

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5920909号
(P5920909)

(45) 発行日 平成28年5月18日(2016.5.18)

(24) 登録日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(51) Int.Cl.	F 1
G 0 5 B 11/36 (2006.01)	G 0 5 B 11/36 L
F 0 1 D 17/10 (2006.01)	F 0 1 D 17/10 G
G 0 5 B 11/28 (2006.01)	G 0 5 B 11/28
H 0 2 P 7/06 (2006.01)	H 0 2 P 7/06 B

請求項の数 10 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2011-113450 (P2011-113450)
(22) 出願日	平成23年5月20日 (2011.5.20)
(65) 公開番号	特開2011-258192 (P2011-258192A)
(43) 公開日	平成23年12月22日 (2011.12.22)
審査請求日	平成26年5月12日 (2014.5.12)
(31) 優先権主張番号	12/784, 657
(32) 優先日	平成22年5月21日 (2010.5.21)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(72) 発明者	ロイ・アンソニー・カーター アメリカ合衆国、バージニア州、セーラム 、ロアノーク・ブルバード、1501番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PWM制御により双方向サーボアクチュエータを制御するためのシステム、方法、及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アクチュエータを通る双方向駆動電流を制御するための方法であって、
方向制御信号 (502、520、608) を受信するステップと、
前記方向制御信号 (502、520、608) を受信することに少なくとも部分的に基づいてアクチュエータ (512、618) を通る少なくとも1つのスイッチング可能な正 (534、620) 電流経路及び少なくとも1つのスイッチング可能な負 (536、622) 電流経路を確立するように1つ又は複数のデバイス (508、526、610、612、614、616) を操作するステップと、
交流スイッチト励磁信号 (228) を生成し、前記アクチュエータ (512、618) に少なくとも間接的に接続された位置センサの励磁巻線を介して送るステップと、
前記スイッチト励磁信号 (228) を、前記位置センサに関連付けられた感知巻線に結合するステップと、
前記アクチュエータ (512、618) 又は前記結合されたスイッチト励磁信号 (228) に関連付けられた電流 (538、540、617、619) に少なくとも基づいて電流フィードバック (504、522) 又は励磁信号フィードバック (236) を送るステップと、
前記電流フィードバック (504、522) 又は励磁信号フィードバック (236) に少なくとも部分的に基づいて前記電流 (538、540、617、619) をヒステリシス PWM制御するステップと

を含み、

前記正電流経路（620）が、第1のスイッチングデバイス（610）及び第4のスイッチングデバイス（616）を含み、

前記電流（617、619）をヒステリシスPWM制御するステップが、

前記第1のスイッチングデバイス（610）が前記電流を制御するステップと、

前記第1のスイッチングデバイス（610）が前記電流を制御する間に、前記第4のスイッチングデバイス（616）が常時「ON」にするステップと、

を含む、

方法。

【請求項2】

10

前記電流（538、540、617、619）をヒステリシスPWM制御するステップが、前記電流フィードバック（504、522）又は前記励磁信号フィードバック（236）とパルス幅変調信号（502、520）との比較結果にさらに基づく請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記負電流経路（622）が、第2のスイッチングデバイス（614）及び第3のスイッチングデバイス（612）を含み、

前記電流（617、619）をヒステリシスPWM制御するステップが、第1のスイッчингデバイス（610）及び第4のスイッчингデバイス（616）が開成状態にあり、前記第2のスイッчингデバイス（614）がパルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて前記電流を制御する間に、前記第3のスイッчингデバイス（612）を常時「ON」とするステップを含む、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記負電流経路（622）が、第2のスイッчингデバイス（614）及び第3のスイッчингデバイス（612）を含み、

少なくとも1つの正電流経路（534）又は少なくとも1つの負電流経路（536）を確立するように1つ又は複数のデバイス（508、526）を操作するステップが、少なくとも前記第1及び第2のスイッчингデバイス（610、614）を調整することを含み、前記前記第1及び第2のスイッчингデバイス（610、614）のうちの少なくとも1つが常に開成状態にある請求項1乃至3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

30

前記電流（538、540、617、619）をヒステリシスPWM制御するステップが、少なくとも1つの正電流経路（534、620）又は少なくとも1つの負電流経路（536、622）に関連付けられた少なくとも1つのスイッチ（508、526、610、612、614、616）を制御することを含む請求項1乃至4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

前記電流（538、540、617、619）をヒステリシスPWM制御するステップが、パルス幅変調を使用して前記第4のスイッчингデバイス（616）を制御することを含む請求項1乃至5のいずれかに記載の方法。

40

【請求項7】

前記アクチュエータ（512、618）がタービンに配置された弁に関連するアクチュエータであり、

少なくとも1つの正電流経路（534、620）又は少なくとも1つの負電流経路（536、622）を確立するように1つ又は複数のデバイス（508、526、610、612、614、616）を操作するステップが、2つの相互排他的な電流経路（534、536：620、622）をアクチュエータ（512、618）と接続することを含む請求項1乃至6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】

双方向駆動電流（538、540、617、619）を制御するためのシステムであって

50

、
アクチュエータ(618)と、

励磁巻線及び感知巻線を含む位置センサと、

少なくとも1つの電源(509、527、602)と、

前記アクチュエータ(618)を通る少なくとも1つの正電流経路(534、620)及び少なくとも1つの負電流経路(536、622)と、

コントローラ(102)と

を備え、

前記コントローラが、

交流スイッチト励磁信号(228)を生成し、前記アクチュエータの位置に比例する信号
强度と共に前記感知巻線に結合される該交流スイッチト励磁信号(228)を前記位置センサの前記励磁巻線を介して送るステップと、

10

前記アクチュエータ(512、618)又は前記結合されたスイッチト励磁信号(228)に関連付けられた電流(538、540、617、619)に少なくとも基づいて電流フィードバック(504、522)又は励磁信号フィードバック(236)を送るステップと、

前記電流フィードバック(504、522)又は励磁信号フィードバック(236)に少なくとも部分的に基づいて前記電流経路(534、536、620、622)を操作し、電流(538、540、617、619)をヒステリシスPWM制御するように構成されており、

20

前記正電流経路(620)が、第1のスイッチングデバイス(610)及び第4のスイッチングデバイス(616)を含み、前記第1のスイッチングデバイス(610)がパルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて前記電流を制御する間に、前記第4のスイッチングデバイス(616)が常時「ON」となる、

ことを特徴とする、システム。

【請求項9】

前記アクチュエータ(512、618)がタービンに配置された弁に関連するアクチュエータであり、

前記コントローラ(102)が、前記電流フィードバック(504、522)又は前記励磁信号フィードバック(236)とパルス幅変調信号(502、520)との比較結果に基づいて前記電流経路(534、536、620、622)を操作し、電流(617、619)をヒステリシスPWM制御するようにさらに構成される請求項8記載のシステム。

30

【請求項10】

前記負電流経路(622)が、第2のスイッチングデバイス(614)及び第3のスイッチングデバイス(612)を含み、前記第2のスイッチングデバイス(614)がパルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて前記電流を制御する間に、前記第3のスイッチングデバイス(612)が常時「ON」となる、

請求項8または9に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、サーボコントローラに関し、より詳細には、双方向サーボアクチュエータを制御することに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン及び蒸気タービンでは、タービンのさまざまな構成部品に関連付けられたアクチュエータを制御するためにサーボを利用する。アクチュエータは、典型的には、燃料弁、速度比弁、コンプレッサベーン、及びタービンシステム内の空気と燃料の流れを制御するための他の機構を駆動する。サーボアクチュエータの位置を制御するために、正確

