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

特許第3778975号

(P3778975)

(45)発行日　平成18年5月24日(2006.5.24)　(24)登録日　平成18年3月10日(2006.3.10)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/268	(2006.01)	H01L	21/268	F
H01L 21/20	(2006.01)	H01L	21/20	
H01L 27/12	(2006.01)	H01L	27/12	R
H01L 21/02	(2006.01)	H01L	29/78	627G
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	21/265	602C

請求項の数 4　(全 14 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平7-293742
(22)出願日　平成7年10月15日(1995.10.15)
(65)公開番号　特開平9-115855
(43)公開日　平成9年5月2日(1997.5.2)
審査請求日　平成14年10月15日(2002.10.15)

(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　山崎　舜平
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　楠本　直人
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官　宮崎　園子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レーザー処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザー照射室において、非単結晶半導体層にレーザーを照射するレーザー処理方法であって、

前記レーザー照射室には、一対の電極が設けられており、

前記レーザー照射室に酸素を導入しながら、前記レーザー照射室内を減圧していき、アニールに要する圧力に達した時点で圧力を一定として、

前記レーザー照射と、前記一対の電極からの高周波エネルギーの出力を同時に行うことによって、前記非単結晶半導体層のアニールと前記レーザー照射室内のクリーニングをすることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項２】

レーザー照射室において、非単結晶半導体層にレーザーを照射するレーザー処理方法であって、

前記レーザー照射室には、一対の電極が設けられており、

前記レーザー照射室に酸素を導入しながら、前記レーザー照射室内を減圧していき、結晶化に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、

前記レーザー照射と、前記一対の電極からの高周波エネルギーの出力を同時に行うことによって、前記非単結晶半導体層の結晶化と前記レーザー照射室内のクリーニングをすることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項３】

請求項１において、前記アニールに要する圧力は、０．１～１０Ｔｏｒｒであることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項４】

請求項２において、前記結晶化に要する圧力は、０．１～１０Ｔｏｒｒであることを特徴とするレーザー処理方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明はレーザー照射方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

レーザー照射により被形成面を加工、あるいは半導体膜作製において、アニール処理または結晶化処理を行う際、レーザー照射を行う室（本明細書ではレーザー照射室と呼ぶことにする）においてはレーザー照射を開始する前に、一旦処理室内を真空ポンプにより高真空にしてから後、酸素等の気体を導入することにより、処理にてきする圧力に戻すという工程を採用していた。

【０００３】

しかしながら、この工程を採った後、半導体膜作製のための結晶化をレーザー照射により行った場合、処理後の半導体膜の特性が不良となる等の問題があった。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、レーザー照射した後の半導体膜等の不純物に敏感な膜をレーザー照射により処理する場合に得られる膜を高品質なものとすることを目的とする。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を解決するため以下の構成を採用した。

【０００６】

第１の構成

レーザー照射室内で被処理物に対してレーザー光を用いて処理する際、前記処理に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記レーザーを用いた照射を行うこととする。

【０００７】

第２の構成

レーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層を結晶化する際、結晶化に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射することとする。

【０００８】

第３の構成

レーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層をアニールする際、アニールに要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射することとする。

【０００９】

第４の構成

レーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層を結晶化する際、結晶化に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射すると同時に前記レーザー照射室のクリーニングを行うこととする。

【００１０】

第５の構成

レーザー照射室内基板上の非単結晶半導体層をアニールする際、アニールに要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射すると同時に

前記レーザー照射室のクリーニングを行うこととする。

【００１１】

本発明はレーザー照射室内を減圧状態にする際、真空ポンプで高真空の状態を処理室内に作るという状態を経てから処理に適した圧力に戻す、というのではなく、真空ポンプで処理室内を減圧にしていく過程で、処理に適した圧力に到達したところで圧力を一定として処理を開始する点に特徴がある。

本発明において圧力を一定とするとは、結晶化あるいはアニール、またはその他のレーザーの処理に必要な圧力に達した後は、それ以上人為的に圧力を上げたり、または圧力を下げたりしないという意味である。

以下本発明を実施例を用いて詳細に説明する。

【００１２】

【実施例】

【００１３】

〔実施例１〕

本実施例はレーザー照射室を、レーザー照射前に高真空するのでなく、レーザー照射に必要な雰囲気の気体を流しながら、処理にひつような真空度に徐々にしていくというものである。

【００１４】

本実施例では薄膜半導体層の活性層をレーザーで結晶化させる場合を例にとって説明する。

先ずレーザー照射の対象となる薄膜トランジスタの活性層を形成するまでを簡単に説明する。

【００１５】

まずガラス基板上に下地膜として酸化珪素膜を３０００Åの厚さにプラズマＣＶＤ法またはスパッタ法で成膜する。

次に活性層を構成するための出発材料となる非晶質珪素膜をプラズマＣＶＤ法または減圧ＣＶＤ法で５００Åの厚さに作製する。この時敷居値をシフトする目的で反応性気体のシランに１～５ｐｐｍのジボランを添加して成膜させる。

