

(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
2019年3月7日(07.03.2019)



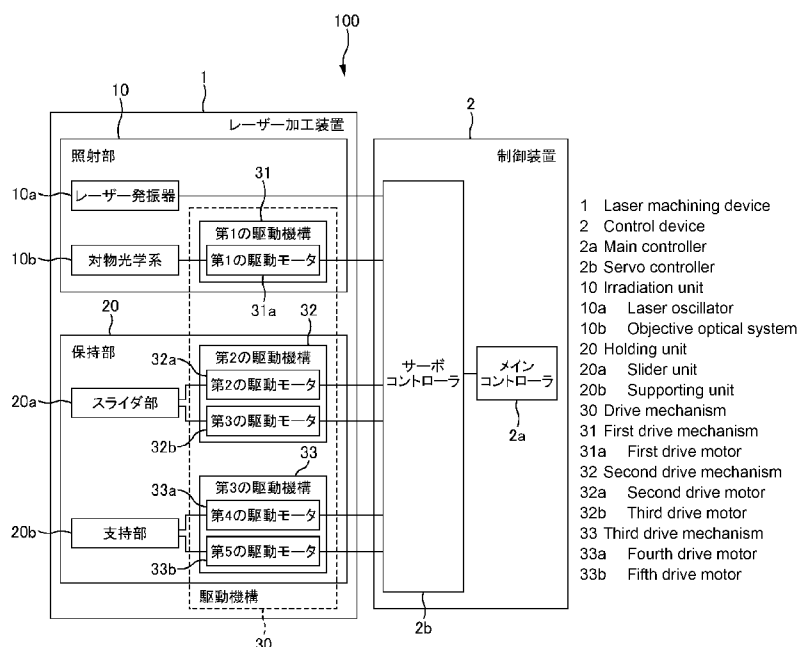
(10) 国際公開番号

WO 2019/044294 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/08 (2014.01) *B23K 26/082* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028012
- (22) 国際出願日: 2018年7月26日(26.07.2018)
- (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 2017-165337 2017年8月30日(30.08.2017) JP
特願 2017-165340 2017年8月30日(30.08.2017) JP
- (71) 出願人: ローランドディー・ジー・株式会社 (ROLAND DG CORPORATION) [JP/JP];
〒4312103 静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 前田 敏男(MAEDA, Toshio); 〒4312103
静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号 ローランドディー・ジー・株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人 (ISSHIKI & CO.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目1番36号三田日東ダイビル 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, JO, 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,

(54) Title: LASER MACHINING DEVICE AND LASER MACHINING SYSTEM

(54) 発明の名称: レーザー加工装置、レーザー加工システム



(57) Abstract: Provided is a laser machining device capable of manufacturing an object having a small and complicated shape. The laser machining device includes: an objective optical system for irradiating a workpiece with laser light transmitted from a laser oscillator; a holding unit for holding the workpiece; and a drive mechanism that moves the workpiece along five axes, i.e., an X axis, Y axis, Z axis, first rotation axis, and second rotation axis, said workpiece being held by the objective optical system or the holding unit.

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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 小型且つ複雑な形状を有する目的物を作成可能なレーザー加工装置を提供する。レーザー発振器からのレーザー光をワークに対して照射するための対物光学系と、前記ワークを保持する保持部と、X軸、Y軸、Z軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の5つの軸に沿って、前記対物光学系または前記保持部に保持されたワークを移動させる駆動機構と、を含むレーザー加工装置。

明 細 書

発明の名称： レーザー加工装置、レーザー加工システム

技術分野

[0001] 本発明はレーザー加工装置及びレーザー加工システムに関する。

背景技術

[0002] ワークを切削加工して目的物を得るための加工装置が知られている。加工装置は、複数の駆動軸を有する。たとえば、5軸の加工装置は、ワークを載置したテーブルの左右（X軸）、前後（Y軸）、上下（Z軸）への移動、テーブルの回転、及びテーブルの傾斜を制御することにより、複雑な形状の目的物を加工することができる。

[0003] このような加工装置により加工される目的物としては、歯科用の補綴物のように小型且つ複雑な形状のものがある。このような補綴物を加工するための加工装置としては、たとえば、非特許文献1に記載された装置が存在する。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：“DWX-51D”、[online]、DGSHAPE株式会社、[平成29年6月6日検索]、インターネット<URL：<http://www.rolanddg.co.jp/product/3d/dental/dwx-51d/index.html>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、レーザーを用いた加工技術が発展してきている。このような技術を利用することにより、切削加工と同様、様々な目的物を加工することができる。

[0006] 一方、従来のレーザー加工装置には、歯科用の補綴物のような小型且つ複雑な形状を有する目的物を作成するのに適したものがない。

[0007] 本発明の目的は、小型且つ複雑な形状を有する目的物を作成可能なレーザ

ー加工装置及びレーザー加工システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するための一の発明は、レーザー発振器からのレーザー光をワークに対して照射するための対物光学系と、前記ワークを保持する保持部と、X軸、Y軸、Z軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の5つの軸に沿って、前記対物光学系または前記保持部に保持された前記ワークを移動させる駆動機構と、を含むレーザー加工装置である。

また、上記目的を達成するための一の発明は、ワークに対し、レーザー発振器からのレーザー光をX軸に沿って走査するための第1のミラー、前記レーザー光をY軸に沿って走査するための第2のミラー、及び前記レーザー光のZ軸方向の焦点位置を調整するための調整部を含むガルバノ光学系と、前記ワークを保持する保持部と、前記第1のミラー、前記第2のミラー、及び前記調整部を動作させる第1の駆動機構と、前記X軸、前記Y軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の少なくとも4つの軸に沿って、前記保持部に保持された前記ワークを移動させる第2の駆動機構と、を有するレーザー加工装置である。

本発明の他の特徴については、本明細書の記載により明らかにする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、小型且つ複雑な形状を有する目的物を作成できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態に係るレーザー加工システム及びCAD/CAMシステムの概略を示す模式図である。

[図2]第1実施形態に係るレーザー加工システムの詳細な構成を示す模式図である。

[図3]第1実施形態に係るレーザー加工装置の一例を示す斜視図である。

[図4]第1実施形態に係るレーザー加工装置の照射部の一例を示す斜視図である。

[図5]第1実施形態に係るレーザー加工装置の保持部の一例を示す斜視図であ

る。

[図6]第2実施形態に係るレーザー加工システムの詳細な構成を示す模式図である。

[図7]第2実施形態に係るレーザー加工装置の一例を示す斜視図である。

[図8]第2実施形態に係るレーザー加工装置の照射部の一例を示す斜視図である。

[図9]第2実施形態に係るレーザー加工装置の保持部の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第1実施形態>

図1及び図2を参照して、本実施形態に係るレーザー加工システム100及びCAD/CAMシステム200について説明を行う。

[0012] ==レーザー加工システム==

図1に示すように、レーザー加工システム100は、レーザー加工装置1及び制御装置2を有する。但し、制御装置2の果たす機能をレーザー加工装置1で実現することによって、レーザー加工システム100がレーザー加工装置1単体で構成されてもよい。

[0013] 本実施形態においては、図1に示す5つの軸を用いて説明を行う。5つの軸は、それぞれ直交するX軸、Y軸、Z軸と、ある軸回りのA回転軸（第1の回転軸）と、ある軸に直交する軸回りのB回転軸（第2の回転軸）である。図1では、X軸回りの回転軸をA回転軸とし、Y軸回りの回転軸をB回転軸として示している。A回転軸の回転角度が0度のとき、B回転軸はY軸回りの回転軸に相当する。

[0014] レーザー加工装置1は、CAD/CAMシステム200で作成された加工データ（後述）に基づいて照射部10及び保持部20を相対的に移動させながらレーザーを照射することにより、ワークWを加工して目的物を得ることができる。

[0015] ワークWは、目的物によって様々な種類や形状を選択することができる。

たとえば、歯科用の補綴物を作成する場合には、ワークWとして、ジルコニア系の材料（或いはその完全焼結体）を用いることができる。また、ワーク内部に目的物を形成したい場合、ワークWは、レーザー光を透過する材料（光透過性材料）を用いることができる。

[0016] 本実施形態に係るレーザー加工装置1は、照射部10、保持部20、及び駆動機構30を含む。なお、図1においては、便宜的に駆動機構30を照射部10及び保持部20とは別のブロックで記載している。実際には図2に示したように、駆動機構30は、照射部10及び保持部20に組み込まれている。

[0017] [照射部]

照射部10は、ワークWに対してレーザー光を照射する。図2に示すように、照射部10は、レーザー発振器10a及び対物光学系10bを含む。

[0018] レーザー発振器10aは、レーザー光を発振する構成である。レーザー発振器10aは、たとえば、共振器、レーザー媒体、及び励起光源を含んで構成される。

[0019] レーザーの種類は特に限定されないが、ワーク内部に目的物を形成する場合等には、超短パルスレーザーを用いることが好ましい。超短パルスレーザーは、一のパルス幅が数ピコ秒～数フェムト秒のレーザーである。超短パルスレーザーをワークの所定の位置に短時間照射することにより、アブレーション加工（非熱加工）を行うことができる。アブレーション加工は、レーザーにより溶融した箇所が瞬時に蒸発、飛散し除去されるため、一般的なレーザー加工（熱加工）と比べ、熱による加工部分の損傷が少ない。

[0020] なお、レーザー発振器10aは、レーザー加工装置1（照射部10）自体が備えていなくてもよい。たとえば、レーザー加工装置1とは別体でレーザー発振器10aを設け、光ファイバ等の伝送手段を介してレーザー光を照射部10内に導くことでもよい。

[0021] 対物光学系10bは、レーザー発振器10aからのレーザー光をワークWに対して照射するための構成である。レーザー光は、対物光学系10bを介

して所定の焦点位置に集光する。対物光学系 10b は、1 枚のレンズ或いは複数のレンズ群として構成されている。本実施形態において対物光学系 10b は、Z 軸に沿って移動可能となっている（詳細は後述）。

[0022] 照射部 10 は、レーザー発振器 10a からのレーザー光を対物光学系 10b まで導くためのリレー光学系 10f 等を含んでいてもよい（図 3 等参照）。

[0023] [保持部]

保持部 20 はワーク W を保持する。本実施形態において保持部 20（保持部 20 に保持されたワーク W）は、X 軸、Y 軸、A 回転軸、及び B 回転軸に沿って移動可能となっている（詳細は後述）。図 2 に示すように、保持部 20 は、スライダ部 20a 及び支持部 20b を含む。

[0024] スライダ部 20a は、支持部 20b が固定される。本実施形態において、スライダ部 20a は、X 軸または Y 軸に沿って移動可能となっている（詳細は後述）。

[0025] 支持部 20b は、スライダ部 20a に固定され、ワーク W を支持する。支持部 20b は、支持するワーク W の形状や目的物の形状に適した構成を採用することができる。たとえば、ディスク状のワークから複数の目的物を加工する場合、ディスク状のワークをクランプで挟み込んで直接支持することができる。また、ブロック状のワークに金属製のピンを接着し、そのピンを支持部 20b に差し込むことで、ワークを支持することも可能である。或いは図 3 等 to 示すように、支持部 20b は、ステージ 201b 上にワーク W を載置することで、間接的にワーク W を支持する構成であってもよい。本実施形態において、支持部 20b（支持部 20b に支持されたワーク W）は、A 回転軸または B 回転軸に沿って移動可能となっている（詳細は後述）。

