

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 10 月 23 日(23.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/171245 A1

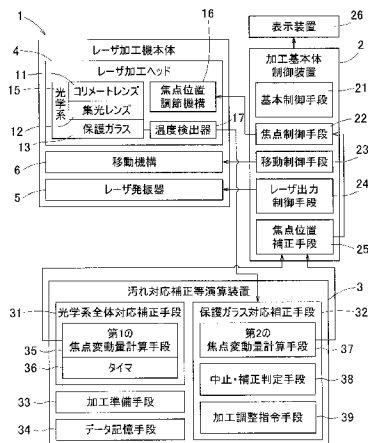
- (51) 国際特許分類:
B23K 26/046 (2014.01) B23K 26/00 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056946
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 14 日(14.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-086230 2013 年 4 月 17 日(17.04.2013) JP
- (71) 出願人: 村田機械株式会社 (MURATA MACHINERY, LTD.) [JP/JP]; 〒6018326 京都府京都市南区吉祥院南落合町 3 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 松本圭太(MATSUMOTO, Keita); 〒4848502 愛知県犬山市大字橋爪字中島 2 番地 村田機械株式会社 犬山事業所内 Aichi (JP). 中村敦(NAKAMURA, Atsushi); 〒4848502 愛知県犬山市大字橋爪字中島 2 番地 村田機械株式会社 犬山事業所内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 〇 番 2 号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: LASER PROCESSOR AND LASER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工機およびレーザ加工方法



- 1 Laser-processor body
2 Processor-body control device
3 Dirtiness-appropriate-correction computation device
4 Laser-processing head
5 Laser oscillator
6 Movement mechanism
11 Collimating lens
12 Light-condensing lens
13 Protective glass
15 Optical system
16 Focal-position adjustment mechanism
17 Temperature detector
21 Basic control means
22 Focal-point control means
23 Movement control means
24 Laser-output control means
25 Focal-position correction means
26 Display device
31 Correction means addressing entire optical system
32 Correction means addressing protective glass
33 Processing-preparation means
34 Data storage means
35 First focal-point-change-amount calculation means
36 Timer
37 Second focal-point-change-amount calculation means
38 Canceling/correction determination means
39 Processing-adjustment command means

(57) Abstract: Provided is a laser processor capable of suppressing sensor-type increases and computing complications, and accurately correcting both a focal position change caused by a temperature-increase change due to the protective glass being dirty or the like, and a focal position change in another optical element. The laser processor is equipped with: a first focal-point-change-amount calculation means (35) for calculating the time difference between the stoppage time and irradiation time for irradiating from a laser-processing head (4), and calculating the amount of focal position change on the basis of the detected value of the temperature of the entire optical system (15); a second focal-point-change-amount calculation means (37) for calculating the amount of focal position change in relation to the change in temperature of the protective glass (13); and a focal-position correction means (25) for causing a processor-body control device (2) to correct the focal position by using the sum of the amount of focal position change calculated by the first and second focal-position-change-amount calculation means (35, 37).

(57) 要約: 保護ガラスの汚れ等による温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動と、他の光学部品の焦点位置の変動との両方に対して適切な補正が行え、かつセンサ類の増加と演算の複雑化を抑えることができるレーザ加工機を提供する。レーザ加工ヘッド 4 から照射する照射時間と停止時間との時間差、または光学系 15 の全体の温度の検出値から焦点位置の変動量を計算する第 1 の焦点変動量計算手段 35 を設ける。保護ガラス 13 の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第 2 の焦点変動量計算手段 37 を設ける。これら第 1 および第 2 の焦点変動量計算手段 35、37 で計算された焦点位置の変動量の和を用いて加工機本体制御装置 2 に焦点位置の補正を行わせる焦点位置補正手段 25 を設ける。

WO 2014/171245 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： レーザ加工機およびレーザ加工方法

関連出願

[0001] 本出願は、2013年4月17日出願の特願2013-086230の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、板材等のワークに対して切断加工等を行うレーザ加工機に関し、特に、光学系の汚れに対する焦点補正等を行う機能を備えたレーザ加工機およびレーザ加工方法に関する。

背景技術

[0003] 従来より、レーザ加工ヘッドに備えられた保護ガラスの劣化度合いによる温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動を補正してレーザ加工を行うレーザ加工機が提案されている（例えば、特許文献1）。具体的には、例えば保護ガラスの汚れの程度を熱検出器または光検出器を用いて検知し、温度から焦点変動量を演算し、焦点位置を補正する手法が採られる。なお、レーザ加工ヘッドの光学部品は、汚れがない場合はレーザ光が透過しても発熱の問題は殆ど生じないが、汚れがある場合はその汚れ成分が発熱し、光学部品が温度上昇する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-157893号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] レーザ加工ヘッドの光学系において、汚れが生じ易い箇所は、保護ガラスなどの加工点に最も近い光学素子であるが、他の光学素子にも温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動が生じる。そのため、保護ガラスの温度検出に

よる焦点位置の補正だけでは不十分である。また、保護ガラスなどの加工点に最も近い光学素子と、その他の光学素子とでは温度変化の程度が大きく異なり、そのため、両者に対する焦点位置の補正を一つの検出値で行うことはできない。個々の光学素子の温度を検出して焦点位置補正すれば、適切な焦点位置補正が可能であるが、センサ類が多くなり過ぎ、また補正のための演算も複雑になる。

[0006] また、特許文献 1 では、検出した温度を用い、温度から焦点位置変動量を演算し、焦点位置を補正するが、通常の加工時はレーザ光のオン、オフ、レーザ出力のばらつきが伴うため、この面でも精度の良い焦点位置補正が困難である。

[0007] この発明の目的は、保護ガラスなどの、加工点に最も近い光学素子の汚れ等による温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動と、他の光学部品の温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動との両方に対して適切な補正が行えて、優れた加工品質が得られ、かつセンサ類の増加と演算の複雑化を抑えることができるレーザ加工機およびレーザ加工方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 以下、この発明について、理解を容易にするために、便宜上実施形態の符号を参照して説明する。

[0009] この発明のレーザ加工機は、複数の光学素子で構成された光学系（15）およびこの光学系（15）の焦点位置調節機構（16）を有するレーザ加工ヘッド（4）と、レーザ発振器（5）と、ワーク（W）に対して前記レーザ加工ヘッド（4）を相対的に移動させる移動機構（6）と、前記焦点位置調節機構（16）、前記レーザ発振器（5）、および前記移動機構（6）を制御する制御装置（2）とを備え、一つのワーク（W）に対してレーザ光の照射のオン、オフを繰り返すレーザ加工機において、

前記レーザ加工ヘッド（4）からレーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差、または前記光学系（15）の全体の温度の検出値から前記焦点位置の変動量を計算する第 1 の焦点変動量計算手段（35）と、

前記光学系（１５）における加工点に最も近い光学素子の温度の検出値からこの加工点に最も近い光学素子の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第２の焦点変動量計算手段（３７）と、

これら第１および第２の焦点変動量計算手段（３５，３７）で計算された焦点位置の変動量の和を用いて前記制御装置（２）に前記焦点位置調節機構（１６）の焦点位置の調節による補正を行わせる焦点位置補正手段（２５）を設けたことを特徴とする。

[0010] なお、焦点位置補正手段（２５）は、結果として前記焦点位置の変動量の和を用いて補正を行わせるようにすれば良く、例えば、実施形態で示すように、第１および第２の焦点変動量計算手段（３５，３７）で計算された焦点位置の変動量から、それぞれの変動量に対して現在位置から移動すべき量である補正量を計算し、それら補正量の和によって前記制御装置（２）に前記焦点位置調節機構（１６）の焦点位置の調節による補正を行わせるようにしても良い。

前記加工点に最も近い光学素子は、例えば、ファイバレーザ、ＹＡＧレーザ等の固体式レーザ加工機では保護ガラスであり、ＣＯ２レーザ等の気体式レーザ加工機では集光レンズである。

