

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-79497  
(P2005-79497A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/268	HO 1 L 21/268	2HO92
B 2 3 K 26/00	B 2 3 K 26/00	4EO68
GO 2 F 1/1368	B 2 3 K 26/00	5FO52
HO 1 L 21/20	GO 2 F 1/1368	5F110
HO 1 L 21/336	HO 1 L 21/20	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-311097 (P2003-311097)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年9月3日(2003.9.3)	(74) 代理人	100081732 弁理士 大胡 典夫
		(74) 代理人	100075683 弁理士 竹花 喜久男
		(74) 代理人	100084515 弁理士 宇治 弘
		(72) 発明者	川田 義高 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内
		(72) 発明者	伊藤 弘 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内
		最終頁に続く	

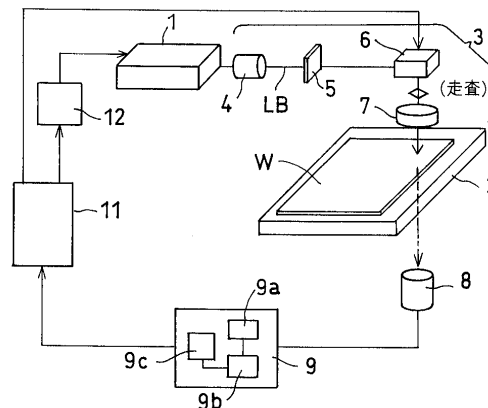
(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法と加工装置および表示装置の製造方法と表示装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザアニールを行う際に、リアルタイムで加工点の状態を把握し、その結果を加工装置にフィードバックにすることによって常に安定した加工をおこなうことのできるレーザ加工方法と加工装置、および、それを用いた表示装置の製造方法と表示装置を提供すること。

【解決手段】 被加工体Wの加工点を透過したレーザ光LBをディテクタ8、8aにより検出し、その検出結果に基づいてレーザ発振器1、1a、1b又は照射光学系3のパラメータを制御する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ステージ上に載置されている被加工体の表面に形成されたアモルファスシリコン膜に対して、レーザ発振器から出射されたレーザ光を照射光学系を介して照射してアニール処理を施し、前記アモルファスシリコンを多結晶化してポリシリコン膜を生成するレーザ加工方法であって、

前記被加工体の加工点を透過したレーザ光はディテクタにより検出され、その検出結果に基づいて前記レーザ発振器又は照射光学系のパラメータが制御されることを特徴とするレーザ加工方法。

**【請求項 2】**

前記発振器から出射されるレーザ光は複数の波長であり、前記ディテクタにより、少なくとも一方の波長のレーザ光を検出し、その検出結果に基づいて前記レーザ発振器又は照射光学系のパラメータが制御されることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工方法。

**【請求項 3】**

前記発振器から出射されるレーザ光は YAG レーザ光の基本波とその第 2 高調波であり、前記ディテクタで検出した前記基本波出力と前記第 2 高調波出力のそれぞれの透過率が高くなった場合に、該第 2 高調波出力と該基本波出力の差分を計算し、差分が大きい場合にはシリコン膜が固体状態であると判断し、差分が小さい場合にはシリコン膜が蒸発して消失した状態であると判断することを特徴とする請求項 2 記載のレーザ加工方法。

**【請求項 4】**

前記ディテクタで検出した結果が、予め定められている値と比較して異常状態と判断された場合は、加工を停止することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のレーザ加工方法。

**【請求項 5】**

レーザ発振器と、このレーザ発振器のレーザ光の出射側に設けられた照射光学系と、この照射光学系の前方で伝送されたレーザ光を受光する位置で、表面にアモルファスシリコン膜が形成された被加工体を表面側に載置して走査する透光性のステージとを具えたレーザ加工装置であって、

前記ステージの裏面側には前記被加工体の加工点を透過してきた前記レーザ光を受光するディテクタが設けられていることを特徴とするレーザ加工装置。

**【請求項 6】**

被加工体の表面に形成されたアモルファスシリコンに対してレーザ光を照射してアニール処理を施し、前記アモルファスシリコンを多結晶化してポリシリコン膜を生成するレーザ加工方法に、請求項 1 乃至請求項 4 記載のいずれかのレーザ加工方法を用いていることを特徴とする表示装置の製造方法。

**【請求項 7】**

ポリシリコンにより形成された薄膜トランジスタを有する表示装置であって、

前記ポリシリコンは、被加工体の表面に形成されていたアモルファスシリコン膜に対して請求項 1 乃至請求項 4 記載のいずれかのレーザ加工方法により多結晶化されていることを特徴とする表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、アモルファスシリコン膜に対してレーザ光を照射して多結晶化しポリシリコン膜を生成する技術を用いた、レーザ加工方法と加工装置および表示装置の製造方法と表示装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

通常、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイにおいては、薄膜トランジスタをポリシリコンによって形成することにより、スイッチング素子や駆動用周辺回路をガラス基板上に形成している。液晶ディスプレイではより高精細化や高速応答性や低消費電力化した

10

20

30

40

50

次世代の高機能液晶ディスプレイが求められている。

【0003】

これら技術の実現のためには、電界移動度 ( $\mu F E$ ) が  $1 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以下と低いアモルファスシリコンの薄膜トランジスタでは能力が十分ではない。これに対して、アモルファスシリコンに、例えば、エキシマレーザを照射してラテラル成長させるレーザアニール法で製造した多結晶シリコン半導体であるポリシリコンの薄膜トランジスタであれば、電界移動度が  $100 \text{ cm}^2 / \text{Vs} \sim 200 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  程度のものが得られる。それによれば、液晶ディスプレイの高精彩化、高速化および駆動回路の一体形成などの高機能化が期待できる。

