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

特許第3859744号

(P3859744)

(45)発行日　平成18年12月20日(2006.12.20)　(24)登録日　平成18年9月29日(2006.9.29)

(51)Int.Cl.　F I

H01L 21/20 (2006.01)　H01L 21/20

H01L 21/336 (2006.01)　H01L 29/78　６２７Ｇ

H01L 29/786 (2006.01)

請求項の数 23　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平7-145350

(22)出願日　平成7年5月19日(1995.5.19)

(65)公開番号　特開平8-316143

(43)公開日　平成8年11月29日(1996.11.29)

審査請求日　平成14年5月20日(2002.5.20)

(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　寺本　聡
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　松田　成正

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体装置及びアクティブマトリクス型表示装置の作製方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させ、

部分的にマイクロ波を減衰させるマスクを前記基板上に配置した状態で、前記非晶質珪素膜にマイクロ波を照射して結晶化させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項２】

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を助長する金属元素を導入し、

部分的にマイクロ波を減衰させるマスクを前記基板上に配置した状態で、前記非晶質珪素膜にマイクロ波を照射して結晶化させ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または請求項２において、

前記部分的にマイクロ波を減衰させるマスクとして、石英ガラス上に非晶質珪素膜を形成したものを用い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３において、

前記石英ガラス上の非晶質珪素膜の膜厚を制御することにより前記マイクロ波の減衰を加減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乃至請求項４のいずれか一において、
真空雰囲気中において前記マイクロ波を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６】
請求項１乃至請求項５のいずれか一において、
前記マイクロ波として１ＧＨｚ～１０ＧＨｚの周波数を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項７】
請求項１乃至請求項６のいずれか一において、
前記基板としてガラス基板を用い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乃至請求項７のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の前に前記非晶質珪素膜中の水素を離脱させることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項９】
請求項１乃至請求項８のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の後に、前記珪素膜を加熱することを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項１０】
請求項１乃至請求項８のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の後に、前記珪素膜にレーザー光を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１１】
請求項１乃至請求項１０のいずれか一において、
前記珪素の結晶化を助長する金属元素として、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｒｕ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｏｓ、Ｉｒ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ａｕから選ばれた一または複数の元素を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項１２】
絶縁表面を有する基板上に画素領域と、前記画素領域に配置された薄膜トランジスタを駆動するための周辺駆動回路とを有するアクティブマトリクス型表示装置の作製方法であり、
前記基板上に非晶質珪素膜を形成し、
前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させ、
前記画素領域が形成される領域においてマイクロ波を減衰させるマスクを前記基板上に配置した状態で、前記非晶質珪素膜にマイクロ波を照射して結晶化させ、
前記珪素膜のうち前記画素領域が形成される領域を用いて前記画素領域に配置される薄膜トランジスタを形成し、前記画素領域が形成される領域以外の領域を用いて前記周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタを形成することを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１３】
絶縁表面を有する基板上に画素領域と、前記画素領域に配置された薄膜トランジスタを駆動するための周辺駆動回路とを有するアクティブマトリクス型表示装置の作製方法であり、
前記基板上に非晶質珪素膜を形成し、
前記非晶質珪素膜に珪素の結晶化を助長する金属元素を導入し、
前記画素領域が形成される領域においてマイクロ波を減衰させるマスクを前記基板上に配置した状態で、前記非晶質珪素膜にマイクロ波を照射して結晶化させ、
前記珪素膜のうち前記画素領域が形成される領域を用いて前記画素領域に配置される薄膜トランジスタを形成し、前記画素領域が形成される領域以外の領域を用いて前記周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタを形成することを特徴とするアクティブマトリクス

型表示装置の作製方法。
【請求項１４】
請求項１２または請求項１３において、
前記画素領域が形成される領域においてマイクロ波を減衰させるマスクを前記基板上に配置した状態で、前記非晶質珪素膜にマイクロ波を照射することにより、前記珪素膜のうち前記画素領域が形成される領域以外の結晶性を前記画素領域が形成される領域の結晶性より高くすることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１５】
請求項１２乃至請求項１４のいずれか一において、
前記画素領域が形成される領域においてマイクロ波を減衰させるマスクとして、石英ガラス上に非晶質珪素膜を形成したものを用いることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１６】
請求項１５において、
前記石英ガラス上の非晶質珪素膜の膜厚を制御することにより前記マイクロ波の減衰を加減することを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１７】
請求項１２乃至請求項１６のいずれか一において、
真空雰囲気中において前記マイクロ波を照射することを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１８】
請求項１２乃至請求項１７のいずれか一において、
前記マイクロ波として１ＧＨｚ～１０ＧＨｚの周波数を用いることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項１９】
請求項１２乃至請求項１８のいずれか一において、
前記基板としてガラス基板を用いることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項２０】
請求項１２乃至請求項１９のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の前に前記非晶質珪素膜中の水素を離脱させることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項２１】
請求項１２乃至請求項２０のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の後に、前記珪素膜を加熱することを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項２２】
請求項１２乃至請求項２１のいずれか一において、
前記マイクロ波の照射の後に、前記珪素膜にレーザー光を照射することを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【請求項２３】
請求項１２乃至請求項２２のいずれか一において、
前記珪素の結晶化を助長する金属元素として、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｒｕ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｏｓ、Ｉｒ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ａｕから選ばれた一または複数の元素を用いることを特徴とするアクティブマトリクス型表示装置の作製方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本明細書で開示する発明は、ガラス基板等の絶縁表面を有する基板上に形成される薄膜半導体の作製方法に関する。

【０００２】
【従来の技術】
近年、薄膜半導体を用いた半導体装置として、薄膜トランジスタが注目されている。特に液晶電気光学装置に薄膜トランジスタを搭載する構成が注目されている。これは液晶電気光学装置を構成するガラス基板上に薄膜半導体を成膜し、この薄膜半導体を用いて薄膜トランジスタを構成するものである。この場合、薄膜トランジスタは、液晶電気光学装置の各画素電極に配置され、画素電極に出入りする電荷を制御するスイッチング素子としての機能を有する。このような構成は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置と呼ばれ、非常に高品質な画像を表示することができる。
【０００３】
薄膜トランジスタに使用される薄膜半導体としては、非晶質珪素薄膜が主に利用されている。しかし、非晶質珪素薄膜を利用したものでは、必要とする特性が得られないのが現状である。
【０００４】
非晶質珪素膜の特性を高めるには、非晶質珪素膜を結晶化させ、結晶性珪素膜とすることが有用である。結晶性珪素膜を得る方法としては、非晶質珪素膜をプラズマＣＶＤ法や減圧熱ＣＶＤ法で形成した後、加熱処理を加える方法が知られている。
【０００５】
一方で、アクティブマトリクス型の液晶電気光学装置に薄膜トランジスタを利用する場合、経済性の観点から基板としてガラス基板を利用する必要があるという問題がある。
【０００６】
非晶質珪素膜を加熱によって結晶化させるには、６００℃以上の温度で数十時間以上の加熱処理を行わねばならない。一方でガラス基板は、６００℃以上の加熱を数十時間以上加えると反り返ったり変形してしまう。このことは、ガラス基板が大面積化した場合に特に顕著になる。液晶電気光学装置は、数μｍの間隔を有して張り合わせられたガラス基板間に液晶を挟んで保持する構成が必要とされるので、ガラス基板の変形は、表示ムラ等の原因となり好ましくない。
【０００７】
この問題を回避するためには、基板として石英基板や高い温度の加熱処理に耐える特殊なガラス基板を利用すればよい。しかし、石英基板や高温に耐える特殊ばガラス基板は高価であり、生産コストの点から利用することは困難である。
【０００８】
またレーザー光の照射によって、非晶質珪素膜を結晶化させる技術が知られている。レーザー光の照射を利用した場合は、局部的に非常に結晶性の良好な結晶性珪素膜を得ることができる半面、膜全体においてレーザー光の照射の効果の均一性がえられにくい。また得られた結晶性珪素膜においても工程毎にバラツキが多い（換言すれば再現性が低い）という問題がある。
【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
本明細書に開示する発明においては、良好な結晶性を有した結晶性珪素膜を得る方法を提供することを課題とする。特に基板としてガラス基板を利用した場合に結晶性の良好な結晶性珪素膜を得ることを課題とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
本明細書で開示する発明の一つは、
絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、
該工程の前また後において、前記非晶質珪素膜の裏面または表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、
前記非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射し、表皮効果による前記非晶質珪素膜の表面を選択的に加熱し結晶性珪素膜に変成する工程と、

