

(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12月19日(19.12.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/239481 A1

- (51) 国際特許分類:
B23H 7/02 (2006.01) *B23H 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/022403
- (22) 国際出願日: 2018年6月12日(12.06.2018)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲高 ▼田 智昭 (TAKADA, Tomoaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中川 孝

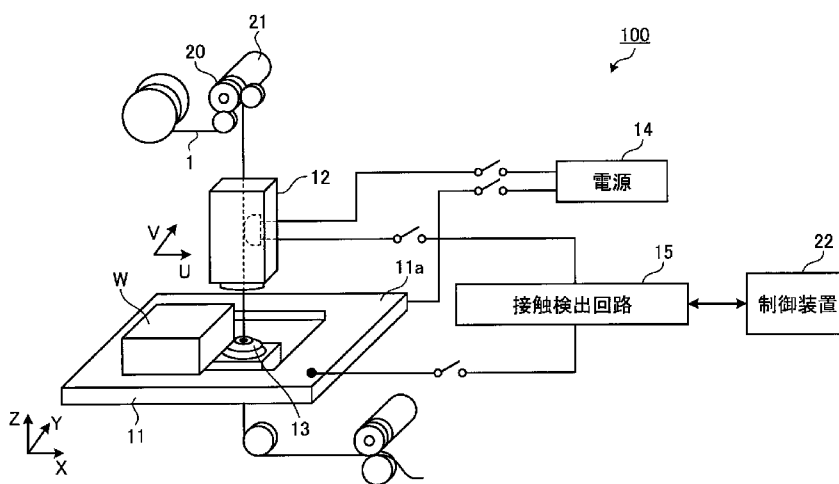
幸(NAKAGAWA, Takayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 関本 大介(SEKIMOTO, Daisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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,

(54) Title: WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE AND STRAIGHTNESS-CALCULATING METHOD

(54) 発明の名称: ワイヤ放電加工機および真直度算出方法



- 14 Electric power source
15 Contact detection circuit
22 Control device

(57) Abstract: A wire electric discharge machine (100) for machining a workpiece (W) by applying a voltage between a wire electrode (1) and the workpiece (W) is characterized in being provided with: a wire-adjusting unit (102) for changing the position of the wire electrode (1) with respect to the workpiece (W); a contact-detecting unit (103) for detecting whether or not the wire electrode (1) and the workpiece (W) are in contact; and a straightness-measuring unit (106) for determining the straightness (ΔD) of the machining surface of the workpiece (W) on the basis of the position of the wire electrode

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(1) with respect to the workpiece (W) when contact between the wire electrode (1) and the workpiece (W) is detected by the contact-detecting unit (103).

(57) 要約：ワイヤ電極（１）と加工対象物（Ｗ）との間に電圧を印加して加工対象物（Ｗ）を加工するワイヤ放電加工機（１００）は、ワイヤ電極（１）の加工対象物（Ｗ）に対する姿勢を変化させるワイヤ調整部（１０２）と、ワイヤ電極（１）と加工対象物（Ｗ）とが接触しているか否かを検知する接触検知部（１０３）と、接触検知部（１０３）によってワイヤ電極（１）と加工対象物（Ｗ）との接触が検知されたときのワイヤ電極（１）の加工対象物（Ｗ）に対する姿勢に基づいて、加工対象物（Ｗ）の加工面の真直度（ΔＤ）を求める真直度測定部（１０６）と、を備えることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：ワイヤ放電加工機および真直度算出方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤ電極と加工対象物との間に電圧を印加して加工対象物を加工するワイヤ放電加工機および真直度算出方法に関する。

背景技術

[0002] ワイヤ放電加工機は、ワイヤ電極と加工対象物との間に加工電圧を印加した状態で、ワイヤ電極を加工対象物に接近させたときに発生する放電現象による電気エネルギーを利用して、加工対象物を加工する。加工電圧などの加工条件によって加工精度が変化するため、加工条件は、加工精度を評価して所望の加工精度となるように決められる。加工精度を評価する基準のひとつに、加工面の真直度が挙げられる。真直度とは加工面の正しい位置からのずれ量を示す。真直度を測定する方法としては、マイクロメータを用いる方法が挙げられるが、マイクロメータを用いる場合、加工対象物をワイヤ放電加工機から取り外す必要がある。しかしながら、加工精度の評価は繰り返し行われることが多いため、加工対象物をワイヤ放電加工機に取り付けたまま、加工面の真直度を測定することが望ましい。

[0003] 特許文献1には、触針を使用した測定機器を備えるワイヤ放電加工機が開示されている。特許文献1に開示されたワイヤ放電加工機によれば、加工対象物をワイヤ放電加工機に取り付けたまま、加工面に触針の先端を接触させて、加工面の真直度を測定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭60－85829号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記従来の技術によれば、加工面の真直度を測定するため

には、放電加工には使用しない測定専用の触針を使用するため、ワイヤ放電加工機は、触針と、触針を移動させる駆動装置とを含む測定機器を備える必要があった。このため、触針を使用する場合には、装置サイズおよびコストが増大すると共に、測定対象の加工面がスリット内にある場合には、触針の太さがスリットの幅よりも大きくて、触針がスリット内に入らず、測定を行うことができない場合があるという問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、装置サイズおよびコストの増大を抑制しつつ、測定対象の端面がスリット内にある場合であっても、加工面の真直度を測定可能なワイヤ放電加工機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるワイヤ放電加工機は、ワイヤ電極と加工対象物との間に電圧を印加して加工対象物を加工するワイヤ放電加工機であって、ワイヤ電極の加工対象物に対する姿勢を変化させるワイヤ調整部と、ワイヤ電極と加工対象物とが接触しているか否かを検知する接触検知部と、接触検知部によってワイヤ電極と加工対象物との接触が検知されたときのワイヤ電極の加工対象物に対する姿勢に基づいて、加工対象物の加工面の真直度を求める真直度測定部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明にかかるワイヤ放電加工機は、装置サイズおよびコストの増大を抑制しつつ、測定対象の端面がスリット内にある場合であっても、加工面の真直度を測定可能なワイヤ放電加工機を得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態1にかかるワイヤ放電加工機の構成を示す図

[図2]図1に示す制御装置のハードウェア構成例を示す図

[図3]図1に示すワイヤ放電加工機の機能構成を示す図

[図4]図3に示す諸元入力部に入力される諸元値の説明図

[図5]図 1 に示すワイヤ放電加工機がワイヤ電極の加工対象物に対する相対位置を変化させる様子を示す図

[図6]図 3 に示す角度調整部により角度が調整されたワイヤ電極を示す図

[図7]図 1 に示すワイヤ放電加工機がワイヤ電極の撓み量を調整する様子を示す図

[図8]図 3 に示す撓み調整部がワイヤ電極の張力を調整することでワイヤ電極の撓み量を調整する様子を示す図

[図9]図 3 に示す撓み調整部がワイヤ電極と加工対象物との間に電圧を印加することでワイヤ電極の撓み量を調整する様子を示す図

[図10]図 3 に示す撓み調整部がワイヤ電極を物理的に揺らすことでワイヤ電極の撓み量を調整する様子を示す図

[図11]図 1 に示すワイヤ放電加工機が加工条件を作成する動作を示すフローチャート

[図12]図 1 のステップ S 1 0 3 の詳細を示すフローチャート

[図13]加工面がタイコ形状である場合の加工面位置を示す図

[図14]加工面が逆タイコ形状である場合の加工面位置を示す図

[図15]加工面がタイコ形状である場合に図 1 2 のステップ S 2 0 2 において測定される位置を示す図

[図16]加工面が逆タイコ形状である場合に図 1 2 のステップ S 2 0 2 において測定される位置を示す図

[図17]図 3 に示す真直度測定部の機能について説明するための図

[図18]図 1 7 の B 部分拡大図

[図19]図 1 に示すワイヤ放電加工機が、加工面がタイコ形状である場合に真直度を求める方法の説明図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態にかかるワイヤ放電加工機および真直度算出方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 にかかるワイヤ放電加工機 100 の構成を示す図である。ワイヤ放電加工機 100 は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に加工電圧を印加して、加工対象物 W を加工する機能を有する。また、ワイヤ放電加工機 100 は、ワイヤ電極 1 を用いて、加工面 Ws の真直度 ΔD を測定する機能と、測定した真直度 ΔD を用いて、加工条件を調整する機能とをさらに有する。真直度 ΔD は、加工面 Ws の本来の位置からのずれ量を示す。

[0012] ワイヤ放電加工機 100 は、加工対象物 W を保持するテーブル 11 と、ワイヤ電極 1 を保持する上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 と、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に加工電圧を印加するための電源 14 と、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W への接触を検出する接触検出回路 15 とを有する。

[0013] テーブル 11 は、導電体により構成されており、中央部に孔が形成されている。テーブル 11 の孔には、上部加工ヘッド 12 と下部加工ヘッド 13 との間に通されたワイヤ電極 1 が通され、孔が形成された領域において、ワイヤ電極 1 を移動させることが可能になっている。テーブル 11 の一面には、加工対象物 W が載置される。以下、テーブル 11 の加工対象物 W を載置する面をテーブル面 11a と称する。

[0014] 電源 14 は、テーブル 11 および上部加工ヘッド 12 のそれぞれに電氣的に接続されており、テーブル 11 と上部加工ヘッド 12 との間に電圧を印加することで、加工対象物 W とワイヤ電極 1 との間に電圧を印加することができる。接触検出回路 15 は、上部加工ヘッド 12 内を通るワイヤ電極 1 と、テーブル 11 とのそれぞれと電氣的に接続されている。テーブル 11 の上に加工対象物 W が載置された状態で電源 14 が電圧を印加すると、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に電圧が印加されることになる。

[0015] 接触検出回路 15 は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W とが接触すると、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に印加した電圧が短絡することを利用して、

ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との接触を検出することができる。具体的には、接触検出回路 15 は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に電位差を付与し、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間の電位差を測定する。ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に付与する電位差は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に放電が生じない大きさとする。接触検出回路 15 は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間の電位差が変化したことを検出することで、電位差が変化したこと、すなわちワイヤ電極 1 と加工対象物 W との電氣的な接触を検出することができる。

