

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-150831
(P2004-150831A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int.Cl.⁷G01L 5/00
G01L 3/14
G05D 17/02

F 1

G01L 5/00
G01L 3/14
G05D 17/02H
G

テーマコード(参考)

2 F O 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2002-313380 (P2002-313380)
平成14年10月28日 (2002.10.28)

(71) 出願人 000010076
ヤマハ発動機株式会社
静岡県磐田市新貝2500番地

(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100068342
弁理士 三好 保男

(74) 代理人 100100712
弁理士 岩崎幸邦

(74) 代理人 100087365
弁理士 栗原 駿

(74) 代理人 100100929
弁理士 川又 澄雄

(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和

最終頁に続く

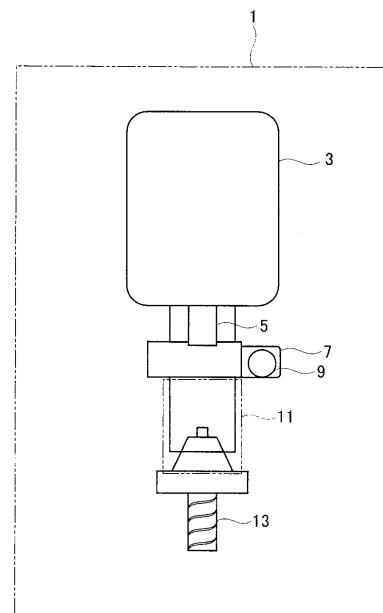
(54) 【発明の名称】出力検出装置及びモータ出力制御方法

(57) 【要約】

【課題】マシニングセンタのモータの回転トルク、電流、及びワーク反力等を検出しモータ出力の制御を行う。

【解決手段】マシニングセンタ1の出力検出装置において、刃具13を回転駆動させるモータ3のモータ出力軸5と、前記刃具13を接合する接続部11との間に、前記モータ3の回転トルクを検出するトルク検出部7を設ける。前記トルク検出部7は、遊星ギアにより前記モータ3の回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサ9により検出する。この検出した回転トルク、ワーク反力F等の信号により適正なモータ制御信号を作成し加工を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機の出力検出装置において、前記工具を回転駆動させる駆動源であるモータのモータ出力軸と、前記工具を着脱する接合部との間に、前記モータの回転トルクを検出するトルク検出部を設けたことを特徴とする出力検出装置。

【請求項 2】

前記トルク検出部は、遊星ギアを使用することにより前記モータの回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサにより検出することを特徴とする請求項1記載の出力検出装置。

【請求項 3】

ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの回転トルクと、工具によるワークの加工のときに生じるワーク反力を検出または推定し、前記回転トルクと、前記ワーク反力に基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り、前記モータのモータ出力を制御することを特徴とするモータ出力制御方法。

【請求項 4】

前記ワーク反力は、モータの回転トルクをトルク検出部により検出し、モータの電流値を検出することにより推定することを特徴とする請求項3記載のモータ出力制御方法。

【請求項 5】

ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの回転トルクをトルク検出部により検出し、工具によるワークの加工のときに生じるワーク反力をモータマウント部に設けた反力検出用の荷重センサにより検出し、前記回転トルクと前記ワーク反力に基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り、前記モータのモータ出力を制御することを特徴とするモータ出力制御方法。

【請求項 6】

ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの電流値を検出し、モータマウント部に設けた反力検出用の荷重センサによりワーク反力を検出し、前記モータの電流値と前記ワーク反力から回転トルクを推算して、前記回転トルクと前記ワーク反力に基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り前記モータのモータ出力を制御することを特徴とするモータ出力制御方法。

【請求項 7】

モータ回転数を同時に検出し、前記コントローラでモータ制御信号を設定する工程を含むことを特徴とする請求項3～請求項6記載のモータ出力制御方法。

【請求項 8】

回転トルクの検出は、遊星ギアを使用することにより前記モータの回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサにより検出することを特徴とする請求項3、4、5又は7記載のモータ出力制御方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、出力検出装置及びモータ出力制御方法に係り、さらに詳細には、加工機の加工精度、工具の寿命等を管理するため、モータ電流、回転トルク、及びワーク反力を検出する出力検出装置及び検出した信号に基づきモータの出力を制御するモータ出力制御方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、工具の回転により加工を行う加工機（例えば、マシニングセンタ）は、加工精度と