[0011] また、この発明のレーザ加工方法は、複数の光学素子で構成された光学系およびこの光学系の焦点位置調節機構を有するレーザ加工ヘッドと、レーザ発振器と、ワークに対して前記レーザ加工ヘッドを相対的に移動させる移動機構と、前記焦点位置調節機構、前記レーザ発振器、および前記移動機構を制御する制御装置とを用い、一つのワークに対してレーザ光の照射のオン、オフを繰り返すレーザ加工方法であって、

前記レーザ加工ヘッドからレーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差、または前記光学系の全体の温度の検出値から前記焦点位置の変動量を計算する第１の焦点変動量計算過程と、

前記光学系における加工点に最も近い光学素子の温度の検出値からこの加工点に最も近い光学素子の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第

2の焦点変動量計算過程と、

これら第1および第2の焦点変動量計算過程で計算された焦点位置の変動量の和を用いて前記制御装置に前記焦点位置調節機構による焦点位置の補正を行わせる焦点位置補正過程とを有する

ことを特徴とする。

[0012] この構成によると、光学系（15）全体の温度に応じて焦点位置の変動量を計算する第1の焦点変動量計算手段（35）と、加工点に最も近い光学素子（13）の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第2の焦点変動量計算手段（37）とを設け、両焦点変動量計算手段（35，37）で計算された焦点位置の変動量の和を用いて焦点位置調節機構（16）の調節による焦点位置の補正を行わせるようにしたため、保護ガラス（13）などの、加工点に最も近くて汚れの生じ易い光学素子（13）の温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動と、他の光学部品（11，12）の温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動との両方に対して適切な補正が行えて、優れた加工品質が得られる。

光学系（15）全体の温度に対する焦点位置の変動量は、個々の光学素子の温度検出を行わず、纏めて焦点位置の変動量を求めるようにしたため、センサ類の増加と演算の複雑化を抑えることができる。

[0013] なお、光学系（15）全体の温度に対する焦点位置の変動量については、温度の検出値に基づく計算の他に、レーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差によっても計算しても良いようにしているが、照射時間だけでなく、照射時間と停止時間との時間差で計算するため、一つのワーク（W）に対してレーザ光照射のオン，オフを繰り返しても、時間から温度変化が適切に推測できる。時間から温度変化を推測するようにすることで、温度の検出手段が省け、部品点数が削減できる。時間については、演算処理装置にクロック発生手段が通常に備えられているため、そのクロックが利用できる。

加工点に最も近い光学素子（13）については、汚れが生じ易くて温度変化が大きいため、時間によらずに、温度の検出値を焦点位置の補正に用いる

ことで、その大きな温度変化に対して適切な焦点位置の補正が行える。

[0014] この発明において、前記加工点に最も近い光学素子（１３）の温度の検出値を中止判定用閾値および補正判定用閾値と比較し、前記中止判定用閾値を超える場合は前記制御装置（２）に加工の中止を行わせ、前記中止判定用閾値以下であるが前記補正判定用閾値を超える場合に前記焦点位置補正手段（２５）による前記補正を行わせ、前記補正判定用閾値以下である場合は、前記第２の焦点変動量計算手段で計算した焦点位置の変動量を用いる補正を前記焦点位置補正手段（２５）に行わせない中止・補正判定手段（３８）を設けても良い。

[0015] 適切な加工が行えない程度に温度が高い場合、すなわち中止判定用閾値を超える場合は、加工の中止を行わせることで、焦点位置の補正で対応できないときに、加工不良のワーク（Ｗ）が発生することが回避できる。また、温度上昇が少なく補正判定用閾値以下である場合、例えば検出温度により計算される焦点位置の補正量が、前記焦点位置調節機構（１６）で調整できる分解能以下のような場合は、前記焦点位置補正手段（２５）に行わせないようにすることで、無駄な演算処理を省くと共に、頻繁な補正演算に伴う不安定性を避けることができ、無駄な焦点位置補正を無くすることができる。

[0016] この発明において、前記第２の焦点変動量計算手段（３７）で計算した焦点位置の変動量が加工調整判定用閾値を超える場合に、前記レーザ発振器（５）によるレーザ出力の調整、および前記移動機構（６）による移動速度の調整のいずれか一方または両方を行わせる加工調整指令手段（３９）を設けても良い。

焦点位置の変動量が大き過ぎてその変動量に見合った焦点位置の適切な補正が行えない場合、ドロスの発生が過剰となったり、出力不足で切断等のレーザ加工が不可能であったりする。このような場合であっても、レーザ出力を変化させるか、またはワーク（Ｗ）とレーザ加工ヘッド（４）との相対移動の速度を変えることで、加工品質を実用上十分な範囲で加工できる。

[0017] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なく

とも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

- [0018] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。
- [0019] [図1]この発明の一実施形態に係るレーザ加工装置の概要を示す斜視図およびブロック図を組み合わせた説明図である。
- [図2A]同レーザ加工装置のレーザ加工ヘッドの正常状態を示す破断側面図である。
- [図2B]同レーザ加工装置のレーザ加工ヘッドの汚れ状態を示す破断側面図である。
- [図3]同レーザ加工装置の概念構成のブロック図である。
- [図4]同レーザ加工装置の概念構成を図3とは別に参考として示すブロック図である。
- [図5]同レーザ加工装置の光学系全体対応補正手段の処理の内容を示す流れ図である。
- [図6]同レーザ加工装置の保護ガラス対応補正手段の処理の内容を示す流れ図である。
- [図7]同レーザ加工装置の加工準備手段の処理の内容を示す流れ図である。
- [図8]レーザ加工装置の照射時間と焦点変動の関係例を示すグラフである。
- [図9A]時間に対する係数の関係を示すグラフである。
- [図9B]焦点変動量と焦点補正量の関係を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0020] この発明の一実施形態にかかるレーザ加工機およびレーザ加工方法を図面

と共に説明する。図 1 によると、このレーザ加工機は、加工機本体 1 と、この加工機本体 1 の制御を行う数値制御装置等の加工機本体制御装置 2 とを備え、レーザ切断加工等を行う装置であって、この実施形態の特徴となる汚れ対応補正等演算装置 3 が設けられている。汚れ対応補正等演算装置 3 は、加工機本体制御装置 2 に対して光学系の汚れに対する補正等の対応の指令を行う手段である。汚れ対応補正等演算装置 3 は、加工機本体制御装置 2 の一部として設けられていても良い。

[0021] 加工機本体 1 は、レーザ加工ヘッド 4 と、レーザ発振器 5 と、ワーク W に対してレーザ加工ヘッド 4 を相対的に移動させる移動機構 6 とを備える。この実施形態では、ワーク W を固定側、レーザ加工ヘッド 4 を移動側としており、ワーク W はワーク台 7 上に載置されている。ワーク W は、鋼板等の矩形の板材である。移動機構 6 は、基台 8 上を前後方向（X 軸方向）に移動する前後移動台 9 に、レーザ加工ヘッド 4 を左右移動体（図示せず）を介して左右方向（Y 軸方向）に移動可能に設置して構成され、前後方向および左右方向の前記移動をそれぞれ行わせるモータ（図示せず）を備えている。なお、レーザ加工ヘッド 4 自体に、またはレーザ加工ヘッド 4 を支持する前記左右移動体に、駆動源（図示せず）によってレーザ加工ヘッド 4 を X-Y 平面に対して垂直方向に昇降させる機構（図示せず）を有していても良い。レーザ加工ヘッド 4 には、レーザ発振器 5 で発振したレーザ光がレーザ光伝送路 10 を介して送られる。レーザ発振器 5 は、ファイバレーザ等の固体式レーザ発振器であっても、CO₂レーザ等の気体式レーザ発振器であっても良いが、この実施形態では固体式レーザ発振器としている。

