

(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2009-282909

(P2009-282909A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 5 B 19/18 (2006.01)	G 0 5 B 19/18 S	3 C 0 5 9
B 2 3 Q 15/00 (2006.01)	B 2 3 Q 15/00 3 O 1 H	3 C 2 6 9
B 2 3 H 7/20 (2006.01)	B 2 3 H 7/20	
G 0 5 B 19/409 (2006.01)	G 0 5 B 19/409 C	

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2008-136789 (P2008-136789)	(71) 出願人	000132725
(22) 出願日	平成20年5月26日 (2008. 5. 26)		株式会社ソディック
			神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号
		(72) 発明者	山田 久典
			神奈川県横浜市都筑区仲町台三丁目12番1号 株式会社ソディック本社・技術研修センター内
		(72) 発明者	小松 隆介
			神奈川県横浜市都筑区仲町台三丁目12番1号 株式会社ソディック本社・技術研修センター内
		Fターム(参考)	3C059 AA01 AB00 CE06 CE07 CE08 CK01 CK02 CL09 CM01
			最終頁に続く

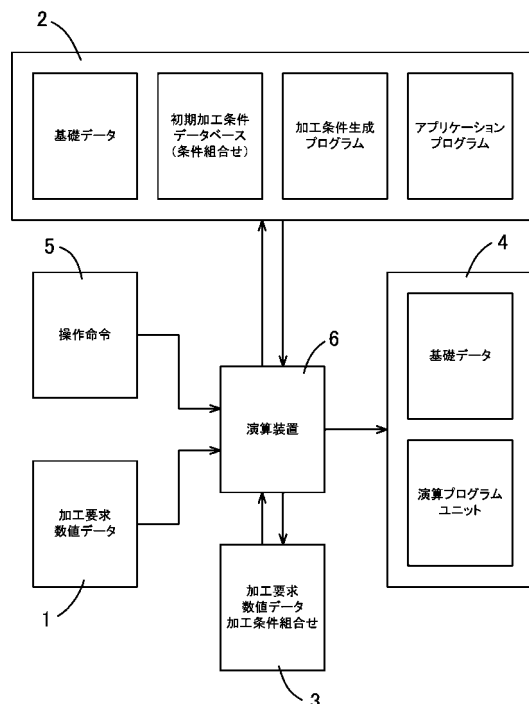
(54) 【発明の名称】 加工条件生成装置

(57) 【要約】

【課題】作業者が加工条件の組合せを生成する手法やプロセスを容易に知ることができない。また、作業者が加工条件の組合せを生成するプログラムを容易に作成または修正することができない。

【解決手段】表示装置4は、図形化された単位演算プログラムと演算プロシージャおよび理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのデータである基礎データの内容を表示する。操作装置5は、表示装置4の表示画面上で作成または修正された単位演算プログラムを任意に結合して関連付けて演算プロシージャを作成または修正できるようにする。また、操作装置5は、基礎データを表示画面上で作成または編集して記憶装置2に記憶させることができるようにする。記憶装置2は、演算プロシージャと基礎データを記憶する。演算装置6は、演算プロシージャに従って複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番で実行させる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

予め指定または作成された演算アルゴリズムに従って入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を演算して出力する単位演算プログラムと複数の前記単位演算プログラムが関連付けられてなり加工条件のパラメータ値を出力する演算プロシージャとを図形化して表示する表示装置と、前記表示装置の表示画面上で 1 つ以上の前記図形化された単位演算プログラムを作成または修正して前記複数の単位演算プログラムを任意に結合して関連付けて 1 つ以上の前記演算プロシージャを作成または修正するように操作可能な操作装置と、前記操作装置で作成または修正された前記演算プロシージャを記憶する記憶装置と、を有する加工条件生成装置。

10

【請求項 2】

前記演算アルゴリズムは、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのデータである基礎データ、関数式、関数プログラム、または近似法の何れかであることを特徴とする請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 3】

前記複数種類のパラメータは、加工条件または加工における制約を示すパラメータとして加工条件を決定する上で初期に要求される加工に関する情報として与えられる加工要求を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 4】

前記基礎データは、前記複数種類のパラメータのサンプルデータを含む代表的なデータの集積であることを特徴とする請求項 2 に記載の加工条件生成装置。

20

【請求項 5】

前記基礎データは、前記代表的なデータを集積して理論的な相関関係を有する前記複数種類のパラメータの連続するパラメータ値のデータとして表わす近似式のデータを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 6】

前記基礎データは、一方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値に 1 対 1 で対応する前記一方のパラメータと理論的な相関関係を有する他方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値でなるデータの集積であることを特徴とする請求項 4 に記載の加工条件生成装置。

30

【請求項 7】

前記表示装置は、前記基礎データにおける複数種類のパラメータのパラメータ値をグラフ表示することを特徴とする請求項 2 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 8】

前記操作装置は、作業者が前記表示装置の表示画面上で前記基礎データを生成して前記記憶装置に記憶させるように操作可能であることを特徴とする請求項 2 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 9】

前記操作装置は、作業者が前記表示装置の表示画面上で前記記憶装置に記憶された前記基礎データの内容を変更、削除または追加して変更、削除または削除された前記基礎データを前記記憶装置に記憶させるように操作可能であることを特徴とする請求項 8 に記載の加工条件生成装置。

40

【請求項 10】

前記操作装置は、前記基礎データに含まれる近似式のデータを前記表示装置の表示画面上で複数種類の近似式の候補の中から選択して設定するように操作可能であることを特徴とする請求項 5 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 11】

前記操作装置は、作業者が前記表示装置の表示画面上で 1 以上の前記図形化された単位演算プログラムを任意に配置するように操作可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

50

【請求項 1 2】

前記操作装置は、作業者が前記表示装置の表示画面上で前記図形化された単位演算プログラムの前記演算アルゴリズムを指定または作成して設定するように操作可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 1 3】

前記操作装置は、作業者が前記表示装置の表示画面上で複数の前記演算プロシーダを予め定義された順番で実行されるように関連付けて記憶装置に記憶させるように操作可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 1 4】

前記操作装置は、複数の前記演算プロシーダが予め定義された順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを記憶装置に記憶させるように操作可能であることを特徴とする請求項 1 3 に記載の加工条件生成装置。

10

【請求項 1 5】

前記図形化された単位演算プログラムはブロック図形であり、前記図形化された演算プロシーダは前記単位演算プログラムのブロック図形が任意に結合して関連付けられたブロックダイヤグラムであることを特徴とする請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 1 6】

前記単位演算プログラムのブロック図形は、少なくとも前記入力されるパラメータ値を取得する入力部分と前記演算アルゴリズムを指定する指定部分と前記演算されたパラメータ値を出力する出力部分とを有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の加工条件生成装置。

20

【請求項 1 7】

理論的な相関関係を有する入力されるパラメータと出力されるパラメータとのパラメータ値の関係を変化させる条件である中間パラメータが存在する場合は、前記単位演算プログラムのブロック図形は、前記中間パラメータを系列として前記中間パラメータを表示する系列部分を有することを特徴とする請求項 1 6 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 1 8】

前記演算アルゴリズムが近似法の二等分割法である場合は、前記単位演算プログラムのブロック図形は、前記入力されるパラメータ値を取得する第 1 の入力部分と、複数種類のパラメータの理論的な相関関係を示す基礎データ、関数式または関数プログラムに従って得られる連続するパラメータ値を取得する第 2 の入力部分と、任意の演算初期値を取得する第 3 の入力部分とを有することを特徴とする請求項 1 6 に記載の加工条件生成装置。

30

【請求項 1 9】

加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータ値に対応して前記演算プロシーダに従って前記複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番で実行させて加工条件のパラメータ値を演算して出力する演算装置を有する請求項 1 に記載の加工条件生成装置。

【請求項 2 0】

前記演算装置は、複数の前記演算プロシーダを予め定義された順番で実行させて加工条件の組合せを生成して出力することを特徴とする請求項 1 9 に記載の加工条件生成装置。

40

【請求項 2 1】

前記演算装置は、複数の前記演算プロシーダが予め定義された順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを前記記憶装置から予め定義された所定の順番に読み出して、読み出した順番に従って前記演算プログラムユニットを実行させて加工条件の組合せを生成することを特徴とする請求項 2 0 に記載の加工条件生成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、加工前に複数種類の加工条件を設定することが要求される制御装置を備えた加工機械において、加工における制約を示す加工に関する情報を入力することで複数種類

50

の加工条件でなる加工条件の組合せを生成する加工条件生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

切削加工、研削加工、旋削加工、研磨加工、放電加工、ウォータージェット加工のような加工を実施する制御装置を備えた加工機械では、加工に先立って、加工面粗さのような所望の加工結果または工具電極と被加工物の材質のような加工における制約を示す加工に関する情報（以下、加工要求という）に適する複数種類の加工条件を決定して制御装置に設定することが要求される。加工条件列あるいは加工条件群と称される複数種類の加工条件の集合体は、加工要求に適する複数種類の加工条件でなる加工条件の組合せである。

【0003】

加工条件は、加工機械によって切削条件や電気条件のように加工結果に直接影響を与える特定のパラメータのことを限定的に示すことがあるが、ここでは加工毎に加工を実施する前に設定することが要求されるパラメータを加工条件と総称する。一般に、加工条件は、実数値ではなく、加工機械で固有に規定されたパラメータ値で設定するようにされているが、以下、実数値を含めてパラメータ値と称する。

【0004】

加工機械の種類によって設定することが要求される加工条件の種類は異なるが、殆どの加工機械において複数種類の加工条件を設定する必要があり、複数種類の加工条件でなる加工条件の組合せの違いによって加工面粗さ、加工速度（加工時間）、加工形状精度（寸法精度）、工具磨耗（工具電極消耗）のような加工結果に差異が生じるので、加工条件の設定作業には経験が要求される。

【0005】

設定することが要求される加工条件の種類が多いほど、加工条件の組合せの数が増えるので、加工データとして加工結果と加工要求に対応させて記録しておく加工条件の組合せの数は膨大になる。例えば、放電加工では、工具と被加工物とが非接触の状態で電氣的に加工を行なうことから、複数種類の加工条件が相互に密接に関係して加工結果に重大な影響を及ぼす。また、加工要求に対する関係を物理式だけでは表わしきれない種類の加工条件が多数存在し、加工条件の組合せの僅かな違いによって加工結果に大きな差異を生じさせることがある。

【0006】

そのため、加工条件の組合せにおける加工結果を予測することが難しく、加工機械のメーカーから提供されている代表的な加工条件の組合せの加工データの中から選び出されて設定された加工条件の組合せでは満足 of いく加工結果を得ることができないことが多く、加工条件の設定作業には、相当の熟練が要求される。以下、放電加工を例にして、加工条件の組合せを生成する方法について説明する。

【0007】

広く知られている加工条件設定装置は、加工結果または加工要求に対応して予め記憶装置に記憶されている多数の加工条件の組合せの加工データの中から入力された所望の加工結果と加工要求のパラメータ値に対応する加工条件の組合せを検索して抽出し設定する構成である。蓄積されている加工データの中に所望の加工結果と加工要求に一致する加工条件の組合せがないときは、所望の加工結果と加工要求に近い複数組の加工条件の組合せが候補として抽出される。作業者は、候補の加工条件の組合せから予想される加工時間が短い最適の加工条件の組合せを選定する。したがって、加工要求のデータを入力するだけで所望の加工結果を含む加工要求を満足する加工条件の組合せを選定して設定することができるので、加工条件の設定作業が容易になる（特許文献1参照）。

【0008】

加工要求に一致する加工条件の組合せがなく、所望の加工結果を含む加工要求に近い加工条件の組合せで加工したときは、所望の加工結果が得られないことが多い。そこで、入力された加工要求に従って抽出した加工条件の組合せにおける特定種類の加工条件のパラメータ値を変更調整して最適化するようにした加工条件設定装置が考えられている。この

10

20

30

40

50

ような加工条件設定装置によると、加工要求に一致する加工条件の組合せが加工データにない場合でも、加工要求に近い加工条件の組合せから加工要求に一致する加工条件の組合せを比較的容易に得ることができるので、作業効率が向上する（特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 9 】

