

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7506148号
(P7506148)

(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 3 (全10頁)

(21)出願番号	特願2022-501872(P2022-501872)	(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/JP2021/005487	(74)代理人	100165157 弁理士 芝 哲央
(87)国際公開番号	WO2021/166843	(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2020-27522(P2020-27522)		
(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】

プログラムに基づいて工作機械を制御する数値制御装置であって、
前記工作機械の手動ハンドルの回転に応じて前記プログラムを実行する所定の機能を有するプログラム実行部と、
前記プログラムの実行状態を特定する実行状態特定部と、
前記所定の機能及び前記プログラムの実行状態に基づいて、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、前記所定の機能及び前記プログラムの実行状態に基づいて、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、
を更に備え、
前記ハプティックフィードバックの種別は、少なくとも抵抗触覚を含む触覚であり、
前記実行状態特定部が、プログラムのブロックの指令速度を特定し、前記選択部は、前記動作定義データにおいて前記プログラムのブロックの指令速度と関連付けられる前記触覚を、前記ハプティックフィードバックの種別として選択し、
前記ハプティック制御部は、前記パラメータを用いて、前記指令速度に応じた前記触覚

を前記ハプティックフィードバックにより生成させる、
数値制御装置。

【請求項 2】

前記ハプティック制御部は、前記プログラムのブロックの終点において前記ハプティックフィードバックの前記触覚を変更させる、請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 3】

前記ハプティック制御部は、前記プログラムの指令速度に応じて前記ハプティックフィードバックを変更させる、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】

10

【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】

【特許文献】

20

【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】

工作機械は、プログラムを手動ハンドルの回転に合わせて実行する機能を有する場合がある。工作機械がこのような機能を実行するとき、オペレータは、プログラムの実行状態を確認するために、プログラムを表示した画面を見る必要がある。そのため、工作機械を制御する数値制御装置において、プログラムの実行状態をより直感的に確認することができる数値制御装置が望まれている。

30

【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、プログラムに基づいて工作機械を制御する数値制御装置であって、前記工作機械の手動ハンドルの回転に応じて前記プログラムを実行する所定の機能を有するプログラム実行部と、前記プログラムの実行状態を特定する実行状態特定部と、前記所定の機能及び前記プログラムの実行状態に基づいて、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、プログラムの実行状態をより直感的に確認することができる。

40

【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】プログラム実行状態の例を示す図である。

【図 3】プログラム実行状態の例を示す図である。

【図 4】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

50

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。

【0009】

図 1 に示すように、数値制御装置 1 は、制御部 1 1 と、記憶部 1 2 と、サーボアンプ 1 3 と、PLC (Programmable Logic Controller) 1 4 と、を備える。

【0010】

制御部 1 1 は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサであり、記憶部 1 2 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 1 1 1、動作定義部 1 1 2、プログラム実行部 1 1 3、実行状態特定部 1 1 4、選択部 1 1 5、パラメータ決定部 1 1 6 及びハプティック制御部 1 1 7 として機能する。

10

【0011】

記憶部 1 2 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 1 2 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 1 3 は、制御部 1 1 から受け付けた軸の移動指令を増幅し、工作機械 2 のサーボモータ 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。

20

【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。

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

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。

10

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

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、所定の機能と、プログラム実行状態と、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。

20

【 0 0 2 3 】

プログラム実行部 1 1 3 は、工作機械 2 の手動ハンドル 2 2 2 の回転に応じてプログラムを実行する所定の機能を有する。

【 0 0 2 4 】

プログラム実行部 1 1 3 は、手動ハンドル 2 2 2 を正転させることによりプログラムの実行を順行させることができ、これに従って工作機械 2 の軸移動が順行する。一方、プログラム実行部 1 1 3 は、手動ハンドル 2 2 2 を逆転させることによりプログラムの実行を逆行させることができ、これに従って工作機械 2 の軸移動が逆行する。これにより、作業者は、作成したプログラムを修正及びチェックすることができる。また、手動ハンドル 2 2 2 の回転速度に同期した速度でプログラムを実行することができる。

