

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5143005号
(P5143005)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 Q 15/00 (2006. 01)
G 0 5 B 19/408 (2006. 01)
G 0 5 B 19/4068 (2006. 01)

B 2 3 Q 15/00 3 0 1 H
G 0 5 B 19/408 Z
G 0 5 B 19/4068

請求項の数 8 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2008-532743 (P2008-532743)
(86) (22) 出願日 平成18年9月22日 (2006. 9. 22)
(65) 公表番号 特表2009-509780 (P2009-509780A)
(43) 公表日 平成21年3月12日 (2009. 3. 12)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2006/066634
(87) 国際公開番号 W02007/036489
(87) 国際公開日 平成19年4月5日 (2007. 4. 5)
審査請求日 平成21年8月20日 (2009. 8. 20)
(31) 優先権主張番号 102005047466.7
(32) 優先日 平成17年9月30日 (2005. 9. 30)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 390039413
シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
Siemens Aktiengesellschaft
ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
ヴィッテルスバッハープラッツ 2
Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(74) 代理人 100075166
弁理士 山口 巖
(74) 代理人 100133167
弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械における加工プロセスの最適化のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機械 (1) における加工プロセスの最適化のための方法において、
加工セット (1 1 a、1 1 b、1 1 c) を有する制御プログラム (1 0) が加工プロセスを制御し、
前記加工セット (1 1 a、1 1 b、1 1 c) の実行に従う前記機械 (1) による加工中に当該機械 (1) の操作者により調整された特性量の情報を含む、前記機械 (1) の加工中動作状態を示すプロセス情報を、ファイル (3) 中に記憶した前記制御プログラム内に前記加工セットに関連付けて記憶し、
後の加工プロセスを最適化するために前記記憶したプロセス情報を参照できるようにすることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記プロセス情報を、注釈の形で前記ファイル中に記憶した前記制御プログラム内に記憶することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記加工セットに関連付けされて記憶された前記プロセス情報を、可視化システム (6) によって読取可能なフォーマットに変換することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記プロセス情報を、可視化システム (6) によって可視化することを特徴とする請求

20

項 1 乃至 3 の 1 つに記載の方法。

【請求項 5】

前記プロセス情報を、該情報が加工中におけるプロセス情報発生位置に図式的に割り当てられるように可視化することを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記可視化システム (6) として C A M システムを使用することを特徴とする請求項 3 から 5 記載の 1 つに記載の方法。

【請求項 7】

前記機械 (1) が工作機械、生産機械および / 又はロボットであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の 1 つに記載の方法。

【請求項 8】

機械 (1) の制御のための制御装置 (2) において、

当該制御装置 (2) が加工セット (1 1 a、1 1 b、1 1 c) を有する制御プログラム (1 0) により加工プロセスを制御し、

前記加工セット (1 1 a、1 1 b、1 1 c) の実行に従う前記機械 (1) による工作物の加工中に当該機械 (1) の操作者により調整された特性量の情報を含む、前記機械 (1) の加工中動作状態を示すプロセス情報が、ファイル (3) 中に記憶された制御プログラム内に加工セットに関連付けされて記憶され、

後の加工プロセスを最適化するために前記記憶したプロセス情報が参照されるように構成されていることを特徴とする制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は機械における加工プロセスの最適化のための方法に関する。更に本発明は機械の制御のための制御装置に関する。

【0002】

例えば工作機械、生産機械および / 又はロボット等の機械の場合、工業的には、所謂作業計画内で、C A D システムの助けにより、製造すべき工作物が設計される。それから、設計された工作物ジオメトリに関するデータが C A D システムから C A M システムに伝送される。C A M システムは、例えばフライス加工の場合、工作物の製造に必要なフライス軌道を算定して可視化する。その際、工業的には、作業計画内のこれらフライスデータから、専門分野特有にポストプロセッサとも呼ばれる他のプログラムにより、機械の加工プロセスを制御する制御プログラムが発生される。制御プログラムは専門分野特有に N C 部分プログラムとも呼ばれる。しかる後に、完成した制御プログラムが機械を制御するための制御装置 (例えば数値制御装置) に伝送される。制御プログラムにより、機械での加工プロセスが制御される。制御プログラムの設定時および / 又は制御プログラム内で、加工プロセスのために必要な、例えば機械のスピンダル回転数又は送り速度の如き技術的パラメータも確定される。機械での工作物の加工中に、操作者が、例えば不都合な応力発生や異常騒音という結果を確認した場合には、その徴候が消えるまで、例えば操作者が最大送り速度および / 又はスピンダル回転数を低減する。しかしこの経験の作業計画へのフィードバックは、一般に行なわれないか、せいぜいのところ、口頭で、操作者が所轄の専門家と作業計画に関し話し合うことで行なわれる。作業計画の専門家集団が、機械の操作者からフィードバック情報を全く受けないか、又は不十分なフィードバック情報しか受けないために、作業計画者には不正確な情報しか存在せず、加工プロセスの最適化が全く不可能か、非常におおまかにしかできない。これは、機械の能力が完全には利用されず、例えば加工プロセスが不必要に長く続くという結果を招き、また、例えば工作物の到達可能な表面仕上げ品質に関して最適な結果をもたらさない

