

(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
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/004152 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/03 (2006.01) *B23K 26/046* (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01) *B23K 26/082* (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/023640

(22) 国際出願日: 2023年6月26日(26.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ファナック株式会社 (**FANUC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 松田 宗和 (**MATSUDA Munekazu**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草

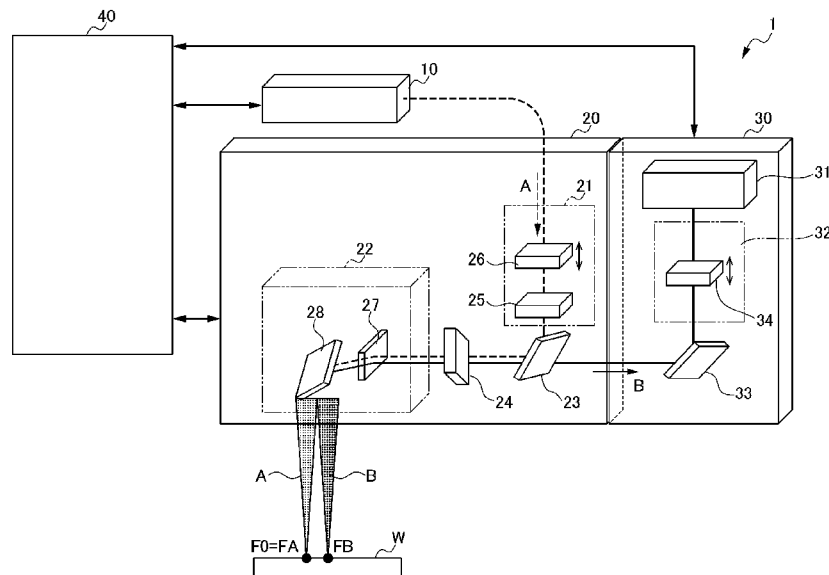
字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外(**SHOBAYASHI Masayuki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: LASER PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: レーザ加工システム



(57) Abstract: In this laser processing system, it is desired that of a focal point of monitor light is matched with a processing spot all the time, even when a focal point of a laser light is shifted to an optical-axis direction. The laser processing system includes: a laser-light variable focal-point mechanism which can change a focal point of laser light by control information based on a tertiary space coordinate of a processing spot; a laser-light deflection mechanism that coaxially controls positions of the laser light and the monitor light; a sensor that receives the monitor light; a reflection portion that guides the laser light to the laser-light deflection mechanism and guides the monitor light to the sensor; a monitor-light variable focal-point mechanism that can change a focal point of the monitor light by control information based on a tertiary space coordinate of the processing spot; and a control portion that controls a focal point of the laser light in the laser-light variable focal-point mechanism by control information based on a three-dimensional space coordinate of the processing

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

spot and a defocus coordinate of the laser light and controls a focal point of the monitor light in the monitor-light variable focal-point mechanism by the control information based on at least the tertiary space coordinate of the processing spot.

(57) 要約: レーザ加工システムにおいて、レーザ光の焦点を光軸方向にずらした場合でも、モニタ光の焦点を常に加工箇所に合わせていることが望まれている。レーザ加工システムは、レーザ光の焦点を加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なレーザ光可変焦点機構と、レーザ光及びモニタ光の位置を同軸で制御するレーザ光偏向機構と、モニタ光を受光するセンサと、レーザ光をレーザ光偏向機構へ導き、モニタ光をセンサへ導く反射部と、モニタ光の焦点を加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なモニタ光可変焦点機構と、加工箇所の三次空間座標及びレーザ光のデフォーカス座標に基づく制御情報により、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点を制御し、少なくとも加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御する制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： レーザ加工システム

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ加工システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、ワークの加工箇所レーザ光を照射して、溶接等の加工を行うレーザ加工システムが知られている。このレーザ加工システムにおいて、レーザ光による加工箇所の品質をモニタするために、センサの画像を使用する場合がある。レーザ光による加工箇所をセンサの画像でモニタする場合、加工箇所から放出される光（以下、「モニタ光」ともいう）を、加工用のレーザ光を照射するための光学系と同じ光学系を経由して、センサへ導いていた（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-148315号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記レーザ加工システムによれば、レーザ光の焦点を別の加工箇所に移動させても、モニタ光の焦点を常にレーザ光の焦点と一致させることができる。一方、レーザ溶接においては、レーザ光の焦点を光軸方向にずらして加工箇所を加熱することも行われている。従来のレーザ加工システムにおいて、レーザ光の焦点を光軸方向にずらすと、モニタ光の焦点も光軸方向にずれてしまう。モニタ光の焦点が光軸方向にずれると、センサの画像は、焦点がぼやけた画像となる。そのため、オペレータは、レーザ光による加工箇所を適切にモニタすることが難しくなる。

[0005] そのため、レーザ加工システムにおいて、レーザ光の焦点を光軸方向にずらした場合でも、モニタ光の焦点を常に加工箇所に合わせることが望まれて

いる。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示のレーザ加工システムは、レーザ光源から出力されるレーザ光の焦点を、加工箇所三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なレーザ光可変焦点機構と、加工箇所へ照射するレーザ光の位置及び加工箇所から放出されるモニタ光の位置を同軸で制御するレーザ光偏向機構と、モニタ光を受光するセンサと、前記レーザ光可変焦点機構から出射されるレーザ光を反射して前記レーザ光偏向機構へ導き、加工箇所から放出されるモニタ光を透過させて前記センサへ導く反射部と、モニタ光の焦点を、加工箇所三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なモニタ光可変焦点機構と、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点、前記レーザ光偏向機構におけるレーザ光及びモニタ光の位置、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御するための制御情報を生成する制御部と、を備え、前記制御部は、加工箇所三次元空間座標及びレーザ光のデフォーカス座標に基づく制御情報により、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点を制御し、少なくとも加工箇所三次空間座標に基づく制御情報により、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]レーザ加工システム1の構成とレーザ光の第1の照射形態を説明する図である。

