての酸化シリコン膜形成までをクリーンルーム大気に曝すことなく連続処理することを特徴としている。

50



## 【0169】

また、上記各成膜室にて形成される膜は、プラズマCVD法、熱CVD法、減圧CVD法、蒸着法、スパッタ法等、あらゆる公知の形成手段を用いることが可能である。

## 【0170】

次いで、非晶質シリコン膜の脱水素化（500、1時間）を行い、熱結晶化（550、4時間）を行う。なお、本実施例に示したNiなどの触媒元素を添加する方法に限定されず、公知の方法により熱結晶化を行っても良い。

## 【0171】

そして、nチャネル型TFTのしきい値（ $V_{th}$ ）を制御するためにp型を付与する不純物元素を添加する。半導体に対してp型を付与する不純物元素には、ボロン（B）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）など周期律第13族元素が知られている。本実施例では、ボロン（B）を添加する。

10

## 【0172】

ボロンの添加を行った後に、保護膜である酸化シリコン膜をフッ酸などのエッチング液を用いて除去する。次いで、洗浄とレーザーアニールの連続処理を行う。非晶質半導体膜にp型を付与する不純物元素であるボロン（B）を添加した後にレーザーアニールの処理を行うことで、ボロンも結晶質半導体膜の結晶構造の一部となって結晶化が起こるために、従来の技術で起こっている結晶構造の破壊を防ぐことが可能である。

## 【0173】

ここで、オゾンを含ませた純水とフッ素を含有する酸性溶液を用いることで、オゾンを含ませた純水にて洗浄を行う際に形成される極薄い酸化被膜と共に、被膜表面に付着している汚染不純物を除去することができる。オゾンを含ませた純水の作製方法としては、純水を電気分解する方法や純水にオゾンガスを直接溶かし込む方法などがある。また、オゾンの濃度は、6mg/L以上で使用するのが好ましい。なお、スピン装置の回転数や時間条件は、基板面積、被膜材料などによって適宜最適な条件を見つければよい。

20

## 【0174】

レーザーアニールには、レーザー発振器から放射されたレーザー光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。レーザーアニールによる結晶化の条件は、実施者が適宜選択すればよい。

## 【0175】

こうして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、島状の半導体層102～105を形成する。

30

## 【0176】

以降の工程は、実施例1に従えば、図10で示す液晶表示パネルを形成することができる。

## 【0177】

なお、本実施例は、実施例1乃至4のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

## 【0178】

## [実施例6]

本実施例では、本発明を用いてEL（エレクトロルミネセンス）表示装置を作製した例について説明する。なお、図14は本発明のEL表示装置の断面図である。

40

## 【0179】

図14において、基板700上に設けられたスイッチングTFT603は図9のnチャネル型TFT203を用いて形成される。従って、構造の説明はnチャネル型TFT203の説明を参照すれば良い。

## 【0180】

なお、本実施例ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

## 【0181】

50

基板 700 上に設けられた駆動回路は図 9 の C M O S 回路を用いて形成される。従って、構造の説明は n チャネル型 T F T 201 と p チャネル型 T F T 202 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0182】

また、配線 701、703 は C M O S 回路のソース配線、702 はドレイン配線、704 はスイッチング T F T のソース領域とを電氣的に接続するソース配線、705 はスイッチング T F T のドレイン領域とを電氣的に接続するドレイン配線として機能する。

【0183】

なお、電流制御 T F T 604 は図 9 の p チャネル型 T F T 202 を用いて形成される。従って、構造の説明は p チャネル型 T F T 202 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0184】

また、配線 706 は電流制御 T F T のソース配線（電流供給線に相当する）であり、707 は電流制御 T F T の画素電極 710 上に重ねることで画素電極 710 と電氣的に接続する電極である。

【0185】

なお、710 は、透明導電膜からなる画素電極（E L 素子の陽極）である。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化亜鉛、酸化スズまたは酸化インジウムを用いることができる。また、前記透明導電膜にガリウムを添加したものをを用いても良い。画素電極 710 は、上記配線を形成する前に平坦な層間絶縁膜 711 上に形成する。本実施例においては、樹脂からなる平坦化膜 711 を用いて T F T による段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成される E L 層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、E L 層をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0186】

配線 701 ~ 707 を形成後、図 14 に示すようにバンク 712 を形成する。

バンク 712 は 100 ~ 400 nm の珪素を含む絶縁膜もしくは有機樹脂膜をパターンニングして形成すれば良い。

【0187】

なお、バンク 712 は絶縁膜であるため、成膜時における素子の静電破壊には注意が必要である。本実施例ではバンク 712 の材料となる絶縁膜中にカーボン粒子や金属粒子を添加して抵抗率を下げ、静電気の発生を抑制する。この際、抵抗率は  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{12} \text{ m}$ （好ましくは  $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{10} \text{ m}$ ）となるようにカーボン粒子や金属粒子の添加量を調節すれば良い。