[0022] 図 2 A に示すように、レーザ加工ヘッド 4 は、筒状のケース 4 a 内に、複数の光学素子であるコリメートレンズ 11、集光レンズ 12、および保護ガラス 13 が、X-Y 平面に対して垂直方向に上側から下側に向けてこの順に設けられている。これらコリメートレンズ 11、集光レンズ 12、および保護ガラス 13 により、レーザ加工ヘッド 4 の光学系 15 が構成される。なお、図 2 B には、保護ガラス 13 の表面に汚れが付着している状態が示されて

いる。

[0023] レーザ加工ヘッド４には、この他に加工ガス（アシストガスとも称す）のノズル（図示せず）が設けられ、かつ光学系１５、例えば集光レンズ１２の焦点調節を行う焦点位置調節機構１６（図３）が設けられている。このレーザ加工ヘッド４に、保護ガラス１３の温度を検出する温度検出器１７を設ける。温度検出器１７は、非接触で検出可能なものが好ましく、放射温度計等が用いられる。

[0024] 図３において、加工機本体制御装置２は、コンピュータ式の数値制御装置およびプログラマブルコントローラ等からなり、加工プログラム（図示せず）に従ってレーザ加工機本体１の制御を行う。加工機本体制御装置２は、加工プログラムの命令を順に読んでその命令に対応する各種の指令を生成する基本制御手段２１の他に、焦点制御手段２２、移動制御手段２３、およびレーザ出力制御手段２４を有する。これら焦点制御手段２２、移動制御手段２３、およびレーザ出力制御手段２４は、基本制御手段２１から与えられる指令に従い、それぞれの手段２２～２４が持つ制御機能により、焦点位置調節機構１６、移動機構６、およびレーザ発振器５をそれぞれ制御する。焦点位置補正手段２５は、焦点制御手段２２に補正を行わせる手段であり、具体的な機能は後に説明する。加工機本体制御装置２には液晶表示装置等の画像を表示する表示装置２６が設けられている。

なお、図４は、図３の内容を簡略化して参考として示すブロック図である。

[0025] 図３において、汚れ対応補正等演算手段３は、加工機本体制御装置２に接続されたパーソナルコンピュータまたはマイクロコンピュータ等により構成され、光学系全体対応補正手段３１、保護ガラス対応補正手段３２、および加工準備手段３３を有し、またデータ記憶手段３４を有している。

[0026] 光学系全体対応補正手段３１は、光学系１５の全体の温度変化に対する補正量の計算を主に行う手段であり、第１の焦点変動量計算手段３５およびタイマ３６を有する。光学系全体対応補正手段３１は、詳しくは後述のように

図 5 に流れ図で示す処理を行う。

保護ガラス対応補正手段 3 2 は、保護ガラス 1 3 の汚れに対する補正量の計算を主に行う手段であり、第 2 の焦点変動量計算手段 3 7、中止・補正判定手段 3 8、および加工調整指令手段 3 9 を有する。保護ガラス対応補正手段 3 2 は、詳しくは後述のように図 6 に流れ図で示す処理を行う。

[0027] 加工準備手段 3 3 は、加工プログラムの実行開始前に、一定時間、加工点に最も近い光学素子（この例では保護ガラス 1 3）にレーザ光を照射させて、予め設定してある温度に対する複数の閾値と常時測定している光学素子の温度とを比較し、加工品質を実用上十分な範囲で加工プログラムの実行を完了することが可能か否かを判断し、保護ガラス 1 3 等の光学素子の状態確認を加工機本体制御装置 2 へ通知する手段であり、図 7 に流れ図で示す処理を行う。なお、加工機本体制御装置 2 は、汚れ対応補正等演算装置 3 から送られた各種の通知を表示装置 2 6 の画面に表示する。

データ記憶手段 3 4 は、前記補正量の計算等のための各種のデータを記憶する手段である。

[0028] 光学系全体対応補正手段 3 1 における第 1 の焦点変動量計算手段 3 5 は、一例として、レーザ加工ヘッド 4 からレーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差から、光学系 1 5 の全体の温度変化に対する焦点位置の変動量を、定められた計算式によって計算する。計算した焦点位置の変動量は、加工機本体制御装置 2 へ送る。前記照射時間と停止時間との時間差は、タイマ 3 6 が計時する。前記照射時間と停止時間との時間差の代わりに、光学系 1 5 の全体の温度の検出値から焦点位置の変動量を計算するようにしても良い。光学系 1 5 の全体の温度の検出は、例えばレーザ加工ヘッド 4 に設置した温度検出器（図示せず）により行う。この温度検出器は、保護ガラス 1 3 の温度を計測する前記温度検出器 1 7 とは異なり、一部の光学素子の温度ではなく、光学系 1 5 の全体としての温度を計測する。

[0029] 保護ガラス対応補正手段 3 2 における第 2 の焦点変動量計算手段 3 7 は、光学系 1 5 における加工点に最も近い光学素子、この例では保護ガラス 1 3

の温度の検出値からこの光学素子である保護ガラス 13 の温度変化に対する焦点位置の変動量を、定められた計算式によって計算する。第 2 の焦点変動量計算手段 37 は、計算した焦点位置の変動量、またはこの変動量から求める後述の補正量を、加工機本体制御装置 2 へ送る。保護ガラス 13 の温度の検出値は、前記温度検出器 17 による検出値である。

[0030] これら、第 1 および第 2 の焦点変動量計算手段 35, 37 により計算された焦点位置の変動量または補正量は、上記のように加工機本体制御装置 2 へ送られ、加工機本体制御装置 2 では、焦点位置補正手段 25 により、両焦点位置の変動量の和、または両焦点位置の補正量の和を計算し、その和により、焦点制御手段 22 に補正処理として焦点位置調節機構の 15 に焦点位置の調節を行わせる。

[0031] このように、光学系 15 の全体の焦点位置の変動量と保護ガラス 13 の焦点位置の変動量を計算し、その和を用いて焦点位置の補正を行うようにしたため、加工点に最も近くて汚れの生じ易い光学素子である保護ガラス 13 の汚れによる温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動と、他の光学部品の温度上昇の変化に起因する焦点位置の変動との両方に対して適切な補正が行えて、優れた加工品質が得られる。

光学系 15 全体の温度に対する焦点位置の変動量は、個々の光学素子の温度検出を行わず、纏めて焦点位置の変動量を求めるようにしたため、センサ類の増加と演算の複雑化を抑えることができる。保護ガラス 13 に比べて他の光学部品は、汚れが少ないため、このように纏めて温度変化に対する焦点位置の変動量を求めるようにしても、実用上で十分な焦点位置の補正が行える。

[0032] 光学系 15 の全体の焦点位置の変動量については、レーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差によっても計算しても良いようにしているが、照射時間だけでなく、照射時間と停止時間との時間差で計算するため、一つのワーク W に対してレーザ光照射のオン、オフを繰り返しても、時間から温度変化が適切に推測できる。すなわち、一般的な板金に対するレーザ切断加

工では、例えば部品の外周を切り抜き、あるいは開口の内周を切り抜くなどの、1度の連続した照射で行える加工の終了毎にレーザ光をオフにする。このため、例えばワークWに対して同じ形状の切り抜き加工を複数行う場合、焦点位置の補正無しでは、図8に例示するように焦点位置がオンオフ毎に変動する。これに対し、照射時間と停止時間との時間差を用いて計算することにより、光学系15の全体の焦点位置の変動量を精度良く求めることができる。また、このようにオンオフから温度変化、焦点位置の変動を推測するようにすることで、温度の検出手段が省け、部品点数が削減できる。タイマ36は、演算処理装置に備えられているクロック発生手段（図示せず）を用いてカウントする構成とすることで、専用の機器は不要である。

加工点に最も近い光学素子である保護ガラス13については、汚れが生じ易くて温度変化が大きいため、時間によらずに、温度の検出値を焦点位置の補正に用いることで、その大きな温度変化に対して適切な焦点位置の補正が行える。

[0033] 中止・補正判定手段38および加工調整指令手段39については、基本的には〔課題を解決するための手段〕の欄で前述したとおりであるが、より具体的処理内容は、後に図6の流れ図と共に説明する。

