

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4459571号  
(P4459571)

(45) 発行日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)

(24) 登録日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/268 (2006. 01)

H O 1 L 21/268 F

H O 1 L 21/20 (2006. 01)

H O 1 L 21/20

H O 1 L 21/336 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 2 7 G

H O 1 L 29/786 (2006. 01)

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-293887 (P2003-293887)  
 (22) 出願日 平成15年8月15日 (2003. 8. 15)  
 (65) 公開番号 特開2005-64301 (P2005-64301A)  
 (43) 公開日 平成17年3月10日 (2005. 3. 10)  
 審査請求日 平成18年8月14日 (2006. 8. 14)

(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 3 9 8 番地  
 (72) 発明者 田中 幸一郎  
 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  
 (72) 発明者 下村 明久  
 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 後谷 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に半導体膜を形成する工程と、半導体膜を被照射面として、レーザビームを前記被照射面に対して斜めに入射させ、前記レーザビームの位置を相対的に移動させながらレーザアニールする工程とを有し、前記レーザビームに対する被照射面の相対的な移動方向を a、前記レーザビームの入射方向を b とすると、a と b の内積が 0 未満となるようにすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】

基板に半導体膜を形成する工程と、半導体膜を被照射面として、レーザビームを前記被照射面に対して斜めに入射させ、前記レーザビームの位置を相対的に移動させながらレーザアニールする工程とを有し、前記レーザビームに対する被照射面の相対的な移動方向を a、前記レーザビームの入射方向を b とすると、a と b のなす角度が 90 度より大きくなるように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 1 又は 2 において、前記レーザアニールする工程において、前記レーザビームを被照射面においてエネルギー分布が均一なレーザビームに加工して、前記半導体膜に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、前記レーザアニールする工程において、前記レーザビームを被照射面において長形状に加工して、前記半導体膜に照射することを特

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 のいずれか一項において、前記レーザビームの一部は前記半導体膜を透過することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、前記レーザビームは連続発振のレーザ照射器から発振されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はレーザビームを照射して半導体をアニールする工程を含む半導体装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、基板上に薄膜トランジスタ（以下 T F T と記す）を製造する技術が大幅に進歩し、アクティブマトリクス型表示装置への応用開発が進められている。特に、多結晶半導体膜を用いた T F T は、従来の非晶質半導体膜を用いた T F T よりも電界効果移動度が高いので、高速動作が可能である。そのため、従来ドライバ I C を用いて外付けしていた回路を画素と同一の基板上に一体形成することが可能となっている。

【0003】

多結晶半導体膜を形成するために用いるガラス基板は、耐熱性に劣り熱変形しやすいため、半導体膜の結晶化にレーザアニール技術が用いられている。

【0004】

レーザアニールの特徴は、輻射加熱あるいは伝導加熱を利用するアニール法と比較して、処理時間を大幅に短縮できること、半導体基板又は半導体膜を選択的、局所的に加熱して、基板に殆ど熱的損傷を与えないことなどである。

【0005】

なお、ここでいうレーザアニールとは、半導体基板又は半導体膜に形成された損傷層やアモルファス層を再結晶化する技術や、基板上に形成された非晶質半導体膜を結晶化させる技術を指している。また、半導体基板又は半導体膜の平坦化や表面改質に適用される技術も含んでいる。

【0006】

レーザアニールに用いられるレーザ発振器はその発振方法により、パルス発振と連続発振の 2 種類に大別される。近年では、半導体膜の結晶化においてエキシマレーザのようなパルス発振のレーザ発振器よりも連続発振のレーザ発振器を用いる方が、半導体膜内に形成される結晶の粒径が大きくなることが見出されている（以下この結晶を大粒径結晶と呼ぶ。）。半導体膜内の結晶粒径が大きくなると、該半導体膜を用いて形成される T F T チャンネル領域に入る粒界の数が減るので移動度が高くなり、より高性能なデバイスの開発に利用できる。そのため、連続発振のレーザ発振器は脚光を浴びている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、照射面におけるレーザビームのエネルギー強度分布を均一化しても、加工対象物の全面を均一にレーザアニールすることは困難であった。特に、被加工物に入射したレーザビームの透過光が反射して、再度被加工物に入射する場合には、干渉の効果によりレーザアニールが均一に行われないことが問題となっていた。勿論、入射光と反射光との光軸を異ならせて、干渉の影響が無いようにすることも考えられるが、レーザビームを集光して、被加工物の全面を走査しながら処理する場合には、単にその基板の斜方よりレーザビームを入射させれば解決できるというものではなかった。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は、このような問題点に鑑みなされたものであり、半導体膜のアニールをはじめレーザービームを用いた加工処理に広く用いることのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、レーザービームを照射して加工する対象物の当該被照射面に対して、レーザービームを斜めに入射させ、該レーザービームの照射位置を加工対象物上で移動させながら行うものであり、特にレーザービームの照射位置の移動方向を  $a$ 、レーザービームの入射方向を  $b$  とするとその内積が  $0$  未満、或いはその角度が  $90$  度より大きくすることを特徴とするものである。

