

(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
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/121122 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/04 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052765
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 30 日(30.01.2015)
- (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: 株式会社牧野フライス製作所(MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1528578 東京都目黒区中根 2 丁目 3 番 1 9 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 外山 博(TOYAMA, Hiroshi); 〒2430303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4 0 2 3 番地 株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP). 別府 宗明(BEPPU, Muneaki); 〒2430303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4 0 2 3 番地 株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎

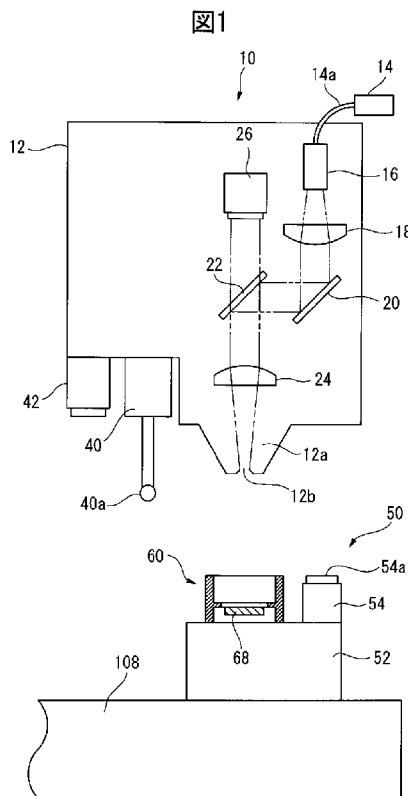
ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: LASER PROCESSING MACHINE AND LASER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工機およびレーザ加工方法



(57) Abstract: This laser processing machine (100), which moves a work piece, which is mounted on a table (108), and an optical head (10), which shines a laser light, relative to each other, and processes the work piece by irradiating the work piece with the laser light, is provided with: a calibration camera (42) that is fixed to the optical head (10); a probe (40) that is fixed to the optical head (10); and a calibration unit (50) that has measurement reference points (Pc1, Pc2, Pc3, Pp1, Pp2, Pp3) for measuring the position of the calibration camera (42) and the probe (40), and a processing portion (68) that forms a processing mark (L1, L2) due to the laser light.

(57) 要約: テーブル (108) に載置されたワークとレーザ光を照射する光学ヘッド (10) とを相対移動させ、ワークにレーザ光を照射してワークを加工するレーザ加工機 (100) が、光学ヘッド (10) に固定されたキャリブレーションカメラ (42) と、光学ヘッド (10) に固定されたプローブ (40) と、キャリブレーションカメラ (42) およびプローブ (40) の位置を測定する測定基準点 (Pc1, Pc2, Pc3, Pp1, Pp2, Pp3) と、レーザ光で加工痕 (L1, L2) を形成する加工部 (68) とを有したキャリブレーションユニット (50) とを備える。

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))

明 細 書

発明の名称： レーザ加工機およびレーザ加工方法

技術分野

[0001] 本発明はレーザ加工機およびレーザ加工方法に関し、特にワークの寸法や位置を測定するタッチプローブを備えたレーザ加工機において、タッチプローブの位置をキャリブレーションするようにしたレーザ加工機およびレーザ加工方法に関する。

背景技術

[0002] 近時、レーザ加工機にタッチプローブや静電容量センサを取り付け、ワークをレーザ加工機に取り付けた状態でワークの寸法や形状を測定するようにしたレーザ加工機が開発されている。例えば、特許文献1には、レーザ加工ヘッドの先端に静電容量センサを設け、この静電容量センサによりレーザ加工ヘッドの先端とワークとの間隙を制御するようにしたレーザ加工機が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－220685号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このように、タッチプローブや静電容量センサを備えたレーザ加工機では、タッチプローブや静電容量センサと、レーザ光を照射するレーザ加工ヘッドまたは光学ヘッドとの位置関係は、設計値として予め既知であると言えるが、タッチプローブや静電容量センサのレーザ加工ヘッドまたは光学ヘッドへの取り付けには、取り付け誤差を不可避免的に含んでいる。特許文献1のレーザ加工機においても、レーザ加工ヘッドから照射されるレーザ光の光軸やレーザ加工ヘッドの先端のZ軸上の位置に対する静電容量センサの位置を測定していないので、静電容量センサによって測定したワークの寸法、形状に

は静電容量センサのレーザ加工ヘッドへの取り付け誤差に基づく誤差が含まれている。そうした誤差を含んだ測定結果は、加工精度を低下させる原因となっている。

[0005] 本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、レーザ光の光軸に対するタッチプローブの位置を測定し、高精度に加工できるようにしたレーザ加工機およびレーザ加工方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の目的を達成するために、本発明によれば、テーブルに載置されたワークとレーザ光を照射する光学ヘッドとを相対移動させ、ワークにレーザ光を照射してワークを加工するレーザ加工機において、前記光学ヘッドに固定された光学センサと、前記光学ヘッドに固定されたプローブと、前記光学センサおよび前記プローブで位置を測定する測定基準と、前記レーザ光で加工痕を形成する加工部とを有したキャリブレーションユニットとを備えるレーザ加工機が提供される。

[0007] 更に、本発明によれば、テーブルに載置されたワークとレーザ光を照射する光学ヘッドとを相対移動させ、ワークにレーザ光を照射してワークを加工するレーザ加工方法において、前記テーブル側に固定され、測定基準および加工部を有したキャリブレーションユニットを準備し、前記レーザ光で前記キャリブレーションユニットの加工部に加工痕を加工し、前記光学ヘッドに固定された光学センサで前記加工部の加工痕の位置および光学センサで前記キャリブレーションユニットの測定基準の位置を測定し、前記光学ヘッドに固定されたプローブで前記キャリブレーションユニットの測定基準の位置を測定し、前記光学センサで測定した加工痕の位置および測定基準の位置と前記プローブで測定した測定基準の位置とから、前記レーザ光の加工位置と前記プローブの測定位置とのずれ量を演算し、前記演算したレーザ光の加工位置と前記プローブの測定位置とのずれ量、および前記プローブで測定した前記ワークの位置から前記ワークと前記レーザ光の加工位置との相対位置を求

め、前記求めた前記ワークと前記レーザ光の加工位置との相対位置に基づいて、前記テーブルと前記光学ヘッドとを相対移動させワークを加工するようにしたレーザ加工方法が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、測定基準の位置を光学センサとプローブとで測定すると共に、加工部にレーザ光で加工痕を形成して光学センサで加工痕の位置を測定することによって、レーザ光の加工位置とプローブの測定位置とのずれ量を演算し、演算したレーザ光の加工位置とプローブの測定位置とのずれ量、およびプローブで測定したワークの位置からワークとレーザ光の加工位置との相対位置を求め、求めたワークとレーザ光の加工位置との相対位置に基づいて、テーブルと光学ヘッドとを相対移動させ加工を行うことによって、精密にレーザ加工を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]光学ヘッドに取り付けたタッチプローブを備えたレーザ加工機の一例を示す略示断面図である。