【0003】

独国特許出願公開第 1 0 1 4 4 7 8 8 号明細書から、数値制御される工業用工作機械においてプロセスデータを確実かつ高性能に記録する方法と装置が公知である。これによる

10

20

30

40

50

と、プロセスデータは動作時間が重視される周期的な時間領域で収集され、F I F O 特性を有するデータ中間メモリに周期的な制御クロックにて取り込まれる。このデータ中間メモリは動作時間が重視されない非周期的な時間領域で読み出され、読み出されたデータは処理されて、データセットとしてプロトコルメモリに保存される。

【 0 0 0 4 】

独国特許出願公開第 1 0 1 3 3 6 1 2 号明細書から、工作機械のための数値制御ならびに数値制御のための方法と、工作機械の監視のための方法とが公知である。

【 0 0 0 5 】

欧州特許出願公開第 0 8 1 3 1 3 0 号明細書から、工作機械又はロボットのための数値制御装置が公知である。この数値制御装置においては、数値制御装置の操作者に、部分プログラムの入力時、システムで使用可能なデータに基づき、個々の使用工具に対して可能な監視方法がメニューにて提供される。メニューの受け入れ後に、制御装置によって案内された製造プロセスがスタートする。

【 0 0 0 6 】

本発明の課題は、機械における加工プロセスを最適化することにある。

【 0 0 0 7 】

この課題は、機械における加工プロセスの最適化法において、加工セットを有する制御プログラムが加工プロセスを制御し、加工セットの実行に従う機械による工作物の加工中に当該機械の操作者により調整された特性量の情報を含む、機械の加工中動作状態を示すプロセス情報を、ファイル中に記憶した制御プログラム内に加工セットに関連付けて記憶し、後の加工プロセスを最適化するためにその記憶したプロセス情報を参照できるようにすることによって解決される。

【 0 0 0 8 】

更に、この課題は、制御装置を次のように構成した機械の制御のための制御装置により解決される。即ち、制御装置は、該装置が加工セットを有する制御プログラムにより加工プロセスを制御し、加工セットの実行に従う機械による工作物の加工中に当該機械の操作者により調整された特性量の情報を含む、機械の加工中動作状態を示すプロセス情報が、ファイル中に記憶された制御プログラム内に加工セットに関連付けられて記憶され、後の加工プロセスを最適化するためにその記憶したプロセス情報が参照されるように構成する。

【 0 0 0 9 】

プロセス情報をファイル中に加工セットに関連付けて記憶すると有利である。プロセス情報をファイル中に加工セットに関連付けて記憶すれば、プロセス情報を特に容易に種々のシステム間で交換できる。

【 0 0 1 0 】

更に、ファイル中に制御プログラムを記憶すると望ましい。同一のファイル中にプロセス情報の他に制御プログラムを記憶すれば、簡単な方法で、プロセス情報と制御プログラムの付属の加工セットとの間の関連が作り出せる。

【 0 0 1 1 】

更に、プロセス情報をファイル中において制御プログラム内に記憶すると有利であることが分かった。この措置に伴い、特に簡単な方法で、プロセス情報と制御プログラムの付属の加工セットとの間の関連が作り出せる。

【 0 0 1 2 】

これに関し、本発明にとって、プロセス情報をファイル中において注釈の形で制御プログラム内に記憶する有利である。これによって、洗練された方法で制御プログラム内へのプロセス情報の統合が可能になる。

【 0 0 1 3 】

更に、本発明にとって、加工セットに関連付けられて記憶されたプロセス情報を可視化システムで読取可能なフォーマットに変換すると望ましい。これによって、プロセス情報をどの標準可視化システム、特に C A M システムによっても可視化することができる。

【 0 0 1 4 】

更に、本発明では、プロセス情報を可視化システムで可視化すると有利である。この結果、使用者が簡単な方法でプロセス情報を図式的にできる。

【 0 0 1 5 】

更に、本発明では、プロセス情報を、該情報が加工中のプロセス情報発生位置に図式的に割り当てられるよう可視化するとよい。この結果、使用者がプロセス情報を加工中のプロセス情報発生位置と共に図式的に把握し得る。