を有することを特徴とする。

【００１１】

上記構成において、絶縁表面を有する基板としては、代表的にはガラス基板を挙げることができる。本明細書で開示する発明は、加熱に弱いガラス基板を利用した場合に有用なものとなる。またガラス基板の他には、石英基板や絶縁膜が形成された半導体基板を利用することができる。

【００１２】

非晶質珪素膜としては、プラズマＣＶＤ法または減圧熱ＣＶＤ法で成膜されたものを用いることができる。特に減圧熱ＣＶＤ法で成膜された珪素膜は、膜中の水素量が少なく、結晶化を行わすことが容易な膜となるので都合がよい。

【００１３】

珪素の結晶化を助長する金属元素としては、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｒｕ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｏｓ、Ｉｒ、Ｐｔ、Ｃｕ、Ａｕから選ばれた一種または複数種類の元素を利用することができる。

【００１４】

上記金属元素の中で、特にＮｉ（ニッケル）を利用することが有用である。Ｎｉは、実験的にその効果の再現性が極めて高く得られている。

【００１５】

金属元素の導入を行うには、金属元素を含む溶液を塗布する方法を用いることが好ましい。非晶質珪素膜の裏面に当該金属元素を接して保持させるのであれば、非晶質珪素膜を成膜する前にその被形成面上に金属元素を接して保持させる。また、非晶質珪素膜の表面に金属元素を保持させるのであれば、非晶質珪素膜を成膜後に金属元素を接して保持させればよい。また、これら金属元素は、最終的に素膜中に1×10^{16}～1×10^{19}原子cm^{-3}の濃度で含まれるように工夫することが重要である。この金属元素の濃度は、ＳＩＭＳ（２次イオン分析方法）で得られる最小値として定義される。

【００１６】

以下に金属元素を溶液を用いて導入する場合について説明する。例えば、金属元素としてＮｉを利用する場合は、ニッケル化合物である臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蓚酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、４－シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケル、２－エチルヘキサン酸ニッケルからから選ばれた少なくとも１種類を用いることができる。即ちこれらの溶液を非晶質珪素膜の被形成面上や非晶質珪素膜上に塗布することで、ニッケル元素の導入を行うことができる。

【００１７】

また、Ｎｉを無極性溶媒である、ベンゼン、トルエン、キシレン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテル、トリクロロエチレン、フロンに含ませたものを用いてもよい。

【００１８】

また金属元素としてＦｅ（鉄）を用いる場合は、鉄塩として知られている材料、例えば臭化第１鉄（$FeBr_2\ 6H_2O$）、臭化第２鉄（$FeBr_3\ 6H_2O$）、酢酸第２鉄（$Fe(C_2H_3O_2)_3xH_2O$）、塩化第１鉄（$FeCl_2\ 4H_2O$）、塩化第２鉄（$FeCl_3\ 6H_2O$）、フッ化第２鉄（$FeF_3\ 3H_2O$）、硝酸第２鉄（$Fe(NO_3)_3\ 9H_2O$）、リン酸第１鉄（$Fe_3(PO_4)_2\ 8H_2O$）、リン酸第２鉄（$FePO_4\ 2H_2O$）から選ばれたものを用いることができる。

【００１９】

また金属元素としてＣｏ（コバルト）を用いる場合は、コバルト塩として知られている材料、例えば臭化コバルト（$CoBr6H_2O$）、酢酸コバルト（$Co(C_2H_3O_2)_2\ 4H_2O$）、塩化コバルト（$CoCl_2\ 6H_2O$）、フッ化コバルト（$CoF_2\ xH_2O$）、硝酸コバルト（$Co(No_3)_2\ 6H_2O$）から選ばれたものを用いることができる。

【００２０】

また金属元素としてＲｕ（ルテニウム）を用いる場合は、ルテニウム塩として知られてい

る材料、例えば塩化ルテニウム（$RuCl_3$ H_2O）を用いることができる。

【００２１】

また金属元素してＲｈ（ロジウム）を用いる場合は、ロジウム塩として知られている材料、例えば塩化ロジウム（$RhCl_3$ $3H_2O$）を用いることができる。

【００２２】

また金属元素としてＰｄ（パラジウム）を用いる場合は、パラジウム塩として知られている材料、例えば塩化パラジウム（$PdCl_2$ $2H_2O$）を用いることができる。

【００２３】

また金属元素としてＯｓ（オスニウム）を用いる場合は、オスニウム塩として知られている材料、例えば塩化オスニウム（$OsCl_3$）を用いることができる。

【００２４】

また金属元素としてＩｒ（イリジウム）を用いる場合は、イリジウム塩として知られている材料、例えば三塩化イリジウム（$IrCl_3$ $3H_2O$）、四塩化イリジウム（$IrCl_4$）から選ばれた材料を用いることができる。

【００２５】

また金属元素としてＰｔ（白金）を用いる場合は、その化合物として白金塩として知られている材料、例えば塩化第二白金（$PtCl_4$ $5H_2O$）を用いることができる。

【００２６】

また金属元素としてＣｕ（銅）を用いる場合は、酢酸第二銅（$Cu(CH_3COO)_2$）、塩化第二銅（$CuCl_2$ $2H_2O$）、硝酸第二銅（$Cu(NO_3)_2$ $3H_2O$）から選ばれた材料を用いることができる。

【００２７】

また金属元素として金を用いる場合は、三塩化金（$AuCl_3$ xH_2O）、塩化金塩（$AuHCl_4$ $4H_2O$）から選ばれた材料を用いることができる。

