

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5907819号
(P5907819)

(45) 発行日 平成28年4月26日 (2016. 4. 26)

(24) 登録日 平成28年4月1日 (2016. 4. 1)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 26/10 (2006. 01)

G O 2 B 26/10 E

B 2 3 K 26/00 (2014. 01)

B 2 3 K 26/00 M

B 2 3 K 26/082 (2014. 01)

B 2 3 K 26/082

B 2 3 K 26/064 (2014. 01)

B 2 3 K 26/064 A

G O 2 B 13/00 (2006. 01)

G O 2 B 13/00

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-139293 (P2012-139293)
 (22) 出願日 平成24年6月21日 (2012. 6. 21)
 (65) 公開番号 特開2013-130856 (P2013-130856A)
 (43) 公開日 平成25年7月4日 (2013. 7. 4)
 審査請求日 平成26年10月3日 (2014. 10. 3)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-255676 (P2011-255676)
 (32) 優先日 平成23年11月24日 (2011. 11. 24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100127672
 弁理士 吉澤 憲治
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 孝生
 (72) 発明者 石塚 智彦
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズユニットおよびレーザ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

f レンズとして用いられるレンズユニットであって、

光学レンズと上記光学レンズを保持する鏡筒とを備え、上記光学レンズがレーザビーム入射部であり、上記光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に複数の温度検出器が設けられており、

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記複数の温度検出器の内の少なくとも1個が、上記光学レンズの直交する2本の直径における、一方の直径の両端部の各々および他方の直径の両端部の各々に、配置されており、

上記複数の温度検出器が、上記光学レンズの平均温度、または上記光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求める信号を測定するレンズユニット。

10

【請求項 2】

上記温度検出器が、上記レーザビーム入射部に配置された上記光学レンズに配置されていることを特徴とする請求項1に記載のレンズユニット。

【請求項 3】

f レンズとして用いられるレンズユニットであって、

光学レンズと上記光学レンズを保持する鏡筒とを備え、上記光学レンズがレーザビーム入射部であり、上記光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に複数の温度検出器が設けられており、

上記温度検出器が、上記光学レンズの外気と接触する面以外の面に配置されており、

20

上記複数の温度検出器が、上記光学レンズの平均温度、または上記光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求める信号を測定するレンズユニット。

【請求項 4】

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記複数の温度検出器の内の少なくとも 1 個が、上記光学レンズの直径における両端部の各々に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載のレンズユニット。

【請求項 5】

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記複数の温度検出器の内の少なくとも 1 個が、上記光学レンズの直交する 2 本の直径における、一方の直径の両端部の各々および他方の直径の両端部の各々に、配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載のレンズユニット。

10

【請求項 6】

レーザ発振器と、上記レーザ発振器から出力されたレーザビームを偏向するガルバノミラーと、上記ガルバノミラーを駆動するガルバノスキャナーと、上記ガルバノミラーで偏向され入射されたレーザビームをワーク上に向かって集光照射する f レンズと、上記ワークを載置し水平面内で移動する X Y テーブルと、上記ガルバノスキャナーを駆動させるガルバノドライバーと、上記レーザ発振器と上記ガルバノドライバーと上記 X Y テーブルとを制御する制御装置と、上記 f レンズに設けられた複数の温度検出器と上記制御装置とを接続する信号線とを備えており、

上記 f レンズが、光学レンズと上記光学レンズを保持する鏡筒とを備え、上記光学レンズがレーザビーム入射部であり、上記光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に、上記複数の温度検出器が設けられたレンズユニットであり、

20

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記温度検出器が 4 箇であり、上記光学レンズの直交する 2 本の直径における、一方の直径の両端部に第 1 の温度検出器と第 2 の温度検出器とが配置され、他の直径の両端部に第 3 の温度検出器と第 4 の温度検出器とが配置されており、

上記制御装置が、上記 4 箇の温度検出器で測定され、入力される全ての温度信号から、上記光学レンズの平均温度を求め、上記第 1 の温度検出器と上記第 2 の温度検出器との温度信号から、上記光学レンズにおける上記ワークの X 方向と同方向の温度分布を求め、上記第 3 の温度検出器と上記第 4 の温度検出器との温度信号から、上記光学レンズにおける上記ワークの Y 方向と同方向の温度分布を求め、

30

得られた上記光学レンズの、上記平均温度のデータと上記ワークの X 方向と同方向の温度分布のデータと上記ワークの Y 方向と同方向の温度分布のデータとに基づき、上記制御装置でレーザビーム集光点位置が補正されるレーザ加工装置。

【請求項 7】

レーザ発振器と、上記レーザ発振器から出力されたレーザビームを偏向するガルバノミラーと、上記ガルバノミラーを駆動するガルバノスキャナーと、上記ガルバノミラーで偏向され入射されたレーザビームをワーク上に向かって集光照射する f レンズと、上記ワークを載置し水平面内で移動する X Y テーブルと、上記ガルバノスキャナーを駆動させるガルバノドライバーと、上記レーザ発振器と上記ガルバノドライバーと上記 X Y テーブルとを制御する制御装置と、上記 f レンズに設けられた複数の温度検出器と上記制御装置とを接続する信号線とを備えており、

40

上記 f レンズが、光学レンズと上記光学レンズを保持する鏡筒とを備え、上記光学レンズがレーザビーム入射部であり、上記光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に、上記複数の温度検出器が設けられたレンズユニットであり、

上記制御装置が、上記複数の温度検出器で測定され、入力される全ての温度信号から、上記光学レンズの平均温度、または上記光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求め、得られた、上記平均温度のデータ、または上記平均温度のデータおよび上記温度分

50

布のデータに基づき、上記制御装置により、上記ガルバノドライバーを介して上記ガルバノスキャナーが制御され、レーザビーム集光点位置が補正されるレーザ加工装置。

【請求項 8】

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記複数の温度検出器の内の少なくとも 1 個が、上記光学レンズの直径における両端部の各々に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 9】

レーザ発振器と、上記レーザ発振器から出力されたレーザビームを偏向するガルバノミラーと、上記ガルバノミラーを駆動するガルバノスキャナーと、上記ガルバノミラーで偏向され入射されたレーザビームをワーク上に向かって集光照射する f レンズと、上記ワークを載置し水平面内で移動する X Y テーブルと、上記ガルバノスキャナーを駆動させるガルバノドライバーと、上記レーザ発振器と上記ガルバノドライバーと上記 X Y テーブルとを制御する制御装置と、上記 f レンズに設けられた複数の温度検出器と上記制御装置とを接続する信号線とを備えており、

上記 f レンズが、光学レンズと上記光学レンズを保持する鏡筒とを備え、上記光学レンズがレーザビーム入射部であり、上記光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に、上記複数の温度検出器が設けられたレンズユニットであり、

上記レーザビーム非照射部分に設けられた上記複数の温度検出器の内の少なくとも 1 個が、上記光学レンズの直交する 2 本の直径における、一方の直径の両端部の各々および他方の直径の両端部の各々に、配置されており、

上記制御装置が、上記複数の温度検出器で測定され、入力される全ての温度信号から、上記光学レンズの平均温度、または上記光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求め、得られた、上記平均温度のデータ、または上記平均温度のデータおよび上記温度分布のデータ、に基づき、上記制御装置でレーザビーム集光点位置が補正されるレーザ加工装置。