【0004】

このエキシマレーザ法は、透光性基板であるガラス基板上的のアモルファスシリコンにエキシマレーザを照射してポリシリコンとする方法である。具体的には、アモルファスシリコンの表面でのビームサイズを、例えば長さ  $250 \text{ mm}$ 、幅  $0.4 \text{ mm}$  にし、このパルスビームを  $300 \text{ Hz}$  で発振させて、各パルスの照射される領域を徐々に移動させることにより、ガラス基板上的のアモルファスシリコンをポリシリコンにする（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

また、エキシマレーザの代わりに、レーザ媒質として固体レーザである YAG レーザを用いてレーザアニールをおこなっている技術も開示されている（例えば特許文献2参照）。

【0006】

エキシマレーザを用いた場合と固体レーザを用いた場合については、現在、並行して開発が進んでいるが、それぞれにメリット、デメリットがある。

【0007】

エキシマレーザによるラテラル成長は、量産ラインでの実績がある従来プロセスと加工光源が同じであるため量産ラインに適用しやすいというメリットがあるが、メンテナンスコストが高いというデメリットがある。一方、固体レーザによるラテラル成長は、これまでに量産ラインでは、殆ど実績がないために克服すべき技術課題が多く、現時点では量産ラインへの適用が困難、あるいは、長い開発期間が必要であるというデメリットが存在するが、高い膜質（高移動度）が得られ、設備コストやランニングコストが低く抑えられるために、もし、量産ラインへ適用した場合のメリットは大きいと考えられる。

【特許文献1】特開2002-217104号公報（[段落番号0002]～[0004]）

【特許文献2】特開2002-190454号公報（[段落番号0020]～[0025]）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述のように、エキシマレーザによるラテラル成長は、レーザ装置のメンテナンスコストが高いというデメリットがあり、また、固体レーザによるラテラル成長は、これまでに量産ラインでは、殆ど実績がないために克服すべき技術課題が多い。特に、波長が  $1064 \text{ nm}$  の YAG レーザの基本波をラテラル成長の光源に使う場合、安定なアニール加工が難しい。それは、液層シリコンの吸収係数が固層シリコンの吸収係数より2桁以上大きいために安定なレーザ加熱が難しくなっている。すなわち、YAG レーザの基本波を使って固層シリコンを溶融させようとする、吸収率が低いために溶融させるためには数  $100 \text{ W}$  以上の高いレーザパワーが必要である。レーザでシリコンを加熱するとシリコンの温度が上昇して、やがて融点に達する。融点に達したシリコンは溶融して液層状態となるが、同時に吸収率が急激に上昇する。このため、シリコンの温度はさらに上昇して瞬時に沸点に達してシリコンは蒸発してしまう。

【0009】

加工点でのシリコンの状態を把握しながらレーザ出力を制御する方法も検討されてきたが、加工点の状態をIn-Situ(リアルタイム)で把握する有効な方法は量産ラインのレベルでは実現されていない。そのため、通常、量産化のラインでは、良好なアニール加工がなされているか否かは、加工完了後に加工した膜を評価していた。そのため、加工中に加工パラメータを制御する方法がなく、YAGレーザの基本波をラテラル成長の光源を量産ラインへ適用することは難しかった。量産ラインへの適用のためには、加工点の状態をIn-situで把握し、把握結果を判断してそれによって発振器等を制御して安定なアニール加工を実現することが望まれていた。

【0010】

本発明はこれらの事情にもとづいてなされたもので、レーザアニールを行う際に、リアルタイムで加工点の状態を把握し、その結果を加工装置にフィードバックにすることによって常に安定した加工をおこなうことのできるレーザ加工方法と加工装置、および、それを用いた表示装置の製造方法と表示装置を提供することを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による手段によれば、ステージ上に載置されている被加工体の表面に形成されたアモルファスシリコン膜に対して、レーザ発振器から出射されたレーザ光を照射光学系を介して照射してアニール処理を施し、前記アモルファスシリコンを多結晶化してポリシリコン膜を生成するレーザ加工方法であって、前記被加工体の加工点を透過したレーザ光はディテクタにより検出され、その検出結果に基づいて前記レーザ発振器又は照射光学系のパラメータが制御されることを特徴とするレーザ加工方法である。

20

【0012】

また本発明による手段によれば、前記発振器から出射されるレーザ光は複数の波長であり、前記ディテクタにより、少なくとも一方の波長のレーザ光を検出し、その検出結果に基づいて前記レーザ発振器又は照射光学系のパラメータが制御されることを特徴とするレーザ加工方法である。

【0013】

また本発明による手段によれば、前記発振器から出射されるレーザ光はYAGレーザ光の基本波とその第2高調波であり、前記ディテクタで検出した前記基本波出力と前記第2高調波出力のそれぞれの透過率が高くなった場合に、該第2高調波出力と該基本波出力の差分を計算し、差分が大きい場合にはシリコン膜が固体状態であると判断し、差分が小さい場合にはシリコン膜が蒸発して消失した状態であると判断することを特徴とするレーザ加工方法である。

30

【0014】

また本発明による手段によれば、前記ディテクタで検出した結果が、予め定められている値と比較して異常状態と判断された場合は、加工を停止することを特徴とするレーザ加工方法である。

