

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-13473
(P2024-13473A)

(43)公開日 令和6年2月1日(2024.2.1)

(51)国際特許分類
B 2 3 K 26/00 (2014.01)

F I
B 2 3 K 26/00
B 2 3 K 26/00

テーマコード (参考)
4 E 1 6 8
Q
N

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全14頁)

(21)出願番号	特願2022-115586(P2022-115586)	(71)出願人	000134051 株式会社ディスコ 東京都大田区大森北二丁目13番11号
(22)出願日	令和4年7月20日(2022.7.20)	(74)代理人	100075384 弁理士 松本 昂
		(74)代理人	100172281 弁理士 岡本 知広
		(74)代理人	100206553 弁理士 笠原 崇廣
		(74)代理人	100189773 弁理士 岡本 英哲
		(74)代理人	100184055 弁理士 岡野 貴之
		(74)代理人	100185959 弁理士 今藤 敏和
		最終頁に続く	

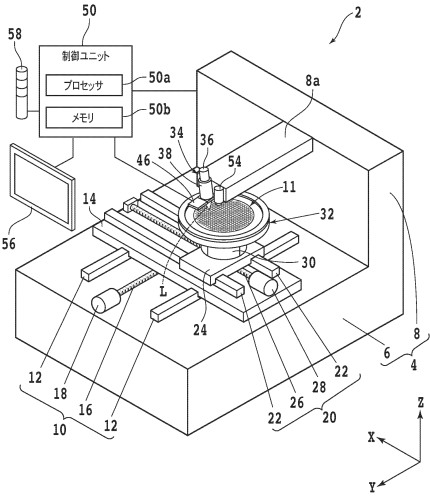
(54)【発明の名称】 レーザー加工装置

(57)【要約】

【課題】レーザービームの光路上にミラーを配置することなく、且つ、レーザー加工を中断することなくレーザービームの出力を監視する。

【解決手段】吸引保持板と、吸引保持板で吸引保持された被加工物に対してレーザービームを照射するレーザービーム照射ユニットと、レーザービームの出力が所定の範囲を超えた場合に警報を発する警報ユニットと、警報ユニットの動作を制御する制御ユニットと、を備え、レーザービーム照射ユニットは、レーザー発振器と、集光レンズと、少なくとも集光レンズで反射及び散乱されたレーザービームのパワーを測定するパワー測定ユニットと、を有し、制御ユニットは、パワー測定ユニットで測定されたパワーに基づいてレーザー発振器から出射されたレーザービームの出力を推定し、推定されたレーザービームの出力が所定の範囲を超える場合、警報ユニットに警報を出させるレーザー加工装置を提供する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザー加工装置であって、
被加工物を吸引保持する吸引保持板と、
該吸引保持板で吸引保持された該被加工物に対してレーザービームを照射するレーザービーム照射ユニットと、
該レーザービームの出力が所定の範囲を超えた場合に警報を発する警報ユニットと、
メモリ及びプロセッサを備え、該警報ユニットの動作を制御する制御ユニットと、
を備え、

該レーザービーム照射ユニットは、
レーザー発振器と、
該レーザー発振器から出射された該レーザービームを集光させる集光レンズと、
少なくとも該集光レンズで反射及び散乱された該レーザービームのパワーを測定するパワー測定ユニットと、
を有し、

該制御ユニットは、
該パワー測定ユニットで測定されたパワーに基づいて該レーザー発振器から出射された該レーザービームの出力を推定し、
推定された該レーザービームの出力が所定の範囲を超える場合、該警報ユニットに警報を出させることを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項 2】

該パワー測定ユニットは、少なくとも該集光レンズで反射及び散乱された該レーザービームを受光する受光部を有し、該受光部は、該レーザー発振器から該集光レンズまでにおける該レーザービームの通過経路の延長線上には無く、且つ、該集光レンズの光軸から離れた位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザー加工装置。

【請求項 3】

該パワー測定ユニットで測定されたパワーに基づいて推定された該レーザービームの出力が所定範囲内になる様に、該レーザービームの出力を調整するレーザービーム出力調整ユニットを更に備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のレーザー加工装置。

【請求項 4】

該集光レンズは、該集光レンズの光軸が該吸引保持板の保持面に対して直交せずに所定角度だけ傾く様に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、レーザー加工装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体ウェーハ等の被加工物をレーザービームで加工する方法として、被加工物に吸収される波長を有するレーザービームを被加工物の表面側に照射して、アブレーション加工により被加工物の表面側に加工溝を形成するレーザー加工が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

また、被加工物をレーザービームで加工する他の方法として、被加工物を透過する波長を有するレーザービームが被加工物の内部に集光する様に被加工物にレーザービームを照射して、分割起点となる脆弱領域（改質領域とも称される）を形成するレーザー加工も知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0004】

このようなレーザー加工を行うためには、レーザー加工装置が使用される。被加工物に対

10

20

30

40

50

してレーザー加工を行う前には、レーザービームの出力がレーザー加工装置に予め設定されるが、実際の出力が当初の設定値からずれることで、加工不良が生じることがある。

【 0 0 0 5 】

そこで、被加工物に対してレーザー加工を施しているときであっても、レーザー加工を中断することなく、レーザービームの出力を監視できるレーザー加工装置が提案されている（例えば、特許文献 3 参照）。

【 0 0 0 6 】

このレーザー加工装置では、レーザー発振器から集光レンズまでの間に 1 以上（例えば、2 又は 3）のミラーを配置する。レーザービームは、各ミラーにおいて略反射されるが、各ミラーにおいて僅かに反射されずに透過する。例えば、レーザービームの出力の数 % がミラーを透過する。

