

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-115686

(P2010-115686A)

(43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/08 (2006.01)	B 2 3 K 26/08	4 E 0 6 8
B 2 3 K 101/40 (2006.01)	B 2 3 K 26/08	
	B 2 3 K 101:40	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-290765 (P2008-290765)
 (22) 出願日 平成20年11月13日 (2008.11.13)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 中村 達哉
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
 (72) 発明者 赤羽 隆之
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
 Fターム(参考) 4E068 CE02 CE08

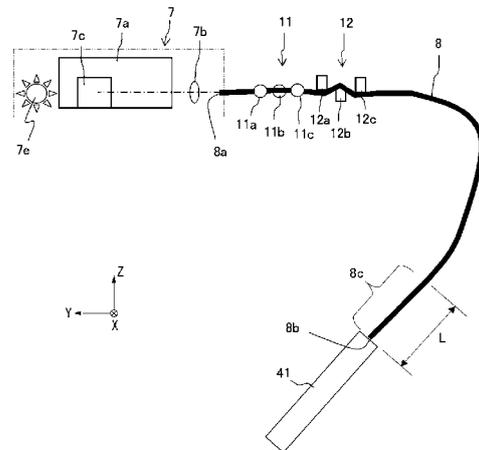
(54) 【発明の名称】 欠陥修正装置

(57) 【要約】

【課題】 欠陥修正装置において、均一な強度分布を有するレーザー光を基板に照射する。

【解決手段】 レーザ光源7と、このレーザー光源7に接続された光ファイバ8と、この光ファイバ8により導光されたレーザー光を基板に照射する加工ヘッドと、を備える欠陥修正装置において、光ファイバ8を互いに異なる方向に蛇行させる複数のモードスクランブラ11, 12と、レーザー光源7、光ファイバ8、加工ヘッド、及び、複数のモードスクランブラ11, 12、を一体的に移動させる移動機構と、を備え、光ファイバ8には、加工ヘッド側の端部8bに一直線状に延びる直線部8cが形成されている構成とする。

【選択図】 図3A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザ光源と、該レーザ光源に接続された光ファイバと、該光ファイバにより導光されたレーザ光を基板に照射する加工ヘッドと、を備える欠陥修正装置において、
前記光ファイバを互いに異なる方向に蛇行させる複数のモードスクランブラと、
前記レーザ光源、前記光ファイバ、前記加工ヘッド、及び、前記複数のモードスクランブラ、を一体的に移動させる移動機構と、
を備え、
前記光ファイバには、前記加工ヘッド側の端部に一直線状に延びる直線部が形成されている、
ことを特徴とする欠陥修正装置。

10

【請求項 2】

前記レーザ光源は、レーザ光を発振するレーザ発振部と、該レーザ発振部から発振されたレーザ光を前記光ファイバの端部に結合する結合レンズと、を有し、
前記結合レンズは、前記レーザ発振部との相対位置を調整可能に配置される、
ことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥修正装置。

【請求項 3】

前記レーザ光源は、前記発振部から発振されるレーザ光を前記結合レンズに反射させる反射部材を更に有し、
前記結合レンズ及び前記反射部材は、前記レーザ発振部との相対位置を調整可能に配置され、
前記結合レンズは、前記反射部材との相対位置を調整可能に配置される、
ことを特徴とする請求項 2 記載の欠陥修正装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、フラットパネルディスプレイ（FPD）、半導体ウエハ等の基板の欠陥をレーザ光により修正する欠陥修正装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、レーザ光源から出射されるレーザ光を加工ヘッドにより基板に照射して基板の欠陥を修正する手法がとられている。このように欠陥を修正する装置としては、例えば、レーザ発振器と加工ヘッドとを光ファイバによって接続したレーザ加工装置が知られている（特許文献 1 参照）。

30

【0003】

上記特許文献 1 記載のレーザ加工装置は、装置端部に固定されたレーザ発振器と、ワーク上を水平 2 軸方向に移動可能な可動式の加工ヘッドとを備え、レーザ発振器と加工ヘッドとの間を光ファイバで連結している。

【特許文献 1】特開平 9 - 239578 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、上記特許文献 1 記載のレーザ加工装置は、光ファイバにより分離されたレーザ発振器及び加工ヘッドのうち加工ヘッドのみを移動させるため、加工ヘッドの移動に伴い光ファイバの変形が繰り返される。

【0005】

光ファイバの変形が繰り返されると、耐久性が低下し、光ファイバの芯線に亀裂が入って均一な強度分布のレーザ光によるワークの加工を行うことができないという不都合がある。

【0006】

50

また、光ファイバの変形が繰り返されると、光ファイバ内の反射条件が変わるため、光ファイバ内を伝送されるレーザー光の品質が変わり、均一な強度分布のレーザー光による基板の加工を行うことができないという不都合がある。

