

(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2018-70139

(P2018-70139A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.

B62M 25/08 (2006.01)
H02P 29/40 (2016.01)

F I

B62M 25/08
H02P 29/40

テーマコード (参考)

5H501

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2017-145062 (P2017-145062)
(22) 出願日 平成29年7月27日 (2017.7.27)
(31) 優先権主張番号 102016000080244
(32) 優先日 平成28年7月29日 (2016.7.29)
(33) 優先権主張国 イタリア (IT)

(71) 出願人 592072182
カンパニョーロ・ソシエタ・ア・レスポン
サビリタ・リミタータ
CAMPAGNOLO SOCIETA
A RESPONSABILITA LI
MITATA
イタリア国 36100 ヴィスンザ、ヴ
ィア・デラ・シミカ 4
(74) 代理人 100087941
弁理士 杉本 修司
(74) 代理人 100086793
弁理士 野田 雅士
(74) 代理人 100112829
弁理士 堤 健郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータを制御する方法、および当該方法を実行するのに適した部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータの向上した制御を提供する。

【解決手段】自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータを、初期位置から目標位置 B への変位時に制御する方法 110 は、モータにより吸収される電流 $I(t)$ をフィードバック制御する過程 210、212、214 を備える。自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラの電気モータのコントローラは、初期位置から目標位置 B への変位時にモータにより吸収される電流 $I(t)$ のフィードバック制御 210、212、214 を実行するように構成されている。

【選択図】図 4

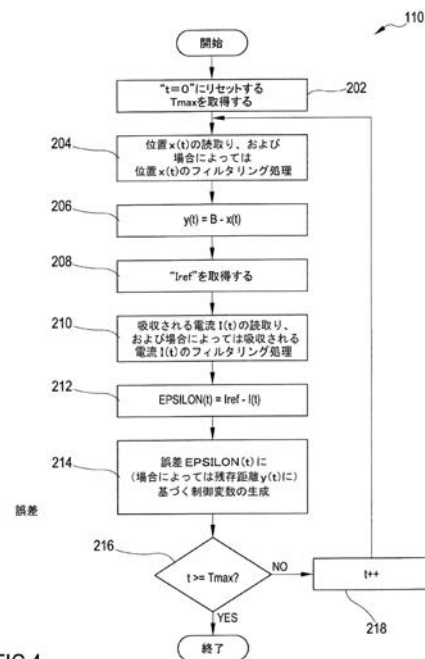


FIG.4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラ (10) のモータ (12) を、初期位置 (A) から目標位置 (B) への変位時に制御する方法 (100, 110) において、
前記モータ (12) により吸収される電流 ($I(t)$) をフィードバック制御する過程 (34, 210, 212, 214) を備えることを特徴とする、方法 (100, 110) 。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法 (100, 110) において、
フィードバック制御する前記過程 (34, 210, 212, 214) が、前記モータ (12) の駆動電圧 ($V(t)$, $FW(t)$, $RW(t)$) を、参照電流 (I_{ref} , 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700) と測定された吸収される電流 ($I(t)$) との差分により定まる誤差 ($EPSILON(t)$) がゼロとなる傾向を示すように制御することを含む、方法 (100, 110) 。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
前記参照電流 ($I_{ref}(t)$, 450, 500) を、時間の関数、特に、前記初期位置 (A) から前記目標位置 (B) への前記変位の開始から経過した時間 (t) の一次関数として定める過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
前記参照電流 ($I_{ref}(y(t))$, 550, 600) を、前記目標位置 (B) までの残存距離 ($y(t)$) の関数として定める過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
前記参照電流 ($I_{ref}[t, y(t)]$, 650, 700) を、前記初期位置 (A) から前記目標位置 (B) への前記変位の開始から経過した時間 (t) と前記目標位置 (B) までの残存距離 ($y(t)$) との両方の関数として定める過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

30

【請求項 6】

請求項 3 または 5 に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
前記参照電流 ($I_{ref}(t)$, $I_{ref}[t, y(t)]$, 450, 500, 650) を、少なくとも前記変位のうちの最初の時間期間において、前記経過した時間 (t) の単調増加関数として定める過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

【請求項 7】

請求項 4 または 5 に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
前記参照電流 (550, 600, 650, 700) を、少なくとも前記変位のうちの最後の部分において、前記残存距離 ($y(t)$) の単調増加関数として定める過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

40

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法 (100, 110) において、さらに、
時間制限 (T_{max}) 後は、前記目標位置 (B) に到達したか否かにかかわらず前記モータ (12) への電力供給を停止する過程、
を備える、方法 (100, 110) 。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法 (100, 110) において、
前記モータ (12) により吸収される電流 ($I(t)$) をフィードバック制御する前記

50

過程(34, 210, 212, 214)が、吸収される電流($I(t)$)を測定すること、および測定された吸収される電流($I(t)$)をフィルタリング処理すること(44)、より好ましくはアナログおよび/またはデジタルフィルタリング処理することを含む、方法(100, 110)。

【請求項10】

請求項1から9のいずれか一項に記載の方法(100, 110)において、さらに、変位試行の過程(110)の前に、前記モータ(12)のコントローラ(24)の統合性チェックを実行して(104)その結果が否定の場合には前記変位をアボートして異常を知らせる(108)過程、および/または、

変位試行の前記過程(110)の後に、前記目標位置(B)に所与の許容範囲内で到達したか否かを確認して(112)その結果が否定の場合には前記変位をアボートして異常を知らせる(114)過程、

を備える、方法(100, 110)。

【請求項11】

電気モータ(12)と、

前記電気モータ(12)のコントローラ(24)と、

を備える、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラ(10)において、

前記電気モータ(12)の前記コントローラ(24)が、初期位置(A)から目標位置(B)への変位時に前記モータ(12)により吸収される電流($I(t)$)のフィードバック制御(34, 210, 212, 214)を実行するように構成されていることを特徴とする、ディレイラ(10)。

【請求項12】

自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラ(10)であって、電気モータ(12)を含むディレイラ(10)と、前記ディレイラ(10)の外部にある、前記電気モータ(12)のコントローラ(24)とのアセンブリにおいて、

前記電気モータ(12)の前記コントローラ(24)が、初期位置(A)から目標位置(B)への変位時に前記モータ(12)により吸収される電流($I(t)$)のフィードバック制御(34, 210, 212, 214)を実行するように構成されていることを特徴とする、アセンブリ。

【請求項13】

電気モータ(12)を含むディレイラ(10)と、

前記電気モータ(12)のコントローラ(24)と、

を備え、少なくとも1つの前記ディレイラ(10)が、それぞれ、チェーンをペダルクランク軸又は自転車の後輪のハブに連結した歯車のセットのうちの歯車間で変位させるように意図されている、自転車の電子式のギアシフト装置において、

前記電気モータ(12)の前記コントローラ(24)が、初期位置(A)から目標位置(B)への変位時に前記モータ(12)により吸収される電流($I(t)$)のフィードバック制御(34, 210, 212, 214)を実行するように構成されていることを特徴とする、ギアシフト装置。

【請求項14】

請求項11に記載のディレイラ(10)、請求項12に記載のアセンブリ、あるいは、請求項13に記載のギアシフト装置において、

前記電気モータ(12)の前記コントローラ(24)が、前記目標位置(B)までの残存距離($y(t)$)のフィードバック制御(32, 204, 206, 220)を実行し、残存距離($y(t)$)の当該フィードバック制御(32, 204, 206, 220)が、前記モータ(12)により吸収される電流($I(t)$)の前記フィードバック制御(34, 210, 212, 214)に対して外部の制御ループである、ディレイラ(10)、アセンブリ、あるいは、ギアシフト装置。

【請求項15】

請求項11または14に記載のディレイラ(10)、請求項12または14に記載のア

10

20

30

40

50

センブリ、あるいは、請求項 13 または 14 に記載のギアシフト装置において、

前記コントローラ (24) が、前記電気モータ (12) を駆動する Hブリッジ (38)、および測定された前記電流 ($I(t)$) を表す電流を引き込むように前記 Hブリッジ (38) の下側に接続されたシャント (40) を含む、ディレイラ (10)、アセンブリ、あるいは、ギアシフト装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータを制御する方法、および当該方法を実行するのに適した部品に関する。

10

【背景技術】

【0002】

自転車の (動力) 伝動システムは、ペダルクランク軸に連結した歯車と後輪のハブに連結した歯車との間に延びるチェーンを含む。歯車のアセンブリがペダルクランク軸及び後輪のハブのうちの少なくとも一方に複数の歯車を有するものであり、かつ、そのために上記伝動システムにギアシフト装置が設けられているときには、フロントディレイラおよび/またはリアディレイラが設置される。

【0003】

ギアシフト動作が実行され得る速度及び精度を上げるために、いわゆる電子式のギアシフト装置 (あるいは、より正確に言えば、電子的にサーボ支援されるギアシフト装置) が普及している。

20

【0004】

電子的にサーボ支援されるギアシフト装置の場合、それぞれのディレイラが、ギヤ比を変更するために上記チェーンを上記歯車間で変位させるように動作可能であるガイドエレメント (チェーンガイド又はケーシングとも称され、また、リアディレイラの場合にはロッカーアームとも称される)、およびこのチェーンガイドを変位させるための電動アクチュエータを備える。このアクチュエータは、典型的に、上記チェーンガイドにリンク機構 (例えば、関節接続型の平行四辺形構造、ラックシステム、またはウォームねじシステム等) を介して接続されたモータ (典型的には、電気モータ) と、ロータ又は当該ロータの下流から上記チェーンガイドまでの任意の可動部品の位置および/または速度および/または加速度および/または回転方向についてのセンサ又はトランスデューサとを含む。なお、この文脈で用いられている専門用語とやや異なる専門用語もこの技術分野では使用されている点に注意されたい。

30

【0005】

制御用の電子部品群が、ギヤ比を、例えば 1 つ以上の検出された変数 (例えば、走行速度、ペダルクランクの回転周期、ペダルクランクに加えられるトルク、走行地形の傾斜、運転者の心拍数等) に基づいて自動的に変更し、かつ/あるいは、該ギヤ比は、適切な制御部材 (例えば、レバーおよび/またはボタン) を用いて運転者により手動で入力された指令に基づいて変更される。

【0006】

40

通常、フロントディレイラを制御する装置又はユニットとリアディレイラを制御する装置又はユニットとが (あるいは、より単純なギアシフト装置の場合にはこれら 2 つのうちの一方のみが)、ハンドルバーに、(当該ハンドルバーのうちの、前輪および後輪のブレーキをそれぞれ制御するブレーキレバーも設置されているハンドグリップの近傍に) 運転者が操作し易いように取り付けられている。一般的に、ディレイラの二方向駆動とブレーキの駆動との両方を可能にする制御装置は、統合型の制御装置と称される。

【0007】

自転車のギアシフト装置のディレイラを、指令値のテーブルの数値 (それぞれ、このディレイラの、上記チェーンと特定の歯車との係合が生じるか又はそのような係合が生じている位置に相関する) を参照して駆動するという技術が一般的に知られている。すなわち

50

、上記制御用電子部品群又はコントローラが、上記指令値のテーブルを用いることにより、上記チェーンを所望の歯車との係合状態に配置させるのに上記ディレイラの変数が取らなければならない数値を取得する。このような数値は、隣接する歯車に対する差分値とされてもよいし、ある基準に対する（例えば、基準歯車に対する、ストローク終了状態又は上記モータの無励磁状態（lack of excitation）に対する）絶対値とされてもよい。

