

(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
2022年12月1日(01.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/249352 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 26/046 (2014.01)

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).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2021/020059

(22) 国際出願日:

2021年5月26日(26.05.2021)

(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).

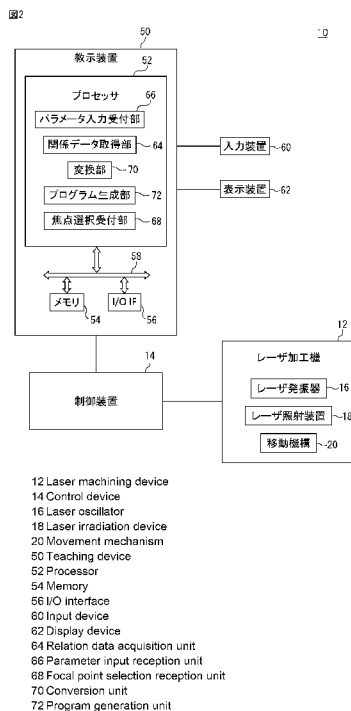
(72) 発明者: 鈴木 洋平(SUZUKI, Youhei); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 村上 貴視(MURAKAMI, Yoshinori); 〒4010597 山

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 3 番 1 号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: TEACHING DEVICE FOR TEACHING OPERATION OF LASER MACHINING APPARATUS, LASER MACHINING SYSTEM, AND METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工機の動作を教示するための教示装置、レーザ加工システム、及び方法



(57) Abstract: Conventionally, a technique for more easily teaching operation of a laser machining apparatus which performs defocusing has been sought. A teaching device 50 is provided with: a parameter input reception unit 66 that receives input of a beam size indicating the size of laser light spot on a surface; a relation data acquisition unit 64 that acquires relation data indicating a relation between a defocusing amount for shifting the focal point of the laser light from the surface in the optical axis direction of the laser light and the beam size which varies depending on the defocusing amount; a conversion unit 70 that on the basis of the relation data, converts the beam size received by the parameter input reception unit 66 to a corresponding defocusing amount; and a program generation unit 72 that generates an operation program for laser machining that stipulates the defocusing amount converted by the conversion unit 70 as a command statement.

(57) 要約: 従来、デフォーカスを実行するレーザ加工機の動作を、より簡単に教示する技術が求められている。教示装置 50 は、表面におけるレーザ光の照射点の大きさを表すビームサイズの入力を受け付けるパラメータ入力受付部 66 と、レーザ光の焦点を表面から該レーザ光の光軸方向へずらすデフォーカス量と、該デフォーカス量に応じて変化するビームサイズとの関係を表す関係データを取得する関係データ取得部 64 と、関係データに基づいて、パラメータ入力受付部 66 が受け付けたビームサイズを、対応するデフォーカス量に変換する変換部 70 と、変換部 70 によって変換されたデフォーカス量が命令文として規定された、レーザ加工のための動作プログラムを生成するプログラム生成部 72 とを備える。

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：

レーザ加工機の動作を教示するための教示装置、レーザ加工システム、及び方法

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ加工機の動作を教示するための教示装置、レーザ加工システム、及び方法に関する。

背景技術

[0002] レーザ加工機の動作を教示するための教示装置が知られている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-35404号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] レーザ加工機によるレーザ加工中に、レーザ光によるワークへの入熱を調整するために、レーザ加工機が出射するレーザ光の焦点をワークの表面からずらす（デフォーカス）制御を行う場合がある。従来、このようなデフォーカスを実行するレーザ加工機の動作を、より簡単に教示する技術が求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示に一態様において、レーザ光をワークの表面に照射して該ワークをレーザ加工するレーザ加工機の動作を教示するための教示装置は、表面におけるレーザ光の照射点の大きさを表すビームサイズの入力を受け付けるパラメータ入力受付部と、レーザ光の焦点を表面から該レーザ光の光軸方向へずらすデフォーカス量と、該デフォーカス量に応じて変化するビームサイズと

の関係を表す関係データを取得する関係データ取得部と、関係データに基づいて、パラメータ入力受付部が受け付けたビームサイズを、対応するデフォーカス量に変換する変換部と、変換部によって変換されたデフォーカス量が命令文として規定された、レーザ加工のための動作プログラムを生成するプログラム生成部とを備える。

[0006] 本開示の他の態様において、レーザ光をワークの表面に照射して該ワークをレーザ加工するレーザ加工機の動作を教示する方法は、プロセッサが、表面におけるレーザ光の照射点の大きさを表すビームサイズの入力を受け付け、レーザ光の焦点を表面から該レーザ光の光軸方向へずらすデフォーカス量と、該デフォーカス量に応じて変化するビームサイズとの関係を表す関係データを取得し、関係データに基づいて、受け付けたビームサイズを、対応するデフォーカス量に変換し、変換されたデフォーカス量が命令文として規定された、レーザ加工のための動作プログラムを生成する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、オペレータは、レーザ加工時にワークへの入熱を調整するために表面上のビームサイズを任意に指定できるようになる。したがって、入熱を調整するためのレーザ加工機の動作を直感的に教示することが可能となるので、教示に掛かる作業を簡単化できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係るレーザ加工システムの図である。

[図2]図1に示すレーザ加工システムのブロック図である。

[図3]図1に示すレーザ照射装置の一例を示す。

[図4]焦点をワークの表面から上方へずらすアウトフォーカスを説明するための図である。

[図5]焦点をワークの表面から下方へずらすインフォーカスを説明するための図である。

[図6]デフォーカス量とビームサイズ（直径）との関係を示すグラフである。

[図7]教示画像の一例を示す。

[図8]他の実施形態に係るレーザ加工システムの図である。

[図9]教示画像の他の例を示す。

[図10]教示画像のさらに他の例を示す。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する種々の実施形態において、同様の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。まず、図1～図3を参照して、一実施形態に係るレーザ加工システム10について説明する。レーザ加工システム10は、レーザ加工機12、制御装置14、及び教示装置50を備える。

[0010] レーザ加工機12は、制御装置14からの指令の下、ワークWの表面Sにレーザ光LBを照射し、該レーザ光LBによってワークWをレーザ加工（レーザ溶接、レーザ切断等）する。具体的には、レーザ加工機12は、レーザ発振器16、レーザ照射装置18、及び移動機構20を備える。

[0011] レーザ発振器16は、固体レーザ発振器（例えば、YAGレーザ発振器、又はファイバレーザ発振器）、又は、ガスレーザ発振器（例えば、炭酸ガスレーザ発振器）等であって、制御装置14からの指令に応じて、光共振によって内部でレーザ光LBを生成し、導光部材22を通してレーザ光LBをレーザ照射装置18に供給する。導光部材22は、例えば、光ファイバ、中空又は透光材からなる導光路、反射鏡、及び光学レンズの少なくとも1つを有し、レーザ光LBをレーザ照射装置18へ導光する。

[0012] レーザ照射装置18は、レーザスキャナ（ガルバノスキャナ）、又はレーザ加工ヘッド等であって、レーザ発振器16から供給されたレーザ光LBを集光し、ワークWに照射する。図3に、レーザスキャナとしてのレーザ照射装置18の構成を模式的に示す。図3に示すレーザ照射装置18は、筐体24、受光部26、ミラー28及び30、ミラー駆動装置32及び34、光学レンズ36、レンズ駆動装置38、及びレーザ光出射部40を有する。

[0013] 筐体24は中空であって、その内部にレーザ光LBの伝搬路を画定する。受光部26は、筐体24に設けられ、導光部材22を伝搬したレーザ光LB

を受光する。ミラー２８は、軸線Ａ１の周りに回動可能となるように、筐体２４の内部に設けられている。ミラー２８は、受光部２６を通して筐体２４の内部に入射したレーザ光ＬＢをミラー３０へ向かって反射する。ミラー駆動装置３２は、例えばサーボモータであって、制御装置１４からの指令に応じて、ミラー２８を軸線Ａ１の周りに回動させる。

[0014] 一方、ミラー３０は、軸線Ａ２の周りに回動可能となるように、筐体２４の内部に設けられている。軸線Ａ２は、軸線Ａ１と略直交してもよい。ミラー３０は、ミラー２８が反射したレーザ光ＬＢを光学レンズ３６へ向かって反射する。ミラー駆動装置３４は、例えばサーボモータであって、制御装置１４からの指令に応じて、ミラー３０を軸線Ａ２の周りに回動させる。一般的に、ミラー２８及び３０は、ガルバノミラーと称されることがあり、ミラー駆動装置３２及び３４は、ガルバノモータと称されることがある。

[0015] 光学レンズ３６は、フォーカスレンズ等を有し、レーザ光ＬＢを集光する。本実施形態においては、光学レンズ３６は、入射するレーザ光ＬＢの光軸Ｏの方向に移動可能となるように、筐体２４の内部に支持されている。レンズ駆動装置３８は、圧電素子、超音波振動子、又は超音波モータ等を有し、制御装置１４からの指令に応じて、光学レンズ３６を光軸Ｏの方向へ変位させ、これにより、ワークＷに照射されるレーザ光ＬＢの焦点ＦＰを、光軸Ｏの方向へ変位させる。レーザ光出射部４０は、光学レンズ３６によって集光されたレーザ光ＬＢを、筐体２４の外部へ出射する。

[0016] 再度、図１及び図２を参照して、移動機構２０は、例えばサーボモータを有し、レーザ照射装置１８をワークＷに対して相対的に移動させる。例えば、移動機構２０は、レーザ照射装置１８を座標系Ｃにおける任意の位置へ移動可能な多関節ロボットである。代替的には、移動機構２０は、レーザ照射装置１８を座標系Ｃの $x-y$ 平面に沿って移動させるとともに、座標系Ｃの z 軸方向に移動させる複数のボールねじ機構を有してもよい。

[0017] 座標系Ｃは、例えば、作業セルの３次元空間を規定するワールド座標系、移動機構２０の動作を制御するための移動機構座標系（例えば、ロボット座

標系)、又は、ワークWの座標を規定するワーク座標系等であって、レーザ加工機12の動作を自動制御するための制御座標系である。

[0018] 本実施形態においては、レーザ照射装置18は、レーザ加工中に、出射したレーザ光LBが座標系Cのz軸マイナス方向へ伝搬するように、座標系Cにおいて位置決めされる。なお、以下の説明においては、便宜上、座標系Cのz軸プラス方向を上方として言及することがある。