[0026] [駆動機構]

駆動機構 30 は、X 軸、Y 軸、Z 軸、A 回転軸及び B 回転軸の 5 つの軸に沿って、対物光学系 10b または保持部 20 に保持されたワーク W を移動させる。図 2 に示すように、本実施形態に係る駆動機構 30 は第 1 の駆動機構

31、第2の駆動機構32、及び第3の駆動機構33を含む。

[0027] 第1の駆動機構31は、対物光学系10bをZ軸に沿って移動させる。第1の駆動機構31は、対物光学系10bをZ軸に沿って移動させるための第1の駆動モータ31aを含む。

[0028] 第2の駆動機構32は、スライダ部20aをX軸またはY軸に沿って移動させる。第2の駆動機構32は、スライダ部20aをX軸に沿って移動させるための第2の駆動モータ32a、及びスライダ部20aをY軸に沿って移動させるための第3の駆動モータ32bを含む。なお、上述の通り、支持部20bはスライダ部20aに固定されている。従って、スライダ部20aの移動に伴い、支持部20bもX軸またはY軸に沿って移動する。すなわち、スライダ部20aの移動に伴い、支持部20bに支持されるワークWもX軸またはY軸に沿って移動する。

[0029] 第3の駆動機構33は、支持部20bに支持されたワークWをA回転軸またはB回転軸に沿って移動させる。A回転軸またはB回転軸に沿った「移動」は、ある軸回りに所定角度だけ傾く「傾斜」の他、ある軸回りに360°以上移動する「回転」を含む。第3の駆動機構33は、支持部20bに支持されたワークWをA回転軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ33a、及び支持部20bに支持されたワークWをB回転軸に沿って移動させるための第5の駆動モータ33bを含む。

[0030] なお、各駆動モータは、駆動する構成に応じて、それぞれ性能（電流、トルク、回転数等）が異なる。但し、一部の駆動モータ同士が同じ性能であってもよい。

[0031] 制御装置2は、照射部10及び駆動機構30の動作を制御する。図2に示すように、本実施形態に係る制御装置2は、メインコントローラ2a及びサブコントローラ2bを含む。

[0032] メインコントローラ2aは、レーザー加工装置1の全般的な動作制御を行う。たとえば、メインコントローラ2aは、CAD/CAMシステム200で作成された加工データに基づいて、ワークMを加工するための制御信号（

たとえば、レーザー光を照射する位置に相当する座標値、照射されるレーザーのスポット径、強度）をサーボコントローラ 2 b に対して出力する。

[0033] サーボコントローラ 2 b は、メインコントローラ 2 a の制御信号に基づいて、照射部 1 0 や駆動機構 3 0 に所定の処理を実行させる。

[0034] たとえば、サーボコントローラ 2 b は、制御信号に含まれる座標値とレーザー光の焦点位置とが一致するように、駆動機構 3 0 を制御して照射部 1 0 と保持部 2 0（ワーク W）との相対的な位置関係を調整する。具体的には、ある座標値にレーザー光の焦点位置を一致させる場合、サーボコントローラ 2 b は、第 1 の駆動モータ 3 1 a を駆動させ、対物光学系 1 0 b を Z 軸に沿って所定量だけ移動させる。また、サーボコントローラ 2 b は、第 2 の駆動モータ 3 2 a または第 3 の駆動モータ 3 2 b を駆動させ、スライダ部 2 0 a を X 軸または Y 軸に沿って所定量だけ移動させる。或いは、サーボコントローラ 2 b は、第 4 の駆動モータ 3 3 a または第 5 の駆動モータ 3 3 b を駆動させ、支持部 2 0 b を A 回転軸または B 回転軸に沿って所定角度だけ傾斜させる（すなわち、支持部 2 0 b に支持されたワーク W を A 回転軸または B 回転軸に沿って所定角度だけ傾斜させる）。その後、サーボコントローラ 2 b は、照射部 1 0（レーザー発振器 1 0 a）を制御して、当該ある座標値に対応するワーク W の所定位置に対し、所定のスポット径及び強度でレーザー光の照射を行う。

[0035] このように、本実施形態に係るサーボコントローラ 2 b は、各駆動モータそれぞれを同期制御することができる。

[0036] 一般に、レーザー光の照射部側とワークを保持する保持部側では、駆動する構成の違いに応じて性能が異なる駆動モータを使用する。このようなレーザー加工装置においては、照射部側と保持部側とで別々のサーボコントローラを使用していた。すなわち、サーボコントローラ同士が同期していないため、たとえば、照射部を Z 軸に沿って移動しながら保持部を A 回転軸に沿って回転させるといった複雑な動作を行うことができない。従って、複雑な形状の加工は困難であった。一方、本実施形態に係るレーザー加工システム 1

〇〇によれば、対物光学系１０ｂ及び保持部２０（スライダ部２０ａ及び支持部２０ｂ）のように異なる構成（性能が異なる駆動モータ）を１のサーボコントローラ２ｂにより、同期制御することができる。よって、歯科用の補綴物のような小型且つ複雑な形状を有するような目的物を加工することが可能となる。

[0037] ==ＣＡＤ／ＣＡＭシステム==

図１に示すＣＡＤ／ＣＡＭシステム２００は、加工データを作成し、加工システム１００に出力する。加工データは、目的物を加工する際に加工システム１００で使用するデータである。加工データは、目的物の外形を示すＸＹＺの座標値や、レーザー光の照射強度等、ワークＷを目的物に加工するための各種情報が含まれている。加工データは、目的物の三次元データやワークの三次元データに基づいて作成される。たとえば、歯科用の補綴物を加工する場合、ＣＣＤカメラやＸ線ＣＴにより口腔内をスキャンして得られた三次元データを使用して加工データを作成する。なお、出力されるデータの形式は、加工システム１００で利用できるものであれば特に限定されない。

[0038] ==レーザー加工装置の具体的な構成==

次に図３～５を参照して、本実施形態に係るレーザー加工装置１の具体的な構成について説明する。図３は、レーザー加工装置１の全体を示した斜視図である。図３では、レーザー加工装置１の外枠を構成する筐体、カバー等、一部の構成について記載を省略している。図３～図５では、レーザー加工装置１の正面に向かって左右（左方・右方）をＸ軸（Ｘ軸方向）とし、前後（前方・後方）をＹ軸（Ｙ軸方向）とし、上下（上方・下方）をＺ軸（Ｚ軸方向）とする。Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸は互いに直交する。また、図３の状態において、Ａ回転軸はＸ軸回りの回転軸に相当し、Ｂ回転軸はＸ軸と直交するＹ軸回りの回転軸に相当する。また、レーザー加工装置１は、Ｘ軸とＹ軸とで構成されるＸＹ平面に置かれるものとする。なお、各軸の設定は説明の便宜上設定したものであり、特に限定されるものではない。たとえば、前後をＸ軸とし、左右をＹ軸としてもよい。図４は、照射部１０の拡大斜視図である。

。図5は、保持部20の拡大斜視図である。

[0039] [枠体]

図3に示すように、照射部10及び保持部20は枠体Fに設置されている。枠体Fは、台座部40、脚部41、ベース部材42、支柱43、及び梁44を含む。

[0040] 台座部40は、レーザー加工装置1の底面部を形成する矩形の板状部材である。台座部40の四隅の下面それぞれには、円柱状の脚部41が設けられている。台座部40の上面の一部の領域には、ベース部材42が設けられている。ベース部材42は、保持部20が載置される矩形の板状部材である。ベース部材42の上面には、Y軸方向に延びる2本のガイドレール42aが設けられている。保持部20は、ガイドレール42a上に載置される。なお、ガイドレール42aは、台座部40の上面に直接設けられていてもよい。その場合、ベース部材42は不要である。また、ガイドレール42aは、少なくとも1本あればよい。

[0041] 台座部40後方の左右両端にはそれぞれ支柱43が設けられている。支柱43は、台座部40から上方に延びた角柱状の部材である。2本の梁44は、X軸方向に延びる角柱状の部材であり、2本の支柱43を連結している。支柱43及び梁44の数や形状は図3の例に限られない。たとえば、支柱43は3本以上設けられていてもよいし、梁44は1本あればよい。

[0042] [照射部]

図3及び図4に示すように、本実施形態に係る照射部10は、2本の梁44に固定されている。照射部10は、対物光学系10bの他に、本体部10c、ベース部材10d、ベース部材10e、ガイドレール10f、スライダ10g、及びリレー光学系10hが設けられている。また、本実施形態において、第1の駆動モータ31aは、照射部10内に設けられている（図3等では図示を省略）。

[0043] 本体部10cは、対物光学系10b等が設置される矩形の板状部材である。本体部10cは、梁44に固定されている。本体部10cの前面（梁44

に固定されている面とは反対側の面) には、ベース部材 10 d 及びベース部材 10 e が設けられている。ベース部材 10 d は、リレー光学系 10 g が固定される矩形の板状部材である。ベース部材 10 e は、ガイドレール 10 f 及びリレー光学系 10 h が固定される矩形の板状部材である。ベース部材 10 e の前面 (本体部 10 c に固定されている面とは反対側の面) には、Z 軸方向に延びる 2 本のガイドレール 10 f が設けられている。スライダ 10 g は、ガイドレール 10 f に沿って Z 軸方向に移動する矩形の板状部材である。第 1 の駆動モータ 31 a は、スライダ 10 g をガイドレール 10 f に沿って移動させる。なお、ガイドレール 10 f は、少なくとも 1 本あればよい。

[0044] 対物光学系 10 b は、上述の通り、レーザー発振器 10 a (図 3 及び図 4 では記載を省略) からのレーザー光を保持部 20 に載置されたワーク W に照射するための構成である。対物光学系 10 b は、その光軸が Z 軸と一致するように配置されている。本実施形態において、対物光学系 10 b は、スライダ 10 g の前面 (ガイドレール 10 f と接する面とは反対側の面) に固定されている。すなわち、スライダ 10 g が Z 軸に沿って移動することにより、対物光学系 10 b も Z 軸に沿って移動することができる。

[0045] 対物光学系 10 b が Z 軸に沿って移動することにより、Z 軸方向におけるレーザー光の焦点位置が変化する。従って、加工データに基づいて Z 軸方向の所定位置に焦点位置を合わせることができる。この例において、ガイドレール 10 f、スライダ 10 g、及び第 1 の駆動モータ 31 a は、対物光学系 10 b を Z 軸に沿って移動させる第 1 の駆動機構 31 を構成する。

[0046] リレー光学系 10 h は、ベース部材 10 d またはベース部材 10 e の前面 (本体部 10 c に固定されている面とは反対側の面) において、所定の位置に固定されている。リレー光学系 10 h は、レーザー発振器 10 a からのレーザー光 (図 3 及び図 4 で破線で示す) を X 軸方向に導くためのリレーレンズ 101 h と、リレーレンズ 101 h により導かれたレーザー光の向きを Z 軸方向に変えて、対物光学系 10 b に導くためのミラー 102 h を含む。リレーレンズ 101 h はベース部材 10 d に固定され、ミラー 102 h はベー