【 0 0 1 6 】

更に、可視化システムとしてCAMシステムを使用すると有利である。CAMシステムは広く普及した可視化システムである。

10

【 0 0 1 7 】

更に、機械を工作機械、生産機械および／又はロボットとして構成するとよい。特に工作機械、生産機械および／又はロボットの技術分野では、しばしば加工プロセスが最適化される。しかし、本発明が他の技術分野でも使用可能なことは自明である。

【 0 0 1 8 】

制御装置の有利な構成は、方法の有利な構成によりもたらされ、その逆も真である。

【 0 0 1 9 】

本発明の実施例を図面に示し、以下において詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

図1は機械1を示し、これは機械1の制御装置2を有する。加工プロセス、例えば工作物のフライス加工が、加工プロセスを制御する制御プログラム10で行なわれる。

20

【 0 0 2 1 】

制御プログラムは、一般に多数の加工セットから構成されている。

【 0 0 2 2 】

制御プログラムの典型的部分を図3に示す。制御プログラム10は多数の加工セットを有する。見易さのため、3つの加工セット11a、11b、11cのみを示している。一般に各加工セットは各々に特徴的な番号を有し、例えば加工セット11aは番号N10を有する。更に、各加工セットは一般に、例えばどのように機械の機械軸を移動すべきかという指令を含む。例えば指令X10は機械のX軸を位置10に移動すべきであることを意味し、指令Y20はY軸を位置20に移動すべきであることを意味する。

30

【 0 0 2 3 】

本発明では、加工セットの実行中に発生するプロセス情報を加工セットに関連付けて記憶する。この場合、プロセス情報は、例えば発信器で測定され、制御装置2で適切に処理されるか、プロセス量の形で直接的に制御装置2内に蓄えられる。

【 0 0 2 4 】

典型的なプロセス情報は、例えば次のような機械1の加工中動作状態を示す。

- a) 加工セットの実行中に発生する最小、平均および最大の送り速度、
- b) 加工セットの実行中に発生する最小、平均および最大の機械軸速度、
- c) 加工セットの実行中に発生する最小、平均および最大の機械軸の軸加速度、
- d) 加工セットの実行中に発生する最小、平均および最大の電流摂取（それに伴う力又はトルクの摂取）、
- e) 加工セットの実行中に発生する各機械軸の電動機の電流摂取の最大の変化速度（時間微分）、
- f) 加工セットの実行中に発生する平均スピンドル回転数（目標設定および実際値）、
- g) 加工セットの実行中に発生する最小、平均および最大のスピンドルトルク、
- h) 加工セットの実行中に発生するスピンドルトルクの最大の変化速度（時間微分）
- i) 加工セットのための加工時間、および
- j) ジオメトリ量、特にジオメトリ量の定義がプロセス量および／又は機械の動力学的な量によって影響を与えられる場合のジオメトリ量（例えば輪郭誤差および実際位置）。

40

【 0 0 2 5 】

50

プロセス情報を、本発明では、加工セットに関連付けて記憶する。即ち、プロセス情報が発生させられた各時点で実行中であった加工セットに、当該プロセス情報を割り当てることができるように記憶する。しかしながら、場合によっては、個々のプロセス情報のみを加工セットに関連付けて記憶してもよい。

【 0 0 2 6 】

プロセス情報を、特にファイル 3 (図 1 参照) 内に加工セットに関連付けて記憶するとよい。この場合、ファイルには付加的に制御プログラムも記憶するとよい。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、このようなファイルの実施例を示す。このファイルでは、プロセス情報を表形式で加工セットに関連付けて記憶している。この表は多数の欄を有するが、見易さのために図 2 には 3 つの欄のみを示し、その後は点線で表示している。第 1 の欄は多数の加工セットから構成された制御プログラムを含んでいる。図 2 には見易さのために 3 つの加工セットのみを示す。各加工セットに対し、他の欄には、各加工セットに割り当てたプロセス情報が書き込まれている。実施例では、例えば図 2 の 1 番目の加工セット (N 1 0 X 1 0 Y 2 0) の実行中に 10 m / 秒^2 なる X 軸の最大軸過速度および 5 m / 秒^2 なる Y 軸の最大軸過速度を得て、対応する欄に書き込んだ。加工セットに関連付けて記憶すべきプロセス情報の個数に応じ、ファイルは多かれ少なかれ多数の欄を有する。加工セットの実行時に発生するプロセス情報は、このような方法で、その都度付属の加工セットに対して、加工セットに関連付けられて記憶される。

【 0 0 2 8 】

しかし例えば代替的に、プロセス情報を、例えば簡単に注釈の形で制御プログラム内に記憶させ、制御プログラムを、例えばファイルに保存することも可能である。プロセス情報は、このような方法によれば、制御プログラムの構成部分である。

