

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-89159

(P2019-89159A)

(43) 公開日 令和1年6月13日 (2019.6.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 H 7/02 (2006.01)	B 2 3 H 7/02 R	3 C 0 5 9
	B 2 3 H 7/02 J	

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-219104 (P2017-219104)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	平成29年11月14日 (2017.11.14)		ファナック株式会社
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地
		(74) 代理人	100077665
			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	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工機の制御装置およびワイヤ放電加工機の制御方法

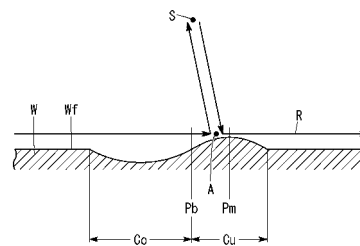
(57) 【要約】

【課題】 高い精度の加工面を得ることができるワイヤ放電加工機の制御装置を提供する。

【解決手段】 ワークWとワイヤ電極14との間の極間において放電を行いつつワークWとワイヤ電極14とを相対移動させて、加工経路Rに沿ってワークWの加工を行うワイヤ放電加工機10の制御装置12であって、ワークWの加工面Wfの状態を取得する加工面状態取得部30と、取得された加工面Wfの状態からワークWの加工過剰箇所C_oを取得し、ワイヤ電極14を加工開始点Sから加工面Wfに接近させるときのアプローチ点Aを、加工過剰箇所C_oを避けて設定する加工経路設定部32と、を有する。

【選択図】 図5

FIG. 5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ワークとワイヤ電極との間の極間において放電を行いつつ前記ワークと前記ワイヤ電極とを相対移動させて、加工経路に沿って前記ワークの加工を行うワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記ワークの加工面の状態を取得する加工面状態取得部と、

取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工過剰箇所を取得し、前記ワイヤ電極を加工開始点から前記加工面に接近させるときの接近点を、前記加工過剰箇所を避けて設定する加工経路設定部と、

を有する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工経路設定部は、前記ワイヤ電極を前記加工面から離間させて前記加工開始点に戻らせるときの離間点を、加工方向において前記加工過剰箇所よりも手前に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工経路設定部は、取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工不足箇所を取得し、前記接近点を前記加工不足箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 4】

20

請求項 3 に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工経路設定部は、前記加工過剰箇所と前記加工不足箇所とが隣接している場合には、前記加工過剰箇所と前記加工不足箇所との境界位置と、前記加工不足箇所のうち最も加工不足量が多い最大加工不足位置との間に前記接近点を設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工経路設定部は、前記加工不足箇所の加工不足量に対して、前記加工過剰箇所の加工過剰量が多いほど、前記接近点を前記加工不足箇所のうち最も加工不足量が多い最大加工不足位置に近い位置に設定し、前記加工不足箇所の加工不足量に対して、前記加工過剰箇所の加工過剰量が少ないほど、前記接近点を前記加工過剰箇所と前記加工不足箇所との境界位置に近い位置に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工経路設定部は、あらかじめ決められた加工方向とは逆方向に加工方向を設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 7】

請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工面状態取得部は、前記極間における放電数に応じて前記加工面の状態を取得し

40

、
前記加工経路設定部は、前記極間における放電数が第 1 所定放電数よりも多い箇所を加工不足箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 8】

請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工面状態取得部は、加工速度に応じて前記加工面の状態を取得し、

前記加工経路設定部は、前記加工速度が第 1 所定速度よりも遅い箇所を加工不足箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 9】

請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工面状態取得部は、カメラが撮影した画像情報、または、タッチプローブを前記

50

加工面に接触させたときの前記タッチプローブの位置情報に基づいて、前記加工面の形状を取得し、

前記加工経路設定部は、取得した前記加工面の形状を、あらかじめ規定された前記加工面の加工形状と比較して加工不足箇所を設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、
前記加工面状態取得部は、前記極間における放電数に応じて前記加工面の状態を取得し

、
前記加工経路設定部は、前記極間における放電数が第 2 所定放電数よりも少ない箇所を前記加工過剰箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

10

【請求項 11】

請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工面状態取得部は、加工速度に応じて前記加工面の状態を取得し、

前記加工経路設定部は、前記加工速度が第 2 所定速度よりも速い箇所を前記加工過剰箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 12】

請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機の制御装置であって、

前記加工面状態取得部は、カメラが撮影した画像情報、または、タッチプローブを前記加工面に接触させたときの前記タッチプローブの位置情報に基づいて、前記加工面の形状を取得し、

20

前記加工経路設定部は、取得した前記加工面の形状を、あらかじめ規定された前記加工面の加工形状と比較して前記加工過剰箇所を設定する、ワイヤ放電加工機の制御装置。

【請求項 13】

ワークとワイヤ電極との間の極間において放電を行いつつ前記ワークと前記ワイヤ電極とを相対移動させて、加工経路に沿って前記ワークの加工を行うワイヤ放電加工機の制御方法であって、

前記ワークの加工面の状態を取得する加工面状態取得ステップと、

取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工過剰箇所を取得し、前記ワイヤ電極を加工開始点から前記加工面に接近させるときの接近点を、前記加工過剰箇所を避けて設定する加工経路設定ステップと、

30

を有する、ワイヤ放電加工機の制御方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のワイヤ放電加工機の制御方法であって、