【0015】

また本発明による手段によれば、レーザ発振器と、このレーザ発振器のレーザ光の出射側に設けられた照射光学系と、この照射光学系の前方で伝送されたレーザ光を受光する位置で、表面にアモルファスシリコン膜が形成された被加工体を表面側に載置して走査する透光性のステージとを具えたレーザ加工装置であって、

40

前記ステージの裏面側には前記被加工体の加工点を透過してきた前記レーザ光を受光するディテクタが設けられていることを特徴とするレーザ加工装置である。

【0016】

また本発明による手段によれば、被加工体の表面に形成されたアモルファスシリコンに対してレーザ光を照射してアニール処理を施し、前記アモルファスシリコンを多結晶化してポリシリコン膜を生成するレーザ加工方法に、上記のレーザ加工方法を用いていることを特徴とする表示装置の製造方法である。

【0017】

50

また本発明による手段によれば、ポリシリコンにより形成された薄膜トランジスタを有する表示装置であって、

前記ポリシリコンは、被加工体の表面に形成されていたアモルファスシリコン膜に対して上記のレーザ加工方法により多結晶化されていることを特徴とする表示装置である。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、リアルタイムで加工点の状態を把握し、その結果を加工装置にフィードバックにすることによって、量産ラインでも常に安定した加工をおこなうことのできる。

【0019】

また、それにより、高品質の表示装置を量産することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0021】

発明者はかねてから、レーザアニール加工中にリアルタイムで加工点の状態を正確に把握する方法について検討してきた。その結果、加工点を透過してくるレーザ光の透過光量（あるいは透過率）とシリコン膜の温度との相関関係を見出した。それにより、ディテクタ8でシリコン膜を透過したレーザ光の光量を検出することで、リアルタイムにシリコン膜の状態を把握できることを確認した。

【0022】

すなわち、図1にシリコン膜の温度とレーザ光に対する透過光量から算出した透過率（あるいは吸収率）との関係をグラフで示す。加工点におけるシリコン膜が熔融して固層状態から液層状態に変化した場合、急激にレーザ光の吸収率が上昇する。それにより透過光量（透過率）が減少する。同時に、熔融したシリコンはレーザ光に対する吸収率が高いため液層シリコンの温度が急激に上昇し、瞬時にシリコンの沸点に達して蒸発して基板上から消失する。このような変化は、加工点を透過してくるレーザ光の透過率を検出することで知ることができる。

【0023】

レーザアニール装置の制御は、この検出した透過率を予め算出されている基準値と比較して判定し、その判定結果に応じてリアルタイムでレーザパワーや、ガルバノミラーの走査速度等のパラメータを制御することで、アニール加工を安定化することが可能になる。

【0024】

次に、上述の知見に基づく具体的なレーザ加工装置と加工方法の実施の形態について説明する。

【0025】

図2は、本発明のレーザアニール装置の構成を示す模式図である。レーザ発振器1の射出側の前方には、射出されるレーザ光LBの光軸に沿ってシリコン基板等の被加工体Wを載置するステージ2との間に照射光学系3が配置されている。照射光学系3は、レーザ発振器1の側から順次、コリメータ4、シリンドリカルレンズ5、ガルバノスキャナ6およびF レンズ7がそれぞれ、光学的位置関係で配置して形成されている。なお、ガルバノスキャナ6はモータによる駆動源（不図示）により駆動され、図3に示すように、被加工体Wの移動と連動してレーザ光LBを所定方向に走査する。また、ステージ2の裏面側で、ステージ2を透過してきたレーザ光LBを受光する位置にはディテクタ8が配置されている。このディテクタ8の出力側は判定装置9に接続されており、判定装置9の出力側はコントローラ11に接続されている。

【0026】

レーザ発振器1は、一般に用いられている構造であるので、特に各部分は図示しないが、チャンバ内に配置された励起用光源としての励起ランプ、レーザ媒体としてたとえばYAGロッドと、チャンバの外でYAGロッドの光軸上に配置された一対の光共振器ミラーを

10

20

30

40

50

具えている。励起ランプが点灯すると、その光エネルギーでYAGロッドが励起され、YAGロッドの両端面より光軸上に出た光が光共振器ミラーの間で反射を繰り返して増幅された後、レーザ光LBとして出力ミラーを抜け出る。出力ミラーより抜け出たパルスレーザ光LBは、照射光学系3を介してステージ2上の被加工体Wを照射する。

**【0027】**

なお、レーザ発振器1はレーザ電源部12に接続されている。レーザ電源部12も一般に用いられている構造であるので、特に各部は図示しないが、レーザ発振器に供給すべきレーザ発振用の電力を蓄積するコンデンサと、商用交流たとえば三相交流電源電圧(U, V, W)を直流に変換してコンデンサを所定の直流電圧に充電するための充電回路と、コンデンサとレーザ発振部の励起ランプとの間に接続されたスイッチング素子たとえばトランジスタと、このトランジスタを高周波数(たとえば10kHz)でスイッチング駆動する駆動回路とを含んでいる。

10

**【0028】**

ディテクタ8は、フォトダイオードで形成され被加工体Wとステージ2を透過してきたレーザ光LBを受光して電気信号に変換する。

**【0029】**

判定装置9は、記憶部9a、比較演算部9bおよび判断部9c等を含んでおり、ディテクタ8からの電気信号によるデータと予め記憶部9aに記憶されているデータとを比較演算部9bで比較して演算する。判断部9cでは演算結果を判断して判断結果をコントローラ11へ指令する。