【００２８】

このような溶液を用いた方法は、当該金属元素を非晶質珪素膜に接して分散させて保持させることができるので、均一な結晶化を行わすために非常に有用なものとなる。またその濃度を制御することが容易となるので有用である。

【００２９】

マイクロ波としては、１～１０ＧＨｚの周波数のものを用いることが適当である。非晶質珪素膜にマイクロ波を照射することにより、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成できるのは、マイクロ波が珪素と水素との結合（Ｓｉ－Ｈ結合）に吸収され、その結果非晶質珪素膜が加熱されるからである。またガラス基板を用いた場合、マイクロ波は表皮効果によって、非晶質珪素膜の表面に吸収されるので、ガラス基板を直接加熱することがないという特徴を有する。これは、加熱に弱いガラス基板を用いる場合に有用なこととなる。

【００３０】

またガラス基板上に形成された非晶質珪素膜に対して、非晶質珪素膜の表面側からマイクロ波を照射し加熱した場合、結晶成長が膜の表面から進行するので、一様な結晶成長を行わすことができる。

【００３１】

図９に示すのは、ガラス基板９０１上に下地膜の酸化珪素膜９０２を成膜し、さらに非晶質珪素膜９０３をプラズマＣＶＤ法や減圧熱ＣＶＤ法で成膜し、さらにヒータによる加熱によって非晶質珪素膜９０３を結晶化させる状態を示した概略図である。

【００３２】

このような場合、熱容量の大きいガラス基板９０１側から熱電導があること、下地膜の酸化珪素膜９０２と非晶質珪素膜９０３との界面に結晶化に際しての核となる欠陥や応力が存在していること、等の原因により、結晶成長は矢印９０４で示されるように、基板側から進行する。この際、結晶成長の核となる部分は不均一に存在しているので、結晶成長も不均一なものとなってしまう。

【００３３】

一方、図１０に示すのは、ガラス基板９０１上に下地膜の酸化珪素膜９０２を成膜し、さらに非晶質珪素膜９０３をプラズマＣＶＤ法や減圧熱ＣＶＤ法で成膜し、さらに９０６で示されるマイクロ波の照射によって非晶質珪素膜９０３を結晶化させる状態を示した概略図である。

【００３４】

この場合、マイクロ波９０６が非晶質珪素膜９０３の表面に選択的に吸収されるので、加熱は非晶質珪素膜９０３の表面から選択的に行われることになる。そして、結晶成長も９０５で示されるように非晶質珪素膜の表面から進行することになる。この結晶化の工程は、図９に示す場合と異なり、下地や基板との界面の影響を受けることがないので、均一な結晶成長とすることができる。

【００３５】

他の発明の構成は、

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、

該工程の前また後において、前記非晶質珪素膜の裏面または表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、

高真空雰囲気中において、前記非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射し結晶性珪素膜に変成する工程と、

を有することを特徴とする。

【００３６】

上記構成における高真空状態とは、でき得る限り高い真空度に保つ状態のことをいう。この状態は、使用する排気ポンプの性能やメンテナンス状態、さらには使用する真空チャンバーによって異なるものである。しかし、可能限り高い真空度にすることが重要となる。

【００３７】

でき得る限り高い真空度にするのは、マイクロ波の照射によって、プラズマが発生しないようにするためである。プラズマが発生すると、プラズマ中のイオンや活性種によって膜がエッチングされ、また膜中に欠陥が形成されてしまうので、良質な結晶性珪素膜を得るためには都合が悪い。

【００３８】

他の発明の構成は、

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、

該工程の前また後において、前記非晶質珪素膜の裏面または表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、

プラズマを生成させない雰囲気中において、前記非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射し結晶性珪素膜に変成する工程と、

を有することを特徴とする。

【００３９】

プラズマを生成させない雰囲気としては、でき得る限り高真空状態とする場合を挙げることができる。（最も完全な高真空でない限り、大電力の投入によってプラズマが生成される）

【００４０】

また空気等はプラズマが生成されにくい雰囲気といえる。しかし、プラズマの生成されるされないというのは、投入されるマイクロ波の周波数や電力によって異なる問題である。よってここでは、プラズマが生成されない状態というのは、プラズマの発光が目視で確認できない状態である、という定義を採用することとする。

【００４１】

【作用】

気相法で成膜された非晶質珪素膜に対して、高真空中においてマイクロ波の照射による加熱を行うことによって、非晶質珪素膜の結晶化を行うことができる。マイクロ波は、珪素と水素との結合に吸収され易く、本質的に水素を多量に含んだ非晶質珪素膜には選択的に吸収される。特に表皮効果によって、非晶質珪素膜の表面に選択的にマイクロ波は吸収さ

れる。そして、非晶質珪素膜はその表面から選択的に加熱されることなる。この加熱のエネルギーによって、膜中からの水素分子の離脱が促進され、珪素分子同士の結合の割合が増加していく。そして、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成することができる。また、珪素の結晶化を助長する金属元素を利用することで、この結晶化の工程の再現性を高くすることができる。また、珪素の結晶化を助長する金属元素を利用することで、高い結晶性を得ることができる。

【００４２】

また、予め非晶質珪素膜に対して加熱処理を行い、膜中から水素を離脱させておくと、マイクロ波の照射による結晶化をより高い再現性でもって行うことができる。また、より高い結晶性を得ることができる。また、このマイクロ波の照射の後、さらに加熱やレーザー光の照射を行うことは、結晶性珪素膜を得る再現性（所定の膜質を得る安定性）を高める上で効果がある。

【００４３】

【実施例】

〔実施例１〕

本実施例は、ガラス基板上に結晶性珪素膜を形成する構成に関する。まずガラス基板上に下地膜として酸化珪素膜を成膜する。この酸化珪素膜は、ガラス基板中からの不純物の拡散を防止するために機能する。また、ガラス基板と半導体膜との間で生じる応力の緩和を行うために機能する。この酸化珪素膜は、プラズマＣＶＤ法やスパッタ法によって３０００Å程度の厚さに成膜すればよい。

【００４４】

次に非晶質珪素膜を成膜する。非晶質珪素膜は、プラズマＣＶＤ法または減圧熱ＣＶＤ法で成膜すればよい。非晶質珪素膜の厚さは、必要とする厚さとすればよいが、ここでは５００Åとする。

【００４５】

非晶質珪素膜を成膜したら、所定のニッケル濃度に濃度制御したニッケル酢酸円溶液をスピンコート法で塗布する。そして、２．４５ＧＨｚのマイクロ波を照射し、非晶質珪素膜を加熱する。

【００４６】

図１に非晶質珪素膜に対して、マイクロ波の照射を行うための装置の概要を示す。図１に示す装置は、発振器１０４で発生される2.45ＧＨz のマイクロ波（出力５ｋＷ）を基板ホルダー１０６上に配置された非晶質珪素膜が成膜されたガラス基板１０７に照射し、ガラス基板１０７上の非晶質珪素膜を結晶化させる装置である。