【0188】

画素電極 710 の上には E L 層 713 が形成される。なお、図 14 では一画素しか図示していないが、本実施例では R（赤）、G（緑）、B（青）の各色に対応した E L 層を作り分けている。また、本実施例では蒸着法により低分子系有機 E L 材料を形成している。具体的には、正孔注入層として 20 nm 厚の銅フタロシアニン（C u P c）膜を設け、その上に発光層として 70 nm 厚のトリス - 8 - キノリノラトアルミニウム錯体（A l q<sub>3</sub>）膜を設けた積層構造としている。A l q<sub>3</sub> にキナクリドン、ペリレンもしくは D C M 1 といった蛍光色素を添加することで発光色を制御することができる。

【0189】

但し、以上の例は E L 層として用いることのできる有機 E L 材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、電荷輸送層または電荷注入層を自由に組み合わせる E L 層（発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層）を形成すれば良い。例えば、本実施例では低分子系有機 E L 材料を E L 層として用いる例を示したが、高分子

10

20

30

40

50

系有機EL材料を用いても良い。また、電荷輸送層や電荷注入層として炭化珪素等の無機材料を用いることも可能である。これらの有機EL材料や無機材料は公知の材料を用いることができる。また、EL層として一重項励起により発光（蛍光）する発光材料（シングレット化合物）からなる薄膜、または三重項励起により発光（リン光）する発光材料（トリプレット化合物）からなる薄膜を用いることができる。

#### 【0190】

次に、EL層713の上には導電膜からなる陰極714が設けられる。本実施例の場合、導電膜としてアルミニウムとリチウムとの合金膜を用いる。勿論、公知のMgAg膜（マグネシウムと銀との合金膜）を用いても良い。陰極材料としては、周期表の1族もしくは2族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

10

#### 【0191】

この陰極714まで形成された時点でEL素子715が完成する。なお、ここでいうEL素子715は、画素電極（陽極）710、EL層713及び陰極714で形成されたコンデンサを指す。

#### 【0192】

EL素子715を完全に覆うようにしてパッシベーション膜716を設けることは有効である。パッシベーション膜716としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

#### 【0193】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭素膜、特にDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を用いることは有効である。DLC膜は室温から100以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低いEL層713の上方にも容易に成膜することができる。また、DLC膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、EL層713の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間にEL層713が酸化するといった問題を防止できる。

20

#### 【0194】

さらに、パッシベーション膜716上に封止材717を設け、カバー材718を貼り合わせる。封止材717としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材718はガラス基板や石英基板やプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）の両面に炭素膜（好ましくはダイヤモンドライクカーボン膜）を形成したものをを用いる。

30

#### 【0195】

こうして図14に示すような構造のEL表示装置が完成する。なお、バンク712を形成した後、パッシベーション膜716を形成するまでの工程をマルチチャンバー方式（またはインライン方式）の成膜装置を用いて、大気解放せずに連続的に処理することは有効である。また、さらに発展させてカバー材718を貼り合わせる工程までを大気解放せずに連続的に処理することも可能である。

#### 【0196】

こうして、プラスチック基板を母体とする絶縁体501上にnチャネル型TFET601、602、スイッチングTFET（nチャネル型TFET）603および電流制御TFET（nチャネル型TFET）604が形成される。ここまでの製造工程で必要としたマスク数は、一般的なアクティブマトリクス型EL表示装置よりも少ない。

40

#### 【0197】

即ち、TFETの製造工程が大幅に簡略化されており、歩留まりの向上および製造コストの低減が実現できる。

#### 【0198】

さらに、図9を用いて説明したように、ゲート電極に絶縁膜を介して重なる不純物領域を設けることによりホットキャリア効果に起因する劣化に強いnチャネル型TFETを形成す

50

ることができる。そのため、信頼性の高いＥＬ表示装置を実現できる。

【０１９９】

また、本実施例では画素部と駆動回路の構成のみ示しているが、本実施例の製造工程に従えば、その他にも信号分割回路、Ｄ／Ａコンバータ、オペアンプ、補正回路などの論理回路を同一の絶縁体上に形成可能であり、さらにはメモリやマイクロプロセッサをも形成しうる。

【０２００】

さらに、ＥＬ素子を保護するための封止（または封入）工程まで行った後の本実施例のＥＬ発光装置について図１５を用いて説明する。なお、必要に応じて図１４で用いた符号を引用する。