50

且つ制御された量の D C 電流（典型的には、最大 $\pm 200 \text{ mA}$ まで）がアクチュエータのコイルに流れ、この電流は、部分的には、機構又はアクチュエータに結合されているトランステューサからのフィードバックに基づくものとすることができます。従来のサーボコントローラは、線形バッファ又は線形増幅器を使用してアクチュエータに駆動電流を供給することができ、したがって、駆動電子機器から発生する過剰な熱を放散するために、一般に大きなヒートシンクを必要とする。

【0003】

多くのタービンにおいて、各種の弁及びペーンの制御に油圧アクチュエータが使用されている。油圧アクチュエータ、弁、又はペーンの位置は、レゾルバ、線形可変差動変圧器（L V D T）、又は線形可変差動リラクタンス（L V D R）デバイスなどのトランステューサを使用して、監視し、コントローラにフィードバックすることができる。このようなデバイスは、過酷なタービン環境において非常に高い信頼性を有しているが、通常は、適切な動作をさせるために A C 励磁電流を必要とする。A C 励磁電流は、典型的には、線形出力増幅器を備える励磁駆動回路によって供給されるが、この回路は、駆動電子機器が発生する過剰な熱を放散させるためにかさばるヒートシンクを必要としうる。

10

【0004】

タービンに多数の弁があり、各弁が関連のアクチュエータ及び L V D T を持つ場合、タービンのサーボコントローラは、駆動電流用のヒートシンクに必要な数とサイズのために極めてかさばったものとなる可能性がある。さらに、駆動エネルギーが線形駆動回路を通じて熱に変換される場合、回路のエネルギー効率が低下し、放散される熱が制御盤の全体的な温度を上げる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許第 6 8 3 6 0 3 2 号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の一部又はすべての必要に、本発明のいくつかの実施形態によって対処することができる。本発明のいくつかの実施形態は、双方向サーボアクチュエータを制御するためのシステム、方法、及び装置を含むことができる。

30

【0007】

本発明の例示的な一実施形態によれば、アクチュエータ中を流れる双方向駆動電流を制御するための方法が提供される。この方法は、方向制御信号を受信するステップと、少なくとも部分的には方向制御信号に基づいてアクチュエータを通る少なくとも 1 つのスイッチング可能な正電流経路及び少なくとも 1 つのスイッチング可能な負電流経路を確立するように 1 つ又は複数のデバイスを操作するステップと、アクチュエータに関連付けられた電流に少なくとも基づいてフィードバックを送るステップと、そのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流を制御するステップとを含むことができる。本発明の例示的な一実施形態によれば、電流の制御は、フィードバックとパルス幅変調信号との比較結果に基づいて行うことができる。いくつかの例示的な実施形態において、この方法は、パルス幅変調制御を介してアクチュエータを通る少なくとも 1 つの正電流経路及び少なくとも 1 つの負電流経路を確立するように 1 つ又は複数のデバイスを操作するステップを含むことができる。

40

【0008】

他の例示的な実施形態によれば、双方向駆動電流を制御するためのシステムが構成される。システムは、アクチュエータ、少なくとも 1 つの電源、アクチュエータを通る少なくとも 1 つの正電流経路及び少なくとも 1 つの負電流経路、並びにアクチュエータに関連付けられたフィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流経路を操作し、電流を制御するように構成されているコントローラを備えることができる。本発明の例示的な実施形態

50

によれば、コントローラは、フィードバックとパルス幅変調信号との比較結果に基づいて、電流経路を操作し、電流を制御するようにさらに構成される。

【0009】

他の例示的な実施形態によれば、アクチュエータを通る双方電流を制御するための回路が構成される。回路は、アクチュエータを通る少なくとも1つの正電流経路及び少なくとも1つの負電流経路を備えることができる。回路は、アクチュエータに関連付けられたフィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流経路を操作し、電流を制御するように構成されているコントローラを備えることができる。本発明の例示的な実施形態によれば、コントローラは、フィードバックとパルス幅変調信号との比較結果に少なくとも基づいて、電流経路を操作し、電流を制御するようにさらに構成される。

10

【0010】

本発明の他の実施形態及び態様が、本明細書において詳述されており、特許請求されている発明の一部とみなされる。他の実施形態及び態様は、以下の詳細な説明、添付図面、及び請求項を参照して理解することができる。

【0011】

添付の表及び図面を参照するが、これらは必ずしも原寸に比例して示されていない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の例示的な一実施形態による例示的なコントローラシステムのブロック図である。

20

【図2】本発明の例示的な一実施形態による例示的なアクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路のブロック図である。

【図3】本発明の例示的な一実施形態による例示的な位置決め制御システムのブロック図である。

【図4】本発明の例示的な一実施形態によるヒステリシス制御機能を有する例示的なスイッチングサーボアクチュエタ回路の回路図である。

【図5】本発明の例示的な一実施形態による例示的な双方電流スイッチング回路の回路図である。

【図6】本発明の例示的な一実施形態による例示的なHブリッジの回路図である。

【図7】本発明の例示的な一実施形態による正の電流スイッチ状態のグラフである。

30

【図8】本発明の例示的な一実施形態による負の電流スイッチ状態のグラフである。

【図9】本発明の例示的な一実施形態による方法例の流れ図である。

【図10】本発明の例示的な一実施形態による他の方法例の流れ図である。

【図11】本発明の例示的な一実施形態による他の方法例の流れ図である。

【図12】本発明の例示的な一実施形態による他の方法例の流れ図である。

【図13】本発明の例示的な一実施形態による他の方法例の流れ図である。

【図14】本発明の例示的な一実施形態による他の方法例の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の実施形態が示されている、添付図面を参照しつつ、本発明の実施形態についてさらに詳しく以下で説明する。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施することができ、したがって、本明細書で述べたいいくつかの実施形態に限定されるものと解釈すべきではなく、むしろ、これらの実施形態は、本開示が網羅的で完全であり、本発明の範囲を完全に当業者に伝えるように実現される。全体を通して、類似の番号は、類似の要素を指す。

40

【0014】

本発明のいくつかの実施形態を使用すると、線形出力デバイスをスイッチング増幅器で置き換えることによってヒートシンクを完全になくすか、又は部分的になくすことが可能である。本発明の例示的な実施形態によれば、ターピンに関連付けられたアクチュエータを駆動するためのスイッチングデバイスを実現することができる。いくつかの例示的な実

50

施形態において、アクチュエータに関連付けられた位置センサ用の励磁信号を供給するためのスイッチングデバイスを実現することができる。例示的ないくつかの実施形態によれば、ドライバ回路を半導通状態ではなく「オン」状態又は「オフ」状態のいずれかにすることができるため、スイッチトアクチュエータ又は励磁駆動装置の効率改善及び熱放散低減を実現できる。熱放散を減らすことで、ヒートシンクをなくすか、又は線形増幅器ドライバ内のものと比べてヒートシンクのサイズを縮小することが可能になる。

【0015】

本発明のいくつかの例示的な実施形態によれば、サーボアクチュエータとして使用するためのスイッチング出力増幅器が実現される。本発明の特定の実施形態において、スイッチング増幅器は、サーボアクチュエータを制御するために 200 mA までの、さらには 200 mA を超える平均電流を供給することができる。本発明のいくつかの実施形態では、アクチュエータの電流を反転して、アクチュエータの方向を逆転することができる。10

【0016】

本発明のいくつかの例示的な実施形態によれば、位置センサ励磁ドライバとして使用するためのスイッチング出力増幅器が実現される。いくつかの実施形態において、共通励磁ドライバから複数の位置センサを駆動することができる。いくつかの実施形態では、単一スイッチト励磁ドライバを使用して 12 個を超えるセンサに対応することができる。