ス部材 10e に固定されている。

[0047] なお、リレー光学系 10h の構成は、図 3 等にしたものに限られない。たとえば、リレーレンズ 101h 及びミラー 102h は、それぞれ複数設けられていてもよい。一方、光ファイバを用いてレーザー発振器 10a からの光を対物光学系 10b に直接入射させることも可能である。この場合、リレー光学系 10h は不要である。また、ガイドレール 10f やリレー光学系 10h は、本体部 10c の前面に直接設けられていてもよい。その場合、ベース部材 10d 及びベース部材 10e は不要である。

[0048] [保持部]

図 3 及び図 5 に示すように、保持部 20 は、スライダ部 20a 及び支持部 20b を含む。

[0049] スライダ部 20a は、支持部 20b が固定される。図 3 及び図 5 に示すように、本実施形態に係るスライダ部 20a は、第 1 のスライダ 201a、ガイドレール 202a、第 2 のスライダ 203a を含む。また、本実施形態において、第 2 の駆動モータ 32a 及び第 3 の駆動モータ 32b は、スライダ部 20a 内に設けられている（図 3 等では図示を省略）。

[0050] 第 1 のスライダ 201a は、台座部 40 に設けられた 2 本のガイドレール 42a に沿って Y 軸方向に移動する矩形の板状部材である。第 1 のスライダ 201a は、第 3 の駆動モータ 32b により、移動可能となっている。

[0051] 第 1 のスライダ 201a の上面には、X 軸方向に延びる 2 本のガイドレール 202a が設けられている。なお、ガイドレール 202a は、少なくとも 1 本あればよい。

[0052] 第 2 のスライダ 203a は、ガイドレール 202a に沿って X 軸方向に移動する矩形の板状部材である。第 2 のスライダ 203a は、第 2 の駆動モータ 32a により、移動可能となっている。

[0053] ここで、第 2 のスライダ 203a の上面には、支持部 20b（第 1 の回転ドライバ 203b）が固定されている。従って、第 1 のスライダ 201a を Y 軸に沿って移動させた場合、支持部 20b も Y 軸に沿って移動し、第 2 の

スライダ 203 a を X 軸に沿って移動させた場合、支持部 20 b も X 軸に沿って移動する。すなわち、第 1 のスライダ 201 a の Y 軸方向への移動、または第 2 のスライダ 203 a の X 軸方向への移動に伴い、支持部 20 a に支持されたワーク W も Y 軸または X 軸に沿って移動することができる。

[0054] この例において、第 1 のスライダ 201 a、ガイドレール 202 a、第 2 のスライダ 203 a、ガイドレール 42 a、第 2 の駆動モータ 32 a、及び第 3 の駆動モータ 32 b は、スライダ部 20 b を X 軸または Y 軸に沿って移動させる第 2 の駆動機構 32 を構成する。このような第 2 の駆動機構 32 は、XY 平面におけるワーク W の位置決め機構に相当する。

[0055] 支持部 20 b は、ワーク W を支持するための構成である。図 3 及び図 5 に示すように、本実施形態に係る支持部 20 b は、ステージ 201 b、アーム部 202 b、第 1 の回転ドライバ 203 b、第 2 の回転ドライバ 204 b を含む。また、本実施形態において、第 4 の駆動モータ 33 a は、第 1 の回転ドライバ 203 b 内に設けられ、第 5 の駆動モータ 33 b は、第 2 の回転ドライバ 204 b 内に設けられている（図 3 等では図示を省略）。

[0056] ステージ 201 b は、ワーク W が載置される部材である。本実施形態に係るステージ 201 b は、円板状の部材である。

[0057] アーム部 202 b は、ステージ 201 b を回転可能に支持する部材である。本実施形態に係るアーム部 202 b は、半円弧状の部材である。アーム部 202 b の円弧の内側部分にはステージ 201 b が配置される。アーム部 202 b は、ステージ 201 b が B 回転軸に沿って回転可能となるよう、その両端でステージ 201 b を支持している。また、アーム部 202 b の半円弧の中間部分は、第 1 の回転ドライバ 203 b（第 4 の駆動モータ 33 a のモーター軸）に連結している。なお、アーム部 202 b は、ステージ 201 b が B 回転軸に沿って移動可能となる構成であれば上記例に限られない。たとえば、アーム部 202 b を四角形の枠部材で構成し、その内側部分にステージ 201 b を配置することでもよい。更にこの場合、ステージ 201 b は、B 回転軸に沿って移動可能な形状であればよく、円板状であってもよいし、

矩形状であってもよい。

[0058] 第1の回転ドライバ203bは、アーム部202bをA回転軸に沿って移動させるための機構である。第1の回転ドライバ203bは、スライダ部200a（第2のスライダ203a）に固定されている。第1の回転ドライバ203b内に設けられた第4の駆動モータ33aのモータ軸は、X軸と平行に配置されている。従って、第4の駆動モータ33aが駆動することにより、アーム部202bはA回転軸に沿って移動する。すなわち、アーム部202bが保持するステージ201b（及びステージ201bに載置されたワークW）もA回転軸に沿って移動することができる。

[0059] 第2の回転ドライバ204bは、ステージ201bをB回転軸に沿って移動させるための機構である。第2の回転ドライバ204bは、アーム部202bの一端に固定されている。第2の回転ドライバ204b内に設けられた第5の駆動モータ33bのモータ軸は、第4の駆動モータ33aのモータ軸と直交している。第5の駆動モータ33bが駆動することにより、ステージ201bは第4の駆動モータ33aのモータ軸と直交する軸（図3の例であればB回転軸）に沿って移動する。すなわち、ステージ201bに載置されたワークWもB回転軸に沿って移動することができる。

[0060] この例において、ステージ201b、アーム部202b、第1の回転ドライバ203b、第2の回転ドライバ204b、第4の駆動モータ33a、及び第5の駆動モータ33bは、支持部20bに支持されたワークをA回転軸（第1の回転軸）またはB回転軸（第2の回転軸）に沿って移動させる第3の駆動機構33を構成する。第3の駆動機構33は、所謂、2軸ジンバルの機構と同様である。なお、たとえば、図3の例において、アーム部202bがA回転軸に沿って90°傾斜した場合のB回転軸は、Z軸回りの回転軸と一致する。このように、図3の例において、B回転軸の基準となる軸はアーム部202bの傾きによって異なる。但し、その軸は必ずA回転軸の基準となる軸（図3の例であればX軸）と直交する。

[0061] このように、本実施形態に係るレーザー加工装置1は、レーザー発振器1

0 aからのレーザー光をワークWに対して照射するための対物光学系1 0 bと、ワークWを保持する保持部2 0と、X軸、Y軸、Z軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の5つの軸に沿って、対物光学系1 0 bまたは保持部2 0に保持されたワークWを移動させる駆動機構3 0と、を有する。

[0062] このような構成によれば、対物光学系1 0 bまたは保持部2 0を5つの軸に沿って移動させながらレーザー加工ができるため、小型且つ複雑な加工を要する目的物を作成することができる。

[0063] より具体的には、レーザー加工装置1は、スライダ部2 0 a及びスライダ部2 0 aに固定され、ワークWを支持する支持部2 0 bを含む保持部2 0と、対物光学系1 0 bをZ軸に沿って移動させるための第1の駆動モータ3 1 aを含む第1の駆動機構3 1と、スライダ部2 0 aをX軸に沿って移動させるための第2の駆動モータ3 2 a、及びスライダ部2 0 aをY軸に沿って移動させるための第3の駆動モータ3 2 bを含む第2の駆動機構3 2と、支持部2 0 bに支持されたワークWをX軸回りのA回転軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ3 3 a、及び支持部2 0 bに支持されたワークWをX軸に直交するY軸回りのB回転軸に沿って移動させるための第5の駆動モータ3 3 bを含む第3の駆動機構3 3を含む。

[0064] このように照射部1 0側の駆動軸をZ軸のみとしているため、光軸を固定できる。従って、レーザーの芯出しが容易となる。一方、歯科用の補綴物のような目的物は、小型且つ軽量であるため、ワーク自体も小型且つ軽量のものを使用できる。そこで、本実施形態に係るレーザー加工装置1は、保持部2 0側に4つの駆動軸を設けることが可能となる。また、保持部2 0側に4つの駆動軸を設けることにより、ワークを様々な位置や向きに配置することができる。従って、複雑な形状であってもワークの位置や向きを調整することによって加工しやすくなる。また、保持部2 0側に回転軸を設けることにより、ワークの表面だけでなく裏面や側面を加工しやすくなる。すなわち、本実施形態に係るレーザー加工装置1によれば、ワークを多面的に加工することができる。

[0065] 更に、本実施形態に係るレーザー加工装置 1 によれば、各駆動モータは、1 のサーボコントローラ 2 b により同期制御される。このような構成により、性能が異なる駆動モータであっても、一のコントローラにより制御できる。従って、たとえば、A 回転軸に沿って回転させながら X Y Z 軸方向の三次元加工を行う等、精密な動作が可能となるため、複雑な形状であっても加工することができる。

[0066] <第 2 実施形態>

図 6 を参照して、本実施形態に係るレーザー加工システム 100 について説明を行う。CAD/CAM システム 200 等、第 1 実施形態と同様の構成については詳細な説明を省略することがある。

[0067] ==レーザー加工システム==

[照射部]

照射部 10 は、ワーク W に対してレーザー光を照射する。図 6 に示すように、本実施形態に係る照射部 10 は、レーザー発振器 10 a 及びガルバノ光学系 10 b を含む。

[0068] レーザー発振器 10 a は、レーザー光を発振する構成である。レーザー発振器 10 a は、たとえば、共振器、レーザー媒体、及び励起光源を含んで構成される。

[0069] ガルバノ光学系 10 b は、レーザー発振器 10 a からのレーザー光をワーク W に対して照射するための構成である。図 6 に示すように、本実施形態に係るガルバノ光学系 10 b は、第 1 のミラー 101 b、第 2 のミラー 102 b、及び調整部 103 b を含む。第 1 のミラー 101 b は、ワーク W に対し、レーザー光を X 軸に沿って走査するための構成である。第 2 のミラー 102 b は、ワーク W に対し、レーザー光を Y 軸に沿って走査するための構成である。調整部 103 b は、レーザー光の Z 軸方向の焦点位置を調整するための構成である。調整部 103 b は、単一のリレーレンズまたは複数のレンズ群からなるリレーレンズ光学系である。ガルバノ光学系 10 b の動作の詳細については後述する。

[0070] 照射部 10 は、レーザー発振器 10a からのレーザー光をガルバノ光学系 10b まで導くための光学系やレーザー光を集光させるための光学系等を含んでいてもよい。

[0071] [保持部]

保持部 20 はワーク W を保持する。本実施形態において保持部 20（保持部 20 に保持されたワーク W）は、X 軸、Y 軸、A 回転軸、及び B 回転軸に沿って移動可能となっている（詳細は後述）。図 6 に示すように、保持部 20 は、スライダ部 20a 及び支持部 20b を含む。