[図2]レーザ光の三次元空間座標の焦点（デフォーカス座標 $H=0$ ）を説明する図である。

[図3]レーザ光の三次元空間座標の焦点（デフォーカス座標 $H \neq 0$ ）を説明する図である。

[図4]レーザ加工システム1の構成とレーザ光の第2の照射形態を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示に係るレーザ加工システムの実施形態について説明する。本

明細書に添付した図面は、いずれも模式図であり、理解しやすさ等を考慮して、各部の形状、縮尺、縦横の寸法比等を、実物から変更又は誇張している。

[0009] (第1実施形態)

図1は、レーザ加工システム1の構成とレーザ光の第1の照射形態を説明する図である。図2は、レーザ光の三次元空間座標の焦点（デフォーカス座標 $H=0$ ）を説明する図である。図3は、レーザ光の三次元空間座標の焦点（デフォーカス座標 $H \neq 0$ ）を説明する図である。なお、レーザ光の第1の照射形態とは、レーザ光の焦点が光軸方向において加工箇所と一致している形態をいう。

[0010] 図1に示すレーザ加工システム1は、例えば、移動ステージ（不図示）上にあるワーク（被加工物）Wに対してレーザ光を照射して、溶接等の加工を行うシステムである。なお、レーザ加工システム1の適用は、移動ステージ上にワークを配置する例に限らず、適宜に変更可能である。

[0011] 図1に示すように、実施形態に係るレーザ加工システム1は、レーザ光源10、加工ヘッド20、センサ用筐体30及び制御部40を備える。

レーザ光源10は、制御部40（後述）からの指令に応じて、内部でレーザを発振し、レーザ光を生成する装置である。レーザ光源10としては、例えば、ファイバレーザ発振器、パルスレーザ発振器、ダイレクトダイオードレーザ（DDL）、 CO_2 レーザ発振器又は固体レーザ（YAGレーザ）発振器等を用いることができる。レーザ光源10は、生成したレーザ光を加工ヘッド20に出力する。なお、図1においては、レーザ光の経路を破線で示し、モニタ光の経路を実線で示す。

[0012] 加工ヘッド20は、レーザ光源10から出力されたレーザ光を、出射口（不図示）からワークWに照射するための装置である。加工ヘッド20は、ウォブリング機能（後述）を有するウォブルヘッド、ガルバノスキャナ、ポリゴンミラーによって構成される。加工ヘッド20は、レーザ光可変焦点機構21、レーザ光偏向機構22、ミラー23、レンズ24等を備える。

- [0013] レーザ光可変焦点機構 21 は、レーザ光源 10 から出力されるレーザ光の焦点を変更可能な機構である。レーザ光可変焦点機構 21 は、制御部 40 から指令される、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z 及びデフォーカス座標 H に基づく制御情報により、レーザ光の焦点を制御する。具体的には、レーザ光可変焦点機構 21 は、レーザ光の出射口（不図示）から加工箇所までの距離に関する制御情報に基づいて、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z の位置又はその位置からデフォーカス座標 H の分だけずれた位置にレーザ光の焦点が合うように、レーザ光の焦点を調節するためのレンズ 26（後述）の光軸方向の位置を調節する。なお、本実施形態において「光軸方向」とは、レーザ光の光軸及びモニタ光の光軸に沿う方向を意味する。
- [0014] デフォーカス座標（以下、「デフォーカス座標 H」ともいう）とは、レーザ光の焦点を、三次元空間座標 X、Y、Z で特定される基準焦点から光軸方向に移動させる量を示す座標である。図 2 及び図 3 に示すように、レーザ光の基準焦点 F0 は、三次元空間座標 X、Y、Z で表される。図 2 に示す例では、デフォーカス座標 H の値が 0 のため、レーザ光の焦点 FA は、光軸方向において、基準焦点 F0（加工箇所）と一致する。一方、図 3 に示す例では、デフォーカス座標 H が 0 ではない（本例では一値（マイナス値））のため、レーザ光の焦点 FA は、光軸方向において、基準焦点 F0 から近位側へデフォーカス座標 H の分だけ移動する。
- [0015] デフォーカス座標 H を + 値とした場合、レーザ光の焦点 FA は、基準焦点 F0 よりも光軸方向の遠位側に移動する（不図示）。一方、デフォーカス座標 H を - 値とした場合、図 3 に示すように、レーザ光の焦点 FA は、基準焦点 F0 よりも光軸方向の近位側（図中、上側）に移動する。このように、レーザ光の焦点を遠位側又は近位側に移動させてデフォーカス状態にすると、レーザ光のビーム径が拡大するため、レーザ光を加工対象上の広い領域に照射できる。レーザ光の焦点をデフォーカス状態とすることは、例えば、溶接前の予備加熱、溶接後の徐冷等の本来の溶接時の加熱よりも低温で加熱する作業において行われる。