[0019] 制御装置14は、レーザ加工機12の動作を制御する。具体的には、制御装置14は、プロセッサ(CPU、GPU等)、及びメモリ(ROM、RAM等)を有するコンピュータである。制御装置14は、レーザ発振器16によるレーザ光生成動作を制御する。また、制御装置14は、移動機構20を動作させることで、レーザ照射装置18をワークWに対して移動させる。

[0020] また、制御装置14は、レーザ照射装置18のミラー駆動装置32及び34を動作させることでミラー28及び30の向きをそれぞれ変化させ、これにより、ワークWに照射されたレーザ光LBの照射点IPを、該ワークWに対して高速移動させることができる。また、制御装置14は、レーザ照射装置18のレンズ駆動装置38を動作させることで光学レンズ36を変位させ、これにより、レーザ光出射部40から出射されたレーザ光LBの焦点FPを、光軸Oの方向へ移動させる。

[0021] 教示装置50は、レーザ加工機12の動作を教示するためのものである。図2に示すように、教示装置50は、プロセッサ52、メモリ54、及びI/Oインターフェース56を有するコンピュータである。なお、教示装置50は、例えば、デスクトップ型若しくはタブレット型のPC、又は教示ペンダントのような、如何なるタイプのコンピュータであってもよい。

[0022] プロセッサ52は、CPU又はGPU等を有し、バス58を介してメモリ54及びI/Oインターフェース56に通信可能に接続されている。プロセッサ52は、メモリ54及びI/Oインターフェース56と通信しつつ、後述する教示機能を実現するための演算処理を行う。

[0023] メモリ54は、RAM又はROM等を有し、プロセッサ52が実行する教

示機能のための演算処理で利用される各種のデータ、及び該演算処理の途中で生成される各種データを、一時的又は恒久的に記憶する。I/Oインターフェース56は、例えば、イーサネット（登録商標）ポート、USBポート、光ファイバコネクタ、又はHDMI（登録商標）端子を有し、プロセッサ52からの指令の下、外部機器との間でデータを有線又は無線で通信する。

[0024] 教示装置50には、入力装置60及び表示装置62が設けられている。入力装置60は、キーボード、マウス、又はタッチパネル等を有し、オペレータからデータ入力を受け付ける。表示装置62は、液晶ディスプレイ又は有機ELディスプレイ等を有し、各種データを表示する。

[0025] 入力装置60、及び表示装置62は、I/Oインターフェース56に、有線又は無線で通信可能に接続されている。なお、入力装置60及び表示装置62は、教示装置50の筐体とは別体として設けられてもよいし、又は、教示装置50の筐体に一体に組み込まれてもよい。

[0026] ここで、レーザ加工機12によるレーザ加工中に、レーザ光LBによるワークWへの入熱を調整するために、焦点FPを表面Sから光軸Oの方向（つまり、座標系Cのz軸方向）へずらす（デフォーカス）制御を行う場合がある。以下、図4及び図5を参照してレーザ加工中に実行するデフォーカスについて説明する。

[0027] 図4は、焦点FPが表面Sから上方（すなわち、レーザ光出射部40に近い側）に、デフォーカス量DFだけずれている状態を示している。デフォーカス量DFは、焦点FPを表面Sからずらす距離に相当する。なお、本稿では、表面Sに照射されたレーザ光LBの、該表面S上の照射点IPの大きさを、ビームサイズBSとして言及する。このビームサイズBSは、例えば、照射点IPの直径（又は半径）R（単位： $[\mu\text{m}]$ ）、又は面積E（単位： $[\mu\text{m}^2]$ ）として表され得る。また、図4に示すような、焦点FPを表面Sから上方へずらすデフォーカスを、「アウトフォーカス」として言及する。

[0028] 一方、図5は、焦点FPが表面Sから下方（すなわち、レーザ光出射部40から遠い側）に、デフォーカス量DFだけずれている状態を示している。

本稿では、図5に示すような、焦点F Pを表面Sから下方へずらすデフォーカスを、「インフォーカス」として言及する。ビームサイズB Sは、デフォーカス量D F（換言すれば、焦点F Pの位置）に応じて変化することになる。

[0029] 教示装置50は、デフォーカスを実行しつつワークWをレーザ加工するレーザ加工機12の動作を教示する。以下、教示装置50を用いてレーザ加工機12の動作を教示する方法について、説明する。入力装置60を通してオペレータから教示開始指令を受け付けると、プロセッサ52は、デフォーカス量D FとビームサイズB Sとの関係を表す関係データR Dを取得する。

[0030] 本実施形態においては、関係データR Dとして、以下の表1に示すようなデータテーブルD Tが、メモリ54に予め格納されている。

[表1]

デフォーカス量 [mm]	ビームサイズ [μ m]
-50	400
-30	300
-10	220
0	200
10	220
30	300
50	400

表1

[0031] 上述したように、ビームサイズB Sは、デフォーカス量D Fに応じて変化し、ビームサイズB Sとデフォーカス量D Fの間には、レーザ加工機12の光学系（例えば、導光部材22、レーザ照射装置18の受光部26、ミラー28及び30、光学レンズ36、並びにレーザ光出射部40）に固有の関係性がある。データテーブルD Tにおいては、デフォーカス量D FとビームサイズB Sとが、互いに関連付けられて複数格納されている。

[0032] なお、表 1 におけるデフォーカス量 DF の正の値（例えば、「50」）は、アウトフォーカスのデフォーカス量 DF （つまり、焦点 FP を表面 S から上方へずらす距離）を示す一方、デフォーカス量 DF の負の値（例えば、「-50」）は、インフォーカスのデフォーカス量 DF （つまり、焦点 FP を表面 S から下方へずらす距離）を示している。すなわち、表 1 に示すデータテーブル DT は、アウトフォーカス及びインフォーカスのデフォーカス量 DF とビームサイズ BS との関係を表している。また、表 1 に示すデータテーブル DT には、ビームサイズ BS として、照射点 IP の直径 R が格納されている。

[0033] 図 6 は、データテーブル DT に格納されているデフォーカス量 DF とビームサイズ BS （直径 R ）との関係を示すグラフである。図 6 に示すグラフにおいては、データテーブル DT に格納されているデフォーカス量 DF に対応するビームサイズ BS を点でプロットし、2つの点の間を線形補間している。

[0034] このデータテーブル DT に基づいて、プロセッサ 52 は、後述するようにオペレータが任意のビームサイズ BS を入力したときに、該ビームサイズ BS を、対応するデフォーカス量 DF に変換することができる。一例として、プロセッサ 52 は、データテーブル DT を、図 6 に示すように線形補間することで、ビームサイズ BS からデフォーカス量 DF を求める。

[0035] 具体的には、ビームサイズ BS として、データテーブル DT に格納されていない直径 R_x の入力を受け付けたとすると、プロセッサ 52 は、データテーブル DT と、線形補間を表す以下の式 (1) とを用いて、該ビームサイズ BS （直径 R_x ）に対応するデフォーカス量 DF を求める。

$$(R_n - R_x) / (R_x - R_{n+1}) = (|DF_n| - |DF_x|) / (|DF_x| - |DF_{n+1}|) \quad \dots (1)$$

[0036] ここで、 R_n は、データテーブル DT に格納されている直径 R のうち、入力された直径 R_x よりも大きく、且つ該直径 R_x に最も近い値のものを示す。一方、 R_{n+1} は、データテーブル DT に格納されている直径 R のうち、入力され

た直径 R_x よりも小さく、且つ該直径 R_x に最も近い値のものを示す。また、 DF_n は、データテーブル DT に格納されている、直径 R_n に対応するデフォーカス量を示し、 DF_{n+1} は、データテーブル DT に格納されている、直径 R_{n+1} に対応するデフォーカス量を示す。

[0037] プロセッサ 52 は、この式 (1) から、入力された直径 R_x に対応するデフォーカス量 DF_x の絶対値 (つまり、 $|DF_x|$) を求めることができ、その結果、直径 R_x に対応するアウトフォーカスのデフォーカス量: $+DF_x$ 、又は、直径 R_x に対応するインフォーカスのデフォーカス量: $-DF_x$ を求めることができる。

[0038] 例えば、直径 $R_x = 350 [\mu m]$ である場合、データテーブル DT より、 $R_n = 400$ 、 $R_{n+1} = 300$ 、 $DF_n = -50$ 、 $DF_{n+1} = -30$ となるので、プロセッサ 52 は、データテーブル DT 及び式 (1) から、 $DF_x = \pm 40$ として求めることができる。このデータテーブル DT 及び式 (1) は、関係データ RD を構成する。

[0039] なお、プロセッサ 52 は、データテーブル DT を、図 6 に示すグラフの各点間を、非線形補間することで、ビームサイズ BS からデフォーカス量 DF を求めてもよい。この場合、プロセッサ 52 は、データテーブル DT と、非線形補間を表す式とを用いて、入力された直径 R_x に対応するデフォーカス量 DF_x を求めてもよい。

[0040] 他の例として、プロセッサ 52 は、データテーブル DT から、図 6 に示すグラフ (又は、関数: $BS = R = f(DF)$) を生成してもよい。この場合において、プロセッサ 52 は、入力された直径 R_x を、生成したグラフ (又は、関数: $R = f(DF)$) に適用し、対応するデフォーカス量 DF_x を求める。

[0041] データテーブル DT 、及びグラフ (又は、関数: $R = f(DF)$) は、関係データ RD を構成する。すなわち、この例においては、プロセッサ 52 は、関係データ RD の 1 つであるデータテーブル DT から、関係データ RD の他の 1 つであるグラフ (又は、関数) を生成している。

[0042] このように、プロセッサ 52 は、関係データ RD (例えば、データテーブ

ルDT及び式(1))を取得する。したがって、本実施形態においては、プロセッサ52は、関係データRDを取得する関係データ取得部64(図2)として機能する。プロセッサ52は、関係データRDを取得するとともに、図7に示す教示画像100を、コンピュータグラフィックス(CG)の画像データとして生成し、表示装置62に表示する。

[0043] 教示画像100は、オペレータの教示作業を補助するためのグラフィカルユーザインターフェース(GUI)であって、データセット入力画像102、焦点選択画像104、及びデータセット表示画像106を有する。データセット入力画像102は、進捗パラメータPPとビームサイズBSのデータセットDS1を入力するためのものである。

[0044] 進捗パラメータPPは、レーザ加工の進捗を定量的に表すパラメータであって、例えば、レーザ加工の開始からの経過時間 t_e 、又は、レーザ加工の開始からレーザ加工機12が照射点IPを表面Sに対して移動させた距離dを含む。図7は、進捗パラメータPPとして経過時間 t_e (単位:[msec])が選択されている例を示している。