10

【 0 0 0 7 】

このレーザー加工装置を用いれば、ミラーを透過する一部のレーザービームに基づいてレーザービームの出力を測定できるので、被加工物に対するレーザー加工を中断することなく、レーザービームの出力を測定できる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 3 2 0 4 6 6 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 2 - 1 9 2 3 7 0 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 2 1 - 3 0 2 8 3 号 公 報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかし、レーザー発振器と集光レンズとの間に 1 以上のミラーを配置すると、ミラーを配置しない場合に比べて光学系が大型化する。

【 0 0 1 0 】

本発明は係る問題点に鑑みてなされたものであり、レーザービームの光路上にミラーを配置することなく、且つ、レーザー加工を中断することなくレーザービームの出力を監視可能なレーザー加工装置を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様によれば、レーザー加工装置であって、被加工物を吸引保持する吸引保持板と、該吸引保持板で吸引保持された該被加工物に対してレーザービームを照射するレーザービーム照射ユニットと、該レーザービームの出力が所定の範囲を超えた場合に警報を発する警報ユニットと、メモリ及びプロセッサを備え、該警報ユニットの動作を制御する制御ユニットと、を備え、該レーザービーム照射ユニットは、レーザー発振器と、該レーザー発振器から出射された該レーザービームを集光させる集光レンズと、少なくとも該集光レンズで反射及び散乱された該レーザービームのパワーを測定するパワー測定ユニットと、を有し、該制御ユニットは、該パワー測定ユニットで測定されたパワーに基づいて該レーザー発振器から出射された該レーザービームの出力を推定し、推定された該レーザービームの出力が所定の範囲を超える場合、該警報ユニットに警報を出させるレーザー加工装置が提供される。

40

【 0 0 1 2 】

好ましくは、該パワー測定ユニットは、少なくとも該集光レンズで反射及び散乱された該レーザービームを受光する受光部を有し、該受光部は、該レーザー発振器から該集光レンズまでにおける該レーザービームの通過経路の延長線上には無く、且つ、該集光レンズの光軸から離れた位置に配置されている。

【 0 0 1 3 】

また、好ましくは、レーザー加工装置は、該パワー測定ユニットで測定されたパワーに

50

基づいて推定された該レーザービームの出力が所定範囲内になる様に、該レーザービームの出力を調整するレーザービーム出力調整ユニットを更に備える。

【 0 0 1 4 】

また、好ましくは、該集光レンズは、該集光レンズの光軸が該吸引保持板の保持面に対して直交せずに所定角度だけ傾く様に配置されている。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様に係るレーザー加工装置は、レーザービーム照射ユニットを備える。レーザービーム照射ユニットは、レーザー発振器と、集光レンズと、少なくとも集光レンズで反射及び散乱されたレーザービームのパワーを測定するパワー測定ユニットと、を有する。

10

【 0 0 1 6 】

レーザー加工装置の制御ユニットは、パワー測定ユニットで測定されたパワーに基づいてレーザー発振器から出射されたレーザービームの出力を推定する。それゆえ、レーザービームの光路上にミラーを配置することなく、且つ、レーザー加工を中断することなくレーザービームの出力を監視できる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 レーザー加工装置の斜視図である。

【 図 2 】 図 2 (A) はレーザービーム照射ユニットの斜視図であり、図 2 (B) はレーザービーム照射ユニットの一部断面側面図である。

20

【 図 3 】 レーザービームの集光点でのパワーと、反射散乱光のパワーに対応する電圧値と、を示すグラフである。

【 図 4 】 集光レンズの光軸の傾きを示す一部断面側面図である。

【 図 5 】 第 2 の実施形態に係るレーザービーム照射ユニットの一部断面側面図である。

【 図 6 】 第 3 の実施形態に係るレーザービーム照射ユニットの一部断面側面図である。

【 図 7 】 図 7 (A) はレーザービーム出力調整ユニットの第 1 の変形例を示す図であり、図 7 (B) はレーザービーム出力調整ユニットの第 2 の変形例を示す図であり、図 7 (C) はレーザービーム出力調整ユニットの第 3 の変形例を示す図である。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

30

【 0 0 1 8 】

添付図面を参照して、本発明の一態様に係る実施形態について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係るレーザー加工装置 2 の斜視図である。図 1 に示す X 軸方向（加工送り方向）、Y 軸方向（割り出し送り方向）及び Z 軸方向（上下方向、高さ方向）は、互いに直交する。

【 0 0 1 9 】

レーザー加工装置 2 は、各構造を支持する基台 4 を備える。基台 4 は、平板部 6 と、平板部 6 の後方側（Y 軸方向の一方側）において上方に延伸する様に設けられた壁部 8 と、を含む。

【 0 0 2 0 】

40

平板部 6 の上面には、Y 軸方向移動ユニット 10 が設けられている。Y 軸方向移動ユニット 10 は、Y 軸方向に略平行に配置された一对の Y 軸ガイドレール 12 を有する。一对の Y 軸ガイドレール 12 は、平板部 6 の上面に固定されている。

【 0 0 2 1 】

Y 軸ガイドレール 12 には、移動テーブル 14 がスライド可能に取り付けられている。移動テーブル 14 の下面側には、ナット部（不図示）が設けられている。ナット部には、Y 軸方向と略平行に配置されたねじ軸 16 が複数のボール（不図示）を介して回転可能に連結されている。