[0016] 図1に示すように、レーザ光可変焦点機構21は、レンズ25及び26を備える。レンズ25及び26は、レーザ光の光軸方向の焦点を調節するための光学部品である。レンズ25は、光軸方向の位置が固定されている。レンズ26（焦点レンズ）は、光軸方向の位置が移動自在となるように支持されている。レーザ光可変焦点機構21は、レンズ26の位置を光軸方向に移動させるための機構として、ボールねじ、モータ等（不図示）を備える。ボールねじは、モータの回転運動を直線運動に変換する直動機構である。この直動機構によりレンズ26の光軸方向の位置を制御することにより、レーザ光の焦点を光軸方向に移動させることができる。

[0017] なお、光軸方向に位置を移動させるレンズは、レンズ26に限らず、レンズ25でもよいし、レンズ25及び26の両方を相対的に移動させてもよい。また、レーザ光の焦点を光軸方向に移動させる機構としては、ボールねじに限らず、例えば、リニアガイドによる直動機構、ミラー（凹面鏡）位置の移動により焦点を変える機構、レンズの形状変化により焦点を変える機構等を用いることができる。

[0018] 一般的な溶接作業では、デフォーカス座標Hの値が0となるため、レーザ光の焦点は、基準焦点F0となる。一方、レーザ光をデフォーカス状態とする作業においては、デフォーカス座標Hの値に応じて、レーザ光の光軸方向に沿って焦点が移動する。そのため、レーザ光の焦点は、基準焦点F0から遠位側又は近位側に離れた点が焦点FAとなる。

[0019] レーザ光偏向機構22は、加工箇所へ照射するレーザ光Aの焦点及び加工対象から放出されるモニタ光Bの焦点を同軸で制御する装置である。レーザ光偏向機構22は、制御部40からの指令に応じて、ミラー27及び28（後述）を制御する。具体的には、レーザ光偏向機構22は、制御部40から指令される、加工箇所の二次元空間座標X、Yに基づく制御情報により、加工箇所へ照射するレーザ光Aの位置及び加工箇所から放出されるモニタ光Bの位置がそれぞれ二次元空間座標X、Yとなるように、レーザ光及びモニタ光を走査する各ミラー（後述）の回転角度を調節する。なお、図1では、加

工対象へ照射されるレーザ光Aと、加工対象から放出されるモニタ光Bの関係を分かり易くするため、それぞれの位置をずらして図示しているが、レーザ光Aとモニタ光Bは同軸となる。

[0020] レーザ光偏向機構22は、ミラー27及び28を備える。ミラー27及び28は、レーザ光及びモニタ光を反射する光学部品である。また、レーザ光偏向機構22は、ミラー27及び28を、それぞれの回転軸周りに回転させる駆動機構（不図示）を備える。ミラー27及び28の回転角度を、それぞれの駆動機構で制御することにより、レーザ光は、ワークW上の二次元空間を走査される。レーザ光偏向機構22からワークWの加工箇所へレーザ光が照射されると、加工箇所から放出されたモニタ光がレーザ光と同じ光路を経由して、レーザ光偏向機構22からセンサ31（後述）に向けて出射される。なお、加工ヘッド20において、レーザ光の出口となるレーザ光偏向機構22の出射口E（図2／図3参照）の位置は、固定されている。

[0021] ミラー（反射部）23は、レーザ光偏向機構22から出射されるレーザ光を反射してレーザ光可変焦点機構21へ導き、加工箇所から放出されるモニタ光を透過させる光学部品である。ミラー23は、特定の波長の光を反射し、その他の波長の光を透過するダイクロックミラー（2色性ミラー）により構成される。レンズ24は、ミラー23で反射するレーザ光及びレーザ光偏向機構22から出射するモニタ光を集光する光学部品である。

[0022] センサ用筐体30は、加工箇所から放出されるモニタ光をセンサ31に導く装置である。センサ用筐体30は、センサ31、モニタ光可変焦点機構32、ミラー33を備える。

[0023] センサ31は、モニタ光を受光して、ワークWの加工箇所の画像を生成する装置である。レーザ溶接をモニタする場合に使用されるセンサ31としては、カメラ、フォトダイオード（PD）等が用いられる。カメラは、例えば、レーザ溶接中に溶接箇所から放出される赤外線を受光して、キーホール、熔融池の状態をモニタする用途において使用される。フォトダイオードは、例えば、レーザ溶接中に溶接箇所から放出される赤外線を受光して、輻射光

から溶接個所の温度を推定する用途において使用される。また、フォトダイオードは、例えば、レーザ溶接中に溶接個所から放出される可視光を受光して、溶接不良時に発生するプラズマ光の有無を観察する用途においても使用される。

[0024] モニタ光可変焦点機構 32 は、モニタ光の焦点を変更可能な機構である。モニタ光可変焦点機構 32 は、制御部 40 から指令される、加工箇所の三次元空間座標 X 、 Y 、 Z に基づく制御情報により、モニタ光の焦点を制御する。具体的には、モニタ光可変焦点機構 32 は、レーザ光の出射口 E （図 2／図 3 参照）から加工箇所までの距離に関する制御情報に基づいて、加工箇所の三次元空間座標 X 、 Y 、 Z の位置にモニタ光の焦点が合うように、モニタ光の焦点を調節するためのレンズ 34（後述）の光軸方向の位置を調節する。

[0025] 図 1 に示すように、モニタ光可変焦点機構 32 は、レンズ 34 を備える。レンズ 34（焦点レンズ）は、モニタ光の焦点を調節するための光学部品である。レンズ 34 は、光軸方向の位置が移動自在となるように支持されている。モニタ光可変焦点機構 32 は、レンズ 34 の位置を光軸方向に移動させるための機構として、ボールねじ、モータ等（不図示）を備える。ボールねじは、モータの回転運動を直線運動に変換する直動機構である。この直動機構によりレンズ 34 の光軸方向の位置を制御することにより、モニタ光の焦点を光軸方向に移動させることができる。