【００１６】

ここで本発明方法を使用したレーザー照射をこの非晶質珪素膜に適用する。

非晶質珪素膜の形成されたガラス基板をレーザー照射室に入れて、酸素または窒素或いは水素、またはそれらの混合物を導入しながらレーザー照射室内を真空にしていく。

【００１７】

例えば酸素を導入しながらレーザー照射室内を真空にしていく。この時のレーザー照射室内の圧力変化の様子を図１に示す。横軸に時間の経過をとり、縦軸はレーザー照射室の真空度を表している。縦軸の上方にいくほど高真空であることを表している。図中曲線の変化がなく、真空度が一定となった部分が処理に適した圧力を表している。

本実施例の場合、大気圧から照射室内を減圧にしていき、所定の圧力例えば０．５Ｔｏｒｒとなったところで圧力を一定として、前記の非晶質珪素膜に対してレーザー照射を開始して非晶質珪素膜を結晶化する。

【００１８】

その後この結晶化された非晶質珪素膜の抵抗率の測定をおこなったところ5×10^{5} Ωｃｍであった。

【００１９】

〔比較例１〕

実施例１と比較する目的で、真空にする方法を従来から行われているように、レーザー照射室内を一旦高真空にした後、大気圧に戻すという方法により薄膜半導体層の活性層をレーザーで結晶化させることを実施した場合を説明する。

【００２０】

比較例に使用する非晶質珪素膜は実施例１で示したと同様の方法によりガラス基板上に作

製した。
【００２１】
非晶質珪素膜の形成されたガラス基板をレーザー照射室に入れて、酸素または窒素或いは水素、またはそれらの混合物を導入しながらレーザー照射室内を真空にしていく。
【００２２】
このとき真空ポンプにより１×１０$^{-5}$Ｔｏｒｒにまで一旦排気した後、酸素を導入して大気圧に戻す。
この時のレーザー照射室内の圧力変化を図２に示す。図２の見方は図１と同じであり、時間とともに照射室内の圧力を図２に示すように変化させる、ということを表すものである。図中曲線の変化がない部分が大気圧を表し、曲線の頂点の部分が１×１０$^{-5}$Ｔｏｒｒの圧力を表している。
大気圧となったところで圧力を一定として、前記の非晶質珪素膜に対してレーザー照射を開始する。
【００２３】
その後この結晶化された非晶質珪素膜の抵抗率の測定をおこなったところ６．５×１０^{6}Ωｃｍであった。
【００２４】
〔比較例２〕
本実施例と比較する目的で、真空にする方法を従来から行われているように、レーザー照射室内を一旦高真空にした後、レーザー照射処理に必要な圧力に戻すという方法により薄膜半導体層の活性層をレーザーで結晶化させることを実施した場合を説明する。
【００２５】
本比較例に使用する非晶質珪素膜は実施例１に示したと同様の方法によりガラス基板上に作製した。
【００２６】
非晶質珪素膜の形成されたガラス基板をレーザー照射室に入れて、酸素または窒素或いは水素、またはそれらの混合物を導入しながらレーザー照射室内を真空にしていく。
【００２７】
このとき真空ポンプにより１×１０$^{-5}$Ｔｏｒｒにまで一旦排気した後、酸素を導入して０．５Ｔｏｒｒの圧力に戻す。
【００２８】
この時のレーザー照射室内の圧力変化を図３に示す。図３も図１、図２と同様に時間とともに照射室内の圧力を図３に示すように変化させる、ということを表すものである。図中曲線の変化がない部分が０．５Ｔｏｒｒの圧力を表し、曲線の頂点の部分が１×１０$^{-5}$Ｔｏｒｒの圧力を表している。
そして０．５Ｔｏｒｒとなったところで圧力を一定として、前記の非晶質珪素膜に対してレーザー照射を行い非晶質珪素膜の結晶化を開始する。
【００２９】
その後この結晶化された非晶質珪素膜の抵抗率の測定をおこなったところ６．０×１０^{6}Ωｃｍであった。
実施例１及び比較例１、２から本発明は非晶質珪素膜の結晶化に対して電気的に良好な膜を作製する場合に有効であることがわかる。
【００３０】
〔実施例２〕
本実施例は本発明によるレーザー照射前にレーザー照射室の圧力を調整する方法に加えてレーザー照射中にレーザー照射室内のエッチングを同時に行うという工程を加えたものである。
【００３１】
本実施例によると本発明のレーザー照射前にレーザー照射室の圧力を調整する方法を採用することで、その後のレーザー照射によりレーザー照射対象物へ不純物が添加されること

が軽減されるという効果に加えて、レーザー照射中にレーザー照射室内のエッチングを同時に行うことにより、さらに不純物がレーザー照射対象物へ混入することを防げることが可能となるというものである。