【 0 0 2 2 】

ねじ軸 16 の一端部には、ステッピングモータ等の駆動源 18 が連結されている。駆動

50

源 1 8 でねじ軸 1 6 を回転させれば、移動テーブル 1 4 は、Y 軸ガイドレール 1 2 に沿って移動する。

【 0 0 2 3 】

移動テーブル 1 4 の上面側には、X 軸方向移動ユニット 2 0 が設けられている。X 軸方向移動ユニット 2 0 は、X 軸方向に略平行に配置された一対の X 軸ガイドレール 2 2 を有する。一対の X 軸ガイドレール 2 2 は、移動テーブル 1 4 の上面に固定されている。

【 0 0 2 4 】

X 軸ガイドレール 2 2 には、移動テーブル 2 4 がスライド可能に取り付けられている。移動テーブル 2 4 の下面側には、ナット部（不図示）が設けられている。ナット部には、X 軸方向と略平行に配置されたねじ軸 2 6 が複数のボール（不図示）を介して回転可能に連結されている。

10

【 0 0 2 5 】

ねじ軸 2 6 の一端部には、ステッピングモータ等の駆動源 2 8 が連結されている。駆動源 2 8 でねじ軸 2 6 を回転させれば、移動テーブル 2 4 は、X 軸ガイドレール 2 2 に沿って移動する。

【 0 0 2 6 】

移動テーブル 2 4 の上面側には、円筒状の筐体を有する回転駆動機構 3 0 が設けられている。回転駆動機構 3 0 は、モータ等の駆動源により回転可能な回転軸（不図示）を有する。この回転軸は、Z 軸方向と略平行に配置されている。

【 0 0 2 7 】

20

回転軸の上端部には、被加工物 1 1 を吸引保持する円板状のチャックテーブル（吸引保持板）3 2 が設けられている。チャックテーブル 3 2 は、金属で形成された円板状の枠体を有する。枠体の上面側には、円板状の凹部が形成されている。

【 0 0 2 8 】

この凹部には、多孔質セラミックスで形成された円板状の多孔質板が固定されている。凹部の底面側には、複数の溝が放射状に形成されており、更に、凹部の底面の中心部を貫通する様に、円柱状の流路が形成されている。

【 0 0 2 9 】

円柱状の流路には、電磁弁（不図示）を介して真空ポンプ等の吸引源（不図示）が連結されている。吸引源を動作させた状態で電磁弁を開状態にすると、多孔質板には負圧が伝達する。多孔質板の上面と、枠体の上面とは、略面一に形成されており、被加工物 1 1 を吸引保持する略平坦な保持面 3 2 a（図 4 参照）を構成する。

30

【 0 0 3 0 】

チャックテーブル 3 2 の上方には、レーザービーム照射ユニット 3 4 が配置されている。レーザービーム照射ユニット 3 4 は、壁部 8 から前方側（Y 軸方向の他方側）に延伸する様に設けられた片持ち梁状のアーム部 8 a の先端部に固定されている。

【 0 0 3 1 】

ここで、図 2（A）及び図 2（B）を参照し、レーザービーム照射ユニット 3 4 の構成を説明する。図 2（A）は、レーザービーム照射ユニット 3 4 の斜視図である。但し、図 2（A）では、図 1 とは異なる向きで見た場合のレーザービーム照射ユニット 3 4 が示されている。また、図 2（B）は、レーザービーム照射ユニット 3 4 の一部断面側面図である。

40

【 0 0 3 2 】

レーザービーム照射ユニット 3 4 は、レーザー媒質を含むレーザー発振器 3 6 を有する。レーザー媒質は、例えば、Nd：YVO₄ 結晶、Nd：YAG 結晶等のロッドや、希土類元素がドーブされたコアを有する光ファイバである。レーザー媒質には、レーザーダイオード等の励起光源（不図示）から励起光が照射される。

【 0 0 3 3 】

レーザー媒質が励起光を受けてレーザーが発振すると、レーザー発振器 3 6 からはレーザービーム L が出射する。例えば、Q スイッチパルス発振により、レーザー発振器 3 6 か

50

らは、所定の繰り返し周波数を有するパルス状であり直線偏光のレーザービーム L が出射する。

【 0 0 3 4 】

レーザービーム L の出力（即ち、パワー）（単位：W）は、励起光源から照射される励起光のパワーに対応している。例えば、励起光源にレーザーダイオードを使用する場合、レーザーダイオードの N 側電極及び P 側電極間に供給される電流量を多くするほど、レーザービーム L の出力を高くできる。

【 0 0 3 5 】

レーザービーム L の波長は、レーザー加工の態様に応じて適宜設定される。例えば、被加工物 1 1 に対して分割起点となる脆弱領域（改質領域）を形成する場合には、被加工物 1 1 を透過する波長（例えば、1 0 6 4 nm）を有するレーザービーム L が使用される。

10

【 0 0 3 6 】

また、被加工物 1 1 に対してアブレーション加工を施す場合には、被加工物 1 1 に吸収される波長（例えば、3 5 5 nm）を有するレーザービーム L が使用される。例えば、非線形光学結晶を利用して、1 0 6 4 nm の波長を有するレーザービーム L（基本波）を波長変換することで、3 5 5 nm の波長を有するレーザービーム L（第 3 高調波）を得ることができる。