[0045] データセット入力画像102は、進捗パラメータPPを入力可能な進捗パラメータ入力画像108と、ビームサイズBS(直径R、又は面積E)を入力可能なビームサイズ入力画像110とを含む。オペレータは、入力装置60を操作して、進捗パラメータ入力画像108、及びビームサイズ入力画像110に、それぞれ、進捗パラメータPP及びビームサイズBSを入力できるようになっている。なお、図7は、進捗パラメータ入力画像108に、進捗パラメータPPとして経過時間 $t_e=80$ [msec]が入力され、ビームサイズ入力画像110に、ビームサイズBSとして、照射点IPの直径 $R=350$ [μm]が入力されている例を示している。

[0046] プロセッサ52は、I/Oインターフェース56を介して、オペレータが入力装置60を操作して入力した進捗パラメータPP(経過時間 t_e)及びビームサイズBSのデータセットDS1を受け付ける。このように、本実施形態においては、プロセッサ52は、進捗パラメータPP及びビームサイズB

Sの入力を受け付けるパラメータ入力受付部66（図2）として機能する。

[0047] 焦点選択画像104は、アウトフォーカス又はインフォーカスを選択するためのものであって、アウトフォーカスを選択するためのアウトフォーカスボタン画像112、及びインフォーカスを選択するためのインフォーカスボタン画像114を含む。オペレータが入力装置60を操作してアウトフォーカスボタン画像112を画像上でクリックすると、プロセッサ52は、ビームサイズ入力画像110に入力されているビームサイズBS（具体的には、直径 $R = 350 [\mu m]$ ）を、「アウトフォーカス」と関連付けて、レーザ加工条件LCとしてメモリ54に格納する。

[0048] また、プロセッサ52は、「アウトフォーカス」に関連付けられたビームサイズBSとともに、このときに進捗パラメータ入力画像108に入力されている進捗パラメータPP（図示の例では、経過時間 $t_e = 80 [msec]$ ）を、レーザ加工条件LCとしてメモリ54に格納する。

[0049] 一方、オペレータが入力装置60を操作してインフォーカスボタン画像114を画像上でクリックすると、プロセッサ52は、このときにビームサイズ入力画像110に入力されているビームサイズBS（直径 $R = 350 [\mu m]$ ）を、「インフォーカス」と関連付けて、レーザ加工条件LCとしてメモリ54に格納する。また、プロセッサ52は、「インフォーカス」に関連付けられたビームサイズBSとともに、このときに進捗パラメータ入力画像108に入力されている進捗パラメータPP（経過時間 $t_e = 80 [msec]$ ）を、レーザ加工条件LCとしてメモリ54に格納する。

[0050] このように、本実施形態においては、プロセッサ52は、焦点選択画像104を通して、アウトフォーカス又はインフォーカスを選択する入力を受け付けている。したがって、プロセッサ52は、アウトフォーカス又はインフォーカスを選択する入力を受け付ける焦点選択受付部68（図2）として機能する。

[0051] そして、プロセッサ52は、レーザ加工条件LCに登録した「アウトフォーカス」又は「インフォーカス」としてのビームサイズBSと進捗パラメー

タPPとのデータセットDS1を、データセット表示画像106に表示する。図7に示す例では、データセット表示画像106に、「時間」の欄、「ビームサイズ」の欄、及び「焦点」の欄が示されている。

[0052] この「時間」の欄に、既にレーザ加工条件LCに登録された経過時間 $t_e=0$ [msec]、 $t_e=500$ [msec]、及び $t_e=1000$ [msec]の情報が表示されている。また、「ビームサイズ」の欄に、レーザ加工条件LCに登録された直径 $R=400$ [μm]、 $R=350$ [μm]、及び $R=220$ [μm]が表示されている。

[0053] また、「焦点」の欄に、直径 $R=400$ [μm]、及び $R=350$ [μm]に関連付けられている「アウトフォーカス」と、直径 $R=220$ [μm]に関連付けられている「インフォーカス」とが表示されている。このように、データセット表示画像106は、進捗パラメータPPとビームサイズBSとのデータセットDS1と、焦点の位置（アウトフォーカス、インフォーカス）とを、リスト形式で表示する。こうして、オペレータは、教示画像100を通して、レーザ加工条件LCに、「アウトフォーカス」又は「インフォーカス」としてのビームサイズBSと進捗パラメータPPとのデータセットDS1に登録することができる。

[0054] また、オペレータは、レーザ加工条件LCとして、レーザ加工中に照射点IPを表面S上で移動させる移動経路MP、照射点IPを移動させる移動速度V、出力するレーザ光EBのレーザパワーPW、及びパルス周波数f等を登録する。プロセッサ52は、これら移動経路MP、照射点IPを移動させる移動速度V、出力するレーザ光EBのレーザパワーPW、及びパルス周波数f等のパラメータを入力するための教示画像（図示せず）を生成し、該教示画像を通して、これらパラメータの入力を受け付けてもよい。

[0055] 所望のレーザ加工条件LCに登録した後、オペレータは、入力装置60を操作して、動作プログラム生成指令をプロセッサ52に与える。例えば、プロセッサ52は、動作プログラム生成ボタン画像（図示せず）を生成し、表示装置62に表示してもよい。オペレータが入力装置60を操作して動作プ

ログラム生成ボタン画像を画像上でクリックすると、入力装置60からプロセッサ52に動作プログラム生成指令が発信されてもよい。

- [0056] プロセッサ52は、動作プログラム生成指令を受け付けると、レーザ加工のための動作プログラムOPを生成する。具体的には、プロセッサ52は、上述した方法により、関係データRDに基づいて、加工条件LCに登録された各々のビームサイズBS（具体的には、直径R）を、対応するデフォーカス量DFに変換する。
- [0057] 例えば、図7中のデータセット表示画像106に示された経過時間 $t_e = 500$ [msec] と、「アウトフォーカス」に関連付けられた直径 $R = 350$ [μm] とのデータセットDS1が加工条件LCに登録されている場合、プロセッサ52は、経過時間 $t_e = 500$ [msec] での直径 $R = 350$ を、例えばデータテーブルDT及び式(1)を用いて、アウトフォーカスとしてのデフォーカス量 $DF = +40$ に変換する。
- [0058] 一方、図7中のデータセット表示画像106に示された経過時間 $t_e = 1000$ [msec] と、「インフォーカス」に関連付けられた直径 $R = 220$ [μm] とのデータセットDS1が加工条件LCに登録されている場合、プロセッサ52は、経過時間 $t_e = 1000$ [msec] での直径 $R = 220$ を、表1のデータテーブルDTを用いて、インフォーカスとしてのデフォーカス量 $DF = -10$ に変換する。
- [0059] こうして、プロセッサ52は、関係データRDに基づいて、加工条件LCに登録されたビームサイズBS（直径R）を、対応するデフォーカス量DFに変換する。したがって、プロセッサ52は、ビームサイズBSをデフォーカス量DFに変換する変換部70（図2）として機能する。
- [0060] ビームサイズBSからデフォーカス量DFへの変換とともに、プロセッサ52は、進捗パラメータPPに対応する、照射点IPの表面S上の位置 P_{IP} を取得する。この位置 P_{IP} は、進捗パラメータPP（例えば経過時間 t_e ）において照射点IPを位置決めすべき表面S上の目標位置を示しており、例えば、座標系Cのx-y平面の座標（x, y）として表される。

- [0061] 具体的には、進捗パラメータ PP としての経過時間 $t_e = 500$ に対応する位置 P_{IP} は、経過時間 $t_e = 500$ の時点で照射点 IP を位置決めすべき表面 S 上の目標位置となる。ここで、進捗パラメータ PP （例えば経過時間 t_e ）と、該進捗パラメータ PP に対応する位置 P_{IP} とは、互いに関連付けられており、プロセッサ 52 は、進捗パラメータ PP から、対応する位置 P_{IP} を取得できる。そして、プロセッサ 52 は、取得した位置 P_{IP} と、進捗パラメータ PP （経過時間 t_e ）を介して該位置 P_{IP} に対応する、変換後のデフォーカス量 DF とを、命令文 CM として動作プログラム OP に規定する。
- [0062] 例えば、経過時間 $t_e = 500$ [msec] で、変換後のデフォーカス量 $DF = +40$ [mm] である場合、プロセッサ 52 は、経過時間 $t_e = 500$ [msec] での位置 P_{IP_500} （座標系 C の座標）と、デフォーカス量 $DF = +40$ [mm] とを、命令文 CM_{500} として、動作プログラム OP に書き込む。この命令文 CM_{500} は、経過時間 $t_e = 500$ [msec] で照射点 IP を位置 P_{IP_500} に到達させたときに、焦点 FP を表面 S からデフォーカス量 $DF = +40$ （つまり、上方へ距離 40 [mm]）だけずらす動作をレーザ加工機 12 に実行させることになる。
- [0063] また、プロセッサ 52 は、レーザ加工条件 LC として登録されている移動経路 MP 、移動速度 V 、レーザパワー PW 、及びパルス周波数 f 等を、命令文として動作プログラム OP に規定する。こうして、プロセッサ 52 は、位置 P_{IP} 、変換されたデフォーカス量 DF 、移動経路 MP 、移動速度 V 、レーザパワー PW 、及びパルス周波数 f といった加工条件 LC が命令文として規定された動作プログラム OP を生成し、メモリ 54 に格納する。したがって、プロセッサ 52 は、動作プログラム OP を生成するプログラム生成部 72（図 2）として機能する。
- [0064] レーザ加工を実行するとき、プロセッサ 52 は、生成した動作プログラム OP を制御装置 14 に送信する。制御装置 14 は、教示装置 50 が生成した動作プログラム OP に従ってレーザ加工機 12 を動作させて、レーザ加工を実行する。具体的には、制御装置 14 のプロセッサは、動作プログラム OP

に従って、移動機構 20 のサーボモータへの指令を生成し、移動機構 20 の動作によって、レーザ照射装置 18 をワーク W に対して所定の作業位置へ移動させる。

[0065] また、制御装置 14 のプロセッサは、動作プログラム OP に従って、レーザ発振器 16 への指令を生成し、動作プログラム OP に規定されたレーザパワー PW 及びパルス周波数 f のレーザ光 LB を生成し、レーザ照射装置 18 に供給する。また、制御装置 14 のプロセッサは、動作プログラム OP に従って、レーザ照射装置 18 のミラー駆動装置 32 及び 34 への指令を生成し、表面 S に照射されたレーザ光 LB の照射点 IP を、表面 S に対し、動作プログラム OP に規定された位置 P_{IP} へ位置決めすべく、移動経路 MP に沿って移動速度 V で移動させる。