[0034] 図5の流れ図を用い、光学系全体対応補正手段31の具体的な機能を説明する。

過程Q1で、閾値等の焦点補正に必要な情報を取得し、レーザ加工の開始の指令を待つ（Q2）。ここで言うレーザ加工の開始の指令は、1枚のワークWについて加工の開始の指令であり、例えば加工プログラムのスタートである。

[0035] この後、レーザ光照射の開始を待つ（Q3）。開始の指令があると、レーザ照射を開始して焦点位置を計算し（Q4）、その焦点位置へ焦点位置調節機構16により移動させる。このときの焦点位置は、焦点補正の前の位置である。

[0036] レーザ光の照射中であるか否かを確認し（Q6）、加工中である場合は、

レーザ発振器 5 から発振するレーザ出力の値と、光学系 15 の全体の温度情報とを取得する (Q 7)。この温度情報は、レーザ光照射のオン時間とオフ時間の差の情報、または前記の光学系 15 の全体の温度検出を行っている場合はその温度検出値である。この取得した温度の情報とレーザ出力の情報とから、光学系 15 の全体の温度変化による焦点変動量を計算し (Q 8)、その焦点変動量を補正するための焦点補正量を計算する (Q 9)。

[0037] なお、オン時間とオフ時間の差から焦点位置の変動量を計算する場合、例えば、次式によって計算する。

$$(\text{焦点変動量}) = (\text{係数}) \times \text{レーザ出力} (\text{オン時間} - \text{オフ時間})$$

上記の係数は、例えば図 9 A に示すように時間 t によって変化する時間の関数である。

また、上記の焦点補正量の計算 (Q 9) では、図 9 B に示すように、焦点変動量 ΔH に対して現在の焦点位置が h_1 であるとする、焦点補正量は $\Delta H - h_1$ とされ、現在の焦点位置に応じて変わる。

[0038] 上記のように焦点変動量を計算した後、焦点補正を行うべきか否かの判定を定められた基準によって行い (Q 10)、補正すべきときは焦点補正量を加工機本体制御装置 2 へ送る (Q 11)。送った後、焦点補正量、例えばその送った焦点補正量または前記焦点変動量を所定の記憶領域に記憶する (Q 12)。前記焦点補正を行うべきか否かの判定 (Q 10) については、例えば、補正判定用閾値と比較した結果、変動量が小さ過ぎて加工品質に影響を与えない状態にある場合に、補正を行わないと判定する。この場合は、焦点変動量を加工機本体制御装置 2 へ送る過程 (Q 11) を経ずに、前記焦点変動量の記憶 (Q 12) を行う。

この記憶の後、レーザ照射中か否かの判定過程 (Q 6) へ戻り、前述の処理を繰り返す。すなわち、レーザ照射中は、常に光学系 15 の全体の温度変化による焦点変動量の計算 (Q 8) 等を繰り返す。

[0039] レーザ照射中か否かの判定過程 (Q 6) で、照射中でないと判定したときは、焦点変動量を取得し (Q 13)、焦点収束変動量を計算し (Q 14)、

焦点補正量の計算（Ｑ１５）を行った後、レーザ加工が完了か否かを判定する（Ｑ１６）。レーザ加工が完了の場合は、焦点補正の一連の計算を完了する。レーザ加工が完了でない場合は、レーザ光照射開始か否かの判定過程（Ｑ３）に戻る。

[0040] この判定過程（Ｑ３）でレーザ光照射開始が未だと判定された場合は、前記焦点補正量取得の過程（Ｑ１３）に移行し、過程Ｑ１６までを再度行う。このように、同じワークＷについての次の部分の加工の開始を待ち、前記焦点変動量取得（Ｑ１３）、焦点収束変動量計算（Ｑ１４）、焦点補正量の計算（Ｑ１５）および上記判定（Ｑ１６）を繰り返す。

[0041] 図６の流れ図を用い、保護ガラス対応補正手段３２の具体的な機能を説明する。

過程Ｒ１では、保護ガラス１３に対する補正のための閾値等の各種の設定値を取得する。この後、レーザ光照射の開始を待ち（Ｒ２）、開始されると、保護ガラス１３の温度を温度検出器１７により検出する（Ｒ３）。検出された保護ガラス温度を中止判定用閾値と比較する（Ｒ４）。この閾値を超える場合は、加工中止の通知を加工機本体制御装置２へ送り（Ｒ１６）、レーザ加工の中止を待つ（Ｒ１７）、保護ガラス状態確認の通知を加工機本体制御装置２へ送る（Ｒ１８）。

[0042] 前記の保護ガラス温度の中止判定用閾値との比較（Ｒ４）で加工可能であると判定されたときは、第２の焦点変動量計算手段３７による焦点変動量の計算（Ｒ５）、焦点補正量の計算（Ｒ６）を行った後、焦点補正を行うか否かを判断する（Ｒ７）。この判断は、前記の過程（図５の（Ｑ１０））と同様に、調整可能な移動量であるかの判断であり、補正判定用閾値と比較する。補正判定用閾値以上である場合は、焦点補正を行う場合であり、焦点補正量を加工機本体制御装置２へ通知し（Ｒ８）、焦点補正を行わない場合はこの通知を行うことなく、保護ガラス温度と焦点変動量を記憶装置に通知する（Ｒ９）。

これらの上記の過程Ｒ３～Ｒ８、および過程Ｒ１６を行う手段により、図

2 の中止・判定手段 38 が構成される。

[0043] この通知 (R 9) の後、加工速度の変更判定用の設定条件に対する判定を行う (R 10)。前記加工速度は、移動機構 6 によるレーザ加工ヘッド 4 とワーク W との相対移動の速度である。前記設定条件は、例えば加工速度変更用の加工調整判定用閾値や、レーザ光出力の値である。設定条件に合致する場合は、定められた条件に応じて計算した加工速度を加工機本体制御装置 2 へ通知する (R 11)。加工機本体制御装置 2 は、この通知を受けて、移動制御手段 23 により、移動機構 6 による前記通知に応じた移動速度への変更を行わせる。

[0044] 前記加工速度の通知 (R 11) の後、また加工速度を変更しない場合は前記加工速度を変更するか否かの判断 (R 10) の後、レーザ光出力を変更するか否かの判定を行う (R 12)。加工速度を変更した場合はレーザ光出力を変更することが必要な場合がある。また、保護ガラス 13 の焦点位置の変更が、適切な値までは変更できないが、焦点距離が適切でなくても、レーザ光出力を変更すれば加工可能である場合がある。このような場合の判定についての閾値であるレーザ光出力変更に対する加工調整判定用閾値を定めておき、この加工調整判定用閾値を超える場合は、レーザ光出力指令変更を加工機本体制御装置 2 へ通知する (R 13)。加工機本体制御装置 2 は、この通知を受けて、レーザ出力制御手段 24 により、レーザ発振器 5 に前記通知に応じたレーザ光出力への変更を行わせる。上記の過程 R 10～R 13 を行う手段により、図 2 の加工調整指令手段 39 が構成される。

[0045] 上記のレーザ光出力の変更の通知 (R 13) の後、また変更をしない場合は前記判定 (R 12) の後、レーザ光照射の停止の判定を行い (R 14)、停止するまでは前記保護ガラス温度検出 (R 3) の過程に戻り、以下の各過程を繰り返す。

レーザ光照射が停止された場合は、保護ガラス確認の通知を行うか否かの判定 (R 15) を設定条件に応じて行った後、条件該当の場合は、保護ガラス確認の通知 (R 18) を加工機本体制御装置 2 へ行ってから、また条件に

該当しない場合はそのまま、この保護ガラス対応補正のための一連の制御を完了する。

[0046] 図7の流れ図を用い、加工準備手段33の具体的な機能を説明する。

過程S1で加工ガスのオンを行い、加工ガス圧の異常を判定する(S2)。保護ガラス13の装着に異常があった場合は、加工ガス圧が異常になり、適切な加工が行えないからである。異常の場合は、保護ガラス13の装着の異常を通知し(S10)、この加工準備処理を終了する。

