

(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2020-3779

(P2020-3779A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 7/00 (2006.01)	G 0 2 B 7/00 B	2 H 0 4 3
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00 Q	4 E 1 6 8
B 2 3 K 26/042 (2014.01)	B 2 3 K 26/042	
	G 0 2 B 7/00 A	

審査請求 有 請求項の数 23 O L 外国語出願 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2019-89253 (P2019-89253)	(71) 出願人	519161632
(22) 出願日	令和1年5月9日 (2019.5.9)		エヌピエス カンパニー リミテッド
(31) 優先権主張番号	10-2018-0053393		大韓民国 チュンチョンブクード チョン
(32) 優先日	平成30年5月9日 (2018.5.9)		ジューシ フンドクーグ ソプーロ 73
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		5 (ヒョンアムードン)
		(71) 出願人	519161159
			ベ ソンホ
			大韓民国 テジョンクアンヨクーシ ユソ
			ング エクスポーロ 448, 211-
			701 (ジョンミンードン エクスポ ア
			パート)

最終頁に続く

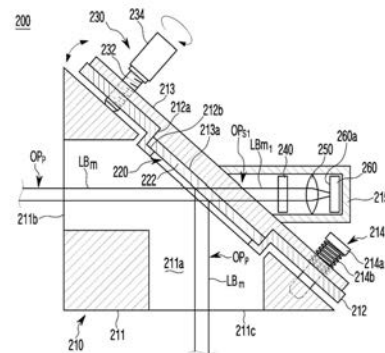
(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 レーザビームの光路歪み及びエネルギー損失を自動的に診断可能なように構造を改善したレーザ装置の提供。

【解決手段】 レーザ発振器と、ミラーマウント200と、レーザ発振器から発振されたレーザビームLBmを伝送するマウント側光学部材220と、レーザビームの光路が切り替えられるようにマウント側光学部材の整列状態を調節する整列機230とを備えるミラーマウントアセンブリ200と、レーザビームが加工対象物の予め定められた基準位置に照射されるかを診断し、レーザビームが照射される実際の位置と基準位置とが互いに不一致であると診断される場合に、整列機を駆動して、レーザビームが基準位置に照射されるようにレーザビームの光路歪みを補正すること。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザビームを発振するレーザ発振器と、

ミラーマウントと、前記レーザ発振器から発振された前記レーザビームを伝送するマウント側光学部材と、前記レーザビームの光路が切り替えられるように前記マウント側光学部材の整列状態を調節する整列機とを備えるミラーマウントアセンブリと、

前記マウント側光学部材から伝送された前記レーザビームを加工対象物に照射するレーザノズルと、前記レーザビームをセンシングし、前記光路の態様に対応するノズル側光路信号を出力するノズル側センシング部材とを備えるレーザノズルアセンブリと、

前記ノズル側光路信号に基づいて、前記レーザビームが前記加工対象物の予め定められた基準位置に照射されるかを診断する診断部と、前記レーザビームが照射される実際の位置と前記基準位置とが互いに不一致であると診断される場合に、前記整列機を駆動して、前記レーザビームが前記基準位置に照射されるように前記レーザビームの光路歪みを補正する補正部とを備える制御器とを含む、レーザ装置。

10

【請求項 2】

前記診断部は、前記ノズル側光路信号に基づいて、前記レーザビームが前記レーザノズルアセンブリまで伝送される過程で発生した前記光路歪みのベクトル値を算出し、

前記補正部は、前記光路が前記光路歪みのベクトル値に対応する切替値だけ切り替えられるように前記整列機を駆動して、前記光路歪みを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載のレーザ装置。

20

【請求項 3】

前記ミラーマウントアセンブリは、前記レーザビームを前記マウント側光学部材を用いて予め定められた基準伝送順序に従って順次伝送可能なように、複数個設置されることを特徴とする、請求項 2 に記載のレーザ装置。

【請求項 4】

前記補正部は、前記光路が、前記光路歪みのベクトル値に対応する前記切替値だけ切り替えられるように、前記ミラーマウントアセンブリのうち少なくとも 1 つに備えられた前記整列機を選択的に駆動することを特徴とする、請求項 3 に記載のレーザ装置。

【請求項 5】

前記ミラーマウントは、前記マウント側光学部材が装着されるミラープレートとを有し、

30

前記整列機は、回転方向及び回転角度に応じて前記ミラープレート及び前記マウント側光学部材の整列態様を調節可能なように前記ミラープレートに装着され、前記光路を切り替える調節ダイヤルと、前記調節ダイヤルを回転駆動し、前記補正部によって制御されるアクチュエータとを有することを特徴とする、請求項 3 に記載のレーザ装置。

【請求項 6】

前記制御器は、前記回転方向及び前記回転角度と前記切替値との相互関係を示す光路切替関数が前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに個別に予め格納された格納部をさらに備え、

前記補正部は、前記光路切替関数に基づいて、前記ミラーマウントアセンブリのうち少なくとも 1 つに備えられた前記アクチュエータを選択的に駆動して、前記光路歪みを補正

40

【請求項 7】

前記補正部は、予め定められた学習条件が満たされると、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータを予め定められた学習モードに応じて個別に駆動すると共に、前記レーザビームを発振するように前記レーザ発振器を駆動し、

前記格納部は、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータが前記学習モードで個別に駆動されると、前記相互関係を分析して、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに対する前記光路切替関数を個別に更新することを特徴とする、請求項 6 に記載のレーザ装置。

【請求項 8】

50

前記学習条件は、前記光路切替関数を更新した後、予め定められた基準時間が経過したか否か、及び前記加工対象物のレーザ加工が停止した状態であるか否かのうち少なくとも1つを含むことを特徴とする、請求項7に記載のレーザ装置。

【請求項9】

前記学習モードは、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記調節ダイヤルが、予め定められた基準方向に予め定められた基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように定められることを特徴とする、請求項7に記載のレーザ装置。

【請求項10】

前記補正部は、前記学習条件が満たされた場合に、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータを前記基準伝送順序に従って段階的に駆動することを特徴とする、請求項7に記載のレーザ装置。

10

【請求項11】

前記レーザノズルアセンブリは、前記レーザビームの少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するように設けられるノズル側光学部材をさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載のレーザ装置。

【請求項12】

前記ノズル側光学部材は、前記レーザビームを予め定められた分岐比率に応じて反射及び透過させて分岐し、前記レーザビームの少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するノズル側ビームスプリッタを有することを特徴とする、請求項11に記載のレーザ装置。

20

【請求項13】

前記レーザ発振器は、互いに異なる波長帯域及び互いに同一の光軸をそれぞれ有する、加工光及び指示光のいずれか一方を選択的に発振し、

前記ノズル側ビームスプリッタは、前記指示光の少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するノズル側二色性ミラーで構成されることを特徴とする、請求項12に記載のレーザ装置。

【請求項14】

(a) レーザノズルに伝送されたレーザビームの光路情報をセンシングするノズル側センシング部材から出力されたノズル側光路信号に基づいて、前記レーザノズルから放出された前記レーザビームが加工対象物の予め定められた基準位置に照射されるかを診断するステップと、

30

(b) 前記レーザビームが前記加工対象物に照射される実際の位置と前記基準位置とが互いに不一致であると診断されると、前記レーザノズルまで前記レーザビームを予め定められた基準伝送順序に従って順次伝送するマウント側光学部材のいずれか1つがそれぞれ設置されたミラーマウントアセンブリ毎に個別に定められた光路切替関数に従って、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を選択的に変更して、前記レーザビームの光路歪みを補正するステップとを含む、レーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項15】

前記(a)ステップでは、前記ノズル側光路信号に基づいて、前記光路歪みの大きさ及び方向を示すベクトル値を算出し、

40

前記(b)ステップでは、前記光路歪みのベクトル値に基づいて、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を選択的に変更することを特徴とする、請求項14に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項16】

前記(b)ステップでは、前記マウント側光学部材のいずれか1つの整列状態をそれぞれ調節可能な調節ダイヤルのうち少なくとも1つを、前記ベクトル値に対応する回転方向及び回転角度に従って選択的に回転駆動することを特徴とする、請求項15に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項17】

前記(b)ステップでは、前記調節ダイヤルのいずれか1つとそれぞれ軸結合されたア

50

クチュエータのいずれか1つを選択的に駆動して、前記少なくとも1つの調節ダイヤルを回転駆動することを特徴とする、請求項16に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項18】

前記(b)ステップでは、前記マウント側光学部材のそれぞれの整列状態の調節による前記光路の切替値を合算した総切替値が前記ベクトル値と対応するように、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を前記光路切替関数に従って個別に調節することを特徴とする、請求項16に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項19】

前記光路切替関数は、前記調節ダイヤルのいずれか1つの回転方向及び前記回転角度と、前記いずれか1つの調節ダイヤルと連動するマウント側光学部材の整列状態の調節による前記光路の切替値との相互関係を示すように、前記ミラーマウントアセンブリ毎に個別に定められることを特徴とする、請求項18に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項20】

(c) 予め定められた学習条件が満たされると、調節ダイヤルのいずれか1つを予め定められた学習モードに応じて駆動すると共に、前記レーザビームを発振するようにレーザ発振器を駆動するステップと、

(d) 前記いずれか1つの調節ダイヤルが前記学習モードで個別に駆動されると、前記相互関係を分析して、前記いずれか1つの調節ダイヤルが設けられたミラーマウントアセンブリの前記光路切替関数を更新するステップとをさらに含み、

前記(b)ステップでは、前記(d)ステップで更新された前記光路切替関数を基準として前記光路歪みを補正することを特徴とする、請求項19に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項21】

前記(c)ステップ及び前記(d)ステップは、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに対する前記光路切替関数を前記基準伝送順序に従って順次更新するように繰り返して行うことを特徴とする、請求項20に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項22】

前記学習条件は、前記光路切替関数を更新した後、予め定められた基準時間が経過したか否か、及び前記加工対象物のレーザ加工が停止した状態であるか否かのうち少なくとも1つを含むことを特徴とする、請求項20に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【請求項23】

前記学習モードは、前記いずれか1つの調節ダイヤルが予め定められた基準方向に予め定められた基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように定められることを特徴とする、請求項20に記載のレーザ装置用光路歪み補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、切断装置、マーキング装置などの加工装置の分野において、優れた物理的特性を有するレーザビームを用いたレーザ装置の使用量が増加している。

【0003】

一般にレーザ装置は、レーザビームを生成して発振するレーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザビームを予め定められた伝送方式に従って伝送する光学系と、光学系を介して伝送されたレーザビームを集光して加工対象物に照射するレーザノズルなどを含む。

【0004】

一方、外部から印加された外力、振動などにより、レーザ発振器、光学系の整列状態が変更されてレーザビームの光路が歪むと、レーザビームが予め定められた基準光路から外

10

20

30

40

50

れた状態でレーザノズルに伝送される。すると、レーザノズルから放出されたレーザビームが、予め定められた加工位置から外れた状態で加工対象物に照射されることによって、加工対象物の加工品質に悪影響を及ぼすようになる。

【0005】

ところで、従来のレーザ装置は、レーザビームの光路を診断及び補正可能な構成を含んでいないので、レーザビームの光路歪みに迅速に対処できないという問題があった。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためのものであって、レーザビームの光路歪み及びエネルギー損失を自動的に診断可能なように構造を改善したレーザ装置を提供することにその目的がある。

【0007】

さらに、本発明は、レーザビームの光路歪み及びエネルギー損失を自動的に補正可能なように構造を改善したレーザ装置を提供することにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決するための本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置は、レーザビームを発振するレーザ発振器と、ミラーマウントと、前記レーザ発振器から発振された前記レーザビームを伝送するマウント側光学部材と、前記レーザビームの光路が切り替えられるように前記マウント側光学部材の整列状態を調節する整列機とを備えるミラーマウントアセンブリと、前記マウント側光学部材から伝送された前記レーザビームを加工対象物に照射するレーザノズルと、前記レーザビームをセンシングし、前記光路の状態に対応するノズル側光路信号を出力するノズル側センシング部材とを備えるレーザノズルアセンブリと、前記ノズル側光路信号に基づいて、前記レーザビームが前記加工対象物の予め定められた基準位置に照射されるかを診断する診断部と、前記レーザビームが照射される実際の位置と前記基準位置とが互いに不一致であると診断される場合に、前記整列機を駆動して、前記レーザビームが前記基準位置に照射されるように前記レーザビームの光路歪みを補正する補正部とを備える制御器とを含む。

【0009】

好ましくは、前記診断部は、前記ノズル側光路信号に基づいて、前記レーザビームが前記レーザノズルアセンブリまで伝送される過程で発生した前記光路歪みのベクトル値を算出し、前記補正部は、前記光路が前記光路歪みのベクトル値に対応する切替値だけ切り替えられるように前記整列機を駆動して、前記光路歪みを補正する。

【0010】

好ましくは、前記ミラーマウントアセンブリは、前記レーザビームを前記マウント側光学部材を用いて予め定められた基準伝送順序に従って順次伝送可能なように、複数個設置される。

