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

特許第3734580号

(P3734580)

(45)発行日　平成18年1月11日(2006.1.11)　(24)登録日　平成17年10月28日(2005.10.28)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/20	(2006.01)	H01L	21/20	
H01L 21/268	(2006.01)	H01L	21/268	F
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	29/78	627G
H01L 21/336	(2006.01)			

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平8-305959
(22)出願日　平成8年10月30日(1996.10.30)
(65)公開番号　特開平10-135135
(43)公開日　平成10年5月22日(1998.5.22)
審査請求日　平成15年10月16日(2003.10.16)

(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　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
(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

審査官　綿引　隆

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】

膜厚が４０ｎｍ～５０ｎｍである非晶質珪素膜をプラズマＣＶＤ法で形成し、

前記非晶質珪素膜を空気中で加熱して前記非晶質珪素膜中の水素を離脱させ、

前記加熱によって前記非晶質珪素膜の表面に形成された酸化物を除去した後に、加熱しない室温において、表面が前記酸化物を除去した状態の非晶質珪素膜に対して、光学系により線状に成形された紫外領域の波長を有するパルス発振型のエキシマレーザー光を走査して照射することにより前記非晶質珪素膜を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】

請求項１において、前記酸化物の除去はフッ酸を含むエッチャントによって行い、前記非晶質珪素膜の表面をフッ素によってターミネイト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または２において、前記パルス発振型のエキシマレーザー光はエネルギー密度のゆらぎを有す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】

本明細書で開示する発明は、レーザー光の照射により、結晶化された結晶性珪素膜を利用

した薄膜トランジスタの作製方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体薄膜にレーザー光を照射することにより各種アニールを行う技術が知られている。例えば、ガラス基板上に薄膜トランジスタを作製する際に、まず非晶質珪素膜（アモファスシリコン膜）をガラス基板上にプラズマＣＶＤ法等で成膜し、それにパルス発振型で紫外光領域の発振を行うエキシマレーザー光を照射することにより、結晶性珪素膜を得る技術が知られている。
【０００３】
エキシマレーザーが利用されるのは、珪素膜のアニールに適するような照射エネルギー密度と波長が得られるからである。
【０００４】
しかし、通常のレーザー光は数ｍｍ角程度のスポット状のビーム形状であるので、数十ｃｍ角の大きさを有するガラス基板を利用した際等に生産性が問題となる。
【０００５】
この問題を解決するために、レーザー光を光学系により、長さ数十ｃｍの線状に加工し、この線状のレーザービーム（線状レーザーと称する）を走査することにより、大面積への対応を行う技術が知られている。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
上記線状レーザーを用いた方法により、薄膜トランジスタを作製した場合、以下のような問題が生じる。薄膜トランジスタを作製する場合、それが単体で作製されるのではなく、集積化したものとして作製される。
【０００７】
例えば、周辺駆動回路を一体化したアクティブマトリクス型の液晶表示装置に薄膜トランジスタを利用する場合、周辺駆動回路を構成するシフトレジスタやバッファー回路、さらにアナログスイッチ回路といった回路は、同じ回路パターンが繰り返されて配置されるものとなる。
【０００８】
このような構成を得るために線状のレーザー光を利用すると、得られた液晶ディスプレイの表示に細かい縞模様が観察される。この縞模様はその長手方向が直交した２種類に分類される。即ち、縦縞及び横縞として観察される。
【０００９】
なお、レーザー光の走査方向を９０°回転させても、やはり縦縞及び横縞は観察される。
【００１０】
この縞模様は、アニール後の珪素膜を観察した場合にも結晶性のむらとして認識することができる。
【００１１】
本発明者らの知見によれば、上記の縦縞及び横縞は、線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキ、及び走査方向におけるレーザーエネルギー密度のバラツキに関係する。
【００１２】
線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキは、発振器内部における放電開始箇所のバラツキに起因する。即ち、発振器から出るレーザー光の密度分布に偏りが生じ、それが光学系において拡大される結果として生じる。特に線状のレーザービームは、数ｃｍ角のスポットビームを光学系により、幅数ｍｍ、長さ数十ｃｍに成形するので、発振器内部における放電箇所の偏りは、大きく拡大されたものとなる。
【００１３】
上記線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキは、レーザー発振器内部における空間的な発振位置のバラツキによるものと理解することができる。

