(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3874825号
(P3874825)
(45)発行日　平成19年1月31日(2007.1.31)　(24)登録日　平成18年11月2日(2006.11.2)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/336	(2006.01)	H01L	29/78	627G
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	29/78	612B
G02F 1/1368	(2006.01)	G02F	1/1368	
H01L 21/20	(2006.01)	H01L	21/20	
H01L 21/02	(2006.01)	H01L	27/12	R

請求項の数 19　(全 14 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平7-293485
(22)出願日　平成7年10月17日(1995.10.17)
(65)公開番号　特開平8-213636
(43)公開日　平成8年8月20日(1996.8.20)
審査請求日　平成14年10月2日(2002.10.2)
(31)優先権主張番号　特願平6-281408
(32)優先日　平成6年10月20日(1994.10.20)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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　大谷　久
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　棚田　一也

(56)参考文献　特開平０６－２６７９８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２６８２１２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２８９９２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２７３０２７（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体装置及び電気光学装置の作製方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

非晶質珪素膜を形成し、

前記非晶質珪素膜上の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜の少なくとも一部と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜の少なくとも一部にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜の少なくとも一部をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜の少なくとも一部を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、

前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項２】

非晶質珪素膜を形成し、

前記非晶質珪素膜上の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

４５０℃～６００℃の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ

、当該領域に結晶性珪素膜を形成し、
前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、
前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項３】
ガラス基板上に非晶質珪素膜を形成し、
前記非晶質珪素膜上の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、
４５０℃以上ガラス基板の歪点以下の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に結晶性珪素膜を形成し、
前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜とにレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、
前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項４】
ガラス基板上に非晶質珪素膜を形成し、
前記非晶質珪素膜上の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、
前記非晶質珪素膜の結晶化温度以上ガラス基板の歪点以下の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に第１の結晶性珪素膜を形成し、前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域に第２の結晶性珪素膜を形成し、
前記第１の結晶性珪素膜と前記第２の結晶性珪素膜にレーザー光を照射して、前記第１の結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第３の結晶性珪素膜を形成し、前記第２の結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第４の結晶性珪素膜を形成し、
前記第３の結晶性珪素膜の結晶性は前記第４の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。
【請求項５】
非晶質珪素膜を形成し、
前記非晶質珪素膜上の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、
加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に結晶性珪素膜を形成し、
前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、
前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高い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のいずれか一項において、前記透光性を有する薄膜として酸化珪素膜が用いられ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５のいずれか一項において、前記透光性を有する薄膜としてレーザー光を透過する薄膜が用いられ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５のいずれか一項において、前記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から選ばれた一種または複数種類の元素が用いられてい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５のいずれか一項において、前記結晶化を助長する金属元素は前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に1×10^{16} ｃｍ$^{-3}$～5×10^{19} ｃｍ$^{-3}$の濃度で導入され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５のいずれか一項において、前記金属元素を含んだ前記透光性を有する薄膜を形成する前に前記非晶質珪素膜上に前記金属元素の拡散を抑えるバリア膜を形成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１０において、前記金属元素の拡散を抑えるバリア膜として酸化膜が用いられることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項１２】

画素領域と周辺回路領域とを有する電気光学装置の作製方法であって、

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記周辺回路領域となる少なくとも一部の領域の前記非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に第１の結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、

前記第１の結晶性珪素膜及び前記第２の結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを形成し、

前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１３】

画素領域と周辺回路領域とを有する電気光学装置の作製方法であって、

絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記周辺回路領域となる領域の前記非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

４５０℃～６００℃の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ当該領域に結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、

前記第１の結晶性珪素膜及び前記第２の結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを形成し、

前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１４】

画素領域と周辺回路領域とを有する電気光学装置の作製方法であって、

ガラス基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記周辺回路領域となる領域の前記非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

４５０℃以上ガラス基板の歪点以下の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄

膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に結晶性珪素膜を形成し、

前記結晶性珪素膜と前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の前記非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、前記結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第１の結晶性珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させ第２の結晶性珪素膜を形成し、

前記第１の結晶性珪素膜及び前記第２の結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを形成し、

前記第１の結晶性珪素膜の結晶性は前記第２の結晶性珪素膜より高いことを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１５】

画素領域と周辺回路領域とを有する電気光学装置の作製方法であって、

ガラス基板上に非晶質珪素膜を形成し、

前記周辺回路領域となる領域の前記非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、

前記非晶質珪素膜の結晶化温度以上ガラス基板の歪点以下の温度で加熱処理を施して、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に前記金属元素を拡散させて、当該非晶質珪素膜を結晶化させ、当該領域に第１の結晶性珪素膜を形成し、前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域に第２の結晶性珪素膜を形成し、

