

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6779314号
(P6779314)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月15日(2020.10.15)

(51) Int.Cl.	F I
G05B 19/418 (2006.01)	G05B 19/418 Z
G05B 19/4093 (2006.01)	G05B 19/4093 A
B23Q 15/00 (2006.01)	B23Q 15/00 301D
G06Q 50/04 (2012.01)	G06Q 50/04

請求項の数 12 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2018-558795 (P2018-558795)	(73) 特許権者 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日 平成29年7月11日(2017.7.11)	(74) 代理人 100118762 弁理士 高村 順
(86) 国際出願番号 PCT/JP2017/025309	(72) 発明者 若色 譲二 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
(87) 国際公開番号 W02018/123116	(72) 発明者 入口 健二 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
(87) 国際公開日 平成30年7月5日(2018.7.5)	(72) 発明者 松原 晋 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
審査請求日 平成30年12月10日(2018.12.10)	
(31) 優先権主張番号 特願2016-251217 (P2016-251217)	
(32) 優先日 平成28年12月26日(2016.12.26)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工工程生成装置、加工工程生成方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工単位ごとの加工内容を示す加工工程の事例である工程事例を記憶する工程事例記憶部と、

加工工程の生成条件と前記工程事例とに基づいて前記加工工程を生成すると共に、生成した前記加工工程を構成する部分と、当該部分を生成するために用いた前記工程事例の部分とが対応づけられた情報を含み、前記加工工程を生成した根拠を示す根拠情報を生成する工程生成部と、

前記根拠情報を表示装置に表示することが可能な表示部と、
を備えることを特徴とする加工工程生成装置。

【請求項2】

前記表示部は、前記根拠情報を文章、表または図の少なくともいずれかに変換して表示することを特徴とする請求項1に記載の加工工程生成装置。

【請求項3】

前記根拠情報は、前記工程事例記憶部に記憶された複数の工程事例の中から、前記加工工程を生成するために用いた前記工程事例を抽出した抽出条件をさらに含むことを特徴とする請求項1または2に記載の加工工程生成装置。

【請求項4】

前記根拠情報は、前記生成条件から算出することができる特徴の種類および値をさらに含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の加工工程生成装置。

【請求項 5】

前記工程生成部は、前記加工工程を構成する部分に対して複数の候補を生成して、前記複数の候補のそれぞれに対する前記根拠情報を生成し、

前記表示部は、前記複数の候補と、前記複数の候補のそれぞれに対する前記根拠情報とを表示し、

前記工程生成部は、前記表示部が表示した前記複数の候補の中から選択された前記候補を用いて前記加工工程を生成することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の加工工程生成装置。

【請求項 6】

前記工程生成部が生成した加工工程を前記工程事例記憶部に記憶させるか否かを選択させる画面を表示し、前記工程生成部が生成した加工工程を前記工程事例記憶部に記憶させる操作を検知すると、前記工程生成部が生成した加工工程を含む工程事例を前記工程事例記憶部に記憶させる工程事例変更部、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の加工工程生成装置。

10

【請求項 7】

前記加工工程の生成および前記根拠情報の表示についての操作履歴を記録する操作履歴記録部、

をさらに備え、

前記工程生成部は、前記生成条件と前記工程事例と前記操作履歴とに基づいて、前記加工工程を生成することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の加工工程生成装置。

20

【請求項 8】

前記表示部は、前記操作履歴に基づいて前記根拠情報を表示することを特徴とする請求項 7 に記載の加工工程生成装置。

【請求項 9】

前記根拠情報は、前記加工工程を生成するために用いた前記操作履歴を示す情報を含み、

前記表示部は、前記根拠情報として、前記操作履歴を表示することを特徴とする請求項 8 に記載の加工工程生成装置。

30

【請求項 10】

前記表示部は、前記操作履歴に基づいて、前記加工工程を生成するために用いた前記工程事例のうち、前記根拠情報として表示する前記工程事例を決定することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の加工工程生成装置。

【請求項 11】

加工工程生成装置が、

加工工程の生成条件と、加工単位ごとの加工内容を示す加工工程の事例である工程事例とに基づいて、加工工程を生成するステップと、

前記加工工程を生成するために用いた工程事例の情報を含み、前記加工工程を生成した根拠を示す根拠情報を生成するステップと、

前記根拠情報を表示装置に表示するステップと、

を含むことを特徴とする加工工程生成方法。

40

【請求項 12】

加工工程の生成条件と、加工単位ごとの加工内容を示す加工工程の事例である工程事例とに基づいて、加工工程を生成するステップと、

前記加工工程を生成するために用いた工程事例の情報を含み、前記加工工程を生成した根拠を示す根拠情報を生成するステップと、

前記根拠情報を表示装置に表示するステップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、素材を加工して製品を得るための加工工程を生成する加工工程生成装置、加工工程生成方法およびプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

加工装置を用いて、素材を加工して製品を製造する際には、加工装置を制御するためのコンピュータプログラムを作成する前に、加工装置に行わせる加工工程の設計が行われる。この加工工程の生成を効率化するために、素材および製品の形状データから加工工程を自動的に生成する技術が開発されている。

10

【0003】

特許文献1は、エキスパートシステムを用いて加工工程を生成する方法を開示している。エキスパートシステムは、人工知能を用いたシステムであり、ルール群を用いて推論を行い、特定の分野の問題について解析する。特許文献1に開示された方法では、ルール群は、製造条件と製品仕様との間の法則および経験則に基づいた複数のルールで構成されている。エキスパートシステムが用いる各ルールは、条件Aと条件Aを満たしたときに導き出すことができる事実Bとの関係を示している。特許文献1に開示された方法では、加工工程を生成した後、製品仕様の入力から加工工程の生成に至るまでに用いたルールを表示して作業者に提供している。

【先行技術文献】

20

【特許文献】**【0004】**

【特許文献1】特開平05-269646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、上記従来技術によれば、表示される情報はエキスパートシステムで用いられる特殊なルールであり、作業者がルールを解釈する必要があるため、生成された加工工程の妥当性を確認することが困難であるという問題があった。また、上記従来技術では、加工工程への変更内容を次回以降に反映するためには、どのようなルールが必要であるかを検討して、人手を介してルール群を編集する必要があり、手間がかかっていた。

30

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、加工工程の妥当性を容易に確認することが可能であり、手間をかけずに、加工工程の変更を次回以降の加工工程の生成に反映させることが可能な加工工程生成装置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、本発明は、加工単位ごとの加工内容を示す加工工程の事例である工程事例を記憶する工程事例記憶部と、加工工程の生成条件と工程事例とに基づいて加工工程を生成すると共に、生成した加工工程を構成する部分と、当該部分を生成するために用いた工程事例の部分とが対応づけられた情報を含み、加工工程を生成した根拠を示す根拠情報を生成する工程生成部と、根拠情報を表示装置に表示することが可能な表示部と、を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】**【0008】**

本発明によれば、加工工程の妥当性を容易に確認することが可能であり、手間をかけずに、加工工程の変更を次回以降の加工工程の生成に反映させることが可能であるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

50

- 【図 1】実施の形態 1 に係る加工工程生成装置の機能構成図
- 【図 2】図 1 に示す加工工程生成装置の動作を示すフローチャート
- 【図 3】図 1 に示す加工工程生成装置に入力される製品形状の一例を示す図
- 【図 4】図 1 に示す加工工程生成装置に入力される素材形状の一例を示す図
- 【図 5】実施の形態 1 の加工工程および根拠情報の生成について説明するためのフローチャート
- 【図 6】図 1 に示す加工工程生成装置が計算する除去形状の一例を示す図
- 【図 7】図 1 に示す加工工程生成装置が計算する端面加工の加工形状の一例を示す図
- 【図 8】図 1 に示す加工工程生成装置が計算する外径旋削加工の加工形状の一例を示す図
- 【図 9】図 1 に示す根拠情報記憶部に記憶される根拠情報の一例を示す図 10
- 【図 10】図 1 に示す加工工程生成装置が行う回帰分析の一例を示す図
- 【図 11】図 1 に示す加工工程生成装置が生成する加工工程の一例を示す図
- 【図 12】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する加工方法に対する根拠情報の一例を示す図
- 【図 13】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する新工程と工程事例との一例を対比して示す図
- 【図 14】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する加工条件に対する根拠情報の一例を示す図
- 【図 15】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する生成された加工工程の一例を示す図
- 【図 16】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する根拠情報の一例を示す図 20
- 【図 17】図 1 に示す加工工程生成装置が表示する新工程と根拠情報との一例を対比して示す図
- 【図 18】実施の形態 1 に係る加工工程生成装置のハードウェア構成図
- 【図 19】実施の形態 2 に係る加工工程生成装置の機能構成図
- 【図 20】図 19 に示す加工工程生成装置の動作を示すフローチャート
- 【図 21】図 19 に示す加工工程生成装置が行う判別分析の一例を示す図
- 【図 22】図 19 に示す加工工程生成装置が表示する工程部分の候補の一例を示す図
- 【図 23】図 19 に示す加工工程生成装置が表示する根拠情報の一例を示す図
- 【図 24】実施の形態 3 に係る加工工程生成装置の機能構成図
- 【図 25】図 24 に示す加工工程生成装置が表示する加工方法の候補および根拠情報の一例を示す図 30
- 【図 26】図 24 に示す加工工程生成装置が表示する加工条件の候補および根拠情報の一例を示す図
- 【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加工工程生成装置、加工工程生成方法およびプログラム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 . 40
- 図 1 は、実施の形態 1 に係る加工工程生成装置の機能構成図である。図 1 に示す加工工程生成装置 10 は、工程事例記憶部 11 と、生成条件入力部 12 と、生成条件記憶部 13 と、工程生成部 14 と、新工程記憶部 15 と、根拠情報記憶部 16 と、表示部 17 と、新工程編集部 18 と、工程事例変更部 19 とを有する。
- 【0012】
- 工程事例記憶部 11 は、過去に生成された加工工程の事例である工程事例を複数記憶する。複数の工程事例のそれぞれは、加工工程と、加工工程の生成条件とを含む。より具体的には、工程事例は、加工工程として、加工単位ごとの加工内容を示す加工単位データと、加工単位データの実行順序とを含み、生成条件として、製品形状、素材形状、素材材質、加工に使用する工具および機械を示す情報などを含む。工程事例は、工程の作成者、作 50

成日時、およびその工程を用いて製造された製品についての情報をさらに含んでもよい。

【0013】

生成条件入力部12は、加工工程を生成する生成条件を受け付けて、受け付けた生成条件を生成条件記憶部13に記憶させる。入力される生成条件は、例えば、製品形状、素材形状、素材材質、加工に使用する工具および機械を示す情報である。生成条件記憶部13は、生成条件入力部12が受け付けた生成条件を記憶する。

【0014】

工程事例と生成条件とに含まれる製品形状および素材形状のデータは、製品および素材のそれぞれの輪郭形状を構成する形状要素の種類、座標および寸法を含む。また、生成条件入力部12は、キーボードなどの入力装置を用いて作業者が入力した生成条件を受け付けてもよいし、入力されたCAD(Computer Aided Design)データを生成条件に変換することで生成条件を受け付けてもよい。