特定種類の加工条件のパラメータ値を変更調整して加工条件の組合せを最適化する方法として、データベースにある加工条件の組合せのデータの中から入力された所望の加工結果を含む加工要求のデータに近い複数組の加工条件の組合せを抽出して、複数組の加工条件の組合せの中間にある加工条件の組合せを生成する加工条件生成方法が考えられている。このような加工条件生成方法によると、加工要求に一致する加工条件の組合せのデータがデータベースになくても、加工要求に近い加工条件の組合せをより容易に得ることができるので、予めテスト加工を行なって用意しておく加工条件の組合せの加工データの数を少なくすることができる（特許文献 3 参照）。

10

【 0 0 1 0 】

また、基礎データとして所望の加工結果を含む加工要求に対応する特定種類の加工条件の代表的なデータから特定種類の加工条件を決定して、決定した加工条件に従って他の種類の加工条件を順次決定していき、加工条件の組合せを生成する加工条件設定装置が考えられている。具体的には、工具電極と被加工物毎の加工面積と、加工深さと、最低側面減寸量と、加工面粗さとの複数種類の加工要求に対応する加工電流のデータでなる基礎データから入力された加工要求に近い加工電流を複数個抽出して学習を行ない、複数個のデータの間値データを得て特定種類の加工条件である加工電流を決定し、予め定められた算出式によってオン時間（放電電流パルス幅）やオフ時間（休止時間）を順次決定していき、加工条件の組合せを生成する。したがって、特定種類の加工条件を記録した基礎データがあるだけで加工条件の組合せが決定できるので、膨大な数の加工条件の組合せのデータを記録したデータベースが不要である（特許文献 4 参照）。

20

【 0 0 1 1 】

複数種類の加工条件を順番に決定して加工条件の組合せを生成する加工条件設定装置の中には、最初に所望の加工結果と特定種類の加工条件との間の理論的な相関関係を示すデータに基づいて入力される所望の加工結果に対する特定種類の加工条件を決定してから、同様の複数種類のパラメータ間の理論的な相関関係を示すデータに基づいて他の種類の加工条件を順次決定していき、加工条件の組合せを生成する加工条件設定装置がある。この加工条件設定装置は、単なる中間値ではなく理論値を求めるので、加工条件の組合せのデータを記録したデータベースが不要であるだけでなく、生成される加工条件の組合せの信頼性がより高く、加工結果のばらつきを小さくすることができる（特許文献 5 参照）。

30

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】特開昭 6 2 - 1 3 0 1 3 1 号公報

【特許文献 2】特許第 2 8 6 2 0 3 5 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 2 3 3 0 4 5 号公報

【特許文献 4】特許第 3 2 3 1 5 2 1 号公報

【特許文献 5】特開昭 6 4 - 6 4 7 2 3 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

加工条件生成装置では、加工要求のデータを入力すると加工条件の組合せが自動的に生成されてしまうので、どのような理論に基づいてどのような加工データでどのような手法を用いてどのようなプロセスで加工条件の組合せが生成されたのかを作業者が知ることができない。そのため、加工結果が満足のいくものでなかった場合、作業者は、原因を容易に判別することができない。その結果、設定された加工条件の組合せを修正することが難しく、作業の負担が大きく、作業効率がよくない。

【 0 0 1 4 】

また、加工結果に関わらず、作業者は、加工条件の組合せを生成するときに用いる加工

50

データ、手法、プロセスを知ることができないので、加工に関する理論と知識を理解することなく加工を行なってしまうから、加工の経験を積んでも加工に精通することができず、加工技術が向上しない。

【0015】

コンピュータプログラミングの専門的な知識がなければ、加工条件生成装置を動作させる専用のアプリケーションソフトウェアのプログラムを作成したり、書き換えたりすることが難しい。そのため、加工条件を決定するために使用する加工データと、加工条件を決定するために必要なパラメータを求める手法または加工条件を決定していくプロセスが進化するのにもなって、専門的な知識を有するプログラマがプログラムを作成したり書き換えたりして新しいソフトウェアが提供されなければならない。しかしながら、加工技術とコンピュータプログラミングの高度で専門的な知識を兼ね備えている人材が少なく、加工条件生成装置が加工技術の進歩に追い付いていないのが現状である。

10

【0016】

また、一般に、機械を操作する作業者は、コンピュータプログラミングの専門的な知識を有していないので、加工条件生成装置における加工条件を決定するプロセスに対して部分的に異なるプロセスでよりの確に加工条件を決定することができる優れた加工技術の知識やノウハウを持っていたとしても、その知識やノウハウを加工条件生成装置に反映させることができない。そのため、熟練作業者の知識とノウハウが生かされず、加工技術の向上が妨げられている。

20

【0017】

熟練作業者が加工条件生成装置を利用しないで各種類の加工条件のパラメータ値を制御装置に直接入力して加工条件を設定する場合は、熟練作業者がどのような理論と知識に基づきどのような加工データと手法を用いてどのようなプロセスで加工条件を設定したかが記録されていないと、熟練作業者の有する加工条件の組合せを生成する加工技術を継承することができず、加工技術が進歩しない。

【0018】

熟練作業者が加工条件を決定するために使用する加工データをデータブックに記録したり、加工条件を決定するために必要なパラメータを求める複数の手法をノートに書き残して記録しておくことがあるが、加工データや計算の数が多いので、記録する作業は大変な手間である。また、作業者にとって加工データや手法が部分的に変更されるたびに新しく変更した内容を消したり書き足したりして記録し直すことが面倒である。そして、熟練作業者は、ノートをノウハウ帳のようにして用いていることが多く、常に書き換えたり書き足したりしているので、記録が何度も更新される間に最新の加工データや手法が混乱してわかりにくくなってしまう。

30

【0019】

複数種類の加工条件に関してそれぞれパラメータ値を求める加工データや手法が記録されていても、加工条件の組合せを生成するプロセスが詳細に記録して残されていることは稀である。そのため、経験の少ない作業者が、データブックの加工データを参照しながらノートに記録されている手法を用いて熟練作業者のように加工条件を順番に決定して加工条件の組合せを生成することは容易ではない。また、熟練作業者の加工条件を決定するプロセスが記録されていたとしても、加工データや手法が異なるプロセスが複数存在して、経験が少ない作業者にとっては、そのときに実施しようとしている加工に対して最適なプロセスを辿って加工条件を順次決定していくことは容易なことではなく、熟練作業者の加工条件の組合せを生成する作業を再現することは困難である。

40

【0020】

本発明は、上記課題に鑑みて、所望の加工結果と加工要求のデータを入力することで複数種類の加工条件を順番に決定していき、加工効率がよく信頼性のある初期の加工条件の組合せを容易に生成できる加工条件生成装置において、作業者が加工条件を決定するときに使用する加工データ、手法およびプロセスを容易に知ることができる加工条件生成装置を提供することを目的とする。また、作業者がコンピュータプログラミングの高度で専門

50

的な知識がなくても加工条件を決定するプログラムをより容易に作成したり修正したりすることができる加工条件生成装置を提供することを目的とする。本発明の加工条件生成装置で得られる具体的な利点は、実施の形態の説明において説明される。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明の加工条件設定装置は、予め指定または作成された演算アルゴリズムに従って入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を演算して出力する単位演算プログラムと複数の単位演算プログラムが関連付けられてなり加工条件のパラメータ値を出力する演算プロシージャとを図形化して表示する表示装置（４）と、表示装置（４）の表示画面上で１つ以上の図形化された単位演算プログラムを作成または修正して複数の単位演算プログラ

10

【0022】

演算アルゴリズムは、具体的に、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのデータである基礎データ、関数式、関数プログラム、または近似法の何れかであることを特徴とする。

【0023】

複数種類のパラメータは、加工条件または加工における制約を示すパラメータとして加工条件を決定する上で初期に要求される加工に関する情報として与えられる加工要求であることがある。

20

【0024】

また、基礎データは、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのサンプルデータを含む代表的なデータの集積であることを特徴とする。好ましくは、基礎データは、代表的なデータを複数集積して理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータの連続するパラメータ値のデータとして表わす近似式のデータを含むことを特徴とする。または、基礎データは、一方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値に１対１で対応する一方のパラメータと理論的な相関関係を有する他方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値でなるデータの集積であることを特徴とする。

30

【0025】

表示装置（４）は、基礎データにおける複数種類のパラメータのパラメータ値をグラフ表示することを特徴とする。

【0026】

好ましくは、操作装置（５）は、作業者が表示装置（４）の表示画面上で基礎データを生成して記憶装置（２）に記憶させるように操作可能であることを特徴とする。また、操作装置（５）は、作業者が表示装置（４）の表示画面上で記憶装置（２）に記憶された基礎データの内容を変更、削除または追加して変更、削除または削除された基礎データを記憶装置（２）に記憶させるように操作可能であることを特徴とする。また、操作装置（５）は、基礎データに含まれる近似式のデータを表示装置（４）の表示画面上で複数種類の近似式の候補の中から選択して設定するように操作可能であることを特徴とする。

40

【0027】

また、好ましくは、操作装置（５）は、作業者が表示装置（４）の表示画面上で１以上の図形化された単位演算プログラムを任意に配置するように操作可能であることを特徴とする。また、操作装置（５）は、作業者が表示装置（４）の表示画面上で図形化された単位演算プログラムの演算アルゴリズムを指定または作成して設定するように操作可能であることを特徴とする。

【0028】

また、好ましくは、操作装置（５）は、作業者が表示装置（４）の表示画面上で複数の演算プロシージャを予め定義された順番で実行されるように関連付けて記憶装置（２）に

50

記憶させるように操作可能であることを特徴とする。より好ましくは、操作装置（５）は、複数の演算プロシージャが予め定義された順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを記憶装置（２）に記憶させるように操作可能であることを特徴とする。

【００２９】

図形化された単位演算プログラムはブロック図形（１０）であり、図形化された演算プロシージャは単位演算プログラムのブロック図形（１０）が任意に結合して関連付けられたブロックダイアグラム（２０）であることを特徴とする。

【００３０】

より具体的には、単位演算プログラムのブロック図形（１０）は、少なくとも入力されるパラメータ値を取得する入力部分（１１）と演算アルゴリズムを指定する指定部分（１２）と演算されたパラメータ値を出力する出力部分（１３）とを有することを特徴とする。

10

【００３１】

特に、理論的な相関関係を有する入力されるパラメータと出力されるパラメータとのパラメータ値の関係を变化させる条件である中間パラメータが存在する場合は、単位演算プログラムのブロック図形（１０）は、中間パラメータを系列として中間パラメータを表示する系列部分（１４）を有することを特徴とする。または、演算アルゴリズムが近似法の二等分割法である場合は、単位演算プログラムのブロック図形（１０）は、入力されるパラメータ値を取得する第１の入力部分（１１）と、複数種類のパラメータの理論的な相関関係を示す基礎データ、関数式または関数プログラムに従って得られる連続するパラメータ値を取得する第２の入力部分（１５）と、任意の演算初期値を取得する第３の入力部分（１６）とを有することを特徴とする。

20

【００３２】

また、好ましくは、本発明の加工条件生成装置は、加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータ値に対応して演算プロシージャに従って複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番で実行させて加工条件のパラメータ値を演算して出力する演算装置（６）を有する。

【００３３】

より好ましくは、演算装置（６）は、複数の演算プロシージャを予め定義された順番で実行させて加工条件の組合せを生成して出力することを特徴とする。望ましくは、演算装置（６）は、複数の演算プロシージャが予め定義された順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを記憶装置（２）から予め定義された所定の順番に読み出して、読み出した順番に従って演算プログラムユニットを実行させて加工条件の組合せを生成することを特徴とする。

30

【００３４】

各装置に付された図面と対応する符号は、説明の便宜上付されたものであり、本発明の加工条件生成装置の構成を実施の形態で説明される加工条件生成装置の具体的な構成と全く同一の構成に限定するものではない。