【００３２】

本実施例では、レーザー照射による、非晶質珪素膜を結晶化する工程とレーザー照射による、アニール工程とに本発明を適用した例を説明するために薄膜トランジスタを作製する工程を例として説明する。

【００３３】

まず本実施例を行うための装置を説明する。

図４はレーザー照射装置の例を示す。そして図５には図４を上から見た図を示す。

【００３４】

レーザー照射室４０１は、レーザー発振装置４０２から照射されるレーザー光をミラー４０３で反射させ、石英で構成された窓４０４を介して基板４０５に照射する機能を有している。レーザー光は本実施例では線状のレーザーパターンを有したものである。

【００３５】

基板４０５は、基板ステージ４１１上に配置され、基板ステージ４１１下に置かれたヒータによって所定の温度（４５０～７００℃）に加熱して保たれる。

【００３６】

基板ステージ４１１は移動機構４０７によって一方向に移動させることができる。

【００３７】

レーザー照射室４０１は、真空排気ポンプ４０８を備えており、必要に応じて、内部を減圧状態または真空状態にすることができる。

またレーザー照射室４０１は、一対の電極４０９と気体供給部４１０を備えている。

【００３８】

一対の電極はレーザー照射室４０１の側面に置かれている。

またレーザー照射室４０１はゲイトバルブ８０１を有しており、他の処理室との接続を可能なものとしている。

【００３９】

また図４及び図５に示したレーザー照射室の他、一対の電極を照射室内の横側面に設ける以外に、左上方に設けてもよい。

その場合のレーザー照射室の横断面図を図６に示す。図７にはその場合のレーザー照射室を上から見た図を示す。図４及び図５と同一の部分を表示する場合には同符号を用いている。

【００４０】

図８は本実施例で用いるレーザー照射装置の概略上面図を示したものである。図８は図４のレーザー照射室４０１がゲイトバルブ８０１を介して基板搬送室８０２に接続されていることを示している。またアライメント室８０３にはアライメント機構が配置されている。アライメント機構はエレベータによって上下に移動し、動作機構によって基板８０４とロボットアーム８０５との位置関係を修正する機能を有する。このアライメント室８０３は基板搬入搬出室８０６とゲイトバルブ８０７を介して接続されている。加熱室８０８はレーザー光を照射すべき基板を予め加熱し、所定の温度にしておくためのものである。基板を加熱するのはレーザー光の照射をより効果的にするためである。

【００４１】

加熱室８０８は、円筒状の石英で構成されている。また石英で構成された基板ホルダーを備えている。この基板ホルダーにはサセプターが備えられており、基板が多数枚収納される構成となっている。基板ホルダーはエレベーターによって上下に微動する構成となっている。加熱室８０８における基板の加熱は、ヒータによって行われる。また加熱室８０８と基板搬送室８０２とはゲイトバルブ８０９によって連結されている。

【００４２】

加熱室８０８において、所定の時間予熱された基板は、ロボットアーム８０５によって基

板搬送室８０２に引き出される。そして再度アライメント機構によって位置合わせが行われる。

【００４３】

その後ロボットアーム８０５によってレーザー光の照射室４０１に移送される。レーザー照射室４０１は前で説明したとおりの構造である。

レーザー光の照射が終了した後は、基板８０４はロボットアーム８０５によって基板搬送室８０２に引き出され、徐冷室８１０に移送される。この際、再度アライメント機構によって基板とロボットアームとの位置合わせを行う。

【００４４】

徐冷室８１０はゲイトバルブ８１１を介して基板搬送室８０２と接続されており、石英製のステージ上に配置された基板が、ランプ、反射板からの赤外光を浴びて、徐々に冷却されていく機構を有している。

【００４５】

徐冷室８１０で徐冷された基板は、ロボットアーム８０５によって、基板搬入搬出室８０６に移送され、さらに再び基板ホルダーに収納される。こうして基板１まいに対するレーザー光の照射工程が終了する。多数枚の基板に対するレーザー光の照射を行う場合には、上記の工程を連続して行えば良い。

【００４６】

以上の装置を用いてレーザー照射による、非晶質珪素膜を結晶化する工程とレーザー照射による、アニール工程とを説明するために薄膜トランジスタを作製する工程を例として以下に図９に示す工程図をもとに説明する。

【００４７】

まずガラス基板上９０１に下地膜として酸化珪素膜９０２を３０００Åの厚さにプラズマＣＶＤ法またはスパッタ法で成膜する。

【００４８】

次に活性層を構成するための出発膜となる非晶質珪素膜９０３をプラズマＣＶＤ法または減圧ＣＶＤ法で５００Åの厚さに作製する。この時敷居値をシフトする目的で、反応性気体のシランに１～５ｐｐｍのジボランを添加して成膜させる。