【 0 0 3 7 】

レーザービーム L の波長を変換する非線形光学結晶（波長変換部）は、筐体 3 8 内に設けられてもよい。レーザー発振器 3 6 の下側（図 2（A）及び図 2（B）に示す右側）には、円筒状の筐体 3 8 の上端側が接続されている。

20

【 0 0 3 8 】

筐体 3 8 の下端部側には、直方体状の接続部材 4 0 の一面 4 0 a 側が固定されている。接続部材 4 0 には、レーザービーム L を通過させるための開口（不図示）が設けられている。

【 0 0 3 9 】

一面 4 0 a とは反対側に位置する接続部材 4 0 の他面 4 0 b 側には、集光レンズ 4 2 が固定されたレンズマウント 4 4 が固定されている。レーザー発振器 3 6 から出射されたレーザービーム L は、集光レンズ 4 2 により、チャックテーブル 3 2 で吸引保持された被加工物 1 1 に集光される（図 1 参照）。

30

【 0 0 4 0 】

図 2（A）及び図 2（B）では、集光レンズ 4 2 の光軸 4 2 a を一点鎖線で示す。光軸 4 2 a は筐体 3 8 の中心軸と略一致している。なお、光軸 4 2 a は、後述する様に、Z 軸方向と平行ではなく Z 軸方向に対して傾いている。

【 0 0 4 1 】

一面 4 0 a 及び他面 4 0 b の間に位置する接続部材 4 0 の側面 4 0 c には、パワー測定ユニット 4 6 が固定されている。パワー測定ユニット 4 6 には受光部 4 8 が設けられており、側面 4 0 c には、受光部 4 8 へ光を通過させる開口部が形成されている。

【 0 0 4 2 】

受光部 4 8 は、レーザー発振器 3 6 から集光レンズ 4 2 までにおけるレーザービーム L の通過経路の延長線上には無く、且つ、光軸 4 2 a から離れた位置に配置されている。本実施形態の受光部 4 8 は、図 2（B）に示す様に、光軸 4 2 a に直交する方向において光軸 4 2 a から所定距離だけ離れた位置に配置されている。

40

【 0 0 4 3 】

受光部 4 8 は、ミラーを僅かに透過するレーザービーム L（即ち、透過光）を受光するのではなく、集光レンズ 4 2 等の光学部品（即ち、少なくとも集光レンズ 4 2）により反射及び散乱されたレーザービーム L（図 2（B）において反射散乱光 L_Aと表記する）を受光する。

【 0 0 4 4 】

レーザービーム L は、集光レンズ 4 2 の表面における微細な凹凸や、集光レンズ 4 2 の

50

内部の結晶構造に起因して散乱され得るし、集光レンズ 42 の表面で反射され得る。また、散乱光が、再度、散乱されたり、反射されたりもする。

【0045】

なお、集光レンズ 42 が複数のレンズの組み合わせで構成されている場合には、1 つ目のレンズで散乱された光が 2 つの目のレンズの表面で散乱されることもあるし、反射されることもある。

【0046】

ところで、反射散乱光 L_A のパワー（単位：W）は、ミラーを僅かに透過するレーザービーム L のパワーに比べて低い場合がある。しかし、本実施形態では、レーザービーム照射ユニット 34 に筐体 38 及び接続部材 40 を設けることで、パワーが比較的小さい場合でも反射散乱光 L_A を受光部 48 で問題なく測定できる。

10

【0047】

更に、筐体 38 及び接続部材 40 を設けることで、反射散乱光 L_A 以外の光の受光部 48 への入射光量を低減できるという利点もある。なお、受光部 48 には、ND (Neutral Density) フィルタ等の光学薄膜を設けてもよい。

【0048】

受光部 48 は、フォトダイオード等の光電変換素子を含む。受光部 48 は、受光した光量に応じた電荷を生成し、受光部 48 に接続された不図示の A/D 変換回路 (analog-to-digital converter) 等により、生成された電荷は電圧値に変換される。そして、この電圧値を示す信号は、後述する制御ユニット 50 へ出力される。

20

【0049】

図 1 に示す様に、制御ユニット 50 は、プロセッサ (処理装置) 50a と、メモリ (記憶装置) 50b と、を有するコンピュータによって構成されている。プロセッサ 50a は、例えば、CPU (Central Processing Unit) である。

【0050】

メモリ 50b は、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) 等の主記憶装置と、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等の補助記憶装置と、を含む。

【0051】

30

補助記憶装置には、所定のプログラムを含むソフトウェアが記憶されている。このソフトウェアに従いプロセッサ 50a 等を動作させることによって、制御ユニット 50 の機能が実現される。

【0052】

制御ユニット 50 は、推定調整部 52 を有する。推定調整部 52 は、所定のプログラムをプロセッサ 50a で実行することで実現される。推定調整部 52 は、計算式、テーブル等の所定の関係式に基づいて、反射散乱光 L_A のパワーをレーザービーム L の出力に変換することで、レーザービーム L の出力を推定する機能を有する。

【0053】

図 3 は、レーザービーム L の集光点でのパワー（横軸、単位：W）と、反射散乱光 L_A のパワーに対応する電圧値（縦軸、単位：V）と、を示すグラフである。

40

【0054】

図 3 に示すグラフは、レーザービーム L の集光点にパワーメータ等の出力測定器（不図示）を配置して集光点でのパワーを測定すると共に、パワー測定ユニット 46 で反射散乱光 L_A を光電変換することで得られる電圧値を測定することで得られた。

【0055】

図 3 に示す様に、集光点でのレーザービーム L の出力（W）と、反射散乱光 L_A に対応する電圧値（V）と、には、線型の近似式（第 1 の近似式）が成立する。