【0007】

本発明の課題は、均一な強度分布を有するレーザー光を基板に照射することができる欠陥修正装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の欠陥修正装置は、レーザー光源と、このレーザー光源に接続された光ファイバと、この光ファイバにより導光されたレーザー光を基板に照射する加工ヘッドと、を備える欠陥修正装置において、上記光ファイバを互いに異なる方向に蛇行させる複数のモードスクランブラと、上記レーザー光源、上記光ファイバ、上記加工ヘッド、及び、上記複数のモードスクランブラ、を一体的に移動させる移動機構と、を備え、上記光ファイバには、上記加工ヘッド側の端部に一直線状に延びる直線部が形成されている構成とする。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明では、レーザー光源、光ファイバ、加工ヘッド及び複数のモードスクランブラが一体的に移動するため、レーザー光源と加工ヘッドとの相対距離が一定となり、光ファイバに変形が生じない。

20

【0010】

また、本発明では、複数のモードスクランブラが互いに異なる方向に光ファイバを蛇行させると共に、光ファイバには、加工ヘッド側の端部に一直線状に延びる直線部が形成されている。

【0011】

よって、本発明によれば、均一な強度分布を有するレーザー光を基板に照射することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置について、図面を参照しながら説明する。

30

図1A及び図1Bは、本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置1を示す平面図及び正面図である。

【0013】

図2は、欠陥修正装置1の加工ヘッド5の内部構造を説明するための概略構成図である。

図3A及び図3Bは、欠陥修正装置1の光ファイバ8及びモードスクランブラ11, 12を説明するための概略側面図及び概略正面図である。

【0014】

欠陥修正装置1は、例えば、液晶ディスプレイ(LCD)等のFPDの製造工程におけるフォトリソグラフィ処理工程で回路パターンが形成されたガラス基板Aに、配線部分のショート、フォトレジストのはみ出し等の欠陥が検出された場合に、レーザー光により欠陥を除去するといったリペア加工等に用いられる。

40

【0015】

欠陥修正装置1は、図1A及び図1Bに示されるように、基板Aを水平な平面状態を保ったまま浮上させる浮上ステージ2と、この浮上ステージ2の側方において基板Aの一側縁部を吸着保持してX方向に搬送する吸着搬送ステージ3と、浮上ステージ2を挟んで基板の搬送方向と直交するY方向に掛け渡される門型のガントリ(移動機構)4と、このガントリ4の水平ビーム20に沿ってY方向に一体に移動する加工ヘッド5及びレーザーユニット(レーザー電源6、レーザー光源7、光ファイバ8及び2つのモードスクランブラ11,

50

12)と、を備えている。

【0016】

ガントリ4は、加工ヘッド5を取り付けるヘッド取付部18と、レーザ電源6およびレーザ光源7を取り付けるレーザユニット取付部19を水平ビーム20に沿って移動させる移動機構を備えている。ヘッド取付部18は、ガントリ4を構成する水平ビーム20の側方に片持ち梁状に、且つ、図示しないリニアガイドレール及びリニアモータによりY方向に移動可能に設けられている。また、ヘッド取付部18には、対物レンズ9を鉛直下方に向けて加工ヘッド5が取り付けられている。

【0017】

レーザユニット取付部19は、水平ビーム20の上面に設けられたレール21に沿ってY方向にスライド可能に支持されたスライダであり、水平ビーム20の鉛直上方に、比較的重量の大きなレーザ電源6およびレーザ光源7を配置するようになっている。

10

【0018】

これらヘッド取付部18およびレーザユニット取付部19は、相互に固定されることにより一体的にY方向に移動させられるようになっている。

欠陥修正装置1を用いてガラス基板Aの後述する顕微鏡検査およびレーザ加工を行うには、図示しない搬送ロボット等によって基板Aを浮上ステージ2上に載置して浮上させた状態で、基板整列機構23によって位置決めする。位置決め後、吸着搬送ステージ3を上昇させて吸着部3aによってガラス基板Aを吸着し、吸着搬送ステージ3のリニアモータを駆動させ、リニアガイドレールに沿ってX方向に搬送する。

20

【0019】

FPD製造ラインに配置されたパターン検査装置等により特定されたガラス基板Aの欠陥位置情報により、加工ヘッド5をY方向に、吸着搬送ステージ3をX方向に移動させて、後述する顕微鏡検査やレーザ加工を行うことにより、ガラス基板Aのほぼ全面にわたって顕微鏡検査およびレーザ加工を施すことができる。

【0020】

ここで、光ファイバ8は、入射側端面8aがレーザ光源7に、出射側端面8bが加工ヘッド5の投影レンズ(投影光学系)41が配置された入射ポート側に、それぞれ接続されている。

【0021】

光ファイバ8には、図3A及び図3Bに示すように、2つのモードスクランブラ11, 12が配置されると共に、出射側端面8bに向かって一直線状に延びる直線部8cが形成されている。

30

【0022】

入射側のモードスクランブラ11は、Y軸方向に延び先端で光ファイバ8を押圧する3本のネジ11a, 11b, 11cを有する。中央のネジ11bはX軸の負方向に光ファイバ8を押圧し、両端のネジ11a, 11cは、X軸の正方向に光ファイバ8を押圧する。これにより、入射側端面8aからY軸方向に延びる光ファイバ8は、XY平面においてX軸方向に蛇行する。