10

【０２０１】

図１５（Ａ）は、ＥＬ素子の封止までを行った状態を示す上面図、図１５（Ｂ）は図１５（Ａ）をＡ－Ａ'で切断した断面図である。点線で示された８０１はソース側駆動回路、８０６は画素部、８０７はゲート側駆動回路である。また、９０１はカバー材、９０２は第１シール材、９０３は第２シール材であり、第１シール材９０２で囲まれた内側には封止材９０７が設けられる。

【０２０２】

なお、９０４はソース側駆動回路８０１及びゲート側駆動回路８０７に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）９０５からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここではＦＰＣしか図示されていないが、このＦＰＣにはプリント配線基盤（ＰＷＢ）が取り付けられていても良い。本明細書におけるＥＬ表示装置には、ＥＬ表示装置本体だけでなく、それにＦＰＣもしくはＰＷＢが取り付けられた状態をも含むものとする。

20

【０２０３】

次に、断面構造について図１５（Ｂ）を用いて説明する。基板７００の上方には画素部８０６、ゲート側駆動回路８０７が形成されており、画素部８０６は電流制御ＴＦＴ６０４とそのドレインに電氣的に接続された画素電極７１０を含む複数の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路８０７はｎチャネル型ＴＦＴ６０１とｐチャネル型ＴＦＴ６０２とを組み合わせたＣＭＯＳ回路（図９参照）を用いて形成される。

【０２０４】

画素電極７１０はＥＬ素子の陽極として機能する。また、画素電極７１０の両端にはバンク７１２が形成され、画素電極７１０上にはＥＬ層７１３およびＥＬ素子の陰極７１４が形成される。

30

【０２０５】

陰極７１４は全画素に共通の配線としても機能し、接続配線９０４を経由してＦＰＣ９０５に電氣的に接続されている。さらに、画素部８０６及びゲート側駆動回路８０７に含まれる素子は全て陰極７１４およびパッシベーション膜５６７で覆われている。

【０２０６】

また、第１シール材９０２によりカバー材９０１が貼り合わされている。なお、カバー材９０１とＥＬ素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、第１シール材９０２の内側には封止材９０７が充填されている。なお、第１シール材９０２、封止材９０７としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第１シール材９０２はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、封止材９０７の内部に吸湿効果をもつ物質や酸化防止効果をもつ物質を含有させても良い。

40

【０２０７】

ＥＬ素子を覆うようにして設けられた封止材９０７はカバー材９０１を接着するための接着剤としても機能する。また、本実施例ではカバー材９０１を構成するプラスチック基板９０１ａの材料としてＦＲＰ（Fiberglass-Reinforced Plastics）、ＰＶＦ（ポリビニルフロライド）、マイラー、ポリエステルまたはアクリルを用いることができる。

【０２０８】

50

また、封止材 907 を用いてカバー材 901 を接着した後、封止材 907 の側面（露呈面）を覆うように第 2 シール材 903 を設ける。第 2 シール材 903 は第 1 シール材 902 と同じ材料を用いることができる。

【0209】

以上のような構造で E L 素子を封止材 907 に封入することにより、E L 素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の E L 層の酸化による劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い E L 表示装置が得られる。

【0210】

[実施例 7]

上記各実施例 1 乃至 6 のいずれかーを実施して形成された T F T 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、アクティブマトリクス型 E L ディスプレイ、アクティブマトリクス型 E C ディスプレイ）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子機器全てに本発明を実施できる。

10

【0211】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、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 16、図 17 及び図 18 に示す。

【0212】

図 16（A）はパーソナルコンピュータであり、本体 2001、画像入力部 2002、表示部 2003、キーボード 2004 等を含む。本発明を表示部 2003 に適用することができる。

20

【0213】

図 16（B）はビデオカメラであり、本体 2101、表示部 2102、音声入力部 2103、操作スイッチ 2104、バッテリー 2105、受像部 2106 等を含む。本発明を表示部 2102 に適用することができる。

【0214】

図 16（C）はモバイルコンピュータ（モータールコンピュータ）であり、本体 2201、カメラ部 2202、受像部 2203、操作スイッチ 2204、表示部 2205 等を含む。本発明は表示部 2205 に適用できる。

30

【0215】

図 16（D）はゴーグル型ディスプレイであり、本体 2301、表示部 2302、アーム部 2303 等を含む。本発明は表示部 2302 に適用することができる。

【0216】

図 16（E）はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として D V D（D i g t i a l V e r s a t i l e D i s c）、C D 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。本発明は表示部 2402 に適用することができる。