【0011】

好ましくは、前記補正部は、前記光路が、前記光路歪みのベクトル値に対応する前記切替値だけ切り替えられるように、前記ミラーマウントアセンブリのうち少なくとも1つに備えられた前記整列機を選択的に駆動する。

【0012】

好ましくは、前記ミラーマウントは、前記マウント側光学部材が装着されるミラープレートとを有し、前記整列機は、回転方向及び回転角度に応じて前記ミラープレート及び前記マウント側光学部材の整列状態を調節可能なように前記ミラープレートに装着され、前記光路を切り替える調節ダイヤルと、前記調節ダイヤルを回転駆動し、前記補正部によって制御されるアクチュエータとを有する。

【0013】

好ましくは、前記制御器は、前記回転方向及び前記回転角度と前記切替値との相互関係

10

20

30

40

50

を示す光路切替関数が前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに個別に予め格納された格納部をさらに備え、前記補正部は、前記光路切替関数に基づいて、前記ミラーマウントアセンブリのうち少なくとも1つに備えられた前記アクチュエータを選択的に駆動して、前記光路歪みを補正する。

【0014】

好ましくは、前記補正部は、予め定められた学習条件が満たされると、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータを予め定められた学習モードに応じて個別に駆動すると共に、前記レーザビームを発振するように前記レーザ発振器を駆動し、前記格納部は、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータが前記学習モードで個別に駆動されると、前記相互関係を分析して、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに対する前記光路切替関数を個別に更新する。

10

【0015】

好ましくは、前記学習条件は、前記光路切替関数を更新した後、予め定められた基準時間が経過したか否か、及び前記加工対象物のレーザ加工が停止した状態であるか否かのうち少なくとも1つを含む。

【0016】

好ましくは、前記学習モードは、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記調節ダイヤルが、予め定められた基準方向に予め定められた基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように定められる。

【0017】

好ましくは、前記補正部は、前記学習条件が満たされた場合に、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに備えられた前記アクチュエータを前記基準伝送順序に従って段階的に駆動する。

20

【0018】

好ましくは、前記レーザノズルアセンブリは、前記レーザビームの少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するノズル側光学部材をさらに備える。

【0019】

好ましくは、前記ノズル側光学部材は、前記レーザビームを予め定められた分岐比率に応じて反射及び透過させて分岐し、前記レーザビームの少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するノズル側ビームスプリッタを有する。

30

【0020】

好ましくは、前記レーザ発振器は、互いに異なる波長帯域及び互いに同一の光軸をそれぞれ有する、加工光及び指示光のいずれか一方を選択的に発振し、前記ノズル側ビームスプリッタは、前記指示光の少なくとも一部を前記ノズル側センシング部材に選択的に案内するノズル側二色性ミラーで構成される。

【0021】

上述した本発明の他の好ましい実施例に係るレーザ装置用光路歪み補正方法に関するものであって、(a)レーザノズルに伝送されたレーザビームの光路情報をセンシングするノズル側センシング部材から出力されたノズル側光路信号に基づいて、前記レーザノズルから放出された前記レーザビームが加工対象物の予め定められた基準位置に照射されるかを診断するステップと、(b)前記レーザビームが前記加工対象物に照射される実際の位置と前記基準位置とが互いに不一致であると診断されると、前記レーザノズルまで前記レーザビームを予め定められた基準伝送順序に従って順次伝送するマウント側光学部材のいずれか1つがそれぞれ設置されたミラーマウントアセンブリ毎に個別に定められた光路切替関数に従って、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を選択的に変更して、前記レーザビームの光路歪みを補正するステップとを含む。

40

【0022】

好ましくは、前記(a)ステップでは、前記ノズル側光路信号に基づいて、前記光路歪みの大きさ及び方向を示すベクトル値を算出し、前記(b)ステップでは、前記光路歪みのベクトル値に基づいて、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を選

50

択的に変更する。

【0023】

好ましくは、前記（b）ステップでは、前記マウント側光学部材のいずれか1つの整列状態をそれぞれ調節可能な調節ダイヤルのうち少なくとも1つを、前記ベクトル値に対応する回転方向及び回転角度に従って選択的に回転駆動する。

【0024】

好ましくは、前記（b）ステップでは、前記調節ダイヤルのいずれか1つとそれぞれ軸結合されたアクチュエータのいずれか1つを選択的に駆動して、前記少なくとも1つの調節ダイヤルを回転駆動する。

【0025】

好ましくは、前記（b）ステップでは、前記マウント側光学部材のそれぞれの整列状態の調節による前記光路の切替値を合算した総切替値が前記ベクトル値と対応するように、前記マウント側光学部材のうち少なくとも1つの整列状態を前記光路切替関数に従って個別に調節する。

【0026】

好ましくは、前記光路切替関数は、前記調節ダイヤルのいずれか1つの回転方向及び前記回転角度と、前記いずれか1つの調節ダイヤルと連動するマウント側光学部材の整列状態の調節による前記光路の切替値との相互関係を示すように、前記ミラーマウントアセンブリ毎に個別に定められる。

【0027】

好ましくは、（c）予め定められた学習条件が満たされると、調節ダイヤルのいずれか1つを予め定められた学習モードに応じて駆動すると共に、前記レーザビームを発振するようにレーザ発振器を駆動するステップと、（d）前記いずれか1つの調節ダイヤルが前記学習モードで個別に駆動されると、前記相互関係を分析して、前記いずれか1つの調節ダイヤルが設けられたミラーマウントアセンブリの前記光路切替関数を更新するステップとをさらに含み、前記（b）ステップでは、前記（d）ステップで更新された前記光路切替関数を基準として前記光路歪みを補正する。

【0028】

好ましくは、前記（c）ステップ及び前記（d）ステップは、前記ミラーマウントアセンブリのそれぞれに対する前記光路切替関数を前記基準伝送順序に従って順次更新するように繰り返して行う。

【0029】

好ましくは、前記学習条件は、前記光路切替関数を更新した後、予め定められた基準時間が経過したか否か、及び前記加工対象物のレーザ加工が停止した状態であるか否かのうち少なくとも1つを含む。

【0030】

好ましくは、前記学習モードは、前記いずれか1つの調節ダイヤルが予め定められた基準方向に予め定められた基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように定められる。

【発明の効果】

【0031】

本発明は、レーザ装置に関し、レーザビームの光路歪み及びエネルギー損失を自動的に診断及び補正可能であるので、加工対象物の加工品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置の概略的な構成を示す図である。

【図2】マウント側ビームスプリッタが装着されたミラーマウントアセンブリの部分断面図である。

【図3】マウント側反射ミラーが装着されたミラーマウントアセンブリの部分断面図である。

【図4】ミラーマウントアセンブリの平面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】加工光が固定ブロックに吸収される態様を示すミラーマウントアセンブリの部分断面図である。

【図 6】マウント側センシング部材を用いてマウント側センシング光路を導出する方法を説明するための図である。

【図 7】光路の歪みなしにレーザビームがマウント側ビームスプリッタに伝送された場合の加工光路とマウント側センシング光路の態様を示す図である。

【図 8】光路が歪んだ状態でレーザビームがマウント側ビームスプリッタに伝送された場合の加工光路とマウント側センシング光路の態様を示す図である。

【図 9】エネルギー損失なしにマウント側ビームスプリッタに伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【図 10】エネルギーが損失した状態でマウント側ビームスプリッタに伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【図 11】レーザノズルアセンブリの概略的な構成を示す図である。

【図 12】ノズル側センシング部材を用いてノズル側センシング光路を導出する方法を説明するための図である。

【図 13】光路の歪みなしにレーザビームがノズル側ビームスプリッタに伝送された場合に加工光路及びノズル側センシング光路の態様を示す図である。

【図 14】光路が歪んだ状態でレーザビームがノズル側ビームスプリッタに伝送された場合に加工光路及びノズル側センシング光路の態様を示す図である。

【図 15】エネルギー損失なしにノズル側ビームスプリッタに伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【図 16】エネルギーが損失した状態でノズル側ビームスプリッタに伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【図 17】光路が単位整列機によって切り替えられる態様を示す図である。

【図 18】光路が単位整列機によって切り替えられる他の態様を示す図である。

【図 19】光路が複数の整列機の組み合わせによって切り替えられる態様を示す図である。

【図 20】レーザビームが照射される加工対象物上の実際の位置が整列機によって調節される態様を示す図である。

【図 21】本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置を診断及び補正する方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の一部の実施例を例示的な図面によって詳細に説明する。各図面の構成要素に参照符号を付加する場合、同一の構成要素に対しては、たとえ他の図面上に表示されても、可能な限り同一の符号を有するようにしていることに留意しなければならない。また、本発明の実施例を説明するにあたって、関連する公知の構成又は機能についての具体的な説明が本発明の実施例に対する理解を妨げると判断される場合には、その詳細な説明は省略する。

【0034】

本発明の実施例の構成要素を説明するにあたって、第 1、第 2、A、B、(a)、(b) などの用語を使用することができる。このような用語は、その構成要素を他の構成要素と区別するためのものに過ぎず、その用語によって当該構成要素の本質や順番又は順序などが限定されるものではない。また、別に定義されない限り、技術的又は科学的な用語を含めてここで使用されるすべての用語は、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義されているような用語は、関連技術の文脈上有する意味と一致する意味を有するものと解釈されなければならない。本出願で明らかに定義しない限り、理想的又は過度に形式的な意味として解釈されない。

【0035】

図1は、本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置の概略的な構成を示す図である。

【0036】

図1を参照すると、本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置1は、レーザビームLBを発振するレーザ発振器10と、レーザ発振器10から伝送されたレーザビームLBを予め定められた基準伝送順序Sに従って順次伝送すると共に、レーザビームLBの光路情報を提供可能に設けられる光学系20と、光学系20から伝送されたレーザビームLBを集光して加工対象物Pに照射すると共に、レーザビームLBの光路情報を提供可能に設けられるレーザノズルアセンブリ30と、レーザ装置1の全般的な駆動を制御し、光学系20及びレーザノズルアセンブリ30から提供されたレーザビームLBの光路に関する情報に基づいて、レーザビームLBの光路の歪みを診断及び補正する制御器40などを含むことができる。

10

【0037】

まず、レーザ発振器10は、互いに異なる波長帯域を有する加工光LBp及び指示光LBmのいずれか1つのレーザビームLBを、加工光路OPpに沿って選択的に発振可能なように設けられる。加工光路OPpは、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBが光学系20とレーザノズルアセンブリ30を順次経由した後、加工対象物Pに照射されるように進行するレーザビームLBの実際の光路をいう。このような加工光路OPpは、後述するマウント側光学部材220、その他の加工光路OPpに影響を与える部材の整列状態に応じて変化し得る。

【0038】

20

また、レーザ発振器10は、加工光LBpと指示光LBmが互いに同一の光軸を有するように設けることができる。すると、レーザ発振器10から発振された加工光LBpと指示光LBmは、互いに同一の光路に沿って伝送され得る。

【0039】

加工光LBpは、加工対象物Pのレーザ加工に使用されるレーザビームLBであって、加工対象物Pに予め定められた基準吸収率以上だけ吸収される波長帯域を有する。加工光LBpとして使用可能なレーザビームの種類は、特に限定されない。加工対象物Pの種類に応じて、様々な種類のレーザビームのうち少なくとも1つを加工光LBpとして使用することができる。

【0040】

30

指示光LBmは、レーザビームLBの光路を診断するためのレーザビームLBであって、レーザビームLBのビームスポットを目視で観察可能な、またはカメラで撮影可能な可視光波長帯域を有する。特に、指示光LBmは、指示光LBmにより後述するセンシング部材250、350が損傷しないように、加工光LBpに比べて低い出力を有することが好ましいが、これに限定されるものではない。指示光LBmとして使用可能なレーザビームの種類は、特に限定されない。後述するセンシング部材250、350の種類に応じて、様々な種類のレーザビームのうち少なくとも1つを指示光LBmとして使用することができる。

【0041】

40

制御器40は、予め定められた工程条件に応じて、加工光LBp及び指示光LBmのいずれか1つのレーザビームLBを選択的に発振するようにレーザ発振器10を制御することができる。例えば、制御器40は、加工対象物Pをレーザ加工する場合には、加工光LBpを発振するようにレーザ発振器10を制御することができる。例えば、制御器40は、レーザビームLBの光路を診断する場合には、指示光LBmを発振するようにレーザ発振器10を制御することができる。

【0042】

一方、制御器40は、加工光LBp及び指示光LBmのいずれか1つのレーザビームLBを選択的に発振するものとして説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、制御器40は、加工光LBp及び指示光LBm以外に他の種類のレーザビームも選択的に発振可能なように設けられてもよい。

50

【0043】

次に、光学系20は、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBを加工光路OPpに沿ってレーザノズルアセンブリ30に伝送可能なように、レーザ発振器10とレーザノズルアセンブリ30との間に設置される。このため、図1に示すように、光学系20は、後述するマウント側光学部材220を有するミラーマウントアセンブリ200を備えることができる。