10

【0010】

上記構成において、加工する対象物の被照射面に入射したレーザービームのうち、透過光が反射光として再度当該対象物に入射する場合に、入射光より先に被照射面に入射するようにレーザービームを照射することになる。この場合、レーザービームの入射角と、その照射面の移動方向とを本発明のようにすることで、入射光と反射光とが干渉しないので、均一な加工処理をすることができる。

【0011】

本発明は、基板上に形成された半導体膜をレーザービームで加工するに際し、半導体膜を被照射面として、レーザービームを被照射面に対して斜めに入射させ、レーザービームの位置を相対的に移動させながらレーザーアニールする工程を有し、レーザービームに対する被照射面の相対的な移動方向を  $a$ 、前記レーザービームの入射方向を  $b$  とすると、その内積が  $0$  未満となるようにすることを特徴としている。

20

【0012】

本発明は、基板上に形成された半導体膜をレーザービームで加工するに際し、半導体膜を被照射面として、レーザービームを被照射面に対して斜めに入射させ、レーザービームの位置を相対的に移動させながらレーザーアニールする工程を有し、レーザービームに対する被照射面の相対的な移動方向を  $a$ 、前記レーザービームの入射方向を  $b$  とすると、その角度が  $90^\circ$  より大きくすること特徴としている。

【0013】

上記した本発明の構成において、レーザービームを被照射面においてエネルギー分布が均一なレーザービーム、或いは長方形状に加工して、半導体膜を照射することを特徴とするものである。

30

【0014】

半導体膜に照射するレーザービームは、半導体膜が光吸収する波長帯域の光であり、その光エネルギーの一部が半導体膜を透過して、反射光が再入射する構成としても良い。

【0015】

また、本発明において適用可能なレーザービームは、連続発振光又はパルス発振光のどちらであっても良い。

【0016】

上記した本発明の構成によって、被照射面である基板上の半導体膜に対してレーザービームを斜めに照射すると同時に、入射したレーザービームが基板裏面で反射することによって発生する反射光が、入射光より先に被照射面に入射するようにレーザービームを照射することになる。ここでいう反射光とは、基板上の半導体膜に入射したレーザービームの一部が透過し、基板裏面で反射した光であるため、この反射光は入射光よりエネルギー密度が低下している。この場合、基板上の半導体膜を溶融する程のエネルギー密度はすでに失われているので、反射光が再度半導体膜に入射したとしてもレーザーアニール処理に殆ど影響を与えない。また、レーザービームの入射光と反射光とが、互いに干渉しあうことがないので、均一にレーザーアニールすることが可能となる。

40

【0017】

なお、本発明でいう半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般

50

を指し、液晶表示装置や発光装置等の電気光学装置及び該電気光学装置を部品として含む電子装置も含まれるものとする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によって、被照射面においてレーザービームを斜めに照射し、基板裏面からの反射光が入射光より先に入射するため、入射光と基板裏面からの反射光が干渉を起すことはなくなり、均一性のよい加工処理を行うことができる。

【0019】

また、レーザービームの照射面を、基板上に形成した半導体膜上で走査しながらレーザーアニールする場合に、レーザービームの照射位置の移動方向とレーザービームの入射方向とを本発明の構成とすることにより、基板裏面からの反射光が入射光より先に入射するため、入射光と基板裏面からの反射光が干渉を起すことはなくなり、均一性の良い結晶性半導体膜を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

まず、図1及び図2において、レーザー発振器101は、連続発振可能なものであることが好ましい。レーザーの種類としては、個体レーザー又は気体レーザーのいずれを選択することも可能であり、複数台のレーザー発振器を用いて、レーザービームを合成するように用いても良い。例えば、最大出力10WのYVO<sub>4</sub>レーザー(第2高調波、波長532nm)を2台用意し、偏光を利用して2台を合成したものを、レーザー発振器101としても良い。

【0022】

図1及び図2では、レーザー発振器から放射されるレーザービームが光学レンズやミラーなどを用いて構成される光学系を通して半導体膜106の入射する構成を示している。レーザー発振器101から射出されたレーザービームは、ディフラクティブオプティクス102によって長形状のエネルギー分布の均一なレーザービームに整形され、整形用光学系103によって長方形の短辺及び長辺の長さの調節を行っている。図1において、紙面に対して垂直な方向が長方形ビームスポットの長辺方向である。エネルギー分布が均一な長形状のレーザービームはミラー104で反射し、集光レンズ105によって集光され、基板107上の半導体膜106に入射する。入射角 $\theta$ は、干渉が起こらない角度に設定する。例えば、入射角 $\theta$ を3度に設定すれば、レーザービームに対する被照射面の移動方向をa、入射方向をbとするとその内積は0未満、すなわちaとbのなす角が90度より大きくなる。

【0023】

図3はレーザービームの走査方向を説明する図である。ここで、長形状にエネルギー分布が均一なレーザービーム203はY軸ロボット201及びX軸ロボット204により半導体膜202の全面を走査することが可能となっている。まずY軸ロボット201により、半導体膜202表面を一方向に走査する。この走査方向は、図3においてA1として示している。Y軸ロボット201にてA1をレーザー照射した後、A1上を通過して元の位置に戻り、大粒径結晶が見られる領域(以下、この領域を大粒径領域と呼ぶ)の幅分だけX軸ロボット204を走査方向とは垂直な方向にスライドさせ、次のA2をレーザー照射する。このような一連の動作を繰り返すことにより半導体膜202の全面を大粒径領域とすることができる。