40

【0217】

図 16（F）はデジタルカメラであり、本体 2501、表示部 2502、接眼部 2503、操作スイッチ 2504、受像部（図示しない）等を含む。本発明を表示部 2502 に適用することができる。

【0218】

図 17（A）はフロント型プロジェクターであり、投射装置 2601、スクリーン 2602 等を含む。本発明は投射装置 2601 の一部を構成する液晶表示装置 2808 やその他の駆動回路に適用することができる。

【0219】

図 17（B）はリア型プロジェクターであり、本体 2701、投射装置 2702、ミラー

50

２７０３、スクリーン２７０４等を含む。本発明は投射装置２７０２の一部を構成する液晶表示装置２８０８やその他の駆動回路に適用することができる。

【０２２０】

なお、図１７（Ｃ）は、図１７（Ａ）及び図１７（Ｂ）中における投射装置２６０１、２７０２の構造の一例を示した図である。投射装置２６０１、２７０２は、光源光学系２８０１、ミラー２８０２、２８０４～２８０６、ダイクロイックミラー２８０３、プリズム２８０７、液晶表示装置２８０８、位相差板２８０９、投射光学系２８１０で構成される。投射光学系２８１０は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図１７（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。

10

【０２２１】

また、図１７（Ｄ）は、図１７（Ｃ）中における光源光学系２８０１の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系２８０１は、リフレクター２８１１、光源２８１２、レンズアレイ２８１３、２８１４、偏光変換素子２８１５、集光レンズ２８１６で構成される。なお、図１７（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。

【０２２２】

ただし、図１７に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及びＥＬ表示装置での適用例は図示していない。

20

【０２２３】

図１８（Ａ）は携帯電話であり、本体２９０１、音声出力部２９０２、音声入力部２９０３、表示部２９０４、操作スイッチ２９０５、アンテナ２９０６等を含む。本発明を表示部２９０４に適用することができる。

【０２２４】

図１８（Ｂ）は携帯書籍（電子書籍）であり、本体３００１、表示部３００２、３００３、記憶媒体３００４、操作スイッチ３００５、アンテナ３００６等を含む。本発明は表示部３００２、３００３に適用することができる。

【０２２５】

図１８（Ｃ）はディスプレイであり、本体３１０１、支持台３１０２、表示部３１０３等を含む。本発明は表示部３１０３に適用することができる。図１８（Ｃ）に示すディスプレイは中小型または大型のもの、例えば５～２０インチの画面サイズのものである。また、このようなサイズの表示部を形成するためには、基板の一边が１ｍのものを用い、多面取りを行って量産することが好ましい。

30

【０２２６】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例１～６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。

【０２２７】

40

【発明の効果】

本発明により、第４のエッチング条件によりゲート電極に重なる低濃度不純物領域（ＧＯＬＤ領域）の幅と、ゲート電極に重ならない低濃度不純物領域（ＬＤＤ領域）の幅とを自由に調節できる。また、本発明により形成されたＴＦＴのＧＯＬＤ領域とＬＤＤ領域における濃度差はほとんど生じていない。従って、ゲート電極と重なっているＧＯＬＤ領域は、電界集中の緩和が達成されてホットキャリアによる防止ができるとともに、ゲート電極と重なっていないＬＤＤ領域は、オフ電流値を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】       ＴＦＴの作製工程を示す図である。（実施の形態１）

