

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-532494

(P2019-532494A)

(43) 公表日 令和1年11月7日(2019.11.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/20 (2006.01)	H O 1 L 21/20	5 F 1 5 2
H O 1 L 21/268 (2006.01)	H O 1 L 21/268 J	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2019-510894 (P2019-510894) (86) (22) 出願日 平成29年8月16日 (2017. 8. 16) (85) 翻訳文提出日 平成31年4月22日 (2019. 4. 22) (86) 国際出願番号 PCT/GB2017/052423 (87) 国際公開番号 W02018/037211 (87) 国際公開日 平成30年3月1日 (2018. 3. 1) (31) 優先権主張番号 1614342.2 (32) 優先日 平成28年8月22日 (2016. 8. 22) (33) 優先権主張国・地域又は機関 英国 (GB) (31) 優先権主張番号 1700800.4 (32) 優先日 平成29年1月17日 (2017. 1. 17) (33) 優先権主張国・地域又は機関 英国 (GB)	(71) 出願人 518053334 エムーソルブ リミテッド M-S O L V L T D. イギリス国 O X 5 1 F P キッドリン トン, ラングフォード ロックス, オクソ ニアン パーク O x o n i a n P a r k L a n g f o r d L o c k s K i d d l i n g t o n O X 5 1 F P (GB) (74) 代理人 110002468 特許業務法人後藤特許事務所 (72) 発明者 ラムズビー, フィリップ トーマス イギリス国 O X 2 O 1 S B オックス フォードシャー, ブラドン, ヒース レー ン5
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料の層をアニール処理するための装置、半導体材料の層をアニール処理する方法およびフラットパネルディスプレイ

## (57) 【要約】

半導体材料、特にアモルファスシリコンまたは I G Z O の層をアニール処理するための方法および装置を提供する。1つの構成では、本装置は、レーザビームを発生するレーザ源を備える。ビーム走査装置は、半導体材料の層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理済み半導体材料、具体的にはポリシリコンまたはアニール処理済み I G Z O の対応する複数の領域を発生するようにして、半導体材料の層に対して、レーザビームまたはレーザビームにより発生した複数のサブビームを走査する。アニール処理済み半導体材料の領域の各々は、アニール処理済み半導体材料の他の領域のすべてから離れている。

【選択図】 図 2

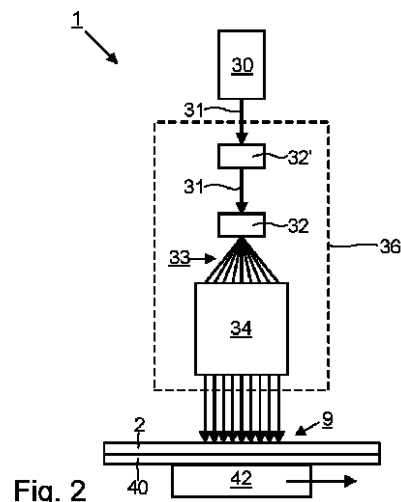


Fig. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体材料の層をアニール処理するための装置であって、  
レーザビームを発生するように構成されたレーザ源と、

前記半導体材料の層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニールにより半導体材料のアニール処理済みの対応する複数の領域を発生するような方法によって、前記半導体材料の層に対して、前記レーザビームまたは前記レーザビームから発生した複数のサブビームを走査するように構成されたビーム走査装置であって、前記アニール処理済みの半導体材料の領域の各々は、前記アニール処理済み半導体材料の他の領域のすべてから離れている、ビーム走査装置と

10

を備える、半導体材料の層をアニール処理するための装置。

**【請求項 2】**

前記レーザビームが、パルスレーザビームであり、前記ビーム走査装置は、照射対象の前記半導体材料の層の前記複数の領域の異なるそれぞれの領域を前記サブビームの連続パルスが照射するような方法によって、前記複数のサブビームの各サブビームが前記半導体材料の層に対して走査されるように構成される、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

少なくとも 2 つの異なるサブビームの各々から 1 つの照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記レーザ源が、パルスレーザ源であり、前記装置は、前記複数の領域の各々が受ける 1 パルス当たりのエネルギーが、各パルスについて実質的に同じとなるように構成される、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の装置。

20

**【請求項 5】**

前記レーザ源が、パルスレーザ源であり、前記装置は、前記複数の領域の各々が受ける 1 パルス当たりのエネルギーが、前記領域が受けるパルスのうちの少なくとも 2 つについて実質的に異なるように構成される、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の装置。

**【請求項 6】**

前記複数の領域の各々が受けた 1 パルス当たりの前記エネルギーが、前記領域が受ける各パルスについて漸進的に増大する、請求項 5 に記載の装置。

30

**【請求項 7】**

照射対象の前記複数の領域が、第 1 の方向に沿って第 1 のピッチで互いに離間している領域の少なくとも 1 つのセットを備え、

前記複数のサブビームが、前記半導体材料の層において、前記第 1 の方向に前記第 1 のピッチで互いに離間しているサブビームの少なくとも 1 つのセットを含む、  
請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

**【請求項 8】**

前記サブビームのセットのうちの少なくとも 1 つにおいて、前記サブビームの各々から、単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、請求項 7 に記載の装置。

40

**【請求項 9】**

前記サブビームのセットの各々における前記サブビームは、前記半導体材料の層において、前記第 1 の方向に沿って互いに整列している、請求項 8 に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記ビーム走査装置は、前記半導体材料の層に対する前記サブビームの前記走査の間、前記半導体材料の層を前記第 1 の方向に移動させる、請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載の装置。

**【請求項 11】**

前記ビーム走査装置は、照射対象の前記複数の領域のすべての上で、前記サブビームのセットのうちの少なくとも 1 つの各々から、各ビームスポットの前記半導体材料の層の参

50

照フレームでのラスト走査を行う、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記ラスト走査の長軸は、前記半導体材料の層の前記参照フレームにおいて、前記第 1 の方向に直交している、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記複数のサブビームは、複数の前記サブビームのセットを含み、各セットが、前記半導体材料の層において、前記第 1 の方向に直交する方向に他の各セットから第 2 のピッチだけ離れており、それにより、前記第 1 のピッチおよび前記第 2 のピッチにより規定されたサブビームの 2 次元アレイを形成する、請求項 7 ~ 12 のいずれかに記載の装置。

【請求項 14】

前記ビーム走査装置は、前記複数の半導体材料の層の上で、前記サブビームの 2 次元アレイから、ビームスポットの前記半導体材料の層の前記参照フレームでのラスト走査を行う、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記ラスト走査の長軸は、前記第 1 の方向に対して平行である、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記ビーム走査装置が、前記レーザビームまたは前記複数のサブビームによって発生する 1 つまたは複数のビームスポットを前記レーザ源に対して移動させ、それにより、前記半導体材料の層に対する前記レーザビームまたは複数のサブビームの走査を少なくとも部分的に実行するように構成されるビームスキャナを備える、請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の装置。

【請求項 17】

前記ビーム走査装置は、前記半導体材料の層を移動させ、それにより、前記半導体材料の層に対する前記レーザビームまたは複数のサブビームの前記走査を少なくとも部分的に実行するように構成される層搬送デバイスを備える、請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の装置。

【請求項 18】

前記ビーム走査装置は、前記レーザ源、および前記レーザビームまたは複数のサブビームを前記半導体材料の層上に向けるための光学部品のいずれかまたは両方を移動させ、それにより、前記半導体材料の層に対する前記レーザビームまたは複数のサブビームの前記走査を少なくとも部分的に実行するように構成された光学部品搬送デバイスを備える、請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の装置。