【0015】

工程生成部14は、生成条件記憶部13が記憶する生成条件と、工程事例記憶部11が記憶する工程事例とに基づいて、加工工程を生成する。工程生成部14は、生成した加工工程である新工程を新工程記憶部15に記憶させる。さらに工程生成部14は、加工工程を生成する際に、加工工程のどの部分を生成する際に工程事例のどの部分を用いたかを示す根拠情報を生成する。工程生成部14が加工工程を生成する際に用いる生成手法としては、例えば、機械学習、頻度、形状解析、データベース検索が挙げられる。工程生成部14は、加工工程の生成に用いた方法、生成した加工工程の性質に応じて、生成する根拠情報の内容を変えることができる。例えば、工程生成手法が機械学習である場合、根拠情報は、学習データの中の代表的なもの、例えば生成した加工工程との類似度が最も高い学習データであってよい。例えば工程生成部14が工程事例の中から抽出した工程事例の中で、頻度が高い値を用いる場合、根拠情報は、抽出した工程事例と、これらの工程事例の抽出条件とを含むことができる。工程生成部14は、形状解析を用いて加工工程を生成した場合、根拠情報として、加工工程において選択可能な加工領域を示す情報を生成することができる。工程生成部14は、生成した加工工程の部分がフライス加工の工程である場合、加工形状を3次元表示で表現し、旋削加工の工程である場合、加工形状を2次元表示で表現することができる。なお、根拠情報の内容は、作業者が予備知識なく容易に理解できるものであることが望ましい。例えば、特定の工程生成アルゴリズムにおいて用いられるパラメータなどは根拠情報として望ましくない。また、加工工程を生成する作業者は、加工工程自体についての知識は有している可能性が高いため、加工工程の生成に過去に生成された加工工程の事例が利用されている場合、どの事例のどの部分が利用されたかという情報は、根拠情報として望ましい。工程生成部14は、生成した根拠情報を根拠情報記憶部16に記憶させる。

【0016】

表示部17は、表示装置の画面に各種の情報を表示する。表示部17は、例えば、工程事例記憶部11に記憶された工程事例と、生成条件記憶部13に記憶された生成条件と、新工程記憶部15に記憶された加工工程と、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報とを用いて、画面に表示する情報を生成することができる。表示部17は、根拠情報を表示することができる。このとき、表示部17は、作業者の理解を助けるために、根拠情報を作業者が理解しやすい形式に変換して表示することができる。表示部17は、根拠情報を、文章、表、または図の少なくともいずれかに変換して表示する。表示部17が表示する根拠情報の具体例については後述する。

【0017】

新工程編集部18は、入力装置を用いて入力される作業者の指示を受け付けて、受け付けた指示に従って、新工程記憶部15に記憶された加工工程を変更する。新工程編集部18は、変更後の加工工程を新工程記憶部15に記憶する。

【0018】

工程事例変更部19は、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の追加、削除、編集

10

20

30

40

50

などの変更を行う。また工程事例変更部 19 は、工程生成部 14 が新たな加工工程を生成した後、生成された加工工程の生成条件を生成条件記憶部 13 から取得し、新工程記憶部 15 に記憶された加工工程と組み合わせて、新しい工程事例として工程事例記憶部 11 に記憶させる。

【0019】

図 2 は、図 1 に示す加工工程生成装置の動作を示すフローチャートである。加工工程生成装置 10 の工程事例変更部 19 は、図示しない入力装置を用いた作業者の変更指示の有無に基づいて、工程事例を変更するか否か判断する（ステップ S101）。変更指示がある場合、工程事例を変更すると判断して（ステップ S101：Yes）、工程事例変更部 19 は、工程事例記憶部 11 に記憶された工程事例の追加、削除および編集の少なくともいずれかを行う（ステップ S102）。工程事例が 1 つも記憶されていない場合、作業者は工程事例を追加する必要がある。工程事例の変更を行った後、または、変更指示がなく工程事例を変更しないと判断した場合（ステップ S101：No）、生成条件の設定が行われる（ステップ S103）。生成条件入力部 12 は、生成条件を受け付けると、受け付けた生成条件を生成条件記憶部 13 に記憶させることで、生成条件の設定を行う。具体的には、生成条件入力部 12 は、生成条件として、素材材質「A5052」、図 3 に示す製品形状 F1、図 4 に示す素材形状 F2 が入力されると、入力された生成条件を生成条件記憶部 13 に記憶させる。図 3 は、図 1 に示す加工工程生成装置に入力される製品形状の一例を示す図である。図 4 は、図 1 に示す加工工程生成装置に入力される素材形状の一例を示す図である。

【0020】

続いて工程生成部 14 は、生成条件記憶部 13 に記憶された生成条件と、工程事例記憶部 11 に記憶された工程事例とを用いて、加工工程を生成すると共に、根拠情報を生成する（ステップ S104）。

【0021】

ここで、図 5 を参照しながら、図 2 のステップ S104 の詳細について説明する。図 5 は、実施の形態 1 の加工工程および根拠情報の生成について説明するためのフローチャートである。

【0022】

工程生成部 14 が生成する加工工程は、加工単位ごとの加工内容を示す加工単位データが加工順に並んだリストである。加工単位は、例えば、1 つの工具を連続的に使用して行う一連の加工を定義する単位である。工程生成部 14 は、一番目の加工単位から、加工順に 1 つずつ加工単位データを生成していく。加工単位データの生成の繰り返しの中で、作成を開始した後、まだ作成を完了していない加工単位のことを生成対象単位と称する。工程生成部 14 は、1 つの加工単位データを生成するとき、加工方法、使用工具、加工形状、加工条件の順にデータを決定していく。

【0023】

工程生成部 14 は、生成対象単位の除去形状を計算する（ステップ S201）。除去形状とは、加工によって素材から除去する部分の形状である。ここで、ある加工単位の除去形状は、その加工単位を経る直前の除去形状を指す。除去形状の初期値は、素材形状から製品形状を除いた部分の形状となり、1 番目の加工単位の除去形状は、除去形状の初期値となる。図 6 は、図 1 に示す加工工程生成装置が計算する除去形状の一例を示す図である。図 6 において、斜線部分が除去形状 F3 の初期値を示しており、図 4 に示す素材形状 F2 から図 3 に示す製品形状 F1 を除いた部分と一致する。2 番目の加工単位の除去形状は、除去形状の初期値から 1 番目の加工単位の加工形状を除いた部分の形状となる。加工形状は、各加工単位において加工する部分の形状である。

【0024】

工程生成部 14 は、続いて、複数の加工方法の候補について、それぞれの加工方法を行うと仮定して、それぞれの加工方法に対応する加工形状を計算する（ステップ S202）。工程生成部 14 は、それぞれの加工形状が、ステップ S201 で計算した除去形状の中

に存在するか否かを各加工形状について判断して、生成対象単位の除去形状の中に存在すると判断された加工形状に対応する加工方法を抽出する（ステップS203）。

【0025】

ステップS202で計算する加工形状は、加工方法によっては存在しない場合がある。例えば、製品形状F1の製品の加工には内径旋削加工は存在しないため、製品形状F1には内径旋削加工に対応する加工形状が存在しない。対応する加工形状が存在しない加工方法は、ステップS203の除去形状の除去形状の中に存在するか否かの判断を行うことが出来ないため、ステップS203で抽出される加工方法の中には含まれない。つまり、製品形状F1においては、内径旋削加工は抽出結果に残らない。

【0026】

図7は、図1に示す加工工程生成装置が計算する端面加工の加工形状の一例を示す図である。図8は、図1に示す加工工程生成装置が計算する外径旋削加工の加工形状の一例を示す図である。1番目の加工単位で端面加工を行うと仮定した場合、図7に示す加工形状F4が計算され、1番目の加工単位で外径旋削加工を行うと仮定した場合、図8に示す加工形状F5が計算される。この例では、1番目の加工単位では、複数の加工方法の候補のうち、端面加工に対応する加工形状F4および外径旋削加工に対応する加工形状F5が除去形状F3の中に存在するため、端面加工と外径旋削加工とが加工方法の候補として抽出される。この場合、加工方法の種類は、端面加工および外径旋削加工であり、加工方法の数は2となる。

【0027】

1つの加工工程には、同じ加工方法の加工単位が複数含まれる場合がある。例えば、複数の溝が存在する製品形状を加工する加工工程には、溝加工の加工単位が複数ある。工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の中から、加工単位を1つの抽出単位として工程事例を抽出する。以下、工程事例に含まれる加工単位を加工単位事例と称し、加工単位ごとに工程事例を抽出することを加工単位事例を抽出すると表現する。

【0028】

工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された加工単位事例のそれぞれについて除去形状を計算し、計算した除去形状から選択された加工方法の種類と数が生成中の加工工程と同じ、且つ、素材材質が生成中の加工工程と同じ加工単位事例を抽出する（ステップS204）。このとき、工程生成部14は、加工方法の種類および数が、生成対象単位と一致する加工単位事例を抽出する。具体的には、工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された加工単位事例のうち、加工方法の種類が「端面加工および外径旋削加工」であり、加工方法の数が「2」であり、素材材質が「A5052」である加工単位事例を抽出する。抽出された加工単位事例の数が予め定められた数に満たなかった場合、素材材質についての抽出条件を緩和して、一致する素材材質に加えて類似する素材材質の加工単位事例を抽出するようにしてもよい。例えば、工程生成部14は、抽出された加工単位事例の数が予め定められた数に達するまで素材材質の類似度合いを緩和することもできる。例えば、素材材質を示す符号が類似度に応じて定められている場合、工程生成部14は、この符号を用いて素材材質についての抽出条件を緩和することができる。工程生成部14は、素材材質が「A5052」である加工単位事例が予め定められた数に達しない場合、素材材質についての抽出条件を緩和して、素材材質の符号の上4桁が一致する加工単位事例を抽出する。つまり工程生成部14は、素材材質が「A5050」から「A5059」である加工単位事例を抽出する。工程生成部14は、素材材質が「A5050」から「A5059」である加工単位事例の数が予め定められた数に達しない場合、素材材質についての抽出条件をさらに緩和して、素材材質の符号の上3桁が一致する加工単位事例を抽出する。つまり工程生成部14は、素材材質が「A5000」から「A5099」である加工単位事例を抽出する。一致する符号の桁数が小さくなるほど、素材材質の類似度が低くなり、素材材質についての抽出条件が緩和される。

【0029】

工程生成部14は、生成対象単位および抽出した加工単位事例のそれぞれについて、特

10

20

30

40

50

徴値を算出して、特徴値の類似度に基づいて加工単位事例を絞り込む（ステップS205）。特徴値としてどのような値を用いるかとその計算方法、および特徴値の間の類似度の計算方法は、生成対象単位から選び出した加工方法の種類および数に応じて、予め定められている。工程生成部14は、類似度が高い方から予め定められた数の加工単位事例に絞り込む。例えば、加工方法の種類が端面加工および外径旋削加工の2種類であった場合、特徴値は、製品形状を内包する円筒形状の中心軸方向の長ささと径方向の長さであり、類似指標値は、軸方向長さの差の2乗と径方向長さの差の2乗との和である。例えば、生成対象単位について、軸方向長さが80mmであり、径方向長さが60mmであるとする。この場合、工程生成部14は、抽出した各工程事例の軸方向長ささと径方向長ささを計算して、計算した軸方向長さから80を減算した値の2乗と、計算した径方向長さから60を減算した値の2乗とを足し合わせた値を、各加工単位事例と生成対象単位との類似指標値とする。そして、工程生成部14は、類似度が高いものから予め定められた数、例えば10件の加工単位事例を抽出する。上記の例では、類似指標値は、類似度が高いほど値が小さくなるため、類似指標値が小さいものから10件の加工単位事例が抽出される。