【００４９】

次にこの非晶質珪素膜をレーザー光の照射により結晶化させるため、図８の装置を使用する。

前記したように、基板を基板搬入搬出室８０６に入れて前述したように基板をレーザー照射室４０１に移送する。

【００５０】

この後、レーザーを用いて基板を移動させながら基板表面にレーザー照射を行うと同時に、レーザー照射室内のエッチングを同時に行う。

まずレーザー照射室４０１内に次に説明するエッチングに必要な気体を導入しながらレーザー照射室内をエッチングに用いる圧力にまで真空にしていく。

【００５１】

例えば酸素を導入しながらレーザー照射室内を真空にしていく。この時のレーザー照射室内の圧力の様子を模式図として図１に示す。

【００５２】

そして所定の圧力例えば０．５Ｔｏｒｒとなったところで圧力を一定として、前記の非晶質珪素膜に対してレーザー照射を開始すると共に以下説明するようにレーザー照射室内４０１のエッチングを行い非晶質珪素膜を結晶化する。（図９（Ａ））

【００５３】

図９において図４で説明したと同符号の部分は同一のものを表す。

図９で９０１は高周波電源を示す。９１９はエッチング用気体を示す。

【００５４】

次にエッチングに用いられる気体とその条件について説明する。

レーザー照射室４０１内の内壁に付着した有機不純物を同時に除去する場合には、気体供給部４１０から水素、酸素あるいはアルゴンのガスを導入して照射室内の圧力を例０．０１～１０Ｔｏｒｒ例えば０．０２～０．０３Ｔｏｒｒに保つ。そして一対の電極４０９に高周波エネルギーここでは１３．５６ＭＨｚの高周波を４００Ｗの出力で印加した。

【００５５】

このような方法により、基板表面に付着した有機物は衝撃により分離されるか揮発性酸化物となって除去することができる。

【００５６】

またレーザー照射室４０１内の内壁に付着したＷ，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｖ，Ａｓ，Ｇｅ，Ｐ，Ｂ，等の金属を同時に除去する場合には、気体供給部４１０から三フッ化窒素（NF_3），六フッ化イオウ（SF_6）、CF_4、ClF_3 等のガスを導入して照射室内の圧力を例０．０１～１０Ｔｏｒｒに保ち、そして一対の電極４０９に高周波エネルギーここでは１３．５６ＭＨｚの高周波を５～２００Ｗの出力で印加した。

【００５７】

またレーザー照射室４０１内の内壁に付着したＷ，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｖ，Ａｓ，Ｇｅ，Ｐ，Ｂ，等の金属を除去する他の方法に、ClF_3 の気体を用いる方法もある。

【００５８】

この場合には、気体供給部４１０からClF_3 の気体を導入する。この場合は高周波エネルギーは必要ない。するとこのClF_3 ガスが照射室付着した付着物と反応し、この時の反応熱でさらにClF_3 ガスが活性化され、この活性化したClF_3 ガスと付着物との反応が促進されて、照射室に付着した付着物を除去することが可能となる。

【００５９】

この場合の条件は０．１～１００Ｔｏｒｒの圧力で、ClF_3 ガスの温度は沸点～７００℃の条件でクリーニングすることが好ましい。ClF_3 ガスの温度が沸点未満ではClF_3 ガスが照射室を構成する材料に結露してその材料を損ねるおそれがあり、７００℃を超えてもClF_3 ガスが活性化されてやはり照射室を構成する材料を損ねるおそれがある。

【００６０】

また０．１Ｔｏｒｒ未満の圧力ではクリーニング効果が期待できなくなり、１００Ｔｏｒｒを超えると照射室を構成する材料を損ねるおそれがある。

以上のような方法により、レーザー照射室の圧力を調整したのち、レーザー照射室内のクリーニングと同時にレーザー光を非晶質珪素膜に照射することで、非晶質珪素膜を結晶化させるのである。

【００６１】

非晶質珪素膜の結晶化が終わった後は前述のように基板を基板搬入搬出室８０６に移送される。

【００６２】

その後、前記工程で得られた結晶化させた結晶性珪素膜をパターニングすることにより、薄膜トランジスタの活性層９０４を得る。次にゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜９０５を１０００Åの厚さにプラズマＣＶＤ法で成膜する。

【００６３】

さらにゲイト電極を形成するためのアルミニウム膜をスパッタ法や電子ビーム蒸着法で成膜する。

このアルミニウム膜中には、後の工程においてヒロックやウィスカーの発生を抑制するために、ＳｃやＹ、さらにはランタノイドやアクチノイドから選ばれた一種または複数種類の元素を含有させる。ここでは、Ｓｃを0.1 重量％含有させる。

【００６４】

なお、ヒロックやウィスカーは、アルミニウム膜を３００℃以上の温度に加熱した場合やアルミニウム膜にレーザー光の照射を行った場合にその表面に形成されてしまう針状あるいは刺状の突起物のことをいう。

【００６５】

また後の工程において、このアルミニウム膜上に配置されるレジストマスクの密着性を良好なものとするために、このアルミニウム膜の表面に極薄い緻密な陽極酸化膜（図示せず）を形成する。

