

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6760997号
(P6760997)

(45) 発行日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日(2020.9.7)

(51) Int. Cl. F I
B 2 3 H 7/02 (2006.01) B 2 3 H 7/02 R
 B 2 3 H 7/02 S

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-114315 (P2018-114315)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成30年6月15日 (2018. 6. 15)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2019-217559 (P2019-217559A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	令和1年12月26日 (2019. 12. 26)		〇番地
審査請求日	令和1年11月12日 (2019. 11. 12)	(74) 代理人	100077665
早期審査対象出願			弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工機および加工条件調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤ電極を搬送経路に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、前記ワイヤ電極と加工対象物との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて前記加工対象物に放電加工を行うワイヤ放電加工機であって、

前記ワイヤ電極を前記加工対象物に向けて搬送するために前記ワイヤ電極を送り出すためのローラを駆動するモータと、

前記モータの回転位置を検出するエンコーダと、

前記搬送経路において前記加工対象物よりも上流側に設けられて前記ワイヤ電極を支持する上ワイヤガイド部と、

前記搬送経路において前記加工対象物よりも下流側に設けられて前記ワイヤ電極を支持する下ワイヤガイド部と、

前記ワイヤ電極の断線を検出する断線検出部と、

前記ワイヤ電極が前記加工対象物に向かって搬送されるように前記モータを制御するものであって、前記ワイヤ電極の断線が検出された場合は、前記モータを制御して、断線により生じた上流側の前記ワイヤ電極の先端が前記搬送経路上の所定位置に到達するまで上流側の前記ワイヤ電極を巻き戻すモータ制御部と、

前記エンコーダから出力されるパルス数と一定の長さとを乗算して前記ワイヤ電極の巻き戻し量を算出することで、前記ワイヤ電極の前記搬送経路における断線位置を算出する位置算出部と、

10

20

前記断線位置が前記搬送経路における所定区間内にある場合に、前記加工条件の調整を行う調整部と、

を備え、

前記所定区間は、前記上ワイヤガイド部と前記下ワイヤガイド部との間における区間であるワイヤ放電加工機。

【請求項2】

請求項1に記載のワイヤ放電加工機であって、

前記所定区間には前記加工対象物が含まれるワイヤ放電加工機。

【請求項3】

請求項1または2に記載のワイヤ放電加工機であって、

前記加工対象物の上流側に設けられ、断線により生じた上流側の前記ワイヤ電極の先端が前記搬送経路上の前記所定位置に到達したか否かを検出するための先端検出部を更に備え、

前記位置算出部は、

断線時において、上流側の前記ワイヤ電極の巻き戻しの開始時点から、前記ワイヤ電極の先端が検出される時点までの前記巻き戻し量を算出することで前記ワイヤ電極の前記断線位置を算出するワイヤ放電加工機。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載のワイヤ放電加工機であって、

前記加工条件には、電圧パルスの休止時間とサーボ電圧と前記加工対象物の送り速度の少なくとも一つが含まれ、

前記調整部は、前記断線位置が前記所定区間内にある場合に、前記断線が発生する前に比べ、前記電圧パルスの休止時間を延長する処理と前記サーボ電圧を上昇させる処理と前記加工対象物の送り速度を低下させる処理のうちの少なくとも一つを実行するワイヤ放電加工機。

【請求項5】

ワイヤ電極を搬送経路に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、前記ワイヤ電極と加工対象物との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて前記加工対象物に放電加工を行うワイヤ放電加工機により実行される加工条件調整方法であって、

前記ワイヤ放電加工機は、

前記ワイヤ電極を前記加工対象物に向けて搬送するために前記ワイヤ電極を送り出すためのローラを駆動するモータと、

前記モータの回転位置を検出するエンコーダと、

前記搬送経路において前記加工対象物よりも上流側に設けられて前記ワイヤ電極を支持する上ワイヤガイド部と、

前記搬送経路において前記加工対象物よりも下流側に設けられて前記ワイヤ電極を支持する下ワイヤガイド部と、

を備え、

前記ワイヤ電極が前記加工対象物に向かって搬送されるように前記モータを制御する送出制御ステップと、

前記ワイヤ電極の断線を検出する断線検出ステップと、

前記ワイヤ電極の断線が検出された場合は、前記モータを制御して、断線により生じた上流側の前記ワイヤ電極の先端が前記搬送経路上の所定位置に到達するまで上流側の前記ワイヤ電極を巻き戻す巻き戻し制御ステップと、

前記エンコーダから出力されるパルス数と一定の長さとを乗算して前記ワイヤ電極の巻き戻し量を算出することで、前記ワイヤ電極の前記搬送経路における断線位置を算出する位置算出ステップと、