[0072] [駆動機構]

駆動機構 30 は、ガルバノ光学系 10b や保持部 20 を動作させる。図 6 に示すように、本実施形態に係る駆動機構 30 は第 1 の駆動機構 31、及び第 2 の駆動機構 32 を含む。

[0073] 第 1 の駆動機構 31 は、ガルバノ光学系 10b を動作させる。具体的に、第 1 の駆動機構 31 は、レーザー光を X 軸に沿って走査するよう第 1 のミラー 101b を動作させ、レーザー光を Y 軸に沿って走査するよう第 2 のミラー 102b を動作させ、レーザー光の Z 軸方向の焦点位置を調整するよう調整部 103b を動作させる。第 1 の駆動機構 31 は、第 1 のミラー 101b を動作させるための第 1 の駆動モータ 31a、第 2 のミラー 102b を動作させるための第 2 の駆動モータ 31b、及び調整部 103b を動作させるための第 3 の駆動モータ 31c を含む。

[0074] 第 2 の駆動機構 32 は、X 軸、Y 軸、第 1 の回転軸、及び第 2 の回転軸の少なくとも 4 つの軸に沿って、保持部 20 に保持されたワーク W を移動させる。第 2 の駆動機構 32 は、スライダ部駆動機構 33 及び支持部駆動機構 34 を含む。

[0075] スライダ部駆動機構 33 は、スライダ部 20a を X 軸または Y 軸に沿って移動させる。スライダ部駆動機構 33 は、スライダ部 20a を X 軸に沿って移動させるための第 4 の駆動モータ 33a、及びスライダ部 20a を Y 軸に沿って移動させるための第 5 の駆動モータ 33b を含む。なお、上述の通り

、支持部20bはスライダ部20aに固定されている。従って、スライダ部20aの移動に伴い、支持部20bもX軸またはY軸に沿って移動する。すなわち、スライダ部20aの移動に伴い、支持部20bに支持されるワークWもX軸またはY軸に沿って移動する。

[0076] 支持部駆動機構34は、支持部20bに支持されたワークWをA回転軸またはB回転軸に沿って移動させる。A回転軸またはB回転軸に沿った「移動」は、ある軸回りに所定角度だけ傾く「傾斜」の他、ある軸回りに360°以上移動する「回転」を含む。支持部駆動機構34は、支持部20bに支持されたワークWをA回転軸に沿って移動させるための第6の駆動モータ34a、及び支持部20bに支持されたワークWをB回転軸に沿って移動させるための第7の駆動モータ34bを含む。

[0077] なお、各駆動モータは、駆動する構成に応じて、それぞれ性能（電流、トルク、回転数等）が異なる。但し、一部の駆動モータ同士が同じ性能であってもよい。

[0078] 制御装置2は、照射部10及び駆動機構30の動作を制御する。図6に示すように、本実施形態に係る制御装置2は、メインコントローラ2a及びサーボコントローラ2bを含む。

[0079] メインコントローラ2aは、レーザー加工装置1の全般的な動作制御を行う。

[0080] サーボコントローラ2bは、メインコントローラ2aの制御信号に基づいて、照射部10や駆動機構30に所定の処理を実行させる。

[0081] たとえば、サーボコントローラ2bは、制御信号に含まれる座標値とレーザー光の焦点位置とが一致するよう、駆動機構30を制御して照射部10と保持部20（ワークW）との相対的な位置関係を調整する。具体的には、ある座標値にレーザー光の焦点位置を一致させる場合、サーボコントローラ2bは、第3の駆動モータ31cを駆動させ、調整部103bを動作させることでZ軸方向の焦点位置を調整する。また、サーボコントローラ2bは、第4の駆動モータ33aまたは第5の駆動モータ33bを駆動させ、スライダ

部20aをX軸またはY軸に沿って所定量だけ移動させる。或いは、サーボコントローラ2bは、第6の駆動モータ34aまたは第7の駆動モータ34bを駆動させ、支持部20bをA回転軸またはB回転軸に沿って所定角度だけ傾斜させる（すなわち、支持部20bに支持されたワークWをA回転軸またはB回転軸に沿って所定角度だけ傾斜させる）。その後、サーボコントローラ2bは、照射部10（レーザー発振器10a）を制御して、当該ある座標値に対応するワークWの所定位置に対し、所定のスポット径及び強度でレーザー光の照射を行う。

[0082] なお、本実施形態において、サーボコントローラ2bは、スライダ部20aをX軸またはY軸に沿って移動させる代わりに（或いは移動させるのと併せて）、第1の駆動モータ31aまたは第2の駆動モータ31bを駆動させ、第1のミラー101bまたは第2のミラー102bそれぞれを動作させることにより、XY平面におけるレーザー光の照射位置を変更することも可能である。

[0083] また、本実施形態に係るサーボコントローラ2bは、各駆動モータそれぞれを同期制御することができる。

[0084] 一般に、レーザー光の照射部側とワークを保持する保持部側では、駆動する構成の違いに応じて性能が異なる駆動モータを使用する。このようなレーザー加工装置においては、照射部側と保持部側とで別々のサーボコントローラを使用していた。すなわち、サーボコントローラ同士が同期していないため、たとえば、第1のミラー及び第2のミラーを動作させてXY平面にレーザー光を照射しながら保持部をA回転軸に沿って回転させるといった複雑な動作を行うことができない。従って、複雑な形状の加工は困難であった。一方、本実施形態に係るレーザー加工システム100によれば、ガルバノ光学系10b及び保持部20（スライダ部20a及び支持部20b）のように異なる構成（性能が異なる駆動モータ）を1のサーボコントローラ2bにより、同期制御することができる。よって、歯科用の補綴物のような小型且つ複雑な形状を有するような目的物を加工することが可能となる。

[0085] ==レーザー加工装置の具体的な構成==

次に図7～9を参照して、本実施形態に係るレーザー加工装置1の具体的な構成について説明する。図7は、レーザー加工装置1の全体を示した斜視図である。図7では、レーザー加工装置1の外枠を構成する筐体、カバー等、一部の構成について記載を省略している。図7～図9では、レーザー加工装置1の正面に向かって左右（左方・右方）をX軸（X軸方向）とし、前後（前方・後方）をY軸（Y軸方向）とし、上下（上方・下方）をZ軸（Z軸方向）とする。X軸、Y軸、Z軸は互いに直交する。また、図7の状態において、A回転軸はX軸回りの回転軸に相当し、B回転軸はX軸と直交するY軸回りの回転軸に相当する。また、レーザー加工装置1は、X軸とY軸とで構成されるXY平面に置かれるものとする。なお、各軸の設定は説明の便宜上設定したものであり、特に限定されるものではない。たとえば、前後をX軸とし、左右をY軸としてもよい。図8は、照射部10の拡大斜視図である。図9は、保持部20の拡大斜視図である。

[0086] [枠体]

図7に示すように、照射部10及び保持部20は枠体Fに設置されている。枠体Fは、台座部40、脚部41、ベース部材42、支柱43、及び梁44を含む。

[0087] [照射部]

図7及び図8に示すように、本実施形態に係る照射部10は、2本の梁44に固定されている。照射部10は、ガルバノ光学系10bの他に、本体部10c、第1の設置部材10d、第2の設置部材10e、第1の駆動モータ31a、第2の駆動モータ31b、及びスライダ機構SMが設けられている。また、本実施形態において、第3の駆動モータ31cは、たとえば、第2の設置部材10e内に設けられている（図7等では図示を省略）。

[0088] ガルバノ光学系10bは、上述の通り、レーザー発振器10a（図7及び図8では記載を省略）からのレーザー光を保持部20に載置されたワークWに照射するための構成である。ガルバノ光学系10bは、第1のミラー10

1 b、第2のミラー102 b、及び調整部103 bを含む。なお、第1のミラー101 b及び第2のミラー102 bの「動作」は、軸回りに所定角度だけ傾く「傾斜」の他、軸回りに360°以上移動する「回転」を含む。

[0089] 本体部10 cは、ガルバノ光学系10 b等が設置される矩形の板状部材である。本体部10 cは、梁44に固定されている。本体部10 cの前面（梁44に固定されている面とは反対側の面）には、第1の設置部材10 d及び第2の設置部材10 eが設けられている。

[0090] 第1の設置部材10 dは、第1のミラー101 b及び第2のミラー102 bを設置するための部材である。第1の設置部材10 dは、板状部材101 d、第1の壁部材102 d、及び第2の壁部材103 dを含む。板状部材101 dは、本体部10 cの前面に固定される矩形の部材である。第1の壁部材102 dは、板状部材101 dの右側端部よりY軸方向に延出する矩形の部材である。第2の壁部材103 dは、板状部材101 dの下側端部よりY軸方向に延出した矩形の部材である。第1の壁部材102 dの下側端部と、第2の壁部材の右側端部とは連結されている。また、第2の壁部材103 dの一部には、ワークWに対してレーザー光を照射するための孔が設けられている。

[0091] 図7及び図8に示すように、板状部材101 dには、第1の駆動モータ31 aが固定されている。第1の駆動モータ31 aのモータ軸はZ軸と平行になっている。第1の駆動モータ31 aの先端には、第1のミラー101 bが設けられる。第1の駆動モータ31 aが駆動することにより、第1のミラー101 bはZ軸回りに動作（傾斜または回転）する。

[0092] また、第1の壁部材102 dには、第2の駆動モータ31 bが固定されている。第2の駆動モータ31 bのモータ軸はX軸と平行になっている。第2の駆動モータ31 bの先端には、第2のミラー102 bが設けられる。第2の駆動モータ31 bが駆動することにより、第2のミラー102 bはX軸回りに動作（傾斜または回転）する。

[0093] 第2の設置部材10 eは、本体部10 cの前面よりY軸方向に延出した矩

形の部材である。第2の設置部材10eの上面にはスライダ機構SMが固定されている。

[0094] スライダ機構SMは、調整部103bをX軸方向に移動可能とする。スライダ機構SMは、ベース部材SM1及び2本のガイドレールSM2を含む（図8参照）。ベース部材SM1は、第2の設置部材10eに固定される矩形の板状部材である。ガイドレールSM2は、ベース部材SM1の上面にX軸方向に沿って設けられている。ガイドレールSM2上には調整部103bが載置される。ガイドレールSM2は、少なくとも1本あればよい。第3の駆動モータ31cは、ガイドレールSM2に沿って（X軸に沿って）調整部103bを移動させる。調整部103bをX軸に沿って移動させることにより、レーザー光のZ軸方向の焦点位置が変化する。すなわち、調整部103bをX軸に沿って移動させることにより、Z軸方向の焦点位置を調整することができる。

[0095] なお、調整部103b（第2の設置部材10e）のZ軸方向の位置（高さ）は、調整部103bを介したレーザー光が第1のミラー101bに当たるような位置である。すなわち、調整部103b及び第1のミラー101bは、レーザー発振器10aから発振されたレーザー光の光軸上に位置する。