【００６６】

この陽極酸化は、電解溶液として３％の酒石酸を含んだエチレングルコール溶液をアンモニア水で中和したものを用いる。即ち、この陽極酸化はこの電解溶液中において、アルミニウム膜を陽極とし、さらに白金を陰極とすることで行われる。ここで成膜される緻密な陽極酸化膜は、その厚さを１５０Åとする。この緻密な陽極酸化膜の膜厚は、印加する電圧によって概略制御することができる。

【００６７】

このレジストマスクは、図示しない緻密な陽極酸化膜がアルミニウム膜上に形成されているので、隙間なくアルミニウム膜上に密着させることができる。このレジストマスクの形成は他のマスクが利用される。

【００６８】

次にレジストマスク９０６を利用してパターニングを行い、ゲイト電極９０７およびこれより延在したゲイト配線（図示せず）を形成する。こうして図９（Ｂ）に示す状態を得る。

【００６９】

次にレジストマスクを配置した状態において多孔質状の陽極酸化膜９０７を形成する。この多孔質状の陽極酸化膜は、３％のシュウ酸水溶液を電界溶液として用いて行う。具体的には、図９（Ｂ）の工程において形成したアルミニウム膜を陽極とし、他方白金を陰極として、前述の水溶液中において両電極間に電流を流すことによって行われる。

【００７０】

この際、アルミニウムでなる各パターンの上部にはレジストマスクが配置されているので、電解溶液がアルミニウムパターンの上面には接触せず、陽極酸化は各パターンの側面のみにおいて進行する。

【００７１】

この陽極酸化は、陽極酸化時の電流供給用の配線から電流を供給することによって行われる。この電流供給用の配線は、電圧降下によってアクティブマトリクス領域の端と端とで、成膜される陽極酸化膜の膜厚が異なってしまうことを防ぐために利用される。特に液晶パネルが大面積化する場合にはこの電流供給用の配線を利用することが必要となる。

【００７２】

この多孔質状の陽極酸化膜の成長距離は、陽極酸化時間によって制御することができる。この多孔質状の陽極酸化膜の成長距離は、３０００Å～１００００Å程度の間で選択することができる。ここではこの多孔質状の陽極酸化膜の膜厚（成長距離）を５０００Åとする。なおこの多孔質状の陽極酸化膜の成長距離でもって、後に形成される低濃度不純物領域の寸法を概略決めることができる。

