

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7576594号
(P7576594)

(45)発行日 令和6年10月31日(2024.10.31)

(24)登録日 令和6年10月23日(2024.10.23)

(51)国際特許分類	F I
B 2 3 Q 17/09 (2006.01)	B 2 3 Q 17/09 H
	B 2 3 Q 17/09 B
	B 2 3 Q 17/09 Z

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-129005(P2022-129005)	(73)特許権者	000001236
(22)出願日	令和4年8月12日(2022.8.12)		株式会社小松製作所
(65)公開番号	特開2024-25504(P2024-25504A)		東京都港区海岸一丁目2番20号
(43)公開日	令和6年2月26日(2024.2.26)	(74)代理人	110000202
審査請求日	令和5年8月2日(2023.8.2)		弁理士法人新樹グローバル・アイピー
		(72)発明者	齋藤 尚登
			東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会
			社小松製作所内
		(72)発明者	笠原 和人
			東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会
			社小松製作所内
		(72)発明者	足立 貴嗣
			東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会
			社小松製作所内
		(72)発明者	名畑 英二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 切削システム及び切削方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるための回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加工する工作機械に適用される切削システムであって、

複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得する取得部と、

前記切削負荷の累積値を取得する累積部と、

前記累積値に基づいて、前記複数の被加工物又は前記切削工具を評価する評価部と、
を備え、

前記累積部は、前記複数の被加工物のうち同一の前工程を経た被加工物ごとに前記累積値を取得し、

前記評価部は、前記前工程を経た被加工物ごとの前記累積値に基づいて、前記前工程の精度を評価する、

切削システム。

【請求項2】

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるための回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加工する工作機械に適用される切削システムであって、

複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得す

る取得部と、

前記切削負荷の累積値を取得する累積部と、

前記累積値に基づいて、前記複数の被加工物又は前記切削工具を評価する評価部と、
を備え、

前記評価部は、複数の前記切削工具それぞれについての前記累積値を前記切削加工の回数
で割った工具別累積値に基づいて、前記複数の切削工具それぞれの工具性能を評価する、
切削システム。

【請求項 3】

前記評価部は、前記累積値に基づいて、前記切削工具の寿命を評価する、
請求項 1 又は 2 に記載の切削システム。

10

【請求項 4】

前記取得部は、

前記切削工具又は前記被加工物の回転軸を回転駆動させるモータのロードメータ値と、
前記モータのモータ回転数とに基づいて、前記モータのトルク値を取得するトルク算出部
と、

前記トルク値に基づいて、前記切削負荷を算出する負荷算出部と、
を有する、

請求項 1 又は 2 に記載の切削システム。

【請求項 5】

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させる
ための回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加
工する工作機械に適用される切削方法であって、

20

複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得
する工程と、

前記複数の被加工物のうち同一の前工程を経た被加工物ごとに前記切削負荷の累積値を取
得する工程と、

前記前工程を経た被加工物ごとの前記累積値に基づいて、前記複数の被加工物又は前記切
削工具と前記前工程の精度とを評価する工程と、

を備える切削方法。

【請求項 6】

30

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるた
めの回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加
工する工作機械に適用される切削方法であって、

複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得す
る工程と、

前記切削負荷の累積値を取得する工程と、

複数の前記切削工具それぞれについての前記累積値を前記切削加工の回数で割った工具別
累積値に基づいて、前記複数の切削工具それぞれの工具性能を評価する工程と、

を備える切削方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本開示は、切削システム及び切削方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 では、工作機械の工具に寿命時間を設定し、寿命時間から工具の使用時間を
減算することによって残寿命時間を算出する手法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【文献】特開 2008 - 047021 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、工具の摩耗度合いは被加工物の種類（材質及び形状）によって変動するため、工具の使用時間のみに基づいて工具寿命を精度良く評価することはできない。

【0005】

本開示は、複数の被加工物又は切削工具を精度良く評価可能な切削システム及び切削方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様に係る切削システムは、工作機械に適用される切削システムであって、取得部と、累積部と、評価部とを備える。工作機械は、被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるための回転軸とを有する。工作機械は、回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加工する。取得部は、複数の被加工物それぞれの切削加工において切削工具にかかる切削負荷を取得する。累積部は、切削負荷の累積値を取得する。評価部は、累積値に基づいて、複数の被加工物又は切削工具を評価する。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、複数の被加工物又は切削工具を精度良く評価可能な切削システム及び切削方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態に係る切削システムの構成を示す模式図

【図2】第1実施形態に係る解析部の構成を示すブロック図

【図3】トルク線図の一例を示すグラフ

【図4】第1実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャート

【図5】第2実施形態に係る解析部の構成を示すブロック図

【図6】第2実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャート

【図7】第3実施形態に係る解析部の構成を示すブロック図

【図8】第3実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャート

【図9】変形例1に係る切削システムの構成を示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0009】

第1実施形態

【0010】

（切削システム）

図1は、第1実施形態に係る切削システム1の構成を示す模式図である。切削システム1は、3つの工作機械10a～10c及び管理装置20を備える。

【0011】

（工作機械）

本実施形態において、切削システム1は、3つの工作機械10a～10cを備えているが、切削システム1が備える工作機械の数は1以上であればよい。

【0012】

各工作機械10a～10cとしては、ボール盤、旋盤、フライス盤、中ぐり盤、マシンングセンタ、研削盤などが挙げられるが、これらには限られない。本実施形態において、各工作機械10a～10cは、同種の工作機械であるが、異種の工作機械であってもよい。

【0013】

図1に示すように、各工作機械10a～10cは、テーブル11、切削工具12、回転

10

20

30

40

50

軸 1 3、モータ 1 4、アンプ 1 5 及びコントローラ 1 6 を備える。

【 0 0 1 4 】

テーブル 1 1 には、未加工のワーク W (被加工物) が載置される。ワーク W の切削加工が完了すると、加工済みのワーク W は搬出され、新たなワーク W がテーブル 1 1 に載置される。