【0008】

数量の観点から言えば、上記指令値のテーブルにおけるアクチュエータ指令値は、例えば、上記ディレイラ上の基準となる移動点が移動する距離、上記モータが実行しなければならないステップ数又は回転数、上記モータの励磁時間の長さ、電圧に比例する運動域（excursion）を有するモータの供給電圧の数値等であり得るほか、上記モータに設けられた上記センサ又はトランスデューサにより生成される数値、レジスタに記憶されてこれらの数量のうちの一つを表す数値等であり得る。

10

【0009】

具体的に述べると、アクチュエータの上記モータが、各アップシフト動作又はダウンシフト動作のための適切なステップ数又は励磁時間の長さ又は電圧で駆動されて自動的に停止され得る一方で、意図どおりの位置に到達しなかった場合に（すなわち、上記ディレイラの前述したような変数が上記テーブルの値を取れていない場合に）、フィードバック信号によりそのアクチュエータの当該モータを任意で再作動してもらうために、上記センサがこの制御用電子部品群に対して前記フィードバック信号を供給するように使用される。このようなことは、例えば、上記ディレイラの抵抗トルク（運転者のペダル動作に、ある程度依存する）が、上記モータにより上記リンク機構を介して供給され得る最大トルクを超えて大きくなり過ぎた場合等に起こり得る。

20

【0010】

指令値の上記テーブルの数値は、（フロント又はリア）ディレイラにおける歯車の数および各歯車の厚さやピッチを考慮に入れて工場で設定された公称値である。典型的には、このような公称値は、アクチュエータ駆動信号がないときに（すなわち、指令値がゼロであるときに）上記チェーンが最小径の歯車と係合している数値とされるが、既述した例からも分かるように、この条件は必須ではない。

【0011】

また、上記ディレイラの上記電気モータを、ある所定のプロファイルに従って経時的に制御された電圧により駆動するという技術も知られている。

30

【0012】

上記モータの駆動電圧のそのような所定のプロファイルは、目標位置までの残存距離（または、目標位置からの残存距離。以下同じ。）に基づいてフィードバック制御される。この目的のために、上記ディレイラは、典型的に、駆動軸又は当該駆動軸により回転される（より一般的に言えば、動かされる）軸もしくは他の部品の瞬時位置を検出するのに適した前述の位置センサを備える。上記残存距離は、上記指令値のテーブルから読み出された前記目標位置と上記センサにより検出される現在位置（いずれも同質的に表現されているものと仮定したうえで）との差分として算出される。

【0013】

十分に滑らかな動きを実現するために、上記駆動電圧の上記プロファイルは、典型的に、上記残存距離の逆二次関数とされる。つまり、上記モータの駆動電圧は、前記目標位置が近づくにつれて減少する。

40

【0014】

また、ディレイラ変位のための上記電気モータの始動から経過した時間を監視し、一旦、時間制限を超えると、何らかの妨害又は他の機械的障害によって当該モータが突破することのできない過剰な抵抗力が発生した結果、所望の変位が妨げられている可能性がある場合、当該モータ自身および各部品を保護するために、いずれにせよ当該電気モータへの電力供給を停止するという技術も知られている。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明の根底をなす技術的課題は、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータの制御を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

一態様において、本発明は、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラのモータを、初期位置から目標位置への変位時に制御する方法において、前記モータにより吸収される電流をフィードバック制御する過程を備えることを特徴とする、方法に関する。

【0017】

10

事実、本願の出願人は、前記モータにより吸収される電流が当該モータにより供給されるトルクの指標となること、前記変位時に前記モータにより供給されるトルクを最適化することにより、速度伝達システムのより高性能化が実現でき、電気エネルギーのより良好な利用が可能になることに気付いた。

【0018】

さらに、前述した方法は、機械（または、機械的機構。以下同じ。）の保護（特には、経時的な機械的劣化の抑制）を可能にするだけでなく、例えば極めて「滑らかな」ディレイラ変位又はギアシフト動作等の実現も可能にする。

【0019】

20

具体的に述べると、初期位置から目標位置への前記変位は、前記ディレイラの、ギヤ比を変更するための第1の歯車での位置と第2の歯車での位置との間での変位に相当するものであり得る。

【0020】

本明細書および添付の特許請求の範囲において「歯車での」位置とは、前記ディレイラの、チェーンと特定の歯車との係合が生じるか又はそのような係合が生じている位置のことを指す。

【0021】

本明細書および添付の特許請求の範囲において、前記電気モータの運動は、少なくとも位置センサが連結された部材まで剛的に伝達されるものと仮定する。

【0022】

30

ただし、初期位置から目標位置への前記変位は、一般的に、自転車の電子式のギアシフト装置の設置および/または構成設定(configuration)および/または調節と設定の過程時に必要となる他のどのような変位であってもよい。

【0023】

好ましくは、前記方法は、駆動軸の又は前記モータにより回転駆動される軸の基本回転(elementary rotation)を前記変位の測定単位として与える過程を備える。

【0024】

より好ましくは、前記基本回転は、1回転の整数分の1である。

【0025】

40

好ましくは、フィードバック制御する前記過程は、前記モータの駆動電圧を、参照電流と測定された吸収される電流との差分により定まる誤差がゼロとなる傾向を示すように制御することを含む。

【0026】

これにより、前記ディレイラを制御対象の系とし、前記駆動電圧を制御変数とし、前記測定された吸収される電流を被測定プロセス変数とし、前記参照電流を設定点(すなわち、当該自動制御が到達目標とする前記ディレイラの所望の出力)とした自動制御が実行される。

【0027】

好ましくは、前記モータの前記駆動電圧の制御は、負帰還制御である。

【0028】

50

最も単純な実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流を、前記初期位置から前記目標位置への前記変位の開始から経過した時間と前記目標位置までの残存距離とのいずれとも独立した一定値として定める過程、を備える。

【0029】

このような参照電流の利点の一つとして、その単純性が挙げられる。

【0030】

性能をさらに向上させるには、前記参照電流が変数とされる。

【0031】

他の実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流を、時間の関数、特に、前記初期位置から前記目標位置への前記変位の開始から経過した時間の一次関数として定める過程、を備える。

10

【0032】

この構成によれば、所望の吸収される電流について経時的な所定のプロファイルを設定することができるので、前述した制御（特に、前記負帰還制御）により、実際に吸収される電流及び前記モータにより実際に供給されるトルクについて、そのような所定のプロファイルに相当するか又はいずれにせよこれに近づくトレンド（傾向）を設定することが可能となる。例えば、所定の時間期間のあいだまず増加してから減少に転ずるといったトレンド、あるいは、後で詳述するようなトレンドを設けることも可能である。

【0033】

他の実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流を、前記目標位置までの残存距離の関数（ただし、前記初期位置から前記目標位置への前記変位の開始から経過した時間の一次関数ではない）として定める過程、を備える。

20

【0034】

本明細書および添付の特許請求の範囲において「前記目標位置までの残存距離の関数」、「時間の一次関数ではない」といった表現は、前記残存距離とは経時的に変化するものなので、前記目標位置までの残存距離の関数として定められた前記参照電流が、当然ながら又は間接的に、前記経過した時間の関数となることを説明するものである。よって、その場合の前記参照電流は、残存距離を表す独立変数で表現されるのであって、時間を表す独立変数では表現されない。

【0035】

この構成によれば、実際に吸収される電流により少なくとも接近される前記所望の吸収される電流のプロファイルが、空間内で予め定められる。例えば、供給されるトルクのトレンドとして、前記変位のうちの最初の部分において増加してから、一定となった後、前記目標位置が近づくにつれて減少するといったトレンドを設けることも可能となる。

30

【0036】

より複雑な実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流を、前記初期位置から前記目標位置への前記変位の開始から経過した時間と前記目標位置までの残存距離との両方の関数として定める過程、を備える。

【0037】

既述したように、前記残存距離とは経時的に変化するものである。しかし、この場合の前記参照電流は、前記残存距離を表す独立変数と前記経過した時間を表す独立変数との両方で表現される。

40

【0038】

例えば、前記参照電流が前記経過した時間単独の又は前記経過した時間との組合せの関数であるとき、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最初の時間期間において、前記経過した時間の単調増加関数として定めることが可能である。この構成によれば、供給されるトルクを一様に増加するものとして予め定めて、これにより機械への負担を抑えることができる。

【0039】

より好ましくは、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最初の時間期間におい

50

て、前記初期位置からの前記変位の開始から経過した時間の逆二次関数として定めることが可能である。

【 0 0 4 0 】

変形例として、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最初の時間期間において、前記初期位置からの前記変位の開始から経過した時間の二次（又は放物線）関数として定めることが可能である。

【 0 0 4 1 】

変形例として、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最初の時間期間において、前記初期位置からの前記変位の開始から経過した時間の（単調増加関数等である）ランブ関数として定めることが可能である。このようなトレンドは、前記モータの始動時にバッテリーへの負担を小さくする「ソフトスタート」の実現を可能にする。

10

【 0 0 4 2 】

これに代えて、あるいは、これに加えて、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最初以外の時間期間において、前記経過した時間の単調減少関数として定めることが可能である。この構成によれば、供給されるトルクを一様に減少するものとして予め定めて、これにより前記変位のうちの所与の段階（例えば、最後の段階）において前記機械への負担を抑えることができる。

【 0 0 4 3 】

また、前記参照電流を、前記変位時の所定の時間期間のあいだ、特に、前記変位のうちの最初の時間期間において、一定値で定めることも可能である。

20

【 0 0 4 4 】

この構成によれば、予め定められた様式で前記変位を開始するか又は開始することを試み、前記機械の反応についての任意の評価を前記変位のうちの第 2 の部分に委ねることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

好ましくは、前記一定値は、前記変位のうちの残りの部分においての前記参照電流の可能最大値に対する、中間値として定められる。この構成によれば、前記所定の時間期間の終わりに、一般的に、前記参照電流の数値の急激な変化（特に、前記参照電流の突然の上昇）が設けられ、このような変化又は上昇は、前記機械の運動に対する任意の一時的な障害の突破を図るためのトルクブースト（またはトルク補償）を設けることを可能にする。

30

【 0 0 4 6 】

前記参照電流が前記目標位置までの残存距離単独の又は前記目標位置までの残存距離との組合せの関数であるとき、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最後の部分において、前記残存距離の単調増加関数（したがって、前記目標位置が近づくにつれて徐々に減少する関数）として定めることが可能である。この構成によれば、供給されるトルクが一様に減少するものとして制御されて、これにより前記機械への負担を抑えることができる。

【 0 0 4 7 】

より好ましくは、前記参照電流を、少なくとも前記変位のうちの最後の部分において、前記残存距離の逆二次関数として定めることが可能である。

40

【 0 0 4 8 】

好ましくは、各種実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流の最大値を、前記モータにより供給可能な最大電流のうちの所定の百分率に等しいものとして、より好ましくは前記モータにより供給可能な前記最大電流の 5 0 % として定める過程、を備える。

【 0 0 4 9 】

前記モータをトルク制限することにより、前記機械で生成される力の最大値が制限されて、これにより前記機械への望ましくない負担を避けることができる。

【 0 0 5 0 】

50

好ましくは、各種実施形態において、前記方法は、さらに、前記参照電流を、「残存距離 = 0」で「数値 = 0」となる関数として定める過程、を備える。

【0051】

そのような関数には、前記モータにより生成されるトルクを効果的に減衰させて前記変位を終了することができるという利点がある。

【0052】

好ましくは、各種実施形態において、前記方法は、さらに、時間制限後は、前記目標位置に到達したか否かにかかわらず（すなわち、前記残存距離がゼロであるか否かにかかわらず）前記モータへの電力供給を停止する過程、を備える。

【0053】

この構成によれば、何らかの妨害又は他の機械的障害によって前記モータが突破することのできない過剰な抵抗力が発生して且つこれにより所望の変位が妨げられている場合に当該モータ自身及び各部品を保護することが可能である。しかも、前記モータに電力を供給するためのバッテリーを節約することができる。