【0056】

更に、受光部 48 で受光される反射散乱光 L_A のパワー（nW）と、パワー測定ユニッ

50

ト 4 6 から出される電圧値 (V) と、にも、両対数グラフ (不図示) において線型の近似式 (第 2 の近似式) が成立することが知られている。

【 0 0 5 7 】

推定調整部 5 2 は、メモリ 5 0 b に予め記憶されたこれら第 1 及び第 2 の近似式を利用することで、反射散乱光 L_A のパワーに基づいて、レーザー発振器 3 6 から出射されたレーザービーム L の出力 (パワー) を推定する。

【 0 0 5 8 】

それゆえ、本実施形態では、レーザービーム L の光路上にミラーを配置することなく、且つ、レーザー加工を中断することなくレーザービーム L の出力を監視できる。また、レーザービーム L の光路上にミラーを配置すると、ミラーに付着した汚れ等がレーザー加工性に影響を及ぼす可能性があるが、本実施形態では、ミラーを配置しないので、ミラーによるレーザー加工性の低下を防止できる。

【 0 0 5 9 】

再び図 1 を参照すると、アーム部 8 a の先端部には、レーザービーム照射ユニット 3 4 に隣接して顕微鏡カメラユニット 5 4 が設けられている。チャックテーブル 3 2 で吸引保持された被加工物 1 1 を顕微鏡カメラユニット 5 4 で撮像することで得られた画像は、タッチパネル 5 6 に表示される。

【 0 0 6 0 】

タッチパネル 5 6 は、レーザー加工装置 2 の外表面を構成する不図示の外装材 (即ち、パネル) のうち前方側の側面に設けられている。タッチパネル 5 6 は、顕微鏡カメラユニット 5 4 で得られた画像や、予め定められた画面、文字、数字等を表示する表示装置として機能する。加えて、タッチパネル 5 6 は、作業者の指示を制御ユニット 5 0 へ入力するための入力装置としても機能する。

【 0 0 6 1 】

レーザー加工装置 2 の外装材の上面には、円柱状の表示灯 5 8 が設けられている。表示灯 5 8 は、赤色、黄色、青色等の予め定められた色で点灯する L E D (Light Emitting Diode) ランプを有する。L E D ランプを点灯させることで、レーザー加工装置 2 の稼働状態を作業者へ知らせることができる。

【 0 0 6 2 】

表示灯 5 8 には、スピーカ (不図示) も併設されている。スピーカは、例えば、レーザー加工装置 2 に異常が発生した場合や、予め設定された加工が終了した場合に、所定の音を発することで、異常が発生した旨や、加工が終了した旨を作業者に知らせる。なお、スピーカは、レーザー加工装置 2 において表示灯 5 8 とは別途に設けられてもよい。

【 0 0 6 3 】

タッチパネル 5 6、表示灯 5 8 及びスピーカの少なくとも一つは、制御ユニット 5 0 によって動作が制御される警報ユニットとして機能する。推定調整部 5 2 により推定されたレーザービーム L の出力が所定の範囲を超える場合に、制御ユニット 5 0 は、警報ユニットに警報を出させる。

【 0 0 6 4 】

例えば、タッチパネル 5 6 は、異常が発生した旨の警報を所定の文字、色等を用いて画面に表示する。また、表示灯 5 8 は、赤色の L E D ランプを点灯させると共に、スピーカにより異常が発生した旨の所定の警報音を鳴らす。

【 0 0 6 5 】

推定されたレーザービーム L の出力が所定の範囲を超えた場合、レーザービーム L の出力が所定範囲となる様に、例えば、推定調整部 5 2 がレーザービーム L の出力を調整する。つまり、推定調整部 5 2 がレーザービーム出力調整ユニットとして機能する。

【 0 0 6 6 】

推定調整部 5 2 は、例えば、レーザー発振器 3 6 を構成するレーザーダイオードへ印加される電圧値を変更して、レーザーダイオードに注入される電流量を調整することにより、レーザービーム L の出力を調整する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

ところで、被加工物 1 1 に対してレーザー加工を施す際には、まず、図 4 に示す様に、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側を保持面 3 2 a で吸引保持する。なお、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側には、複数のストリート（分割予定ライン）1 3 が格子状に設定されている。

【 0 0 6 8 】

複数のストリート 1 3 で区画された矩形状の領域の各々には、デバイス 1 5 が形成されている。デバイス 1 5 は、I C（Integrated Circuit）、L E D、M E M S（Micro Electro Mechanical Systems）等である。

【 0 0 6 9 】

顕微鏡カメラユニット 5 4 を利用してアライメントを行い、ストリート 1 3 が X 軸方向と略平行になるようにチャックテーブル 3 2 の向きを調整した後、レーザービーム L の集光点を表面 1 1 a 近傍の所定の高さ位置に位置付けた状態で、チャックテーブル 3 2 を X 軸方向に沿って加工送りする。 10

【 0 0 7 0 】

この様に、被加工物 1 1 に対してレーザービーム L を照射することで、被加工物 1 1 に対してレーザー加工が施される。レーザービーム L は、直線偏光を有するパルス状のレーザービームであり、被加工物 1 1 を透過する又は被加工物 1 1 に吸収される所定の波長を有する。

【 0 0 7 1 】

集光レンズ 4 2 は、図 4 に示す様に、光軸 4 2 a が保持面 3 2 a に対して直交せずに所定角度 α だけ傾く様に配置されている。図 4 は、集光レンズ 4 2 の光軸 4 2 a の傾きを示す一部断面側面図である。 20