[図2]本発明の好ましい実施形態によるキャリブレーションリング集成体の斜視図である。

[図3]図2のキャリブレーションリング集成体をキャリブレーションカメラで撮像した画像であり、キャリブレーションカメラによる測定を説明する図である。

[図4]図2のキャリブレーションリング集成体の平面図であり、タッチプローブによる測定を説明する図である。

[図5]本発明を適用するレーザ加工機の一例を示す斜視図である。

[図6]本発明をウオータージェットレーザ加工機に適用した図1と同様の光学ヘッドの略示断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を説明する。

本発明を適用するレーザ加工機の一例を示す図5を参照すると、レーザ加

工機１００は、ワークを取り付けるためのテーブル１０８と、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の直交３軸方向の送り装置（図示せず）によって該テーブル１０８に対して相対的に直線移動可能に設けられた光学ヘッド１０を具備しており、該光学ヘッド１０およびテーブル１０８は直方体状のカバー１０２によって包囲されている。カバー１０２は、左右方向（Ｘ軸方向）にスライド可能な安全扉１０６を有しており、該安全扉１０６を開くことによって、オペレーターは開口部１０４を通じて光学ヘッド１０およびテーブル１０８へアクセス可能となる。テーブル１０８には、また、キャリブレーションユニット５０が配設されている。

[0011] また、カバー１０２の正面側壁には、レーザ加工機１００のための操作盤１１０が取り付けられている。操作盤１１０は、レーザ加工機１００の状態や動作を示すパラメータや、オペレーターに対する操作方法を教示するアイコン等を表示するディスプレイ１１２および各種操作ボタン１１４を有している。ディスプレイ１１２は、オペレーターが指でアイコンにタッチすることによってレーザ加工機１００に対して様々な操作を行うことを可能とするタッチパネルとすることができる。また、操作盤１１０は制御装置を内蔵し、オペレーターの入力や、制御装置内に記憶されたプログラムに従ってレーザ加工機１００を制御する。

[0012] 図１に一例として示す光学ヘッド１０はレーザ照射ヘッド１６を具備しており、該レーザ照射ヘッド１６は、ハウジング１２内に配設されレーザ発振器１４からのレーザ光を光ファイバのような導光部材１４ａを介して受け取り、コリメーションレンズ１８へ向けてレーザ光を照射する。光学ヘッド１０のハウジング１２の下端部には、下方へ向けて先細りに形成された円すい形の突出部１２ａが設けられており、該突出部１２ａの下端の頂点には、オリフィス１２ｂが形成されている。

[0013] レーザ照射ヘッド１６からのレーザ光は、コリメーションレンズ１８で平行光線となって、第１のミラー２０によって第２のミラー２２に向けて反射され、該第２のミラー２２によってフォーカスレンズ２４へ向けて反射され

る。フォーカスレンズ24で絞られたレーザ光は、ハウジング12のオリフィス12bを通してハウジング12の外部に照射される。このとき、光学ヘッド10が照射するレーザ光の光軸はZ軸に略平行となっている。

[0014] 光学ヘッド10は、また、図6に示すような、液体をノズルから噴射して形成される柱状の液体噴流にレーザ光を通してワークを加工するウォータージェットレーザ加工機であってもよい。なお、以下では、図6の光学ヘッド10において、図1の光学ヘッド10と同様の構成要素には同じ参照番号を付して、その詳細な説明は冗長を避けるために省略し、相違する部分のみ説明する。

[0015] 図6に示すウォータージェットレーザ加工機の光学ヘッド10は、図1の光学ヘッド10に加えて、ハウジング12の外部に液体、例えば水を噴射するためのノズルヘッド34を具備している。ノズルヘッド34は、水供給源30から管路32を介して水の供給を受ける中空状の部材である。ノズルヘッド34のテーブル108に対面する底壁にウォータージェットを噴出するノズル34bが設けられ、該底壁の反対側のフォーカスレンズ24に対面する上面にガラス等の透明な部材より成る窓34aが設けられている。ノズル34bは光学ヘッド10のハウジング12の底面に形成されているオリフィス12aを通じてハウジング12の外部に連通している。

[0016] 第1と第2のミラー20、22は平面状の反射面を有しており、該反射面の方向（反射面に垂直な方向）を調節し、光学ヘッド10から照射されるレーザ光の方向を調節可能となっている。また、第1と第2のミラー20、22、特にフォーカスレンズ24へ向けレーザ光を反射する第2のミラー22は、レーザ発振器14から照射されるレーザ光の波長に適合し、該レーザ光を反射し、かつ、該レーザ光の波長以外の波長の光を透過する誘電体多層膜を含んでいる。より詳細には、ガラス板にこうした誘電体多層膜を蒸着して形成されている。第2のミラー22を誘電体多層膜から形成することによって、オリフィス12bから照射されるレーザ光とオリフィス12bとの位置関係をアライメント調整カメラ26によって監視することが可能となってい

る。

[0017] 光学ヘッド10のハウジング12の下端部には、テーブル108に取り付けられたワーク（図示せず）の寸法や形状を測定するための接触子40aを有したタッチプローブ40と、光学センサとしてのキャリブレーションカメラ42とが取り付けられている。タッチプローブ40の接触子40aはZ軸方向に垂下されている。キャリブレーションカメラ42は、その光軸がZ軸方向に一致するように配向されている。

[0018] キャリブレーションユニット50は、テーブル108上において、レーザ加工機100のX軸、Y軸、Z軸の直交3軸の送り装置によって、光学ヘッド10とテーブル108とを相対移動させることによって、光学ヘッド10に対面可能な位置に配置されている。キャリブレーションユニット50は、テーブル108に固定されるベース52、ベース52の上面に固定されるタッチスイッチ54およびキャリブレーションリング集成体60を具備している。タッチスイッチ54は、上端部に静電容量スイッチや無接点マイクロスイッチのような反応部54aを備えている。また、タッチスイッチ54の反応部54aは、キャリブレーションリング集成体60の加工部としてスロット62aに挿入されたプレート68の上面と同じ高さに配置されている。

[0019] 図2を参照すると、キャリブレーションリング集成体60は円筒状の本体部62と、該本体部62の内面から半径方向内側に広がる環状のフランジ部64と、本体部62の直径方向に延びる加工部としてのプレート68とを具備している。本体部62は精密に加工された円筒外周面を有している。フランジ部64の内周64aは、精密に円形に加工されている。また、キャリブレーションリング集成体60の円筒状の本体部62と、フランジ部64の内周64aは精密に同心となるように形成されている。