【0054】

好ましくは、各種実施形態において、前記方法は、さらに、前記目標位置に到達したか否か（すなわち、前記残存距離がゼロであるか否か）を段階的に確認する過程と、その結果が肯定の場合に前記モータの励磁を停止する過程と、を備える。

【0055】

より好ましくは、前記方法は、さらに、前記目標位置に到達した後（つまり、前記残存距離がゼロになった後）前記時間制限まで前記モータの駆動をそのまま維持する過程、を備える。

【0056】

好ましくは、前記モータにより吸収される電流をフィードバック制御する前記過程は、比例 - 積分 - 微分制御（PID制御）を含む。

【0057】

好ましくは、前記モータにより吸収される電流をフィードバック制御する前記過程は、吸収される電流を測定すること、および測定された吸収される電流をフィルタリング処理すること、より好ましくはアナログおよび / またはデジタルフィルタリング処理することを含む。

【0058】

例えば、測定された吸収される電流をフィルタリング処理することは、移動平均を算出すること、および / または、位置を複数回読み取って非有意と考える読取りについては無視することを有し得る。

【0059】

好ましくは、前記方法は、さらに、前記目標位置までの残存距離をフィードバック制御する過程、を備え、残存距離をフィードバック制御する当該過程は、前記モータにより吸収される電流をフィードバック制御する前記過程に対して外部の制御ループ 32 で実行される。

【0060】

好ましくは、前記残存距離をフィードバック制御する前記過程は、現在位置を検出すること、および検出された現在位置をフィルタリング処理すること、より好ましくはアナログおよび / またはデジタルフィルタリング処理することを含む。

【0061】

例えば、位置をフィルタリング処理することは、移動平均を算出すること、および / または、位置を複数回読み取って非有意と考える読取りについては無視することを有し得る。

【0062】

好ましくは、前記方法は、さらに、変位試行の過程の前に、前記モータのコントローラの統合性チェックを実行してその結果が否定の場合には前記変位をアボート（または中断

10

20

30

40

50

）して異常を知らせる（または、信号で通知する。以下同じ。）（signal）過程、を備える。

【0063】

好ましくは、これに代えて、あるいは、これに加えて、前記方法が、さらに、変位試行の過程の後に、前記目標位置に所与の許容範囲内で到達したか否かを確認してその結果が否定の場合には前記変位をアボートして異常を知らせる過程、を備える。

【0064】

第2の態様において、本発明は、電気モータと、前記電気モータのコントローラと、を備える、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラにおいて、前記電気モータの前記コントローラが、初期位置から目標位置への変位時に前記モータにより吸収される電流のフィードバック制御を実行するように構成されていることを特徴とする、ディレイラに関する。

10

【0065】

本明細書および添付の特許請求の範囲において「コントローラ」という文言は、論理ユニットのことを指し、当該論理ユニットは複数の物理的ユニット（特には、1つ以上の分散マイクロプロセッサ）で形成されたものであってもよく、当該複数の物理的ユニットは、自転車の前記ギアシフト装置における他の1つ以上の構成品と共に1つ以上の筐体内に収容されたものであり得る。

【0066】

第3の態様において、本発明は、自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラであって、電気モータを含むディレイラと、前記ディレイラの外部にある、前記電気モータのコントローラとのアセンブリにおいて、前記電気モータの前記コントローラが、初期位置から目標位置への変位時に前記モータにより吸収される電流のフィードバック制御を実行するように構成されていることを特徴とする、アセンブリに関する。

20

【0067】

第4の態様において、本発明は、電気モータを含む少なくとも1つのディレイラと、前記電気モータのコントローラと、を備え、前記少なくとも1つのディレイラが、それぞれ、チェーンをペダルクランク軸又は自転車の後輪のハブに連結した歯車のセットのうちの歯車間で移動または変位させるように意図されている、自転車の電子式のギアシフト装置において、前記電気モータの前記コントローラが、初期位置から目標位置への変位時に前記モータにより吸収される電流のフィードバック制御を実行するように構成されていることを特徴とする、ギアシフト装置に関する。

30

【0068】

本発明の第2、第3および第4の態様の好適な構成については、下記のとおりである。

【0069】

好ましくは、前記電気モータの前記コントローラは、前記目標位置までの残存距離のフィードバック制御を実行し、残存距離の当該フィードバック制御が、前記モータにより吸収される電流の前記フィードバック制御に対して外部の制御ループである。

【0070】

好ましくは、前記コントローラは、前記電気モータを駆動するHブリッジ、および測定された前記電流を表す電流を引き込むように前記Hブリッジの下側に接続されたシャントを含む。

40

【0071】

より好ましくは、前記コントローラは、前記シャントにより引き込まれた電流をフィルタリング処理するためのアナログフィルタを含む。

【0072】

さらに好ましくは、前記コントローラは、前記シャントにより引き込まれた（好ましくは、さらに、フィルタリング処理された）電流を増幅するためのオペアンプを含む。

【0073】

好ましくは、前記コントローラは、前記測定された電流を表す数量および／または前記

50

検出された位置を表す数量をデジタルフィルタリング処理するように構成されたマイクロコントローラを含む。

【0074】

好ましくは、前記コントローラは、前記方法の既述した少なくとも1つの過程（手順）を実行するように構成されたマイクロコントローラを含む。

【0075】

本発明のさらなる特徴および利点は、添付の図面を参照しながら行う、本発明の幾つかの好適な実施形態についての以下の詳細な説明から明らかになる。別々の形態について図示・説明した構成同士を、適宜互いに組み合わせることも可能である。以下の説明では、同一の機能又は同様の機能を有する構造的な又は機能的な構成要素に対して、図面の同一又は同様の参照符号が付されている。

10

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】本発明にかかる自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラの主要な構成要素に関するブロック図である。

【図2】図1のディレイラの例的な一実施形態に関する電気接続図である。

【図3】本発明にかかるディレイラのモータを制御する方法に関するフローチャートである。

【図4】本発明にかかるディレイラのモータを制御する方法に関する他のフローチャートである。

20

【図5】本発明にかかるディレイラのモータを制御する方法に関するさらなる他のフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態における、モータを制御する方法の概略図である。

【図7】本発明にかかるモータの制御の概略図である。

【図8】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示す図である。

【図9】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示す他の図である。

【図10】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示すさらなる他の図である。

【図11】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示すさらなる他の図である。

30

【図12】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示すさらなる他の図である。

【図13】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示すさらなる他の図である。

【図14】本発明にかかるモータを制御する方法に用いられる参照電流を示すさらなる他の図である。

【発明を実施するための形態】

【0077】

以下の説明では、説明を分かり易くするために、電流、位置、時間などの数量そのものについて言及し、当該数量を表す変数の信号又は数値については言及しない場合がある点に留意されたい。

40

【0078】

図1は、本発明にかかる自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラ10の主要な構成要素に関するブロック図である。

【0079】

ディレイラ10は、まず、電気モータ12とコントローラ14とを備える。

【0080】

典型的には、電気モータ12は、ギヤードモータ16の一部である。ギヤードモータ16は、電気モータ12のほかに、電気モータ12の駆動軸と当該ギヤードモータ16の出

50

力軸との間に動作可能に配置されたギヤ列（図示せず）を含む。このギヤ列は、例えば、複数の歯付き部材および／またはウォームねじを含み得る。それら複数の歯付き部材は、係合し合う歯付き部材からなる対および／または同軸状であり且つ共に回転する歯付き部材からなる対を含む。

【0081】

前記ギヤ列は、ギヤードモータ16の前記出力軸の回転速度を電気モータ12の前記駆動軸の回転速度に対して適切に減少させるように構成されており、その減速比は、使用されるギヤの数及び種類と前記ギヤ列における歯付き部材の歯数などのパラメータとにより周知の様式で与えられる。

【0082】

典型的には、ディレイラ10は、さらに、モータ12のドライバ回路18を備える。

【0083】

ドライバ回路18は、本明細書の冒頭部で述べたように適切な駆動信号によりモータ12を駆動する。典型的には、ドライバ回路18は、経時的に変化する電圧信号 $V(t)$ によりモータ12を駆動する。

【0084】

典型的には、ディレイラ10は、さらに、本明細書の冒頭部で述べたようにロータ又は当該ロータの下流からチェーンガイドまでの任意の可動部品の位置センサ20を備える。

【0085】

好ましくは、位置センサ20は、電気モータ12の前記駆動軸又はギヤードモータ16のうちの当該駆動軸により回転される（より一般的に言えば、動かされる）軸もしくは他の部品の瞬時位置を検出するのに適したセンサであれば、どのようなセンサであってもよい。

【0086】

ディレイラ10のコントローラ14は、ディレイラ10の構成部品を制御するためのおよび／またはディレイラ10と自転車のギアシフト装置のうちの当該ディレイラ10以外の構成部品との間のデータ通信を制御するための少なくとも1つの方法過程を、適切な手順および／またはハードウェアモジュールおよび／またはソフトウェアモジュールおよび／またはファームウェアモジュールを提供することによって、実現するのに適した少なくとも1つのプロセッサ（典型的には、マイクロプロセッサ又はマイクロコントローラ）により、実現されている。

【0087】

具体的に述べると、コントローラ14は、前記ディレイラのチェーンガイド（図示せず）の変位指令、例えば、前記ディレイラのチェーンガイドの、ギヤ比を変更するための第1の歯車での位置と第2の歯車での位置との間での変位のための指令を、中央コントローラから又は手動指令装置から受け取るように、あるいは、そのような指令を自律的に算出するように構成されている。本明細書および添付の特許請求の範囲では、説明を分かり易くするためにディレイラの変位と称する場合があるが、これはディレイラのチェーンガイドの変位のことを意味する。

【0088】

図1のブロック図には、目標位置Bを表すモジュール22が描かれている。位置Bは、位置センサ20により検出された位置 $x(t)$ と同質的な数量で表されるものである。同質的な数量とは、2つの数量が同じ測定単位で表現されることを意味する。

【0089】

好ましくは、所定の前記測定単位は、前記センサ20が連結された軸の又は他の回転される部品の基本回転である。より好ましくは、前記基本回転は、1回転の整数分の1である。

【0090】

本発明に関して具体的に述べると、ディレイラ10のコントローラ14は、モータ12を制御するモジュール24（又はモータコントローラ24）を含む。このモジュール24

10

20

30

40

50

(又はモータコントローラ 24) は、ドライバ回路 18 のための適切な信号を生成する。

【0091】

位置センサ 20 は、検出された位置 $x(t)$ を、コントローラ 14、具体的にはモータ 12 を制御するモジュール 24 に送信する。

【0092】

同図には、さらに、モータ 12 を制御するモジュール 24 のための (一般的には、コントローラ 14 のための) タイミング信号を生成するように構成されたモジュール (又はクロック) 26 が描かれている。

【0093】

本発明では、さらに、電流センサ 28 および参照電流 I_{ref} を設定するモジュール 30 が設けられている。

【0094】

具体的に述べると、電流センサ 28 は、モータ 12 により実際に吸収される電流 $I(t)$ を測定するように構成されている。

【0095】

変形例として、モータ 12 により実際に吸収される電流 $I(t)$ は、後で図 2 を参照しながら詳述するように、電流センサ 28 をドライバ回路 18 においてモータ 12 と「並列」に接続することによって測定され得る。