【 0 0 1 5 】

切削工具 1 2 は、ワーク W の切削加工に用いられる。本実施形態において、工作機械 1 0 a ~ 1 0 c では、同種類の切削工具 1 2 が用いられる。ただし、切削工具 1 2 の製造メーカーは互いに異なるものとする。切削工具 1 2 は、回転軸 1 3 に取り付けられており、回転軸 1 3 の軸心 A X を中心として回転する。本実施形態では、回転軸 1 3 に取り付けられた切削工具 1 2 が回転することによって、切削工具 1 2 がワーク W に対して相対回転する。しかし、切削工具 1 2 はワーク W に対して相対回転可能であればよく、回転軸 (不図示) に取り付けられたワーク W が回転することによって、切削工具 1 2 がワーク W に対して相対回転してもよい。

10

【 0 0 1 6 】

切削工具 1 2 は、ワーク W に対して相対移動する。本実施形態では、テーブル 1 1 が移動することによって切削工具 1 2 がワーク W に対して相対移動するが、回転軸 1 3 が移動することによって切削工具 1 2 がワーク W に対して相対移動してもよい。

【 0 0 1 7 】

回転軸 1 3 には、切削工具 1 2 が取り付けられる。回転軸 1 3 は、軸心 A X を中心として回転可能である。モータ 1 4 は、回転軸 1 3 を回転駆動させる。モータ 1 4 は、アンプ 1 5 から供給される駆動電流によって回転する。モータ 1 4 は、モータ回転数をコントローラ 1 6 に送信する。

20

【 0 0 1 8 】

アンプ 1 5 は、図示しない電源に接続されている。アンプ 1 5 は、コントローラ 1 6 から指令電流を受信する。アンプ 1 5 は、受信した指令電流に基づいて、モータ 1 4 に駆動電流を供給する。

【 0 0 1 9 】

コントローラ 1 6 は、モータ 1 4 を制御する。具体的には、コントローラ 1 6 は、NC (Numerical Control) プログラムに従って、アンプ 1 5 に指令電流を出力する。コントローラ 1 6 は、モータ 1 4 からモータ回転数を受信する。

30

【 0 0 2 0 】

コントローラ 1 6 は、アンプ 1 5 に出力する指令電流に基づいて、モータ 1 4 のロードメータ値を算出する。ロードメータ値は、モータ 1 4 の定格電流に対する指令電流の割合である。

【 0 0 2 1 】

コントローラ 1 6 は、ワーク W の切削工程におけるロードメータ値及びモータ回転数を所定の時間間隔 (例えば、10 ミリ秒ごと) でサンプリングする。コントローラ 1 6 は、サンプリングするたびに、ロードメータ値と、モータ回転数と、工具 ID と、動作データの生成日時とを含む動作データを生成する。工具 ID は、切削工具 1 2 に固有の識別子であり、各工作機械 1 0 a ~ 1 0 c の切削工具 1 2 それぞれの工具 ID は互いに異なる。ただし、切削システム 1 が工作機械を 1 つだけ備え、かつ、当該工作機械において 1 種類の切削工具 1 2 のみが用いられる場合には、動作データは工具 ID を含まなくてよい。

40

【 0 0 2 2 】

コントローラ 1 6 は、ネットワーク (例えば、インターネット) を介して、管理装置 2 0 と通信可能である。コントローラ 1 6 は、生成した動作データを管理装置 2 0 に送信する。コントローラ 1 6 が動作データを送信するタイミングは特に限られないが、例えば、1 つのワーク W の切削加工が完了したときに複数の動作データを纏めて送信することができる。

【 0 0 2 3 】

50

(管理装置)

管理装置 20 の機能は、例えば、サーバー、パーソナルコンピュータ又はポータブル端末により達成することができる。管理装置 20 の機能をサーバーにより達成する場合、サーバーは、クラウドサーバーであってもよい。管理装置 20 の機能をパーソナルコンピュータにより達成する場合、パーソナルコンピュータは、各工作機械 10 a ~ 10 c と一体に形成されてもよいし、各工作機械 10 a ~ 10 c の近くに配置されてもよいし、各工作機械 10 a ~ 10 c が配置されている場所とは異なる管理室などに配置されてもよい。管理装置 20 の機能をポータブル端末により達成する場合、ポータブル端末としては、例えばタブレットなどの持ち運び可能な端末を用いることができる。

【0024】

図 1 に示すように、管理装置 20 は、動作データ受信部 21、記憶部 22 及び解析部 23 を有する。

【0025】

〔動作データ受信部〕

動作データ受信部 21 は、ネットワークを介して、各工作機械 10 a ~ 10 c のコントローラ 16 と通信可能である。動作データ受信部 21 は、各工作機械 10 a ~ 10 c のコントローラ 16 から動作データを受信する。動作データ受信部 21 は、受信した動作データを記憶部 22 に記憶させる。

【0026】

〔記憶部〕

記憶部 22 は、複数の動作データを記憶する。具体的には、記憶部 22 は、動作データに含まれる工具 ID ごとに、ロードメータ値及びモータ回転数を対応付けて記憶する。記憶部 22 は、複数の動作データを生成日時順に記憶することが好ましい。

【0027】

〔解析部〕

解析部 23 は、記憶部 22 に記憶されている複数の動作データを解析する。図 2 は、解析部 23 の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、解析部 23 は、取得部 23 a、累積部 23 b 及び寿命評価部 23 c を有する。

【0028】

・取得部 23 a

取得部 23 a は、動作データに基づいて、切削工具 12 にかかる切削負荷を取得する。取得部 23 a は、図 2 に示すように、トルク算出部 a1 及び負荷算出部 a2 を含む。

【0029】

トルク算出部 a1 は、記憶部 22 に記憶されている動作データに含まれるロードメータ値及びモータ回転数に基づいて、以下のように、モータ 14 のトルク値を取得する。