【００７３】

この多孔質の陽極酸化膜の役割は後に詳述するが、

・低濃度不純物領域（一般にＬＤＤ領域と呼ばれる領域）の形成、

・１層目の配線と２層目の配線の立体交差部における不良の発生の抑制、

といった有意な役割を有している。

【００７４】

図９（Ｃ）の９０９で示される多孔質状の陽極酸化膜を形成した後、レジストマスク９０６を除去し、さらに図示しない１５０Å厚の緻密な陽極酸化膜を除去する。

【００７５】

次に緻密な陽極酸化膜９０８を形成する。この緻密な陽極酸化膜は、ヒロックやウィスカーの発生の抑制に非常に高い効果がある。

【００７６】

この緻密な陽極酸化膜の形成は、電界溶液として３％の酒石酸を含んだエチレングルコー

ル溶液をアンモニア水で中和したものを用いて行う。
【００７７】
この工程においては、多孔質状の陽極酸化膜９０９内に電解溶液が侵入するので、緻密な陽極酸化膜は９０８で示されるように残存したアルミニウムでなる電極９１０の表面に形成される。
【００７８】
なお、この陽極酸化においても陽極酸化用の電流供給配線を利用して、陽極酸化時の電流を供給する。これは、形成される陽極酸化膜の膜厚を全体で均一なものとするためである。
【００７９】
この緻密な陽極酸化膜の膜厚は８００Åとする。この緻密な陽極酸化膜の膜厚を厚く（例えば２０００Å以上）するとその厚さの分で後にオフセットゲイト領域を活性層中に形成することができる。しかし、緻密な陽極酸化膜を厚く形成することは印加電圧を２００Ｖ以上と高くしなくてはならず、作業の再現性や安全性の点から好ましくない。従って、ここではヒロックやウィスカーの発生の抑制、耐圧の向上といった効果を得るためにこの緻密な陽極酸化膜の厚さを８００Åとする。
【００８０】
この工程において、図９（Ｃ）に示すゲイト電極９１０が形成される。ゲイト電極９１０は、陽極酸化工程によって図９（Ｂ）の９０７に示す形状に比較して、その寸法が目減りする。
【００８１】
次に多孔質状の陽極酸化膜９０９を除去する。多孔質状の陽極酸化膜は、燐酸と酢酸と硝酸を混合した混酸を用いることによって選択的に除去することができる。
【００８２】
こうして図９（Ｄ）に示す状態を得る。図９（Ｄ）に示す状態を得たら、薄膜トランジスタのソース領域およびドレイン領域を形成するための不純物イオンの注入を行う。ここでは、Ｎチャネル型を形成するためにＰイオンの注入を行う。Ｎチャネル型ではなく、Ｐチャネル型の薄膜トランジスタを作製するのであれば、Ｂイオンの注入を行えばよい。
【００８３】
この工程において、ソース領域９１５とドレイン領域９１４とが自己整合的に形成される。また、９１１と９１３で示される低濃度不純物領域も自己整合的に形成される。ここで、チャネル形成領域９１２とドレイン領域９１４との間に形成される低濃度不純物領域９１３が通常ＬＤＤ（ライトドープドレイン）領域と称される領域となる。（図９（Ｄ））
【００８４】
この低濃度不純物領域は、低ＯＦＦ電流特性を有した薄膜トランジスタを得るためには非常に有用な構成となる。特に、アクティブマトクス領域の画素に配置される薄膜トランジスタは、低ＯＦＦ電流特性が要求されるので、この低濃度不純物領域を設けて、低ＯＦＦ電流特性とすることは有用である。
【００８５】
不純物イオンの注入を行った後に、レーザー光を照射し、注入された不純物イオンの活性化と、イオンの注入によって損傷した領域のアニールとを行う。
そしてその際、アニールに必要な圧力を得る方法として本発明の方法を実施する。
【００８６】
すでに説明したように図８に示す装置の基板搬入搬出室８０６に基板を入れて前述したように基板をレーザー照射室４０１に移送する。
【００８７】
次に以下に説明するエッチングに応じて、必要とするエッチング用気体を気体供給部よりレーザー照射室内に導入し、エッチングに適した圧力となったところで圧力を一定とする。
【００８８】

この後、レーザーを用いて基板を移動させながら基板表面にレーザー照射を行うと同時に、下記のような条件でレーザー照射室内のエッチングを同時に行う。（図９（Ｅ））

【００８９】

レーザー照射室４０１内の内壁に付着した有機不純物を同時に除去する場合には、気体供給部４１０から水素、酸素あるいはアルゴンのガスを導入して前記レーザー照射による結晶化の場合にもとづいて行えばよい。

【００９０】

またレーザー照射室４０１内の内壁に付着したW，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｖ，Ａｓ，Ｇｅ，Ｐ，Ｂ，等の金属を同時に除去する場合には、気体供給部４１０から三フッ化窒素（NF_3），六フッ化イオウ（SF_6）、CF_4、ClF_3 等のガスを導入して前記結晶化に基づいて行えばよい。

【００９１】

またレーザー照射室４０１内の内壁に付着したW，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｖ，Ａｓ，Ｇｅ，Ｐ，Ｂ，等の金属を除去する他の方法に、ClF_3 の気体を用いる方法もある。

【００９２】

この場合には、気体供給部４１０からClF_3 の気体を導入する。この場合は高周波エネルギーは必要ない。するとこのClF_3 ガスが照射室付着した付着物と反応し、この時の反応熱でさらにClF_3 ガスが活性化され、この活性化したClF_3 ガスと付着物との反応が促進されて、照射室に付着した付着物を除去することが可能となる。

【００９３】

以上のように注入された不純物イオンの活性化と、イオンの注入によって損傷した領域のアニールとを行った後は前述のように基板を基板搬入搬出室８０６に移送される。

【００９４】

そして次に第１の層間絶縁膜９１６として機能する酸化珪素膜を４０００Åの厚さにＴＥＯガスを原料としたプラズマＣＶＤ法で成膜する。

【００９５】

層間絶縁膜９１６としては、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜を用いることができる。窒化珪素膜を成膜するのであれば、アンモニアを原料ガスとしたプラズマＣＶＤ法を用いればよい。また酸化窒化珪素膜を成膜するのでれば、ＴＥＯＳとN_2 Ｏガスとを用いたプラズマＣＶＤ法を用いればよい。

【００９６】

また第１の層間絶縁膜９１６としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜から選ばれた複数種類の膜を積層した積層膜を用いてよい。

第１の層間絶縁膜９１６を成膜したら、コンタクトホールの形成を行う。この工程において第３のマスクが利用される。

【００９７】

そして、２層目の電極及び配線（普通２層目の配線という）９１７、９１８の形成を行う。

このようにして薄膜トランジスタを作製させる。

【００９８】

【本発明の効果】

本発明はレーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層を結晶化する際、結晶化に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射することとしたあるいは、レーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層をアニールする際、アニールに要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射することとしたことにより、非単結晶半導体層に不純物が混入しにくくなるため、電気的特性の良い非単結晶半導体層を得ることが可能となる。

【００９９】

さらに本発明はレーザー照射室内で基板上の非単結晶半導体層を結晶化する際、結晶化に要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射