【0096】

電流センサ 28 は、測定された吸収される電流 $I(t)$ を、コントローラ 14、具体的には電気モータ 12 の制御モジュール 24 に送信する。

【0097】

従来技術ではモータコントローラ 24 がドライバ回路 18 の制御信号を、本明細書の冒頭で述べた様式のうちの一つのように目標位置 B 及び前記センサ 20 により検出された位置 $x(t)$ のみに基づいて生成するのに対し、本発明では電気モータ 12 を制御するモジュール 24 がドライバ回路 18 の制御信号を前記測定された吸収される電流 $I(t)$ にも基づいて生成する。

【0098】

より詳細に述べると、本発明にかかるコントローラ 14、具体的には前記モータを制御するモジュール 24 は、初期位置 A から目標位置 B へのディレイラ 10 の変位時に二重フィードバック制御 (図 6 を参照のこと) を実行するように構成されている。第 1 の、外部のフィードバックループ 32 では、従来技術と同じように位置 $x(t)$ がフィードバック制御される。第 2 の、内部のフィードバックループ 34 では、モータ 12 により吸収される電流 $I(t)$ がフィードバック制御される。

【0099】

本明細書の冒頭で述べたように、モータ 12 により吸収される電流 $I(t)$ は、当該モータ 12 により供給されるトルクの指標となる。したがって、内部のフィードバックループ 34 は、ディレイラ 10 の変位時にモータ 12 により供給されるトルクが、例えばこうした機械 (または、機械的機構。以下同じ。) を保護するように及び例えば極めて「滑らかな」ディレイラ変位又はギアシフト動作等を実現するように最適化されることを可能にする。

【0100】

図 1 では、タイミング信号 (又はクロック 26) および / または参照電流 I_{ref} の数値および / または目標位置 B が、コントローラ 14 の一部であるモジュールにより実現されるものとして描かれているが、コントローラ 14 の外部に設けられて且つ当該コントローラ 14 に入力を行うものとされてもよい。

【0101】

変形例として、モータコントローラ 24 は、ディレイラ 10 の外部に設けられてもよく、例えば、自転車のギアシフト装置全体のうちの中央コントローラに実現されてもよい。

【0102】

10

20

30

40

50

図 2 は、あくまでも一例に過ぎない特定の一実施形態におけるディレイラ 10 の主要な構成要素に関する電気接続図である。

【0103】

このような実施形態において、モータコントローラ 24 はマイクロコントローラ 36 により実現され、ドライバ回路 18 は Hブリッジ 38 により実現され、電流センサ 28 はこの Hブリッジの下側に接続されたシャント 40 により実現され、位置センサ 20 は第 2 のマイクロコントローラ 21 により実現される。同図には、さらに、モータ 12 も描かれている。

【0104】

マイクロコントローラ（以降、特記しない限り、モータコントローラ 24 を実現するマイクロコントローラ 36 のことを指すものとする）36 への入力のうち、前記センサ 20 により検出された位置 $x(t)$ の入力と、測定された吸収される電流 $I(t)$ の入力とが強調的に描かれている。目標位置 B の入力および参照電流 $I_{ref}(t, y(t))$ の入力も強調的に描かれているが、関連する数値がマイクロコントローラ 36 の内部で算出される場合には、それぞれ不要とされ得る。

【0105】

マイクロコントローラ 36 からの出力のうち、モータ 12 を第 1 の方向に駆動するための、Hブリッジ 38 に向けられた (addressed) 信号 $FW(t)$ の出力と、モータ 12 を前記第 1 の方向とは逆方向の第 2 の方向に駆動するための、Hブリッジ 38 に向けられた (addressed) 信号 $RW(t)$ の出力とが、強調的に描かれている。同図には、さらに、Hブリッジ 38 への対応する入力も強調的に描かれている。

【0106】

Hブリッジ 38 は本質的に従来からのものなので、詳述しない。信号 $FW(t)$ および信号 $RW(t)$ は、PWM（パルス幅変調）型の周知の信号である。Hブリッジ 38 は、スイッチ（図示の場合では、MOSFET により形成されている）の導通状態と遮断状態とを変化させることにより、モータ 12 の端子間に印加される電圧の振幅及び極性が制御されることを可能にする。

【0107】

電流センサ 28 を実現するシャント 40 は、モータ 12 に流れる電流のうちの所定の割合分を引き込むように Hブリッジ 38 の下側に接続されている。

【0108】

好ましくは、測定された電流 $I(t)$ は、処理回路 42 により適切に処理される。図示の場合において、処理回路 42 は、ノイズ除去用の RC フィルタ 44、およびオペアンプ 46 を含む。測定された電流 $I(t)$ は、さらに、マイクロコントローラ 36 によりデジタルフォーマットに変換され得る（場合によっては、デジタルフィルタリング処理され得る）。デジタルフィルタリング処理の場合、RC フィルタ 44 は省略されてもよい。同図には、さらに、電流のバイパス RC フィルタ 45 が描かれているが、省略されてもよい。

【0109】

例えば、測定された吸収される電流 $I(t)$ のフィルタリング処理は、移動平均を算出すること、および / または、位置を複数回読み取って非有意な読み取りについては無視することを含み得る。

【0110】

検出された位置 $x(t)$ は、マイクロコントローラ 36 によりアナログフォーマットに変換され得る（場合によっては、アナログおよび / またはデジタルフィルタリング処理され得る）。

【0111】

例えば、検出された位置 $x(t)$ のフィルタリング処理は、移動平均を算出すること、および / または、位置を複数回読み取って非有意な読み取りについては無視することを含み得る。

【0112】

10

20

30

40

50

位置センサ 20 は、ギヤードモータ 16 の前記出力軸よりもさらに下流側に設けられてもよく、例えば、ディレイラ 10 のリンク機構の構成品のうちの一つに又は前記チェーンガイドに設けられてもよい。

【0113】

以下では、図 3 ~ 図 5 に示す幾つかのフローチャートを参照しながら、本発明にかかる自転車の電子式のギアシフト装置のディレイラ 10 のモータ 12 を制御する方法について説明する。具体的に述べると、この制御方法は、前述したディレイラ 10 で（より具体的には、当該ディレイラ 10 のコントローラ 14 により）実現されることが可能であり、あるいは、当該ディレイラの外部に設けられたコントローラにより実現されることが可能である。

【0114】

図 3 に、外部の（又は上位の）ルーチン 100 を示す。

【0115】

ブロック 102 では、ギヤ比を変更する目的のギアシフト動作指令（あるいは、より一般的に言えば、前記チェーンガイドの変位指令）が受け取られるか又は内部で生成される。

【0116】

前記変位指令を受け取ると、ブロック 104 において、電気モータ 12 についてのおよび / または当該電気モータ 12 に接続された電子部品（特に、ドライバ回路 18）についての統合性チェックが、電気モータ 12 の作動に先立って行われる。このような統合性チェックは、例えば、ドライバ回路 18 の一部の部品に電気的な刺激を行うことにより、当該ドライバ回路 18 のハードウェア部品の機能性及び一般状態を表す信号をその電気的な刺激に対する応答として得るものであり得る。これに代えて、あるいは、これに加えて、前記統合性チェックは、バッテリーの充電状態についてのおよび / または位置センサ 20 の機能性についてのチェックを含み得る。

【0117】

ブロック 106 では、そのような統合性チェックの結果が制御され判断される。

【0118】

電気モータ 12 の作動に先立って前記ハードウェア部品に関する問題が検出された場合には、前記統合性チェックの結果が否定となり（ブロック 106 の出力 = NO）、この場合、ブロック 108 において「変位前異常」が知らされる（または、信号で通知される）（signal）。「変位前異常」を知らせることは、例えば、適切な指示変数（又はフラグ）の状態を設定することによって行われ得る。このフラグは、ディレイラ 10 のコントローラ 14 のうちの又は前記電子式のギアシフト装置における別のコントローラのうちの、例えば適切な対処行動を実施し得る他の制御モジュールにより監視される。

【0119】

つまり、前記ディレイラの変位が実行されずに、本方法が終了する。

【0120】

他方で、前記統合性チェックの結果が肯定の場合（ブロック 106 の出力 = YES）には、ブロック 110 において、ブロック 102 で受け取った指令を実行するためにディレイラ 10 の変位試行へと進む。ブロック 110 については、後で図 4 及び図 5 を参照しながら詳述する。

【0121】

前記ディレイラの前記変位試行の終わりに、ブロック 112 において、目標位置 B に到達したか否かが確認される。好ましくは、ある所定の配置許容範囲を考慮に入れることが可能であり、すなわち、ディレイラ 10 により得られた最終的な位置 $x(t)$ が所望の目標位置 B と比較されて、これら 2 つの位置が同一であるか又は十分に互いに近接しているか否かが確認される。

【0122】

前記変位が全く発生しなかったか又は前記変位が許容範囲外である場合（ブロック 11

10

20

30

40

50

2 の出力 = NO) には、ブロック 1 1 4 において、「変位異常」が知らされて本方法の実行が終了する。「変位異常」は、例えば、電気モータ 1 2 の物理的障害、ハードウェアの故障、ソフトウェア問題等により起こり得る。

【 0 1 2 3 】

他方で、ディレイラ 1 0 の前記変位が正確に行われたか又はディレイラ 1 0 の前記変位がいずれにせよ許容範囲内となったことにより、ブロック 1 1 2 の確認の結果が肯定である場合 (ブロック 1 1 2 の出力 = YES) には、ブロック 1 1 6 において、処理の「成功」が知らされる。

【 0 1 2 4 】

「変位異常」および「成功」は、例えば、それぞれの適切なフラグにより知らされ得る。

10

【 0 1 2 5 】

ブロック 1 1 4 , 1 1 6 のそれぞれの知らせの後、本方法は終了し、前記ディレイラがブロック 1 0 2 でさらなるディレイラ変位指令を受け取るようにセットアップされる。

【 0 1 2 6 】

図 4 は、ディレイラ 1 0 の前述した変位試行のブロック 1 1 0 を詳細に示した、内部ルーチン (又は下位ルーチン) 1 1 0 に関するブロック図である。

【 0 1 2 7 】

図 6 も参照して、ディレイラ 1 0 は、初期位置 A から目標位置 B へと動かされる。図 6 には、後述する幾つかの変数により表された数量 (例えば、長さ) が示されている。

20

【 0 1 2 8 】

初期化ブロック 2 0 2 において、ディレイラ 1 0 の前記変位時に経過した時間を表す、変数 t がゼロにされる。

【 0 1 2 9 】

このような変数 t は、例えば、クロックモジュール 2 6 により生成されるパルスのカウンタにより、所定の時間ベース (例えば、1 ミリ秒) で離散化した時間数値を取るようになり、実現される。

【 0 1 3 0 】

初期化ブロック 2 0 2 では、さらに、目標位置 B へのディレイラ 1 0 の前記変位を完了するための許容最大時間を表す時間制限値 T_{max} の取得が指示される。

30

【 0 1 3 1 】

なお、時間制限値 T_{max} の取得は、実際には一回だけ実行できるものとされてよく、例えば、ディレイラ 1 0 の電源が入れられたときに実行できるものとされてもよい。

【 0 1 3 2 】

次に、ブロック 2 0 4 において、ディレイラ 1 0 の現在位置 $x(t)$ が、例えば図 1 及び図 2 の位置センサ 2 0 により読み取られる (場合によっては、フィルタリング処理される) 。現在位置を表す変数 $x(t)$ は、デジタルでありえ且つ適切に離散化した数値を取るものであり得るか、あるいは、アナログであり得る。

【 0 1 3 3 】

次のブロック 2 0 6 において、残存距離 $y(t)$ が、式 (1) :

40

$$y(t) = B - x(t)$$

に従って算出される。

【 0 1 3 4 】

次のブロック 2 0 8 において、内部のフィードバックループ 3 4 で使用される参照電流 I_{ref} の数値が、例えば図 1 に示す設定モジュール 3 0 等を介して取得される。