【0044】

ミラーマウントアセンブリ200の設置数は、特に限定されない。例えば、光学系20は、複数のマウント側光学部材220を用いてレーザビームLBを基準伝送順序Sに従って順次伝送可能なように、複数のミラーマウントアセンブリ200を備えることができる。このようなミラーマウントアセンブリ200の具体的な構造は後述する。

10

【0045】

次に、レーザノズルアセンブリ30は、光学系20から加工光路OPpに沿って伝送されたレーザビームLBを加工対象物Pに照射可能なように設置される。このようなレーザノズルアセンブリ30の具体的な構造は後述する。

【0046】

図2は、マウント側ビームスプリッタが装着されたミラーマウントアセンブリの部分断面図であり、図3は、マウント側反射ミラーが装着されたミラーマウントアセンブリの部分断面図である。

20

【0047】

また、図4は、ミラーマウントアセンブリの平面図であり、図5は、加工光が固定ブロックに吸収される態様を示すミラーマウントアセンブリの部分断面図である。

【0048】

図2に示すように、ミラーマウントアセンブリ200は、それぞれ、ミラーマウント210と、加工光路OPpに沿って伝送されたレーザビームLBの少なくとも一部を、加工光路OPpと予め定められた第1の関連を有するマウント側センシング光路OPs1に選択的に案内するマウント側光学部材220と、マウント側光学部材220の整列状態を調節する整列機230と、マウント側センシング光路OPs1に沿って進行するレーザビームLBに含まれるノイズを除去するノイズフィルター240と、ノイズフィルター240によってノイズが除去されたレーザビームLBを集光する集光レンズ250と、集光レンズ250によって集光されたレーザビームLBをセンシングし、マウント側センシング光路OPs1の態様に対応するマウント側光路信号を出力するマウント側センシング部材260などを有することができる。

30

【0049】

ミラーマウント210は、加工光路OPpに沿って伝送されたレーザビームLBがマウント側光学部材220に入射されるように、マウント側光学部材220を支持可能に設けられる。すなわち、ミラーマウント210は、レーザ発振器10、またはミラーマウントアセンブリ200のうち基準伝送順序Sの先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200から加工光路OPpに沿って伝送されたレーザビームLBがマウント側光学部材220に入射されるように、マウント側光学部材220を支持可能に設けられる。

40

【0050】

このようなミラーマウント210の構造は、特に限定されない。例えば、図2に示すように、ミラーマウント210は、レーザビームLBの進行通路を提供するベースブロック211と、マウント側光学部材220が設置され、ベースブロック211を通過するレーザビームLBがマウント側光学部材220に入射されるように配置されるミラープレート212と、マウント側光学部材220を固定可能なようにミラープレート212に装着される固定ブロック213と、ベースブロック211とミラープレート212とを締結する締結部材214と、マウント側センシング部材260が設置されるセンサブロック215などを有することができる。

【0051】

50

図 2 に示すように、ベースブロック 2 1 1 は、レーザビーム L B が進行できるように内部に形成されたレーザ通路 2 1 1 a を有することができる。ベースブロック 2 1 1 は、ボルト、その他の固定部材（図示せず）によって予め定められた位置に固定設置されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0052】

レーザ通路 2 1 1 a の形状は、特に限定されず、レーザビーム L B の加工光路 O P p と対応する形状を有する。例えば、図 2 に示すように、レーザ通路 2 1 1 a は、加工光路 O P p の延長方向を垂直に切り替えるようにマウント側光学部材 2 2 0 が設置された場合に、‘ L ’ 字状を有することができる。すると、レーザ発振器 1 0 または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 から加工光路 O P p に沿って伝送されたレーザビーム L B は、レーザ通路 2 1 1 a の一側開口部 2 1 1 b を介してレーザ通路 2 1 1 a に進入し、マウント側光学部材 2 2 0 に入射される。また、マウント側光学部材 2 2 0 によって反射されたレーザビーム L B は、延長方向が垂直に切り替えられた加工光路 O P p に沿って進行し、レーザ通路 2 1 1 a の他側開口部 2 1 1 c を介して放出される。

【0053】

図 2 に示すように、ミラープレート 2 1 2 は、マウント側光学部材 2 2 0 を挿入可能なように開放形成された開放口 2 1 2 a、及び開放口 2 1 2 a に挿入されたマウント側光学部材 2 2 0 を支持可能なように開放口 2 1 2 a の内周面から突出形成されたフランジ 2 1 2 b などと有することができる。このようなミラープレート 2 1 2 は、後述する締結部材 2 1 4 によってベースブロック 2 1 1 の一面に締結され得る。

【0054】

開放口 2 1 2 a は、マウント側光学部材 2 2 0 を挿入可能なように、マウント側光学部材 2 2 0 と対応する形状を有する。フランジ 2 1 2 b は、開放口 2 1 2 a に挿入されたマウント側光学部材 2 2 0 の外周部を支持可能なように、開放口 2 1 2 a の内側面から予め定められた長さだけ突出形成される。これによって、マウント側光学部材 2 2 0 は、外周部がフランジ 2 1 2 b によって支持されるように開放口 2 1 2 a に挿入されることによって、ミラープレート 2 1 2 に分離可能に装着され得る。

【0055】

図 2 に示すように、固定ブロック 2 1 3 は、開放口 2 1 2 a に挿入されるように一側面から突出形成される加圧部 2 1 3 a を有することができる。このような固定ブロック 2 1 3 は、ボルト（図示せず）によってミラープレート 2 1 2 の一面にねじ結合されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0056】

加圧部 2 1 3 a は、開放口 2 1 2 a に挿入されたマウント側光学部材 2 2 0 と接触するように、予め定められた高さだけ固定ブロック 2 1 3 の一面から突出形成され得る。加圧部 2 1 3 a は、開放口 2 1 2 a に挿入されたマウント側光学部材 2 2 0 を加圧してフランジ 2 1 2 b に密着した状態で固定することができる。したがって、加圧部 2 1 3 a は、外部から印加された外力、振動などによりマウント側光学部材 2 2 0 が開放口 2 1 2 a の内部で遊動することを防止することができる。また、加圧部 2 1 3 a は、マウント側光学部材 2 2 0 と接触した接触面を介して、レーザビーム L B によってマウント側光学部材 2 2 0 に印加された熱の伝達を受けることができる。これにより、固定ブロック 2 1 3 は、マウント側光学部材 2 2 0 から伝達された熱を外部に放出することで、高熱によってマウント側光学部材 2 2 0 が損傷することを防止することができる。

【0057】

一方、固定ブロック 2 1 3 は、指示光 L B m 1 は透過させ、加工光 L B p 1 は吸収するように設けることができる。このため、固定ブロック 2 1 3 は、ガラス、その他の指示光 L B m 1 を選択的に透過させる材質で形成することができる。特に、マウント側光学部材 2 2 0 と対面する固定ブロック 2 1 3 の入射面、及び後述するノイズフィルター 2 4 0 と対面する固定ブロック 2 1 3 の出射面は、それぞれ、指示光 L B m 1 を選択的に透過させるように無反射コーティングすることができる。すると、図 2 に示すように、指示光 L B

m 1 は、固定ブロック 2 1 3 を透過してマウント側センシング光路 O P s 1 に沿ってマウント側センシング部材 2 6 0 に向かって進行することができる。これに対して、図 5 に示すように、加工光 L B p 1 は、固定ブロック 2 1 3 に吸収され得る。したがって、固定ブロック 2 1 3 は、加工対象物 P のレーザ加工時に、固定ブロック 2 1 3 を透過した加工光 L B p 1 によってマウント側センシング部材 2 6 0 、その他のレーザ装置 1 の構成要素が損傷することを防止することができる。

【0058】

締結部材 2 1 4 は、ミラープレート 2 1 2 をベースブロック 2 1 1 に締結可能に設けられる。例えば、図 2 に示すように、締結部材 2 1 4 は、ねじ部がミラープレート 2 1 2 を貫通してベースブロック 2 1 1 の一面にねじ結合される締結ボルト 2 1 4 a 、及び締結ボルト 2 1 4 a のヘッドとミラープレート 2 1 2 との間に介在するばね 2 1 4 b などを含むことができる。ばね 2 1 4 b は圧縮コイルばねであることが好ましいが、これに限定されるものではない。

10

【0059】

締結部材 2 1 4 の設置数は特に限定されない。例えば、図 4 に示すように、複数の締結部材 2 1 4 が予め定められた間隔を置いて設置されてもよい。

【0060】

このような締結部材 2 1 4 によれば、ミラープレート 2 1 2 は、ばね 2 1 4 b から提供される弾性力によって、ベースブロック 2 1 1 の一面側に付勢される。これにより、締結部材 2 1 4 は、ミラープレート 2 1 2 とベースブロック 2 1 1 とを弾性的に締結することができる。

20

【0061】

図 2 に示すように、センサブロック 2 1 5 は、固定ブロック 2 1 3 を透過した指示光 L B m 1 が内部に進入できるように、固定ブロック 2 1 3 の一面に装着される。センサブロック 2 1 5 は、ボルト（図示せず）によって固定ブロック 2 1 3 の一面にねじ結合されることが好ましいが、これに限定されるものではない。センサブロック 2 1 5 の内部には、後述するノイズフィルター 2 4 0 、集光レンズ 2 5 0 、マウント側センシング部材 2 6 0 などを、予め定められた間隔を置いて設置することができる。

【0062】

このようなセンサブロック 2 1 5 は、固定ブロック 2 1 3 の一面に選択的に装着できる。例えば、図 2 に示すように、センサブロック 2 1 5 は、レーザビーム L B の光路を診断する場合に、固定ブロック 2 1 3 の一面に装着できる。例えば、図 3 及び図 5 に示すように、センサブロック 2 1 5 は、加工対象物 P をレーザ加工する場合に、固定ブロック 2 1 3 の一面から分離できる。これにより、加工対象物 P をレーザ加工する場合に、センサブロック 2 1 5 が加工光 L B p の進行を干渉することを防止することができ、センサブロック 2 1 5 及びこれに設置された部材の荷重によりミラーマウントアセンブリ 2 0 0 の耐久性が低下することを防止することができる。

30

【0063】

マウント側光学部材 2 2 0 は、レーザ発振器 1 0 または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 から加工光路 O P p に沿って伝送されたレーザビーム L B の光路を調節可能なように設けられる。このようなマウント側光学部材 2 2 0 として使用可能な光学部材の種類は、特に限定されない。例えば、図 2 及び図 3 に示すように、マウント側光学部材 2 2 0 は、レーザビーム L B を複数の光路に分岐するマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 と、レーザビーム L B を全反射するマウント側反射ミラー 2 2 4 などであってもよい。

40

【0064】

図 2 に示すように、マウント側ビームスプリッタ 2 2 2 は、ミラープレート 2 1 2 の開放口 2 1 2 a に挿入可能なように、ミラープレート 2 1 2 の開放口 2 1 2 a と対応する形状を有する。マウント側ビームスプリッタ 2 2 2 は、加工光路 O P p に沿って入射されたレーザビーム L B を、予め定められた第 1 の関連を有する複数の光路に分岐できるように

50

設けられる。

【0065】

例えば、マウント側ビームスプリッタ222は、加工光路OPpに沿ってマウント側ビームスプリッタ222に入射されたレーザビームLBを、予め定められた分岐比率に応じて透過及び反射させるように設けることができる。すると、マウント側ビームスプリッタ222に入射されたレーザビームLB中のある一部は、マウント側ビームスプリッタ222を透過し、マウント側ビームスプリッタ222に入射されたレーザビームLB中の他の一部は、マウント側ビームスプリッタ222によって反射される。これにより、マウント側ビームスプリッタ222は、マウント側ビームスプリッタ222に入射されたレーザビームLB中のある一部を第1透過光路に案内でき、マウント側ビームスプリッタ222に入射されたレーザビームLB中の他の一部を第1反射光路に案内できる。第1透過光路は、マウント側ビームスプリッタ222を透過したレーザビームLBが進行する光路をいい、第1反射光路は、マウント側ビームスプリッタ222によって反射されたレーザビームLBが進行する光路をいう。

10

【0066】

第1透過光路及び第1反射光路のいずれか一方は、レーザビームLBの光路診断に必要なレーザビームLBを移送するマウント側センシング光路OPs1として活用でき、第1透過光路及び第1反射光路の他方は、加工対象物Pのレーザ加工に必要なレーザビームLBを移送する加工光路OPpとして活用できる。例えば、図2に示すように、第1透過光路がマウント側センシング光路OPs1として活用することができ、第1反射光路が加工光路OPpとして活用することができる。これにより、マウント側ビームスプリッタ222は、レーザビームLBのある一部を加工光路OPpから抽出してマウント側センシング光路OPs1に沿って進行するように案内でき、レーザビームLBの残りの一部を加工光路OPpに沿ってそのまま進行するように案内できる。