30

【 0 0 2 5 】

実行状態特定部 1 1 4 は、プログラムの実行状態を特定する。具体的には、実行状態特定部 1 1 4 は、実行中のプログラムがどのような実行状態であるかを特定する。例えば、所定の機能が手動ハンドルリトレース機能である場合、実行状態特定部 1 1 4 は、プログラムの実行中ブロックやブロック終点を特定する。また、実行状態特定部 1 1 4 は、プログラムのブロックの指令速度を特定してもよい。

【 0 0 2 6 】

選択部 1 1 5 は、動作定義データ、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、ハプティックフィードバックの種別を選択する。例えば、選択部 1 1 5 は、実行中ブロックとブロック終点の情報から、動作定義データにおいて所定の機能及びプログラム終点と関連付けられるデントのような抵抗触覚を、ハプティックフィードバックの種別として選択する。

40

【 0 0 2 7 】

パラメータ決定部 1 1 6 は、選択部 1 1 5 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

50

て決定される。

【0028】

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。

【0029】

ハプティック制御部117は、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、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。具体的には、ハプティック制御部は、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、パラメータ決定部116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222へ通知する。これにより、ハプティック制御部117は、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。

10

【0030】

図2は、プログラム実行状態の例を示す図である。図2の例は、所定機能が手動ハンドルリトレース機能の場合のプログラム実行状態を示す。図2に示すように、実行状態特定部114が、プログラムのブロック1、2及び3の各終点A、B及びCを特定した場合、選択部115は、動作定義データにおいて手動ハンドルリトレース機能及びプログラム終点と関連付けられるデテントのような抵抗触覚を、ハプティックフィードバックの種別として選択する。

【0031】

そして、パラメータ決定部116は、選択部115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。ハプティック制御部117は、決定されたパラメータを用いて、デテントのような抵抗触覚をハプティックフィードバックにより生成する。

20

【0032】

例えば、図2の例示的な制御信号Mに示すように、ハプティック制御部117は、終点A、B及びCにおいて抵抗触覚が減少するようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。また、ハプティック制御部117は、終点A、B及びC以外において、抵抗触覚が、終点A、B及びCよりも大きくなるようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。

【0033】

このようにプログラムのブロックの終点において抵抗感覚を減少するようにハプティックフィードバックを生成することにより、作業者は、プログラムの実行状態を直感的に把握することができる。

30

【0034】

図3は、プログラム実行状態の例を示す図である。図3の例は、所定機能が手動ハンドルリトレース機能の場合のプログラム実行状態を示す。図3に示すように、実行状態特定部114が、プログラムのブロックの指令速度を特定した場合、選択部115は、動作定義データにおいて手動ハンドルリトレース機能及びプログラムのブロックの指令速度と関連付けられる抵抗触覚を、ハプティックフィードバックの種別として選択する。

【0035】

そして、パラメータ決定部116は、選択部115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。ハプティック制御部117は、決定されたパラメータを用いて、指令速度に応じた抵抗触覚をハプティックフィードバックにより生成する。

40

【0036】

例えば、図3の例示的な制御信号Nに示すように、プログラムのブロック1では、指令速度は、F500であり、比較的早い速度である。この場合、ハプティック制御部117は、ハプティックフィードバックの抵抗触覚が比較的小さくなるようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。

プログラムのブロック2では、指令速度は、F200であり、ブロック1よりも遅い速

50

度である。この場合、ハプティック制御部 1 1 7 は、ハプティックフィードバックの抵抗触覚がブロック 1 よりも大きくなるようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。

【 0 0 3 7 】

プログラムのブロック 3 では、指令速度は、F 3 0 0 であり、ブロック 1 よりも早く、かつブロック 2 よりも遅い速度である。この場合、ハプティック制御部 1 1 7 は、ハプティックフィードバックの抵抗触覚がブロック 1 よりも大きく、かつブロック 2 よりも小さくなるようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。

プログラムのブロック 4 では、指令速度は、F 5 0 0 であり、ブロック 1 と同一である。この場合、ハプティック制御部 1 1 7 は、ブロック 1 と同一の抵抗触覚となるようにハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更する。