【発明の効果】

40

【００３５】

単位演算プログラムは、予め指定または作成された演算アルゴリズム（演算方法）に従って入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を演算して出力する演算プログラムであるから、パラメータ値を特定の理論に基づいて求める手法を示している。また、演算プロシージャは、複数の単位演算プログラムが所定の順番で実行されるように結合されてなり加工条件のパラメータ値を出力する演算プログラムであるから、理論的に加工条件を決定していくプロセスを示している。

【００３６】

本発明の加工条件生成装置は、単位演算プログラムと演算プロシージャを図形化して表示する表示装置が設けられているので、作業者は、特定種類の加工条件を決定する手法と

50

プロセスとを視覚的に知ることができる。そのため、望ましくない加工結果であるときに原因を発見しやすく、より容易に加工条件の組合せを修正することができる。その結果、作業効率が向上する効果を奏する。また、作業者は、加工に関する理論と知識を理解して加工を実施することができるので、経験を積んで加工に精通することができるようになる。その結果、加工技術が向上する効果を奏する。

【0037】

また、本発明の加工条件生成装置は、表示装置の表示画面上で図形化された単位演算プログラムを作成または修正したり、複数の単位演算プログラムを任意に結合して関連付けて演算プロシージャを作成または修正するように操作可能な操作装置が設けられているので、作業者は、コンピュータプログラミングの高度で専門的な知識がなくても、加工条件を決定するプログラムを比較的容易に作成したり修正したりすることができる。そのため、加工技術の進歩に合わせて進化する手法やプロセスを作成または修正して加工条件生成装置を速やかに改良することができ、または作業者独自のノウハウを直ちに加工条件生成装置に反映させることができる。その結果、作業効率が向上するとともに加工技術が向上する効果を奏する。

【0038】

本発明の加工条件生成装置は、演算アルゴリズムとして一般的に知られている関数式、関数プログラム、または近似法だけではなく、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのデータである基礎データをそのまま演算アルゴリズムとして使用することができる。したがって、作業者は、手法として複数種類のパラメータ間の理論的な相関関係に基づいて入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を求める場合に、基礎データを演算アルゴリズムとして指定するだけで単位演算プログラムを作成することができる。そのため、基礎データを関数演算で引用するプログラムをプログラミングする必要がないので、加工条件を決定するプログラムをより容易に作成することができる。その結果、作業効率が向上する効果を奏する。

【0039】

演算アルゴリズムは、加工条件を求める手法をより具体的に示している。特に、基礎データは、相関関係を有するパラメータの種類とその相関関係を有する複数種類のパラメータ間に存在する理論を示している。したがって、特定種類のパラメータの理論的な相関関係を図形化された単位演算プログラムによって視覚的に知ることができるので、特定種類の加工条件に影響を与えるパラメータの種類や特定種類の加工条件または加工要求が加工に与える影響のような加工条件と加工要求に関する理論をより容易に理解することができる。そのため、作業者は、加工に関する知識をより深めることができる。その結果、加工技術が向上する効果を奏する。

【0040】

基礎データが複数種類のパラメータのサンプルデータを含む代表的なデータを集積して複数種類のパラメータの連続するパラメータ値のデータとして表わす近似式のデータを含んでいる場合、または一方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値に1対1に対応する一方のパラメータと理論的な相関関係を有する他方のパラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値でなるデータの集積である場合は、実際に加工データが採取されていないパラメータ値に対応するパラメータ値を信頼性がある誤差の範囲で得ることができるので、テスト加工の数を大幅に減らすことができ、作業者の負担を軽減して作業効率が向上する効果を奏する。

【0041】

表示装置が基礎データにおける複数種類のパラメータのパラメータ値をグラフ表示するようにされている場合は、基礎データの数値の入力をより容易にするとともにパラメータの理論的な相関関係を視覚的に知ることができるので、作業効率が向上するとともに加工技術が一層向上する効果を奏する。

【0042】

操作装置が表示装置の表示画面上で基礎データを生成して記憶装置に記憶させることが

できる場合は、パラメータの種類と数値を入力するだけで基礎データを生成して保存することができるので、より容易に基礎データを作成することができる。また、基礎データを記憶装置に記憶させておくので、データブックが不要であるとともに、加工条件を決定する作業のたびに基礎データを作成する必要がなく、作業者の負担が軽減される。その結果、作業効率が向上する効果を奏する。

【0043】

操作装置が表示装置の表示画面上で基礎データの内容を変更、削除または追加して記憶装置に記憶させることができる場合は、パラメータを求める理論が訂正されたり、パラメータ値が修正されたり、蓄積されているデータの数が増加するときに、基礎データの編集がより容易であるとともに間違いが生じにくい。そのため、加工を重ねるたびに良好な加工結果が得られた代表的なデータを追加して基礎データを充実させて加工技術の知識を広げたり、新しく生まれる優れた技術または熟練作業者の経験の蓄積で進歩する理論や知識に合わせて基礎データをより容易に進化させることができる。また、基礎データのコピーからデータを部分的に修正して類似の基礎データを生成することができるから、基礎データをより容易に生成することができる。その結果、作業効率が一層向上するとともに加工技術が向上する効果を奏する。

10

【0044】

操作装置が基礎データに含まれる近似式のデータを表示装置の表示画面上で複数種類の近似式の候補の中から選択して設定するように操作可能である場合は、サンプルデータを含むパラメータ値が確定的な代表的なデータから連続するパラメータ値のデータを容易に生成することができる。また、近似式の種類を選択的に変更設定することができ、新しい理論に基づいて基礎データを容易に再構築することができる。

20

【0045】

操作装置が表示装置の表示画面上で図形化された単位演算プログラムを任意に配置したり、演算アルゴリズムを指定または作成して設定できるようにされている場合は、視覚的に加工の理論や知識を把握しながらマウスやキーの操作で複数の単位演算プログラムを作成または修正することができる。そのため、コンピュータプログラミングの高度で専門的な知識がなくても加工条件生成装置における加工条件を決定するプログラムをより容易に作成または修正することができる。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

【0046】

操作装置が表示装置の表示画面上で複数の演算プロシージャを所定の順番で実行されるように関連付けて記憶装置に記憶させ、または複数の演算プロシージャが所定の順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを記憶装置に記憶させるようにされている場合は、熟練作業者が加工条件を決定していく手法やプロセスをノートに書き残しておく必要がなく、手法やプロセスに部分的な変更があっても容易に記録し直すことができる。また、複数の作業者が別々に作成した各種の加工条件を決定するプロセスを組み合わせることで加工条件の組合せを生成するプログラムを柔軟に編集することができる。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

30

【0047】

また、作業者が最初に実行されるべき演算プロシージャまたは演算プログラムユニットを選択して起動し実行させることで、記憶された所定の順番で複数の演算プロシージャが実行されるようにすることができる。その結果、作業者によって作成または修正された演算プロシージャを使用して加工条件の組合せを生成するときに、作業者が演算プロシージャを順番に起動させ実行させる必要がなく、また、演算プロシージャを実行させる順番を間違えることがない。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

40

【0048】

図形化された単位演算プログラムがブロック図形であり、図形化された演算プロシージャがブロックダイアグラムであるときは、単位演算プログラムの関係と流れがチャートで表示されるので、視覚的によりわかりやすく、加工条件を決定する手法とプロセスをより容易に理解することができる。その結果、加工技術が一層向上する効果を奏する。また、

50

単位演算プログラムや演算プロシーダをブロック単位で操作することができるから、単位演算プログラムや演算プロシーダをより容易に作成または修正することができ、加工条件を決定するプログラムをより容易に作成することができる。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

【0049】

単位演算プログラムのブロック図形がパラメータ値の入力部分と演算アルゴリズムの指定部分とパラメータ値の出力部分とを有する場合は、単位演算プログラム同士の結合が簡単でレイアウトがわかりやすいので、演算プロシーダを作成したり修正したりする作業がより容易になる。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

【0050】

理論的な相関関係を有する入力されるパラメータと出力されるパラメータとのパラメータ値の関係を変化させる条件であるパラメータが存在する場合は中間パラメータを表示する系列部分が設けられ、または、演算アルゴリズムが近似法の二等分割法である場合は、入力されるパラメータ値を取得する第1の入力部分以外に、連続するパラメータ値を取得する第2の入力部分と、任意の演算初期値を取得する第3の入力部分とが設けられているので、基礎データに中間パラメータが存在したり、演算アルゴリズムが近似法の二等分割法である場合も単位演算プログラムをブロック図形で表示することができ、演算プロシーダをより容易に作成または修正することができる。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

【0051】

そして、作業者は、記録された複数の演算プロシーダまたは演算プログラムユニットによって複数種類の加工条件を順番に決定していく手法とプロセスを視覚的によりわかりやすく知ることができる。その結果、熟練作業者の知識、経験、ノウハウが経験の浅い作業者に伝えられて加工技術が継承されることで、加工技術の低下を防止して、人材を育成することができる。したがって、加工技術が一層向上する効果を奏する。

【0052】

演算プロシーダに従って加工条件のパラメータ値を演算して出力する演算装置を有する場合は、作業者が加工要求のデータを入力するだけで常に最新の理論と知識に基づく優れた手法を用いて熟練作業者のノウハウを含む確実なプロセスで複数種類の加工条件を順番に決定していくので、全ての種類の加工条件がそれぞれ加工要求に適するように理論に基づいて決定されており、加工効率がよく信頼性のある初期の加工条件の組合せを容易に生成でき、優れた加工結果を得ることができる。その結果、作業効率が一層向上するとともに加工技術が一層向上する効果を奏する。

【0053】

複数の演算プロシーダを予め定義された所定の順番で実行させて加工条件の組合せを生成して出力する演算装置を有する場合は、加工条件の組合せを生成するときに、作業者が複数の演算プロシーダを実行する順番を考慮する必要がない。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。特に、演算プログラムユニットを予め定義された所定の順番で実行させる演算装置を有する場合は、複数の加工工程でそれぞれ加工条件の組合せを生成する場合や加工条件を決定するために必要なパラメータ値を演算プログラムユニットで求めることが要求される場合に、作業者が各演算プログラムユニットを選定して実行させる必要がない。その結果、作業効率が一層向上する効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0054】

図1に、本発明の加工条件生成装置の好ましい実施の形態の構成がブロック図で示される。実施の形態の加工条件生成装置は、基本的にパーソナルコンピュータと同じ構成を有しているが、加工機械の本機に並設されるコンピュータ数値制御装置(CNC, Computerized Numerical Controller)に設けることができる。以下に、実施の形態の加工条件生成装置として、形彫放電加工における加工条件の組合せを生成する加工条件生成装置について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

加工条件生成装置は、入力装置 1 と、第 1 の記憶装置 2 と、第 2 の記憶装置 3 と、表示装置 4 と、操作装置 5 と、演算装置 6 を含んでなる。図 1 は、パーソナルコンピュータが加工条件生成装置として使用されることに限定して各装置の構成を示しているが、パーソナルコンピュータが加工条件を生成する以外の目的で使用されることを制限するものではない。

【 0 0 5 6 】

加工条件生成装置の入力装置 1 は、キーボードまたはマウスのような操作装置、磁気ディスクまたは光ディスクのような記憶媒体からデータを読み込むことができるディスクドライブ、外部からデータを取り込むことができる U S B フラッシュメモリ (USB, Universal Serial Bus) のような外部記憶装置、L A N アダプタ (LAN, Local Area Network) ようにコンピュータネットワークからデータを取り込むことができる通信装置と、必要な入出力インターフェースを含んでいう。

【 0 0 5 7 】

入力装置 1 は、加工要求のデータを演算装置 6 に与える手段である。入力装置 1 から入力される加工要求のデータは、第 2 の記憶装置 3 に一旦記憶されて演算装置 6 によって適宜読み出される。また、入力装置 1 は、基礎データを作成するときに必要な数値データを入力する手段である。

【 0 0 5 8 】

加工要求のデータは、加工における制約を示すパラメータとして加工条件を決定する上で初期に要求される加工に関する情報として与えられる。加工要求は、所望の加工面粗さのような加工結果のパラメータである場合がある。加工要求は、制御装置に直接パラメータ値を入力して与えられる場合に限らず、制御装置に入力される加工要求ではないパラメータ値から演算して求められて与えられる場合がある。

