

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年5月11日(11.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/079648 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/268 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/040657
- (22) 国際出願日: 2021年11月4日(04.11.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: J S W アクティナシステム株式会社 (JSW AKTINA SYSTEM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦二丁目2番地1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 鎌倉 英通 (KAMAKURA Hidemichi); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦二丁目2番地1 J S W アクティナシステム株式会社

社内 Kanagawa (JP). 小林 直之 (KOBAYASHI Naoyuki); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦二丁目2番地1 J S W アクティナシステム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アサヒビルディング5階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: LASER IRRADIATION DEVICE, LASER IRRADIATION METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING DISPLAY

(54) 発明の名称: レーザ照射装置、レーザ照射方法、及びディスプレイの製造方法

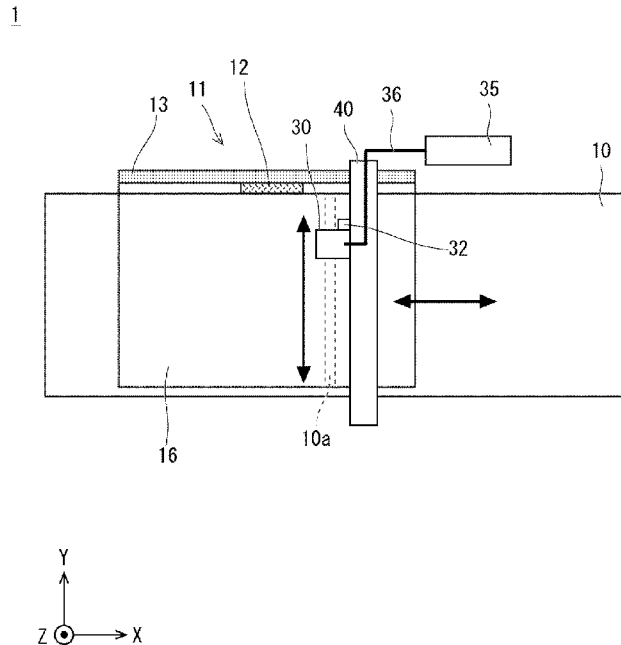


Fig. 1

(57) Abstract: A laser irradiation device (1) according to an embodiment of the present invention comprises: a laser light source (35); an optical system unit (30) that guides a laser beam (15) to a substrate; a floating unit (10) that has a through-hole provided directly below the position of irradiation with the laser beam (15) and causes the substrate to float; a conveyance unit (11) that conveys the substrate floating on the floating unit (10) in a first direction; and a stage (40) that is disposed on the floating unit (10) and that holds the optical system unit (30) so as to be movable in a second direction



WO 2023/079648 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

different from the first direction in a top view.

(57) 要約：本実施形態にかかるレーザー照射装置（1）は、レーザー光源（35）と、レーザー光（15）を基板に導く光学系ユニット（30）と、レーザー光（15）の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有し、前記基板を浮上させる浮上ユニット（10）と、浮上ユニット（10）上を浮上している基板を第1の方向に搬送する搬送ユニット（11）と、浮上ユニット（10）上に配置され、上面視において、第1の方向と異なる第2の方向に光学系ユニット（30）を移動可能に保持するステージ（40）と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：

レーザー照射装置、レーザー照射方法、及びディスプレイの製造方法

技術分野

[0001] 本発明はレーザー照射装置、レーザー照射方法、及びディスプレイの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、エキシマレーザを用いたレーザーアニール装置が開示されている。特許文献1では、浮上ユニットが基板を浮上した状態で、搬送ユニットが基板を搬送している。そして、ライン状のレーザー光が、搬送中の基板に照射される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-64048号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このようなエキシマレーザ光源は高価であるため、装置の部品コストを低減することが困難である。したがって、エキシマレーザ光源以外の光源を用いることが望まれる。半導体レーザは、安価であるが、連続発振（CW：Continuous Wave）レーザである。CWレーザ光を変調器でパルス化すると、出力が低下してしまう。よって、多くの光源が必要となり、低コスト化が困難になる。

[0005] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

[0006] 一実施の形態によれば、レーザー照射装置は、基板に設けられた膜にレーザー光を照射するレーザー照射装置であって、少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザー光を発生するレーザー光源と、前記レーザー光を前記基板に導く光

学系ユニットと、前記レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有し、前記基板を浮上させる浮上ユニットと、を備えている。

[0007] 一実施の形態によれば、レーザ照射装置は、波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、基板を第1の方向に搬送する搬送ユニットと、パルス光である前記レーザ光を前記基板に導く光学系ユニットと、上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動する駆動機構と、を備えている。

[0008] 一実施の形態によれば、レーザ照射装置は、基板に設けられた膜に対して脱水素化処理を行うレーザ照射装置であって、波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、前記レーザ光を基板に導く光学系ユニットと、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させる駆動機構と、を備えている。

[0009] 一実施の形態によれば、レーザ照射装置は、膜が形成された基板を第1の方向に発生する搬送ユニットと、波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、前記レーザ光を基板に導く光学系ユニットと、上面視において、前記第1の方向から傾いた第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変える駆動機構と、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するエキシマレーザ光源と、上面視において前記エキシマレーザ光を前記第1の方向から傾いた方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導く結晶化用光学系と、を備えている。

[0010] 一実施の形態によれば、レーザ照射方法は、基板に設けられた膜にレーザ光を照射するレーザ照射方法であって、(A1)前記レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有する浮上ユニットによって、前記基板を浮上させるステップと、(A2)少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザ光を発生するステップと、(A3)光学系ユニットによって前記レーザ光を浮上中の前記基板に導くステップと、を備えている。

- [0011] 一実施の形態によれば、レーザ照射方法は、(B 1) 半導体レーザ光源によって波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、(B 2) 搬送ユニットによって、基板を第1の方向に搬送するステップと、(B 3) パルス光である前記レーザ光を光学系ユニットによって前記基板に導くステップと、(B 4) 上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、を備えている。
- [0012] 一実施の形態によれば、レーザ照射方法は、基板に設けられた膜に対して脱水素化処理を行うレーザ照射方法であって、(C 1) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、(C 2) 光学系ユニットによって前記レーザ光を基板に導くステップと、(C 3) 前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させるステップと、を備えている。
- [0013] 一実施の形態によれば、レーザ照射方法は、(D 1) 搬送ユニットによって、膜が形成された基板を第1の方向に搬送するステップと、(D 2) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、(D 3) 光学系ユニットによって、前記レーザ光を基板に導くステップと、(D 4) 上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるステップと、(D 5) エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、(D 6) 上面視において前記エキシマレーザ光を前記第1の方向から傾いた方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、を備えている。
- [0014] 一実施の形態によれば、ディスプレイの製造方法は、(S 1) 基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、前記(S 1) 照射ステップは、(S A 1) 前記レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有する浮上ユニットによって、前記基板を浮上させるステップと、(S A 2) 少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザ光を発生するステップと

、（S A 3）光学系ユニットによって前記レーザ光を浮上中の前記基板に導くステップと、を備えている。

[0015] 一実施の形態によれば、ディスプレイの製造方法は、（S 1）基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、前記（S 1）照射ステップは、（S B 1）半導体レーザ光源によって波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、（S B 2）搬送ユニットによって、基板を第1の方向に搬送するステップと、（S B 3）パルス光である前記レーザ光を光学系ユニットによって前記基板に導くステップと、（S B 4）上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、を備えている。

[0016] 一実施の形態によれば、ディスプレイの製造方法は、（T 1）基板上に形成された膜に対して脱水素化処理を行うため、前記膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、前記（T 1）照射ステップは、（T C 1）半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、（T C 2）光学系ユニットによって前記レーザ光を基板に導くステップと、（T C 3）前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させるステップと、を備えている。

[0017] 一実施の形態によれば、ディスプレイの製造方法は、（S 1）基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、前記（S 1）照射ステップは、（S D 1）搬送ユニットによって、膜が形成された基板を第1の方向に搬送するステップと、（S D 2）半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、（S D 3）光学系ユニットによって、前記レーザ光を基板に導くステップと、（S D 4）上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるステップと、（S D 5）エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、（S D 6）上面視において前記エキシマレーザ光を前記第1の方向から傾いた方

向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、を備えている。

[0018] 前記一実施の形態によれば、生産性の高いレーザ照射装置、レーザ照射方法、及びディスプレイの製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]実施の形態にかかるレーザ照射装置を模式的に示す上面図である。
[図2]実施の形態にかかるレーザ照射装置を模式的に示すXZ断面図である。
[図3]実施の形態にかかるレーザ照射装置を模式的に示すYZ断面図である。
[図4]シリコン膜の浸透深さを示す表である。
[図5]変形例にかかるレーザ照射装置を模式的に示すXZ断面図である。
[図6]実施の形態2にかかるレーザ照射装置を模式的に示す側面図である。
[図7]レーザ光のスポット形状を模式的に示す上面図である。
[図8]実施の形態3にかかるレーザ照射装置を模式的に示す上面図である。
[図9]実施の形態3にかかるレーザ照射装置を模式的に示す側面図である。
[図10]アニール処理されたシリコン膜を示す写真である。
[図11]アニール処理されたシリコン膜に水素濃度を示すSIMSプロファイルである。
[図12]有機ELディスプレイの構成を簡略化して示す断面図である。
[図13]本実施の形態にかかるディスプレイの製造方法を示す工程断面図である。
[図14]本実施の形態にかかるディスプレイの製造方法を示す工程断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 実施の形態1.

本実施の形態にかかるレーザ照射装置は、被処理体（ワークともいう）にレーザ光を照射することでアニール処理を行う。レーザ照射装置は、レーザ光により基板を加熱することで、基板に設けられた膜に対して脱水素化アニール処理を行う。例えば、被処理体は、シリコン膜が形成された膜付き基板

となっている。レーザ照射装置は、レーザ光源として、青色半導体レーザ光源を用いている。レーザ照射装置は、半導体レーザ光源からの青色レーザ光を被処理体に照射することで、シリコン膜に対する脱水素処理を行う。なお、レーザ光は青色レーザ光に限らず、波長500nm以下のレーザ光とすることができる。

[0021] 例えば、ディスプレイパネルの製造工程において、成膜装置が、基板に膜を形成する。そして、レーザ照射装置が膜にレーザ光を照射する。基板は、例えば、ガラス基板や樹脂基板などの透明基板であり、膜は例えば、アモルファスシリコン膜である。アモルファスシリコン膜付きの基板が被処理体となる。レーザ照射装置は、アモルファスシリコン膜にレーザ光を照射することで、アモルファスシリコン膜を脱水素化する。もちろん、被処理体はシリコン膜以外の膜が形成された膜付き基板であってもよい。以下、レーザ照射装置が、レーザ光を用いた脱水素化アニール処理装置であるとして説明を行うが、レーザ照射によりアモルファスシリコン膜を結晶化する結晶化アニール処理装置であってもよい。

[0022] 図1～図3を用いて、本実施の形態にかかるレーザ照射装置の構成について説明する。図1は、レーザ照射装置1の構成を模式的に示す上面図である。図2は、レーザ照射装置1の構成を模式的に示すXZ断面図である。図3は、レーザ照射装置1の構成を模式的に示すYZ断面図である。

[0023] 図1～図3に示すように、レーザ照射装置1は、浮上ユニット10、搬送ユニット11、光学系ユニット30、Y駆動機構32、及びステージ40を備える。浮上ユニット10と搬送ユニット11とが搬送装置を構成する。

[0024] なお、以下に示す図では、説明の簡略化のため、適宜、XYZ3次元直交座標系を示している。Z方向は鉛直上下方向であり、被処理体16の主面と直交する方向である。X方向は被処理体16の搬送方向である。Y方向は光学系ユニット30の移動方向である。X方向に搬送されている被処理体16に、レーザ光15が照射される。さらに、光学系ユニット30が、Y方向に移動する。したがって、被処理体16に対するレーザ光の照射位置をX方向

及びY方向に変化させることができる。これにより、被処理体16のほぼ全面にレーザ光を照射することができる。

[0025] 図2に示すように、浮上ユニット10は、浮上ユニット10の表面からガスを噴出するように構成されている。浮上ユニット10は、その上面で被処理体16を浮上させる。浮上ユニット10の表面から噴出されたガスが被処理体16の下面に吹き付けられることで、被処理体16が浮上する。被処理体16が搬送される際、浮上ユニット10は被処理体16の上側に配置されている他の機構（不図示）に被処理体16が接触しないように浮上量を調整している。

[0026] 浮上ユニット10は、多孔質材料によって形成されている。例えば、浮上ユニット10は、多孔質アルミナや多孔質SiC等のセラミック材料で形成されている。ここでは、浮上ユニット10は、厚さ10mmの多孔質材料プレートとなっている。浮上ユニット10は、図示しない給気ポートに接続されている。よって、ガスボンベなどの気体供給手段（不図示）からの気体が浮上ユニット10の上面から噴出される。