前記第１の結晶性珪素膜と前記第２の結晶性珪素膜にレーザー光を照射して、前記第１の結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第３の結晶性珪素膜を形成し、前記第２の結晶性珪素膜をさらに結晶化させ第４の結晶性珪素膜を形成し、

前記第３の結晶性珪素膜及び前記第４の結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを形成し、

前記第３の結晶性珪素膜の結晶性は前記第４の結晶性珪素膜の結晶性より高いことを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１６】

請求項１２乃至請求項１５のいずれか一項において、前記透光性を有する薄膜として酸化珪素膜が用いられることを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１７】

請求項１２乃至請求項１５のいずれか一項において、前記透光性を有する薄膜としてレーザー光を透過する薄膜が用いられることを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１８】

請求項１２乃至請求項１５のいずれか一項において、前記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から選ばれた一種または複数種類の元素が用いられていることを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【請求項１９】

請求項１２乃至請求項１５のいずれか一項において、前記結晶化を助長する金属元素は前記透光性を有する薄膜が形成された領域の前記非晶質珪素膜中に1×10^{16} ｃｍ$^{-3}$～5×10^{19} ｃｍ$^{-3}$の濃度で導入されることを特徴とする電気光学装置の作製方法。

【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、液晶ディスプレーに代表される電気光学装置の作製方法に関する。また、液晶ディスプレーの構成に利用できる半導体装置の作製方法に関する。また、選択的に特性の異なる薄膜装置を形成する方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年薄膜トランジスタを利用した液晶ディスプレーが知られている。これはアクティブマトリクス型と呼ばれるもので、マトリクス状に配置された画素のそれぞれに薄膜トランジスタを配置し、これらの薄膜トランジスタで各画素の画素電極に保持される電荷の蓄積・

放電を制御するものである。アクティブマトリクス型の液晶表示装置は、微細で高速動画を表示することができるので、今後のディスプレイの主力となるものと期待されている。

【０００３】

またアクティブマトリクス型の液晶表示装置において、画素領域に配置される薄膜トランジスタと、画素を駆動するための周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタとを同一基板上に形成する構成が知られている。このような構成を採用することにより、１枚の基板上に画素領域と周辺駆動回路とを薄膜集積回路として集積化できるので、軽量化や薄膜化を著しく推進することができる。

【０００４】

一般に画素領域に配置される薄膜トランジスタと、周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタとでは要求される特性が異なる。画素領域に配置される薄膜トランジスタはＯＦＦ電流（リーク電流ともいう）が小さいことが要求される。薄膜トランジスタのＯＦＦ電流とは、薄膜トランジスタがＯＦＦの状態において、ソース／ドレイン間を流れてしまう電流のことである。このＯＦＦ電流が大きいと、画素電極に保持しなければならない電荷が、薄膜トランジスタがＯＦＦであるにもかかわらずＯＦＦ電流として流失し、必要とする時間で画像表示を行えない状態となってしまう。

【０００５】

他方、周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタは大きなＯＮ電流を流すことができ、しかも高速動作を行わすことができる特性が要求される。即ち、大きな移動度を有することが要求される。一方で、画素領域に配置される薄膜トランジスタにはそれほどの高速動作は要求されないため、高移動度を有する必要はない。

【０００６】

このように画素領域に配置される薄膜トランジスタと、周辺駆動回路の領域に配置される薄膜トランジスタとは、それぞれ異なる特性が要求される。従って、同一基板上に画素領域に配置される薄膜トランジスタと、周辺駆動回路の領域に配置される薄膜トランジスタとを集積化する場合は、作製工程を工夫して必要とする領域に、必要とする特性を有する薄膜トランジスタを選択的に形成する必要がある。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

本明細書で開示する発明は、同一基板上に異なる特性を有する薄膜トランジスタを作り分ける技術を提供することを目的とする。特に、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の作製方法において、同一基板上に画素領域に配置される薄膜トランジスタと周辺駆動回路を構成するための薄膜トランジスタとを作り分ける技術を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本明細書で開示する主要な発明は、

非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成する工程と、

加熱処理を施し前記酸化珪素膜が形成された領域の非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

レーザー光を照射する工程と、

を有することを特徴とする。

【０００９】

上記構成において、非晶質珪素膜としては、絶縁表面を有する基板上にプラズマＣＶＤ法や減圧熱ＣＶＤ法、その他公知の成膜方法で数百～数千Åの厚さに成膜されるものを用いることができる。絶縁表面を有する基板としては、ガラス基板、石英基板、これら基板の表面に酸化珪素膜や窒化珪素膜等の絶縁膜が成膜された基板、絶縁膜の成膜された半導体基板や導体基板を用いることができる。一般に液晶ディスプレーを構成するのであれば、基板としてガラス基板に代表される透光性基板が利用される。