【００１４】
また、線状のレーザービームの走査方向おける照射エネルギー密度のバラツキは、発振器の安定性、即ち発振毎における照射エネルギー密度のバラツキに起因する。
【００１５】
これは、レーザー発振器の時間的な発振強度のバラツキによるものと理解することができる。
【００１６】
上記の時間的及び空間的なレーザー発振のバラツキは、レーザー発振器の構造や発振方法に起因するものである。本明細書で開示する発明は、以下の事項を前提とし、大面積へのアニール効果の不均一性を解決することを課題とする。
【００１７】
（１）パルス発振型のエキシマレーザーを利用する。
（２）光学系により成形した線状のレーザー光を利用する。
（３）レーザー発振器からのレーザー光が上述したようなエネルギー密度のゆらぎを有している。
【００１８】
【課題を解決するための手段】
本明細書で開示する発明は、非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜の表面に形成された不純物膜を除去する工程と、紫外領域の波長を有する線状のエキシマレーザー光を走査して照射することにより前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、を有することを特徴とする。
【００１９】
上記構成において、レーザー光の照射時に非晶質珪素膜の温度を室温または室温以下に冷却することを特徴とする。
【００２０】
また、非晶質珪素膜の膜厚を４０ｎｍ～８０ｎｍとすることを特徴とする。
【００２１】
不純物膜は、酸化物、窒化物、有機物から選ばれた少なくとも一つを含む膜として定義される。主に関係するのは酸化膜である。
【００２２】
不純物膜の除去は、特にＢＨＦやＨＦ等のフッ酸を含むエッチャントによって行いうと効果的である。これは、非晶質珪素膜の表面をフッ素によってターミネイトすることにより、レーザー照射前に非晶質珪素膜の表面に不純物膜が形成されないようにすることに効果がある。
【００２３】
【発明の実施の形態】
非晶質珪素膜の表面に形成された自然酸化膜に代表される不純物膜をエッチングで除去することにより、その後の線状レーザー光の照射時における結晶化をむらなく行わせることができる。
【００２４】
酸化膜を除去することにより、レーザー照射後の膜質が安定するのは、非晶質珪素膜と酸化珪素膜との熱伝導率の大きな違いに起因する。
【００２５】
厚さが１００ｎｍ以下であるような非晶質珪素膜は、膜中の不均一性が顕著に現れてしまう。当然、そのような非晶質珪素膜上に形成された酸化膜にも不均一性が現れる。
【００２６】
エキシマレーザー光には、そもそも時間的及び空間的にゆらぎが存在する。レーザー光が非晶質珪素膜に照射されると、そこから周囲に熱が瞬間的に伝導するのであるが、その伝導状態は、レーザー自体の照射エネルギー密度のバラツキと上記膜の不均一性を反映したものとなる。