[0027] 搬送ユニット11は、浮上している被処理体16を搬送方向に搬送する。図1に示すように、搬送ユニット11は、保持機構12と移動機構13とを備える。保持機構12は、被処理体16を保持する。例えば、保持機構12は、真空吸着機構を用いて構成することができる。真空吸着機構はアルミニウム合金などの金属材料により形成されている。あるいは、保持機構12は、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）材などの樹脂系材料で形成されていてもよい。保持機構12の上面には、吸着溝や吸着穴等が形成されている。保持機構12は多孔質材料で形成されていても良い。

[0028] 保持機構12（真空吸着機構）は、排気ポート（不図示）に接続されており、排気ポートはエジェクタや真空ポンプなどに接続されている。よって、保持機構12にはガスを吸引するための負圧が作用するため、保持機構12を用いて被処理体16を保持することができる。

[0029] 保持機構12は、被処理体16のレーザ光15が照射される面（上面）と

逆側の面（下面）、つまり、被処理体 16 の浮上ユニット 10 と対向する側の面を吸引することで、被処理体 16 を保持している。また、保持機構 12 は、被処理体 16 の +Y 方向における端部を保持している。

[0030] 搬送ユニット 11 が備える移動機構 13 は保持機構 12 と連結されている。移動機構 13 は、保持機構 12 を搬送方向に移動可能に構成されている。搬送ユニット 11（保持機構 12 及び移動機構 13）は、浮上ユニット 10 の +Y 方向の端部側に設けられており、保持機構 12 で被処理体 16 を保持しつつ、移動機構 13 が搬送方向に移動することで被処理体 16 が搬送される。

[0031] 図 1 に示すように、例えば、移動機構 13 は浮上ユニット 10 の +Y 方向の端部を搬送方向に沿ってスライドするように構成されている。移動機構 13 が浮上ユニット 10 の端部を搬送方向に沿ってスライドすることで、被処理体 16 が搬送方向に沿って搬送される。

[0032] 移動機構 13 の移動速度を制御することで、被処理体 16 の搬送速度を制御することができる。移動機構 13 は、例えば、図示しないモータなどのアクチュエータとリニアガイド機構やエアベアリング等を備えている。

[0033] 被処理体 16 は X 方向及び Y 方向と平行な端辺を有する矩形基板となっている。被処理体 16 は、基板 16 a と、基板 16 a 上に形成された膜 16 b を備えている。基板 16 a はガラス基板などの透明基板である。膜 16 b は、アモルファスシリコン膜などのシリコン膜である。膜 16 b にレーザ光 15 を照射してアニール処理することで、膜 16 b に含まれる水素を抜くことができる。つまり、レーザ照射装置 1 は、脱水素化処理装置となる。なお、シリコン膜である膜 16 b が示されているが、その他の膜が形成されていても良い。例えば、シリコン膜の下地膜として、配線などとなる銅やアルミニウムの薄膜が形成されていてもよい。さらには、基板 16 a には、酸化シリコン膜などの絶縁膜が下地膜として形成されていてもよい。

[0034] 浮上ユニット 10 の上方には、ステージ 40 が配置されている。ステージ 40 は、光学系ユニット 30 を移動可能に保持している。光学系ユニット 3

0は、レーザ光源35からのレーザ光を被処理体16に導く。光学系ユニット30は、ステージ40よりも-X側に配置されている。したがって、光学系ユニット30は被処理体16の真上に配置されている。よって、光学系ユニット30からのレーザ光15が上側から被処理体16に照射される。

[0035] ステージ40は光学系ユニット30のY方向の移動をガイドするガイド機構となる。例えば、ステージ40にはガイドレールやガイド溝などが設けられている。また、ステージ40には、Y駆動機構32が設けられている。ステージ40は、浮上ユニット10の上方の空間において、Y方向に沿って設けられたガントリーステージである。Y駆動機構32が光学系ユニット30をY方向に駆動する。

[0036] 光学系ユニット30がステージ40に沿って移動する。光学系ユニット30がY方向に移動するため、レーザ光15の照射位置がY方向に変化する。+Y側及び-Y側において、ステージ40は浮上ユニット10からはみ出すように配置されている。従って、Y方向において、光学系ユニット30は、被処理体16の任意の位置にレーザ光を照射することができる。

[0037] 次に、レーザ光源とその光学系の一例について説明する。レーザ光源35は、被処理体16をアニールするためのレーザ光を発生する。レーザ光源35は、中心波長450nmの青色レーザ光を発生するBLD (Blue Laser Diode) である。つまり、レーザ光源35は青色半導体レーザ光源である。ここで、レーザ光は連続発振のCW (Continuous Wave) レーザ光となっている。もちろん、レーザ照射装置1は、変調器などを用いて、レーザ光をパルスレーザ光に変調しても良い。

[0038] レーザ光源35は、光ファイバ36に結合されている。レーザ光源35からのレーザ光は、光ファイバ36を介して、光学系ユニット30に入射する。図2に示されるように、光学系ユニット30は、レンズ301、ミラー302、及びレンズ303を備えている。もちろん、光学系ユニット30にはレンズ301、ミラー302、レンズ303以外の光学素子が設けられていても良い。また、被処理体16において、レーザ光15のスポット形状が1

0 mm×0.3 mmのライン状となっている。レーザ光15がCW光であり、被処理体16の1点における照射時間は10 μsec~1 secとする。

[0039] 光ファイバ36からのレーザ光は、レンズ301に入射する。レンズ301で集光されたレーザ光は、ミラー302に入射する。ミラー302はレーザ光を被処理体16に向けて反射する。具体的には、ミラー302はレーザ光を下方に反射する。ミラー302で反射されたレーザ光は、レンズ303に入射する。

[0040] レンズ303からのレーザ光15が被処理体16に照射される。レンズ303は、レーザ光15を被処理体16に集光する。よって、光学系ユニット30からのレーザ光15は集束ビームとなって、被処理体16に照射される。光学系ユニット30は、上方からレーザ光15を被処理体16に照射する。被処理体16の膜16bがアニールされ、膜16bに対して脱水素化処理を行うことができる。なお、レンズ303の光軸はZ方向と平行になっているが、Z方向から傾いていてもよい。

[0041] ここで、レーザ光源35が青色の半導体レーザ光源であるため、レーザ光15が青色レーザ光となっている。例えば、レーザ光15の中心波長は450 nmとなっている。青色の光はシリコン膜に対する浸透深さが深い。よって、レーザ光15の全てが被処理体16で吸収されずに、レーザ光15の一部が被処理体16を透過してしまう。

[0042] ここで、被処理体16を透過したレーザ光が浮上ユニット10で吸収されると、浮上ユニット10が加熱されてしまう。よって、プロセス中に、浮上ユニット10の温度が変動してしまう。さらに、浮上ユニット10の表面でレーザ光が反射又は散乱されてしまうため、照射箇所の直下からのレーザ光が再度、被処理体16に入射してしまう。したがって、脱水素化のアニールプロセスが不安定になってしまうおそれがある。

[0043] そこで、本実施の形態では、図1、図2に示すように、レーザ光15の照射箇所の直下において、浮上ユニット10に貫通穴10aを設けている。上面視において、貫通穴10aはY方向を長手方向とする帯状の領域に形成さ

れている。レーザ光15は、貫通穴10aを通過するため、浮上ユニット10に入射しない。浮上ユニット10でレーザ光15が吸収、反射又は散乱されるのを防ぐことができる。X方向において、貫通穴10aの幅は10mm程度になっている。Y方向において、貫通穴10aの長さは、光学系ユニット30の可動範囲と同程度になっている。

[0044] これにより、浮上ユニット10の温度を安定化することができる。さらに、浮上ユニット10からの反射光又は散乱光が被処理体16に再度入射することを防ぐことができる。浮上ユニット10の表面からの反射光及び散乱光を低減することができる。このようにすることで、安定した脱水素化プロセスが可能になり、生産性を向上することができる。

[0045] また、本実施の形態では、搬送ユニット11が被処理体16を搬送中に、Y駆動機構32が光学系ユニット30を駆動している。つまり、Y駆動機構32によってレーザ光の照射位置がY方向に移動するとともに、搬送ユニット11によって被処理体16がX方向に移動している。したがって、被処理体16に対するレーザ光の照射位置がX方向及びY方向に変化する。これにより、被処理体16のほぼ全面にレーザ光を照射することができる。よって、膜16bのほぼ全体をアニールすることができ、脱水素化処理を適切に行うことができる。

[0046] また、Y方向における光学系ユニット30の移動速度が、X方向の搬送速度よりも速くなっていても良い。このようにすることで、Y方向において、レーザ照射位置を高速に変化させることができる。よって、局所的な加熱を防ぐことができるため、下地膜などに対する影響を防ぐことができる。

[0047] なお、本実施の形態ではレーザ光源35として、青色レーザダイオードが設けられているが、レーザ光源35はこれに限られるものではない。具体的には、レーザ光源35は、基板16a上に所定の厚さの膜16bが設けられている場合、レーザ光の少なくとも一部が膜16bを透過する波長のレーザ光を発生するものであればよい。

[0048] 膜16bを透過する波長か否かは、膜の材質や厚さに応じて決まる。例え

ば、膜16bがアモルファスシリコン膜である場合、波長450nmの光に対する浸透深さ（進入深さ）は $0.02\mu\text{m}$ となる。浸透深さは、物質に入射した入射光の光量が $1/e$ になるときの物質の厚さである。eはネイピア数である。浸透深さは物質の消衰係数で決まる。また、消衰係数は、波長依存性がある。浸透深さは膜の材質、および光の波長によって決まる。

[0049] 図4は、アモルファスシリコン（a-Si）膜と、単結晶シリコン（c-Si）膜の浸透深さを示す表である。図4では、波長が308nm、355nm、450nm、532nm、808nmの光に対する浸透深さが示されている。浸透深さは、吸収率が $1/e$ （63%）になるときの膜厚となる。膜16bがアモルファスシリコン膜であり、レーザ波長が450nmとすると、浸透深さは $0.02\mu\text{m}$ となる。換言すると、波長450nmのレーザ光が膜厚 $0.02\mu\text{m}$ のアモルファスシリコン膜を入射すると、36.8%がアモルファスシリコン膜を透過し、 $1/e=63\%$ がアモルファスシリコン膜で吸収される。

[0050] 膜16bが浸透深さの4倍の膜厚を有する場合、レーザ光の1.8%（= $1/e^4$ ）が膜16bを透過することになる。また、脱水素化のためのアニールプロセスにおいて、レーザ光の1.8%が浮上ユニット10に入射するとアニールプロセスに影響が生じてしまう。したがって、本実施の形態に係るレーザ照射装置1は、浸透深さの4倍以下の膜厚を有する膜16bのアニールに好適である。換言すると、浸透深さの4倍以上の膜厚を有する膜をアニールする場合、浮上ユニット10に対する影響が軽微である。膜16bの膜厚が決まっていれば、本実施の形態に好適なレーザ波長の範囲が決まる。

[0051] ここで、膜16bが厚さ40nmのアモルファスシリコン膜であるとする。図4の表に示す通り、レーザ波長が355nmの時の浸透深さは10nmである。レーザ波長が355nm以上の時に、レーザ光の2%以上が膜16bを透過して、プロセスに影響が生じてしまう。例えば、355nm以上808nm以下のレーザ波長のレーザ光を用いた場合、2%以上のレーザ光が膜16bを透過してしまう。浮上ユニット10での吸収、反射、又は散乱は

、プロセスばらつきの原因となるおそれがある。よって、本実施の形態に係るレーザ照射装置は、355 nm以上、808 nm以下の波長のレーザ光を用いた場合に好適である。つまり、レーザ波長の光の浸透深さの4倍以下の膜厚を有する膜のアニールに好適である。

[0052] なお、本実施の形態において、光学系ユニット30は、レーザ光を走査するための光スキャナを有していてもよい。例えば、ミラー302がガルバノミラーであってもよい。光スキャナは、レーザ光を偏向することで、レーザ光の照射位置が変化する。ここで、光スキャナは、レーザ光の照射位置をX方向に変化させる1軸の光スキャナとなっている。つまり、光スキャナがX方向に照射位置を変化させることで、被処理体16の1点にレーザ光が連続的に照射される照射時間を短くすることができる。これにより、下地膜などの局所的な加熱を防ぐことができる。よって、安定したアニールプロセスが可能になる。光スキャナを用いる場合、レンズ303はf θ レンズであってもよい。これにより、光スキャナがレーザ光を偏向した場合でも、レーザ光の照射方向をZ方向と平行にすることができる。

[0053] 本実施の形態にかかるレーザ照射方法は、基板に設けられた膜にレーザ光を照射するレーザ照射方法である。レーザ照射方法は、レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有する浮上ユニットによって、前記基板を浮上させるステップと、前記浮上ユニット上を浮上している前記基板を第1の方向に搬送するステップと、少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザ光を発生するステップと、光学系ユニットによって前記レーザ光を搬送中の前記基板に導くステップと、上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向にレーザ光の照射位置を変えるように、前記光学系ユニットを第2の方向に移動させるステップと、を備えている。これにより、生産性を向上することができる。

[0054] (変形例1)

変形例1にかかるレーザ照射装置1について、図5を用いて説明する。図5は、レーザ照射装置1の構成を模式的に示す側面断面図である。変形例1

では、実施の形態1の構成に対して、ダンパ19が追加されている。

[0055] ダンパ19は貫通穴10aの直下に配置されている。ダンパ19は、貫通穴10aを通過したレーザ光15を吸収する。ダンパ19は、Y方向と長手方向とする金属ブロックである。貫通穴10aと同程度の長さとする事ができる。例えば、ダンパ19は黒色に着色された金属材料等で形成されている。レーザ光15を吸収するダンパ19を設けることで、貫通穴10aの周辺で反射又は散乱されたレーザ光が被処理体16に入射することができる。これにより、より安定したプロセスが可能になる。

[0056] なお、図5では、ダンパ19が、貫通穴10aの直下に配置されているが、ダンパ19の配置箇所は、貫通穴10aの直下に限定されるものではない。例えば、貫通穴10aの直下には、青色レーザ光を反射するミラー等を配置してもよい。ダンパ19はミラーで反射されたレーザ光を吸収できる位置に配置されていればよい。つまり、ダンパ19が、ミラーで反射した青色レーザ光を吸収する。

[0057] ダンパ19は、冷却されていてもよい。例えば、空冷機構や水冷機構の冷却機構がダンパ19に設けられていても良い。あるいは、ダンパ19には、放熱機構が設けられていてもよい。このようにすることで、ダンパ19とその周辺の温度上昇を抑制することができるため、安定してアニールプロセスを実行することができる。

[0058] 実施の形態2.