【0023】

また、出射側のモードスクランブラ12は、Z軸方向に延び先端で光ファイバ8を押圧する3本のネジ12a, 12b, 12cを有する。中央のネジ12bはZ軸の正方向に光ファイバ8を押圧し、両端のネジ12a, 12cは、Z軸の負方向に光ファイバ8を押圧する。これにより、Y軸方向に延びる光ファイバ8がYZ平面においてZ軸方向に蛇行する。

40

【0024】

なお、モードスクランブラ11, 12の各ネジは、例えば、モードスクランブラ11, 12の図示しない筐体等に形成したネジ孔に螺合することで、光ファイバの押圧量を調整可能となっている。

【0025】

50

上述のように、本実施の形態では、入射側のモードスクランブラ 11 と出射側のモードスクランブラ 12 とは、互いに直交する方向（X 軸方向と Z 軸方向）に光ファイバ 8 を蛇行させている。

【0026】

ここで、各モードスクランブラ 11, 12 により光ファイバ 8 を蛇行させて光ファイバ 8 に曲げ応力を付与したことで、マルチモード光ファイバである光ファイバ 8 に入射したレーザ光の高次モードを除去して安定したモード分布を得ることができ、したがって、均一な強度分布を有するレーザ光を後述する加工ヘッド 5 により基板 A に照射することができる。

【0027】

更には、本実施の形態では、2つのモードスクランブラ 11, 12 が互いに直交する方向に光ファイバ 8 を蛇行させているため、2つのモードスクランブラが同一方向に光ファイバを蛇行させた場合よりも確実に高次モードを除去することができ、したがって、より一層安定したモード分布を得ることができる。

【0028】

また、本実施の形態では、光ファイバ 8 を蛇行させるモードスクランブラ 11, 12 を用いているため、ファイバを旋回させるモードスクランブラを用いるよりも、特に光ファイバ 8 を太くした場合に、より安定したモード分布を得ることができる。

【0029】

なお、本実施の形態では、2つのモードスクランブラ 11, 12 が互いに直交する方向に光ファイバ 8 を蛇行させるため、非常に安定したモード分布を得ることができるが、複数のモードスクランブラのうち2つのモードスクランブラが光ファイバ 8 を蛇行させる方向が互いに異なっていれば、それらのなす角度が垂直に近いことが望ましくはあるが、同一方向に蛇行させるよりも高次モードを有効に除去することは可能である。

【0030】

また、本実施の形態では、モードスクランブラ 11, 12 のネジにより光ファイバ 8 を蛇行させるが、光ファイバ 8 を蛇行させることができれば、例えば、ピン、突起、或いは、光ファイバ 8 が挿入される孔や溝が蛇行して形成された部材、などを用いることができるが、光ファイバ 8 を損傷させにくいものを用いるのが望ましい。

【0031】

また、本実施の形態では、各モードスクランブラ 11, 12 が3本のネジを用いる例について説明したが、2本或いは、4本以上のネジを用いてもよい。

本実施の形態の直線部 8c は、光ファイバ 8 を固定する固定部材により強制的に形成するのではなく、モードスクランブラ 11, 12 と加工ヘッド 5 との位置関係に起因して一直線状に伸びるように形成されているが、例えば、光ファイバ 8 を固定部材によって固定することで直線部 8c を強制的に形成してもよい。

【0032】

なお、直線部 8c の長さ L は、レーザ光の強度分布を均一となるようにするには、好ましくは 50 mm 以上、より好ましくは 100 mm 以上とするとよい。

また、本実施の形態では、ヘッド取付部 18 が駆動されると、ヘッド取付部 18 およびレーザユニット取付部 19 が一体的に Y 方向に駆動される結果、加工ヘッド 5 とレーザユニット（レーザ電源 6、レーザ光源 7、光ファイバ 8 及びモードスクランブラ 11, 12）が一体的に Y 方向に移動させられる。すなわち、加工ヘッド 5 が移動させられても、光ファイバ 8 が変形することがなく、一定の形態を維持したまま移動させられるようになっている。

【0033】

そのため、加工ヘッド 5 が移動しても、レーザ光源 7、光ファイバ 8 及びモードスクランブラ 11, 12 が一緒に移動するので、光ファイバ 8 が変形することがなく、光ファイバ 8 内の反射条件が常に一定に保たれ、基板 A に照射されるレーザ光の強度分布を安定させることができる。その結果、常に均一な強度分布のレーザ光を照射して、高精度のレー

10

20

30

40

50

ザ加工を継続することができる。

【0034】

また、光ファイバ8を変形させずに済むので、繰り返し使用により損傷し易い光ファイバ8の劣化を防止することもできる。

また、本実施の形態においては、比較的軽量の加工ヘッド5のみを片持ち梁状のヘッド取付部18に取り付け、比較的重量の大きなレーザ電源6およびレーザ光源7を門型の水平ビーム20の鉛直上方に配置することとしたので、加工ヘッド5の移動時に、ヘッド取付部18に加わる負荷を最小限に抑えることができる。したがって、加工ヘッド5の高精度の移動を可能にして、精度よくレーザ加工を行うことができる。