前記加工経路設定ステップは、前記ワイヤ電極を前記加工面から離間させて前記加工開始点に戻らせるときの離間点を、加工方向において前記加工過剰箇所よりも手前に設定する、ワイヤ放電加工機の制御方法。

【請求項 15】

請求項 13 または 14 に記載のワイヤ放電加工機の制御方法であって、

前記加工経路設定ステップは、取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工不足箇所を取得し、前記接近点を前記加工不足箇所に設定する、ワイヤ放電加工機の制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワークとワイヤ電極との間の極間において放電を行いつつワークとワイヤ電極とを相対移動させて、加工経路に沿ってワークの加工を行うワイヤ放電加工機の制御装置およびワイヤ放電加工機の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、ワイヤ放電加工機によって、ダイの形状に沿って加工を複数回行

50

う場合、各回の加工開始時におけるアプローチ位置を変更することによって、加工面の食い込みによる傷が生じることを抑制するものが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3721366号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1の技術では、加工面に傷が生じ難くしているが、できてしまった傷を小さくすることができず、高い精度の加工面を得ることができなかった。

【0005】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、高い精度の加工面を得ることができるワイヤ放電加工機の制御装置およびワイヤ放電加工機の制御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、ワークとワイヤ電極との間の極間において放電を行いつつ前記ワークと前記ワイヤ電極とを相対移動させて、加工経路に沿って前記ワークの加工を行うワイヤ放電加工機の制御装置であって、前記ワークの加工面の状態を取得する加工面状態取得部と、取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工過剰箇所を取得し、前記ワイヤ電極を加工開始点から前記加工面に接近させるときの接近点を、前記加工過剰箇所を避けて設定する加工経路設定部と、を有する。

【0007】

本発明の第2の態様は、ワークとワイヤ電極との間の極間において放電を行いつつ前記ワークと前記ワイヤ電極とを相対移動させて、加工経路に沿って前記ワークの加工を行うワイヤ放電加工機の制御方法であって、前記ワークの加工面の状態を取得する加工面状態取得ステップと、取得された前記加工面の状態から前記ワークの加工過剰箇所を取得し、前記ワイヤ電極を加工開始点から前記加工面に接近させるときの接近点を、前記加工過剰箇所を避けて設定する加工経路設定ステップと、を有する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、高い精度の加工面を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】ワイヤ放電加工機、および、ワイヤ放電加工機を制御する制御装置の構成を示す概略図である。

【図2】図2Aはワークをダイ加工する場合の荒加工の加工経路を示す図である。図2Bは荒加工後の仕上げ加工の加工経路を示す図である。

【図3】ワークの加工面における加工過剰箇所と加工不足箇所を示す模式図である。

【図4】加工開始点からワイヤ電極が移動した加工距離と放電数との関係を示すグラフである。

【図5】加工経路設定部によるアプローチ点と加工経路の設定について説明する図である。

【図6】加工経路設定部によるアプローチ点と加工経路の設定について説明する図である。

【図7】加工経路設定部による接近点と離間点の設定について説明する図である。

【図8】加工開始点からワイヤ電極が移動した加工距離と加工速度との関係を示すグラフである。

【図9】カメラまたはタッチプローブによって、ワークの加工面の形状を取得する場合の

10

20

30

40

50

システム図である。

【図 10】加工経路設定部における加工過剰箇所と加工不足箇所の設定方法について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

〔第 1 の実施の形態〕

〔ワイヤ放電加工機および制御装置の構成〕

図 1 はワイヤ放電加工機 10、および、ワイヤ放電加工機 10 を制御する制御装置 12 の構成を示す概略図である。ワイヤ放電加工機 10 は、ワイヤ電極 14 とワーク W とにより形成される極間に電圧を印加して放電を発生させることで、ワーク W に対して放電加工を施す工作機械である。ワイヤ電極 14 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、ワーク W の材質は、例えば、鉄系材料または超硬材料等である。ワイヤ放電加工機 10 は、ワイヤ電極 14 とワーク W との間（以下、極間という。）に電圧を印加する加工電源 16、および、ワイヤ電極 14 とワーク W との間の電圧（以下、極間電圧という。）を取得する極間電圧取得部 18 を有している。

10

【0011】

また、ワイヤ放電加工機 10 は、極間における放電数を取得する放電数取得部 20 を有している。放電数取得部 20 は、例えば、加工電源 16 から出力される電圧の変化等に基づいて、放電加工時において極間で発生した放電の回数を放電数として取得する。さらに、ワイヤ放電加工機 10 は、ワークテーブル 22 を移動させることにより、ワークテーブル 22 に固定されているワーク W をワイヤ電極 14 に対して相対移動させる X 軸モータ 24、Y 軸モータ 26 を有している。

20

【0012】

制御装置 12 は、加工速度設定部 28、加工面状態取得部 30、加工経路設定部 32 および X Y 軸モータ制御部 34 を有している。加工速度設定部 28 は、放電加工時にワーク W をワイヤ電極 14 に対して相対移動させる加工速度を設定する。加工速度は、極間電圧に応じて設定され、極間電圧が大きいほど加工速度を速く設定する。なお、例えば、ワイヤ電極 14 とワーク W との距離が長い等の原因により極間における放電数が少ない場合には、極間電圧は大きくなる。