すると同時に前記レーザー照射室のクリーニングを行うこととしたあるいは、レーザー照射室内基板上の非単結晶半導体層をアニールする際、アニールに要する圧力に達した時点で圧力を一定として、前記非単結晶半導体層にレーザー光を照射すると同時に前記レーザー照射室のクリーニングを行うこととしたことにより、一層電気的特性の良い非単結晶半導体層を得ることが可能となる。

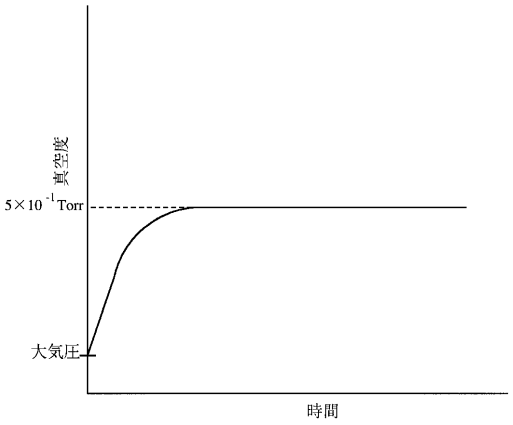
【図面の簡単な説明】

【図１】　レーザー照射室内の圧力の変化を示す図。
【図２】　レーザー照射室内の圧力の変化を示す図。
【図３】　レーザー照射室内の圧力の変化を示す図。
【図４】　レーザー照射室の横断面図。
【図５】　レーザー照射室を示す上面図。
【図６】　レーザー照射室の横断面図。
【図７】　レーザー照射室を示す上面図。
【図８】　レーザー照射装置を示す図。
【図９】　実施例３を説明するための工程図。

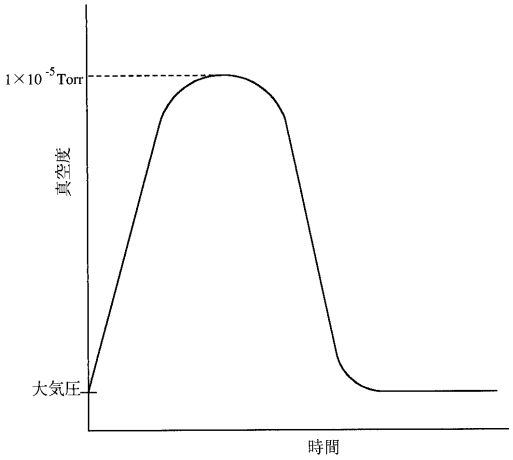
【符号の説明】

４０１　レーザー照射室
４０２　レーザー発振装置
４０３　ミラー
４０４　窓
４０５　基板
４０６　基板ステージ
４０７　移動機構
４０８　真空排気ポンプ
４０９　電極
４１０　気体供給部