[0026] なお、モニタ光の焦点を光軸方向に移動させる機構としては、ボールねじに限らず、例えば、リニアガイドによる直動機構、ミラー（凹面鏡）位置の移動により焦点を変える機構、レンズの形状変化により焦点を変える機構等を用いることができる。

[0027] 制御部 40 からモニタ光可変焦点機構 32 に指令される加工箇所の三次元空間座標 X 、 Y 、 Z に基づく制御情報は、制御部 40 からレーザ光可変焦点機構 21 に指令される加工箇所の三次元空間座標 X 、 Y 、 Z に基づく制御情報と同じである。そのため、レーザ光の第 1 の照射形態（後述）において、

モニタ光の三次元空間座標の焦点は、レーザ光の三次元空間座標の焦点と加工箇所において一致する。一方、モニタ光可変焦点機構 32 では、デフォーカス座標 H による焦点の制御を行わないため、レーザ光の第 2 の照射形態（後述）においても、モニタ光の三次元空間座標の焦点は、加工箇所において一致する。

ミラー 33 は、ミラー（反射部）23 を透過したモニタ光を、モニタ光可変焦点機構 32 に入射させるための光学部材である。

[0028] 制御部 40 は、レーザ光可変焦点機構 21 におけるレーザ光の焦点、レーザ光偏向機構 22 におけるレーザ光及びモニタ光の位置、モニタ光可変焦点機構 32 におけるモニタ光の焦点を制御する。具体的には、制御部 40 は、レーザ光可変焦点機構 21 への指令として、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z 及びデフォーカス座標 H に基づく制御情報を送信することにより、レーザ光の焦点を調節するためのレンズの光軸方向の位置を制御する。また、制御部 40 は、レーザ光偏向機構 22 への指令として、加工箇所の二次元空間座標 X、Y に基づく制御情報を送信することにより、レーザ光及びモニタ光を二次元空間で走査するミラーの回転角度を制御する。更に、制御部 40 は、モニタ光可変焦点機構 32 への指令として、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z に基づく制御情報を送信することにより、モニタ光の焦点を調節するためのレンズの光軸方向の位置を制御する。

[0029] なお、制御部 40 からレーザ光可変焦点機構 21、レーザ光偏向機構 22 及びモニタ光可変焦点機構 32 へ送信される指令には、上述した制御情報に加えて、レンズ、ミラー等の動作速度を指示する速度指令が含まれてもよい。レーザ光可変焦点機構 21、レーザ光偏向機構 22 及びモニタ光可変焦点機構 32 においては、制御部 40 からの速度指令に基づいて、レンズ、ミラー等の動作速度が設定される。

[0030] 制御部 40 は、例えば、ROM、RAM 等のメモリ、CPU、通信制御部を備えたコンピュータにより構成される。制御部 40 は、外部メモリに記憶されているオペレーティングシステム（OS）や、各種のアプリケーション

プログラムを適宜に読み出して実行することにより、各ハードウェアと協働して、各種機能を実行する。なお、制御部40は、CNC (Computer Numerical Controller)、PLC (Programmable Logic Controller) 等で構成されてもよいし、加工プログラムの他、加工条件等を出力する上位のコンピュータに接続されていてもよい。

[0031] 次に、レーザ加工システム1におけるレーザ光の第1の照射形態及び第2の照射形態について、図1～図3及び図4を参照して説明する。図4は、レーザ加工システム1の構成とレーザ光の第2の照射形態を説明する図である。なお、レーザ光の第2の照射形態とは、レーザ光の焦点が加工箇所と光軸方向においてずれている形態をいう。

[0032] 第1の照射形態において、制御部40は、レーザ光可変焦点機構21への指令として、加工箇所の三次元空間座標X、Y、Z及びデフォーカス座標H ($H=0$) に基づく制御情報を送信する。第1の照射形態では、デフォーカス座標Hの値が0のため、レーザ光可変焦点機構21において、レーザ光の焦点を基準焦点F0から光軸方向に移動する制御は行われない。第1の照射形態において、レーザ光可変焦点機構21では、制御部40から指令された制御情報により、レーザ光の焦点が三次元空間座標X、Y、Zと一致するように制御される。

[0033] 第1の照射形態において、制御部40は、レーザ光偏向機構22への指令として、加工箇所の二次元空間座標X、Yに基づく制御情報を送信する。これにより、レーザ光偏向機構22では、レーザ光の焦点が加工箇所と一致するようにレーザ光の二次元空間の位置が制御される。また、第1の照射形態において、制御部40は、モニタ光可変焦点機構32への指令として、加工箇所の三次元空間座標X、Y、Zに基づく制御情報を送信する。これにより、モニタ光可変焦点機構32では、モニタ光の焦点が加工箇所と一致するように制御される。

[0034] 図1に示すように、第1の照射形態において、レーザ光Aの焦点FAとモ

ニタ光Bの焦点F Bは、基準焦点F O（加工箇所）において一致する。第1の照射形態において、モニタ光の焦点は、レーザ光の焦点と一致するため、オペレータは、レーザ光による加工箇所の品質を、焦点の合った画像によりモニタすることができる。