前記断線位置が前記搬送経路における所定区間内にある場合に、前記加工条件の調整を行う調整ステップと、

を含み、

10

20

30

40

50

前記所定区間は、前記上ワイヤガイド部と前記下ワイヤガイド部との間における区間である加工条件調整方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の加工条件調整方法であって、
前記所定区間には前記加工対象物が含まれる加工条件調整方法。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の加工条件調整方法であって、
前記ワイヤ放電加工機は、前記加工対象物の上流側に設けられ、断線により生じた上流側の前記ワイヤ電極の先端が前記搬送経路上の前記所定位置に到達したか否かを検出するための先端検出部を更に備え、

10

前記位置算出ステップは、
断線時において、上流側の前記ワイヤ電極の巻き戻しの開始時点から、前記ワイヤ電極の先端が検出される時点までの前記巻き戻し量を算出することで前記ワイヤ電極の前記断線位置を算出する加工条件調整方法。

【請求項 8】

請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の加工条件調整方法であって、
前記加工条件には、電圧パルスの休止時間とサーボ電圧と前記加工対象物の送り速度の少なくとも一つが含まれ、

前記調整ステップは、前記断線位置が前記所定区間内にある場合に、前記断線が発生する前に比べ、前記電圧パルスの休止時間を延長する処理と前記サーボ電圧を上昇させる処理と前記加工対象物の送り速度を低下させる処理のうちの少なくとも一つを実行する加工条件調整方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工条件を調整して加工対象物に対し放電加工を行うワイヤ放電加工機およびその加工条件調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイヤ放電加工機を用いた加工技術において、ワイヤ電極の断線の回数が所定回数よりも多くなった場合に、加工条件を変更することにより断線の発生を抑制する技術が知られている（例えば、特許文献 1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 1 - 3 1 0 8 2 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ワイヤ電極の断線の原因には様々なものがあるが、部品の摩耗やワイヤ走行系の一時的な外乱など、加工条件の調整が不要な場合もある。不要な加工条件の調整を行った場合には、加工速度の低下等により生産効率が低下する場合がある。

40

【0005】

本発明は、加工条件の不要な調整を行うことによる効率低下を防止するワイヤ放電加工機および加工条件調整方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 の態様は、ワイヤ電極を搬送経路に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、前記ワイヤ電極と加工対象物との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて前記加工対象物に放電加工を行うワイヤ放電加工機であって、前記ワイヤ

50

電極の断線を検出する断線検出部と、前記ワイヤ電極の前記搬送経路における断線位置を算出する位置算出部と、前記断線位置が前記搬送経路における所定区間内にある場合に、前記加工条件の調整を行う調整部と、を備える。

【0007】

本発明の第2の態様は、ワイヤ電極を搬送経路に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、前記ワイヤ電極と加工対象物との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて前記加工対象物に放電加工を行うワイヤ放電加工機により実行される加工条件調整方法であって、前記ワイヤ電極の断線を検出する断線検出ステップと、前記ワイヤ電極の前記搬送経路における断線位置を算出する位置算出ステップと、前記断線位置が前記搬送経路における所定区間内にある場合に、前記加工条件の調整を行う調整ステップと、を含む。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、加工条件の不要な調整を行うことによる効率低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係るワイヤ放電加工機の構成の概略を示す図である。

【図2】本実施形態における制御装置の機能ブロックの一例を示す図である。

【図3】本実施形態に係るワイヤ放電加工機による処理の一例を示すフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明に係るワイヤ放電加工機および加工条件調整方法について、好適な実施形態を掲げ、添付の図面を参照しながら以下、詳細に説明する。

【0011】

[実施形態]

図1は、本実施形態に係るワイヤ放電加工機10の構成の概略を示す図である。ワイヤ放電加工機10は、ワイヤ電極12と加工対象物Wとにより形成される隙間(極間とも記載する)に電圧を印加して放電を発生させることで、加工対象物Wに対して加工(放電加工とも記載する)を施す工作機械である。

30

【0012】

ワイヤ電極12の材質は、例えば、タングステン系、銅合金系、黄銅系等の金属材料である。一方、加工対象物Wの材質は、例えば、鉄系材料または超硬材料等の金属材料である。なお、加工対象物Wは、ワイヤ電極12と交差する平面に沿って移動可能な、不図示のテーブルによって支持される。テーブルは、制御装置18が不図示のモータを駆動制御することにより移動する。

【0013】

ワイヤ放電加工機10は、ワイヤ電極12を所定の搬送経路Cに沿って搬送する搬送機構14(搬送装置)を備える。ワイヤ放電加工機10は、更に、ワイヤ電極12の張力を検出する張力検出部(断線検出部)34と、ワイヤ電極12の先端を検出するための先端検出電極38と、ワイヤ放電加工機10全体の動作を制御する制御装置18とを備える。