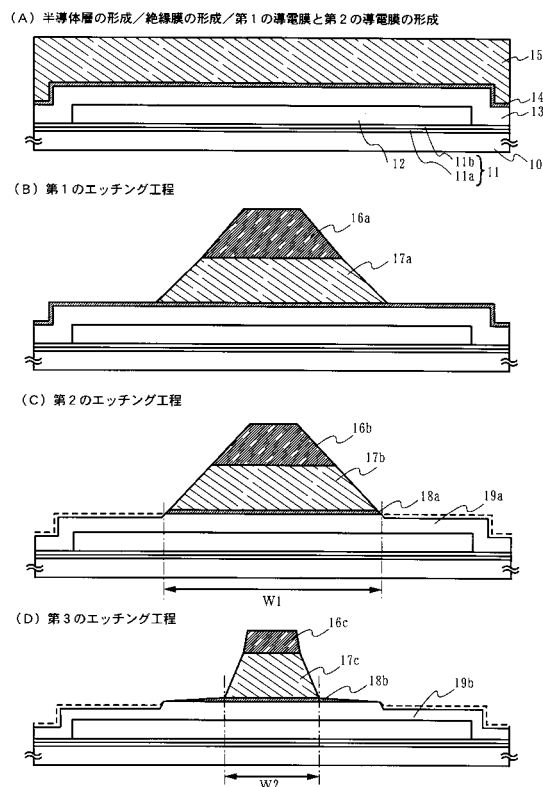
【図２】       ＴＦＴの作製工程を示す図である。（実施の形態１）

50

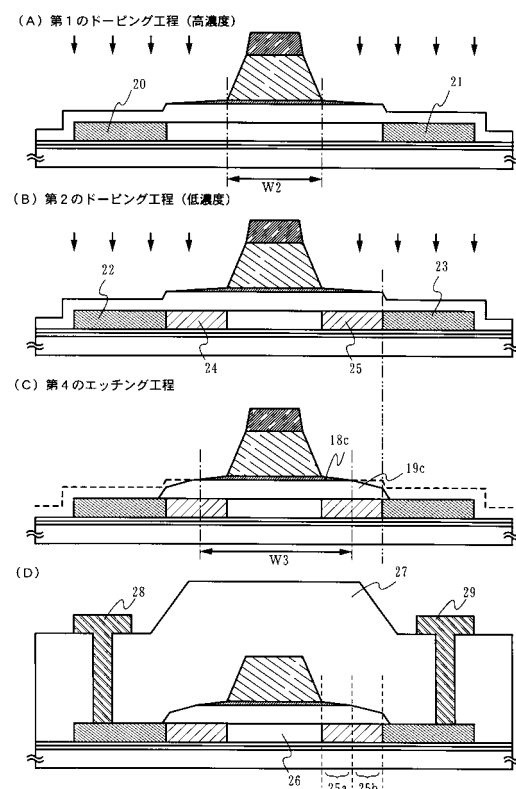
- 【図 3】 不純物元素の濃度分布を示す曲線である。(実施の形態 1)
- 【図 4】 T F T の作製工程を示す図である。(実施の形態 2)
- 【図 5】 T F T の作製工程を示す図である。(実施の形態 2)
- 【図 6】 T F T の作製工程を示す図である。(実施の形態 3)
- 【図 7】 A M - L C D の作製工程を示す図である。(実施例 1)
- 【図 8】 A M - L C D の作製工程を示す図である。(実施例 1)
- 【図 9】 A M - L C D の作製工程を示す図である。(実施例 1)
- 【図 10】 透過型液晶表示装置の断面構造図である。(実施例 1)
- 【図 11】 液晶表示パネルの外観図である。(実施例 2)
- 【図 12】 反射型液晶表示装置の断面構造図である。(実施例 3)
- 【図 13】 光源を備えた反射型液晶表示パネルの断面構造図である。(実施例 4)
- 【図 14】 アクティブマトリクス型 E L 表示装置の構成を示す図。
- 【図 15】 アクティブマトリクス型 E L 表示装置の構成を示す図。
- 【図 16】 電子機器の一例を示す図。
- 【図 17】 電子機器の一例を示す図。
- 【図 18】 電子機器の一例を示す図。