【請求項 19】

前記レーザビームを分離することによって前記複数のサブビームを発生するように構成された光学素子をさらに備える、請求項 1 ~ 18 のいずれかに記載の装置。

【請求項 20】

照射の各サブビームが、実質的にシルクハット状の断面強度プロファイルを有する、請求項 1 ~ 19 のいずれかに記載の装置。

【請求項 21】

前記半導体材料の層の 20 % 未満をアニール処理済み半導体材料に変換するように構成される、請求項 1 ~ 20 のいずれかに記載の装置。

【請求項 22】

前記レーザビームから単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、請求項 1 ~ 21 のいずれかに記載の装置。

【請求項 23】

前記レーザビームを複数のサブビームに分離するように構成された光学素子をさらに備え、前記レーザビームの前記走査が、前記サブビームの走査を含み、前記複数の領域の各々が受ける前記単一の照射パルスが、前記サブビームのうちの 1 つから受けられる、請求項 22 に記載の装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 24】**

前記半導体材料が、アニール処理前のアモルファスシリコンを含み、前記アニール処理済み半導体材料が、ポリシリコンを含む、請求項 1～23 のいずれかに記載の装置。

**【請求項 25】**

前記半導体材料が、前記アニール処理前のインジウム・ガリウム・亜鉛酸化物を含み、前記アニール処理済み半導体材料が、アニール処理済みインジウム・ガリウム・亜鉛酸化物を含む、請求項 1～23 のいずれかに記載の装置。

**【請求項 26】**

半導体材料の層をアニール処理する方法であって、  
レーザビームを発生することと、

10

前記半導体材料の層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理済みの半導体材料の対応する複数の領域を発生するような方法によって、前記半導体材料の層上で、前記レーザビーム、または前記レーザビームから発生した複数のサブビームを走査することであって、前記アニール処理済み半導体材料の領域の各々は、前記アニール処理済み半導体材料の他の領域のすべてから離れていることと  
を含む、半導体材料の層をアニール処理する方法。

**【請求項 27】**

前記レーザビームが、パルスレーザビームであり、照射対象の前記半導体材料の層の前記複数の領域の異なるそれぞれの領域を前記サブビームの連続パルスが照射するような方法によって、各サブビームが前記半導体材料の層上で走査される、請求項 26 に記載の方法。

20

**【請求項 28】**

少なくとも 2 つの異なるサブビームの各々から 1 つの照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、請求項 26 または 27 に記載の方法。

**【請求項 29】**

前記複数の領域の各々が受けた 1 照射パルス当たりのエネルギーが、各パルスについて実質的に同じとなる、請求項 26～28 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 30】**

前記複数の領域の各々が受けた 1 パルス当たりのエネルギーが、前記領域が受けるパルスのうちの少なくとも 2 つについて実質的に異なる、請求項 26～28 のいずれかに記載の方法。

30

**【請求項 31】**

前記複数の領域の各々が受けた 1 パルス当たりの前記エネルギーが、前記領域が受ける各パルスについて漸進的に増大する、請求項 30 に記載の方法。

**【請求項 32】**

照射対象の前記複数の領域が、第 1 の方向に沿って第 1 のピッチで互いに離間している領域の少なくとも 1 つのセットを備え、

前記複数のサブビームが、前記半導体材料の層において、前記第 1 の方向に前記第 1 のピッチで互いに離間しているサブビームの少なくとも 1 つのセットを含む、  
請求項 26～31 のいずれかに記載の方法。

40

**【請求項 33】**

前記サブビームのセットのうちの少なくとも 1 つにおいて、前記複数の領域の各々が、前記サブビームの各々から、単一の照射パルスを受ける、請求項 32 に記載の方法。

**【請求項 34】**

前記サブビームのセットの各々における前記サブビームは、前記半導体材料の層において、前記第 1 の方向に沿って互いに整列している、請求項 33 に記載の方法。

**【請求項 35】**

前記半導体材料の層は、前記半導体材料の層に対する前記サブビームの前記走査の間、前記第 1 の方向に移動する、請求項 32～34 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 36】**

50

前記サブビームのセットのうちの少なくとも１つの各々からの各ビームスポットが、照射対象の前記複数の領域のすべて上で、前記半導体材料の層の前記参照フレームにてラスタ走査され、前記ラスタ走査の長軸が、前記半導体材料の層の前記参照フレームにおいて前記第１の方向に直交している、請求項３５に記載の方法。

【請求項３７】

前記複数のサブビームは、複数の前記サブビームのセットを含み、各セットが、前記半導体材料の層において、前記第１の方向に直交する方向に他の各セットから第２のピッチだけ離れており、それにより、前記第１のピッチおよび前記第２のピッチにより規定されたサブビームの２次元アレイを形成する、請求項２６～３６のいずれかに記載の方法。

【請求項３８】

前記サブビームのアレイが、前記半導体材料の層の上でラスタ走査され、前記ラスタ走査の長軸が、前記第１の方向に対して平行である、請求項３７に記載の方法。

【請求項３９】

前記レーザビームを分離することによって前記複数のサブビームが発生される、請求項２６～３８のいずれかに記載の方法。

【請求項４０】

前記アニール処理済み半導体材料の領域の各々に電子デバイスを製造することをさらに含む、請求項２６～３９のいずれかに記載の方法。

【請求項４１】

アニール処理済み半導体材料の各領域は、各領域において前記電子デバイスが占める領域の表面積よりも少なくとも１０％大きい表面積を有する、請求項４０に記載の方法。

【請求項４２】

各電子デバイスが、薄膜トランジスタを備える、請求項４０または４１に記載の方法。

【請求項４３】

前記アニール処理済み半導体材料の領域を使用して、フラットパネルディスプレイを製造することをさらに含む、請求項２６～４２のいずれかに記載の方法。

【請求項４４】

前記半導体材料が、アニール処理前のアモルファスシリコンを含み、前記アニール処理済み半導体材料が、ポリシリコンを含む、請求項２６～４３のいずれかに記載の方法。

【請求項４５】

前記半導体材料が、前記アニール処理前のインジウム・ガリウム・亜鉛酸化物を含み、前記アニール処理済み半導体材料が、アニール処理済みインジウム・ガリウム・亜鉛酸化物を含む、請求項２６～４３のいずれかに記載の方法。

【請求項４６】

請求項２６～４５のいずれかに記載の方法を使用して製造されるフラットパネルディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、たとえば、アニール処理によってアモルファスシリコンをポリシリコンに変換する、またはＩＧＺＯをアニール処理済みＩＧＺＯに変換する、半導体材料を効率的にアニール処理する装置および方法に関し、特に、たとえば液晶（ＬＣ）材料または有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）材料に基づく大型フラットパネルディスプレイ（ＦＰＤ）において必要とされる薄膜トランジスタを製造するための装置および方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ＬＣディスプレイ（ＬＣＤ）またはＯＬＥＤディスプレイ（もしくは他のＦＰＤ）の各画素において、電子機器（たとえばＴＦＴ）にポリシリコンを提供するためには、アモルファスシリコンの層を提供し、アモルファスシリコンをポリシリコンに変換するためにアニール処理を使用することが知られている。１つのプロセスでは、図１に示すように、基

10

20

30

40

50

板 2 上のアモルファスシリコンの層にわたって長くて狭いラインレーザビーム 4 をゆっくりと走査して、ポリシリコンの単一の連続領域を提供する。ラインレーザビームは、たとえば、UV（たとえば 308 nm）エキシマーレーザまたはマルチモード緑 DPSS レーザを使用して形成され得る。ラインレーザビームは、典型的には、最大で長さ約 750 mm および幅約 30 ミクロンであり得る。走査の速度およびパルス繰返し率は、被照射領域のすべてが実質的に同じ放射線量を受け、確実にポリシリコンに変換されるように制御される。アモルファスシリコンのすべてを連続領域のポリシリコンに変換することによって、ポリシリコンがサブ領域 6 で利用可能になるが、サブ領域 6 には、ディスプレイの個々の画素（および、画素内の色）を駆動するために TFT を設ける必要がある。