【0013】

30

加工面状態取得部 30 は、後述する X Y 軸モータ制御部 34 からワークテーブル 22 の位置情報を入力し、放電数取得部 20 から極間における放電数を入力する。加工面状態取得部 30 は、ワークテーブル 22 の位置情報からワイヤ電極 14 とワーク W との相対位置を取得する。また、加工面状態取得部 30 は、ワイヤ電極 14 とワーク W の加工面 W f との距離を取得する。加工面状態取得部 30 は、荒加工後に最初に行う仕上げ加工（以下、セカンド加工という。）において、放電数が多いほどワイヤ電極 14 に対してワーク W の加工面 W f が近く、放電数が少ないほどワイヤ電極 14 に対してワーク W の加工面 W f が遠いと判断する。加工面状態取得部 30 は、放電数、および、ワイヤ電極 14 とワーク W との相対位置からワーク W の加工面 W f の状態を取得する。

【0014】

40

加工経路設定部 32 は、NC プログラムによりあらかじめ規定された経路を加工経路 R として設定する。加工経路設定部 32 は、サード加工以降の仕上げ加工におけるワイヤ電極 14 を加工開始点 S からワーク W の加工面 W f に接近させるときのワーク W の加工面 W f 上の位置で接近点 A 1 と、ワイヤ電極 14 をワーク W の加工面 W f から離間させて加工開始点 S に戻すときのワーク W の加工面上の位置である離間点 A 2 を設定する。通常、離間点 A 2 は接近点 A 1 と同じ位置に設定され、本実施の形態では、接近点 A 1 と離間点 A 2 とを合わせてアプローチ点 A と記載する。

【0015】

X Y 軸モータ制御部 34 は、加工経路設定部 32 において設定された加工経路 R、加工速度設定部 28 において設定された加工速度に応じて、X 軸モータ 24 および Y 軸モータ

50

26を制御する。

【0016】

〔加工経路について〕

図2AはワークWをダイ加工する場合の荒加工の加工経路Rを示す図である。図2Bは荒加工後の仕上げ加工の加工経路Rを示す図である。

【0017】

ワークWをダイ加工する場合、最初に荒加工を行って中子Cを切断し、その後、仕上げ加工を複数回行う。荒加工を行うときには、ワークWにあらかじめ形成された加工開始点Hにワイヤ電極14を挿通する。このときのワイヤ電極14の位置を加工開始点Sとして、ワイヤ電極14をワークWの加工経路R上のアプローチ点Aに移動させる。以下、加工開始点Sとアプローチ点Aとの間の経路を、アプローチ経路Raという。その後、ワイヤ電極14を加工経路R上で移動させる。ワイヤ電極14が加工経路R上を一周してアプローチ点Aに戻ると、ワークWから中子Cが切断されることとなる。その後、ワイヤ電極14は、アプローチ経路Raを通して加工開始点Sに戻る。作業員または図示しない中子回収機等により切断された中子Cが除去されて、最初の仕上げ加工であるセカンド加工が開始される。仕上げ加工においても、基本的にはワイヤ電極14は荒加工と同じ加工経路R上を移動し、1回の加工を終えるたびに加工開始点Sに戻る。

【0018】

〔加工過剰箇所と加工不足箇所について〕

図3は、ワークWの加工面Wfにおける加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuを示す模式図である。放電加工によって、ワークWの加工面Wfに凹凸が生じることがある。加工面Wfの凹凸は、特にアプローチ点A付近で顕著に表れる。これは、1回の加工において、アプローチ点A付近に加工開始時と加工終了時に2回ワイヤ電極14が接近することによる加工面Wfの削りすぎ、また、アプローチ点Aの前後でワイヤ電極14の移動方向が変わるためにワイヤ電極14が追従できないことによる加工面Wfの削り残し等が主な原因である。また、加工面Wfの凸部分は、荒加工において中子Cが切断されるときに、中子Cが切り残し部分を残して落下した場合にも生じる。

【0019】

なお、本実施の形態では、加工面Wfに生じた凹状の箇所を加工過剰箇所Coと言い、加工面Wfに生じた凸状の箇所を加工不足箇所Cuという。加工過剰箇所Coは、加工方向においてアプローチ点Aよりも前の領域に生じることが多く、加工不足箇所Cuは、加工方向においてアプローチ点Aよりも後の領域に生じることが多く、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuとが隣接して生じる。ただし、加工過剰箇所Coおよび加工不足箇所Cuは、アプローチ点Aから離れた領域においても発生し、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuとが隣接していない場合もある。

【0020】

〔加工過剰箇所と加工不足箇所の取得について〕

図4は、加工開始点Sからワイヤ電極14が移動した加工距離と放電数との関係を示すグラフである。図4に示すS、AおよびP1～P4は、加工開始点S、アプローチ点A、および、図2Bに示す加工経路R上の点P1～P4の位置を示している。図4では、加工方向においてアプローチ点Aよりも前の領域に加工過剰箇所Coが発生し、加工方向においてアプローチ点Aよりも後ろの領域に加工不足箇所Cuが発生している状態のグラフを示している。

【0021】

加工経路設定部32は、セカンド加工において、ワイヤ電極14が加工経路R上を移動しているときの放電数に応じて、加工面Wfの加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuとを設定する。加工経路設定部32は、放電数があらかじめ決められた第1所定放電数よりも多い箇所を加工不足箇所Cuに設定する。また、加工経路設定部32は、放電数があらかじめ決められた第2所定放電数よりも少ない箇所を加工過剰箇所Coと判定する。なお、第1所定放電数は、第2所定放電数よりも多い数に設定される。

