

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 19 年 2 月 1 日 (2007.2.1)

【公開番号】特開 2005-285826 (P2005-285826A)

【公開日】平成 17 年 10 月 13 日 (2005.10.13)

【年通号数】公開・登録公報 2005-040

【出願番号】特願 2004-93197 (P2004-93197)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/786 (2006.01)

H 0 1 L 21/20 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/78 6 2 7 G

H 0 1 L 21/20

H 0 1 L 29/78 6 2 0

H 0 1 L 29/78 6 1 8 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 12 月 11 日 (2006.12.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に成膜された非単結晶半導体薄膜にレーザ光を照射して照射領域を結晶化させる結晶化方法であって、前記非単結晶半導体薄膜上に、ライン状の極小温度領域と、この極小温度領域の両側にのライン状の極大温度領域とを有する逆ピークパターンの繰り返しの温度分布を前記レーザ光により形成し、前記温度分布に従った温度勾配の方向が前記非単結晶半導体薄膜の面内にあり、

かつ前記ライン状の極小温度領域に沿って複数の結晶核を発生させ、これら結晶核から温度勾配に従って結晶を成長させる工程を有する方法において、

前記非単結晶半導体薄膜の膜厚を 50 nm 未満にして、温度勾配の方向に主として { 1 1 0 } 配向させた結晶化領域を形成することを特徴とする結晶化方法。

【請求項 2】

基板に成膜され、膜厚が 50 nm 以下の非単結晶半導体薄膜にレーザ光を照射して結晶化させる半導体薄膜の結晶化方法であって、前記レーザ光が前記非単結晶半導体薄膜上において結晶化開始時に、ライン状の極小温度領域とのライン状の極大温度領域とを交互に形成し、前記極小温度領域と極大温度領域との間の距離が 3 ないし 10 μm とするレーザ光を非単結晶半導体薄膜に照射して結晶化させることで、結晶成長方向に { 1 1 0 } 配向させた結晶化領域を形成することを特徴とする結晶化方法。

【請求項 3】

前記極小温度領域と極大温度領域とは、レーザ光の光強度分布に応じて形成され、この光強度分布は、レーザ光の照射光路に設けられた光変調素子により、光源からのレーザ光を変調して形成することを特徴とする請求項 1 もしくは 2 の結晶化方法。

【請求項 4】

前記光変調素子は、周期的なドット段差を有するドット型の位相シフタ、またはラインとスペース段差とが配列してあるライン型の位相シフタであることを特徴とする請求項 3

の結晶化方法。

【請求項 5】

前記光強度分布を有するレーザ光の強度分布の極大温度領域における照射フルエンスを 700 ないし 1300 mJ/cm^2 の範囲とすることを特徴とする、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 に記載の結晶化方法。

【請求項 6】

エキシマレーザ光を射出するためのエキシマレーザ発生装置と、射出されたレーザ光の光強度を均一にするためのホモジナイザと、非単結晶半導体薄膜への照射領域を定める照射領域を有するマスクと、前記光強度が均一にされたレーザ光をマスクに集光させるための光学要素と、マスクの照射領域を通ったレーザ光を半導体薄膜面に縮小した領域で入射させるためのテレセントリック縮小レンズと、非単結晶半導体薄膜を照射するレーザ光の光強度分布を変調する位相シフタとを具備する装置を用い、

前記位相シフタを前記マスクのマスク面の位置に挿入する投影法を使用し、かつ前記位相シフタのドット配置の周期またはラインとスペースとの間隔と、縮小レンズの縮小倍率とを掛けた値を $6 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下とすることを特徴とする請求項 4 に記載の結晶化方法。

【請求項 7】

前記工程を複数回繰り返して、各工程により結晶化された非単結晶半導体薄膜を積層させて、厚い結晶化半導体薄膜とすることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 に記載の結晶化方法。

【請求項 8】

基板に成膜され、 50 nm 未満の厚さを有する非単結晶半導体薄膜にレーザ光を照射して照射領域を結晶化する装置であって、

レーザ光源と、

このレーザ光源からのレーザ光を前記非単結晶半導体薄膜に照射して前記非単結晶半導体薄膜に、ライン状の極小温度領域と、この極小温度領域の両側のライン状の極大温度領域とを有する逆ピークパターンの温度分布を形成し、この温度分布に従った温度勾配の方向が非単結晶半導体薄膜の面内にあり、かつ温度勾配の方向と直交する非単結晶半導体薄膜の面内の方向に沿って、前記ライン状の極小温度領域に沿う複数の結晶化開始点があるように、前記レーザ光源からのレーザ光を光変調する手段とを具備することを特徴とする結晶化装置。

【請求項 9】

前記光変調する手段は、レーザ光を、ライン状の極小光強度領域と、この極小光強度領域の両側のライン状の極大光強度領域とを有する逆ピークパターンの光強度分布を有するように光変調する位相シフタを有し、この位相シフタは、前記非単結晶半導体薄膜に近接するように配置されていることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