【００１０】

上記構成において、「非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成する」のは、非晶質珪素膜の少なくとも一部の結晶性を選択的に助長させるためである。

【００１１】

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が用いられる。特にニッケル（Ｎｉ）は、その再現性が良く、効果が顕著であることが判明している。また、これら金属元素は珪素膜中の濃度が珪素の結晶化を助長でき、かつ珪素の半導体としての特性を損なわない範囲とする必要があり、$1\times10^{16}cm^{-3}$～$5\times10^{19}cm^{-3}$、好ましくは$1\times10^{17}cm^{-3}$～$5\times10^{19}cm^{-3}$となるように導入する必要がある。具体的には、珪素膜中における金属元素の濃度が上記濃度範囲となるように透光性を有する薄膜中の金属元素の濃度を調整する必要がある。

【００１２】

上記構成において、加熱処理を施すのは、非晶質珪素膜の一部の領域に導入された珪素の結晶化を助長する金属元素の作用によって、当該領域を選択的に結晶化させるためである。一般に、非晶質珪素膜に対して加熱処理を施すことにより、結晶化することができる。非晶質珪素膜の結晶化温度は、成膜方法や成膜条件によって異なるが、一般的に５８０℃～６２０℃程度である。

【００１３】

この加熱処理において、珪素の結晶化を助長する金属元素を利用すると、より低い温度で、かつより短い時間で非晶質珪素膜を結晶化することができる。

【００１４】

珪素の結晶化を助長する金属元素を利用した場合には、加熱処理に要する時間が短くなるため、結晶化を助長する金属元素の導入されなかった非晶質珪素膜は一般的には結晶化しない。例えば、加熱温度を６５０℃とした場合、良好な結晶性を得るための加熱時間は４時間程度であるが、結晶化を助長する金属元素を用いない非晶質珪素膜は、この加熱処理条件では結晶化しない。

【００１５】

本発明では、このことを利用して、通常、非晶質珪素膜が結晶化しない温度で上記加熱処理を行ない、珪素の結晶化を助長する金属元素が導入された領域のみを選択的に結晶化している。

【００１６】

具体的には、４５０℃～６００℃の温度で加熱処理を行うことで、この選択的な結晶化を行うことができる。一般に非晶質珪素膜を結晶化する際の温度が６００℃以下の場合には、結晶化に要する時間は１００時間以上必要とされる。本発明では、、珪素の結晶化を助長する金属元素を導入しているため、その加熱時間は１／１０以下とすることができる。しかしながら、４５０℃以下の温度では、加熱処理にかかる時間が数十時間以上となるため、非実用的である。

【００１７】

従って、本発明は、４５０℃以上６００℃以下の温度で加熱処理を行うことで、珪素の結晶化を助長する金属元素が導入された領域を選択的に結晶化する。

【００１８】

また基板としてガラス基板（石英基板も含む）を用いる場合には、上記加熱処理温度の上限をガラス基板の歪点以下とすることが必要である。ガラス基板の歪点以下の温度のなるべく高い温度で加熱処理を行うことが有用となるため、従って、本発明は、４５０℃以上ガラス基板の歪点以下の温度で加熱処理を行うことで、珪素の結晶化を助長する金属元素が導入された領域を選択的に結晶化する。。

【００１９】

上記構成において、加熱処理工程により、非晶質珪素膜は結晶化された領域と、非晶質のままの領域とが同時に形成される。この加熱処理工程の後に、レーザー光を照射すること

により、選択的に結晶化された領域の結晶性をさらに助長された第１の結晶性領域を形成すると同時に、非晶質のままで残存した領域を結晶化して、第２の結晶性領域を形成する。なお、このレーザー光の照射工程において、レーザー光を必要とする領域のみに選択的に照射してもよい。

【００２０】

第１の結晶性領域は加熱処理と、レーザー光照射とにより結晶化されるために、非常に優れた結晶性を有する。第２の結晶性領域はレーザー光のみで結晶化されるために、第１の結晶性領域よりも結晶性が劣るが、結晶粒界が目立たない緻密な結晶構造を有する。特に、出力が安定する低出力の範囲でレーザー光の照射を行えば、トラップ準位の低い結晶性珪素膜を安定して得ることができる

【００２１】

ここで、第２の結晶領域はレーザー光のみで結晶化されるので、大きなエネルギー密度でレーザー光を照射しなければならないが、このようなエネルギー密度でレーザー光を照射すると、第１の結晶性領域は加熱により既に結晶化されているため、結晶配列を損傷してしまうおそれがあり、第１の領域には結晶化を助長する程度のエネルギー密度でレーザー光を照射する必要がある。