【0003】

10

インジウム・ガリウム・亜鉛酸化物（IGZO）などの代替的な半導体材料をアニール処理してそれらの特性を改善するためには、たとえば、それらの電気特性の空間均一性および/またはキャリア移動度を改善するためには、同様の処理が必要となり得る。

【0004】

ディスプレイが大型化するにつれて、上記の処理を十分に迅速に、かつ、コスト効果の高い方法で実行することはますます困難になっている。たとえば、個々のラインレーザビームの長さを増大させ、レーザパルスエネルギーを必要なだけ増大させることは困難である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

本発明の目的は、特に大型 FPD を製造するためにアニール処理済み半導体材料の領域を提供する、改善された方法および装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、半導体材料の層をアニール処理するための装置であって、レーザビームを発生するように構成されたレーザ源と、半導体材料の層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理によりアニール処理済み半導体材料の対応する複数の領域を発生するようにして、半導体材料の層に対して、レーザビームまたはレーザビームから発生した複数のサブビームを走査するように構成されたビーム走査装置であって、アニール処理済み半導体材料の領域の各々は、アニール処理済み半導体材料の他の領域のすべてから離れている、ビーム走査装置とを備える、半導体材料の層をアニール処理するための装置が提供される。

30

【0007】

例えば、アニール処理される半導体材料は、アモルファスシリコンまたは IGZO を含んでもよい。アニール処理済み半導体材料は、ポリシリコンまたは IGZO のアニール処理済み形態（たとえば、アニール処理によって電気特性がより画一的になった、および/またはアニール処理によってキャリア移動度が改善された IGZO の形態）を含んでもよい。

【0008】

40

一実施形態では、アモルファスシリコンの層をアニール処理するための装置であって、レーザビームを発生するように構成されたレーザ源と、アモルファスシリコンの層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理によりポリシリコンの対応する複数の領域を発生するようにして、アモルファスシリコンの層に対して、レーザビームまたはレーザビームから発生した複数のサブビームを走査するように構成されたビーム走査装置であって、ポリシリコンの領域の各々は、ポリシリコンの他の領域のすべてから離れている、ビーム走査装置とを備える、アモルファスシリコンの層をアニール処理するための装置が提供される。

【0009】

複数の離れた領域を選択的に照射することが可能な装置を提供することによって、はる

50

かに低い総エネルギーを使用して、半導体材料（たとえばアモルファスシリコンまたはIGZO）のアニール処理を行うことが可能である。半導体材料の元の層の割合は、製造される電子デバイス（たとえばTFT）を支持するために実際に必要な割合により近接していてもよい。たとえば、LCDまたはOLEDディスプレイの場合、TFTを形成する必要があるディスプレイの総面積の割合は、典型的には、総面積の3%のオーダーである。ポリシリコンを提供するためにラインレーザビームを使用した場合、従来技術の場合のように、総面積の実質的に100%がアニール処理される。本発明の選択的照射は、（TFT領域の各々の周りの安全マージンを提供するために）典型的には約10%の領域において3%により近い割合の照射が典型的には必要となる。この手法は、所要動力を低減し、処理速度を増大させ、処理コストを低減する。

10

#### 【0010】

一実施形態では、レーザビームは、複数のサブビームに分離される。複数のサブビームを、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層上で走査する。この手法は、選択的照射を行う特に効率的な方法を提供することが分かった。本技法は、低コストで実施することができ、半導体材料の大きい区域を迅速に処理するための基礎を提供する。複数のレーザおよび対応するビームスプリッターは、特に大きい区域又は複数の区域を並行して処理するために使用できる。

#### 【0011】

一実施形態では、レーザビームは、パルスレーザビームであり、ビーム走査装置は、照射対象の半導体材料の層の複数の領域の異なるそれぞれの領域をサブビームの連続パルスが照射するようにして、複数のサブビームの各サブビームが半導体材料の層に対して走査されるように構成される。この手法は、従来技術とは異なり、各領域にどのくらいの照射線量が印加されるかについて、ある程度の融通性をもたらす。たとえば、ラインレーザビームを使用する先行技術の構成では、ラインレーザビームの走査方向に対して平行なラインレーザビームにおける強度プロファイルは一般に、ガウス型である。これは、ラインレーザビームにより照射される各領域は、強度が増大し、その後減少するパルスを受け、他の構成は簡単には可能でないことを意味する。このようにしてパルス強度を変動させることは、半導体材料をアニール処理するには最適でなく、本発明に対して従来技術の手法を使用して印加する必要がある総照射量をさらに増大させる。

20

#### 【0012】

1つの具体的な実施形態では、複数の領域の各々が受けた1パルス当たりのエネルギーは、各パルスについて実質的に同じである。代替実施形態では、複数の領域の各々が受けた1パルス当たりのエネルギーは、領域が受ける各パルスについて漸進的に増大する。それにより、アニール処理プロセスの効率は、先行技術の構成により提供されるガウス変動に対してさらに改善される。

30

#### 【0013】

本発明の代替的な態様によれば、半導体材料の層をアニール処理する方法であって、レーザビームを発生することと、走査することとを含み、走査することは、半導体材料の層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理済み半導体材料の対応する複数の領域を発生するようにして、半導体材料の層上で、レーザビームまたはレーザビームから発生した複数のサブビームを走査することであって、アニール処理済み半導体材料の領域の各々は、アニール処理済み半導体材料の他の領域のすべてから離れている、半導体材料の層をアニール処理する方法が提供される。

40

#### 【0014】

一実施形態によれば、アモルファスシリコンの層をアニール処理する方法であって、レーザビームを発生することと、走査することとを含み、走査することは、アモルファスシリコンの層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、ポリシリコンの対応する複数の領域を発生するようにして、アモルファスシリコンの層上で、レーザビームまたはレーザビームから発生した複数のサブビームを走査することであって、ポリシリコンの領域の各々は、ポリシリコンの他の領域のすべてから離れている、アモルファスシリコンの層をアニ

50

ール処理する方法が提供される。

【 0 0 1 5 】

本方法は、フラットパネルディスプレイ、具体的にはＬＣＤディスプレイ又はＯＬＥＤディスプレイを製造する方法の一部として使用され得る。

【 0 0 1 6 】

次に、添付図面を参照して、例として、本発明についてさらに説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】図 1 は、半導体材料をアニール処理するための、半導体材料の層上でのラインレーザビームの走査を示す。

10

【図 2】図 2 は、ビームスキャナを備える、半導体材料の層をアニール処理するための装置を示す。

【図 3】図 3 は、ビームスキャナがない、半導体材料の層をアニール処理するための代替的な装置を示す。

【図 4】図 4 は、ＴＦＴ領域に対する個々の被照射領域を示す。

【図 5】図 5 は、図 4 の被照射領域における線 X - X ' に沿った強度プロファイルを示す。

【図 6】図 6 は、図 4 の被照射領域における線 Y - Y ' に沿った強度プロファイルを示す。

【図 7】図 7 は、半導体材料の複数の領域を選択的に照射するための、半導体材料の層上での複数のサブビームの走査を示す。

【図 8】図 8 は、蝶ネクタイ型の走査パターンを示す。

20

【図 9】図 9 は、半導体材料の層上での複数のサブビームのラスト走査の第 1 の実施形態を示す。

【図 10】図 10 は、半導体材料の層上での複数のサブビームのラスト走査の第 2 の実施形態を示す。

【図 11】図 11 は、（複数のサブビームにわたる強度プロファイルに対応する）ある領域で受けられるエネルギー密度の例示的な変動を時間の関数として示す棒グラフである。