【0030】

トルク算出部 a1 は、モータ回転数とトルク値との関係が定められたトルク線図を記憶している。図 3 は、トルク線図の一例を示すグラフである。図 3 では、横軸をモータ回転数とし、縦軸をトルク値とするグラフ上に、ロードメータ値が 100% であるときのモータ回転数と最大トルク値との関係を示す折れ線が描かれている。トルク算出部 a1 は、トルク線図を参照して、動作データに含まれるモータ回転数に対応する最大トルク値を取得する。トルク算出部 a1 は、動作データに含まれるロードメータ値を最大トルク値に乗算することによって、モータ 14 のトルク値を算出する。

【0031】

負荷算出部 a2 は、トルク算出部 a1 によって算出されたトルク値を切削工具 12 の工具径で割ることによって、切削工具 12 にかかる切削負荷を算出する。工具径とは、回転軸 13 の軸心 AX に垂直な方向における切削工具 12 の刃先寸法である。

【0032】

負荷算出部 a2 は、記憶部 22 に記憶されている各動作データと算出した切削負荷とを互いに対応付けて記憶させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

・ 累積部 2 3 b

累積部 2 3 b は、記憶部 2 2 に記憶されている複数の動作データの中から、所望の工具 I D に係る全ての動作データに対応付けて記憶されている切削負荷を取得する。そして、累積部 2 3 b は、全ての切削負荷を累積することによって、切削負荷の累積値を取得する。累積部 2 3 b は、工具 I D ごとに切削負荷の累積値を取得する。

【 0 0 3 4 】

切削負荷の累積方法としては、加工時間に基づいて切削負荷を積分する方法や、切削工具 1 2 の刃先の回転距離（軸心 A X を中心とする刃先の移動量）に基づいて切削負荷を積分する方法などが挙げられるが、これらには限られない。

【 0 0 3 5 】

・ 寿命評価部 2 3 c

寿命評価部 2 3 c は、本開示に係る「評価部」の一例である。寿命評価部 2 3 c は、特定の工具 I D によって示される切削工具 1 2 の限界累積値を記憶している。限界累積値は、新品の切削工具 1 2 を切削加工で限界まで摩耗させたときの切削負荷の累積値を計測することで予め得られる。

【 0 0 3 6 】

寿命評価部 2 3 c は、累積部 2 3 b によって取得された切削負荷の累積値を限界累積値と比較することによって、切削工具 1 2 の寿命を評価する。例えば、切削負荷の累積値を限界累積値で割った値が 1 に近づくほど、切削工具 1 2 の残寿命が短いことが分かる。

【 0 0 3 7 】

ここで、表 1 は、3 種類の異なる切削工具 No. 1 ~ 3 を用いて切削加工を実際に行った時の摩耗幅、切削負荷の累積値、加工数及び加工時間の関係を示している。なお、切削加工は、同じ材質かつ同じ形状（具体的には、同じ加工量）のワークに対して同じ切削条件にて行われた。

【 0 0 3 8 】

【表 1】

工具No.	摩耗幅	切削負荷の 累積値 (時間積分値)	加工数 [個]	加工時間 [min]
1	0.11	6600000	44	142.4
2	0.22	8400000	56	142.4
3	0.46 (摩耗限界)	13200000	46	574.8
摩耗量との 決定係数 R^2	—	0.9527	0.7508	0.9607

【 0 0 3 9 】

表 1 に示されるように、摩耗幅は、切削負荷の累積値と強い相関があるため、切削負荷の累積値は、切削工具の摩耗量を示す指標として好適である。従って、上記の通り、切削負荷の累積値を用いることによって、切削工具 1 2 の寿命を精度良く評価できることを理解できる。

【 0 0 4 0 】

なお、表 1 では、同じ材質かつ同じ形状のワークに対して同じ切削条件で切削加工が行われたため、摩耗幅は加工時間とも強い相関がある。そして、切削負荷の累積値は、摩耗幅との関係において、加工時間と同程度の相関を有している。後述するように、ワークの

材質、加工量及び切削条件が変化すると、摩耗幅と加工時間との相関は低下するが、摩耗幅と切削負荷の累積値との相関は低下しにくい。

【 0 0 4 1 】

(切削方法)

切削システム 1 における切削方法について、図面を参照しながら説明する。図 4 は、第 1 実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャートである。切削工具 1 2 にかかる切削負荷の解析は、3つの工作機械 1 0 a ~ 1 0 c に共通しているため、以下においては、1つの工作機械の切削工具 1 2 にかかる切削負荷の解析について説明する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 において、コントローラ 1 6 は、切削工具 1 2 を用いたワーク W の切削工程におけるロードメータ値及びモータ回転数をサンプリングする。

10

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 において、コントローラ 1 6 は、ロードメータ値と、モータ回転数と、工具 I D と、生成日時とを含む動作データを生成する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 3 において、動作データ受信部 2 1 は、コントローラ 1 6 から受信した複数の動作データを記憶部 2 2 に記憶させる。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 4 において、取得部 2 3 a は、複数の動作データに基づいて、複数のワーク W それぞれの切削加工において切削工具 1 2 にかかる切削負荷を取得する。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ S 5 において、累積部 2 3 b は、切削工具 1 2 にかかる切削負荷の累積値を取得する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 6 において、寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値を限界累積値と比較することによって、切削工具 1 2 の寿命を評価する。

【 0 0 4 8 】

(特徴)

【 0 0 4 9 】

(1) 本実施形態に係る切削システム 1 は、累積部 2 3 b 及び寿命評価部 2 3 c を備える。累積部 2 3 b は、複数のワーク W それぞれの切削加工において切削工具 1 2 にかかる切削負荷の累積値を取得する。寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値に基づいて切削工具 1 2 を評価する。具体的には、寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値に基づいて、切削工具 1 2 の寿命を評価する。