20

【0067】

また、マウント側ビームスプリッタ222は、加工光路OPpとマウント側センシング光路OPs1とが予め定められた第1の関連を有するようにレーザビームLBを分岐することができる。このため、マウント側ビームスプリッタ222は、加工光路OPpの延長方向が予め定められた角度だけ切り替えられるようにレーザビームLBを反射することができる。例えば、マウント側ビームスプリッタ222は、加工光路OPpの延長方向が垂直に切り替えられるようにレーザビームLBを反射することができる。すると、図2に示すように、マウント側センシング光路OPs1は、マウント側ビームスプリッタ222によって延長方向が切り替えられる前の区間の加工光路OPpと一直線をなすようになり、マウント側ビームスプリッタ222によって延長方向が垂直に切り替えられた後の区間の加工光路OPpと垂直をなすようになる。

30

【0068】

このようなマウント側ビームスプリッタ222として使用可能な光学部材の種類は、特に限定されない。例えば、マウント側ビームスプリッタ222は、レーザ発振器10または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200から加工光路OPpに沿って伝送された指示光LBmの少なくとも一部をマウント側センシング光路OPs1に選択的に案内できる第1の二色性ミラーであってもよい。前述したように、第1透過光路がマウント側センシング光路OPs1である場合に、マウント側ビームスプリッタ222は、指示光LBmの少なくとも一部を選択的に透過させ得るように光学コーティングされた第1の二色性ミラーであってもよい。すると、図2及び図3に示すように、マウント側ビームスプリッタ222は、マウント側ビームスプリッタ222に入射された加工光LBpをマウント側センシング光路OPs1に進入できないように選択的に全反射することができ、マウント側ビームスプリッタ222に入射された指示光LBmの少なくとも一部をマウント側センシング光路OPs1に進入するように選択的に透過させることができる。

40

【0069】

このようなマウント側ビームスプリッタ222によると、レーザ発振器10から発振さ

50

れた加工光 L B p は、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 によって基準伝送順序 S に従って順次反射されることで、レーザノズルアセンブリ 3 0 に伝達され得る。また、マウント側ビームスプリッタ 2 2 2 によると、レーザ発振器 1 0 から発振された指示光 L B m は、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 を透過してミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側センシング部材 2 6 0 に分配され得る。

【0070】

ところで、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 が互いに同一の指示光 L B m の透過率を有する場合、指示光 L B m のほとんどは、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のうち基準伝送順序 S の前半部に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 によって加工光路 O P p から抽出せざるを得ない。すると、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のうち基準伝送順序 S の後半部に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 には、小さな光量の指示光 L B m のみが到達するようになる。すると、前記後半部に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側センシング部材 2 6 0 は、小さな光量の指示光 L B m 1 を用いてレーザビーム L B の光路を診断しなければならないので、レーザビーム L B の光路診断の結果に誤りが発生する恐れがある。

【0071】

これを解決するために、マウント側ビームスプリッタ 2 2 2 のうち前記先順位に位置するマウント側ビームスプリッタ 2 2 2 であるほど、低い指示光 L B m 1 の透過率を有するように形成することができる。これにより、マウント側センシング部材 2 6 0 に均等な光量の指示光 L B m を分配させることによって、レーザビーム L B の光路診断の結果の正確性を向上させることができる。

【0072】

図 3 に示すように、マウント側反射ミラー 2 2 4 は、マウント側ビームスプリッタ 2 2 2 の代わりにミラープレート 2 1 2 の開放口 2 1 2 a に装着可能なように、ミラープレート 2 1 2 の開放口 2 1 2 a に対応する形状を有する。マウント側反射ミラー 2 2 4 は、レーザ発振器 1 0 または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 から加工光路 O P p に沿って伝送されたレーザビーム L B を全反射して、加工光路 O P p の延長方向を予め定められた角度だけ切り替え可能なように設置される。例えば、図 3 に示すように、マウント側反射ミラー 2 2 4 は、レーザビーム L B を全反射して加工光路 O P p の延長方向を垂直に切り替え可能なように設置することができる。すると、加工対象物 P のレーザ加工時に、レーザ発振器 1 0 から発振された加工光 L B p は、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側反射ミラー 2 2 4 によって基準伝送順序 S に従って順次伝送されてレーザノズルアセンブリ 3 0 に伝達され得る。

【0073】

整列機 2 3 0 は、ミラーマウント 2 1 2 及びミラーマウント 2 1 2 に装着されたマウント側光学部材 2 3 0 の整列態様を調節可能に設けられる。このような整列機 2 3 0 の構造は、特に限定されない。例えば、図 2 に示すように、整列機 2 3 0 は、回転方向及び回転角度に応じてミラープレート 2 1 2 及びミラープレート 2 1 2 に装着されたマウント側光学部材 2 3 0 の整列態様を調節可能なようにミラープレート 2 1 2 に装着される調節ダイヤル 2 3 2、及び調節ダイヤル 2 3 2 を回転駆動するアクチュエータ 2 3 4 などを含むことができる。

【0074】

図 2 に示すように、調節ダイヤル 2 3 2 は、外周面にねじ山が形成されたボルトの形状を有することができる。このような調節ダイヤル 2 3 2 は、端部がベースブロック 2 1 1 の一面に加圧接触するように、ミラープレート 2 1 2 にねじ結合され得る。

【0075】

アクチュエータ 2 3 4 は、調節ダイヤル 2 3 2 を回転駆動できるように調節ダイヤル 2 3 2 と軸結合され得る。アクチュエータ 2 3 4 は、駆動力を提供するモータ（図示せず）

、及びモータから提供された駆動力を調節ダイヤル 2 3 2 に伝達する減速機（図示せず）などを有することができる。図 1 に示すように、制御器 4 0 は、このようなアクチュエータの駆動を制御する補正部 4 2 を備えることができる。

【0076】

このようなアクチュエータ 2 3 4 によって調節ダイヤル 2 3 2 が回転駆動されると、ミラープレート 2 1 2 は、調節ダイヤル 2 3 2 の回転方向及び回転角度に応じて、所定の距離だけベースブロック 2 1 1 に近接するか、またはベースブロック 2 1 1 から離隔するように漸進的に移動することができる。これにより、整列機 2 3 0 は、ベースブロック 2 1 1 とミラープレート 2 1 2 との間の角度を締結部材 2 1 4 を中心に変更させることによって、ミラープレート 2 1 2、及びこれに装着されたマウント側光学部材 2 2 0 の整列状態を調節することができる。すると、加工光路 O P p 及びマウント側センシング光路 O P s 1 を含むレーザビーム L B の光路は、整列機 2 3 0 の駆動態様に依りて切り替えることができる。

10

【0077】

このような整列機 2 3 0 の設置数は、特に限定されない。例えば、図 4 に示すように、X 軸及び Y 軸のそれぞれを中心にベースブロック 2 1 1 とミラープレート 2 1 2 との間の角度を変更可能なように、一対の整列機 2 3 0 を、予め定められた位置にそれぞれ設置することができる。すると、レーザビーム L B の光路は、整列機 2 3 0 の駆動態様に依りて X 軸及び Y 軸のそれぞれを中心に切り替えることができる。

【0078】

図 2 に示すように、ノイズフィルター 2 4 0 は、固定ブロック 2 1 3 を透過した指示光 L B m 1 が入射されるように、固定ブロック 2 1 3 と集光レンズ 2 5 0 との間に設置される。ノイズフィルター 2 4 0 は、指示光 L B m 1 をレーザビーム L B の光路診断に適した形態に整形可能なように、指示光 L B m 1 に含まれるノイズを除去することができる。このようなノイズフィルター 2 4 0 は、マウント側センシング光路 O P s 1 に案内された指示光 L B m 1 を、ノイズが除去された状態で集光レンズ 2 5 0 に伝達することによって、ノイズによりレーザビーム L B の光路診断の結果に誤りが発生することを防止することができる。

20

【0079】

図 2 に示すように、集光レンズ 2 5 0 は、ノイズが除去された指示光 L B m 1 が入射されるように、ノイズフィルター 2 4 0 とマウント側センシング部材 2 6 0 との間に設置される。このような集光レンズ 2 5 0 は、焦点がマウント側センシング部材 2 6 0 の予め定められたセンシング面 2 6 0 a に位置するように設置されることが好ましいが、これに限定されるものではない。このような集光レンズ 2 5 0 は、ノイズが除去された指示光 L B m 1 を集光してマウント側センシング部材 2 6 0 のセンシング面 2 6 0 a に照射することができる。

30

【0080】

図 6 は、マウント側センシング部材 2 6 0 を用いてマウント側センシング光路を導出する方法を説明するための図であり、図 7 は、レーザビームが光路の歪みなしにマウント側ビームスプリッタに伝送された場合の加工光路とマウント側センシング光路の態様を示す図であり、図 8 は、レーザビームが光路が歪んだ状態でマウント側ビームスプリッタに伝送された場合の加工光路とマウント側センシング光路の態様を示す図である。

40

【0081】

マウント側センシング部材 2 6 0 は、集光レンズ 2 5 0 によって集光された指示光 L B m 1 をセンシングし、マウント側センシング光路 O P s 1 の態様に対応するマウント側光路信号を出力することができる。マウント側センシング光路 O P s 1 の態様は、マウント側センシング光路 O P s 1 の座標、マウント側センシング光路 O P s 1 の延長方向、その他のマウント側センシング光路 O P s 1 に関する各種情報を含むことができる。

【0082】

図 6 に示すように、マウント側センシング部材 2 6 0 は、マウント側センシング部材 2

50

60のセンシング面260aに照射された指示光LBm1の第1ビームスポットBSm1の位置をセンシング可能に設けることができる。このため、マウント側センシング部材260は、指示光LBm1の第1ビームスポットBSm1の画像を撮影するカメラ、指示光LBm1の第1ビームスポットBSm1の位置に対応する位置感知信号を出力するPSDセンサ、及びその他の指示光LBm1の第1ビームスポットBSm1の位置に関する情報を提供可能な様々なセンサのうち少なくとも1つを有することができる。特に、マウント側センシング部材260がカメラを有する場合に、カメラとしてCCDカメラが採用されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0083】

制御器40は、マウント側センシング部材260から出力されたマウント側光路信号に基づいて、レーザビームLBの光路診断を行うことができる。このため、図1に示すように、制御器40は、レーザビームLBの光路診断を行う診断部44をさらに備えることができる。

【0084】

図6に示すように、診断部44は、マウント側センシング部材260によってセンシングされた指示光LBm1の第1ビームスポットBSm1の位置に基づいて、マウント側センシング光路OPs1の態様を導出した後、マウント側センシング光路OPs1と予め定められた第1基準センシング光路OPrs1との光路差D1を算出することができる。特に、診断部44は、マウント側センシング光路OPs1に沿ってセンシング面260aに照射された第1ビームスポットBSm1の位置と、第1基準センシング光路OPrs1に沿ってセンシング面260aに照射された第1基準ビームスポットBSr1の位置との差を用いて、マウント側センシング光路OPs1と第1基準センシング光路OPrs1との光路差D1を算出することができる。

【0085】

ここで、第1基準センシング光路OPrs1は、レーザビームLBが、レーザ発振器10または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200から、予め定められた第1基準加工光路OPrp1に沿ってマウント側ビームスプリッタ222に伝送される場合のマウント側センシング光路OPs1をいう。また、第1基準加工光路OPrp1は、光路の歪みが発生していない場合に、レーザ発振器10または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220から伝送されたレーザビームLBが進行する加工光路OPpをいう。前述したように、マウント側センシング光路OPs1は、加工光路OPpと第1の関連を有する。これによって、第1基準センシング光路OPrs1もまた、第1基準加工光路OPrp1と第1の関連を有するように設置することができる。

【0086】

図7に示すように、指示光LBmが第1基準加工光路OPrp1と一致する加工光路OPpに沿ってマウント側ビームスプリッタ222に伝送される場合に、マウント側センシング光路OPs1は、第1基準センシング光路OPrs1と互いに一致するようになる。また、図8に示すように、指示光LBmが第1基準加工光路OPrp1から所定の光路差D2だけ外れた加工光路OPpに沿ってマウント側ビームスプリッタ222に伝送される場合に、マウント側センシング光路OPs1と第1基準センシング光路OPrs1は、加工光路OPpと第1基準加工光路OPrp1との光路差D2に比例する光路差D1だけ互いに不一致になる。

【0087】

診断部44は、第1の関連を用いて、加工光路OPpの態様をマウント側センシング光路OPs1の態様に基づいて導出し、加工光路OPpと第1基準加工光路OPrp1との光路差D2を、マウント側センシング光路OPs1と第1基準センシング光路OPrs1との光路差D1に基づいて算出することができる。加工光路OPpの態様は、加工光路OPpの座標、加工光路OPpの延長方向、その他の加工光路OPpに関する各種情報を含むことができる。

【0088】

前述したように、ミラーマウントアセンブリ200は、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBを、マウント側ビームスプリッタ222を用いて基準伝送順序Sに従って順次伝送可能なように設置される。したがって、ミラーマウントアセンブリ200のうち基準伝送順序Sの1位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側ビームスプリッタ222には、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBが加工光路OPpに沿って伝送される。また、ミラーマウントアセンブリ200のうち基準伝送順序Sの2位以上の特定順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側ビームスプリッタ222には、前記特定順位の直前の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側ビームスプリッタ222によって反射されたレーザビームLBが加工光路OPpに沿って伝送される。