10

【0030】

工程生成部14は、工程事例記憶部11から抽出した加工単位事例の加工方法のうち、最も頻度が高いものを生成対象単位の加工方法とする（ステップS206）。例えば抽出された10件の加工単位事例のうち9件が「端面加工」であり残り1件が「外径旋削加工」である場合、工程生成部14は、生成対象単位の加工方法を「端面加工」とする。

【0031】

20

工程生成部14は、加工方法の決定についての根拠情報を生成して根拠情報記憶部16に記憶させる（ステップS207）。図9は、図1に示す根拠情報記憶部に記憶される根拠情報の一例を示す図である。工程生成部14は、ステップS201からステップS206を実行する間に用いた工程事例の部分と、どのように工程事例を用いたかを示す根拠情報を生成する。図9に示す根拠情報は、工程事例から抽出を行ったときの条件と、抽出した工程事例をどのように用いたか、具体的には頻度が高いものを選択したことを示す情報を含む。この根拠情報は、抽出された工程事例の事例番号と、加工単位番号と、加工方法と、各工程事例に対応して算出された類似指標値と、類似指標値を算出するために用いた特徴である軸方向長さおよび径方向長ささをさらに含む。

【0032】

30

加工方法が決定されると、続いて工程生成部14は、使用工具を決定する。工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の中から、加工方法と素材材質とに基づいて、加工単位事例を抽出する（ステップS208）。工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の中から、生成対象単位と加工方法および素材材質が同じ加工単位事例を抽出する。具体的には、工程生成部14は、加工方法が端面加工であり、素材材質がA5052である加工単位事例を抽出する。抽出された加工単位事例の数が予め定められた数に満たなかった場合、素材材質についての抽出条件を類似の材質の範囲まで緩和して、加工単位事例の数が予め定められた数を超えるまで抽出条件を緩和していく。

【0033】

40

工程生成部14は、特徴値の類似度に基づいて、ステップS208において抽出された加工単位事例をさらに絞り込む（ステップS209）。ここで用いられる特徴値とその計算方法、および特徴値の間の類似指標値の計算方法は、加工方法に応じて予め定められている。工程生成部14は、特徴値の類似度が高いものから、予め定められた数の加工単位事例を抽出する。

【0034】

工程生成部14は、抽出された加工単位事例を母集団として、母集団の中で最も頻度の高い使用工具を、生成対象単位の使用工具とする（ステップS210）。

【0035】

工程生成部14は、使用工具の決定についての根拠情報を生成して、根拠情報記憶部1

50

6に記憶させる(ステップS211)。根拠情報は、例えば、加工単位事例の抽出条件、抽出した加工単位事例の加工単位の番号、工程事例の番号、加工単位の類似度を示す情報を含む。

【0036】

以上のように、生成対象単位に対して加工方法と使用工具とが決定されると、工程生成部14は、生成対象単位の除去形状の中から、決定した加工方法で、決定した使用工具を用いて加工できる形状を計算し、計算した形状を生成対象単位の加工形状とする(ステップS212)。

【0037】

生成対象単位に対して加工方法と使用工具と加工形状とが決定されると、工程生成部14は、続いて、加工方法と素材材質とに基づいて、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の中から、加工単位事例を抽出する(ステップS213)。具体的には、工程生成部14は、加工方法が「端面加工」であり、素材材質が「A5052」である工程事例の加工単位を加工単位事例として抽出する。抽出された加工単位事例の数が予め定められた数に満たなかった場合、素材材質についての抽出条件を類似の材質の範囲まで緩和して、抽出された加工単位事例の数が予め定められた数を超えるまで抽出条件を緩和していく。

【0038】

続いて、工程生成部14は、抽出した加工単位事例から、それぞれ特徴値を計算して、計算した特徴値を説明変数とし、加工条件、この例では各加工単位の切削速度を目的変数として、回帰分析を行う(ステップS214)。

【0039】

工程生成部14は、生成対象単位の特徴値を計算して、この特徴値と、回帰分析の結果とを用いて切削速度を推定し、推定した切削速度を生成対象単位の切削速度とする(ステップS215)。

【0040】

ここでは加工条件が切削速度である場合について説明したが、切削速度以外にも加工条件を決定する場合、工程生成部14は、ステップS213で抽出した加工単位事例を用いて、ステップS214およびステップS215の処理を繰り返す。全ての加工条件を決定すると、工程生成部14は、加工条件の決定についての根拠情報を生成して根拠情報記憶部16に記憶させる(ステップS216)。

【0041】

以上の動作によって、加工方法、使用工具、加工形状、加工条件からなる新たな加工単位データが生成された。工程生成部14は、新たに生成された加工単位の除去形状から、加工単位の加工形状を除いて、次の加工単位の除去形状が存在するか否かを判断する(ステップS217)。具体的には、工程生成部14は、除去形状から加工形状を除いてもまだ除去形状が残っている場合、次の加工単位の除去形状が存在すると判断することができる。次の加工単位の除去形状が存在しない場合(ステップS217: No)、工程生成部14は、処理を終了する。

【0042】

次の加工単位の除去形状が存在する場合(ステップS217: Yes)、工程生成部14は、ステップS201から処理を繰り返す。2番目の加工単位について、ステップS201からステップS213の処理は1番目の加工単位について具体例を示しているため、ここでは説明を省略する。2番目の加工単位についてのステップS214の処理から、具体例を用いて説明する。この例では、2番目の加工単位について、加工方法が「外径旋削加工」と決定される。

【0043】

ここでは、工程生成部14は、加工条件として切削速度を決定する。工程生成部14は、工程事例記憶部11に記憶された工程事例の中から、加工方法が「外径旋削加工」であり、素材材質が「A5052」である工程事例の加工単位を加工単位事例として抽出する(ステップS213)。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

工程生成部 1 4 は、抽出した加工単位事例から、それぞれ特徴値を計算して、計算した特徴値を説明変数とし、加工条件、この例では各加工単位の切削速度を目的変数として、回帰分析を行う（ステップ S 2 1 4）。具体的には、工程生成部 1 4 は、特徴値として、各加工単位で除去する部分の体積である除去体積を加工形状に基づいて計算する。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 は、図 1 に示す加工工程生成装置が行う回帰分析の一例を示す図である。図 1 0 の横軸は除去体積であり、縦軸は切削速度である。図 1 0 に示される各点は、抽出した加工単位事例を示しており、直線 9 1 1 は回帰直線である。続いて、工程生成部 1 4 は、生成対象単位の加工形状から除去体積を計算する。生成対象単位の除去体積が 91.0 cm^3 であったとする。図 1 0 の矢印線 9 1 2 は、横軸が 91.0 cm^3 の目盛位置から垂直に回帰直線と交わるまで伸ばした線である。この交点から水平に伸ばした矢印線 9 1 3 は、縦軸と目盛 550 m/min の位置で交わっている。したがって、工程生成部 1 4 は、2 番目の加工単位の加工条件として、切削速度 550 m/min を決定する。

10

【 0 0 4 6 】

工程生成部 1 4 は、2 番目の加工単位について、加工条件の決定についての根拠情報を生成する（ステップ S 2 1 6）。2 番目の加工単位について、加工条件についての根拠情報は、線形回帰分析が用いられたという情報、線形回帰分析の結果である回帰直線の方程式などによる数学的定義、回帰分析に利用した加工単位の番号、および、その加工単位が属する工程事例の番号を含む。またこの根拠情報は、加工単位事例の抽出条件として、素材材質が A 5 0 5 2 であることと、加工単位の加工方法が外径旋削であることとを含む。

20

【 0 0 4 7 】

2 番目の加工単位について、ステップ S 2 0 1 からステップ S 2 1 6 までの処理が行われた後、工程生成部 1 4 は、次の加工単位の除去形状が存在するか判断する（ステップ S 2 1 7）。ステップ S 2 1 7 において、次の加工単位の除去形状が存在しなくなるまで、上記の処理が繰り返される。

【 0 0 4 8 】

図 2 の説明に戻る。最後の加工単位まで加工単位データが生成されて、加工工程および根拠情報の生成が完了すると、表示部 1 7 は、生成した新工程を表示する（ステップ S 1 0 5）。新工程は、新工程記憶部 1 5 に記憶されているため、表示部 1 7 は、新工程記憶部 1 5 から新工程を取得して表示する。

30

【 0 0 4 9 】

図 1 1 は、図 1 に示す加工工程生成装置が生成する加工工程の一例を示す図である。図 1 1 に示す加工工程は、加工単位ごとの加工内容を示す加工単位データを 3 つ含んでいる。各加工単位データは、加工方法と、使用工具と、加工形状と、加工条件とを示す情報を含んでいる。表示部 1 7 が表示する加工工程は、加工単位データの項目ごとに作業者が選択することができるようになっている。

【 0 0 5 0 】

図 2 の説明に戻る。表示部 1 7 は、表示した新工程に対する選択操作の有無に基づいて、根拠情報を参照するか否かを判断する（ステップ S 1 0 6）。具体的には、表示部 1 7 は、選択操作があった場合、根拠情報を参照すると判断して、選択操作がなかった場合、根拠情報を参照しないと判断する。

40

【 0 0 5 1 】

作業者が根拠情報を参照する対象を選択すると（ステップ S 1 0 6 : Yes）、表示部 1 7 は、新工程のうち指定された部分を認識する（ステップ S 1 0 7）。表示部 1 7 は、認識した部分の根拠情報を根拠情報記憶部 1 6 から取得して、取得した根拠情報を、表示するための形式に変換する（ステップ S 1 0 8）。そして、表示部 1 7 は、変換後の形式で根拠情報を表示する（ステップ S 1 0 9）。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 は、図 1 に示す加工工程生成装置が表示する加工方法に対する根拠情報の一例を

50

示す図である。作業者が根拠情報を参照する対象として、1番目の加工単位の加工方法を選択した場合、表示部17は、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報の中から、図9に示した根拠情報を取得する。そして表示部17は、取得した根拠情報を、表示するための形式に変換して表示する。根拠情報は、変換後の根拠情報を作業者が理解しやすいように、文章、表または図の少なくともいずれかの形式に変換される。変換後の文章、表または図は、作業者が直感的に理解しやすいものであることが望ましい。