[0016] また、ワイヤ放電加工機 100 は、上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 を一体で移動させる図示しない X 軸モータおよび Y 軸モータと、上部加工ヘッド 12 を移動させる図示しない U 軸モータおよび V 軸モータとをさらに有する。U 軸モータおよび V 軸モータが上部加工ヘッド 12 を移動させることで、上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 の間のワイヤ電極 1 の傾きが変化する。また、ワイヤ放電加工機 100 は、上部加工ヘッド 12 の上部に、メンテナンスローラ 20 と、メンテナンスローラ 20 を回転させるメンテナンスモータ 21 とをさらに備える。メンテナンスモータ 21 がメンテナンスローラ 20 を回転させてワイヤ電極 1 を巻き取ることで、ワイヤ電極 1 の張力を調整することができる。

[0017] ワイヤ放電加工機 100 は、制御装置 22 を備える。制御装置 22 は、ワイヤ放電加工機 100 を制御する装置であり、数値制御装置とも呼ばれる。なお図 1 では制御装置 22 と接触検出回路 15 との接続のみが示されているが、実際には、制御装置 22 は、電源 14、接触検出回路 15、X 軸モータ、Y 軸モータ、U 軸モータおよび V 軸モータおよびメンテナンスモータ 21 のそれぞれに、指令を入力することができる。これにより、制御装置 22 は、上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 を一体で移動させる X、Y 軸と、テーブル 11 に対するワイヤ電極 1 の角度を変化させてテーパ加工を行うための U、V 軸とを移動させることができる。

[0018] ワイヤ放電加工機 100 は、制御装置 22 が各種の指令を与えることで、

放電加工処理を行うことができる。ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に加工電圧を印加した状態でワイヤ電極 1 を加工対象物 W に近づけると、絶縁破壊が発生して放電が生じる。放電が生じると、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間にアーク柱が形成されて高密度のアーク電流が流れる。このため、加工対象物 W が高温になって溶融し、周囲の水が気化爆発を起こすことで、溶融した部分が飛ばされるといった現象が生じる。このような現象を利用することで、ワイヤ放電加工機 100 は、加工対象物 W を加工する。

[0019] ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に流れるアーク電流の大きさによって、加工速度、面粗さ、および加工精度が変化する。一般的に、アーク電流が大きいほど、加工速度は速くなるが、面粗さが粗く、加工精度が低くなる。このため、ワイヤ放電加工機 100 を用いた放電加工においては、一般的に、加工電圧などの電気パラメータを変えてアーク電流の大きさを調整しながら複数回の加工が行われる。加工の種類は、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工の 3 つに分類することができる。荒加工は、加工対象物のおおよその形を作る工程であって、比較的大きな電流が用いられる。中仕上げ加工は、荒加工で作成した形の精度を整えていく工程であって、荒加工よりも小さい電流が用いられる。中仕上げ加工では、面粗さの細かさと、加工速度とのバランスが求められる。仕上げ加工は、加工面 W s の面粗さを細かくしていく工程であり、中仕上げ加工よりも小さい電流が用いられる。仕上げ加工においては、面粗さの細かさが重要となる。ワイヤ放電加工機 100 を使用した放電加工では、荒加工と中仕上げ加工とを各 1 回ずつ実施した後に、仕上げ加工を所望の面粗さになるまで繰り返し行うことが多い。なお、上記の例に限らず、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工の実行回数は、ユーザの要望に従って変化する。

[0020] またワイヤ放電加工機 100 は、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する姿勢を変えながら、接触検出回路 15 の検出結果をモニタすることで、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W とが接触したときのワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する姿勢を特定することができる。ワイヤ放電加工機 100 は、ワイヤ電極

1 と加工対象物Wとが接触したときのワイヤ電極 1 の加工対象物Wに対する姿勢に基づいて、加工面Wsの真直度 ΔD を測定する。

[0021] 図2は、図1に示す制御装置22のハードウェア構成例を示す図である。制御装置22は、プロセッサ31と、メモリ32と、入力装置33と、出力装置34とを有する。プロセッサ31は、CPU (Central Processing Unit) であり、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) などとも呼ばれる。メモリ32は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically EPROM) などの不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) などである。

[0022] 入力装置33は、タッチパネル、キーボード、マウス、トラックボールまたはこれらの組み合わせである。出力装置34は、表示画面を出力するディスプレイなどである。

[0023] 図3は、図1に示すワイヤ放電加工機100の機能構成を示す図である。ワイヤ放電加工機100は、諸元入力部101と、ワイヤ調整部102と、接触検知部103と、位置検出部104と、演算制御部105とを有する。演算制御部105は、真直度測定部106と、加工条件調整部107とを有する。なお、図3では、ワイヤ放電加工機100の機能構成のうち、本実施の形態にかかる発明の特徴を説明するために必要な部分を示しており、放電加工処理を行う機能についての説明はここでは省略する。

[0024] ワイヤ放電加工機100は、ワイヤ電極1の加工対象物Wに対する姿勢を変化させながら、ワイヤ電極1と加工対象物Wとの接触をモニタすることで、加工面Wsの真直度 ΔD を測定する真直度測定機能を有する。ワイヤ放電加工において、ワイヤ電極1の振動、加工速度などに起因して、加工面Wsの中央部が端部よりも凹んでいるタイコ形状となったり、加工面Wsの中央

部が端部よりも突出している逆タイコ形状となったりすることがある。この場合、加工面 W_s が本来の面からずれてしまい、加工精度が低下する。

[0025] 従来は、加工条件を設定し、設定した加工条件を用いた放電加工処理を行う度に、ワイヤ放電加工機から加工対象物 W を取り外して、マイクロメータを用いて手動で真直度 ΔD の測定が繰り返し行われていた。また、触針を用いて真直度 ΔD を測定する測定装置を備える場合には、加工対象物 W をワイヤ放電加工機に取り付けたままで加工面 W_s の真直度 ΔD を測定することができるが、装置サイズおよびコストが増大すると共に、加工面 W_s がスリット内にある場合には触針がスリット内に入らず、真直度 ΔD を測定できない場合があった。これに対して、本実施の形態にかかるワイヤ放電加工機100では、真直度測定機能を利用して、加工条件の設定と、設定した加工条件を用いた放電加工処理と、真直度 ΔD の測定とを繰り返し、所望の真直度 ΔD の加工面 W_s を形成するための加工条件を人手を介さずに自動的に決定することができる。また、放電加工を繰り返し行っている間に、加工条件の調整を行う場合にも、真直度測定機能を利用することができる。

[0026] 諸元入力部101は、提案する真直度測定機能を使用する際に必要な諸元値の入力を受け付ける。諸元入力部101は、制御装置22のプロセッサ31が、入力装置33および出力装置34を用いて、メモリ32に記憶されたコンピュータプログラムを読み出して実行することにより実現される。諸元入力部101は、出力装置34に各種の諸元値を入力するための入力画面を表示させ、ユーザが入力装置33を用いることによって当該入力画面に諸元値を入力すると、入力された諸元値を記憶する。

[0027] 図4は、図3に示す諸元入力部101に入力される諸元値の説明図である。諸元入力部101に入力される諸元値は、加工対象物 W の厚み H_w と、加工対象物 W の上端面 W_a とワイヤ電極1を支持する支持部41との間のZ軸方向の距離 Z_{d1} と、加工対象物 W の下端面 W_b とワイヤ電極1を支持する支持部42との間のZ軸方向の距離 Z_{d2} とを含む。厚み H_w は、板状の加工対象物 W の厚み方向の大きさである。図1、4に示すように、Z軸は、テ

ーブル面 11a を規定する X 軸および Y 軸に垂直な方向を向いており、加工対象物 W の板厚方向を向いている。ユーザは、厚み H_w および距離 Z_{d1} , Z_{d2} を計測して、ワイヤ放電加工機 100 に入力することができる。

[0028] ワイヤ調整部 102 は、演算制御部 105 の制御に従って、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する姿勢を変化させる。ここで、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する姿勢を変化させることは、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する相対位置、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する角度、およびワイヤ電極 1 の撓み量の少なくとも 1 つを調整することである。ワイヤ調整部 102 は、ワイヤ電極 1 をテーブル面 11a に対して垂直な方向から角度をつける角度調整部 102a と、ワイヤ電極 1 の撓み量を変化させる撓み調整部 102b とをさらに有する。

[0029] 具体的には、ワイヤ調整部 102 は、上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 を一体的に水平移動させて、ワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する相対位置を変化させることができる。このときワイヤ調整部 102 は、X 軸モータおよび Y 軸モータのうちの少なくとも 1 つを用いて構成される。図 5 は、図 1 に示すワイヤ放電加工機 100 がワイヤ電極 1 の加工対象物 W に対する相対位置を変化させる様子を示す図である。ワイヤ調整部 102 は、ワイヤ電極 1 がテーブル面 11a に垂直な状態で、ワイヤ電極 1 が加工対象物 W の加工面 W_s に接触するまでテーブル 11 を水平移動させることができる。

[0030] また、ワイヤ調整部 102 の角度調整部 102a は、上部加工ヘッド 12 を水平移動させて、テーブル面 11a に対するワイヤ電極 1 の角度 θ を変化させることができる。このときワイヤ調整部 102 は、U 軸モータおよび V 軸モータのうちの少なくとも 1 つを用いて構成される。図 6 は、図 3 に示す角度調整部 102a により角度 θ が調整されたワイヤ電極 1 を示す図である。角度調整部 102a が角度 θ を調整していない状態は、角度 $\theta = 90$ 度であり、ワイヤ電極 1 は加工対象物 W の載置面であるテーブル面 11a に垂直な方向を向いている。このため、角度 θ が調整された状態とは、ワイヤ電極