【００２２】

そのため、本発明は、金属元素を導入するために利用した透光性の薄膜を介して、レーザー光を照射して、薄膜中でレーザー光の照射エネルギー密度を減少させている。従って、第２の領域の表面には透光性を有する薄膜が形成されていないため、結晶化可能なエネルギー密度でレーザー光を照射すると同時に、第１の領域の表面には透光性を有する薄膜が形成されているため、第２の領域よりも低いエネルギー密度でレーザー光が照射されることになる。即ち、１度のレーザー光の照射工程において、必要とするエネルギー密度でレーザー光を必要とする領域に照射することができる。

【００２３】

また、第１の結晶性領域の表面に透光性の薄膜が形成されているために、その表面が押圧された状態であるために、レーザー光を照射した際に生じる表面の凹凸を抑制することができる。

【００２４】

ここで、透光性を有する薄膜は、レーザー光を必要とする透過率で透過する材料であればよい。このような透光性を有する薄膜としては、酸化珪素膜を用いることができる。また、透光性の薄膜の膜厚や薄膜に添加する不純物の濃度を調整して透過率を決定することにより、レーザー光のエネルギー密度を調整することができる。

【００２５】

上記構成を有する本発明において、金属元素を用いて得られた第１の結晶性珪素膜は残留する金属元素の影響でＯＦＦ電流値が大きくなってしまうが、高い結晶性を有するために、高移動度を有する薄膜トランジスタを形成することができる。従って、例えばアクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺回路に好適に利用することができる。

【００２６】

一方、レーザー光の照射のみで結晶化された第２の結晶性珪素膜は、結晶性は不完全であるため、膜全体において均一に高移動度を得ることが困難であるが、レーザーパワーが安定した低出力の範囲でレーザー光の照射を行えば、トラップ準位の低い結晶性珪素膜を安定して得ることができる。従って、移動度は犠牲になるが低ＯＦＦ電流特性を有する薄膜トランジスタを得られるため、例えばアクティブマトリクス型の液晶表示装置の画素領域に配置する薄膜トランジスタに好適に使用できる。

【００２７】

更に、本発明は、上記構成を変形した構成として以下のような構成を採用する。すなわち、非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成する工程と、加熱処理を施し非晶質珪素膜の全体を結晶化させる工程と、前記透光性を有する薄膜が形成された領域の少なくとも一部と

前記透光性を有する薄膜が形成されなかった領域の少なくとも一部とにレーザー光を照射する工程と、を有することを特徴とする構成である。

【００２８】

上記構成の特徴は、加熱処理温度を非晶質珪素膜の結晶化温度以上の温度で所定の時間行い、非晶質珪素膜の全体を結晶化することにある。

【００２９】

この加熱処理温度の上限としては、基板としてガラス基板を用いるのであれば、当該ガラス基板の歪点とすることが適当である。

【００３０】

上記構成の加熱処理工程において、金属元素を含んだ透光性を有する薄膜に接した領域の非晶質珪素膜は、結晶性の良好な第１の結晶性領域に変成される。他方、金属元素を含んだ透光性を有する薄膜に接していない領域の非晶質珪素膜は、結晶性が前者より低い第２の結晶性領域に変成される。即ち、結晶性の異なる結晶性領域が選択的に形成される。

【００３１】

本明細書で開示する他の主要な発明は、

画素領域と周辺回路領域とを有したアクティブマトリクス型の液晶表示装置の作製方法であって、

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、

周辺回路領域となる少なくとも一部の領域の非晶質珪素膜上に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性の薄膜を形成する工程と、

加熱処理を施し前記透光性の薄膜が形成された領域の非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

レーザー光を照射する工程と、

前記レーザー光が照射された珪素膜を用いて薄膜トランジスタを形成する工程と、

を有することを特徴とする。

【００３２】

上記構成は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺回路領域（主に周辺駆動回路領域）に配置された薄膜トランジスタを金属元素の作用によって結晶化させ、さらにレーザー光の照射によってその結晶性が助長された領域（結晶性珪素膜）を用いて薄膜トランジスタを構成し、そして画素領域に配置される薄膜トランジスタをレーザー光の照射によって結晶化された領域（結晶性珪素膜）を用いて構成するものである。なお、周辺駆動回路としては、画素の薄膜トランジスタを駆動する文字通りの駆動回路部分以外に、映像信号等を扱うアナログ及びデジタル回路、さらにはメモリー等をも含まれる。また周辺回路を構成する薄膜トランジスタの全てに高移動度を有せしめる必要が無い場合は、周辺回路を構成する領域の全てにニッケル元素を導入する必要はない。