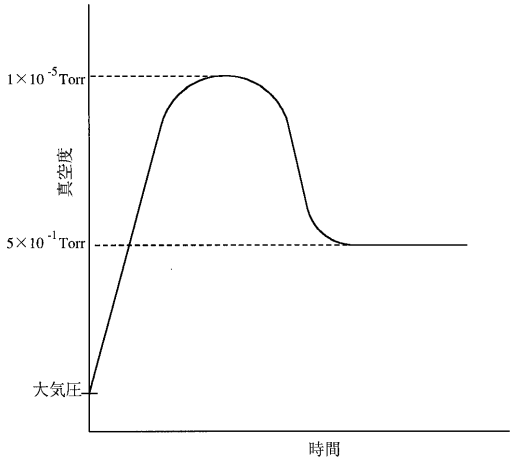
【図１】


真空度
5×10 -1 Torr
大気圧
時間

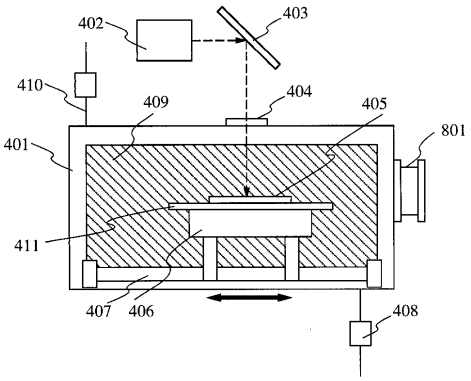
【図２】


1×10 -5 Torr
真空度
大気圧
時間

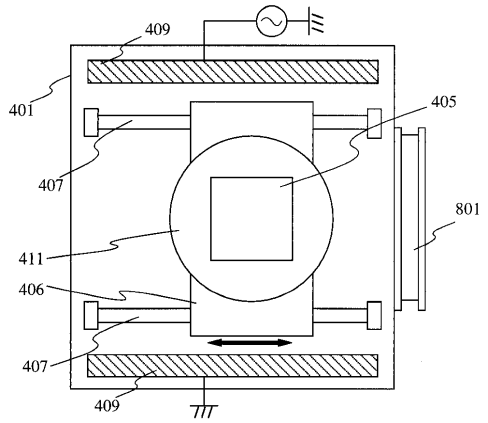
【図３】


1×10 -5 Torr
真空度
5×10 -1 Torr
大気圧
時間

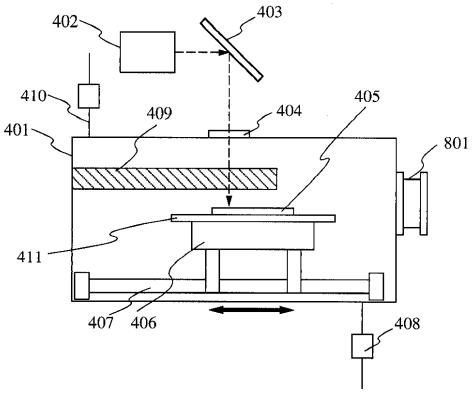
【図４】


402
403
410
409
404
405
801
401
411
407
406
408

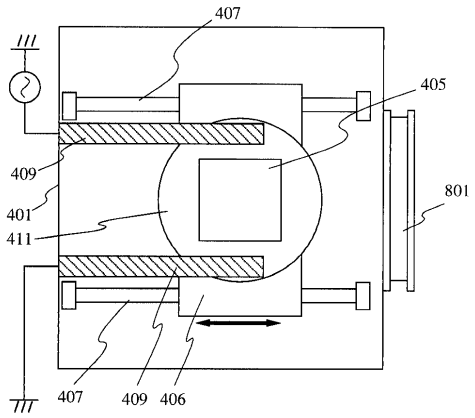
【図５】


409
401
405
407
801
411
406
407
409

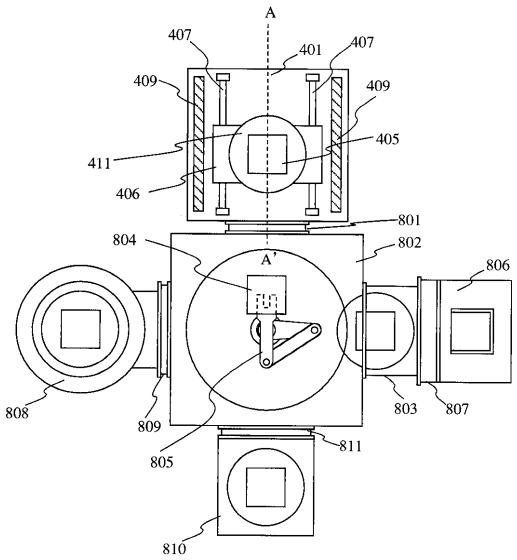
【図６】


402
403
410
409
404
405
401
801
411
407
406
408

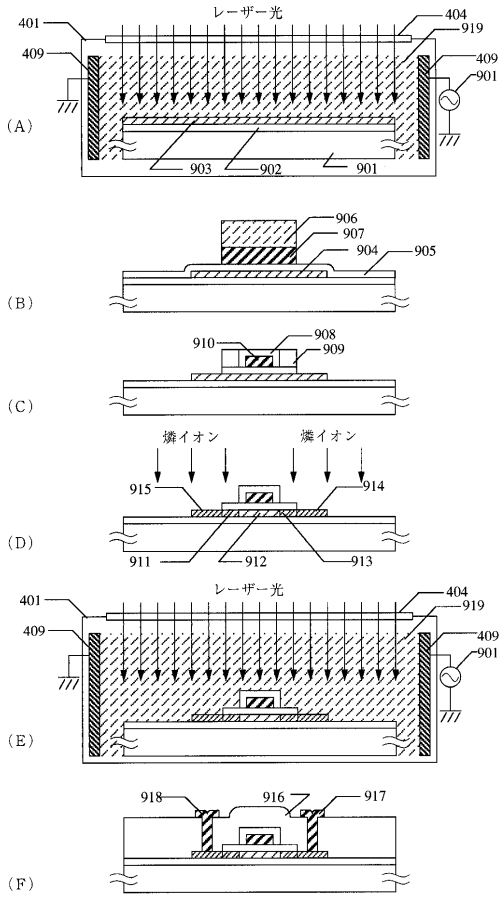
【図７】


407
405
409
801
401
411
407
409
406

【図８】


A
407
401
407
409
409
411
405
406
801
804
A'
802
806
808
809
803
807
805
811
810

【図９】


レーザー光
401
404
919
409
409
901
(A)
903
902
901
906
907
904
905
(B)
910
908
909
(C)
燐イオン
燐イオン
915
914
(D)
911
912
913
レーザー光
401
404
919
409
409
901
(E)
918
916
917
(F)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H01L 21/336 (2006.01)
H01L 21/265 (2006.01)

(56)参考文献 特開平０４－０６６２９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２７１６１１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－００４０１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２２２３２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２７５３３６（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１３０７０４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１９７２７７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/268
H01L 21/20