20

**【0030】**

コントローラ11は、装置全体ないし装置の各部の動作を制御するもので、判定装置9からの信号や、レーザ電源部12内の電氣的パラメータを計測するための各種計測手段からの信号により、加工装置全体ないし、レーザ発振器1やガルバノスキャナ6の駆動部等の装置の各部の動作を制御するためのCPU(マイクロプロセッサ)と、このCPUに所定の処理を行わせるための各種プログラム、および、各種設定値または演算データを保持するためのメモリ等を含んでいる。

**【0031】**

例えば、レーザ発振器1を制御する場合には、CPUは、レーザ電源部12に対しては、コンデンサを設定電圧に充電させるための充電制御信号CFを充電回路に与えるとともに、波形制御用のスイッチング制御信号SWを駆動回路に与える。それにより、レーザ発振部より発振出力されるパルスレーザ光LBのレーザ出力またはこれに対応するレーザ電源部12内の電氣的パラメータ(ランプ電流、ランプ電力、ランプ電圧)が各波形制御用の基準波形に倣うように制御される。

30

**【0032】**

ガルバノスキャナ6の駆動部を制御する際には、モータの回転数を制御することにより、ガルバノスキャナ6の走査速度を制御する。

**【0033】**

このようなリアルタイムのパラメータの制御によるフィードバック制御方式を用いて、レーザアニール装置をリアルタイムで精密に制御している。

40

**【0034】**

これらの構成により、レーザアニール装置は、レーザ発振器1から出射したレーザ光LBをコリメータ4で平行光線に整形し、この平行光線はシリンドリカルレンズ5を介してガルバノスキャナ6に入力され、ガルバノスキャナ6とf レンズ7によりステージ2上の被加工体Wの表面を走査して、被加工体Wのアモルファスシリコンをアニールしてポリシリコンを生成する。

**【0035】**

また、被加工体W(シリコン膜)の加工点を透過してきたレーザ光LBは、ディテクタ8で透過光量(レーザパワー)が検出される。シリコン膜の温度とレーザ光LBに対する吸収率との関係は、上述の図1に示したように、加工点におけるシリコン膜が溶解して固

50

層状態から液層状態に変化した場合、急激に吸収率が上昇するために透過光量（透過率）が減少する。同時に、溶融したシリコンはレーザー光LBに対する吸収率が高いため液層シリコンの温度が急激に上昇し、瞬時にシリコンの沸点に達して蒸発し基板上から消失する。

**【0036】**

ディテクタ8で検出された透過光量は、データとして判定装置9に伝達され、予め記憶部9aに記憶されているデータと比較演算部9bで比較演算され、演算結果を判断部9cで判断して判断結果をコントローラ11へ指令する。

**【0037】**

判断結果が、予め定められている正常値の範囲内であれば、レーザー発振器1やガルバノスキャナ6はそのままの設定条件で加工を続ける。もし、判断結果が正常値の範囲外の場合は、リアルタイムで設定条件の補正值がコントローラ11に指令される。コントローラ11は指令に従って、リアルタイムでレーザー発振器1又はガルバノスキャナ6の駆動部に対して設定条件の補正を行う。それにより、従来は安定させることが困難なアニール加工を安定化することが可能になる。

10

**【0038】**

次に、上述のレーザーアニール装置の実施の形態の変形例について説明する。

**【0039】****(変形例1)**

図4に模式図を示すように、この変形例の場合は、上述の実施の形態のようにレーザー光LB自体は走査せずに被加工体W側を移動し、移動させながらレーザー光LBを被加工体Wに照射する。したがって、レーザー発振器1の出射側に設けられた光学系は、ミラー13と集光レンズ14で形成している。被加工体Wを載置するステージ2aはエアロステージで、透光性であるガラス製のワークホルダ15がXY方向に、支持枠16に伸縮自在に設けられ固定された支持部材17の伸縮により移動する。

20

**【0040】**

ディテクタ8は、上述の実施の形態と同様にステージ2の下方に透過光を検出する位置に配置され、このディテクタ8で検出された透過光量は、データとして判定装置9に伝達され、予め記憶部9aに記憶されているデータと比較演算部9bで比較演算され、演算結果を判断部9cで判断して判断結果をコントローラ11へ指令する。

30

**【0041】**

判断結果が、予め定められている正常値の範囲内であれば、レーザー発振器1はそのままの設定条件で加工を続ける。もし、判断結果が正常値の範囲外の場合は、リアルタイムで設定条件の補正值がコントローラ11に指令される。コントローラ11は指令に従って、リアルタイムでレーザー発振器1のレーザー電源12に対して設定条件の補正を行う。それにより、従来は安定させることが困難なアニール加工を安定化することが可能になる。

**【0042】****(変形例2)**

図5に模式図を示すように、この変形例の場合も、上述の実施の形態のようにレーザー光LB自体は走査せずに被加工体W側を移動し、移動させながらレーザー光LBを被加工体Wに照射する。ただし、(変形例1)と異なるのは、レーザー発振器1a、1bを2台用いており被加工体Wに照射するレーザーエネルギーを強化している。それによって、光学系の構成も異なり、また、ディテクタ8の前方にフィルタを用いている。

40

**【0043】**

2台のレーザー発振器1a、1bは、一方が、YAGレーザー(波長1064nm)の基本波発生発振器1aで、他方が、第2高調波発生発振器1bである。第2高調波発生発振器1bの出射側にはSHG用ミラー19が設けられており、また、基本波発生発振器1aの出射側には基本波を透過し第2高調波を反射するハーフミラー21が設けられており、このハーフミラー21の光軸上の前方には2波長を反射する2波長用ミラー22が設けられている。この2波長用ミラー22の前方には集光レンズ14が配置され、レーザー光LBを