40

【0014】

搬送機構14は、搬送経路Cにおける上流側から下流側に向かって順に、ワイヤボビン40と、ガイドローラ42、44と、ブレーキローラ46と、ガイドローラ48と、上パイプ50と、上ワイヤガイド(上ワイヤガイド部)52と、下ワイヤガイド(下ワイヤガイド部)54と、下パイプ56と、ピンチローラ58と、フィードローラ60等とを備える。

【0015】

搬送機構14は、ワイヤ電極12に断線が生じた場合等において、制御装置18の制御

50

の下、ワイヤ電極 1 2 を自動的に搬送経路 C に沿って搬送する結線処理を実行する。結線処理とは、ワイヤボビン 4 0 に巻かれたワイヤ電極 1 2 を、搬送経路 C に沿って搬送し、上ワイヤガイド 5 2、加工対象物 W、および、下ワイヤガイド 5 4 等に通し、ピンチローラ 5 8 およびフィードローラ 6 0 により挟持させる処理である。ワイヤ電極 1 2 が結線されると、ワイヤ電極 1 2 には所定の張力が付与される。

【 0 0 1 6 】

搬送機構 1 4 は、また、結線後のワイヤ電極 1 2 を、例えば放電加工中に、搬送経路 C に沿って搬送する。以下、搬送経路 C に沿い、ワイヤ放電加工機 1 0 に含まれる各構成要素について説明する。

【 0 0 1 7 】

ワイヤボビン 4 0 には、長尺なワイヤ電極 1 2 が巻かれており、ワイヤボビン 4 0 から供給されたワイヤ電極 1 2 は、ガイドローラ 4 2、4 4、ブレーキローラ 4 6、および、ガイドローラ 4 8 に掛け渡された後、上パイプ 5 0 に送られる。上パイプ 5 0 に送られたワイヤ電極 1 2 は、上パイプ 5 0 の挿通孔 5 0 a 内を通して下流側（下方）に進み、上ワイヤガイド 5 2 に送られる。そして、上ワイヤガイド 5 2 に送られたワイヤ電極 1 2 は、上ワイヤガイド 5 2 と下ワイヤガイド 5 4 との間に位置する加工対象物 W の加工開始孔 W h または加工溝 W g を通って、下ワイヤガイド 5 4 に向けて下流側（下方）に送られる。下ワイヤガイド 5 4 に送られたワイヤ電極 1 2 は、下パイプ 5 6 の挿通孔 5 6 a 内を通った後、ワイヤ電極 1 2 を挟持するピンチローラ 5 8 およびフィードローラ 6 0 によって回収される。

【 0 0 1 8 】

ワイヤボビン 4 0 は、制御装置 1 8 の制御の下で駆動する、エンコーダ E C 1 を有するモータ M 1 から与えられたトルクによって回転する。モータ M 1 は、ワイヤ電極 1 2 が断線した場合において、制御装置 1 8 からの制御により、ワイヤボビン 4 0 を回転させ、ワイヤ電極 1 2 を巻き戻させる。エンコーダ E C 1 はモータ M 1 の回転位置を測定する。

【 0 0 1 9 】

ガイドローラ 4 2、4 4 は、ワイヤボビン 4 0 から送り出されたワイヤ電極 1 2 の搬送方向を変化させてブレーキローラ 4 6 に向けて案内する。

【 0 0 2 0 】

ブレーキローラ 4 6 は、制御装置 1 8 の制御の下で駆動する、エンコーダ E C 2 を有するモータ M 2 から与えたトルクによって回転する。このブレーキローラ 4 6 に与えるトルクを変えることで、ワイヤ電極 1 2 に対して制動力を与えることができる。ブレーキローラ 4 6 は、搬送されてきたワイヤ電極 1 2 の搬送方向を変化させる。本実施形態におけるブレーキローラ 4 6 は、所定方向に搬送されてきたワイヤ電極 1 2 を下方向へと送り出す。また、ブレーキローラ 4 6 は、ワイヤ電極 1 2 に対して摩擦による制動力を付与し、ワイヤ電極 1 2 を滑りなく移動させる。これにより、ワイヤ放電加工機 1 0 は、ブレーキローラ 4 6 の回転量に基づき、ワイヤ電極 1 2 の送出量を精度良く認識することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

モータ M 2 は、ワイヤ電極 1 2 が断線した場合において、制御装置 1 8 からの制御により、ワイヤボビン 4 0 を回転させ、ワイヤ電極 1 2 を巻き戻させる。エンコーダ E C 2 はモータ M 2 の回転位置を測定する。