[0047] 異常がない場合は、レーザ出力の指令を行い(S3)、レーザ光照射が開始されるのを待って(S4)、保護ガラス温度の検出を行う(S5)。保護ガラス温度を閾値と比較し(S6)、異常であると判定した場合は、保護ガラス状態の確認の通知を加工機本体制御装置2へ行って(S9)、加工準備処理を終了する。

[0048] 保護ガラス温度に異常がない場合は、レーザ光照射を開始から任意の設定時間だけ経過したか否かを判定し(S7)、経過するまでは、保護ガラス温度検出の過程(S5)に戻って前記過程(S5～S7)を繰り返す。レーザ光照射が開始から任意の設定時間だけ経過すると、保護ガラス異常無しの通知を加工機本体制御装置2へ行い(S8)、加工準備処理を終了する。

このような一連の加工準備処理を実加工の前に行うことで、実加工時にワークWの加工不良が発生することが未然に防止できる。

[0049] なお、前記実施形態は、固体レーザの場合につき説明したが、この発明は、CO₂レーザのような気体レーザの場合にも適用することができる。

[0050] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

[0051] 1…加工機本体

2…加工機本体制御装置

- 3…汚れ対応補正等演算装置
- 4…レーザ加工ヘッド
- 5…レーザ発振器
- 6…移動機構
- 1 1…コリメートレンズ（光学素子）
- 1 2…集光レンズ（光学素子）
- 1 3…保護ガラス（光学素子）
- 1 5…光学系
- 1 6…焦点位置調節機構
- 1 7…温度検出器
- 2 5…焦点位置補正手段
- 3 1…光学系全体対応補正手段
- 3 2…保護ガラス対応補正手段
- 3 3…加工準備手段
- 3 5…第1の焦点変動量計算手段
- 3 7…第2の焦点変動量計算手段
- 3 8…中止・補正判定手段
- 3 9…加工調整指令手段
- W…ワーク

請求の範囲

[請求項1] 複数の光学素子で構成された光学系およびこの光学系の焦点位置調節機構を有するレーザ加工ヘッドと、レーザ発振器と、ワークに対して前記レーザ加工ヘッドを相対的に移動させる移動機構と、前記焦点位置調節機構、前記レーザ発振器、および前記移動機構を制御する制御装置とを備え、一つのワークに対してレーザ光の照射のオン、オフを繰り返すレーザ加工機であって、

前記レーザ加工ヘッドからレーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差、または前記光学系の全体の温度の検出値から前記焦点位置の変動量を計算する第1の焦点変動量計算手段と、

前記光学系における加工点に最も近い光学素子の温度の検出値からこの加工点に最も近い光学素子の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第2の焦点変動量計算手段と、

これら第1および第2の焦点変動量計算手段で計算された焦点位置の変動量の和を用いて前記制御装置に前記焦点位置調節機構による焦点位置の補正を行わせる焦点位置補正手段を設けた

ことを特徴とするレーザ加工機。

[請求項2] 前記加工点に最も近い光学素子の温度の検出値を中止判定用閾値および補正判定用閾値と比較し、前記中止判定用閾値を超える場合は前記制御装置に加工の中止を行わせ、前記中止判定用閾値以下であるが前記補正判定用閾値を超える場合に前記焦点位置補正手段による前記補正を行わせ、前記補正判定用閾値以下である場合は、前記第2の焦点変動量計算手段で計算した焦点位置の変動量を用いる補正を前記焦点位置補正手段に行わせない中止・補正判定手段を設けた請求項1記載のレーザ加工機。

[請求項3] 前記第2の焦点変動量計算手段で計算した焦点位置の変動量が加工調整判定用閾値を超える場合に、前記レーザ発振器によるレーザ出力の調整、および前記移動機構による移動速度の調整のいずれか一方ま

たは両方を行わせる加工調整指令手段を設けた請求項 1 または請求項 2 記載のレーザ加工機。

[請求項4]

複数の光学素子で構成された光学系およびこの光学系の焦点位置調節機構を有するレーザ加工ヘッドと、レーザ発振器と、ワークに対して前記レーザ加工ヘッドを相対的に移動させる移動機構と、前記焦点位置調節機構、前記レーザ発振器、および前記移動機構を制御する制御装置とを用い、一つのワークに対してレーザ光の照射のオン，オフを繰り返すレーザ加工方法であって、

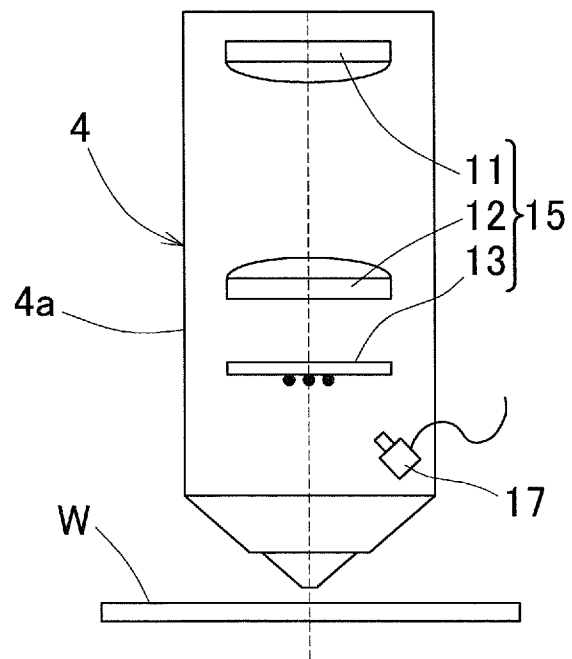
前記レーザ加工ヘッドからレーザ光を照射する照射時間と停止時間との時間差、または前記光学系の全体の温度の検出値から前記焦点位置の変動量を計算する第 1 の焦点変動量計算過程と、

前記光学系における加工点に最も近い光学素子の温度の検出値からこの加工点に最も近い光学素子の温度変化に対する焦点位置の変動量を計算する第 2 の焦点変動量計算過程と、