【0035】

また、本実施の形態においては、ガラス基板Aを浮上ステージ2によって浮上させ、吸着搬送ステージ3によってX方向に移動させ、加工ヘッド5をガントリ4によってY方向に移動させることで基板Aのほぼ全面にわたる顕微鏡検査とレーザ加工とを行うこととしたが、これに代えて、基板Aを固定し、ガントリ4をX方向に移動に移動させ、加工ヘッド5及びレーザユニットをガントリ4の水平ビーム20に沿ってY方向に移動させることにしてもよい。

【0036】

以下、特に図2を参照しながら、欠陥修正装置1の加工ヘッド5の内部構成等について説明する。

レーザ光源7は、リペア加工用の光源である。本実施の形態では、図3A及び図3Bに示すように、レーザ発振器7a、結合レンズ7b、ハーフミラー7c及びLED光源7e有する構成を採用している。

【0037】

レーザ発振器7aは、ガラス基板A上の欠陥を除去できるように、波長、出力が設定されたレーザ光を発振するもので、例えば、パルス発振可能なYAGレーザなどを好適に採用することができる。発振波長は、リペア対象に応じて複数の発振波長を切り換えられるようになっている。

【0038】

レーザ発振器7aは、制御ユニット22に電氣的に接続され、制御ユニット22からの制御信号に応じて発振が制御されるようになっている。

ハーフミラー7cは、レーザ発振器7aによりX軸負方向に発振されるレーザ光を結合レンズ7bに向けてY軸負方向に反射する。また、ハーフミラー7cは、LED光源7eから結合レンズ7bに向けてY軸負方向に出射される光を透過する。

【0039】

ハーフミラー7cがレーザ発振器7aにより発振されるレーザ光を結合レンズ7bに向けて反射するため、レーザ発振器7aの発振方向を装置構成に合わせて決定することができるため、設計の自由度が増すと共に省スペース化を図ることができる。

【0040】

結合レンズ7bは、レーザ発振器7aから出射されるレーザ光をファイバ3に光結合するための光学素子である。

光ファイバ8は、結合レンズ7bにより、ファイバ端面8aに光結合されたレーザ光を内部で伝搬させて加工ヘッド5内に導き、レーザ光60として、ファイバ端面8bから出射するものである。レーザ光60は、光ファイバ8の内部を伝搬してから出射されるので、レーザ発振器7aのレーザ光がガウシアン分布であっても、光量分布が均一化された拡散光となっている。

【0041】

なお、図2は模式図のため、レーザ発振器7aから出射されるレーザ光の光軸がZ方向に沿っているかのように図示しているが、本実施の形態においては図3Bに示すようにX軸方向に沿っている。但し、レーザ発振器7aの配置位置・姿勢は、これらに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【0042】

また、レーザ光の均一化手段として、上述のモードスクランブラ11, 12に加えて、他の光学素子、例えば、フライアイレンズ、回折素子、非球面レンズや、カレイド型ロッドを用いたものなどの種々の構成のホモジナイザなどを用いた構成としてもよい。

【0043】

加工ヘッド5は、その筐体5a内に、投影レンズ(投影光学系)41、空間変調素子42、照射光学系43、観察用光源44、観察用結像レンズ45、撮像素子46などの光学素子やデバイスを保持している。

【0044】

投影レンズ41は、加工ヘッド5の筐体5aに固定された光ファイバ8のファイバ端面8bと空間変調素子42の基準面とを共役な関係とする配置とされ、ファイバ端面8bの像を空間変調素子42の変調領域全体を照射できるように投影倍率が設定されたレンズまたはレンズ群である。

【0045】

図2では、投影レンズ41の光軸P1は、ZY平面において、Y軸正方向から負方向に向かうにつれて、Z軸正方向から負方向に向かう斜め方向に設定されている。

空間変調素子42は、投影レンズ41から投射されたレーザ光61を空間変調するもので、微小ミラーアレイであるDMD(Digital Mirror Device)からなり、揺動制御可能な複数の微小ミラーが矩形状の変調領域内に2次元的に等ピッチで配列されている。

【0046】

本実施の形態では、レーザ光61の光路上にミラー47を配置して、レーザ光61の光軸P1を光軸P2の方向に反射している。そして、レーザ光61が、空間変調素子42の基準面の法線に沿う光軸P3に沿ってオン光62として反射されるように、空間変調素子42の基準面の法線に対して所望の角度で入射する配置としている。なお、光軸P1、P2と、オン光62の光軸P3とは、同一平面上に位置する。

【0047】

照射光学系43は、空間変調素子42で空間変調され一定方向に向けて反射されたオン光62による像を、ガラス基板A上に所望の倍率で結像する結像光学系を構成する光学素子群であり、空間変調素子42側に結像レンズ48が、ガラス基板A側に対物レンズ9がそれぞれ配置されている。