【００３３】

また上記構成において、加熱処理の温度を高くすることによって、非晶質珪素膜の全体を結晶化させるようにしてもよい。

【００３４】

【作用】

上記の構成を有する本発明は、非晶質珪素膜の一部に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ透光性を有する薄膜を形成し、さらに加熱処理を行うことで、選択的に一部の領域を結晶化させることができる。さらにレーザー光を照射することで、前記結晶化された領域の結晶性をさらに向上させると共に、残存した非晶質の領域を結晶化させることができる。こうして、異なる電気的特性を有する結晶性珪素薄膜の領域を形成することができる。これらの異なる電気的特性を有する領域を用いて薄膜トランジスタを構成することで、必要とする特性を有した薄膜トランジスタを作り分けることができる。

【００３５】

結晶化を助長する金属元素の作用によって加熱処理により結晶化された領域を用いて構成された薄膜トランジスタは、高移動度を有し、高速動作が可能で、そして大きなＯＮ電流

を流すことができる。また、レーザー光の照射のみにより結晶化された領域を用いて構成した薄膜トランジスタは、高速動作や大きなＯＮ電流を流しうる特性は有していないが、ＯＦＦ電流が比較的少ない特性を得ることができる。

【００３６】

従って、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺駆動回路領域を構成する薄膜トランジスタを、珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に導入することによって得た領域を用いて構成し、画素領域に配置される薄膜トランジスタをレーザー光の照射のみによって結晶化された領域を用いて構成することで、周辺駆動回路領域と画素領域とにそれぞれ必要とされる特性を有する薄膜トランジスタを同一基板上に同時に形成することができる。

【００３７】

また、透光性の薄膜は、金属元素を非晶質珪素膜に導入する作用を有すると共に、レーザー光の照射エネルギー密度を下げる作用をも有する。そのため、透光性を有する薄膜下に存在する加熱処理により結晶化された珪素膜には、低いエネルギー密度でレーザー光が照射され、非晶質のままの珪素膜には高いエネルギー密度でレーザー光が照射される。

【００３８】

【実施例】

本発明を図１～図３に示す実施例に基づいて、説明する。

【００３９】

本実施例では、アクティブマトリクス型の液晶表示装置を作製するに際して、周辺駆動回路を構成する薄膜トランジスタと画素領域を構成する薄膜トランジスタとを同一ガラス基板上に作り分ける工程を示す。

【００４０】

図１（Ａ）に示すように、ガラス基板１０１上に下地膜となる酸化珪素膜１０２を３０００Åの厚さに成膜する。次に非晶質珪素膜１０３を５００Åの厚さにプラズマＣＶＤ法または減圧熱ＣＶＤ法で成膜する。

【００４１】

ガラス基板１０１としては、コーニング７０５９ガラス基板（歪点５９３℃）やコーニング１７３７ガラス基板（歪点６６７℃）やコーニング７９４０石英ガラス（歪点９９０℃）を用いることができる。

【００４２】

さらにバリア膜となる極薄い酸化膜１０４をＵＶ酸化法で１００Å程度の厚さに成膜する。ＵＶ酸化法とは、酸化性雰囲気中においてＵＶ光を照射して、極薄い酸化膜を形成する技術である。酸化膜１０４の形成方法は熱酸化法やプラズマＣＶＤ法で行ってもよい。この酸化膜１０４は後の工程において、珪素の結晶化を助長する金属元素の拡散を抑えるためにバリア膜として機能する。（図１（Ａ））

【００４３】

次にニッケル元素を含有したＯＣＤ溶液をスピンコート法で塗布し、さらに２００℃、３０分のベーク工程を経て、ニッケルを含有する酸化珪素膜１０５を形成する。このベーク工程において、極薄い酸化膜１０４がバリア膜となるために、ニッケル元素を非晶質珪素膜１０３中に拡散させない。（図１（Ｂ））

【００４４】

ＯＣＤ溶液とは、東京応化工業株式会社の酸化珪素系被膜形成用の塗布液である。このＯＣＤ溶液を用いると、レジスト膜を形成するように、ニッケルを含有する酸化珪素膜１０５を形成することができる。

【００４５】

このような溶液を用いたニッケル元素の導入方法は、ニッケル元素（金属元素）を均一に非晶質珪素膜１０３に接して（または間接的に接して）保持させることができ、均一な結晶成長をさせる上で有用な手段となる。

【００４６】

次に濃度を低くしたバッファ弗酸を用いて、ニッケルを含有した酸化珪素膜１０５と酸化膜１０４とを選択的に取り除く。こうして図１（Ｃ）に示す状態を得る。この状態において、ニッケルを含有する酸化珪素膜１０５が残存している領域が周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタが形成される領域となる。他方、酸化珪素膜１０５が取り除かれた領域が画素領域に配置される薄膜トランジスタが形成される領域となる。