【 0 0 5 9 】

加工要求は、使用できる加工条件を制限するとともに加工結果に変動を及ぼす。例えば、形彫放電加工の場合、加工要求は、所望の加工面粗さのような期待される加工結果、工具電極と被加工物の材質、電極減寸量、加工面積、加工深さ、加工形態 (加工形状)、液処理方法がある。

【 0 0 6 0 】

第 1 の記憶装置 2 は、大容量のハードディスクドライブのようなデータを記憶させておく補助記憶装置である。第 1 の記憶装置 2 として、磁気ディスクや光ディスクなどの記憶媒体にデータを読み書きするディスクドライブ装置を用いることができる。また、U S B フラッシュメモリのような外部記憶装置でもよく、電源が切れている間も基礎データを記憶しておくことができるものであれば限定されない。

【 0 0 6 1 】

第 1 の記憶装置 2 は、複数種類の基礎データを記憶しておく手段である。第 1 の記憶装置 2 は、必要に応じて、加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータのデータを記憶する。実施の形態の加工条件生成装置においては、第 1 の記憶装置 2 は、最初に与えられるパラメータのデータとして、工具電極と被加工物との材質毎にファーストカットで取り得る複数のピーク電流値のデータに対応する無負荷電圧と極性のデータと共に記憶している。既に加工条件データベースを有している場合は、最初に与えられるパラメータのデータを抽出するときに、既存の加工条件データベースに登録されている複数組の加工条件の組合せのデータを利用できる。

【 0 0 6 2 】

基礎データは、一方の種類のパラメータ (以下、主体パラメータという) のパラメータ値に対応する主体パラメータとの間に理論的な相関関係を有する他方のパラメータ (以下、従属パラメータという) のパラメータ値のデータを集積したデータである。したがって、基礎データは、複数種類のパラメータ間の理論的な相関関係を示している。理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータには、加工条件と加工要求が含まれる。

【 0 0 6 3 】

複数種類のパラメータ間に理論的な相関関係があるということは、複数種類のパラメータ間に直接因果関係がある場合に限定されず、主体パラメータが科学的な根拠をもって直接または間接的に従属パラメータに影響を与えて従属パラメータのパラメータ値が決まるような相関関係が認められる場合を含む。したがって、本発明における基礎データは、少なくとも理論的な相関関係がない複数種類のパラメータのパラメータ値の集積または加工条件と加工結果とが組み合わされた加工データの単なる寄せ集めではなく、主体パラメータのパラメータ値が決定すると必ず対応する従属パラメータのパラメータ値が予め定められた誤差の範囲で決定する。そのため、基礎データによって得られる主体パラメータのパラメータ値に対応する従属パラメータのパラメータ値は、理論上正しい値であって信頼性が高い。

10

【 0 0 6 4 】

複数種類の基礎データは、それぞれ任意のデータファイル名が与えられてデータファイルの形式で第1の記憶装置2に記憶されている。複数種類のパラメータの理論的な相関関係を示す基礎データは、物理式や化学式で複数種類のパラメータ間の相関関係が示されるデータだけではなく、実際の加工で期待される加工結果が得られているサンプルデータのように経験値によって理論的に相関関係が示されるデータを含む。

【 0 0 6 5 】

基本的な基礎データは、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータにおける実際の加工で期待される加工結果が得られているサンプルデータを含むパラメータ値が確定的な代表的なデータの集積である。基本的な基礎データは、代表的なデータをばらばらに集積したデータではなく、複数種類のパラメータの相関関係における理論と精度を逸脱しない範囲で適当な近似式で連続するパラメータ値として表わすことができるデータである。したがって、基礎データは、代表的なデータを複数集積して理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータの連続するパラメータ値のデータとして表わす近似式のデータを含んでいることがある。近似式を含む基礎データは、主体パラメータと従属パラメータとの理論的な相関関係を線グラフで表わすことができる。

20

【 0 0 6 6 】

基礎データが複数種類のパラメータ間の理論的な相関関係に基づく代表的なデータから連続するパラメータ値のデータを形成する近似式のデータを含んでいる場合、代表的なデータに存在しないパラメータ値が与えられたときに、単なる中間値データではなく、必ず主体パラメータ値のパラメータ値に対応する従属するパラメータの理論値を得ることができる。また、実用上許容される誤差の範囲で理論に基づく連続するパラメータ値を得ることができる数の代表的なデータが与えられていればよいので、基礎データを加工データに基づいて生成する場合は、数少ないテスト加工で信頼性の高い基礎データを作成することができる利点を有する。

30

【 0 0 6 7 】

実用上、中間値を必要としないパラメータに関する基礎データは、主体パラメータの代表的なパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値に1対1で対応する主体パラメータとの間に理論的な相関関係を有する従属パラメータのパラメータ値または所定の範囲のパラメータ値でなるデータの集積である。このような基礎データは、主体パラメータと従属パラメータとの相関関係を示す対応表で表わすことができる。

40

【 0 0 6 8 】

第1の記憶装置2は、作業者が操作装置5によって表示装置4の表示画面上で1つ以上の図形化された単位演算プログラムを作成または修正して複数の単位演算プログラムを任意に結合して関連付けて1つ以上の演算プロシージャを作成または修正して加工条件を決定するプログラムを作成するとともに複数の演算プロシージャでなる演算プログラムユニットを作成して複数種類の加工条件を順番に決定していき加工条件の組合せを生成するプログラムを作成するツールであるアプリケーションソフトウェアを記憶する手段である。

【 0 0 6 9 】

50

加工条件の組合せを生成するプログラムは、単位演算プログラム、演算プロシージャ、演算プログラムユニットを含んでなる。演算プロシージャは、相互に関連付けられた複数の単位演算プログラムの集合体である。また、演算プログラムユニットは、1つ以上の演算プロシージャの集合体であり、複数の演算プロシージャが予め所定の順番で実行されるように関連付けられている。加工条件の組合せを生成するプログラムは、演算プログラムユニット単位で第1の記憶装置2に記憶される。

【0070】

単位演算プログラムは、加工条件の組合せを生成するプログラムの最小単位である。単位演算プログラムは、与えられた値を演算アルゴリズムに従って演算して値を返すプログラムブロックである。本発明の単位演算プログラムにおける演算アルゴリズムは、入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を演算して出力するときの演算方法（算法）をいう。演算アルゴリズムは、具体的に、基礎データ、関数式、関数プログラムまたは近似法である。

10

【0071】

実施の形態における基本的なフォームの単位演算プログラムは、パラメータ値を入力して予め指定または作成された基礎データ、関数式または関数プログラムに従って入力されるパラメータ値に対応するパラメータ値を演算して出力する。単位演算プログラムがパラメータ値を入力するときは、単位演算プログラムの外からパラメータ値を取得する場合に限らず、単位演算プログラムの中で予め与えられ、または演算されて得られるパラメータ値を取得する場合を含む。

20

【0072】

単位演算プログラムは、1種類のパラメータに限らず、複数種類のパラメータのパラメータ値を取得することができる。また、単位演算プログラムに与えられるパラメータ値は、単一の値である場合に限定されず、複数の値である場合を含む。あるいは、単位演算プログラムに与えられるパラメータ値は、演算アルゴリズムとして指定または作成された基礎データ、関数式または関数プログラムに従って得られる連続するパラメータ値である場合を含む。また、単位演算プログラムから出力される演算結果であるパラメータ値は、単一の値である場合に限定されず、複数の値である場合や連続するパラメータ値である場合を含む。

30

【0073】

基本的なフォームの単位演算プログラムが変形された単位演算プログラムは、入力されるパラメータ値と基礎データ、関数式または関数プログラムに従って得られる連続するパラメータ値 $y = f(x)$ と演算初期値 x_0, x_1 とを取得して、連続するパラメータ値と演算初期値に基づいて演算アルゴリズムとして指定された二等分割法（二分法）のような近似法に従って関数 $y = f(x)$ におけるパラメータ値 y に対応するパラメータ値 x （以下、単に y 値に対する x 解という）、2つの連続するパラメータ値の交点 (x, y) 、または連続するパラメータ値の最大値（頂点） x_{max} を演算して出力する。出力されるパラメータ値は、予め定められた誤差の範囲内での近似値である。

【0074】

演算プロシージャは、表示画面上で出力と入力とを接合線で結合させたり組み合わせたりして、複数の単位演算プログラムを任意に結合して関連付けて、複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番に連続して実行するように構成された単位演算プログラムの集合体（リレーション）である。演算プロシージャは、演算プロシージャの終了を実行するプログラムブロック（エンドプログラム）で終了して、最終的に求めるパラメータ値を出力する。

40

【0075】

演算プロシージャから出力される最終的に求めるパラメータ値が加工条件のパラメータ値である場合は、基本的に1つの演算プロシージャで1種類の加工条件のパラメータ値が出力される。作業者が複数の演算プロシージャを所定の順番で実行させることによって、複数種類の加工条件を順次決定していき、加工条件の組合せが得られる。

50

【 0 0 7 6 】

好ましくは、複数の演算プロシージャを予め定義された所定の順番で実行させるようにする。その結果、作業者が演算プロシージャを1つずつ起動して実行させることなく、最初の演算プロシージャを起動して実行させるだけで複数種類の加工条件が順次決定されて加工条件の組合せを生成させることができ、演算プロシージャの実行する順番を間違えることなくより確実にかつ容易に加工条件の組合せを生成することができる。

【 0 0 7 7 】

演算プロシージャは、パラメータを求める手法を示す単位演算プログラムを含む加工条件を決定するプロセスを示すものであるから、作業者が作成した演算プロシージャには、その作業者の有する加工条件を決定する理論、知識、ノウハウが含まれる。したがって、他の作業者は、特定種類の加工条件を決定する演算プロシージャを表示装置の表示画面上に図形化して表示させることによって、演算プロシージャを作成した作業者の特定種類の加工条件を決定する理論、知識、ノウハウを視覚的に理解することができる。

10

【 0 0 7 8 】

演算プロシージャから出力される最終的に求めるパラメータ値は、一旦第2の記憶装置3に記憶される。第2の記憶装置3に記憶されたパラメータ値は、後続の演算プロシージャにおける演算で利用することができる。したがって、複数の演算プロシージャが実行される毎に複数種類の加工条件のパラメータ値が第2の記憶装置2に記憶されていき、一連の演算プロシージャの実行が完了したときに、第2の記憶装置3に記憶された複数種類の加工条件から加工条件の組合せが生成される。

20

【 0 0 7 9 】

実施の形態では、1つ以上の演算プロシージャで演算プログラムユニットを構成するようにされている。演算プログラムユニットは、複数の演算プロシージャが予め定義された所定の順番で実行されるように関連付けられてなる。複数の演算プログラムユニットを予め定義された所定の順番で実行させるためには、例えば、加工条件生成装置を動作させるアプリケーションプログラムに予め演算プログラムユニットを読み出す順番を定義したルールをプログラムしておくか、または演算プログラムユニットに次の演算プログラムユニットを続けて実行させるための順番を演算プログラムユニットのデータに関連付けて第1の記憶装置2に記憶させておく。

【 0 0 8 0 】

演算プログラムユニットは、データファイル名を付けて1つのデータファイルとして第1の記憶装置2に保存することができる。したがって、複数種類の演算プログラムユニットを第1の記憶装置2に保存することができ、演算プログラムユニットの単位で第1の記憶装置2から選択的に読み出して表示装置4に表示させたり、実行させることができる。基本的に、1つの演算プログラムユニットで1組の加工条件の組合せを生成するようにされているが、1つ以上の演算プログラムユニットで1組の加工条件の組合せを生成することができる。