【0024】

図1乃至図3において、入射光及び基板裏面からの反射光が通過する光路の詳細図を図4に示す。基板107上の半導体膜106において、レーザービームはc点に入射し、一部が透過して基板107の裏面で反射し、反射光が発生する。発生した反射光は半導体膜106上のd点に再入射する。

ここで重要なのは、ステージを動かす方向である。P方向に移動ステージを動かすとい

10

20

30

40

50

う条件でレーザアニールを行った場合、レーザビームはまず c 点に入射し、入射光の熱によって c 点は溶融する。溶融した半導体膜は、吸収係数が飛躍的に上がるため、溶融状態のまま光があたるとその光を吸収する割合は高くなる。

c 点は移動ステージによって P 方向に移動するため、上記の理由によって基板裏面からの反射光は、溶融状態である c 点に吸収されて干渉を起し、結果としてアニールの状態が不均一なる場合がある。

#### 【 0 0 2 5 】

一方、Q 方向にステージを動かすという条件でレーザアニールを行う場合、半導体膜 106 上において、基板裏面からの反射光が先に d 点に入射するが、反射光は入射光ほど強くはないため、半導体膜を溶融することはない。次に、d 点は移動ステージに従って Q 方向に移動し、入射光を受けるが、溶融していない部分に光があたっても、その吸収係数は低いため反射光を吸収することはなく、干渉が起こることはなかった。従って、半導体膜 106 が光を吸収し、干渉を起すことなく、半導体膜を均一にアニールすることができる。

#### 【 実施例 1 】

#### 【 0 0 2 6 】

図 5 を参照して本発明の第 1 の実施例を詳細に説明する。

#### 【 0 0 2 7 】

まず図 5 ( a ) の斜視図について説明する。発振されたビームは矢印の方向に伝搬される。レーザビームは、焦点距離が 150 mm のシリンダカルレンズ 401 によって、長方形状ビームスポットの長辺方向に絞る。図 5 ( a ) の斜視図において、紙面に平行な方向が長方形の長辺方向である。

#### 【 0 0 2 8 】

次に図 5 ( b ) の側面図について説明する。発振されたビームは矢印の方向に伝搬される。レーザビームは、シリンダカルレンズ 401 より後方 100 mm の距離に配置された、焦点距離 20 mm のシリンダカルレンズ 402 により、長辺形の短辺方向に絞る。図 5 ( b ) の側面図において、紙面に平行な方向が長方形の短辺方向である。また、シリンダカルレンズ 402 より後方 18 mm の距離に被照射面を配置する。

#### 【 0 0 2 9 】

図 5 ( b ) の側面図において、長方形のビームは、干渉が起こらないよう基板上の珪素膜に対して 10 度で入射し、ビームに対して被照射面の移動方向を a、入射方向を b とし、その内積が 0 未満、すなわち a と b のなす角度が 90° より大きくなるよう設定すると、基板上の珪素膜に入射したビームは一部が透過し、基板の裏面で反射光が発生して、珪素膜に再入射する。ここで、移動ステージ 405 を Q 方向へと動かすと、再入射する反射光が先に珪素膜に入射することになり、その反射光は入射光ほど強くはないため、珪素膜を溶かすことはない。溶融していない部分に光が再入射しても、光の吸収係数は低いため、珪素膜が光を吸収することはなく、また干渉を起すこともない。従って、珪素膜を均一にアニールすることができる。

#### 【 実施例 2 】

#### 【 0 0 3 0 】

本実施例では、本発明を用いたアクティブマトリクス基板の作製方法について図 6 から図 14 を用いて説明する。

#### 【 0 0 3 1 】

まず、図 7 で示すように、本実施例ではコーニング社の #7059 ガラスや #1737 ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板 700 を用いる。なお、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。

#### 【 0 0 3 2 】

次いで、基板 700 上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜 701 を形成する。本実施例では下地膜 701 として二層構造を用いるが、

10

20

30

40

50

前記絶縁膜の単層膜または二層以上積層させた構造を用いても良い。下地膜701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珪素膜701aを10~200nm(好ましくは50~100nm)形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化珪素膜701aを形成する。次いで、下地膜701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珪素膜701bを50~200nm(好ましくは100~150nm)の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜701bを形成する。

#### 【0033】

次いで、下地膜上に半導体膜702を形成する。半導体膜702は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等)により、25~200nm、好ましくは25~80nm(代表的には30~60nm)の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム( $\text{SiGe}$ )合金などで形成すると良い。本実施例では、プラズマCVD法を用い55nmの非晶質珪素膜を成膜する。