[0020] 本体部62の直径を挟んで両側部に一対のスロット62aが形成されており、該スロット62aに直方体状のプレート68が加工部として着脱可能に挿入されるようになっている。スロット62aは、該スロット62aに挿入されるプレート68の上面がフランジ部64の下面に密着できるように配置

されている。プレート68は、上面が光学ヘッド10から照射されるレーザー光を反射する反射面となるように表面が仕上げられた例えばステンレス鋼のような金属部材より成る。

[0021] 以下、本実施形態の作用を説明する。

先ず、オペレーターが操作盤110のキャリブレーションスタートボタンを押下すると、光学ヘッド10がレーザー加工機100のX軸、Y軸、Z軸の送り装置によってキャリブレーション位置へ向けて移動を開始する。キャリブレーション位置では、光学ヘッド10は、キャリブレーションユニット50のタッチスイッチ54の上方に配置される。次いで、光学ヘッド10のハウジング12の突出部12aの先端（下端）がタッチスイッチ54の反応部54aに接触するまでZ軸沿いに下動する。突出部12aの先端がタッチスイッチ54の反応部54aに接触すると、光学ヘッド10の下動動作が停止され、そのときのZ軸座標がレーザー加工機100の制御装置（図示せず）に記憶される。

[0022] 次いで、タッチプローブ40の接触子40aがキャリブレーションユニット50のタッチスイッチ54の上方に配置される。次いで、接触子40aをタッチスイッチ54に接触するまでZ軸方向に下動する。接触子40aの先端がタッチスイッチ54の反応部54aに接触すると、光学ヘッド10の下動動作が停止され、そのときのZ座標がレーザー加工機100の制御装置に記憶される。また、レーザー光の焦点位置は、予め光学ヘッド10のハウジング12の突出部12aの先端を基準に調整されており、突出部12aの先端からのレーザー光の焦点位置までのZ軸方向の距離は既知である。こうして求められた突出部12aの先端がタッチスイッチ54に接触したときのZ座標と、接触子40aの先端がタッチスイッチ54に接触したときのZ座標、および突出部12aの先端からレーザー光の焦点位置までのZ軸方向の距離に基づいて、レーザー光の焦点位置と接触子40aとのZ軸方向のずれ量が演算により求められる。

[0023] 次いで、光学ヘッド10をキャリブレーションリング集成体60のプレー

ト 6 8 の上方へ移動させる。次いで、光学ヘッド 1 0 からレーザ光が照射される。照射されたレーザ光はアライメント調整カメラ 2 6 で撮像され、オリフィス 1 2 b と共にレーザスポットとして操作盤 1 1 0 のディスプレイ 1 1 2 に表示される。オペレーターは、ディスプレイ 1 1 2 に表示されたレーザスポットをオリフィス 1 2 b の画像に一致させるように、第 1 と第 2 のミラー 2 0、2 2 の配向を調節することによって、光学ヘッド 1 0 のオリフィス 1 2 b に対するレーザ光のアライメントが調整される。

[0024] 次いで、レーザ光を照射しながらテーブル 1 0 8 に対して光学ヘッド 1 0 を X 軸方向および Y 軸方向に送ることによって、加工部としてのプレート 6 8 の上面（反射面）に図 3、4 に示すような直交する 2 本の直線 L1、L2 が形成される。このときのレーザ光の出力は、プレート 6 8 の上面に直線 L1、L2 を加工できる程度に上述したレーザ光のアライメント調整のときの出力よりも高くなっている。直線 L1、L2 の交点 P とレーザ光とが一致する座標として、直線 L2 を加工するために送り装置で Y 軸方向に光学ヘッド 1 0 を直線送りしたときの X 座標と、直線 L1 を加工するために送り装置で X 軸方向に光学ヘッド 1 0 を直線送りしたときの Y 座標が制御装置に記憶される。

[0025] 次いで、キャリブレーションカメラ 4 2 によってプレート 6 8 の上面が撮像され、その画像がディスプレイ 1 1 2 に表示される。このとき、ディスプレイ 1 1 2 には、キャリブレーションカメラ 4 2 の視野の中心にキャリブレーションカメラ 4 2 の光軸を示すクロスライン Lc1、Lc2（図 3 参照）が表示される。次いで、光学ヘッド 1 0 をテーブル 1 0 8 に対して X 軸、Y 軸方向に相対的に送り、クロスライン Lc1、Lc2 の交点 Pc が、加工部に形成した加工痕としての直線 L1、L2 の交点 P に一致するように、光学ヘッド 1 0 が送り装置で X 軸方向と Y 軸方向に位置決めされる。そのときの XY 座標と、直線 L1、L2 の交点 P がレーザ光と一致する座標とから、XY 平面内でのレーザ光の光軸とキャリブレーションカメラ 4 2 の光軸とのずれ量が演算により測定される。

[0026] 次いで、図 3 に示すように、キャリブレーションカメラ 4 2 のための測定基準点として、キャリブレーションリング集成体 6 0 のフランジ部 6 4 の内

図 6 4 a に沿って 3 つの測定点 P c1、P c2、P c3 が選択される。図 3 では、3 つの測定点 P c1、P c2、P c3 は、フランジ部 6 4 の内周に沿って等間隔に配置されているように図示されているが、本発明はこれに限定されず、3 つの測定点 P c1、P c2、P c3 はフランジ部 6 4 の内周に沿って任意の位置に選択することができる。キャリブレーションカメラ 4 2 が撮像した画像を表示するディスプレイ 1 1 2 には、既述したように、キャリブレーションカメラ 4 2 の光軸を示すクロスライン Lc1、Lc2 が表示される。該クロスライン Lc1、Lc2 の交点 P c を順次測定点 P c1、P c2、P c3 の各々に合わせることによって、該 3 つの測定点 P c1、P c2、P c3 の座標 (x c1、y c1)、(x c2、y c2)、(x c3、y c3) が順次測定される。図 3 では、説明の都合上、測定点 P c1、P c2、P c3 の上にクロスライン Lc1、Lc2 が、それぞれ重なった状態で図示されているが、実際には、クロスライン Lc1、Lc2 は 1 組だけ表示され、送り装置を X 軸および Y 軸方向に移動させて、測定点 P c1、P c2、P c3 に順次一致させていく。測定点 P c1、P c2、P c3 の座標は、光学ヘッド 1 0 の機械座標系、例えば X 軸および Y 軸のデジタルスケールの読みを用いることができる。3 つの測定点 P c1、P c2、P c3 を通過する円の中心の座標 (x c、y c) は以下の式にて与えられる。