[0066] また、制御装置 14 のプロセッサは、動作プログラム OP に従って、レーザ照射装置 18 のレンズ駆動装置 38 への指令を生成し、動作プログラム OP に規定された位置 P_{IP} で焦点 FP を表面 S から上方（アウトフォーカス）又は下方（インフォーカス）へデフォーカス量 DF だけずらすように、レンズ駆動装置 38 を制御する。

[0067] 例えば、図 7 中のデータセット表示画像 106 に示されているデータセット DS1 が加工条件 LC として動作プログラム OP に規定されている場合、制御装置 14 のプロセッサは、経過時間 $t_e = 0$ [msec]（つまり、レーザ加工開始時）で、焦点 FP を表面 S からデフォーカス量 $DF = +50$ （表 1 を参照）だけずらすことで、表面 S 上の照射点 IP のビームサイズ BS を、 $R = 400$ [μm] に制御する。

[0068] そして、制御装置 14 のプロセッサは、経過時間 $t_e = 500$ [msec] で、上述したように焦点 FP を表面 S からデフォーカス量 $DF = +40$ だけずらすことで、ビームサイズ BS を、 $R = 350$ [μm] に制御する。このとき、制御装置 14 のプロセッサは、経過時間 t_e が $0 \sim 500$ [msec] の期間で、デフォーカス量 DF を $+50$ から $+40$ まで徐々に変化させるように、レンズ駆動装置 38 を制御してもよい。また、デフォーカス量 DF を

このように経時的に徐々に変化させるための命令文が、動作プログラムOPに規定されてもよい。こうして、制御装置14は、動作プログラムOPに従ってレーザ加工機12を動作させて、ワークWに対するレーザ加工を実行する。

[0069] 以上のように、本実施形態に係る教示装置50においては、パラメータ入力受付部66は、ビームサイズBSの入力を受け付け、関係データ取得部64は、関係データRDを取得し、変換部70は、関係データRDに基づいて、入力を受け付けたビームサイズBSを、対応するデフォーカス量DFに変換し、プログラム生成部72は、変換されたデフォーカス量DFが命令文CMとして規定された動作プログラムOPを生成する。

[0070] 教示装置50によれば、オペレータは、レーザ加工時にワークWへの入熱を調整するために表面S上のビームサイズBSを任意に指定できるようになる。したがって、入熱を調整するためのレーザ加工機12の動作を直感的に教示することが可能となるので、教示に掛かる作業を簡単化できる。

[0071] また、教示装置50においては、焦点選択受付部68は、アウトフォーカス又はインフォーカスを選択する入力を受け付け、関係データRDは、アウトフォーカス及びインフォーカスのデフォーカス量DFとビームサイズBSとの関係を表すデータ（例えば、表1のデータテーブルDT）を含み、変換部70は、入力を受け付けたビームサイズBSを、焦点選択受付部68が受け付けたアウトフォーカス又はインフォーカスのデフォーカス量DFに変換する。この構成によれば、オペレータは、ビームサイズBSを制御するために、焦点FPをアウトフォーカスとしてずらすのか、インフォーカスとしてずらすのかを、任意に選択できるようになる。これにより、レーザ加工機12の動作を詳細に教示できる。

[0072] また、教示装置50においては、パラメータ入力受付部66は、進捗パラメータPP（例えば、経過時間 t_e ）とビームサイズBSとのデータセットDS1の入力を受け付け、プログラム生成部72は、照射点IPを、進捗パラメータPPに対応する表面S上の位置 P_{ip} に到達させたときに、焦点FPを

、変換されたデフォーカス量 DF だけずらすための命令文 CM を含む動作プログラム OP を生成する。この構成によれば、オペレータは、ワーク W への入熱を調整するためのデフォーカスを実行する位置を任意に指定できるので、レーザ加工機 12 の動作を詳細に教示できる。

[0073] なお、上述のデータテーブル DT は、例えば、オペレータが手動で作成してもよいし、実機のレーザ加工機 12 を用いて取得してもよい。具体的には、レーザ加工システム 10 は、ワーク W が設置されるワークテーブル（図示せず）上に配置された光学センサ（図示せず）をさらに備えてもよい。

[0074] そして、制御装置 14 は、レーザ加工機 12 を動作させて光学センサにレーザ光 LB を照射し、光学センサは、照射されたレーザ光 LB のビームサイズ BS を検出する。そして、制御装置 14 は、レンズ駆動装置 38 を動作させて、レーザ光 LB の焦点 FP をデフォーカス量 DF だけ光軸 O の方向へずらしていく。

[0075] 光学センサは、デフォーカス量 DF が変化する間、ビームサイズ BS を検出する。制御装置 14 は、デフォーカス量 DF の指令値と、光学センサから取得した検出データとに基づいて、表 1 に示すようなデータテーブル DT を自動で取得できる。なお、教示装置 50 のプロセッサ 52 が、制御装置 14 を介してレーザ加工機 12 を動作させることで、データテーブル DT を自動で取得することもできる。

[0076] また、複数のデータテーブル DT_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) が、メモリ 54 に予め格納されてもよい。上述したように、ビームサイズ BS とデフォーカス量 DF との関係は、レーザ加工機 12 の光学系（換言すれば、レーザ加工機 12 のタイプ）に依存して変化する。例えば、レーザ加工機 12 のタイプを識別する識別情報 ID （製品番号等）とデータテーブル DT_n とが、互いに関連付けられてメモリ 54 に格納されてもよい。

[0077] この識別情報 ID は、照射装置 18 のタイプを識別するものであってもよいし、又は、レーザ加工機 12 の光学系（導光部材 22 、レーザ照射装置 18 の受光部 26 、ミラー 28 及び 30 、光学レンズ 36 、及びレーザ光出射

部40の少なくとも2つ)の組み合わせを識別するものであってもよい。

[0078] また、レーザ加工機12、制御装置14、及び教示装置50が互いに接続されてレーザ加工システム10が構築されたときに、プロセッサ52は、制御装置14を介して、識別情報IDをレーザ加工機12(例えば、レーザ照射装置18)から自動で取得してもよい。そして、プロセッサ52は、関係データ取得部64として機能し、メモリ54に格納された複数のデータテーブル DT_n の中から、取得した識別情報IDに関連付けられたデータテーブル DT_n を選択してもよい。この構成によれば、プロセッサ52は、レーザ加工機12のタイプに応じたデータテーブル DT_n を自動で取得できる。

[0079] 代替的には、プロセッサ52は、メモリ54に格納された複数のデータテーブル DT_n を選択するための関係データ選択画像を生成し、表示装置62に表示させてもよい。そして、オペレータは、入力装置60を操作して、関係データ選択画像に表示された複数のデータテーブル DT_n の中から所望の1つを選択してもよい。この構成によれば、オペレータは、使用するレーザ加工機12(例えば、レーザ照射装置18)に適したデータテーブル DT_n を、任意に選択できる。

[0080] 次に、図8～図10を参照して、教示装置50の他の機能について説明する。本実施形態においては、上述した複数のデータテーブル DT_n が、レーザ加工機12のタイプTY(又は、識別情報ID)に関連付けられてメモリ54に予め格納されている。入力装置60を通してオペレータから教示開始指令を受け付けると、プロセッサ52は、図9に示す教示画像120をCGの画像データとして生成し、表示装置62に表示する。

[0081] 教示画像120は、上述のデータセット入力画像102、焦点選択画像104、及びデータセット表示画像106に加えて、パラメータ選択画像122、及びタイプ選択画像124を有する。パラメータ選択画像122は、レーザ加工条件LCのパラメータとしてビームサイズBSを入力するのか、又はデフォーカス量DFを入力するのかを選択可能とするためのものである。

[0082] オペレータは、入力装置60を操作して、パラメータ選択画像122に表

示されている「ビームサイズ」又は「デフォーカス量」の欄を画像上でクリックすることによって、両者のうちの1つを選択できるようになっている。プロセッサ52は、入力装置60を通して、ビームサイズBS又はデフォーカス量DFを選択する入力を受け付ける。

[0083] したがって、本実施形態においては、プロセッサ52は、ビームサイズBS又はデフォーカス量DFを選択する入力を受け付けるパラメータ選択受付部74（図8）として機能する。なお、図9は、入力するパラメータとしてビームサイズBSが選択されたときの教示画像120を示している。

[0084] タイプ選択画像124は、レーザ加工機12のタイプTY（又は、識別情報ID）を選択するためのものである。具体的には、オペレータが入力装置60を操作してタイプ選択画像124を画像上でクリックすると、レーザ加工機12のタイプTY（例えば、タイプA、タイプB、タイプC・・・）が、例えばプルダウンのリスト形式で、タイプ選択画像124に表示される。

[0085] オペレータは、タイプ選択画像124にリスト形式で示されたタイプTYを画像上で選択することができるようになっている。プロセッサ52は、入力装置60を通してタイプTYを選択する入力を受け付けると、関係データ取得部64として機能し、受け付けたタイプTYに対応するデータテーブルDT_nを、メモリ54から読み出して取得する。

[0086] 例えば、プロセッサ52が、図9に示すように、パラメータ選択画像122で「ビームサイズ」を選択する入力を受け付け、タイプ選択画像124で「タイプA」を選択する入力を受け付けたとする。この場合、プロセッサ52は、関係データ取得部64として機能して、タイプAに対応するデータテーブルDT₁をメモリ54から取得する。

[0087] そして、プロセッサ52は、パラメータ入力受付部66として機能して、教示画像120に表示されたデータセット入力画像102及び焦点選択画像104を通して、レーザ加工条件LCとして進捗パラメータPP（経過時間t_e）とビームサイズBSとのデータセットDS1の入力を受け付ける。このように、図9に示すようにパラメータ選択画像122でビームサイズBSを

選択する入力を受け付けたときは、プロセッサ52（パラメータ入力受付部66）は、ビームサイズBSの入力を受け付け可能となる。

[0088] その後、動作プログラム生成指令を受け付けると、プロセッサ52は、変換部70として機能して、上述の実施形態と同様に、取得したデータテーブルDT₁を関係データRDとして用いて、レーザ加工条件LCに登録されたビームサイズBSをデフォーカス量DFに変換し、プログラム生成部72として機能して、位置P_{1P}とデフォーカス量DFとが命令文CMとして規定された動作プログラムOPを生成する。

[0089] 一方、オペレータが、パラメータ選択画像122に表示されている「デフォーカス量」の欄を画像上でクリックすると、プロセッサ52は、図10に示す教示画像130を生成する。教示画像130は、上述のパラメータ選択画像122及びタイプ選択画像124に加えて、データセット入力画像132、設定ボタン画像134、及びデータセット表示画像136を有する。