【００２７】
線状のレーザーを利用した場合、熱伝導により結晶化した端部にこの不均一性が現れる。当然この端部は線状（筋状）なものとなる。エキシマレーザーを利用した場合、パルス発振により、次々とレーザー光が照射されるが、この時上記線状の領域は、レーザー発振の不均一性と非晶質珪素膜と酸化膜の不均一性とを反映したものとして現れる。
【００２８】
換言すれば、レーザー発振の不均一性と非晶質珪素膜と酸化膜の不均一性とが相乗して、さらに強調されたものとして現れる。
【００２９】
そして、これが縞模様状に結晶状態（膜質）が変化してしまうものとして観察される。
【００３０】
酸化珪素膜の熱伝導率は、非晶質珪素膜のそれに比較して、数パーセント以下である。従って、非晶質珪素膜の表面に酸化膜が存在すると、上記の不均一性がさらに助長されたものとなる。
【００３１】
このことは、酸化膜以外の有機膜や窒化膜についてもいえることである。
【００３２】
また、レーザー照射時の加熱も上記の不均一性（熱伝導の不均一性）をさらに助長するものとなる。
【００３３】
また、膜厚が４０ｎｍ以下というように薄くなる場合も上記の膜質の不均一性が顕在化する。
【００３４】
【実施例】
〔実施例１〕図１にレーザーアニールにより、結晶性珪素膜を得る工程の概略を示す。まず、ガラス基板１０１上にプラズマＣＶＤ法または減圧熱ＣＶＤ法により、非晶質珪素膜１０２を５０ｎｍの厚さに成膜する。
【００３５】
非晶質珪素膜１０２の成膜後、膜の表面には不純物膜１０３が不可避に形成される。これは、成膜装置から試料の取り出しや搬送時に不可避に形成されてしまう。この不純物膜は、酸化膜（自然酸化膜）が主であり、その他有機膜、さらには窒化膜でもって構成される。（実際には、それらが混合した膜が形成される）
【００３６】
こうして図１（Ａ）に示す状態を得る。次にＢＨＦ（バッファードフッ酸）またはＨＦ（フッ酸）を用いて、非晶質珪素膜１０２表面に形成された不純物膜をエッチングする。このエッチングは、ドライエッチング法を利用して行うのでもよい。
【００３７】
このエッチチング後には、膜の表面はフッ素及び水素でターミネイトされ、数時間は自然酸化膜や有機膜が形成されることが防がれる。
【００３８】
上記のエッチング後にレーザー光の照射を行うことにより、非晶質珪素膜を結晶化させる。レーザー光としては、ＫｒＦエキシマレーザ、ＸｅＣｌエキシマレーザー等の紫外領域の発振を行うエキシマレーザーを用いる。
【００３９】
またその照射方法は、光学系により、幅数ｍｍ、長さ数十ｃｍの線状にビーム加工したものを、その幅方向に走査しながら照射するものとする。こうすることで、大面積への対応を行うことができる。
【００４０】
図３に非晶質珪素膜の表面に形成されている酸化膜を除去した場合としない場合とにおけるレーザー照射後の膜の見かけ上の屈折率とレーザー照射時の照射エネルギー密度との関

係を示す。
【００４１】
屈折率は、エリプソメトリで計測し、エネルギー照射密度は、照射されたレーザー光の一部を外部に取り出し、それをディテクターで計測した値から求めたものである。これらの計測値は、絶対的なものではなく、相対的なものである。
【００４２】
またレーザー光は、線状にビーム加工されたＫｒＦエキシマレーザー（波長２４８ｎｍ）を利用したものである。
【００４３】
利用した試料は、プラズマＣＶＤ法で成膜した厚さ５０ｎｍの非晶質珪素膜を空気中において４５０℃の温度で１時間加熱し、膜中の水素を離脱させたものを用いた。
【００４４】
酸化膜は、上記水素出しの加熱処理中に形成されたものである。また、その膜厚は数ｎｍ程度である。
【００４５】
また、酸化膜の除去の方法は、バッファードフッ酸によるウェットエッチングによるものである。
【００４６】
屈折率が、その値が小さい程、膜表面の荒れが大きく、またその結晶性が優れていることを示している。
【００４７】
なお、この膜表面荒れと結晶性との関係は、一見矛盾しているようであるが、レーザー光の照射によって得られた結晶性珪素膜においては、一般的に膜表面の荒れが大きい方が膜の結晶性が高いというデータが得られている。
【００４８】
図３から明らかなように、レーザー光の照射エネルギー密度の変化に対しての屈折率の変化、即ちレーザー光の照射エネルギー密度の変化に対しての結晶性と表面の荒れの程度は、酸化膜を除去した試料の場合の方が小さい。
【００４９】
これは、酸化膜を除去した試料においては、そうでない試料に比較して、照射エネルギー密度のバラツキに対して、膜質の変化が小さいことを示している。即ち、不可避に発生してしまうエネルギー密度のゆらぎに対して、得られる膜質（換言すればアニール効果）の変化が小さいことを示している。
【００５０】
図４に示すには、出発膜である非晶質珪素膜の膜厚と、得られた結晶性珪素膜のラマン強度変動の関係を示したものである。なお利用した試料の作製条件は、図３に示すデータを得たものと同じである。
【００５１】
図４から明らかなように、出発膜の膜厚が４０ｎｍ以上であれば、得られる結晶性珪素膜のラマン強度、即ち得られる結晶性珪素膜の結晶性はそれ程変動しないことがわかる。
【００５２】
図５に示すのは、レーザー光の照射時における温度（基板加熱温度）と得られた結晶性珪素膜のラマン強度との関係を示すものである。なお利用した試料の作製条件は、図３に示すデータを得たものと同じである。
【００５３】
図５から明らかなように、加熱をする程、得られる膜のラマン強度（結晶性を反映したものと解釈される）の変動は大きくなる。特に、試料である非晶質珪素膜の膜厚が３０ｎｍの場合は、膜厚が５０ｎｍの場合に比較してこの傾向が極めて顕著になる。
【００５４】
即ち、図５からは、レーザー光を照射する対象となる非晶質珪素膜の膜厚は、３０ｎｍよ