【請求項 10】

上記制御装置により、上記ガルバノドライバーを介して上記ガルバノスキャナーが制御され、上記レーザビーム集光点位置が補正されることを特徴とする請求項 6 または請求項 9 に記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザビームを被加工対象物に垂直に集光照射するレンズユニットとこのレンズユニットが用いられたレーザ加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ガルバノスキャナーを利用したレーザ加工装置は、古くはレーザ彫刻機やレーザ刻印機などに用いられ、一般にはレーザマーカとも呼ばれ、良く知られている。

最近では、このレーザ加工装置は、従来のドリルなどの工法に替わる微細且つ高速でフレキシブルな加工方法として、多層プリント基板や精密電子部品などの穴あけ製造工程に用いられている。

【0003】

近年、半導体の小型化や集積度の向上にともない、電子回路や電子部品の高精細化が、顕著になっている。このような高精細化された電子回路や電子部品の加工に用いられるレーザ加工装置には、従来のレーザマーカなどでは達成できない μm 単位の加工位置精度が要求される。

【0004】

このような超高精度な加工精度の要求に対応したレーザ加工装置として、ガルバノミラーの温度検出手段、レンズ温度検出手段、および、これらの温度検出手段からの温度信号

10

20

30

40

50

に基づき動作する、ガルバノミラーの偏向変位動作位置の制御手段を備え、設置環境周囲における温度変化、高エネルギーのレーザービームの吸収にともなう光学部品の発熱による温度変化、あるいは、レーザー加工装置を構成するユニットや部品レベルでの温度変化など、レーザー加工装置の温度変化による加工位置のズレを補正するものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4320524 号公報（第 4 - 5 頁、第 1 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載の従来のレーザー加工装置では、レンズユニットである f レンズの温度をレンズユニットの横面に取り付けられた温度検出器で検出している。

一般に f レンズは、光学レンズと光学レンズを保持する鏡筒とを備えているので、従来のレーザー加工装置において、f レンズの横面に温度検出器が設けられているとは、鏡筒の側面部分に温度検出器が設けられていることである。

【0007】

従来のレーザー加工装置は、レンズユニットである f レンズの鏡筒側面に設けられた温度検出器で温度を測定するので、光学レンズが、高エネルギーのレーザービームを瞬間的に吸収（例えば、msec オーダ）し、瞬間的に温度上昇が発生した場合には、温度測定点がレーザービーム照射領域から遠く、それと、鏡筒の熱容量が大きいために、温度変化を精度よく測定できず、加工位置のズレを補正することができないとの問題があった。

【0008】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、その目的は、光学レンズが、高エネルギーのレーザービームを瞬間的に吸収し、瞬間的に温度上昇が発生した場合でも、光学レンズの温度変化を温度検出器で精度よく測定できるレンズユニットと、このレンズユニットが f レンズとして用いられ、f レンズを形成する光学レンズが高エネルギーのレーザービームを瞬間的に吸収することにより発生する加工位置のズレを、精度よく補正できるレーザー加工装置を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係わるレンズユニットは、f レンズとして用いられるレンズユニットであって、光学レンズと光学レンズを保持する鏡筒とを備え、光学レンズがレーザービーム入射部であり、光学レンズにおける、レーザービーム照射領域と外周部との間にあるレーザービーム非照射部分に複数の温度検出器が設けられており、レーザービーム非照射部分に設けられた複数の温度検出器の内の少なくとも 1 個が、光学レンズの直交する 2 本の直径における、一方の直径の両端部の各々および他方の直径の両端部の各々に、配置されており、複数の温度検出器が、光学レンズの平均温度、または光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求める信号を測定するものである。

【0010】

本発明に係わるレーザー加工装置は、レーザー発振器と、レーザー発振器から出力されたレーザービームを偏向するガルバノミラーと、ガルバノミラーを駆動するガルバノスキャナーと、ガルバノミラーで偏向され入射されたレーザービームをワーク上に向かって集光照射する f レンズと、ワークを載置し水平面内で移動する X Y テーブルと、ガルバノスキャナーを駆動させるガルバノドライバーと、レーザー発振器とガルバノドライバーと X Y テーブルとを制御する制御装置と、f レンズに設けられた複数の温度検出器と制御装置とを接続する信号線とを備えており、f レンズが、光学レンズと光学レンズを保持する鏡筒とを備え、光学レンズがレーザービーム入射部であり、光学レンズにおける、レーザービーム照射領域と外周部との間にあるレーザービーム非照射部分に、複数の温度検出器が設けられたレ

10

20

30

40

50

ンズユニットであり、レーザビーム非照射部分に設けられた温度検出器が4箇であり、光学レンズの直交する2本の直径における、一方の直径の両端部に第1の温度検出器と第2の温度検出器とが配置され、他の直径の両端部に第3の温度検出器と第4の温度検出器とが配置されており、制御装置が、4箇の温度検出器で測定され、入力される全ての温度信号から、光学レンズの平均温度を求め、第1の温度検出器と第2の温度検出器との温度信号から、光学レンズにおけるワークのX方向と同方向の温度分布を求め、第3の温度検出器と第4の温度検出器との温度信号から、光学レンズにおけるワークのY方向と同方向の温度分布を求め、得られた光学レンズの、平均温度のデータとワークのX方向と同方向の温度分布のデータとワークのY方向と同方向の温度分布のデータとに基づき、制御装置でレーザビーム集光点位置が補正されるものである。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明に係わるレンズユニットは、 f レンズとして用いられるレンズユニットであって、光学レンズと光学レンズを保持する鏡筒とを備え、光学レンズがレーザビーム入射部であり、光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に複数の温度検出器が設けられており、レーザビーム非照射部分に設けられた複数の温度検出器の内の少なくとも1個が、光学レンズの直交する2本の直径における、一方の直径の両端部の各々および他方の直径の両端部の各々に、配置されており、複数の温度検出器が、光学レンズの平均温度、または光学レンズの平均温度および面内の温度分布、を求める信号を測定するものであり、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収による光学レンズの温度上昇を、精度良く測定することができる。

20

【0012】

本発明に係わるレーザ加工装置は、レーザ発振器と、レーザ発振器から出力されたレーザビームを偏向するガルバノミラーと、ガルバノミラーを駆動するガルバノスキャナーと、ガルバノミラーで偏向され入射されたレーザビームをワーク上に向かって集光照射する f レンズと、ワークを載置し水平面内で移動するXYテーブルと、ガルバノスキャナーを駆動させるガルバノドライバーと、レーザ発振器とガルバノドライバーとXYテーブルとを制御する制御装置と、 f レンズに設けられた複数の温度検出器と制御装置とを接続する信号線とを備えており、 f レンズが、光学レンズと光学レンズを保持する鏡筒とを備え、光学レンズがレーザビーム入射部であり、光学レンズにおける、レーザビーム照射領域と外周部との間にあるレーザビーム非照射部分に、複数の温度検出器が設けられたレンズユニットであり、レーザビーム非照射部分に設けられた温度検出器が4箇であり、光学レンズの直交する2本の直径における、一方の直径の両端部に第1の温度検出器と第2の温度検出器とが配置され、他の直径の両端部に第3の温度検出器と第4の温度検出器とが配置されており、制御装置が、4箇の温度検出器で測定され、入力される全ての温度信号から、光学レンズの平均温度を求め、第1の温度検出器と第2の温度検出器との温度信号から、光学レンズにおけるワークのX方向と同方向の温度分布を求め、第3の温度検出器と第4の温度検出器との温度信号から、光学レンズにおけるワークのY方向と同方向の温度分布を求め、得られた光学レンズの、平均温度のデータとワークのX方向と同方向の温度分布のデータとワークのY方向と同方向の温度分布のデータとに基づき、制御装置でレーザビーム集光点位置が補正されるものであり、高エネルギーのレーザ出力での加工でもレーザビーム集光点の位置ズレを補正でき、高精度なレーザ加工が可能である。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態1に係わるレーザ加工装置の全体構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係わるレーザ加工装置の f レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図(a)と、レーザビームが入射される側の上面模式図(b)とである。