[0090] データセット入力画像132は、進捗パラメータPP（具体的には、経過時間t_e）とデフォーカス量DFとのデータセットDS2を入力するためのものであって、上述の進捗パラメータ入力画像108と、デフォーカス量（単位[mm]）を入力可能なデフォーカス入力画像138とを含む。

[0091] オペレータは、入力装置60を操作して、進捗パラメータ入力画像108及びデフォーカス入力画像138に、それぞれ、進捗パラメータPP（経過時間t_e）及びデフォーカス量DFを入力できるようになっている。このように、図10に示すようにパラメータ選択画像122でデフォーカス量DFを選択する入力を受け付けたときは、プロセッサ52（パラメータ入力受付部66）は、デフォーカス量DFの入力を受け付け可能となる。

[0092] 設定ボタン画像134は、データセット入力画像132に入力されたデータセットDS2（経過時間t_e及びデフォーカス量DF）をレーザ加工条件LCに登録するためのものである。プロセッサ52は、入力装置60を通して設定ボタン画像134を画像上でクリックする入力を受け付けると、進捗パラメータ入力画像108に入力された進捗パラメータPP（経過時間t_e）と

、デフォーカス入力画像 138 に入力されたデフォーカス量 D F とのデータセット D S 2 を、レーザ加工条件 L C としてメモリ 54 に格納する。

[0093] これとともに、プロセッサ 52 は、変換部 70 として機能し、タイプ選択画像 124 に入力されたタイプ T Y（図示の例では、「タイプ A」）に応じて取得したデータテーブル D T₁ を関係データ R D として用いて、デフォーカス入力画像 138 に入力されたデフォーカス量 D F を、ビームサイズ B S に変換する。

[0094] そして、プロセッサ 52 は、レーザ加工条件 L C に登録した進捗パラメータ P P とデフォーカス量 D F とのデータセット D S 2 を、変換したビームサイズ B S とともに、データセット表示画像 136 に表示する。こうして、図 10 に示すように、データセット表示画像 136 に、登録した進捗パラメータ P P とデフォーカス量 D F とのデータセット D S 2 とともに、対応するビームサイズ B S が表示されることになる。

[0095] すなわち、本実施形態においては、プロセッサ 52 は、変換されたビームサイズ B S を表示する画像データ（教示画像 130 の画像データ）を生成する画像生成部 76（図 8）として機能する。その後、動作プログラム生成指令を受け付けると、プロセッサ 52 は、プログラム生成部 72 として機能して、レーザ加工条件 L C に登録されたデフォーカス量 D F と位置 P_{1P} とが命令文 C M として規定された動作プログラム O P を生成する。

[0096] 以上のように、本実施形態においては、パラメータ選択受付部 74 は、ビームサイズ B S 又はデフォーカス量 D F を選択する入力を受け付け、パラメータ入力受付部 66 は、ビームサイズ B S を選択する入力を受け付けたときは該ビームサイズ B S の入力を受け付け可能となる（図 9）一方、デフォーカス量 D F を選択する入力を受け付けたときは該デフォーカス量 D F の入力を受け付け可能となる（図 10）。

[0097] そして、プログラム生成部 72 は、デフォーカス量 D F の入力を受け付けたとき、該デフォーカス量 D F が命令文 C M として規定された動作プログラム O P を生成する。この構成によれば、オペレータは、レーザ加工条件 L C

としてビームサイズBSとデフォーカス量DFのいずれを入力するのかを任意に選択可能となるので、レーザ加工機12の動作を、より多様に教示することができる。

[0098] また、本実施形態においては、変換部70は、関係データRDに基づいて、入力を受け付けたデフォーカス量DFを、対応するビームサイズBSに変換し、画像生成部76は、変換されたビームサイズBSを表示する画像データ(図10)を生成する。この構成によれば、オペレータは、入力したデフォーカス量DFに対応するビームサイズBSを、直感的に確認できる。

[0099] なお、上述の実施形態において、プロセッサ52は、進捗パラメータ入力画像108を通して、進捗パラメータPPとして上述の距離dの入力を受け付けるように構成されてもよい。プロセッサ52は、この距離dから、対応する位置 P_{IP} を取得できる。また、デフォーカス量DFは、座標系Cのz座標値で表されてもよい。

[0100] 代替的には、プロセッサ52は、レーザ加工条件LCとして、進捗パラメータPPとビームサイズBS(又はデフォーカス量DF)とのデータセットDS1(又はDS2)の代わりに、レーザ加工中の照射点IPの位置 P_{IP} の、座標系Cの座標(x, y)と、ビームサイズBS(又はデフォーカス量DF)とのデータセットDS3の入力を受け付けてもよい。

[0101] また、上述の実施形態においては、制御装置14が、レンズ駆動装置38によって光学レンズ36を光軸Oの方向へ変位させることで焦点FPを光軸Oの方向へ変位させる場合について述べた。しかしながら、これに限らず、例えば、制御装置14は、移動機構20の動作によってレーザ照射装置18を座標系Cのz軸方向へ移動させることで、焦点FPをずらすこともできる。

[0102] この場合、プログラム生成部72が生成する動作プログラムOPには、移動機構20の動作によって焦点FPをデフォーカス量DFだけずらすための命令文CMが規定される。そして、レーザ加工において、制御装置14は、命令文CMに従って移動機構20(例えば、多関節ロボット)のサーボモータ

タへの指令を生成する。

[0103] なお、上述の実施形態においては、プロセッサ52が、関係データRDとしてデータテーブルDTを取得する場合について述べた。しかしながら、プロセッサ52は、データテーブルDTを取得することなく、関係データRDとして、ビームサイズBS（例えば直径R）とデフォーカス量DFとの関係を示す関数： $BS = f(DF)$ を取得してもよい。この関数： $BS = f(DF)$ は、レーザ加工機12の光学系の仕様等から、予め定めることができる。

[0104] なお、図7、図9及び図10に示す教示画像100、120及び130のGUIは一例であって、他の如何なる構成のGUIが採用されてもよい。例えば、図9に示す教示画像120において、パラメータ選択画像122を省略する一方、図10に示すデフォーカス入力画像138、及び設定ボタン画像134を追加してもよい。

[0105] この場合、プロセッサ52は、1つの教示画像120を通して、進捗パラメータPPとビームサイズBSとのデータセットDS1の入力と、進捗パラメータPPとデフォーカス量DFとのデータセットDS2の入力とを、受け付けることができる。この場合において、教示画像120のデータセット表示画像106に、図10のデータセット表示画像136と同様に、対応するデフォーカス量DFを表示してもよい。

[0106] また、オペレータが入力装置60を操作して、登録されたデータセットDS1（又はDS2）をデータセット表示画像106（又は136）で選択し、選択されたデータセットDS1（又はDS2）のビームサイズBS（又はデフォーカス量DF）を変更（又は削除）することができるように、教示装置50が構成されてもよい。

[0107] また、上述の実施形態においては、教示装置50が、制御装置14と別体として設けられる場合について述べた。しかしながら、教示装置50の機能は、制御装置14に組み込むこともできる。この場合、制御装置14のプロセッサが、教示装置50（関係データ取得部64、パラメータ入力受付部6

6、焦点選択受付部68、変換部70、プログラム生成部72、パラメータ選択受付部74、及び画像生成部76)として機能することになる。

[0108] また、図3に、レーザスキャナとしてのレーザ照射装置18を例示したが、レーザ照射装置18は、レーザスキャナに限らず、筐体24、受光部26、光学レンズ36、レンズ駆動装置38、及びレーザ光出射部40のみを有するレーザ加工ヘッドであってもよい。また、移動機構20は、レーザ照射装置18に対してワークWを移動させるように構成されてもよい。以上、実施形態を通じて本開示を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。

符号の説明

[0109]	10	レーザ加工システム10
	12	レーザ加工機
	14	制御装置
	16	レーザ発振器
	18	レーザ照射装置
	20	移動機構
	50	教示装置
	52	プロセッサ
	64	関係データ取得部
	66	パラメータ入力受付部
	68	焦点選択受付部
	70	変換部
	72	プログラム生成部
	74	パラメータ選択受付部
	76	画像生成部

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光をワークの表面に照射して該ワークをレーザ加工するレーザ加工機の動作を教示するための教示装置であって、
- 前記表面における前記レーザ光の照射点の大きさを表すビームサイズの入力を受け付けるパラメータ入力受付部と、
- 前記レーザ光の焦点を前記表面から該レーザ光の光軸方向へずらすデフォーカス量と、該デフォーカス量に応じて変化する前記ビームサイズとの関係を表す関係データを取得する関係データ取得部と、
- 前記関係データに基づいて、前記パラメータ入力受付部が受け付けた前記ビームサイズを、対応する前記デフォーカス量に変換する変換部と、
- 前記変換部によって変換された前記デフォーカス量が命令文として規定された、前記レーザ加工のための動作プログラムを生成するプログラム生成部と、を備える、教示装置。
- [請求項2] 前記焦点を前記表面から、前記レーザ加工機のレーザ光出射部に近い側へずらすアウトフォーカス、又は、前記焦点を前記表面から、前記レーザ光出射部から遠い側へずらすインフォーカスを選択する入力を受け付ける焦点選択受付部をさらに備え、
- 前記関係データは、前記アウトフォーカス及び前記インフォーカスの前記デフォーカス量と前記ビームサイズとの前記関係を表すデータを含み、
- 前記変換部は、前記パラメータ入力受付部が受け付けた前記ビームサイズを、前記焦点選択受付部が受け付けた前記アウトフォーカス又は前記インフォーカスの前記デフォーカス量に変換する、請求項1に記載の教示装置。
- [請求項3] 前記ビームサイズ又は前記デフォーカス量を選択する入力を受け付けるパラメータ選択受付部をさらに備え、
- 前記パラメータ入力受付部は、前記パラメータ選択受付部が前記ビ

ームサイズを選択する入力を受け付けたときは該ビームサイズの入力を受け付け可能となる一方、前記パラメータ選択受付部が前記デフォーカス量を選択する入力を受け付けたときは該デフォーカス量の入力を受け付け可能となり、

前記プログラム生成部は、前記パラメータ入力受付部が前記デフォーカス量の入力を受け付けたとき、該デフォーカス量が前記命令文として規定された前記動作プログラムを生成する、請求項 1 又は 2 に記載の教示装置。