【図 12】図 12 は、（複数のサブビームにわたる強度プロファイルに対応する）ある領域で受けられるエネルギー密度のさらなる例示的な変動を時間の関数として示す棒グラフである。

【図 13】図 13 は、（複数のサブビームにわたる強度プロファイルに対応する）ある領域で受けられるエネルギー密度のさらなる例示的な変動を時間の関数として示す棒グラフである。

30

【図 14】図 14 は、複数の基板を並行して処理するための複数のレーザシステムを備えるガントリを示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

本明細書の導入部分で述べたように、ディスプレイが大型化するにつれて、各画素についてＴＦＴにポリシリコン（または、他のアニール処理済み半導体材料）を有効に提供することは、ますます難しくなっている。たとえば、７０インチ８Ｋ解像度ディスプレイの典型的な要件について考察する。このようなディスプレイは、１５５０×８７２mmの全体寸法を有する。長さに沿って、７６８０画素が必要とされる。幅に沿って、４３２０画素が必要とされる。各画素の幅は約６７ミクロンであり、高さは約２０２ミクロンである。このようなディスプレイのＴＦＴユニットの数は、長さに沿って２３０４０個（３つの色の各々について１つのＴＦＴユニットが必要である）、かつ、幅に沿って４３２０個である。したがって、ほぼ１億個のＴＦＴユニットが必要とされる。

40

【 0 0 1 9 】

従来技術では、アニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済みＩＧＺＯ）を提供するために、１５５０×８７２mmのディスプレイエリアの実質的にすべてにアニール照射をする必要がある。以下に説明する実施形態は、ほぼ１億個のＴＦＴに必要なアニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール

50



処理済み I G Z O ) のすべてを依然として提供しながら、実行されるアニール処理の総量を大幅に低減する。

【 0 0 2 0 】

図 2 および図 3 に例が示される実施形態では、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）の層 2 をアニール処理するための装置 1 が提供される。半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）の層 2 は、層搬送デバイス 4 2 によって運搬され得る。半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）の層 2 は、基板 4 0 上に支持され得る。その基板 4 0 は、層搬送デバイス 4 2 により支持（および運搬）され得る。層搬送デバイス 4 2 はまた、基板 4 0 を支持および / または把持する可動式のテーブルを備えてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

装置 1 は、レーザビーム 3 1 を発生するレーザ源 3 0 を備える。レーザ源 3 0 は、パルスレーザ源 3 0 で有り得る。半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）をアニール処理することが可能な任意のレーザ源が使用され得る。レーザ源の詳細は、アニール処理対象の半導体材料の具体的な特性によって変動し得る。一実施形態では、レーザ源 3 0 は、低  $M^2$  高繰返し率 D P S S レーザである。一実施形態では、レーザ源 3 0 は、（アモルファスシリコンをアニール処理するのに特に適した）約 3 5 5 n m の照射パルスを発生する U V レーザ源である。代替実施形態では、レーザ源 3 0 は、（同じくアモルファスシリコンをアニール処理するのに適した）約 5 3 2 n m の照射パルスを発生する緑レーザ源である。代替実施形態では、レーザ源 3 0 は、（ I G Z O をアニール処理するのに特に適した）約 2 6 6 n m の照射パルスを発生する D U V レーザ源である。レーザ源 3 0 は、マルチモード高出力レーザ、任意選択的に高  $M^2$  低繰返し率 D P S S レーザを備えることができる。この後者の実施形態は、より高い出力要件に起因して、ビームスポットの 2 次元アレイが発生する場合に特に適用可能であり得る。このような構成の例について、図 1 0 を参照して以下に説明する。レーザ源 3 0 は、Q スイッチレーザ源を備えてもよい。一実施形態では、レーザ源 3 0 は、2 0 0 n s 以下、任意選択的に 1 5 0 n s 以下、任意選択的に 1 0 0 n s 以下のパルス幅を有するパルスを提供するように構成される。

20

【 0 0 2 2 】

図 2 および図 3 に示す実施形態では、光学素子 3 2 （たとえば、回折光学素子、D O E ）は、レーザビーム 3 1 を分離することによって、複数のサブビーム 3 3 を発生する。

30

【 0 0 2 3 】

アニール処理対象の半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）の層 2 に対して、レーザビーム 3 1 または、（図 2 および図 3 の実施形態の場合には）レーザビーム 3 1 から発生した複数のサブビーム 3 3 を、走査する、ビーム走査装置が提供される。走査は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ）の層 2 の複数の領域を照射するようにして実行される。アニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済み I G Z O ）の対応する複数の領域が照射によって生じる。アニール処理済み半導体材料の各領域は、アニール処理済み半導体材料のあらゆる他の領域から分離されている。

40

【 0 0 2 4 】

1 つの実施形態では、半導体材料は、アモルファスシリコンを含み、本質的にアモルファスシリコンで構成され、またはアモルファスシリコンで構成され、照射は、たとえば、ポリシリコンを形成するためにアモルファスシリコンをアニール処理するものである。

【 0 0 2 5 】

代替実施形態では、半導体材料は、I G Z O を含み、本質的に I G Z O で構成され、または I G Z O で構成され、そして、照射は、たとえば、アニール処理済み I G Z O を形成するために I G Z O をアニール処理するものである。一実施形態では、アニール処理済み I G Z O は、たとえば、電気特性のより高い空間均一性および / または増大したキャリア移動度を含み、アニール処理前の I G Z O とは著しく異なる電気特性を有する。

50

## 【0026】

図2に例が示される実施形態では、ビーム走査装置は、ビームスキャナ34を備えている。ビームスキャナ34は、レーザビーム31または複数のサブビーム33によって発生する1つまたは複数のビームスポット9をレーザ源30に対して移動させ、それにより、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2に対するレーザビーム31または複数のサブビーム33の走査を少なくとも部分的に実行する。たとえば、1つまたは複数のビームスポット9の制御された移動は、たとえば、ミラーの移動、屈折光学部品、音響光学偏向器または電気光学偏向器の走査、あるいはビームスキャナ分野で知られている任意の他の技法を使用した、レーザビーム31またはサブビーム33の制御された偏向または誘導によって達成され得る。ビームスキャナ34は、レーザビーム31またはサブビーム33を半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上に集束させる光学部品（たとえばf レンズ）をさらに備えてもよい。

10

## 【0027】

ビーム走査装置は、それに加えてまたは代替として、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2を移動させる層搬送デバイス42を備えてもよく、それにより、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2に対してレーザビーム31または複数のサブビーム33の走査を少なくとも部分的に実行する。

## 【0028】

さらに、あるいはビーム走査装置は、たとえば図3に示されるように、光学部品搬送デバイス50を備えてもよい。光学部品搬送デバイス50は、レーザビーム31または複数のサブビーム33を半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上に向けるために、レーザ源30および光学部品（または光学部品の一部分）のいずれかまたは両方を移動させ、それにより、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2に対してレーザビーム31または複数のサブビーム33の走査を少なくとも部分的に実行する。図3の具体例では、光学部品は、光学部品搬送デバイス50により移動されるレーザ源30、ビーム整形光学素子32'（以下を参照）、ビーム分離光学素子32、およびサブビーム33を半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上に集束させる光学部品52（たとえばf レンズ）を含む。