10

20

30

40

50

工具の寿命を管理するための簡便で定量的な方法がなかった。このため、現場の作業者の経験により管理が行われていた。そして、管理を適正に行うには、この作業者の長い経験が必要であった。

【0003】

上述の管理方法として、例えば作業者はワークの加工を行う前に、ワークの材質、板厚等を参考にして、加工機に適正な加工条件を経験上から設定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来のマシニングセンタ等の加工機の管理方法は、以下のような課題があった。

10

【0005】

一般に、加工精度、工具の寿命等を適正に管理するには、工具を回転させるモータ出力を適正にする必要がある。このモータ出力は、モータ電圧にモータ電流を乗算した値に関係する。このうち、電圧は一般的に一定で制御されるため、モータ出力はモータ電流に比例する。

【0006】

一方、モータ出力は、回転トルク負荷、ワーク反力による負荷抵抗、熱による損失、振動による損失、音による損失等に影響される。ここで、定常状態では、主に回転トルク負荷、ワーク反力による抵抗負荷により出力レベルが決まる。このため、回転トルク、ワーク反力の正確な検出が重要である。回転トルクを計測するセンサとして、磁歪式やトーションバーによる位相差式トルクセンサがある。

【0007】

しかし、前者の場合、回転トルクと、ワーク反力を検出する際、両者の区別ができないという問題があった。また、後者は、軸強度が弱くなり、加工精度に悪影響を及ぼすという問題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前述のごとき問題に鑑みてなされたもので、請求項1に係る発明は、ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機の出力検出装置において、前記工具を回転駆動させる駆動源であるモータのモータ出力軸と、前記工具を着脱する接合部との間に、前記モータの回転トルクを検出するトルク検出部を設けた出力検出装置である。

30

【0009】

請求項2に係る発明は、前記トルク検出部は、遊星ギアを使用することにより前記モータの回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサにより検出する上記出力検出装置である。

【0010】

請求項3に係る発明は、ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの回転トルクと、工具によるワークの加工のときに生じるワーク反力を検出または推定し、前記回転トルクと、前記ワーク反力に基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り、前記モータのモータ出力を制御するモータ出力制御方法である。

40

【0011】

請求項4に係る発明は、前記ワーク反力は、モータの回転トルクをトルク検出部により検出し、モータの電流値を検出することにより推定する上記モータ出力制御方法である。

【0012】

請求項5に係る発明は、ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの回転トルクをトルク検出部により検出し、工具によるワークの加工のときに生じるワーク反力をモータマウント部に設けた反力検出用の荷重センサにより検出し、前記回転トルクと前記ワーク反力とに基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り、前記モータのモータ出力を制御するモータ出力

50

制御方法である。

【0013】

請求項6に係る発明は、ワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機のモータ出力制御方法において、モータの電流値を検出し、モータマウント部に設けた反力検出用の荷重センサによりワーク反力を検出し、前記モータの電流値と前記ワーク反力から回転トルクを推算して、前記回転トルクと前記ワーク反力とに基づいてコントローラが適正なモータ制御信号を設定してモータドライバに送り前記モータのモータ出力を制御するモータ出力制御方法である。

【0014】

請求項7に係る発明は、モータ回転数を同時に検出し、前記コントローラでモータ制御信号を設定する工程を含む上記モータ出力制御方法である。 10

【0015】

請求項8に係る発明は、回転トルクの検出は、遊星ギアを使用することにより前記モータの回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサにより検出する上記モータ出力制御方法である。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、本例ではワークに対して工具を回転させ加工を行う加工機はマシニングセンタ（縦型、横型を含む）を想定して説明するが、その他の加工機を含むことは当然である。 20