【００４７】

図１（Ｃ）に示す状態を得たら、加熱処理を行い、非晶質珪素膜１０３の結晶化を行う。この加熱処理は、５５０℃、４時間の条件で行う。この加熱処理工程において、ニッケルを含有する酸化珪素膜１０５からニッケルが酸化膜１０４を透過して非晶質珪素膜１０３中に拡散して、非晶質珪素膜１０６はニッケルの作用により結晶化されて結晶性珪素膜１０６に変成される。他方、この加熱処理工程の条件では、画素領域の非晶質珪素膜１０７は結晶化されない。

【００４８】

この加熱処理工程は、４５０℃～６００℃の温度で行う必要がある。４５０℃以下の温度では残存した酸化珪素膜１０５下の非晶質珪素膜１０３を結晶化させることができない。また６００℃以上の温度で加熱処理を行うと、非晶質珪素膜１０３の全体が結晶化されてしまうからである。非晶質珪素膜１０３全体が結晶化してしまうと、選択的に異なる特性を有する薄膜トランジスタを作製するという目的を達成することができない。

【００４９】

加熱処理工程の終了後、ＫｒＦエキシマレーザー光（波長２４８ｎｍ）を照射する。この工程で、非晶質珪素膜１０７はレーザー光の作用により結晶化されて、結晶性珪素膜１０８に変成される。他方、結晶性珪素膜１０６には、レーザー光が酸化膜１０４と酸化珪素膜１０５とを透過して１０６の領域に照射されて、その結晶性がより助長される。

【００５０】

この際、結晶性珪素膜１０６の表面は酸化膜１０４と酸化珪素膜１０５とにより押圧されている状態であるので、その表面に凹凸が形成されることが抑制できる。他方、結晶性珪素膜１０８の表面にも凹凸は形成されるが、結晶性珪素膜１０８には珪素の結晶化を助長するニッケル元素が導入されていないので、問題となるほどの顕著な凹凸が形成されることはない。

【００５１】

結晶性珪素膜１０６と１０８を得るには、最適とされるレーザー光の照射エネルギー密度が異なる。この照射エネルギー密度の最適値は、膜厚や膜質、さらには成膜方法やレーザー光の種類等によって異なる。本実施例では、最適な照射エネルギー密度は、結晶性珪素膜１０６の結晶性を助長するためには３１０～３２０ｍＪ／ｃｍ^2 程度であり、結晶性珪素膜１０８を形成するためには３６０～３９０ｍＪ／ｃｍ^2 程度である。

【００５２】

また、この工程において、酸化珪素膜１０５が存在することによって、１０６の領域と１０８の領域とにそれぞれ適した照射エネルギー密度でレーザー光を照射することができる。

【００５３】

ここで、図１（Ｃ）に示す状態において、照射エネルギー密度が３６０～３９０ｍＪ／ｃｍ^2 程度でレーザー光を照射すると、非晶質珪素膜１０７はほぼ最適な条件で結晶化されて、結晶性珪素膜１０８に変成される。他方、結晶性珪素膜１０６には、レーザー光のエネルギー密度が酸化珪素膜１０５で減衰されて、３１０～３２０ｍＪ／ｃｍ^2 程度とされて、照射される。このような最適に近い条件を実現するには、レーザー光の波長に対する酸化珪素膜１０５の透過率、即ち膜厚や膜質の条件を充分に決定する必要がある。

【００５４】

最適に近い条件でレーザー光を照射することにより、結晶性珪素膜１０６、１０８を得ることができる。

【００５５】

しかし、結晶性珪素膜１０６には、結晶粒界にニッケルが偏析しているために、この結晶粒界を経由したキャリアの移動が存在する。この結晶粒界を経由したキャリアの移動は、薄膜トランジスタのＯＦＦ時におけるリーク電流の要因となる。このため、結晶性珪素膜１０６を用いて活性層を構成した薄膜トランジスタはＯＦＦ電流特性が悪くなる。しかし、結晶性珪素膜１０６は良好な結晶性を有するので、より大きいＯＮ電流を流すことができ、かつ高速動作を行わすことができる薄膜トランジスタを作製することができる。

【００５６】

他方、結晶性珪素膜１０８は結晶性珪素膜１０６と比較して結晶性は劣るが、結晶粒界の存在が顕著でなく、緻密な膜質を有する。また、結晶粒界を経由するキャリアの移動もそれほど顕著でない。従って、結晶性珪素膜１０８を利用して活性層を構成した薄膜トランジスタは、大きな移動度を有せしめたり高速動作を行わすことはできないが、ＯＦＦ電流特性を良好にすることができる。