【００４７】

マイクロ波の照射による処理を行うには、まず真空チャンバー１０３内に基板１０７を配置する。基板１０７は、基板ホルダー１０６に配置される。基板ホルダー１０６は、調整棒１０８によって、前後させることができる。これは、チャンバー内に発生する定常波の状態によっては、基板の配置位置が重要になるからである。本実施例においては、マイクロ波の電界強度が最大となる領域に基板１０７を配置する。

【００４８】

基板１０７を配置したら、チャンバーを閉鎖し、窒素ガスによって、内部をパージする。そして排気ポンプ１０５を用いて、高真空状態とする。排気ポンプは、ターボ分子ポンプ等の高真空排気するものを用いることが望ましい。また、ターボ分子ポンプの種類によっては、常圧で使用すると、破壊するものがあるので、その場合は、ロータリポンプを併用すればよい。

【００４９】

ここでの高真空状態としては、マイクロ波によってプラズマが発生しない程度の真空度を有する状態とすることが必要である。

【００５０】

排気ポンプ１０５によって、チャンバー１０３内を高真空状態としたら、マイクロ波発振

器１０４より２．４５ＧＨｚのマイクロ波を発振させる。マイクロ波は、導波管１０２を介して、チャンバー１０３内に供給される。そして、マイクロ波は基板１０７上の非晶質珪素膜に照射され、膜の結晶化が行われる。

【００５１】

また、基板ホルダー１０６内には、ヒーターが内蔵されており、基板を所定の温度に加熱することができる。ここでは、基板を５５０℃の温度で加熱する。この温度は、ガラス基板を用いる場合、その歪点以下の温度のできるだけ高い温度を選択することが望ましい。一般的には、４００℃～ガラス基板の歪点以下の温度を選択すればよい。また基板としてガラス基板を利用しない場合は、その基板の耐熱性に鑑みて、この加熱温度の上限を決めればよい。

【００５２】

なお、一般に加熱に際する温度測定は、ガラス基板の裏側で行われるので、ガラス基板上の珪素膜の温度を正確に測定することは困難である。その場合、ガラス基板の裏側における温度を加熱の温度として利用してもよい。

【００５３】

非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射することによって、非晶質珪素膜の結晶化を行った後、基板を装置の外部に取り出し、結晶化の工程を終了させる。

【００５４】

〔実施例２〕

本実施例は、マイクロ波の照射によって結晶化された珪素膜に対して、加熱をさらに行う構成に関する。ここで加熱をさらに行うのは、結晶化の工程のマージンを得るためである。即ち、より高い再現性でもって、結晶性珪素膜を得るためである。

【００５５】

ここで行う加熱は、マイクロ波の照射による結晶化が終了した珪素膜に対して、４００℃～ガラス基板の歪点以下の温度で行うことが望ましい。一般的には、４００℃～６００℃の温度で、１～４時間程度の加熱処理を行えばよい。加熱の方法は、ヒータによる加熱や赤外線ランプの照射による方法を採用すればよい。

【００５６】

加熱を行うと、膜中の欠陥を減少させることができる。また、膜の結晶性を向上させることができる。一般的には、工程間のバラツキがなく、一定の膜質を有する結晶性珪素膜を得ることができる。

【００５７】

〔実施例３〕

本実施例は、マイクロ波の照射によって結晶化された珪素膜に対して、さらにレーザー光を照射することにより、結晶性の向上と、結晶化工程におけるマージンの向上を得る構成に関する。

【００５８】

一般に非晶質珪素膜に対してレーザー光を照射して、結晶性珪素膜を得る方法を採用した場合、前述したように、得られる結晶性珪素膜の膜質の均一性や工程結果のバラツキといった問題が生じる。

【００５９】

しかし、本実施例に示すように、一端結晶化した珪素膜に対して、さらにレーザー光の照射を行う場合、結晶性を向上させる作用が得られ、また高い再現性でもってその作用を得ることができる。

【００６０】

非晶質珪素膜にいきなりレーザー光を照射した場合は、非晶質状態から結晶状態への急激な相変化が生じてしまう。そして、この急激な相変化に起因して、得られる結晶状態の再現性が不安定になってしまう。

【００６１】

しかし、マイクロ波の照射による加熱によって一端結晶化した珪素膜に対してレーザー光

を照射した場合は、急激な相変化が起こらず、その効果を一定なものとすることができる。即ち、レーザー光の照射の効果の再現性を確保することができる。

【００６２】

また、レーザー光の照射の際、被照射面を加熱することは効果がある。この加熱温度は、４００℃～６００℃の温度で行うことが好ましい。これは、レーザー光の照射に際するエネルギーの衝撃を和らげ、明確な結晶粒界の形成や、膜表面の荒れを抑えることに効果がある。また膜中に欠陥が生じてしまうことを防ぐことができる。

【００６３】

〔実施例４〕

本実施例は、マイクロ波の照射による非晶質珪素膜の結晶化の後に、さらにレーザー光の照射による結晶化の向上を行い、さらに加熱によるアニールを加える構成に関する。レーザー光の照射は、珪素膜中に残存した非晶質成分を結晶化させ、膜の結晶性を向上させる効果を有する。また、加熱によるアニールは、膜の欠陥を減少させる効果を有している。

【００６４】

このような構成を採用すると、工程は増えるというデメリットはあるが、得られる結晶性珪素膜の膜質の再現性は非常に高いものとすることができる。

【００６５】

また、加熱の後にレーザー光の照射を行い、さらに加熱を行う構成としてもよい。またさらに、レーザー光の照射と加熱とを交互に複数回繰り返して行うのでもよい。このようにすると、得られる結晶性珪素膜の結晶性の再現性や電気的性質の再現性を高くすることができる。しかし、工程数が増えるので、生産性が低下するという欠点がある。

【００６６】

〔実施例５〕

本実施例は、本明細書に開示する発明を用いて作製された結晶性珪素膜を用いて、薄膜トランジスタを作製する例を示す。図２に本実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程を示す。まず、ガラス基板２０１上にスパッタ法により、下地膜として機能する酸化珪素膜２０２を３０００Åの厚さに成膜する。次にプラズマＣＶＤ法または減圧熱ＣＶＤ法により、非晶質珪素膜２０３を５００Åの厚さに成膜する。（図２（Ａ））

【００６７】

そして非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる。ここでは、所定の濃度に調整したニッケル酢酸塩溶液をスピナーを用いて塗布することによって、非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素が接して保持された状態とする。

【００６８】

次に非晶質珪素膜に対してマイクロ波の照射を行う。ここでは、図１に示す装置を用いて、非晶質珪素膜２０３に対してマイクロ波の照射を行い、非晶質珪素膜２０３を結晶性珪素膜に変成する。この時、５５０℃の温度に被形成面を加熱する。またマイクロ波の照射は、高真空中で行う。

【００６９】

なお、基板の位置は調整棒１０８（図１参照）を操作することによって調整し、基板の位置を電界強度が最大となる領域に調整する。

【００７０】

マイクロ波の照射により、非晶質珪素膜２０３を結晶化させた後、レーザー光の照射を行い、その結晶性を向上させる。ここでは、ＫｒＦエキシマレーザーを用いる。このレーザー光は、幅は５ｍｍ、長さが２０ｃｍの線状のビームに成形されており、そのエネルギー密度は３５０ｍＪ／ｃｍ^2 とする。また、このレーザー光の照射工程において、被形成面を５５０℃に加熱する。