【図3】本発明の実施の形態2に係わるレーザ加工装置の f レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図(a)と、レーザビームが入射される側の上面模式図(b)と

50

である。

【図４】本発明の実施の形態３に係わるレーザ加工装置のｆ レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図（ａ）と、この側面断面模式図におけるＡ－Ａ断面の模式図（ｂ）とである。

【図５】本発明の実施の形態４に係わるレーザ加工装置のｆ レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図（ａ）と、この側面断面模式図におけるＡ－Ａ断面の模式図（ｂ）とである。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１に係わるレーザ加工装置の全体構成図である。

図１に示すように、本実施の形態のレーザ加工装置１００は、レーザ発振器１と、レーザ発振器１から水平方向に出力されたレーザビーム２を水平面内で偏向させる第１のガルバノミラー３ａと、第１のガルバノミラー３ａで偏向されたレーザビーム２を、更に垂直面内で偏向する第２のガルバノミラー３ｂと、第１のガルバノミラー３ａを駆動する第１のガルバノスキャナー４ａと、第２のガルバノミラー３ｂを駆動する第２のガルバノスキャナー４ｂと、第２のガルバノミラー３ｂで偏向されたレーザビーム２が入射され、且つこの入射されたレーザビーム２を被加工対象物（ワークと記す）６上に向かってほぼ垂直に集光照射するｆ レンズ５と、ワーク６を載置し水平面内で移動動作するＸＹテーブル７と、第１，第２のガルバノスキャナー４ａ，４ｂを駆動させるガルバノドライバー８と、レーザ発振器１とガルバノドライバー８とＸＹテーブル７とを制御する制御装置９とを備えている。

【００１５】

図１において、矢印ＸはＸＹテーブル７の水平面内における一方の移動方向を示しており、矢印ＹはＸＹテーブル７の水平面内におけるＸ方向に対して垂直な方向である他方の移動方向を示している。そして、Ｘ，Ｙの各方向はワーク６の加工方向でもある。

また、本実施の形態のレーザ加工装置１００では、ｆ レンズ５には温度検出器（図示せず）が設けられており、温度検出器と制御装置９とは信号線１０で接続されている。そして、温度検出器から入力される温度信号に基づき制御装置９が、ガルバノドライバー８を制御することにより第１，第２のガルバノスキャナー４ａ，４ｂを制御する。

【００１６】

図２は、本発明の実施の形態１に係わるレーザ加工装置のｆ レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図（ａ）と、レーザビームが入射される側の上面模式図（ｂ）とである。

図２（ａ）に示すように、本実施の形態のｆ レンズに用いられるレンズユニット２０は、所定の間隔をあけて２段に配置された第１の光学レンズ１１ａと第２の光学レンズ１１ｂと、第２の光学レンズ１１ｂに対して所定の間隔をあけて配置され且つ光学レンズを保護するレーザ光透明な保護ウィンドウ１２と、第１，第２の光学レンズ１１ａ，１１ｂと保護ウィンドウ１２とを保持する鏡筒１３と、第１の光学レンズ１１ａのレーザビームが入射される側の表面に設けられた２個の温度検出器１４とを備えている。

【００１７】

そして、図２（ｂ）に示すように、温度検出器１４は、第１の光学レンズ１１ａの直径の両端部の各々に、設置されている。

この後、第１の光学レンズ１１ａと第２の光学レンズ１１ｂと保護ウィンドウ１２との全体を総称して、光学系部品群と記す。

【００１８】

また、本実施の形態のレンズユニット２０では、図２（ａ）における上方側の、レーザビームが入射される側から、図２（ａ）における下方側の、レーザビームが出射される側に向かって、第１の光学レンズ１１ａ、第２の光学レンズ１１ｂ、保護ウィンドウ１２の順に配置されている。

すなわち、レーザビーム入射部に第1の光学レンズ11aが配置され、レーザビーム出射部に保護ウィンドウ12が配置されている。

【0019】

通常、レーザ加工装置において、2個のガルバノミラーを偏向させてワークを加工する範囲は正方形であるので、f レンズの光学レンズの面における、レーザビームが照射される領域は、正方形または長方形である。

そこで、本実施の形態のレンズユニット20をf レンズとして用いた場合、図2(b)に示すように、2個の温度検出器14は、第1の光学レンズ11aの、正方形または長方形であるレーザビーム照射領域15と円形の外周部との間にある、レーザビーム非照射部分16に設けられる。

10

【0020】

具体的には、第1の光学レンズ11aにおける、レーザビーム照射領域15の一方の対向する2辺と直交する直径の両端部にあるレーザビーム非照射部分16の各々に、1個の温度検出器14が配設される。あるいは、第1の光学レンズ11aにおける、レーザビーム照射領域15の他方の対向する2辺と直交する直径の両端部にあるレーザビーム非照射部分16の各々に、1個の温度検出器14が配設される。

また、レーザビーム照射領域15の一方の対向する2辺と直交する方向が、第2のガルバノミラー3bを偏向させる方向と一致しており、レーザビーム照射領域15の他方の対向する2辺と直交する方向が、第1のガルバノミラー3aを偏向させる方向と一致している。

20

【0021】

本実施の形態のレンズユニット20における、第1, 第2の光学レンズ11a, 11bは、片面非球面で片面平面のレンズであるが、両面非球面形状のレンズや、両面球面のレンズであっても良く、また、凸面レンズもしくは凹面レンズのどちらであっても良い。

また、本実施の形態のレンズユニット20では、2枚の光学レンズが用いられているが、1枚の光学レンズであっても良く、3枚以上の光学レンズを用い、所定の間隔をあけて多段に配置されていても良い。

また、保護ウィンドウ12の両面は平面である。鏡筒13は、1個の部材で形成されているが、複数個の部材を組み合わせ形成しても良い。

【0022】

30

本実施の形態のレンズユニット20は、レーザ加工装置のf レンズとして用いた場合、鏡筒13よりも熱容量が小さい第1の光学レンズ11aにおけるレーザビーム非照射部分16に、温度検出器14が配設されており、レーザビーム非照射部分16がレーザビーム照射領域15に近接しているので、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収(例えば、msecオーダー)による第1の光学レンズ11aの温度上昇を、精度良く測定することができる。

【0023】

また、2個の温度検出器14が用いられているので、温度が上昇した第1の光学レンズ11aの平均温度を求める信号を測定できる。

本実施の形態では、第1の光学レンズ11aの平均温度を求める信号を測定するのに、2個の温度検出器14が用いられているが、2個以上の温度検出器14を第1の光学レンズ11aのレーザビーム非照射部分16に設けても良い。

40

【0024】

また、本実施の形態のレーザ加工装置100は、f レンズ5に、レンズユニット20を用いたものであり、f レンズ5の第1の光学レンズ11aが、高エネルギーなレーザビームを瞬間的に吸収(例えば、msecオーダー)したことによる、第1の光学レンズ11aの温度上昇を、第1の光学レンズ11aに設置された2個の温度検出器14で測定し、測定された2個の温度検出器14からの温度信号が制御装置9に入力される。

そして、制御装置9が、2個の温度検出器14から入力された温度信号に基づき、第1の光学レンズ11aの温度上昇の平均値を求める。

50

さらに、制御装置 9 が、光学レンズ 11 a の温度上昇の平均値に基づき、ガルバノドライバ 8 を制御することにより、第 1, 第 2 のガルバノスキャナ 4 a, 4 b を制御する。