【 0 1 3 5 】

参照電流 I_{ref} は、ディレイラ系 1 0 の所望の出力又は設定点を表すものであり、目標位置 B へのディレイラ 1 0 の前記変位時にモータ 1 2 により吸収される、対象体 (desired entity) の駆動トルクに対応する電流値である。この参照電流については、後で図 8 ~ 図 1 4 を参照しながら詳述する。

50

【 0 1 3 6 】

ブロック 2 1 0 において、吸収される電流 $I(t)$ の数値が、例えば図 1 及び図 2 の電流センサ 2 8 等により読み取られる（場合によっては、適切にフィルタリング処理される）。

【 0 1 3 7 】

次に、ブロック 2 1 2 において、誤差 $EPSILON(t)$ が、ブロック 2 0 8 で取得された参照電流 I_{ref} からブロック 2 1 0 で測定された吸収される電流 $I(t)$ を式 (2) :

$$EPSILON(t) = I_{ref} - I(t)$$

に従って減算して算出される。

10

【 0 1 3 8 】

ブロック 2 1 4 において、ディレイラ 1 0 で表される系の制御変数である、電気モータ 1 2 の駆動信号が、前記誤差 $EPSILON(t)$ に基づいて（及び場合によっては上で算出済みの前記残存距離 $y(t)$ に基づいて）生成される。

【 0 1 3 9 】

電圧駆動型の電気モータ 1 2 の場合、前記駆動信号は $V(t)$ で表される。ドライバ回路 1 8 が Hブリッジ 3 8 の形態とされる特定の場合には、前記駆動信号が、より具体的に $RW(t)$, $FW(t)$ で表される。

【 0 1 4 0 】

次のブロック 2 1 6 では、経過した時間 t が時間制限 T_{max} 以上であるか否かが確認される。

20

【 0 1 4 1 】

この確認の結果が否定である場合（ブロック 2 1 6 の出力 = NO）には、ブロック 2 1 8 において、時間変数 t が増加されて、現在位置 $x(t)$ を読み取るブロック 2 0 4 の実行へと戻る。

【 0 1 4 2 】

他方で、前記時間制限が経過している場合（ブロック 2 1 6 の出力 = YES）には、前記ディレイラを変位させる過程（全体が、図 3 のブロック 1 1 0 により表される過程）が終了して図 3 のブロック 1 1 2 へと戻る。

【 0 1 4 3 】

図 5 は、ディレイラ 1 0 の前述した変位試行のブロック 1 1 0 を詳細に示した他のブロック図であり、図 4 に関して説明したものにさらなる制御内容を幾つか追加している。

30

【 0 1 4 4 】

誤差 $EPSILON(t)$ に基づいてモータ 1 2 の前記駆動信号を生成するブロック 2 1 4 と時間制限 T_{max} が経過しているか否かを確認するブロック 2 1 6 との間のブロック 2 2 0 において、残存距離 $y(t)$ がゼロであるか否か、すなわち、目標位置 B に到達したか否かが確認される。

【 0 1 4 5 】

その結果が肯定の場合（ブロック 2 2 0 の出力 = YES）には、本方法が終了する。その結果が否定の場合（ブロック 2 2 0 の出力 = NO）には、時間制限 T_{max} が経過しているか否かを確認する前述したブロック 2 1 6 が実行される。

40

【 0 1 4 6 】

時間制限 T_{max} が経過していない場合には、ブロック 2 1 8 において時間変数 t が増加されて実行が継続される。

【 0 1 4 7 】

他方で、時間制限 T_{max} に達している場合（ブロック 2 1 6 の出力 = YES）には、前記変位がいずれにせよ許容範囲内であるか否かを確認するブロック 1 1 2 が実行される。

【 0 1 4 8 】

その結果が肯定の場合（ブロック 1 1 2 の出力 = YES）には、成功を知らせる前述したブロック 1 1 6 が実行され、その結果が否定の場合（ブロック 1 1 2 の出力 = NO）に

50

は、「変位異常」を知らせる前述したブロック 1 1 4 が実行される。

【0 1 4 9】

ブロック 1 1 4 , 1 1 6 のそれぞれの知らせ（または、信号での通知）（signal）の後、本方法は終了し、ディレイラ 1 0 がブロック 1 0 2 でさらなるディレイラ変位指令を受け取るようにセットアップされる。

【0 1 5 0】

なお、ディレイラ 1 0 を変位させるブロック 1 1 0 が図 5 を参照しながら上述した様式で実行される場合には、ブロック 1 1 2 , 1 1 4 , 1 1 6 が、図 3 に示す上位のルーチン 1 0 0 から省略される。

【0 1 5 1】

この実施形態の利点として、時間制限 T_{max} の満了を必ずしも待たなくてよいので、ディレイラ 1 0 がさらなる変位をより遥かに迅速に行うことができる点が挙げられる。

【0 1 5 2】

なお、少なくともギヤ比の変更を実行するための変位の場合には、チェーンと目標の歯車との実際の係合及び機械の安定化を可能にするために、目標位置 B においてもディレイラ 1 0 の駆動を所与の時間期間のあいだそのまま維持するのが好適であり得る。この場合、図 4 の変形例に従って時間制限 T_{max} のあいだ待機させることは不利にならない。

【0 1 5 3】

なお、ブロック 1 0 8 , 1 1 4 , 1 1 6 の知らせのうちの 1 つ以上が省略されることも可能である。

【0 1 5 4】

図 7 は、本発明の一実施形態における、モータ 1 2 を制御する方法の概略図である。

【0 1 5 5】

同図には、外部のフィードバックループ 3 2 での位置に基づくものと、内部のフィードバックループ 3 4 でのモータ 1 2 により吸収される電流 $I(t)$ に基づくものとの二重フィードバック制御 3 2 , 3 4 が、強調的に描かれている。

【0 1 5 6】

図示の場合では、図 4 又は図 5 のブロック 2 1 4 の制御変数の生成が、PID型のコントローラ 4 8 により実現される。

【0 1 5 7】

周知のとおり、PID型のコントローラ 4 8 は、誤差 $EPSILON(t)$ に対して 3 つの処理、具体的には比例型 P の処理 5 0、微分型 D の処理 5 2 および積分型 I の処理 5 4 を、別々に実行する。PID型のコントローラ 4 8 の 3 つの処理 5 0 , 5 2 , 5 4 のそれぞれの出力は加算ノード 5 6 で合計されて、電気モータ 1 2 の駆動信号 $V(t)$ 又は駆動信号 $RW(t)$, $FW(t)$ をそれぞれ生成する。

【0 1 5 8】

図 7 には、さらに、ブロック 2 1 2 の誤差 $EPSILON(t)$ の算出を実現する減算ノード 5 8、およびブロック 2 0 6 の残存距離 $y(t)$ の算出を実現する減算ノード 6 0 が示されている。

【0 1 5 9】

図 7 には、さらに、参照電流 I_{ref} を算出する関数 F を表す機能ブロック 6 2 が示されている。最も一般的な形態の参照電流 I_{ref} は、ブロック 6 2 への各々の入力で描かれているように、時間変数 t と残存距離 $y(t)$ との両方の関数とされる。同図には、さらに、機能ブロック 6 2 が時間制限 T_{max} を表すパラメータ又は定数を入力として受け取る様子が示されている。

【0 1 6 0】

しかし、後で図 8 ~ 図 1 4 を参照しながら詳述するように、参照電流 I_{ref} が必ずしもブロック 6 2 への入力として描かれている変数やパラメータに依存する関数であるとは限らないので、この機能ブロック 6 2 は厳密には必須でない。 I_{ref} は、定数とされてもよいし、あるいは、ブロック 6 2 への入力として描かれている変数やパラメータのうちの一

10

20

30

40

50

つのみ又は幾つかのみの関数とされてもよい。

【 0 1 6 1 】

以下では、図 8 ～ 図 1 4 を参照しながら、本発明にかかる方法で有利に使用されることが可能な、具体的には図 4 もしくは図 5 のブロック 2 0 8 で表される前記参照電流の数値を取得するという過程のために又は前記参照電流が関数 F として算出される図 7 の機能ブロック 6 2 を実行するために有利に使用されることが可能な、参照電流の幾つかの例について説明する。

【 0 1 6 2 】

図 8 ～ 図 1 4 では、前記参照電流が、当該参照電流 I_{ref} に関する軸のほかにも：

- 前記初期位置からの前記変位の開始から経過した時間 t (初期位置 A を原点 $t = 0$ とする) の独立軸心 ; と、

- 目標位置 B までの残存距離 (または、目標位置からの残存距離。以下同じ。) $y (t)$ (すなわち、初期位置 A から目標位置 B への前記変位途中の現在位置 $x (t)$ と目標位置 B との差分) の独立軸心 ; と、

によって画定される三次元空間内の面 (曲面または平面) により表される。

【 0 1 6 3 】

つまり、前記参照電流は、包括的に関数 $I_{ref} [t , y (t)]$ と表現される。

【 0 1 6 4 】

好ましくは (必須ではないが)、残存距離 $y (t)$ は、初期位置 A から目標位置 B までの総距離に対する百分率で表現される。

【 0 1 6 5 】

時間 t は、適切な測定単位 (典型的には、マイクロ秒又はミリ秒) で表現される。

【 0 1 6 6 】

なお、残存距離 $y (t)$ は時間 t の減少関数であり、初期位置 A で数値 = 1 0 0 % を、目標位置 B で数値 = 0 % を取る。

【 0 1 6 7 】

図 4 及び図 5 のブロック 2 0 8 を実行するごとに、コントローラ 1 4 のモジュール 3 0 は、経過した時間 t の現在値及び残存距離 $y (t)$ の現在値に対応する参照電流 $I_{ref} [t , y (t)]$ の数値を取得する。

【 0 1 6 8 】

また、図 8 ～ 図 1 4 には、考えられ得る「軌道」、すなわち、各時間での前記残存距離及び前記参照電流の対応する数値を表す点の軌跡を表した、1 つの (又は複数の) 曲線が描かれている。

【 0 1 6 9 】

図 8 に、初期位置 A から目標位置 B への前記変位の開始から経過した時間 t と目標位置 B までの残存距離 $y (t)$ との両方から独立した、実際に一定値である参照電流 4 0 0 を示す。

【 0 1 7 0 】

したがって、コントローラ 1 4 のモジュール 3 0 において参照電流 4 0 0 は、次の式 (3) :

$$I_{ref} = K 1$$

に従って一定値 $K 1$ と表されることが可能である。

【 0 1 7 1 】

図 8 の三次元空間では、参照電流 4 0 0 が、次の式 (4) :

$$I_{ref} [t , y (t)] = K 1$$

に従って、経過した時間 t の軸と残存距離 $y (t)$ の軸とに平行な平面で表される。

【 0 1 7 2 】

例的な軌道 4 0 2 は、 $t = 0$, $y (0) = 1 0 0 \%$, $I_{ref} (0 , 1 0 0 \%) = K 1$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が一定であると仮定しているので、この軌道は、 $t = T 1$, $y (T 1) = 0 \%$, $I_{ref} (T 1 , 1 0 0 \%) = K 1$ の

10

20

30

40

50

座標を有する目標位置 B まで、参照電流 I_{ref} を表す平面上の直線 404 に沿って進む。

【0173】

目標位置 B に到達すると、モータ 12 の励磁が停止される。

【0174】

一例として、この場合では、時間制限 T_{max} の満了前に目標位置 B に到達し、かつ、その時間制限 T_{max} が満了するまでモータ 12 の駆動がそのまま維持されるものとする。

【0175】

そのため、軌道 402 は、目標位置 B を表す点から $t = T_{max}$, $y(T_{max}) = 0\%$, $I_{ref}(T_1, 0\%) = K_1$ の座標を有する点までの第 2 の直線 406 を含む。