1 が加工対象物Wの載置面であるテーブル面 1 1 a に垂直な方向から角度をつけた状態であり、角度 $\theta \neq 0, 90$ である。図 6 では、角度調整部 1 0 2 a が上部加工ヘッド 1 2 を U 軸方向への移動量が L_u である状態を示している。角度調整部 1 0 2 a は、上部加工ヘッド 1 2 を平行移動させるため、支持部 4 1 と支持部 4 2 との間の Z 軸方向の距離 H_z は、一定であり、支持部 4 1 と支持部 4 2 との間のワイヤ電極 1 の長さは変化する。

[0031] さらにワイヤ調整部 1 0 2 の撓み調整部 1 0 2 b は、支持部 4 1, 4 2 の間のワイヤ電極 1 の中央部分の撓ませるとともに、その撓み量 L を調整することができる。図 7 は、図 1 に示すワイヤ放電加工機 1 0 0 がワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する様子を示す図である。加工対象物Wの加工面 W_s がタイコ形状である場合、撓み量 L を調整して、ワイヤ電極 1 と加工対象物Wとの接触位置を検出することで、真直度 ΔD を求めることが可能になる。撓み調整部 1 0 2 b がワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する方法としては、3つの手法が挙げられる。以下の3つの方法の中には、ワイヤ電極 1 を振動させて撓み量 L を制御する方法が含まれるが、その場合、ワイヤ電極 1 の振動幅が撓み量 L に相当する。

[0032] 撓み量 L を調整する第 1 の方法としては、ワイヤ電極 1 の張力を調整する方法が挙げられる。この場合、撓み調整部 1 0 2 b は、メインテンションモータ 2 1 およびメインテンションローラ 2 0 を用いて構成される。図 8 は、図 3 に示す撓み調整部 1 0 2 b がワイヤ電極 1 の張力を調整することでワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する様子を示す図である。ワイヤ放電加工機 1 0 0 は、ワイヤ電極 1 を巻き取るローラを有しており、継続的にワイヤ電極 1 を巻き取ることで、ワイヤ電極 1 を走行させた状態とすることができる。ワイヤ放電加工機 1 0 0 の撓み調整部 1 0 2 b は、ワイヤ電極 1 を走行させた状態で撓み量 L を調整する。ワイヤ電極 1 を走行させた状態では、ワイヤ電極 1 を巻き取るローラの回転に起因する変動、その他外乱に起因する変動のため、ワイヤ電極 1 に振動が発生している。実際にレーザ変位計を用いて測定すると、ワイヤ放電加工機 1 0 0 の状態にもよるが、ワイヤ電極 1 が数十

μm の幅で振動していることが確認できた。また、実際にワイヤ電極1の張力を調整することで、振動幅つまり撓み量 L が変化することが確認できた。張力と撓み量 L との関係は、ワイヤ放電加工機100の種類、ワイヤ電極1の長さ、ワイヤ電極1の太さなどの条件によって変化するため、事前に、計測データを取得しておく必要がある。撓み調整部102bは、計測データに基づいて、ワイヤ電極1の張力を調整して、測定処理中は加工処理中よりも張力を落とすことで、ワイヤ電極1を加工面 W_s の中央部分に接触させることができる。

[0033] 撓み量 L を調整する第2の方法としては、ワイヤ電極1と加工対象物 W との間に電圧を印加する方法が挙げられる。この場合、撓み調整部102bは、接触検出回路15内に備わる電源を用いて構成される。図9は、図3に示す撓み調整部102bがワイヤ電極1と加工対象物 W との間に電圧を印加することでワイヤ電極1の撓み量 L を調整する様子を示す図である。図9では、ワイヤ電極1と加工対象物 W との間にパルス電圧を印加して静電引力を制御し、ワイヤ電極1を振動させている。しかしながら、本実施の形態はかかる例に限定されず、ワイヤ電極1と加工対象物 W との間に直流電圧を印加して、ワイヤ電極1を撓ませてもよい。なお、ここで用いられる電圧は、ワイヤ放電加工機100が放電加工を行う際に用いられる加工電圧よりも低い。

[0034] 撓み量 L を調整する第3の方法としては、ワイヤ電極1を物理的に揺らしてワイヤ電極1を振動させる方法が挙げられる。この場合、撓み調整部102bは、上部加工ヘッド12および下部加工ヘッド13を一体的に移動させるX軸モータおよびY軸モータのうちの少なくとも1つを用いて構成される。図10は、図3に示す撓み調整部102bがワイヤ電極1を物理的に揺らすことでワイヤ電極1の撓み量 L を調整する様子を示す図である。X軸モータおよびY軸モータのうちの少なくとも1つを駆動すると、ワイヤ電極1の支持部41、42が移動することになり、ワイヤ電極1を揺らすことができる。上記3つの方法は、組み合わせて用いることもできる。3つの方法を組み合わせて用いることで、1つの方法を用いる場合よりも振動幅を大きくす

ることが可能である。なおここではワイヤ電極 1 を振動させる場合、撓み量 L は、振動幅となる。

[0035] 図 3 の説明に戻る。接触検知部 103 は、ワイヤ電極 1 と、加工対象物 W との接触を検知する。接触検知部 103 は、接触検出回路 15 から構成される。接触検知部 103 は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との接触を検知すると、接触を検知したことを示す検知信号を演算制御部 105 に出力する。接触検知部 103 は、接触検出回路 15 によって構成される。接触検知部 103 が出力した検知信号は、演算制御部 105 を介して位置検出部 104 に入力される。

[0036] 位置検出部 104 は、接触検出回路 15 によって構成され、ワイヤ電極 1 が加工対象物 W に接触したときの支持部 41, 42 の位置を検出する。具体的には、位置検出部 104 は、接触検知部 103 が出力した検知信号と、ワイヤ調整部 102 がワイヤ電極 1 の姿勢を変更するために行った制御量とに基づいて、 XY 平面における支持部 41, 42 の位置を検出することができる。例えば、ワイヤ調整部 102 が上部加工ヘッド 12 および下部加工ヘッド 13 を一体的に水平移動させた場合、位置検出部 104 は、ワイヤ電極 1 が加工対象物 W に接触するまでの X 軸モータおよび Y 軸モータの制御量に基づいて、支持部 41, 42 の位置を求めることができる。

[0037] また、角度調整部 102a が角度 θ を調整した場合、位置検出部 104 は、ワイヤ電極 1 が加工対象物 W に接触するまでの U 軸モータおよび V 軸モータの制御量に基づいて、支持部 41, 42 の位置を求めることができる。撓み調整部 102b がワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整した場合、撓み量 L を調整する方法に応じた制御量に基づいて、支持部 41, 42 の位置を求めることができる。撓み調整部 102b がワイヤ電極 1 の張力を調整することでワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する場合、制御量は、メインテンションモータ 21 の制御量を含む。撓み調整部 102b がワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に電圧を印加することでワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する場合、制御量は、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W との間に印加する電圧パターンを含む。

撓み調整部 102b がワイヤ電極 1 を物理的に揺らすことでワイヤ電極 1 の撓み量 L を調整する場合、制御量は、X 軸モータおよび Y 軸モータの制御量を含む。位置検出部 104 は、検出位置を演算制御部 105 に出力する。

[0038] 演算制御部 105 は、ワイヤ放電加工機 100 を制御する。演算制御部 105 は、図 2 に示す制御装置 22 のプロセッサ 31 およびメモリ 32 を用いて構成される。真直度測定部 106 は、諸元入力部 101 を用いて入力された諸元値と、ワイヤ調整部 102 の制御量と、接触検知部 103 が出力する検知信号と、位置検出部 104 が出力する検出位置とに基づいて、加工対象物 W の加工面 W_s の真直度 ΔD を算出することができる。

[0039] 加工条件調整部 107 は、真直度測定部 106 が算出した真直度 ΔD に基づいて、次に行う加工の加工条件を調整する。加工条件の調整方法については、様々な方法が考えられる。真直度 ΔD が閾値以上、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以上である場合、加工条件調整部 107 は、オフセットを小さくすることができる。或いは真直度 ΔD が閾値未満である場合、電氣的パラメータを小さくすることができる。例えば、機械学習によって真直度 ΔD ごとに加工条件の調整方法を学習しておき、加工条件調整部 107 は、学習結果を用いて加工条件を真直度 ΔD に基づいて調整することができる。

[0040] 図 11 は、図 1 に示すワイヤ放電加工機 100 が加工条件を作成する動作を示すフローチャートである。ここでは、3 段階の放電加工を行う場合について示すが、本実施の形態はかかる例に限定されない。

[0041] 演算制御部 105 は、まず第 1 加工条件の候補を設定する（ステップ S101）。そして演算制御部 105 は、第 1 加工条件を使用してワイヤ放電加工機 100 を制御し、放電加工を実行する（ステップ S102）。放電加工を実行した後、演算制御部 105 は、加工精度の測定処理を行う（ステップ S103）。この測定処理には、真直度測定部 106 による真直度 ΔD の算出が含まれる。測定処理が終わると、演算制御部 105 は、測定結果が基準を満たすか否かを判断する（ステップ S104）。測定結果が基準を満たさない場合（ステップ S104 : No）、演算制御部 105 の加工条件調整部

107は、測定結果に基づいて、第1加工条件を変更する（ステップS105）。演算制御部105は、第1加工条件を変更すると、ステップS102の処理に戻る。

[0042] 測定結果が基準を満たす場合（ステップS104：Yes）、演算制御部105は、第2加工条件の候補を設定する（ステップS106）。そして演算制御部105は、第2加工条件を使用してワイヤ放電加工機100を制御し、放電加工を実行する（ステップS107）。放電加工を実行した後、演算制御部105は、加工精度の測定処理を行う（ステップS103）。測定処理が終わると、演算制御部105は、測定結果が基準を満たすか否かを判断する（ステップS108）。測定結果が基準を満たさない場合（ステップS108：No）、演算制御部105の加工条件調整部107は、測定結果に基づいて、第2加工条件を変更する（ステップS109）。演算制御部105は、第2加工条件を変更すると、ステップS107の処理に戻る。