【0025】

すなわち、本実施の形態のレーザ加工装置 100 では、レーザビームによる、光学系部品群の温度上昇にともなう屈折率変化に起因する、レーザビームのワーク加工位置（集光点位置と記す）のズレを、第 1 の光学レンズ 11 a の平均温度を代表的に測定し、この温度信号に基づき第 1, 第 2 のガルバノスキャナ 4 a, 4 b を制御することにより補正する。

【0026】

本実施の形態のレーザ加工装置 100 が、f レンズ 5 における光学系部品群の温度上昇にともなう、レーザビーム集光点位置のズレを補正する具体的な方法について説明する。

まず、初期データとして、第 1 の光学レンズ 11 a の平均の温度上昇が t_a の場合に発生するレーザビームの集光点位置のズレから求めた、各加工点の、X 方向の補正量データ $X(X, Y, t_a)$ と Y 方向の補正量データ $Y(X, Y, t_a)$ とを、制御装置 9 に保持する。

【0027】

次に、レーザ加工装置 100 でワーク 6 をレーザ加工している時の、第 1 の光学レンズ 11 a の温度上昇を 2 個の温度検出器 14 で測定し、この温度データを制御装置 9 に入力し、平均の温度上昇 T_a を求める。

次に、制御装置 9 に予め保持された加工点の補正量データを用い、 $t_a = T_a$ の場合の X 方向の補正量データ $X(X, Y, T_a)$ と Y 方向の補正量データ $Y(X, Y, T_a)$ とを算出する。

【0028】

次に、補正前の位置ズレしたレーザビーム集光点の X 方向の位置 X_s を、X 方向の補正量データ $X(X, Y, T_a)$ で修正し、レーザビーム集光点の X 方向の位置が下記 (1) 式で示される X_r となるようにする。

同時に、補正前の位置ズレしたレーザビーム集光点の Y 方向の位置 Y_s を、Y 方向の補正量データ $Y(X, Y, T_a)$ で修正し、レーザビーム集光点の Y 方向の位置が下記 (2) 式で示される Y_r となるようにする。

【0029】

つまり、レーザビーム集光点の、X 方向の位置が X_r 、Y 方向の位置が Y_r となるように、第 1, 第 2 のガルバノスキャナ 4 a, 4 b を制御して、レーザビーム集光点位置のズレを補正する。

$$X_r = X_s + X(X, Y, T_a) \quad (1)$$

$$Y_r = Y_s + Y(X, Y, T_a) \quad (2)$$

【0030】

すなわち、レーザビーム集光点位置のズレの補正は、ガルバノ機構の動作を制御・補正することにより実施する。実際には、温度データから予測される位置ズレを加味し、所望位置に照射されるよう、補正量データで修正された狙い位置を制御装置からガルバノドライバへと出力し、ガルバノドライバからガルバノスキャナに指示することにより行われる。

本実施の形態のレーザ加工装置は、高エネルギーのレーザ出力での加工でもレーザビーム集光点位置のズレを補正できるので、高精度なレーザ加工が可能である。

【0031】

本実施の形態では、温度検出器から入力される温度信号に基づき制御装置 9 が、XY テーブル 7 を制御しても良い。

また、本実施の形態では、第 1 の光学レンズ 11 a のレーザビーム非照射部分 16 に設ける温度検出器 14 を 2 個以上として、これら複数の温度検出器 14 からの温度信号を制

10

20

30

40

50

御装置 9 に入力して得られた平均温度に基づき制御装置 9 が、第 1, 第 2 のガルバノスキャナー 4 a, 4 b を制御することにより補正しても良い。

本実施の形態では、レーザビームを偏向させる機構として、ガルバノミラーを偏向させているが、レーザビームを偏向させる機構であれば、これに限定されない。

【0032】

実施の形態 2 .

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係わるレーザ加工装置の f レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図 (a) と、レーザビームが入射される側の上面模式図 (b) とである。

図 3 に示すように、本実施の形態の f レンズに用いられるレンズユニット 3 0 は、第 1 の光学レンズ 1 1 a のレーザビームが入射される側の表面に温度検出器が 4 個設けられている以外、実施の形態 1 のレンズユニット 2 0 と同様である。

そして、図 3 (b) に示すように、温度検出器は、第 1 の光学レンズ 1 1 a における直交する 2 本の直径の両端部の各々に、設置されている。

【0033】

本実施の形態のレンズユニット 3 0 を f レンズとして用いた場合、図 3 (b) に示すように、4 個の温度検出器は、第 1 の光学レンズ 1 1 a の、正方形または長方形であるレーザビーム照射領域 1 5 と円形の外周部との間にある、レーザビーム非照射部分 1 6 に設けられる。

【0034】

例えば、第 1 の光学レンズ 1 1 a において、第 1 の温度検出器 1 4 a は、時計の文字板における 1 2 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 1 6 に設置され、第 2 の温度検出器 1 4 b は、時計の文字板における 6 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 1 6 に設置され、第 3 の温度検出器 1 4 c は、時計の文字板における 9 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 1 6 に設置され、第 4 の温度検出器 1 4 d は、時計の文字板における 3 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 1 6 に設置される。

【0035】

すなわち、本実施の形態のレンズユニット 3 0 は、第 1 の温度検出器 1 4 a と第 2 の温度検出器 1 4 b とを通過する直径 (D 1 と記す) と、第 3 の温度検出器 1 4 c と第 4 の温度検出器 1 4 d とを通過する直径 (D 2 と記す) とが直交するように、各温度検出器が、第 1 の光学レンズ 1 1 a に配置されている。

そして、D 1 と平行な方向が、第 1 のガルバノミラーを偏向させる方向と一致しており、D 2 と平行な方向が、第 2 のガルバノミラーを偏向させる方向と一致している。

【0036】

本実施の形態のレンズユニット 3 0 も、レーザ加工装置の f レンズとして用いた場合、鏡筒 1 3 よりも熱容量が小さい第 1 の光学レンズ 1 1 a におけるレーザビーム非照射部分 1 6 に、温度検出器が配設されており、レーザビーム非照射部分 1 6 がレーザビーム照射領域 1 5 に近接しているので、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収 (例えば、m s e c オーダ) による第 1 の光学レンズ 1 1 a の温度上昇を、精度良く測定することができる。

特に、4 個の温度検出器が、第 1 の光学レンズ 1 1 a のレーザビーム非照射部分 1 6 に設置されているので、第 1 の光学レンズ 1 1 a の平均の温度上昇値のばらつきが小さく、温度上昇の測定精度を、さらに向上できる。

【0037】

また、本実施の形態のレンズユニット 3 0 は、第 1 の光学レンズ 1 1 a の直交する 2 本の直径における、一方の直径である D 1 の両端部に第 1 の温度検出器 1 4 a と第 2 の温度検出器 1 4 b とが配置され、他の直径である D 2 の両端部に第 3 の温度検出器 1 4 c と第 4 の温度検出器 1 4 d とが配置されている。

【0038】

それゆえ、第 1 の光学レンズ 1 1 a の温度上昇による、第 1 の温度検出器 1 4 a の温度

10

20

30

40

50

信号と第2の温度検出器14bとの温度信号から、D1方向での温度分布を求めることができ、第3の温度検出器14cの温度信号と第4の温度検出器14dとの温度信号から、D2方向の温度分布を求めることができる。