30

【 0 0 5 0 】

本実施形態に係る切削システム 1 では、切削負荷の累積値によって切削工具 1 2 の寿命を評価しているので、ワーク W の材質、ワーク W の形状 (具体的には、加工量) 及び切削条件の違いを考慮して切削工具 1 2 の寿命を評価することができる。従って、同品種のワーク W を切削加工する場合には、切削条件の違いが考慮されるため、切削工具 1 2 の寿命を精度よく評価できる。また、異品種のワーク W を切削加工する場合であっても、ワーク W の材質や形状の違いが考慮されるため、切削工具 1 2 の寿命を精度よく評価できる。さらに、切削工具 1 2 の寿命を精度よく評価できることによって、切削工具 1 2 を寿命限界まで利用できる。よって、切削工具 1 2 を効率的に使うことができ、切削システム 1 における生産性を向上させることができる。例えば、増産時には切削速度を上げ、減産時には切削速度を下げるというように、生産計画にあわせて切削条件を変更する場合があるが、切削条件の違いが切削負荷の累積値に反映されるため、切削条件の変更が必要な場合であっても切削工具 1 2 の寿命を精度よく評価できる。

40

【 0 0 5 1 】

一方で、切削加工したワークの個数に基づいて切削工具 1 2 の寿命を評価する場合、ワークの材質、ワークの形状 (具体的には、加工量) 及び切削条件の違いを考慮できない

50

め、切削工具 1 2 の寿命の評価精度が低くなる。具体的には、異品種のワークを切削加工するときには、ワークの材質や形状の違いを考慮できないので、切削加工したワークの個数が同じでも、ワークが硬いほど、また、ワークの加工量が多いほど切削負荷が大きくなるといった影響を受けて、切削工具 1 2 の寿命の評価精度は低くなってしまふ。また、同品種のワークを切削加工するときには、切削条件の違いを考慮できないので、切削速度が速いほど切削負荷が大きくなるという影響を受けて、切削工具 1 2 の寿命の評価精度は低くなってしまふ。

【 0 0 5 2 】

また、切削加工の時間に基づいて切削工具 1 2 の寿命を評価する場合、ワークの形状が異なることに起因する加工量の違いを考慮できるため、異品種のワークを切削加工するときには、ワークの個数に基づいて評価する場合に比べて好適である。しかしながら、この場合であっても、ワークの材質や切削条件の違いを考慮することはできないので、ワークの個数に基づいて評価する場合と同様、切削工具 1 2 の寿命の評価精度は低くなってしまふ。

10

【 0 0 5 3 】

(2) 本実施形態に係る切削システム 1 は、切削負荷を取得する取得部 2 3 a を備える。取得部 2 3 a は、トルク算出部 a 1 と負荷算出部 a 2 とを含む。トルク算出部 a 1 は、モータ 1 4 のロードメータ値と、モータ 1 4 のモータ回転数とに基づいて、モータ 1 4 のトルク値を取得する。負荷算出部 a 2 は、トルク算出部 a 1 によって取得されたトルク値に基づいて切削負荷を算出する。

20

【 0 0 5 4 】

従って、切削負荷やトルク値を検出するためにセンサを設ける必要がなく、かつ、煩雑な解析を経ることなく、ロードメータ値から切削負荷を簡便に求めることができる。

【 0 0 5 5 】

一方で、従来、切削負荷やトルクを検出するためのセンサを取り付けて、切削負荷やトルクを取得する方法が知られているが、センサの設置場所を確保する必要があるだけでなく、センサ自体が高価である。

【 0 0 5 6 】

また、従来、モータの実測電流値から切削負荷を算出する方法も知られているが、実測電流値は、切削加工中、定期的に 0 (ゼロ) となる期間があるため、切削負荷を算出するには解析 (変換や抽出) が必要であり煩雑である。さらに、モータの種類によって実測電流値を示す波形の特徴が異なるため、それに合わせて変換及び抽出の方法を選択しなければならず、複数種類の工作機械を用いる場合には、さらに煩雑な解析が必要である。

30

【 0 0 5 7 】

第 2 実施形態

第 2 実施形態に係る切削システムは、図 1 に示した第 1 実施形態に係る切削システム 1 と同じ構成を有する。ただし、本実施形態において、動作データは、ロードメータ値とモータ回転数と工具 ID と生成日時とに加えて、ワーク ID と前工程 ID を更にも含むこととする。ワーク ID は、ワーク W に固有の識別子、及び、ワーク W の製造ロットごとに固有の識別子のうち少なくとも一方を含む。ワーク ID は、製造ロットを識別する情報を含んでいてもよい。前工程 ID は、切削加工されるワーク W が経た前工程に固有の識別子である。前工程としては、例えば、鋳造工程、鍛造工程、機械加工工程などが挙げられるが、これらには限られない。

40

【 0 0 5 8 】

図 5 は、第 2 実施形態に係る解析部 2 3 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 9 】

解析部 2 3 は、取得部 2 3 a、累積部 2 3 d 及び前工程評価部 2 3 e を有する。

【 0 0 6 0 】

・取得部 2 3 a

取得部 2 3 a は、トルク算出部 a 1 及び負荷算出部 a 2 を含む。トルク算出部 a 1 及び

50

負荷算出部 a 2 の機能及び構成は、上記第 1 実施形態において説明した通りである。

【 0 0 6 1 】

・ 累積部 2 3 d

累積部 2 3 d は、各ワーク W が固有の識別子として持つワーク ID ごとに切削負荷を累積することによって、ワーク W ごとに切削負荷の累積値を取得する。

【 0 0 6 2 】

ワーク ID ごとに切削負荷を累積する手法は特に限られないが、累積部 2 3 d は、次のようにワーク ID ごとに切削負荷を累積してもよい。例えば、ワーク ID がワーク W に固有の識別子を含んでいる場合、累積部 2 3 d は、ワーク ID を認識することで、ワーク ID ごとに切削負荷を累積してもよい。また、累積部 2 3 d は、動作データの順番通り（生成日時順）に切削負荷を累積し、加工完了通知や工具交換通知を各工作機械 1 0 a ~ 1 0 c のコントローラ 1 6 から受信したタイミングで累積を区切ることによって、ワーク ID ごとに切削負荷を累積してもよい。加工完了通知とは、ワーク W の切削加工が完了したことを示す通知である。工具交換通知とは、切削工具 1 2 が交換されたことを示す通知である。また、累積部 2 3 d は、動作データの順番通りに切削負荷を累積し、オペレータによる端末操作に応じて累積を区切ることによって、ワーク ID ごとに切削負荷を累積してもよい。