[0043] 測定結果が基準を満たす場合（ステップS108：Yes）、演算制御部105は、第3加工条件の候補を設定する（ステップS110）。そして演算制御部105は、第3加工条件を使用してワイヤ放電加工機100を制御し、放電加工を実行する（ステップS111）。放電加工を実行した後、演算制御部105は、加工精度の測定処理を行う（ステップS103）。測定処理が終わると、演算制御部105は、測定結果が基準を満たすか否かを判断する（ステップS112）。測定結果が基準を満たさない場合（ステップS112：No）、演算制御部105の加工条件調整部107は、測定結果に基づいて、第3加工条件を変更する（ステップS113）。演算制御部105は、第3加工条件を変更すると、ステップS111の処理に戻る。測定結果が基準を満たす場合（ステップS112：Yes）、演算制御部105は処理を終了する。

[0044] 図12は、図11のステップS103の詳細を示すフローチャートである。真直度測定部106は、まず、ワイヤ電極1を加工対象物Wの載置面であるテーブル面11aに垂直な状態にして、テーブル11を水平移動させ、ワ

ワイヤ電極 1 が加工対象物 W に接触した位置である加工面位置 X 1 を測定する（ステップ S 2 0 1）。図 1 3 は、加工面 W s がタイコ形状である場合の加工面位置 X 1 を示す図である。加工面 W s がタイコ形状である場合、加工対象物 W の上端面 W a および下端面 W b の部分がワイヤ電極 1 と接触する。図 1 4 は、加工面 W s が逆タイコ形状である場合の加工面位置 X 1 を示す図である。加工面 W s が逆タイコ形状である場合、加工対象物 W の厚み方向の中央部分が、ワイヤ電極 1 と接触する。

[0045] 図 1 2 の説明に戻る。続いて真直度測定部 1 0 6 は、角度調整部 1 0 2 a を用いて角度 θ を変更して、加工対象物 W の加工面 W s が上端面 W a または下端面 W b に接している部分とワイヤ電極 1 が接触したときの支持部 4 1, 4 2 の位置を測定する（ステップ S 2 0 2）。図 1 5 は、加工面 W s がタイコ形状である場合に図 1 2 のステップ S 2 0 2 において測定される位置 X 2 を示す図である。支持部 4 2 の位置 X 2 を測定すると、後述する演算によって、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W とが接触した接触位置 X 3 を算出することができる。加工面 W s がタイコ形状である場合、算出した接触位置 X 3 は、加工面位置 X 1 と一致する。図 1 6 は、加工面 W s が逆タイコ形状である場合に図 1 2 のステップ S 2 0 2 において測定される位置 X 2 を示す図である。支持部 4 2 の位置 X 2 を測定すると、後述する演算によって、ワイヤ電極 1 と加工対象物 W とが接触した接触位置 X 3 を算出することができる。加工面 W s が逆タイコ形状である場合、算出した接触位置 X 3 は、加工面位置 X 1 と一致しない。このように、加工面 W s の形状の種類によって、接触位置 X 3 と加工面位置 X 1 との関係が変わるため、この関係に基づいて、加工面 W s の形状を分類することができる。

[0046] 図 1 2 の説明に戻る。続いて真直度測定部 1 0 6 は、撓み調整部 1 0 2 b を用いて撓み量 L を変更して、ワイヤ電極 1 が加工対象物 W に接触したときの撓み量 L を測定する（ステップ S 2 0 3）。

[0047] ステップ S 2 0 1 ～ステップ S 2 0 3 の処理が終わると、真直度測定部 1 0 6 は、ステップ S 2 0 1 の測定結果である加工面位置 X 1 と、ステップ S

202の測定結果である支持部42の位置X2とに基づいて、加工面Wsの形状を分類する（ステップS204）。図17は、図3に示す真直度測定部106の機能について説明するための図である。加工面Wsの形状を分類するために、真直度測定部106は、まず、ステップS202においてワイヤ電極1が加工対象物Wに接触したときの角度 θ を算出する。支持部42の制御量に基づいて移動量Luは既知であり、Z軸方向の距離Hzは、一定であって、下記の数式（1）を用いて算出することができる。したがって、下記の数式（2）を用いることで、角度 θ を求めることができる。

$$[0048] \quad H_z = H_w + Z_{d1} + Z_{d2} \cdots (1)$$

$$\theta = \tan^{-1}(H_z/L_u) \cdots (2)$$

[0049] 図18は、図17のB部分拡大図である。未知数bと距離Zd2との間には、下記の数式（3）の関係が成り立つため、数式（3）から数式（4）を導くことができる。ここで、未知数aと未知数bとの間には、数式（5）の関係が成り立つため、数式（5）に数式（4）を代入することで、未知数aは、数式（6）で表される。

$$[0050] \quad Z_{d2} = b \sin \theta \cdots (3)$$

$$b = Z_{d2} / \sin \theta \cdots (4)$$

$$a = b \cos \theta \cdots (5)$$

$$a = Z_{d2} \cdot \cos \theta / \sin \theta \cdots (6)$$

[0051] このため、上記の数式（2）を用いて角度 θ を求めることで、距離Zd2は既知であるため、未知数aを求めることができる。未知数aを求めると、接触位置X3が分かる。真直度測定部106は、接触位置X3を加工面位置X1と比較する。ここで真直度測定部106は、接触位置X3と加工面位置X1とが一致する場合、加工面Wsをタイコ形状または真直度 ΔD が無視できる程度に小さい平面に分類することができる。真直度測定部106は、接触位置X3と加工面位置X1とが一致しない場合、加工面Wsを逆タイコ形状に分類することができる。

[0052] 続いて真直度測定部106は、加工面形状の分類に基づいて、真直度 ΔD

を算出する（ステップS205）。真直度測定部106は、加工面形状の分類毎に定められた算出方法を用いて、真直度 ΔD を求めることができる。具体的には、真直度測定部106は、加工面Wsが逆タイコ形状である場合には、ステップS201およびステップS202の測定結果に基づいて、真直度 ΔD を算出することができる。図18には、加工面位置X1および真直度 ΔD がさらに示されている。真直度 ΔD は、下記の数式（7）で表すことができる。上記の手順により、未知数aを求めることができるため、測定結果である加工面位置X1および支持部42の位置X2を使用することで、真直度 ΔD を求めることができる。

$$[0053] \quad \Delta D = |X1 - X2| - a \quad \dots (7)$$

[0054] また、真直度測定部106は、加工面Wsがタイコ形状または平面である場合、ステップS201～ステップS203の測定結果を用いて、真直度 ΔD を求めることができる。図19は、図1に示すワイヤ放電加工機100が、加工面Wsがタイコ形状である場合に真直度 ΔD を求める方法の説明図である。真直度測定部106は、ステップS203の測定結果として、撓み量Lおよび撓み量Lを得たときの支持部41、42の位置X4を取得することができる。真直度 ΔD は、撓み量L、支持部41、42の位置X4を用いて、下記の数式（8）で表される。

$$[0055] \quad \Delta D = L - |X1 - X4| \quad \dots (8)$$

[0056] 以上説明したように、本発明の実施の形態1によれば、ワイヤ電極1と加工対象物Wとの間に電圧を印加して加工対象物Wを加工するワイヤ放電加工機100において、ワイヤ電極1の姿勢を変化させて、ワイヤ電極1と加工対象物Wとが接触したときのワイヤ電極1の姿勢に基づいて、加工面Wsの真直度 ΔD が求められる。ワイヤ放電加工機100によれば、加工対象物Wを加工するために用いられる構成要素であるワイヤ電極1を用いるため、真直度 ΔD の測定のために新たな構成要素を追加する必要がない。したがって、装置サイズおよびコストの増大を抑制しつつ、加工対象物Wをワイヤ放電加工機100に取り付けたまま、真直度 ΔD を測定することができる。また

、加工形状によっては、加工面 W_s が外部に露出しておらず、スリット内にある場合がある。このような場合、触針を用いた測定機器では、スリット内に触針が入らない場合があった。これに対してワイヤ放電加工機100では、スリットは、ワイヤ電極1によって形成されたものであるため、スリットはワイヤ電極1の太さよりも大きいものとなる。したがって、加工面がスリット内にあるような場合であっても、加工面 W_s の真直度 ΔD を測定することが可能である。

[0057] ワイヤ放電加工機100は、上記の通り、加工対象物 W をワイヤ放電加工機100に取り付けたままで、加工面 W_s の真直度 ΔD を測定することができる。このため、図11に示したような、放電加工、測定処理および加工条件の調整を複数回繰り返すような一連の処理を、自動化することが可能になる。自動化されることで、放電加工の加工条件を作成する手間を省略することが可能になると共に、ワイヤ放電加工機100を操作する人の技量によらず、加工条件を適切に設定することが可能になる。

[0058] ワイヤ電極1の姿勢を変化させる方法としては、ワイヤ電極1の加工対象物 W に対する角度を変化させる方法が挙げられる。加工面 W_s が逆タイコ形状である場合には、ワイヤ電極1の加工対象物 W に対する角度を変化させて、加工対象物 W の加工面 W_s と上端面 W_a または下端面 W_b とが接する部分の位置を測定することで、加工面 W_s の真直度 ΔD を測定することができる。

[0059] ワイヤ電極1の姿勢を変化させる方法としては、ワイヤ電極1の撓み量 L を変化させる方法が挙げられる。例えばワイヤ電極1を振動させてワイヤ電極1を撓ませることができる。加工面 W_s がタイコ形状である場合には、ワイヤ電極1を撓ませることで、上端面 W_a および下端面 W_b よりも凹んだ加工面 W_s の中央部と接触するときの位置 X_4 を測定することが可能になる。位置 X_4 を用いて、加工面 W_s の真直度 ΔD が求められる。

[0060] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱

しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

[0061] 上記の実施の形態では、ワイヤ放電加工機１００の構成について説明したが、ワイヤ放電加工機１００が備える制御装置２２単体で本実施の形態の技術を実現することもできる。また、ワイヤ放電加工機１００の制御方法、ワイヤ放電加工機１００の制御用コンピュータプログラム、制御用コンピュータプログラムを記憶する記憶媒体として、本実施の形態の技術を実現することもできる。