[0035] 第2の照射形態において、制御部40は、レーザ光可変焦点機構21への指令として、加工箇所の三次元空間座標X、Y、Z及びデフォーカス座標Hに基づく制御情報を送信する。ここでは、レーザ光の焦点を加工箇所から近位側に移動する例について説明する。レーザ光の焦点を加工箇所から近位側に移動する場合、デフォーカス座標Hは、一値となる。第2の照射形態において、レーザ光可変焦点機構21では、制御部40から送信された指令に応じて、レーザ光の焦点が三次元空間座標X、Y、Zと一致した位置からデフォーカス座標H（一値）の分だけ近位側に移動するように、レーザ光の焦点が制御される。

[0036] 第2の照射形態において、制御部40は、レーザ光偏向機構22への指令として、加工箇所の二次元空間座標X、Yを送信する。これにより、レーザ光偏向機構22では、レーザ光の焦点が加工箇所と一致するようにレーザ光の二次元空間の位置が制御される。また、第2の照射形態において、制御部40は、モニタ光可変焦点機構32への指令として、加工箇所の三次元空間座標X、Y、Zを送信する。これにより、モニタ光可変焦点機構32では、モニタ光の焦点が加工箇所と一致するように、モニタ光の光軸方向の位置が制御される。

[0037] 図4に示すように、第2の照射形態において、レーザ光の焦点は、基準焦点F O（加工箇所）から近位側へデフォーカス座標Hの分だけ移動する。一方、モニタ光の焦点は、加工箇所と一致する。第2の照射形態において、モニタ光の焦点は、レーザ光の焦点が光軸方向のどの位置に移動しても、基準焦点F Oと一致する。そのため、センサ31では、レーザ光の焦点を光軸方向にずらして加工箇所を加熱する作業を行っている間においても、レーザ光による加工箇所の画像として、焦点の合った画像を生成できる。

[0038] 以上説明したように、第1実施形態のレーザ加工システム1によれば、レーザ光の焦点を光軸方向にずらした場合でも、モニタ光の焦点を常に加工箇所に合わせて合わせることができる。したがって、オペレータは、レーザ光の焦点を光軸方向にずらして加工箇所を加熱する作業を行っている間においても、レーザ光による加工箇所の品質を、焦点の合った画像によりモニタすることができる。

[0039] (第2実施形態)

レーザ溶接に用いるレーザ光と、加工箇所をモニタするためのモニタ光は、それぞれ波長が異なる。例えば、レーザ光の波長は、1070nmであり、モニタ光の波長は、400～600nm、800～900nm、1300～1500nmである。このように、使用する光の波長が異なると、レンズに対する屈折率にも差が生じるため、制御部40から同じ制御情報を送信しても、レーザ光とモニタ光のそれぞれの焦点が一致しないこともある。

[0040] レーザ光可変焦点機構21及びモニタ光可変焦点機構32の直動機構としてボールねじを用いた場合、三次元空間座標に基づくレンズの制御情報は、以下の式(1)で算出されるモータの回転角度となる。

$$\text{モータの回転角度} = (\text{目標位置} \times \text{第1変換係数}) + \text{第2変換係数} \cdots (1)$$

ここで、目標位置は、レーザ光の焦点位置(X、Y、Z又はX、Y、Z、H)である。第1変換係数は、レンズを目標位置まで移動させるのに必要なモータの回転角度を算出するための係数である。第1変換係数は、レンズの仕様(形式)により異なる。第2変換係数は、レンズの設置位置や基準焦点F0と焦点FBの位置を補正するための係数である。

[0041] レーザ光の焦点を調節するためのレンズの仕様と、モニタ光の焦点を調節するためのレンズの仕様とが異なる場合、制御部40は、レンズそれぞれの仕様に応じて第1変換係数を設定する。また、レーザ光の焦点を調節するためのレンズの仕様と、モニタ光の焦点を調節するためのレンズの仕様とが同じ又は光学特性が近い場合、制御部40は、レンズの仕様に応じて第1変換

係数の値を設定すると共に、レーザ光及びモニタ光のそれぞれの波長に応じて第2変換係数の値を設定する。

[0042] 第2実施形態によれば、レーザ光とモニタ光の波長がそれぞれ異なる場合でも、レーザ光とモニタ光のそれぞれの焦点を一致させることができる。そのため、センサの仕様によって使用する光の波長が異なる場合においても、モニタ光の焦点をより適切に合わせることができる。

[0043] (第3実施形態)

レーザ溶接においては、ウォブリングと呼ばれる手法により溶接を行うことがある。ウォブリングとは、レーザ光の焦点位置を高速で移動させながら溶接を行う手法である。ウォブリングによりレーザ溶接する際、通常よりも速度指令が速くなるため、レーザ光可変焦点機構21では、レンズ26が高速で移動する。一方、モニタ光可変焦点機構32では、モニタ光の移動をレーザ光の移動に追従させなくても、加工箇所をモニタする場合に問題は生じない。そこで、ウォブリングによるレーザ溶接のように、速度指令が予め設定された値以上となる場合、制御部40からモニタ光可変焦点機構32に送信する速度指令を、レーザ光偏向機構22に送信する速度指令よりも相対的に小さくする。これにより、モニタ光可変焦点機構32を構成する直動機構としてのボールねじの寿命を延ばすことができるため、システムをより安定的に稼働させることが可能となる。

[0044] (変形形態)

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は、前述した実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、又は、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。

[0045] 実施形態では、モニタ光可変焦点機構 3 2 において、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z に基づく制御情報により、モニタ光の焦点を制御する例について説明したが、これに限定されない。モニタ光可変焦点機構 3 2 において、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z 及びデフォーカス座標 H に基づく制御情報により、モニタ光の焦点を制御するようにしてもよい。