【0039】

本実施の形態のレーザ加工装置は、f レンズ5にレンズユニット30を用いた以外、実施の形態1のレーザ加工装置と同様である。

本実施の形態のレーザ加工装置は、f レンズ5に、レンズユニット30を用いたものであり、f レンズ5の第1の光学レンズ11aが、高エネルギーなレーザビームを瞬間的に吸収（例えば、msecオーダー）した場合の、第1の光学レンズ11aの温度上昇を、第1、第2、第3、第4の温度検出器14a、14b、14c、14dで測定し、これらの温度信号が制御装置9に入力される。

10

【0040】

それと、本実施の形態のレーザ加工装置では、制御装置9が、入力された第1、第2、第3、第4の温度検出器14a、14b、14c、14dからの各温度信号に基づき、第1の光学レンズ11aの温度上昇の平均値を求める。

また、制御装置9は、入力された第1の温度検出器14aの温度信号と第2の温度検出器14bの温度信号とから、第1の光学レンズ11aのD1方向の温度分布を求め、入力された第3の温度検出器14cの温度信号と第4の温度検出器14dの温度信号とから、第1の光学レンズ11aのD2方向の温度分布を求める。

【0041】

20

本実施の形態のレーザ加工装置では、レーザビームによる、光学系部品群の、温度上昇にともなう屈折率変化に起因するレーザビーム集光点位置のズレを、第1の光学レンズ11aの温度上昇の平均値データを代表的に求め、このデータに基づき第1、第2のガルバノスキャナ4a、4bを制御することにより補正する。

【0042】

また、本実施の形態のレーザ加工装置では、f レンズ5の第1の光学レンズ11aにおける、D1の方向をワークのX方向と一致させ、D2の方向をワークのY方向と一致させているので、レーザビームによる、光学系部品群の、ワークのX方向と同方向の温度分布とワークのY方向と同方向の温度分布とにともなう屈折率変化に起因する、レーザビーム集光点位置のズレを、第1の光学レンズ11aの、D1方向の温度分布データとD2方向の温度分布データとを代表的に求め、このデータに基づき第1、第2のガルバノスキャナ4a、4bを制御することにより補正する。

30

【0043】

本実施の形態のレーザ加工装置が、f レンズ5の光学系部品群の温度上昇にともなう、レーザビーム集光点位置のズレを補正する具体的な方法について説明する。

まず、初期データとして、第1の光学レンズ11aの平均の温度上昇が t_a の場合に発生するレーザビームの集光点位置のズレから求めた、各加工点の、X方向の補正量データ $X(X, Y, t_a)$ とY方向の補正量データ $Y(X, Y, t_a)$ とを、制御装置9に保持する。

【0044】

40

また、第1の光学レンズ11aにおける、D1方向すなわちX方向の温度分布 t_x により発生するレーザビーム集光点位置のズレから求めた、各加工点の、X方向の補正量データ $X_x(X, Y, t_x)$ とY方向の補正量データ $Y_x(X, Y, t_x)$ 、および、D2方向すなわちY方向の温度分布 t_y により発生するレーザビーム集光点位置のズレから求めた、各加工点の、X方向の補正量データ $X_y(X, Y, t_y)$ とY方向の補正量データ $Y_y(X, Y, t_y)$ を、制御装置9に保持する。

【0045】

次に、レーザ加工装置で、ワーク6をレーザ加工している時の第1の光学レンズ11aにおける、第1、第2、第3、第4の温度検出器14a、14b、14c、14dで温度を測定し、この温度データを制御装置9に入力し、平均の温度上昇 T_a を求める。

50

また、第1の温度検出器14aと第2の温度検出器14bでの測定温度から第1の光学レンズ11aにおけるX方向の温度分布 T_x を求め、第3の温度検出器14cと第4の温度検出器14dでの測定温度から第1の光学レンズ11aにおけるY方向の温度分布 T_y を求める。

【0046】

次に、制御装置9に予め保持された加工点の補正量データを用い、 $t_a = T_a$ の場合のX方向の補正量データ $X(X, Y, T_a)$ とY方向の補正量データ $Y(X, Y, T_a)$ とを算出する。

また、 $t_x = T_x$ の場合のX方向の補正量データ $X_x(X, Y, T_x)$ とY方向の補正量データ $Y_x(X, Y, T_x)$ とを算出する。

10

また、 $t_y = T_y$ の場合のX方向の補正量データ $X_y(X, Y, T_y)$ とY方向の補正量データ $Y_y(X, Y, T_y)$ とを算出する。

【0047】

次に、補正前の位置ズレしたレーザビーム集光点のX方向の位置 X_s を、X方向の補正量データ、 $X(X, Y, T_a)$ と $X_x(X, Y, T_x)$ と $X_y(X, Y, T_y)$ とで修正し、レーザビーム集光点のX方向の位置が下記(3)式で示される X_r となるようにする。

同時に、補正前の位置ズレしたレーザビーム集光点のY方向の位置 Y_s を、Y方向の補正量データ、 $Y(X, Y, T_a)$ と $Y_x(X, Y, T_x)$ と $Y_y(X, Y, T_y)$ とで修正し、レーザビーム集光点のY方向の位置が下記(4)式で示される Y_r となるようにする。

20

【0048】

すなわち、レーザビーム集光点の、X方向の位置が X_r 、Y方向の位置が Y_r となるように、第1、第2のガルバノスキャナ4a、4bを制御して、レーザビーム集光点位置のズレを補正する。

$$X_r = X_s + X(X, Y, T_a) + X_x(X, Y, T_x) + X_y(X, Y, T_y) \quad (3)$$

$$Y_r = Y_s + Y(X, Y, T_a) + Y_x(X, Y, T_x) + Y_y(X, Y, T_y) \quad (4)$$

【0049】

30

つまり、レーザビーム集光点位置のズレの補正は、制御装置によりガルバノ機構の動作を制御・補正することにより実施する。実際には、温度データから予測される位置ズレを加味し、所望位置に照射されるよう、補正量データで修正された狙い位置を制御装置からガルバノドライバへと出力し、ガルバノドライバからガルバノスキャナに指示することにより行われる。

本実施の形態のレーザ加工装置は、高エネルギーのレーザ出力での加工でも、レーザビーム集光点位置のズレをさらに精度よく補正できるので、より高精度なレーザ加工が可能である。

【0050】

本実施の形態では、温度検出器から入力される温度信号に基づき制御装置9が、XYテーブル7を制御しても良い。

40

本実施の形態では、レンズユニット30の第1の光学レンズ11aに4個の温度検出器が設けられているが、第1の光学レンズ11aにおける直径の両端部、すなわち対称位置に各1個の、合計2個の温度検出器を設けただけでも良い。

【0051】

また、光学レンズ11aの、D1方向と平行な方向の温度分布とD2方向と平行な方向の温度分布とが測定できれば、温度検出器を4個以上設置しても良い。

また、レーザビームを偏向させる機構として、ガルバノミラーを偏向させているが、ビームを偏向させる機構であれば、これに限定されない。

【0052】

50

実施の形態 3 .