30

【 0 0 8 1 】

1つの演算プログラムユニットを選択して実行することによって加工条件の組合せを生成させることができる。そのため、作業者は、所要の演算プログラムユニットを起動して実行させるだけで目的の加工条件の組合せを生成させることができ、より確実にかつ容易に加工条件の組合せを生成することができる。また、演算プログラムユニットに含まれる複数の演算プロシージャを表示装置の表示画面上に図形化して同時に表示させることができる。そのため、作業者は、複数の演算プロシージャの関係を容易に判別して複数種類の加工条件を順次決定していく一連のプロセスを視覚的に知ることができ、加工条件の組合せを生成する理論、知識、ノウハウを体系的に理解することができる利点を有する。

40

【 0 0 8 2 】

好ましくは、複数の演算プログラムユニットを第1の記憶装置2から予め定義された所定の順番に読み出して、読み出した順番に従って演算プログラムユニットを順次実行させるようする。その結果、作業者が演算プログラムユニットを1つずつ起動することなく、

50

最初の演算プログラムユニットを起動するだけで複数組の加工条件の組合せを連続して生成させることができるから、例えば、荒加工工程から最終仕上げ加工工程までの複数の加工工程でそれぞれ加工条件の組合せを設定する必要がある場合のように、複数の演算プログラムユニットを実行させて加工条件の組合せを生成する必要がある場合に、作業者が演算プログラムユニットを選択しながら順番に実行させる必要なく、加工条件の組合せを生成させることができ、作業効率が一層向上する。

【0083】

演算プロシージャまたは演算プログラムユニットの中には、特定種類の加工条件を決定するために必要なパラメータのパラメータ値を得るための演算プロシージャまたは演算プログラムユニットがある。加工条件を決定するために必要なパラメータは、特定種類の加工条件または加工要求と理論的な相関関係を有している。

10

【0084】

実施の形態の形彫放電加工における加工条件生成装置では、例えば、放電ギャップの大きさを推論する演算プログラムユニットが準備されている。放電ギャップの大きさを推論する演算プログラムユニットから最終的に求められた放電ギャップの大きさは、第2の記憶装置3に記憶される。放電ギャップは、加工条件および加工要求ではないパラメータであるが、放電ギャップの大きさは、加工要求である電極減寸量に制約を受けるとともに、ピーク電流値の影響を直接受けて変動する。したがって、放電ギャップの大きさは、ピーク電流値を決定するために必要なパラメータであり、ピーク電流値との間に理論的な相関関係を有している。

20

【0085】

実施の形態における形彫放電加工の加工条件の組合せを生成するプログラムは、ピーク電流値、オン時間（放電電流パルス幅）、オフ時間（休止時間）、サーボ基準電圧（平均加工電圧）、極性、無負荷電圧（電源電圧）のような電気条件を生成する演算プログラムユニットと、ジャンプ速度、ジャンプ時間、揺動量のような移動条件を生成する演算プログラムユニットと、放電ギャップのような特定種類の加工条件を決定するために必要なパラメータのパラメータ値を演算する演算プログラムユニットとでなる。また、各種の演算プログラムユニットは、荒加工工程と中仕上げ加工工程と仕上げ加工工程とでそれぞれ異なる演算プログラムユニットを有する。

【0086】

30

実施の形態の加工条件生成装置は、予め定義された順番で実行させるように複数の演算プログラムユニットを1つの加工条件自動生成プログラムのデータファイルとして第1の記憶装置2に記憶させておくことができる。したがって、1つの加工条件自動生成プログラムのデータファイルを第1の記憶装置2から読み出して実行させるだけで、各加工工程における加工条件の組合せを連続的に生成して複数組の加工条件の組合せを設定させることができる。複数の加工条件自動生成プログラムを第1の記憶装置2に記憶させることができる。本発明では、説明の便宜上、各加工工程における複数組の加工条件の組合せを決定する加工条件自動生成プログラムをプロジェクトプログラム（加工計画実行プログラム）と称する。

【0087】

40

図4に示されるように、表示装置4の表示画面上の表示領域70にプロジェクトプログラムに含まれる複数の演算プログラムユニットをツリー形式で表示させることができる。実施の形態の加工条件生成装置では、表示されたツリーの上側の演算プログラムユニットから順番に実行されるようにアプリケーションプログラム予め定義されている。また、表示されている演算プログラムユニットを選択的に指定して単独で実行させることができるとともに、指定した演算プログラムユニット毎に演算プログラムユニットの中の単位演算プログラムを含む図形化された演算プロシージャを表示装置4の表示画面上に表示させることができる。

【0088】

以上のように、演算プロシージャ、演算プログラムユニット、プロジェクトプログラム

50

の何れかの単位で第 1 の記憶装置 2 に記憶させ、第 1 の記憶装置 2 から読み出して実行させ、表示装置 4 の表示画面上に表示させることができる。データファイルをどのプログラム単位で構成するかは任意であるが、プロジェクトプログラムを 1 つのデータファイルとしておくことが、複数組の加工条件の組合せを生成するために加工条件生成装置を動作させるときや加工条件自動生成プログラムの全体の構造を図で理解するときに有利である。

【0089】

第 1 の記憶装置 2 は、加工条件の組合せを生成するプログラムによって生成された加工条件の組合せを記憶しておくことができる。第 1 の記憶装置 2 に記憶された加工条件の組合せは、ディスクドライブ装置を通して記憶媒体に記憶させたり、USB ポートを通して USB フラッシュメモリに記憶させることができる。また、第 1 の記憶装置 2 に記憶される加工条件の組合せのデータは、加工条件番号を付けて既存の加工条件データベースの中に追加して登録させることができる。

10

【0090】

第 2 の記憶装置 3 は、演算のために使用する揮発性メモリ (RAM, Random Access Memory) のような一時記憶装置である。第 2 の記憶装置 3 は、演算装置 6 との間で高速にデータのやり取りをできる一時的にデータを記憶しておくことができる記憶装置であればよい。

【0091】

第 2 の記憶装置 3 は、入力装置 1 から入力された加工要求のデータ、演算装置 6 で生成された 1 組以上の加工条件の組合せのデータ、演算装置 6 の演算で得られる演算結果のデータ、演算装置 6 の演算に必要なデータなどを記憶しておく手段である。第 2 の記憶装置 3 は、演算装置 6 によって単位演算プログラムを実行して得られる演算結果のデータや演算プロシージャを実行して最終的に求める加工条件を含むパラメータ値を一旦記憶する。

20

【0092】

表示装置 4 は、液晶ディスプレイ (LCD, Liquid Crystal Display) でなるモニタと表示しようとする画像データを表示用のデータに変換してモニタに送信する表示回路とで構成される。表示装置 4 は、グラフィックボードのようなグラフィック装置が増設されているときは、グラフィック装置を含む。

【0093】

表示装置 4 は、基礎データの内容を表示する手段である。表示装置 4 は、図 2 に示されるように、作業者が数値データを入力することができるように、基礎データを表示画面上に表形式で表示する。表示装置 4 は、画面を切り換えて基礎データにおける複数種類のパラメータのパラメータ値をグラフ表示することができる。例えば、図 2 および図 3 に、形彫放電加工におけるピーク電流値毎のオン時間に対する放電ギャップのデータが表示画面上に表示されている状態が示されている。また、表示装置 4 は、例えば、図 3 に示されるように、複数種類の近似式の候補を選択できるように表示する。

30

【0094】

表示装置 4 は、単位演算プログラムおよび複数の単位演算プログラムが関連付けられてなり最終的に求めるパラメータ値を出力する演算プロシージャを図形化して表示する手段である。具体的に、図形化された単位演算プログラムはブロック図形であり、図形化された演算プロシージャは単位演算プログラムのブロック図形が任意に結合して関連付けられたブロックダイアグラムである。

40

【0095】

図 4 に、単位演算プログラムのブロック図形 10 が表示装置 4 の表示画面上に表示された状態が示されている。単位演算プログラムの基本のブロック図形 10 (A) は、少なくとも入力されるパラメータ値を取得する入力部分 11 と、演算アルゴリズムを指定する指定部分 12 と、演算されたパラメータ値を出力する出力部分 13 とを有する。

【0096】

理論的な相関関係を有する取得するパラメータと出力されるパラメータとのパラメータ値の関係を変化させる条件である第 3 のパラメータが存在することがある。条件となるパ

50

ラメータのパラメータ値が異なると、相関関係の理論が同じであっても取得するパラメータのパラメータ値に対応する出力するパラメータのパラメータ値が異なる。このように理論的な相関関係を有する２種類のパラメータのパラメータ値を異ならしめるパラメータを中間パラメータという。

【 0 0 9 7 】

基礎データに理論的な相関関係を有する入力される主体パラメータと出力される従属パラメータとのパラメータ値の関係を変化させる条件である中間パラメータが存在するときは、単位演算プログラムのブロック図形 1 0 (B) は、単位演算プログラムの基本のブロック図形 1 0 (A) に、中間パラメータを系列として、中間パラメータを表示する系列部分 1 4 がブロック図形 1 0 (A) に追加されたブロック図形である。

10

【 0 0 9 8 】

単位演算プログラムが関数における y 値に対する x 解、交点または最大値を求める演算プログラムであるときは、単位演算プログラムのブロック図形 1 0 (C) は、単位演算プログラムの基本のブロック図形 1 0 (A) における入力されるパラメータ値を取得する第 1 の入力部分 1 1 に、入力されるパラメータと出力されるパラメータとの理論的な相関関係を示す基礎データ、関数式または関数プログラムに従って得られる連続するパラメータ値を取得する第 2 の入力部分 1 5 と、演算アルゴリズムである近似法によって近似解を得るために要求される任意の演算初期値を取得する第 3 の入力部分 1 6 とがブロック図形 1 0 (A) に追加されたブロック図形である。実施の形態の加工条件生成装置では、演算アルゴリズムである近似法は予め二等分割法に定義されている。

20

【 0 0 9 9 】

図 4 に、演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 が表示装置 4 の表示画面上に表示されている状態が示されている。例えば、図 4 に示される演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 は、形彫放電加工における加工条件のオン時間を演算する演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 (A) とオフ時間を演算する演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 (B) である。演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 は、１つ以上の単位演算プログラムのブロック図形 1 0 を含んでいる。

【 0 1 0 0 】

演算プロシージャは、演算プロシージャの終了を実行するプログラムブロックであるエンドプログラムで終了する。エンドプログラムは、演算プロシージャで演算される最終的に求めるパラメータ値を第 2 の記憶装置 3 に記憶させて保存してから演算プロシージャの実行を終了させる。エンドプログラムは、最終的に求めるパラメータ値を入力して第 2 の記憶装置 3 に出力するので、広義には、単位演算プログラムに含まれる。エンドプログラムの演算アルゴリズムは、関数プログラムである。

30

【 0 1 0 1 】

図形化されたエンドプログラムは、ブロック図形 3 0 である。エンドプログラムのブロック図形 3 0 は、互いに関連付けられた単位演算プログラムのブロック図形 1 0 の中で最後に結合されている単位演算プログラムのブロック図形 1 0 (D) の出力を入力するように接続線 1 7 で結合されて表示装置 4 の表示画面上に配置される。

【 0 1 0 2 】

40

実施の形態の加工条件生成装置においては、エンドプログラムのブロック図形 3 0 には、重複しない数字 (番号) が表示されている。演算プロシージャにおけるエンドプログラムのブロック図形 3 0 に示される番号が小さい順番で複数の演算プロシージャが連続して実行されるように加工条件生成装置を動作させるアプリケーションソフトウェアに予め定義されている。

【 0 1 0 3 】

例えば、図 4 で示される演算プロシージャの場合、エンドプログラムの番号が小さい演算プロシージャブロックダイアグラム 2 0 (A) で示される演算プロシージャが先に実行されてオン時間のパラメータ値が求められ、第 2 の記憶装置 3 に記憶される。次に、第 2 の記憶装置 3 に記憶されているオン時間のパラメータ値を用いてエンドプログラムの番号

50

が大きい演算プロシージャブロックダイアグラム 20 (B) に示される演算プロシージャが実行されてオフ時間のパラメータ値が求められ、第 1 の記憶装置 2 に記憶される。

【0104】

図 4 は、オン時間を演算する演算プロシージャブロックダイアグラム 20 (A) とオフ時間を演算する演算プロシージャブロックダイアグラム 20 (B) が表示されている状態を示しているが、他の演算プロシージャブロックダイアグラムは、表示画面上の外に配置されていて、スクロールバー 40 を操作することによって、表示されていない他の演算プロシージャブロックダイアグラムを表示画面上に表示させることができる。