【0053】

根拠情報を変換する方法は予め定められており、表示部17は、取得した根拠情報をこの方法に従って変換して表示する。例えば、予め定められた変換方法は、テンプレートを用いる方法である。表示する文章のテンプレートが予め準備されており、テンプレート内には、取得した根拠情報から得られるデータを挿入する部分が決められている。図12の例では、表示された文章のうち、「A5052」、「端面か外径旋削の2種類」、および「端面(10件中9件が該当)」の部分が挿入される文言であり、その他の文章は固定されている。表示部17は、予め定められた方法に基づいて、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報を用いて表を作成してもよい。例えば、表示部17は、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報に含まれる情報をそのまま表に挿入してもよいし、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報に基づいて計算される値などを表に挿入してもよい。図12に示す画面に含まれる事例一覧表901は、今回生成した新工程と、加工工程の加工方法を決定する過程で抽出した工程事例とを示している。各工程事例は、事例番号と、各工程事例における対象の加工単位の加工番号と、加工方法と、工程事例を絞り込むために用いられた特徴値である軸方向長さおよび径方向長さとを含む。統計表902は、事例一覧表901に示した工程事例の統計情報を示している。この事例一覧表901は、工程事例を今回生成した新工程との類似度が高い順に表示されている。根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報に含まれる工程事例は、類似度の順に並んでいるとは限らないため、表示部17は、工程事例を類似度の高い順に並べ替えて表示する。統計表902は、事例一覧表901に示した複数の工程事例から計算される統計情報を含む。具体的には、統計表902は、事例一覧表901に示した複数の工程事例のうち、軸方向長さが最小の工程事例と、軸方向長さが最大の工程事例と、径方向長さが最小の工程事例と、径方向長さが最大の工程事例と、全工程事例の軸方向長さおよび径方向長さの平均値とを含む。なおここで示した統計情報は一例であり、中央値、分散値などの統計値がこの統計表902に含まれてもよい。

【0054】

図13は、図1に示す加工工程生成装置が表示する新工程と工程事例との一例を対比して示す図である。図12に示した根拠情報に含まれる事例番号は、図13に示す図を含む画面へとリンクされている。この対比図では、選択された事例番号に対応する工程事例と、生成された加工工程とが並べて示されている。表示部17は、工程事例および生成された加工工程のそれぞれにおいて、加工工程のどの部分を生成する際に、工程事例のどの部分が利用されたかを強調して表示することができる。ここでは、1番目の加工単位の加工方法の生成において、事例番号9852の1番目の加工単位の加工方法の情報が利用されたため、今回生成された加工工程の加工番号1の加工方法「端面」と、事例番号9852の加工番号1の加工方法「端面」とが強調して表示されている。表示部17は、さらに、今回生成した新工程と、利用した工程事例との両方に共通する部分を強調して表示してもよいし、差異点を強調して表示してもよい。例えば、表示部17は、共通する部分として素材材質「A5052」および加工条件「条件1」を強調して表示してもよいし、差異点として加工形状「領域11」を共通する部分とは異なる表現で強調して表示してもよい。

【0055】

図14は、図1に示す加工工程生成装置が表示する加工条件に対する根拠情報の一例を示す図である。作業者が根拠情報を参照する対象として、2番目の加工単位の加工条件を選択した場合、表示部17は、根拠情報記憶部16に記憶された根拠情報の中から、2番目の加工単位の加工条件に対応する根拠情報を取得する。そして表示部17は、取得した

10

20

30

40

50

根拠情報を、表示するための形式に変換して表示する。図14に示す根拠情報も、図12の例と同様であり、表示部17は、テンプレート、予め定められた変換方法などを用いて、根拠情報を予め決められた形式に変換する。例えば図14に示す文章のうち、「A5052」および「外径旋削」の部分は変化する文言であり、その他の文章は固定されている。

【0056】

図14に示す表には、今回生成した新工程の一部分と、根拠情報として、この部分を生成するために用いられた工程事例の部分とが含まれている。ここでは4つの工程事例が示されており、表示部17は、新工程を生成するために用いられた工程事例のうち、新工程の2番目の加工単位との除去体積の差が小さい方から4つを抽出して、抽出した工程事例を表示する。このとき表示部17は、抽出した工程事例を、新工程との除去体積の差が小さい順に並べ替えて表示する。表示部17は、抽出した各工程事例について、回帰分析を用いて切削速度の推定値を計算して、図14に示す表の「切削速度(推定)」の列のように、表示することもできる。なお、表示部17は、根拠情報を変換する際に、図10に示したような、工程事例の分布および回帰直線を示す図を生成して、変換後の根拠情報の一部として表示してもよい。

10

【0057】

図2の説明に戻る。表示部17は、根拠情報を表示した後、作業者の操作に基づいて、根拠情報の参照を終了するか否かを判断する(ステップS110)。例えば、根拠情報を表示する画面には、図示しない表示終了ボタンが含まれており、作業者がこの表示終了ボタンを操作したことが検出されると、表示部17は、根拠情報の参照を終了すると判断する。表示部17は、根拠情報の参照を終了すると判断されない場合(ステップS110: No)、根拠情報の参照を終了すると判断されるまで、ステップS110の判断を継続する。根拠情報の参照を終了する場合(ステップS110: Yes)、表示部17は、生成した新工程を再び表示する(ステップS105)。表示部17は、加工工程の表示画面において、根拠情報を参照するか否かを再び判断する(ステップS106)。根拠情報を参照しない場合(ステップS106: No)、新工程編集部18は、生成された新工程を編集するか否かを判断する(ステップS111)。例えば、加工工程の表示画面は、図示しない編集ボタンを含んでおり、作業者がこの編集ボタンを操作した場合、新工程編集部18は、新工程を編集すると判断することができる。新工程を編集する場合(ステップS111: Yes)、新工程編集部18は、新工程を編集する(ステップS112)。

20

30

【0058】

新工程編集部18が新工程の編集を終えた後、または新工程を編集しない場合(ステップS111: No)、工程事例変更部19は、新工程を工程事例に登録するか否かを判断する(ステップS113)。具体的には、工程事例変更部19は、新工程を工程事例に登録するか否かを選択させるための画面を表示して、作業者に、新工程を工程事例に登録するか否かを選択させる。新工程を工程事例に追加する場合(ステップS113: Yes)、工程事例変更部19は、新工程編集部18が新工程を編集した場合には編集後の新工程を、新工程編集部18が新工程を編集しなかった場合には、工程生成部14が生成したままの新工程を、工程事例記憶部11に記憶させる(ステップS114)。新工程を工程事例に追加しない場合(ステップS113: No)および新工程を工程事例に追加した後、加工工程生成装置10は、動作を終了する。

40

【0059】

根拠情報の表示方法は、上記の例に限らない。ここで根拠情報を表示する画面の他の例を説明する。図15は、図1に示す加工工程生成装置が表示する生成された加工工程の一例を示す図である。図16は、図1に示す加工工程生成装置が表示する根拠情報の一例を示す図である。図17は、図1に示す加工工程生成装置が表示する新工程と根拠情報との一例を対比して示す図である。

【0060】

まず表示部17は、生成した加工工程を表示する。図15に示す加工工程は、4つの加

50

工単位データを含んでいる。表示した加工工程のうち、1番目の加工単位の加工の種類「端面」が選択されると、表示部17は、図16に示す根拠情報を表示することができる。図16に示す画面では、今回生成された加工工程についての情報と、この加工工程の1番目の加工単位の加工方法を決定する際に抽出された工程事例についての情報とが並べて表示される。今回生成された加工工程についての情報は、加工方法の候補それぞれについて、製品形状、素材形状および加工形状が図示されている。さらに、軸方向長さLおよび径方向長さRが図示されており、LとRとの比率である製品外径寸法比が数値で示されている。工程事例についての情報は、抽出された複数の工程事例についての統計情報と、抽出された工程事例のリストとを含む。

【0061】

図16に示す工程事例の事例番号は、図17に示す対比図にリンクされている。事例番号が作業者によって選択されると、表示部17は、図17に示す対比図を表示する。対比図は、今回作成した加工工程および工程事例のそれぞれについて、素材材質と、製品外形寸法比、選択された加工方法、生成された加工工程の加工単位データ、および対象の加工単位における加工方法の候補を含む。加工方法の候補は、それぞれの加工方法を行う場合の加工領域と、軸方向長さLおよび径方向長さRとが図示されている。

【0062】

図18は、実施の形態1に係る加工工程生成装置のハードウェア構成図である。加工工程生成装置10の各機能は、メモリ91、プロセッサ92、入力装置93および表示装置94を用いて実現することができる。メモリ91は、加工工程生成装置10の各機能を記述したコンピュータプログラムと、コンピュータプログラムの実行中に必要なデータとを記憶する記憶部である。プロセッサ92は、メモリ91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処理装置である。入力装置93は、キーボード、マウスなどである。表示装置94は、ディスプレイなどである。工程事例記憶部11、生成条件記憶部13、新工程記憶部15および根拠情報記憶部16は、メモリ91を用いて実現される。生成条件入力部12、工程生成部14、表示部17、新工程編集部18および工程事例変更部19は、メモリ91とプロセッサ92と入力装置93と表示装置94とが協働することで実現される。

【0063】

なお図18では入力装置93および表示装置94は、加工工程生成装置10に備わっていることとしたが、本発明はかかる例に限定されない。加工工程生成装置10は、入力装置93の代わりに、入力装置93に接続される入力インタフェースを備えてもよいし、入力装置93に加えて入力インタフェースを備えてもよい。加工工程生成装置10は、入力インタフェースに接続される入力装置93からの入力信号をプロセッサ92に出力することができる。加工工程生成装置10は、表示装置94の代わりに、表示装置94に接続される出力インタフェースを備えてもよいし、表示装置94に加えて出力インタフェースを備えてもよい。加工工程生成装置10は、プロセッサ92からの指示に応じて、出力インタフェースに接続される表示装置94を用いて、表示画面を出力することができる。

【0064】

以上説明した実施の形態1では、加工工程を生成した根拠を示す根拠情報が表示される。根拠情報は、加工工程を生成するために用いた過去の加工工程である工程事例の情報を含む。この構成を用いることで、根拠情報が作業者に示されない場合と比べて、生成された加工工程が生産に利用して問題がないかどうかを確認するために必要な情報を参照するためにかかる時間を短くすることができる。また、作業者が根拠情報を参照することで、試作する前に把握することができる情報が増えるため、試作回数を減少させることができる。したがって、生成された加工工程の妥当性を確認するためにかかる時間を短くすることができる。また、この根拠情報は、過去に生成された加工工程の事例である工程事例の情報に基づいているため、作業者が根拠情報の内容を把握することが容易であり、加工工程の妥当性を容易に確認することができる。

【0065】

10

20

30

40

50

生成された加工工程が作業者の知見および経験にないノウハウに基づいている場合、作業者は、生成された加工工程を見ただけでは、加工工程の妥当性を判断するのは困難である。また、エキスパートシステムを用いたシステムにおいて、特殊なルールが根拠情報として表示される場合、作業者がルールとエキスパートシステムについて理解していなければ、加工工程の妥当性を判断するのは困難である。このため、工程事例に基づいた根拠情報が表示される効果は高い。また根拠情報は、生成された加工工程の部分ごとに示され、対象の部分が生成される際に利用された工程事例の部分が示される。このような構成であるため、表示された工程事例がどのように利用されたかが作業者にとって分かりやすくなる。また、上記の根拠情報は、工程事例を用いて加工工程を生成するものであれば、加工工程の生成手法は問わずに表示することができる。