[0046] 実施形態では、レーザ光偏向機構 2 2 において、加工箇所の二次元空間座標 X、Y に基づく制御情報により、レーザ光の焦点及びモニタ光の焦点を同軸で制御する例について説明したが、これに限定されない。レーザ光偏向機構 2 2 において、加工箇所の三次元空間座標 X、Y、Z に基づく制御情報により、レーザ光の焦点及びモニタ光の焦点を同軸で制御するようにしてもよい。

[0047] 上記実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

レーザ光源から出力されるレーザ光の焦点を、加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なレーザ光可変焦点機構 (2 1) と、加工箇所へ照射するレーザ光の位置及び加工箇所から放出されるモニタ光の位置を同軸で制御するレーザ光偏向機構 (2 2) と、モニタ光を受光するセンサ (3 1) と、前記レーザ光可変焦点機構から出射されるレーザ光を反射して前記レーザ光偏向機構へ導き、加工箇所から放出されるモニタ光を透過させて前記センサへ導く反射部 (2 3) と、モニタ光の焦点を、加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なモニタ光可変焦点機構 (3 2) と、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点、前記レーザ光偏向機構におけるレーザ光及びモニタ光の位置、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御するための制御部 (4 0) と、を備え、前記制御部は、加工箇所の三次元空間座標及びレーザ光のデフォーカス座標に基づく制御情報により、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点を制御し、少なくとも加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御するレーザ加工システム。

(付記 2)

前記制御部(40)は、前記レーザ光可変焦点機構(21)の制御においてレーザ光の焦点を調節するために用いる変換係数と、前記モニタ光可変焦点機構の制御においてモニタ光の焦点を制御するために用いる変換係数を、それぞれ異なる値に設定する。

(付記 3)

前記制御部(40)は、前記レーザ光可変焦点機構(21)に対する速度指令が予め設定された値以上となる場合、前記モニタ光可変焦点機構(32)に対する速度指令を、前記レーザ光可変焦点機構に対する速度指令よりも相対的に小さくする。

符号の説明

[0048] 1 : レーザ加工システム、10 : レーザ光源、20 : 加工ヘッド、21 : レーザ光可変焦点機構、22 : レーザ光偏向機構、23 : ミラー(反射部)、30 : センサ用筐体、31 : センサ、32 : モニタ光可変焦点機構、40 : 制御部

請求の範囲

[請求項1]

レーザ光源から出力されるレーザ光の焦点を、加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なレーザ光可変焦点機構と、

加工箇所へ照射するレーザ光の位置及び加工箇所から放出されるモニタ光の位置を同軸で制御するレーザ光偏向機構と、

モニタ光を受光するセンサと、

前記レーザ光可変焦点機構から出射されるレーザ光を反射して前記レーザ光偏向機構へ導き、加工箇所から放出されるモニタ光を透過させて前記センサへ導く反射部と、

モニタ光の焦点を、加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により変更可能なモニタ光可変焦点機構と、

前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点、前記レーザ光偏向機構におけるレーザ光及びモニタ光の位置、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御するための制御情報を生成する制御部と、を備え、

前記制御部は、

加工箇所の三次元空間座標及びレーザ光のデフォーカス座標に基づく制御情報により、前記レーザ光可変焦点機構におけるレーザ光の焦点を制御し、

少なくとも加工箇所の三次空間座標に基づく制御情報により、前記モニタ光可変焦点機構におけるモニタ光の焦点を制御するレーザ加工システム。

[請求項2]

前記制御部は、

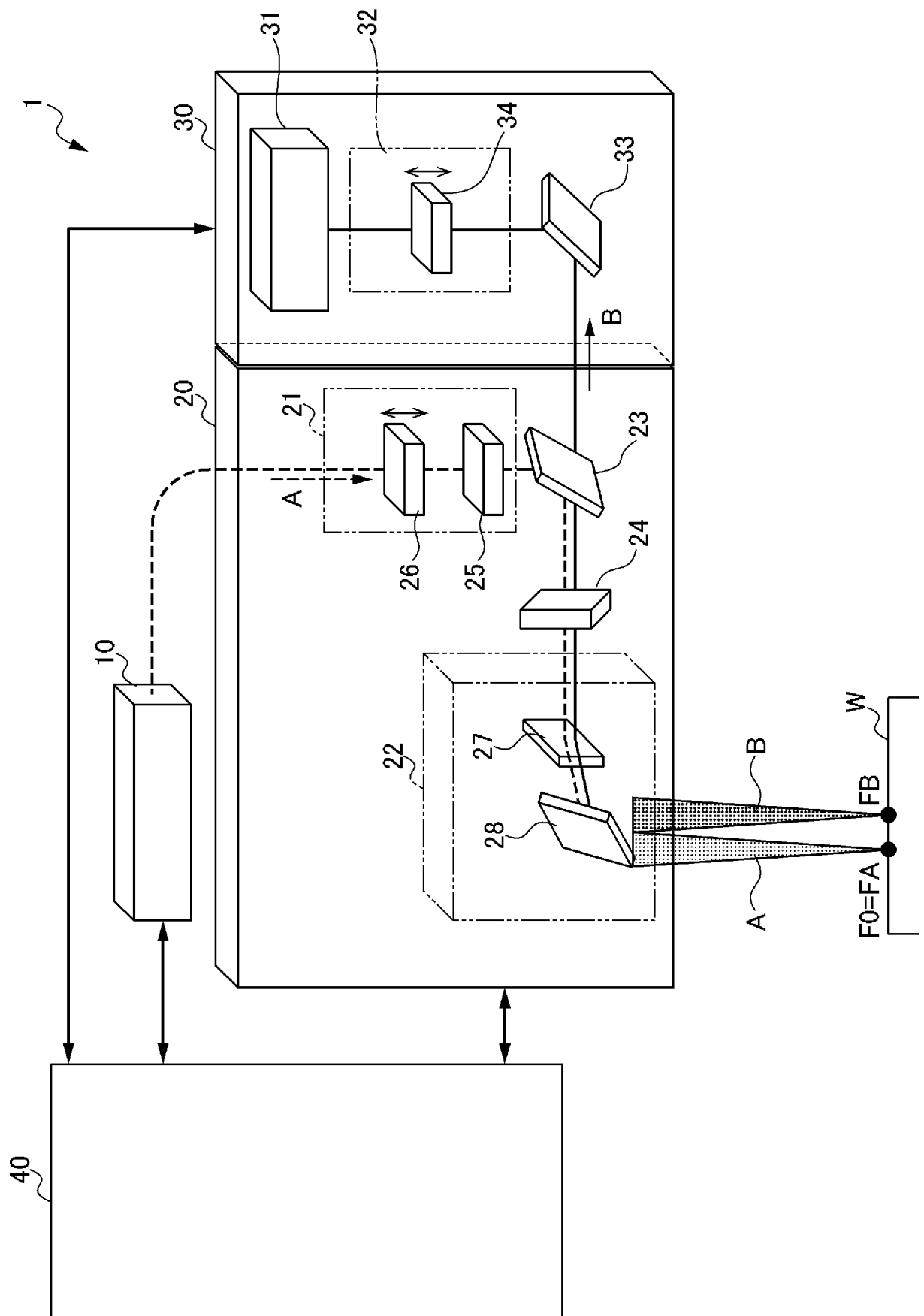
前記レーザ光可変焦点機構の制御においてレーザ光の焦点を調節するために用いる変換係数と、前記モニタ光可変焦点機構の制御においてモニタ光の焦点を制御するために用いる変換係数を、それぞれ異なる値に設定する、請求項1に記載のレーザ加工システム。

