

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7506149号
(P7506149)

(45)発行日 令和6年6月25日(2024.6.25)

(24)登録日 令和6年6月17日(2024.6.17)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 5 B 19/409 (2006.01) G 0 5 B 19/409 B
 B 2 3 Q 5/22 (2006.01) B 2 3 Q 5/22 J
 B 2 3 Q 5/22 5 3 0 H

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2022-501873(P2022-501873)	(73)特許権者	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0 番地
(86)(22)出願日	令和3年2月15日(2021.2.15)	(74)代理人	100106002 弁理士 正林 真之
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/005488	(74)代理人	100165157 弁理士 芝 哲央
(87)国際公開番号	WO2021/166844	(74)代理人	100160794 弁理士 星野 寛明
(87)国際公開日	令和3年8月26日(2021.8.26)	(72)発明者	大西 庸士 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内
審査請求日	令和4年9月14日(2022.9.14)	審査官	中田 善邦
(31)優先権主張番号	特願2020-27523(P2020-27523)		
(32)優先日	令和2年2月20日(2020.2.20)		
(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】 数値制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

手動ハンドルを有する工作機械を制御する数値制御装置であって、
 前記数値制御装置又は前記工作機械の状態を特定する状態特定部と、
 前記状態特定部により特定された前記数値制御装置又は前記工作機械の状態に基づいて、
 前記手動ハンドルにおいてハプティックフィードバックを生成させるハプティック制御部と、
 前記手動ハンドルに対して出力される前記ハプティックフィードバックを定義する動作定義データを設定する動作定義部と、
 前記動作定義データ及び前記数値制御装置又は前記工作機械の状態に基づいて、前記ハ
 プティックフィードバックの種別を選択する選択部と、
 前記ハプティックフィードバックの種別に基づいて、前記ハプティックフィードバック
 に関するパラメータを決定するパラメータ決定部と、
 を備え、
 前記ハプティックフィードバックの種別は、トルク、振動触覚又は抵抗触覚の少なくとも
 もいづれかを含み、
 前記ハプティック制御部は、前記パラメータを用いて、前記手動ハンドルのトルク、振
 動触覚又は抵抗触覚の少なくともいづれかを含む物理量が大きくなるように前記ハプティ
 ックフィードバックを生成させる、
 数値制御装置。

【請求項 2】

前記工作機械が複数の軸を有し、前記状態特定部は、前記複数の軸のうち、使用される軸の状態を前記数値制御装置の状態として特定し、

前記選択部は、前記使用される軸の状態と関連付けられる前記ハプティックフィードバックの種別を選択し、

前記ハプティック制御部は、前記使用される軸に関わる機構、治具、工具及びワークの重量が重い場合、又は前記使用される軸の危険度が高い場合、大きなトルク又は大きな抵抗触覚のハプティックフィードバックを生成させる、

請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 3】

前記工作機械が計測用のプローブを有し、前記プローブから出力される信号は、外部信号として前記数値制御装置に入力され、前記状態特定部は、前記数値制御装置に入力される前記外部信号に基づいて前記数値制御装置の状態を特定し、

前記選択部は、前記プローブの接触と関連付けられる前記ハプティックフィードバックの種別を選択し、

前記ハプティック制御部は、前記手動ハンドルにおいて生成される大きな振動触覚、又は前記手動ハンドルの進行方向への抵抗触覚を最大にするハプティックフィードバックを生成させる、

請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 4】

前記工作機械が、軸が移動限界にあることを示すリミットスイッチを有し、前記リミットスイッチを作動したときに出力される信号は、外部信号として前記数値制御装置に入力され、前記状態特定部は、前記数値制御装置に入力される前記外部信号に基づいて前記数値制御装置の状態を特定し、