10

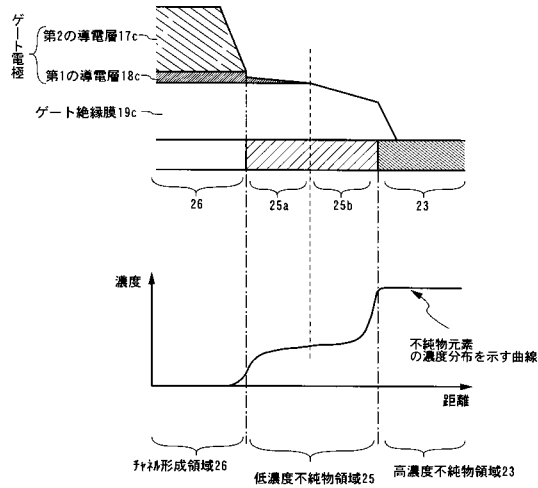
【図 1】



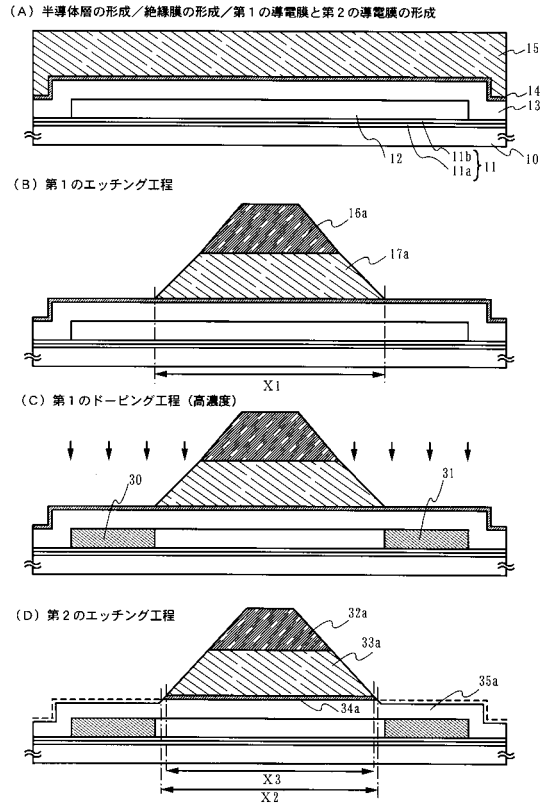
【図 2】



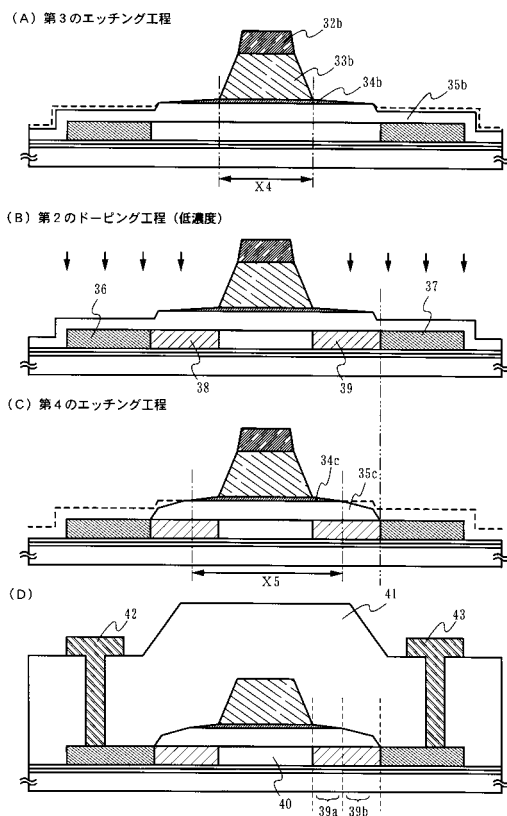
【図 3】



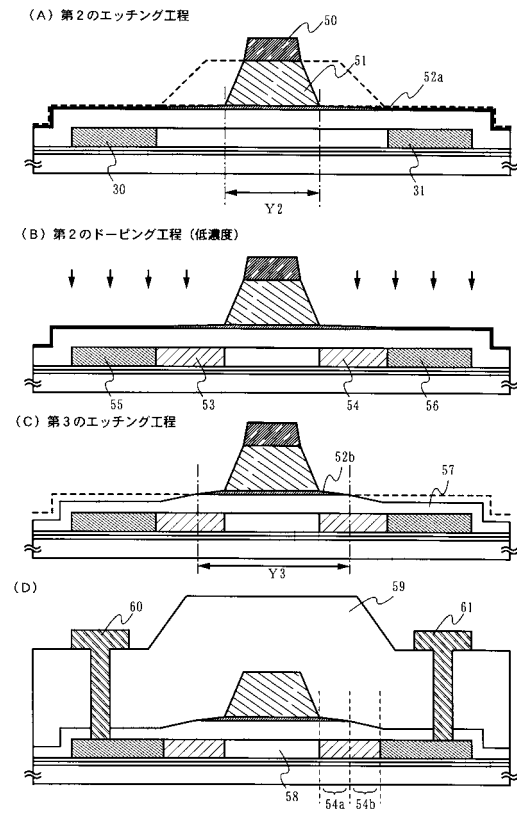
【図 4】



【図 5】

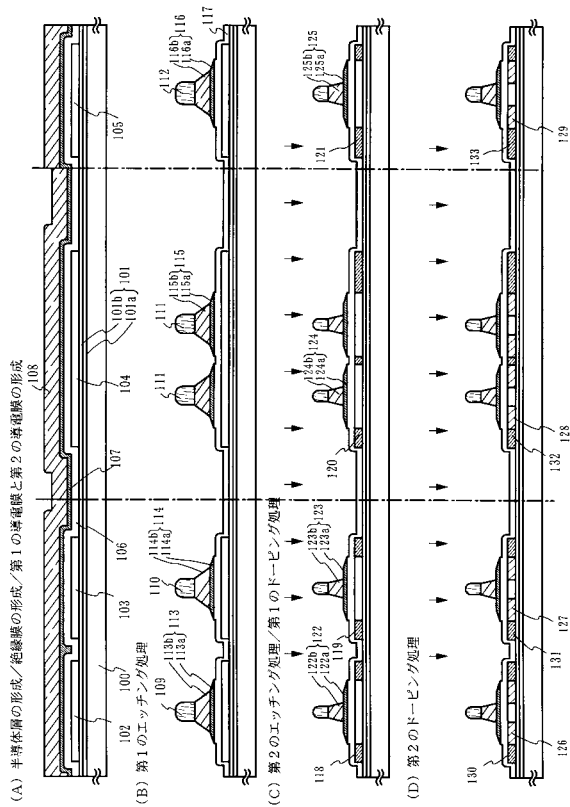


【図 6】