【0017】

図1を参照する。マシニングセンタ1（マシニングセンタは公知であるのでここでは詳細な説明を省略する）は回転トルクを出力するモータ3と、このモータ3の回転トルクを伝えるためのモータ出力軸5と、このモータ出力軸5の回転トルクを検出するためのトルク検出部7と、加工用工具である刃具13を接合（装着）する接合部11とを備えている。

【0018】

前記トルク検出部7は荷重センサ9を備えている。そして、モータ出力軸5と、接合部11との間に設けられている。

【0019】

図2を参照する。前記トルク検出部7の詳細を示したものである。ここで、図2(a)をトルク検出部7の正面図とした場合、図2(b)はトルク検出部7の側面図である。 30

【0020】

図2(a)、図2(b)に示すように、トルク検出部7は遊星ギアを使用することにより前記モータ3の回転トルクの反力を荷重として検出できる機構にし、前記荷重を荷重センサ9により検出するようになっている。

【0021】

すなわち、トルク検出部7はモータ出力軸5に取り付け固定された歯車21と、前記歯車21に噛合する歯車（遊星ギア）23、歯車（遊星ギア）25、及び歯車（遊星ギア）27を備えている。さらに、歯車31は、前記歯車23、前記歯車25、及び前記歯車27に内側の歯で噛合する。 40

【0022】

そして、前記歯車31にはアーム33が備えられている。このアーム33には荷重センサ9が接触している。これにより、前記モータ出力軸5に固定された歯車21が矢印A R 1方向に回転すると、前記歯車21に噛合した前記歯車23が矢印A R 2方向に回転する。同様に、前記歯車25が矢印A R 3方向に回転し、前記歯車27が矢印A R 4方向に回転する。

【0023】

ここで、上述のように前記歯車23、前記歯車25、及び前記歯車27は、前記歯車31の内側の歯に噛合している。このため前記歯車31には回転トルクが掛かるが、歯車31に備えられたアーム33が荷重センサ9に接触することにより歯車31は回転しない 50

。このため前記歯車23、前記歯車25、及び前記歯車27がモータ出力軸5を中心にAR5方向に公転する。

【0024】

また、前記歯車23の回転軸23a、前記歯車25の回転軸25a、及び前記歯車27の回転軸27aはキャリア29に固定されている。このキャリア29には刃具13が保持されている。すなわち、前記歯車23、前記歯車25、及び前記歯車27がモータ出力軸5を中心に公転することによりキャリア29が回転し刃具13が回転する。回転トルクが、モータ出力軸5から、歯車21、歯車25、キャリア29、刃具13と伝達される時、歯車31にはトルク反力がAR6の方向にかかり、アーム33を介して荷重センサ9にトルク荷重がかかる。この機構により、正確なモータの回転トルクを荷重センサ9にかかる荷重から求めることができる。

【0025】

図3に、モータ3のトルク信号とモータ電流とからワークのワーク反力を推定し、コントローラ35でモータ出力を制御する構成例を示す。

【0026】

すなわち、上述のように、マシニングセンタ1はモータ3と、モータ出力軸5と、荷重センサ9を備えたトルク検出部7と、接合部11と、刃具13とを備えている。刃具13はワークWを、例えば孔開け加工する。このとき、ワークWからのワーク反力Fが生じる。

【0027】

コントローラ35は前記トルク検出部7からトルク信号を読み込む。また、電流センサ(図示しない)からモータ3の電流信号を読み込む。そして、前記トルク信号と、前記電流信号からワーク反力Fを推定する。そして、トルク信号、電流信号、及びワーク反力Fを参照し、適正なモータの制御信号を生成して、ドライバ37に送る。ドライバ37は受け取った制御信号に基づきモータをドライブする。この結果、適正にワークWを孔開け加工(例えば、加工精度の向上)することができる。また、刃具(工具)13の寿命等を適正にすることができる。