【００５７】

残存している酸化珪素膜１０５と酸化膜１０４とをバッファ弗酸を用いて除去し、図２（Ａ）に示す状態を得る。

【００５８】

次にニッケルの作用によって、加熱とレーザー光の照射によって結晶化された結晶性珪素膜１０６と、レーザー光の照射によって結晶化された結晶性珪素膜１０８をそれぞれパターニングして、図２（Ｂ）に示すように薄膜トランジスタの活性層２０１、２０２、２０３を形成する。活性層２０１、２０２は、ニッケルの作用によって結晶化された結晶性珪素膜１０６で構成されたものであり、周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタの活性層となる。他方、活性層２０３は、レーザー光の照射のみにより結晶化された結晶性珪素膜１０８で構成され、画素領域に配置される薄膜トランジスタの活性層となる。さらに、これらの活性層２０１～２０３の表面にゲイト絶縁膜となる酸化珪素膜２０４を１０００Åの厚さに成膜する。（図２（Ｂ））

【００５９】

次にスカンジウムを含有したアルミニウムを主成分とする膜を６０００Åの厚さに電子ビーム蒸着法で成膜し、パターニングを施すことにより、アルミニウムを主成分としたゲイト電極２０５～２０７を形成する。そして電解溶液中においてゲイト電極２０５～２０７を陽極とした陽極酸化を行うことで、酸化物層２０８～２１０を２０００Åの厚さに形成する。この酸化物層２０５～２０７は、後の不純物イオン工程においてマスクとなり、オフセットゲイト領域を形成するために機能する。（図２（Ｃ））

【００６０】

さらに図２（Ｃ）の状態を得たら、図３（Ａ）に示すように、活性層２０２、２０３を覆うように、レジストマスク３０１を形成して、ボロンイオンを活性層２０１に注入する。この工程でＰ型を有するソース領域３０２とドレイン領域３０５、チャネル形成領域３０４とオフセットゲイト領域３０３とがそれぞれ自己整合的に形成される。

【００６１】

次にレジストマスク３０１を取り除き、新たに、活性層２０１を覆うように、レジストマスク３０６を形成する。リンイオンを活性層２０２、２０３に注入して、Ｎ型を有するソース領域３１０と３１１、ドレイン領域３０７と３１４、チャネル形成領域３０９と３１３、オフセットゲイト領域３０８と３１２が自己整合的に形成される。その後、レジストマスク３０６を取り除き、基板全体にレーザー光を照射して、ソース領域３０２、３１０、３１１、ドレイン領域３０５、３０７、３１４をそれぞれ活性化する。（図３（Ｂ））

【００６２】

そして、層間絶縁膜として酸化珪素膜３１５をプラズマＣＶＤ法で成膜する。さらにコンタクトホールを形成して、Ｐチャネル型の薄膜トランジスタのソース電極３１６とドレイン電極３１７、Ｎチャネル型の薄膜トランジスタのソース電極３１９と３２０、さらにドレイン電極３１８と３２１を形成する。ここで、ドレイン電極３１７と３１８とが接続さ

れて、周辺駆動回路を構成するＣＭＯＳ構造が形成されている。

【００６３】

こうして、周辺駆動回路に配置される薄膜トランジスタと画素領域に配置される薄膜トランジスタを同時に形成することができる。

【００６４】

【発明の効果】

非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含有した透光性を有する薄膜し、しかる後に加熱処理をし、さらにレーザー光の照射を行うことで、必要とする領域に必要とする特性を有した薄膜トランジスタを作り分けることができる。この技術を利用することで、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺回路領域と画素領域とに配置される薄膜トランジスタをそれぞれ必要とする特性を有するように形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　ガラス基板上の結晶性珪素膜を得る工程を示す。

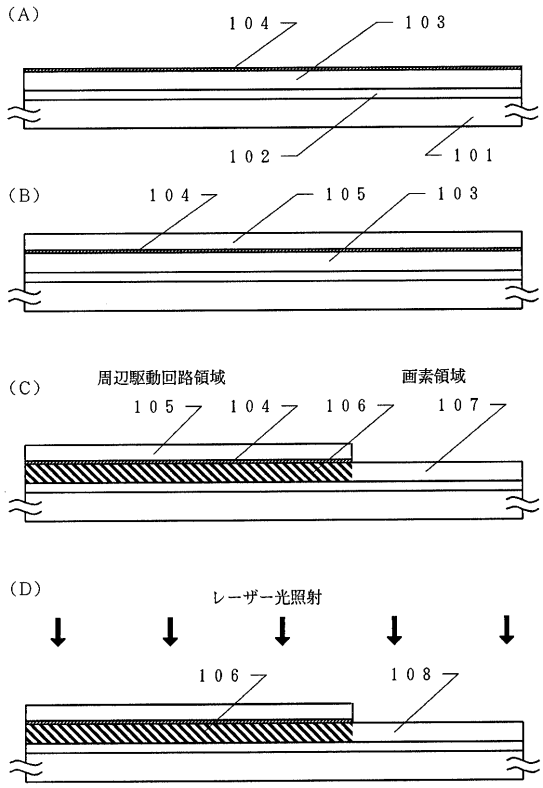
【図２】　薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【図３】　薄膜トランジスタの作製工程を示す。