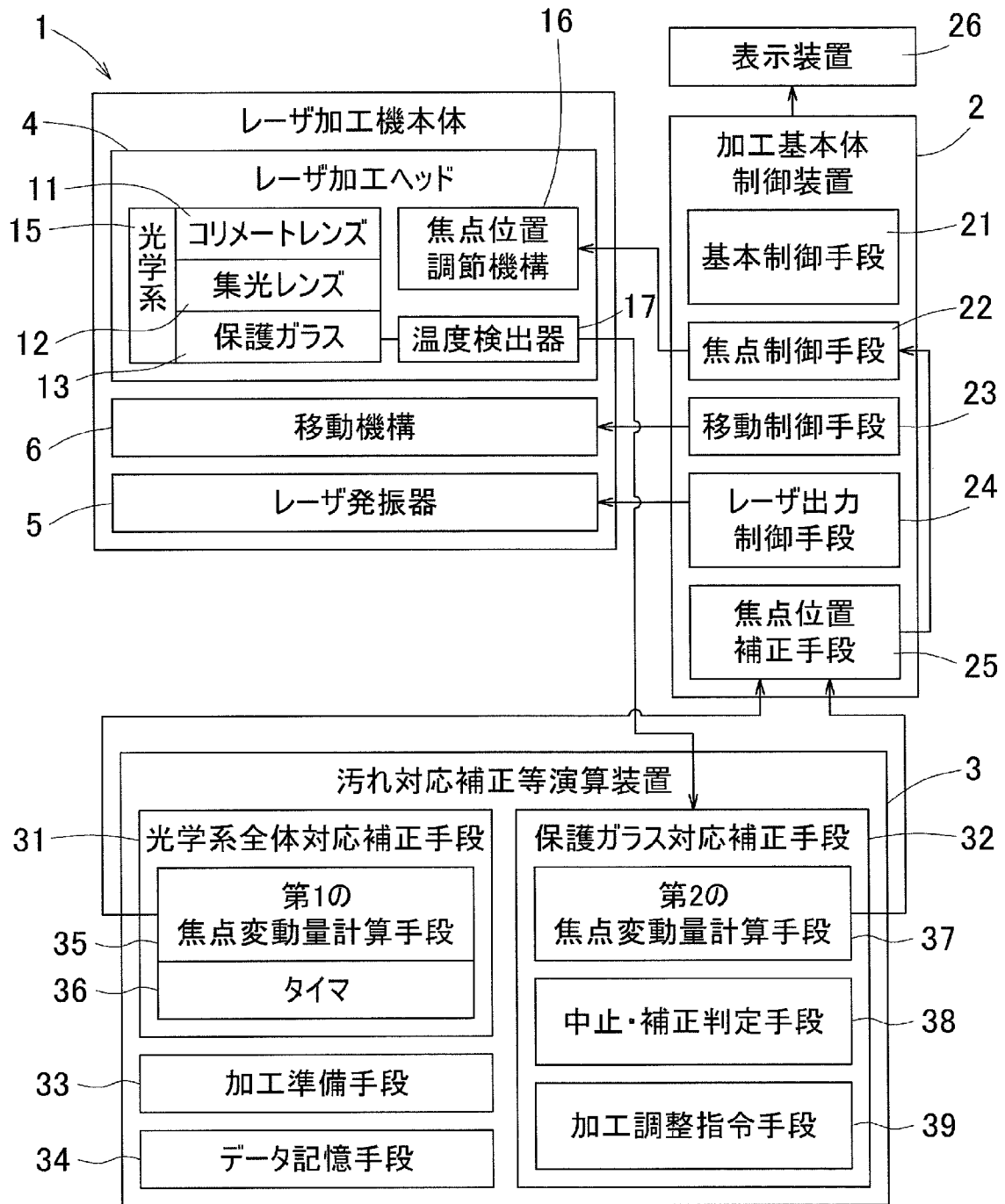
これら第 1 および第 2 の焦点変動量計算過程で計算された焦点位置の変動量の和を用いて前記制御装置に前記焦点位置調節機構による焦点位置の補正を行わせる焦点位置補正過程とを有する

ことを特徴とするレーザ加工方法。

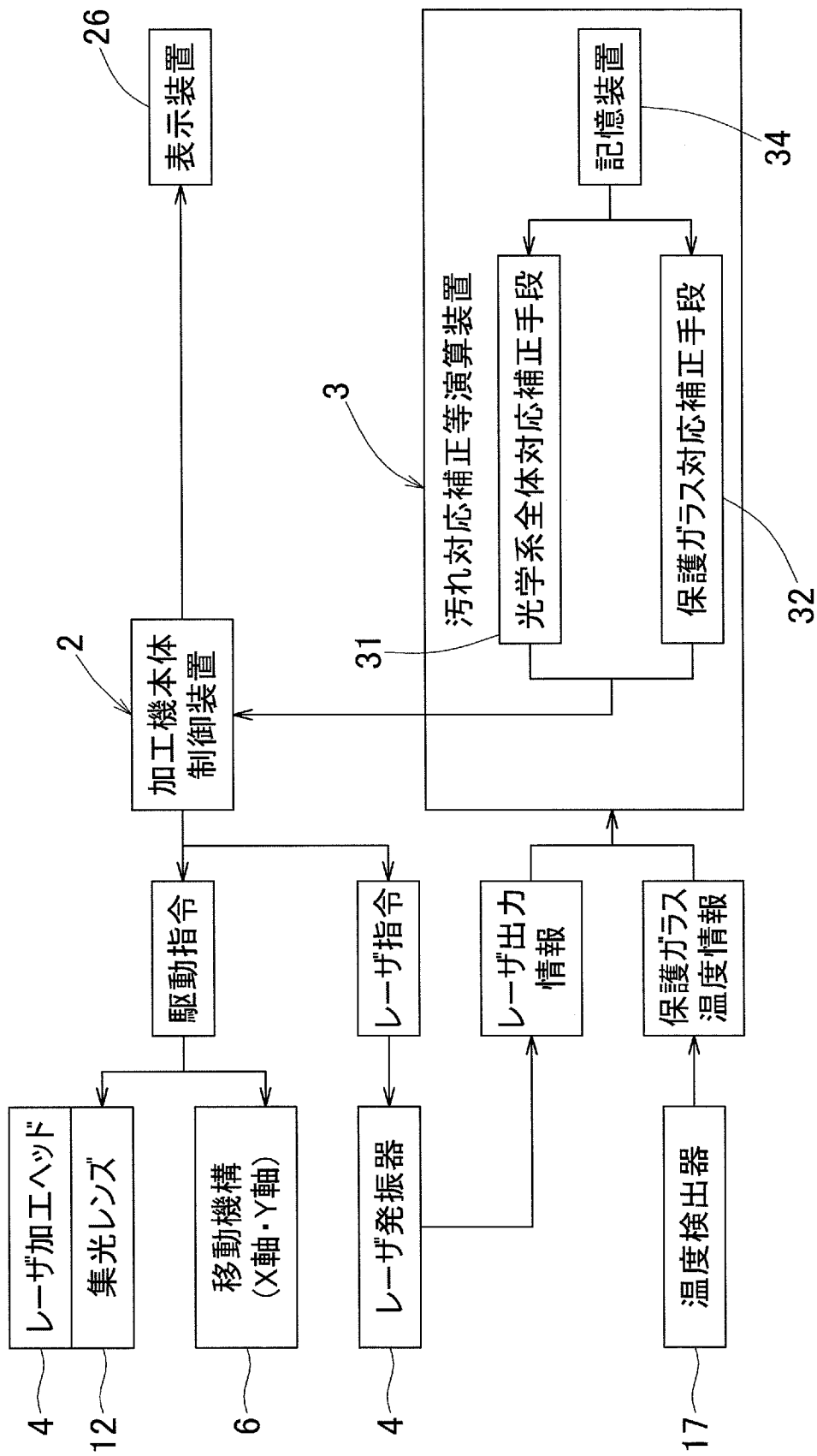
[図2B]