前記選択部は、前記リミットスイッチの作動と関連付けられる前記ハプティックフィードバックの種別を選択し、

前記ハプティック制御部は、前記リミットスイッチを作動したとき、大きな振動触覚、又は前記手動ハンドルの進行方向への抵抗触覚を最大にするハプティックフィードバックを生成させる、

請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 5】

前記工作機械が、切削工具によってワークを旋盤加工し、加工負荷は、加工条件から計算によって推定され、前記状態特定部は、推定された前記加工負荷を前記工作機械の状態として特定し、

前記選択部は、前記加工負荷と関連付けられる前記ハプティックフィードバックの種別を選択し、

前記ハプティック制御部は、前記加工負荷の大きさに応じて前記手動ハンドルの抵抗触覚又はトルクが大きくなるようにハプティックフィードバックを生成させる、

請求項 1 に記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、手動ハンドルにより軸送りを行う工作機械において、負荷に応じて音や振動を発生させる技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 は、負荷検出手段による検出負荷の大小に応じて報知手段の音や振動の種類を変化させる制御手段を備える工作機械を開示している。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平06-190691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、このような工作機械及び工作機械を制御する数値制御装置は、工作機械又は数値制御装置の状態を作業者に対して直感的に感じ取らせることができず、作業効率が損なわれていた。そのため、工作機械又は数値制御装置の状態を作業者に対して直感的に感じ取らせることができ、作業効率を向上させることができる数値制御装置が望まれていた。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示に係る数値制御装置は、手動ハンドルを有する工作機械を制御する数値制御装置であって、前記数値制御装置又は前記工作機械の状態を特定する状態特定部と、前記状態特定部により特定された前記数値制御装置又は前記工作機械の状態に基づいて、前記手動ハンドルにおいてハプティックフィードバックを生成させるハプティック制御部と、を備える。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、作業効率を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本実施形態に係る数値制御装置及び工作機械の構成を示す図である。

【図2】数値制御装置の状態の例を示す図である。

【図3】数値制御装置の状態の例を示す図である。

【図4】数値制御装置の状態の例を示す図である。

【図5】工作機械の状態の例を示す図である。

【図6】数値制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態の一例について説明する。

図1は、数値制御装置1及び工作機械2の構成を示す図である。数値制御装置1及び工作機械2は、バス(図示せず)等によって接続されており、工作機械2は、数値制御装置1の制御に従って動作する。

30

【0009】

図1に示すように、数値制御装置1は、制御部11と、記憶部12と、サーボアンプ13と、PLC(Programmable Logic Controller)14と、を備える。

【0010】

制御部11は、CPU(Central Processing Unit)等のプロセッサであり、記憶部12に記憶されたプログラムを実行することによって、手動ハンドル制御部111、動作定義部112、状態特定部113、選択部114、パラメータ決定部115及びハプティック制御部116として機能する。

40

【0011】

記憶部12は、ROM(read only memory)、RAM(random access memory)、不揮発性メモリ、ハードディスクドライブ等で構成され、各種のデータを記憶する。

例えば、記憶部12は、後述する動作定義データ、パラメータ等を記憶する。

【0012】

サーボアンプ13は、制御部11から受け付けた軸の移動指令を増幅し、工作機械2の

50

サーボモータ 2 1 を駆動する。

PLC 1 4 は、制御部 1 1 からバスを介して M (補助) 機能信号、S (スピンドル速度制御) 機能信号、T (工具選択) 機能信号等を受け付ける。そして、PLC 1 4 は、これらの信号をシーケンス・プログラムによって処理し、処理された出力信号を工作機械 2 へ出力する。PLC 1 4 は、出力信号によって工作機械 2 内の空圧機器、油圧機器、電磁アクチュエータ等を制御する。

【0013】

また、PLC 1 4 は、工作機械 2 の機械操作盤 2 2 のボタン信号、スイッチ信号、手動ハンドル信号等の各種信号を受け付け、受け付けた各種信号をシーケンス処理する。そして、PLC 1 4 は、シーケンス処理された各種信号を、バスを介して制御部 1 1 へ送信する。