10

【 0 0 6 3 】

また、累積部 2 3 d は、前工程 ID に基づいて、すべてのワーク W についての切削負荷の累積値を同一の前工程を経た被加工物グループごとに分類する。

20

【 0 0 6 4 】

・ 前工程評価部 2 3 e

前工程評価部 2 3 e は、本開示に係る「評価部」の一例である。前工程評価部 2 3 e は、各被加工物グループに含まれる各ワーク W の切削負荷の累積値に基づいて、当該グループに含まれるワーク W が経た前工程の精度を評価する。

【 0 0 6 5 】

ここで、上述した通り、前工程としては鋳造工程、鍛造工程、機械加工工程などが挙げられ、切削加工の対象面は、鋳造された鋳肌そのままの面であったり、鍛造されたままの面であったり、機械加工された面であったりする。そして、切削加工において、ワーク W を所望の寸法に切削する際、切削加工量が多ければ切削負荷の累積値は大きくなる。言い換えれば、前工程の加工精度や寸法精度が悪く、切削加工での目標である仕上がり寸法との乖離が大きければ、切削負荷の累積負荷は大きくなる。

30

【 0 0 6 6 】

従って、前工程評価部 2 3 e は、平常時の加工精度が高い場合に、平常時の切削負荷の累積値と比較して、ワーク W の切削負荷の累積値が大きい場合には、当該グループに対応付けられた前工程 ID によって示される前工程におけるワーク W の寸法精度や加工精度が低いため、切削加工代が多く残されていたと推定しても良い。また、前工程評価部 2 3 e は、ワーク W の切削負荷の累積値が小さい場合には、当該グループに対応付けられた前工程 ID によって示される前工程におけるワーク W の寸法精度や加工精度が低いため、切削加工代が過剰に少なくなっていたと推定しても良い。

40

【 0 0 6 7 】

平常時の切削負荷の累積値としては、過去に行われた切削加工におけるワーク W の切削負荷の累積値の平均値又は中央値を用いてもよい。或いは、平常時の切削負荷の累積値としては、各被加工物グループにおいて所定期間内に取得されたワーク W の切削負荷の累積値の平均値又は中央値を用いてもよい。ワーク W の切削負荷の累積値が平常時の切削負荷の累積値より大きいか否か（又は、小さいか否か）の判定は、ワーク W の切削負荷の累積値と平常時の切削負荷の累積値との絶対差が、平常時の切削負荷の累積値に所定割合を乗算して得られた閾値を超えたか否かによって行ってもよい。

【 0 0 6 8 】

また、前工程評価部 2 3 e は、ワーク W の切削負荷の累積値の標準偏差が大きい被加工

50

物グループが存在する場合には、当該グループに対応付けられた前工程IDによって示される前工程におけるワークWの寸法精度や加工精度にばらつきがあると判断してもよい。

【0069】

なお、寸法精度とは、鑄造工程や鍛造工程のように加工（例えば、機械加工）によらない工程において形成されるワークWの寸法の精度を意味する。加工精度とは、加工（例えば、機械加工）による工程において形成されるワークWの加工の精度を意味する。

【0070】

さらに、前工程評価部23eは、ワークWの切削負荷の累積値が小さい場合には、前工程における不具合が原因でワークWに欠陥（例えば、不十分な熱処理によって生じた硬さ不足や内部欠陥など）があると判断してもよい。

10

【0071】

（切削方法）

切削方法について、図面を参照しながら説明する。図6は、第2実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャートである。

【0072】

ステップS1～3は、上記第1実施形態と同じであるため説明を割愛する。

【0073】

ステップS11において、累積部23dは、前工程IDに基づいて、すべてのワークWの動作データを同一の前工程を経た被加工物グループごとに分類する。

【0074】

ステップS12において、累積部23dは、ワークIDに基づいて、各被加工物グループに含まれるワークWごとに動作データを分類する。

20

【0075】

ステップS13において、累積部23dは、各被加工物グループに含まれる各ワークWの切削負荷の累積値を取得する。

【0076】

ステップS14において、前工程評価部23eは、各被加工物グループに含まれる各ワークWの切削負荷の累積値に基づいて、当該グループに含まれるワークWが経た前工程の精度を評価する。

【0077】

（特徴）

本実施形態において、累積部23dは、複数のワークWのうち同一の前工程を経たワークWごとに切削負荷の累積値を取得し、前工程評価部23eは、同一の前工程を経たワークWごとの累積値に基づいて前工程の精度を評価する。

【0078】

このように、切削負荷の累積値を利用することによって、前工程の寸法精度、加工精度、不具合などを簡便かつ精度良く評価することができる。

【0079】

第3実施形態

第3実施形態に係る切削システムは、図1に示した第1実施形態に係る切削システム1と同じ構成を有する。

40

【0080】

図7は、第3実施形態に係る解析部23の構成を示すブロック図である。

【0081】

解析部23は、取得部23a、累積部23f及び工具性能評価部23gを有する。

【0082】

・取得部23a

取得部23aは、トルク算出部a1及び負荷算出部a2を含む。トルク算出部a1及び負荷算出部a2の機能及び構成は、上記第1実施形態において説明した通りである。

【0083】

50

・累積部 2 3 f

累積部 2 3 f は、記憶部 2 2 に記憶された複数の動作データを切削工具 1 2 ごとに分類する。この際、累積部 2 3 f は、動作データに含まれる工具 ID に基づいて、複数の動作データを切削工具 1 2 ごとに分類してもよい。