[数1]

$$x_c = \frac{-(y_{c2} - y_{c1})y_{c3}^2 + (-y_{c2}^2 + y_{c1}^2 - x_{c2}^2 + x_{c1}^2)y_{c3} + y_{c1}y_{c2}^2 + (-y_{c1}^2 + x_{c3}^2 - x_{c1}^2)y_{c2} + (x_{c2}^2 - x_{c3}^2)y_{c1}}{(2x_{c2} - 2x_{c1})y_{c3} + (2x_{c1} - 2x_{c3})y_{c2} + (2x_{c3} - 2x_{c2})y_{c1}}$$

[数2]

$$y_c = \frac{(x_{c2} - x_{c1})y_{c3}^2 + (x_{c1} - x_{c3})y_{c2}^2 + (x_{c3} - x_{c2})y_{c1}^2 + (x_{c2} - x_{c1})x_{c3}^2 + (x_{c1}^2 - x_{c2}^2)x_{c3} + x_{c1}x_{c2}^2 - x_{c1}^2x_{c2}}{(2x_{c2} - 2x_{c1})y_{c3} + (2x_{c1} - 2x_{c3})y_{c2} + (2x_{c3} - 2x_{c2})y_{c1}}$$

[0027] 次いで、図 4 に示すように、タッチプローブ 4 0 のための測定基準点として、キャリブレーションリング集成体 6 0 の本体部 6 2 の外周面において Z 軸方向に同じ高さにある 3 つの測定点 P p1、P p2、P p3 が選択される。図 4

では、3つの測定点 P p1、P p2、P p3は、本体部 6 2 の外周面に沿って等間隔に配置されているように図示されているが、本発明はこれに限定されず、3つの測定点 P p1、P p2、P p3は、Z 軸方向に同じ高さであれば、本体部 6 2 の外周面に沿って任意の位置に選択することができる。

[0028] タッチプローブ 4 0 の接触子 4 0 a を Z 軸方向に一定に維持し、キャリブレーションリング集成体 6 0 の本体部 6 2 の外周面上の3つの測定点 P p1、P p2、P p3に接触子 4 0 a を順次接触させる。3つの測定点 P p1、P p2、P p3に接触子 4 0 a が接触したときのレーザ加工機 1 0 0 の X 軸、Y 軸のデジタルスケールの読みから、測定点 P p1、P p2、P p3の夫々の座標 (x p1、y p1)、(x p2、y p2)、(x p3、y p3) が測定される。3つの測定点 P p1、P p2、P p3を通過する円の中心の座標 (x p、y p) は以下の式にて与えられる。

[数3]

$$x_p = \frac{-(y_{p2} - y_{p1})y_{p3}^2 + (-y_{p2}^2 + y_{p1}^2 - x_{p2}^2 + x_{p1}^2)y_{p3} + y_{p1}y_{p2}^2 + (-y_{p1}^2 + x_{p3}^2 - x_{p1}^2)y_{p2} + (x_{p2}^2 - x_{p3}^2)y_{p1}}{(2x_{p2} - 2x_{p1})y_{p3} + (2x_{p1} - 2x_{p3})y_{p2} + (2x_{p3} - 2x_{p2})y_{p1}}$$

[数4]

$$y_p = \frac{(x_{p2} - x_{p1})y_{p3}^2 + (x_{p1} - x_{p3})y_{p2}^2 + (x_{p3} - x_{p2})y_{p1}^2 + (x_{p2} - x_{p1})x_{p3}^2 + (x_{p1}^2 - x_{p2}^2)x_{p3} + x_{p1}x_{p2}^2 - x_{p1}^2x_{p2}}{(2x_{p2} - 2x_{p1})y_{p3} + (2x_{p1} - 2x_{p3})y_{p2} + (2x_{p3} - 2x_{p2})y_{p1}}$$

[0029] 既述したように、キャリブレーションリング集成体 6 0 の円筒状の本体部 6 2 と、フランジ部 6 4 の内周 6 4 a は精密に同心となるように形成されているので、キャリブレーションカメラ 4 2 のための測定基準点 P c1、P c2、P c3を通る円の中心と、タッチプローブ 4 0 の接触子 4 0 a ための測定基準点 P p1、P p2、P p3を通過する円の中心は、キャリブレーションリング集成体 6 0 の加工精度内で一致しなければならない。従って、測定基準点 P c1、P c2、P c3を通る円の中心座標 (x c、y c) と、測定基準点 P p1、P p2、P p3を通過する円の中心座標 (x p、y p) の偏差から、キャリブレーションカメラ 4 2 の光軸とタッチプローブ 4 0 の接触子 4 0 a との XY 平面内でのずれ量

が演算により求められる。

[0030] 既述のように演算により求めたXY平面内でのレーザ光の光軸とキャリブレーションカメラ42の光軸とのずれ量と、XY平面内でのキャリブレーションカメラ42の光軸とタッチプローブ40とのずれ量から、タッチプローブ40によって測定されたワークの位置と、レーザ光の加工位置との相対位置を求めることができる。こうして求められたタッチプローブ40によって測定されたワークの位置と、レーザ光の加工位置との相対位置に基づいて、光学ヘッド10をテーブル108に対して相対移動させて加工を行うことによって、精密にレーザ加工を行うことが可能となる。

[0031] 本発明の実施の形態として、円筒状のキャリブレーションリング集成体60を一例として説明したが、キャリブレーションリング集成体60に代えて、YZ平面に平行な測定基準面と、XZ平面に平行な測定基準面で構成されるL字形または四角形の部材を用いてもよい。この場合、YZ平面に平行な測定基準面にタッチプローブ40の接触子40aを接触させてタッチプローブ40のX位置を求め、キャリブレーションカメラ42のクロスラインをYZ平面に平行な測定基準面に一致させてキャリブレーションカメラ42の光軸のX位置を求め、X軸方向のずれ量を演算することができる。Y軸方向もXZ平面に平行な測定基準面を用いれば同様に演算することができる。ただし、この場合、L字形または四角形をYZ平面に完全に平行な面を設置することは難しく、多少の傾き誤差が含まれる可能性がある。これに対して、円筒状のキャリブレーションリング集成体60は、Z軸周りの傾きの影響を受けないため、より高精度にずれ量を求めることができるという効果がある。

[0032] また、本発明の実施形態として、キャリブレーションリング集成体60の円筒状の本体部62と、フランジ部64の内周64aとは同心にした例を説明したが、本体部62とフランジ部64の内周64aとが同心位置になくてもよい。その場合は、本体部62とフランジ部64の内周64aのずれ量を予め求めておき、演算する段階で本体部62とフランジ部64の内周64aのずれ量を加算すればよい。ただし、本体部62とフランジ部64の内周6