[0062] また上記の実施の形態では、ワイヤ放電加工機１００は、上部加工ヘッド１２を移動させて、ワイヤ電極１の加工対象物Ｗに対する角度を調整することとしたが、本実施の形態はかかる例に限定されない。下部加工ヘッド１３を移動させて、ワイヤ電極１の加工対象物Ｗに対する角度を調整してもよい。また、上部加工ヘッド１２および下部加工ヘッド１３の両方を移動させて、ワイヤ電極１の加工対象物Ｗに対する角度を調整してもよい。

[0063] また上記の実施の形態では、ワイヤ放電加工機１００は、上部加工ヘッド１２および下部加工ヘッド１３を一体的に水平移動させるＸ軸モータおよびＹ軸モータを有することとしたが、本実施の形態はかかる例に限定されない。テーブル１１を水平移動させるＸ軸モータおよびＹ軸モータを備えていてもよい。ただし、Ｘ軸モータおよびＹ軸モータがテーブル１１を水平移動させる場合、撓み調整部１０２ｂは、上記の第３の方法を用いて撓み量Ｌを調整することができない。

[0064] また上記の実施の形態では、図３に示す諸元入力部１０１、演算制御部１０５は、制御装置２２の機能としたが、本実施の形態はかかる例に限定されない。諸元入力部１０１、演算制御部１０５の機能は、制御装置２２以外のプロセッサおよびメモリを用いて実現することもできるし、専用の処理回路が用いられてもよい。

符号の説明

[0065] １ ワイヤ電極、１１ テーブル、１１ａ テーブル面、１２ 上部加工ヘッド、１３ 下部加工ヘッド、１４ 電源、１５ 接触検出回路、２０

メンテナンスローラ、21 メインテンションモータ、22 制御装置、31 プロセッサ、32 メモリ、33 入力装置、34 出力装置、41, 42 支持部、100 ワイヤ放電加工機、101 諸元入力部、102 ワイヤ調整部、102a 角度調整部、102b 撓み調整部、103 接触検知部、104 位置検出部、105 演算制御部、106 真直度測定部、107 加工条件調整部、 ΔD 真直度、 L 撓み量、 W 加工対象物、 W_a 上端面、 W_b 下端面、 W_s 加工面。

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤ電極と加工対象物との間に電圧を印加して前記加工対象物を加工するワイヤ放電加工機であって、
- 前記ワイヤ電極の前記加工対象物に対する姿勢を変化させるワイヤ調整部と、
- 前記ワイヤ電極と前記加工対象物とが接触しているか否かを検知する接触検知部と、
- 前記接触検知部によって前記ワイヤ電極と前記加工対象物との接触が検知されたときの前記ワイヤ電極の前記加工対象物に対する姿勢に基づいて、前記加工対象物の加工面の真直度を求める真直度測定部と、
- を備えることを特徴とするワイヤ放電加工機。
- [請求項2] 前記ワイヤ調整部は、前記ワイヤ電極の前記加工対象物に対する角度を調整する角度調整部を含むことを特徴とする請求項1に記載のワイヤ放電加工機。
- [請求項3] 前記角度調整部は、前記ワイヤ電極を支持する支持部の位置を変化させて、前記角度を調整することを特徴とする請求項2に記載のワイヤ放電加工機。
- [請求項4] 前記真直度測定部は、前記ワイヤ電極が前記加工対象物の載置面と垂直な状態で測定した前記加工面の位置と、前記角度を調整した状態で測定した前記ワイヤ電極と前記加工対象物との接触位置とに基づいて、前記加工面の形状を分類し、分類毎に定められた算出方法を用いて、前記真直度を求めることを特徴とする請求項2または3に記載のワイヤ放電加工機。
- [請求項5] 前記ワイヤ調整部は、前記ワイヤ電極の撓み量を調整する撓み調整部を含むことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のワイヤ放電加工機。
- [請求項6] 前記撓み調整部は、振動する前記ワイヤ電極の張力を変化させるこ

とで前記ワイヤ電極の振動幅である前記撓み量を調整することを特徴とする請求項5に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項7] 前記撓み調整部は、前記ワイヤ電極と前記加工対象物との間に印加する電圧を変化させることで、前記撓み量を調整することを特徴とする請求項5または6に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項8] 前記撓み調整部は、前記ワイヤ電極と前記加工対象物との間にパルス電圧を繰り返し印加することで前記ワイヤ電極を振動させ、前記ワイヤ電極の振動幅である前記撓み量を調整することを特徴とする請求項7に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項9] 前記撓み調整部は、前記ワイヤ電極と前記加工対象物との間に直流電圧を印加することで前記ワイヤ電極を撓ませ、印加する直流電圧の値を調整することで前記撓み量を調整することを特徴とする請求項7に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項10] 前記撓み調整部は、前記ワイヤ電極を支持する支持部を移動させることで、前記ワイヤ電極を振動させ、前記ワイヤ電極の振動幅である前記撓み量を調整することを特徴とする請求項5から9のいずれか1項に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項11] 前記真直度測定部が算出した真直度に基づいて、加工条件を調整する加工条件調整部、

をさらに備えることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載のワイヤ放電加工機。

[請求項12] ワイヤ電極と加工対象物との間に電圧を印加して前記加工対象物を加工するワイヤ放電加工機が、前記加工対象物の加工面の真直度を算出する方法であって、

前記ワイヤ電極を前記加工対象物を載置する面に対して垂直にした状態で、前記ワイヤ電極が前記加工対象物に接触する位置を測定する第1測定ステップと、

前記ワイヤ電極の前記加工対象物に対する姿勢を変化させた状態で

、前記ワイヤ電極が前記加工対象物に接触する位置を測定する第2測定ステップと、

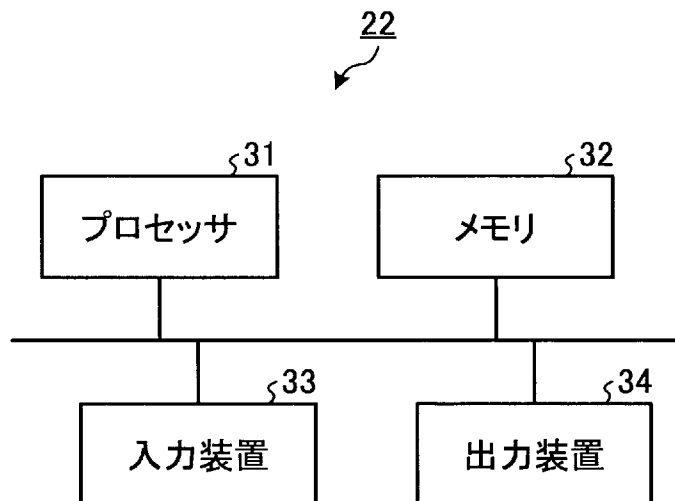
前記第1測定ステップおよび前記第2測定ステップの測定結果に基づいて、前記加工面の形状を分類する分類ステップと、

前記測定結果と分類結果とに基づいて、前記加工面の真直度を求める真直度算出ステップと、

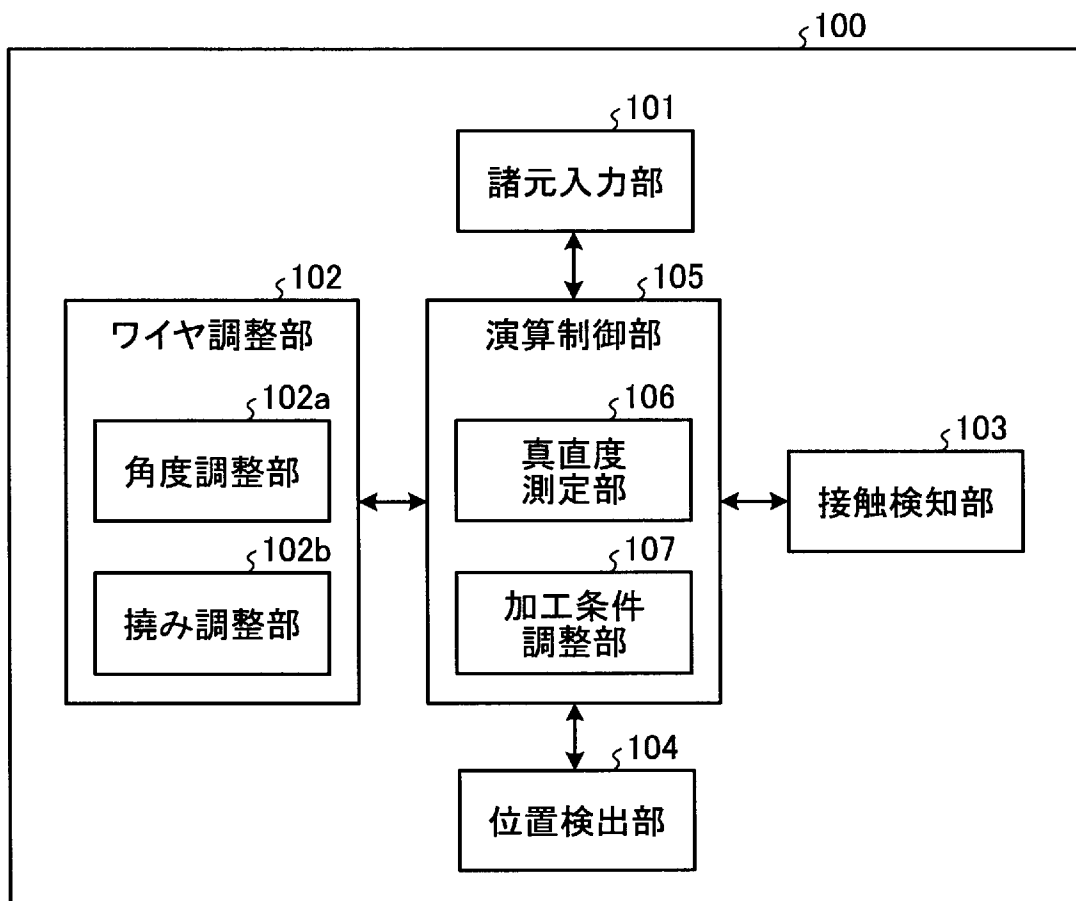
を含むことを特徴とする真直度算出方法。

[請求項13] 前記第2測定ステップは、前記加工対象物を載置する面に対する前記ワイヤ電極の角度を変化させることで前記姿勢を変化させた状態で、前記ワイヤ電極が前記加工対象物に接触する位置を測定するステップと、前記ワイヤ電極の撓み量を変化させることで前記姿勢を変化させた状態で、前記ワイヤ電極が前記加工対象物に接触する位置を測定するステップとを含むことを特徴とする請求項12に記載の真直度算出方法。