【0048】

対物レンズ9は、ガラス基板Aのレジストパターンを加工するための紫外用対物レンズ等の複数の対物レンズからなる。これら複数の対物レンズは、レボルバ機構によって切り替え可能に保持され、互いに倍率が異なる。そのため、レボルバ機構を回転させて対物レンズ9を切り替えることで、照射光学系8の倍率を変更できるようになっている。以下では、特に断らない限り、対物レンズ9は、照射光学系43を構成するために選択されたレンズを指すものとする。

【0049】

また本実施の形態では、結像レンズ48の光軸P4は、Y軸方向に平行に配置され、対物レンズ9の光軸P5は、Z軸方向に平行に配置されている。

このため、空間変調素子42と結像レンズ48の間には、オン光62を反射して、光軸P4に沿って入射させるミラー49が設けられている。そして、結像レンズ48と対物レンズ9の間には、結像レンズ48を透過した光を反射して、光軸P5に沿って入射させるハーフミラー51が設けられている。

【0050】

このようにして、光軸P4、P5は、光軸P1、P2、P3と同一平面上に位置している。すなわち、レーザ光源7aから空間変調素子42のオン状態の微小ミラーで反射し照射光学系43を経て基板Aに至る第1の光軸を構成する光軸P1~P5は、すべて同一平面上に位置している。

【0051】

また、ミラー 49 及びハーフミラー 51 は、いずれも X 軸回りにのみ傾斜されている。

観察用光源 44 は、ガラス基板 A 上の加工可能領域内を照明するための観察用光 70 を発生する光源であり、ハーフミラー 51 と対物レンズ 9 との間の光路の側方に設けられている。

【0052】

ハーフミラー 51 と対物レンズ 9 との間の光路上において観察用光源 44 に対向する位置には、ハーフミラー 51 で反射されたオン光 62 を透過し、観察用光 70 を対物レンズ 9 に向けて反射するハーフミラー 52 が設けられている。そして、観察用光源 44 とハーフミラー 52 との間には、観察用光 70 を適宜径の照明光束に集光する集光レンズ 53 が設けられている。なお、集光レンズ 53 の光軸 P6 は、第 1 の光軸が位置する平面上にあ

10

【0053】

観察用光源 44 としては、例えば、可視光を発生するキセノンランプや LED など適宜の光源を採用することができる。なお、オートフォーカス用光源を有するオートフォーカスユニットを設けて、対物レンズ 9 の前側焦点位置を制御するようにしてもよい。

【0054】

観察用結像レンズ（撮像光学系）45 は、ハーフミラー 51 の上方側に、対物レンズ 9 の光軸 P5 と同軸に配置され、観察用光 70 によって照明されたガラス基板 A から反射され、対物レンズ 9 によって集光された光を撮像素子（撮像部）46 の撮像面上に結像するための光学素子である。このため、光軸 P5 は、基板 A から撮像光学系を経て撮像部に至る第 2 の光軸を兼ねている。なお、撮像素子 46 は、撮像面上に結像された画像を光電変換するもので、例えば、CCD などからなる。

20

【0055】

制御ユニット 22 の装置構成は、本実施の形態では、CPU、メモリ、入出力部、外部記憶装置などで構成されたコンピュータと適宜のハードウェアとの組合せからなる。制御ユニット 22 は、例えば、操作パネル、キーボード、マウスなどの適宜の操作入力手段を備えるユーザインタフェースからの操作入力に基づいて、欠陥修正装置 1 の動作を制御するものであり、レーザ光源 7、空間変調素子 42、撮像素子 46 に電氣的に接続され、それぞれの動作や動作タイミングを制御できるようになっている。

【0056】

制御ユニット 22 がレーザ発振器 7a に対して、レーザ光を発振させる制御信号を送出し、基板 A に応じて予め選択された照射条件に基づいて、レーザ発振器 7a からレーザ光を発振させる。レーザ光の照射条件としては、例えば、波長、光出力、発振パルス幅などが挙げられる。

30

【0057】

発振されたレーザ光は、結合レンズ 7b で光ファイバ 8 のファイバ端面 8a に光結合され、上述のモードスクランブラ 11、12 及び直線部 8c によりファイバ端面 8b から光強度分布が均一化された発散光であるレーザ光 60 が出射される。

【0058】

なお、本実施の形態では、FPD 製造工程で製造されるガラス基板 A の欠陥修正を行う欠陥修正装置 1 について説明したが、欠陥修正装置 1 は、半導体ウエハ基板の欠陥修正を行うものとしても用いることができる。但し、欠陥修正装置 1 を半導体ウエハ基板の欠陥修正に用いる場合には、浮上ステージ 2 及び吸着搬送ステージ 3 に代えて、半導体ウエハ基板に適合する載置台等を用意する必要がある。