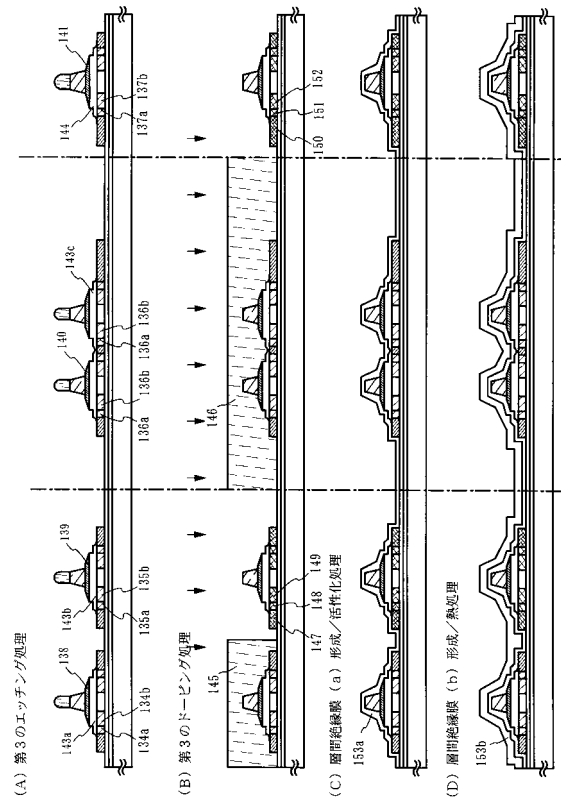




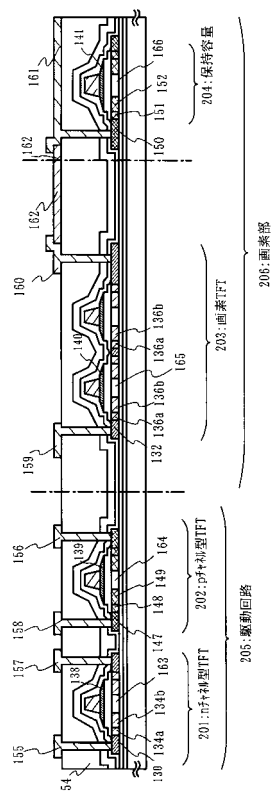
【図 7】



【図 8】

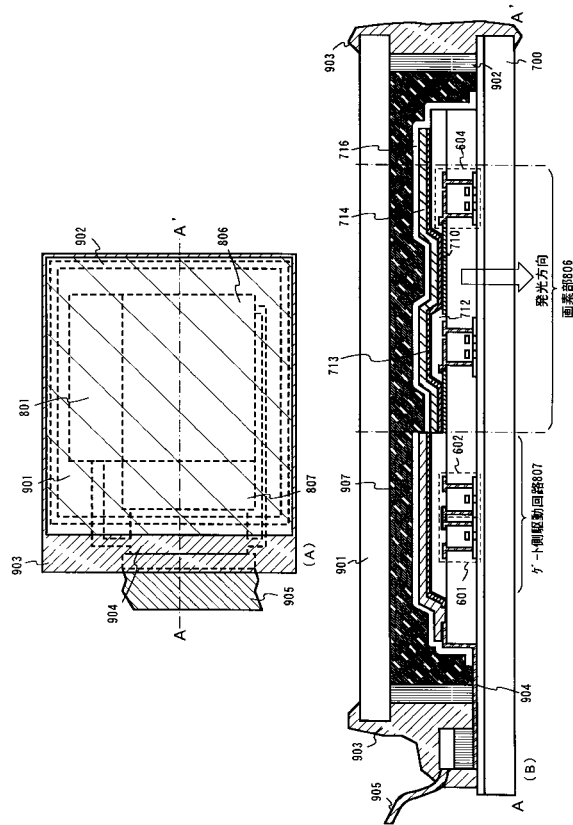


【図 9】

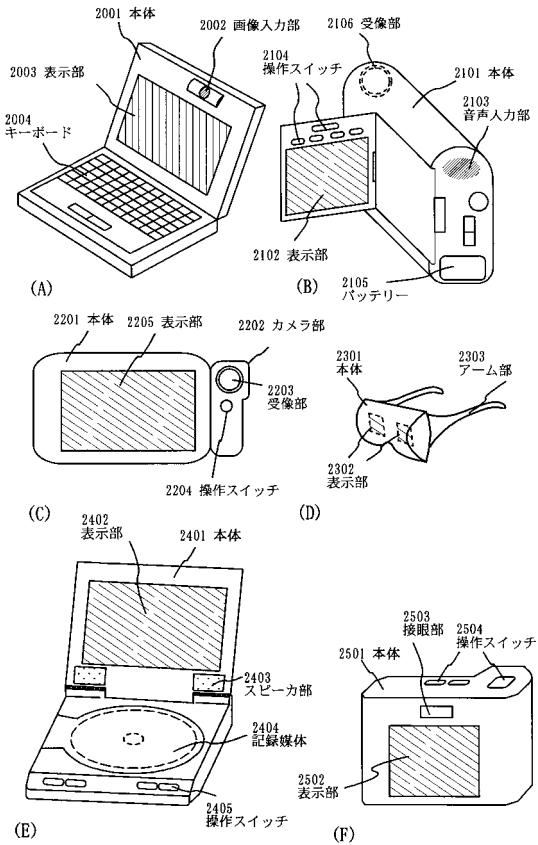




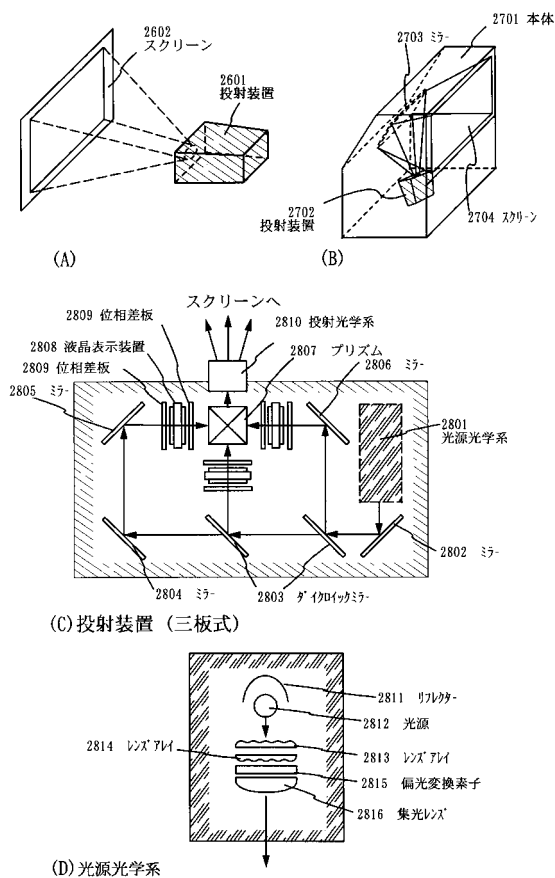
【図 15】



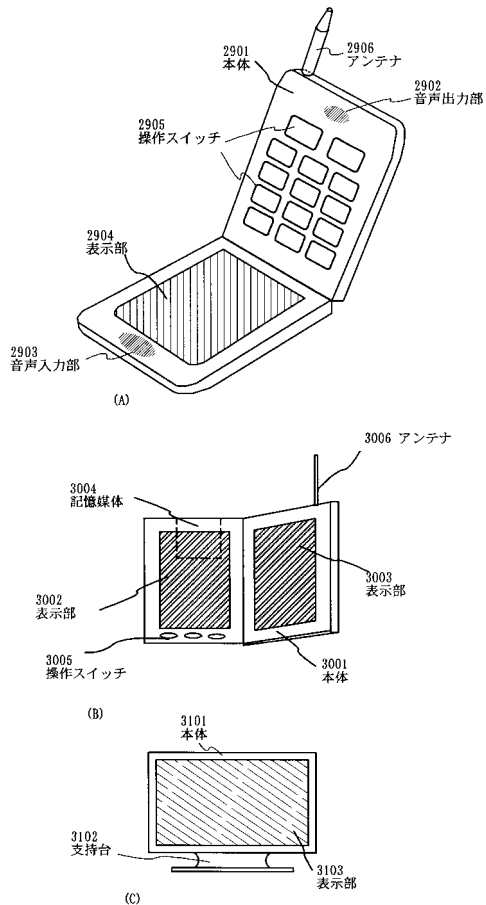
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 綿引 隆

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

特開平 0 9 - 0 5 5 5 0 8 ( J P , A )

特開平 1 1 - 3 3 0 4 8 7 ( J P , A )

特開平 1 1 - 2 6 1 0 7 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/336

H01L 29/786