さらに、レーザ光源からのレーザ光の光強度を均一にするためのホモジナイザと、照射領域を定めるためのマスクと、前記ホモジナイザで光強度が均一にされたレーザ光を前記マスクの照射領域に集めるための凸レンズと、前記マスクの照射領域を前記非単結晶半導体薄膜の結像面上で縮小した領域にするためのテレセントリック縮小レンズと、を含む光学系を具備し、

前記位相シフタは、周期的なドット段差を有するドット型の位相シフタ、またはラインとスペース段差とが配列してあるライン型の位相シフタであり、前記マスクのマスク面の位置に配置され、この位相シフタのドット段差の周期またはラインとスペース段差との間隔と、前記縮小レンズの縮小倍率とを掛けた値が $6 \mu\text{m}$ ないし $20 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 11】

デバイスが作製される基板上の結晶化半導体薄膜であり、この結晶化半導体薄膜の結晶組織は、結晶成長方向が $\{110\}$ に、結晶成長方向と直交する粒幅方向が $\{110\}$ または

{1 1 1}に、そして、膜厚方向が{1 0 0}または{1 1 1}に配向していることを特徴とする結晶化半導体薄膜。

【請求項 1 2】

ゲート電極と、ゲート絶縁膜と、ソース領域と、ドレイン領域と、チャンネル領域とを有する結晶化半導体薄膜とを具備している薄膜トランジスタであって、

前記結晶化半導体薄膜の結晶組織は、結晶成長方向に{1 1 0}配向した結晶成長方向に長いほぼ矩形の結晶粒の長手方向と幅方向との周期的な配列からなり、かつ{1 1 0}の結晶成長方向が電流の方向となるように前記チャンネル領域と、ソース領域と、ドレイン領域とが配置されていることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 1 3】

前記結晶粒の長手方向の長さが3ないし10 μmであることを特徴とする請求項 1 2 に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 1 4】

所定の間隙を介して互いに接合した1対の基板と、該間隙に保持された電気光学物質とを有し、一方の基板には対向電極を形成し、他方の基板には画素電極及びこれを駆動する薄膜トランジスタを形成し、この薄膜トランジスタは、ソース領域、ドレイン領域、並びにチャンネル領域を含む結晶化半導体薄膜と、ゲート絶縁膜とゲート電極とを具備する表示装置であって、

前記結晶化半導体薄膜の結晶組織は、結晶成長方向に{1 1 0}配向した結晶成長方向に長いほぼ矩形の結晶粒の長手方向と幅方向との周期的な配列からなり、かつ{1 1 0}の結晶成長方向が電流の方向となるように前記チャンネル領域と、ソース領域と、ドレイン領域とが配置されていることを特徴とする表示装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】結晶化方法並びに結晶化装置、結晶化半導体薄膜、薄膜トランジスタ、および表示装置

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 1】

本発明は、レーザ光を使用して半導体薄膜の照射領域を結晶化させる結晶化方法並びに結晶化装置、この技術を利用した結晶化半導体薄膜、薄膜トランジスタ、並びに、液晶、有機EL等の表示装置に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 5】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係わる結晶化方法は、基板に成膜された非単結晶半導体薄膜にレーザ光を照射して照射領域を結晶化させる結晶化方法であって、前記非単結晶半導体薄膜上に、ライン状の極小温度領域と、この極小温度領域の両側にライン状の極大温度領域とを有する逆ピークパターンの繰り返しの温度分布を前記レーザ光により形成し、前記温度分布に従った温度勾配の方向が前記非単結晶半導体薄膜の面内にあり、

かつ前記ライン状の極小温度領域に沿って複数の結晶核を発生させ、これら結晶核から温度勾配に従って結晶を成長させる工程を有する方法において、

前記非単結晶半導体薄膜の膜厚を50nm未満にして、温度勾配の方向に主として{110}配向させた結晶化領域を形成することを特徴とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明の他の態様に係わる結晶化装置は、基板に成膜され、50nm未満の厚さを有する非単結晶半導体薄膜にレーザ光を照射して照射領域を結晶化する装置であって、

レーザ光源と、

このレーザ光源からのレーザ光を前記非単結晶半導体薄膜に照射して前記非単結晶半導体薄膜に、ライン状の極小温度領域と、この極小温度領域の両側のライン状の極大温度領域とを有する逆ピークパターンの温度分布を形成し、この温度分布に従った温度勾配の方向が非単結晶半導体薄膜の面内にあり、かつ温度勾配の方向と直交する非単結晶半導体薄膜の面内の方向に沿って、前記ライン状の極小温度領域に沿う複数の結晶化開始点があるように、前記レーザ光源からのレーザ光を光変調する手段とを具備することを特徴とする

。