10

【 0 0 3 8 】

このようにプログラムのブロックの指令速度が早い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を小さくし、プログラムのブロックの指令速度が遅い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を大きくする。これにより、作業者は、プログラムのブロックの指令速度を直感的に把握することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、上述した実施形態では、プログラムのブロックの指令速度が早い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を小さくし、プログラムのブロックの指令速度が遅い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を大きくしたが、プログラムのブロックの指令速度が早い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を大きくし、プログラムのブロックの指令速度が遅い場合には、ハプティックフィードバックの抵抗触覚を小さくしてもよい。また、ハプティック制御部 1 1 7 は、上述したハプティックフィードバックの態様に代えて、手動ハンドル 2 2 2 の特定の位置をユーザが識別可能な他の態様のハプティックフィードバックを生成してもよい。

20

【 0 0 4 0 】

図 4 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 S 1 において、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。

ステップ S 2 において、プログラム実行部 1 1 3 は、所定の機能において、工作機械 2 の手動ハンドル 2 2 2 の回転に応じてプログラムを実行する。

30

【 0 0 4 1 】

ステップ S 3 において、実行状態特定部 1 1 4 は、実行中のプログラムの実行状態を特定する。

ステップ S 4 において、選択部 1 1 5 は、動作定義データ、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、ハプティックフィードバックの種別を選択する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 5 において、パラメータ決定部 1 1 6 は、選択部 1 1 5 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。

40

ステップ S 6 において、ハプティック制御部 1 1 7 は、パラメータ決定部 1 1 6 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。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 7 において、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。そして、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。

【 0 0 4 4 】

以上説明したように、本実施形態によれば、プログラムに基づいて工作機械 2 を制御す

50

る数値制御装置 1 は、工作機械 2 の手動ハンドル 2 2 2 の回転に応じてプログラムを実行する所定の機能を有するプログラム実行部 1 1 3 と、プログラムの実行状態を特定する実行状態特定部 1 1 4 と、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、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ハプティック制御部 1 1 7 と、を備える。このように手動ハンドル 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とにより、作業者は、プログラムの実行状態を直感的に把握することができる。

【 0 0 4 5 】

また、ハプティック制御部 1 1 7 は、プログラムのブロックの終点においてハプティックフィードバックの抵抗触覚を変更させる。これにより、作業者は、プログラムのブロックの終点を直感的に把握することができる。

10

【 0 0 4 6 】

また、ハプティック制御部 1 1 7 は、プログラムの指令速度に応じてハプティックフィードバックを変更させる。これにより、作業者は、プログラムの指令速度を直感的に把握することができる。

【 0 0 4 7 】

また、所定の機能は、手動ハンドルリトレース機能又はハンドル同期送り機能を含む。これにより、作業者は、これらの機能においてプログラムの実行状態を直感的に把握することができる。

【 0 0 4 8 】

また、数値制御装置 1 は、手動ハンドル 2 2 2 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 1 1 2 と、動作定義データ、所定の機能及びプログラムの実行状態に基づいて、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 5 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 6 と、を更に備え、ハプティック制御部 1 1 7 は、パラメータを用いて手動ハンドル 2 2 2 に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。

20

【 0 0 4 9 】

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。

30

【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

- 1 数値制御装置
- 2 工作機械
- 1 1 制御部
- 1 2 記憶部
- 1 3 サーボアンブ
- 1 4 P L C
- 2 1 サーボモータ
- 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 プログラム実行部
- 1 1 4 実行状態特定部
- 1 1 5 選択部
- 1 1 6 パラメータ決定部
- 1 1 7 ハプティック制御部
- 2 2 1 ボタン及びスイッチ