実施の形態2にかかるレーザ照射装置について、図6を用いて説明する。図6は、レーザ照射装置1の構成を模式的に示す断面図である。実施の形態2では、レーザ照射装置1が、アモルファスシリコン膜を結晶化するためのレーザ結晶化装置となっている。ここで、レーザ光照射前の膜16bはアモルファスシリコン膜となっている。レーザ光照射後の膜16bはポリシリコン膜となっている。レーザ光源35が青色半導体レーザ光源である。青色レーザ光を照射することで、膜16bがポリシリコン膜となる。

[0059] レーザ照射装置1が、変調器306、及びビーム成形部307を備えてい

る。変調器306、及びビーム成形部307は光学系ユニット30に搭載されている。変調器306、ビーム成形部307以外の構成については、実施の形態1と同様であるため説明を省略する。

[0060] 変調器306は、レーザ光を変調する。これにより、CWレーザ光がパルスレーザ光に変調される。ここでは、パルスレーザ光の繰り返し周波数Rが、10kHz~200kHzとなっている。レーザ光が被処理体16の1箇所連続して照射される照射時間は、1μsec以下とすることが好ましい。

[0061] 変調器306からのパルスレーザ光は、ビーム成形部307に入射する。ビーム成形部307が、パルスレーザ光のスポット形状を成形する。例えば、ビーム成形部307は、スリットなどのビーム成形機構を有している。あるいは、複数本の光ファイバ36を用いている場合、光ファイバ36の出射端の配置によりビームを成形してもよい。ビーム成形部307は、光軸と直交する方向のビーム断面形状（スポット形状）が矩形状になるように、ビームを成形する。例えば、スポット形状は、長手方向のサイズが10mm、短手方向のサイズが0,03mmの矩形状となる。なお、被処理体16におけるビームのスポット形状については後述する。

[0062] ビーム成形部307で成形されたパルスレーザ光は、実施の形態1と同様に、レンズ301、ミラー302及びレンズ303を介して、被処理体16に入射される。ここで、被処理体16におけるビームのスポット形状を図7に示す。

[0063] 図7は、被処理体16におけるパルスレーザ光のスポット形状を模式的に示すXY平面図である。なお、以下の説明では、搬送ユニット11による被処理体16の搬送速度がY駆動機構32による光学系ユニット30の移動速度よりも十分に遅いものとして説明する。なお、以下に示すサイズなどは本実施形態の一例であり、本実施形態は以下のサイズに限られるものではない。

[0064] 被処理体16におけるレーザ光15のスポット形状は、長手方向を有する

矩形形状となっている。例えば、スポット形状の長手方向のサイズLが900 μm となっており、短手方向のサイズが、15 μm となっている。短手方向と長手方向は直交する方向である。そして、長手方向がX方向及びY方向から傾いている。具体的には、短手方向とY方向の成す角度 θ が45°となっている。つまり、スポット形状の長手方向は、光学系ユニット30の移動方向から45°傾いた方向になっている。

[0065] また、光学系ユニット30のY方向における移動速度Vが70.7 mm/s となっている。パルスレーザー光の繰り返し周波数 $R = 10 \text{ kHz}$ である。したがって、Y方向において、1パルス当たりの照射位置のずれ量Pは7.07 $\mu\text{m/Pulse}$ である。つまり、連続する2つのパルスレーザー光15aとパルスレーザー光15bの照射位置（ショット位置）がY方向に7.07 μm ずれている。

[0066] スポット形状の長手方向におけるパルスレーザー光15a、15bの照射位置のずれ量D（ $= P \times \sin \theta$ ）は5 μm となる。スポット形状の短手方向におけるパルスレーザー光15a、15bの照射位置のずれ量H（ $= P \times \cos \theta$ ）は5 μm となる。また、S（ $= L \times \sin \theta$ ）は、318 μm となっている。

[0067] このようにすることで、被処理体16の同じ箇所において、ビーム端部が繰り返し照射される回数を小さくすることができる。よって、結晶化膜の均一性を向上することができる。

[0068] 例えば、ビーム断面プロファイルにおいて、ビーム端部は、ビーム中央部に比べて光強度が低くなっている。つまり、ビーム中心で光強度が最も高く、ビーム中心からビーム端部に向かうほど、光強度が低くなる。この場合、光強度の低いビーム端部が多数回繰り返し照射されてしまうと、膜16bの表面粗さがその他の箇所と異なってしまう。したがって、ディスプレイにおいて表示ムラが発生してしまう。

[0069] そこで、本実施形態ではビーム断面における長手方向がY方向から傾いている。つまり、ビーム成形部307がY方向から傾斜した斜め方向を長手方

向とするようにビームを成形している。これにより、表面粗さを均一にすることができるため、表示ムラを抑制することができる。つまり、Y駆動機構32が光学系ユニット30をY方向に移動させることで、被処理体16に対するレーザ光の照射位置が長手方向及び短手方向に変わっていく。

[0070] 一方、長手方向がY方向と平行の場合、光学系ユニットの移動方向によって長手方向に照射位置が変化しなくなる。したがって、ビーム端部が同じ位置に多数回照射されてしまう。

[0071] このように、本実施の形態では、スポット形状がX方向及びY方向から傾いた方向を長手方向にするように、ビーム成形部307がビームの断面形状を成形している。レーザ光のビーム端部が被処理体16の同じ位置に繰り返し照射されることを防ぐことができる。よって、均一な結晶化が可能となる。

[0072] 本実施形態にかかるレーザ照射方法は、半導体レーザ光源によって青色のレーザ光を発生するステップと、搬送ユニットによって、基板を第1の方向に搬送するステップと、パルス光である前記レーザ光を光学系ユニットによって前記基板に導くステップと、上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となるようにレーザ光を成形するステップと、を備えている。これにより、生産性を向上することができる。

[0073] 実施の形態3.

本実施の形態では、レーザ照射装置1が、低温ポリシリコン(LTPS:Low Temperature Poly-Silicon)膜を形成するエキシマレーザアニール(ELA:Excimer laser Anneal)装置である。本実施の形態にかかるレーザ照射装置1について、図8、及び図9を用いて説明する。図8は、レーザ照射装置1を模式的に示す上面図である。図9はレーザ照射装置1の構成を模式的に示すXZ断面図である。

- [0074] 本実施の形態では、レーザ照射装置 1 が、レーザ光源 35 と、光学系ユニット 30 と、結晶化用レーザ光源 51 と、結晶化用光学系 52 とを備えている。さらに、レーザ照射装置 1 は、複数の光学系ユニット 30 を有している。図 8 では、4 つの光学系ユニットを光学系ユニット 30 a ~ 30 d として示している。なお、実施の形態 1、2 と共通する内容については適宜説明を省略する。
- [0075] レーザ光源 35 は、実施の形態 1 と同様に青色半導体レーザ光源となっている。そして、レーザ光源 35 からの青色レーザ光で、膜 16 b に対する脱水素化処理を行う。なお、光学系ユニット 30 やステージ 40 等の基本的構成は、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。
- [0076] 結晶化用レーザ光源 51 はパルスレーザ光源であり、パルスレーザ光を発生させる。結晶化用レーザ光源 51 は、例えば、中心波長 308 nm のエキシマレーザ光を放出するエキシマレーザ光源である。
- [0077] 結晶化用レーザ光源 51 からのエキシマレーザ光は、結晶化用光学系 52 に入射する。結晶化用光学系 52 は、レーザ光を被処理体 16 に導く。結晶化用光学系 52 から被処理体 16 に照射されるレーザ光をレーザ光 55 とする。例えば、結晶化用光学系 52 は、レーザ光 55 を被処理体 16 に集光するためのプロジェクションレンズなどを備えている。結晶化用光学系 52 は公知の E L A 装置と同様のものを用いることができるため、詳細な説明を省略する。
- [0078] 結晶化用光学系 52 は、レーザ光 55 をライン状のラインビームにして、被処理体 16 に照射する。図 9 に示すように、被処理体 16 において、レーザ光 55 は Y 方向を長手方向とする。レーザ光 55 は、被処理体 16 において、ライン状の照明領域を形成している。つまり、被処理体 16 上に集光されたレーザ光 55 は、Y 方向を長手方向（長軸方向）とし、X 方向を短手方向（短軸方向）とするライン状の照射領域を形成している。また、搬送ユニット 11 が搬送方向に被処理体 16 を搬送しながら、レーザ光 55 が膜 16 b に照射される。ここでは、搬送方向が X 方向となっている。これにより、

Y方向における照射領域の長さを幅とする帯状の領域にレーザ光55を照射することができる。

[0079] ここで、搬送ユニット11の搬送方向は-X方向になっている。搬送ユニット11によって搬送中の被処理体16にレーザ光15が照射された後にレーザ光55が照射される。つまり、レーザ光15によって脱水素化処理が施された箇所に、結晶化のためのレーザ光55が照射される。したがって、青色レーザ光による脱水素化アニール処理の直後に結晶化アニール処理を行うことができる。

[0080] このようにすることで、ELAプロセスにおけるエネルギー密度（ED：Energy Density）のマージンを広くすることができる。つまり、エネルギー密度が変動した場合でも、安定した結晶化プロセスが可能となる。よって、結晶化膜の均一性を向上することが可能となる。

[0081] レーザ光55の照射領域の直下において、浮上ユニット10には、貫通穴10aが設けられている。よって、レーザ光55は、貫通穴10aを透過する。さらに、変形例1と同様に、貫通穴10aの下には、ダンパ19が配置されている。よって、貫通穴10aを透過したレーザ光55は、ダンパ19で吸収される。よって、浮上ユニット10によるレーザ光55の吸収、反射、拡散を抑制することができる。これにより、安定下プロセスが可能となる。

[0082] 本実施の形態では、搬送ユニット11で搬送中の被処理体16にレーザ光15とレーザ光55が連続して照射される。また、搬送中の被処理体16の別の箇所にレーザ光15とレーザ光55が同時に照射される。このようにすることで、脱水素化アニール処理と、結晶化アニール処理との時間間隔を短くすることができるため、プロセスマージンを広くすることができる。

[0083] また、本実施の形態では、光学系ユニット30において、光スキャナ305が設けられている。光スキャナ305は例えば、ガルバノミラーであり、X方向にレーザ光を走査する。このようにすることで、被処理体16の特定箇所に連続してレーザ光が照射される照射時間を短くすることができる。

よって、下地膜などの加熱を防ぐことができ、安定下プロセスが可能となる。

[0084] さらに、レーザ照射装置 1 が複数の光学系ユニット 30 a～30 d を有している。このようにすることで、1つの光学系ユニット 30 が照射する範囲を小さくすることができる。これにより、X方向の搬送速度を向上することができるため、プロセス時間（タクトタイム）を短縮することができる。よって、生産性を向上することができる。なお、図 8 では、光学系ユニット 30 a～30 d にそれぞれ Y 駆動機構 32 a～32 d が独立して設けられているが、光学系ユニット 30 a～30 d の Y 駆動機構 32 は共通であってもよい。

[0085] 本実施形態にかかる方法は、搬送ユニットによって、膜が形成された基板を第 1 の方向に搬送するステップと、半導体レーザ光源によって、青色のレーザ光を発生するステップと、上面視において、前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に移動可能に設けられた光学系ユニットによって、前記レーザ光を基板に導くステップと、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を前記第 2 の方向に変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、上面視において前記エキシマレーザ光を前記第 1 の方向から傾いた第 2 の方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、を備えている。これにより、生産性を向上することができる。また、結晶化用レーザ光源 51 として、エキシマレーザ光源以外の光源を用いてもよい。例えば、エキシマレーザ光源の代わりに半導体レーザ光源を結晶化用レーザ光源 51 として用いてもよい。