10

【0014】

工作機械 2 は、サーボモータ 2 1 と、機械操作盤 2 2 と、を備える。なお、本明細書では、工作機械 2 の他の構成は、説明の簡素化のため省略するが、工作機械 2 は、一般的な工作機械の構成を有する。

【0015】

サーボモータ 2 1 は、サーボアンプ 1 3 から受け付けた軸の移動指令により軸を駆動する。

機械操作盤 2 2 は、ボタン及びスイッチ 2 2 1 と、手動ハンドル 2 2 2 と、を備える。

ボタン及びスイッチ 2 2 1 は、機械的なボタン及びスイッチを含む。ボタン及びスイッチ 2 2 1 は、機械的なボタン又はスイッチが押されると、ボタン信号及びスイッチ信号を PLC 1 4 へ出力する。

20

【0016】

手動ハンドル 2 2 2 は、1 又は複数の軸を手動操作により移動する。手動ハンドル 2 2 2 は、パルス生成部 2 2 2 1 と、ドライバ 2 2 2 2 と、アクチュエータ 2 2 2 3 と、ハンドル部 2 2 2 4 と、を備える。

【0017】

パルス生成部 2 2 2 1 は、ハンドル部 2 2 2 4 を + 方向又は - 方向に回転させると、その回転に応じてパルス信号を出力する。このパルス信号は、回転方向を判別するための二相のパルスであって、バスを介して制御部 1 1 へ送信される。そして、制御部 1 1 の手動ハンドル制御部 1 1 1 は、このパルス信号に基づいて工作機械 2 の軸の移動指令をサーボアンプ 1 3 へ送信する。

30

【0018】

ドライバ 2 2 2 2 は、制御部 1 1 のハプティック制御部 1 1 7 から制御信号を受け付け、ハプティックフィードバックを生成するための駆動信号をアクチュエータ 2 2 2 3 へ出力する。

【0019】

アクチュエータ 2 2 2 3 は、ドライバ 2 2 2 2 からの駆動信号によって駆動され、ハプティックフィードバックを生成する。アクチュエータ 2 2 2 3 は、例えば、電気モータ、電磁気アクチュエータ、形状記憶合金、電気活性ポリマー、ソレノイド、偏心モータ、リニア共振アクチュエータ、又は圧電アクチュエータ等であってもよい。また、アクチュエータ 2 2 2 3 は、複数の異なるアクチュエータで構成されてもよい。

40

【0020】

ハンドル部 2 2 2 4 は、機械的な手動ハンドルで構成され、例えば、作業者によって操作される。

【0021】

手動ハンドル制御部 1 1 1 は、パルス生成部 2 2 2 1 から出力されたパルス信号を受け付ける。そして、手動ハンドル制御部 1 1 1 は、パルス信号に基づいて工作機械 2 の軸の移動指令をサーボアンプ 1 3 へ送信する。

【0022】

50

動作定義部 1 1 2 は、手動ハンドル 2 2 2 において生成されるハプティックフィードバックを定義する動作定義データを設定する。動作定義データは、数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態と、ハプティックフィードバックの種別と、を関連付ける。動作定義データは、記憶部 1 2 に記憶される。

【 0 0 2 3 】

状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態を特定する。具体的には、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 の動作状態に基づいて数値制御装置 1 の状態を特定する。また、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 に入力される外部信号に基づいて数値制御装置 1 の状態を特定してもよい。また、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 の状態と数値制御装置に登録された機械情報に基づいて工作機械 2 の状態を特定してもよい。また、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 の状態と加工理論等から導かれる関係式に基づいて工作機械 2 の状態を特定してもよい。

10

【 0 0 2 4 】

選択部 1 1 4 は、動作定義データ及び数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態に基づいて、ハプティックフィードバックの種別を選択する。数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態の具体例は後述する。