【0028】

図4に、モータ3の回転トルクと、モータマウント部39に設けた反力検出用の荷重センサ41により検出したワーク反力Fとにより、コントローラ35でモータ出力を制御する構成例を示す。

【0029】

マシニングセンタ1は、モータ3と、モータ出力軸5と、荷重センサ9を備えたトルク検出部7と、接合部11と、刃具13とを備えている。刃具13はワークWを、例えば孔開け加工する。このとき、ワークWからのワーク反力Fが生じる。このワーク反力Fを、マウント部39とモータ3との間に設けた荷重センサ41により検出する。また、前記トルク検出部7はモータ3の回転トルクを検出する。これにより、回転トルクと、ワーク反力Fとを分離して計測することができる。

【0030】

コントローラ35は前記トルク検出部7からトルク信号を読み込む。また、マウント部39と、モータ3との間に設けた荷重センサ41により検出したワーク反力Fを読み込む。そして、回転トルク信号、及びワーク反力Fを参照して適正なモータ3の制御信号を生成して、ドライバ37に送る。ドライバ37は受け取った制御信号に基づきモータをドライブする。この結果、適正にワークWを孔開け加工することができる。

【0031】

図5に、モータ3の電流値と、マウント部39に設けた反力検出用の荷重センサ41により検出したワーク反力Fとにより、モータ3の回転トルクを推算して、コントローラ35でモータ3を制御する構成例を示す。

【0032】

上述のように、マシニングセンタ1は、モータ3と、モータ出力軸5と、接合部11と、刃具13とを備えている。刃具13はワークWを、例えば孔開け加工する。このとき、ワ

10

20

30

40

50

ークWからのワーク反力Fが生じる。このワーク反力Fを、マウント部39とモータ3との間に設けた荷重センサ41により検出する。

【0033】

一方、電流センサ(図示しない)によりモータ3の電流値を検出する。そして、前記ワーク反力Fと、前記電流値により回転トルクを推定する。

【0034】

コントローラ35は回転トルク信号、電流信号、及びワーク反力Fを参照して適正なモータ3の制御信号を生成する。そして、ドライバ37に送り、ドライバ37は受け取った制御信号に基づきモータ3をドライブする。この結果、適正にワークWを孔開け加工することができる。

10

【0035】

図6に、モータ3の電流値とマウント部39に設けた反力検出用の荷重センサ43により検出したワーク反力Fとによりモータ3のトルクを推算して、コントローラでモータを制御する場合の荷重センサ9の取り付け方法の構成例を示す。

【0036】

マシニングセンタ1は、モータ3と、モータ出力軸5と、接合部11と、刃具13とを備えている。刃具13はワークWを、例えば孔開け加工する。このとき、ワークWからのワーク反力Fが生じる。

【0037】

このワーク反力Fを、マウント部39とモータ3とに連結したセンサユニット43により検出する。なお、マウント部39とモータ3との間には緩衝材45が設けられている。このとき、荷重センサをすでに用意した荷重センサユニットで構成する。センサユニットは少なくとも1つ以上設ける。複数の場合は荷重分布を知ることができる。これにより、既存のマシニングセンタの機構をほとんど変更しなくとも、電流センサと併用してセンサユニット43はマシニングセンタ1の外部に取り付けただけなので、センサユニット43の追加だけで動作管理システムを構築できる。

20

【0038】

図7を参照する。回転トルクと電流の関係、及びワーク反力とモータ電流の関係とを個別に計測したマップを示す。事前にこれをデータベース等に登録しておけば、回転トルク、ワーク反力、及びモータの電流値のうち2者を計測することで、残りの1者を推定することができるようになる。

30

【0039】

例えば、図7(a)に示すように、回転トルクとモータ電流の関係のマップを作成する。また、図7(b)に示すように、ワーク反力とモータ電流の関係のマップを作成する。そして、図7(c)に示すように、使用領域を設けて、この範囲で加工が行えるようにモータ出力を管理する。