【 0 0 2 2 】

張力検出部 3 4 は、搬送経路 C においてブレーキローラ 4 6 とガイドローラ 4 8 との間に設けられ、ワイヤ電極 1 2 の張力を検出するセンサである。張力検出部 3 4 は、ワイヤ電極 1 2 に断線が生じた場合に、ワイヤ電極 1 2 に付された張力の変化を検出することでワイヤ電極 1 2 の断線を検出できるため、ワイヤ電極 1 2 の断線を検出するための断線検出部としても機能しうる。以下、張力検出部 3 4 を断線検出部とも記載する。

【 0 0 2 3 】

ガイドローラ 4 8 は、ブレーキローラ 4 6 から送り出されたワイヤ電極 1 2 を上パイプ

10

20

30

40

50

50の挿通孔50aに導く。

【0024】

先端検出電極38は、搬送経路Cにおいて上パイプ50と上ワイヤガイド52との間に設けられている。

【0025】

先端検出電極38は、ワイヤ電極12の断線による先端部分を検出する。先端検出電極38は、張力検出部34がワイヤ電極12の断線を検出した場合に、制御装置18による制御の下、ワイヤ電極12と接触可能になるよう移動する。本実施形態における先端検出電極38は、ワイヤ電極12の搬送方向に直交する方向に移動可能であり、放電加工中には搬送経路Cから離れた退避位置にあり、断線の検出により搬送経路Cと接する位置または交差する位置へと移動する。これにより、先端検出電極38は、移動した位置にワイヤ電極12がある場合において、当該ワイヤ電極12と接触する。

10

【0026】

先端検出電極38は、不図示の電圧センサと電源部とに接続されている。先端検出電極38がワイヤ電極12と接触していなければ、先端検出電極38の電圧は当該電源部の電圧と等しいままであり、先端検出電極38がワイヤ電極12と接触すれば、先端検出電極38とワイヤ電極12との間に電流が流れ、先端検出電極38の電圧は当該電源部の電圧とは異なる値となる。これによりワイヤ電極12が先端検出電極38と接触したことを検出できる。そしてこれにより、ワイヤ電極12の断線時において、搬送経路Cの側へ移動した先端検出電極38がワイヤ電極12と接触した場合で、その後、ワイヤ電極12が巻き戻され先端検出電極38がワイヤ電極12と接触しなくなる際に、ワイヤ電極12の先端の検出がされる。

20

【0027】

上パイプ50は、搬送経路Cにおいてガイドローラ48の下流側に設けられ、ワイヤ電極12を挿通するための挿通孔50aが形成されている。ワイヤ電極12が挿通孔50aに挿通されることにより、上パイプ50は、ワイヤ電極12を搬送経路Cに沿って下流へと案内する。

【0028】

上ワイヤガイド52は、搬送経路C上において、先端検出電極38から下流側、且つ加工対象物Wの上流側に設けられ、ワイヤ電極12の搬送および支持を行う。下ワイヤガイド54は、搬送経路Cにおいて、加工対象物Wの下流側に設けられ、上ワイヤガイド52と同様、ワイヤ電極12の搬送および支持を行う。

30

【0029】

下パイプ56は、搬送経路Cにおいて下ワイヤガイド54の下流側に設けられ、その内部にはワイヤ電極12を通す挿通孔56aが形成されている。本実施形態における下パイプ56は、下ワイヤガイド54から送出されたワイヤ電極12を、水平方向に、ピンチローラ58およびフィードローラ60へと送出する。

【0030】

ピンチローラ58およびフィードローラ60は、搬送経路Cにおいて下パイプ56の下流側の側方に設けられる。ピンチローラ58およびフィードローラ60は、使用済のワイヤ電極12を挟み込んで搬送経路Cにおける搬送方向に引っ張る。引っ張られたワイヤ電極12は、図示しない回収部に回収される。フィードローラ60は、制御装置18の制御の下で駆動するモータM3から与えられたトルクによって回転する。

40

【0031】

図2は、本実施形態における制御装置18の機能ブロックの一例を示す図である。制御装置18は、モータ群駆動制御部70、電極制御部72、位置算出部74、記憶部76、および調整部78等を備える。制御装置18は、例えば、CPU(Central Processing Unit)等のプロセッサ、ROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)等のメモリ、各種インターフェース等により構成することができる。メモリは、記憶部76の機能を実現する。プロセッサは、インターフェースを介して取得した情報とメ

50

メモリに記憶されたプログラムや各種情報を用いて処理を実行することにより位置算出部 74 として機能する。またプロセッサは、メモリに記憶されたプログラムや各種情報等を用いて処理を実行して、インターフェースを介することによりモータ群駆動制御部 70、電極制御部 72、および調整部 78 として機能する。