【 0 0 2 5 】

パラメータ決定部 1 1 5 は、選択部 1 1 4 により選択されたハプティックフィードバックの種別に基づいて、ハプティックフィードバックに関するパラメータを決定する。ここで、ハプティックフィードバックの種別は、ハプティックフィードバックに関するパラメータと関連付けられる。ハプティックフィードバックの種別及びハプティックフィードバックに関するパラメータは、記憶部 1 2 に記憶された情報とプログラム実行状態に基づいて決定される。

20

【 0 0 2 6 】

ハプティックフィードバックに関するパラメータは、ハプティックフィードバックの大きさ、方向、周波数、持続期間、振幅、強度、密度等を含む。

【 0 0 2 7 】

ハプティック制御部 1 1 6 は、状態特定部 1 1 3 により特定された数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態に基づいて、手動ハンドル 2 2 2 においてハプティックフィードバックを生成させる。具体的には、ハプティック制御部は、状態特定部 1 1 3 により特定された数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態に基づいて、パラメータ決定部 1 1 5 により決定されたパラメータを用いて制御信号を生成し、制御信号をドライバ 2 2 2 2 へ通知する。これにより、ハプティック制御部 1 1 6 は、手動ハンドル 2 2 2 においてハプティックフィードバックを生成させる。

30

【 0 0 2 8 】

図 2 は、数値制御装置 1 の状態の例を示す図である。図 2 に示す例では、数値制御装置 1 は、手動ハンドル 2 2 2 の操作に応じて工作機械 2 の工具 P やワーク M を移動させる。

【 0 0 2 9 】

工作機械 2 が複数の軸を有する場合、状態特定部 1 1 3 は、複数の軸のうち、使用される軸の状態を数値制御装置 1 の動作状態として特定する。そして、選択部 1 1 4 は、使用される軸の状態と関連付けられるハプティックフィードバックの種別を選択する。

40

【 0 0 3 0 】

例えば、使用される軸に関わる機構や治具、工具及びワークの重量が重い場合や、使用される軸の危険度が高い場合、使用される軸の状態と関連付けられるハプティックフィードバックの種別は、手動ハンドル 2 2 2 において生成されるトルク又は抵抗触覚であってもよい。そして、ハプティック制御部 1 1 7 は、使用される軸に関わる機構、治具、工具及びワークの重量が重い場合や、使用される軸の危険度が高い場合、大きなトルク又は大きな抵抗触覚のハプティックフィードバックを生成させてもよい。

【 0 0 3 1 】

また、非常停止やサーボ系の準備完了前状態等のような軸移動ができない場合、使用さ

50

れる軸の状態と関連付けられるハプティックフィードバックの種別は、手動ハンドル 2 2 2 において生成されるトルクであってもよい。そして、ハプティック制御部 1 1 7 は、非常停止やサーボ系の準備完了前状態等のような軸移動ができない場合、手動ハンドル 2 2 2 を回転することが困難な程度の大きさのトルクのハプティックフィードバックを生成させてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、数値制御装置 1 の状態の例を示す図である。図 3 に示す例では、数値制御装置 1 は、計測用のプローブ Q から出力される信号を受け付ける。

【 0 0 3 3 】

取り付けられたワーク位置のずれ量を計測するために、工作機械 2 は、計測用のプローブ Q を有する。この場合、計測用のプローブ Q から出力される信号は、外部信号として数値制御装置 1 に入力される。そして、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 に入力される外部信号に基づいて数値制御装置 1 の状態を特定する。

【 0 0 3 4 】

例えば、状態特定部 1 1 3 は、プローブ Q がワーク R 等のような物体に接触したことを示す接触信号（外部信号）が数値制御装置 1 に入力された場合、入力された接触信号に基づいて、プローブ Q の接触を数値制御装置 1 の状態として特定する。