50

ステージ 2 a 上の被加工体 W へ照射する。なお、被加工体 W を載置するステージ 2 a は ( 変形例 1 ) と同様のエアロステージで、透光性であるガラス製のワークホルダ 1 5 が X Y 方向に、ワークホルダ 1 5 に伸縮自在に設けられ支持枠 1 6 に固定された支持部材 1 7 の伸縮により移動する。

【 0 0 4 4 】

ステージ 2 a の下方に配置されているフィルタ 2 3 は、透過光をフィルタ 2 3 で分離して Y A G レーザ光 L B の基本波、または S H G のみをディテクタ 8 に入射させる。

【 0 0 4 5 】

ディテクタ 8 は、上述の実施の形態と同様にステージ 2 a の下方に透過光を検出する位置に配置されているので、このディテクタ 8 で検出された Y A G レーザの基本波または S H G のいずれかの透過光量は、データとして判定装置 9 に伝達され、予め記憶部 9 a に記憶されているデータと比較演算部 9 b で比較演算され、演算結果を判断部 9 c で判断して判断結果をコントローラ 1 1 へ指令する。

10

【 0 0 4 6 】

判断結果が、予め定められている正常値の範囲内であれば、レーザ発振器 1 a、1 b は、そのままの設定条件で加工を続ける。もし、判断結果が正常値の範囲外の場合は、リアルタイムで設定条件の補正值がコントローラ 1 1 に指令される。コントローラ 1 1 は指令に従って、リアルタイムでレーザ発振器 1 a、1 b に対して設定条件の補正を行う。それにより、従来は安定させることが困難なアニール加工を安定化することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

また、図 6 に示すように、S H G の Q スイッチ出力と連続出力 ( C W ) の Y A G 基本波とを使って加工する場合は、フィルタ 2 3 を設置する代わりに S H G の Q スイッチパルスが出ていないときに、測定系トリガをかけて C W の Y A G 基本波のパワーを測定する方法も可能である。

20

【 0 0 4 8 】

( 変形例 3 )

図 7 に模式図を示すように、この変形例の場合は、フィルタ 2 3 を除いた各部の構成は、( 変形例 2 ) と同様であるので、( 変形例 2 ) と同一部分については、同一符号を付して構成の説明と各部の説明を省略する。

【 0 0 4 9 】

この場合は、フィルタ 2 3 を設けていないので、ディテクタ 8 は直接的にステージ 2 a の下方に透過した Y A G レーザ光の基本波と S H G の合算したレーザ光 L B を検出する。このディテクタ 8 で検出された合算した透過光量は、データとして判定装置 9 に伝達され、予め記憶部 9 a に記憶されているデータと比較演算され、演算結果を判断して判断結果をコントローラ 1 1 へ指令する。

30

【 0 0 5 0 】

判断結果が、予め定められている正常値の範囲内であれば、レーザ発振器 1 a、1 b はそのままの設定条件で加工を続ける。もし、判断結果が正常値の範囲外の場合は、リアルタイムで設定条件の補正值がコントローラ 1 1 に指令される。コントローラ 1 1 は指令に従って、リアルタイムでレーザ発振器 1 a、1 b に対して設定条件の補正を行う。それにより、従来は安定させることが困難なアニール加工を安定化することが可能になる。

40

【 0 0 5 1 】

また、この場合も、図 6 に示すように、S H G の Q スイッチ出力と連続出力 ( C W ) の Y A G 基本波とを使って加工する場合は、フィルタ 2 3 を設置するかわりに S H G の Q スイッチパルスが出ていないときに、測定系トリガをかけて C W の Y A G 基本波のパワーを測定する方法も可能である。

【 0 0 5 2 】

( 変形例 4 )

図 8 に模式図を示すように、この変形例の場合は、( 変形例 2 ) におけるフィルタ 2 3 を除いた各部の構成は、( 変形例 2 ) と同様であるので、( 変形例 2 ) と同一部分につい

50



ては、同一符号を付して構成の説明と各部の説明を省略する。

【0053】

(変形例2)のフィルタ23の位置には、基本波とSHGとを分離するダイクロイックミラーからなる分離ミラー24が設けられており、また、この分離ミラー24の反射光軸上の前方には反射光(例えば、SHG)を受光する第2ディテクタ8aが設けられている。

【0054】

これらの構成により、ディテクタ8は、ステージ2aの下方で被加工体W及びステージ2aと分離ミラー24を透過してきた透過光の光量を検出し、一方、第2ディテクタ8aは、被加工体W及びステージ2aを透過し、分離ミラー24で反射してきた反射光の光量を検出する。それぞれ検出された光量は、データとして判定装置9に伝達され、予め記憶部9aに記憶されているデータと比較演算される。その場合、図9にグラフを示すように、基本波出力およびSHG出力の、それぞれの光量値(被加工体Wの透過率と連動する)が高くなった場合に、SHG出力と基本波出力の差分を計算し、差分が大きい場合にはシリコン膜が固体状態であると判断し、差分が小さい場合にはシリコン膜が蒸発して消失した状態であると判断する。そして、判断結果をコントローラ11へ指令する。

10

【0055】

判断結果が、予め定められている正常値の範囲内であれば、レーザ発振器1a、1bはそのままの設定条件で加工を続ける。もし、判断結果が正常値の範囲外の場合は、リアルタイムで設定条件の補正值がコントローラ11に指令される。コントローラ11は指令に従って、リアルタイムでレーザ発振器1a、1bに対して設定条件の補正を行う。それにより、従来は安定させることが困難なアニール加工を安定化することが可能になる。