10

【 0 0 6 6 】

さらに加工工程生成装置 10 は、工程事例に基づいて加工工程を生成するため、生成した加工工程に変更を加える必要があった場合であっても、変更後の加工工程を工程事例として記憶させるだけで、今回の変更を次回以降の加工工程の生成に反映することができる。上記の実施の形態 1 では、工程事例変更部 19 は、新たに生成された加工工程を工程事例に登録するか否かを選択させるための画面を表示する。このため、作業者は、この画面に対して登録する操作を行うだけで、例えば登録するためのボタンを押下するだけで、生成した加工工程を工程事例として登録することができる。エキスパートシステムを用いる装置では、加工工程への変更内容を次回以降に反映するためには、どのようなルールが必要であるかを検討して、人手を介してルール群を編集する必要があった。これに対し、上記の構成を用いれば、手間をかけずに、加工工程への変更内容を次回以降の加工工程の生成に反映させることができる。工程事例が増えるほど、妥当な加工工程が生成される確率は高まる。

20

【 0 0 6 7 】

また、加工工程生成装置 10 は、根拠情報として、加工工程の生成に利用した工程事例の抽出条件を表示する。このため、作業者はこの抽出条件が妥当な範囲であるかを容易に検討することが可能である。

【 0 0 6 8 】

さらに加工工程生成装置 10 は、根拠情報として、軸方向長さ、径方向長さ、除去体積などの特徴の種類および特徴値を表示する。このため、作業者は、根拠情報として表示された工程事例の中からどの工程事例を参照するべきであるかを、特徴値に基づいて選択することが可能である。したがって、作業者は、判断基準が何も示されない場合と比較して、加工工程の妥当性をより短時間で判断できるようになる。

30

【 0 0 6 9 】

実施の形態 2 .

図 19 は、実施の形態 2 に係る加工工程生成装置の機能構成図である。図 19 に示す加工工程生成装置 20 は、工程事例記憶部 11 と、生成条件入力部 12 と、生成条件記憶部 13 と、新工程記憶部 15 と、根拠情報記憶部 16 と、新工程編集部 18 と、工程事例変更部 19 と、選択部 21 と、工程生成部 24 と、表示部 27 とを有する。加工工程生成装置 20 は、実施の形態 1 に係る加工工程生成装置 10 の工程生成部 14 の代わりに工程生成部 24、表示部 17 の代わりに表示部 27 を有し、さらに選択部 21 を有する。

40

【 0 0 7 0 】

以下、実施の形態 1 と同様の機能を有する構成要素については説明を省略し、加工工程生成装置 10 と異なる部分を主に説明する。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 1 に係る加工工程生成装置 10 は、加工工程を全て生成した後に根拠情報を表示する機能を有している。これに対して、実施の形態 2 に係る加工工程生成装置 20 は、加工工程の一部分である工程部分ごとに複数の候補を生成して、生成された候補を表示し、表示された候補の中から作業者が選択した候補を用いて加工工程が生成される。このとき、加工工程生成装置 20 は、加工工程の生成途中に、候補についての根拠情報を表示

50

することが可能である。

【0072】

工程生成部24は、工程部分ごとに複数の候補を生成する。工程部分は、各加工単位の加工方法、使用工具、加工形状、加工条件などである。工程生成部24は、例えば複数の候補のそれぞれを異なる方法で生成することができる。表示部27は、工程生成部24が生成した工程部分の候補を表示し、工程部分の候補に対する根拠情報を表示する。選択部21は、表示部27が表示した工程部分の候補に対して行われる選択操作を検出して、選択操作が検出されると、検出された選択操作が指定している候補を加工工程の工程部分として選択する。工程生成部24は、選択部21が選択した候補を用いて、加工工程を生成する。

10

【0073】

なお、上記の実施の形態2に係る加工工程生成装置20のハードウェア構成は、実施の形態1と同様である。選択部21の機能は、図18に示したメモリ91とプロセッサ92と入力装置93とが協働することで実現される。

【0074】

図20は、図19に示す加工工程生成装置の動作を示すフローチャートである。ステップS301からステップS303は図2のステップS101からステップS103と同様であるため説明を省略する。

【0075】

工程生成部24は、加工工程が最後の工程まで生成済みであるか否かを判断する(ステップS304)。具体的には、工程生成部24は、新工程記憶部15に記憶された新工程を参照して、加工工程が最後の工程まで生成済みであるか否かを判断することができる。最後の工程まで生成済みでない場合(ステップS304: No)、工程生成部24は、加工工程の一部分である工程部分の候補および根拠情報を生成する(ステップS305)。ここでは、工程生成部24は、1番目の加工単位の工程部分である加工方法の候補を、2種類の方法を用いてそれぞれ生成する。そして工程生成部24は、生成した候補のそれぞれについて根拠情報を生成する。工程生成部24は、例えば、実施の形態1と同様に、頻度を用いて1つ目の候補を生成する。具体的な生成方法については実施の形態1と同様であり、図5のステップS201からステップS206を用いて説明しているためここでは説明を省略する。工程生成部24は、判別分析を用いる手法で、加工方法の2つ目の候補を生成する。具体的には、工程生成部24は、生成対象単位の除去形状から加工形状を計算し、工程事例記憶部11が記憶する工程事例の加工単位のうち、加工方法が、端面と外径旋削との2種類である加工単位を加工単位事例として抽出する。工程生成部24は、抽出した加工単位事例の中から、素材材質がA5052である加工単位事例を抽出する。ここで、抽出した加工単位事例が12件であり、予め定められた抽出すべき数が20である場合、抽出した加工単位事例の数が20件に満たないため、工程生成部24は、素材材質についての抽出条件を緩和する。具体的には、工程生成部24は、抽出条件を、素材材質「5000番台」のアルミ合金に緩和して、素材材質が類似する範囲にまで抽出範囲を拡大する。ここで緩和した抽出条件を用いて40件の加工単位事例が抽出されたとする。

20

30

【0076】

工程生成部24は、生成対象単位および抽出した40件の加工単位事例のそれぞれについて、特徴値を計算する。工程生成部24は、実施の形態1と同様に、特徴値として、軸方向長さおよび径方向長さを用いる。生成対象単位の軸方向長さは80mmであって、径方向長さは60mmである。工程生成部24は、抽出した各加工単位事例について軸方向長さおよび径方向長さを計算して、この2種類の値を特徴値として、加工単位事例を、加工方法が端面のグループと外径旋削のグループとに分けて判別分析を行う。図21は、図19に示す加工工程生成装置が行う判別分析の一例を示す図である。図21の横軸は、軸方向長さであり、縦軸は径方向長さであり、各加工単位事例について計算した値を示すプロットが示されている。境界線921は、図21に示されたプロットの、加工方法が端面のグループと外径旋削のグループとを分ける境界を示している。工程生成部24は、生成

40

50

対象単位の軸方向長さ80mm、径方向長さ60mmに相当するプロット位置の属するグループを計算して、生成対象単位の加工方法を決定する。ここでは、軸方向長さ80mm且つ径方向長さ60mmのプロット位置は、外径旋削のグループに属しているため、工程生成部24は、生成対象単位の加工方法の2つ目の候補を外径旋削とする。

【0077】

工程生成部24は、工程部分の候補を生成すると、生成した工程部分の候補についての根拠情報を生成する。2つ目の候補の根拠情報は、判別分析を用いた手法が利用されたことを示す情報、判別空間や境界線の定義、加工単位事例の抽出条件、および、抽出された加工単位が属する工程事例の事例番号を含む。

【0078】

工程生成部24は、加工方法の2つの候補を生成し終わると、加工方法の2つの候補を新工程記憶部15に記憶させる。工程生成部24は、根拠情報を生成すると、生成した根拠情報を根拠情報記憶部16に記憶させる。

【0079】

図20の説明に戻る。表示部27は、工程生成部24が工程部分の候補を生成すると、生成された候補および根拠情報を表示する(ステップS306)。図22は、図19に示す加工工程生成装置が表示する工程部分の候補の一例を示す図である。この画面は、生成済の加工工程の部分と、加工方法の選択候補と、各候補に対する根拠情報とを含む。ここでは、生成済の加工工程の部分はないため、生成中である加工単位の番号のみが示されており、未だ生成されていない部分については空欄が示されている。また、根拠情報として、各候補の生成手法と、候補を生成する際に抽出した工程事例の抽出条件と、最も類似する事例の事例番号とが示されている。この根拠情報の表示には、テンプレートが用いられており、「A5052」、「5000番台アルミ合金」、「2609」および「9174」の部分は変化する文言であり、その他の文章は固定されている。表示部27は、テンプレートの変化する文言の部分に、根拠情報から文言を抽出して挿入して、文章を生成する。

【0080】

表示部27は、根拠情報をさらに参照するか否かを判断する(ステップS307)。具体的には、図22に示した選択候補は、それぞれのより詳細な根拠情報を表示する画面にリンクされており、表示部27は、各選択候補に対する操作の有無に基づいて、根拠情報をさらに参照するか否かを判断する。例えば、加工方法の候補を選択する操作が検知された場合、表示部27は、根拠情報をさらに参照すると判断し(ステップS307:Yes)、選択された加工方法の候補の生成についての根拠情報をさらに表示する。

【0081】

表示部27は、検知された操作から、指定された部分を認識する(ステップS308)。そして、指定された部分に対応する根拠情報を根拠情報記憶部16から取り出して、表示するための形式に変換する(ステップS309)。例えば、指定された部分が候補2の「外径旋削」であった場合、表示部27は、候補2の「外径旋削」に対応する根拠情報を取得して、予め定められた方法に従って根拠情報を変換する。根拠情報を変換されると、表示部27は、変換された根拠情報を表示する(ステップS310)。

【0082】

図23は、図19に示す加工工程生成装置が表示する根拠情報の一例を示す図である。例えば図23の例では、根拠情報の文章の部分の表示にはテンプレートが用いられている。「5000番台アルミ合金」および「端面か外径旋削の2種類」の部分が変化する文言であり、その他の文章については固定されている。また表への変換方法も予め定められており、表示部27は、この変換方法に従って表を生成する。表示部27は、判別分析に利用した加工単位事例から、グループごとに、そのグループの中心位置に最も近い事例と、そのグループに属する事例の中で、生成した1番目の加工単位と判別空間内で最も近い事例とを計算して、結果を表に示す。各グループの中心位置は、そのグループに属する事例の特徴値の平均値の位置である。なお、中心位置の計算方法は、平均値に限定されず、表

10

20

30

40

50

示部 27 は、用いる手法に合わせて中心位置の計算方法を変えることができる。表示部 27 は、判別空間内での各グループの中心位置、中心位置と各事例の距離、および、生成した 1 番目の加工単位と各事例との距離などを計算する。

【0083】

なお、図 23 の画面に表示された事例番号は、図 13 または図 17 に示した対比図を示す画面にリンクされていてもよい。この場合、表示部 27 は、選択された事例番号に対応する対比図を生成して表示する。

【0084】

なお、図示しないが、表示部 27 は、根拠情報を変換する際に、図 21 に示したような判別空間内での加工単位の各事例の分布、グループの境界線 921 を生成して、変換後の根拠情報の一部として作業員に向けて表示してもよい。