10

【0089】

このような指示光LBmの伝送態様を考慮して、診断部44は、ミラーマウントアセンブリ200のそれぞれに対して、指示光LBmが第1基準加工光路OPrp1に沿ってマウント側ビームスプリッタ222に伝送されるかを、加工光路OPpの態様、光路差D2などに基づいて個別に判断することができる。前述したように、レーザ発振器10は、加工光LBp、指示光LBmなどのレーザビームLBを互いに同一の光軸を有するように発振するので、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBは、互いに同一の加工光路OPpに沿って伝送される。また、マウント側ビームスプリッタ222とマウント側反射ミラー224は、レーザビームLBを同一の加工光路OPpに沿って伝送できるように、ミラープレート212に選択的に装着される。これによって、診断部44は、ミラーマウントアセンブリ200のそれぞれに対して、レーザビームLBがレーザ発振器10または前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200から第1基準加工光路OPrp1に沿ってマウント側光学部材220に伝送されるかを、加工光路OPpの態様、光路差D2などに基づいて個別に判断することができる。

20

【0090】

例えば、診断部44は、前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200に対してレーザビームLBの光路診断を行う場合に、加工光路OPpと第1基準加工光路OPrp1とが不一致であると、レーザビームLBが前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200まで伝送される過程において異常現象により加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。異常現象とは、レーザ発振器10の整列状態の不良、その他のレーザビームLBが前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200まで伝送される過程で加工光路OPpの歪みを発生させる現象をいう。

30

【0091】

例えば、診断部44は、前記2位以上の後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200に対してレーザビームLBの光路診断を行う場合に、加工光路OPpと第1基準加工光路OPrp1とが不一致であると、レーザビームLBが前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200まで伝送される過程で加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。異常現象とは、レーザ発振器10の整列状態の不良、前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220の整列状態の不良、その他のレーザビームLBが前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200まで伝送される過程で加工光路OPpの歪みを発生させ得る現象をいう。

40

【0092】

レーザビームLBが前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220まで伝送される過程で発生する加工光路OPpの歪みは、レーザ発振器10、前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220などの様々な部材により発生し得る。これにより、レーザビームLBが前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220まで伝送される過程で加工光路OPpの歪みが発生した場合には、どの部材により加工光路OPpが歪むかを検出するのに困難を伴うことがある。

50

【0093】

これを解決するために、診断部44は、ミラーマウントアセンブリ200のそれぞれに対して、レーザビームLBの光路診断を基準伝送順序Sに従って順次行うことができる。

【0094】

このため、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1に沿って前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断されると、レーザビームLBが第1基準加工光路OPrp1に沿って前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されるかを判断できる。

【0095】

例えば、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1に沿って前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断されると、レーザビームLBが第1基準加工光路OPrp1に沿って前記2位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されるかを判断できる。

【0096】

また、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1と不一致の加工光路OPpに沿って前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断される場合、レーザビームLBを前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に直接伝送する部材で加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。

【0097】

例えば、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1と不一致の加工光路OPpに沿って前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断される場合、レーザ発振器10で加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。すると、レーザ発振器10を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって加工光路OPpの歪みを補正することができる。

【0098】

また、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1と不一致の加工光路OPpに沿って前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断される場合、レーザビームLBを前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に直接伝送する部材で加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。

【0099】

例えば、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工光路OPrp1と不一致の加工光路OPpに沿って前記2位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断される場合、前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220により加工光路OPpの歪みが発生すると判断できる。すると、整列機230を用いて、前記1位に位置するミラーマウントアセンブリ200のミラープレート212及びこれに設置されたマウント側光学部材220を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって光路の歪みを補正することができる。

【0100】

このように、診断部44は、ミラーマウントアセンブリ200のそれぞれに対して、レーザビームLBの光路診断を基準伝送順序Sに従って順次行うことによって、どの部材で加工光路OPpの歪みが発生するかを正確に検出することができる。ただし、前記のような探知方法によると、基準伝送順序Sの最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220で発生する加工光路OPpの歪みは検出できない。前記最後の順位に位置するミラーマウント210のアセンブリのマウント側光学部材220で発生する加工光路OPpの歪みを検出する方法については後述する。

【0101】

図 9 は、エネルギー損失なしにマウント側光学部材に伝送されるレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図であり、図 10 は、エネルギーが損失した状態でマウント側光学部材に伝送されるレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【0102】

前述したマウント側センシング部材 260 は、マウント側センシング部材 260 のセンシング面 260a に照射された指示光 LBm1 の第 1 ビームスポット BSm1 の位置及び指示光 LBm1 のエネルギーが共にセンシング可能に設けられてもよい。このため、マウント側センシング部材 260 は、マウント側センシング部材 260 のセンシング面 260a に照射された指示光 LBm1 の熱を探知して第 1 ビームスポット BSm1 の位置及び指示光 LBm1 のエネルギーをセンシングする赤外線センサ、マウント側センシング部材 260 のセンシング面 260a に照射された指示光 LBm1 の熱画像を撮影する熱画像カメラ、及び、その他の指示光 LBm1 の第 1 ビームスポット BSm1 の位置及び指示光 LBm1 のエネルギーに関する情報を共に提供可能なセンサのうち少なくとも 1 つを備えることができる。

【0103】

図 9 に示すように、エネルギーの損失なしに加工光路 OPp に沿ってマウント側光学部材 220 に伝送されたレーザビーム LB は、同心円をなすエネルギー分布態様を有する。これに対して、図 10 に示すように、異常現象により、エネルギーが損失した状態で加工光路 OPp に沿ってマウント側光学部材 220 に伝送されたレーザビーム LB は、偏心円や楕円をなすエネルギー分布態様を有する。異常現象は、レーザ発振器 10 の整列状態の不良、マウント側光学部材 220 の整列状態の不良のように、加工光路 OPp に沿って進行するレーザビーム LB のエネルギー損失を発生させ得る現象をいう。

【0104】

加工光 LBp、指示光 LBm などのレーザ発振器 10 から発振されたレーザビーム LB は、互いに同一の加工光路 OPp に沿って伝送されるので、互いに同一のエネルギー分布態様を有することができる。また、マウント側センシング光路 OPs1 には、マウント側ビームスプリッタ 222 によって加工光路 OPp から抽出されたレーザビーム LB が案内されるので、加工光路 OPp に沿って進行するレーザビーム LB と、マウント側センシング光路 OPs1 に沿って進行する指示光 LBm1 とは、互いに同一の形態のエネルギー分布態様を有する。また、マウント側ビームスプリッタ 222 とマウント側反射ミラー 224 は、加工光路 OPp の延長方向を互いに同一の角度だけ切り替えるので、マウント側ビームスプリッタ 222 によって加工光路 OPp に案内されたレーザビーム LB と、マウント側反射ミラー 224 によって加工光路 OPp に案内されたレーザビーム LB とは、互いに同一の形態のエネルギー分布態様を有する。

【0105】

このようなエネルギー分布態様を考慮して、診断部 44 は、マウント側センシング部材 260 によってセンシングされた指示光 LBm1 のエネルギーを用いて、マウント側センシング光路 OPs1 に沿って進行する指示光 LBm1 のエネルギー分布態様を導出した後、加工光路 OPp に沿って進行するレーザビーム LB のエネルギー分布態様を、指示光 LBm1 のエネルギー分布態様に基づいて導出することができる。

【0106】

また、診断部 44 は、加工光路 OPp に沿って進行するレーザビーム LB のエネルギー分布態様が予め定められた基準エネルギー分布態様と異なる場合、レーザビーム LB が加工光路 OPp に沿ってマウント側光学部材 220 まで伝送される過程でレーザビーム LB のエネルギー損失が発生すると判断できる。基準エネルギー分布態様は、レーザビーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿ってマウント側光学部材 220 に伝送された場合に、レーザビーム LB のエネルギー分布態様をいう。このような基準エネルギー分布態様は、同心円をなすエネルギー分布態様を有することが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0107】

また、診断部 44 は、ミラーマウントアセンブリ 200 のそれぞれに対して、レーザービーム LB がエネルギー損失なしにマウント側光学部材 220 に伝送されるかを、加工光路 OPp に沿って進行するレーザービーム LB のエネルギー分布態様に基づいて、個別に判断できる。特に、診断部 44 は、ミラーマウントアセンブリ 200 のそれぞれに対して、レーザービーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿ってマウント側光学部材 220 に伝送されるかを、基準伝送順序 S に従って段階的に判断できる。

【0108】

このため、診断部 44 は、レーザービーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿って前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されると判断されると、レーザービーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿って前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されるかを判断できる。

10

【0109】

例えば、診断部 44 は、レーザービーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿って前記 1 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されると判断されると、レーザービーム LB がエネルギー損失なしに加工光路 OPp に沿って前記 2 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されるかを判断できる。

【0110】

また、診断部 44 は、レーザービーム LB が、エネルギーが損失した状態で加工光路 OPp に沿って前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されると判断されると、レーザービーム LB を前記先順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に直接伝送する部材でレーザービーム LB のエネルギー損失が発生すると判断できる。

20

【0111】

例えば、診断部 44 は、レーザービーム LB が、エネルギーが損失した状態で前記 1 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されると判断される場合、レーザー発振器 10 でレーザービーム LB のエネルギー損失が発生すると判断できる。すると、レーザー発振器 10 を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって、レーザービーム LB のエネルギー損失を補正することができる。

30

【0112】

また、診断部 44 は、レーザービーム LB が、エネルギーが損失した状態で加工光路 OPp に沿って前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に伝送されると判断される場合、レーザービーム LB を前記後順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 に直接伝送する部材でレーザービーム LB のエネルギー損失が発生すると判断できる。

【0113】

例えば、診断部 44 は、レーザービーム LB が、エネルギーが損失した状態で前記 2 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側ビームスプリッタ 222 に伝送されると判断される場合、前記 1 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 でレーザービーム LB のエネルギー損失が発生すると判断できる。すると、整列機 230 を用いて、前記 1 位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のミラープレート 212 及びこれに設置されたマウント側光学部材 220 を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって、レーザービーム LB のエネルギー損失を補正することができる。

40

【0114】

このように、診断部 44 は、ミラーマウントアセンブリ 200 のそれぞれに対して、レーザービーム LB のエネルギーの診断を基準伝送順序 S に従って順次行うことによって、どの部材でレーザービーム LB のエネルギー損失が発生するかを正確に検出できる。ただし、前記のようなエネルギー損失検出方法によると、ミラーマウントアセンブリ 200 のうち

50

基準伝送順序 S の最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 で発生するレーザビーム LB のエネルギー損失は検出できない。前記最後の順位に位置するミラーマウント 210 のアセンブリのマウント側光学部材 220 で発生するエネルギー損失を検出する方法については後述する。

【0115】

図 11 は、レーザノズルアセンブリの概略的な構成を示す図である。

【0116】

図 11 に示すように、レーザノズルアセンブリ 30 は、レーザノズル 310 と、加工光路 OPp に沿って伝送されたレーザビーム LB の少なくとも一部を、加工光路 OPp と予め定められた第 2 の関連を有するノズル側センシング光路 OPs2 に選択的に案内するノズル側光学部材 320 と、ノズル側センシング光路 OPs2 に沿って進行するレーザビーム LB に含まれるノイズを除去するノイズフィルタ 330 と、ノイズフィルタ 330 によってノイズが除去されたレーザビーム LB を集光する集光レンズ 340 と、集光レンズ 340 によって集光されたレーザビーム LB をセンシングし、ノズル側センシング光路 OPs2 の態様に対応するノズル側光路信号を出力するノズル側センシング部材 350 などを有することができる。

10

【0117】

図 11 に示すように、レーザノズル 310 は、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 から加工光路 OPp に沿って伝送されたレーザビーム LB が内部に進入できる中空形状を有する。レーザノズル 310 は、内部に進入したレーザビーム LB を集光できる集光レンズ 312 を有することができる。集光レンズ 312 は、ノズル側光学部材 320 によって加工光路 OPp に分岐されたレーザビーム LB を集光できるように、ノズル側光学部材 320 と加工対象物 P との間に設置されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

20

【0118】

レーザノズル 310 は、レーザノズル 310 の内部に進入したレーザビーム LB の直径を予め定められた比率で拡大して集光レンズ 312 に伝達可能なように設置されるビームエキスパンダ（図示せず）、その他のレーザビーム LB を加工対象物 P の加工目的に合わせて整形可能な様々な光学部材（図示せず）をさらに備えることができる。

【0119】

レーザノズル 310 は、予め定められた第 2 基準加工光路 OPrp2 とレーザノズル 310 の中心軸とが一致するように設けられることが好ましいが、これに限定されるものではない。第 2 基準加工光路 OPrp2 は、光路歪みが発生していない場合に、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 200 のマウント側光学部材 220 から伝送されたレーザビーム LB が進行する加工光路 OPp をいう。

30

【0120】

このようなレーザノズル 310 は、集光レンズ 312 によって集光されたレーザビーム LB を加工光路 OPp に沿って加工対象物 P に照射することで、加工対象物 P をレーザ加工することができる。