[図2]

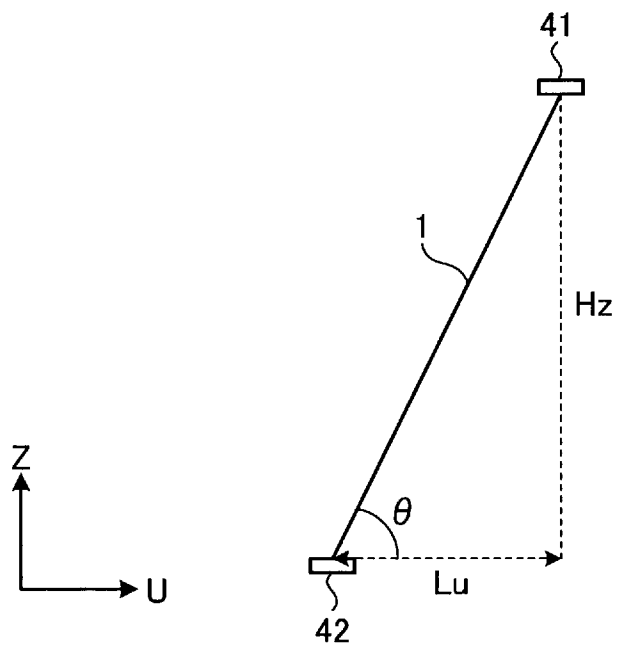


[図3]

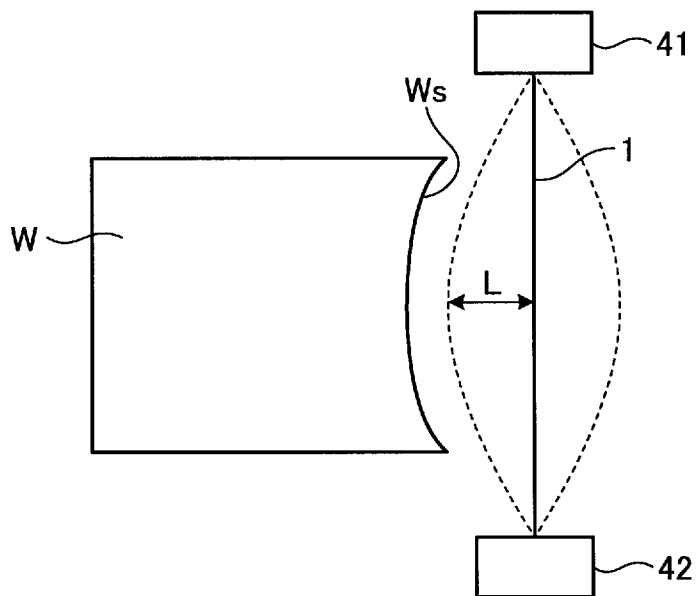


A schematic diagram of a measurement system. A large rectangular workpiece, labeled 'W', is positioned on the left. A vertical line, labeled '1', extends from the top of the workpiece to a rectangular component labeled '41'. Below the workpiece, a horizontal line connects to a battery symbol. This line then turns vertically upwards to a rectangular component labeled '42'. A horizontal line connects component '42' to component '41'. A large arrow at the top points to the left, indicating a direction of movement or force.

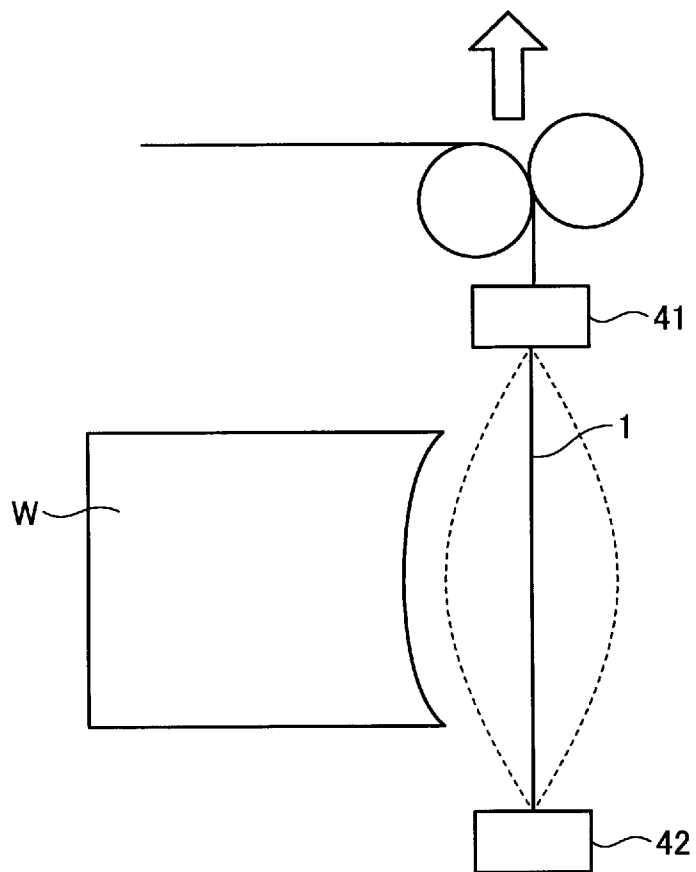
[図6]



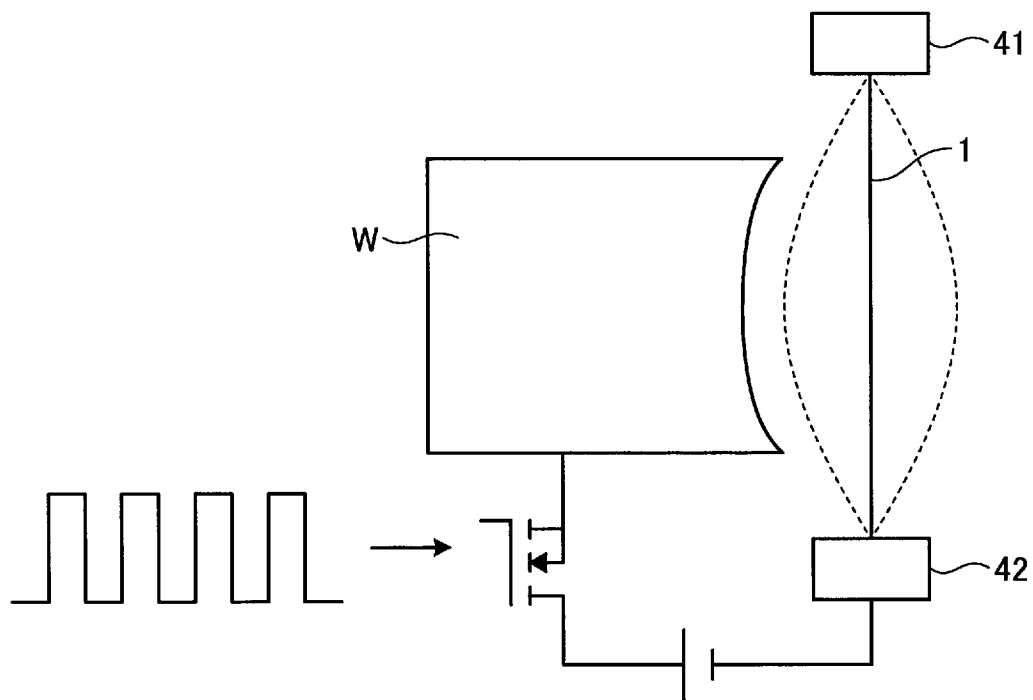
[図7]



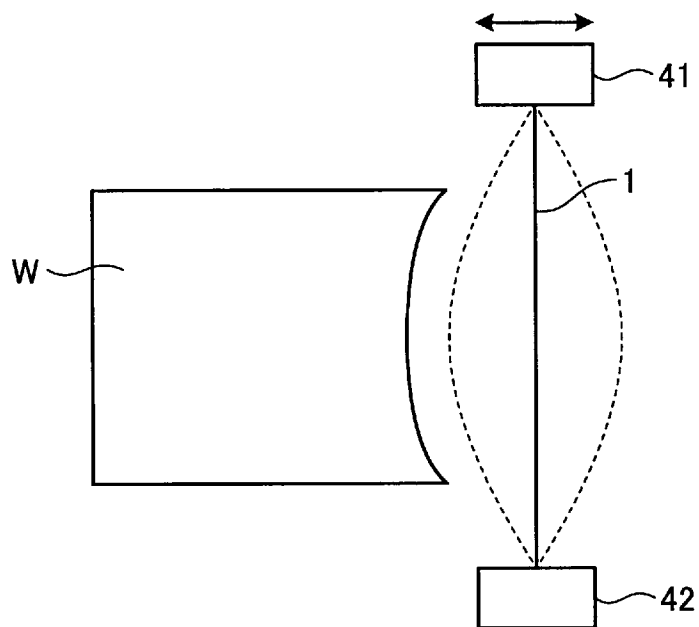
[図8]