30

【0040】

ここで、モータ電流は、回転トルクによるものに、ワーク反力を加算した値に近い。これら3者の内2者を検出し、動作状況を管理する。

40

【0041】

具体的には、モータ電流の合計値と回転トルクの値よりワーク反力を推定して管理する。また、モータ電流の合計値とワーク反力の値より回転トルクを推定して管理する。さらに、直接回転トルクとワーク反力を検出して管理する。

【0042】

ここで、図5に示した実施例において、図7(a)、図7(b)に示すようにモータ電流は、回転数により変わるので使用回転域でのデータを予めとっておく。図7(c)に示すように、使用可能域もモータ回転数により変わる。

【0043】

そして、モータ電流 $I = I_1$ 、回転数 $N = N_2$ 、ワーク反力 $W = W_1$ のとき、図7(b)よりモータ電流 $I_w 1$ を求める。トルクによるモータ電流を $I_t 1 = I_1 - I_w 1$ として算

50

出し、図 7 (a) よりトルク T_1 を求めることができる。

【 0 0 4 4 】

図 8 を参照する。計算機システム 8 1 への応用を示す。通常、マシニングセンタ 8 3 の制御用の C A M データ（例えば、N C データ）は C A D / C A M 装置 8 1 により作成される。すなわち、図面データである C A D データを作成し、この C A D データから加工用の C A M データを作成する。このとき、データベースに格納されている工具情報、材料情報等が参照される。そして、作成された C A M データはマシニングセンタ 8 3 に送信される。

【 0 0 4 5 】

一方、作業者は、上記 C A M データに基づきマシニングセンタ 8 3 の動作確認を行う。動作確認が O K ならば実際の加工を行う。また、動作確認の結果不具合があれば、C A M データを修正する。このような加工の流れにおいて、ワーク反力、回転トルク等を正確に求めることができれば、加工状態の計測（評価 / 診断）を C A D / C A M 装置 8 5 へのフィードバックができる。また、作業者への加工条件（工具位置、C A D データ）、加工情報（切削負荷、切削異常）の情報提示が容易になる。

【 0 0 4 6 】

なお、本発明は、上述した実施の態様の例に限定されることなく、適宜の変更を加えることにより、その他の態様で実施できるものである。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

上述の如く本発明によれば、例えば、回転トルクをワーク反力と分離して計測できるので 20 、工具の管理が可能になるという効果がある。

【 0 0 4 8 】

そして、常時、工具の管理が可能になるので、工具の長寿命化、交換時期の明確化、加工危険域での作業防止などが可能になるという効果がある。

【 0 0 4 9 】

また、これまでの様に長い作業経験を必要としない。さらに、システム化が容易になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】モータ出力軸と工具の接合部との間にトルク検出ユニットを配置したマウント部を説明する説明図である。