[0086] 実施例

以下、実施例について、図 10、及び図 11 を用いて説明する。図 10 は、本実施形態にかかるレーザ照射装置で処理されたシリコン膜を示す SEM (Scanning Electron Microscope) 写真である。図 10 に示すように、均一に処理されている。

[0087] 図11は、水素濃度を示すSIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) プロファイルである。図11において、BLDが本実施形態に係るレーザ照射装置でアニール処理されたシリコン膜の水素濃度を示す。RTAはRTA (Rapid Thermal Anneal)装置により500℃にアニールされたシリコン膜の水素濃度を示す。さらに、図11にはアニール処理が成されていないシリコン膜の水素濃度を示す。

[0088] RTA装置でアニールされた場合、シリコン膜の水素濃度は約0.5atom%である。一方、本実施の形態に係るレーザ照射装置でアニールされた場合、シリコン膜の水素濃度は0.2atom%である。よって、本実施の形態に係るレーザ照射装置1によって、より効果的に脱水素化処理を行うことができる。

[0089] 上記のレーザ照射装置1を用いたレーザ照射方法は、ディスプレイの製造方法に好適である。例えば、ディスプレイの製造方法は、基板上に膜を形成するステップと、上記の照射方法で前記膜にレーザ光を照射するステップとを備えている。なお、実施の形態3の構成は、実施の形態1、2の構成と適宜組み合わせることが可能である。

[0090] (有機ELディスプレイ)

上記のポリシリコン膜を有する半導体装置は、有機EL (ElectroLuminescence) ディスプレイ用のTFT (Thin Film transistor) アレイ基板に好適である。すなわち、ポリシリコン膜は、TFTのソース領域、チャネル領域、ドレイン領域を有する半導体層として用いられる。

[0091] 以下、本実施の形態にかかる半導体装置を有機ELディスプレイディスプレイに適用した構成について説明する。図12は、有機ELディスプレイの画素回路を簡略化して示す断面図である。図12に示す有機ELディスプレイ300は、各画素PXにTFTが配置されたアクティブマトリクス型の表示装置である。

[0092] 有機ELディスプレイ300は、基板310、TFT層311、有機層312、カラーフィルタ層313、及び封止基板314を備えている。図12

では、封止基板 314 側が視認側となるトップエミッション方式の有機 EL ディスプレイを示している。なお、以下の説明は、有機 EL ディスプレイの一構成例を示すものであり、本実施の形態は、以下に説明される構成に限られるものではない。例えば、本実施の形態にかかる半導体装置は、ボトムエミッション方式の有機 EL ディスプレイに用いられていてもよい。

- [0093] 基板 310 は、ガラス基板又は金属基板である。基板 310 の上には、TFT 層 311 が設けられている。TFT 層 311 は、各画素 PX に配置された TFT 311a を有している。さらに、TFT 層 311 は、TFT 311a に接続される配線（図示を省略）等を有している。TFT 311a、及び配線等が画素回路を構成する。
- [0094] TFT 層 311 の上には、有機層 312 が設けられている。有機層 312 は、画素 PX ごとに配置された有機 EL 発光素子 312a を有している。さらに、有機層 312 には、画素 PX 間において、有機 EL 発光素子 312a を分離するための隔壁 312b が設けられている。
- [0095] 有機層 312 の上には、カラーフィルタ層 313 が設けられている。カラーフィルタ層 313 は、カラー表示を行うためのカラーフィルタ 313a が設けられている。すなわち、各画素 PX には、R（赤色）、G（緑色）、又は B（青色）に着色された樹脂層がカラーフィルタ 313a として設けられている。
- [0096] カラーフィルタ層 313 の上には、封止基板 314 が設けられている。封止基板 314 は、ガラス基板などの透明基板であり、有機層 312 の有機 EL 発光素子の劣化を防ぐために設けられている。
- [0097] 有機層 312 の有機 EL 発光素子 312a に流れる電流は、画素回路に供給される表示信号によって変化する。よって、表示画像に応じた表示信号を各画素 PX に供給することで、各画素 PX での発光量を制御することができる。これにより、所望の画像を表示することができる。
- [0098] 有機 EL ディスプレイ等のアクティブマトリクス型表示装置では、1つの画素 PX に、1つ以上の TFT（例えば、スイッチング用 TFT、又は駆動

用TFT)が設けられている。そして、各画素PXのTFTには、ソース領域、チャンネル領域、及びドレイン領域を有する半導体層が設けられている。本実施の形態にかかるポリシリコン膜は、TFTの半導体層に好適である。すなわち、上記の製造方法により製造したポリシリコン膜をTFTアレイ基板の半導体層に用いることで、TFT特性の面内ばらつきを抑制することができる。よって、表示特性の優れた表示装置を高い生産性で製造することができる。

[0099] (半導体装置の製造方法)

本実施の形態にかかるレーザ照射装置を用いた半導体装置の製造方法は、TFTアレイ基板の製造に好適である。TFTを有する半導体装置の製造方法について、図13、図14を用いて説明する。図13、図14は半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。以下の説明では、逆スタガード (inverted staggered) 型のTFTを有する半導体装置の製造方法について説明する。図13、図14では、半導体製造方法におけるポリシリコン膜の形成工程を示している。なお、その他の製造工程については、公知の手法を用いることができるため、説明を省略する。

[0100] 図13に示すように、ガラス基板401上に、ゲート電極402が形成されている。ゲート電極402の上に、ゲート絶縁膜403が形成されている。ゲート絶縁膜403の上に、アモルファスシリコン膜404を形成する。アモルファスシリコン膜404は、ゲート絶縁膜403を介して、ゲート電極402と重複するように配置されている。例えば、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、ゲート絶縁膜403とアモルファスシリコン膜404とを連続成膜する。

[0101] そして、アモルファスシリコン膜404にレーザ光L1を照射することで、図14に示すように、ポリシリコン膜405が形成される。すなわち、上記のレーザ照射装置1によって、アモルファスシリコン膜404の脱水素化を行う。さらに、実施の形態2、3のレーザ照射装置1によりアモルファスシリコン膜404を結晶化する。これにより、シリコンが結晶化したポリシ

リコン膜405がゲート絶縁膜403上に形成される。アモルファスシリコン膜404又はポリシリコン膜405は、上記した膜16bに相当する。

[0102] さらに、上記の説明では、本実施の形態にかかるレーザアニール装置が、アモルファスシリコン膜にレーザ光を照射してポリシリコン膜を形成するものとして説明したが、アモルファスシリコン膜にレーザ光を照射してマイクロクリスタルシリコン膜を形成するものであってもよい。さらには、アニールを行うレーザ光は青色レーザダイオードや、Nd:YAGレーザに限定されるものではない。

[0103] また、本実施の形態にかかる方法は、シリコン膜以外の薄膜にレーザ光を照射するレーザ照射装置に適用することも可能である。すなわち、非晶質膜にレーザ光を照射して、結晶化膜を形成するレーザ照射装置であれば、本実施の形態にかかる方法は適用可能である。また、レーザ照射装置1は、シリコン膜以外の薄膜の脱水素化を行うレーザアニール処理にも適用可能である。本実施の形態にかかるレーザ照射装置によれば、結晶化膜付き基板を適切に改質することができる。

[0104] 本実施形態にかかるレーザ照射方法は、基板に設けられた膜に対して脱水素化処理を行うレーザ照射方法である。レーザ照射方法は、半導体レーザ光源によって、青色のレーザ光を発生するステップと、光学系ユニットによって前記レーザ光を基板に導くステップと、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させるステップと、を備えている。

[0105] 実施の形態1～3の一部又は全部は適宜組み合わせて使用することができる。なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

符号の説明

- [0106] 1 レーザ照射装置
10 浮上ユニット
11 搬送ユニット
12 保持機構

- 1 3 移動機構
- 1 5 レーザ光
- 1 6 被処理体
- 1 6 a 基板
- 1 6 b 膜
- 1 9 ダンパ
- 3 0 光学系ユニット
- 3 2 Y駆動機構
- 3 0 1 レンズ
- 3 0 2 ミラー
- 3 0 3 レンズ
- 4 0 ステージ

請求の範囲

- [請求項1] 基板に設けられた膜にレーザー光を照射するレーザー照射装置であって、
- 、
- 少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザー光を発生するレーザー光源と、
- 前記レーザー光を前記基板に導く光学系ユニットと、
- 前記レーザー光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有し、前記基板を浮上させる浮上ユニットと、を備えたレーザー照射装置。
- [請求項2] 前記浮上ユニット上を浮上している前記基板を第1の方向に搬送する搬送ユニットと、
- 前記浮上ユニット上に配置され、上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向に前記光学系ユニットを移動可能に保持する駆動ステージと、をさらに備えた請求項1に記載のレーザー照射装置。
- [請求項3] 前記レーザー光がパルスレーザー光である請求項2に記載のレーザー照射装置。
- [請求項4] 上面視において、前記基板における前記レーザー光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となっている請求項3に記載のレーザー照射装置。
- [請求項5] 前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザー光を発生するエキシマレーザー光源と、
- 上面視において前記エキシマレーザー光を前記第2の方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導く結晶化用光学系と、をさらに備えた請求項2～4のいずれか1項に記載のレーザー照射装置。
- [請求項6] 前記貫通穴を通過したレーザー光を吸収するダンパをさらに備えた請求項1～5のいずれか1項に記載のレーザー照射装置。
- [請求項7] 前記レーザー光源が波長500nm以下のレーザー光を発生する半導体レーザー光源である請求項1～6のいずれか1項に記載のレーザー照射装

置。

- [請求項8] 前記レーザ光を照射することで、前記膜に対して脱水素化処理を行う請求項1～7のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。
- [請求項9] 波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、
基板を第1の方向に搬送する搬送ユニットと、
パルス光である前記レーザ光を前記基板に導く光学系ユニットと、
上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動する駆動機構と、を備えたレーザ照射装置。
- [請求項10] 上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となるようにレーザ光を成形するビーム成形部と、を備えた請求項9に記載のレーザ照射装置。
- [請求項11] 基板に設けられた膜に対して脱水素化処理を行うレーザ照射装置であって、
波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、
前記レーザ光を基板に導く光学系ユニットと、
前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させる駆動機構と、
を備えたレーザ照射装置。
- [請求項12] 膜が形成された基板を第1の方向に搬送する搬送ユニットと、
波長500nm以下のレーザ光を発生する半導体レーザ光源と、
上面視において、前記レーザ光を基板に導く光学系ユニットと、
上面視において前記第1の方向から傾いた第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変える駆動機構と、
前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するエキシマレーザ光源と、
上面視において前記エキシマレーザ光を前記第1の方向から傾いた方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記

基板に導く結晶化用光学系と、を備えたレーザ照射装置。

[請求項13] 前記光学系ユニットには、前記レーザ光を走査する光スキャナが設けられている請求項1～12のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

[請求項14] 基板に設けられた膜にレーザ光を照射するレーザ照射方法であって、

(A1) 前記レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有する浮上ユニットによって、前記基板を浮上させるステップと、

(A2) 少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザ光を発生するステップと、

(A3) 光学系ユニットによって前記レーザ光を浮上中の前記基板に導くステップと、を備えたレーザ照射方法。

[請求項15] 前記浮上ユニット上を浮上している前記基板を第1の方向に搬送するステップと、

上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向にレーザ光の照射位置を変えるように、前記基板に対する前記光学系ユニットの相対的な位置を第2の方向に移動させるステップと、をさらに備えた請求項14に記載のレーザ照射方法。

[請求項16] 前記レーザ光がパルスレーザ光である請求項15に記載のレーザ照射方法。

[請求項17] 上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となっている請求項16に記載のレーザ照射方法。

[請求項18] エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、

結晶化用光学系によって、上面視において前記エキシマレーザ光を前記第2の方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、をさらに備えた請求項15～17

のいずれか1項に記載のレーザ照射方法。

[請求項19] 前記貫通穴を通過したレーザ光がダンパによって吸収される請求項14～18のいずれか1項に記載のレーザ照射方法。

[請求項20] 前記レーザ光が半導体レーザ光源によって発生された波長500nm以下のレーザ光である請求項14～19のいずれか1項に記載のレーザ照射方法。

[請求項21] 前記レーザ光を照射することで、前記膜に対して脱水素化処理を行う請求項14～20のいずれか1項に記載のレーザ照射方法。

[請求項22] (B1) 半導体レーザ光源によって波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(B2) 搬送ユニットによって、基板を第1の方向に搬送するステップと、

(B3) パルス光である前記レーザ光を光学系ユニットによって前記基板に導くステップと、

(B4) 上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、を備えたレーザ照射方法。

[請求項23] 上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となるようにレーザ光を成形するステップをさらに備えた請求項22に記載のレーザ照射方法。

[請求項24] 基板に設けられた膜に対して脱水素化処理を行うレーザ照射方法であって、

(C1) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(C2) 光学系ユニットによって前記レーザ光を基板に導くステップと、

(C3) 前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させるス

トップと、を備えたレーザ照射方法。

[請求項25]