【 0 0 3 5 】

選択部 1 1 4 は、プローブ Q の接触と関連付けられるハプティックフィードバックの種別を選択する。例えば、プローブ Q の接触と関連付けられるハプティックフィードバックの種別は、手動ハンドル 2 2 2 において生成される振動触覚又は抵抗触覚であってもよい。そして、ハプティック制御部 1 1 7 は、接触信号（外部信号）が数値制御装置 1 に入力された場合、手動ハンドル 2 2 2 において生成される大きな振動触覚又は手動ハンドル 2 2 2 の進行方向への抵抗触覚を最大にする等のハプティックフィードバックを生成させてもよい。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、数値制御装置 1 の状態の例を示す図である。図 4 に示す例では、数値制御装置 1 は、グリッド点又はリミットスイッチ S を作動したときに出力される信号を受け付ける。

【 0 0 3 7 】

工作機械 2 は、軸がレファレンス点に復帰したことを示すグリッド点や、軸が移動限界にあることを示すリミットスイッチ S を有する。グリッド点又はリミットスイッチ S を作動したときに出力される信号は、外部信号として数値制御装置 1 に入力される。そして、状態特定部 1 1 3 は、数値制御装置 1 に入力される外部信号に基づいて数値制御装置 1 の状態を特定する。

【 0 0 3 8 】

選択部 1 1 4 は、グリッド点又はリミットスイッチ S の作動と関連付けられるハプティックフィードバックの種別を選択する。例えば、グリッド点又はリミットスイッチの作動と関連付けられるハプティックフィードバックの種別は、手動ハンドル 2 2 2 において生成される振動触覚又は抵抗触覚であってもよい。そして、ハプティック制御部 1 1 7 は、グリッド点又はリミットスイッチ S を作動したとき、大きな振動触覚又はハンドルの進行方向への抵抗触覚を最大にするハプティックフィードバックを生成させてもよい。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、工作機械 2 状態の例を示す図である。図 5 に示す例では、工作機械 2 は、切削工具 U によってワーク T を旋盤加工する。このような工作機械 2 の旋盤加工において、加工負荷は、一般的に、主軸回転数等のような加工条件から計算によって推定することができる。

【 0 0 4 0 】

状態特定部 1 1 3 は、推定された加工負荷を工作機械 2 の状態として特定する。選択部 1 1 4 は、加工負荷と関連付けられるハプティックフィードバックの種別を選択する。例えば、加工負荷と関連付けられるハプティックフィードバックの種別は、手動ハンドル 2

10

20

30

40

50

22において生成されるトルク又は抵抗触覚であってもよい。そして、ハプティック制御部117は、加工負荷の大きさに応じて手動ハンドル222の抵抗触覚又はトルクが大きくなるようにハプティックフィードバックを生成させてもよい。

【0041】

図6は、数値制御装置1の処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS1において、動作定義部112は、手動ハンドル222において生成されるハプティックフィードバックを定義する動作定義データを設定する。

ステップS2において、状態特定部113は、数値制御装置1又は工作機械2の状態を特定する。

【0042】

ステップS3において、選択部114は、動作定義データ及び数値制御装置1又は工作機械2の状態に基づいて、ハプティックフィードバックの種別を選択する。

ステップS4において、パラメータ決定部115は、選択部114により選択されたハプティックフィードバックの種別に基づいて、ハプティックフィードバックに関するパラメータを決定する。

【0043】

ステップS5において、ハプティック制御部116は、パラメータ決定部115により決定されたパラメータを用いて制御信号を生成し、制御信号をドライバ2222へ通知する。

【0044】

ステップS6において、ドライバ2222は、制御部11のハプティック制御部116から制御信号を受け付け、ハプティックフィードバックを生成するための駆動信号をアクチュエータ2223へ出力する。そして、アクチュエータ2223は、ドライバ2222からの駆動信号によって駆動され、ハプティックフィードバックを生成する。