【００７１】

こうして、非晶質珪素膜２０３を結晶性珪素膜に変成する。次に、パターニングを施すことにより、図２（Ｂ）に示すように薄膜トランジスタの活性層２０４を形成する。

【００７２】

次にゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜２０５を１０００Åの厚さにプラズマＣＶＤ法またはスパッタ法によって成膜する。さらにゲイト電極を構成するためのアルミニウムを主成分とする膜を６０００Åの厚さに成膜する。成膜方法は、スパッタ法または電子ビーム蒸着法を用いればよい。そしてパターニングを施すことにより、ゲイト電極２０６を形成する。さらに電解溶液中においてゲイト電極２０６を陽極として陽極酸化を行うことにより、ゲイト電極の周囲に陽極酸化物層２０７を形成する。陽極酸化物層の厚さは２０００Åとする。こうして、図２（Ｂ）に示す状態を得る。

【００７３】

次にソース／ドレイン領域を形成するための不純物イオンをイオン注入法またはプラズマドーピング法によって加速注入する。この工程においては、ゲイト電極２０６とその周囲の陽極酸化物層２０７がマスクとなることによって、２０８と２１１の領域に不純物イオンが注入される。ここでは、Ｎチャネル型の薄膜トランジスタを作製するためにＰ（リン）のイオンを注入する。また、２０９の領域は、陽極酸化物層２０７がマスクとなることによって、不純物イオンが注入されない。また、２１０の領域には、ゲイト電極２０６がマスクとなることによって、これも不純物イオンが注入されない。

【００７４】

不純物イオンの注入後、レーザー光の照射を行うことにより、注入された不純物イオンの活性化と不純物イオンが注入された領域のアニールとを行う。こうして、ソース領域２０８とドレイン領域２１１とが自己整合的に形成される。また、同時に２０９の領域はオフセットゲイト領域として、２１０の領域はチャネル形成領域として形成することができる。（図２（Ｃ））

【００７５】

次に層間絶縁膜として酸化珪素膜２１２を６０００Åの厚さに成膜する。この酸化珪素膜２１２はプラズマＣＶＤ法によって成膜を行う。次にコンタクトホールの形成を行い、ソース電極２１３とドレイン電極２１４との形成を行う。そして、さらに３５０℃の水素雰囲気中において１時間の加熱処理を施すことにより、図２（Ｄ）に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【００７６】

〔実施例６〕

本実施例の作製工程を図３に示す。本実施例が特徴とするのは、図２に示す薄膜トランジスタの作製工程において、非晶質珪素膜のパターニングを行った後にマイクロ波の照射による結晶化を行うことを特徴とする。即ち、活性層を構成するパターン（このパターンは非晶質でなる）を形成した後にマイクロの照射を行い、このパターンを結晶化させることを特徴とする。

【００７７】

なお本実施例に示す構成において、特に断らないかぎり、作製条件等は実施例４の場合と同じである。

【００７８】

まず図３（Ａ）に示すように、ガラス基板２０１上に下地膜として酸化珪素膜２０２を成膜する。次に非晶質珪素膜（図示せず）を酸化珪素膜２０２上に成膜する。そしてパターニングを行うことにより、薄膜トランジスタの活性層となる領域２０４を形成する。ここでは、この活性層となる領域は、非晶質の状態である。（図３（Ａ））

【００７９】

この状態において、所定の濃度に調整したニッケル酢酸塩溶液をスピンコート法によって塗布する。そして、図１に示す装置を用いてマイクロ波の照射をパターニングされた非晶質状態の珪素パターンに対して行う。このような構成とした場合、数十μｍ角以下の小さな領域に対して、マイクロ波の照射による結晶化が行われるので、より結晶性の高いものとすることができる。

【００８０】

こうして、図３（Ａ）に示す状態を得たら、図２（Ｂ）以下に示すのと同様な工程に従っ

て薄膜トランジスタを完成させる。即ち、図３（Ｂ）に示す工程は、図２（Ｂ）に示す工程と同じである。また、図３（Ｃ）に示す工程は、図２（Ｃ）に示す工程と同じである。また、図３（Ｄ）に示す工程は、図２（Ｄ）に示す工程と同じである。

【００８１】

本実施例に示す構成を採用した場合、活性層の側面の結晶性を向上させることができる。活性層の側面の結晶性を向上させることができると、活性層の側面におけるトラップ準位の密度を低下させることができる。活性層の側面に高密度でトラップ準位が存在すると、トランジスタのＯＦＦ動作時に活性層の側面のトラップ準位を経由したキャリアの移動に起因するＯＦＦ電流が問題となる。従って、本実施例に示すように、活性層の側面の結晶性を向上させ、そこにおけるトラップ準位の密度を下げることで、ＯＦＦ電流を低減させることができる。

【００８２】

〔実施例７〕

本実施例は、非晶質珪素膜上にマスクを設けてマイクロ波の照射を行う構成に関する。本実施例において、マスクを設けるのは、選択的にマイクロ波を照射し、選択的に結晶化を行うためである。

【００８３】

図４に示すのは、周辺駆動回路を内蔵したアクティブマトリクス型の液晶表示装置の概要でる。即ち、図４には、同一ガラス基板上に画素領域と画素領域に配置された薄膜トランジスタを駆動するための周辺駆動回路とを集積化した構成が示されている。なお、図４には、１枚のガラス基板が示されているが、液晶セルを構成する場合には、対向するガラス基板を用意し、そのガラス基板と図４に示すガラス基板との間に液晶を保持させる構成となる。

【００８４】

図４に示す構成においては、ガラス基板４０１上に数百×数百のマトリクス状に画素電極が配置された画素領域４０２、画素領域４０２に配置された薄膜トランジスタを駆動するための周辺駆動回路４０３、４０４が配置されている。周辺駆動回路と画素領域とは、配線パターン４０５及び４０６によって接続されている。

【００８５】

画素領域４０２を構成する画素の一つには、少なくとも一つの薄膜トランジスタが配置されている。また周辺駆動回路４０３、４０４は、シフトレジスタ回路、アナログバッファー回路等で構成されている。

【００８６】

図４に示すような構成においては、画素領域４０２に配置される薄膜トランジスタと、周辺駆動回路４０３や４０４に配置される薄膜トランジスタとでは、必要とされる特性が異なる。

【００８７】

画素領域４０２に配置される薄膜トランジスタは、大きな移動度は必要とされないが、低いＯＦＦ電流特性を有していることが必要とされる。なお、画素領域に配置される薄膜トランジスタを高い移動度を有する半導体膜で構成すると、光照射による誤動作や動作不良の原因となるので、必要以上に大きな移動度は不必要となる。