10

【0085】

表示部 27 は、根拠情報の参照を終了するか否かを判断する（ステップ S311）。例えば表示部 27 は、根拠情報の参照を終了するための図示しない操作ボタンを表示して、操作ボタンに対する操作を検知した場合、根拠情報の参照を終了すると判断することができる。根拠情報の参照を終了しない場合（ステップ S311：No）、表示部 27 は、根拠情報の参照を終了すると判断されるまで、ステップ S311 の判断を継続する。

【0086】

根拠情報の参照を終了する場合（ステップ S311：Yes）、表示部 27 は、生成した候補および根拠情報を再び表示する（ステップ S306）。根拠情報をさらに表示しない場合（ステップ S307：No）、選択部 21 は、候補のうちいずれかを選択する（ステップ S312）。具体的には、選択部 21 は、候補のうちいずれかを選択する選択操作を検知して、選択された候補を加工工程の工程部分とする。

20

【0087】

工程生成部 24 は、選択部 21 が選択した候補を用いて加工工程の生成を続ける。工程生成部 24 は、最後の工程まで加工工程を生成済であるか否かを再び判断する（ステップ S304）。最後の工程まで生成済でないと判断された場合（ステップ S304：No）、工程生成部 24 は、次の工程部分の候補および根拠情報を生成するステップ S305 に再び進む。最後の工程まで生成済となるまで、ステップ S304 からステップ S311 の処理が繰り返される。

30

【0088】

最後の工程まで生成済であると判断された場合（ステップ S304：Yes）、ステップ S313 の処理に進む。ステップ S313 からステップ S316 の処理は、図 2 のステップ S111 からステップ S114 と同様であるためここでは説明を省略する。

【0089】

なお、上記実施の形態 2 では、全ての工程部分について候補を表示して作業員に選択させることとしたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、工程部分のうち一部が作業員の選択を受け付けてもよい。また、工程部分は、加工方法、使用工具、加工形状、加工条件などの項目をひとつの単位としたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、加工単位などをひとつの単位として、複数の項目をまとめた候補を複数生成して、この候補の中からいずれかを作業員に選択させてもよい。

40

【0090】

また、上記実施の形態 2 では、判別分析を用いたが、工程事例の加工単位を学習データとして識別を行う手法であれば、代わりにどのような手法が用いられてもよい。具体的には、サポートベクターマシン、ニューラルネットワークなどの手法が用いられてもよい。この場合、識別手法の種類が根拠情報に含まれていてもよい。また、根拠情報として、識別のために学習データとして利用された全ての加工単位のリストが表示されてもよい。

【0091】

以上説明したように、本実施の形態 2 に係る加工工程生成装置 20 の工程生成部 24 は、加工工程を構成する部分に対して複数の候補を生成して、複数の候補のそれぞれに対す

50

る根拠情報を生成する。そして、表示部 27 は、複数の候補と、複数の候補のそれぞれに対する根拠情報とを表示することが可能である。工程生成部 24 は、表示部 27 が表示した複数の候補の中から選択された候補を用いて加工工程を生成する。このような構成であるため、作業者は、候補ごとに生成された根拠情報を参照しながら、複数の候補のうちいずれの候補が妥当な根拠に基づいて生成されているかを検討して、加工工程を構成する部分として用いる候補を選択することができるようになる。加工工程の全体が生成された後に根拠情報を表示する場合、加工工程の全体に影響を及ぼす部分に修正を加えると、手作業で作り直す部分が多くなり、手間がかかってしまう。これに対して本実施の形態 2 では、加工工程の生成途中で、部分ごとに複数の候補が生成されると共に、各候補についての根拠情報を表示することができる。したがって、加工工程の生成途中で作業者の選択を反映して、加工工程の大規模な作り直しを予防することができるため、加工工程の生成にかかる時間を短くすることができる。

10

【0092】

また、本実施の形態 2 では、加工方法や使用工具などの種類をグループとして学習する識別手法を用いた際に、グループごとにその中心位置に最も近い加工単位事例と、新工程と近い加工単位事例とが、根拠情報として表示される。このため、作業者が各事例と中心位置との間の距離、事例と事例との間の距離などを計算する手間が必要なく、加工単位事例を効率的に参照することが可能である。

【0093】

実施の形態 3 .

20

図 24 は、実施の形態 3 に係る加工工程生成装置の機能構成図である。図 24 に示す加工工程生成装置 30 は、工程事例記憶部 11 と、生成条件入力部 12 と、生成条件記憶部 13 と、新工程記憶部 15 と、根拠情報記憶部 16 と、新工程編集部 18 と、工程事例変更部 19 と、選択部 21 と、操作履歴記録部 31 と、操作履歴記憶部 32 と、工程生成部 34 と、表示部 37 とを有する。加工工程生成装置 30 は、加工工程生成装置 20 の工程生成部 24 の代わりに工程生成部 34、表示部 27 の代わりに表示部 37 を有し、操作履歴記録部 31 と、操作履歴記憶部 32 とをさらに有する。

【0094】

本実施の形態 3 に係る加工工程生成装置 30 は、作業者の操作履歴を記録する機能を有する。加工工程生成装置 30 は、記録した操作履歴を、加工工程の生成および根拠情報の変換の際に利用する。以下、実施の形態 2 と異なる部分を主に説明する。

30

【0095】

操作履歴記録部 31 は、加工工程生成装置 30 に対して作業者が行った操作内容を、操作が行われた日時と共に操作履歴として操作履歴記憶部 32 に記憶させる。加工工程生成装置 30 が作業者を区別することができるログイン処理を行っている場合、操作履歴記録部 31 は、作業者を特定するための識別情報を操作内容と共に記録してもよい。

【0096】

操作履歴は、加工工程の生成についての操作内容と、根拠情報の参照についての操作内容とを含む。加工工程の生成についての操作内容は、作業者の指示に従って工程事例変更部 19 が工程事例記憶部 11 に対して行った工程事例の編集内容、作業者の指示に従って新工程編集部 18 が新工程記憶部 15 に対して行った工程の編集内容、作業者の指示に従って選択部 21 が行った候補の選択内容などを含む。根拠情報の参照についての操作内容は、作業者の指示に従って、表示部 37 が表示する根拠情報を選択した選択内容を含む。

40

【0097】

ここで、加工工程生成装置 30 は、実施の形態 2 と同様に、図 20 に示す動作を行う。操作履歴記録部 31 は、図 20 に示す動作と並行して、操作履歴の記録を行う。加工工程生成装置 30 が図 20 に示す動作を行う中で、操作履歴を記録するタイミングと記録する操作履歴の具体例について説明する。

【0098】

操作履歴記録部 31 は、工程事例変更部 19 がステップ S302 の処理を行っている間

50

、操作日時と共に作業者の操作内容を記録する。記録される操作内容は、変更した工程事例の事例番号、工程事例のうち変更した加工単位および工程部分、変更後の値などである。ステップS302において複数の変更が行われた場合、操作履歴記録部31は、複数の操作履歴を記録する。具体的には、ステップS302において、事例番号1234の工程事例を作業者が選択して、この工程事例の3番目の加工単位の加工条件である切削速度を540m/minから560m/minに変更し、変更操作を行った日時が2012年3月4日の12時34分であったとする。この場合、操作履歴記録部31は、操作日時として2012年3月4日12時34分を、操作内容として事例番号1234の3番目の加工単位の切削速度が560m/minに変更されたことを記録する。

【0099】

10

操作履歴記録部31は、表示部37がステップS312の処理を行っている間、操作日時と共に作業者の操作内容を記録する。記録される操作内容は、生成途中の加工工程の事例番号と、作業者によって選択された候補と、選択された候補がどの加工単位のどの部分に対する候補だったのかを示す情報と、候補の内容からその部分に設定された値とを含む。

【0100】

操作履歴記録部31は、新工程編集部18がステップS314の処理を行っている間、操作日時と共に作業者の操作内容を記録する。記録される操作内容は、編集された加工工程の事例番号、編集された加工単位および工程部分、編集後の値などである。

【0101】

20

操作履歴記録部31は、表示部37がステップS308の処理を行っている間、操作日時と共に作業者の操作内容を記録する。記録される操作内容は、参照した根拠情報を特定するための情報、例えば事例番号、選択された事例番号が表示されていた位置などである。

【0102】

工程生成部34は、生成条件記憶部13に記憶された生成条件と、工程事例記憶部11に記憶された工程事例と、操作履歴記憶部32に記憶された操作履歴とに基づいて、加工工程を生成することができる。例えば工程生成部34は、工程部分の候補を生成する際に、操作履歴を用いることができる。工程生成部34は、操作履歴記憶部32に記憶された操作履歴の中から、生成中の工程部分と同じ工程部分の候補を生成した際の操作履歴を抽出する。具体的には、工程生成部34は、加工条件として切削速度の候補を生成するとき、切削速度の値を設定した際の操作履歴を抽出する。そして、工程生成部34は、抽出した操作履歴のそれぞれについて、工程事例を用いて、素材材質および加工方法の情報を取得して、生成対象単位と素材材質および加工方法が同じ操作履歴にさらに絞り込む。そして、工程生成部34は、絞り込まれた操作履歴のそれぞれについて、切削速度の値を候補にして、操作履歴を用いた手法が利用されたという情報を根拠情報として生成する。したがって、操作履歴を絞り込んだ結果、残った操作履歴の数と同じ数の候補が生成される。

30

【0103】

表示部37は、表示装置に根拠情報を表示する際、操作履歴に基づいて表示することができる。例えば、表示部37は、加工工程を生成するために用いた工程事例のうち、根拠情報として表示する工程事例を、操作履歴に基づいて決定することができる。図25は、図24に示す加工工程生成装置が表示する加工方法の候補および根拠情報の一例を示す図である。ここでは、加工工程に対する2種類の候補が表示されている。表示部37は、ここで根拠情報として表示する工程事例を、操作履歴に基づいて決定する。例えば、表示部37は、図23に示した画面に対する操作履歴を取得する。そして、表示部37は、操作履歴から、参照された根拠情報のそれぞれについて頻度を計算する。例えば図23の画面において、「端面グループで今回に最も近いもの」の事例番号が選択される頻度が最も高かった場合、表示部37は、図25の候補2の根拠情報として、「端面グループで今回に最も近いもの：3213」を表示することができる。図25の画面はテンプレートを用いて生成されており、このうち「A5052」、「2609」、「5000番台アルミ合金

40

50

」、 「端面グループで今回に最も近いもの」 および 「 3 2 1 3 」 の部分は変化する文言であり、その他の部分は固定の文章である。表示部 3 7 は、テンプレートに文字列を挿入することでこの画面を生成する。

【 0 1 0 4 】

また、工程生成部 3 4 が操作履歴に基づいて加工工程を生成した場合、表示部 3 7 は、根拠情報として操作履歴を表示することができる。図 2 6 は、図 2 4 に示す加工工程生成装置が表示する加工条件の候補および根拠情報の一例を示す図である。加工条件である切削速度について 2 つの候補が生成されている。候補 2 が操作履歴に基づいて生成された場合、表示部 3 7 は、候補 2 の生成方法として操作履歴が用いられたことと、根拠情報として操作履歴の内容とを表示することができる。