【0045】

以上説明したように、本実施形態によれば、手動ハンドル222を有する工作機械2を制御する数値制御装置1は、数値制御装置1又は工作機械2の状態を特定する状態特定部113と、状態特定部113により特定された数値制御装置1又は工作機械2の状態に基づいて、手動ハンドル222においてハプティックフィードバックを生成させるハプティック制御部116と、を備える。このように数値制御装置1は、数値制御装置1又は工作機械2の状態に基づいて、手動ハンドル222においてハプティックフィードバックを生成させることにより、工作機械又は数値制御装置の状態を作業員に対して直感的に感じ取らせることができ、作業効率を向上させることができる。

【0046】

また、状態特定部113は、数値制御装置1の動作状態に基づいて数値制御装置1の状態を特定する。これにより、数値制御装置1は、数値制御装置1の動作状態を作業員に対して直感的に感じ取らせることができ、作業効率を向上させることができる。

【0047】

また、状態特定部113は、数値制御装置1に入力される外部信号に基づいて数値制御装置1の状態を特定する。これにより、数値制御装置1は、数値制御装置1に入力される外部信号を作業員に対して直感的に感じ取らせることができ、作業効率を向上させることができる。

【0048】

また、状態特定部113は、数値制御装置1の状態と数値制御装置1に登録された機械情報に基づいて工作機械2の状態を特定する。これにより、数値制御装置1は、数値制御装置1の状態を作業員に対して直感的に感じ取らせることができ、作業効率を向上させることができる。

【0049】

また、数値制御装置1は、手動ハンドル222に対して出力されるハプティックフィードバックを定義する動作定義データを設定する動作定義部112と、動作定義データ及び

10

20

30

40

50

数値制御装置 1 又は工作機械 2 の状態に基づいて、ハプティックフィードバックの種別を選択する選択部 1 1 4 と、ハプティックフィードバックの種別に基づいて、ハプティックフィードバックに関するパラメータを決定するパラメータ決定部 1 1 5 と、を更に備え、ハプティック制御部 1 1 6 は、パラメータを用いて手動ハンドル 2 2 2 においてハプティックフィードバックを生成させる。これにより、数値制御装置 1 は、手動ハンドル 2 2 2 においてハプティックフィードバックを適切に生成させることができる。

【 0 0 5 0 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前述した実施形態に限るものではない。また、本実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本実施形態に記載されたものに限定されるものではない。

10

【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

- 1 数値制御装置
- 2 工作機械
- 1 1 制御部
- 1 2 記憶部
- 1 3 サーボアンプ
- 1 4 P L C
- 2 2 機械操作盤
- 1 1 1 手動ハンドル制御部
- 1 1 2 動作定義部
- 1 1 3 状態特定部
- 1 1 4 選択部
- 1 1 5 パラメータ決定部
- 1 1 6 ハプティック制御部
- 2 2 1 ボタン及びスイッチ
- 2 2 2 手動ハンドル
- 2 2 2 1 パルス生成部
- 2 2 2 2 ドライバ
- 2 2 2 3 アクチュエータ
- 2 2 2 4 ハンドル部