【0017】

いくつかの例示的な実施形態によれば、位置センサは、リゾルバ、線形可変差動変圧器 (L V D T)、線形可変差動リラクタンス (L V D R) デバイスを備えることができる。他の例示的な実施形態では、位置センサは、回転可変差動変圧器 (R V D T) 又は回転可変差動リラクタンス (R V D R) デバイスを備えることができる。このようなデバイスは、もっぱらアクチュエータに（直接的に又は間接的に）結合されうる可動芯を介して励磁コイルから 1 つ又は複数の感知コイルへの電磁結合により、ガスタービン及び蒸気タービンに伴う過酷な環境的条件下にあっても、信頼性の高いことが実証されている。L V D T という用語は、線形もしく回転式の類似の位置検出器を意味するものとして定義されうることに留意されたい。20

【0018】

本発明の例示的な実施形態によれば、スイッチング出力増幅器を使用して、サーボアクチュエータ及び位置センサ励磁コイルを駆動することができる。したがって、スイッチング増幅器を使用することによって、関連のヒートシンクをなくし、コストを削減し、回路内及び制御盤内に放散される熱の量を減らし、制御盤とプリント基板の両方における占有スペースを節減することができる。30

【0019】

本発明のいくつかの実施形態によれば、基準信号を生成することで 1 つ又は複数のアクチュエータを制御することができる。この基準信号に基づき、アクチュエータを操作するためのスイッチト信号を生成することができる。いくつかの例示的な実施形態では、基準信号を生成することは、パルス幅変調 (P W M) 信号を生成することを含むことができる。いくつかの実施形態では、アクチュエータに結合されるスイッチト信号の少なくとも一部は、基準信号又はスイッチト信号をさらに制御するためのフィードバックとして感知され、利用されうる。40

【0020】

いくつかの実施形態では、アクチュエータ、弁、又はベーンの位置は、スイッチト励磁信号を生成し、その励磁信号をアクチュエータに取り付けられるかもしくは結合されている L V D T もしくは類似のデバイスの励磁巻線に印加することによって決定することができる。励磁巻線は、スイッチト信号を L V D T デバイスの二次（又は感知）巻線に結合することができ、結合強度はアクチュエータ、弁、又はベーンの位置に比例する。結合されているスイッチト励磁信号は、サーボを介してアクチュエータの位置制御用の第 2 のフィードバックとして利用することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、基準信号は、スイッチト励磁信号に関連付けられた第 2 のフィードバックに少なくとも部分的に基50

づいて制御されうる。

【0021】

本発明の例示的な実施形態によれば、スイッチト駆動信号でアクチュエータを操作することは、極性信号にさらに基づくものとすることができます。例示的な実施形態では、スイッチト励磁信号を生成することは、パルス幅変調信号を生成することを含むことができる。例示的な実施形態において、基準信号を制御することは、スイッチト駆動信号に関連付けられた第2のフィードバックにさらに基づくものとしてもよい。

【0022】

次に、本発明の例示的な実施形態による、アクチュエータ、ペーン、又は弁の位置を効率よく制御し、監視するためのさまざまなシステム構成部品について、添付図面を参照しつつ説明することにする。

10

【0023】

図1は、本発明の例示的な実施形態による、コントローラシステム100を例示している。コントローラシステム100は、コントローラ102、少なくとも1つのメモリ104、及び1つ又は複数のプロセッサ106を備えることができる。例示的な実施形態によれば、コントローラ102は、1つ又は複数の入力／出力インターフェース108、及び1つ又は複数のネットワークインターフェース110を備えることもできる。コントローラ102に関連付けられたメモリ104には、オペレーティングシステム112及びデータ114が格納されうる。メモリには、コントローラ102に関連付けられたプロセスを実行するように構成されるか、プログラムされるか、又は動作可能である1つ又は複数のモジュールが格納される場合もある。いくつかの例示的な実施形態では、メモリには、アクチュエータコマンド及び感知モジュール118を格納することができる。いくつかの例示的な実施形態では、メモリには、励磁駆動装置及びアクチュエータ弁、又はペーン位置感知モジュール120を格納することができる。

20

【0024】

本発明の例示的な実施形態によれば、図1は、アクチュエータ駆動及び感知回路121並びに励磁駆動及びアクチュエータ弁、又はペーン位置感知回路123も例示している。本発明の例示的な一実施形態によれば、アクチュエータ駆動及び感知回路121は、スイッチング増幅器124、フィルタリング構成部品126、アクチュエータ128、感知及びフィードバック調整回路130を備えることができる。例示的な一実施形態によれば、アナログ／デジタルコンバータ132も備えることができる。アナログ／デジタルコンバータは、電圧制御発振器（VCO）、逐次比較レジスタコンバータ（SAR）、デルタシグマコンバータ、又はフラッシュコンバータの形をとることができる。他の例示的な実施形態では、フィードバックは、デジタル信号に変換されうる。

30

【0025】

本発明の例示的な一実施形態によれば、また図1に示されているように、位置感知回路123は、スイッチング増幅器124、LVDTを備えていることもある位置センサ136、感知及びフィードバック調整回路140を具備することができる。例示的な一実施形態によれば、位置感知回路123内に、アナログ／デジタルコンバータ142を備えることもできる。アナログ／デジタルコンバータ142は、電圧制御発振器（VCO）、逐次比較レジスタコンバータ（SAR）、デルタシグマコンバータ、又はフラッシュコンバータなどの形をとることができる。

40

【0026】

本発明の例示的な実施形態によれば、アクチュエータ128は、シリンダーに充填又はシリンダーから排出する作動液又は作動油の流れを制御することができる。シリンダーは、弁に接続されているピストンを備え、弁は、シリンダー内の作動液の量によって制御されうる。位置センサ136は、弁に機械的に連結されうるアーマチュアを備えることができる。アーマチュアは、弁の位置に応じて励磁コイルから来る励磁信号を感知コイルに結合し、これにより弁の位置を示すことができる。

【0027】

50

図2は、本発明の例示的な一実施形態による例示的なアクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200のプロック図である。例示的な一実施形態において、回路200は、コントローラ／プロセッサ202を備えることができる。コントローラ／プロセッサ202は、アクチュエータ参照204をスイッチング電力増幅器208に送ることができる。例示的な一実施形態によれば、アクチュエータ参照204は、DCコマンドであるか、又はこれは、スイッチング電力増幅器208を制御するために利用されるパルス幅変調信号であってもよい。

【0028】

いくつかの例示的な実施形態では、アクチュエータ216は、双方向又は一方向に流れる電流を必要とするタイプのものでもよく、したがって、本発明の例示的な一実施形態によれば、コントローラ／プロセッサ202は、極性信号206をスイッチング電力増幅器208に送って、アクチュエータ216の方向を制御することもできる。

【0029】

本発明の例示的な一実施形態によれば、スイッチング電力増幅器208は、パルス幅変調(PWM)信号の形をとってもよい、スイッチト駆動信号207を供給することができる。PWM駆動信号の利点の1つは、出力スイッチングデバイス(例えば、トランジスタもしくは電界効果デバイス)がオン状態又はオフ状態のいずれかの状態をとるためスイッチング電力増幅が発生する熱が少なくなる可能性がある点である。デバイスの動作(オン又はオフのいずれか)は、特に出力デバイスが半導通状態で動作することが可能な線形電力増幅器と比較した場合に、デバイス内の抵抗型の発熱を最小に抑える傾向がある。

【0030】

本発明の例示的な実施形態によれば、スイッチング電力増幅器は、アクチュエータ基準信号204によって送られるような、信号の「オン持続時間」が指令された電流に比例するスイッチト駆動信号207を発生することができる。本発明のいくつかの例示的な実施形態において、スイッチング電力増幅器208の駆動信号207の周波数は、約100kHz程度であるものとしてもよい。本発明の他の例示的な実施形態では、スイッチング電力増幅器208は、スイッチングトポロジでの必要に応じてより高い周波数で、又はより低い周波数でスイッチングさせることができる。例示的な実施形態によれば、スイッチト駆動信号207をローパスフィルタ209でフィルタリングし、アクチュエータ電流215を発生させることができる。いくつかの例示的な実施形態では、ローパスフィルタ209は、1つ又は複数のフィルタインダクタ210、212、及び1つ又は複数のフィルタキャパシタ214を備えることができる。他のフィルタ構成部品を組み込むことで、アクチュエータの電流の高調波歪みを指定された許容範囲内に収めることができる。例えば、フィルタ209は、1%未満の全高調波歪みを必要とし、そのようなものとして、追加のフィルタリングキャパシタ214又はフィルタリングインダクタ212を必要とすることがある。