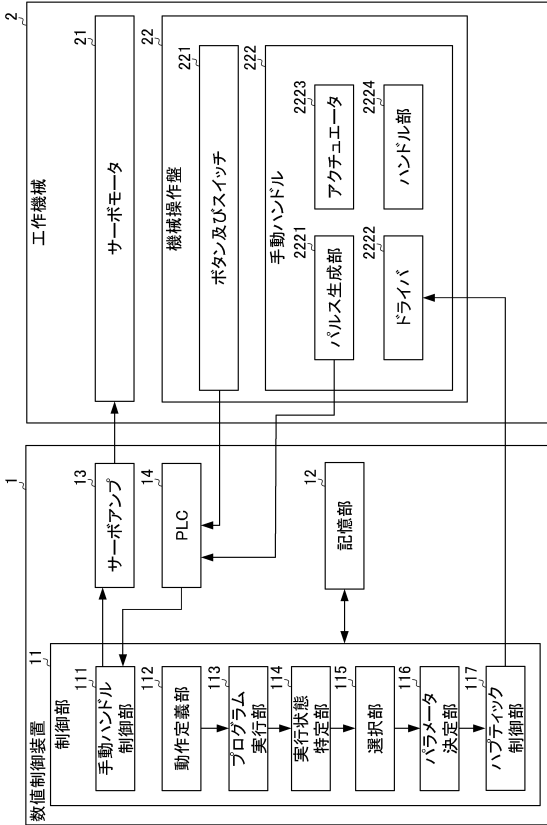
40

50

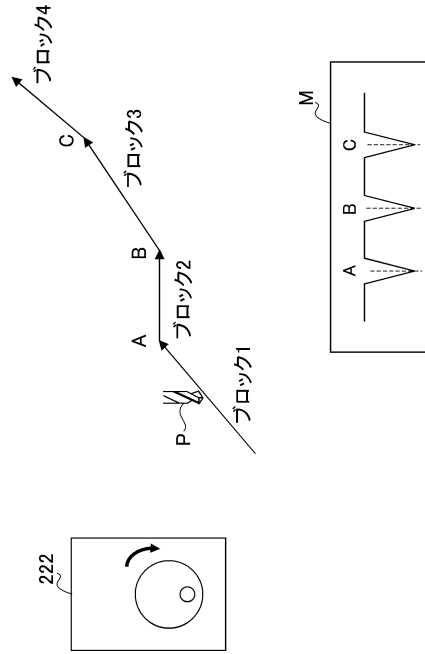
- 2 2 2 手動ハンドル
- 2 2 2 1 パルス生成部
- 2 2 2 2 ドライバ
- 2 2 2 3 アクチュエータ
- 2 2 2 4 ハンドル部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

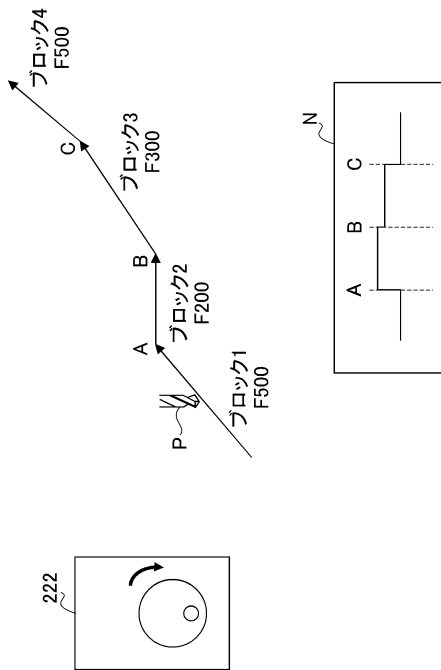
20

30

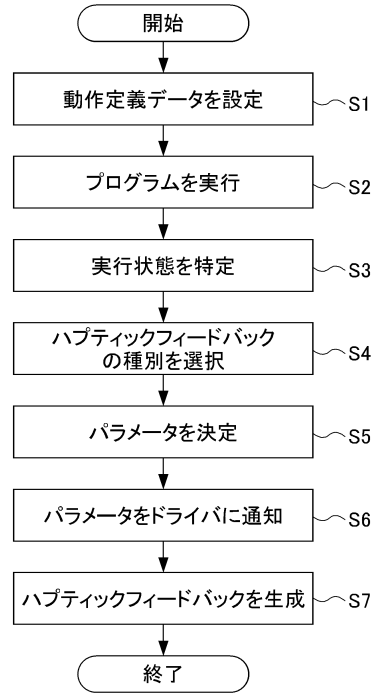
40

50

【図3】



【図4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 1 1 7 2 7 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 5 / 1 2 9 5 1 6 (W O , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 0 5 6 2 3 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 5 0 9 5 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 3 8 5 7 8 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 5 B 1 9 / 4 0 9
B 2 3 Q 5 / 2 2