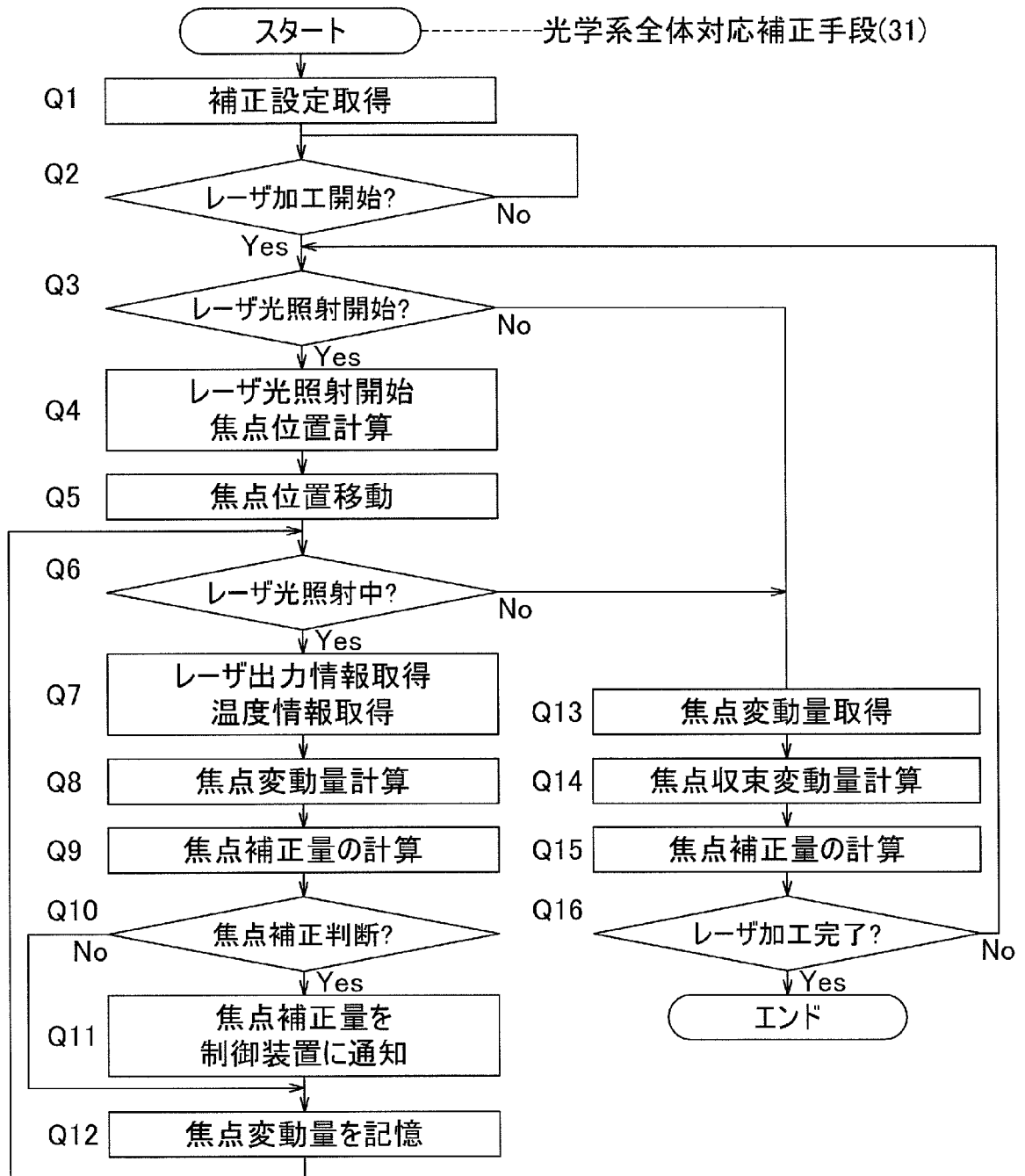
[図3]



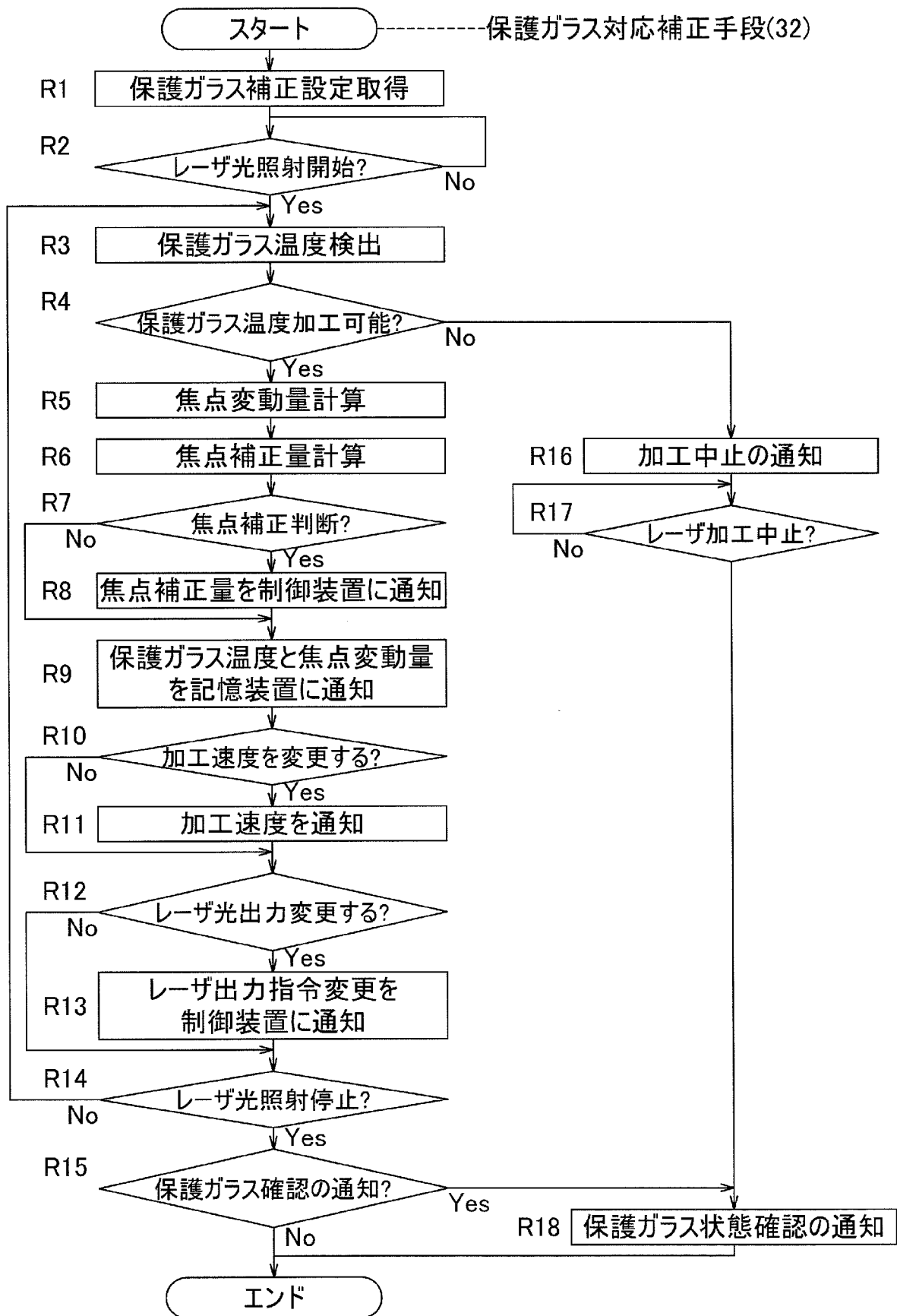
[図4]