【0105】

表示装置 4 は、複数種類の加工要求の中で、加工要求のパラメータ値によって演算アルゴリズムとして使用する基礎データ、特定種類のパラメータを求める手法、または加工条件を決定するプロセスを異ならしめる種類の加工要求を表示領域 50 に表示させる。例えば、形彫放電加工におけるこのような種類の加工要求は、工具電極と被加工物の材質（材質組合せ）と加工形状である。表示領域 50 に表示された加工要求は、パラメータ値を任意または選択的に入力することができ、表示画面上に現在表示されている演算プログラムユニットと関連付けて第 1 の記憶装置 2 に記憶させることができる。

10

【0106】

表示装置 4 は、加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータのデータを表示領域 60 に表示する。第 1 の記憶装置 2 は、例えば、最初に与えられるパラメータのデータとして、工具電極と被加工物との材質毎にファーストカットで取り得る複数のピーク電流値のデータを無負荷電圧および極性のデータと共に記憶している。最初に与えられるパラメータのデータは、データテーブル形式で保存されている。既に加工条件データベースが存在するときは、表示領域 60 で既存の加工条件データベースのデータファイル名を選択的に指定して、最初に与えられるパラメータのデータを加工条件データベースから取得することができる。

20

【0107】

表示装置 4 は、1 つ以上の演算プログラムユニットを有するプロジェクトプログラムの構成を演算プログラムユニットの単位で表示領域 70 にツリー形式で表示する。互いに関連付けられた複数の演算プロシージャは、演算プログラムユニットの単位で第 1 の記憶装置 2 に記憶されていて、マウスを用いて表示領域 70 に表示されている演算プログラムユニットのデータファイル名をクリックすると、第 1 の記憶装置 2 からその演算プログラムユニットが読み出されて演算プログラムユニットを構成する演算プロシージャが表示画面上に操作可能に表示される。

30

【0108】

操作装置 5 は、主にキーボードやマウスである。実施の形態の操作装置 5 は、機能的に、第 2 の記憶装置 3、表示装置 4、演算装置 6 を含んでいう。また、操作装置 5 は、加工要求のパラメータ値や基礎データを作成するときに与える数値データを入力する入力装置 1 を含んでいる。

【0109】

操作装置 5 は、作業者が表示装置 4 の表示画面上で単位演算プログラムのブロック図形を作成または修正して複数の単位演算プログラムのブロック図形 10 を任意に接合線で結合して関連付けて演算プロシージャを作成または修正するように操作する手段である。また、操作装置 5 は、作業者が表示画面上で単位演算プログラムのブロック図形 10 を任意に配置するように操作する手段である。また、操作装置 5 は、作業者が表示装置 4 の表示画面上で単位演算プログラムのブロック図形 10 の演算アルゴリズムを指定または作成して設定するように操作する手段である。

40

【0110】

操作装置 5 によって、表示装置 4 の表示画面上で基礎データを生成して第 1 の記憶装置 2 に記憶させることができる。数値データは、入力装置 1 から入力される。操作装置 5 によって、表示装置 4 の表示画面上で基礎データを選択して第 1 の記憶装置 2 に記憶された

50

特定の基礎データを読み出して、当該基礎データの内容を変更、削除または追加することができる。

【 0 1 1 1 】

基礎データが理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータの代表的なデータを複数集積して理論的な相関関係を有する連続するパラメータ値のデータとして表わす近似式のデータを含むときは、作業者は、操作装置 5 を操作して近似式のデータを表示装置 4 の表示画面上に表示されている複数種類の近似式の候補の中から選択して設定することができる。

【 0 1 1 2 】

図形化された単位演算プログラムが少なくとも入力されてくるパラメータ値を取得する入力部分 1 1 と演算アルゴリズムを指定する指定部分 1 2 と演算されたパラメータ値を出力する出力部分 1 3 とを有する単位演算プログラムのブロック図形 1 0 であるときは、操作装置 5 は、作業者が表示装置 4 の表示画面上で出力部分 1 3 と入力部分 1 1 または指定部分 1 2 と入力部分 1 1 とを接続線 1 7 で結合させるだけで複数の単位演算プログラムを関連付けることができる。したがって、単位演算プログラムがブロック図形 1 0 である場合は、演算プロシージャをより容易に作成または修正することができる。

【 0 1 1 3 】

操作装置 5 は、作業者が表示装置 5 の表示画面上で複数の演算プロシージャを所定の順番で実行されるように関連付けて第 1 の記憶装置 2 に記憶させる手段である。演算プロシージャを所定の順番で実行されるように関連付けて記憶させる方法として、例えば、表示されている演算プロシージャ毎に実行する順番を示す数値データを入力することができるようにしておき、演算プロシージャと数値データとを関連付けて第 1 の記憶装置 2 に記憶させる方法がある。

【 0 1 1 4 】

また、操作装置 5 は、複数の演算プロシージャが所定の順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを第 1 の記憶装置 2 に記憶させる手段である。実施の形態の加工条件生成装置は、演算プロシージャにおけるエンドプログラムに番号を与えておき、エンドプログラムに付された番号が小さい順番で演算プロシージャが実行されるように関連付けられている。

【 0 1 1 5 】

演算装置 6 は、中央演算処理装置 (CPU, Central Processing Unit) である。演算装置 6 は、最初に決定されるべき種類の加工条件を決定する演算プロシージャが起動されたときに、加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータ値に対応して演算プロシージャに従って複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番で実行させて加工条件のパラメータ値を演算して出力する。

【 0 1 1 6 】

例えば、形彫放電加工における荒加工工程 (ファーストカット) の加工条件の組合せを生成する場合、最初に実行される演算プロシージャは、荒加工で取り得るピーク電流値に対するオン時間を求める演算を行なう。オン時間を求める演算プロシージャに最初に与えられるパラメータは、ピーク電流値である。最初に与えられる 1 つ以上のピーク電流値のパラメータ値は、第 1 の記憶装置 2 に保存されている加工条件データベースからピーク電流値と無負荷電圧と極性の組合せで読み出して取得する。最初に与えられるパラメータ値は、加工条件の組合せを生成するプログラムを実行する前に、作業者が入力装置 1 から入力して与えておくことができる。

【 0 1 1 7 】

演算装置 6 は、予め定義された所定の順番で複数の演算プロシージャを実行する。また、演算装置 6 は、複数の演算プロシージャが予め定義された所定の順番で実行されるように関連付けられてなる演算プログラムユニットを第 1 の記憶装置 2 から所定の順番に読み出して、読み出した順番に従って演算プログラムユニットを実行させて加工条件の組合せを生成する。

10

20

30

40

50

【0118】

以下に、実施の形態の加工条件生成装置において基礎データを作成または修正するプロセスと加工条件の組合せを生成するプログラムを作成または修正するプロセスを説明する。図5ないし図7は、単位演算プログラムのブロック図形を具体的に示す。

【0119】

基礎データを作成するときは、操作装置5を操作して画面選択で数値入力ボタンをクリックして図2に示される基礎データの入力画面を表示装置4に表示させる。そして、入力装置1から数値データを入力して基礎データを作成する。基礎データにおける理論的な相関関係を有するパラメータの種類が2種類であるときのデータ次元数を2とし、パラメータの種類が3種類であるときのデータ次元数を3とする。

10

【0120】

データ次元数が2であるときは、基礎データの縦軸と横軸に数値データを入力する。縦軸は、基礎データを線グラフ化したときの縦軸に相当し、出力する従属パラメータのパラメータ値である。横軸は、基礎データを線グラフ化したときの横軸に相当し、入力される主体パラメータのパラメータ値である。

【0121】

データ次元数が3であるときは、基礎データの縦軸、横軸、系列に数値データを入力する。データ次元数が3であるときは、基礎データに理論的な相関関係を有する主体パラメータと従属パラメータとのパラメータ値の関係を変化させる条件になる中間パラメータが存在する場合であり、中間パラメータを系列として、中間パラメータのパラメータ値を系列

20

【0122】

図2に、形彫放電加工におけるピーク電流値毎のオン時間に対する放電ギャップの相関関係を示す基礎データが表示画面上に表示されている状態が示されている。縦軸が従属パラメータである放電ギャップ、横軸が主体パラメータであるオン時間、系列が中間パラメータであるピーク電流値である。オン時間と放電ギャップは、オン時間が長くなるほど放電エネルギーが大きくなるので放電ギャップが拡大するという理論に基づく相関関係を有する。また、ピーク電流値が高くなるほど放電エネルギーが大きくなるのでオン時間が同じであっても放電ギャップが拡大するので、ピーク電流値は、オン時間と放電ギャップとのパラメータ値の関係を変化させる。

30

【0123】

次に、操作装置5を操作して加工条件生成装置の画面選択でグラフ生成画面ボタンをクリックして図3に示される基礎データのグラフ生成画面を表示装置4に表示させる。そして、グラフ生成画面に表示されている複数の近似式の候補の中から主体パラメータと従属パラメータとの理論的な相関関係に適する近似式を選択する。選択可能に候補として表示される近似式は、累乗近似、直線近似、対数近似、逆対数近似、指数近似、双曲線近似、平方根近似、立方根近似、幾何曲近似、直角双曲近似、変形累乗近似、有利関数近似、変形双曲近似、多項式近似、多変量解析などがある。

【0124】

近似式を選択して作成された基礎データは、近似式のデータを含んでいるので、代表的なデータが存在しないパラメータ値が与えられたときに、必ず主体パラメータのパラメータ値に対応する従属パラメータの理論値を所定の誤差の範囲で得ることができる。そして、このように理論に基づいて加工条件を決定していくので、膨大な数の加工条件の組合せを記録した加工条件データベースを予め準備しておく必要がない。そのため、テスト加工の数を減らすことができるとともに、加工結果のばらつきが小さい信頼性の高い加工条件の組合せを得ることができる利点を有する。

40

【0125】

近似式が選択されているときは、近似グラフボタンをクリックすると、作成された基礎データを表示装置4にグラフ表示させることができる。中間パラメータが存在して系列を有する基礎データを線グラフ化したときは、図3に示されるように、中間パラメータ毎に

50

線グラフが形成される。したがって、パラメータ値を入力した作業者は、基礎データが正しい理論に基づいて的確に基礎データが作成されているかどうかを容易に確認することができる利点がある。

【0126】

また、基礎データは単なる加工データの集積ではなく、理論的な相関関係を有する複数種類のパラメータのデータであるから、基礎データの内容を知ることによって加工に関する理論を知ることができる。特に、グラフ表示によって主体パラメータと従属パラメータ、および中間パラメータとの理論的な相関関係を視覚的に容易に理解することができ、加工に関する理論を知り知識を高めることができるので、加工技術が向上する利点がある。そして、熟練作業者が作成して修正を加えながら進化させた基礎データを他の作業者が利用することによって、熟練作業者の知識や経験がより効果的に伝えられるので、加工技術が継承される利点がある。

10

【0127】

作成された基礎データは、操作装置5を操作して任意にデータファイル名を付けてデータファイルとして第1の記憶装置2に記憶される。第1の記憶装置2に記憶された基礎データは、操作装置5を操作して演算装置4によって読み出され表示装置4に再び表示させることができる。また、操作装置5を操作して入力装置1から数値データを入力して、基礎データの数値を変更、削除、追加することができる。同様に操作装置5を操作して近似式を指定し直して変更することができ、変更された基礎データから新しい線グラフを生成することができる。

20

【0128】

このように、基礎データを適時読み出して表示させることによって、作業者がより容易にかつ的確に基礎データを修正することができ、作業効率が向上する。そして、作業者は、操作装置5を操作して基礎データを作成し、基礎データの内容を変更、追加、削除して編集することによって基礎データの精度を向上させ充実させて、加工技術の知識を広げたり、常に新しい優れた理論または熟練作業者の経験の蓄積で進歩する理論や知識に合わせて基礎データをより容易に進化させることができる利点がある。