り５０ｎｍの方が良く、また加熱は行わず２５℃（室温）でレーザー光の照射を行うことが良い、という結論が得られる。

【００５５】

また、図６に非晶質珪素膜に対するレーザー光の照射時における酸化膜の有無、さらに加熱の有無における得られた結晶性珪素膜の表面を写した写真を示す。

【００５６】

図６（Ａ）は、酸化膜の除去を行わず、室温でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。この写真は、ランプからの光を膜の表面に反射させて、膜質のムラが現れやすいようにして、写真撮影を行ったものである。

【００５７】

図６（Ｂ）は、酸化膜の除去を行い、４００℃の加熱状態でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。

【００５８】

図６（Ｃ）は、酸化膜の除去を行い、室温でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。

【００５９】

（Ａ）～（Ｃ）の写真を見れば判るように、酸化膜の除去を行うことにより、縞状のムラ（これは結晶性の不均一性を反映したものと考えられる）が少なくすることができる。さらにレーザー照射時に加熱を行わないことで、縞状のムラをより少なくすることができる。

【００６０】

以上、図３～図６に示すデータより、レーザー光の照射エネルギー密度の変動に対しての影響を抑制するためめの対策して以下の事項が導かれる。

【００６１】

（１）非晶質珪素膜表面の酸化膜を徹底して除去してから、レーザー光の照射を行う。

（２）非晶質珪素膜表面の膜厚は、４０ｎｍ以上とする。また、紫外領域の光の吸収状態を考慮すると、その膜厚の上限は１００ｎｍ以下、好ましくは８０ｎｍ以下とする。

（３）レーザー光の照射時には、試料を加熱しない。さらには冷却する。

【００６２】

上記の要素を少なくとも一つ満たすことにより、照射エネルギー密度の変動に対して得られる膜質の変化を小さいものとすることができる。

【００６３】

上記（１）～（３）の要素は、できるだけ多くの満足することが好ましい。従って、できることなら上記（１）～（３）に要素を全て満足することがより好ましい。

【００６４】

なお上記（２）に膜厚の条件を１００ｎｍとするのは、それ以上の膜厚になると、レーザーの吸収が膜表面付近に集中し、厚さ方向における結晶性の違いが顕在化するからである。またレーザー光の照射による結晶化をより効果的に行うには、その膜厚を８０ｎｍ以下とすることがより好ましい。

【００６５】

また冷却の温度は、室温以下～－２０℃程度が適当である。

〔実施例２〕本実施例では、周辺駆動回路一体型のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の作製工程を示す。

【００６６】

図２に作製工程を示す。まずガラス基板（または石英基板）５０１上に図示しない下地膜を成膜する。ここでは、図示しない下地膜としてスパッタ法により、酸化珪素膜を３００ｎｍの厚さに成膜する。

【００６７】

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５０２を５０ｎｍの厚さに成膜する。こうして図２（Ａ）に示す状態を得る。