20

## 【0029】

図4に概略的に示されるように、一実施形態では、アニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済みIGZO）の複数の領域8の各々は領域6を含んでおり、領域6には、ディスプレイデバイス（たとえばLCDディスプレイまたは電子ユニットOLEDディスプレイ）の画素について必要な単一の電子ユニット（たとえば、TFTデバイス）が設けられる。一実施形態では、レーザビーム31または各サブビーム33は、回折光学素子（DOE）などの光学素子32'（図2および図3を参照）により、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上の実質的に方形のスポット9を形成するように整形される。一実施形態では、各スポット9は、複数の領域8の各々と実質的に同じサイズおよび形状である。一実施形態では、各レーザビームパルスは、実質的にシルクハット状の断面強度プロファイルを有する。したがって、図4の領域8の場合、線X-X'に沿った強度プロファイルは、図5に示す通りである。線Y-Y'に沿った強度プロファイルは、図6に示す通りである。一実施形態では、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2は、集束レンズから遠距離に位置する。高い空間精度は必要でないので、半導体材料の層2に正確な画像を形成する必要はない。最終的に製造されたデバイスの一部を形成するのに必要でない半導体材料の領域は（アニール処理されていなくても、されていなくても）、光リソグラフィなど下記の処理技法を使用して正確に除去することができる。

30

40

## 【0030】

少なくとも、製造されるディスプレイの表示領域に対応する領域において、アモルファスシリコンの実質的に100%をポリシリコンに変換する従来の方法とは対照的に、本明

50

細書に開示する実施形態は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層の20%未満、任意選択的に10%未満、任意選択的に8%未満、任意選択的に6%未満、任意選択的に4%未満を、アニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済みIGZO）に変換するように構成される。

#### 【0031】

一実施形態では、各領域8は、各画素の電子ユニット（たとえばTFTデバイス）を生成するのに必要な領域6の最小サイズよりもわずかに大きい。たとえば、各領域8は、領域6の表面積の110%から2000%に等しい表面積を有してもよく、ここには任意選択的に150%から1000%、任意選択的に200%から800%、任意選択的に300%から600%が含まれる。1つの特定の実施形態では、10×35ミクロンのTFTの領域6の場合、30×55ミクロンの領域8が提供される。

10

#### 【0032】

レーザビーム31が複数のサブビーム33に分離される実施形態では、各サブビーム33は、レーザビーム31の各パルスで個々のスポット9を生じ得る。サブビーム33の各々は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上に集束する。複数のサブビーム33を提供することにより、対応する複数のスポット9を使用して、複数の領域8を同時に照射することが可能になる。ビーム走査装置（たとえば、ビームスキャナ34）は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2上でサブビーム33を走査する。一実施形態では、レーザビーム31は、パルスレーザビームであり、走査装置（たとえば、ビームスキャナ34）は、照射対象の半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2の複数の領域8のうちの異なるそれぞれの領域をサブビーム33の連続パルスが照射するようにして、各サブビーム33が半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2に対して（上で）走査されるように構成される。

20

#### 【0033】

図7は、半導体材料（たとえば、（半導体材料の層2の参照フレームにおける）アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2の一部分にわたるスポット9のラインの例示的な軌跡10を示している。軌跡10に沿った走査速度およびレーザビーム31のパルスレートは、TFTが形成される領域6のうちの1つに対応する軌跡10に沿った各ポイントに各サブビーム33が照射スポット9を発生するように構成され、レーザビーム31の各連続パルスについて1つのスポットが形成される。その後、複数のサブビーム33のうちの別のサブビームが、同じ軌跡10を辿り、同じポイントの各々にさらなる照射のスポット9を提供する。このプロセスは、たとえばポリシリコンまたはアニール処理済みIGZOを形成するために、各々が領域6のうちの1つを含んでいる複数の領域8が完全にアニール処理されるまで繰り返される。したがって、複数の領域8の各々は、サブビーム33のうちの2つ以上（の異なるサブビーム）の各々から1つの照射パルスを受ける。一実施形態では、複数の領域8の各々は、サブビーム33の1つ1つから、単一の照射パルス（すなわち、1パルスのみ）を受ける。

30

#### 【0034】

一実施形態では、照射対象の複数の領域8は、第1の方向に沿って第1のピッチ12で互いに離間している領域8（各々が領域6を含んでいる）の1つまたは複数のセットを含む。図7の例では、第1の方向は、ページ内の縦方向であり、領域8の各セットは、領域8の縦方向に整列している列を備える。領域8の複数のセット（列）が提供され、領域8の各セットは、（各領域8が領域6の1つを含んでいるように）領域6の対応するセットと整列している。複数のサブビーム33は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO）の層2において、第1の方向に同じ第1のピッチ12で互いに離間しているサブビーム33の少なくとも1つのセットを備え、それにより、（図7に示すように）第1の方向に同じ第1のピッチ12で互いから離間しているスポット9の対応するセットが生じる。これにより、複数のサブビーム33は、複数の対応する領域8（各領域8は、横方向の軌跡10のうちの異なる軌跡上にある）を同時に照射することが可能になる

40

50

。サブビームの各セットの複数のサブビーム 3 3 は、第 1 の方向に沿って互いに整列している。

【 0 0 3 5 】

図 7 の例では、複数のサブビーム 3 3 は、( 第 1 の方向に沿って整列している ) サブビーム 3 3 の上述のセットのうちの 1 つのみを備えている。他の実施形態では、サブビーム 3 3 の 2 次元アレイを形成するために直交方向に互いに離れてるような、サブビーム 3 3 のこのようなセットがさらに設けられ得る。図 1 0 を参照して、一例を以下に説明する。一実施形態では、複数の領域 8 の各々は、サブビーム 3 3 の各々から、サブビーム 3 3 の上述のセットのうちの少なくとも 1 つにおいて単一の照射パルスを受ける。

【 0 0 3 6 】

一実施形態では、ビーム走査装置は、たとえば図 7 の軌跡 1 0 に沿った半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 に対するサブビーム 3 3 の走査中に、半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層を第 1 の方向に移動させる。一実施形態では、半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 は、ビームスキャナ 3 4 に対して第 1 の方向に沿って移動され、ビームスキャナ 3 4 は、半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 の移動を補償するために、サブビーム 3 3 (したがって、スポット 9 ) を第 1 の方向に対して傾いた方向に走査する。図 7 において、半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 の参照フレームに、軌跡 1 0 が示されている。ビームスキャナ 3 4 の参照フレームにおいて、各軌跡 1 0 は、領域 6 の各々の上向きの動きを辿り、レーザビーム 3 1 がパルスするたびにそれぞれ対応する領域 6 上にスポット 9 を位置決めするように、斜め上方向 (すなわち、垂直線に対して斜角で) に移動する。

【 0 0 3 7 】

一実施形態では、各領域 8 は、上述のサブビームのセットのうちの少なくとも 1 つにおいて照射のサブビーム 3 3 の 1 つ 1 つから (すなわち、サブビーム 3 3 のセットのうちの 1 つのみが提供されるときには、サブビーム 3 3 の 1 つ 1 つから) 単一の照射パルス (すなわち、1 パルスのみ) を受ける。したがって、各領域 8 が、N 回の照射パルスを受ける必要がある場合、サブビーム 3 3 の各セットに、N 回のサブビーム 3 3 が提供される。一実施形態では、N = 2 0 であるが、他の値 N を使用してもよい。