#### 【0034】

続いて、半導体膜の結晶化を行う。半導体膜の結晶化にはレーザ結晶化法を適用する。レーザ結晶化には、連続発振のレーザを使用し、本発明を適用して実施する。例えば、YAGレーザ、 $\text{YVO}_4$ レーザ、YLFレーザ、 $\text{YAlO}_3$ レーザ、アレキサンドライドレーザ、Ti:サファイアレーザ等を光源とするレーザビームを、光学系を用いて線状ビームに加工し、図6で示すような方法で半導体膜に照射する。この時、基板表面からの反射光と基板裏面からの反射光とが干渉しないよう被照射面に対して5度の角度をつけ、入射する。本実施例では、基板を温度500の窒素雰囲気中で1時間加熱した後、図6で示したレーザアニール方法により半導体膜の結晶化を行い、大粒径の結晶粒を有する結晶質珪素膜を形成する。このとき、レーザ発振器には $\text{YVO}_4$ レーザを用い、非線形光学素子により第2高調波に変調したレーザビームを、光学系により長さ400 $\mu\text{m}$ 、幅15 $\mu\text{m}$ の線状ビームに加工して半導体膜に照射する。また、ステージは矢印の方向に動かす。連続発振型のレーザを用いる場合には、エネルギー密度は0.01MW/cm<sup>2</sup>~100MW/cm<sup>2</sup>程度(好ましくは0.1MW/cm<sup>2</sup>~10MW/cm<sup>2</sup>)が必要である。そして、ステージは0.5cm/s~2000cm/s程度の速度で動かしてレーザを照射するのが望ましい。

#### 【0035】

このように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、半導体層802~806を形成する。そして、結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層802~806を形成する。半導体層802~806を形成した後、TFTのしきい値を制御するために微量な不純物元素(ボロンまたはリン)のドーピングを行ってもよい。

#### 【0036】

次いで、半導体層802~806を覆うゲート絶縁膜807を形成する。ゲート絶縁膜807はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40~150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により110nmの厚さで酸化窒化珪素膜で形成する。もちろん、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

#### 【0037】

またプラズマCVD法でTEOS(Tetraethyl Ortho Silicate)と $\text{O}_2$ とを混合した反応ガスを用い、酸化珪素膜を形成しても良い。

#### 【0038】

次いで、図7(B)に示すように、ゲート絶縁膜807上に膜厚20~100nmの第1の導電膜808と、膜厚100~400nmの第2の導電膜809とを積層形成する。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808と、膜厚370nm

10

20

30

40

50

のW膜からなる第2の導電膜809を積層形成する。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する。また、W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成する。

#### 【0039】

なお、本実施例では、第1の導電膜808をTa<sub>2</sub>N、第2の導電膜809をWとするが、これに限定されず、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結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。また、第1の導電膜をタンタル(Ta)膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化チタン(TiN)膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル(TaN)膜で形成し、第2の導電膜をAl膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル(TaN)膜で形成し、第2の導電膜をCu膜とする組み合わせとしてもよい。

#### 【0040】

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810~815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を25sccm、25sccm、10sccm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う。基板側(試料ステージ)にも150WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第1のエッチング条件によりW膜をエッチングして第1の導電層の端部をテーパ形状とする。

#### 【0041】

この後、レジストからなるマスク810~815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を30sccm、30sccm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う。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>2</sub>N膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、10~20%程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

#### 【0042】

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。このテーパ部の角度は15度~45度となる。こうして、第1のエッチング処理により第1の導電層と第2の導電層から成る第1の形状の導電層817~822(第1の導電層817a~822aと第2の導電層817b~822b)を形成する。816はゲート絶縁膜であり、第1の形状の導電層817~822で覆われない領域は20~50nm程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

#### 【0043】

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8(A))。ドーピング処理はイオンドープ法、若しくはイオン注入法で行えば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} / \text{cm}^2 \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を60~100keVとして行う。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を80keVとして行う。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン(P)または砒素(As)を用いるが、ここではリン(P)を用いる。この場合、導電層817~821がn型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に第1の高濃度不純物領域706

～ 7 1 0 が形成される。第 1 の高濃度不純物領域 7 0 6 ～ 7 1 0 には  $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$  ～  $1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$  の濃度範囲で n 型を付与する不純物元素を添加する。

【 0 0 4 4 】

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。ここでは、エッチングガスに  $\text{CF}_4$  と  $\text{Cl}_2$  と  $\text{O}_2$  とを用い、W 膜を選択的にエッチングする。この時、第 2 のエッチング処理により第 2 の導電層 8 2 8 b ～ 8 3 3 b を形成する。一方、第 1 の導電層 8 1 7 a ～ 8 2 2 a は、ほとんどエッチングされず、第 2 の形状の導電層 8 2 8 ～ 8 3 3 を形成する。

【 0 0 4 5 】

次に、レジストからなるマスクを除去せずに、図 8 ( B ) に示すように、第 2 のドーピング処理を行う。この場合、第 1 のドーピング処理よりもドーズ量を下げて、7 0 ～ 1 2 0 k e V の高い加速電圧で、n 型を付与する不純物元素を導入する。本実施例ではドーズ量を  $1.5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$  とし、加速電圧を 9 0 k e V として行った。第 2 のドーピング処理は第 2 の形状の導電層 8 2 8 ～ 8 3 3 をマスクとして用い、第 2 の導電層 8 2 8 b ～ 8 3 3 b の下方における半導体層にも不純物元素が導入され、新たに第 2 の高濃度不純物領域 8 2 3 a ～ 8 2 7 a および低濃度不純物領域 8 2 3 b ～ 8 2 7 b が形成される。