【００６８】
次に実施例１に示した様にして、表面の不純物層を除去する。そしてＫｒＦエキシマレーザー光の照射を行い、非晶質珪素膜５０２を結晶化させ、結晶性珪素膜を得る。結晶性珪素膜を得たら、それをパターニングすることにより、図２（Ｂ）の５１、５２、５３で示される薄膜トランジスタの活性層を形成する。
【００６９】
ここで、５１がＰＴＦＴの活性層であり、５２がＮＴＦＴの活性層である。この２つのＴＦＴでもって、周辺駆動回路を構成するＣＭＯＳが構成される。また、５３が画素に配置されるＮＴＦＴの活性層である。
【００７０】
ゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜５０３をプラズマＣＶＤ法により、１００ｎｍの厚さに成膜する。さらに図示しないアルミニウム膜をスパッタ法により４００ｎｍの厚さに成膜し、それをパターニングすることにより、ゲイト電極５０４、５０５、５０６を形成する。
【００７１】
次に得られたゲイト電極のパターンを陽極とした陽極酸化を行うことにより、陽極酸化膜５０７、５０８、５０９を１００ｎｍの厚さに形成する。陽極酸化膜は、ゲイト電極を電気的及び物理的に保護する機能を有している。こうして図２（Ｂ）に示す状態を得る。
【００７２】
ここでは、低抵抗を有するアルミニウムを材料として、ゲイト電極を構成する例を示すが、他の導電性材料を利用するのでもよい。
【００７３】
次に図２（Ｂ）に示す状態において、導電型を付与するための不純物元素のドーピングを行う。ここでは、まずＰＴＦＴを構成する活性層に対して、選択的にＢ（ボロン）のドーピングをプラズマドーピング法でもって行い、次にＮＴＦＴを構成する活性層に対して、選択的にＰ（リン）のドーピングをプラズマドーピング法でもって行う。
【００７４】
こうして、周辺駆動回路を構成するＰＴＦＴのソース領域５０７、チャネル領域５０８、ドレイン領域５０９が自己整合的に形成される。また、周辺駆動回路を構成するＮＴＦＴのソース領域５１２、チャネル領域５１１、ドレイン領域５１０を自己整合的に形成される。また、画素マトリクスに配置されるＮＴＦＴのソース領域５１３、チャネル領域５１４、ドレイン領域５１５が自己整合的に形成される。こうして図２（Ｃ）に示す状態を得る。
【００７５】
なお、本実施例においては、陽極酸化膜５０７、５０８、５０９が存在する関係で、その厚さの分でオフセットゲイト領域がチャネルとソース／ドレイン領域の間に形成される。しかし、その寸法は１００ｎｍ（実際はプラズマドーピング時における注入イオンの回り込みにより、さらに小さくなると考えられる）程度であるので、ここではその存在は無視する。なお、陽極酸化膜の膜厚を２００ｎｍ程度以上といように厚くした場合には、オフセットゲイト領域の効果が顕在化する。
【００７６】
次に第１の層間絶縁膜として、２００ｎｍ厚の窒化珪素膜５１６とポリイミド樹脂でなる膜５１７を積層する。ここでは、窒化珪素膜をプラズマＣＶＤ法により成膜し、ポリイミド樹脂でなる膜をスピンコート法でもって成膜する。
【００７７】
そしてコンタクトホールの形成を行い、周辺駆動回路のＰＴＦＴのソース電極５１８、ＮＴＦＴのソース電極５２０、両ＴＦＴに共通のドレイン電極５１９を形成する。これで、ＰＴＦＴとＮＴＦＴとが相補型に構成されたＣＭＯＳが得られる。
【００７８】
さらに、画素マトリクスに配置されるＮＴＦＴのソース電極５２１とドレイン電極５２２

とを形成する。ここで、ソース電極５２１は、ゲイト配線と共に画素マトリクス領域において格子状に配置されたソース配線から延在したものとして形成される。こうして図２（Ｄ）に示す状態を得る。

【００７９】

次に第２の層間絶縁膜として、ポリイミド樹脂でなる絶縁膜５２３をスピンコート法でもって成膜する。そしてコンタクトホールの形成を行い、ＩＴＯでもって画素電極５２４を形成する。

【００８０】

こうして図２（Ｅ）に示す周辺駆動回路とアクティブマトクス回路とを同一ガラス基板上に集積化したアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイを構成する片方の基板が完成する。

【００８１】

なお、液晶ディスプレイを構成するには、さらに配向膜の形成、配向処理等が必要とされる。

【００８２】

〔実施例３〕本実施例では、ボトムゲイト型の薄膜トランジスタの作製工程を示す。まず図７（Ａ）に示すようにガラス基板上にゲイト電極７０２を形成する。そして、ゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜７０３を成膜し、さらに非晶質珪素膜７０４を成膜する。