[0096] 本実施形態において、レーザー発振器10aから発振されたレーザー光は、調整部103bを通過し、第1のミラー101bに当たってある方向（たとえばY軸に沿った方向）に反射する。第1のミラー101bで反射したレーザー光は、第2のミラー102bに当たることで、上記ある方向とは別の方向（例えばZ軸に沿った方向）に反射し、ワークWに照射される。この際、第1のミラー101bをZ軸回りに動作させることにより、レーザー光をX軸に沿って走査することができる。また、第2のミラー102bをX軸回りに動作させることにより、レーザー光をY軸に沿って走査することができる。すなわち、第1のミラー101b及び第2のミラー102bを同時に走査させることにより、XY平面でレーザー光を走査することができる。更に、調整部103bをX軸に沿って移動させることにより、Z軸方向における

レーザー光の焦点位置を変化させることができる。すなわち、本実施形態に係るガルバノ光学系 10b によれば、加工データに応じた所定位置（XYZ の座標値）に対し、レーザー光の焦点位置を合わせることができる（レーザー光を照射することができる）。この例において、スライダ機構 SM、及び第 1 の駆動モータ 31a～第 3 の駆動モータ 31c は、第 1 の駆動機構 31 を構成する。

[0097] [保持部]

図 7 及び図 9 に示すように、保持部 20 は、スライダ部 20a 及び支持部 20b を含む。

[0098] スライダ部 20a は、支持部 20b が固定される。図 7 及び図 9 に示すように、本実施形態に係るスライダ部 20a は、第 1 のスライダ 201a、ガイドレール 202a、第 2 のスライダ 203a を含む。また、本実施形態において、第 4 の駆動モータ 33a 及び第 5 の駆動モータ 33b は、スライダ部 20a 内に設けられている（図 7 等では図示を省略）。

[0099] 第 1 のスライダ 201a は、台座部 40 に設けられた 2 本のガイドレール 42a に沿って Y 軸方向に移動する矩形の板状部材である。第 1 のスライダ 201a は、第 5 の駆動モータ 33b により、移動可能となっている。

[0100] 第 1 のスライダ 201a の上面には、X 軸方向に延びる 2 本のガイドレール 202a が設けられている。なお、ガイドレール 202a は、少なくとも 1 本あればよい。

[0101] 第 2 のスライダ 203a は、ガイドレール 202a に沿って X 軸方向に移動する矩形の板状部材である。第 2 のスライダ 203a は、第 4 の駆動モータ 33a により、移動可能となっている。

[0102] ここで、第 2 のスライダ 203a の上面には、支持部 20b（第 1 の回転ドライバ 203b）が固定されている。従って、第 1 のスライダ 201a を Y 軸に沿って移動させた場合、支持部 20b も Y 軸に沿って移動し、第 2 のスライダ 203a を X 軸に沿って移動させた場合、支持部 20b も X 軸に沿って移動する。すなわち、第 1 のスライダ 201a の Y 軸方向への移動、ま

たは第2のスライダ203aのX軸方向への移動に伴い、支持部20aに支持されたワークWもY軸またはX軸に沿って移動することができる。

[0103] この例において、第1のスライダ201a、ガイドレール202a、第2のスライダ203a、ガイドレール42a、第4の駆動モータ33a、及び第5の駆動モータ33bは、スライダ部20bをX軸またはY軸に沿って移動させるスライダ部駆動機構33を構成する。このようなスライダ部駆動機構33は、XY平面におけるワークWの位置決め機構に相当する。

[0104] 支持部20bは、ワークWを支持するための構成である。図7及び図9に示すように、本実施形態に係る支持部20bは、ステージ201b、アーム部202b、第1の回転ドライバ203b、第2の回転ドライバ204bを含む。また、本実施形態において、第6の駆動モータ34aは、第1の回転ドライバ203b内に設けられ、第7の駆動モータ34bは、第2の回転ドライバ204b内に設けられている（図7等では図示を省略）。

[0105] ステージ201bは、ワークWが載置される部材である。本実施形態に係るステージ201bは、円板状の部材である。

[0106] アーム部202bは、ステージ201bを回転可能に支持する部材である。本実施形態に係るアーム部202bは、半円弧状の部材である。アーム部202bの円弧の内側部分にはステージ201bが配置される。アーム部202bは、ステージ201bがB回転軸に沿って移動可能となるよう、その両端でステージ201bを支持している。また、アーム部202bの半円弧の中間部分は、第1の回転ドライバ203b（第6の駆動モータ34aのモーター軸）に連結している。なお、アーム部202bは、ステージ201bがB回転軸に沿って移動可能となる構成であれば上記例に限られない。たとえば、アーム部202bを四角形の枠部材で構成し、その内側部分にステージ201bを配置することでもよい。更にこの場合、ステージ201bは、B回転軸に沿って移動可能な形状であればよく、円板状であってもよいし、矩形状であってもよい。

[0107] 第1の回転ドライバ203bは、アーム部202bをA回転軸に沿って移

動させるための機構である。第1の回転ドライバ203bは、スライダ部20a（第2のスライダ203a）に固定されている。第1の回転ドライバ203b内に設けられた第6の駆動モータ34aのモータ軸は、X軸と平行に配置されている。従って、第6の駆動モータ34aが駆動することにより、アーム部202bはA回転軸に沿って移動する。すなわち、アーム部202bが保持するステージ201b（及びステージ201bに載置されたワークW）もA回転軸に沿って移動することができる。

[0108] 第2の回転ドライバ204bは、ステージ201bをB回転軸に沿って移動させるための機構である。第2の回転ドライバ204bは、アーム部202bの一端に固定されている。第2の回転ドライバ204b内に設けられた第7の駆動モータ34bのモータ軸は、第6の駆動モータ34aのモータ軸と直交している。第7の駆動モータ34bが駆動することにより、ステージ201bは第6の駆動モータ34aのモータ軸と直交する軸（図7の例であればB回転軸）に沿って移動する。すなわち、ステージ201bに載置されたワークWもB回転軸に沿って移動することができる。

[0109] この例において、ステージ201b、アーム部202b、第1の回転ドライバ203b、第2の回転ドライバ204b、第6の駆動モータ34a、及び第7の駆動モータ34bは、支持部20bに支持されたワークをA回転軸（第1の回転軸）またはB回転軸（第2の回転軸）に沿って移動させる支持部駆動機構34を構成する。支持部駆動機構34は、所謂、2軸ジンバルの機構と同様である。なお、たとえば、図7の例において、アーム部202bがA回転軸に沿って90°傾斜した場合のB回転軸は、Z軸回りの回転軸と一致する。このように、図7の例において、B回転軸の基準となる軸はアーム部202bの傾きによって異なる。但し、その軸は必ずA回転軸の基準となる軸（図7の例であればX軸）と直交する。

[0110] このように、本実施形態に係るレーザー加工装置1は、ワークWに対し、レーザー発振器10aからのレーザー光をX軸に沿って走査するための第1のミラー101b、レーザー光をY軸に沿って走査するための第2のミラー

102b、及びレーザー光のZ軸方向の焦点位置を調整するための調整部103bを含むガルバノ光学系10bと、ワークWを保持する保持部20と、第1のミラー101b、第2のミラー102b、及び調整部103bを動作させる第1の駆動機構31と、X軸、Y軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の少なくとも4つの軸に沿って、保持部20に保持されたワークWを移動させる第2の駆動機構32と、を有する。

[0111] このような構成によれば、ガルバノ光学系10bまたは保持部20それぞれを所定の軸に沿って移動させながらレーザー加工ができるため、微細加工が可能となる。具体的には、ガルバノ光学系10b側でX軸方向及びY軸方向のレーザー光の走査及びZ軸方向の焦点位置の調整を可能としつつ、合わせて保持部20側でXY軸、A回転軸、B回転軸に沿ってワークWを移動することができる。また、ガルバノ光学系10bにZ軸方向の焦点位置を調整する機構（調整部103b）を設けることにより、加工データに含まれるZ軸の座標値に対してレーザーの焦点位置を正確に合わせることが可能となる。すなわち、本実施形態に係るレーザー加工装置1によれば、小型且つ複雑な加工を要する目的物であっても作成することができる。

[0112] また、保持部20は、スライダ部20aと、スライダ部20aに固定され、ワークWを支持する支持部20bと、を含み、第2の駆動機構32は、スライダ部20aをX軸またはY軸に沿って移動させるスライダ部駆動機構33と、支持部20bに支持されたワークWを第1の回転軸または第2の回転軸に沿って移動させる支持部駆動機構34と、を含む。

[0113] 歯科用の補綴物のような目的物は、小型且つ軽量であるため、ワーク自体も小型且つ軽量のものを使用できる。そこで、本実施形態に係るレーザー加工装置1は、保持部20側に少なくとも4つの駆動軸を設けることが可能となる。このように、保持部20側に4つの駆動軸を設けることにより、ワークを様々な位置や向きに配置することができる。従って、複雑な形状であってもワークの位置や向きを調整することによって加工しやすくなる。また、保持部20側に回転軸を設けることにより、ワークの表面だけでなく裏面や

側面を加工しやすくなる。すなわち、本実施形態に係るレーザー加工装置 1 によれば、ワークを多面的に加工することができる。

[0114] 更に、本実施形態に係るレーザー加工装置 1 によれば、各駆動モータは、1 のサーボコントローラ 2 b により同期制御される。このような構成により、性能が異なる駆動モータであっても、一のコントローラにより制御できる。従って、たとえば、A 回転軸に沿って回転させながら X Y 軸方向でレーザー光を走査する等、精密な動作が可能となるため、複雑な形状であっても加工することができる。

[0115] ==その他==

図 3 等に示したレーザー加工装置 1 の構成（各構成の形状や配置を含む）はあくまでも一例である。本発明に係るレーザー加工装置 1 は、少なくとも 5 つの軸に沿って、対物光学系 10 b または保持部 20 に保持されたワーク W を移動させることができればよい。たとえば、5 つの駆動軸について、対物光学系側の駆動軸を 3 軸（たとえば X Y Z 軸）、保持部 20 側の駆動軸を 2 軸（たとえば A 回転軸、B 回転軸）のように構成することや、保持部 20 側の駆動軸を 5 軸（X Y Z 軸、A 回転軸、B 回転軸）のように構成することも可能である。も可能である。また、上記実施形態の構成において、更に対物光学系 10 b を X 軸及び Y 軸に沿って移動させるような駆動機構を設けてもよい。この場合、レーザー加工装置 1 は、対物光学系側 3 軸（X Y Z 軸）、保持部側 4 軸（X Y 軸、A 回転軸、B 回転軸）の計 7 つの駆動軸を有する。また、上記説明においては、対物光学系 10 b のみを Z 軸に沿って移動させる例について述べたが、照射部 10 全体を Z 軸に沿って移動させるような駆動機構を設けてもよい。この場合、照射部 10 の Z 軸に沿った移動に伴い、対物光学系 10 b も Z 軸に沿って移動可能となる。

[0116] また、図 7 等に示したレーザー加工装置 1 の構成（各構成の形状や配置を含む）はあくまでも一例である。たとえば、保持部 20 側の駆動軸を 5 軸（X Y Z 軸、A 回転軸、B 回転軸）で構成することも可能である。また、上記説明においては、ガルバノ光学系 10 b のみを動作させる例について述べた