【0022】

〔アプローチ点の設定〕

図5は、加工経路設定部32によるアプローチ点Aと加工経路Rの設定について説明する図である。加工経路設定部32は、2回目の仕上げ加工（以下、サード加工という。）以降におけるアプローチ点Aを設定する。加工経路設定部32は、アプローチ点Aを加工過剰箇所Coを避けて設定する。好ましくは、加工経路設定部32は、アプローチ点Aを加工不足箇所Cuに設定する。

【0023】

さらに好ましくは、加工経路設定部32は、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuが隣接している場合には、アプローチ点Aを加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuの境界位置Pbと、加工不足箇所Cuのうち最も加工不足量が多い最大加工不足位置Pmとの間に設定する。そして、加工経路設定部32は、アプローチ点Aを、加工不足箇所Cuの加工不足量に対して、加工過剰箇所Coの加工過剰量が多いほど、アプローチ点Aを加工不足箇所Cuのうち最大加工不足位置Pmに近い位置に設定する。また、加工経路設定部32は、アプローチ点Aを、加工不足箇所Cuの加工不足量に対して、加工過剰箇所Coの加工過剰量が少ないほど、アプローチ点Aを加工不足箇所Cuのうち境界位置Pbに近い位置に設定する。

【0024】

なお、加工過剰箇所Coの加工過剰量として、あらかじめ規定された加工面Wfに対して最も深い箇所の深さを設定してもよいし、加工面Wfに対して凹状となっている部分の体積を設定してもよい。また、加工不足箇所Cuの加工不足量は、あらかじめ規定された加工面Wfに対して最も高い箇所の高さを設定してもよいし、加工面Wfに対して凸状となっている部分の体積を設定してもよい。なお、加工不足箇所Cuの最大加工不足位置Pmは、あらかじめ規定された加工面Wfに対して凸状となっている頂点の高さが最も高い位置に設定すればよい。

【0025】

〔作用効果〕

ワークWの加工面Wfに加工過剰箇所Coが生じた場合、加工過剰箇所Coに仕上げ加工を施してしまうと、加工過剰箇所Coの深さが深くなり、仕上げ加工後の加工面Wfに凹状の傷が残るおそれがある。

【0026】

そこで、本実施の形態では、サード加工以降の仕上げ加工において、加工経路設定部32は、アプローチ点Aを加工過剰箇所Coを避けて設定するようにした。前述のように、加工過剰箇所Coは、加工方向においてアプローチ点Aよりも前の領域に生じることが多く、これは、アプローチ点A付近に加工開始時と加工終了時に2回ワイヤ電極14が接近することによる加工面Wfの削りすぎが原因である。本実施の形態のように、加工経路設定部32が、アプローチ点Aを加工過剰箇所Coを避けて設定することにより、加工過剰箇所Coの切削を抑制し、加工面Wfを精度高く加工することができる。

【0027】

また、本実施の形態では、加工経路設定部32は、アプローチ点Aを加工不足箇所Cuに設定するようにした。これにより、加工不足箇所Cuの切削を促進することができ、加工面Wfを精度高く加工することができる。

【0028】

また、本実施の形態では、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuとが隣接している場合に、加工経路設定部32は、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuの境界位置Pbと、加工不足箇所Cuの最大加工不足位置Pmとの間に、アプローチ点Aを設定するようにした。これにより、加工過剰箇所Coの切削を抑制するとともに、加工不足箇所Cuの切削を促進することができ、加工面Wfを精度高く加工することができる。

【0029】

また、本実施の形態では、加工過剰箇所Coと加工不足箇所Cuとが隣接している場合

に、加工経路設定部 32 は、アプローチ点 A を、加工不足箇所 C u の加工不足量に対して、加工過剰箇所 C o の加工過剰量が多いほど、アプローチ点 A を加工不足箇所 C u のうち最大加工不足位置 P m に近い位置に設定するようにした。さらに、加工経路設定部 32 は、アプローチ点 A を、加工不足箇所 C u の加工不足量に対して、加工過剰箇所 C o の加工過剰量が少ないほど、アプローチ点 A を加工不足箇所 C u のうち境界位置 P b に近い位置に設定するようにした。これにより、加工過剰箇所 C o の切削を抑制するとともに、加工不足箇所 C u の切削を促進することができ、加工面 W f を精度高く加工することができる。

【0030】

また、本実施の形態では、加工経路設定部 32 は、極間における放電数があらかじめ決められた第 1 所定放電数よりも多い箇所を加工不足箇所 C u に設定するようにした。また、本実施の形態では、加工経路設定部 32 は、放電数があらかじめ決められた第 2 所定放電数よりも少ない箇所を加工過剰箇所 C o と判定するようにした。これにより、ワイヤ電極 14 に対するワーク W の加工面 W f の距離に応じて変化する放電数に応じて、加工過剰箇所 C o と加工不足箇所 C u とを設定することができる。

【0031】

〔第 2 の実施の形態〕

図 6 は、加工経路設定部 32 によるアプローチ点 A と加工経路 R の設定について説明する図である。本実施の形態では、サード加工以降の仕上げ加工において、加工経路設定部 32 は、アプローチ点 A については、第 1 の実施の形態と同様にして設定するものの、加工方向をあらかじめ決められた加工方向とは逆方向にする。