【００８３】

非晶質珪素膜の成膜後、その表面には、７０５で示される不純物膜が不可避に形成される。こうして図７（Ａ）に示す状態を得る。

【００８４】

次にエッチングにより不純物膜７０５を除去し、さらにレーザー光の照射を行うことにより、非晶質珪素膜７０４を結晶化させ、結晶性珪素膜７０６を得る。

【００８５】

こうして図７（Ｂ）に示す状態を得る。図７（Ｃ）に示すように次にレジストマスク７０７を基板裏面からの露光により形成する。そして、ソース／ドレイン領域を形成するための不純物のドーピングをレジストマスク７０７を用いて行い、ソース領域７０８、ドレイン領域７１０を形成する。またこの際、チャネル領域７０９が画定する。

【００８６】

ドーピングの終了後、レジストマスクを除去し、再度のレーザー光の照射を行う。この工程でドーパントの活性化とドーピング時の損傷のアニールとが行われる。

【００８７】

次に図７（Ｄ）に示すように、層間絶縁膜として窒化珪素膜７１０を成膜し、さらにポリイミド樹脂でなる層間絶縁膜７１１を形成する。そしてコンタクトホールの形成を行い、ソース電極７１２とドレイン電極７１３を形成する。こうしてガラス基板上にボトムゲイト型の薄膜トランジスタが完成する。

【００８８】

図８に図７（Ｃ）に示すものとは異なるドーピング方法を示す。（Ａ）に示すのは、ドーピント元素を含んだ薄い膜８０１を成膜し、その後に基板上または基板裏面側からレーザー光の照射を行う方法である。この方法を採用した場合、膜が瞬間的に溶融し、そこからドーパント元素がソース／ドレイン領域となるべき領域に拡散する。こうして、一導電型を有するソース／ドレイン領域が形成される。

【００８９】

（Ｂ）に示すには、ドーパント元素を含んだ雰囲気中においてレーザー光を基板表面また裏面から行うことにより、ドーピングを行う方法である。図には、Ｐ（リン）が含まれた雰囲気を利用した場合の例が模式的に示されている。

【００９０】

【発明の効果】

本明細書で開示する発明を利用することにより、大面積へのアニール効果の不均一性を解

決して、薄膜トランジスタでなる回路を均一性よく形成することができる。そして、表示ムラのないアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　レーザーアニールにより結晶性珪素膜を得る工程を示す図。