【0121】

次に、図 11 に示すように、ノズル側光学部材 320 は、加工光路 OPp に沿ってレーザノズル 310 の内部に進入したレーザビーム LB が入射できるようにレーザノズル 310 の内部に設置することができる。ノズル側光学部材 320 は、集光レンズ 312 に到達していないレーザビーム LB が入射されるように、集光レンズ 312 に比べて、光学系 20 側の近くに設置されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

40

【0122】

ノズル側ビームスプリッタ 322 は、加工光路 OPp に沿って入射されたレーザビーム LB を、予め定められた第 2 の関連を有する複数の光路に分岐できるように設けられる。

【0123】

例えば、ノズル側ビームスプリッタ 322 は、加工光路 OPp に沿ってノズル側ビーム

50

スプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B を、予め定められた分岐比率に応じて透過及び反射させるように設けることができる。すると、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B 中のある一部は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 を透過し、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B 中の他の一部は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 によって反射される。これにより、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B 中のある一部を第 2 透過光路に案内でき、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B 中の残りの一部を第 2 反射光路に案内できる。第 2 透過光路は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 を透過したレーザビーム L B が進行する光路をいい、第 2 反射光路は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 によって反射されたレーザビーム L B が進行する光路をいう。

10

【0 1 2 4】

第 2 透過光路及び第 2 反射光路のいずれか一方は、レーザビーム L B の光路診断に必要なレーザビーム L B を移送するノズル側センシング光路 O P s 2 として活用でき、第 2 透過光路及び第 2 反射光路の他方は、加工対象物 P のレーザ加工に必要なレーザビーム L B を移送する加工光路 O P p として活用できる。例えば、図 1 1 に示すように、第 2 透過光路が加工光路 O P p として活用することができ、第 2 反射光路がノズル側センシング光路 O P s 2 として活用することができ、これにより、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、レーザビーム L B のある一部を加工光路 O P p から抽出してノズル側センシング光路 O P s 2 に沿って進行するように案内でき、レーザビーム L B の残りの一部を加工光路 O P p に沿ってそのまま進行するように案内できる。

20

【0 1 2 5】

また、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、加工光路 O P p とノズル側センシング光路 O P s 2 とが予め定められた第 2 の関連を有するようにレーザビーム L B を分岐することができる。このため、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、加工光路 O P p とノズル側センシング光路 O P s 2 とが、予め定められた間の角度を有するように、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B を反射することができる。例えば、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、加工光路 O P p とノズル側センシング光路 O P s 2 とが垂直をなすように、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射されたレーザビーム L B を反射することができる。

30

【0 1 2 6】

このようなノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 として使用可能な光学部材の種類は、特に限定されない。例えば、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側光学部材 2 2 0 から伝送された指示光 L B m の少なくとも一部をノズル側センシング光路 O P s 2 に選択的に案内できる第 2 の二色性ミラーであってもよい。前記第 2 反射光路がノズル側センシング光路 O P s 2 として活用される場合に、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、指示光 L B m の少なくとも一部を選択的に反射してノズル側センシング光路 O P s 2 に案内できるように光学コーティングされた第 2 の二色性ミラーであってもよい。すると、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 は、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射された加工光 L B p を、ノズル側センシング光路 O P s 2 に進入しないように選択的に透過させ、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 に入射された指示光 L B m の少なくとも一部を、ノズル側センシング光路 O P s 2 に進入するように選択的に反射することができる。

40

【0 1 2 7】

図 1 1 に示すように、ノイズフィルター 3 3 0 は、ノズル側センシング光路 O P s 2 に案内された指示光 L B m 2 が入射されるように、ノズル側ビームスプリッタ 3 2 2 と集光レンズ 3 4 0 との間に設置される。ノイズフィルター 3 3 0 は、指示光 L B m 2 をレーザビーム L B の光路診断に適した形態に整形可能なように、指示光 L B m 2 に含まれるノイズを除去することができる。このようなノイズフィルター 3 3 0 は、ノズル側センシング光路 O P s 2 に案内された指示光 L B m 2 を、ノイズが除去された状態で集光レンズ 3 4

50

0に伝達することによって、ノイズによりレーザビームLBの光路診断の結果に誤りが発生することを防止することができる。

【0128】

図11に示すように、集光レンズ340は、ノイズが除去された指示光LBm2が入射されるように、ノイズフィルター330とノズル側センシング部材350との間に設置される。集光レンズ340は、焦点がノズル側センシング部材350の予め定められたセンシング面350aに位置するように設置されることが好ましいが、これに限定されるものではない。このような集光レンズ340は、ノイズが除去された指示光LBm2を集光してノズル側センシング部材350のセンシング面350aに照射することができる。

【0129】

図12は、ノズル側センシング部材を用いてノズル側センシング光路を導出する方法を説明するための図であり、図13は、光路の歪みなしにレーザビームがノズル側光学部材に伝送される場合の加工光路とノズル側センシング光路の態様を示す図であり、図14は、光路が歪んだ状態でレーザビームがノズル側光学部材に伝送される場合の加工光路とノズル側センシング光路の態様を示す図である。

【0130】

ノズル側センシング部材350は、集光レンズ340によって集光された指示光LBm2をセンシングし、ノズル側センシング光路OPs2の態様に対応するノズル側光路信号を出力することができる。ノズル側センシング光路OPs2の態様は、ノズル側センシング光路OPs2の座標、ノズル側センシング光路OPs2の延長方向、その他のノズル側センシング光路OPs2に関する各種情報を含むことができる。

【0131】

図12に示すように、ノズル側センシング部材350は、ノズル側センシング部材350のセンシング面350aに照射された指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の位置をセンシング可能に設けることができる。このため、ノズル側センシング部材350は、指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の画像を撮影するカメラ、指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の位置に対応する位置感知信号を出力するPSDセンサ、及びその他の指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の位置に関する情報を提供可能な様々なセンサのうち少なくとも1つを有することができる。特に、ノズル側センシング部材350がカメラを有する場合に、カメラとしてCCDカメラが採用されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0132】

診断部44は、このようにノズル側センシング部材350から出力されたノズル側光路信号に基づいて、レーザビームLBの光路診断を行うことができる。

【0133】

図12に示すように、診断部44は、ノズル側センシング部材350によってセンシングされた指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の位置に基づいて、ノズル側センシング光路OPs2の態様を導出した後、ノズル側センシング光路OPs2と予め定められた第2基準センシング光路OPrs2との光路差D3を算出することができる。特に、診断部44は、ノズル側センシング光路OPs2に沿ってセンシング面350aに照射された指示光LBm2の第2ビームスポットBSm2の位置と、第2基準センシング光路OPrs2に沿ってセンシング面350aに照射された指示光LBm2の第2基準ビームスポットBSr2の位置との差を用いて、ノズル側センシング光路OPs2と第2基準センシング光路OPrs2との光路差D3を算出することができる。

【0134】

ここで、第2基準センシング光路OPrs2は、レーザビームLBが、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200から第2基準加工光路OPrp2に沿ってノズル側ビームスプリッタ322に伝送される場合のノズル側センシング光路OPs2をいう。前述したように、ノズル側センシング光路OPs2は、加工光路OPpと第2の関連を有する。これによって、第2基準センシング光路OPrs2もまた、第2基準加工光路

OPrp2と第2の関連を有するように設置することができる。

【0135】

図13に示すように、指示光LBmが、第2基準加工光路OPrp2と互いに一致する加工光路OPpに沿ってノズル側ビームスプリッタ322に伝送される場合に、ノズル側センシング光路OPs2は、第2基準センシング光路OPrs2と互いに一致ようになる。また、図14に示すように、指示光LBmが、第2基準加工光路OPrp2から所定の光路差D4だけ外れた加工光路OPpに沿ってノズル側ビームスプリッタ322に伝送される場合に、ノズル側センシング光路OPs2と第2基準センシング光路OPrs2は、加工光路OPpと第2基準加工光路OPrp2との光路差D4に比例する光路差D3だけ互いに不一致になる。

10

【0136】

診断部44は、第2の関連を用いて、加工光路OPpの態様をノズル側センシング光路OPs2の態様に基づいて導出し、加工光路OPpと第2基準加工光路OPrp2との光路差D4を、ノズル側センシング光路OPs2と第2基準センシング光路OPrs2との光路差D3に基づいて算出することができる。

【0137】

診断部44は、指示光LBmが第2基準加工光路OPrp2に沿ってノズル側光学部材320に伝送されるかを、ノズル側センシング部材350を用いて導出した加工光路OPpの態様、光路差D4などに基づいて判断できる。加工光LBpは、指示光LBmと同一に、加工光路OPpに沿って加工対象物Pに照射される。これによって、診断部44は、指示光LBmが第2基準加工光路OPrp2に沿ってノズル側光学部材320に伝送されると判断される場合、加工光LBpが加工対象物Pの予め定められた基準位置に照射されると判断できる。これに対して、診断部44は、指示光LBmが、第2基準加工光路OPrp2と所定の光路差D4だけ不一致である加工光路OPpに沿ってノズル側光学部材320に伝送されると判断される場合、加工光LBpが、加工対象物Pの基準位置から所定の光路差D4だけ離隔した位置に照射されると判断できる。

20

【0138】

前述したように、レーザ発振器10から発振されたレーザビームLBは、ミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220によって加工光路OPpに沿ってノズル側光学部材320に伝送される。したがって、加工光路OPpと第2基準加工光路OPrp2とが互いに不一致であると、レーザ発振器10及びマウント側光学部材220のうち少なくとも1つの部材で光路歪みが発生すると見なすことができる。

30

【0139】

ところで、ミラーマウントアセンブリ200のそれぞれに対して、レーザビームLBの光路診断を基準伝送順序Sに従って段階的に行う場合、レーザ発振器10、及び前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200を除いた残りのミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220のうち、どの部材で光路歪みが発生するかを検出できる。これによって、診断部44は、レーザビームLBが、第1基準加工経路に沿って前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220に伝送されると判断されると、レーザビームLBが第2基準加工光路OPrp2に沿ってノズル側光学部材320に伝送されるかを判断できる。

40

【0140】

また、診断部44は、レーザビームLBが、第2基準加工光路OPrp2と不一致の加工光路OPpに沿ってノズル側光学部材320に伝送されると判断される場合、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のマウント側光学部材220で光路歪みが発生すると判断できる。すると、整列機230を用いて、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200のミラープレート212及びこれに設置されたマウント側光学部材220を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって、光路歪みを補正することができる。

【0141】

50

図 1 5 は、エネルギー損失なしにノズル側光学部材に伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図であり、図 1 6 は、エネルギーが損失した状態でノズル側光学部材に伝送されたレーザビームのエネルギー分布の態様を示す図である。

【0142】

前述したノズル側センシング部材 3 5 0 は、ノズル側センシング部材 3 5 0 のセンシング面 3 5 0 a に照射された指示光 L B m 2 の第 2 ビームスポット B S m 2 の位置及び指示光 L B m 2 のエネルギーが共にセンシング可能に設けられてもよい。このため、ノズル側センシング部材 3 5 0 は、ノズル側センシング部材 3 5 0 のセンシング面 3 5 0 a に照射された指示光 L B m 2 の熱を感知して第 2 ビームスポット B S m 2 の位置及び指示光 L B m 2 のエネルギーをセンシングする赤外線センサ、ノズル側センシング部材 3 5 0 のセンシング面 3 5 0 a に照射された指示光 L B m 2 の熱画像を撮影する熱画像カメラ、及び、その他の指示光 L B m 2 の第 2 ビームスポット B S m 2 の位置及び指示光 L B m 2 のエネルギーに関する情報を共に提供可能なセンサのうち少なくとも 1 つを備えることができる。

10

【0143】

図 1 5 に示すように、エネルギーの損失なしに加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されたレーザビーム L B は、同心円をなすエネルギー分布態様を有する。これに対して、図 1 6 に示すように、異常現象により、エネルギーが損失した状態で加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されたレーザビーム L B は、偏心円や楕円をなすエネルギー分布態様を有する。異常現象は、レーザ発振器 1 0 の整列状態の不良、マウント側光学部材 2 2 0 の整列状態の不良、その他の加工光路 O P p に沿って進行するレーザビーム L B のエネルギー損失を発生させ得る現象をいう。

20

【0144】

このようなエネルギー分布態様を用いて、診断部 4 4 は、ノズル側センシング部材 3 5 0 によってセンシングされた指示光 L B m 2 のエネルギーを用いて、ノズル側センシング光路 O P s 2 に沿って進行する指示光 L B m 2 のエネルギー分布態様を導出した後、加工光路 O P p に沿って進行するレーザビーム L B のエネルギー分布態様を、ノズル側センシング光路 O P s 2 に沿って進行する指示光 L B m 2 のエネルギー分布態様に基づいて導出することができる。

【0145】

また、診断部 4 4 は、レーザビーム L B がエネルギー損失なしに加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されるかを、加工光路 O P p に沿って進行するレーザビーム L B のエネルギー分布態様に基づいて判断できる。特に、診断部 4 4 は、レーザビーム L B がエネルギー損失なしに加工光路 O P p に沿って前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側光学部材 2 2 0 に伝送されると判断されると、レーザビーム L B がエネルギー損失なしに加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されるかを判断できる。