【0032】

モータ群駆動制御部 70 は、加工中に、ワイヤ電極 12 が搬送経路 C に沿って一定の張力を付加されながら搬送されるように、モータ M1 ~ M3 を駆動させる。一方、モータ群駆動制御部 70 は、加工中におけるワイヤ電極 12 の断線時においては、搬送経路 C においてワイヤ電極 12 が断線した位置（断線位置とも記載する）から上流側のワイヤ電極 12 を搬送方向とは逆方向に巻き戻し、下流側のワイヤ電極 12 を搬送方向に搬送するようモータ M1 ~ M3 の各々を駆動させる。

10

【0033】

電極制御部 72 は、先端検出電極 38 の動作を制御し、張力検出部 34 がワイヤ電極 12 の断線を検出した場合には、ワイヤ電極 12 と接触可能な位置に移動させる。

【0034】

位置算出部 74 は、張力検出部 34 がワイヤ電極 12 の断線を検出し、先端検出電極 38 がワイヤ電極 12 を検出した場合に、ワイヤ電極 12 の巻き戻し開始時点からワイヤ電極 12 の先端が検出された時点までの間に、エンコーダ EC1 とエンコーダ EC2 の少なくとも一方からパルスを取得する。パルスは、モータ M1 またはモータ M2 の回転位置に一定の変化があるたびにエンコーダ EC1 または EC2 から出力される。位置算出部 74 は、このパルスをカウントする。

20

【0035】

位置算出部 74 は、エンコーダ EC1 とエンコーダ EC2 の少なくとも一方から取得したパルスの数に基づいて、ワイヤ電極 12 の巻き戻し量を算出する。位置算出部 74 は、ワイヤ電極 12 の巻き戻し量から、ワイヤ電極 12 の断線位置を導出する。断線位置は、先端検出電極 38 から、搬送経路 C に沿って、ワイヤ電極 12 の巻き戻し量の分だけ下流の位置となる。そのため、ワイヤ電極 12 の巻き戻し量を算出することにより、先端検出電極 38 を起点とした、搬送経路 C に沿った断線位置が算出される。

【0036】

記憶部 76 は、加工条件について記憶する。加工条件は、放電加工の加工条件であり、電圧パルスの休止時間と、サーボ電圧と、加工対象物 W の送り速度のうちの少なくとも一方を含む。電圧パルスの休止時間とは、極間に対して電圧の印加を終了してから次に電圧を印加するまでの時間を指す。また、サーボ電圧とは、加工中の放電間隙が一定となるようワイヤ電極 12 を進めていくための基準電圧を指す。なお、放電間隙とは、電圧パルスを印加してから放電が始まるまでの時間間隔を指す。また加工対象物 W の送り速度とは、ワイヤ電極 12 と交差する平面上における、加工対象物 W のワイヤ電極 12 方向への移動速度を指す。記憶部 76 は、また、搬送経路 C における所定区間の範囲を記憶する。所定区間は、例えば、上ワイヤガイド 52 と下ワイヤガイド 54 との間の区間を指す。

30

【0037】

調整部 78 は、放電加工に際し、加工条件を、予め記憶部 76 において定められている加工条件に設定する。このような予め定められた加工条件における放電加工の実行中に断線が生じた場合であって、断線位置が所定区間に含まれる場合、この断線は加工条件に起因するものと推測されるため、調整部 78 は、加工条件を変更する。加工条件に起因して発生する断線は、放電エネルギーが高すぎるのが原因であると考えられるため、調整部 78 は、発生する放電エネルギーを低くするよう加工条件を変更する。具体的には、調整部 78 は、極間に電圧を印加する図示しない電源部を制御し、断線の検出がない場合に比べ、電圧パルスの休止時間を延長する処理とサーボ電圧を高くする処理と加工対象物 W の送り速度を低くする処理のうちの少なくとも一方を実行する。