【 0 0 8 4 】

累積部 2 3 f は、各切削工具 1 2 についての切削負荷の累積値を取得する。

【 0 0 8 5 】

・工具性能評価部 2 3 g

工具性能評価部 2 3 g は、本開示に係る「評価部」の一例である。工具性能評価部 2 3 g は、各切削工具 1 2 についての切削負荷の累積値を切削加工の回数で割った工具別累積値を取得する。切削加工の回数は、各切削工具 1 2 によって切削加工されたワーク W の数である。ワーク W の数は、動作データに含まれる生成日時に基づいて取得してもよい。工具別累積値は、各切削工具 1 2 における 1 つのワーク W の切削加工中にかかった切削負荷の累積値である。切削負荷の累積方法は、上述の通りである。

【 0 0 8 6 】

工具性能評価部 2 3 g は、工具別累積値を各切削工具 1 2 間で比較することによって、各切削工具 1 2 の工具性能を評価する。例えば、各工作機械 1 0 a ~ 1 0 c のいずれかの切削工具 1 2 についての工具別累積値が顕著に小さい場合には、当該切削工具 1 2 の製造メーカーが製作した切削工具 1 2 は工具性能が高いと判断してもよい。

【 0 0 8 7 】

(切削方法)

切削方法について、図面を参照しながら説明する。図 8 は、第 2 実施形態に係る切削方法を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 ~ 3 は、上記第 1 実施形態と同じであるため説明を割愛する。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 2 1 において、累積部 2 3 f は、切削工具 1 2 ごとに切削負荷の累積値を取得する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 2 において、工具性能評価部 2 3 g は、切削工具 1 2 ごとに切削負荷の累積値を切削加工の回数で割った工具別累積値を取得する。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 2 3 において、工具性能評価部 2 3 g は、工具別累積値に基づいて、各切削工具 1 2 の工具性能を評価する。

【 0 0 9 2 】

(特徴)

本実施形態において、工具性能評価部 2 3 g は、各切削工具 1 2 についての切削負荷の累積値を切削加工の回数で割った工具別累積値を求め、工具別累積値に基づいて各切削工具 1 2 の工具性能を評価する。

【 0 0 9 3 】

このように、切削負荷の累積値を利用することによって、切削工具 1 2 の工具性能を簡便かつ精度良く評価することができる。

【 0 0 9 4 】

(実施形態の変形例)

本発明は以上のような実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形又は修正が可能である。

【 0 0 9 5 】

[変形例 1]

解析部 2 3 の寿命評価部 2 3 c は、切削工具 1 2 の寿命に関するアラートを発報してもよい。例えば、図 9 に示すように、管理装置 2 0 が表示部 2 4 を有している場合、寿命評

10

20

30

40

50

価部 2 3 c は、切削工具 1 2 の寿命に関するアラートを表示部 2 4 に表示させる。例えば、寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値が限界累積値に達したとき、切削工具 1 2 を交換する必要があることを示すアラートを表示部 2 4 に表示させることができる。或いは、寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値が限界累積値より小さい所定の閾値に達したとき、切削工具 1 2 の交換時期が近付いていることを示すアラートや、切削工具 1 2 の目視確認を推奨するアラートなどを表示部 2 4 に表示させてもよい。表示内容や閾値については適宜設定することができる。表示部 2 4 としては、周知のモニタ、ディスプレイなどを用いることができる。

【 0 0 9 6 】

ただし、寿命評価部 2 3 c によるアラートの発報方法は特に限られず、アラートを表示部 2 4 に表示する方法のほか、アラートを示す警報音をスピーカから発する方法など種々の方法を採用できる。

10

【 0 0 9 7 】

[変形例 2]

各工作機械 1 0 a ~ 1 0 c は、切削工具 1 2 の自動交換機構を有していてもよい。この場合、解析部 2 3 の寿命評価部 2 3 c は、切削負荷の累積値が限界累積値に達したとき、自動交換機構に切削工具 1 2 の自動交換を指示してもよい。

【 0 0 9 8 】

[変形例 3]

本開示に係る「評価部」として、第 1 実施形態の寿命評価部 2 3 c、第 2 実施形態の前工程評価部 2 3 e、及び第 3 実施形態の工具性能評価部 2 3 g について説明したが、本開示に係る「評価部」は、これらのうち 2 つ以上の機能及び構成を有していてもよい。

20

【 0 0 9 9 】

[変形例 4]

上記第 1 乃至第 3 実施形態において、取得部 2 3 a は、ロードメータ値及びモータ回転数に基づいて取得されるトルク値に基づいて切削負荷を取得することとしたが、これに限られない。本開示に係る取得部は、切削負荷を直接的に検出するセンサの検出値から切削負荷を取得してもよいし、モータ 1 4 のトルク値を検出するセンサによって検出されるトルク値に基づいて切削負荷を取得してもよい。或いは、本開示に係る取得部は、モータ 1 4 の実測電流値及びモータ回転数に基づいて取得されるトルク値に基づいて切削負荷を取

30

【 0 1 0 0 】

(付記 1)

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるための回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加工する工作機械に適用される切削システムであって、複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得する取得部と、前記切削負荷の累積値を取得する累積部と、前記累積値に基づいて、前記複数の被加工物又は前記切削工具を評価する評価部とを備える切削システム。

【 0 1 0 1 】

(付記 2)

前記評価部は、前記累積値に基づいて、前記切削工具の寿命を評価する、付記 1 に記載の切削システム。

40

【 0 1 0 2 】

(付記 3)