【 0 0 7 2 】

図 4 の Y Z 平面視において、保持面 3 2 a の法線 3 2 b に対する光軸 4 2 a の角度（所定角度 α ）は、例えば 30 度である。しかし、30 度は一例に過ぎず、所定角度 α は 30 度に限定されない。

【 0 0 7 3 】

仮に、光軸 4 2 a を法線 3 2 b と平行にする場合、被加工物 1 1 から反射及び散乱されたレーザービーム L が、レーザービーム照射ユニット 3 4 に戻りやすくなるので、光軸 4 2 a を傾ける場合に比べて、パワー測定ユニット 4 6 の受光部 4 8 で測定されるノイズが大きくなる。 30

【 0 0 7 4 】

本実施形態では、光軸 4 2 a を法線 3 2 b に対して所定角度 α だけ傾けることで、光軸 4 2 a を法線 3 2 b と平行にする場合に比べて被加工物 1 1 での反射及び散乱に起因するノイズを低減できるので、反射散乱光 L_A の測定精度を高くできる。

【 0 0 7 5 】

（第 2 の実施形態）次に、図 5 を参照して、第 2 の実施形態について説明する。図 5 は、第 2 の実施形態に係るレーザービーム照射ユニット 3 4 の一部断面側面図である。本実施形態のレーザービーム照射ユニット 3 4 は、筐体 3 8 を有さない。それゆえ、レーザー発振器 3 6、レンズマウント 4 4 及びパワー測定ユニット 4 6 の各々は、筐体 3 8 ではなく、アーム部 8 a に固定されている。 40

【 0 0 7 6 】

図 5 に示す様に、パワー測定ユニット 4 6 は、集光レンズ 4 2 のレーザー発振器 3 6 側の表面を受光部 4 8 が向く様に、光軸 4 2 a に対して傾けられている。これにより、第 1 の実施形態に比べて、反射散乱光 L_A が受光部 4 8 に入りやすくなる。

【 0 0 7 7 】

それゆえ、第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態に比べて受光部 4 8 へ入射する反射散乱光 L_A の光量が多くなり、測定感度が向上するという利点がある。なお、反射散乱光 L_A 以外の光を遮断するために、受光部 4 8 には、バンドパスフィルタや ND フィルタ等の光学薄膜を設けてもよい。

【 0 0 7 8 】

(第 3 の実施形態) 次に、図 6 を参照して、第 3 の実施形態について説明する。図 6 は、第 3 の実施形態に係るレーザービーム照射ユニット 3 4 の一部断面側面図である。本実施形態のレーザービーム照射ユニット 3 4 も、筐体 3 8 を有さない。レーザー発振器 3 6、レンズマウント 4 4 及びパワー測定ユニット 4 6 の各々は、筐体 3 8 ではなく、アーム部 8 a に固定されている。

【 0 0 7 9 】

図 6 に示す様に、パワー測定ユニット 4 6 は、集光レンズ 4 2 のレーザー発振器 3 6 と反対側 (即ち、チャックテーブル 3 2 側) の表面を受光部 4 8 が向く様に、光軸 4 2 a に対して傾けられている。これにより、第 1 の実施形態に比べて、反射散乱光 L_A が受光部 4 8 に入りやすくなる。

10

【 0 0 8 0 】

それゆえ、第 3 の実施形態でも、第 1 の実施形態に比べて受光部 4 8 へ入射する反射散乱光 L_A の光量が多くなり、測定感度が向上するという利点がある。なお、反射散乱光 L_A 以外の光を遮断するために、受光部 4 8 には、バンドパスフィルタや ND フィルタ等の光学薄膜を設けてもよい。

【 0 0 8 1 】

(変形例) 次に、図 7 (A) から図 7 (C) を参照し、第 1 から第 3 の変形例について説明する。なお、第 1 から第 3 の変形例に係るレーザービーム照射ユニット 3 4 は、筐体 3 8 を有するが、第 2 及び第 3 の実施形態の様に、筐体 3 8 を有しない構成としてもよい。

20

【 0 0 8 2 】

図 7 (A) は、レーザービーム出力調整ユニットの第 1 の変形例を示す図である。図 7 (A) に示す第 1 の変形例では、光軸 4 2 a 上に配置された半波長板 6 0 と、偏光子 6 2 と、をレーザービーム出力調整ユニットとして用いる。

【 0 0 8 3 】

半波長板 6 0 の光学軸は、光軸 4 2 a に対して直交する様に配置されている。半波長板 6 0 は、その光学軸が光軸 4 2 a の周りで回転可能な様に、モータを有する回転マウント 6 0 a に取り付けられている。なお、図 7 (A) では、便宜上、回転マウント 6 0 a を簡略化して示す。

30

【 0 0 8 4 】

回転マウント 6 0 a による半波長板 6 0 の光学軸の回転角度は、上述の制御ユニット 5 0 により精密に制御される。半波長板 6 0 は、直線偏光の振動方向 (例えば、電場の振動方向) を、光軸 4 2 a の周りに回転させる機能を有する。これに対して、偏光子 6 2 は、予め定められた特定の振動方向を有する直線偏光だけを透過させる様に、光軸 4 2 a 上に配置されている。