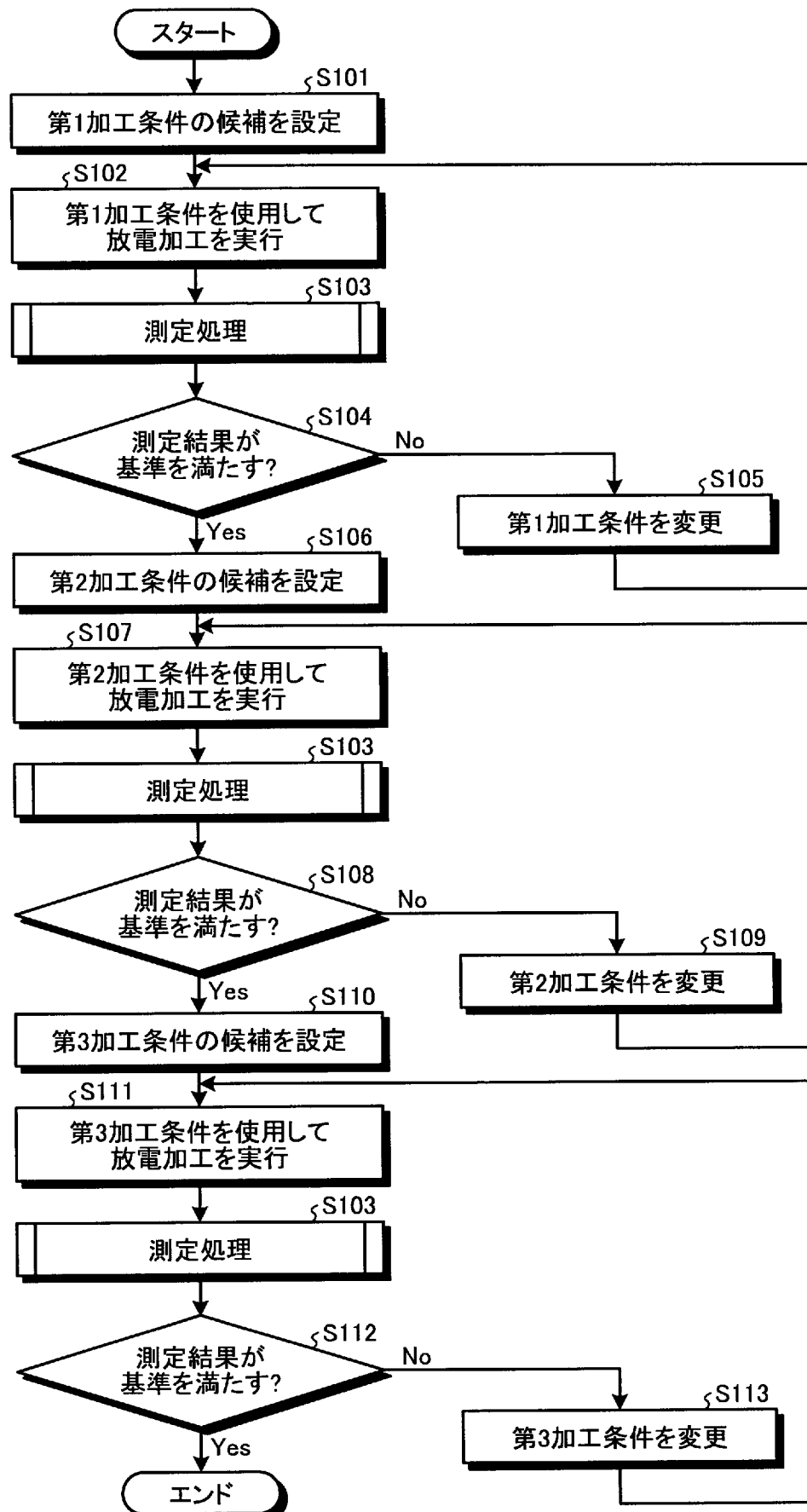
[図9]



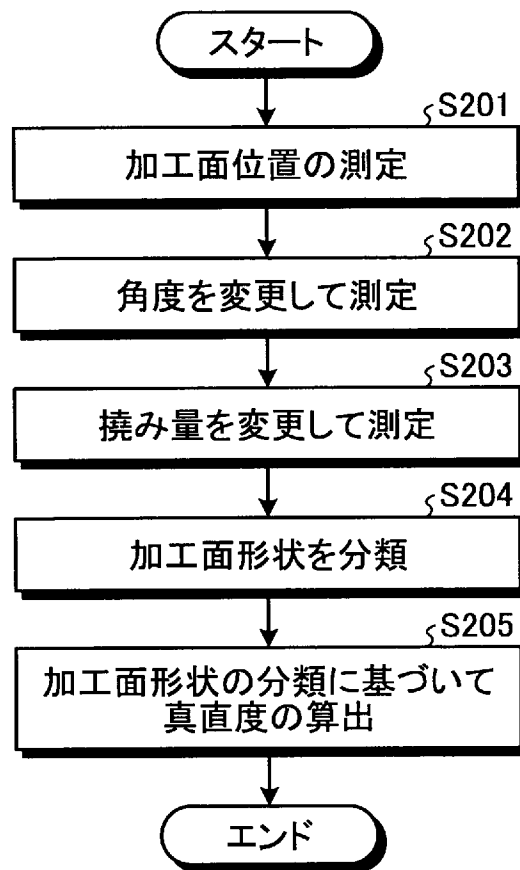
[図10]



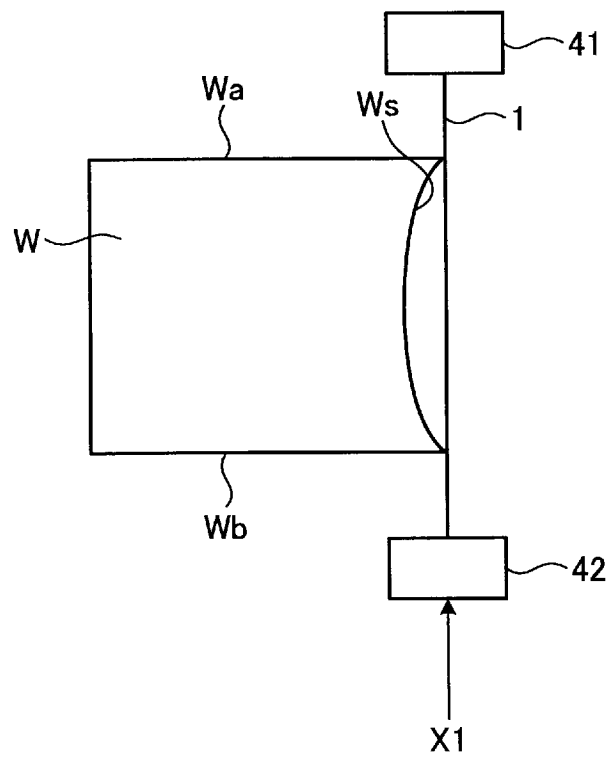
[図11]



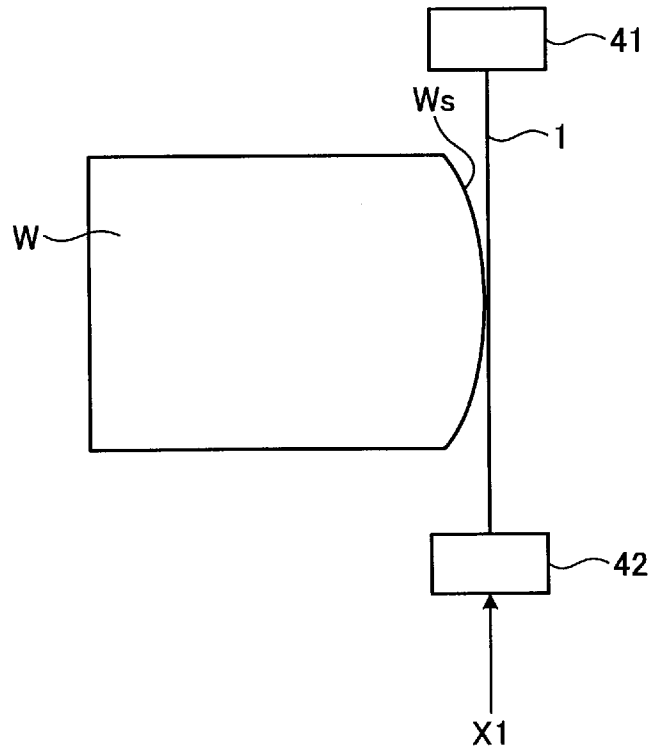
[図12]



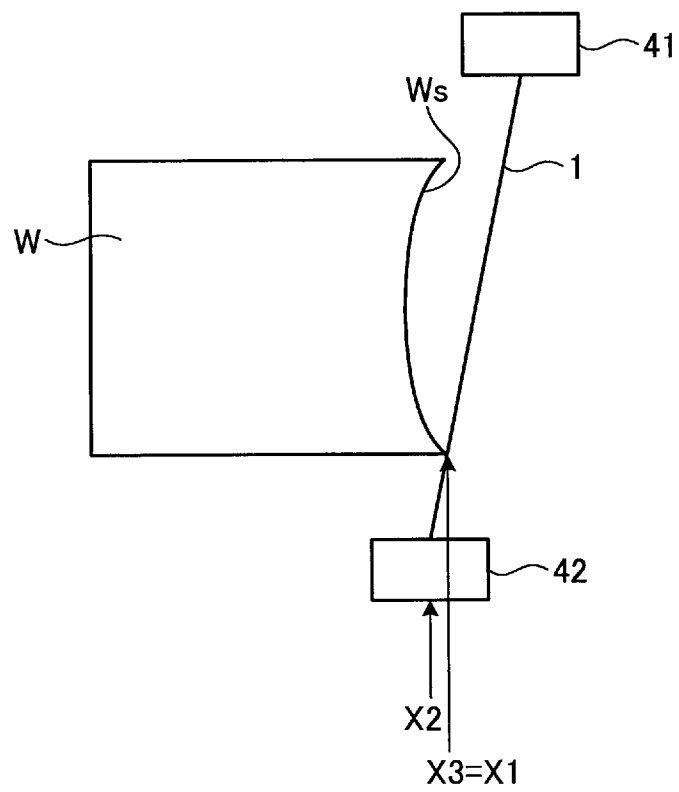
[図13]