【0032】

前述のように、加工過剰箇所 C o は、加工方向においてアプローチ点 A よりも前の領域に生じることが多く、加工不足箇所 C u は、加工方向においてアプローチ点 A よりも後の領域に生じることが多い。つまり、アプローチ点 A の前の領域では切削が不足し、アプローチ点 A の後ろの領域では切削が過剰となる。サード加工以降の仕上げ加工において、加工方向を逆方向に設定することによって、加工過剰箇所 C o の切削を抑制するとともに、加工不足箇所 C u の切削を促進することができ、加工面 W f を精度高く加工することができる。

【0033】

〔第 3 の実施の形態〕

図 7 は、加工経路設定部 32 による接近点 A 1 と離間点 A 2 の設定について説明する図である。本実施の形態では、離間点 A 2 を接近点 A 1 と異なる位置に設定する。本実施の形態では、サード加工以降の仕上げ加工において、加工経路設定部 32 は、接近点 A 1 については、第 1 の実施の形態のアプローチ点 A の設定と同様にして設定するものの、離間点 A 2 については、加工方向において加工過剰箇所 C o の前に設定する。

【0034】

これにより、サード加工以降の仕上げ加工においては、加工過剰箇所 C o を切削しないため、加工過剰箇所 C o の切削を抑制して、加工面 W f を精度高く加工することができる。

【0035】

〔第 4 の実施の形態〕

図 8 は、加工開始点 S からワイヤ電極 14 が移動した加工距離と加工速度との関係を示すグラフである。図 8 に示す S および P 1 ~ P 4 は、加工開始点 S、アプローチ点 A、および、図 2 B に示す加工経路 R 上の点 P 1 ~ P 4 を示している。図 8 では、加工方向においてアプローチ点 A よりも前の領域に加工過剰箇所 C o が発生し、加工方向においてアプローチ点 A よりも後ろの領域に加工不足箇所 C u が発生している状態のグラフを示している。

【0036】

本実施の形態では、加工面状態取得部 30 は、セカンド加工において、加工速度が遅い

10

20

30

40

50

ほどワイヤ電極 14 に対してワーク W の加工面 W f が近く、加工速度が速いほどワイヤ電極 14 に対してワーク W の加工面 W f が遠いと判断する。

【0037】

加工経路設定部 32 は、セカンド加工において、ワイヤ電極 14 が加工経路 R 上を移動しているときの加工速度に応じて、加工面 W f の加工過剰箇所 C o と加工不足箇所 C u とを設定する。加工経路設定部 32 は、加工速度があらかじめ決められた第 1 所定速度よりも遅い箇所を加工不足箇所 C u に設定する。また、加工経路設定部 32 は、加工速度があらかじめ決められた第 2 所定速度よりも速い箇所を加工過剰箇所 C o に設定する。なお、第 1 所定速度は、第 2 所定速度よりも遅い速度に設定される。

【0038】

前述のように、加工速度設定部 28 において、加工速度は、極間電圧が小さいほど遅く、極間電圧が大きいほど速く設定される。セカンド加工において、ワイヤ電極 14 とワーク W との距離が長いときには極間における放電数がなくなり、極間電圧は大きくなる。つまり、第 1 の実施の形態で、加工経路設定部 32 において、極間における放電数に応じて、加工過剰箇所 C o と加工不足箇所 C u とを設定していたものに代えて、本実施の形態では、加工速度に応じて、加工過剰箇所 C o と加工不足箇所 C u とを設定することができる。

【0039】

〔第 5 の実施の形態〕

図 9 は、カメラ 36 またはタッチプローブ 38 によって、ワーク W の加工面 W f の形状を取得する場合のシステム図である。

【0040】

本実施の形態では、加工面状態取得部 30 において、荒加工後に、カメラ 36 がワーク W の加工面 W f を撮影した画像情報、または、タッチプローブ 38 を加工面 W f に接触させたときのタッチプローブ 38 の位置情報に基づいて、加工面 W f の形状を取得する。

【0041】

図 10 は、加工経路設定部 32 における加工過剰箇所 C o と加工不足箇所 C u の設定方法について説明する図である。図 10 において、実線で示す線は、加工面状態取得部 30 における加工面 W f の状態を示し、点線で示す線は、NC プログラムによって規定された加工形状を示す。

【0042】

本実施の形態では、加工経路設定部 32 において、加工面状態取得部 30 で取得された加工面 W f の状態と、NC プログラムによって規定された加工形状とを比較して、加工過剰箇所 C o および加工不足箇所 C u を設定する。加工経路設定部 32 は、加工面 W f のうち、NC プログラムによって規定された加工形状よりも内側にある部分を加工過剰箇所 C o に設定し、NC プログラムによって規定された加工形状よりも外側にある部分を加工不足箇所 C u に設定する。

【0043】

加工経路設定部 32 は、セカンド加工以降のアプローチ点 A を、加工不足箇所 C u に設定する。第 1 の実施の形態では、セカンド加工を行うときに、加工面状態取得部 30 において加工面 W f の状態を取得していたが、本実施の形態では、荒加工後に加工面 W f の状態を取得することができる。セカンド加工からアプローチ点 A を加工過剰箇所 C o を避けて設定することができるため、加工過剰箇所 C o の切削を抑制し、加工面 W f を精度高く加工することができる。