【0176】

このような参照関数（参照電流の関数等）は、単純であるにもかかわらず、せいぜい目標位置までの残存距離に基づいてモータの駆動電圧のフィードバック制御を提供する程度である従来技術における典型的な制御よりも、ディレイラ 10 の高い性能を実現することが既に可能である。

【0177】

前記変位の開始からの時間制限 $t = T_{max}$ 後は、目標位置 B に到達したか否かにかかわらず（すなわち、残存距離 $y(T_{max})$ がゼロであるか否かにかかわらず）モータ 12 への電力供給が停止されると、都合がよい。

【0178】

より詳細に述べると、つまり、コントローラ 14 のモジュール 30 において参照電流 400 は、次の式（5）：

$$\begin{aligned} I_{ref}[t, y(t)] &= K_1, & 0 \leq t \leq T_{max} \\ I_{ref}[t, y(t)] &= 0, & t > T_{max} \end{aligned}$$

に従って一定値 K_1 で表されることが可能である。

【0179】

例的な軌道 410 は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{ref}(0, 100\%) = K_1$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が極めて低速であると仮定しているので、この軌道は、 $t = T_{max}$, $y(T_{max}) = 90\%$, $I_{ref}(T_{max}, 90\%) = K_1$ の座標を有する位置 C まで、前記残存距離の軸とほぼ垂直な直線 412 に沿って進む。そのため、一旦時間制限 T_{max} が満了すると、目標位置 B には到達していないが、い

【0180】

なお、図 8 の例的な場合では、時間 t が経過するにつれて実行の反復ごとに参照電流 I_{ref} の数値の取得ブロック 208（図 4、図 5）が必ずしも行われる必要はなく、むしろ、一回だけ行われるものとされてもよい。

【0181】

ディレイラ 10 のモータ 12 のより高精度な制御を提供するために、初期位置 A から目標位置 B への前記変位の開始から経過した時間 t の関数である参照電流 I_{ref} が設けられることも可能である。

【0182】

この構成によれば、参照電流 I_{ref} （又は所望の吸収される電流）について経時的な所定のプロファイルを定めることができるので、前記フィードバック制御 34 により、実際に吸収される電流 $I(t)$ 及びモータ 12 により実際に供給されるトルクについて、そのような所定のプロファイルに相当するか又はいずれにせよこれに近付くトレンドを定めることが可能となる。

【0183】

つまり、コントローラ 14 のモジュール 30 において参照電流 I_{ref} は、次の一般式（

10

20

30

40

50

6) :

$$I_{ref} = I_{ref}(t)$$

で表されることが可能である。

【0184】

図9の三次元空間では、参照電流450が、前記残存距離の軸に対して不変の曲線、すなわち、次の式(7) :

$$I_{ref}[t, y(t)] = I_{ref}(t)$$

に従って $(t; I_{ref})$ 平面上に、残存距離に対して、不変の射影を形成する曲線で表される。

【0185】

10

図9に、初期位置Aから目標位置Bへの前記変位の開始から経過した時間tの関数である例的な参照電流450を示す。

【0186】

好ましくは、時間tの関数である参照電流450は、図示のように単調増加トレンドを有する。

【0187】

この構成によれば、モータ12により供給されるトルクが一様に増加するので、ディレイラ10の機械への負担が抑えられる。

【0188】

より詳細に述べると、参照電流450は、次の式(8) :

20

$$I_{ref}[t, y(t)] = K2^{*} \sqrt{t} \quad , \quad 0 \leq t \leq T_{max}$$

$$I_{ref}[t, y(t)] = 0 \quad , \quad t > T_{max}$$

(式中、 \sqrt{z} はzの平方根を指す。)

に従って初期位置Aからの前記変位の開始から経過した時間tの逆二次関数として定められる。

【0189】

なお、この場合においても(後述する場合も然りであるが)時間制限 T_{max} が設けられるのが好ましいが、これは厳密には必須でない。

【0190】

30

例的な軌道452は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{ref}(0, 100\%) = 0$ の座標を有する初期位置Aから始まる。図示の場合では変位速度が一定であると仮定しているので、この軌道は、 $t = T2$, $y(T2) = 0\%$, $I_{ref}(T2, 0\%) = K2^{*} \sqrt{t}(T2)$ の座標を有する目標位置Bまで、前記参照電流を表す曲線上を曲線454に沿って進む。

【0191】

一旦目標位置Bに到達すると、この軌道は直線456に沿って進むと共にモータ12の励磁がその時の T_{max} まで停止される。

【0192】

そのような位置までは、モータ12のトルクの滑らかな増加が実現される。

【0193】

40

図10に示す他の例では、参照電流 I_{ref} のトレンド(したがって、供給されるトルクのトレンド)として、前記変位のうちの最初の時間期間において増加してから、目標位置Bが近付くにつれて減少するといったトレンドを設けることが可能である。

【0194】

より詳細に述べると、参照電流500は、次の式(9) :

$$I_{ref}[t, y(t)] = -K3^{*} t^2 + K3 T_{max}^{*} t \quad , \quad 0 \leq t \leq T_{max}$$

$$I_{ref}[t, y(t)] = 0 \quad , \quad t > T_{max}$$

(式中、 z^2 はzの二乗を指す。)

に従って初期位置Aからの前記変位の開始から経過した時間tの二次(又は放物線)関数として定められる。

50

【 0 1 9 5 】

なお、この場合においても（後述する場合も然りであるが）時間制限 T_{\max} が設けられるのが好ましいが、これは厳密には必須でない。

【 0 1 9 6 】

例的な軌道 5 0 2 は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{\text{ref}}(0, 100\%) = 0$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では、この軌道が、前記参照電流が最大となる数値 K 4 を持つ位置 D まで、前記参照電流を表す曲線上を上昇曲線 5 0 4 に沿って進む。その後、この軌道は、 $t = T_{\max}$, $y(T_{\max}) = 20\%$, $I_{\text{ref}}(T_{\max}, 20\%) = 0$ の座標を有する位置 E まで、前記参照電流を表すその曲線上を下降曲線 5 0 6 に沿って進む。つまり、一旦時間制限 T_{\max} が満了しても目標位置 B には到達していないが、いず

10

【 0 1 9 7 】

好適な場合において、前記式 (9) は、次のより具体的な式 (9') :

$$\begin{aligned} I_{\text{ref}}[t, y(t)] &= -K_3 \cdot t^2 + 2 \cdot t, & 0 \leq t \leq T_{\max} \\ I_{\text{ref}}[t, y(t)] &= 0, & t > T_{\max} \end{aligned}$$

に置き換えられる。

【 0 1 9 8 】

詳細に図示しないさらなる他の例では、参照電流 I_{ref} のトレンド（したがって、供給されるトルクのトレンド）として、前記変位のうちの最初の時間期間において増加してから、一定となった後、目標位置 B が近づくにつれて減少するといったトレンドを設けることが可能である。

20

【 0 1 9 9 】

ディレイラ 1 0 のモータ 1 2 の十分高精度な制御を提供する他の手法として、目標位置 B までの残存距離 $y(t)$ の関数である（ただし、初期位置 A から目標位置 B への前記変位の開始から経過した時間 t の一次関数ではない）参照電流 I_{ref} を設けることが挙げられる。

【 0 2 0 0 】

この構成によれば、実際に吸収される電流により少なくとも接近（または近似）される参照電流 I_{ref} （又は所望の吸収される電流）のプロファイルが、空間内で予め定められる。例えば、供給されるトルクのトレンドとして、前記変位のうちの最初の部分において増加してから、一定となった後、前記目標位置が近づくにつれて減少するといったトレンドを設けることも可能となる。

30

【 0 2 0 1 】

したがって、コントローラ 1 4 のモジュール 3 0 において前記参照電流は、次の一般式 (1 0) :

$$I_{\text{ref}} = I_{\text{ref}}(y(t))$$

で表されることが可能である。

40

【 0 2 0 2 】

図 1 1 の三次元空間では、参照電流 5 5 0 が、時間軸に対して不変の曲線、すなわち、次の式 (1 1) :

$$I_{\text{ref}}[t, y(t)] = I_{\text{ref}}(y(t))$$

に従って $(y(t); I_{\text{ref}})$ 平面上に、時間 t に対して、不変の射影を形成する曲線で表される。

【 0 2 0 3 】

図 1 1 に、目標位置 B までの残存距離 $y(t)$ の関数である例的な参照電流 5 5 0 を示す。

【 0 2 0 4 】

50

好ましくは、前記残存距離の関数である参照電流 550 は、図示のように単調増加トレンドを有する（したがって、目標位置 B が近付くにつれて滑らかに減少する）。

【0205】

図 9 に関して説明した場合と同じように、モータ 12 により供給されるトルクが一樣に増加するので、ディレイラ 10 の機械への負担が抑えられる。

【0206】

より詳細に述べると、参照電流 550 は、次の式 (12) :

$$\begin{aligned} I_{ref}[t, y(t)] &= K5 \cdot \sqrt{y(t)}, & 0 \leq t \leq T_{max} \\ I_{ref}[t, y(t)] &= 0, & t > T_{max} \end{aligned}$$

に従って残存距離 $y(t)$ の逆二次関数として定められる。

10

【0207】

例的な軌道 552 は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{ref}(0, 100\%) = K5 \cdot \sqrt{100\%}$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が一定であると仮定しているため、この軌道は、 $t = T4$, $y(T4) = 0\%$, $I_{ref}(T4, 0\%) = 0$ の座標を有する目標位置 B まで、参照電流 I_{ref} を表す曲線上を曲線 554 に沿って進む。

【0208】

一旦目標位置 B に到達すると、この軌道は直線 556 に沿って進むと共にモータ 12 の励磁がその時の (instant) T_{max} まで停止される。

【0209】

20

そのような位置までは、モータ 12 のトルクの滑らかな増加が実現される。

【0210】

図 12 に、目標位置 B までの残存距離 $y(t)$ の関数である他の例的な参照電流 600 を示す。なお、独立軸が図 8 ~ 図 11 とは反転（または回転）している点に注意されたい。

【0211】

この例的な関数は、参照電流 600 の最大値がモータ 12 により供給可能な最大電流のうちの所定の百分率に等しいものとされている点で、図 11 に示す例的な関数と異なる。

【0212】

モータ 12 をトルク制限することにより、ディレイラ 10 の機械で生成される力の最大値が制限されて、これにより当該機械への過度の負担を避けることができる。

30

【0213】

より詳細に述べると、図 12 に示す参照電流 600 は、次の式 (13) :

$$\begin{aligned} I_{ref}[t, y(t)] &= \max(K6 \cdot \sqrt{y(t)}; K7 \cdot I_{max}), & 0 \leq t \leq T_{max} \\ I_{ref}[t, y(t)] &= 0, & t > T_{max} \end{aligned}$$

に従って表現される。ここで、関数 $\max(A; B)$ は、A と B のうちの大きい方を出力する。

【0214】

所定の百分率 K7 は、例えば、モータ 12 により供給されることが可能な最大電流 I_{max} の 50% とされ得る。

40

【0215】

例的な軌道 602 は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{ref}(0, 100\%) = K7 \cdot I_{max}$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が一樣に増加すると仮定しているため、この軌道は、初期位置 A と目標位置 B との間の $t = T5$, $y(T5) = 40\%$, $I_{ref}(T5, 40\%) = K6 \cdot \sqrt{40\%} = K7 \cdot I_{max}$ の例的な座標を有する途中位置 F (式中、 $F - B$ は、この途中位置 F から目標位置 B までの残存距離である。) まで、参照電流 600 の最大値を表す平面上の曲線 604 に沿って進む。