【図２】　周辺駆動回路一体型のアクティブマトリクス型の液晶表示装置のＴＦＴ部分の作製工程を示す図。レーザー照射システムの概略を示す図。

【図３】　非晶質珪素膜表面の酸化膜がレーザー結晶化時に与える影響を示す図。

【図４】　レーザーアニール後のラマン強度と非晶質珪素膜の膜厚の関係を示す図。

【図５】　レーザー照射時の試料の温度とラマン強度との関係を示す図。

【図６】　レーザー照射後の結晶性珪素薄膜の表面の状態を示す写真。

【図７】　薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図８】　ドーピング手段を示す図。

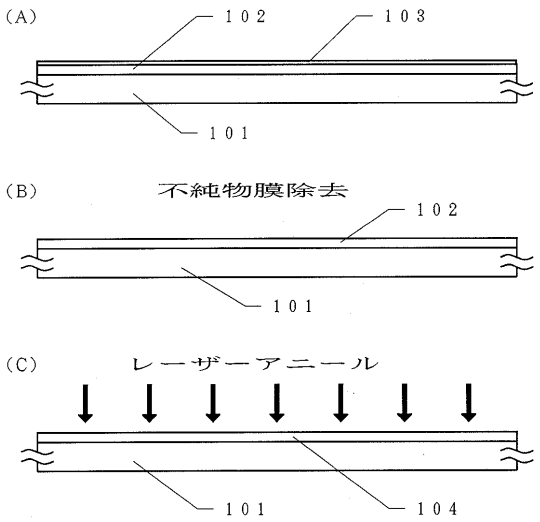
【符号の説明】

１０１　　ガラス基板

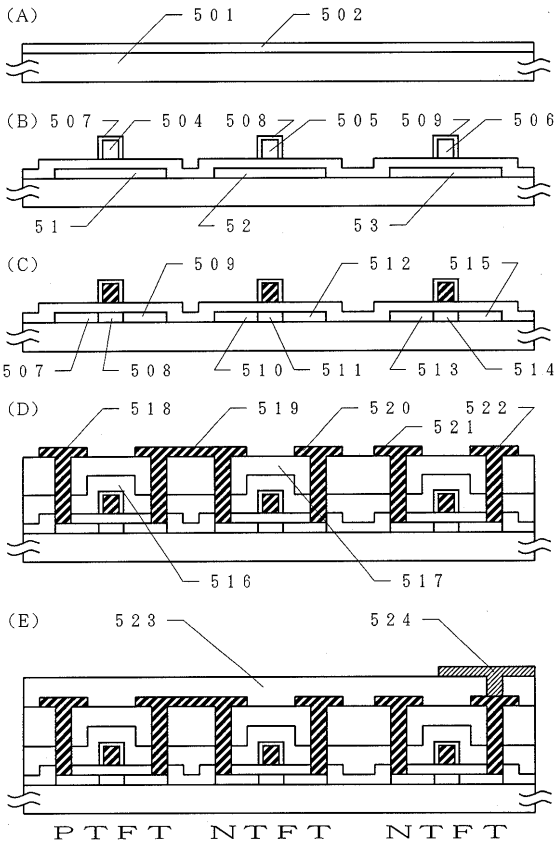
１０２　　非晶質珪素膜

１０３　　自然酸化膜を主とする不純物膜

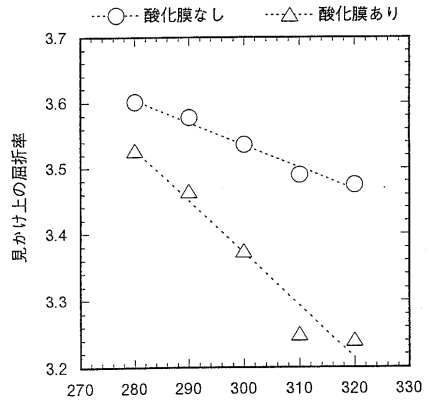
【図１】



【図２】

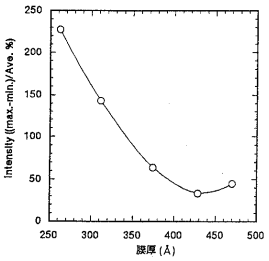


【図３】

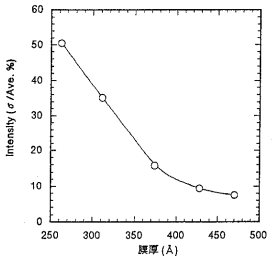


極薄酸化膜がレーザ結晶化に与える影響

【図４】

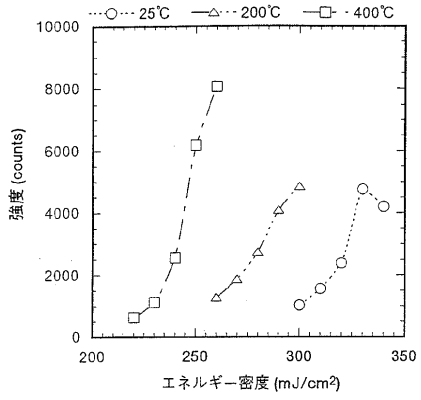


ラマン強度変動のa-Si膜厚依存性
(max.-min./Ave.)

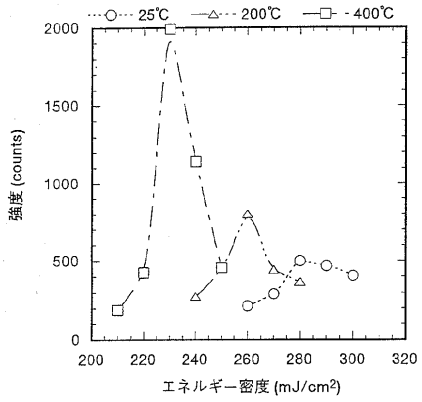


ラマン強度変動のa-Si膜厚依存性
(σ/Ave.)