が、照射部 1 0 全体を X Y Z 軸に沿って移動させつつ、第 1 のミラー 1 0 1 b、第 2 のミラー 1 0 2 b 及び調整部 1 0 3 b を更に移動するような駆動機構を設けてもよい。この場合、レーザー加工装置 1 は、より精密な動作が可能となるため、複雑な形状であっても更に加工しやすくなる。

[0117] 或いは、Z 軸方向の焦点位置の調整を保持部側で行うように構成してもよい。この場合、レーザー加工装置は、ワークに対し、レーザー発振器からのレーザー光を X 軸に沿って走査するための第 1 のミラー、及びレーザー光を Y 軸に沿って走査するための第 2 のミラーを含むガルバノ光学系と、ワークを保持する保持部と、第 1 のミラー及び第 2 のミラーを動作させる第 1 の駆動機構と、X 軸、Y 軸、Z 軸、第 1 の回転軸、及び第 2 の回転軸の 5 つの軸に沿って、保持部に保持されたワークを移動させる第 2 の駆動機構と、を有する。このようなレーザー加工装置によれば、ガルバノ光学系側の構成を簡素化することができる。

[0118] また、目的物は歯科用の補綴物のような小型で複雑な形状のものに限られない。たとえば、補綴物に比べて大型で簡単な形状の工業部品を目的物とする場合であっても、上記実施形態に係るレーザー加工装置 1 を用いて加工することは可能である。

[0119] 上記実施形態は、発明の例として提示したものであり、発明の範囲を限定するものではない。上記の構成は、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。上記実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0120] 1 レーザー加工装置
 2 コンピューター
 2 b サーボコントローラ
 1 0 照射部
 1 0 b 対物光学系

2 0 保持部

3 0 駆動機構

1 0 0 レーザー加工システム

請求の範囲

- [請求項1] レーザー発振器からのレーザー光をワークに対して照射するための対物光学系と、
前記ワークを保持する保持部と、
X軸、Y軸、Z軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の5つの軸に沿って、前記対物光学系または前記保持部に保持された前記ワークを移動させる駆動機構と、
を有するレーザー加工装置。
- [請求項2] 前記保持部は、
スライダ部と、
前記スライダ部に固定され、前記ワークを支持する支持部と、
を含み、
前記駆動機構は、
前記対物光学系を前記Z軸に沿って移動させる第1の駆動機構と、
前記スライダ部を前記X軸または前記Y軸に沿って移動させる第2の駆動機構と、
前記支持部に支持された前記ワークを前記第1の回転軸または前記第2の回転軸に沿って移動させる第3の駆動機構と、
を含むことを特徴とする請求項1記載のレーザー加工装置。
- [請求項3] 前記第1の駆動機構は、前記対物光学系を前記Z軸に沿って移動させるための第1の駆動モータを含み、
前記第2の駆動機構は、前記スライダ部を前記X軸に沿って移動させるための第2の駆動モータ、及び前記スライダ部を前記Y軸に沿って移動させるための第3の駆動モータを含み、
前記第3の駆動機構は、前記支持部に支持された前記ワークを前記第1の回転軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ、及び前記支持部に支持された前記ワークを前記第2の回転軸に沿って移動させるための第5の駆動モータを含み、

前記駆動モータそれぞれは、1のサーボコントローラにより同期制御されることを特徴とする請求項2記載のレーザー加工装置。

[請求項4] レーザー発振器からのレーザー光をワークに対して照射するための対物光学系と、

スライダ部、及び当該スライダ部に固定され、前記ワークを支持する支持部を含む保持部と、

前記対物光学系をZ軸に沿って移動させるための第1の駆動モータを含む第1の駆動機構と、

前記スライダ部をX軸に沿って移動させるための第2の駆動モータ、及び前記スライダ部をY軸に沿って移動させるための第3の駆動モータを含む第2の駆動機構と、

前記支持部に支持された前記ワークを第1の回転軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ、及び前記支持部に支持された前記ワークを第2の回転軸に沿って移動させるための第5の駆動モータを含む第3の駆動機構と、

前記駆動モータそれぞれを同期制御するための1のサーボコントローラと、

を有するレーザー加工システム。

[請求項5] ワークに対し、レーザー発振器からのレーザー光をX軸に沿って走査するための第1のミラー、前記レーザー光をY軸に沿って走査するための第2のミラー、及び前記レーザー光のZ軸方向の焦点位置を調整するための調整部を含むガルバノ光学系と、

前記ワークを保持する保持部と、

前記第1のミラー、前記第2のミラー、及び前記調整部を動作させる第1の駆動機構と、

前記X軸、前記Y軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の少なくとも4つの軸に沿って、前記保持部に保持された前記ワークを移動させる第2の駆動機構と、

を有するレーザー加工装置。

[請求項6]

前記保持部は、

スライダ部と、

前記スライダ部に固定され、前記ワークを支持する支持部と、

を含み、

前記第2の駆動機構は、

前記スライダ部を前記X軸または前記Y軸に沿って移動させるスライダ部駆動機構と、

前記支持部に支持された前記ワークを前記第1の回転軸または前記第2の回転軸に沿って移動させる支持部駆動機構と、

を含むことを特徴とする請求項5記載のレーザー加工装置。

[請求項7]

前記第1の駆動機構は、前記第1のミラーを動作させるための第1の駆動モータ、前記第2のミラーを動作させるための第2の駆動モータ、及び前記調整部を動作させるための第3の駆動モータを含み、

前記スライダ部駆動機構は、前記スライダ部を前記X軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ、及び前記スライダ部を前記Y軸に沿って移動させるための第5の駆動モータを含み、

前記支持部駆動機構は、前記支持部に支持された前記ワークを前記第1の回転軸に沿って移動させるための第6の駆動モータ、及び前記支持部に支持された前記ワークを前記第2の回転軸に沿って移動させるための第7の駆動モータを含み、

前記駆動モータそれぞれは、1のサーボコントローラにより同期制御されることを特徴とする請求項6記載のレーザー加工装置。

[請求項8]

ワークに対し、レーザー発振器からのレーザー光をX軸に沿って走査するための第1のミラー、前記レーザー光をY軸に沿って走査するための第2のミラー、及び前記レーザー光のZ軸方向の焦点位置を調整するための調整部を含むガルバノ光学系と、

スライダ部、及び当該スライダ部に固定され、前記ワークを支持す

る支持部を含む保持部と、

前記第1のミラーを動作させるための第1の駆動モータ、前記第2のミラーを動作させるための第2の駆動モータ、及び前記調整部を動作させるための第3の駆動モータを含む第1の駆動機構と、

前記スライダ部をX軸に沿って移動させるための第4の駆動モータ、及び前記スライダ部をY軸に沿って移動させるための第5の駆動モータを含むスライダ部駆動機構と、

前記支持部に支持された前記ワークを第1の回転軸に沿って移動させるための第6の駆動モータ、及び前記支持部に支持された前記ワークを第2の回転軸に沿って移動させるための第7の駆動モータを含む支持部駆動機構と、

前記駆動モータそれぞれを同期制御するための1のサーボコントローラと、

を有するレーザー加工システム。

[請求項9]

ワークに対し、レーザー発振器からのレーザー光をX軸に沿って走査するための第1のミラー、及び前記レーザー光をY軸に沿って走査するための第2のミラーを含むガルバノ光学系と、