4 a が同心に形成した方が演算が容易であり、またキャリブレーションリング集成体 6 0 を旋盤で製作する際に同心の方が精度よく加工できるとの利点がある。

[0033] また、本発明の実施形態の光学センサとして、キャリブレーションカメラ 4 2 で撮像する例を説明したが、光学センサは、レーザ測長センサであってもよい。レーザ測長センサで計測する場合は、送り装置で X 軸方向または Y 軸方向に移動しながら走査し、変位の変化を検出する。プレート 6 8 上に形成された加工痕の直線 L1、L2 や、フランジ部 6 4 の内周 6 4 a の位置は、変位が変化する箇所として検出される。

符号の説明

[0034]	1 0	光学ヘッド
	1 2	ハウジング
	1 4	レーザ発振器
	1 6	レーザ照射ヘッド
	1 8	コリメーションレンズ
	2 0	第 1 のミラー
	2 2	第 2 のミラー
	2 4	フォーカスレンズ
	2 6	アライメント調整カメラ
	3 0	水供給源
	3 4	ノズルヘッド
	3 4 b	ノズル
	4 0	タッチプローブ
	4 2	キャリブレーションカメラ
	5 0	キャリブレーションユニット
	5 4	タッチスイッチ
	6 0	キャリブレーションリング集成体
	6 2	本体部

6 4	フランジ部
6 8	プレート
1 0 0	レーザ加工機
1 0 8	テーブル
1 1 0	操作盤
1 1 2	ディスプレイ

請求の範囲

- [請求項1] テーブルに載置されたワークとレーザ光を照射する光学ヘッドとを相対移動させ、ワークにレーザ光を照射してワークを加工するレーザ加工機において、
- 前記光学ヘッドに固定された光学センサと、
- 前記光学ヘッドに固定されたプローブと、
- 前記光学センサおよび前記プローブで位置を測定する測定基準と、
- 前記レーザ光で加工痕を形成する加工部とを有したキャリブレーションユニットと、
- を備えることを特徴としたレーザ加工機。
- [請求項2] 前記キャリブレーションユニットが、
- 前記光学ヘッドが接触可能に設けられたタッチスイッチと、
- 前記プローブのための測定基準を提供する円筒状の本体部、および
- 前記円筒状の本体部の内側に半径方向に広がり、前記光学センサのための測定基準を提供するフランジ部を有したキャリブレーションリング集成体とを具備し、
- 前記加工部が前記本体部に着脱可能に挿入されるプレートを具備する請求項1に記載のレーザ加工機。
- [請求項3] 前記フランジ部は、前記キャリブレーションリング集成体の円筒状の本体部に対して同心の円形の内周を有した環状に形成される請求項2に記載のレーザ加工機。
- [請求項4] 前記プローブのための測定基準として、前記本体部の外周面に3つの測定点が選択され、
- 前記光学センサのための測定基準として、前記フランジ部の内周に3つの測定点が選択される請求項3に記載のレーザ加工機。
- [請求項5] テーブルに載置されたワークとレーザ光を照射する光学ヘッドとを相対移動させ、ワークにレーザ光を照射してワークを加工するレーザ加工方法において、

前記テーブル側に固定され、測定基準および加工部を有したキャリブレーションユニットを準備し、

前記レーザ光で前記キャリブレーションユニットの加工部に加工痕を加工し、

前記光学ヘッドに固定された光学センサで前記加工部の加工痕の位置および前記キャリブレーションユニットの測定基準の位置を測定し、

前記光学ヘッドに固定されたプローブで前記キャリブレーションユニットの測定基準の位置を測定し、

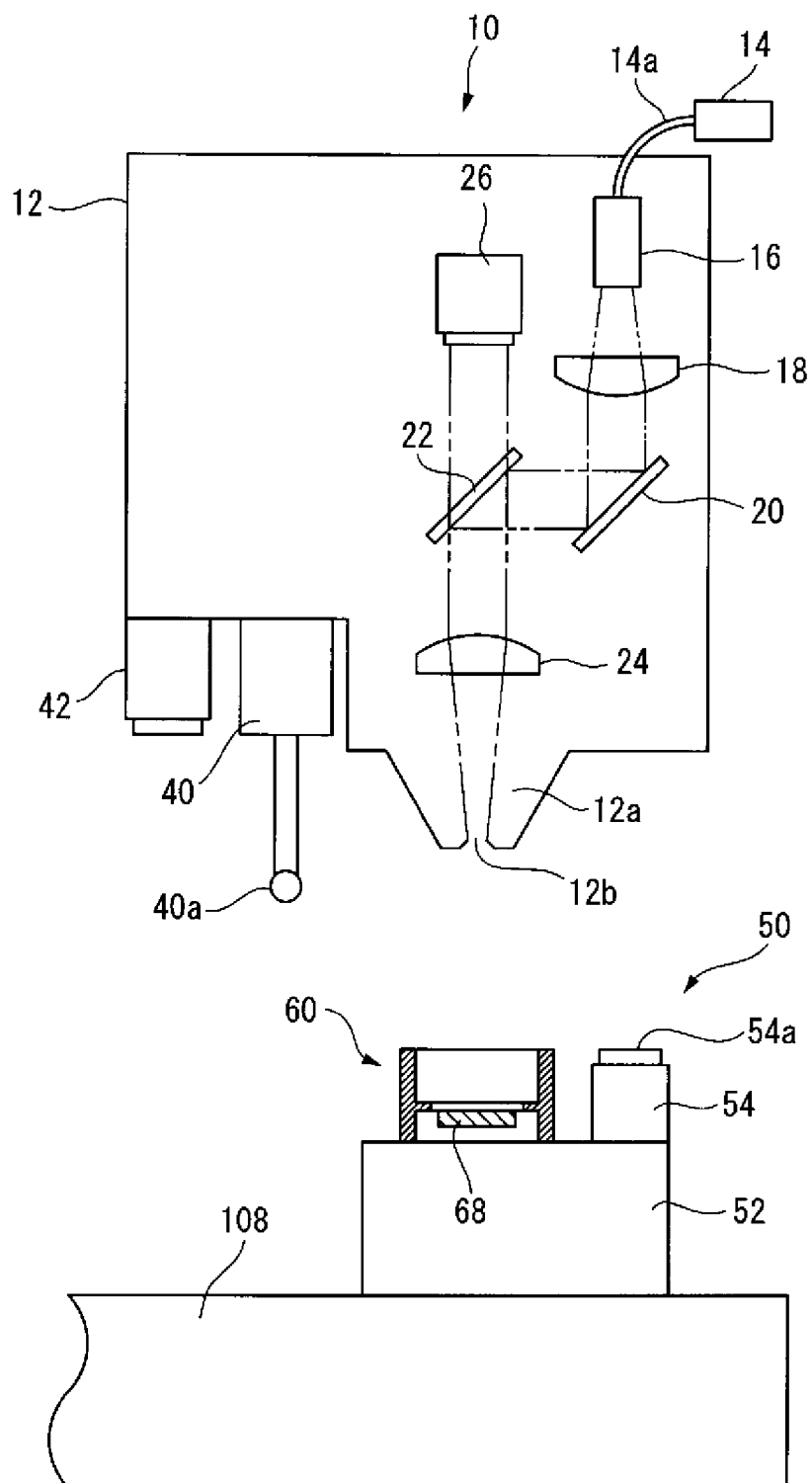
前記光学センサで測定した加工痕の位置および測定基準の位置と、前記プローブで測定した測定基準の位置とから、前記レーザ光の加工位置と前記プローブの測定位置とのずれ量を演算し、