40

【0038】

調整部 78 は、予め定められた加工条件における放電加工の実行中に断線が生じない場

50

合や、断線が生じてても断線位置が所定区間に含まれない場合には、上述したような加工条件の変更を行わない。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、本実施形態に係るワイヤ放電加工機 1 0 による処理の一例を示すフローチャートである。ステップ S 1 におけるワイヤ放電加工機 1 0 による予め定められた加工条件による放電加工の実行中に、張力検出部（断線検出部）3 4 がワイヤ電極 1 2 の断線を検出すると（ステップ S 2 : Y E S）、ワイヤ放電加工機 1 0 の処理はステップ S 3 へ移行する。張力検出部 3 4 がワイヤ電極 1 2 の断線を検出しない場合（ステップ S 2 : N O）、引き続きワイヤ放電加工機 1 0 による加工処理が実行される（ステップ S 1）。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 3 においてワイヤ放電加工機 1 0 は、加工処理を停止する。この際にモータ群駆動制御部 7 0 は、モータ M 1 ~ M 3 を制御して停止させ、ワイヤ電極 1 2 の搬送方向への送り出し処理の停止を行うなどの処理を実行する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 3 に続いて、電極制御部 7 2 は、先端検出電極 3 8 を制御して、ワイヤ電極 1 2 と接触可能な位置まで移動させる（ステップ S 4）。ステップ S 5 において、位置算出部 7 4 は、エンコーダ E C 1 またはエンコーダ E C 2 からのパルスを計測するカウンタの値を 0 にする。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 6 において、モータ群駆動制御部 7 0 は、モータ M 3 等を制御して、搬送経路 C において断線位置から下流側のワイヤ電極 1 2 を巻き取らせ、回収部に回収させることにより除去する。下流側のワイヤ電極 1 2 の除去（ステップ S 6）後において、先端検出電極 3 8 がワイヤ電極 1 2 と接触している場合（ステップ S 7 : Y E S）、モータ群駆動制御部 7 0 は、モータ M 1 とモータ M 2 とを制御し、ワイヤ電極 1 2 を一定の長さだけ巻き戻させる（ステップ S 8）。本実施形態では、このワイヤ電極 1 2 の一定の長さは、エンコーダ E C 1 またはエンコーダ E C 2 から 1 つのパルスが出力される長さであるとする。

【 0 0 4 3 】

断線位置から下流側のワイヤ電極 1 2 の除去（ステップ S 6）後において、先端検出電極 3 8 がワイヤ電極 1 2 と接触してしない場合（ステップ S 7 : N O）、ワイヤ放電加工機 1 0 による処理は、ステップ S 1 3 に移行する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 8 の処理後において、先端検出電極 3 8 がワイヤ電極 1 2 と接触している場合（ステップ S 9 : Y E S）、ステップ S 8 の処理とステップ S 9 の処理とが繰り返される。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 9 において先端検出電極 3 8 がワイヤ電極 1 2 の接触を検出しなくなった場合（ステップ S 9 : N O）、位置算出部 7 4 は、エンコーダ E C 1 またはエンコーダ E C 2 から取得したパルスの数と、一定の長さ を乗じて、ワイヤ電極 1 2 の巻き戻し量を算出して断線位置を算出する（ステップ S 1 0）。

【 0 0 4 6 】

調整部 7 8 は、ステップ S 1 0 において算出された断線位置が、所定区間内に含まれるか否かを判定する（ステップ 1 1）。断線位置が、所定区間内にある場合（ステップ S 1 1 : Y E S）、調整部 7 8 は、上述したように加工条件を変更する（ステップ S 1 2）。ステップ S 1 2 の処理後、ワイヤ放電加工機 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理を実行する。断線位置が所定区間内でない場合（ステップ S 1 1 : N O）、ワイヤ放電加工機 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理を実行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 3 において、結線処理とこれに伴う処理が実行される。結線処理は、ワイヤ放電加工機 1 0 による自動結線処理であるが、必要に応じてオペレータの手動による処

10

20

30

40

50

理であってもよい。

【0048】

ステップS13の処理後、ワイヤ放電加工機10は、加工処理を実行する(ステップS1)。

【0049】

本実施形態に係るワイヤ放電加工機10は、予め定められた加工条件において加工処理を実行している場合に断線が生じた場合であって、断線位置が加工対象物Wを含む上ワイヤガイド52と下ワイヤガイド54との間の区間(所定区間)にある場合において、加工条件の調整を行い、断線位置が所定区間内にはない場合には加工条件の調整を行わない。これにより、加工条件に起因すると推測される断線の再発を抑制できるとともに、加工条件に起因しない断線が生じた場合における不要な加工条件の調整による効率低下の防止を計ることができる。

10

【0050】

[実施形態から得られる技術的思想]

上記実施形態から把握しうる技術的思想について、以下に記載する。

【0051】

<第1の技術的思想>

ワイヤ電極(12)を搬送経路(C)に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、ワイヤ電極(12)と加工対象物(W)との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて加工対象物(W)に放電加工を行うワイヤ放電加工機(10)は、ワイヤ電極(12)の断線を検出する断線検出部(34)と、ワイヤ電極(12)の搬送経路(C)における断線位置を算出する位置算出部(74)と、断線位置が搬送経路(C)における所定区間内にある場合に、加工条件の調整を行う調整部(78)と、を備える。