【0044】

〔実施の形態から得られる技術的思想〕

上記実施の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。

【0045】

ワーク (W) とワイヤ電極 (14) との間の極間において放電を行いつつ前記ワーク (W) と前記ワイヤ電極 (14) とを相対移動させて、加工経路 (R) に沿って前記ワーク

10

20

30

40

50

(W)の加工を行うワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記ワーク(W)の加工面(Wf)の状態を取得する加工面状態取得部(30)と、取得された前記加工面(Wf)の状態から前記ワーク(W)の加工過剰箇所(Co)を取得し、前記ワイヤ電極(14)を加工開始点(S)から前記加工面(Wf)に接近させるときの接近点(A、A1)を、前記加工過剰箇所(Co)を避けて設定する加工経路設定部(32)と、を有する。これにより、加工経路設定部(32)が、接近点(A、A1)を加工過剰箇所(Co)を避けて設定することにより、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制し、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

【0046】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工経路設定部(32)は、前記ワイヤ電極(14)を前記加工面(Wf)から離間させて前記加工開始点(S)に戻らせるときの離間点(A2)を、加工方向において前記加工過剰箇所(Co)よりも手前に設定してもよい。これにより、加工過剰箇所(Co)を切削しないため、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制して、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

10

【0047】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工経路設定部(32)は、取得された前記加工面(Wf)の状態から前記ワーク(W)の加工不足箇所(Cu)を取得し、前記接近点(A、A1)を前記加工不足箇所(Cu)に設定してもよい。これにより、加工不足箇所(Cu)の切削を促進することができ、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

20

【0048】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工経路設定部(32)は、前記加工過剰箇所(Co)と前記加工不足箇所(Cu)とが隣接している場合には、前記加工過剰箇所(Co)と前記加工不足箇所(Cu)との境界位置(Pb)と、前記加工不足箇所(Cu)のうち最も加工不足量が多い最大加工不足位置(Pm)との間に前記接近点(A、A1)を設定してもよい。これにより、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制するとともに、加工不足箇所(Cu)の切削を促進することができ、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

【0049】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工経路設定部(32)は、前記加工不足箇所(Cu)の加工不足量に対して、前記加工過剰箇所(Co)の加工過剰量が多いほど、前記接近点(A、A1)を前記加工不足箇所(Cu)のうち最も加工不足量が多い最大加工不足位置(Pm)に近い位置に設定し、前記加工不足箇所(Cu)の加工不足量に対して、前記加工過剰箇所(Co)の加工過剰量が少ないほど、前記接近点(A、A1)を前記加工過剰箇所(Co)と前記加工不足箇所(Cu)との境界位置(Pb)に近い位置に設定してもよい。これにより、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制するとともに、加工不足箇所(Cu)の切削を促進することができ、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

30

【0050】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工経路設定部(32)は、あらかじめ決められた前記加工方向とは逆方向に加工方向を設定してもよい。これにより、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制するとともに、加工不足箇所(Cu)の切削を促進することができ、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

40

【0051】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、前記極間における放電数に応じて前記加工面(Wf)の状態を取得し、前記加工経路設定部(32)は、前記極間における放電数が前記第1所定放電数よりも多い箇所を加工不足箇所(Cu)に設定してもよい。これにより、ワイヤ電極(14)に対するワーク(W)の加工面(Wf)の距離に応じて変化する放電数に応じて、加工不足箇所(Cu)を精度高く加工することができる。

50

Cu)を設定することができる。

【0052】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、加工速度に応じて前記加工面(Wf)の状態を取得し、前記加工経路設定部(32)は、前記加工速度が第1所定速度よりも遅い箇所を加工不足箇所(Cu)に設定してもよい。これにより、ワイヤ電極(14)に対するワーク(W)の加工面(Wf)の距離に応じて変化する加工速度に応じて、加工不足箇所(Cu)を設定することができる。

【0053】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、カメラ(36)が撮影した画像情報、または、タッチプローブ(38)を前記加工面(Wf)に接触させたときの前記タッチプローブ(38)の位置情報に基づいて、前記加工面(Wf)の形状を取得し、前記加工経路設定部(32)は、取得した前記加工面(Wf)の形状を、あらかじめ規定された前記加工面(Wf)の加工形状と比較して加工不足箇所(Cu)を設定してもよい。これにより、荒加工後に加工面(Wf)の状態を取得し、加工不足箇所(Cu)を設定することができる。

【0054】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、前記極間における放電数に応じて前記加工面(Wf)の状態を取得し、前記加工経路設定部(32)は、前記極間における放電数が第2所定放電数よりも少ない箇所を前記加工過剰箇所(Co)に設定してもよい。これにより、ワイヤ電極(14)に対するワーク(W)の加工面(Wf)の距離に応じて変化する放電数に応じて、加工過剰箇所(Co)を設定することができる。

【0055】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、加工速度に応じて前記加工面(Wf)の状態を取得し、前記加工経路設定部(32)は、前記加工速度が第2所定速度よりも速い箇所を前記加工過剰箇所(Co)に設定してもよい。これにより、ワイヤ電極(14)に対するワーク(W)の加工面(Wf)の距離に応じて変化する加工速度に応じて、加工過剰箇所(Co)を設定することができる。