30

【0146】

また、診断部 4 4 は、レーザビーム L B がエネルギー損失なしに加工光路 O P r p 2 に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されると判断される場合、加工光 L B p が、エネルギーが損失していない正常状態で加工対象物 P に照射されると判断できる。これに対して、診断部 4 4 は、レーザビーム L B m がエネルギーが損失した状態で加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されると判断される場合、加工光 L B p が、エネルギーが損失した非正常状態で加工対象物 P に照射されると判断できる。

40

【0147】

また、診断部 4 4 は、レーザビーム L B が、エネルギーが損失した状態で加工光路 O P p に沿ってノズル側光学部材 3 2 0 に伝送されると判断される場合、レーザビーム L B をノズル側光学部材 3 2 0 に直接伝送する前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のマウント側光学部材 2 2 0 でレーザビーム L B のエネルギー損失が発生すると判断できる。すると、整列機 2 3 0 を用いて、前記最後の順位に位置するミラーマウン

50

トアセンブリ 200 のミラープレート 212 及びこれに設置されたマウント側光学部材 220 を正常状態に整列する作業、その他の補正作業によって、レーザビーム L B のエネルギー損失を解消することができる。

【0148】

前記のように、レーザ装置 1 によれば、ミラーマウントアセンブリ 200 及びレーザノズルアセンブリ 30 のそれぞれに対するレーザビーム L B の光路診断の結果に基づき、加工光路 O P p の全区間において光路歪みが発生する地点、及び光路歪みがどの部材で発生するかなどを容易に検出することができる。

【0149】

また、レーザ装置 1 によれば、ミラーマウントアセンブリ 200 及びレーザノズルアセンブリ 30 のそれぞれに対するレーザビーム L B のエネルギー診断の結果に基づき、加工光路 O P p の全区間においてレーザビーム L B のエネルギー損失が発生する地点、及びレーザビーム L B のエネルギー損失がどの部材で発生するかなどを容易に探知することができる。

【0150】

図 17 は、光路が単位整列機によって切り替えられる態様を示す図であり、図 18 は、光路が単位整列機によって切り替えられる他の態様を示す図である。

【0151】

また、図 19 は、光路が複数の整列機の組み合わせによって切り替えられる態様を示す図であり、図 20 は、レーザビームが照射される加工対象物上の実際の位置が整列機によって調節される態様を示す図である。

【0152】

加工光路 O P p、マウント側センシング光路 O P s 1、ノズル側センシング光路 O P s 2 などを含むレーザビーム L B の光路は、ミラーマウントアセンブリ 200 にそれぞれ備えられた整列機 230 の調節ダイヤル 232 を回転駆動して、ミラープレート 212 及びミラープレート 212 に装着されたマウント側光学部材 220 を移動させることによって切り替えることができる。

【0153】

ところで、調節ダイヤル 232 の設置方向は、ミラーマウントアセンブリ 200 のうち当該調節ダイヤル 232 が装着されたミラーマウントアセンブリ 200 の設置方向に応じて決定される。これにより、図 17 及び図 18 に示すように、調節ダイヤル 232 によって光路が切り替えられる方向は、調節ダイヤル 232 別に互いに異なってもよい。

【0154】

また、製造工程上の公差により、調節ダイヤル 232 の外周面に形成されたねじ山のピッチ間隔及び形状が不均一な場合がある。また、レーザ装置 1 を長時間使用する場合、調節ダイヤル 232 とミラープレート 212 との接触部位、調節ダイヤル 232 とベースブロック 211 との接触部位などに異物が流入したり、摩耗が発生したりすることがある。

【0155】

このような公差、異物、摩耗などによると、調節ダイヤル 232 の回転駆動時に、調節ダイヤル 232 の回転角度とミラープレート 212 の移動距離との実際の関係と、予め定められた基準関係とが不一致となる特異点が発生することがある。基準関係は、公差、異物及び摩耗のない調節ダイヤル 232 を対象として測定した調節ダイヤル 232 の回転角度とミラープレート 212 の移動距離との関係をいう。また、公差の大きさ、異物の流入量、異物の流入位置、摩耗量などは、調節ダイヤル 232 別に異なってもよい。これにより、図 17 及び図 18 に示すように、特異点の発生態様は、調節ダイヤル 232 別に異なってもよい。

【0156】

このように調節ダイヤル 232 別に、光路の切替方向、特異点の発生態様などが異なるので、調節ダイヤル 232 の回転方向及び回転角度と、調節ダイヤル 232 による光路の切替値との相互関係を示す光路切替関数は、調節ダイヤル 232 別に異なって定められる

10

20

30

40

50

ことが好ましい。例えば、ある一部の調節ダイヤル 2 3 2 に対する光路切替関数は一次関数であってもよく、他の一部の調節ダイヤル 2 3 2 に対する光路切替関数は多次関数であってもよい。

【0157】

制御器は、このように調節ダイヤル 2 3 2 別に個別に定められた光路切替関数が格納される格納部 4 6 をさらに備えることができる。

【0158】

ところで、異物の流入量、異物の流入位置、摩耗の発生位置、摩耗量などは、レーザ装置 1 の使用期間に応じて不規則に変化し得る。したがって、機械学習技法を用いて、調節ダイヤル 2 3 2 別に光路切替関数を周期的に更新することが好ましい。

10

【0159】

このため、補正部 4 2 は、予め定められた学習条件が満たされると、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 にそれぞれ備えられたアクチュエータ 2 3 4 を予め定められた学習モードに応じて個別に駆動すると共に、指示光 L B m を発振するようにレーザ発振器 1 0 を駆動することができる。

【0160】

学習条件は、特に限定されない。例えば、学習条件は、光路切替関数を更新した後、予め定められた基準時間が経過したか否か、及び加工対象物 P のレーザ加工が停止した状態であるか否かのうち少なくとも 1 つを含むことができる。すると、補正部 4 2 は、光路切替関数を最後に更新した後、基準時間が経過した場合、加工対象物 P のレーザ加工が停止した場合など、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられたアクチュエータ 2 3 4 を学習モードに応じて駆動することができる。

20

【0161】

学習モードは、特に限定されない。例えば、学習モードは、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられた調節ダイヤル 2 3 2 が、予め定められた基準方向に基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように定められてもよい。すると、補正部 4 2 は、学習条件が満たされた場合に、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられた調節ダイヤル 2 3 2 が基準方向に基準角度分ずつ段階的に回転駆動されるように、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられたアクチュエータ 2 3 4 を駆動することができる。特に、補正部 4 2 は、調節ダイヤル 2 3 2 が基準角度だけ回転された後、所定の待機時間の間停止するように、アクチュエータ 2 3 4 を断続的に駆動すると共に、調節ダイヤル 2 3 2 が待機中のときに指示光 L B m を発振するように、レーザ発振器 1 0 を断続的に駆動することができる。

30

【0162】

また、補正部 4 2 は、学習条件が満たされた場合に、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられたアクチュエータ 2 3 4 を、基準伝送順序 S に従って段階的に駆動することができる。すなわち、補正部 4 2 は、基準伝送順序 S の先順位から後順位側に進行しながら、アクチュエータ 2 3 4 を段階的に 1 つずつのみ学習モードに応じて選択的に駆動するものである。

【0163】

格納部 4 6 は、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられたアクチュエータ 2 3 4 が学習モードで個別に駆動されると、調節ダイヤル 2 3 2 別に回転方向及び回転角度と光路の切替値との相互関係を個別に分析して、調節ダイヤル 2 3 2 別に光路切替関数を個別に更新することができる。

40

【0164】

一方、補正部 4 2 は、レーザビーム L B が照射される加工対象物 P 上の実際の位置と加工対象物 P の基準位置とが、光路の歪みによって互いに不一致であると診断部 4 4 で診断される場合に、ミラーマウントアセンブリ 2 0 0 のそれぞれに備えられたアクチュエータ 2 3 4 を駆動して、レーザビーム L B が加工対象物 P の基準位置に照射されるように光路の歪みを補正することができる。

50

【0165】

前述したように、診断部44は、加工光路OPpと第1基準加工光路OPrp1との光路差D2、加工光路OPpと第2基準加工光路OPrp2との光路差D4を算出した後、光路差D2、D4に基づき、どの部材で光路の歪みが発生するか、及びレーザビームLBが加工対象物Pの基準位置に照射されるかなどを診断する。このとき、光路の歪みによって光路差D2、D4がそれぞれ発生するので、光路差D2、D4は、それぞれ光路の歪みの大きさ及び方向を示す光路歪みのベクトル値に該当し得る。すなわち、光路差D2は、レーザビームLBがマウント側光学部材220まで伝送される過程で発生した光路歪みのベクトル値に該当することができ、光路差D4は、レーザビームLBがノズル側光学部材320まで伝送される過程で発生した光路歪みのベクトル値に該当することができる。

10

【0166】

このような光路差D2、D4の性格を考慮して、補正部42は、光路が光路差D2、D4に対応する切替値だけ切り替えられるように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動して、光路の歪みを補正することができる。すなわち、補正部42は、調節ダイヤル232を用いて光路を切り替えて光路差D2、D4を除去できるように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。

【0167】

補正部42は、光路差D2、D4及び格納部46に格納された光路切替関数を総合的に考慮して、ミラーマウントアセンブリ200のうちどのミラーマウントアセンブリ200に備えられたアクチュエータ234を駆動するか、及びアクチュエータ234をどのような方式で駆動するかなどを決定することができる。

20

【0168】

例えば、補正部42は、レーザ発振器10から加工対象物Pに至るまで、加工光路OPpの全区間にわたって光路歪みが補正されるように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。すなわち、補正部42は、診断部44から整列異常により光路歪みを発生させると検出された全てのマウント側光学部材220が正常状態に整列されるように、マウント側光学部材220で光路歪みが発生する全てのミラーマウントアセンブリ200に備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。

30

【0169】

より具体的には、補正部42は、格納部46に格納された光路切替関数を考慮して、光路歪みを発生させるそれぞれのミラーマウントアセンブリ200に備えられた調節ダイヤル232が、光路差D2、D4に対応する回転方向及び回転角度だけ回転駆動されるように、光路歪みを発生させるそれぞれのミラーマウントアセンブリ200に備えられたアクチュエータ234を駆動することができる。すると、図17乃至図20に示すように、光路歪みを発生させる全てのミラーマウントアセンブリ200において光路歪みが共に補正されることによって、レーザビームLBが加工対象物Pの基準位置に照射され得る。図20において、'BSp'は、光路歪みにより基準位置から光路差D4だけ離隔した加工対象物Pの特定の位置に照射された加工光LBpのビームスポットを示し、BSr3は、加工対象物Pの基準位置に照射された加工光LBpのビームスポットを示す。

40

【0170】

例えば、補正部42は、加工光路OPpの全区間において前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200と加工対象物Pとの間の区間でのみ光路歪みが選択的に補正されるように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。これは、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200と加工対象物Pとの間の区間でのみレーザビームLBが第2基準加工光路OPrp2に沿って進行するように光路歪みが補正されれば、加工光路OPpの残りの区間に光路歪みが残存しても、レーザビームLBは加工対象物Pの基準位置に照射され得ることを考慮したものである。

50

【0171】

より具体的に、補正部42は、光路差D2、D4及び光路切替関数を考慮して、前記最後の順位に位置するミラーマウントアセンブリ200と加工対象物Pとの間の区間で光路差D4が選択的に除去されるように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。例えば、図19に示すように、補正部42は、調節ダイヤル232のそれぞれによるノズル側センシング光路OPs2の切替値を合算した総光路切替値が光路差D3に対応するように、ミラーマウントアセンブリ200のうち少なくとも1つに備えられたアクチュエータ234を選択的に駆動することができる。このとき、補正部42は、最小個数のアクチュエータ234のみが制限的に駆動されるように、駆動対象であるアクチュエータ234を選択することが好ましいが、これに限定されるものではない。

10

【0172】

前記のように、レーザ装置1によれば、光路歪みを整列機230を用いて自動的に補正できるので、加工対象物Pの加工品質を向上させることができる。

【0173】

図21は、本発明の好ましい実施例に係るレーザ装置を診断及び補正する方法を説明するためのフローチャートである。

【0174】

図21を参照すると、レーザ装置1を診断及び補正する方法は、レーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失の発生の有無を診断するステップ(S10)、及びステップS10でレーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失が検出されると、レーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失をそれぞれ補正するステップ(S20)などを含むことができる。

20

【0175】

ステップS10において、診断部44は、指示光LBmを加工光路OPpに沿って発振するようにレーザ発振器10を制御する。すると、レーザ発振器10から発振された指示光LBmは、基準伝送順序Sに従ってマウント側ビームスプリッタ222とノズル側ビームスプリッタ322によってマウント側センシング光路OPs1とノズル側センシング光路OPs2に分配され、マウント側センシング部材260とノズル側センシング部材350に伝送される。マウント側センシング部材260はそれぞれ、マウント側センシング光路OPs1の態様及びマウント側センシング光路OPs1に案内された指示光LBm1のエネルギーに対応するマウント側光路信号を出力する。また、ノズル側センシング部材350は、ノズル側センシング光路OPs2の態様及びノズル側センシング光路OPs2に案内された指示光LBm2のエネルギーに対応するノズル側光路信号を出力する。