20

【0052】

これにより、加工条件の不要な調整を行うことによる効率低下を防止することができる。

【0053】

ワイヤ放電加工機(10)において、所定区間には加工対象物(W)が含まれてもよい。これにより、放電加工の加工条件が原因となる断線の再発を抑制することができる。

【0054】

ワイヤ放電加工機(10)は、搬送経路(C)において加工対象物(W)よりも上流側に設けられてワイヤ電極(12)を支持する上ワイヤガイド部(52)と、搬送経路(C)において加工対象物(W)よりも下流側に設けられてワイヤ電極(12)を支持する下ワイヤガイド部(54)と、を更に備えてもよく、所定区間は、上ワイヤガイド部(52)と下ワイヤガイド部(54)との間における区間であってもよい。これにより、放電加工の加工条件が原因となる断線の再発を抑制することができる。

30

【0055】

ワイヤ放電加工機(10)は、ワイヤ電極(12)を搬送経路(C)に沿って搬送するとともに、ワイヤ電極(12)が断線した場合に搬送経路(C)において上流側のワイヤ電極(12)を搬送方向とは反対の方向に巻き戻す搬送装置(14)と、加工対象物(W)の上流側に設けられワイヤ電極(12)の先端を検出する先端検出部(38)と、を更に備え、位置算出部(74)は、断線時において、搬送装置(14)による上流側のワイヤ電極(12)の巻き戻しの開始時点から、先端検出部(38)によりワイヤ電極(12)の先端が検出される時点まで巻き戻された上流側のワイヤ電極(12)の長さを算出することでワイヤ電極(12)の断線位置を算出してもよい。これにより、搬送経路(C)において先端検出部(38)より上流側で断線が生じた場合における算出処理を省くことができるとともに、正確に断線位置を算出することができる。

40

【0056】

加工条件には、電圧パルスの休止時間とサーボ電圧と加工対象物(W)の送り速度の少なくとも一方が含まれ、調整部(78)は、断線位置が所定区間内にある場合に、断線が

50

発生する前に比べ、電圧パルスの休止時間を延長する処理とサーボ電圧を上昇させる処理と加工対象物（W）の送り速度を低下させる処理のうちの少なくとも一方を実行してもよい。これにより、断線修復後の再加工処理の際に、断線が再び生じることを抑制することができる。

【0057】

<第2の技術的思想>

ワイヤ電極（12）を搬送経路（C）に沿って搬送するとともに、予め定められた加工条件で、ワイヤ電極（12）と加工対象物（W）との間に形成される極間に電圧を印加し放電を発生させて加工対象物（W）に放電加工を行うワイヤ放電加工機（10）により実行される加工条件調整方法は、ワイヤ電極（12）の断線を検出する断線検出ステップと、ワイヤ電極（12）の搬送経路（C）における断線位置を算出する位置算出ステップと、断線位置が搬送経路（C）における所定区間内にある場合に、加工条件の調整を行う調整ステップと、を含む。

10

【0058】

これにより、加工条件の不要な調整を行うことによる効率低下を防止することができる。

【0059】

加工条件調整方法において、所定区間には加工対象物（W）が含まれてもよい。これにより、放電加工が原因となる断線の再発を抑制することができる。

【0060】

20

ワイヤ放電加工機（10）は、搬送経路（C）において加工対象物（W）よりも上流側に設けられてワイヤ電極（12）を支持する上ワイヤガイド部（52）と、搬送経路（C）において加工対象物（W）よりも下流側に設けられてワイヤ電極（12）を支持する下ワイヤガイド部（54）と、を更に備えてもよく、加工条件調整方法において、所定区間は、上ワイヤガイド部（52）と下ワイヤガイド部（54）との間における区間であってもよい。これにより、放電加工が原因となる断線の再発を抑制することができる。

【0061】

加工条件調整方法は、ワイヤ電極（12）を搬送経路（C）に沿って搬送するとともに、ワイヤ電極（12）が断線した場合に搬送経路（C）において上流側のワイヤ電極（12）を搬送方向とは反対の方向に巻き戻す搬送ステップと、加工対象物（W）の上流側においてワイヤ電極（12）の先端を検出する先端検出ステップと、を更に含んでもよく、位置算出ステップは、断線時において、搬送ステップによる上流側のワイヤ電極（12）の巻き戻しの開始時点から、先端検出ステップによりワイヤ電極（12）の先端が検出される時点まで巻き戻された上流側のワイヤ電極（12）の長さを算出することでワイヤ電極（12）の断線位置を算出してもよい。これにより、正確に断線位置を算出することができる。

30

【0062】

加工条件調整方法において、加工条件には、電圧パルスの休止時間とサーボ電圧と加工対象物の送り速度の少なくとも一方が含まれ、調整ステップは、断線位置が所定区間内にある場合に、断線が発生する前に比べ、電圧パルスの休止時間を延長する処理とサーボ電圧を上昇させる処理と加工対象物の送り速度を低下させる処理のうちの少なくとも一方を実行してもよい。これにより、断線修復後の再加工処理の際に、断線が再び生じることを抑制することができる。