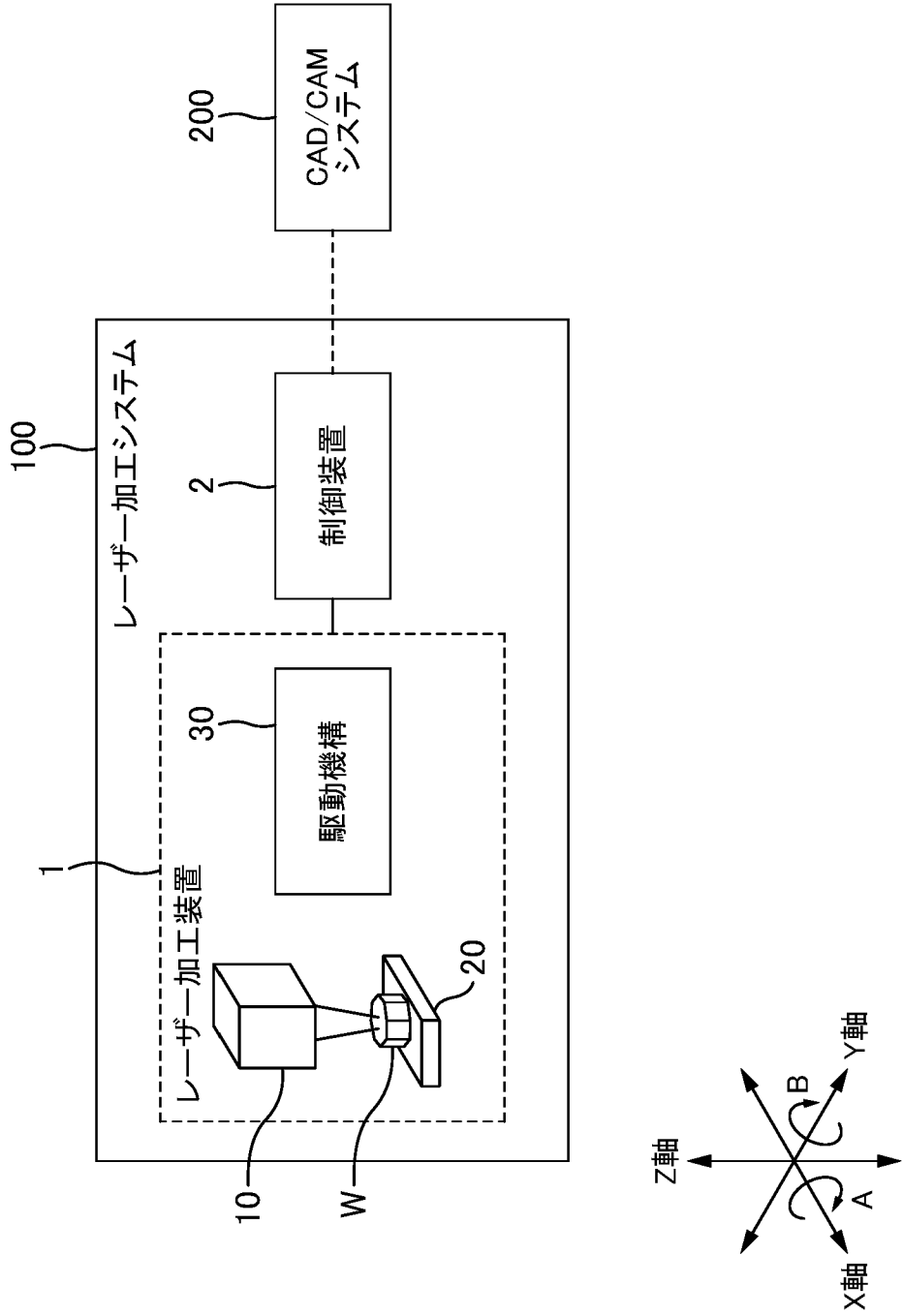
前記ワークを保持する保持部と、

前記第1のミラー及び前記第2のミラーを動作させる第1の駆動機構と、

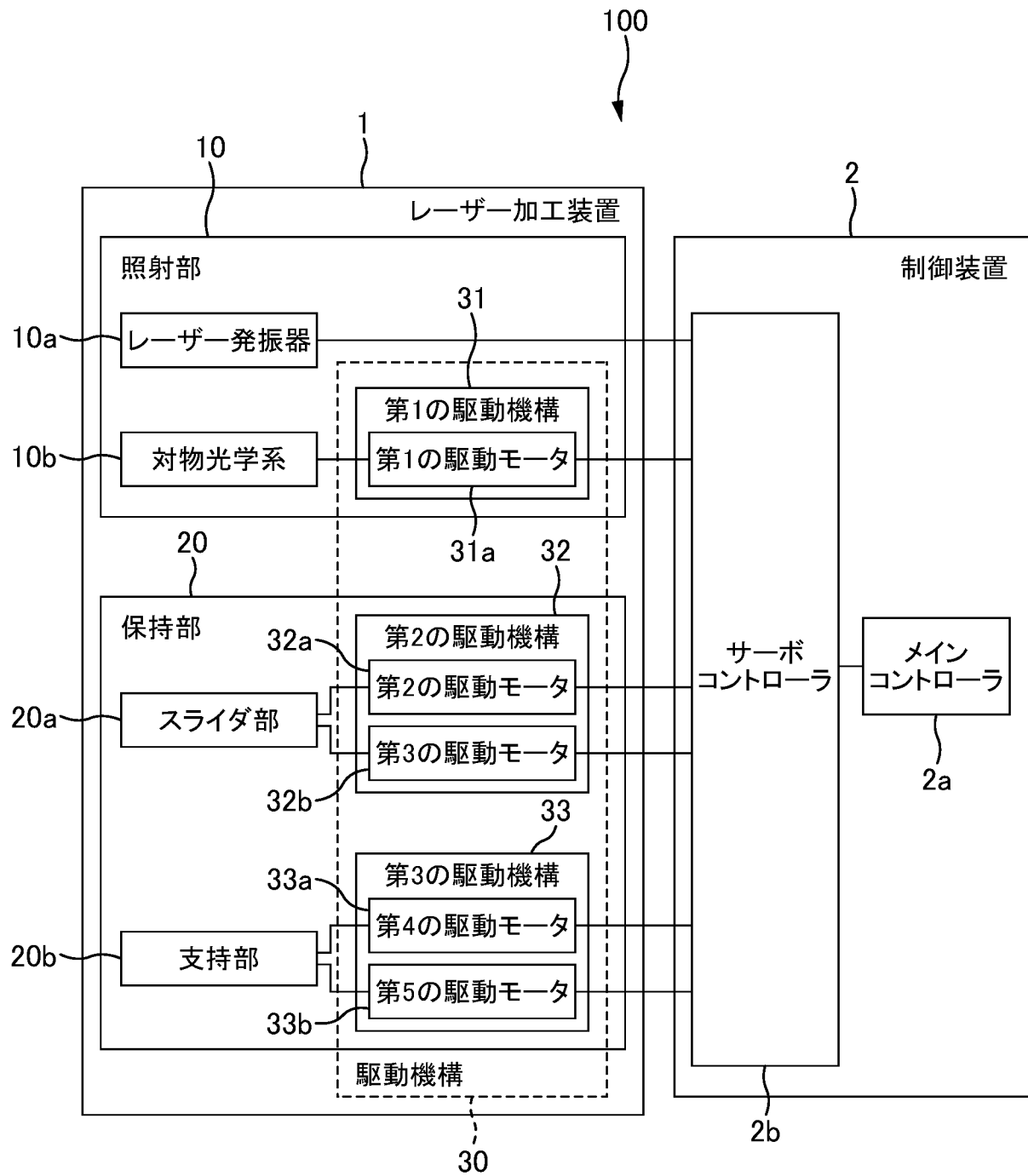
前記X軸、前記Y軸、Z軸、第1の回転軸、及び第2の回転軸の5つの軸に沿って、前記保持部に保持された前記ワークを移動させる第2の駆動機構と、

を有するレーザー加工装置。

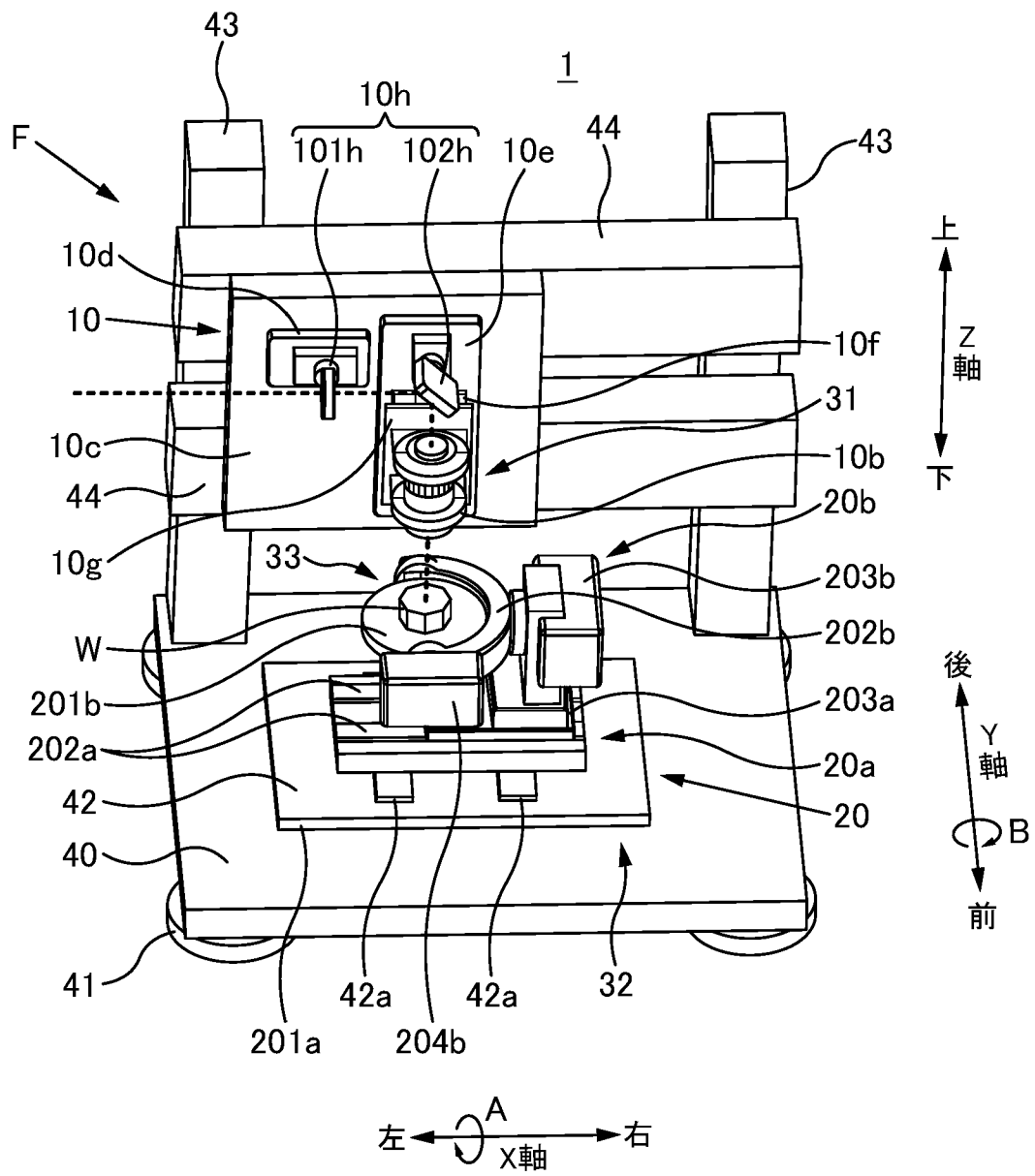
[図1]



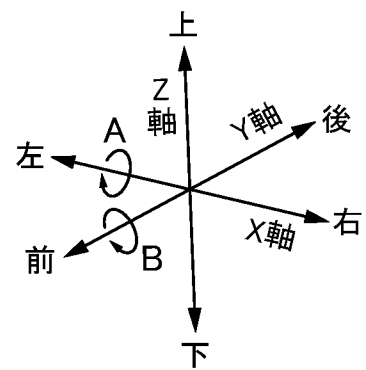
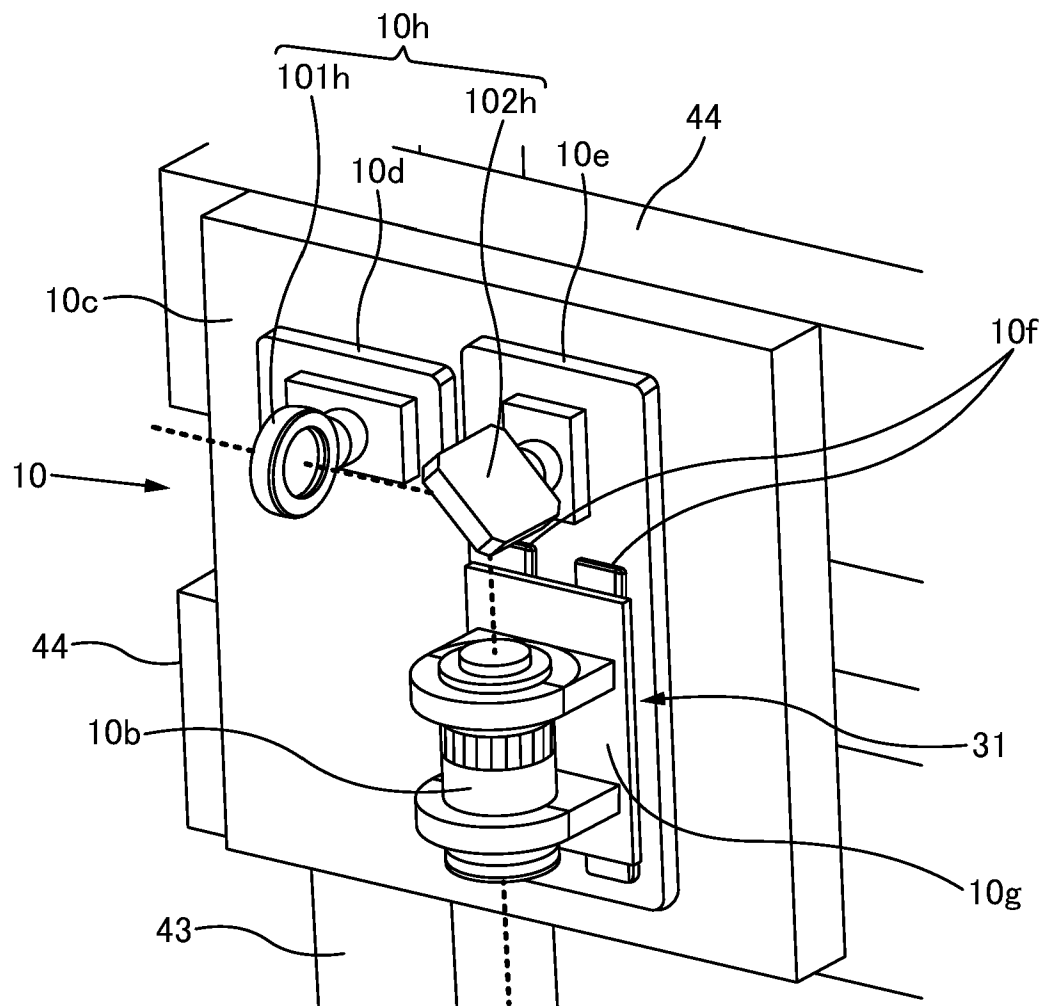
[図2]