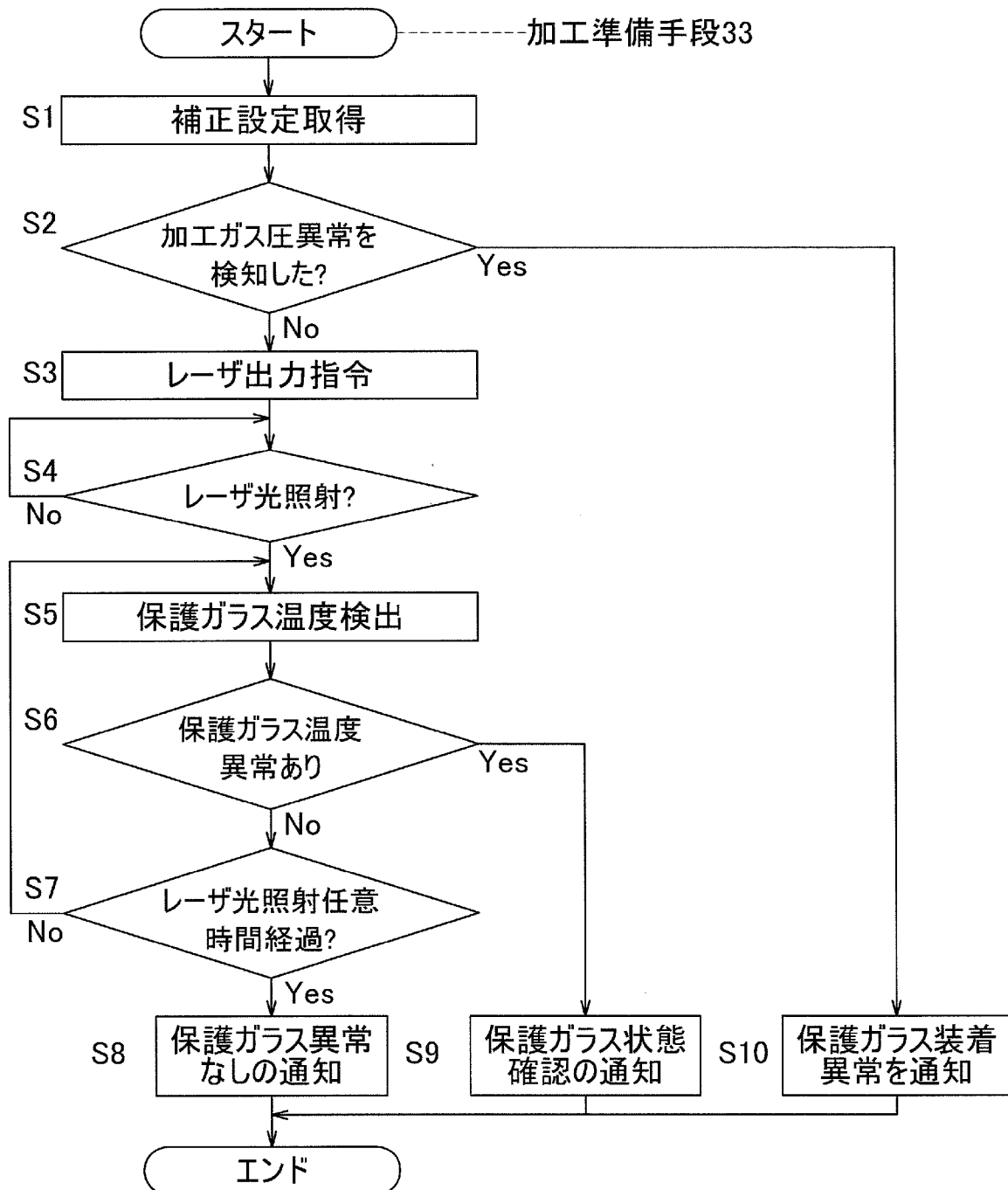
[図5]



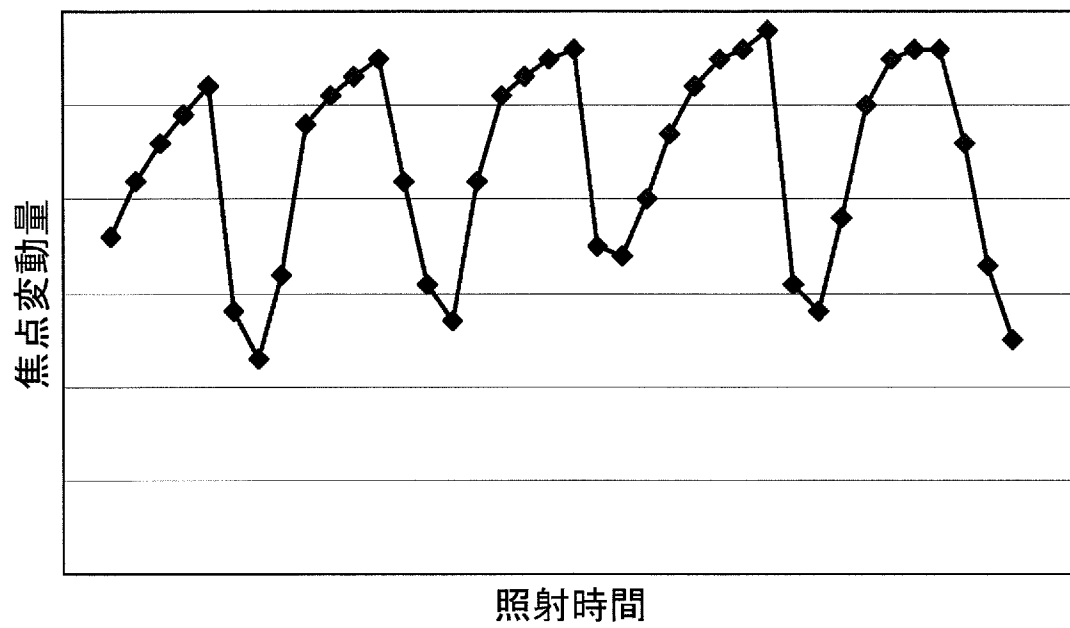
[図6]



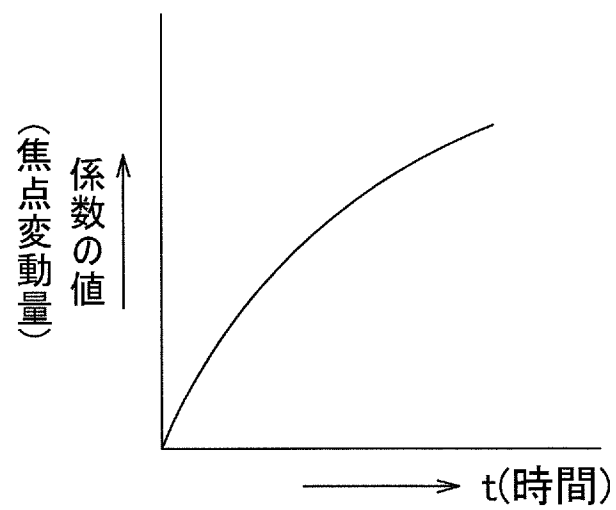
[図7]



[図8]

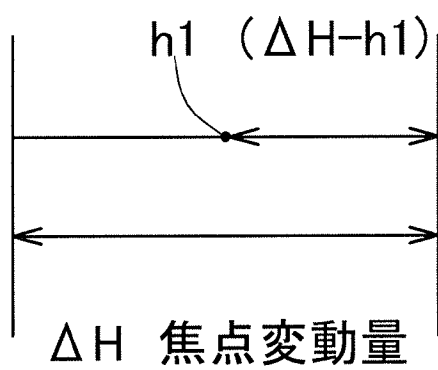


[図9A]



[図9B]

現在の焦点位置 焦点補正量



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/046(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/046, B23K26/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-290944 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 October 2003 (14.10.2003), paragraphs [0014] to [0023]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 2002-361452 A (Precitec KG), 18 December 2002 (18.12.2002), paragraphs [0030] to [0032]; fig. 1 & DE 10113518 A1	1-4
Y	JP 2012-533434 A (Precitec KG), 27 December 2012 (27.12.2012), paragraphs [0018] to [0059]; fig. 1 to 4 & US 2012/0188365 A1 & WO 2011/009594 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 May, 2014 (21.05.14)

Date of mailing of the international search report

03 June, 2014 (03.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056946

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2627205 B2 (Okuma Corp.), 02 July 1997 (02.07.1997), page 2, left column, line 43 to page 3, right column, line 4; fig. 1 to 4 (Family: none)	2-3
A	JP 11-58053 A (Nikon Corp.), 02 March 1999 (02.03.1999), paragraphs [0018] to [0020]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-4
A	JP 1-122688 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 15 May 1989 (15.05.1989), entire text (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B23K26/046(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B23K26/046, B23K26/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	JP 2003-290944 A（三菱電機株式会社）2003.10.14, 第14-23段落, 図1-3（ファミリーなし）	1 - 4	
Y	JP 2002-361452 A（プレシテック カーゲー）2002.12.18, 第30-32段落, 図1 & DE 10113518 A1	1 - 4	
Y	JP 2012-533434 A（プレシテック カーゲー）2012.12.27, 第18-59段落, 図1-4 & US 2012/0188365 A1 & WO 2011/009594 A1	1 - 4	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 1 . 0 5 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 0 3 . 0 6 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 大内 俊彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P 9824

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2627205 B2 (オークマ株式会社) 1997.07.02, 第2ページ左欄第43行-第3ページ右欄第4行, 第1-4図 (ファミリーなし)	2-3
A	JP 11-58053 A (株式会社ニコン) 1999.03.02, 第18-20段落, 図2-3 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 1-122688 A (住友電気工業株式会社) 1989.05.15, 全文 (ファミリーなし)	1-4