【 0 0 4 6 】

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 8 3 4 a および 8 3 4 b を形成して、図 8 ( C ) に示すように、第 3 のエッチング処理を行う。エッチング用ガスに  $\text{SF}_6$  および  $\text{Cl}_2$  とを用い、ガス流量を 9 0 s c c m、1 0 s c c m とし、1 . 3 P a の圧力でコイル型の電極に 5 0 0 W の R F ( 1 3 . 5 6 M H z ) 電力を投入してプラズマを生成し、約 3 0 秒のエッチング処理を行う。基板側 ( 試料ステージ ) には 1 0 W の R F ( 1 3 . 5 6 M H z ) 電力を投入し、実質的には負の自己バイアス電圧を印加する。こうして、前記第 3 のエッチング処理により、p チャネル型 T F T および画素部の T F T ( 画素 T F T ) の T a N 膜をエッチングして、第 3 の形状の導電層 8 3 5 ～ 8 3 8 を形成する。

【 0 0 4 7 】

次に、レジストからなるマスクを除去した後、第 2 の形状の導電層 8 2 8、8 3 0 および第 2 の形状の導電層 8 3 5 ～ 8 3 8 をマスクとして用い、ゲート絶縁膜 8 1 6 を選択的に除去して絶縁層 8 3 9 ～ 8 4 4 を形成する。( 図 9 ( A ) )

【 0 0 4 8 】

次いで、新たにレジストからなるマスク 8 4 5 a ～ 8 4 5 c 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 T F T の活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域 8 4 6、8 4 7 を形成する。第 2 の導電層 8 3 5 a、8 3 8 a 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 8 4 6、8 4 7 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 ( 図 9 ( B ) )。この第 3 のドーピング処理の際には、n チャネル型 T F T を形成する半導体層はレジストからなるマスク 8 4 5 a ～ 8 4 5 c 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 8 4 6、8 4 7 にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においても p 型を付与する不純物元素の濃度を  $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{21} / \text{cm}^3$  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 T F T 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、p チャネル型 T F T の活性層となる半導体層の一部が露呈しているため、不純物元素 ( ボロン ) を添加しやすい利点を有している。

【 0 0 4 9 】

次いで、レジストからなるマスク 8 4 5 a ～ 8 4 5 c を除去して第 1 の層間絶縁膜 8 6 1 を形成する。この第 1 の層間絶縁膜 8 6 1 としては、プラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 1 0 0 n m ～ 2 0 0 n m として珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ C V D 法により膜厚 1 5 0 n m の酸化窒化珪素膜を形成する。もちろん、

10

20

30

40

50



第1の層間絶縁膜861は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0050】

次いで、本発明のレーザアニール法を用いて活性化処理を行う(図9(C))。レーザとしては固体レーザ(YVO<sub>4</sub>レーザ等)、ガスレーザ、金属レーザ等のレーザビームを照射することが望ましい。そして、本発明を用いて照射すれば、反射光による干渉がおこらない。

【0051】

また、第1の層間絶縁膜を形成する前に加熱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(珪素を主成分とする絶縁膜、例えば窒化珪素膜)を形成した後で活性化処理を行うことが好ましい。

【0052】

さらに、410の熱処理を行って半導体層の水素化を行う。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、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。

【0053】

次いで、第1の層間絶縁膜861上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第2の層間絶縁膜862を形成する。例えば、高分子化合物からなる層間絶縁膜を塗布法により形成する。また、熱硬化型又は光硬化型の有機樹脂材料が適用され、アクリル、ポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミド、アラミドなどを適用することができる。その他に、誘電率が3.8よりも小さい低誘電率膜として、フッ素添加の酸化珪素膜や、有機SOG(Spin on Glass)、HSQ(無機水素化 シロキ酸)、HOSP(有機シロキ酸系ポリマー)多孔質SOGなどを適用することもできる。

【0054】

そして、駆動回路906において、各不純物領域とそれぞれ電氣的に接続する配線863~867を形成する。なお、これらの配線は、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜(AlとTiとの合金膜)との積層膜をパターンニングして形成する。

【0055】

また、画素部907においては、画素電極870、ゲート配線869、接続電極868を形成する(図10)。この接続電極868によりソース配線は、画素TFEと電氣的な接続が形成される。また、ゲート配線869は、画素TFEのゲート電極と電氣的な接続が形成される。また、画素電極870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。

【0056】

以上の様にして、nチャネル型TFE901とpチャネル型TFE902からなるCMOS回路、及びnチャネル型TFE903を有する駆動回路906と、画素TFE904、保持容量905とを有する画素部907を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0057】

駆動回路906のnチャネル型TFE901はチャネル形成領域823c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層828aと重なる低濃度不純物領域823b(GOLD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823aを有している。このnチャネル型TFE901と電極866で接続してCMOS回路を形成するpチャネル型TFE902にはチャネル形成領域846d、ゲート電極の外側に形成される不純物領域846b、846c、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846aを有している。また、nチャネル型TFE903にはチャネル形成領域825c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層830aと重なる低濃度不純物領域825b(GOLD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