【0129】

加工条件を決定するプログラムを作成するときは、操作装置5を操作して加工条件生成装置の画面選択で図4に示される演算プロシージャの作成または修正画面を表示装置4に表示させる。そして、最初に決定すべき種類の加工条件のパラメータ値を求める演算プロシージャを作成する。最初に決定すべき種類の加工条件は、他の種類の加工条件を決定するときに与えられるパラメータ値として必要になる種類の加工条件である。実施の形態の加工条件生成装置では、最初に決定すべき種類の加工条件は、工具電極と被加工物との材質毎にファーストカットで取り得る複数のピーク電流値に対するオン時間である。

30

【0130】

演算プロシージャは、複数の単位演算プログラムを関連付けて作成される。実施の形態の加工条件生成装置では、画面左側に配置されたブロック図形10の単位演算プログラムから画面右側に配置されたブロック図形10の単位演算プログラムに向かって順番に実行されるように定義されている。したがって、作業者は、操作装置5を操作して先に実行されるべき単位演算プログラムのブロック図形10と次に実行されるべき単位演算プログラムのブロック図形を表示画面上に画面左側から順番に配置して、先に実行されるべき単位演算プログラムのブロック図形10のパラメータ値を出力する出力部分13または演算アルゴリズムを指定する指定部分12とパラメータ値を取得する入力部分11とを接続線17で結合する。

40

【0131】

単位演算プログラムのブロック図形10は、演算アルゴリズムによって大きく3種類に分類される。基本的な第1の種類の単位演算プログラムは、演算アルゴリズムが第1の記憶装置2に記憶された基礎データである場合であり、図4に示されるように、基本のブロック図形10(A)で示される。第2の種類の単位演算プログラムは、演算アルゴリズム

50

が関数式または関数プログラムである場合であり、ブロック図形 10 (E) で示される。第 3 の種類の単位演算プログラムは、演算アルゴリズムが予め定められた近似法であって求める近似解が値に対する解、交点または最大値を求めるものである場合であり、ブロック図形 10 (C) で示される。

【0132】

単位演算プログラムのブロック図形 10 を表示装置 4 の表示画面上に配置するときは、操作装置 5 を操作して単位演算プログラム選択ボタン群 80 の配置したい単位演算プログラムの種類 (基礎データ、関数、y 値に対する x 解、交点、最大値) をクリックして、配置したい場所にポインタを移動させてクリックする。また、例えば、表示されたブロック図形 10 をクリックすると、ブロック図形 10 の表示色が黒色から赤色に変更されて操作可能な状態 (アクティブ) になるので、アクティブのブロック図形 10 をクリックしたまま移動すると、表示されているブロック図形 10 を任意の位置に移動することができる。

10

【0133】

第 1 の種類の単位演算プログラムを作成するときは、操作装置 5 を操作して単位演算プログラム選択ボタン群 80 の基礎データのボタンをクリックし、表示画面上の任意の位置に基本のブロック図形 10 (A) を配置する。図 5 に示されるような表示画面上に配置されたブロック図形 10 (A) の演算アルゴリズムを指定する指定部分 12 をダブルクリックすると、図 5 の下側に示されるように、第 1 の記憶装置 2 に記憶され登録されている基礎データ一覧の画面がウィンドウ表示される。

【0134】

20

既に作成されて第 1 の記憶装置 2 に記憶されることで登録されている基礎データの中から演算アルゴリズムに使用する基礎データが選択されると、図 4 に示されるようなブロック図形 10 (A) の指定部分 12 に基礎データのデータファイル名が表示される。同時に、演算装置 6 は、選択された基礎データを解析して、主体パラメータ、従属パラメータ、中間パラメータを探索する。探索の結果、中間パラメータが存在しないときは、入力するパラメータの名称が入力部分 11 に表示され、出力するパラメータの名称が出力部分 13 に自動的に表示される。また、中間パラメータが存在するときは、表示されている基本のブロック図形 10 (A) が変形されて図 4 に示されるブロック図形 10 (B) のように系列部分 14 が拡張して表示され、中間パラメータの名称が系列部分 14 に自動的に表示される。

30

【0135】

第 2 の種類の単位演算プログラムを作成するときは、操作装置 5 を操作して単位演算プログラム選択ボタン群 80 の関数のボタンをクリックし、表示画面上の任意の位置にブロック図形 10 (E) を配置する。図 6 に示されるような表示画面上に配置されたブロック図形 10 (E) の演算アルゴリズムを指定する指定部分 12 をダブルクリックすると、図 6 の下側に示されるように、関数式または関数プログラムを作成する画面 (関数プロパティ) がウィンドウ表示される。

【0136】

関数式は、数学で広く使用されている演算子と変数符号で記述される。関数プログラムは、図 6 に示されるように、数式だけでは表現できない関数演算を実行する。関数プログラムは、比較的簡単なプログラム言語で作成される。簡単なプログラム言語は、例えば、C 言語のような高度なプログラム言語のようにアプリケーションプログラムを作成することはできないが、簡単な演算を実行する程度の関数プログラムを作成することができる。そのため、作業者にとっては、高度な専門的なコンピュータプログラミングの知識が不要である利点がある。

40

【0137】

具体的に、関数プログラムを作成する簡単なプログラム言語は、図 6 に示されるような広く知られているビジュアルベーシックが採用される。関数演算は、ビジュアルベーシックの規定に従う演算子、変数符号、命令 (ステートメント) を使用して表現される必要があるが、演算子と変数符号の殆んどが数学で広く使用されている演算子と変数符号である

50

。また、基本的な命令文は一般の言語に近似しているとともに、ビルダと称される支援ツールを利用して演算子、変数符号、ステートメント、あるいは例文を読み出してプログラムを記述することができる。

【0138】

関数式または関数プログラムを作成して定義した後に、関数式または関数プログラムに任意の関数名を付けて入力する。そして、操作装置5を操作してOKボタンをクリックすると、作成した関数が演算単位プログラムのデータの一部として記憶され保存される。関数を保存して登録すると、図4に示されるようなブロック図形10(E)の指定部分12に登録された関数名が表示されるとともに、入力部分11と出力部分13に関数のパラメータ(変数符号)が表示される。

10

【0139】

第3の種類の単位演算プログラムを作成するときは、操作装置5を操作して単位演算プログラム選択ボタン群80の求める近似解のボタンをクリックし、表示画面上の任意の位置にブロック図形10(C)を配置する。実施の形態の加工条件生成装置では、演算アルゴリズムである近似法は予め二等分割法に定義されており、求めることができる近似解の種類は、y値に対するx解、交点または最大値に決められている。したがって、y値に対するx解を選択するときは $Y \geq X$ のボタンをクリックし、交点を選択するときは交点のボタンをクリックし、最大値を選択するときは頂点のボタンをクリックする。

【0140】

二等分割法によって近似解を求める単位演算プログラムのブロック図形10(C)は、図4および図7に示されるように、入力される主体パラメータのパラメータ値を取得する第1の入力部分11と、演算アルゴリズムを指定する指定部分12と、入力するパラメータと出力するパラメータとの理論的な相関関係を示す基礎データ、関数式または関数プログラム(以下、連続するパラメータ値を示す関数と総称する)に従って得られる連続するパラメータ値 $y = f(x)$ を取得する第2の入力部分15と、任意の演算初期値を入力する入力部分16と、出力される従属パラメータのパラメータ値である近似解を出力する出力部分13を有する。

20

【0141】

演算アルゴリズムは、二等分割法に定義されているので、演算アルゴリズムを指定する指定部分12には、求める近似解の種類が表示される。図7に示されるブロック図形10(C)の場合、求める近似解の種類として $Y \geq X$ (y値に対するx解)が表示されている。

30

【0142】

近似解を求めるための基礎となる連続するパラメータ値を示す関数は、第1の記憶装置2に記憶されている基礎データから選択的に指定するか、関数式または関数プログラムを作成する画面で関数式または関数プログラムを作成して登録する。また、他の単位演算プログラムの演算アルゴリズムに指定された基礎データ、関数または関数プログラムを引用することができる。

【0143】

他の単位演算プログラムの演算アルゴリズムに指定された基礎データ、関数または関数プログラムを引用して連続するパラメータ値を示す関数を指定する場合は、操作装置5を操作して他のブロック図形10(A)またはブロック図形10(B)の演算アルゴリズムを指定する指定部分12の右端をクリックして連続するパラメータ値を示す関数を指定している状態で、図7に示されるブロック図形10(C)の連続するパラメータ値を取得する入力部分15まで接続線17を引いて、2つの単位演算プログラムを結合させる。

40

【0144】

連続するパラメータ値を示す関数が指定されると、演算装置6は、指定された連続するパラメータ値を示す関数を解析して、求める近似解のパラメータを探索する。そして、求める近似解のパラメータの名称が近似解の出力部分13に自動的に表示される。

【0145】

50

二等分割法で近似解を計算するためには、求める近似解が間に存在し得る大小の演算初期値が必要である。演算初期値を入力する場合は、操作装置 5 を操作して演算アルゴリズムを指定する指定部分 12 をダブルクリックすると、図 7 の下側に示されるように、演算初期値を与える画面がウィンドウ表示されるので、求める y 値に対する x 解、交点または最大値における近似解が大小の演算初期値の間に存在しかつ演算に要する時間が可能な限り短くなるような適当な演算初期値を予測して入力する。

【0146】

複数の単位演算プログラムを結合して関連付けるときは、先に実行されるブロック図形 10 の出力部分 13 をクリックしながら次に実行される単位演算プログラムの入力部分 11 まで接続線 17 を引いてクリックを解除する。接続線 17 によってブロック図形 10 同士が結合すると、実際の単位演算プログラムが実行する順番に関連付けられる。ブロック図形 10 の中で最後に結合されている単位演算プログラムのブロック図形 10 (D) の出力部分と演算プロシージャの終了を実行するエンドプログラムを示すブロック図形 30 とを接続線 17 で結合すると、1 つの演算プロシージャ 20 が形成される。

10

【0147】

エンドプログラムのブロック図形 30 に表記される番号は、演算プロシージャを実行する順番を決定する。したがって、操作装置 5 を操作して表示装置 4 の表示画面上でブロック図形 30 を配置してブロック図形 10 (D) と結合することで、複数の演算プロシージャが所定の順番で実行されるように関連付けられる。

20

【0148】

実施の形態の加工条件生成装置においては、演算プログラムユニットの単位で第 1 の記憶装置 2 に加工条件自動生成プログラムのサブプログラムとして記録することができるようにされている。複数の演算プロシージャは、エンドプログラムの番号の順番で実行されるように関連付けられているので、演算プログラムユニットに任意のデータファイル名を付けて第 1 の記憶装置 2 に記憶させるだけで、複数の演算プロシージャを予め定義された所定の順番で実行されるように関連付けられた状態で保存される。

【0149】

実施の形態の加工条件生成装置は、複数の演算プログラムユニットを 1 つのプロジェクトプログラムとしてデータファイル名を付けて第 1 の記憶装置 2 に記憶させることができる。プロジェクトプログラムは、1 つの加工条件自動生成プログラムのメインプログラムである。演算装置 6 は、作業者が操作装置 5 を操作して複数の演算プログラムユニットを第 1 の記憶装置 2 に記憶させるときに、複数の演算プログラムユニットがツリー形式で関連付けられるように記憶させる。

30

【0150】

ツリー形式で関連付けられて記憶された複数の演算プログラムユニットは、ツリー形式で表示装置 4 の表示画面上の表示領域 70 に表示される。表示されたツリーの上側の演算プログラムユニットから順番に実行されるようにアプリケーションプログラム予め定義されているので、プロジェクトプログラムが起動され実行されるときは、ツリー形式で予め定められた順番で演算プログラムユニットが実行される。

【0151】

演算プロシージャを修正するときには、表示装置 4 の表示画面の表示領域 70 に表示されている修正したい演算プロシージャを含む演算プログラムユニットをクリックすることで第 1 の記憶装置 2 から修正したい演算プログラムユニットを読み出して、図 4 に示される表示画面に表示させる。そして、操作装置 5 を操作して単位演算プログラムのブロック図形 10 同士の結合を変更し、ブロック図形 10 をアクティブにして削除し、演算アルゴリズムを変更し、あるいはブロック図形 10 を新しく作成して追加する。