【0056】

上記のワイヤ放電加工機(10)の制御装置(12)であって、前記加工面状態取得部(30)は、カメラ(36)が撮影した画像情報、または、タッチプローブ(38)を前記加工面(Wf)に接触させたときの前記タッチプローブ(38)の位置情報に基づいて、前記加工面(Wf)の形状を取得し、前記加工経路設定部(32)は、取得した前記加工面(Wf)の形状を、あらかじめ規定された前記加工面(Wf)の加工形状と比較して前記加工過剰箇所(Co)を設定してもよい。これにより、荒加工後に加工面(Wf)の状態を取得し、加工過剰箇所(Co)を設定することができる。

【0057】

ワーク(W)とワイヤ電極(14)との間の極間において放電を行いつつ前記ワーク(W)と前記ワイヤ電極(14)とを相対移動させて、加工経路(R)に沿って前記ワーク(W)の加工を行うワイヤ放電加工機(10)の制御方法であって、前記ワーク(W)の加工面(Wf)の状態を取得する加工面状態取得ステップと、取得された前記加工面(Wf)の状態から前記ワーク(W)の加工過剰箇所(Co)を取得し、前記ワイヤ電極(14)を加工開始点(S)から前記加工面(Wf)に接近させるときの接近点(A、A1)を、前記加工過剰箇所(Co)を避けて設定する加工経路設定ステップと、を有する。これにより、加工経路設定部(32)が、接近点(A、A1)を加工過剰箇所(Co)を避けて設定することにより、加工過剰箇所(Co)の切削を抑制し、加工面(Wf)を精度高く加工することができる。

【0058】

上記のワイヤ放電加工機（１０）の制御方法であって、前記加工経路設定ステップは、前記ワイヤ電極（１４）を前記加工面（Wf）から離間させて前記加工開始点（S）に戻らせるときの離間点（A２）を、加工方向において前記加工過剰箇所（C o）よりも手前に設定してもよい。これにより、加工過剰箇所（C o）を切削しないため、加工過剰箇所（C o）の切削を抑制して、加工面（Wf）を精度高く加工することができる。

【００５９】

上記のワイヤ放電加工機（１０）の制御方法であって、前記加工経路設定ステップは、取得された前記加工面（Wf）の状態から前記ワーク（W）の加工不足箇所（C u）を取得し、前記接近点（A、A１）を前記加工不足箇所（C u）に設定してもよい。これにより、加工不足箇所（C u）の切削を促進することができ、加工面（Wf）を精度高く加工

10

【符号の説明】

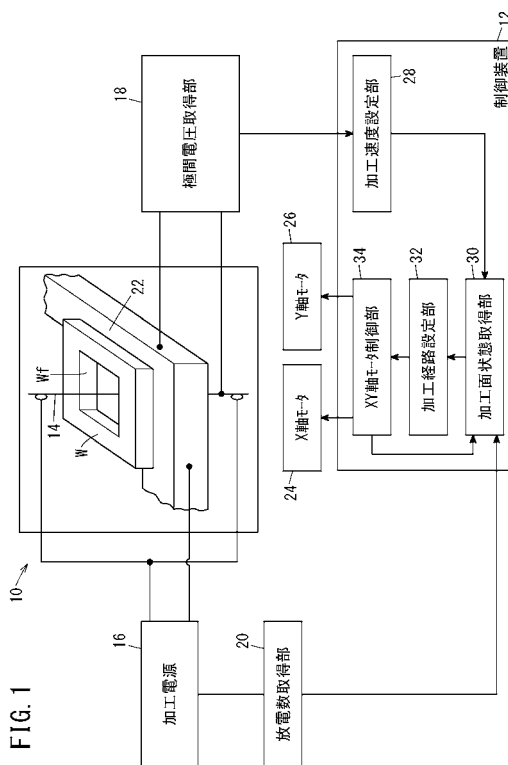
【００６０】

１０…ワイヤ放電加工機
 １４…ワイヤ電極
 ３２…加工経路設定部
 ３８…タッチプローブ
 A２…離間点
 C u…加工不足箇所
 W…ワーク

１２…制御装置
 ３０…加工面状態取得部
 ３６…カメラ
 A１…接近点
 C o…加工過剰箇所
 R…加工経路
 Wf…加工面

20

【図１】



【図２】

FIG. 2A

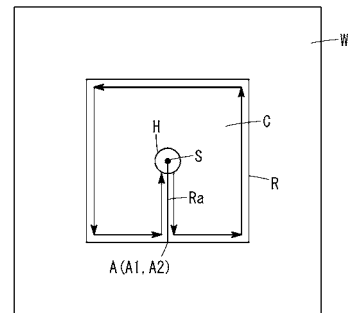
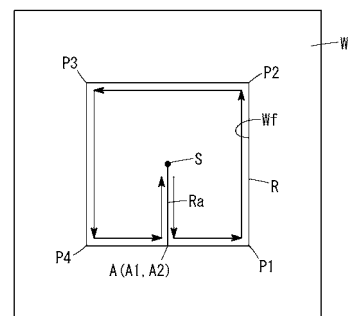
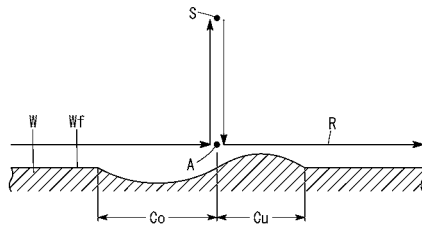