40

【0059】

図 4A 及び図 4B は、本発明の一実施の形態の変形例に係る欠陥修正装置のレーザ光源 17 を説明するための概略側面図である。

なお、図 4A 及び図 4B においては、結合レンズ 17b、ハーフミラー 17c 及びミラー 17d の可動方向を括弧書きで符号に付している。

【0060】

50

本変形例のレーザ光源 17 は、レーザ発振器 17 a と、結合レンズ 17 b と、反射部材としてのハーフミラー 17 c 及びミラー 17 d とを有する。上述の実施の形態のレーザ光源 7 と相違するのは、主に、ミラー 17 d を配置した点、並びに、結合レンズ 17 b、ハーフミラー 17 c 及びミラー 17 d を可動式にした点であり、上記一実施の形態と同様に、光ファイバ 8 にはモードスクランブラ 11, 12 が配置され且つ直線部 8 c が形成されている。

【0061】

図 4 B に示すようにレーザ発振器 17 a から X 軸負方向に出射されるレーザ光は、図 4 A に示すようにミラー 17 d により Z 軸正方向に反射され、更に、ハーフミラー 17 c により Y 軸負方向に反射され、結合レンズ 17 b に入射する。なお、ハーフミラー 17 c は、LED 光源 17 e から結合レンズ 7 b に向けて Y 軸負方向に出射される光を透過する。

10

【0062】

ところで、図 2 に示す空間変調素子 42 の微小ミラーは、等ピッチに配列されて同一方向に傾斜するとレーザ光 P2 に対して回折格子として作用する。ミラー 47 により反射するレーザ光 61 は、その波長と、空間変調素子 42 の微小ミラーの配列ピッチとに応じて回折される。

【0063】

そのため、投影光学系 41、空間変調素子 42 及びミラー 47 の傾きを調整して回折光を結像レンズ 48 の光軸 P4 に導光することで、回折効率の高いレーザ光を得ることができる。

20

【0064】

この点、本変形例の図 4 A 及び図 4 B に示す光ファイバ 8 は、上記一実施の形態の図 3 A 及び図 3 B と同様に、レーザ光源 7 から投影光学系 41 にかけて、モードスクランブラ 11, 12 によって蛇行させられ且つ直線部 8 c が形成される以外に、余分な弛みを残した引き回しはしていない。また、レーザ光源 7 ごと光ファイバ 8 を投影光学系 41 の傾きに合わせて移動させるのは困難であり、したがって、光ファイバ 8 に接続される投影光学系 41 を自在に傾けることはできない。

【0065】

そこで、本変形例の結合レンズ 17 b は、ハーフミラー 17 c、ミラー 17 d 及びレーザ発振器 17 a と独立して Y 軸方向（光軸方向）に移動可能、言い換えると、ハーフミラー 17 c、ミラー 17 d 及びレーザ発振器 17 a との相対位置を調整可能としてあり、投影光学系 41 の傾き調整に伴い光ファイバ 8 の入射側端面 8 a が Y 軸方向へ移動するのを許容することができる。

30

【0066】

また、結合レンズ 17 b 及びハーフミラー 17 c は、ミラー 17 d 及びレーザ発振器 17 a と独立してミラー 17 d に反射されたレーザ光の光軸方向である Z 軸方向に一体的に移動可能、言い換えると、ミラー 17 d 及びレーザ発振器 17 a との相対位置を調整可能としてあり、投影光学系 41 の傾き調整に伴い光ファイバ 8 の入射側端面 8 a が Z 軸方向へ移動するのを許容することができる。

【0067】

更には、結合レンズ 17 b、ハーフミラー 17 c 及びミラー 17 d は、レーザ発振器 17 a と独立して Z 軸方向（レーザ発振器 7 a により出射されるレーザ光の光軸方向）に一体的に移動可能、言い換えると、レーザ発振器 17 a との相対位置を調整可能としてあり、投影光学系 41 の傾き調整に伴い光ファイバ 8 の入射側端面 8 a が X 軸方向へ移動するのを許容することができる。

40

【0068】

以上のように、本変形例では、結合レンズ 17 b は、レーザ発振部 17 a との相対位置を調整可能に配置されている。また、結合レンズ 17 b 及び反射部材（ハーフミラー 17 c 及びミラー 17 d）は、レーザ発振部 17 a との相対位置を調整可能に配置されている。

50

【 0 0 6 9 】

そのため、結合レンズ 1 7 b、ハーフミラー 1 7 c 及びミラー 1 7 d をレーザ発振部 1 7 a と独立して適宜移動させることで、光ファイバ 8 の入射側端面 8 a の X Y Z 軸の 3 軸方向への移動が許容される。

【 0 0 7 0 】

よって、本変形例では、光ファイバ 8 に接続される投影光学系 4 1 を自在に傾けることができ、したがって、回折光を結像レンズ 4 8 の光軸 P 4 に導光することで、回折効率の高いレーザ光を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 A 】 本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置を示す平面図である。

【 図 1 B 】 本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置を示す正面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置の加工ヘッドの内部構造を説明するための概略構成図である。