10

20

30

40

50

純物領域 8 2 5 a を有している。

【 0 0 5 8 】

画素部の画素 T F T 9 0 4 にはチャネル形成領域 8 2 6 c、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 8 2 6 b ( 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 8 2 6 a を有している。また、保持容量 9 0 5 の一方の電極として機能する半導体層 8 4 7 a、8 4 7 b 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 9 0 5 は、絶縁膜 8 4 4 を誘電体として、電極 ( 8 3 8 a と 8 3 8 b の積層 ) と、半導体層 8 4 7 a ~ 8 4 7 c とで形成している。

【 0 0 5 9 】

また、本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図 1 1 に示す。なお、図 7 ~ 図 1 0 に対応する部分には同じ符号を用いている。また、図 1 0 中の鎖線 B - B ' は図 1 1 中の鎖線 B - B ' で切断した断面図に対応している。

10

【 0 0 6 0 】

以上のようにして作製されるアクティブマトリクス基板は、本発明を用いることにより均一性の良い結晶を用いて T F T を形成することができるので、その T F T 特性のばらつきが小さく、広い動作マージンをもって回路を駆動することができる。特に、しきい値電圧などのばらつきが低減するので、低電圧での駆動を容易なものとすることができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は本実施例のアクティブマトリクス基板を用いて作製した液晶表示パネルの構成を説明する図である。駆動回路 9 0 6、画素部 9 0 7 を備えたアクティブマトリクス基板上に有機樹脂材料で形成されるスペーサ 9 7 2 と、さらにポリイミドなどの樹脂材料で形成される配向膜 9 6 7 が備えられている。対向基板 9 6 9 には、I T O などの透明導電性材料で形成される対向電極 9 7 6 と配向膜 9 7 4 が備えられている。これらの基板はシール材 9 6 8 で一定の間隔を持って固着されている。そして、この基板間には液晶材料 9 7 5 が封入されている。

20

【 0 0 6 2 】

図 1 3 は本実施例のアクティブマトリクス基板で作製した発光装置について説明する図である。アクティブマトリクス基板には、n チャネル型 T F T 9 0 1 と p チャネル型 T F T 9 0 2 を含む駆動回路 9 0 6 と、画素部 9 0 7 が備えられている。画素部 9 0 7 の構成は図 1 0 で説明するアクティブマトリクス基板と構成が異なり、一つの画素に少なくとも 2 つの T F T が備えられた画素回路を有している。すなわち、スイッチング T F T 1 0 0 3 と、発光素子 1 1 1 5 に供給する電流を制御する電流制御 T F T 1 0 0 4 とを有している。

30

発光素子は第 1 電極 1 1 1 0 と第 2 電極 1 1 1 4 の間に、電界により発光の制御が可能な無機又は有機材料の一方又は双方を含む E L 層 1 1 1 3 からなっている。この E L 層 1 1 1 3 は一層又は複数の層が積層された構造のものである。第 1 の電極 1 1 1 0 と第 2 の電極 1 1 1 4 は、印加する電圧の極性により、一方を陽極、他方を陰極と呼んで区別することができる。陽極は仕事関数の高い材料 ( 好ましくは 4 e V 以上の材料 ) で形成し、I T O などの酸化インジウムを含む導電性材料が代表的には用いられている。陰極の材料は仕事関数が低い材料 ( 好ましくは 4 e V 以下の材料 ) で形成し、アルカリ金属又はアルカリ土類金属などを含む層が E L 層 1 1 3 と接するような電極構造をもって形成されている。この時、第 1 の電極 1 1 1 0 を陽極とすると、それに接続する電流制御用 T F T 1 0 0 4 は p チャネル型 T F T で形成することが好ましい形態となる。

40

第 2 の電極 1 1 1 4 上には、水蒸気や酸素などを透過しにくいガスバリア性の窒化珪素膜、窒化珪素膜、窒化炭素膜、窒化アルミニウム膜、その他の窒素を含む絶縁膜で形成することが好ましい。封止用基板 1 1 1 8 は、接着性の樹脂層 1 1 1 7 でこのアクティブマトリクス基板と固着され、外気の侵入を防ぐような形で発光装置が形成されている。発光素子 1 1 1 5 からの光が封止基板側 1 1 1 8 側に放射される場合には、この接着性の樹脂層 1 1 1 7 と封止基板 1 1 1 8 を透光性の材料で形成すれば良い。

50

## 【 0 0 6 3 】

図 1 4 は発光装置の全体を説明する図であり、( A )はその上面図、( B )はせの断面図である。駆動回路 9 0 6 と画素部 9 0 7 が形成され、且つ発光素子 1 1 1 5 が備えられたアクティブマトリクス基板は、接着性の樹脂層 1 1 1 7 で封止基板 1 1 1 8 と固着されている。駆動回路 9 0 6 及び画素部 9 0 7 に形成される層間絶縁膜 8 6 2 は、例えば吸湿性のある有機樹脂材料で形成される場合があるので、その端面部をガスバリア性の保護膜 1 1 1 6 で被覆して、且つ基板の周辺部にシール材 1 3 0 2 を形成して、この 2 枚の基板で挟まれた領域と外気とを隔てる構造としている。また、外気との気密性をさらに強固なものとして、且つ機械的な強度を増長させるために第 2 のシール材 1 3 0 3 をこの 2 つの基板の張り合わせ端面に充填しても良い。外部からの信号入力端子 1 3 0 4 はフレキシブルプリント配線 1 3 0 5 と異方性導電性材料を用いて接続されている。