(D 1) 搬送ユニットによって、膜が形成された基板を第1の方向に搬送するステップと、

(D 2) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(D 3) 光学系ユニットによって、前記レーザ光を基板に導くステップと、

(D 4) 上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるステップと、

(D 5) エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、

(D 6) 上面視において前記エキシマレーザ光を前記第1の方向から傾いた方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、を備えたレーザ照射方法。

[請求項26]

前記光学系ユニットに設けられた光スキャナによって、前記レーザ光を走査する請求項14～25のいずれか1項に記載のレーザ照射方法。

[請求項27]

(S 1) 基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、

前記(S 1)照射ステップは、

(S A 1) 前記レーザ光の照射位置の直下に設けられた貫通穴を有する浮上ユニットによって、前記基板を浮上させるステップと、

(S A 2) 少なくとも一部が前記膜を透過する波長のレーザ光を発生するステップと、

(S A 3) 光学系ユニットによって前記レーザ光を浮上中の前記基板に導くステップと、を備えたディスプレイの製造方法。

[請求項28]

前記浮上ユニット上を浮上している前記基板を第1の方向に搬送するステップと、

上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向にレーザ光の照射位置を変えるように、前記基板に対する前記光学系ユニットの相対的な位置を第2の方向に移動させるステップと、をさらに備えた請求項27に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項29] 前記レーザ光がパルスレーザ光である請求項28に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項30] 上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となっている請求項28、又は29に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項31] エキシマレーザ光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザ光を発生するステップと、

結晶化用光学系によって、上面視において前記エキシマレーザ光を前記第2の方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、をさらに備えた請求項28～30のいずれか1項に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項32] 前記貫通穴を通過したレーザ光がダンパによって吸収される請求項27～31のいずれか1項に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項33] 前記レーザ光が半導体レーザ光源によって発生された波長500nm以下のレーザ光である請求項27～32のいずれか1項に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項34] 前記レーザ光を照射することで、前記膜に対して脱水素化処理を行う請求項27～33のいずれか1項に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項35] (S1) 基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、

前記(S1)照射ステップは、

(SB1) 半導体レーザ光源によって波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(S B 2) 搬送ユニットによって、基板を第1の方向に搬送するステップと、

(S B 3) パルス光である前記レーザ光を光学系ユニットによって前記基板に導くステップと、

(S B 4) 上面視において前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変えるよう、前記光学系ユニットを駆動するステップと、を備えたディスプレイの製造方法。

[請求項36]

(S B 5) 上面視において、前記基板における前記レーザ光のスポット形状の長手方向が、前記第1の方向及び第2の方向から傾いた方向となるようにレーザ光を成形するステップと、を備えた請求項35に記載のディスプレイの製造方法。

[請求項37]

(T 1) 基板上に形成された膜に対して脱水素化処理を行うため、前記膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、

前記(T 1)照射ステップは、

(T C 1) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(T C 2) 光学系ユニットによって前記レーザ光を基板に導くステップと、

(T C 3) 前記基板に対する前記レーザ光の照射位置を変化させるステップと、を備えたディスプレイの製造方法。

[請求項38]

(S 1) 基板上に形成された膜にレーザ光を照射する照射ステップを備え、

前記(S 1)照射ステップは、

(S D 1) 搬送ユニットによって、膜が形成された基板を第1の方向に搬送するステップと、

(S D 2) 半導体レーザ光源によって、波長500nm以下のレーザ光を発生するステップと、

(S D 3) 光学系ユニットによって、前記レーザ光を基板に導くス

トップと、

(SD4) 上面視において、前記第1の方向と異なる第2の方向に、前記基板に対する前記レーザー光の照射位置を変えるステップと、

(SD5) エキシマレーザー光源によって、前記膜を結晶化させるためのエキシマレーザー光を発生するステップと、

(SD6) 上面視において前記エキシマレーザー光を前記第1の方向から傾いた方向を長手方向とするライン状のラインビームとして、搬送中の前記基板に導くステップと、を備えたディスプレイの製造方法。

[請求項39] 前記光学系ユニットに設けられた光スキャナによって、前記レーザー光を走査する請求項27～38のいずれか1項に記載のディスプレイの製造方法。

[図1]

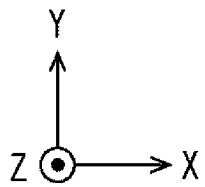
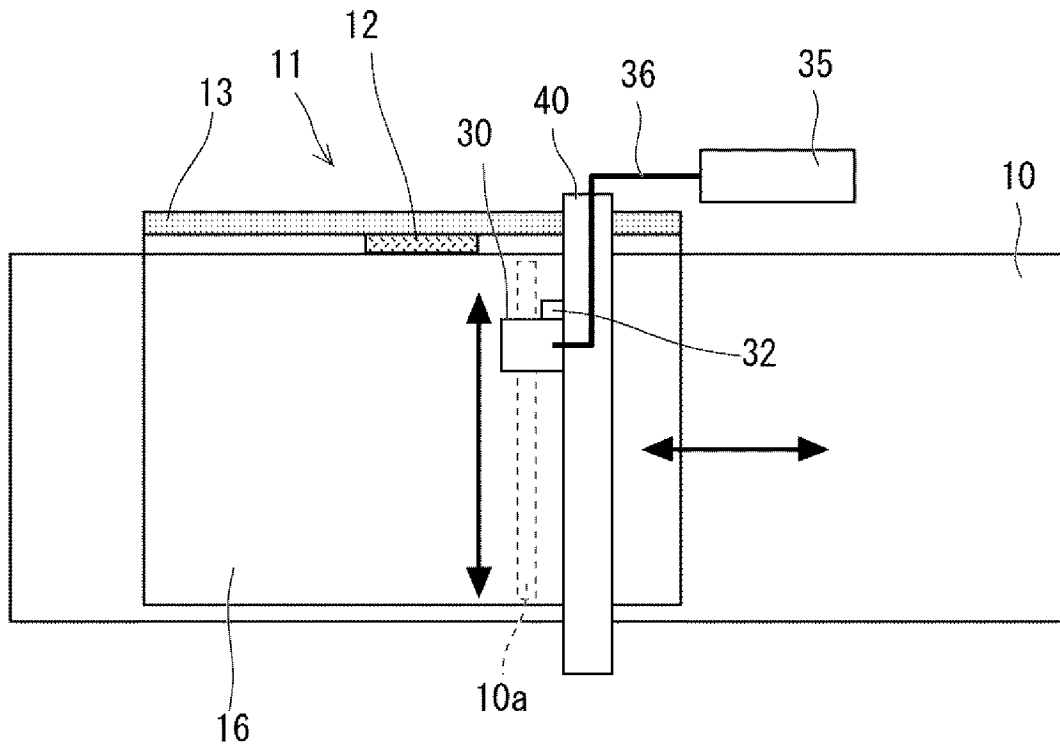
1

Fig. 1

[図2]

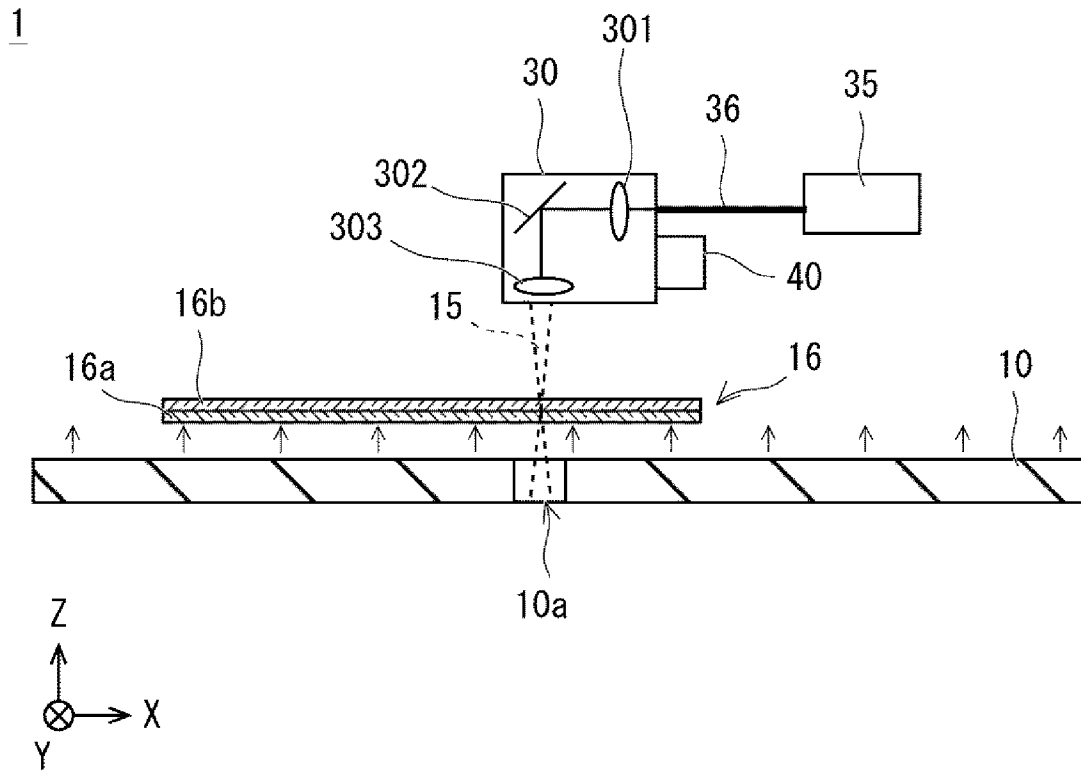


Fig. 2

[図3]

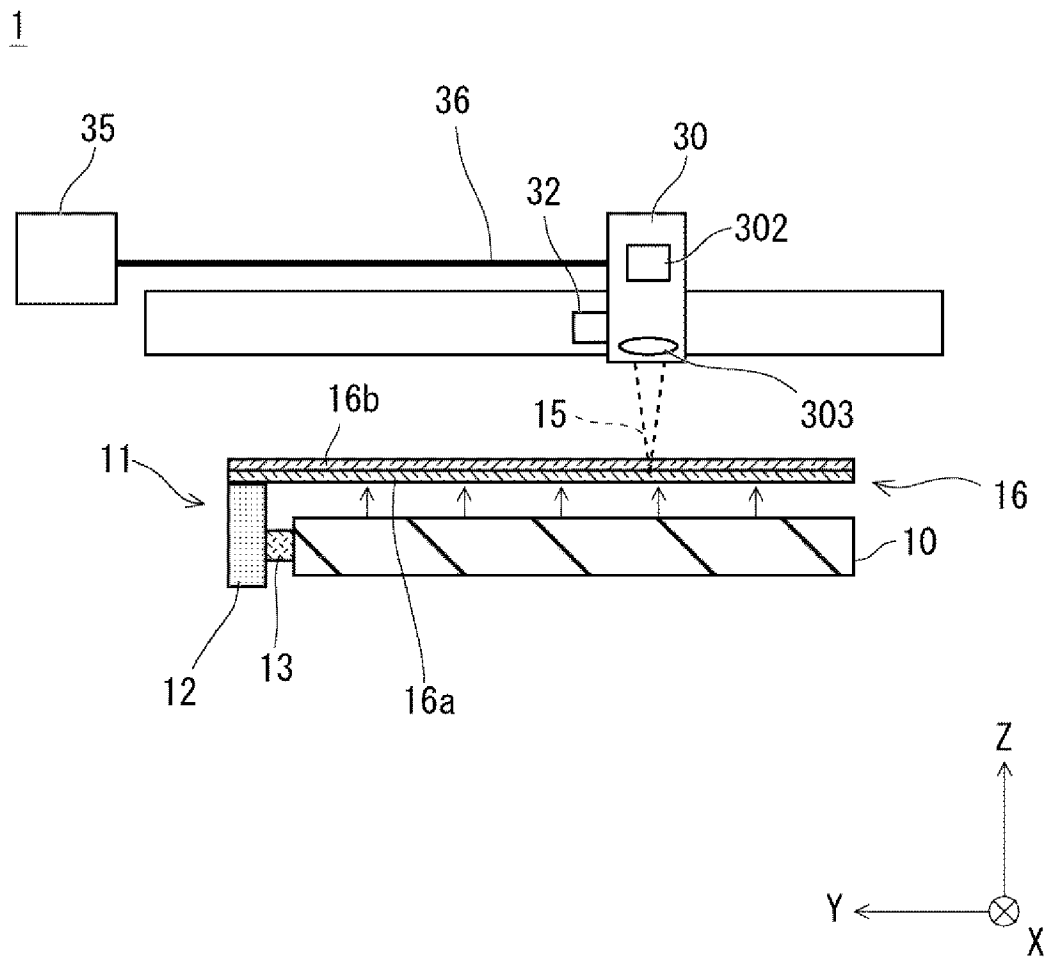


Fig. 3

[図4]

	吸収率	透過率	308nm	355nm	450nm	532nm	808nm
a-Si	$1/e$ (63%)	36.8%	0.008um	0.01um	0.02um	0.04um	221um
	$1/e^2$ (87%)	13.5%	0.016um	0.02um	0.04um	0.08um	442um
	$1/e^4$ (98%)	1.8%	0.032um	0.04um	0.08um	0.16um	884um
c-Si	$1/e$ (63%)	36.8%	0.007um	0.009um	0.24um	0.69um	10.6um
	$1/e^2$ (87%)	13.5%	0.014um	0.018um	0.48um	1.38um	21.2um
	$1/e^4$ (98%)	1.8%	0.028um	0.036um	0.96um	2.76um	42.4um