【0031】

例示的な一実施形態によれば、アクチュエータ電流215は、アクチュエータ216に供給することができ、また駆動電流215を感じし、電流感知抵抗器218又は類似の電流感知デバイスを介してコントローラ／プロセッサにフィードバックすることができる。他の例示的な電流感知デバイスとして、ホール効果電流センサ、又は類似の技術が挙げられる。本発明の例示的な一実施形態において、アクチュエータ電流215の全部又は一部が、感知抵抗器218内を流れ、抵抗器218間の電圧降下を引き起こしうるが、これはフィードバック回路220によってさらに処理されうる。フィードバック回路220は、回路の残り部分を解釈するのに問題となる可能性のあるスパイク又は他の高周波情報を取り除くためのフィルタリング機能をさらに備えることができる。フィードバック回路220は、電流フィードバック信号221(本発明の目的に関して第2のフィードバックとして表される)をアナログ／デジタルコンバータ222に供給することができ、このコンバータはデジタル信号223をコントローラ／プロセッサ202に送ることができる。

【0032】

10

20

30

40

50

図2には、図1に示されているような励磁駆動及び位置感知回路123に対応する構成部品ブロック図も示されている。本発明の例示的な実施形態によれば、コントローラ／プロセッサ202は、スイッチング電力増幅器230を制御するための励磁基準信号232を供給することができる。例示的な一実施形態において、励磁基準信号232は、正弦加重PWM信号であるものとしてもよい。他の例示的な実施形態において、励磁基準信号232は、スイッチング電力増幅器230の構成に応じて、アナログ正弦波信号とすることもできる。本発明の例示的な一実施形態によれば、スイッチング電力増幅器230は、1つ又は複数の位置センサ226上の1つ又は複数の励磁コイルを駆動するために使用できるスイッチト励磁信号228を発生することができる。スイッチト励磁信号228は、位置センサ226内の1つ又は複数の感知コイルに結合され、結合された信号の強度は、位置センサ226内の可動芯224の位置に依存するものとしてよく、さらにアクチュエータ216に結合されうる。

【0033】

本発明の例示的な実施形態によれば、位置センサ226を通じて結合される励磁信号228は、フィードバック回路234によってさらに処理され、励磁信号フィードバック236を発生することができる。本発明の例示的な一実施形態によれば、励磁信号フィードバック236は、アナログ／デジタルコンバータ240によってコントローラ／プロセッサ202用のデジタル信号241に変換されうる。

【0034】

いくつかの例示的な実施形態において、スイッチング電力増幅器230を含む、位置センサ励磁回路は、約7Vの二乗平均平方根(RMS)電圧及び約3.2キロヘルツの周波数の交流励磁信号228を供給することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、他の振幅及び周波数も発生させることができる。本発明のいくつかの実施形態では、複数の位置センサ226が、例えば、励磁バスを介して同じ励磁信号228を利用することができるため、単一のスイッチング電力増幅器230回路で、複数のLVDT励磁コイルに対して励磁信号228を供給することができ、したがって、回路200の空間及び電力の効率が改善される。例示的な実施形態において、スイッチング電力増幅器230によって駆動される位置センサ226の最大数は、熱放散のために回路上にヒートシンクを取り付けることなく特定のスイッチング電力増幅器230から利用可能な最大定格電力出力に基づいて決定することができる。

【0035】

図3は、本発明の他の例示的な実施形態による、位置決めサーボ制御システム300を例示している。位置決めサーボ制御システム300は、サーボ位置コントローラ302を備えている。本発明の例示的な実施形態によれば、サーボ位置コントローラ302は、デジタルサーボ位置調節器304、1つ又は複数のアナログ／デジタルコンバータ306、位置センサ信号調整モジュール308、電流調節器310、電流ドライバ312、励磁コントローラ314、及び／又は励磁ドライバ316のうちの1つ又は複数を備えることができる。サーボ位置コントローラ302は、弁アセンブリ324に結合されたアクチュエータ318を制御するためにアクチュエータスイッチト駆動信号を供給することができる。アクチュエータ318は、1つ又は複数の位置センサ320、322と結合することもできる。本発明の例示的な一実施形態によれば、サーボ位置コントローラ302は、位置センサ320、322用のスイッチト励磁駆動信号を供給することもできる。本発明の例示的な一実施形態によれば、位置センサ320、322は、アクチュエータ318の位置に応じて、サーボ位置コントローラ302に位置フィードバックを送ることができる。

【0036】

図4は、本発明の例示的な一実施形態によるヒステリシス制御機能を有する例示的なスイッチングサーボアクチュエータ回路400の例示的な回路図を示している。パルス幅変調スイッチング回路(スイッチング周波数は一定であるが、「オン」持続時間は所望の平均電力を供給するように調整される)とは異なり、回路400は、出力ドライバ410を

10

20

30

40

50

介して「オン」と「オフ」のスイッチングを実行することができるが、一定のスイッチング周波数を必ずしも維持することなしにコマンド参照電圧 402 に比例して平均出力駆動電流 401 を調整することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、回路 400 は、アナログコマンド参照電圧 402 に応答して動作し、出力電流 401 の調節は、アナログフィードバックループによって行うことができるが、出力ドライバ 410 構成部品のスイッチング（「オン」及び「オフ」）を行うことで、熱放散を最小にし、効率を改善することができる。

【0037】

例示的な一実施形態によれば、参照電圧 402 を第 1 の演算増幅器 404 の非反転リードで受け取り、ゲート抵抗器 406 を介してスイッチング駆動信号を出力ドライバ 410 のゲートに供給することができる。例示的な実施形態によれば、出力ドライバ 410 は、金属酸化膜電界効果トランジスタ（MOSFET）、又は他の類似のスイッチングデバイスとすることができる。スイッチングデバイス 410 が、アクティビ化された（又は導通状態になった）場合、出力駆動電流 401 は、電源 408 から出力ドライバ 410 を通り、感知抵抗器 412 を通り、そしてアクチュエータ 418 又は負荷を通って流れることができる。例示的な一実施形態によれば、第 2 の演算増幅器 426 の周りに形成される、フィードバック回路は、感知抵抗器 412 にかかる電圧を監視することができる。

【0038】

本発明の例示的な実施形態によれば、図 4 を引き続き参照すると、フィードバックループは、フィルタキャパシタ 420 も含むものとしてよい。第 2 の演算増幅器 426 上のセンサ抵抗器 412 にかかる電圧の過倍に対する利得は、利得抵抗器 414、416、422、及び／又は 424 によって設定されうる。例示的な実施形態によれば、スイッチングサーボアクチュエータ回路 400 は、フィードバック遅延抵抗器 428 及びフィードバック遅延キャパシタ 440 も備えることができ、第 1 の演算増幅器 404 の反転端子への入力のため調整されたフィードバック信号 403 を供給することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、第 1 の演算増幅器 404 は、調整されたフィードバック信号 403 電圧と参照電圧 402 とを比較し、その差異に基づき、その差異を小さくして 0 になるように第 1 の演算増幅器 404 のデューティサイクルを調整することができる。フィードバック遅延抵抗器 428 及びフィードバック遅延キャパシタ 440 は、フィードバック 413 を遅延し、ヒステリシスを持ち込むことができる。その結果得られる出力駆動電流 401 は、小さな三角波形が重ね合わされた直流（DC）である場合がある。三角波は、出力ドライバ 410 のスイッチング特性の結果であるものとしてよい。本発明の例示的な一実施形態によれば、フィルタキャパシタ 420 の値を大きくすることで、重ね合わされた三角波の振幅を小さくすることができます。いくつかの実施形態では、フィルタキャパシタ 420 は、負荷 418 に対する平滑出力駆動電流 401 を供給するために、約 1 マイクロファラッド以上とすることができる、この負荷 418 はアクチュエータであってもよい。