前記演算したレーザ光の加工位置と前記プローブの測定位置とのずれ量、および前記プローブで測定した前記ワークの位置から前記ワークと前記レーザ光の加工位置との相対位置を求め、

前記求めた前記ワークと前記レーザ光の加工位置との相対位置に基づいて、前記テーブルと前記光学ヘッドとを相対移動させワークを加工することを特徴としたレーザ加工方法。

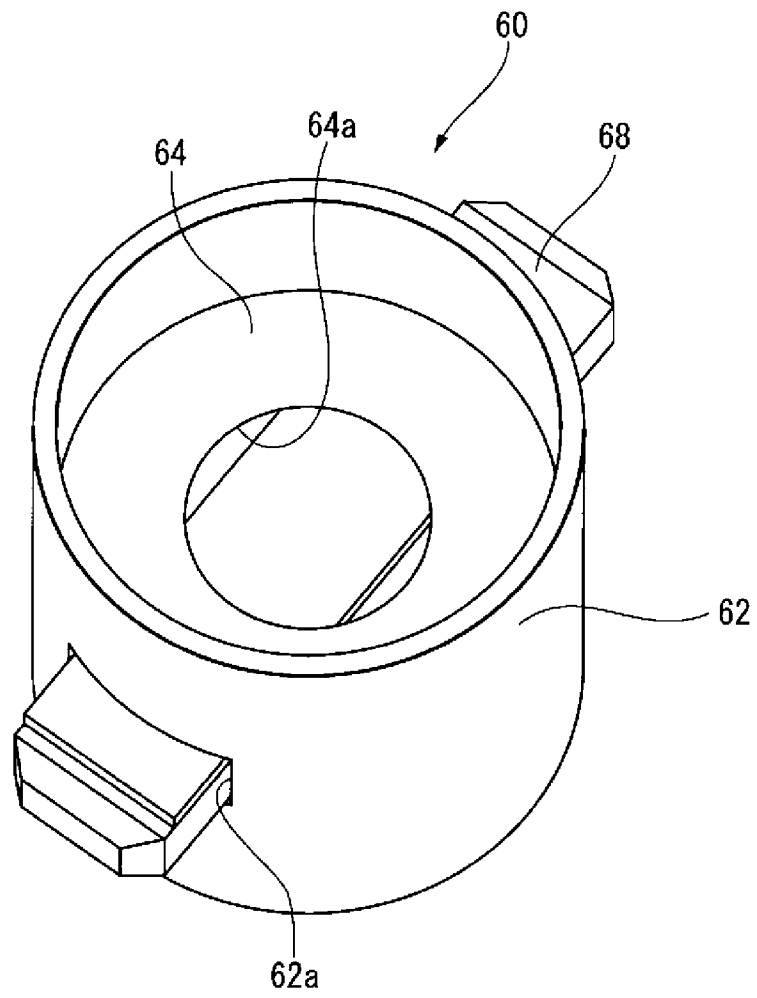
[図1]

図1



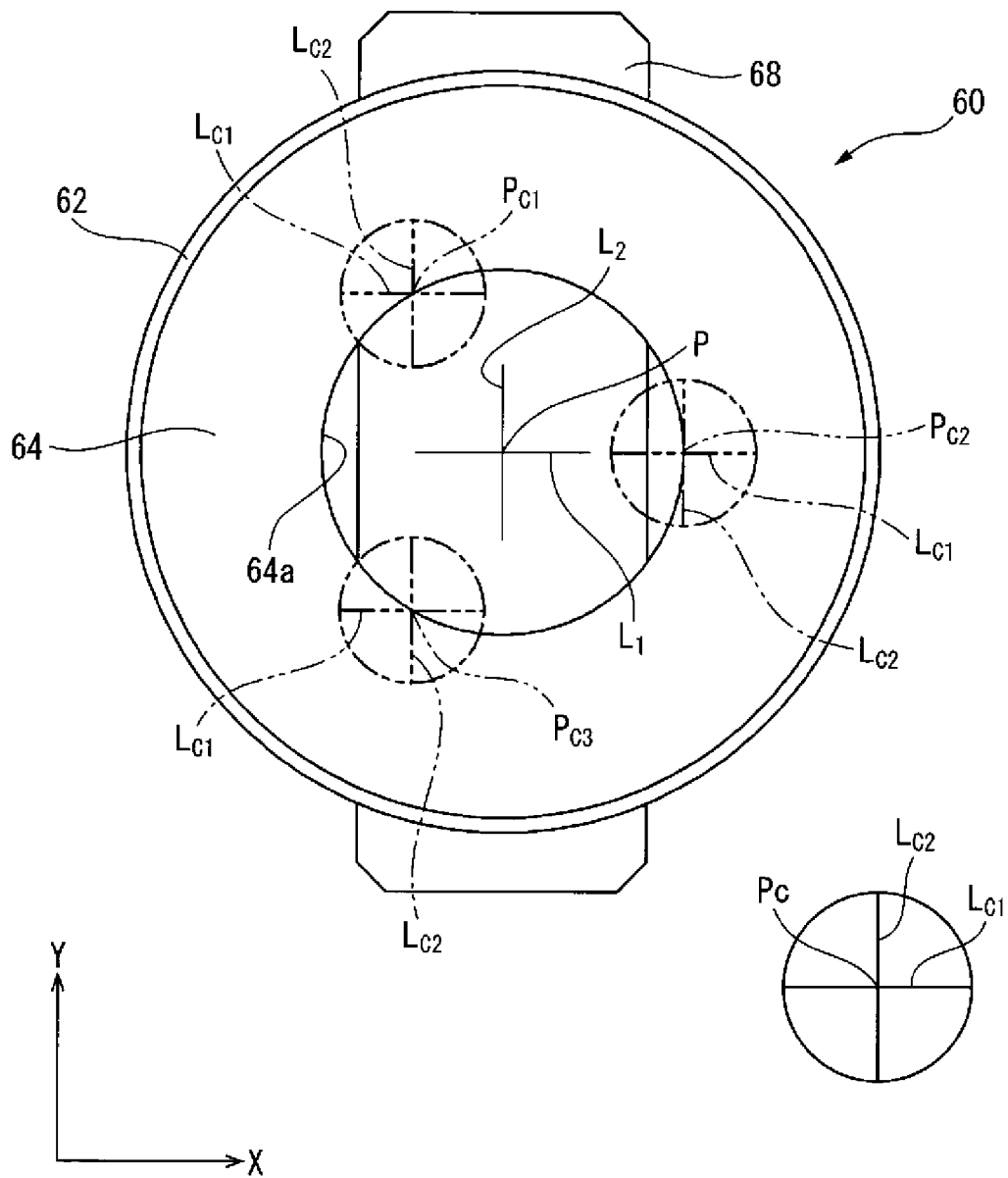
[図2]