10

以上のようにして作製される発光装置は、本発明を用いることにより均一性の良い結晶を用いて T F T を形成することができるので、その T F T 特性のばらつきが小さくさり、広い動作マージンをもって回路を駆動することができる。特に、しきい値電圧などのばらつきが低減するので、低電圧での駆動を容易なものとすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 4 】

【図 1】本発明の実施の形態を説明する図。

【図 2】本発明の実施の形態を説明する図。

【図 3】本発明の実施例を説明する図。

20

【図 4】本発明の実施例を説明する図。

【図 5】本発明の実施例を説明する図。

【図 6】本発明のレーザアニール方法の一例を示す図。

【図 7】画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 8】画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 9】画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 1 0】画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 1 1】画素 T F T の構成を示す上面図。

【図 1 2】アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図

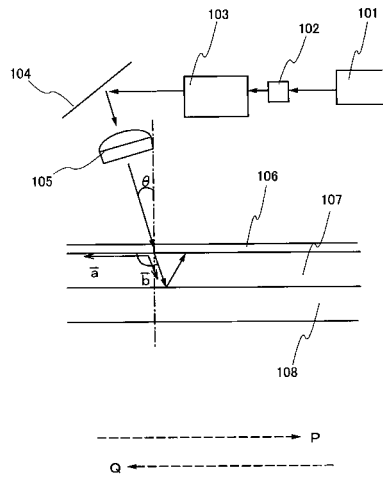
【図 1 3】発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。

30

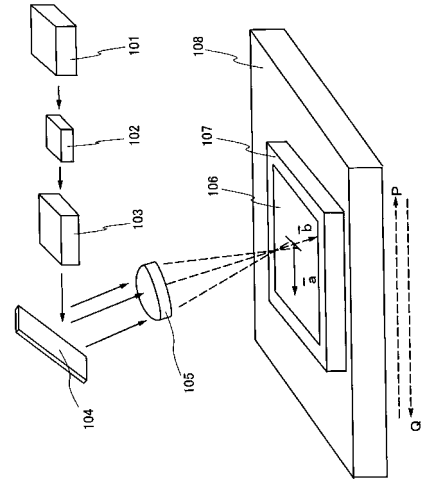
【図 1 4】( A ) 発光装置の上面図と ( B ) 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図