【0039】

本発明の例示的な実施形態によれば、感知抵抗器 412 上の電圧降下は、感知抵抗器 412 上の電圧降下を測定することによって、アクチュエータ 418 を通る感知駆動電流 401 に基づくものとすることができる。例示的な一実施形態によれば、フィードバック信号 413 を增幅し、フィルタリングすることで、調整されたフィードバック信号 403 を発生させることができます。いくつかの実施形態では、平行板コンデンサ 420 をアクチュエータ 418 と平行に追加導入することによって、駆動電流、それに続いて、フィードバック信号 413 をフィルタリングすることができる。本発明の例示的な一実施形態によれば、調整されたフィードバック信号 403 は、フィードバック信号 403 を遅延させることと、フィードバック信号 403 をフィルタリングすることとを伴う。いくつかの実施形態では、調整されたフィードバック信号 403 は、フィードバック信号 413 の時定数を修正することを伴う。いくつかの実施形態では、時定数を修正することは、フィードバックループに関連付けられた抵抗及び／又は静電容量を調整することに少なくとも部分的に基づくものとすることができます。いくつかの実施形態では、調整されたフィード

10

20

30

40

50

バック信号 413 は、アクチュエータ 418 を通る駆動電流 401 を決定することに少なくとも部分的に基づいて決定されうる。

【0040】

いくつかの実施形態において、出力駆動電流 401 の双方向制御を行うために、デュアル(正と負)電源を備えるようにスイッチングサークルアクチュエータ回路 400 を修正することができる。

【0041】

図 5 は、本発明の例示的な一実施形態による、双方向電流スイッチング回路 500 を示している。例示的な回路 500 は、第 1 のスイッチ制御信号 502 及び / 又は第 2 のスイッチ制御信号 520 に応答して負荷 512 に対し双方向電流を供給することができる。例示的な実施形態において、第 1 のスイッチ制御信号 502 及び / 又は第 2 のスイッチ制御信号 520 は、パルス幅変調信号を含んでいてもよい。例示的な実施形態では、負荷 512 は、図 3 の 318 などのアクチュエータとすることができます。本発明の例示的な実施形態では、第 1 のスイッチ制御信号 502 及び第 2 のスイッチ制御信号 520 は、第 1 のスイッチングデバイス 508 及び第 2 のスイッチングデバイス 526 が両方とも同時に閉じられないように調整される。

【0042】

例示的な一実施形態では、第 1 のスイッチ制御信号 502 の電圧が第 1 の電流フィードバック信号 504 の電圧より高いときに、正電流経路 534 を介して正電流 538 を負荷 512 に供給することができる。いくつかの実施形態において、第 1 の演算増幅器 506 (又は例えば、比較器) を利用し、第 1 の演算増幅器 506 への入力電圧 502、504 に応じて、第 1 のスイッチングデバイス 508 を制御するためのスイッチング論理又は電流を供給することができる。例示的な一実施形態によれば、第 1 のスイッチングデバイス 508 が、閉成状態にある場合、正電圧電源 509 からの電流 538 は、正電流経路 534 を通り、感知抵抗器 510 を介して負荷 512 を通って流れることができる。例示的な一実施形態において、感知抵抗器 510 内を流れる電流は、感知抵抗器 510 上に電圧降下を引き起こし、この電圧降下を測定して、フィードバックに利用することができる。例えば、本発明の一実施形態では、第 1 の電流フィードバック信号 504 は、第 1 の差動型演算増幅器 514 の差動型入力端子に現れる電圧降下に基づくものとすることができます。本発明の例示的な一実施形態では、第 1 の差動型演算増幅器 514 の出力は、例えば、第 1 のフィルタ抵抗器 516 及び第 1 のフィルタキャパシタ 518 によってフィルタリングされ、これにより、第 1 の演算増幅器 506 への入力のための第 1 の電流フィードバック信号 504 を発生することができる。

【0043】

類似の配置構成において、本発明の例示的な一実施形態によれば、第 2 のスイッチ制御信号 520 の電圧が第 2 の電流フィードバック信号 522 の電圧より高いときに、負電流経路 536 を介して負電流 540 を負荷 512 に供給することができる。いくつかの実施形態において、第 2 の演算増幅器 524 (又は例えば、比較器) を利用し、第 2 の演算増幅器 524 への入力電圧 520、522 に応じて、第 2 のスイッチングデバイス 526 を制御するためのスイッチング論理又は電流を供給することができる。例示的な一実施形態によれば、第 2 のスイッチングデバイス 526 が、閉成状態にある場合、負電圧電源 527 からの電流 540 は、負電流経路 536 を通り、負荷 512 を介して感知抵抗器 510 を通って流れることができる。例示的な一実施形態において、感知抵抗器 510 内を流れる電流は、感知抵抗器 510 上に電圧降下を引き起こし、この電圧降下を測定して、フィードバックに利用することができる。例えば、本発明の一実施形態では、第 2 の電流フィードバック信号 522 は、第 2 の差動型演算増幅器 528 の差動型入力端子に現れる電圧降下に基づくものとすることができます。本発明の例示的な一実施形態では、第 2 の差動型演算増幅器 528 の出力は、例えば、第 2 のフィルタ抵抗器 530 及び第 2 のフィルタキャパシタ 532 によってフィルタリングされ、これにより、第 2 の演算増幅器 524 への入力のための第 2 の電流フィードバック信号 522 を発生することができる。

10

20

30

40

50

【0044】

いくつかの実施形態では、負荷 512 は、キャパシタ、インダクタ、抵抗器などのパッシブ構成部品を含む、追加のフィルタリング構成部品を備えることができる。いくつかの実施形態では、負荷 512 は、アクティブフィルタリング構成部品を含むことができる。本発明の例示的な実施形態によれば、アクチュエータにおける作動の極性（又は方向）を制御するために、双方向電流スイッチング回路 500 を利用することができる。本発明の例示的な一実施形態では、第1のスイッチ制御信号 502 及び / 又は第2のスイッチ制御信号に、パルス幅変調（PWM）信号を含めることができ、これをアクチュエータの速度又は力を制御するために使用することができる。例示的な実施形態によれば、正電流経路 534 及び負電流経路 536 は、正電圧電源 509 と負電圧電源 527 との短絡を回避するためには相互排他的に設定することができる。10

【0045】

本発明のいくつかの実施形態において、図5のデュアル電源構成を参照すると、少なくとも1つの正電流経路 534 及び / 又は少なくとも1つの負電流経路 536 を確立するように1つ又は複数のスイッチングデバイス 508、526 を操作することは、少なくとも2つのスイッチ 508、526 を調整することを含むが、ただし、スイッチ 508、526 のうちの少なくとも1つは、電源 509、527 の短絡を回避するために開成状態にあることがわかる。本発明の例示的な実施形態によれば、アクチュエータの負荷 512 を通る電流を制御するために、2つ又はそれ以上のスイッチングデバイス 508、526 を利用することができ、アクチュエータの動作中に、電源 509、527 の短絡を回避するために、スイッチ 508、526 の少なくとも1つは開成状態にあるものとしてよい。本発明のいくつかの実施形態は、少なくとも第1のスイッチングデバイス 508 及び第2のスイッチングデバイス 526 を調整することにより、電流 538、540 を制御してスイッチング可能なように構成されうるコントローラを備えることができる。例示的な実施形態によれば、スイッチングデバイス 508、526 のうちの少なくとも1つは、開成状態にあり、デバイス 508、526 のうちの少なくとも1つは、パルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて駆動電流 538、540 を制御するように動作可能である。いくつかの実施形態において、コントローラは、少なくとも第1のスイッチングデバイス 508 及び第2のスイッチングデバイス 526 を調整することにより、電流 538、540 を制御してスイッチング可能なように構成されうる。例示的な一実施形態において、スイッチングデバイス 508、526 のうちの少なくとも1つは、開成状態にあり、デバイス 508、526 のうちの少なくとも1つは、パルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて駆動電流 538、540 を制御するように動作可能である。2030