【 0 0 2 9 】

この方法で発生させたファイル 3 を、次に変換手段 5 に伝送する。これを矢印 4 で示す (図 1 参照) 。例えば逆動作をするポストプロセッサ 5 の形で実現可能な変換手段 5 は、加工セットに関連付けられて記憶したプロセス情報を可視化システム 6 により読取可能なフォーマットに変換する。フォーマットとして、例えば所謂 C L (Cutter Location Data) フォーマットが選択でき、これは市販のどの C A M システムでも読取可能である。

【 0 0 3 0 】

しかる後に変換したファイルを可視化システム 6 に転送する。このことを矢印 1 2 で示している。例えば C A M システムとして存在する可視化システム 6 を用い、プロセス情報を可視化する。可視化システム 6 がファイル 3 のフォーマットを読み取れる場合には、ファイル 3 の変換は省略でき、ファイル 3 を直接に可視化システム 6 に供給できる。これを図 1 の破線の矢印 7 で示している。

【 0 0 3 1 】

プロセス情報を、可視化システム 6 で、プロセス情報が加工中におけるプロセス情報発生位置 (例えば工具位置) に図式的に割り当てべく可視化すると特に有利である。その際、作業計画の専門家に対し、例えばフライス軌道上の該当位置および / 又は工具における該当位置のクリックによって該当プロセス情報が画面に挿入される。可視化のために、可視化システム 6 が付加的になお、例えば工作物ジオメトリに関するデータを C A D システム 8 から得ることが場合によっては必要である。このことを矢印 9 で示している。

【 0 0 3 2 】

加工セットに関連付けたプロセス情報に基づき、作業計画の専門家は、作業計画において、機械の操作者が、例えば送り回転数、オーバライド回転数、スピンドル回転数の如き技術的特性量を個々の加工ステップについて変更したかどうかを確認できる。更に、専門家は、加工経過中にどの加速度およびトルクが発生されたか、又は工具交換、スピンドル加速又はスピンドル回転数変更のためのどの待ち時間が必要であったかについての実証を得る。しかる後、これらの情報を用いて、専門家は、加工プロセスを、例えば始動計画および / 又は加工技術の変更によって狙いを定めて最適化し、かつそのような方法で最適化

した制御プログラムを作成する。

【 0 0 3 3 】

加工プロセスの最適化の他に、プロセス情報は、加工プロセスの分類、検証および／又は記録のためにも使用可能である。この場合、各仕上がった工作物について関連したプロセス情報を記憶しかつ保管する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】本発明の実施例を概略的に示す。

【図 2】ファイルに加工セットに関連付けられて記憶されたプロセス情報を示す。

【図 3】制御プログラムを示す。

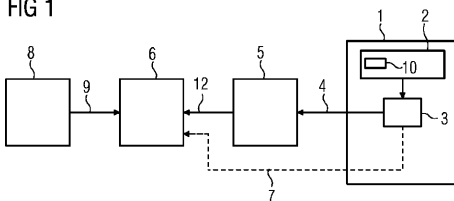
【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

1 機械、2 制御装置、3 ファイル、5 変換手段、6 可視化システム、8 C A Dシステム、10 制御プログラム

10

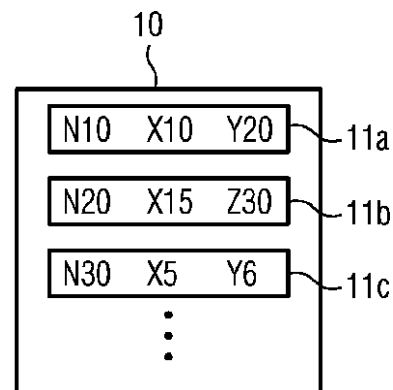
【図 1】
FIG 1



【図 2】

	X軸の最大 軸加速度 (m/s^2)	Y軸の最大 軸加速度 (m/s^2)	...
N10 X10 Y20	10	5	...
N20 X15 Z30	15	0	...
N30 X5 Y6	6	4	...
⋮	⋮	⋮	⋮

【図 3】
FIG 3



フロントページの続き

- (72)発明者 ブレチュナイダー、ヨッヘン
ドイツ連邦共和国 7 3 7 3 2 エスリンゲン ホーエンクロイツヴェーク 2 1
- (72)発明者 メンツェル、トーマス
ドイツ連邦共和国 9 1 0 8 8 ブーベンロイト アム ザンドベルク 5 アー

審査官 林 茂樹

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 9 9 5 3 0 (J P , A)
国際公開第 0 0 / 0 1 1 5 2 8 (W O , A 1)
特開 2 0 0 4 - 3 1 8 3 7 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 0 2 1 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 2 6 6 1 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23Q 15/00
G05B 19/4068
G05B 19/408