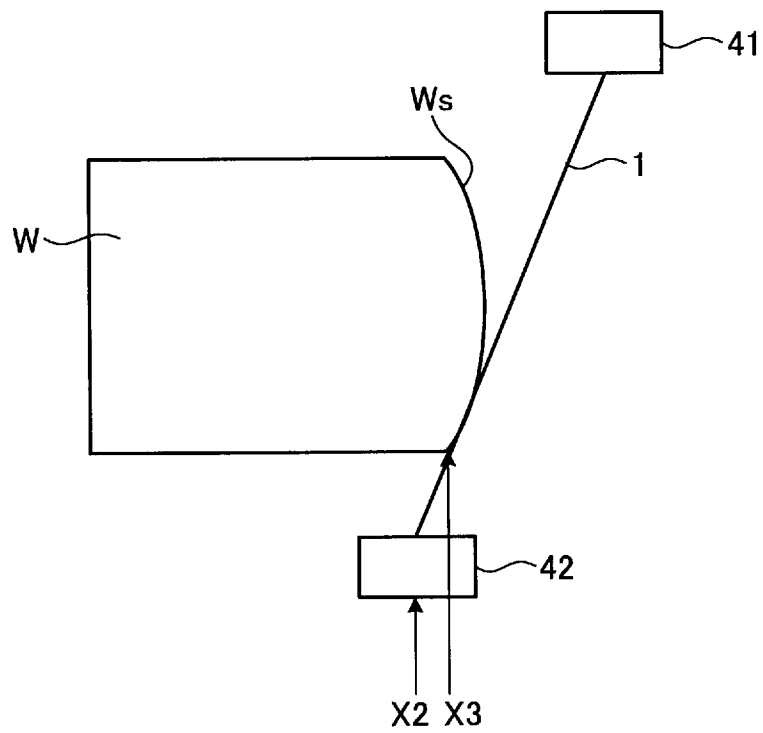
[図14]



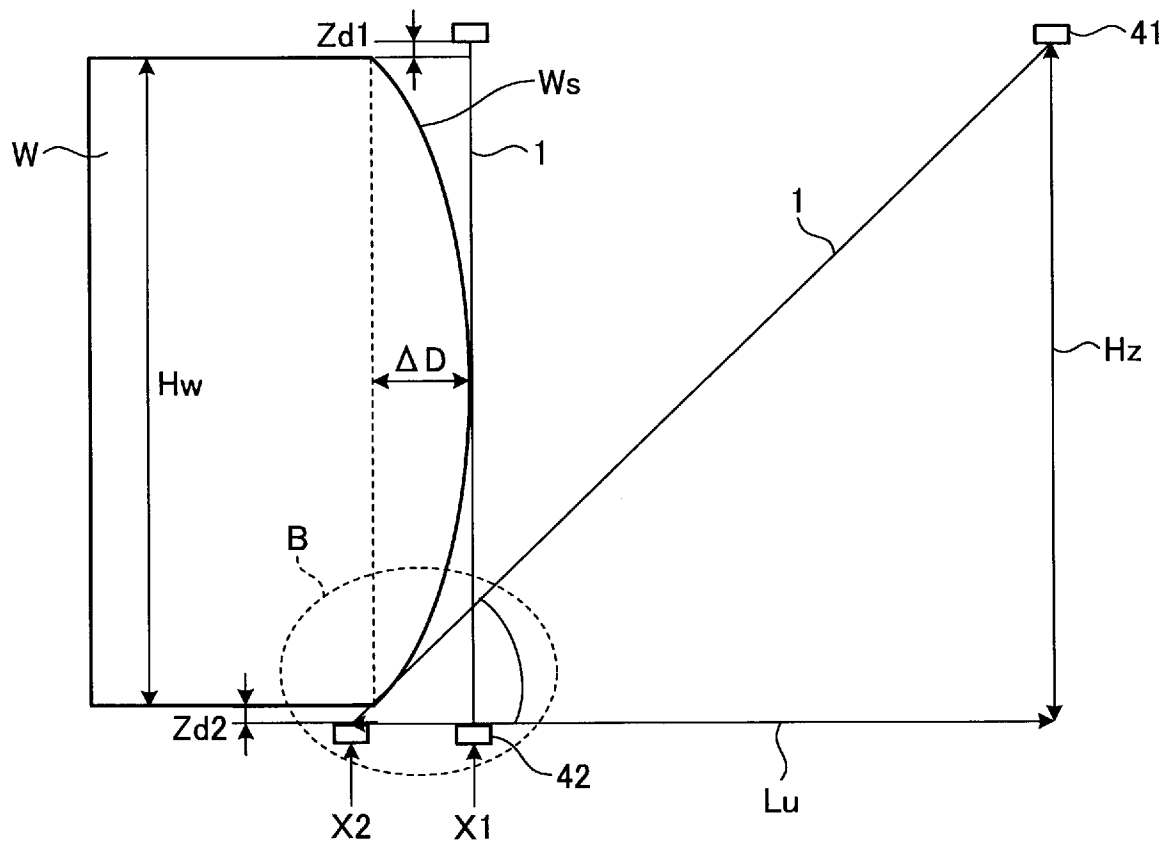
[図15]



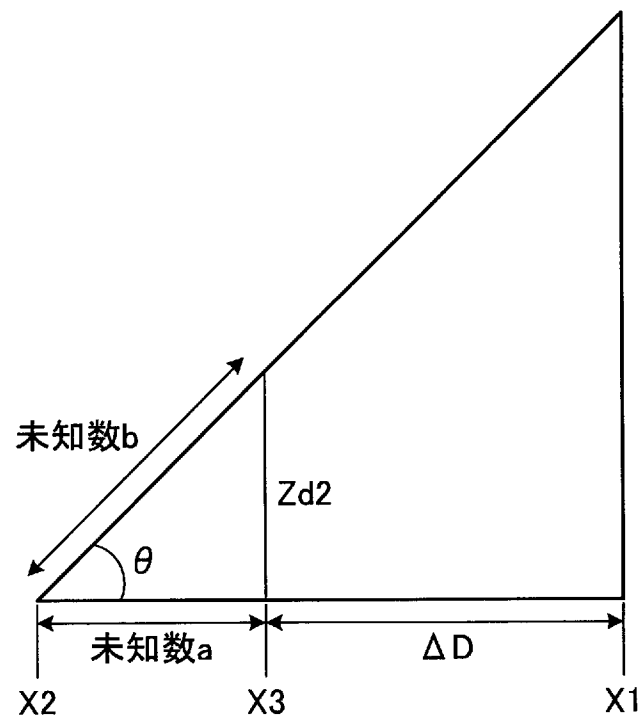
[図16]



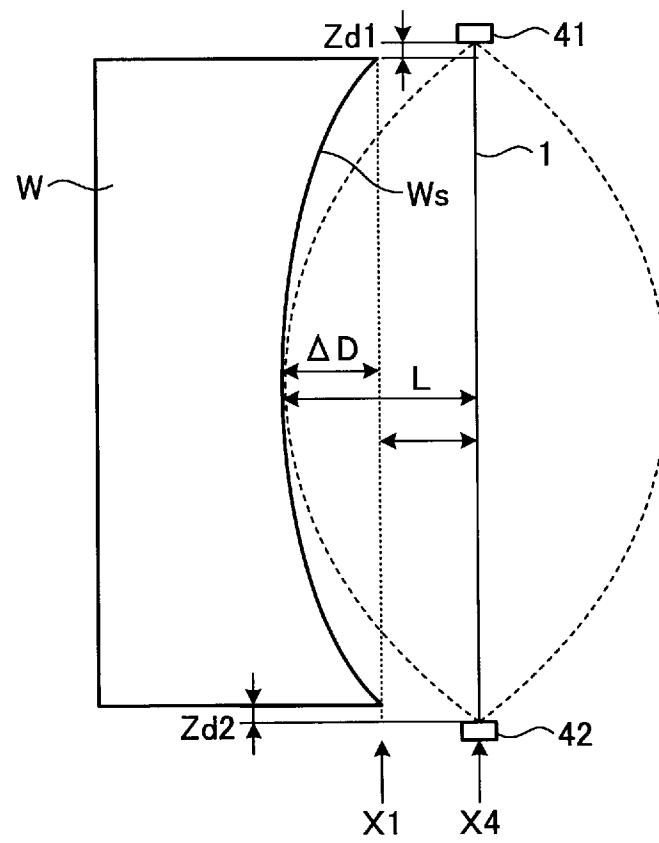
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23H7/02 (2006.01) i, B23H1/00 (2006.01) 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. B23H7/02, B23H1/00

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.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 1442/1992 (Laid-open No. 9824/1994) (JAPAN AUTOMATIC MACHINE CO., LTD.) 08 February 1994, paragraphs [0002]-[0016], fig. 1-4 (Family: none)	1-13
A	JP 5-212621 A (INR KENKYUSHO KK) 24 August 1993, paragraphs [0006]-[0013], fig. 1, 2 (Family: none)	1-13
A	JP 62-241620 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 22 October 1987, page 2, upper right column, line 18 to lower right column, line 11, fig. 1 (Family: none)	1-13



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
19.07.2018Date of mailing of the international search report
31.07.2018Name 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/JP2018/022403

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-320266 A (MAKINO MILLING MACHINE) 24 November 1999, paragraphs [0029]-[0036], fig. 3 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23H7/02 (2006.01)i, B23H1/00 (2006.01)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. B23H7/02, B23H1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	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
A	日本国実用新案登録出願 4-1442 号 (日本国実用新案登録出願公開 6-9824 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (日本オートマチックマシン株式会社) 1994.02.08, 段落 [0002]-[0016], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 5-212621 A (株式会社アイ・エヌ・アール研究所) 1993.08.24, 段落 [0006]-[0013], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-13

☒ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

19.07.2018

国際調査報告の発送日

31.07.2018

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)

柏原 郁昭

3 P

3113

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
A	JP 62-241620 A (三菱電機株式会社) 1987. 10. 22, 第 2 ページ上右 欄第 18 行-下右欄第 11 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-1 3
A	JP 11-320266 A (株式会社牧野フライス製作所) 1999. 11. 24, 段落 [0029]-[0036], 図 3 (ファミリーなし)	1-1 3