10

【 0 1 0 5 】

なお、工程生成部 3 4 が加工工程を生成する際に用いる操作履歴は、工程事例変更部 1 9 が工程事例記憶部 1 1 に記憶された工程事例を編集する際の編集内容を含む操作履歴であってもよいし、選択部 2 1 が工程部分の候補を選択する際の選択内容を含む操作履歴であってもよい。或いは、工程生成部 3 4 が加工工程を生成する際に用いる操作履歴は、新工程編集部 1 8 が新工程を編集する際の編集内容を含む操作履歴であってもよい。

【 0 1 0 6 】

また工程生成部 3 4 は、利用できる操作履歴がある場合は操作履歴に基づいて工程部分を生成し、利用できる操作履歴がない場合は実施の形態 1 で用いた方法を利用して、加工工程の全体を自動的に生成してもよい。

20

【 0 1 0 7 】

なお、上記の実施の形態 3 に係る加工工程生成装置 3 0 のハードウェア構成は、実施の形態 1 と同様である。操作履歴記録部 3 1 の機能は、図 1 8 に示したメモリ 9 1 とプロセッサ 9 2 と入力装置 9 3 とが協働することで実現される。操作履歴記憶部 3 2 の機能は、メモリ 9 1 を用いて実現される。

【 0 1 0 8 】

以上説明したように、本発明の実施の形態 3 によれば、加工工程の生成および根拠情報の生成において、操作履歴を利用することができる。このため、作業者が加工工程に対して過去に行った操作に対応する候補を選択肢の 1 つとして作業者に提供することができる。また、作業者が加工工程に対する同様の修正作業を行うことを防ぐことができるため、加工工程の生成にかかる手間と時間を低減することが可能である。

30

【 0 1 0 9 】

また、根拠情報の閲覧についての操作履歴を利用することで、閲覧する頻度が高い根拠情報を、作業者にとってより有益な根拠情報であると把握することができ、この根拠情報を優先的に表示することができる。このため、作業者は、加工工程の妥当性をより容易に確認することができる。

【 0 1 1 0 】

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。

40

【 0 1 1 1 】

例えば、上記実施の形態 1 では、1 番目の加工単位と 2 番目の加工単位とで同じ生成手法を用いて加工方法を決定したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、加工単位ごとに異なる手法が用いられてもよい。このとき、工程生成部 1 4 は、除去形状に応じて生成手法を選択することができる。また上記実施の形態 1 では、加工条件の切削速度の生成において、一変数による線形回帰分析が用いられたが、本発明は係る例に限定されない。例えば、非線形回帰分析、重回帰分析などの回帰分析手法が用いられてもよいし、回帰分析に限らず、抽出した事例の統計値が用いられてもよい。統計値は、例えば最小値、最大値、平均値、中央値などである。

【 0 1 1 2 】

50

上記の各実施の形態で説明した動作は、本発明の技術的思想の範囲内において、各実施の形態に示した順番と異なる順番で実行されてもよい。例えば、工程事例の生成は、上記の実施の形態では、加工単位ごとに、加工方法、使用工具、加工形状、加工条件の順に生成されたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、加工方法のみを全ての加工単位についてまず決定して、その後、加工単位ごとに加工形状、加工工具、加工条件の順に決定することもできる。

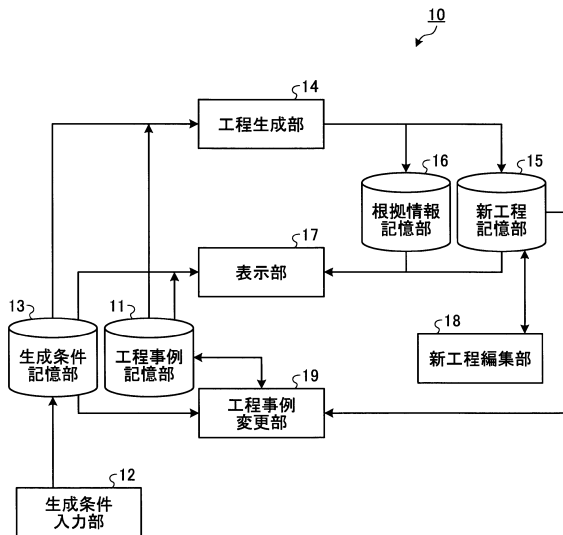
【符号の説明】

【 0 1 1 3 】

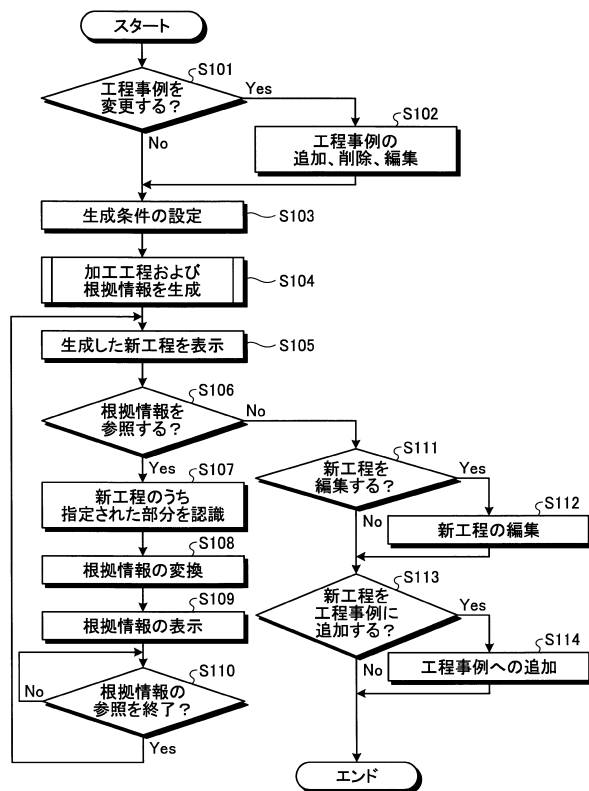
10, 20, 30 加工工程生成装置、11 工程事例記憶部、12 生成条件入力部、13 生成条件記憶部、14, 24, 34 工程生成部、15 新工程記憶部、16 根拠情報記憶部、17, 27, 37 表示部、18 新工程編集部、19 工程事例変更部。

10

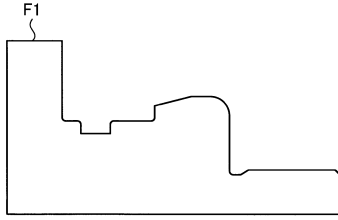
【 図 1 】



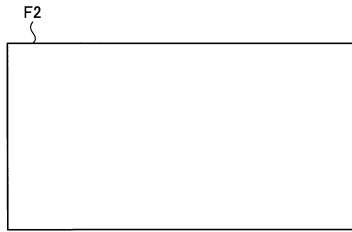
【 図 2 】



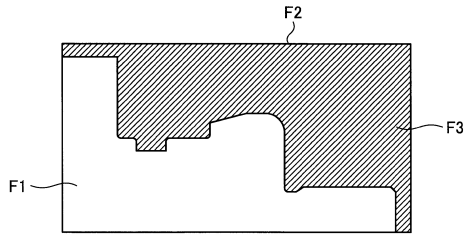
【図3】



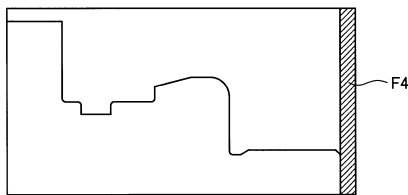
【図4】



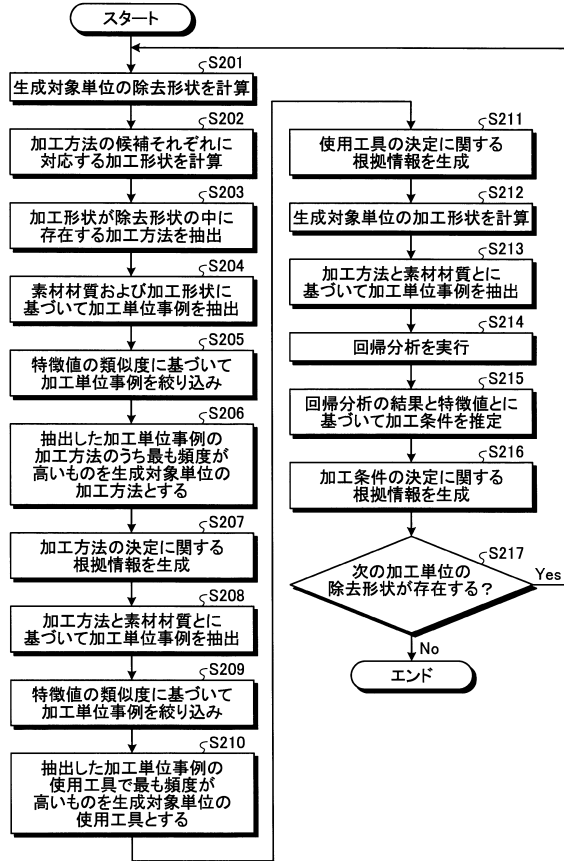
【図6】



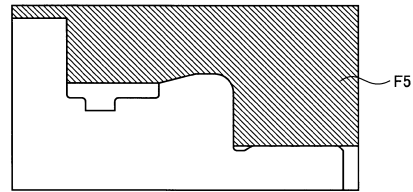
【図7】



【図5】



【図8】

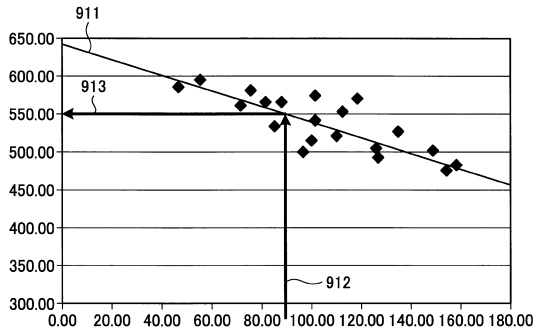


【図9】

- ・工程事例を抽出したときの条件:
 - ・素材材質がA5052
 - ・可能である加工が端面か外径旋削の2種類
- ・最も高い頻度:端面の10件中9件

軸方向長さ	径方向長さ	類似指標値	事例番号	加工単位番号	加工方法
80	60	0	生成対象単位	1	端面
82	55	29	2609	1	端面
84	55	41	3213	1	端面
79	53	50	3292	1	端面
82	67	53	3757	1	端面
90	59	101	5776	1	端面
90	55	125	6672	1	端面
80	47	169	7906	1	外径
70	52	164	9174	1	端面
94	57	205	9699	1	端面
77	44	265	9852	1	端面

【図10】



【図11】

加工番号	加工方法	使用工具	加工形状	加工条件
1	端面	端面旋削1	領域1	条件1
2	外径旋削	外径旋削1	領域2	条件2
3	外径溝	外径溝1	領域3	条件3

【図12】

根拠情報
 ・工程生成手法:事例を抽出し、その中から製品形状の軸方向長さと径方向長さ(直径)に近い10例について、加工方法の頻度を計測
 ・事例の抽出条件
 ・素材材質がA5052
 ・可能である加工が端面か外径旋削の2種類
 ・生成結果:端面(10件中9件が該当)