[請求項3]

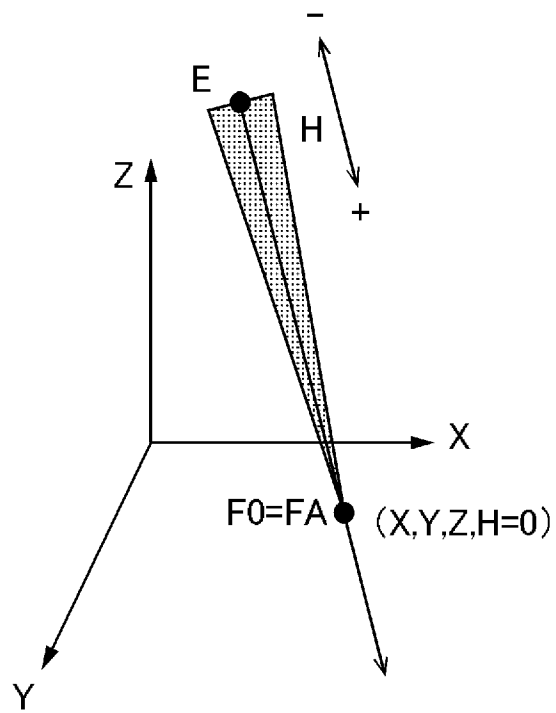
前記制御部は、

前記レーザ光可変焦点機構に対する速度指令が予め設定された値以上となる場合、前記モニタ光可変焦点機構に対する速度指令を、前記レーザ光可変焦点機構に対する速度指令よりも相対的に小さくする、請求項 1 又は 2 に記載のレーザ加工システム。

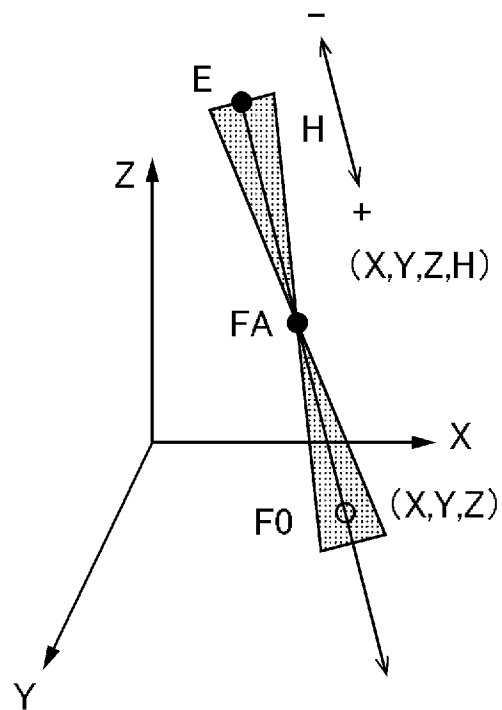
[図1]