20

【0056】

また、この場合、SHG光と基本波の差分を計算することで、透過光量がアップした時に、膜が固層状態になったのか消失したのかを検出することができるので、もし、シリコン膜の消失を検出した場合には、アラームを出して装置を停止させる方法も有効である。

【0057】

なお、上述の各変形例では、レーザ光LBを各種ミラー等の照射光学系3で集光レンズ14に直接導光する方法を用いたが、これらの照射光学系3を用いずに光ファイバ(不図示)を用いて、集光レンズ14に導光してもよい。この場合、図示はしないが、レーザ発振器1の出射部にファイバ入射光学系を設置して、レーザ光LBをファイバに入射し、ファイバで伝送したレーザ光LBを集光レンズ14で被加工体Wの加工点に集光して加工を行う。

30

【0058】

また、上述の(変形例2)乃至(変形例4)においては、2台のレーザ発振器1a、1bにより基本波と第2高調波とを生成したが、1台のレーザ発振器1の場合でも照射光学系に非線形光学素子等を用いることにより複数の波長を生成することができる。

【0059】

次に、上述のレーザアニール装置を用いた表示装置の製造方法と表示装置について説明する。

【0060】

まず、上述の実施の形態及び各変形例で説明したいずれかのレーザアニール装置により処理したことにより製造されるポリシリコンによる薄膜トランジスタの構成を図10を参照して説明する。

40

【0061】

略透明な絶縁性を有するガラス基板31の一主面上に、このガラス基板31からの不純物の拡散を防止する絶縁性のアンダーコート層32が成膜されている。このアンダーコート層32は、SiNxからなる層50nmと、SiOxからなる層100nmとをプラズマCVD法で成膜することにより形成されている。

【0062】

そして、このアンダーコート層32上には、島状のポリシリコン33が成膜されている

50

。このポリシリコン 33 は、ガラス基板 31 上に堆積させたアモルファスシリコン（不図示）に向けてエキシマレーザー光 LB を照射して、このアモルファスシリコンをレーザーアニールすることにより形成されている。また、このポリシリコン 33 の膜厚は、約 50 nm である。

【0063】

また、このポリシリコン 33 を含むアンダーコート層 32 上には、絶縁性を有するシリコン酸化膜などでゲート酸化膜 34 が成膜されている。

【0064】

そして、このゲート酸化膜 34 上には、モリブデン - タングステン合金 (MoW) などが成膜されて、ゲート電極 35 が形成されている。

10

【0065】

また、ポリシリコン 33 の両側域には、ソース領域 36 とドレイン領域 37 とが形成されている。さらに、ドーピングされていないゲート電極 35 の下方に位置するポリシリコン 33 がチャンネル領域 38 となる。

【0066】

そして、ゲート酸化膜 34 およびゲート電極 35 上には、シリコン酸化膜などで形成された層間絶縁膜 39 が成膜されている。また、この層間絶縁膜 39 とゲート酸化膜 34 とには、これら層間絶縁膜 39 およびゲート酸化膜 34 を貫通し、ソース領域 36 およびドレイン領域 37 に連通する第 1 のコンタクトホール 41 a, 41 b が開口されている。

【0067】

さらに、層間絶縁膜 39 上には、第 2 の配線層として成膜されたソース電極 42 と、ドレイン電極 43 と、信号を供給する図示しない信号線とが形成されている。これらソース電極 42、ドレイン電極 43 および信号線は、アルミニウム (Al) などの低抵抗金属などで成膜形成されている。そして、ソース電極 42 は、第 1 のコンタクトホール 41 a を介してソース領域 36 に導電接続されている。同様に、ドレイン電極 43 は、第 1 のコンタクトホール 41 b を介してドレイン領域 37 に導電接続されている。

20

【0068】

次に、このポリシリコンを用いた薄膜トランジスタについて、レーザーアニール装置を用いた製造方法について説明する。

【0069】

まず、ガラス基板（例えば、コーニング社製の #7059 ガラス又は #1427 ガラスに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、または、アルミホウケイ酸ガラス等）31 の一主面に、シリコン酸化膜などをプラズマ CVD 法などで成膜形成してアンダーコート層 32 を形成する。このアンダーコート層 32 の上に連続して、非晶質構造を有する半導体層である第 1 配線層をスパッタリング法、LPCVD 法あるいはプラズマ CVD 法により 50 nm の膜厚でアモルファスシリコン（不図示）を成膜する。

30

【0070】

そして、このアモルファスシリコンを窒素雰囲気中において 500 で 10 分熱処理し、このアモルファスシリコン中の水素濃度を低下させる。

【0071】

この後、ガラス基板 31 をレーザーアニール装置に移す。

40

【0072】

レーザーアニール装置では、上述のようにレーザー発振器 1 から出射されてレーザー光 LB を照射光学系 3 を介してステージ 2 a 上の被加工体 W に照射して、ラテラル成長を進行させて被処理体にアニール処理を施す。それにより、例えば 0.3 μm 程度の結晶粒径を有するポリシリコン 33 を形成する。

【0073】

次に、このポリシリコン 33 をパターニングした後、このポリシリコン 33 を含むガラス基板 31 上に、プラズマ CVD 法あるいはスパッタ法によりゲート酸化膜 34 を形成する。このゲート酸化膜 34 は、膜厚が 40 ~ 150 nm 程度でシリコンを含む絶縁膜であ