40

【0152】

表示装置 4 の表示画面を加工条件の組合せを生成する画面に切り換えると、図示しない 1 種類以上の加工要求を入力する表示画面が表示される。作業者が入力することを要求されている 1 種類以上の加工要求のパラメータ値を順次入力してから加工条件の組合せを生

50

成するプログラムを実行させると、演算装置 6 は、所定のプロジェクトプログラムを第 1 の記憶装置 2 から読み込んで実行する。

【0153】

演算装置 6 は、プロジェクトプログラムを解読して実行し、最初にツリー形式で予め定義されている上位の演算プログラムユニットに含まれるエンドプログラムの番号が最も小さい最初の演算プロシーダを実行する。したがって、最初に加工条件を決定するプロセスで最初に与えられるパラメータ値に対応して演算プロシーダに従って複数の単位演算プログラムを関連付けられた順番で実行して、加工条件のパラメータ値を演算して出力する。そして、エンドプログラムの番号で予め定義された所定の順番で次々と演算プロシーダを実行させて複数種類の加工条件のパラメータ値を順次決定する。

10

【0154】

求められた加工条件のパラメータ値は、演算プロシーダが終了するときに第 2 の記憶装置 3 に記憶される。全ての演算プロシーダが終了して演算プログラムユニットの実行が完了すると、複数の演算プロシーダが実行される毎に第 2 の記憶装置 3 に順次記憶された複数種類の加工条件のパラメータ値が結合されて加工条件の組合せが生成される。生成された加工条件の組合せは、加工条件番号が付されて第 2 の記憶装置 3 に一旦記憶される。

【0155】

加工の種類によって、1つの加工における複数の加工工程毎に加工条件の組合せを設定することがある。このような場合は、それぞれの加工工程毎に加工条件の組合せを生成する演算プログラムユニットが作成されている。複数の演算プログラムユニットで複数の加工条件の組合せを生成するプログラムが構成されている場合は、演算装置 6 は、複数の演算プログラムユニットをツリー形式で予め定義された順番に実行して各加工工程における加工条件の組合せを順番に生成して加工条件番号を付して第 2 の記憶装置 3 に記憶させる。

20

【0156】

表示装置 4 の表示画面の表示領域 70 にフォルダ形式で表示されている複数の演算プログラムユニットのデータファイル名を指定して起動することによって、必要に応じて任意に1つの演算プログラムユニットを第 1 の記憶装置 2 から読み出して単独で実行させることができる。単独で実行させたときに生成される加工条件の組合せは、第 2 の記憶装置 3 に一時的に記憶され、適時表示装置 4 に表示させることができる。

30

【0157】

NC プログラムに加工条件の組合せを記述するときは、加工条件の組合せを生成するプログラムを実行させて生成され第 2 の記憶装置 3 に一旦記憶されている加工条件の組合せを抽出して、加工条件番号を含む加工条件の組合せのデータを NC プログラムの形式で所定の位置に記述して NC プログラムと共に保存する。

【0158】

既に加工条件データベースが存在する場合は、プロジェクトプログラムあるいは演算プログラムユニットを実行することによって生成されて第 2 の記憶装置 3 に記憶されている加工条件番号が付された 1 組以上の加工条件の組合せは、加工条件番号と共に第 1 の記憶装置 2 に記憶されている加工条件データベースに追加して記憶させることができる。そのため、テスト加工を行なうことなく、加工条件データベースを拡充することができる利点がある。

40

【0159】

本発明の加工条件生成装置は、以上に説明され図示される実施の形態の加工条件生成装置と同一の構成に限定されず、本発明の目的と効果を逸脱しない範囲で種々の変形と応用が可能である。例えば、操作装置は、キーボードやマウスに限定されず、キーパッドや液晶ディスプレイ上のタッチパネルであってよい。また、発明の詳細な説明における特定の用語で示される部品、部材、データ、パラメータに限定されることなく、実質的に同一の意味を有する部品と部材を含む。

50

【産業上の利用可能性】

【0160】

本発明の加工条件生成装置は、切削加工、研削加工、旋削加工、研磨加工、放電加工、ウォータージェット加工のような加工機械に利用される。本発明は、作業効率を向上させるとともに加工技術を向上させる。そして、加工条件生成装置が速やかに改良され加工技術の進歩に追従し、加工技術が継承されて加工機械を操作する作業者を育成し、加工業界の発展に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【0161】

【図1】本発明の加工条件生成装置の構成を示すブロック図である。

10

【図2】本発明の加工条件生成装置における基礎データを表示装置に表形式で表示する表示状態を示す表示画面の平面図である。

【図3】本発明の加工条件生成装置における基礎データを表示装置にグラフィック表示する表示状態を示す表示画面の平面図である。

【図4】本発明の加工条件生成装置における演算プログラムユニットの構成を表示装置に図形化して表示する表示状態を示す表示画面の平面図である。

【図5】演算に使用する所定の演算方法が基礎データである図形化された単位演算プログラムを示す表示画面の平面図である。

【図6】演算に使用する所定の演算方法が予め作成された関数である図形化された単位演算プログラムを示す表示画面の平面図である。

20

【図7】演算に使用する所定の演算方法が予め定められた近似法である図形化された単位演算プログラムを示す表示画面の平面図である。

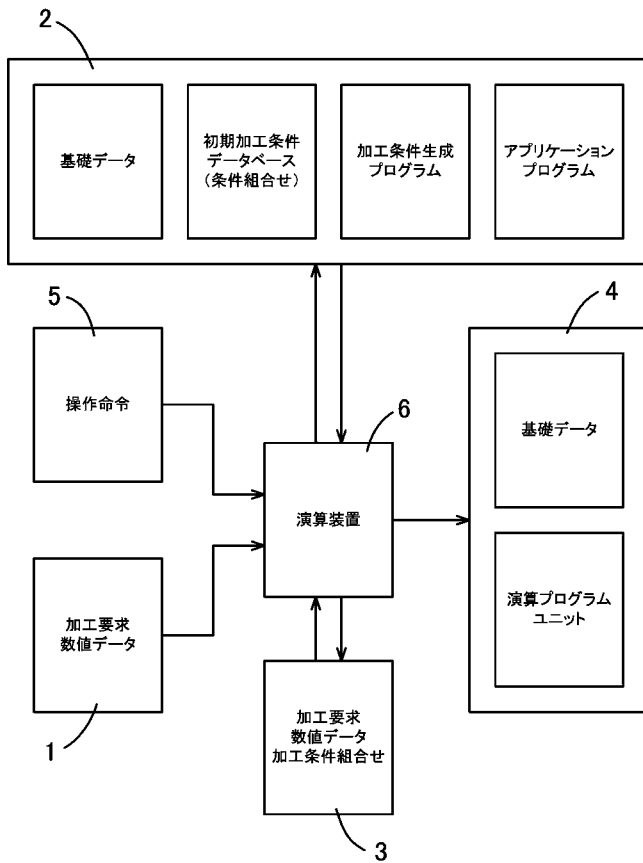
【符号の説明】

【0162】

- 1 入力装置
- 2 第1の記憶装置
- 3 第2の記憶装置
- 4 表示装置
- 5 操作装置
- 6 演算装置
- 10 単位演算プログラムブロック図形
- 20 演算プロシージャブロックダイアグラム
- 30 エンドプログラムブロック図形
- 40 スクロールバー
- 80 単位演算プログラム選択ボタン群

30

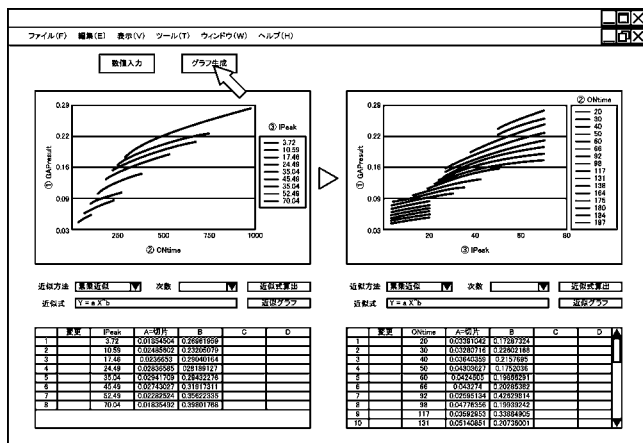
【図 1】



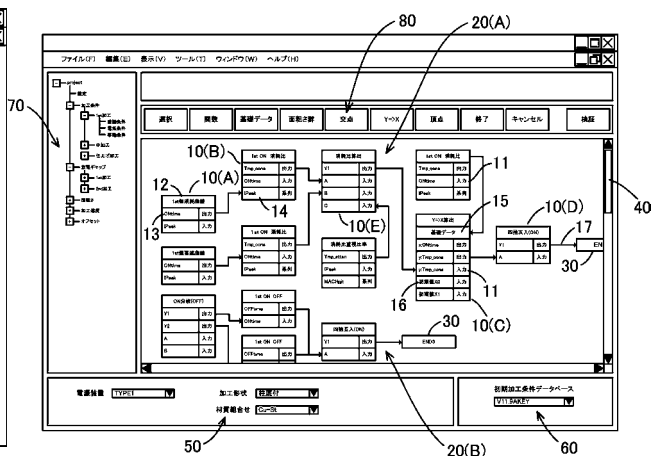
【図 2】

Figure 2 shows a screenshot of a software interface. The interface has a menu bar with options: ファイル(F), 編集(E), 表示(V), ツール(T), ウィンドウ(W), ヘルプ(H). Below the menu bar are buttons for 数値入力 (Numerical Input) and グラフ生成 (Graph Generation). The main area displays a table with columns: 加工条件 (Processing Condition), ①: ①Peak, ②: ②Peak, ③: ③Peak, ④: ④Peak, ⑤: ⑤Peak. The table contains numerical data for various parameters.

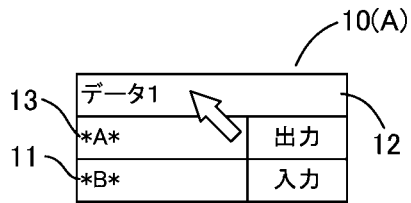
【図 3】



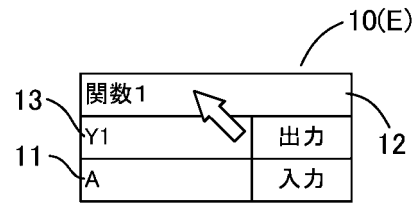
【図 4】



【図 5】

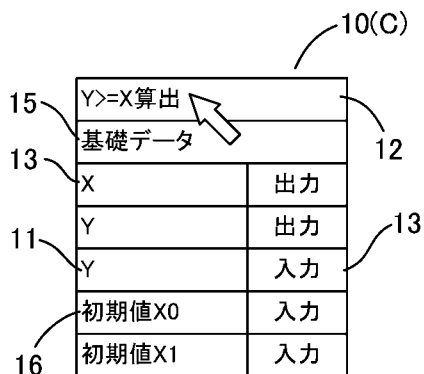


【図 6】



基礎データ一覧	関数プロパティ
2nd底面Ton 底1stTon 2nd底面Vopen 底1stVopen 2nd底面Tw 底1stTw 側1stTon 側1stVopen 側1stDepth 名前の変更 開く キャンセル	関数名: ON分岐 (OFF) 入力 2 出力 2 <pre> a=getGvalue("ONtime") b=getGvalue("MACHpit_area") if b<4900 then call setvalue("Y1",a) output(1) else call setvalue("Y2",a) output(2) end if </pre> 検証 OK キャンセル

【図 7】



初期値	
初期値	
X0	0.000001
X1	10000000000
OK	キャンセル

フロントページの続き

F ターム(参考) 3C269 AB01 AB08 BB08 EF23 EF35 EF53 EF66 KK08 MN08 MN26
QB02 QC01 QD02 QE01 QE11 QE17 QE22 QE23