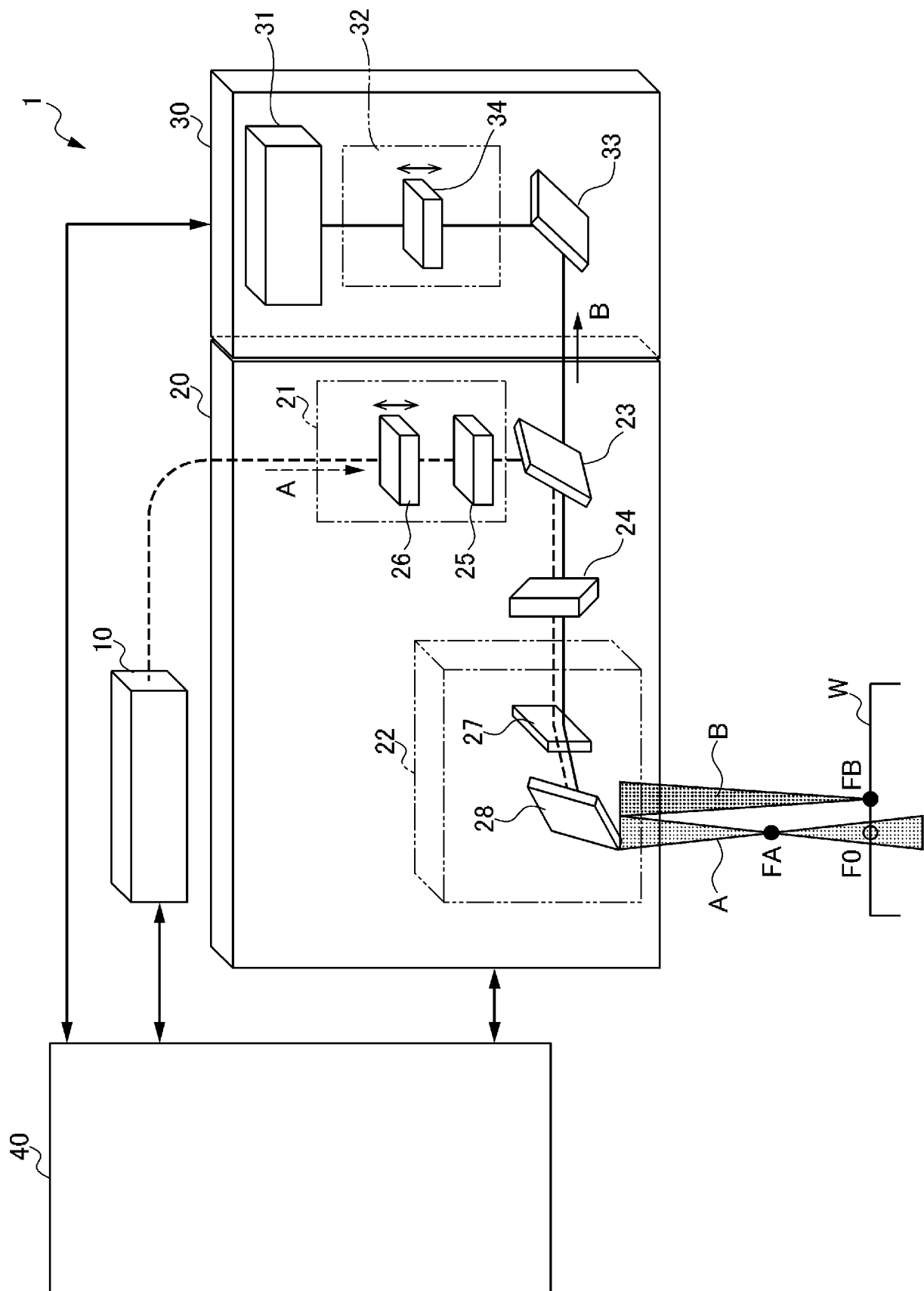
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/023640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 26/03**(2006.01)i; **B23K 26/00**(2014.01)i; **B23K 26/046**(2014.01)i; **B23K 26/082**(2014.01)i

FI: B23K26/03; B23K26/00 M; B23K26/046; B23K26/082

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)

B23K26/03; B23K26/00; B23K26/046; B23K26/082

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	JP 2008-12869 A (SHIZUOKA PREFECTURE) 24 January 2008 (2008-01-24) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2012-148316 A (KEYENCE CORP.) 09 August 2012 (2012-08-09) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2016-126232 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 11 July 2016 (2016-07-11) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2000-312984 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 14 November 2000 (2000-11-14) entire text, all drawings	1-3

☐ 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

20 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/023640

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-12869	A	24 January 2008	(Family: none)	
JP	2012-148316	A	09 August 2012	US 2012/0182376 A1 entire text, all drawings CN 102601523 A	
JP	2016-126232	A	11 July 2016	(Family: none)	
JP	2000-312984	A	14 November 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/03(2006.01)i; B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/046(2014.01)i; B23K 26/082(2014.01)i FI: B23K26/03; B23K26/00 M; B23K26/046; B23K26/082										
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（IPC）） B23K26/03; B23K26/00; B23K26/046; B23K26/082 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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								
A	JP 2008-12869 A（静岡県）24.01.2008（2008 - 01 - 24） 全文、全文	1-3								
A	JP 2012-148316 A（株式会社キーエンス）09.08.2012（2012 - 08 - 09） 全文、全文	1-3								
A	JP 2016-126232 A（キャノン株式会社）11.07.2016（2016 - 07 - 11） 全文、全文	1-3								
A	JP 2000-312984 A（積水化学工業株式会社）14.11.2000（2000 - 11 - 14） 全文、全文	1-3								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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の日の後に公表された文献 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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の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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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の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抵触するものではなく、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 20.07.2023		国際調査報告の発送日 08.08.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 山内 隆平 3P 1958 電話番号 03-3581-1101 内線 3363								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/023640

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-12869	A	24.01.2008	(ファミリーなし)	
JP	2012-148316	A	09.08.2012	US 2012/0182376 A1	
				全文、全図	
				CN 102601523 A	
JP	2016-126232	A	11.07.2016	(ファミリーなし)	
JP	2000-312984	A	14.11.2000	(ファミリーなし)	