【００８８】

一方で、周辺駆動回路４０３や４０４に配置される薄膜トランジスタは、高速動作をさせ、しかも大電流を流す必要性があることから、高い移動度を有したものが必要とされる。

【００８９】

このように１枚のガラス基板上に特性の異なる薄膜トランジスタ群を作り分けることが必要とされる。

【００９０】

本実施例では、１枚のガラス基板上に上記のような異なる特性を有する薄膜トランジスタを形成するために、非晶質珪素膜に対してマイクロ波を選択的に照射することによって、

選択的に結晶性の異なる領域を形成する。以下に具体的な作製工程を示す。

【００９１】

まずガラス基板４０１上に下地膜として図示しない酸化珪素膜を成膜する。そして、薄膜トランジスタの活性層を構成するための出発膜となる非晶質珪素膜を成膜する。ここで、図４の４０７と４０８の領域のみにマイクロ波が当たるように金属性のマスクを配置する。そして、図１に示す装置を用いて、２．４５ＧＨｚのマイクロ波（出力５ｋＷ）を照射する。

【００９２】

マスクを配置した状態でマイクロ波を照射すると、４０７と４０８の領域のみマイクロ波は照射される。そして、この領域のみが結晶化される。一方、この状態においては、他の領域は非晶質のままの状態として残存している。

【００９３】

そして、マスクを外し、５５０℃の温度で２時間の加熱処理を施す。このような工程を経ることによって、周辺駆動回路４０４を構成する領域の珪素膜を結晶性珪素膜とし、同時に画素領域４０２の薄膜トランジスタを構成する珪素膜を非晶質珪素膜とすることができる。

【００９４】

そして、周辺駆動回路を高い移動度を有する結晶性珪素膜を用いた薄膜トランジスタで構成することができ、画素領域に配置される薄膜トランジスタを移動度は小さいが、ＯＦＦ電流も小さい非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタとすることができる。

【００９５】

〔実施例８〕

本実施例は、マイクロ波を選択的に減衰させることにより、選択的に強さの異なるマイクロ波を非晶質珪素膜に照射し、選択的に結晶性を異ならせることを特徴とする。

【００９６】

一般的に石英ガラスはマイクロ波をほとんど透過する。一方で非晶質珪素膜はマイクロ波を吸収する。従って、非晶質珪素膜の膜厚を適時選択することにより、マスクが設けられた領域においては、他の領域に比較して弱いパワーのマイクロ波を照射できることになる。

【００９７】

ここでは、図４に示す基板に対して、画素領域４０２の領域において、弱いマイクロ波が照射されるようにする。即ち、この４０２の領域に相当する領域に、薄い（例えばその厚さを５００Åとする）非晶質珪素膜を形成した石英ガラスを用意し、その石英ガラスをガラス基板４０１上に重ねる。そして、この状態でマイクロ波の照射を行う。

【００９８】

図５に上記選択的に非晶質珪素膜を形成した石英ガラスをマイクロ波が透過する様子を模式的に示す。図５において、５１が石英基板である。そして５２が石英基板上に形成された非晶質珪素膜である。この図５に示すのは、マイクロ波を部分的に減衰させるマスクである。

【００９９】

この石英基板をマイクロ波５３が透過すると、非晶質珪素膜５２において所定の割合でマイクロ波が吸収されるので、この領域を透過したマイクロ波５５のエネルギーは、他の領域のマイクロ波５４に比較して弱くすることができる。マイクロ波を減衰させる加減は、非晶質珪素膜５２の膜厚を制御することで実現することができる。

【０１００】

図４の４０２の領域に対応する領域に非晶質珪素膜を形成した石英ガラスで構成されたマスクを透過させてマイクロ波を照射することによって、画素領域４０２の領域に照射されるマイクロ波のパワーを他の領域に比較して弱くすることができる。従って、画素領域４０８の領域の結晶性を他の領域よりも低いものとすることができる。

【０１０１】

結晶性が悪いと、移動度が小さくなる。また、抵抗が高くなり、その分ＯＦＦ電流の値も小さなものとなる。また、結晶性が高ければ、移動度の高い珪素膜を得ることができる。

【０１０２】

このようにして、画素領域４０２に配置される薄膜トランジスタを移動度は小さいが、ＯＦＦ電流値の小さいものとして構成することができる。そして、周辺駆動回路４０３と４０４に配置される薄膜トランジスタを高移動度を有する薄膜トランジスタとすることができる。

【０１０３】

〔実施例９〕

図６に本実施例に示す装置を示す。図６に示す装置は、以下に示す工程を連続的に制御された雰囲気中で行うことを特徴とする。即ち、まず非晶質珪素膜が形成された基板（一般にガラス基板が利用される）に対して予備加熱を行う工程、その後にマイクロ波の照射による非晶質珪素膜の結晶化を行う工程、そしてさらに加熱のよる処理を行い、結晶性珪素膜を得る工程を連続的に制御された雰囲気（高真空状態も含まれる）で行うことを特徴とする。

【０１０４】

図６に示す装置は、基板を装置に出し入れするための基板の搬入搬出室５０１、基板上に形成された非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射する処理室５０２、基板上に形成された珪素膜を加熱するための加熱室５０３、基板を各室の間において搬送するための手段を有した基板搬送室５０５を備えている。

【０１０５】

図６におけるＡ－Ａ’で切った断面が図７である。また図６におけるＢ－Ｂ’で切った断面が図８である。各室は気密性が保たれる構造となっており、必要に応じて高真空状態とすることのできる構造となっている。また各室は共通の室である基板搬送室５０５と５０６、５０７、５０８で示されるゲイトバルブを介して接続されている。ゲイトバルブは十分に気密性を保つことのできる構造となっている。

【０１０６】

次に各室について詳細に説明する。５０１で示されるのは、基板を装置に出し入れする基板の搬入搬出室である。この室には、図８に示されるように基板５１１がカセット５１０に多数枚収納された状態で装置の外部から扉５１４を介してカセット毎搬入される。また、処理が終了した後、基板はカセット５１０毎装置の外部に扉５１４から外部に搬出される。

【０１０７】

基板の搬入搬出室５０１には、不活性気体等のパージ用の気体の導入系５１２と不要な気体の排気や室内を減圧または高真空状態とするための排気ポンプ５１３を備えている。ここでいうパージ用の気体とは、室内を一端洗浄な気体で満たすことによって、室内を洗浄な状態とするために利用される。

【０１０８】

図６と図７の５０２で示されるのが基板上に形成された非晶質珪素膜に対して、マイクロ波を照射するための処理室である。マイクロ波は、発振器５１６で発振され、導波管５１７を介して処理室５０２内に導入される。そして、このマイクロ波でもって、基板ステージ５１５上に配置した試料に対して結晶化処理が行われる。また、基板ステージ５１５の高さは調整することができる構造となっている。

【０１０９】

またこの処理室５０２には、図示しないガス導入系と排気ポンプ５０４を備えた排気系を有している。ガス導入系からはパージ用の不活性ガスやプラズマの立ちにくいガス（例えば空気）が供給される。