【図５】



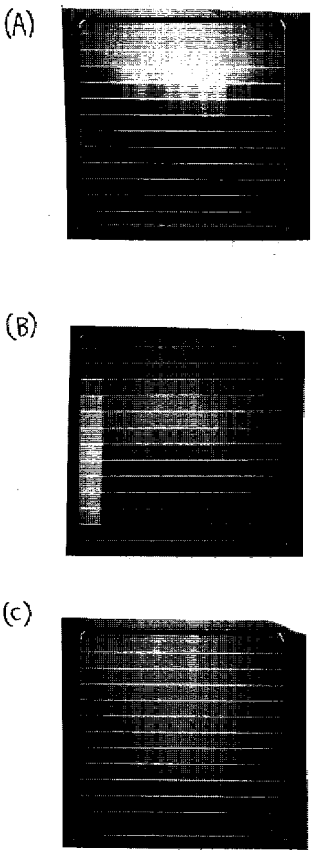
ラマン強度の温度依存(500Å)



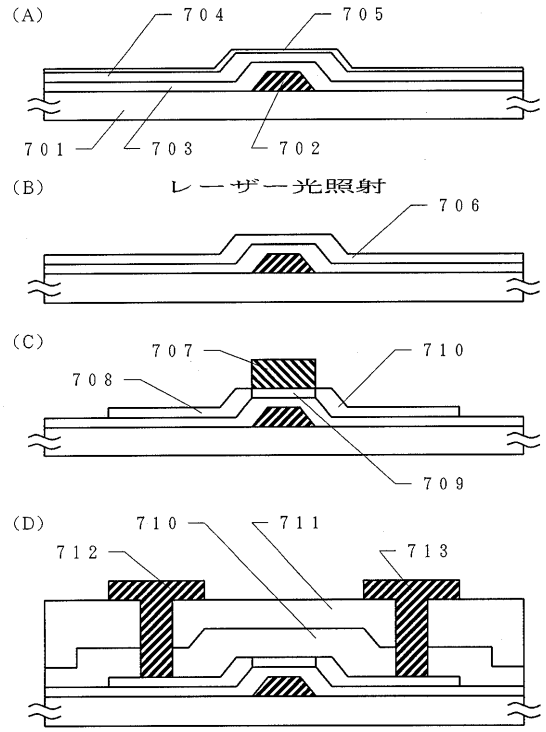
ラマン強度の温度依存(300Å)

【図６】

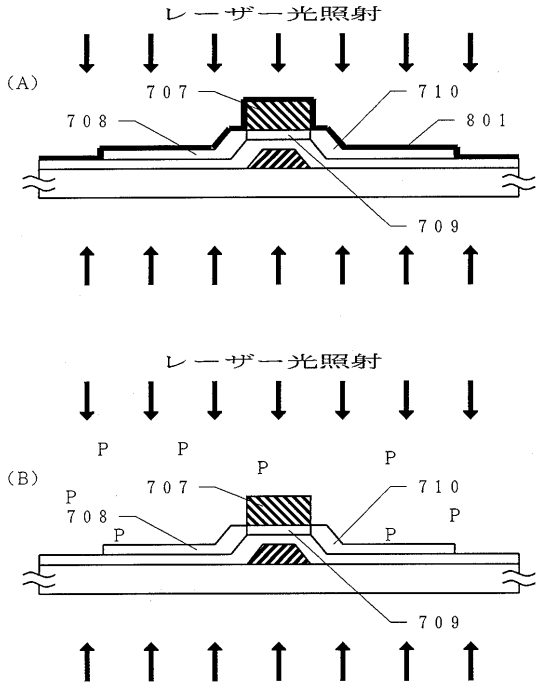
図面代用写真



【図７】


(A)
704
705
701
703
702
(B)
レーザー光照射
706
(C)
707
710
708
709
(D)
710
711
712
713

【図８】


レーザー光照射
(A)
707
710
708
801
709
レーザー光照射
(B)
P
707
710
708
709

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－２６４４３８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９５／０３４９１６（WO，Ａ１）
特開平０８－０２３１０５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/20
H01L 21/268
H01L 21/336
H01L 29/786