図2



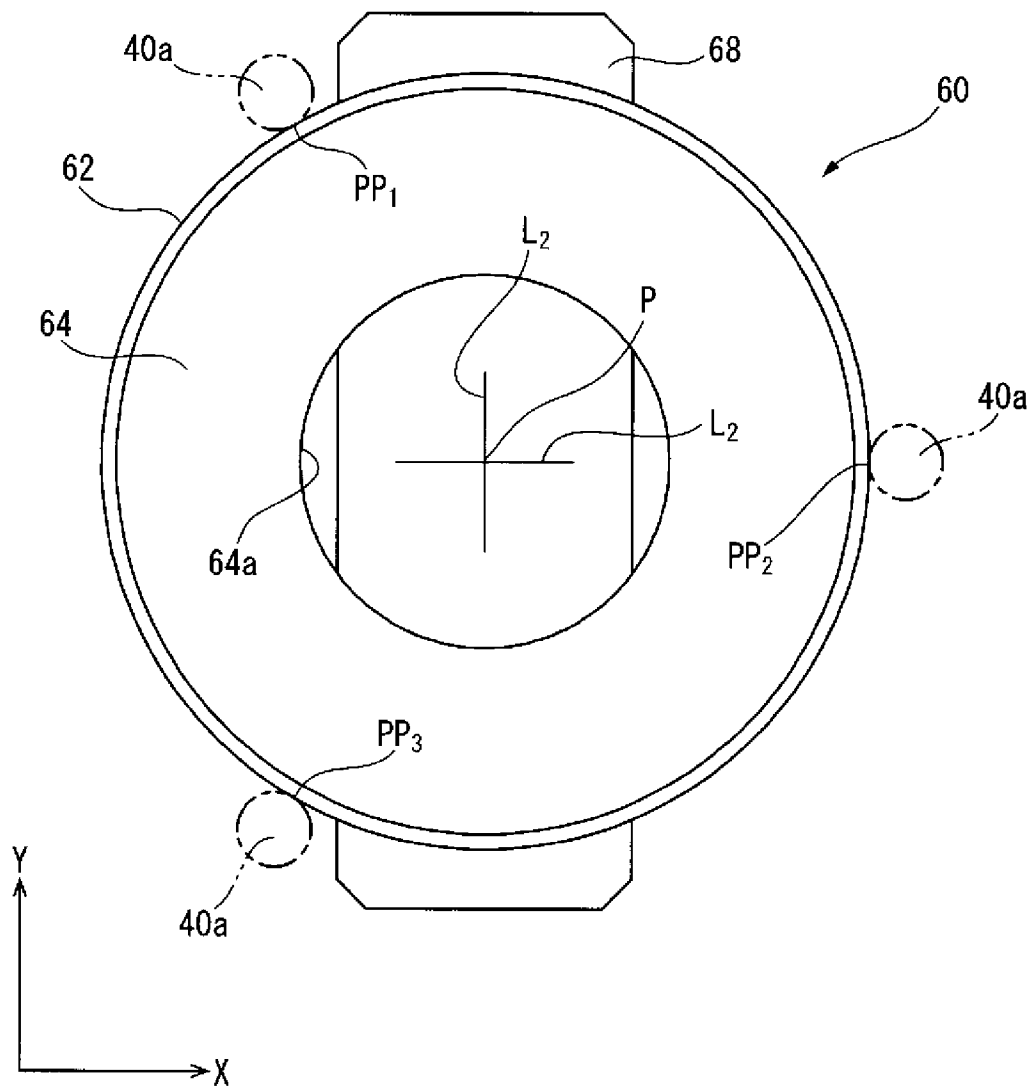
[図3]

図3



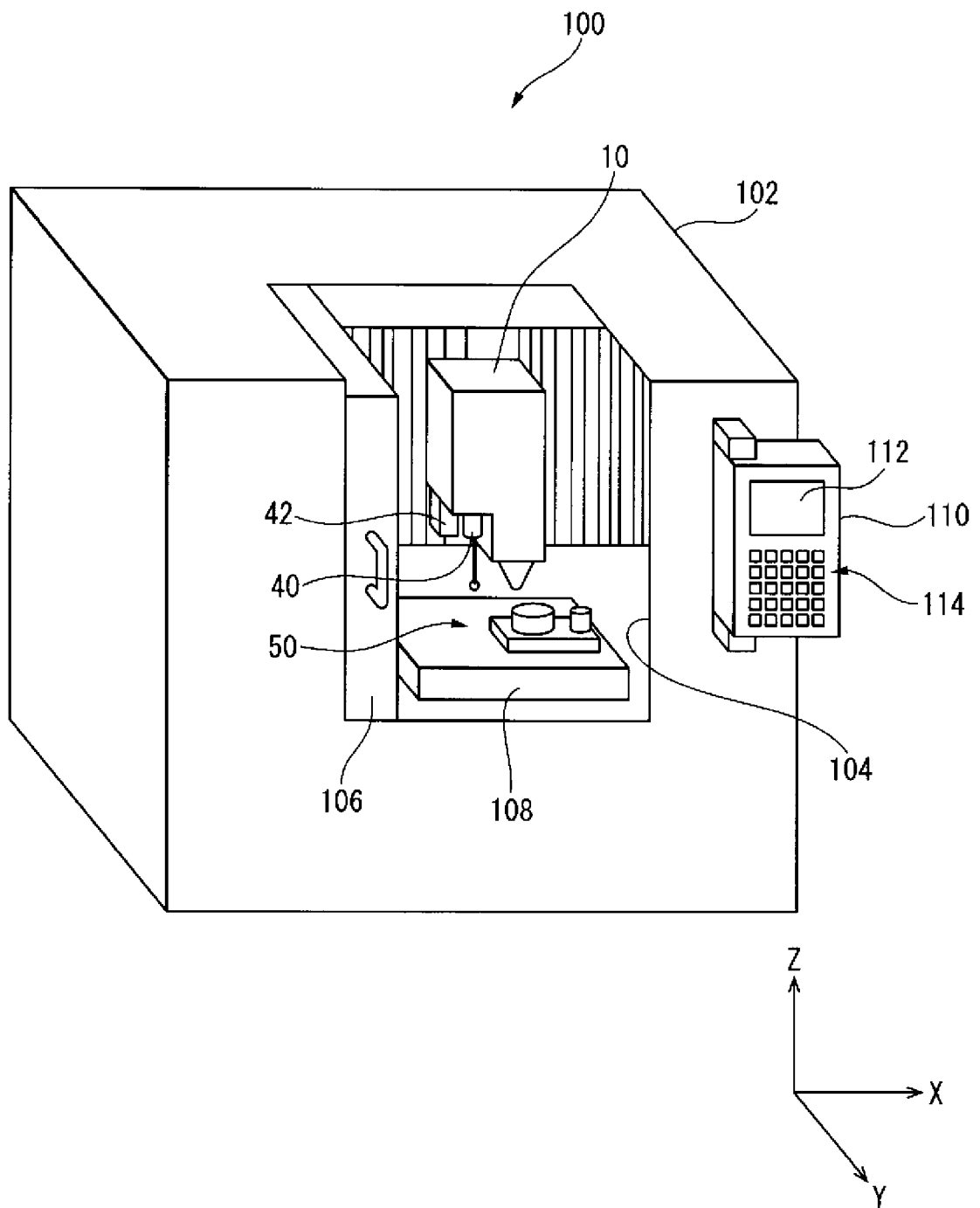
[図4]