【０１１０】

図６及び図８に示す５０３で示される室は、珪素膜を加熱するための室（加熱室）である。珪素膜が形成された基板５１１は、多数枚が上下するステージ５１８上に収納される。

ステージ５１８上に収納された基板は、加熱室５０３において、加熱用のヒータ５２１によって加熱される。

【０１１１】

また加熱室５０３においてもパージ用の不活性気体の導入系５１９と加熱室内を高真空状態とすることのできる排気ポンプ５２０を備えている。

【０１１２】

５０５で示されるのは、基板搬送室であり、ロボットアーム５２２によって基板５１１を搬送（移送）する機能を有した室である。この室にもパージ用の不活性気体の導入系５２３と室内を高真空にするための排気ポンプ５２４を備えている。また、ロボットアーム５２２の基板を保持する手の部分には、ヒータが内蔵されており、搬送する基板の温度が変化しないように工夫されている。

【０１１３】

実際の動作に当たっては、基板（試料）を搬送する際に、搬送室５０５内を高真空状態とすることが重要である。

【０１１４】

以下に図６～８に示す装置の動作例を示す。まずカセット５１０には、処理すべきガラス基板５１１を多数収納する。そして高真空状態において、基板を１枚づつロボットアーム５２２で搬送し、加熱室５０３に搬入する。加熱室５０３では、５５０℃の温度で加熱が行われる。この加熱によって、膜中からの水素の離脱が促進され、結晶化のし易い状態とすることができる。加熱の雰囲気は高真空状態とすることが好ましい。また、高真空状態としないのであれば、不活性雰囲気とすることが好ましい。

【０１１５】

加熱室５０３内における加熱を所定時間（例えば１時間）行った後、基板をロボットアーム５２２によって取り出し、マイクロ波の照射が行われる室５０２に搬送する。この室５０２では、予め加熱処理が行われたガラス基板の上の非晶質珪素膜に対してマイクロ波の照射を行い、この膜を結晶化させる。なお、マイクロ波の照射は、高真空状態で行うことが好ましい。また高真空状態で行うことが困難な場合は、目視で発光が観察されない程度の状態になるように、マイクロ波の周波数や電力、さらには雰囲気を選択する必要がある。

【０１１６】

マイクロ波の照射による非晶質珪素膜の結晶化が終了したら、ロボットアームによって基板を加熱室５０３に搬送する。ここで、結晶化後の加熱処理が行われる。そして、所定の時間（例えば２時間）の処理が終了した後、基板を搬入搬出室５０１内のカセットに搬送する。こうして、一連の動作を終了させる。

【０１１７】

上記の動作例は、非晶質珪素膜に対する５５０℃、２時間の加熱、そしてマイクロ波の照射による結晶化、さらに結晶化された珪素膜に対する５５０℃、２時間の加熱アニールを制御された雰囲気（好ましくは高真空中）において行うものである。なお、基板の搬送に当たっては、そのつどゲイトバルブの開け閉めを行う。これは、加熱室５０３からの熱の影響や室５０２からのマイクロ波の影響が、他の室に及ぶことを防ぐためである。

【０１１８】

本実施例に示すような装置を用いると、連続的に処理を行うことができるので、生産性を高くすることができる。また、雰囲気を制御することで、高い再現性を得ることができる。

【０１１９】

【発明の効果】

非晶質珪素膜に対してマイクロ波を照射することにより、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成することができる。また、この技術にレーザー光の照射や加熱の工程を組み合わせることにより、高い再現性でもって結晶性珪素膜を得ることができる。

【０１２０】

また、マイクロ波の照射による非晶質珪素膜の結晶化は、珪素膜を選択的に加熱することができるので、基板としてガラス基板を利用した場合であっても、ガラス基板に熱ダメージを与えることなく、ガラス基板上に結晶性珪素膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　マイクロ波を照射する装置の概要を示す。

【図２】　薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【図３】　薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【図４】　アクティブマトリクス型の液晶表示装置を構成する基板の構成を示す。

【図５】　マイクロ波を部分的に減衰させるマスクの構成を示す。

【図６】　マイクロ波の照射を行う装置の概要を示す。

【図７】　マイクロ波の照射を行う装置の概要を示す。

【図８】　マイクロ波の照射を行う装置の概要を示す。

【図９】　マイクロ波の照射による結晶化の様子を示す。

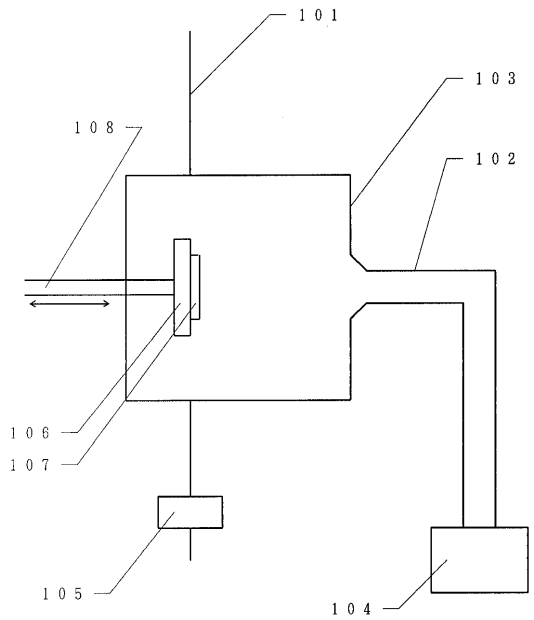
【図１０】マイクロ波の照射による結晶化の様子を示す。

【符号の説明】

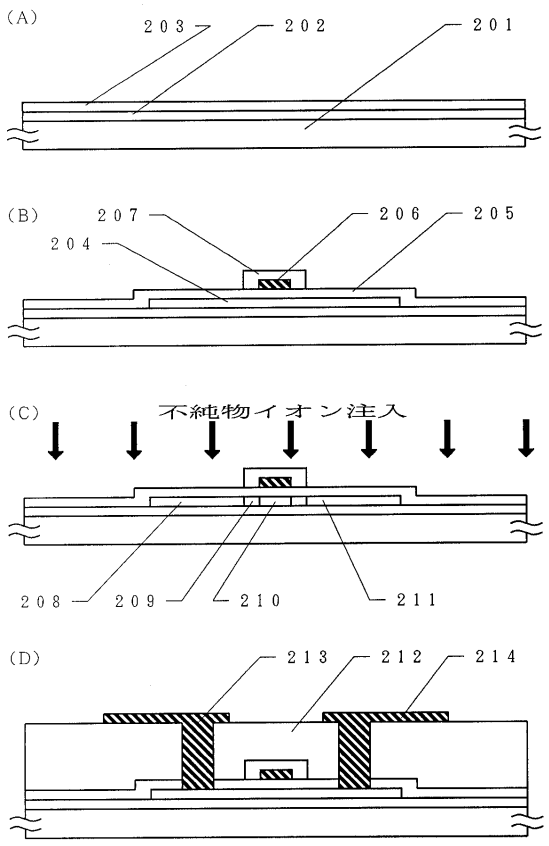
１０１	ガス供給系
１０２	導波管
１０３	チャンバー
１０４	マイクロ波発生器
１０５	排気ポンプ
１０６	基板ホルダー
１０７	基板（試料）
１０８	基板移動用の操作棒
２０１	ガラス基板
２０２	下地膜（酸化珪素膜）
２０３	非晶質珪素膜
２０４	活性層
２０５	ゲイト絶縁膜（酸化珪素膜）
２０６	ゲイト電極
２０７	陽極酸化膜
２０８	ソース領域
２０９	オフセットゲイト領域
２１０	チャネル形成領域
２１１	ドレイン領域
２１２	層間絶縁膜
２１３	ソース電極
２１４	ドレイン電極
４０１	ガラス基板
４０２	画素領域
４０３、４０４	周辺駆動回路
４０５、４０６	接続配線
５１	石英基板
５２	非晶質珪素膜
５３	マイクロ波
５０１	基板の搬入搬出室
５０２	マイクロ波を照射する処理室
５０３	加熱室
５０４	排気ポンプ
５０５	基板搬送室