[請求項4] 前記変換部は、前記関係データに基づいて、前記パラメータ入力受付部が受け付けた前記デフォーカス量を、対応する前記ビームサイズに変換し、

前記教示装置は、前記変換部によって変換された前記ビームサイズを表示する画像データを生成する画像生成部をさらに備える、請求項 3 に記載の教示装置。

[請求項5] 前記レーザ加工機は、前記レーザ加工において前記表面に対し前記照射点を移動させ、

前記パラメータ入力受付部は、前記レーザ加工の進捗を示す進捗パラメータと前記ビームサイズとのデータセットの入力を受け付け、

前記プログラム生成部は、前記照射点を、前記進捗パラメータに対応する前記表面上の位置に到達させたときに、前記焦点を前記変換されたデフォーカス量だけずらすための前記命令文を含む前記動作プログラムを生成する、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の教示装置。

[請求項6] 前記進捗パラメータは、前記レーザ加工の開始からの経過時間、又は、前記レーザ加工の開始から前記レーザ加工機が前記照射点を移動させた距離を含む、請求項 5 に記載の教示装置。

[請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の教示装置と、
前記レーザ加工機と、

前記プログラム生成部が生成した前記動作プログラムに従って前記

レーザ加工機を動作させて前記レーザ加工を実行する制御装置と、を備える、レーザ加工システム。

[請求項8] レーザ光をワークの表面に照射して該ワークをレーザ加工するレーザ加工機の動作を教示する方法であって、

プロセッサが、

前記表面における前記レーザ光の照射点の大きさを表すビームサイズの入力を受け付け、

前記レーザ光の焦点を前記表面から該レーザ光の光軸方向へずらすデフォーカス量と、該デフォーカス量に応じて変化する前記ビームサイズとの関係を表す関係データを取得し、

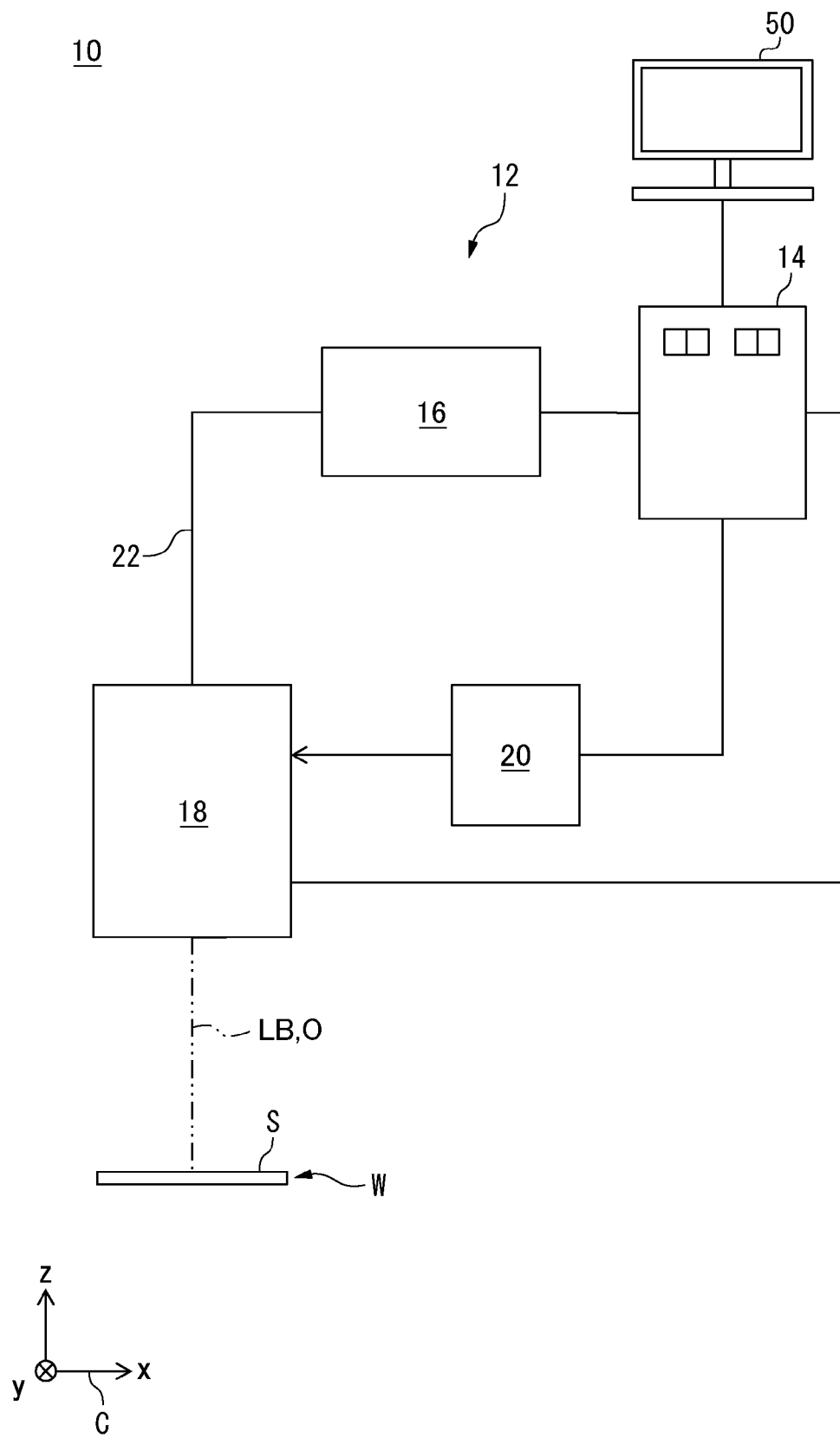
前記関係データに基づいて、受け付けた前記ビームサイズを、対応する前記デフォーカス量に変換し、

変換された前記デフォーカス量が命令文として規定された、前記レーザ加工のための動作プログラムを生成する、方法。

[図1]