【0046】

本発明のいくつかの実施形態によれば、図5又は図6のいずれかを参照すると、電流 538、540、617、619 は、少なくとも1つの正電流経路 534、620 又は少なくとも1つの負電流経路 536、622 に関連付けられた少なくとも1つのスイッチ 508、526、610、612、614、616 によって制御することができる。いくつかの実施形態では、電流 538、540、617、619 は、パルス幅変調を使用して制御することができる。例示的な一実施形態において、1つ又は複数のデバイス 508、526、610、612、614、616 を操作することで、少なくとも1つの正電流経路 534、620 及び少なくとも1つの負電流経路 536、622 をこれらの電流経路が相互排他的になるように確立することができる。いくつかの実施形態では、相互排他的な電流経路 534、536 : 620、622 は、アクチュエータ 512、618 によって完結させることができる。例示的な実施形態によれば、双方向電流を制御するために、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）などの2つ又はそれ以上のスイッチングデバイス 508、526、610、612、614、616 を利用することができる。本発明の他の例示的な実施形態によれば、他のさまざまな半導体及び / 又は固体スイッチングデバイスをスイッチングデバイス 508、526、610、612、614、616 として利用することができる。いくつかの実施形態では、還流ダイオード、キャパシタ、イ4050

ンダクタ、及び他の構成部品が備えられ、これらはスイッチングデバイスに関連付けられたものとしてもよい。

【0047】

本発明の例示的な実施形態によれば、図6を参照すると、正及び/又は負の電流617、619は、Hブリッジ構成の少なくとも4つのスイッチ610、612、614、616を、これら4つのスイッチのうちの少なくとも2つが開成状態にあり、他方の2つのスイッチのうちの少なくとも1つがパルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて電流を制御するように調整することによって制御されうる。本発明のいくつかの実施形態によれば、正電流経路620は、第1のスイッチングデバイス610及び第4のスイッチングデバイス616を含み、負電流経路622は、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612を含むことができる。いくつかの実施形態において、コントローラ102は、第1のスイッチングデバイス610又は第4のスイッチングデバイス616のいずれかを制御することにより、正の駆動電流619を制御するように構成されうる。いくつかの実施形態において、コントローラは、第2のスイッチングデバイス614又は第3のスイッチングデバイス612のいずれかを制御することにより、負の駆動電流617を制御するようにさらに構成されうる。いくつかの実施形態では、第1のスイッチングデバイス610と第3のスイッチングデバイス612の導通状態は相互排他的であり、第2のスイッチングデバイス614と第4のスイッチングデバイス616の導通状態も相互排他的である。

【0048】

本発明のいくつかの実施形態は、少なくとも第1のスイッチングデバイス610、第2のスイッチングデバイス614、第3のスイッチングデバイス612、及び第4のスイッチングデバイス616を調整することにより、電流617、619を制御してスイッチング可能なように構成されうるコントローラを備えることができる。本発明の例示的な実施形態において、4つのスイッチングデバイス610、612、614、616のうちの少なくとも2つは、開成状態にあり、残り2つのスイッチングデバイスのうちの少なくとも1つは、パルス幅変調に少なくとも部分的に基づいて駆動電流617、619を制御するように動作可能である。いくつかの実施形態において、電流は、第1のスイッチングデバイス610及び第4のスイッチングデバイス616が含まれていることもある正電流経路620内を流れる可能性がある。いくつかの実施形態において、電流は、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612が含まれていることもある負電流経路622内を流れる可能性がある。

【0049】

本発明の実施形態は、第1のスイッチングデバイス610及び第4のスイッチングデバイス616が含まれていることもある正電流経路620を構成する。本発明の実施形態は、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612が含まれていることもある負電流経路622を構成することができる。例示的な一実施形態によれば、コントローラは、第1のスイッチングデバイス610又は第4のスイッチングデバイス616のいずれかを制御することによって正の駆動電流619を制御するように構成されうる。例示的な一実施形態によれば、コントローラは、第2のスイッチングデバイス614又は第3のスイッチングデバイス612のいずれかを制御することによって負の駆動電流617を制御するように構成されうる。本発明の例示的な実施形態によれば、第1のスイッチングデバイス610と第3のスイッチングデバイス612の導通状態は相互排他的であり、第2のスイッチングデバイス614と第4のスイッチングデバイス616の導通状態も相互排他的である。

【0050】

図6は、本発明の例示的な一実施形態による例示的なHブリッジの回路図を示している。本発明の例示的な実施形態によれば、第1のスイッチングデバイス610、第2のスイッチングデバイス612、第3のスイッチングデバイス614、及び/又は第4のスイッチングデバイス616の組合せを介して、電流を負荷618（アクチュエータ、例えば、

10

20

30

40

50

図3の318などの)を通して供給するために、電圧源602を利用することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、第1のスイッチ駆動信号604によって第1のスイッチングデバイス610の状態を制御し、第2のスイッチ駆動信号606によって第3のスイッチングデバイス614の状態を制御することができる。本発明の例示的な一実施形態によれば、方向／極性信号608、及びインバータ609によって第3のスイッチングデバイス612及び第4のスイッチングデバイス616の状態を制御することができる。極性制御信号608及びインバータ609を第1及び第2のスイッチングデバイス(610、614)に適用することができ、一方、駆動信号(604、606)を第3及び第4のスイッチングデバイス(612、616)に適用することは容易に理解できるであろう。したがって、本発明の例示的な他の実施形態によれば、608などの方向／極性信号、及び609などのインバータによって第1のスイッチングデバイス610及び第2のスイッチングデバイス612の状態を制御することができる。したがって、関連する例示的な一実施形態では、第3のスイッチングデバイス612は、604などの駆動信号によって制御することができる。同様に、スイッチングデバイス616は、代わりに606などの駆動信号によって制御することができる。本発明の他の例示的な実施形態では、別の個別スイッチ駆動信号を利用して、スイッチングデバイス(610、612、614、616)のそれぞれを制御することができる。

【0051】

本発明のいくつかの例示的な実施形態では、スイッチングデバイスのペア(610と616)又は(614と612)の導通状態を利用して、負荷618を通る電流の方向を制御することができる。いくつかの実施形態において、第3のスイッチングデバイス612が、第1のスイッチングデバイス610と同時に決して導通しないように対策を講じることができ、また同様に、第2のスイッチングデバイス614と第4のスイッチングデバイス616は、同時に導通状態に入るべきでない。

【0052】

図6は、いくつかの実施形態において、図5を参照しつつ上で説明されているように、PWMスイッチングの概念を利用して、アクチュエータの双方向制御を可能にできるHブリッジ回路トポロジを示している。このPWM制御の実施形態については、以下の図7及び8を参照しつつさらに説明する。例示的な実施形態によれば、図6のHブリッジ回路トポロジでは、図4を参照しつつ上で説明されているように、ヒステリシススイッチングの概念も利用することができる。例えば、図6における第1のスイッチングデバイス610及び第2のスイッチングデバイス614は、図4の構成部品のすべてのうちのいくつかを含むものとしてよく、図6のスイッチングデバイス610、614は図4の出力ドライバ410に対応している。この概念を図2に結び付けると、図2の方向／極性制御206が図6の方向／極性信号608に対応しうることは容易に理解できるであろう。Hブリッジ回路トポロジは、本発明の実施形態によれば、図2及び3を参照しつつ前の方で説明されているような他のヒステリシス制御及びパルス幅変調スイッチングデバイス及び回路にも適用することができる。