５０６、５０７	ゲイトバルブ
５０８	ゲイトバルブ
５１０	カセット
５１１	基板
５１２	気体の導入系
５１３	排気ポンプ
５１４	扉
５１５	基板ステージ
５１６	マイクロ波の発振器
５１７	導波管
５１８	ステージ
５１９	気体の導入系
５２０	排気ポンプ
５２１	ヒータ
５２２	ロボットアーム
５２３	気体のの導入系
５２４	排気ポンプ

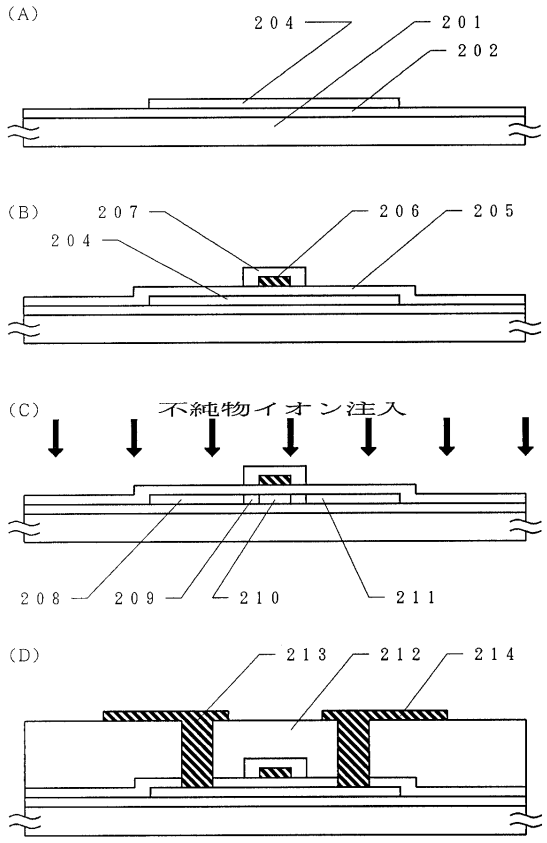
【図１】



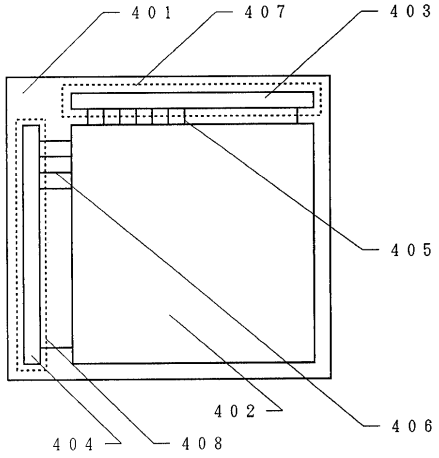
【図２】



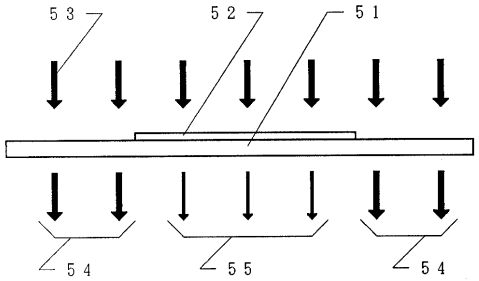
【図３】



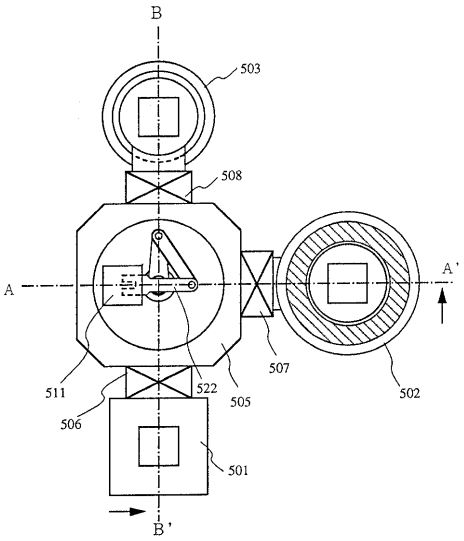
【図４】



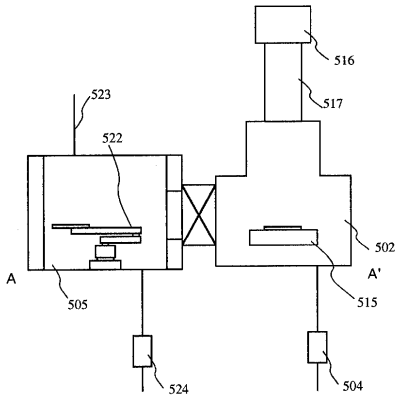
【図５】



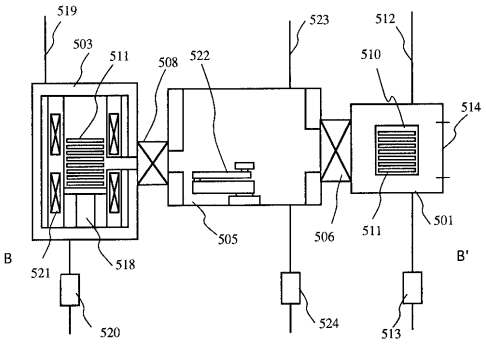
【図６】



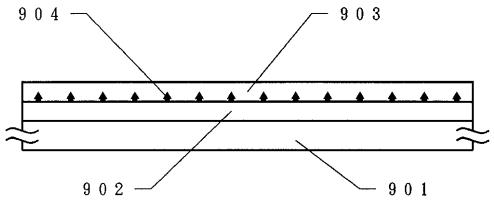
【図７】



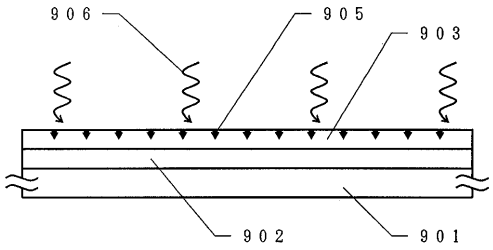
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－３１６４８３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０９９３２３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１３２２１９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０３５６２４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０４３４２５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０４３４１７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０３２４１８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１５２６１８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－１７８３１６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/20
H01L 21/336
H01L 29/786