【 0 0 8 5 】

回転マウント 6 0 a により半波長板 6 0 を透過する直線偏光の振動方向を調整することにより、レーザービーム L が偏光子 6 2 を全く透過しない状態 (0 %、即ち、クロスニコル) と、偏光子 6 2 を完全に透過する状態 (1 0 0 %) と、の間で、レーザービーム照射ユニット 3 4 から被加工物 1 1 へ照射されるレーザービーム L の出力を無段階に調整できる。

40

【 0 0 8 6 】

なお、第 1 の変形例では、集光レンズ 4 2 からの反射散乱光 L_A に加えて、半波長板 6 0 で反射及び散乱されるレーザービーム L の反射散乱光 L_A を、パワー測定ユニット 4 6 の受光部 4 8 で受光することもできる。

【 0 0 8 7 】

図 7 (B) は、レーザービーム出力調整ユニットの第 2 の変形例を示す図である。第 2 の変形例では、半波長板 6 0 に代えて、電気光学変調器 (E O M : electro-optic modulator) 6 4 が光軸 4 2 a 上に設けられている。

50

【 0 0 8 8 】

電気光学変調器 6 4 は、電気光学変調器 6 4 に印加される電圧値に応じて直線偏光の振動方向を光軸 4 2 a の周りに回転させる機能を有する。つまり、第 2 の変形例では、電気光学変調器 6 4 と、偏光子 6 2 と、をレーザービーム出力調整ユニットとして用いる。第 2 の変形例でも、被加工物 1 1 へ照射されるレーザービーム L の出力を無段階に調整できる。

【 0 0 8 9 】

図 7 (C) は、レーザービーム出力調整ユニットの第 3 の変形例を示す図である。第 3 の変形例では、音響光学変調器 (A O M : acousto-optic modulator) 6 6 が光軸 4 2 a 上に設けられている。第 3 の変形例では、音響光学変調器 6 6 をレーザービーム出力調整ユニットとして用いる。

【 0 0 9 0 】

音響光学変調器 6 6 に所定の電圧が印加されると、音響光学効果によりレーザービーム L は回折される。このとき、レーザービーム L は、例えば、1 次回折光が最も高いパワーを有する様に回折される。

【 0 0 9 1 】

1 次回折光が集光レンズ 4 2 へ向けて照射されない様に光学系を設定することで、音響光学変調器 6 6 は、レーザービーム L を出力させるオン状態と、レーザービーム L を出力させないオフ状態と、を切り替えるスイッチ素子として機能する。

【 0 0 9 2 】

例えば、推定調整部 5 2 により推定されたレーザービーム L の出力が所定の範囲を超える場合に、制御ユニット 5 0 は、音響光学変調器 6 6 に所定の電圧を印加し、レーザービーム L をオフ状態とする。これにより、被加工物 1 1 の異常なレーザー加工が施されることを防止できる。

【 0 0 9 3 】

その他、上述の実施形態に係る構造、方法等は、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施できる。第 2 又は第 3 の実施形態に、第 1 から第 3 の変形例を適用してもよい。

【 0 0 9 4 】

また、上述の説明では、レーザービーム照射ユニット 3 4 が上側に位置し、チャックテーブル 3 2 が下側に位置する例を述べたが、チャックテーブル 3 2 が上側に位置し、レーザービーム照射ユニット 3 4 が下側に位置してもよい。

【 0 0 9 5 】

上側に配置されたチャックテーブル 3 2 で被加工物 1 1 を吸引保持した状態で、下側に配置されたレーザービーム照射ユニット 3 4 から当該被加工物 1 1 へレーザービーム L を照射するレーザー加工装置にも、上述の実施形態、変形例等を適用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 6 】

2 : レーザー加工装置、4 : 基台、6 : 平板部、8 : 壁部、8 a : アーム部
 1 0 : Y 軸方向移動ユニット、1 2 : Y 軸ガイドレール、1 4 : 移動テーブル
 1 1 : 被加工物、1 1 a : 表面、1 1 b : 裏面、1 3 : ストリート、1 5 : デバイス
 1 6 : ねじ軸、1 8 : 駆動源
 2 0 : X 軸方向移動ユニット、2 2 : X 軸ガイドレール、2 4 : 移動テーブル
 2 6 : ねじ軸、2 8 : 駆動源
 3 0 : 回転駆動機構、3 2 : チャックテーブル、3 2 a : 保持面、3 2 b : 法線
 3 4 : レーザービーム照射ユニット、3 6 : レーザー発振器
 3 8 : 筐体、4 0 : 接続部材、4 0 a : 一面、4 0 b : 他面、4 0 c : 側面
 4 2 : 集光レンズ、4 2 a : 光軸、4 4 : レンズマウント
 4 6 : パワー測定ユニット、4 8 : 受光部
 5 0 : 制御ユニット、5 0 a : プロセッサ、5 0 b : メモリ、5 2 : 推定調整部