【0216】

その後、この例的な軌道 602 は、 $t = T6$, $y(T6) = 0\%$, $I_{ref}(T6, 0\%$

50

) = $K 6^* s q r t (0 \%)$ の座標を有する目標位置 B まで、 $K 6^* s q r t (y(t))$ で表現される逆二次曲線の線 606 に沿って引き続き進む。

【0217】

一旦目標位置 B に到達すると、この軌道は直線 608 に沿って進むと共にモータ 12 の励磁がその時の T_{max} まで停止される。

【0218】

ディレイラ 10 のモータ 12 の極めて高精度な制御を提供するために、初期位置 A から目標位置 B までの前記変位の開始から経過した時間 t と目標位置 B までの残存距離 $y(t)$ との両方の関数である参照電流 I_{ref} を設けることが可能である。

【0219】

この構成によれば、実際に吸収される電流 $I(t)$ により少なくとも接近（または近似）される参照電流 I_{ref} （又は所望の吸収される電流）のプロファイルが、経時的に予め定められるが、空間内で最適に適応化される。例えば、供給されるトルクのトレンドとして、前記変位のうちの最初の時間期間において増加してから、一定となった後、目標位置 B が近付くにつれて減少するといったトレンドを設けることが可能となる。

【0220】

つまり、コントローラ 14 のモジュール 30 において参照電流 I_{ref} は、次の一般式 (14) :

$$I_{ref} = I_{ref}(t, y(t))$$

で表されることが可能である。

【0221】

図 13 の三次元空間では、参照電流 650 が、時間軸 t に対しても残存距離軸 $y(t)$ に対しても不変でない（ただし、いずれかの軸に対して不変である部分を含み得る）曲線で表される。つまり、参照電流 650 は、時間軸 t および残存距離軸 $y(t)$ の両方に沿って変化する関数である曲線で表される。

【0222】

図 13 に、経過した時間 t と目標位置 B までの残存距離 $y(t)$ との両方の関数である例的な参照電流 650 を示す。なお、図 12 と同じく独立軸が図 8 ~ 図 11 とは反転（または回転）している点に注意されたい。

【0223】

好ましくは、参照電流 650 は、図示のように、時間 t と共に単調増加し、残存距離 $y(t)$ に対して不変な最初のトレンドと、残存距離 $y(t)$ と共に単調増加する（したがって、目標位置 B が近付くにつれて単調減少する）、時間 t に対して不変な最後のトレンドとを有する。さらに、この場合においても、参照電流 650 の最大値が、モータ 12 により供給可能な最大電流のうちの所定の百分率に等しいものとされる。

【0224】

より詳細に述べると、参照電流 650 は、最初の部分ではランプ関数、最後の部分では残存距離 $y(t)$ の逆二次関数として定められるほか、次の式 (15) :

$$I_{ref}[t, y(t)] = \max(K 8^* t; K 9^* I_{max}), \quad 0 \leq t \leq T 7$$

$$I_{ref}[t, y(t)] = \max(K 10^* s q r t(y(t)); K 9^* I_{max}), \quad T 7 \leq t \leq T_{max}$$

$$I_{ref}[t, y(t)] = 0, \quad t > T_{max}$$

に従ってさらに制限される。

【0225】

例的な軌道 652 は、 $t = 0, y(0) = 100\%$ 、 $I_{ref}(0, 100\%) = 0$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が初めは一定であると仮定しているので、この軌道は、初期位置 A と目標位置 B との間の $t = T 7, y(T 7) = 30\%$ 、 $I_{ref}(T 7, 30\%) = K 9^* I_{max}$ の例的な座標を有する途中位置 G まで、参照電流 650 の上昇ランプを表す平面上の直線 654 に沿って進む。

【0226】

10

20

30

40

50

この軌道 6 5 2 は、前記途中位置 G と目標位置 B との間の $t = T_8$, $y(T_8) = 20\%$, $I_{ref}(T_8, 20\%) = K10^*sqrt(20\%) = K9^*I_{max}$ の例的な座標を有する途中位置 H まで、参照電流 6 5 0 の最大値を表す平面上の直線 6 5 6 に沿って進む。

【0227】

その後、この例的な軌道 6 5 2 は、 $t = T_9$, $y(T_9) = 0\%$, $I_{ref}(T_9, 0\%) = 0$ の座標を有する目標位置 B まで、 $K10^*sqrt(y(t))$ で表現される逆二次曲線の線 6 5 8 に沿って引き続き進む。

【0228】

一旦目標位置 B に到達すると、この軌道は直線 6 6 0 に沿って進むと共にモータ 1 2 の励磁がその時の T_{max} まで停止される。

【0229】

図 1 4 に、経過した時間 t と残存距離 $y(t)$ との両方の関数である他の例的な参照電流 7 0 0 を示す。

【0230】

具体的に述べると、参照電流 7 0 0 は、前記変位時の所定の時間期間のあいだ、具体的には前記変位のうちの最初の時間期間において、一定値を有する。この構成によれば、予め定められた様式で前記変位を開始するか又は開始することを試み、前記機械の反応についての評価を前記変位のうちの第 2 の部分に委ねることが可能となる。

【0231】

前記一定値は、前記変位のうちの残りの部分においての参照電流 7 0 0 の可能最大値に対する、途中値とされる。

【0232】

この構成によれば、前記所定の時間期間の終わりに、一般的に、参照電流 7 0 0 の数値の突然の変化（特に、参照電流 7 0 0 の突然の上昇）が設けられ、このような変化又は上昇は、前記機械の運動に対する一時的な障害の突破を図るためのトルクブーストが設けられることを可能にする。

【0233】

前記変位のうちの前記第 2 の部分では、一例として、残存距離 $y(t)$ の平均二次関数が設けられる。

【0234】

より詳細に述べると、参照電流 7 0 0 は、次の式 (16) :

$$\begin{aligned} I_{ref}[t, y(t)] &= K11, & 0 \leq t < T10 \\ I_{ref}[t, y(t)] &= K12^*sqrt(y(t)), & T10 \leq t < T_{max} \\ I_{ref}[t, y(t)] &= 0, & t \geq T_{max} \end{aligned}$$

(式中、 $K11$ は、当該参照電流の可能最大値 $K12^*sqrt(100\%)$ に対する途中値である。)に従って、最初の部分では一定として、最後の部分では残存距離 $y(t)$ の逆二次関数として定められる。

【0235】

例的な軌道 7 0 2 は、 $t = 0$, $y(0) = 100\%$, $I_{ref}(0, 100\%) = K11$ の座標を有する初期位置 A から始まる。図示の場合では変位速度が初めは一様に増加すると仮定しているので、この軌道は、初期位置 A と目標位置 B との間の $t = T10$, $y(T10) = 30\%$, $I_{ref}(T10, 30\%) = K11$ の例的な座標を有する途中位置 L まで、前記途中値である一定値の前記参照電流 7 0 0 を表す平面上の曲線 7 0 4 に沿って進む。

【0236】

その後、この軌道 7 0 2 は、参照電流 7 0 0 の突然の変化、具体的には突然の上昇 7 0 6 を生じて、途中位置 M で数値 $I_{ref}(T10, 30\%) = K12^*sqrt(30\%)$ となる。このようにして、モータ 1 2 は、ディレイラ 1 0 の前記機械の運動に対する一時的な障害の突破を図るためのトルクブースト（またはトルク補償）を提供する。

【0237】

10

20

30

40

50

その後、この例的な軌道 702 は、 $t = T11$, $y(T11) = 0\%$, $I_{ref}(T11, 0\%) = 0$ の座標を有する目標位置 B まで、 $K12 \cdot \sqrt{y(t)}$ で表現される逆二次曲線の曲線 708 に沿って引き続き進む。

【0238】

目標位置 B に到達すると、この軌道は直線 710 に沿って進むと共にモータ 12 の励磁がその時の T_{max} まで停止される。

【0239】

当業者であれば、初期位置 A から目標位置 B への前記変位のうちの様々な部分についてこれまで提示してきた例的な各種関数同士を互いに多種多様に組み合わせることが可能であり、これにより、既述した有利な効果が得られることを理解するであろう。

10

【0240】

当業者であれば、さらに、初期位置 A から目標位置 B への前記変位のうちの様々な部分についてこれまで提示してきた例的な各種関数に変更が施されてもよく、原則として参照電流 I_{ref} がどのようなトレンドに沿って進むものとされてもよいことを理解するであろう。

【0241】

具体的に述べると、参照電流 I_{ref} を記述する関数のうちの平坦な又は曲線状の領域として、軸に対して狭義単調であるトレンドを有する領域を図示してきたが、そのようなトレンドは単調であっても狭義単調でない (not strictly) ものとされてもよい。

20

【0242】

参照電流 I_{ref} を記述する関数として、3 つ以下の領域に分けられる関数を図示してきたが、これは絶対的な制約ではなく、参照電流 I_{ref} はどのような複雑な関数に従って確立されるものとされてもよい。

【0243】

さらに、参照電流 I_{ref} を記述する関数を式で表現してきたが、これは絶対的な要件ではなく、参照電流 I_{ref} は一点ごとに例えばルックアップテーブル等で定められるものとされてもよい。

【0244】

当業者であれば、電気モータ 12 を電圧駆動する信号に代えて、当該電気モータ 12 が電流駆動されるものとされてよいことを理解するであろう。

30

【0245】

これまでに、発明態様の様々な実施形態を説明してきたが、本発明の範疇から逸脱しない範囲でさらなる変更が施されてもよい。各種構成要素の形状および / または寸法および / または位置および / または向きが変更されてもよい。一つの構成要素の機能が、複数の構成要素によって実行されるものとして変更されてもよいし、その逆も然りである。図面において互いに直接接続または直接接触している構成要素間には、介在する構造が存在していてもよい。また、ある図面に示された詳細および / またはある図面若しくはある実施形態を参照しながら詳述した内容は、別の図面または別の実施形態にも適用可能である。また、同じ図面に示された詳細の全てまたは同じ文脈で説明されている詳細の全てが、必ずしも同じ実施形態内に存在していなければならないわけではない。単独で若しくは他の構成との組合せで従来技術に照らして革新的であることが判明した構成又は態様については、本明細書において革新的であると明示されているものとは別に、それら自体も革新的であると記載されているものと見なされるべきである。