図 4 は、本発明の実施の形態 3 に係わるレーザ加工装置の f レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図 (a) と、この側面断面模式図における A - A 断面の模式図 (b) とである。

図 4 に示すように、本実施の形態の f レンズに用いられるレンズユニット 4 0 は、2 個の温度検出器 1 4 が第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビームが入射される側の表面に設けられている以外、実施の形態 1 のレンズユニット 2 0 と同様である。

そして、図 4 (b) に示すように、温度検出器 1 4 は、第 2 の光学レンズ 1 1 b の直径の両端部の各々に、設置されている。

【 0 0 5 3 】

10

本実施の形態のレンズユニット 4 0 を f レンズとして用いた場合、図 4 (b) に示すように、第 2 の光学レンズ 1 1 b の面におけるレーザビームが照射される領域は、正方形または長方形となる。

そこで、2 個の温度検出器 1 4 は、第 2 の光学レンズ 1 1 b の面における、レーザビーム照射領域 2 5 と円形の外周部との間にあるレーザビーム非照射部分 2 6 に設けられる。

【 0 0 5 4 】

具体的には、第 2 の光学レンズ 1 1 b における、レーザビーム照射領域 2 5 の一方の対向する 2 辺と直交する直径の両端部にあるレーザビーム非照射部分 2 6 の各々に、1 個の温度検出器 1 4 が配設される。あるいは、第 2 の光学レンズ 1 1 b における、レーザビーム照射領域 2 5 の他方の対向する 2 辺と直交する直径の両端部にあるレーザビーム非照射部分 2 6 の各々に、1 個の温度検出器 1 4 が配設される。

20

また、レーザビーム照射領域 2 5 における、一方の対向する 2 辺と直交する方向が、第 2 のガルバノミラー 3 b を偏向させる方向と一致しており、他方の対向する 2 辺と直交する方向が、第 1 のガルバノミラー 3 a を偏向させる方向と一致している。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態のレンズユニット 4 0 は、レーザ加工装置の f レンズとして用いた場合、鏡筒 1 3 よりも熱容量が小さい第 2 の光学レンズ 1 1 b におけるレーザビーム非照射部分 2 6 に、温度検出器 1 4 が配設されており、レーザビーム非照射部分 2 6 がレーザビーム照射領域 2 5 に近接しているので、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収 (例えば、m s e c オーダ) による第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇を、精度良く測定することができる。

30

【 0 0 5 6 】

また、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度検出器設置面は、外気に接触する面でないので、加工時に発生する粉塵の影響を受けない。

また、2 個の温度検出器 1 4 が用いられているので、温度が上昇した第 2 の光学レンズ 1 1 b の平均温度を求める信号を測定できる。

本実施の形態では、第 2 の光学レンズ 1 1 b の平均温度を求める信号を測定するのに、2 個の温度検出器 1 4 が用いられているが、2 個以上の温度検出器 1 4 を第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビーム非照射部分 2 6 に設けても良い。

【 0 0 5 7 】

40

本実施の形態のレーザ加工装置は、f レンズ 5 にレンズユニット 4 0 を用いた以外、実施の形態 1 のレーザ加工装置と同様である。

本実施の形態のレーザ加工装置では、f レンズ 5 における第 2 の光学レンズ 1 1 b の、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収 (例えば、m s e c オーダ) による温度上昇を、第 2 の光学レンズ 1 1 b に設置された 2 個の温度検出器 1 4 で測定し、測定された 2 個の温度検出器 1 4 からの温度信号が制御装置 9 に入力される。

【 0 0 5 8 】

そして、制御装置 9 が、2 個の温度検出器 1 4 から入力された温度信号に基づき、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇の平均値を求める。

さらに、制御装置 9 が、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇の平均値に基づき、ガルバ

50

ノドライバ 8 を制御することにより、第 1 , 第 2 のガルバノスキャナ 4 a , 4 b を制御する。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態のレーザ加工装置では、レーザビームによる、光学系部品群の、温度上昇にともなう屈折率変化に起因する、レーザビームの集光点位置のズレを、第 2 の光学レンズ 1 1 b の平均温度を代表的に測定し、この温度信号に基づき第 1 , 第 2 のガルバノスキャナ 4 a , 4 b を制御することにより補正する。

【 0 0 6 0 】

すなわち、第 2 の光学レンズ 1 1 b での、平均の温度上昇の測定データに基づき、実施の形態 1 のレーザ加工装置 1 0 0 と同様な機構により、レーザビーム集光点位置のズレを、第 1 , 第 2 のガルバノスキャナ 4 a , 4 b を制御することにより補正する。

実際には、温度データから予測される位置ズレを加味し、所望位置に照射されるよう、補正量データで修正された狙い位置を制御装置からガルバノドライバへと出力し、ガルバノドライバからガルバノスキャナに指示することにより行われる。

本実施の形態のレーザ加工装置は、高エネルギーのレーザ出力での加工でも、レーザビーム集光点位置のズレを精度よく補正できるので、高精度なレーザ加工が可能である。

【 0 0 6 1 】

本実施の形態では、温度検出器から入力される温度信号に基づき制御装置 9 が、X Y テーブル 7 を制御しても良い。

また、本実施の形態では、第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビーム非照射部分 2 6 に設ける温度検出器 1 4 を 2 個以上として、これら複数の温度検出器 1 4 からの温度信号を制御装置 9 に入力して得られた平均温度に基づき制御装置 9 が、第 1 , 第 2 のガルバノスキャナ 4 a , 4 b を制御することにより補正しても良い。

【 0 0 6 2 】

本実施の形態では、レーザビームを偏向させる機構として、ガルバノミラーを偏向させているが、レーザビームを偏向させる機構であれば、これに限定されない。

本実施の形態の f レンズに用いられるレンズユニット 4 0 では、温度検出器 1 4 を、第 2 の光学レンズ 1 1 b に設けているが、外気に接触しない光学レンズの面に設けるのであれば、どの光学レンズに設けても良い。

また、温度検出器 1 4 を、保護ウィンドウ 1 2 のレーザビーム出射面の反対側の面におけるレーザビーム非照射部分に設けても良い。

【 0 0 6 3 】

実施の形態 4 .

図 5 は、本発明の実施の形態 4 に係わるレーザ加工装置の f レンズに用いられるレンズユニットの側面断面模式図 (a) と、この側面断面模式図における A - A 断面の模式図 (b) とである。

【 0 0 6 4 】

図 5 に示すように、本実施の形態の f レンズに用いられるレンズユニット 5 0 は、4 個の温度検出器 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d が第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビームが入射される側の表面に設けられている以外、実施の形態 2 のレンズユニット 3 0 と同様である。

そして、図 5 (b) に示すように、温度検出器は、第 2 の光学レンズ 1 1 b における直交する 2 本の直径の両端部の各々に、設置されている。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態のレンズユニット 5 0 を f レンズとして用いた場合、図 5 (b) に示すように、第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビームが照射される領域は、正方形または長方形となる。

そこで、第 2 の光学レンズ 1 1 b における、各温度検出器 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d の設置位置は、レーザビーム照射領域 2 5 と円形の外周部との間にある 4 箇所のレーザビーム非照射部分 2 6 である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

図 5 (b) に示すように、例えば、第 2 の光学レンズ 1 1 b において、第 1 の温度検出器 1 4 a は、時計の文字板における 1 2 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 2 6 に設置され、第 2 の温度検出器 1 4 b は、時計の文字板における 6 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 2 6 に設置され、第 3 の温度検出器 1 4 c は、時計の文字板における 9 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 2 6 に設置され、第 4 の温度検出器 1 4 d は、時計の文字板における 3 時に相当する位置のレーザビーム非照射部分 2 6 に設置される。

【 0 0 6 7 】

すなわち、本実施の形態のレンズユニット 5 0 は、第 1 の温度検出器 1 4 a と第 2 の温度検出器 1 4 b とを通過する直径である D 1 と、第 3 の温度検出器 1 4 c と第 4 の温度検出器 1 4 d とを通過する直径である D 2 とが直交するように、各温度検出器が第 2 の光学レンズ 1 1 b に配置されている。