Fig. 4

[図5]

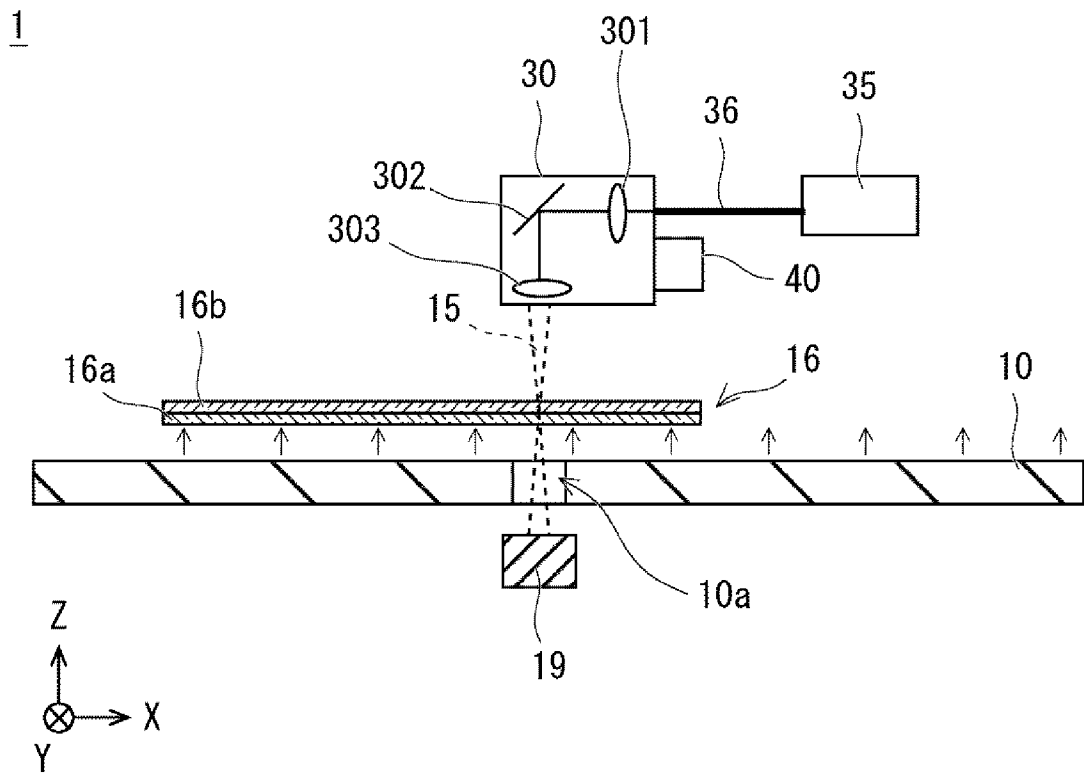


Fig. 5

[図6]

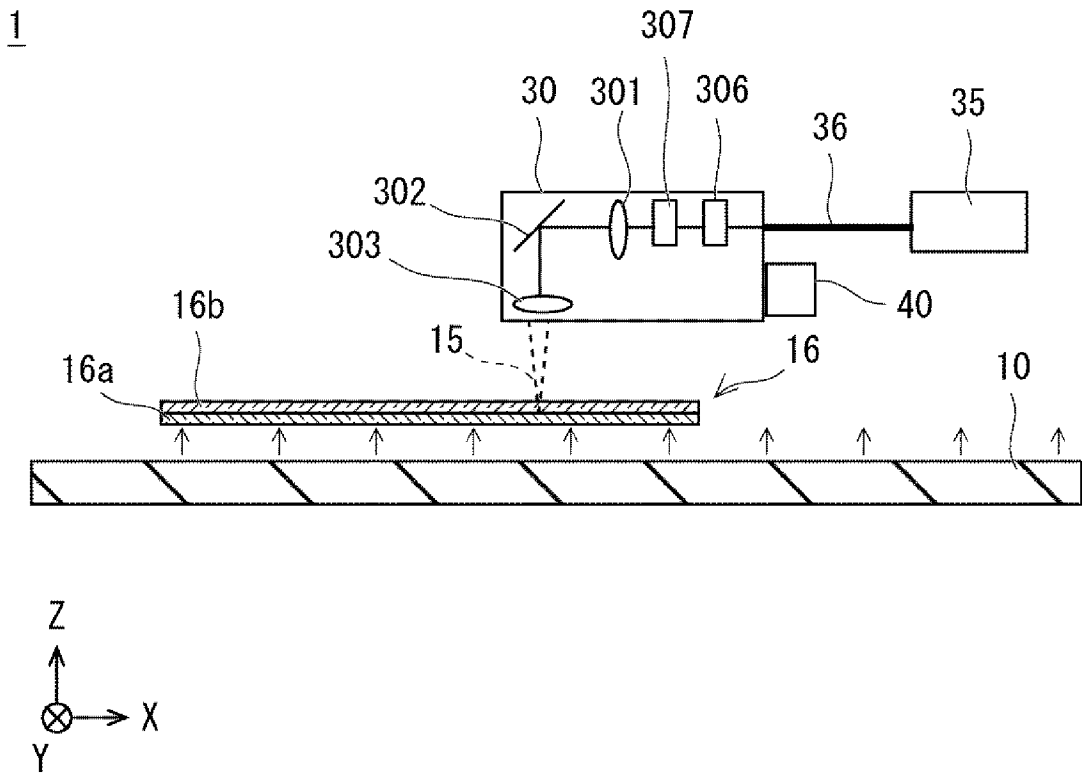


Fig. 6

[図7]

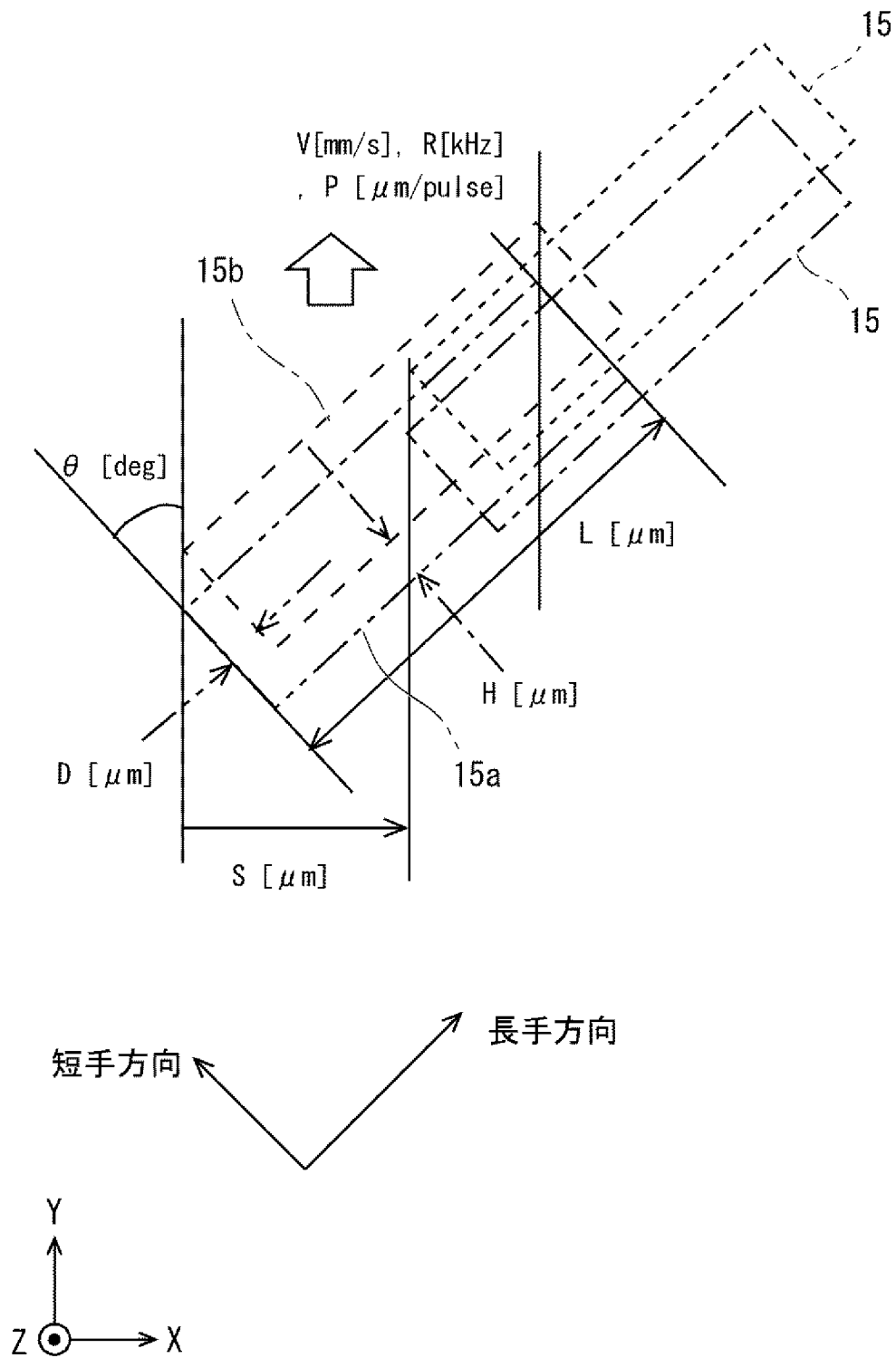


Fig. 7

[図8]

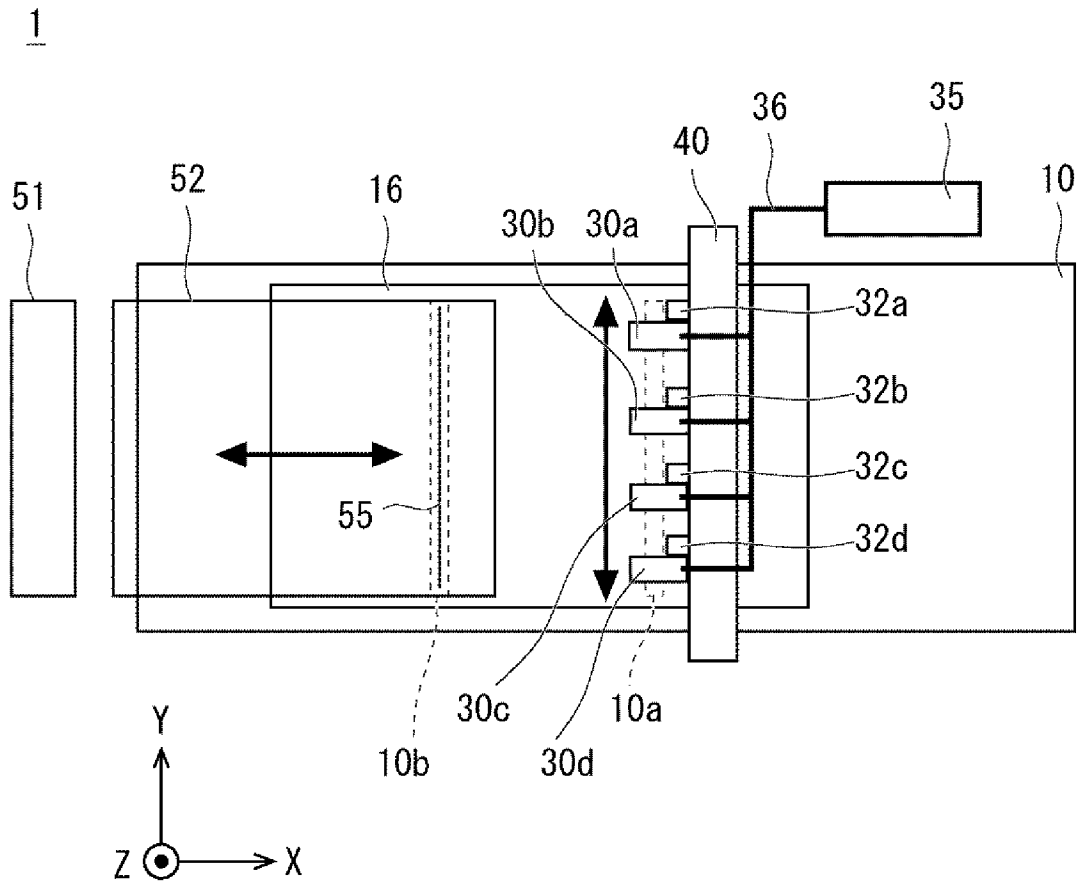
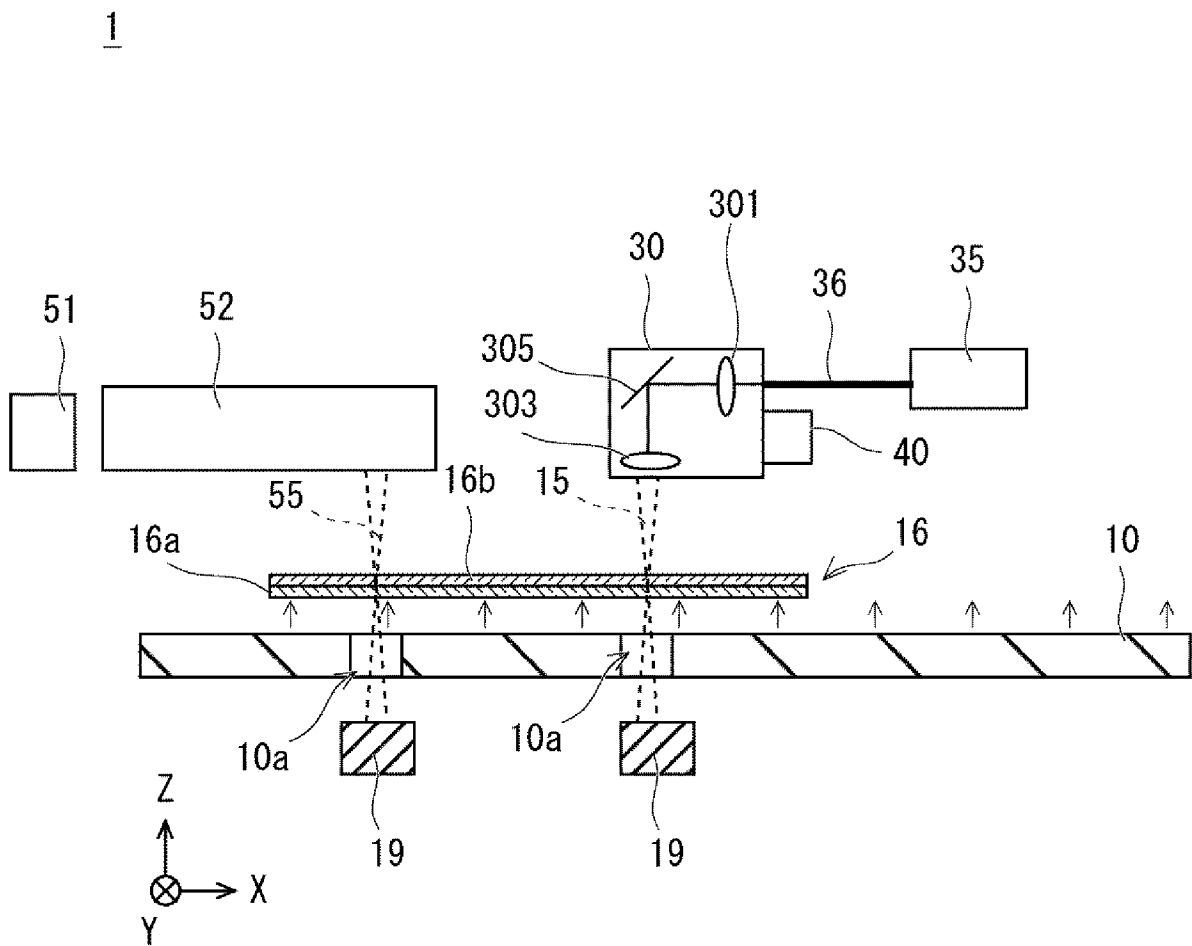