30

【0176】

診断部44は、マウント側光路信号及びノズル側光路信号に基づいて、加工光路OPpの全区間においてどの地点で光路歪み及びレーザビームLBのエネルギー損失が発生するか、及びどの部材により光路歪み及びレーザビームLBのエネルギー損失がそれぞれ発生するかなどを診断する。このとき、診断部44は、基準伝送順序Sに従って、ミラーマウントアセンブリ200及びレーザノズルアセンブリ30のそれぞれに対して、レーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失を順次診断することができる。

40

【0177】

また、診断部44は、ミラーマウントアセンブリ200及びレーザノズルアセンブリ30を対象として、基準伝送順序Sに従ってレーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失の診断作業を順次行っている途中に、レーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失が検出されると、診断作業を中止する。これと共に、診断部44は、ディスプレイ装置、その他の表示装置を用いて、加工光路OPpの全区間においてレーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失が発生する地点、及びレーザビームLBの光路歪み及びエネルギー損失の発生原因となる部材などを表示する。

【0178】

50

また、診断部 44 は、ミラーマウントアセンブリ 200 とレーザノズルアセンブリ 30 の全てを対象として、基準伝送順序 S に従ってレーザビーム LB の光路歪み及びエネルギー損失の診断作業を行った結果、加工光路 OPp の全区間においてレーザビーム LB の光路歪み及びエネルギー損失が検出されない場合、表示装置を用いてレーザ装置 1 が正常状態であることを表示する。

【0179】

ステップ S20 において、補正部 42 は、ステップ S10 で行ったレーザビーム LB の光路歪み及びエネルギー損失の診断結果に基づいて、レーザビーム LB の光路歪み及びエネルギー損失の発生原因となる部材を正常状態に整列する作業、その他の補正作業を行う。例えば、補正部 42 は、整列機 230 を駆動して、ミラーマウントアセンブリ 200 のミラーマウント 210 及びこれに設置されたマウント側光学部材 220 を正常状態に整列する作業、その他の補正作業を行うことができる。

10

【0180】

また、診断部 44 は、ステップ S20 で行った補正作業によってレーザビーム LB の光路歪み及びエネルギー損失が正常に補正されたかを点検すると共に、ミラーマウントアセンブリ 200 及びレーザノズルアセンブリ 30 のうち、ステップ S10 で診断作業を行っていない残りの部材に対しても診断作業を行うことができるように、ステップ S10 を再開することができる。

【0181】

以上の説明は、本発明の技術思想を例示的に説明したものに過ぎず、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者であれば、本発明の本質的な特性から逸脱しない範囲で様々な修正及び変形が可能であろう。

20

【0182】

したがって、本発明に開示された実施例は、本発明の技術思想を限定するためのものではなく、説明するためのものであり、このような実施例によって本発明の技術思想の範囲が限定されるものではない。本発明の保護範囲は、下記の特許請求の範囲によって解釈されなければならない。それと同等の範囲内にあるすべての技術思想は、本発明の権利範囲に含まれるものと解釈されなければならない。

【符号の説明】

【0183】

30

- 1 レーザ装置
- 10 レーザ発振器
- 20 光学系
- 30 レーザノズルアセンブリ
- 200 ミラーマウントアセンブリ
- 210 ミラーマウント
- 211 ベースブロック
- 212 ミラープレート
- 213 固定ブロック
- 214 締結部材
- 215 センサブロック
- 220 マウント側光学部材
- 222 マウント側ビームスプリッタ
- 224 マウント側反射ミラー
- 230 整列機
- 232 調節ダイヤル
- 234 アクチュエータ
- 240 ノイズフィルター
- 250 集光レンズ
- 260 マウント側センシング部材

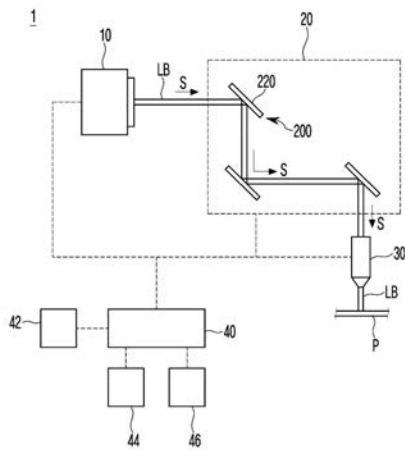
40

50

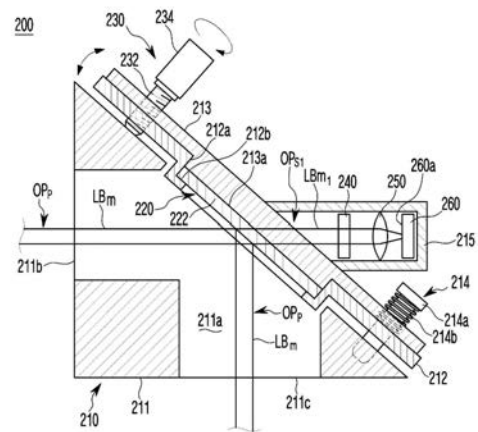
3 1 0 レーザノズル
 3 1 2 集光レンズ
 3 2 0 ノズル側光学部材
 3 2 2 ノズル側ビームスプリッタ
 3 3 0 ノイズフィルター
 3 4 0 集光レンズ
 3 5 0 ノズル側センシング部材
 L B レーザビーム
 P 加工対象物
 L B m, L B m 1, L B m 2 指示光
 L B p, L B p 1 加工光
 O P p 加工光路
 O P r p 1 第 1 基準加工光路
 O P r p 2 第 2 基準加工光路
 O P s 1 マウント側センシング光路
 O P r s 1 第 1 基準センシング光路
 O P s 2 ノズル側センシング光路
 O P r s 2 第 2 基準センシング光路

10

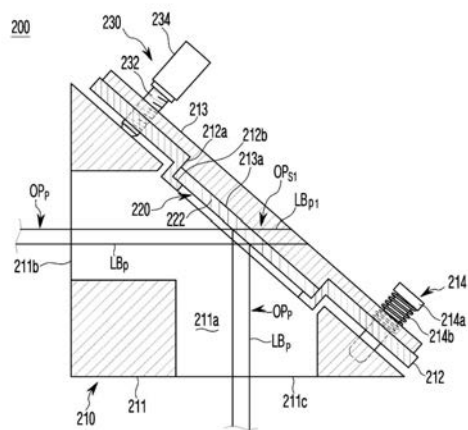
【図 1】



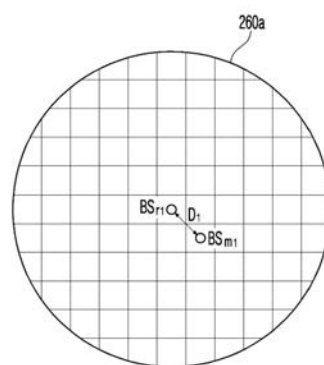
【図 2】



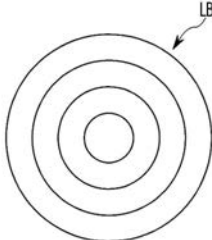
【図 5】



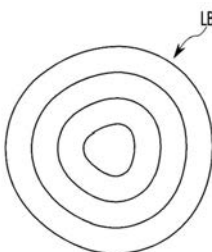
【图 6】



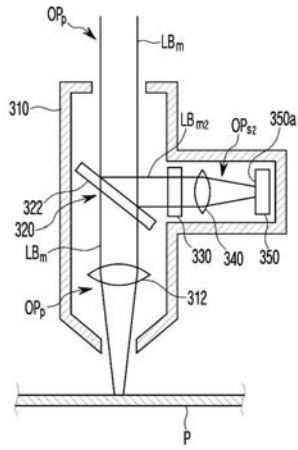
【图 9】



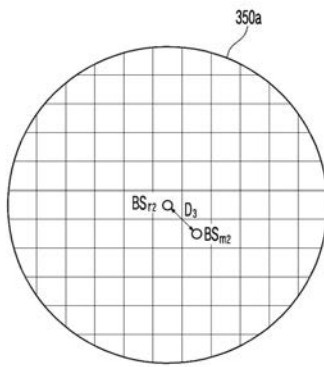
【图 8】



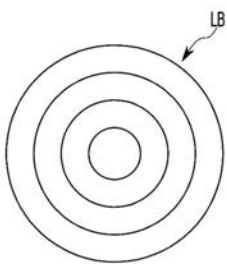
【図 1 1】



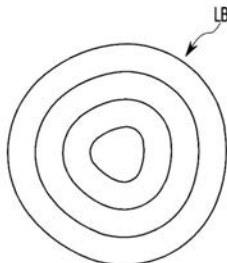
【図 1 2】



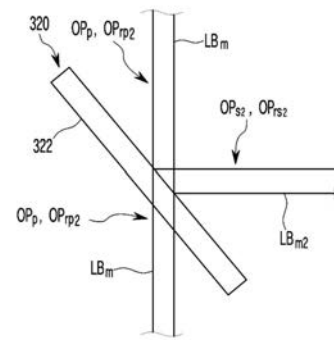
【図 1 5】



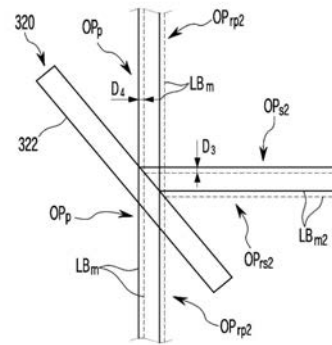
【図 1 6】



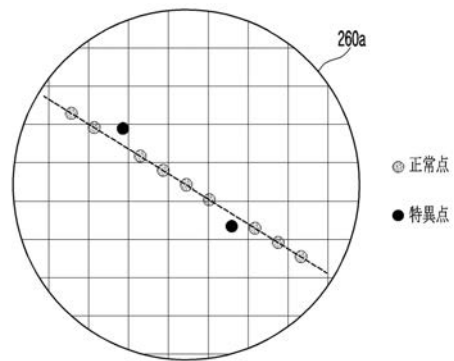
【図 1 3】



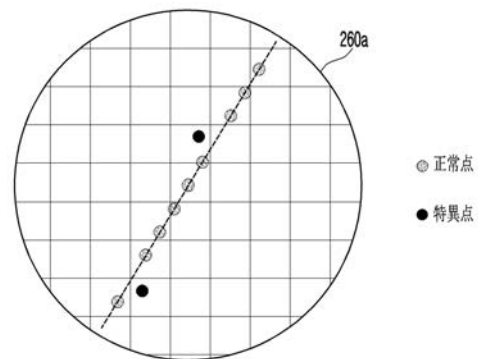
【図 1 4】



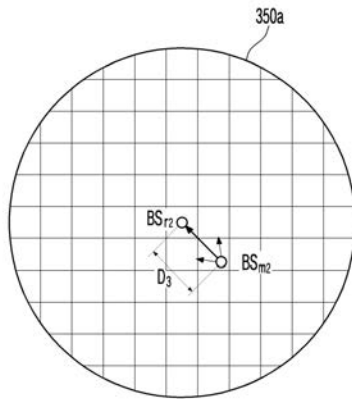
【図 1 7】



【図 1 8】



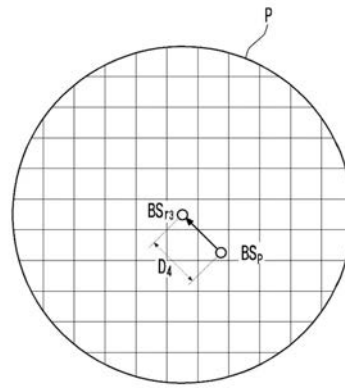
【図 19】



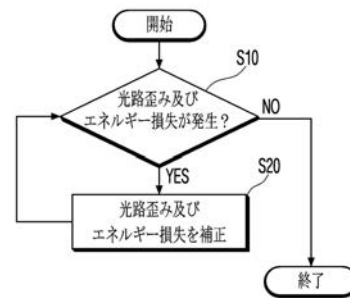
→ 個別の調節ダイヤルによる光路切替値

→ 総光路切替値

【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(71)出願人 519161654

ファス カンパニー リミテッド

大韓民国 テジョンクァンヨクシー ユソング テクノ２ーロ 187, 340ホ (ヨンサンー
ドン、ミゴンテクノワールド２チャ)

(74)代理人 110002262

T R Y国際特許業務法人

(72)発明者 ベ ソンホ

大韓民国 テジョンクァンヨクシー ユソング エクスポーロ 448, 211-701 (ジョ
ンミンードン エクスポ アパート)

Fターム(参考) 2H043 AA03 AA09 AA25 AB06 AB09 AB18 AB21 AB38

4E168 CA01 CB06 CB18 CB19 KA15 KB02

【外国語明細書】
2020003779000001.pdf