10

20

30

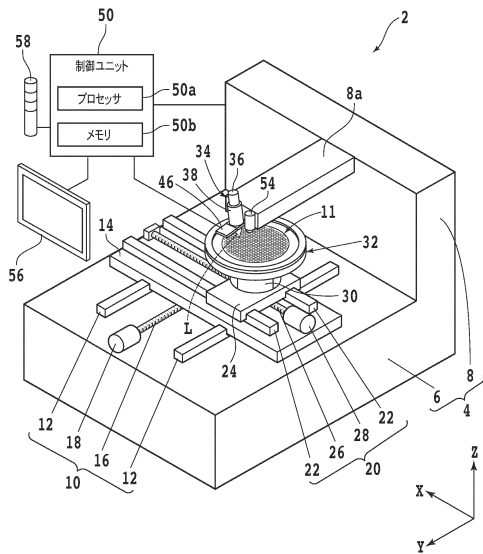
40

50

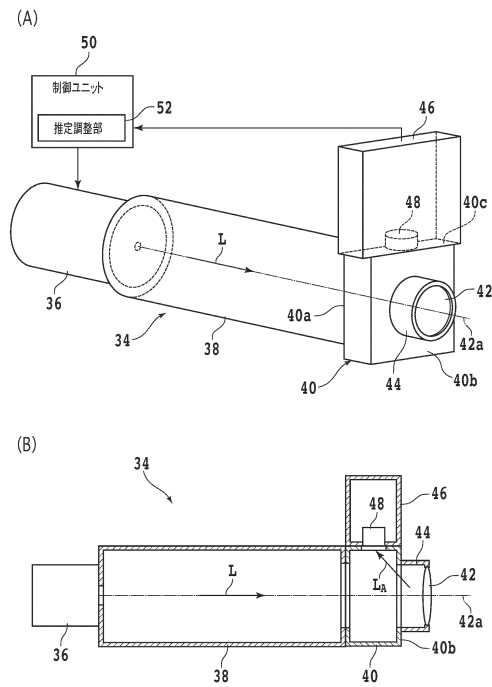
54：顕微鏡カメラユニット、56：タッチパネル、58：表示灯
60：半波長板、60a：回転マウント、62：偏光子
64：電気光学変調器、66：音響光学変調器
L：レーザービーム、 L_A ：反射散乱光、 α ：所定角度

【図面】

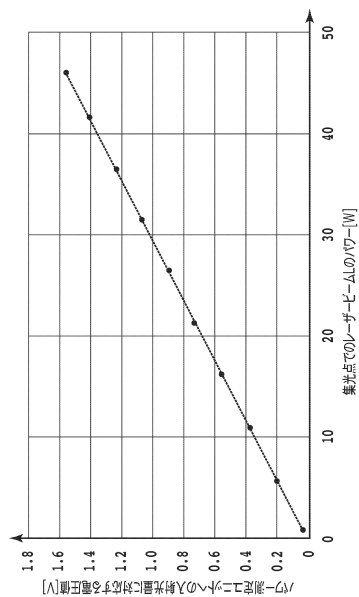
【図1】



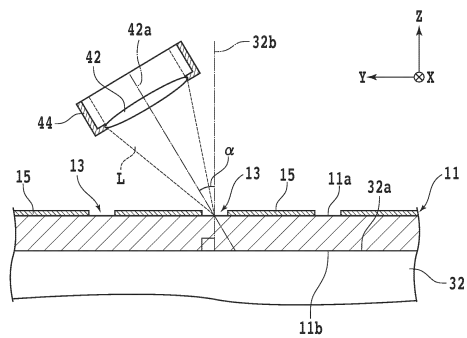
【図2】



【図3】



【図4】



10

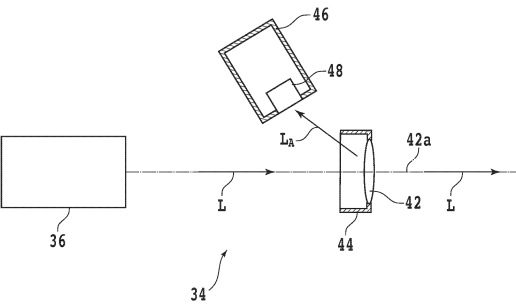
20

30

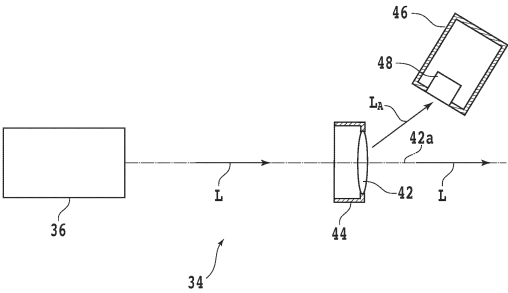
40

50

【 図 5 】

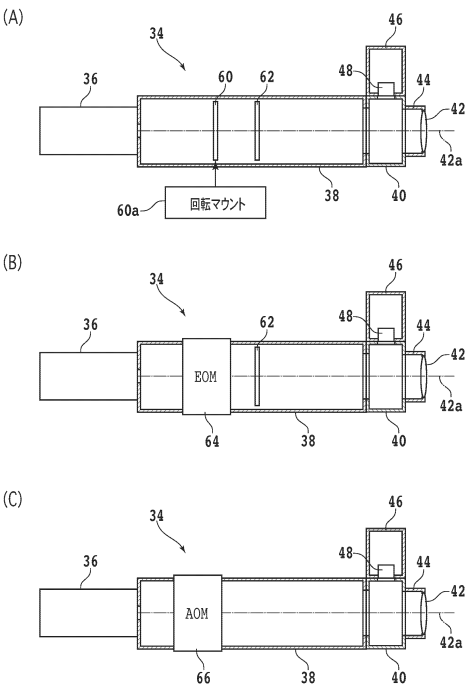


【 図 6 】



10

【 図 7 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 齋藤 良信
東京都大田区大森北二丁目 1 3 番 1 1 号 株式会社ディスコ内

(72)発明者 本郷 智之
東京都大田区大森北二丁目 1 3 番 1 1 号 株式会社ディスコ内

F ターム (参考) 4E168 AE01 CA01 CB07 DA02 DA28 EA11 HA01 KA04 KA15