Fig. 8

[図9]



[図10]

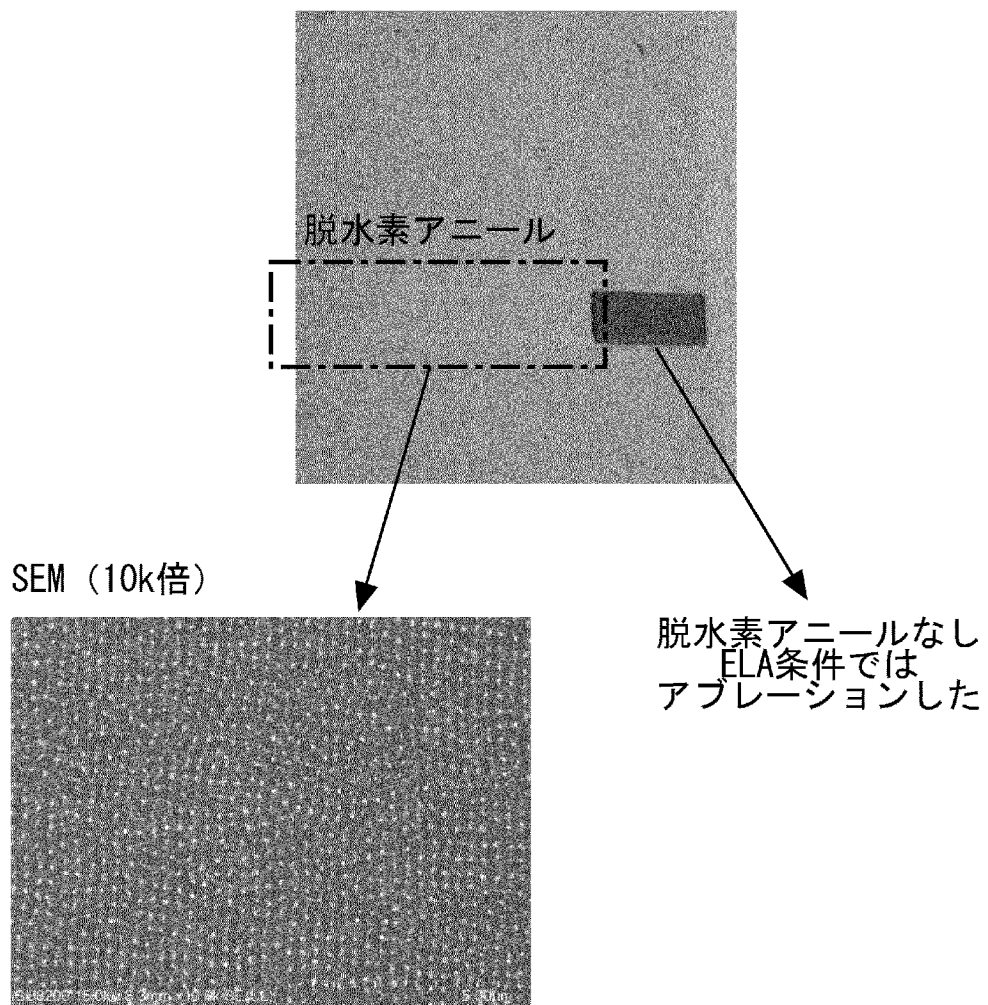


Fig. 10

[図11]
SIMS

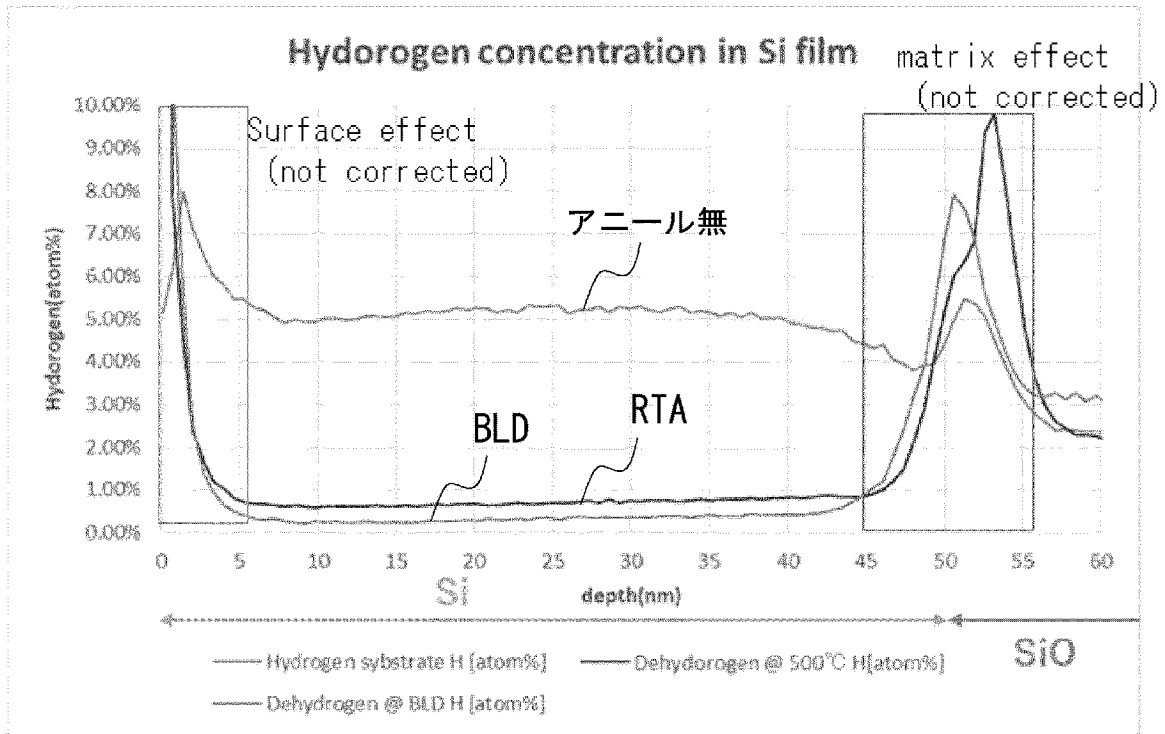


Fig. 11

[図12]

300

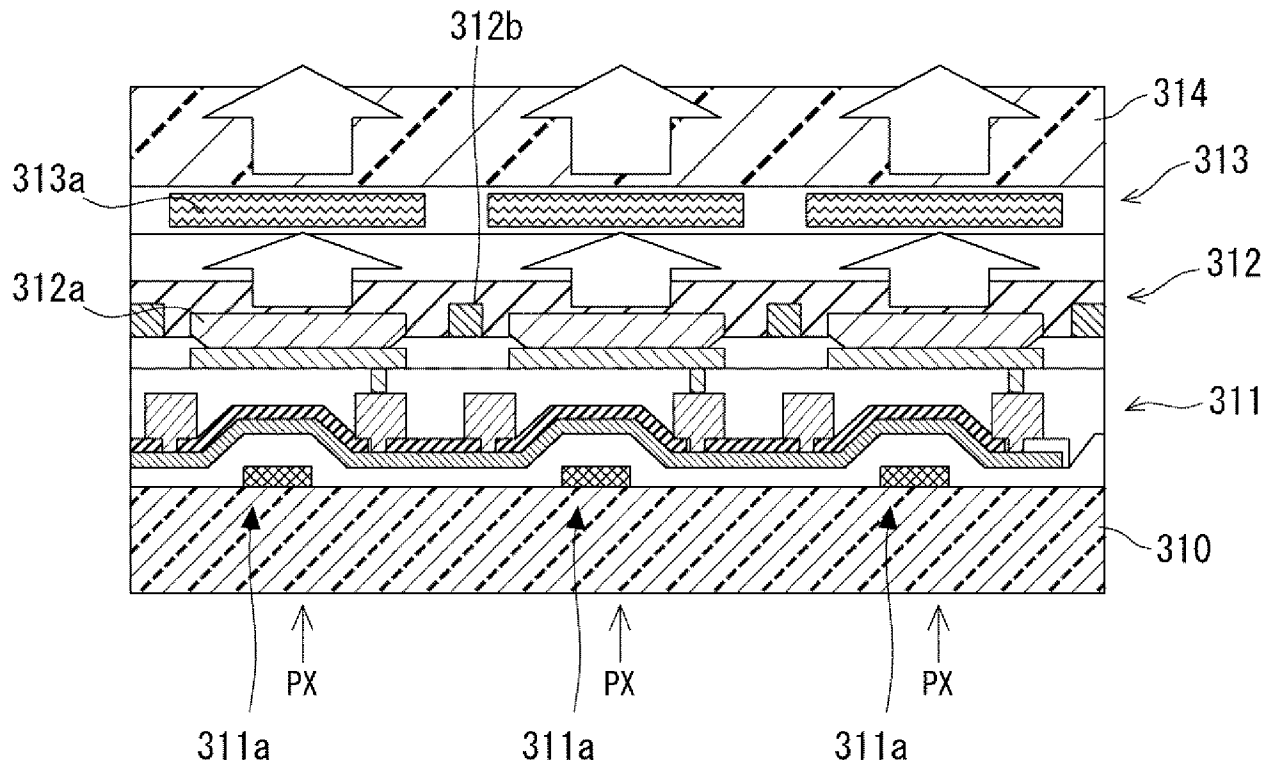


Fig. 12

[図13]