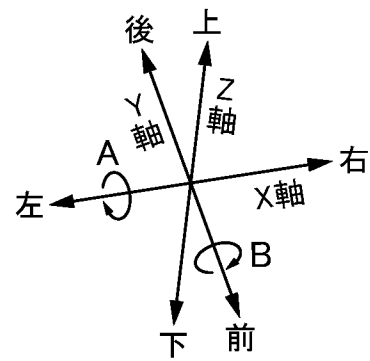


[図3]

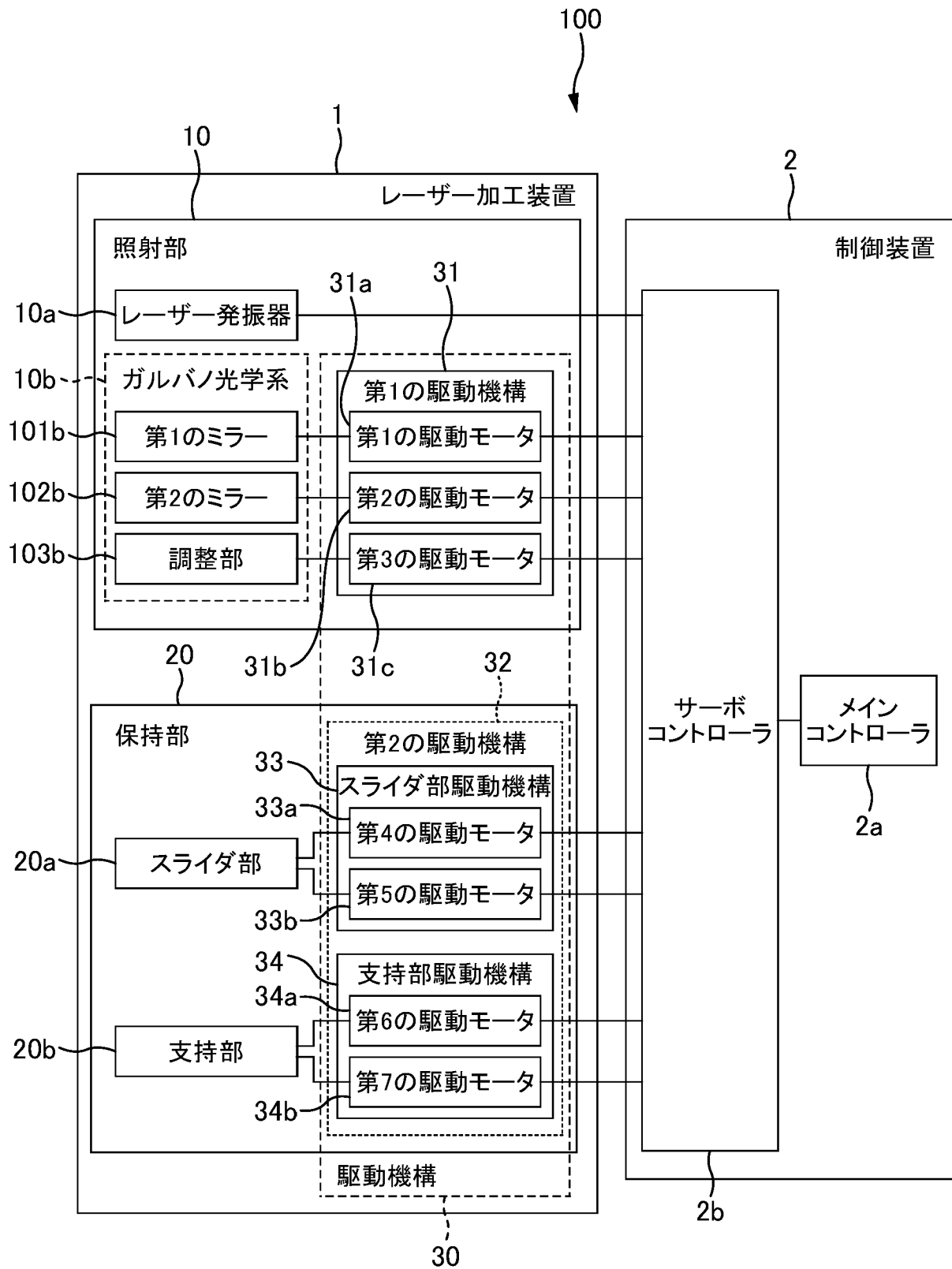


[図4]

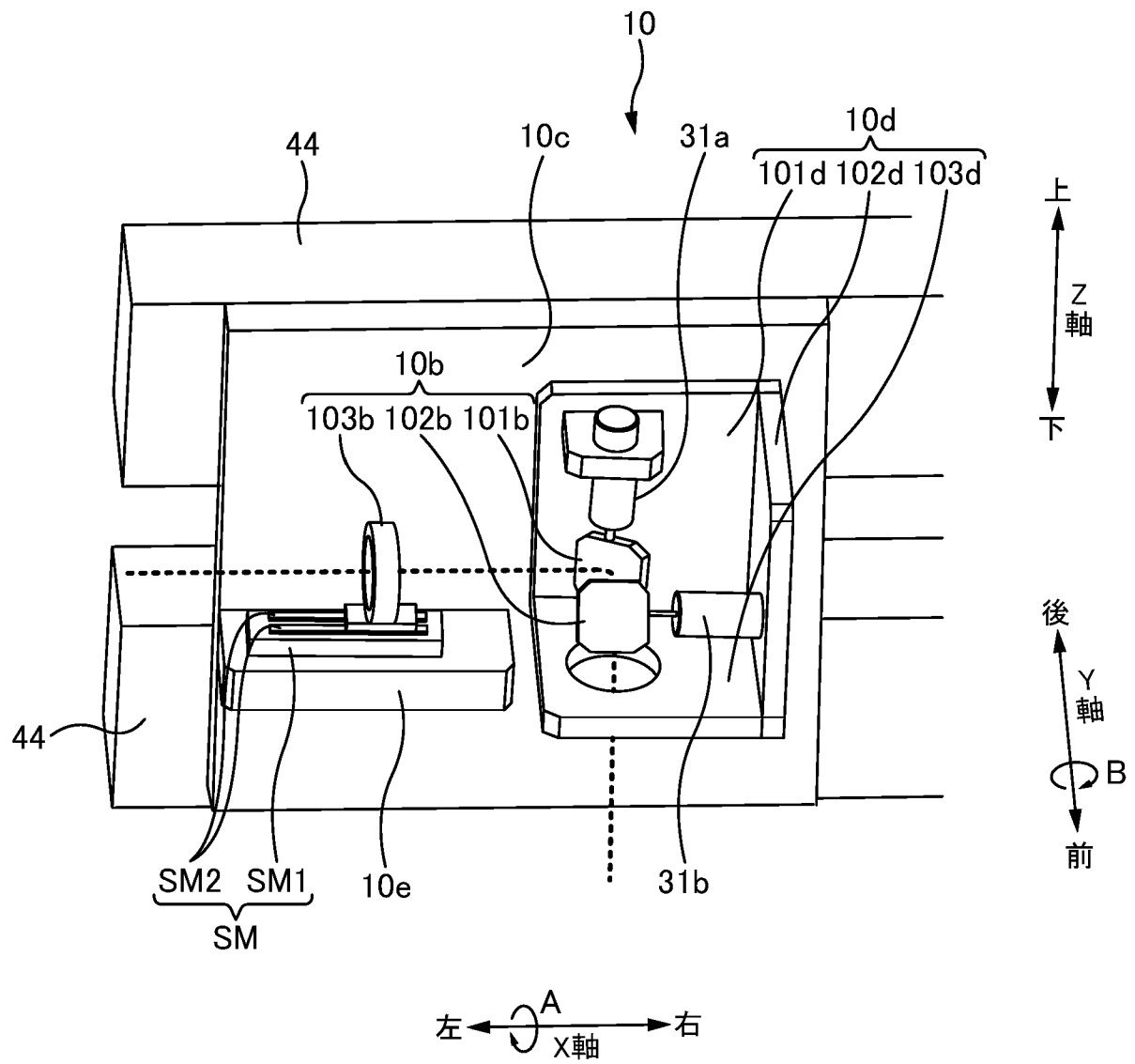




[図6]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K26/08 (2014.01) i, B23K26/082 (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)

Int. Cl. B23K26/08, 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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
X Y	JP 2016-117081 A (WORKSTATION CO., LTD.) 30 June 2016, paragraphs [0018]-[0037], fig. 1 (Family: none)	1, 5-6, 9 2-4, 7-8
X Y	JP 2012-166267 A (EWAG AG) 06 September 2012, paragraphs [0017]-[0038], fig. 1, 2 & US 2012/0205356 A1, paragraphs [0022]-[0043], fig. 1, 2 & EP 2489458 A1 & DE 102011000768 A1 & CN 102642082 A	1 2-4
Y	JP 2011-175076 A (OLYMPUS CORP.) 08 September 2011, paragraphs [0023]-[0027], fig. 3 (Family: none)	3-4, 7-8



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
03.09.2018

Date of mailing of the international search report
18.09.2018

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

International application No.

PCT/JP2018/028012

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 2007-61856 A (KEYENCE CORP.) 15 March 2007, paragraphs [0033], [0047], fig. 6, 17 (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/08(2014.01)i, B23K26/082(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（IPC））

Int.Cl. B23K26/08, 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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	JP 2016-117081 A（株式会社ワークステーション） 2016.06.30, 段落[0018]－[0037], 図1 (ファミリーなし)	1, 5-6, 9 2-4, 7-8
X Y	JP 2012-166267 A（エワーグ アーゲー） 2012.09.06, 段落[0017]－[0038], 図1-2 & US 2012/0205356 A1, [0022]－[0043], Fig.1-2 & EP 2489458 A1 & DE 102011000768 A1 & CN 102642082 A	1 2-4

☑ 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

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

03.09.2018

国際調査報告の発送日

18.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

竹下 和志

3 P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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 2011-175076 A (オリンパス株式会社) 2011.09.08, 段落[0023]－[0027], 図3 (ファミリーなし)	3-4, 7-8
Y	JP 2007-61856 A (株式会社キーエンス) 2007.03.15, 段落[0033], [0047], 図6, 17 (ファミリーなし)	8