前記累積部は、前記複数の被加工物のうち同一の前工程を経た被加工物ごとに前記累積値を取得し、前記評価部は、前記前工程を経た被加工物ごとの前記累積値に基づいて、前記前工程の精度を評価する、付記 1 又は 2 に記載の切削システム。

【 0 1 0 3 】

(付記 4)

50

評価部は、複数の前記切削工具それぞれについての前記累積値を前記切削加工の回数で割った工具別累積値に基づいて、前記複数の切削工具それぞれの工具性能を評価する、付記 1 乃至 3 のいずれかに記載の切削システム。

【 0 1 0 4 】

(付記 5)

前記取得部は、前記切削工具又は前記被加工物の回転軸を回転駆動させるモータのロードメータ値と、前記モータのモータ回転数とに基づいて、前記モータのトルク値を取得するトルク算出部と、前記トルク値に基づいて、前記切削負荷を算出する負荷算出部とを有する付記 1 乃至 4 のいずれかに記載の切削システム。

【 0 1 0 5 】

(付記 6)

被加工物を加工するための切削工具と、前記被加工物または前記切削工具を回転させるための回転軸とを有し、前記回転軸の回転に伴って前記切削工具が前記被加工物を切削加工する工作機械に適用される切削方法であって、複数の前記被加工物それぞれの切削加工において前記切削工具にかかる切削負荷を取得する工程と、前記切削負荷の累積値を取得する工程と、前記累積値に基づいて、前記複数の被加工物又は前記切削工具を評価する工程とを備える切削方法。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 6 】

1 ... 切削システム、 1 0 a ~ 1 0 c ... 工作機械、 1 1 ... テーブル 1 1、 1 2 ... 切削工具、
1 3 ... 回転軸、 1 4 ... モータ、 1 5 ... アンプ、 1 6 ... コントローラ、 2 0 ... 管理装置、 2
1 ... 動作データ受信部、 2 2 ... 記憶部、 2 3 ... 解析部、 2 3 a ... 取得部、 2 3 b , 2 3 d
, 2 3 f ... 累積部、 2 3 c ... 寿命評価部、 2 3 e ... 前工程評価部、 2 3 g ... 工具性能評価部

10

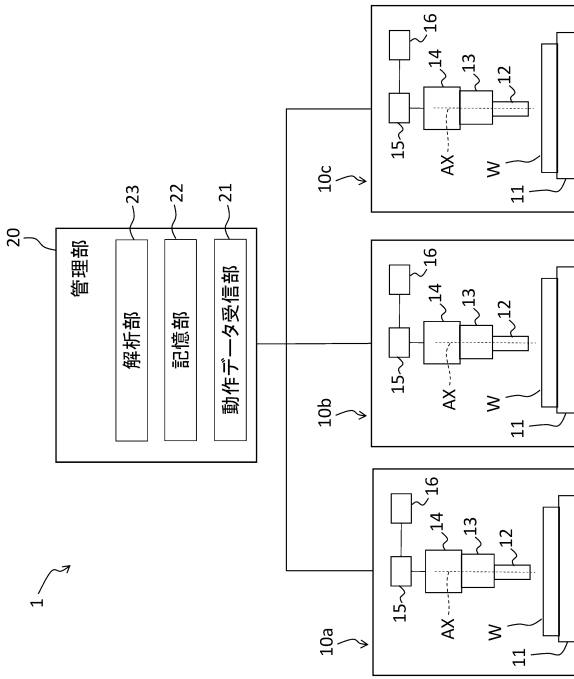
20

30

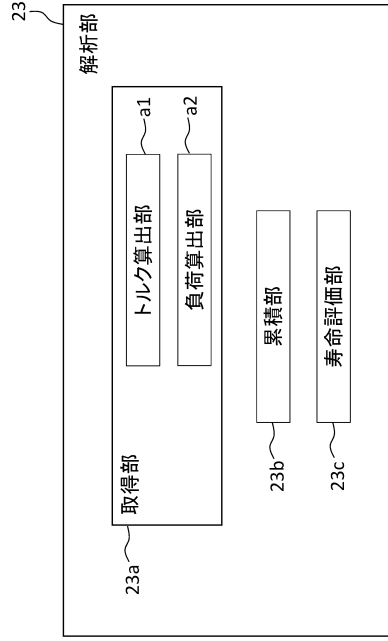
40

50

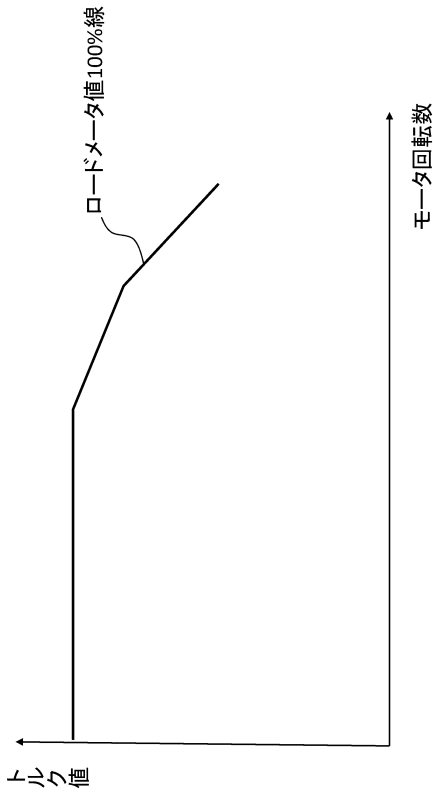
【図面】
【図 1】



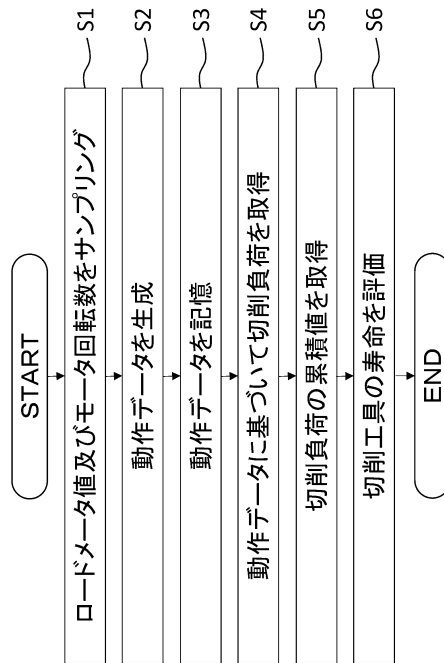
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