40

【図 1】

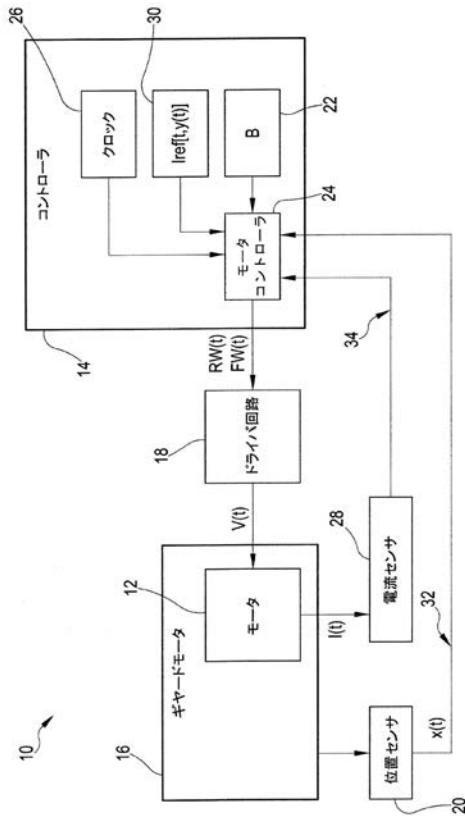


FIG.1

【図 2】

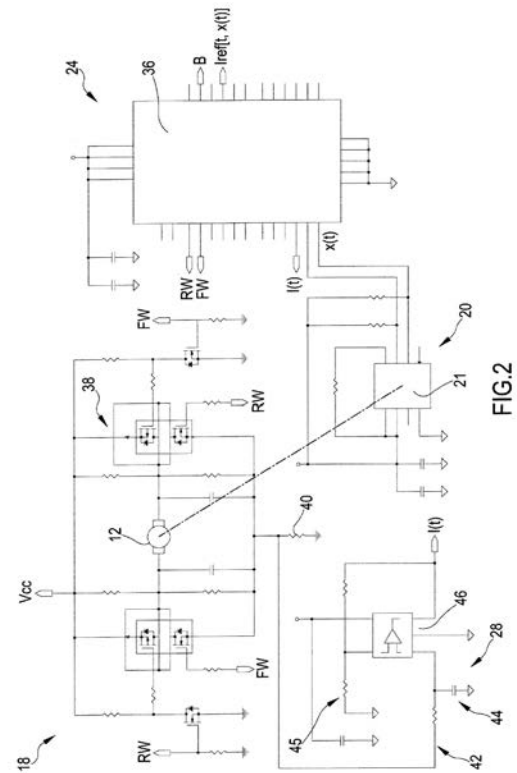


FIG.2

【図 3】

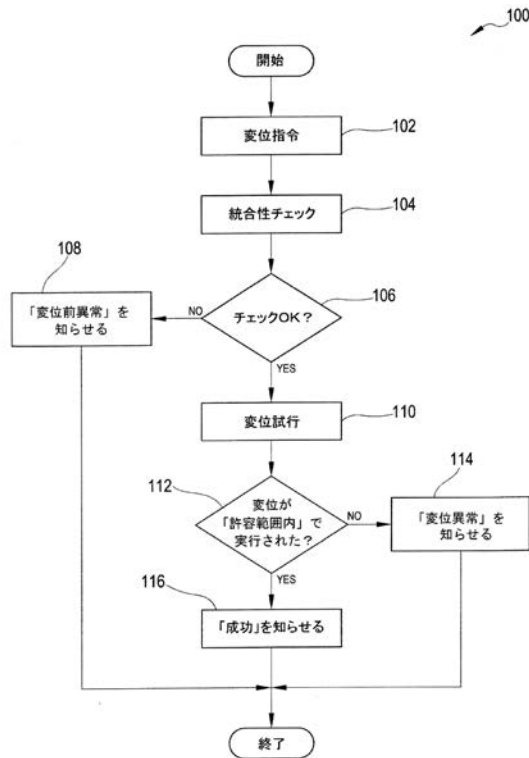


FIG.3

【図 4】

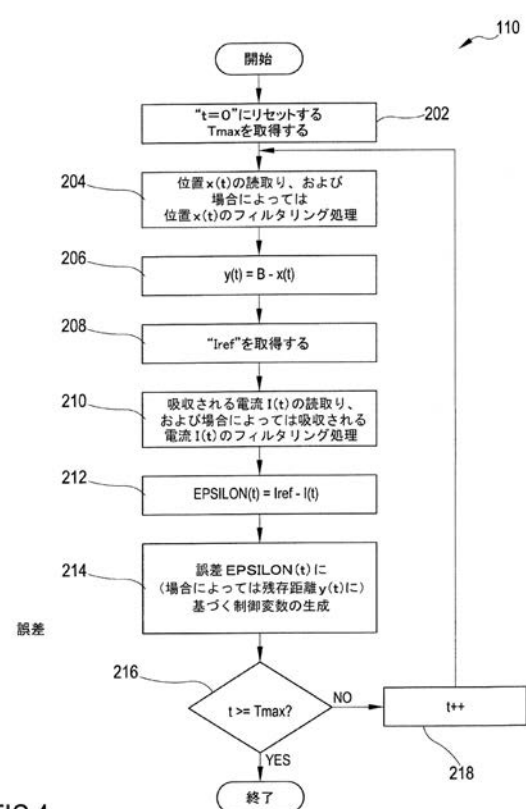
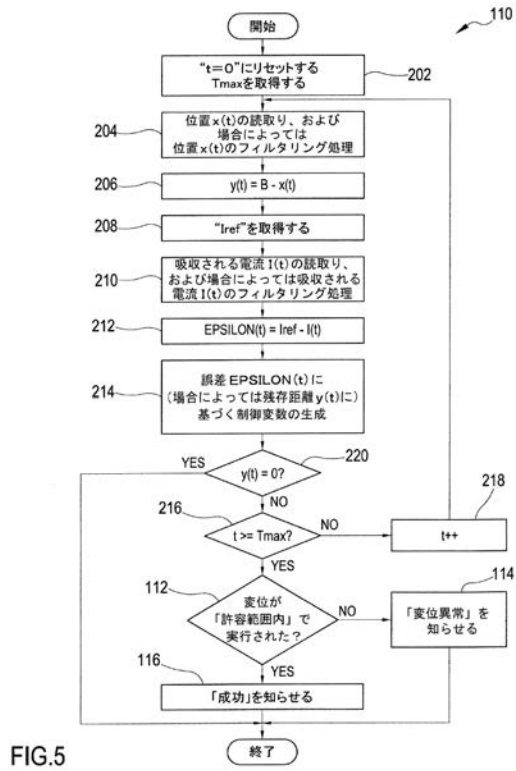
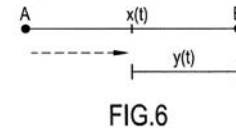


FIG.4

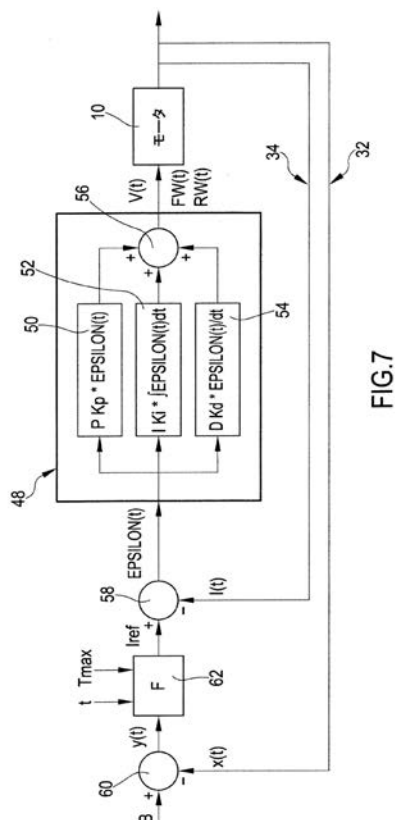
【 図 5 】



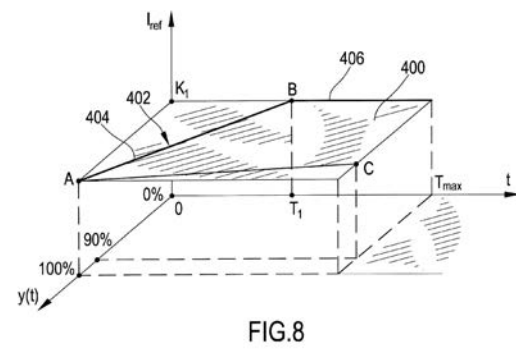
【 図 6 】



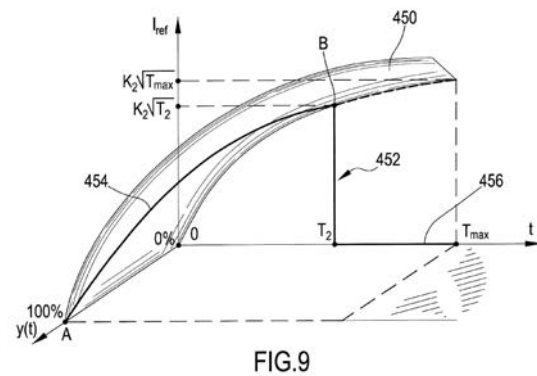
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【図 10】

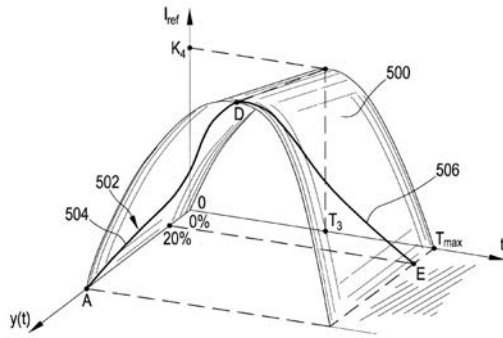


FIG.10

【図 12】

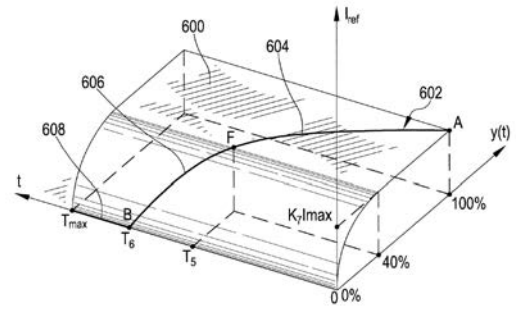


FIG.12

【図 11】

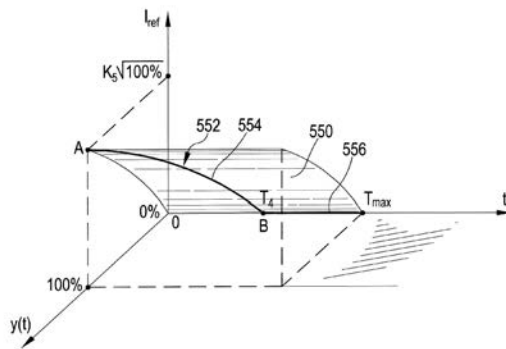


FIG.11

【図 13】

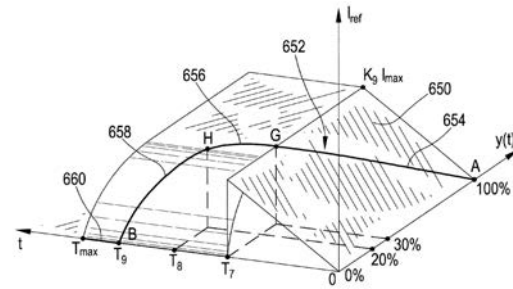


FIG.13

【図 14】

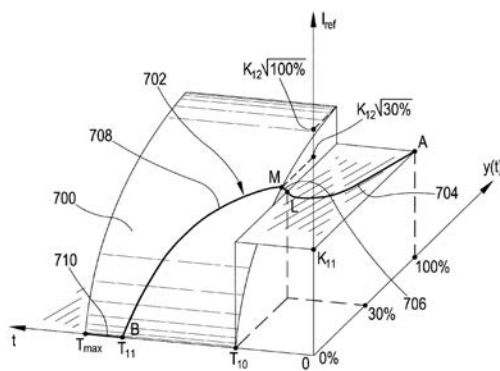


FIG.14

フロントページの続き

(74)代理人 100144082

弁理士 林田 久美子

(74)代理人 100154771

弁理士 中田 健一

(74)代理人 100155963

弁理士 金子 大輔

(74)代理人 100150566

弁理士 谷口 洋樹

(72)発明者 ミリヨランツァ・フェデリコ

イタリア国, アイ - 3 6 0 1 5 ヴィセンツァ, シオ, ヴィア ヴィコロ ドン ピオ ベンツォ
, 8 / 1

F ターム(参考) 5H501 AA20 GG02 GG05 JJ23 JJ24 JJ26 LL22 LL36 LL51 MM09
PP02

【外国語明細書】

2018070139000001.pdf

2018070139000002.pdf

2018070139000003.pdf

2018070139000004.pdf