【 図 3 A 】 本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置の光ファイバ及びモードスクランブラを説明するための概略側面図である。

【 図 3 B 】 本発明の一実施の形態に係る欠陥修正装置の光ファイバ及びモードスクランブラを説明するための概略正面図である。

【 図 4 A 】 本発明の一実施の形態の変形例に係る欠陥修正装置のレーザ光源を説明するための概略側面図である。

【 図 4 B 】 本発明の一実施の形態の変形例に係る欠陥修正装置のレーザ光源を説明するための概略正面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

A	ガラス基板	
1	欠陥修正装置	
4	ガントリ (移動機構)	
5	加工ヘッド	
7	レーザ光源	
7 a	レーザ発振器	30
7 b	結合レンズ	
7 c	ハーフミラー	
7 e	LED光源	
8	光ファイバ	
8 a	入射側端面	
8 b	出射側端面	
8 c	直線部	
1 0	落射照明光源	
1 1 , 1 2	モードスクランブラ	
1 1 a ~ 1 1 c , 1 2 a ~ 1 2 c	ネジ	40
1 7	レーザ光源	
1 7 a	レーザ発振器	
1 7 b	結合レンズ	
1 7 c	ハーフミラー	
1 7 d	ミラー	
1 7 e	L E D 光源	
4 1	投影光学系	
4 2	空間変調素子	
4 7	ミラー	