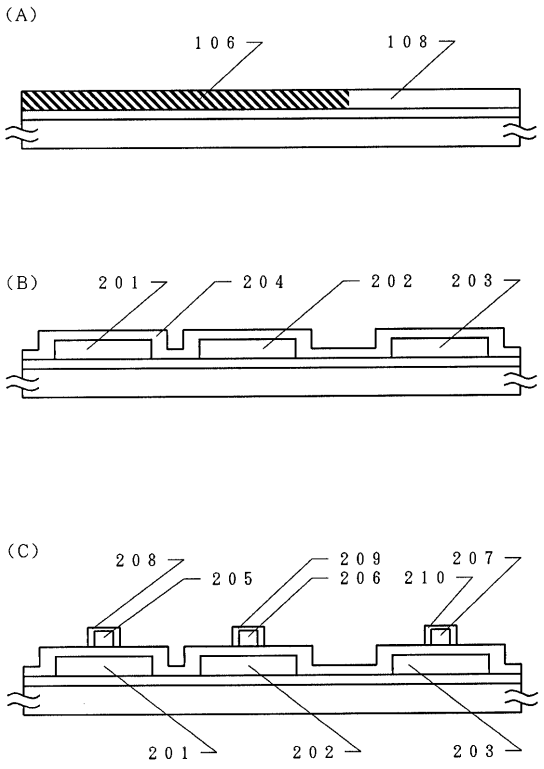
【符号の説明】

１０１	ガラス基板
１０２	酸化珪素膜（下地膜）
１０３、１０７	非晶質珪素膜
１０４	酸化膜
１０５	酸化珪素膜（ＯＣＤ膜）
１０６、１０８	結晶性珪素膜
２０１～２０３	活性層
２０４	ゲイト絶縁膜（酸化珪素膜）
２０５～２０７	アルミニウムを主成分とするゲイト電極
２０８～２１０	酸化物層
３０１、３０６	レジストマスク
３０２、３１０、３１１	ソース領域
３０３、３０８、３１２	オフセットゲイト領域
３０４、３０９、３１３	チャネル形成領域
３０５、３０７、３１４	ドレイン領域
３１５	層間絶縁膜（酸化珪素膜）
３１６、３１９、３２０	ソース電極
３１７、３１８、３２１	ドレイン電極

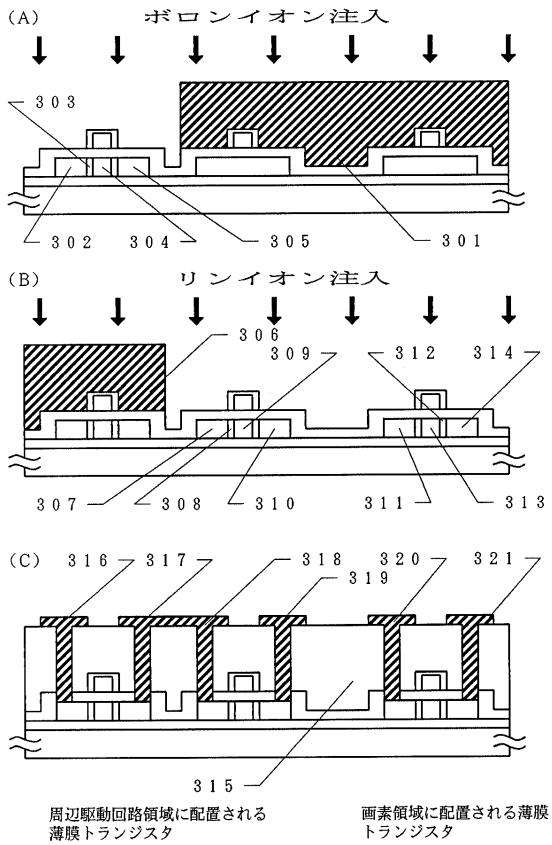
【図１】


(A)
104
103
102
101
(B)
104
105
103
(C)
周辺駆動回路領域
画素領域
105
104
106
107
(D)
レーザー光照射
106
108

【図２】


(A)
106
108
(B)
201
204
202
203
(C)
208
205
209
206
210
207
201
202
203

【図３】


(A)
ボロンイオン注入
303
302
304
305
301
(B)
リンイオン注入
306
309
312
314
307
308
310
311
313
(C)
316
317
318
319
320
321
315
周辺駆動回路領域に配置される薄膜トランジスタ
画素領域に配置される薄膜トランジスタ

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H01L 27/12 (2006.01)

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)

H01L 21/336
G02F 1/1368
H01L 21/02
H01L 21/20
H01L 27/12
H01L 29/786