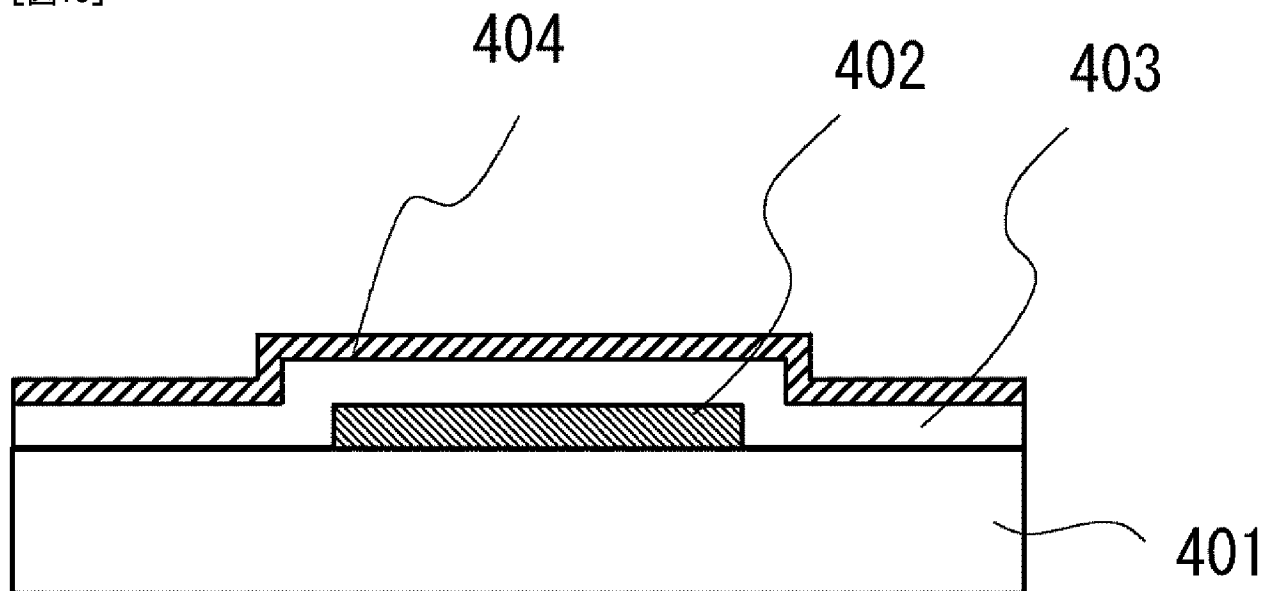


Fig. 13

[図14]

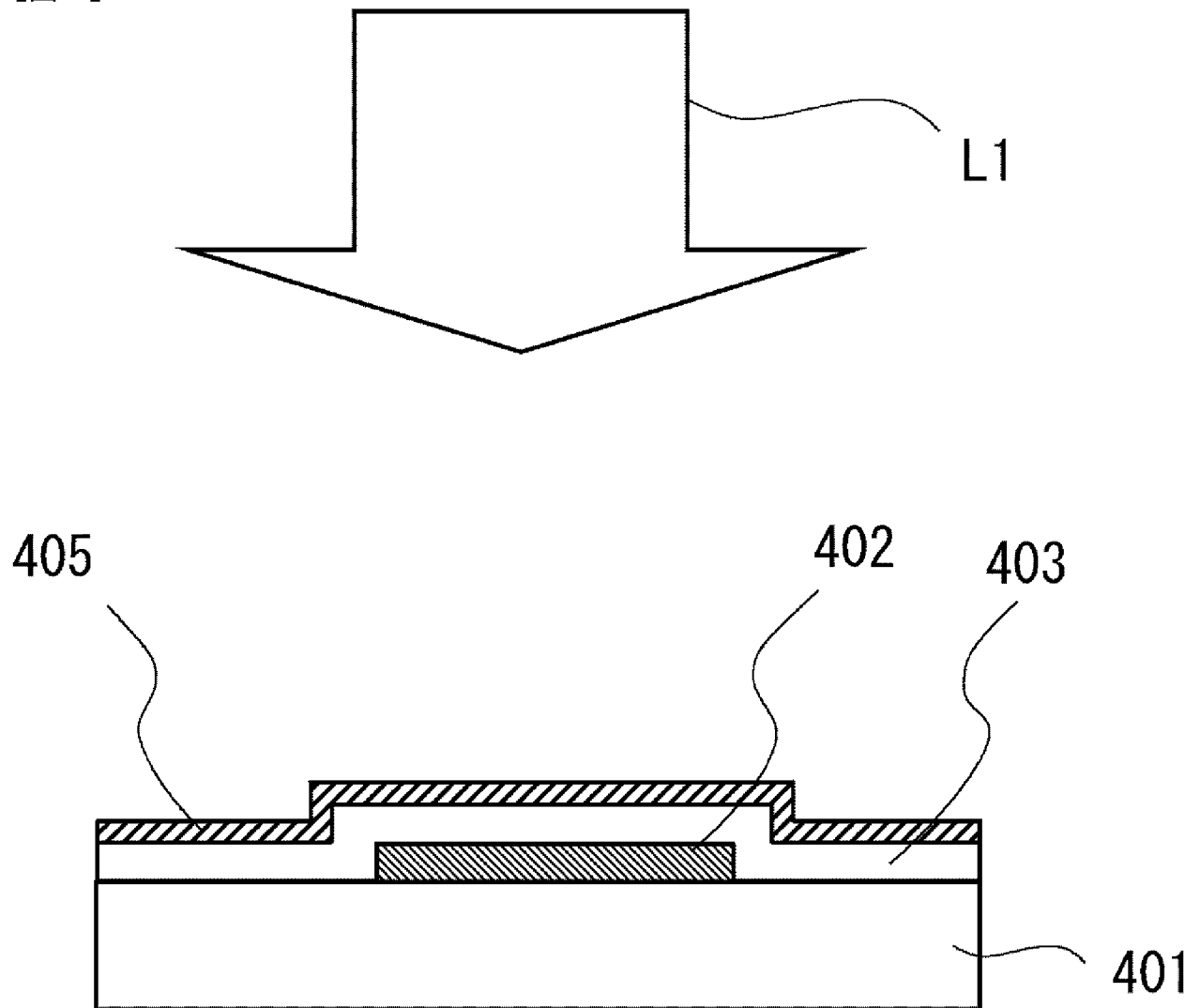


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/040657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 21/268</i> (2006.01)i FI: H01L21/268 G		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L21/268		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2020-145362 A (JAPAN STEEL WORKS LTD.) 10 September 2020 (2020-09-10) paragraphs [0010]-[0018], [0024], [0029]-[0038], fig. 1-5	1, 5-7, 12-14, 18-20, 25-27, 31-33 2-4, 8-11, 15-17, 21-24, 28-30, 34-39
X Y	JP 2017-152498 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraphs [0015]-[0025], fig. 1	1, 5-7, 12-14, 18-20, 25-27, 31-33 2-4, 8-11, 15-17, 21-24, 28-30, 34-39
Y A	JP 2010-141190 A (SHIMADZU CORP.) 24 June 2010 (2010-06-24) paragraphs [0032]-[0082], fig. 1-9	2-4, 9-10, 15-17, 22-23, 28-30, 35-36 1, 5-8, 11-14, 18-21, 24-27, 31-34, 37-39
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 02 December 2021		Date of mailing of the international search report 14 December 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/040657

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 10-242073 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 11 September 1998 (1998-09-11) paragraphs [0003], [0075]-[0094], fig. 1-14	4, 10, 17, 23, 30, 36 1-3, 5-9, 11-16, 18-22, 24-29, 31-35, 37-39
Y A	JP 11-251261 A (SEIKO EPSON CORP.) 17 September 1999 (1999-09-17) paragraphs [0051]-[0057], fig. 1, 8, 9	4, 10, 17, 23, 30, 36 1-3, 5-9, 11-16, 18-22, 24-29, 31-35, 37-39
Y A	JP 08-129189 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 21 May 1996 (1996-05-21) paragraphs [0030]-[0033], [0039], fig. 1-3	8, 11, 21, 24, 34, 37-39 1-7, 9-10, 12-20, 22-23, 25-33, 35-36
Y A	JP 2002-158173 A (SONY CORP.) 31 May 2002 (2002-05-31) paragraphs [0031]-[0036], fig. 1, 2	8, 11, 21, 24, 34, 37-39 1-7, 9-10, 12-20, 22-23, 25-33, 35-36
A	JP 2009-135430 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 18 June 2009 (2009-06-18)	1-39
A	JP 2018-060888 A (JAPAN STEEL WORKS LTD.) 12 April 2018 (2018-04-12)	1-39

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/040657

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-145362	A	10 September 2020	(Family: none)	
JP	2017-152498	A	31 August 2017	US 2018/0366327	A1
				paragraphs [0027]-[0033], fig. 1	
				TW 201740434	A
				CN 108701591	A
				KR 10-2018-0118664	A
JP	2010-141190	A	24 June 2010	(Family: none)	
JP	10-242073	A	11 September 1998	US 6160827	A
				paragraphs [0003], [0075]-[0094], fig. 1-14	
				TW 382741	B
				KR 10-0500176	B1
JP	11-251261	A	17 September 1999	(Family: none)	
JP	08-129189	A	21 May 1996	US 5529630	A
				column 5, lines 1-46, column 7, lines 10-30, fig. 1-3	
				EP 598394	A2
				SG 46344	A
				CN 1088002	A
				TW 343289	B
				KR 10-1993-0020203	A
JP	2002-158173	A	31 May 2002	US 2002/0072252	A1
				paragraphs [0039]-[0044], fig. 1, 2	
				KR 10-2002-0019419	A
				CN 1348200	A
JP	2009-135430	A	18 June 2009	US 2009/0111244	A1
				CN 101409221	A
				KR 10-2009-0037332	A
				TW 200931536	A
JP	2018-060888	A	12 April 2018	US 2019/0189449	A1
				WO 2018/066172	A1
				TW 201825218	A
				CN 109804457	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/268(2006.01)i FI: H01L21/268 G		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L21/268		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2020-145362 A（株式会社日本製鋼所）10.09.2020（2020-09-10） 段落[0010]-[0018], [0024], [0029]-[0038], 第1-5図	1,5-7,12-14,18-20,25-27,31-33 2-4,8-11,15-17, 21-24,28-30,34-39
X Y	JP 2017-152498 A（株式会社ブイ・テクノロジー）31.08.2017（2017-08-31） 段落[0015]-[0025], 第1図	1,5-7,12-14,18-20,25-27,31-33 2-4,8-11,15-17, 21-24,28-30,34-39
Y A	JP 2010-141190 A（株式会社島津製作所）24.06.2010（2010-06-24） 段落[0032]-[0082], 第1-9図	2-4,9-10,15-17, 22-23,28-30,35-36 1,5-8,11-14,18-21, 24-27,31-34,37-39
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）		
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献		
国際調査を完了した日 02.12.2021	国際調査報告の発送日 14.12.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 桑原 清 50 9375 電話番号 03-3581-1101 内線 3559	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 10-242073 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 11.09.1998 (1998 - 09 - 11) 段落[0003], [0075]-[0094], 第1-14図	4, 10, 17, 23, 30, 36 1-3, 5-9, 11- 16, 18-22, 24- 29, 31-35, 37-39
Y A	JP 11-251261 A (セイコーエプソン株式会社) 17.09.1999 (1999 - 09 - 17) 段落[0051]-[0057], 第1, 8-9図	4, 10, 17, 23, 30, 36 1-3, 5-9, 11- 16, 18-22, 24- 29, 31-35, 37-39
Y A	JP 08-129189 A (東京エレクトロン株式会社) 21.05.1996 (1996 - 05 - 21) 段落[0030]-[0033], [0039], 第1-3図	8, 11, 21, 24, 34, 37-39 1-7, 9-10, 12-20, 22-23, 25-33, 35-36
Y A	JP 2002-158173 A (ソニー株式会社) 31.05.2002 (2002 - 05 - 31) 段落[0031]-[0036], 第1-2図	8, 11, 21, 24, 34, 37-39 1-7, 9-10, 12-20, 22-23, 25-33, 35-36
A	JP 2009-135430 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 18.06.2009 (2009 - 06 - 18)	1-39
A	JP 2018-060888 A (株式会社日本製鋼所) 12.04.2018 (2018 - 04 - 12)	1-39

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/040657

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-145362 A	10.09.2020	(ファミリーなし)	
JP 2017-152498 A	31.08.2017	US 2018/0366327 A1 段落[0027]-[0033], 第1図 TW 201740434 A CN 108701591 A KR 10-2018-0118664 A	
JP 2010-141190 A	24.06.2010	(ファミリーなし)	
JP 10-242073 A	11.09.1998	US 6160827 A 段落[0003], [0075]-[0094], 第1-14図 TW 382741 B KR 10-0500176 B1	
JP 11-251261 A	17.09.1999	(ファミリーなし)	
JP 08-129189 A	21.05.1996	US 5529630 A 第5欄第1-46行, 第7欄第10- 30行, 第1-3図 EP 598394 A2 SG 46344 A CN 1088002 A TW 343289 B KR 10-1993-0020203 A	
JP 2002-158173 A	31.05.2002	US 2002/0072252 A1 段落[0039]-[0044], 第1-2図 KR 10-2002-0019419 A CN 1348200 A	
JP 2009-135430 A	18.06.2009	US 2009/0111244 A1 CN 101409221 A KR 10-2009-0037332 A TW 200931536 A	
JP 2018-060888 A	12.04.2018	US 2019/0189449 A1 WO 2018/066172 A1 TW 201825218 A CN 109804457 A	