FIG. 2B



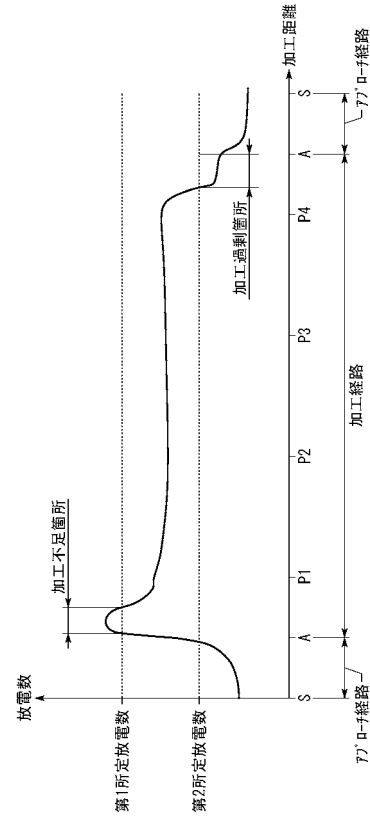
【図 3】

FIG. 3



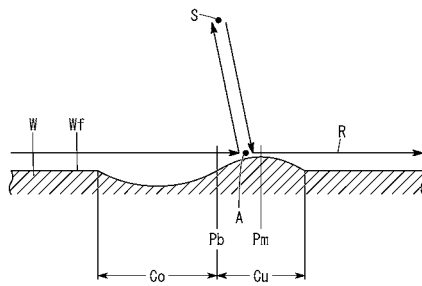
【図 4】

FIG. 4



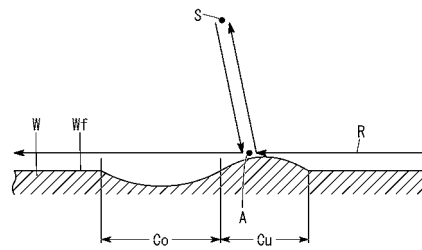
【図 5】

FIG. 5

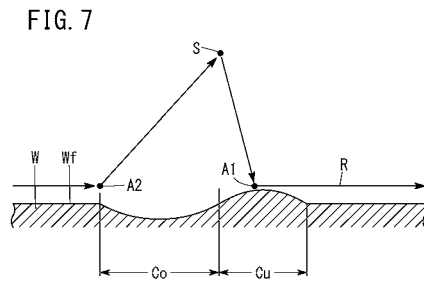


【図 6】

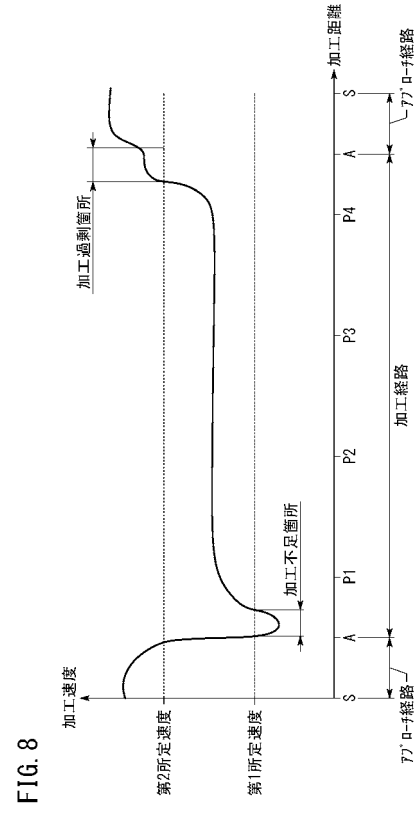
FIG. 6



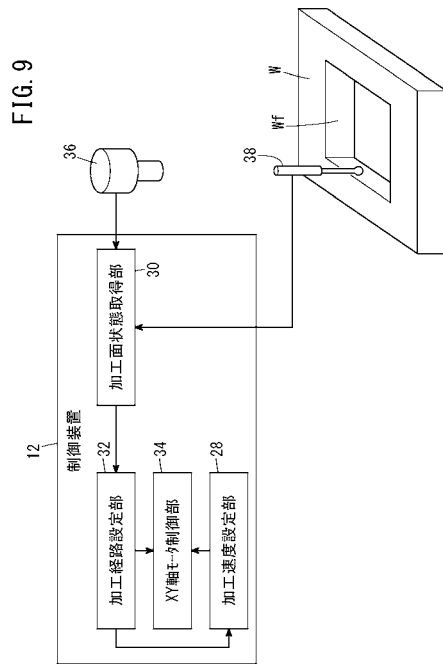
【図 7】



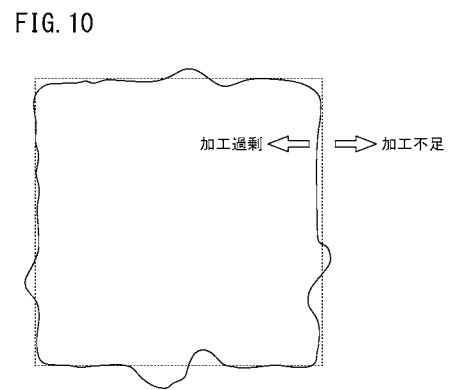
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100136641

弁理士 坂井 志郎

(74)代理人 100180448

弁理士 関口 亨祐

(74)代理人 100169225

弁理士 山野 明

(72)発明者 西川 亮

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 3C059 AA01 AB05 CH20 DC02 DC03 FD05 HA01 JA13