50

る。

【0074】

次いで、このゲート酸化膜34上に、第1配線層をスパッタリング法で成膜し、この第1配線層をエッチング加工して、ゲート電極35を形成する。このゲート電極35は、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または、これらの元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を用いることができる。

【0075】

この後、ポリシリコン33の両側域にソース領域36およびドレイン領域37を形成する。これらソース領域36およびドレイン領域37は、ゲート電極35をエッチング加工する際におけるレジストをマスクとして、ボロン(B)やリン(P)などの不純物をイオンドーピング法などで、ポリシリコン33の両側域をドーピングすることにより形成されている。

10

【0076】

このとき、ゲート電極35の下方に位置するドーピングされていないポリシリコン33がチャンネル領域38となる。

【0077】

次いで、ゲート酸化膜34およびゲート電極35上に層間絶縁膜39を形成し、この層間絶縁膜39およびゲート酸化膜34に第1のコンタクトホール41a、41bを形成した後、この層間絶縁膜39上に低抵抗金属をスパッタリング法などで成膜し、パターンニングしてソース電極42、ドレイン電極43および信号線(不図示)を形成する。

20

【0078】

液晶ディスプレイ装置は、さらに、全体を例えば、プラズマCVD法により窒化シリコンなどの絶縁保護膜で被覆し、周辺電極とゲート電極上をエッチング除去し、配向膜を成膜して薄膜トランジスタを含むアレイ基板を形成する。このアレイ基板を予め製造されている対向基板(基板上に対向電極と配向膜が形成されている)とを、それぞれの配向膜面を対向させ、その間に液晶が封入され、さらに、アレイ基板と対向基板とのそれぞれの外側の面に、偏光板が形成されて液晶表示装置が構成される。

【0079】

すなわち、液晶表示装置(TFT-LCD)は、図11に示す透視斜視図を示すように、2枚の基板(ガラス基板)51a、51bを対向させ、その間に液晶52を封入して形成されている。下側のガラス基板51aの上には、駆動用ICにより表示信号を画素電極53に書き込む際に用いる信号線54と走査線55がマトリックス状に配置されており、それらにより区画された内側の交点にTFT56と画素電極53が配置されている。一方、上側のガラス基板51b上には共通電極57やカラー表示のための各画素電極3に対応したR(赤)、G(緑)、B(青)のカラーフィルタ238が配置されている。このようなTFT-LCDを2枚の偏光板59で挟み、白色光を入射させると透過形の表示装置として形成されている。

30

【0080】

なお、上述の場合は、表示装置として液晶表示装置について説明したが、表示装置としては液晶表示装置のほかに、上述のレーザ加工装置は有機EL表示装置等の製造の場合にも用いることができる。

40

【0081】

以上に説明したように、上述の実施の形態によれば、レーザ加工装置の加工状態をリアルタイムで検出して、その検出結果によりレーザ加工装置を制御しているので、常に、被加工体Wに対して安定した加工を施すことができ、高効率で量産に適したレーザ加工装置を実現することができる。

【0082】

また、そのレーザ加工装置を用いてアニーリング処理を施すことにより、生産性の優れた表示装置の製造が可能になる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】 シリコン膜の温度とレーザー光に対する透過光量との関係を示すグラフ。

【 図 2 】 本発明のレーザアニール装置の構成を示す模式図。

【 図 3 】 レーザ光の走査方向の説明図。

【 図 4 】 本発明の変形例の模式図。

【 図 5 】 本発明の変形例の模式図。

【 図 6 】 本発明の変形例の測定タイミングの説明図。

【 図 7 】 本発明の変形例の模式図。

【 図 8 】 本発明の変形例の模式図。

【 図 9 】 2つの波長によるシリコン膜の温度とレーザー光に対する透過光量との関係を示すグラフ。 10

【 図 1 0 】 薄膜トランジスタの構成図。

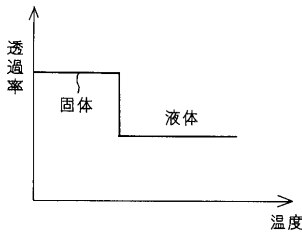
【 図 1 1 】 液晶表示装置の透視斜視図。

【 符号の説明 】

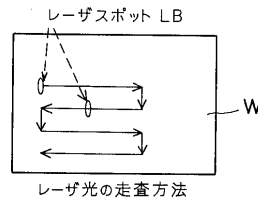
【 0 0 8 4 】

1、1 a、1 b ... レーザ発振器、2 ... ステージ、3 ... 照明光学系、6 ... ガルバノスキャナ、8、8 a ... ディテクタ、9 ... 判定装置、1 1 ... コントローラ、1 2 ... レーザ電源部、1 4 ... 集光レンズ、2 3 ... フィルタ、2 4 ... 分離ミラー