図4



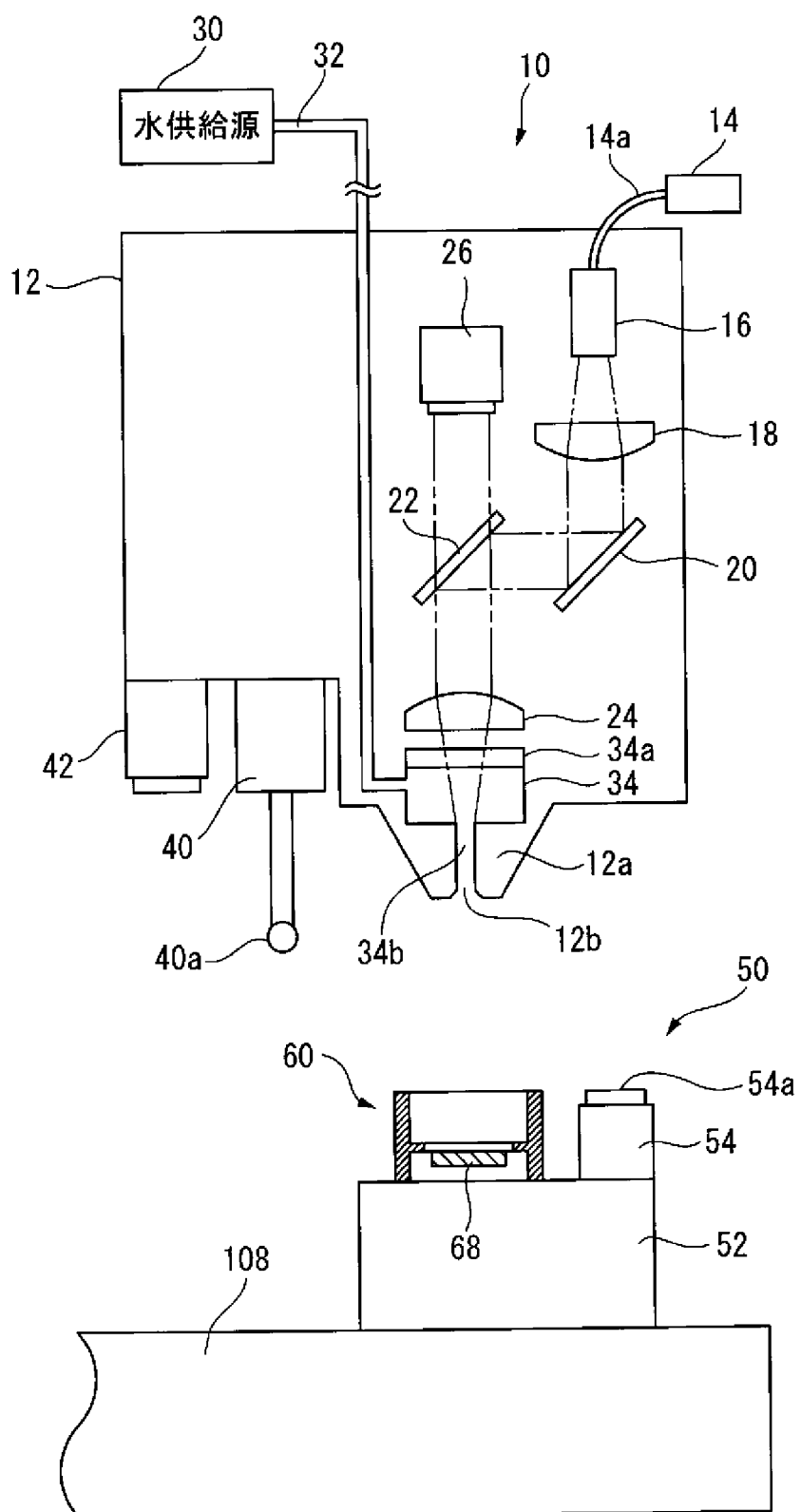
[図5]

図5



[図6]

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/04(2014.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

Thomson Innovation, [calibration, probe]

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-132646 A (Amada Co., Ltd.), 08 July 2013 (08.07.2013), paragraphs [0013] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2008-264789 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0015] to [0033]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2008-110348 A (Tokyu Car Corp.), 15 May 2008 (15.05.2008), paragraphs [0009] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	1-5

☐ 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
16 April 2015 (16.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/04(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

Thomson Innovation, [calibration, probe]

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 2013-132646 A（株式会社アマダ）2013.07.08, 段落【0013】 - 【0016】, 図1（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-264789 A（住友重機械工業株式会社）2008.11.06, 段落【0015】 - 【0033】, 図1-3（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-110348 A（東急車輛製造株式会社）2008.05.15, 段落【0009】 - 【0018】, 図1（ファミリーなし）	1-5

☐ 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

1 6 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

篠原 将之

3 P

3 2 2 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3364