40

【符号の説明】

【0063】

- 10 ... ワイヤ放電加工機
- 12 ... ワイヤ電極
- 14 ... 搬送装置（搬送機構）
- 18 ... 制御装置
- 34 ... 断線検出部（張力検出部）
- 38 ... 先端検出部（先端検出電極）
- 40 ... ワイヤボビン
- 42、44、48 ... ガイドローラ
- 46 ... ブレーキローラ
- 50 ... 上パイプ

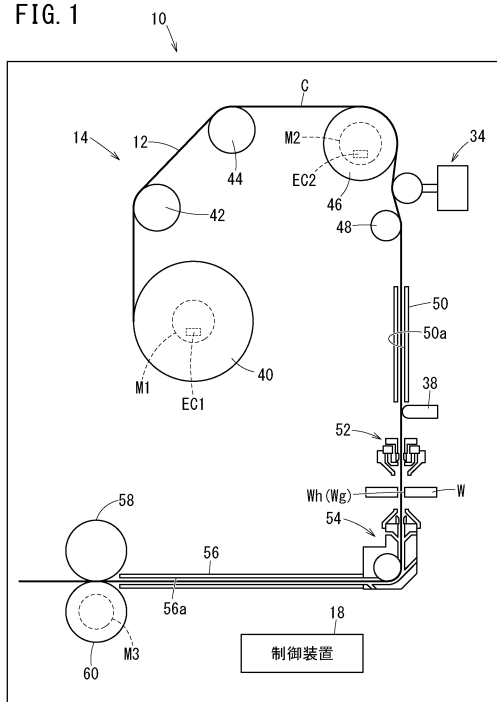
50

50 a、56 a ... 挿通孔
 54 ... 下ワイヤガイド部 (下ワイヤガイド)
 58 ... ピンチローラ
 70 ... モータ群駆動制御部
 74 ... 位置算出部
 78 ... 調整部
 EC 1、EC 2 ... エンコーダ
 W ... 加工対象物
 Wh ... 加工開始孔

52 ... 上ワイヤガイド部 (上ワイヤガイド)
 56 ... 下パイプ
 60 ... フィードローラ
 72 ... 電極制御部
 76 ... 記憶部
 C ... 搬送経路
 M 1、M 2、M 3 ... モータ
 Wg ... 加工溝

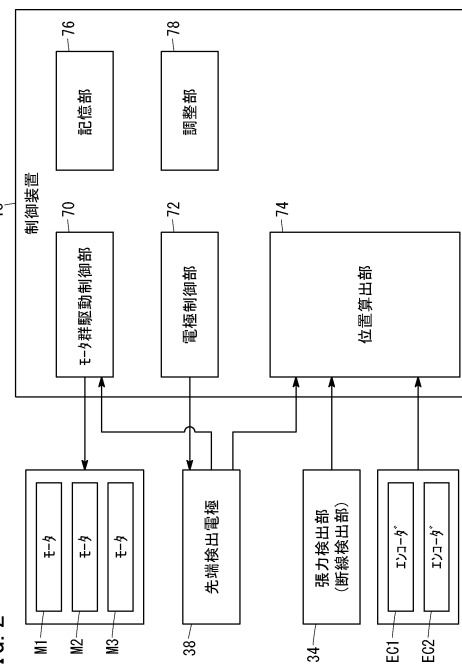
【 図 1 】

FIG. 1



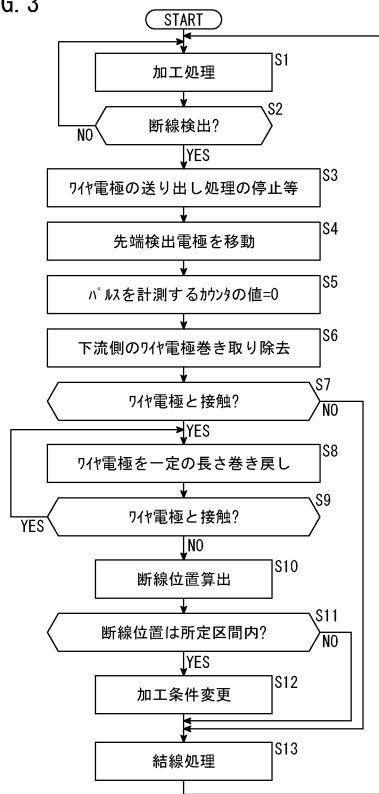
【 図 2 】

FIG. 2



【図3】

FIG. 3



フロントページの続き

(74)代理人 100180448

弁理士 関口 亨祐

(72)発明者 安部 博之

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 古川 博之

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 竹下 和志

(56)参考文献 特開平7-60548(JP,A)

特許第2573514(JP,B2)

特許第3235915(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23H 7/02, 7/10