【 0 0 3 8 】

半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 の表面全体でサブビーム 3 3 のセットを効率的に移動させるために、図 8 に例が示される蝶ネクタイ型の走査構成を使用してもよい。たとえば、ポイント 2 1 からポイント 2 2 までの軌跡に沿った各サブビーム 3 3 (および、関連するスポット 9 ) の移動を伴う走査では、N 個のサブビーム 3 3 のセットは、領域 8 の N 個のラインに沿って走査される (各領域 8 は、T F T 領域 6 のうちの 1 つを含んでいる)。ポイント 2 2 において、各サブビーム 3 3 (および、関連するスポット 9 ) は、ポイント 2 3 まで下に第 1 のピッチ 1 2 と等しい距離移動し、次いで、(領域の以前の N 個のラインと重複している) 領域 8 の別の N 個のラインを照射するために、軌跡に沿ってポイント 2 3 からポイント 2 4 まで走査される。次いで、各サブビーム 3 3 (および、関連するスポット) は同様に第 1 のピッチ 1 2 と等しい距離移動してポイント 2 1 に戻り、領域 8 のさらなる N 個のラインを走査する準備がととのう。この実施形態では、このプロセスは、半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 上の領域 8 のすべてを N 個の連続レーザパルスによって照射して、領域 8 の各々にアニール処理済み半導体材料 (たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済み I G Z O ) を形成するまで続く。

【 0 0 3 9 】

図 7 および図 8 を参照して上述した走査プロセスでは、ビーム走査装置は、照射対象の複数の領域 8 のすべて上で第 1 の方向に沿って整列しているサブビーム 3 3 のセットの各々から、ビームスポット 9 の半導体材料 (たとえば、アモルファスシリコンまたは I G Z O ) の層 2 の参照フレームにおけるラスト走査を行う。したがって、サブビーム 3 3 のセ

10

20

30

40

50

ットの1つ1つは、照射対象の領域8の1つ1つ上で走査される。図9は(アニール処理対象の半導体材料の層2の参照フレームにおける)走査経路46を概略的に示す。第1の方向に沿って整列したサブビーム33のセットは、対応するビームスポット9のセット44を生じる。第1の方向48は、ページの面において縦方向上向きである。ラスト走査の長軸は、第1の方向48に直交している(ページの面において横方向である)。

#### 【0040】

一実施形態では、複数のサブビーム33は、第1の方向に沿って整列したサブビーム33の複数のセットを含む(ビームスポット9の対応する複数のセット44が生じる)。セット44の各々は、第1の方向に直交する方向に他の各セット44から第2のピッチだけ離れている。それにより、第1のピッチおよび第2のピッチにより規定されたサブビーム33の2次元アレイが形成される。サブビーム33の2次元アレイは、(図10の左上部分に概略的に示される)ビームスポット9の対応する2次元アレイを生じる。一実施形態では、各セットは、上述したように、N個のサブビーム33を含む(しかし、他の値Nを使用してもよい)。セットの数Mは、具体的には限定されない。任意選択的にMはNよりも大きく、任意選択的に20よりも大きく、任意選択的に30よりも大きく、任意選択的に40よりも大きい。

#### 【0041】

図10は、ビームスポット9のM×Nアレイを生じるサブビームのM×Nアレイを含む実施形態の、例示的な走査経路46を示している。走査経路は、半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2上での、サブビーム33(および、ビームスポット9)のアレイの半導体材料(たとえばアモルファスシリコンまたはIGZO)の層2の参照フレームにおけるラスト走査を含む。このタイプの実施形態では、ラスト走査の長軸は、第1の方向48に対して平行(図10の例では縦方向)であり得る。このタイプの実施形態は、ビームスキャナ34を使用しないビーム走査装置により実装してもよい。換言すると、走査を実現するにあたって、レーザビームの走査用の偏向または誘導を使用しない。その代わりに、1)半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2、ならびに2)レーザ源30および半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2上にレーザビーム30または複数のサブビーム33を向けるための光学部品(または光学部品の一部分)のいずれかまたは両方を移動させることによって、走査が行われる。図10に示す例では、たとえば、(レーザ源30および/または関連する光学部品を静止して保つことによって)サブビーム33を静止した状態に保ちながら、走査経路46の縦部分の各々に沿って半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2を移動させるために層搬送デバイスを使用することによって、走査が実施され得る。次いで、光学部品搬送デバイスを使用して、レーザ源および/または関連する光学部品を横方向に進めてサブビーム33を移動させ、それにより、走査経路46の横方向部分の各々を提供することができる。代替的には、走査経路46のすべては、半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2の移動のみにより(すなわち、2次元走査で)提供してもよく、あるいは、走査経路46のすべては、レーザ源30および/または関連する光学部品の移動にのみより提供してもよい。

#### 【0042】

一実施形態では、サブビーム33のすべては、同じ強度を有し、したがって、各サブ領域8に送出される1パルス当たりのエネルギーは、一定である(各パルスは、領域8に同じエネルギーを送出する)。これは、(各領域が25本の異なるサブビーム33からパルスを受ける場合に)領域8で受けるエネルギー密度の変動を時間の関数として示している図11の棒グラフによって概略的に示される。

#### 【0043】

図12は、サブビーム33が漸進的に増大する強度を有し、したがって、各サブ領域8に送出される1パルス当たりのエネルギーが時間の関数として漸進的に増大する(各パルスが、先行するパルスよりも高い1パルス当たりのエネルギーを送出する)代替実施形態を示している。各サブビーム33の強度は、走査の間、一定のままである。各領域8が受

ける 1 パルス当たりのエネルギーの漸進的に増大は、回折光学素子の好適な設計により制御可能な異なるサブビーム 33 間の強度の差により実現できる。1 パルス当たりのエネルギーが漸進的に（単調に）増大する例は、図 12 の棒グラフによって示されている。他の構成も可能である。効率を促進する（たとえば、総量が小さいレーザエネルギーを使用する）、ならびに / あるいは、高品質を促進する（たとえば、信頼性が長く長寿命の電子デバイスを形成するように特によく適合し、かつ / または異なる領域 8 全体に高い均一性を達成する品質のポリシリコンを提供する、）あらゆる変形形態も想定できる。

#### 【0044】

図 12 に示したようなエネルギー密度が漸進的に増大する構成は、より緩やかなアニール処理につながり、適用可能な場合には、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは IGZO）の結晶化、したがってフィルムが破損する可能性の低減につながるので、図 11 に示したような一定な構成と比較して望ましい。

#### 【0045】

図 13 は、エネルギーパルスにおける変動が、ラインレーザビームの走査を使用する従来技術の手法に固有な変動、すなわち近似ガウス変動を模倣するように構成される例を示している。この手法により、従来技術の手法に対応する品質のアニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済み IGZO）を生産することが可能になる。

#### 【0046】

図 12 に示したようなエネルギー密度が漸進的に増大する構成はまた、連続的に増大するエネルギー密度パルスのすべてが、漸進的なアニール処理、適用可能な場合には、半導体材料（たとえばアモルファスシリコンまたは IGZO）の結晶化に十分に貢献するが、図 13 においてピーク後に生じるようなエネルギー密度の低減を伴うパルスは、アニール処理、適用可能な場合には結晶化プロセスにほとんど貢献しないので、図 13 に示したような増減する構成と比較して望ましい。

#### 【0047】

上述した構成では、領域 8 の各々は、複数の照射パルス（たとえば、提供されるサブビーム 33 ごとに 1 つ）を受ける。代替実施形態では、装置 1 は、複数の領域 8 の各々が照射ビームから単一の照射パルスを受けるように構成される。単一の照射パルスは、さらなるパルスを一切必要とせずに、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは IGZO）をアニール処理済み半導体材料（たとえば、ポリシリコンまたはアニール処理済み IGZO）に変換する。任意選択的に、レーザビームを複数のサブビームに分離するために光学素子 32 が提供される。この場合、レーザビームの走査は、サブビームの走査を含み、複数の領域 8 の各々が受ける単一の照射パルスは、サブビームのうちの 1 つから受けられる。複数のサブビームを提供すると、常に 1 つの照射ビームスポットのみが層 2 に入射することができる場合に比べて、半導体材料の層 2 の処理を高速化することができる。