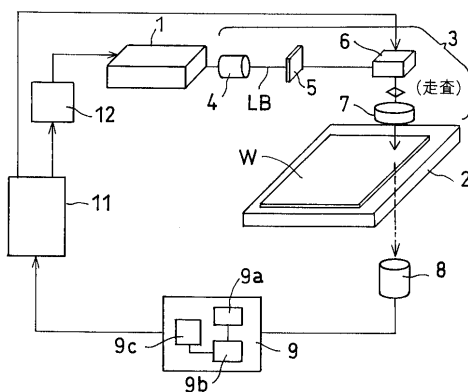
【 図 1 】



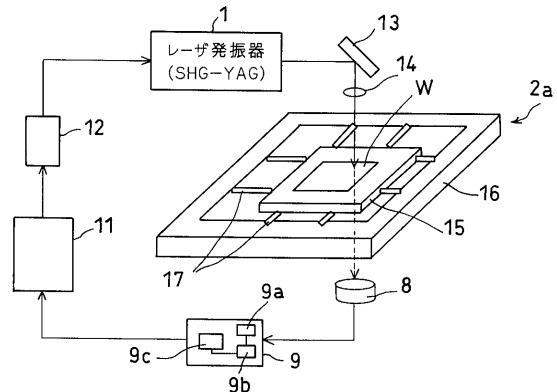
【 図 3 】



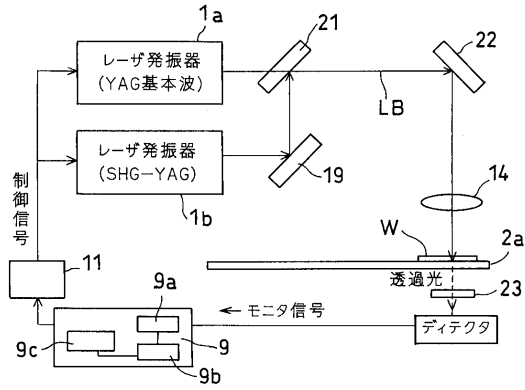
【 図 2 】



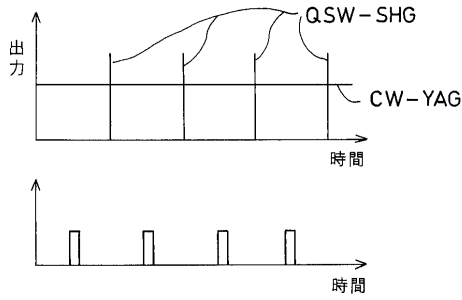
【 図 4 】



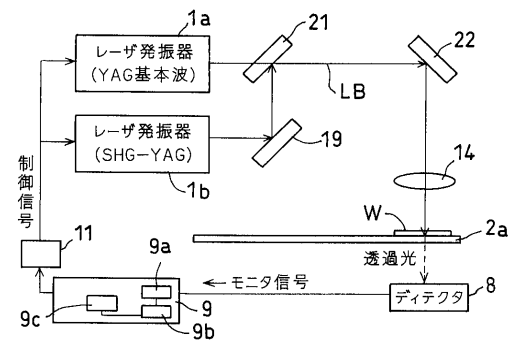
【図5】



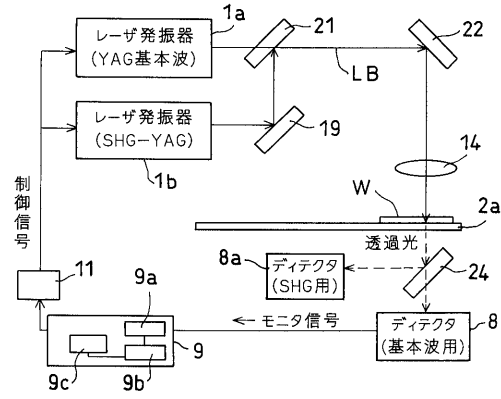
【図6】



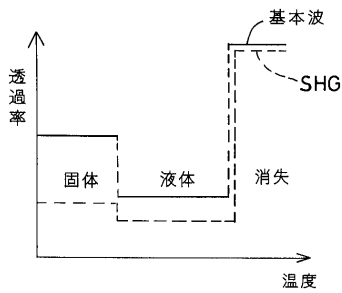
【図7】



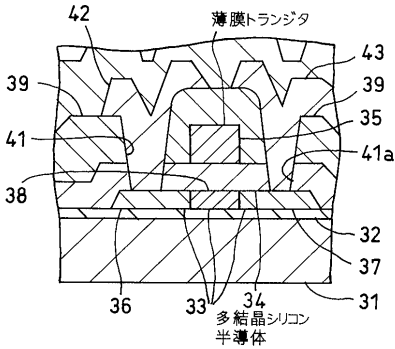
【図8】



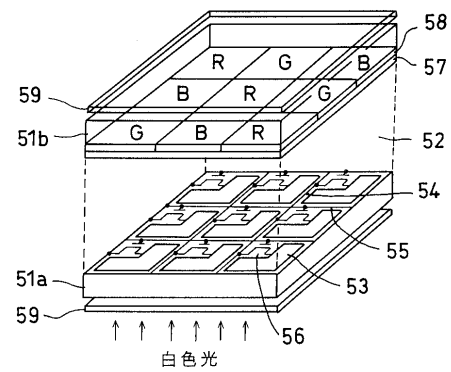
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 29/786	H 0 1 L 29/78	6 2 7 G
// B 2 3 K 101:40	B 2 3 K 101:40	

(72)発明者 藤原 淳史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町3番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72)発明者 岡田 直忠

神奈川県横浜市磯子区新磯子町3番地 株式会社東芝生産技術センター内

Fターム(参考) 2H092 JA28 KA04 KA05 MA26 MA29 MA30 MA35  
 4E068 AH00 CA02 CC01 DA10  
 5F052 AA02 AA11 BA11 BA18 BB02 BB03 BB04 BB07 DA02 DB02  
 DB03 EA12 EA15 FA19 JA01  
 5F110 AA16 AA24 BB01 CC02 DD02 DD13 DD14 DD17 EE02 EE03  
 EE04 EE06 EE44 FF02 FF28 FF30 GG02 GG13 GG16 GG25  
 GG43 GG45 GG47 HJ01 HJ12 HL03 HL23 NN02 NN23 NN24  
 NN35 PP03 PP04 PP05 PP06 PP07 PP23 PP35 PP40