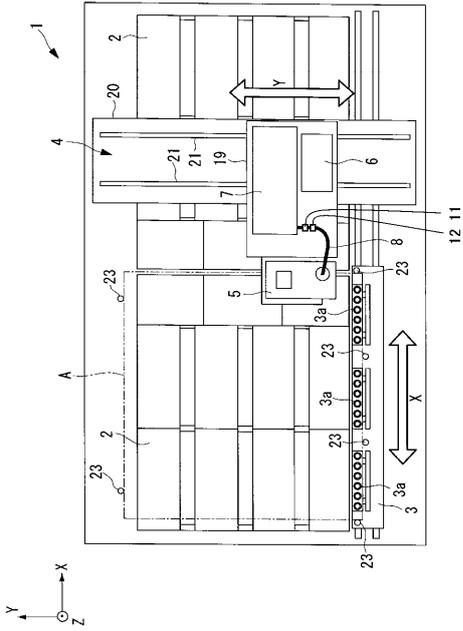
10

20

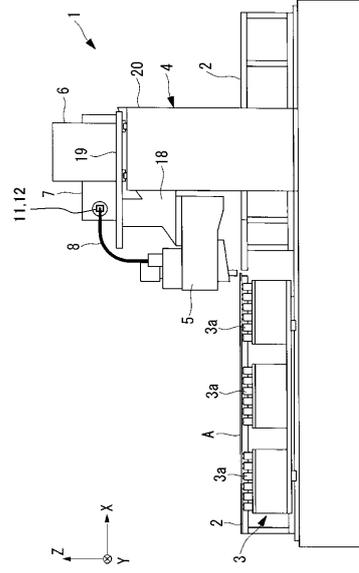
30

40

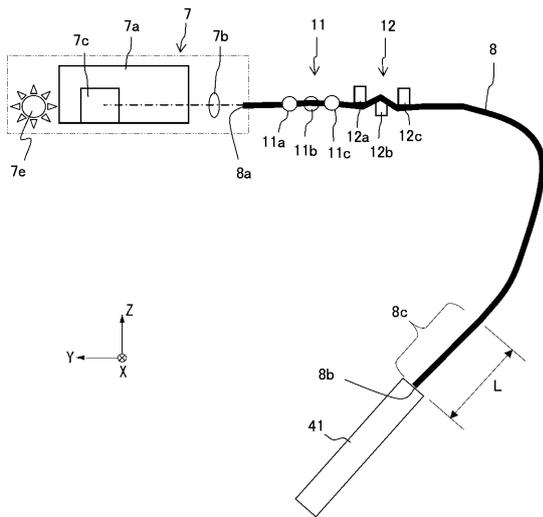
【図 1 A】



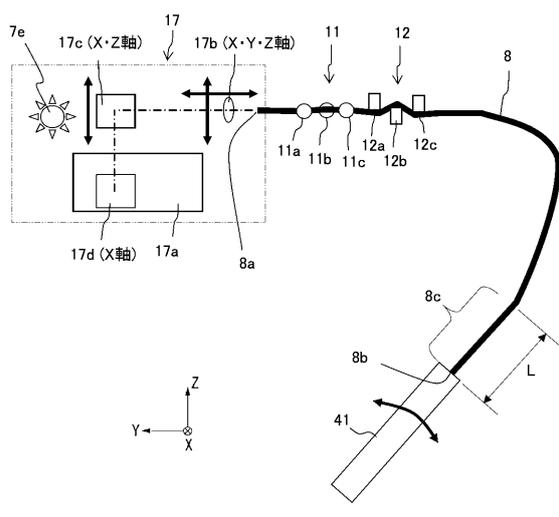
【図 1 B】



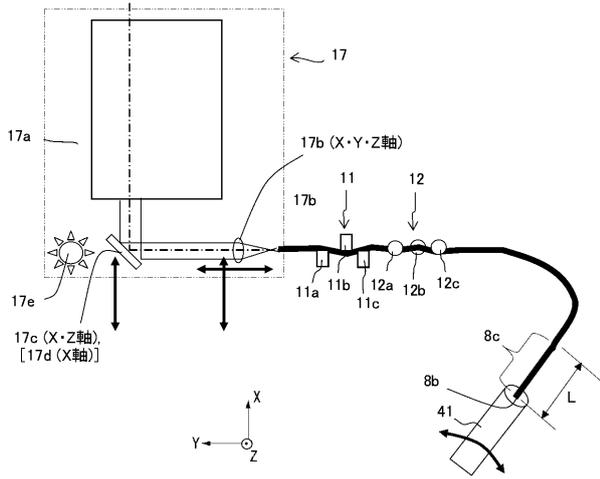
【図 3 A】



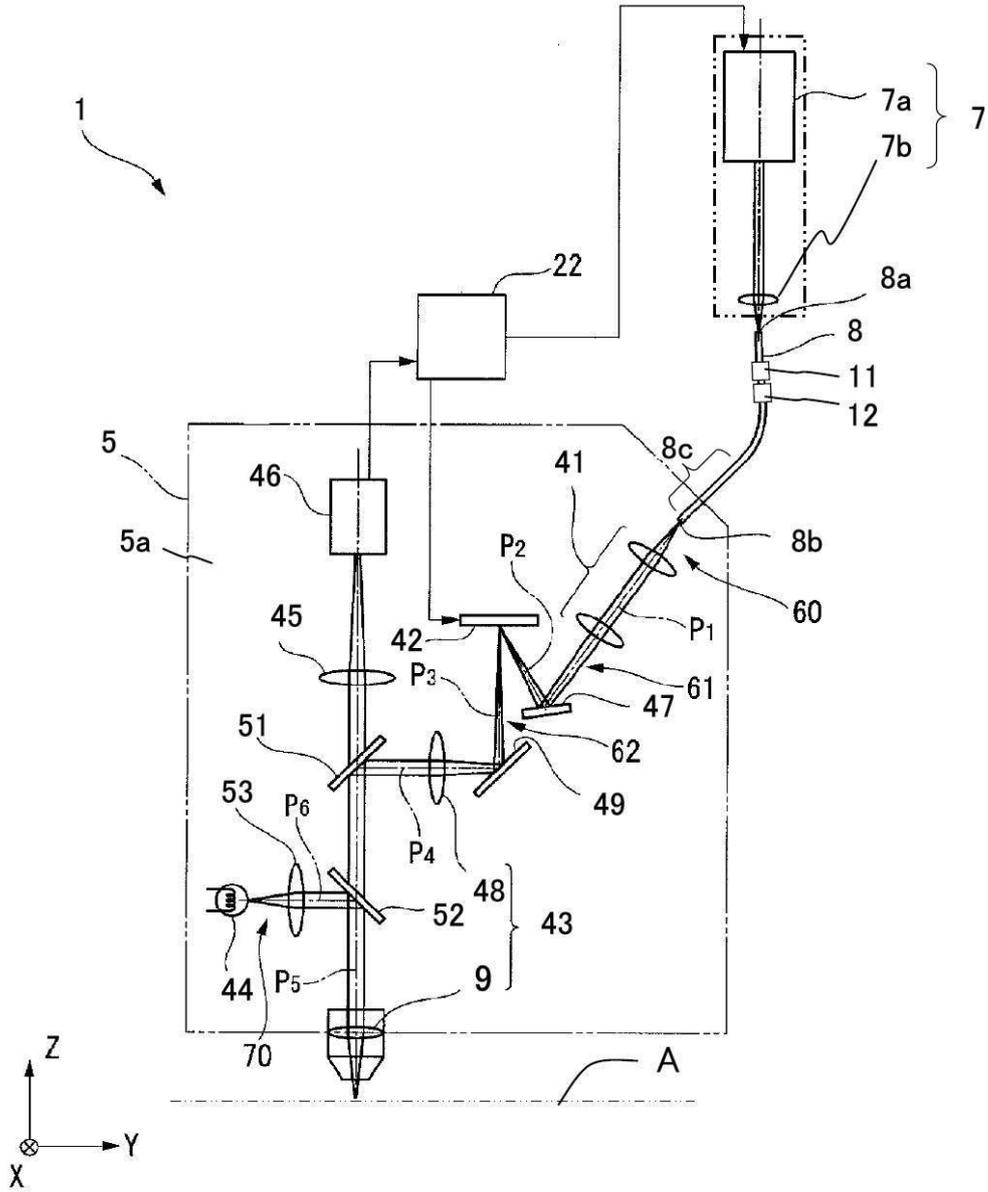
【図 4 A】



【 図 4 B 】



【 図 2 】



【 図 3 B 】