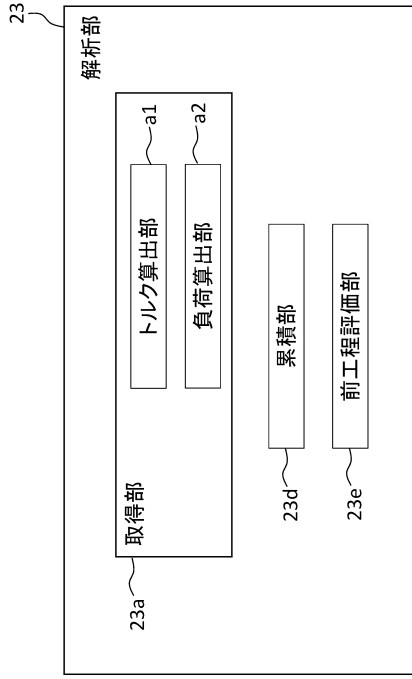
20

30

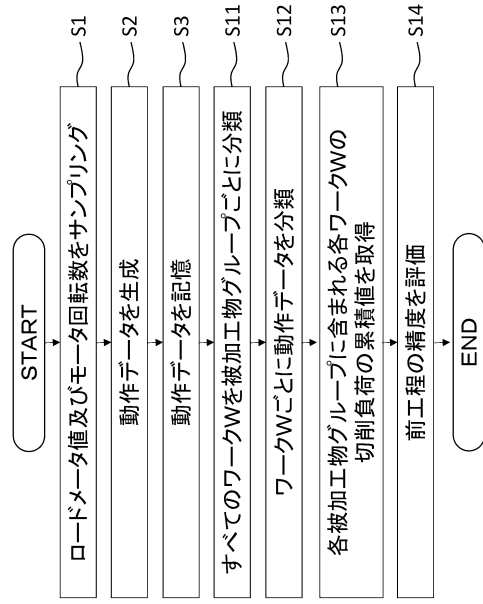
40

50

【図 5】



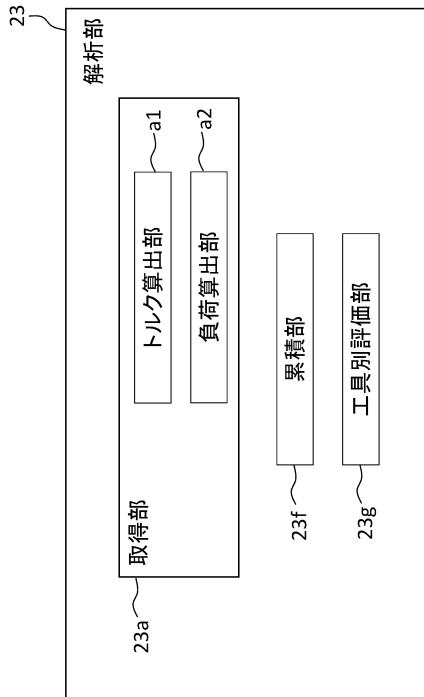
【図 6】



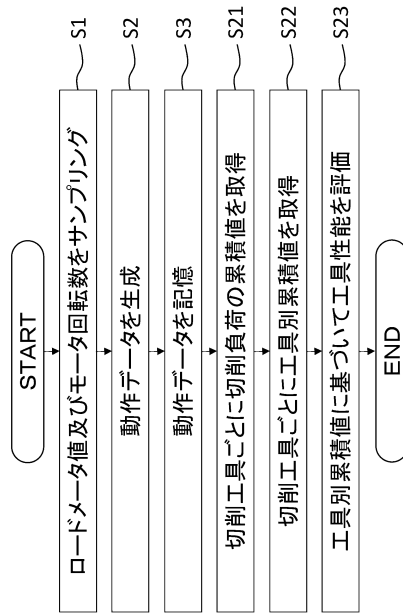
10

20

【図 7】



【図 8】

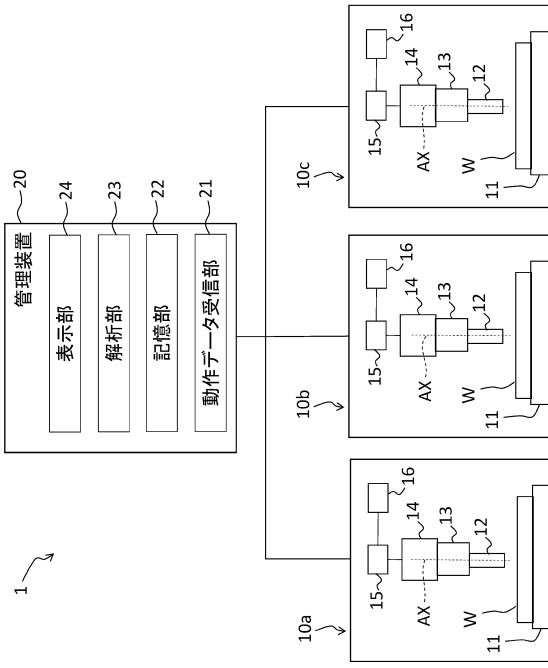


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所内

審査官 野口 絢子

- (56)参考文献 特開平10-006170(JP,A)
特開平10-090011(JP,A)
特開2008-131729(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23Q17/00-23/00
B23Q37/00-41/08
G05B19/18-19/416
G05B19/418
G05B19/42-19/46
G01M13/00-13/045
G01M99/00