#### 【0048】

図 14 は、たとえば、大型ディスプレイのために半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは IGZO）のより大きい層 2、あるいは、図 14 に示すような（たとえば、複数のディスプレイのために）横方向に隣接する複数の半導体材料の層 2 を処理するために、装置 1 をどのようにスケールアップできるかを概略的に示している。図示された例示的な構成では、装置 1 は、複数のレーザ源 30（図示された具体例では 10 個）を含むガントリを備えている。各レーザ源 30 は、2 つの光学系 36 に同時に照射する（したがって 20 個の光学系 36 が提供される）。各光学系 36 は、レーザビーム 31 を複数のサブビーム 33 に分離するように構成された光学素子 32、サブビーム 33 を整形する光学素子 32'、および対応するビームスキャナ 34（f レンズのような集束光学部品を含む）を備える。ビームスキャナ 34 は、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは IGZO）の層 2 上でサブビーム 33 を走査する。図示される構成では、サブビーム 33 を実質的に左右に（たとえば、上述したような蝶ネクタイ型パターンで）走査している間、半導体材料（たとえば、アモルファスシリコンまたは IGZO）の層 2 を（該当ベ

10

20

30

40

50

ージに示されているように) ガントリの下で縦方向下方向に移動させる。

【0049】

一実施形態では、ディスプレイを製造する方法のさらなるステップは、半導体材料(たとえば、アモルファスシリコンまたはIGZO)の層2を処理してポリシリコンの領域8を生じた後に実行される。一実施形態では、ディスプレイの画素を駆動するためのTFTのような電子デバイスが領域8の各々に形成される。一実施形態では、電子デバイスを含む、LCDディスプレイまたはOLEDディスプレイのようなフラットパネルディスプレイが製造される。

【0050】

また、以下の番号の節によって、本開示の実施形態を説明する。

10

【0051】

1. アモルファスシリコンの層をアニール処理するための装置であって、  
レーザビームを発生するように構成されたレーザ源と、

前記アモルファスシリコンの層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、アニール処理によりポリシリコンの対応する複数の領域を発生するようにして、前記レーザビームを走査するように構成されたビームスキャナであって、前記ポリシリコンの領域の各々は、前記ポリシリコンの他の領域のすべてから離れている、ビームスキャナとを備える、アモルファスシリコンの層をアニール処理するための装置。

【0052】

2. 前記レーザビームを複数のサブビームに分離するように構成された光学素子をさらに備え、前記レーザビームの前記走査が、前記サブビームの走査を含む、節1に記載の装置。

20

【0053】

3. 前記レーザビームが、パルスレーザビームであり、前記ビームスキャナは、照射対象の前記アモルファスシリコンの層の前記複数の領域の異なるそれぞれの領域を前記サブビームの連続パルスが照射するようにして、各サブビームが前記アモルファスシリコンの層上で走査されるように構成される、節2に記載の装置。

【0054】

4. 照射対象の前記複数の領域は、一定のピッチで互いに離間しており、前記光学素子により発生されたサブビームは、同じピッチで互いに離間している、節2または3に記載の装置。

30

【0055】

5. 前記複数の領域の前記照射中、前記ビームスキャナに対して前記アモルファスシリコンの層を移動させるように構成される、節2~4のいずれかに記載の装置。

【0056】

6. 前記アモルファスシリコンの層が、第1の方向に沿って前記ビームスキャナに対して移動され、

前記光学素子により発生した前記サブビームが、前記第1の方向に対して平行に整列され、前記ビームスキャナが、前記アモルファスシリコンの層の前記移動を補償するために、前記第1の方向に対して傾斜した方向で前記サブビームを走査するように構成される、節5に記載の装置。

40

【0057】

7. 前記サブビームのうちの少なくとも2つの各々から1照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、節2~6のいずれかに記載の装置。

【0058】

8. 前記サブビームの各々から単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、節7に記載の装置。

【0059】

9. 前記レーザ源が、パルスレーザ源であり、前記装置は、前記複数の領域の各々が受ける1パルス当たりのエネルギーが、各パルスについて実質的に同じであるように構成さ

50

れる、節 2 ~ 8 のいずれかに記載の装置。

【0060】

10 . 前記レーザ源が、パルスレーザ源であり、前記装置は、前記複数の領域の各々が受ける 1 パルス当たりのエネルギーが、前記領域が受けるパルスのうちの少なくとも 2 つについて実質的に異なるように構成される、節 2 ~ 8 のいずれかに記載の装置。

【0061】

11 . 前記複数の領域の各々が受けた 1 パルス当たりの前記エネルギーが、前記領域が受ける各パルスについて漸進的に増大する、節 10 に記載の装置。

【0062】

12 . 照射の各サブビームが、実質的にシルクハット状の断面強度プロファイルを有する、節 2 ~ 11 のいずれかに記載の装置。 10

【0063】

13 . 前記アモルファスシリコンの層の 20 % 未満をポリシリコンに変換するように構成される、節 1 ~ 12 のいずれかに記載の装置。

【0064】

14 . 前記レーザビームから単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、節 1 ~ 13 のいずれかに記載の装置。

【0065】

15 . 前記レーザビームを複数のサブビームに分離するように構成された光学素子をさらに備え、前記レーザビームの前記走査が、前記サブビームの走査を含み、前記複数の領域の各々が受ける前記単一の照射パルスが、前記サブビームのうちの 1 つから受けられる、節 14 に記載の装置。 20

【0066】

16 . アモルファスシリコンの層をアニール処理する方法であって、  
レーザビームを発生することと、  
前記アモルファスシリコンの層の複数の領域を選択的に照射し、それにより、ポリシリコンの対応する複数の領域を発生するようにして、前記アモルファスシリコンの層上で、前記レーザビームを走査することであって、前記ポリシリコンの領域の各々は、前記ポリシリコンの他の領域のすべてから離れている、走査すること  
を含む、アモルファスシリコンの層をアニール処理する方法。 30

【0067】

17 . 前記選択的照射が、前記レーザビームを複数のサブビームに分離し、前記アモルファスシリコンの層上で前記サブビームを走査することによって実行される、節 16 に記載の方法。

【0068】

18 . レーザビームが、パルスレーザビームであり、照射対象のアモルファスシリコンの層の複数の領域の異なるそれぞれの領域をサブビームの連続パルスが照射するようにして、各サブビームがアモルファスシリコンの層上で走査される、節 17 に記載の方法。

【0069】

19 . 前記サブビームが、照射対象の前記複数の領域と同じピッチで互いに離間している、節 17 または 18 に記載の方法。 40

【0070】

20 . 前記複数の領域の前記照射中、前記アモルファスシリコンの層が移動される、節 17 ~ 19 のいずれかに記載の方法。

【0071】

21 . 前記複数の領域の前記照射中、前記アモルファスシリコンの層が第 1 の方向に沿って移動され、

前記サブビームが、前記第 1 の方向に対して平行に整列され、前記アモルファスシリコンの層の前記移動を補償するために、前記第 1 の方向に対して傾斜した方向で走査される、

、



節 20 に記載の方法。

【0072】

22．前記複数の領域の各々が、前記サブビームのうちの少なくとも2つの各々から1照射パルスを受ける、節17～21のいずれかに記載の方法。

【0073】

23．前記サブビームの各々から単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、節22に記載の方法。

【0074】

24．照射の各サブビームが、実質的にシルクハット状の断面強度プロファイルを有する、節17～23のいずれかに記載の方法。

10

【0075】

25．前記レーザビームがパルス化されており、前記複数の領域の各々が受ける1パルス当たりのエネルギーが、各パルスについて実質的に同じである、節16～22のいずれかに記載の方法。