【図 2】荷重センサと遊星ギア歯車とを利用したトルク検出ユニットを説明する説明図である。

【図 3】モータのトルク信号とモータ電流から反力を推定し、コントローラでモータ出力を制御する方法を説明する説明図である。

【図 4】モータのトルク信号とマウント部に設けた反力検出用の荷重センサにより、コントローラでモータ出力を制御する方法を説明する説明図である。

【図 5】モータの電流値とマウント部に設けた反力検出用の荷重センサにより、モータトルクを推算して、コントローラでモータ出力を制御する方法を説明する説明図である。

【図 6】モータの電流値とマウント部に設けた反力検出用の荷重センサにより、モータトルクを推算して、コントローラでモータ出力を制御する方法を説明する説明図である。

【図 7】(a)、(b)、(c)はモータ電流、回転トルク、及びワーク反力の関係を説明する説明図である。

【図 8】計算機システムへの利用を説明する説明図である。

【符号の説明】

1 マシニングセンタ

3 モータ

5 モータ出力軸

7 トルク検出ユニット

9 荷重センサ

11 接合部

10

20

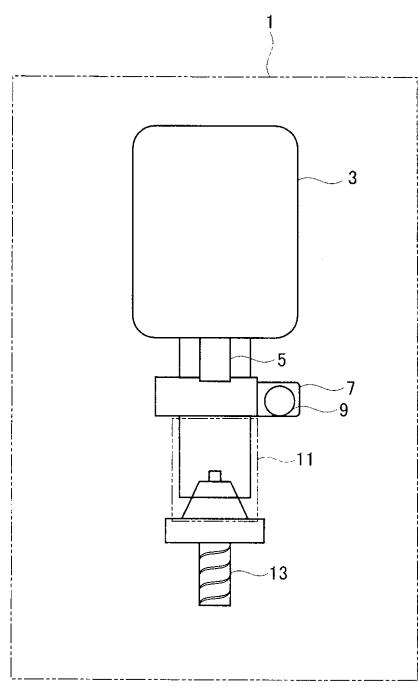
30

40

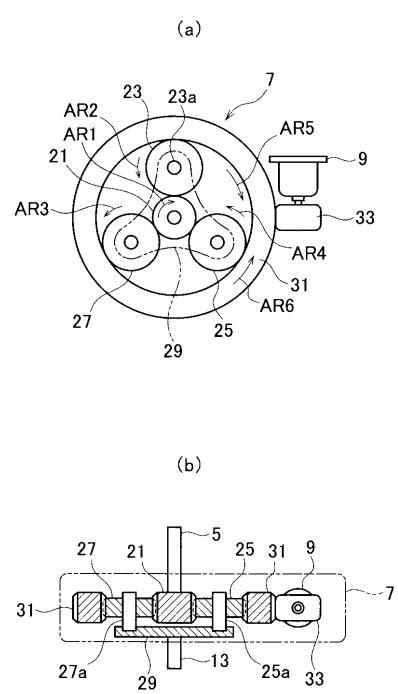