また、D 1 と平行な方向が、第 1 のガルバノミラーを偏向させる方向と一致しており、D 2 と平行な方向が、第 2 のガルバノミラーを偏向させる方向と一致している。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態のレンズユニット 5 0 も、レーザ加工装置の f レンズとして用いた場合、鏡筒 1 3 よりも熱容量が小さい第 2 の光学レンズ 1 1 b におけるレーザビーム非照射部分 2 6 に、温度検出器が配設されており、レーザビーム非照射部分 2 6 がレーザビーム照射領域 2 5 に近接しているので、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収（例えば、m s e c オーダ）による第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇を、精度良く測定することができる。

【 0 0 6 9 】

特に、4 個の温度検出器が、第 2 の光学レンズ 1 1 b のレーザビーム非照射部分 2 6 に設置されているので、第 2 の光学レンズ 1 1 b の平均の温度上昇値のばらつきが小さく、温度上昇の測定精度を、さらに向上できる。

また、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度検出器設置面は、外気に接触する面でないので、加工時に発生する粉塵の影響を受けない。

【 0 0 7 0 】

本実施の形態のレーザ加工装置は、f レンズ 5 にレンズユニット 5 0 を用いた以外、実施の形態 2 のレーザ加工装置と同様である。

それと、レンズユニット 5 0 における、D 1 の方向をワークの X 方向と一致させ、D 2 の方向をワークの Y 方向と一致させている。

【 0 0 7 1 】

本実施の形態のレーザ加工装置では、f レンズ 5 における第 2 の光学レンズ 1 1 b の、高エネルギーなレーザビームの瞬間的な吸収（例えば、m s e c オーダ）による温度上昇を 4 個の温度検出器で測定し、これらの温度信号が制御装置 9 に入力される。

そして、制御装置 9 は、4 個の温度検出器の温度信号から、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇の平均値を求める。

また、第 1 の温度検出器 1 4 a と第 2 の温度検出器 1 4 b との温度信号から、第 2 の光学レンズ 1 1 b の、D 1 方向の温度分布を求め、第 3 の温度検出器 1 4 c と第 4 の温度検出器 1 4 d との温度信号から、D 2 方向の温度分布を求める。

【 0 0 7 2 】

そして、本実施の形態のレーザ加工装置では、レーザビームによる、光学系部品群の、温度上昇にともなう屈折率変化に起因するレーザビーム集光点位置のズレを、第 2 の光学レンズ 1 1 b の温度上昇の平均値データに基づき第 1 , 第 2 のガルバノスキャナー 4 a , 4 b を制御することにより補正する。

同時に、レーザビームによる、光学系部品群の、ワークの X 方向と同方向の温度分布とワークの Y 方向と同方向の温度分布とにともなう屈折率変化に起因する、レーザビーム集光点位置のズレを、第 2 の光学レンズ 1 1 b の、D 1 方向の温度分布データと D 2 方向の

10

20

30

40

50

温度分布データとに基づき第1, 第2のガルバノスキャナ－4a, 4bを制御することにより補正する。

【0073】

すなわち、本実施の形態のレーザ加工装置では、第2の光学レンズ11bの平均の温度上昇データと、第2の光学レンズ11bにおけるワークのX方向と同方向の温度分布のデータと、第2の光学レンズ11bにおけるワークのY方向と同方向の温度分布のデータとから、実施の形態2のレーザ加工装置と同様な機構により、第1, 第2のガルバノスキャナ－4a, 4bを制御することにより、レーザビーム集光点位置のズレを補正する。

【0074】

つまり、レーザビーム集光点位置のズレの補正は、制御装置によりガルバノ機構の動作を制御・補正することにより実施する。実際には、温度データから予測される位置ズレを加味し、所望位置に照射されるよう、補正量データで修正された狙い位置を制御装置からガルバノドライバーへと出力し、ガルバノドライバーからガルバノスキャナ－に指示することにより行われる。

10

本実施の形態のレーザ加工装置は、高エネルギーのレーザ出力での加工でも、レーザビーム集光点位置のズレをさらに精度よく補正できるので、より高精度なレーザ加工が可能である。

【0075】

本実施の形態では、温度検出器から入力される温度信号に基づき制御装置9が、XYテーブル7を制御しても良い。

20

本実施の形態のf レンズに用いられるレンズユニット50では、4個の温度検出器14a, 14b, 14c, 14dを、第2の光学レンズ11bに設けているが、外気に接触しない光学レンズの面に設けるのであれば、どの光学レンズに設けても良い。

【0076】

また、4個の温度検出器14a, 14b, 14c, 14dを、保護ウィンドウ12のレーザビーム入射面の反対側の面におけるレーザビーム非照射部分に設けても良い。

本実施の形態では、レンズユニット50の第2の光学レンズ11bには4個の温度検出器が設けられているが、第2の光学レンズ11bにおける直径の両端部、すなわち対称位置に各1個の、合計2個の温度検出器を設けても良い。

また、第2の光学レンズ11bの、D1方向と平行な方向の温度分布とD2方向と平行な方向の温度分布とが測定できれば、温度検出器を4個以上設置しても良い。

30

また、レーザビームを偏向させる機構として、ガルバノミラーを偏向させているが、ビームを偏向させる機構であれば、これに限定されない。

【0077】

本発明における、レーザビームは、単パルス、複数パルスあるいは連続発振の何れであっても良い。

本発明のレーザ加工装置での加工内容は、穴あけに限定されず、切断、変形、溶接、熱処理、あるいはマーキングなどのレーザにより加工可能なものであればどのようなものでも良い。また、被加工物には、燃焼、溶融、昇華あるいは変色などのレーザにより発生できる変化であればどのような変化を発生させても良い。

40

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明に係わるレーザ加工装置は、集光点位置のズレを精度よく補正でき、高精度なレーザ加工が可能であるので、高精細化した電子回路や電子部品の加工に用いることができる。