。

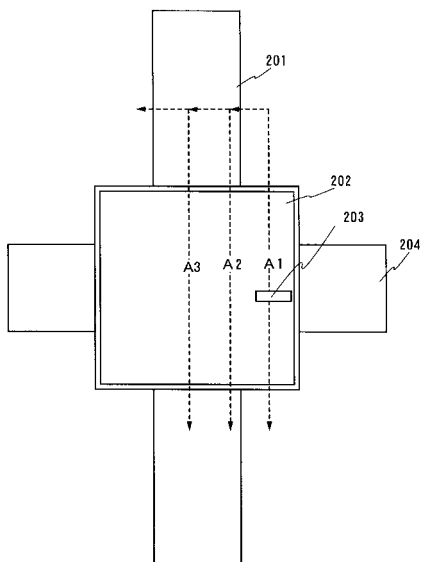
【図 1】



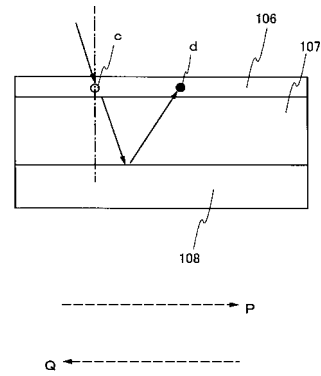
【図 2】



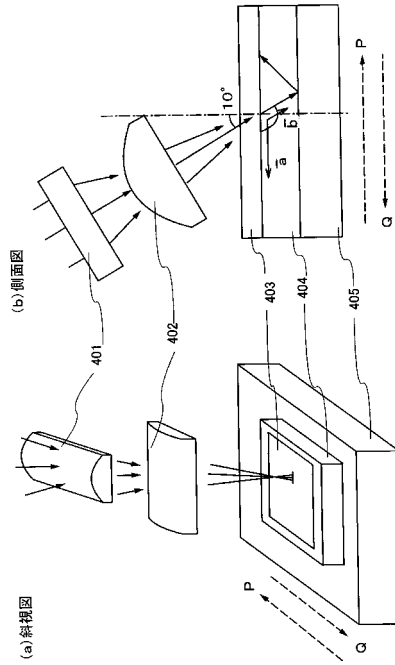
【図 3】



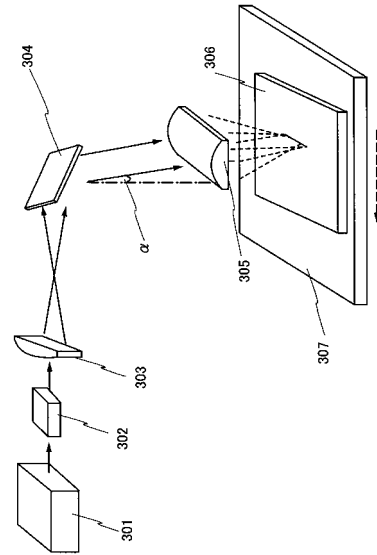
【図 4】



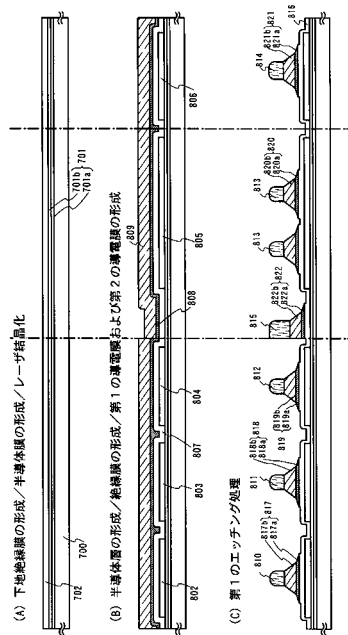
【図 5】



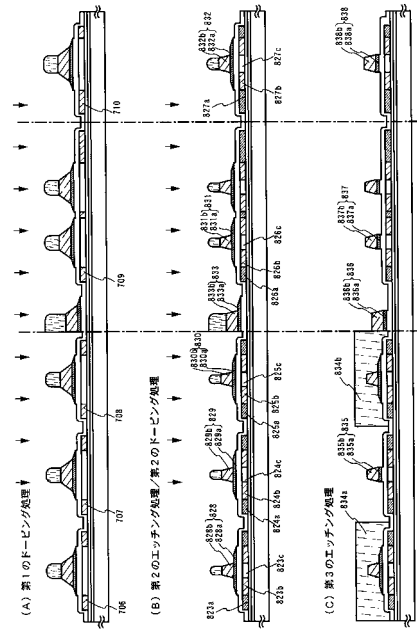
【図 6】



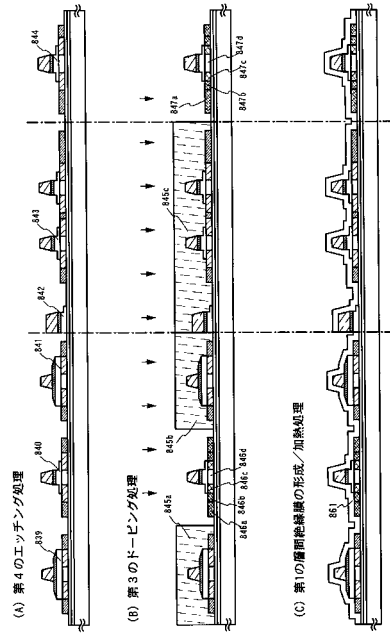
【図 7】



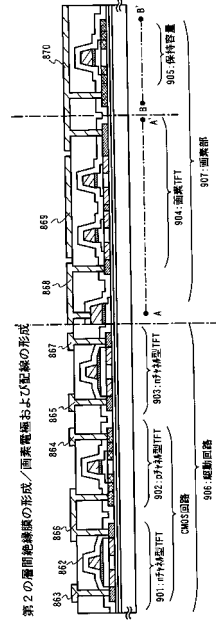
【図 8】



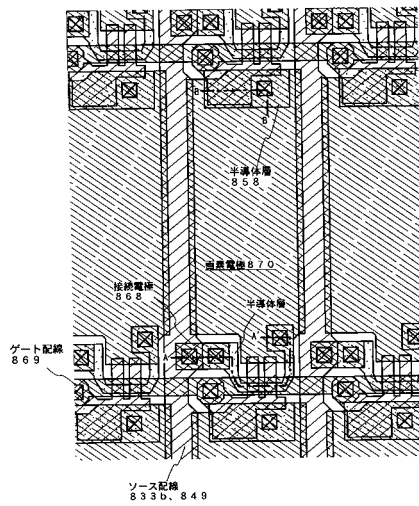
【図 9】



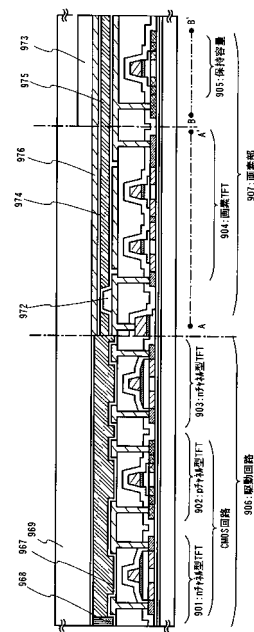
【図 10】



【図 11】



【図 12】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-218057(JP,A)  
特開2002-289524(JP,A)  
特開2001-284250(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/268
H01L	21/20
H01L	21/336
H01L	29/786