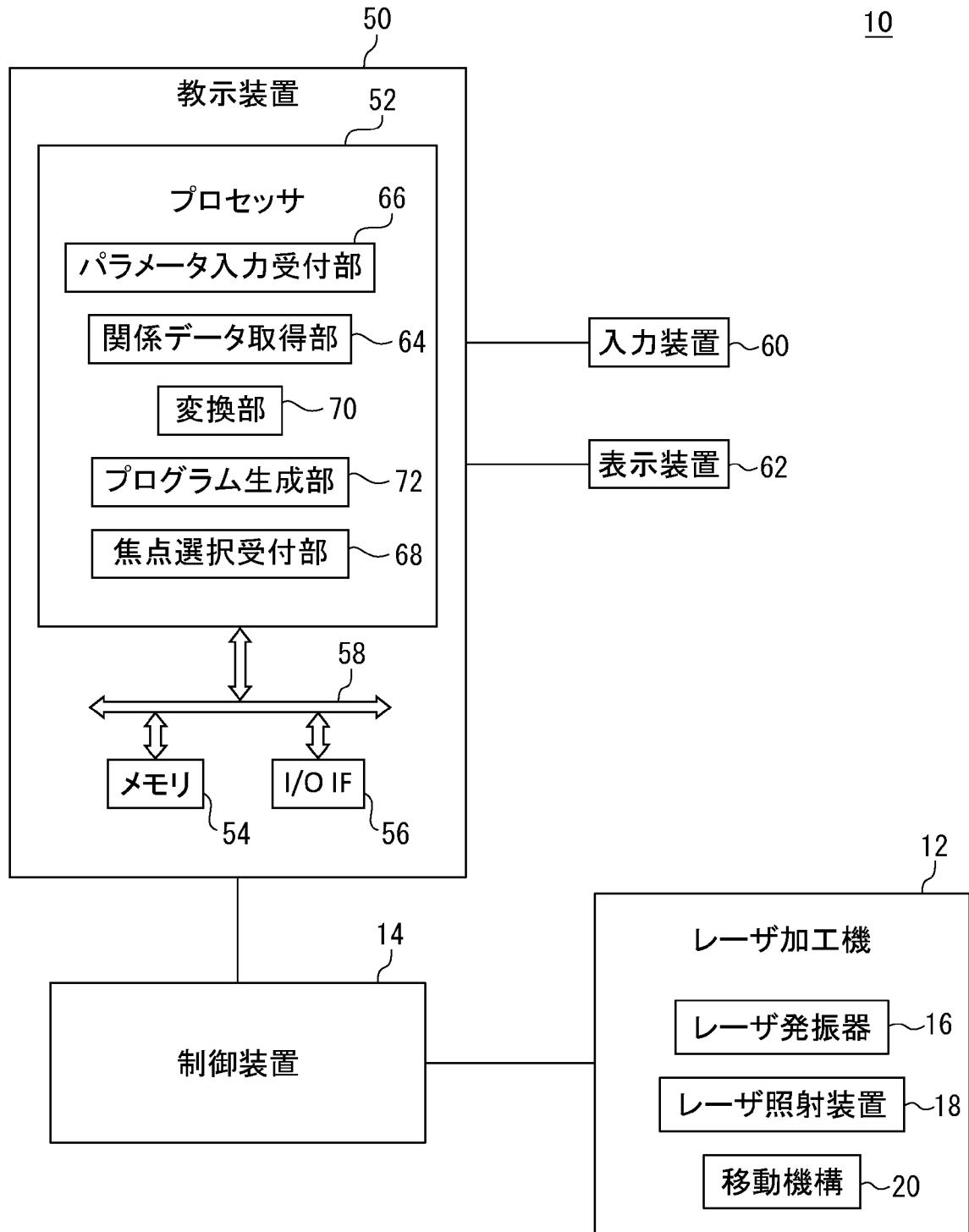
図1

10



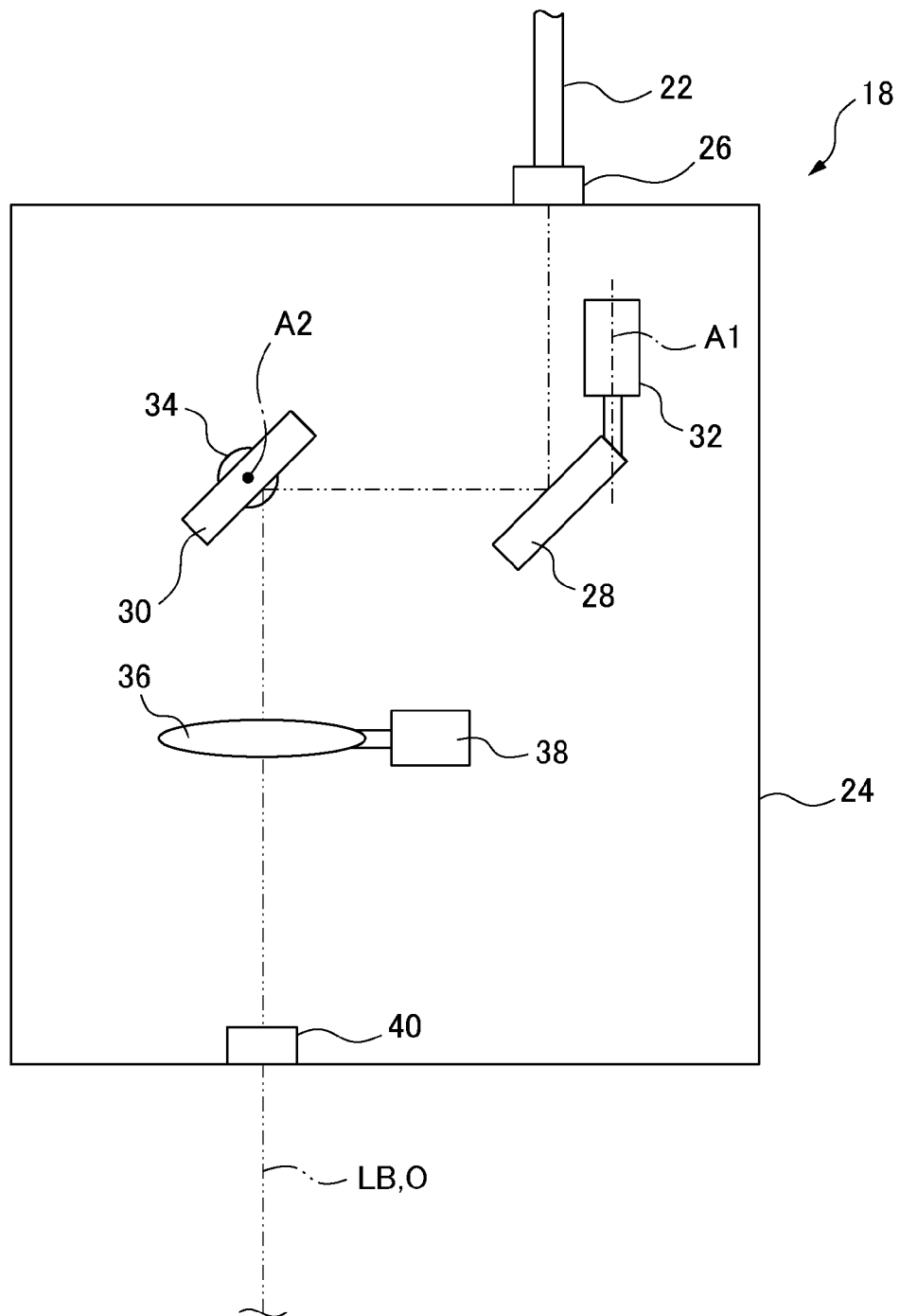
[図2]

図2



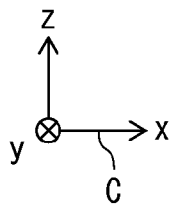
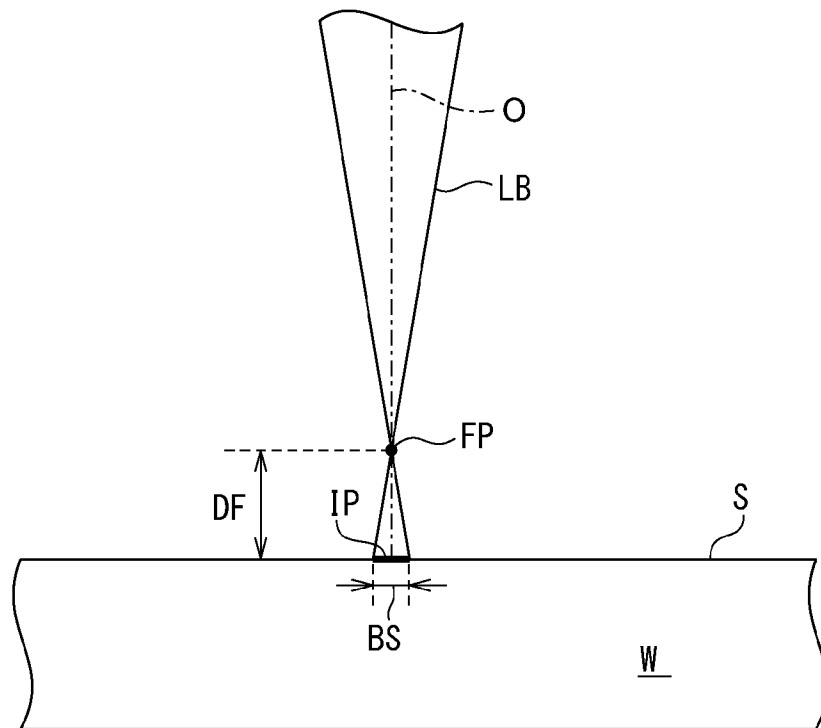
[図3]

図3



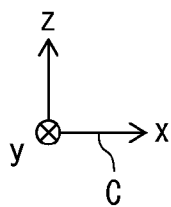
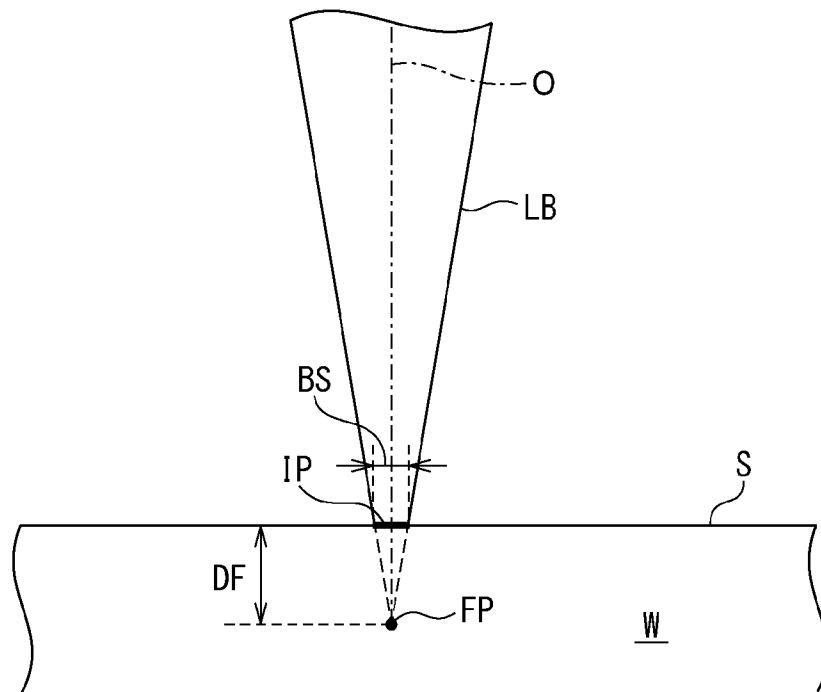
[図4]

図4



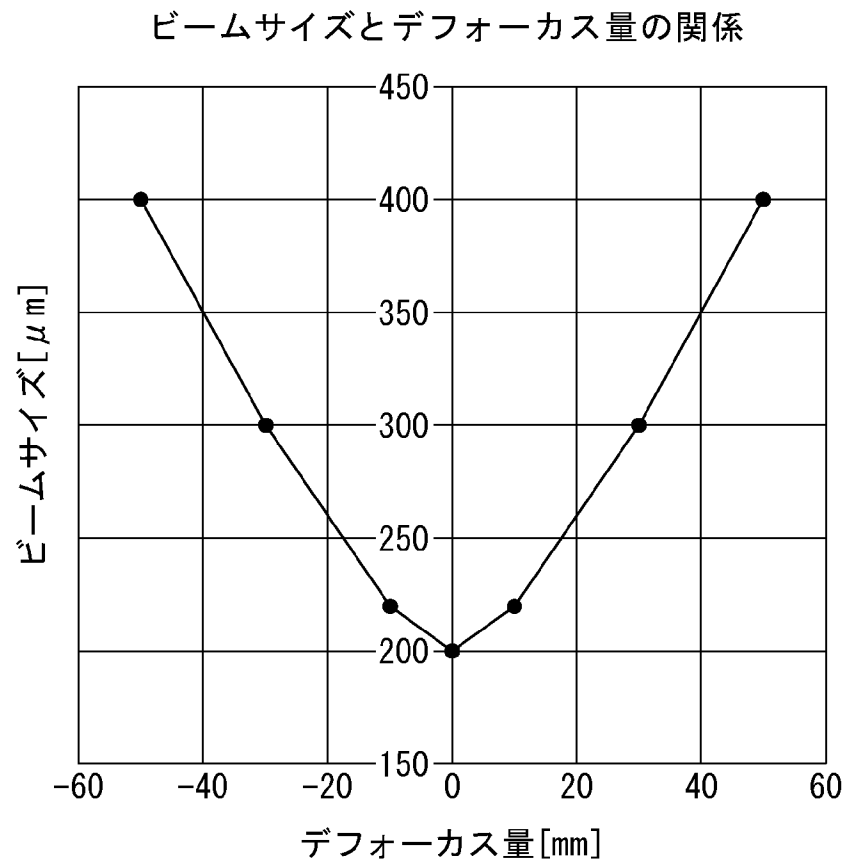
[図5]