20

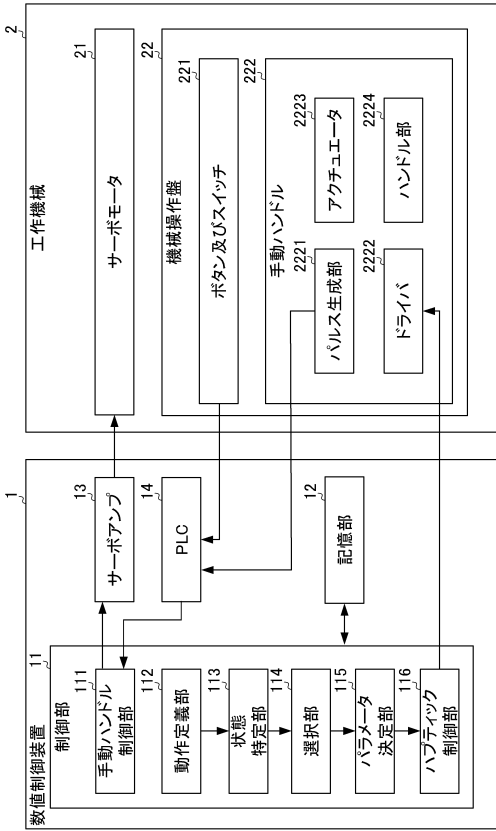
30

40

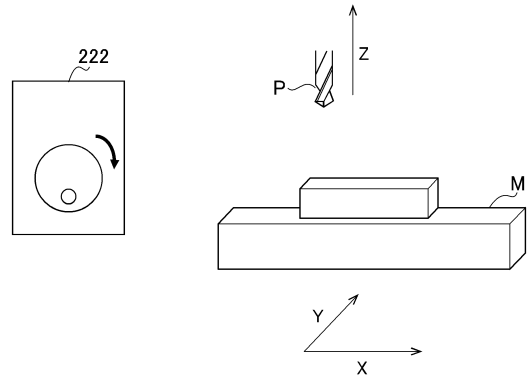
50

【図面】

【図 1】



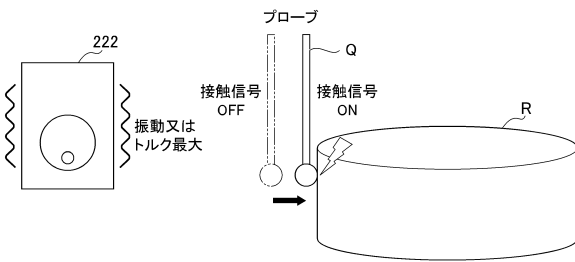
【図 2】



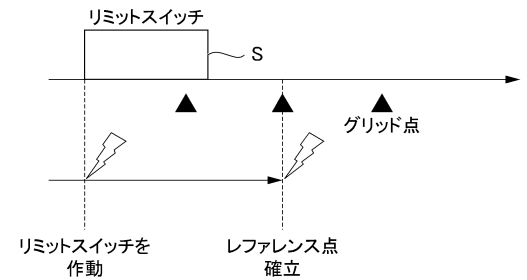
10

20

【図 3】



【図 4】

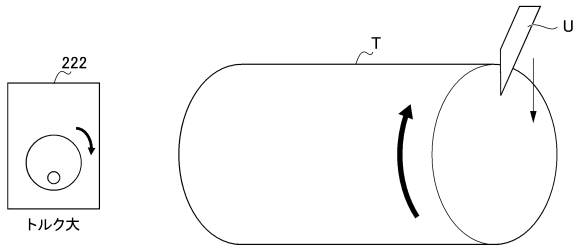


30

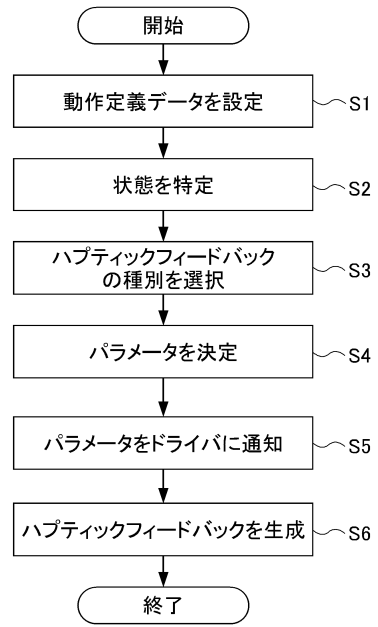
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2006/051581(WO, A1)
特開2002-196883(JP, A)
特開2017-117278(JP, A)
特開平08-057735(JP, A)
特開2014-050950(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05B 19/409
B23Q 5/22