【符号の説明】

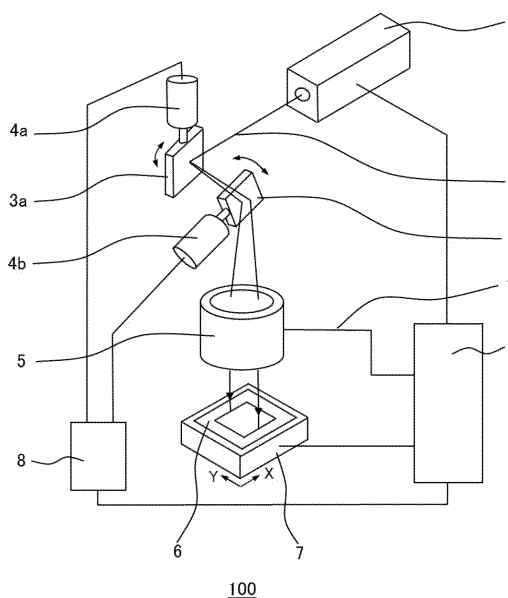
【0079】

1 レーザ発振器、2 レーザビーム、3a 第1のガルバノミラー、

50

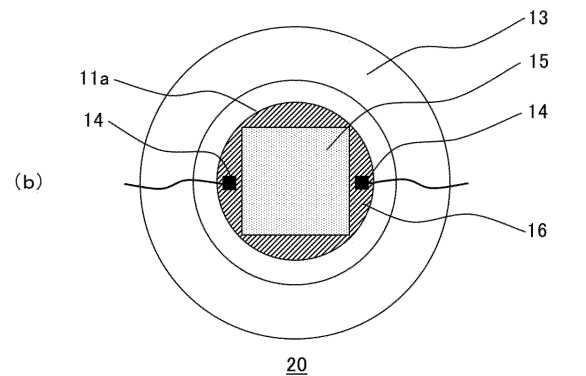
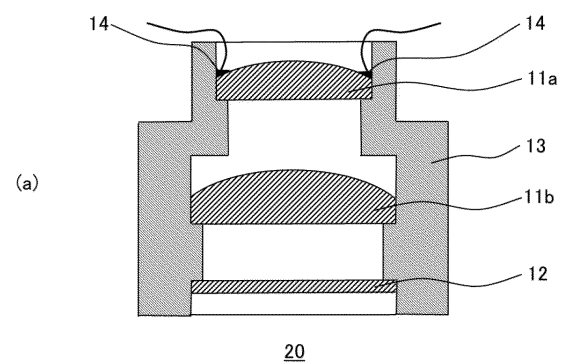
3 b 第2のガルバノミラー、4 a 第1のガルバノスキャナー、
 4 b 第2のガルバノスキャナー、5 f レンズ、6 ワーク、7 X Yテーブル、
 8 ガルバノドライバー、9 制御装置、10 信号線、11 a 第1の光学レンズ、
 11 b 第2の光学レンズ、12 保護ウィンドウ、13 鏡筒、14 温度検出器、
 14 a 第1の温度検出器、14 b 第2の温度検出器、14 c 第3の温度検出器、
 14 d 第4の温度検出器、15 レーザビーム照射領域、
 16 レーザビーム非照射部分、25 レーザビーム照射領域、
 26 レーザビーム非照射部分、20, 30, 40, 50 レンズユニット、
 100 レーザ加工装置。

【図1】



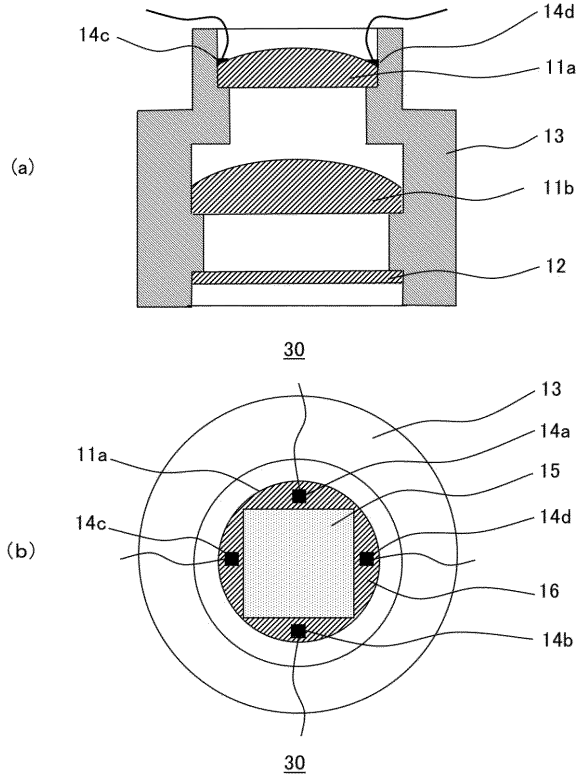
- | | |
|------------------|--------------|
| 1: レーザ発振器 | 6: ワーク |
| 2: レーザビーム | 7: XYテーブル |
| 3a: 第1のガルバノミラー | 8: ガルバノドライバー |
| 3b: 第2のガルバノミラー | 9: 制御装置 |
| 4a: 第1のガルバノスキャナー | 10: 信号線 |
| 4b: 第2のガルバノスキャナー | 100: レーザ加工装置 |
| 5: fθレンズ | |

【図2】



- | | |
|---------------|-----------------|
| 11a: 第1の光学レンズ | 14: 温度検出器 |
| 11b: 第2の光学レンズ | 15: レーザビーム照射領域 |
| 12: 保護ウィンドウ | 16: レーザビーム非照射部分 |
| 13: 鏡筒 | 20: レンズユニット |

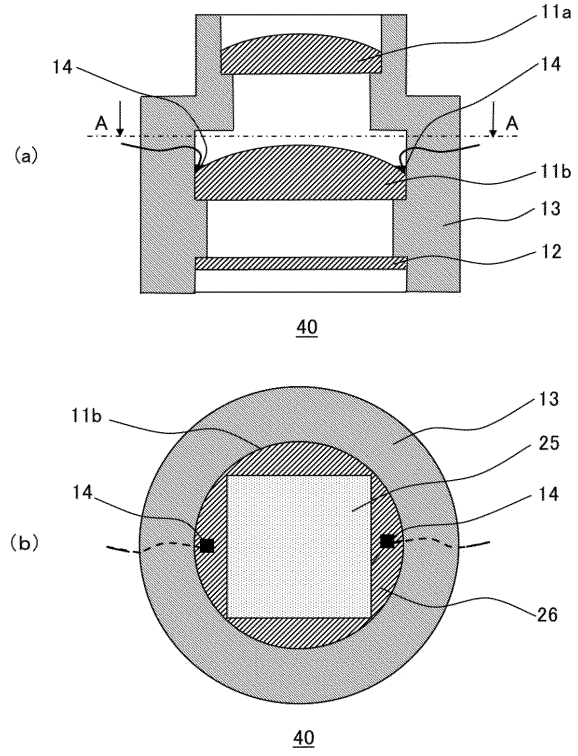
【図 3】



14a: 第1の温度検出器
14b: 第2の温度検出器
14c: 第3の温度検出器

14d: 第4の温度検出器
30: レンズユニット

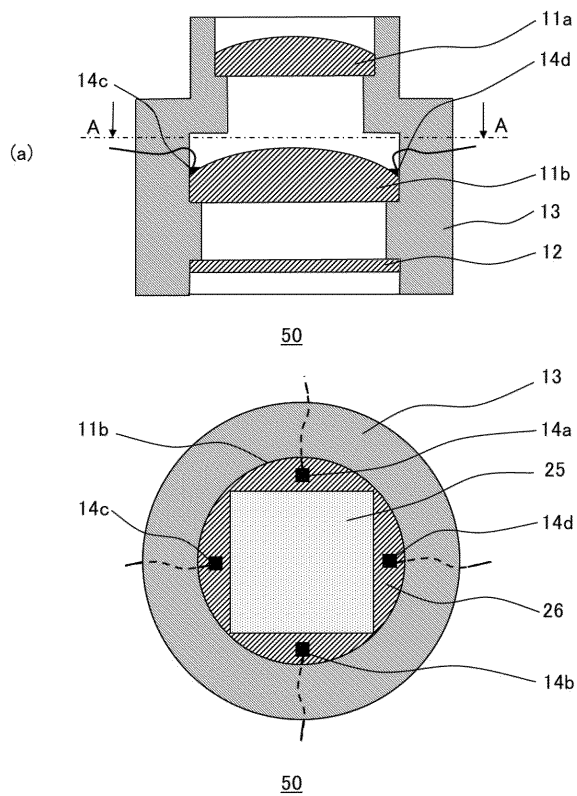
【図 4】



25: レーザビーム照射領域
26: レーザビーム非照射部分

40: レンズユニット

【図 5】



50: レンズユニット

フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 健治
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 成瀬 正史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 高 橋 悌史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 山本 貴一

- (56)参考文献 再公表特許第99/033603(JP, A1)
特開昭63-264289(JP, A)
特開2005-244013(JP, A)
国際公開第2010/098299(WO, A1)
特開昭63-212080(JP, A)
特開昭63-016889(JP, A)
特開2001-051214(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 3/00, 13/00, 26/10, 26/12
B23K 26/00, 26/064, 26/082