【0076】

26．前記レーザビームがパルス化されており、前記複数の領域の各々が受けた1パルス当たりのエネルギーが、前記領域が受けるパルスのうちの少なくとも2つについて実質的に異なる、節16～24のいずれかに記載の方法。

【0077】

27．前記複数の領域の各々が受けた1パルス当たりの前記エネルギーが、前記領域が受ける各パルスについて漸進的に増大する、節26に記載の方法。

20

【0078】

28．前記アモルファスシリコンの層の20%未満がポリシリコンに変換される、節16～27のいずれかに記載の方法。

【0079】

29．前記レーザビームから単一の照射パルスを前記複数の領域の各々が受けるように構成される、節16～28のいずれかに記載の方法。

【0080】

30．前記レーザビームを複数のサブビームに分離するように構成された光学素子をさらに備え、前記レーザビームの前記走査が、前記サブビームの走査を含み、前記複数の領域の各々が受ける前記単一の照射パルスが、前記サブビームのうちの1つから受けられる、節29に記載の方法。

30

【0081】

31．前記ポリシリコンの領域の各々において電子デバイスを製造することをさらに含む、節16～39のいずれかに記載の方法。

【0082】

32．ポリシリコンの各領域は、各領域において前記電子デバイスが占める領域の面積よりも少なくとも10%大きい面積を有する、節31に記載の方法。

【0083】

33．各電子デバイスが、薄膜トランジスタを備える、節32に記載の方法。

40

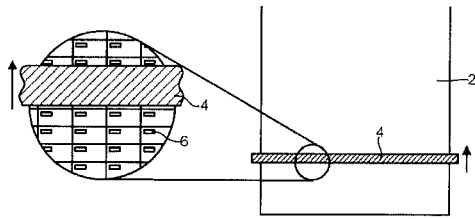
【0084】

34．前記ポリシリコンの領域を使用してフラットパネルディスプレイを製造することをさらに含む、節16～33のいずれかに記載の方法。

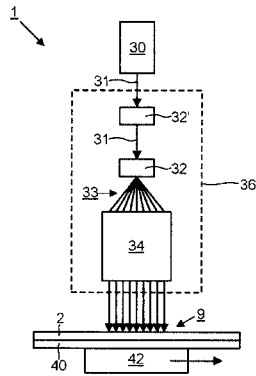
【0085】

35．節16～34のいずれかに記載の方法を使用して製造されるフラットパネルディスプレイ。

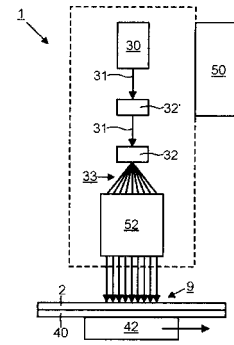
【図 1】



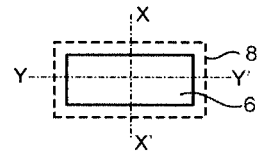
【図 2】



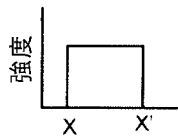
【図 3】



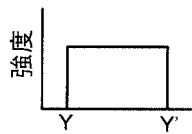
【図 4】



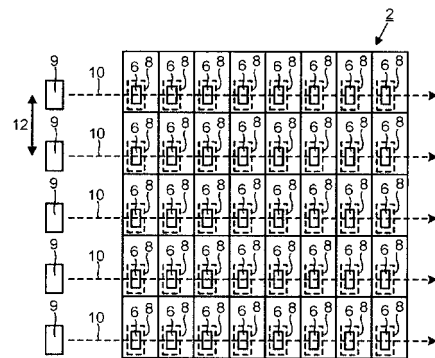
【図 5】



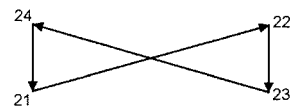
【図 6】



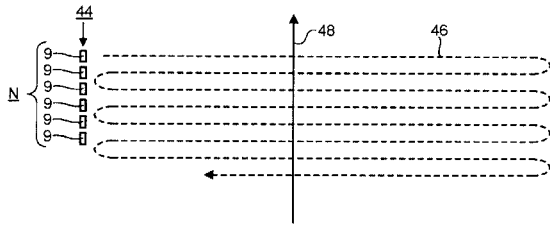
【図 7】



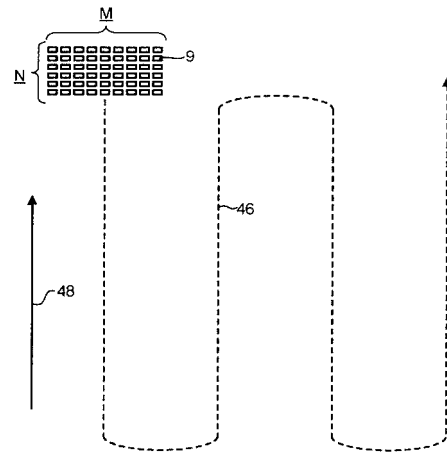
【図 8】



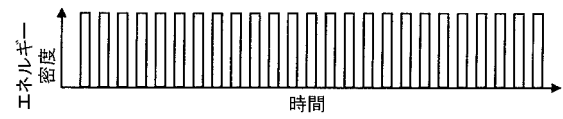
【図 9】



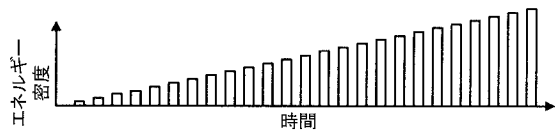
【図 10】



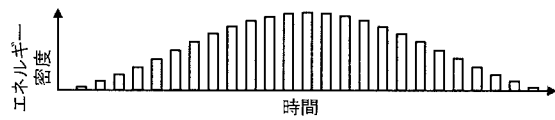
【図 11】



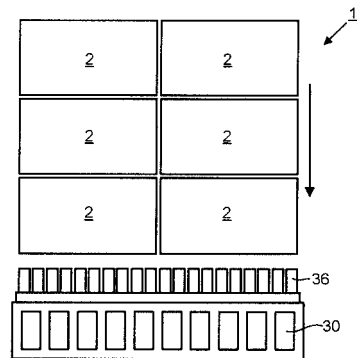
【図 12】



【図 13】



【図 14】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2017/052423

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01L21/20 H01L21/36 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/071344 A1 (ORBOTECH LTD [IL]; GROSS ABRAHAM [IL]; GLAZER ARIE [IL]) 28 August 2003 (2003-08-28)	1-5, 7-30, 32-46
A	paragraphs [0025] - [0069]; figures 1-3 -----	6,31
X	US 2010/291760 A1 (DOUDOUMPOULOS NICHOLAS [US] ET AL) 18 November 2010 (2010-11-18)	1-5, 7-30, 32-46
A	paragraphs [0048] - [0082]; figures 1-2 -----	6,31
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
26 January 2018		06/02/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Wolff, Gerhard

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2017/052423

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(a)	Publication date
WO 03071344	A1	28-08-2003	AU 2003209628 A1 09-09-2003 EP 1478970 A1 24-11-2004 JP 2005518658 A 23-06-2005 KR 20040088536 A 16-10-2004 TW 200305915 A 01-11-2003 WO 03071344 A1 28-08-2003
US 2010291760	A1	18-11-2010	NONE

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 マイルズ, デービッド トーマス エドゥモンド

イギリス国 OX5 1FP オックスフォードシャー キッドリントン, ラングフォード ロックス, オクソニアン パーク エム - ソルブ リミテッド内

Fターム(参考) 5F152 AA08 BB02 CE05 CE08 EE01 FF43 FF44 FG03 FG04 FG08  
FG19 FG22 FG27 FH02 FH03