抽出した事例:

軸方向長さ	径方向長さ	事例番号	加工番号	加工方法
80	60	今回	1	端面
82	55	2609	1	端面
84	55	3213	1	端面
79	53	3292	1	端面
82	67	3757	1	端面
90	59	5776	1	端面
90	55	6672	1	端面
80	47	7906	1	外径
70	52	9174	1	端面
94	57	9699	1	端面
77	44	9852	1	端面

抽出した事例の統計:

	軸方向長さ	径方向長さ	事例番号	加工番号	加工方法
軸方向長さ最小	70	52	9174	1	端面
軸方向長さ最大	94	57	9699	1	端面
径方向長さ最小	77	44	9852	1	端面
径方向長さ最大	82	67	3757	1	端面
平均	82.8	54.4			

【図13】

事例_9852
 ・材質:A5052

加工番号	加工方法	使用工具	加工形状	加工条件
1	端面	端面旋削1	領域11	条件1
2	外径旋削	外径旋削2	領域12	条件12
3	外径溝	外径溝1	領域13	条件13
4	外径溝	外径溝2	領域14	条件14

今回の加工対象
 ・材質:A5052

加工番号	加工方法	使用工具	加工形状	加工条件
1	端面	端面旋削1	領域1	条件1
2	外径旋削	外径旋削1	領域2	条件2
3	外径溝	外径溝1	領域3	条件3

【図14】

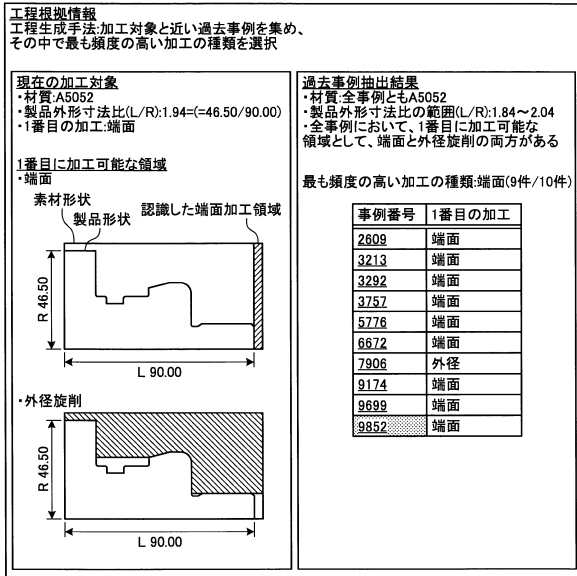
根拠情報
 ・工程生成手法:事例を抽出し、回帰分析により推定
 ・事例の抽出条件
 ・素材材質がA5052
 ・加工方法が外径旋削

除去体積	切削速度(推定)	切削速度(実際)	事例番号	加工番号
91	550		今回	2
89	552	567	8628	9
99	543	552	4293	9
100	542	540	6553	4
106	538	531	5706	2

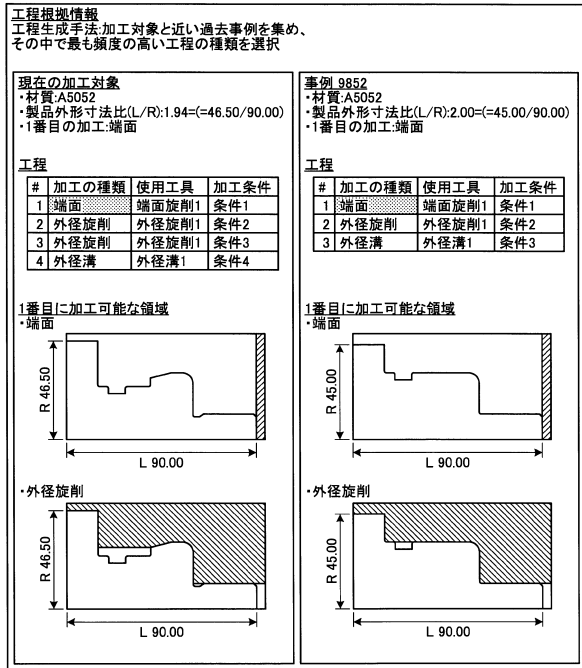
【図15】

#	加工の種類	使用工具	加工条件
1	端面	端面旋削1	条件1
2	外径旋削	外径旋削1	条件2
3	外径旋削	外径旋削1	条件3
4	外径溝	外径溝1	条件4

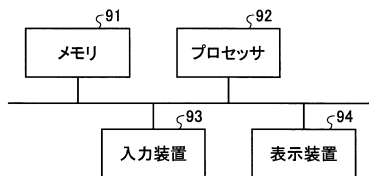
【図16】



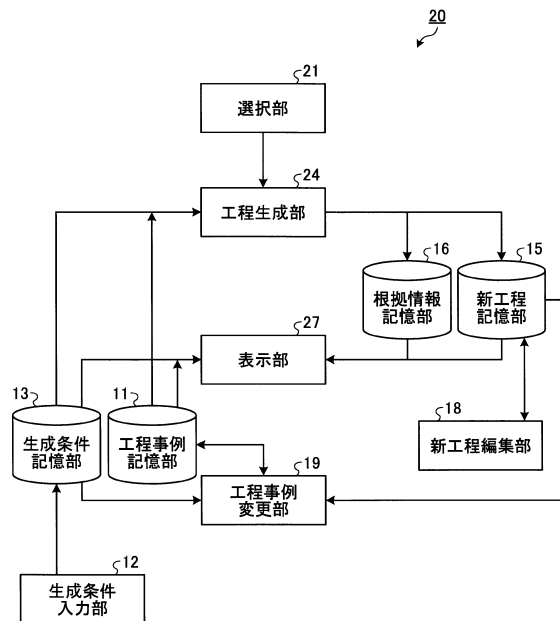
【図17】



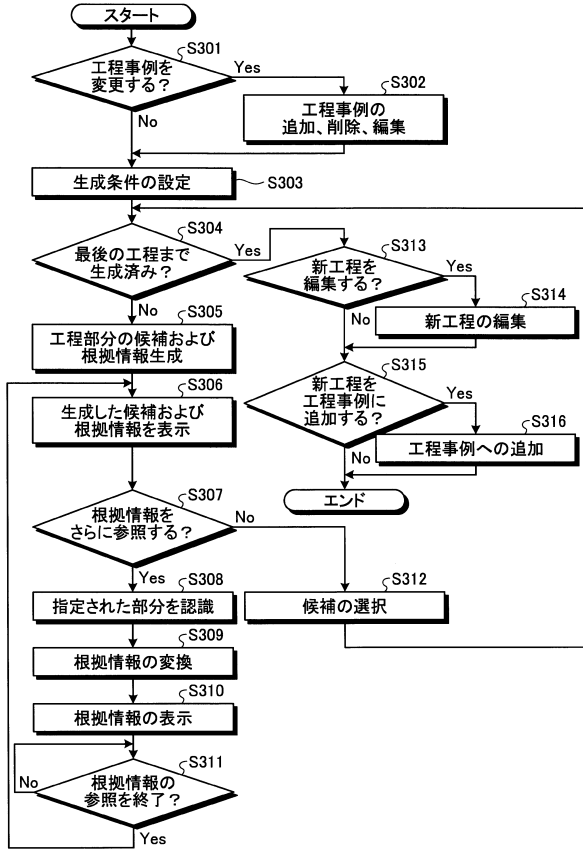
【図18】



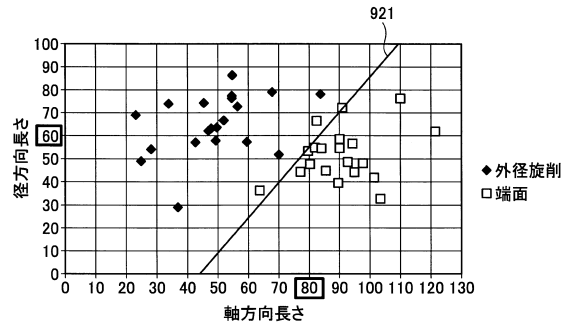
【図19】



【図20】



【図21】



【図22】

生成済み加工工程			
加工番号	加工方法	使用工具	加工条件
1			

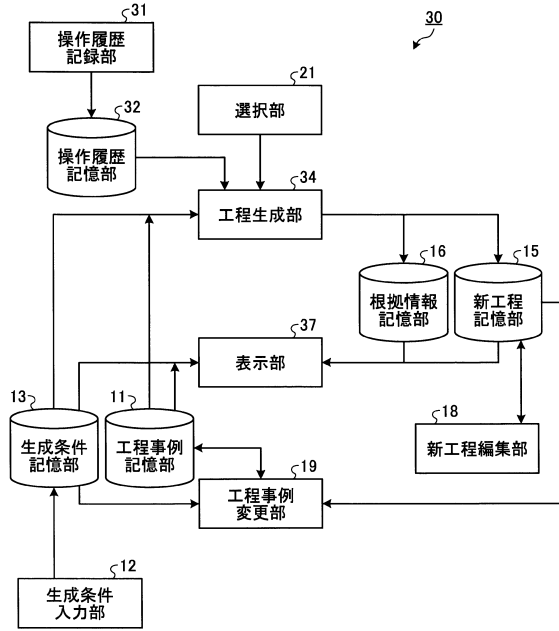
加工方法の選択候補と根拠情報		根拠情報
候補1	候補生成手法 端面	素材材質がA5052の事例を抽出、最も類似する事例:2609
候補2	判別分析	素材材質が5000番台アルミ合金の事例を抽出、外径旋削グループで今回に最も近い事例:9174

【図23】

根拠情報
 手法: 事例を抽出し、判別分析により推定
 ・工程生成条件
 ・事例の抽出条件
 ・素材材質が5000番台アルミ合金
 ・可能である加工が端面か外径旋削の2種類

軸方向長さ	径方向直径	加工方法	事例番号	加工番号
80	60	端面	今回	1
90	50	端面	1078	1
84	55	端面	3213	1
50	65	外径旋削	1217	1
70	52	外径旋削	9174	1

【図24】



【図25】

生成済み加工工程

加工番号	加工方法	使用工具	加工形状	加工条件
1				

加工方法の選択候補と根拠情報

加工方法	候補生成手法	根拠情報
候補1 端面	端面	素材材質がA5052の事例を抽出、最も類似する事例2609
候補2 外径旋削	判別分析	素材材質が5000番台アルミ合金の事例を抽出、 端面グループで今回に最も近いもの3213

【図26】

生成済み加工工程

加工番号	加工方法	使用工具	加工形状	加工条件
1	外径旋削	端面旋削2	領域31	

切削速度の選択候補と根拠情報

切削速度	候補生成手法	根拠情報
候補1 550	回帰分析	素材材質がA5052で外径旋削の事例を抽出、 最も類似する事例8628
候補2 560	操作履歴	2012/3/4 12:34 事例1234の切削速度を変更

フロントページの続き

- (72)発明者 金子 弘樹
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
- (72)発明者 サフィルラマドナ
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

審査官 稲垣 浩司

- (56)参考文献 特開平10-058280(JP,A)
特開2005-309713(JP,A)
特許第5020412(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/418
B23Q 15/00
G05B 19/4093
G06Q 50/04