【0053】

例示的な一実施形態によれば、図6にあるように、アクチュエータ618を駆動する電流を制御するために、Qオンリーパルス幅変調(PWM)制御を使用できる。例示的な一実施形態によれば、正の電流619は、第4のスイッチングデバイス616を閉じて電流極性を指示することによってアクチュエータ618を通じて制御することができる。正の電流619の大きさは、第1のスイッチングデバイス610を介して制御することができる。例示的な一実施形態では、正の電流619は、図7に示されているようにQオンリーパルス幅変調(PWM)に応じて第1のスイッチングデバイス610をオン、オフすることによって制御することができる。本発明の例示的な一実施形態において、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612は、正の電流619が指令されている間、常時開成状態のままであってもよい。

【0054】

10

20

30

40

50

アクチュエータ 618 を通る負の電流 617 を制御するために、類似のアプローチをとることができる。例えば、例示的な一実施形態によれば、第2のスイッチングデバイス 614 が nQ オンリー PWM (図8に示されているような) を介してオン、オフしている間に、第3のスイッチングデバイス 612 を閉じたままにして電流の極性を指示し、負の電流 617 の大きさを制御することができる。本発明の例示的な一実施形態において、第1のスイッチングデバイス 610 及び第4のスイッチングデバイス 616 は、負の電流 617 が指令されている間、常時開成状態のままであってもよい。

【0055】

図5を参照すると、例示的な一実施形態によれば、Q オンリー PWM の制御 (図7に示されているような) を使用してスイッチングデバイス 508 をオン、オフし、アクチュエータ 512 内を流れる正の電流 538 を制御することができることがわかる。この実施形態では、正の電流 534 の経路が確立された場合、スイッチングデバイス 540 は開成状態のままであってもよい。

10

【0056】

負の電流 536 に関して、図5でも同様に、例示的な一実施形態によれば、nQ オンリー PWM (図8に示されているような) を利用してスイッチングデバイス 526 をオン、オフし、負の電流 540 を制御することができる。この例示的な実施形態において、スイッチングデバイス 508 は、開成状態のままであってもよい。

【0057】

本発明の例示的な実施形態によれば、双方向駆動電流 617、619 をアクチュエータ 618 内に通すことは、1つ又は複数のデバイス 610、612、614、616 を操作し、及び / 又は調整して、アクチュエータ 618 を通る少なくとも1つの正電流経路 620 及び少なくとも1つの負電流経路 622 を確立することを伴う。例示的な実施形態によれば、アクチュエータ 618 に関連付けられた電流 617、619 に少なくとも基づく、図4の403などのフィードバックを送ることができ、アクチュエータ 618 を通る電流 617、619 を、図4の403などのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて制御することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、アクチュエータの電流 617、619 は、図4の403などのフィードバックと図4の402などの基準信号との比較結果に基づいて制御することができる。いくつかの実施形態では、電流 617、619 を制御することは、少なくとも4つのスイッチングデバイス 610、612、614、616 を調整することをさらに含むことができ、これら4つのスイッチングデバイスのうちの少なくとも2つは開成状態にあり、他の2つのスイッチのうちの少なくとも一方は閉成状態にある時間の割合に少なくとも部分的に基づいて電流を制御する。いくつかの例示的な実施形態において、電流 617、619 は、少なくとも1つの正電流経路 620 又は少なくとも1つの負電流経路 622 に関連付けられた少なくとも1つのスイッチを制御することによって制御されうる。本発明のいくつかの実施形態において、1つ又は複数のデバイス 610、612、614、616 を操作することで、少なくとも1つの正電流経路 620 及び少なくとも1つの負電流経路 622 を確立することができる。例示的な一実施形態において、2つの相互排他的な電流経路をアクチュエータ 618 とブリッジ接続することができる。本発明のいくつかの例示的な実施形態によれば、電流 617、619 の制御は、図4に示されているようなヒステリシス制御を使用することによって実行することができる。

20

【0058】

本発明のいくつかの例示的な実施形態は、双方向駆動電流 617、619 を制御するためのシステムを含むことができる。システムは、アクチュエータ 618、電圧源 602、アクチュエータ 618 を通る少なくとも1つの正電流経路 620 及び少なくとも1つの負電流経路 622、並びにアクチュエータ 618 に関連付けられた、図4の403などのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流経路 620、622 を操作し、電流 617、619 を制御するように構成されている、図1の102などのコントローラを備えることができる。いくつかの実施形態では、図1の102などのコントローラは、図4の4

30

40

50

03などのフィードバックと図4の402などの基準信号の比較結果に基づいて電流経路620、622を操作し、電流617、619を制御するようにさらに構成されている。いくつかの例示的な実施形態において、正電流経路620は、第1のスイッチングデバイス610及び第4のスイッチングデバイス616を含み、負電流経路622は、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612を含む。いくつかの例示的な実施形態において、図1の102などのコントローラは、第1のスイッチングデバイス610又は第4のスイッチングデバイス616のいずれかを制御することにより、正の駆動電流619を制御するように構成され、図1の102などのコントローラは、第2のスイッチングデバイス614又は第3のスイッチングデバイス612のいずれかを制御することにより、負の駆動電流617を制御するように構成される。

10

【0059】

いくつかの例示的な実施形態によれば、図1の102などのコントローラは、スイッチングデバイス610、612、614、616の導通状態を制御するようにさらに構成される。いくつかの例示的な実施形態では、第1のスイッチングデバイス610と第3のスイッチングデバイス612の導通状態は相互排他的であり、第2のスイッチングデバイス614と第4のスイッチングデバイス616の導通状態も相互排他的である。いくつかの例示的な実施形態において、図1の102などのコントローラは、少なくとも第1のスイッチングデバイス610、第2のスイッチングデバイス614、第3のスイッチングデバイス612、及び第4のスイッチングデバイス616を調整することによって、電流617、619を制御してスイッチング可能なようにさらに構成される。例示的な実施形態によれば、4つのスイッチングデバイス610、612、614、616のうちの少なくとも2つは、開成状態にあり、残り2つのスイッチングデバイスのうちの少なくとも1つは、閉成状態にある時間の割合に少なくとも部分的に基づいて駆動電流617、619を制御するように動作可能である。いくつかの例示的な実施形態において、コントローラ102は図4に示されているようなヒステリシス制御に少なくとも部分的に基づいて電流617、619を制御するようにさらに構成される。

20

【0060】

例示的な一実施形態によれば、図4を参照しつつ上で説明されているようなヒステリシス制御は、アクチュエータ618を駆動する電流を制御するために使用されうる。例えば、正の電流619は、第4のスイッチングデバイス616を閉じて電流極性を指示することによって制御することができる。正の電流619の大きさは、第1のスイッチングデバイス610を介して制御することができる。例示的な一実施形態では、正の電流619は、上記の図4を参照しつつ説明されているように、ヒステリシス制御ループ動作に応じて第1のスイッチングデバイス610をオン、オフすることによって制御することができる。本発明の例示的な一実施形態において、第2のスイッチングデバイス614及び第3のスイッチングデバイス612は、正の電流619がヒステリシス制御ループによって指令されている間、常時開成状態のままであってもよい。

30

【0061】

アクチュエータ618を通る負の電流617を制御するために、類似のアプローチをとることができる。例えば、例示的な一実施形態によれば、第2のスイッチングデバイス614がヒステリシス制御ループ動作を介してオン、オフしている間に、第3のスイッチングデバイス612を閉じたままにして電流の極性を指示し、負の電流617の大きさを制御することができる。本発明の例示的な一実施形態において、第1のスイッチングデバイス610及び第4のスイッチングデバイス616は、負の電流617が指令されている間、常時開成状態のままであってもよい。