50

13 刃具

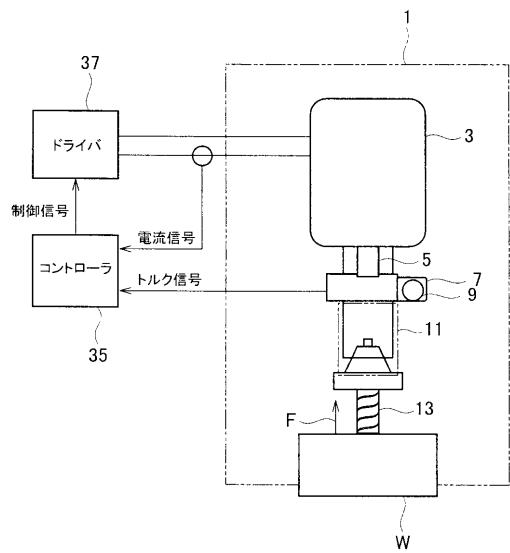
【図1】



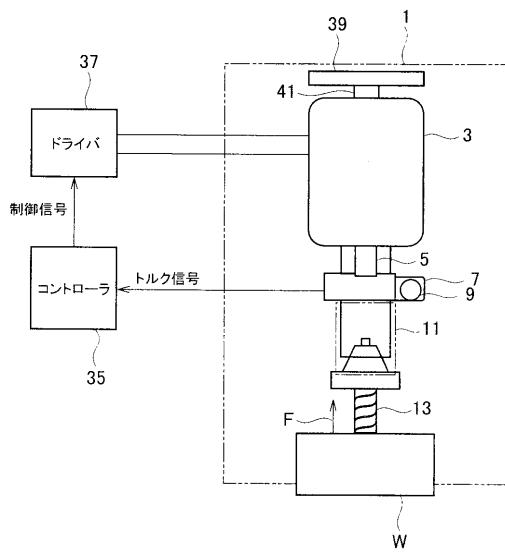
【図2】



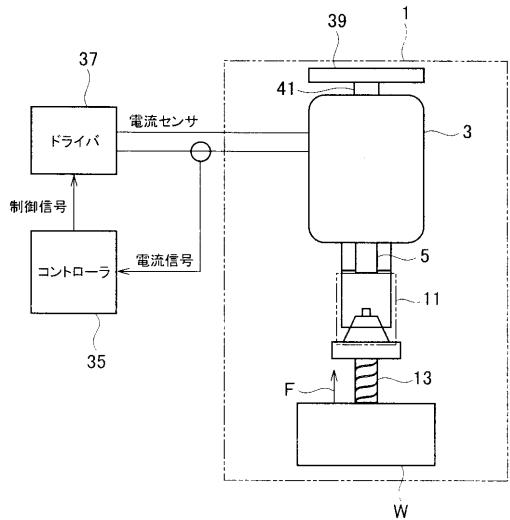
【図3】



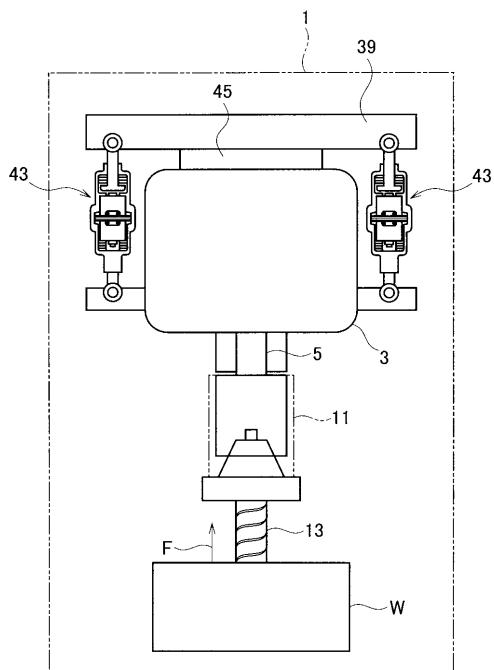
【図4】



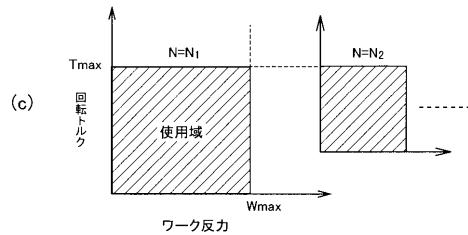
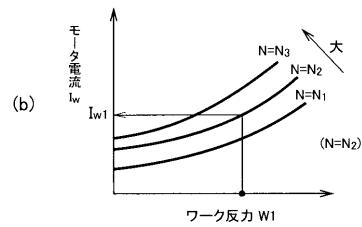
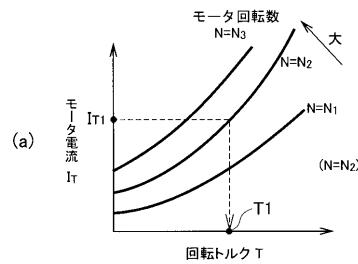
【図5】



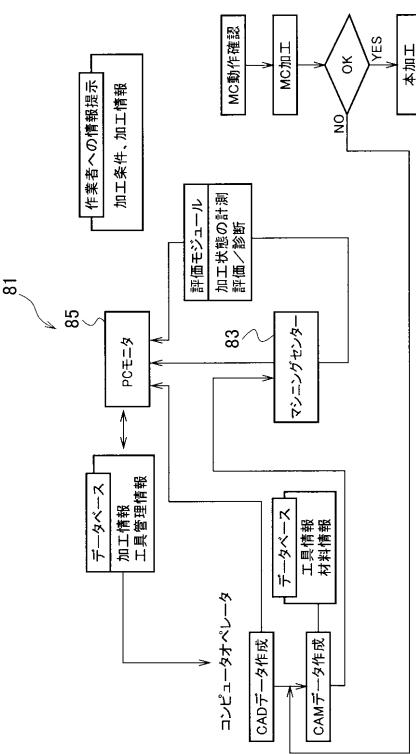
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(74)代理人 100101247

弁理士 高橋 俊一

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 水野 裕

静岡県磐田市新貝 2500 番地 ヤマハ発動機株式会社内

F ターム(参考) 2F051 AA11 AA24 AB06 BA03