図5



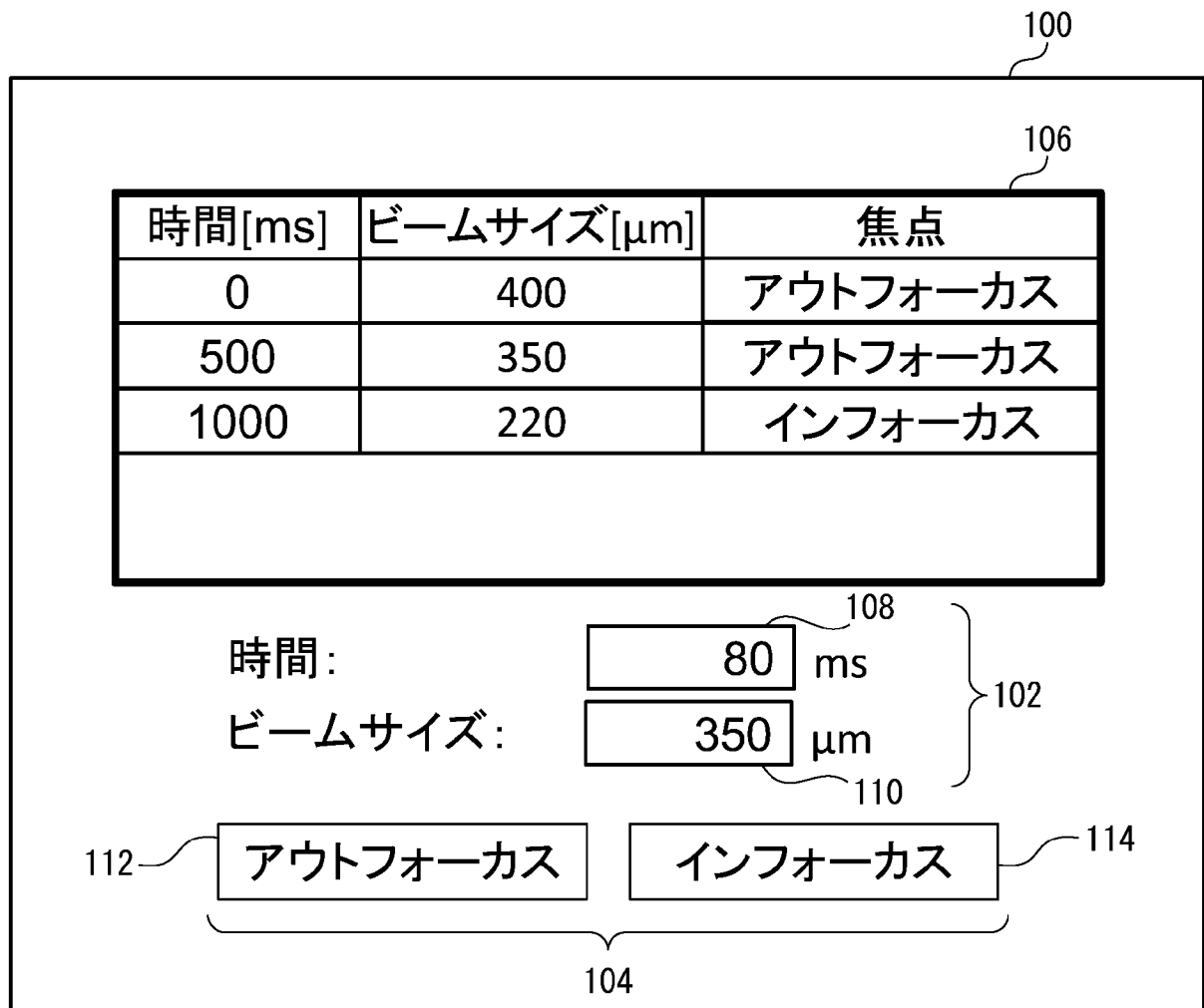
[図6]

図6



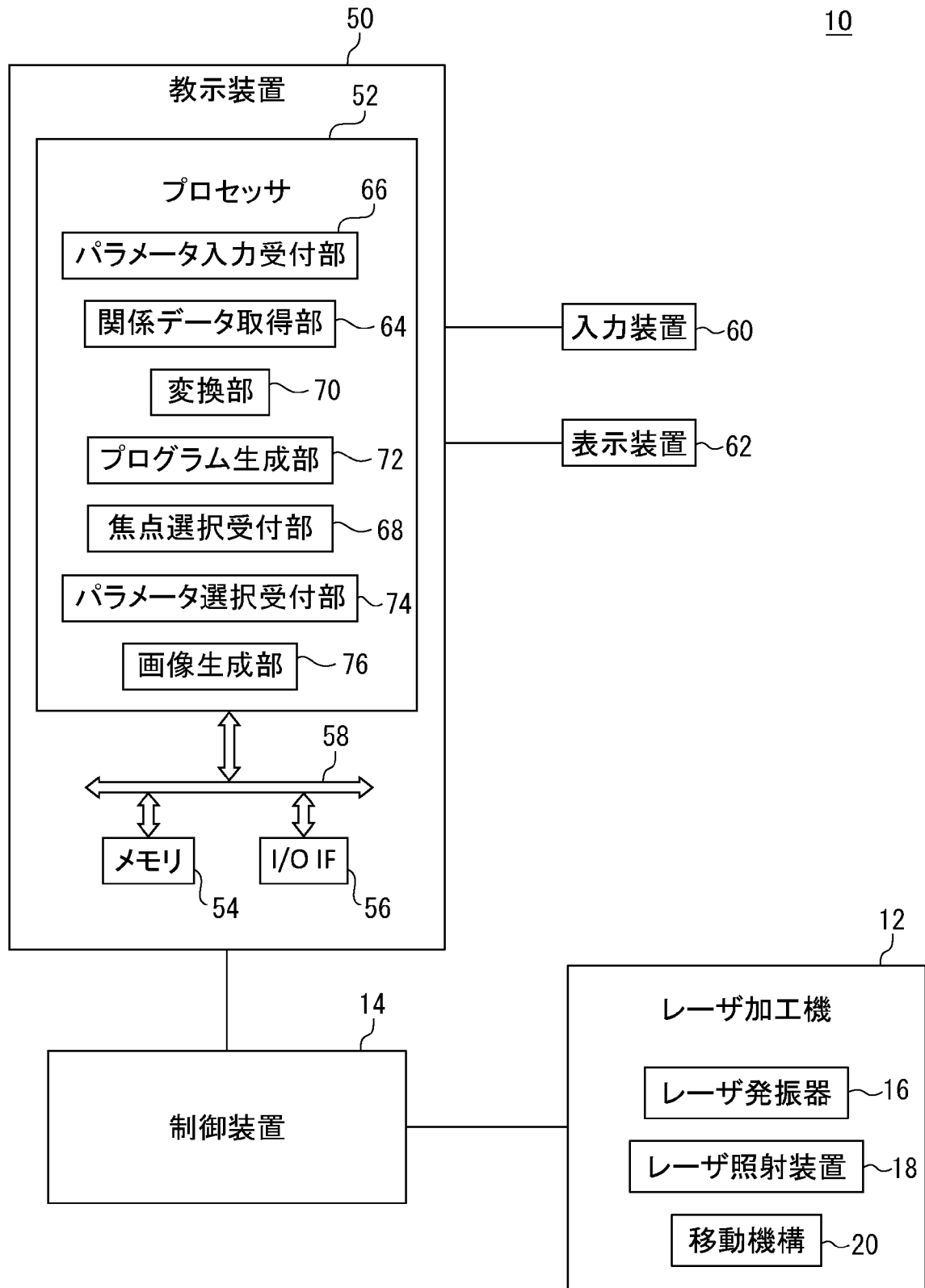
[図7]

図7



[図8]

図8



[図9]

図9

120

122

指定方法: ● ビームサイズ ○ デフォーカス量

光学系: ▼ 124

106

時間[ms]	ビームサイズ[μm]	焦点
0	400	アウトフォーカス
500	350	アウトフォーカス
1000	220	インフォーカス

時間: ms 108

ビームサイズ: μm 110

102

アウトフォーカス

インフォーカス

104

112 114

[図10]

図10

130

122

指定方法: ○ビームサイズ ●デフォーカス量

光学系: タイプA ▼ 124

時間[ms]	デフォーカス量 [mm]	ビームサイズ[μm]	
0	-50	400	
500	-40	350	
1000	10	220	

時間:

250

ms

デフォーカス量:

-30

mm

設定

108
132
138
134

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/020059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/046(2014.01)i

FI: B23K26/046

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

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 A	JP 2017-042790 A (TOYOTA MOTOR CORP) 02 March 2017 (2017-03-02) paragraphs [0014]-[0049], [0058]-[0060], fig. 1-10	1, 7-8 2-6
Y A	JP 02-092487 A (OKUMA MACHINERY WORKS LTD) 03 April 1990 (1990-04-03) page 2, lower right column, line 18 to page 3, upper right column, line 19, lower left column, lines 12-18, fig. 4-5	1, 7-8 2-6
Y A	WO 2017/085763 A1 (FUJI MACHINE MFG) 26 May 2017 (2017-05-26) paragraph [0009]	1, 7-8 2-6
Y A	JP 2020-035404 A (FANUC LTD) 05 March 2020 (2020-03-05) paragraphs [0011]-[0014]	1, 7-8 2-6
Y A	JP 2001-328085 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27 November 2001 (2001-11-27) paragraphs [0006]-[0010]	1, 7-8 2-6

☐ 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
07 July 2021 (07.07.2021)

Date of mailing of the international search report
20 July 2021 (20.07.2021)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2021/020059

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-042790 A	02 Mar. 2017	US 2017/0057010 A1 paragraphs [0029]- [0064], [0073]- [0075], fig. 1-10 (Family: none)	
JP 02-092487 A	03 Apr. 1990	(Family: none)	
WO 2017/085763 A1	26 May 2017	(Family: none)	
JP 2020-035404 A	05 Mar. 2020	US 2020/0070281 A1 paragraphs [0035]- [0038] CN 110871433 A (Family: none)	
JP 2001-328085 A	27 Nov. 2001	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/046(2014.01)i FI: B23K26/046														
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）） B23K26/046 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>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021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	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021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												
Y A	JP 2017-042790 A（トヨタ自動車株式会社）02.03.2017（2017-03-02） [0014]-[0049], [0058]-[0060], 図1-10	1,7-8 2-6												
Y A	JP 02-092487 A（株式会社大隈鐵工所）03.04.1990（1990-04-03） 第2ページ右下欄18行-第3ページ上右欄第19行, 下左欄第12-18行, 第4-5図	1,7-8 2-6												
Y A	WO 2017/085763 A1（株式会社F U J I）26.05.2017（2017-05-26） [0009]	1,7-8 2-6												
Y A	JP 2020-035404 A（ファナック株式会社）05.03.2020（2020-03-05） [0011]-[0014]	1,7-8 2-6												
Y A	JP 2001-328085 A（三菱電機株式会社）27.11.2001（2001-11-27） [0006]-[0010]	1,7-8 2-6												
☐ 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</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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.07.2021		国際調査報告の発送日 20.07.2021												
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） 柏原 郁昭 3P 3113 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/JP2021/020059

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-042790	A	02.03.2017	US 2017/0057010 A1 [0029]-[0064], [0073]- [0075], 図1-10	
JP	02-092487	A	03.04.1990	(ファミリーなし)	
WO	2017/085763	A1	26.05.2017	(ファミリーなし)	
JP	2020-035404	A	05.03.2020	US 2020/0070281 A1 [0035]-[0038] CN 110871433 A	
JP	2001-328085	A	27.11.2001	(ファミリーなし)	