40

【0062】

いくつかの例示的な実施形態によれば、図6を引き続き参照すると、アクチュエータ618中を流れる双方向駆動電流617、619を制御するための回路が構成されることがわかる。回路は、アクチュエータ618を通る少なくとも1つの正電流経路620及び少なくとも1つの負電流経路622、並びにアクチュエータ618に関連付けられた、図4

50

の 403などのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流経路 620、622を操作し、電流 617、619を制御するように構成されている、図1の102などのコントローラを備えることができる。例示的な実施形態によれば、図1の102などのコントローラは、フィードバックと基準信号の比較結果に基づいて電流経路 620、622を操作し、電流 617、619を制御するようにさらに構成されうる。いくつかの例示的な実施形態において、正電流経路 620は、第1のスイッチングデバイス 610及び第4のスイッチングデバイス 616を含み、負電流経路 622は、第2のスイッチングデバイス 614及び第3のスイッチングデバイス 612を含むことができる。

【0063】

いくつかの例示的な実施形態によれば、図1の102などのコントローラは、第1のスイッチングデバイス 610又は第4のスイッチングデバイス 616のいずれかを制御することにより、正の駆動電流 619を制御するようにさらに構成され、コントローラは、第2のスイッチングデバイス 614又は第3のスイッチングデバイス 612のいずれかを制御することにより、負の駆動電流 617を制御するようにさらに構成されうる。いくつかの例示的な実施形態によれば、図1の102などのコントローラは、スイッチングデバイス 610、612、614、616の導通状態を制御するようにさらに構成されうる。本発明のいくつかの実施形態において、第1のスイッチングデバイス 610と第3のスイッチングデバイス 612の導通状態は相互排他的であり、第2のスイッチングデバイス 614と第4のスイッチングデバイス 616の導通状態も相互排他的である。本発明のいくつかの例示的な実施形態によれば、コントローラ 102は、スイッチングデバイス 610、612、614、616を調整することによって駆動電流 617、619を制御するよう 10 にさらに構成することができ、4つのスイッチングデバイス 610、612、614、616のうちの少なくとも2つは、開成状態にあり、他の2つのスイッチングデバイスのうちの少なくとも1つは、閉成状態にある時間の割合に少なくとも部分的に基づいて電流 617、619を制御するように動作可能である。

【0064】

図7及び図8は、それぞれ、本発明の例示的な実施形態による、正電流スイッチング制御 700及び負電流スイッチング制御 800の例示的なタイミング図を示している。これらのタイミング図の例示的な実施形態は、本発明のQオンリーパルス幅変調(PWM)制御の実施形態に適用することができる。本発明の実施形態によれば、これらの例示的なタイミング図は、図5のアクチュエータの双方向電流スイッチング回路 500及び/又は図6のHブリッジ回路 600に関して上で説明されている実施形態に適用可能でありうる。これらの図は、直列につながる2つのスイッチングデバイスに対する、時間の関数としての例示的なスイッチ状態(ON又はOFF)を表している。示されているスイッチング状態は、極性及び平均駆動電流を制御するために図3の318などのアクチュエータの再構成可能な導通経路を構成することができ、次いで、これを使用してそれぞれの作動方向を制御し、アクチュエータの速度又は力を制御することができる。

【0065】

例示的な一実施形態によれば、図7に示されているように、スイッチングデバイスは、Qオンリー PWMスイッチングデバイス状態に応じて制御することができる。例えば、第1のスイッチングデバイス(図6の620などのHブリッジの一方の脚の610などの、又は図5の第1のスイッチ 508内の)は、第1のスイッチ状態 702に応じて、時間の関数として制御することができる。図7は、第2のスイッチングデバイス(図6の620などのHブリッジの同じアーム内の616など)に対するスイッチングデバイス状態 704も示している。例示的な一実施形態によれば、第2のスイッチングデバイス状態 704は、一方向にアクチュエータを駆動するときに常時「ON」であるものとしよく、したがって、この特徴により、本発明と従来のPWMスイッチングとが区別され、その場合、第2のスイッチングデバイスは典型的にはPWMスイッチングされる。

【0066】

本発明の例示的な実施形態によれば、第1のスイッチングデバイス状態 702のデュー 50

ティサイクルは、所望の平均電流をアクチュエータに通すために必要に応じて調整することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、スイッチングデバイスがアクチュエータ（図6の610及び616などのスイッチングデバイスを介した618などの）を通る図6の619などの正の電流の経路を定めるように構成されている場合、Hブリッジ（図6の614及び612などの）の他の脚内のスイッチングデバイスは、電源の短絡を回避するために開成状態にあるものとすることができます。

【0067】

図8は、nQオンリーPWMの負電流スイッチ状態800に対する類似の例示的なタイミング図を示している。例示的な一実施形態によれば、第1の（負電流）スイッチングデバイス（図6の622などのHブリッジの一方の脚の614などの、又は図5の第2のスイッチングデバイス526内の）は、第1の負スイッチ状態804に応じて、時間の関数として制御することができる。図8は、第2の（負電流）スイッチングデバイス（図6の622などのHブリッジの同じアーム内の612など）に対する第2の負スイッチングデバイス状態802も示している。例示的な一実施形態によれば、第2のスイッチングデバイス状態802は、一方向にアクチュエータを駆動するときに常時「ON」であるものとしよく、したがって、この特徴により、本発明と従来のPWMスイッチングとが区別され、その場合、第2のスイッチングデバイスは典型的にはPWMスイッチングされる。

10

【0068】

本発明の例示的な実施形態によれば、第1の負スイッチングデバイス状態804のデューティサイクルは、所望の平均負電流をアクチュエータに通すために必要に応じて調整することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、スイッチングデバイスがアクチュエータ（図6の612及び614などのスイッチングデバイスを介した618などの）を通る図6の617などの負の電流の経路を定めるように構成されている場合、Hブリッジ（図6の610及び616などの）の他の脚内のスイッチングデバイスは、電源の短絡を回避するために開成状態にあるものとすることができます。

20

【0069】

次に、アクチュエータを制御するための例示的な方法900を、図9の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック902から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、基準信号が生成される。ブロック904において、本発明の例示的な一実施形態によれば、アクチュエータは、基準信号に少なくとも部分的に基づいてスイッチト駆動信号を用いて操作される。ブロック906において、例示的な一実施形態によれば、スイッチト励磁信号が生成される。ブロック908において、例示的な実施形態によれば、参照は、スイッチト励磁信号に関連付けられたフィードバックに少なくとも部分的に基づいて制御される。方法900は、ブロック908の後に終了する。

30

【0070】

次に、アクチュエータ駆動電流を制御するための例示的な方法1000を、図10の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック1002から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は基準信号を受信することを含むものとしてよい。ブロック1004において、この方法は、少なくとも部分的には駆動電流に基づいてフィードバック信号を決定することを含むことができる。ブロック1006において、この方法は、少なくとも部分的にはフィードバック信号に基づいて、調整されたフィードバック信号を決定することを含むことができる。ブロック1008において、この方法は、基準信号と調整されたフィードバック信号とを比較することを含むことができる。ブロック1010において、この方法は、基準信号と調整されたフィードバック信号との比較結果に基づいて駆動電流を制御することを含むことができる。方法1000は、ブロック1010の後に終了する。

40

【0071】

次に、アクチュエータを通る双方向駆動電流を制御するための例示的な方法1100を、図11の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック1101から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は方向制御信号を受信すること

50

を含むものとしてよい。ブロック 1102において、この方法は、方向制御に少なくとも部分的に基づいてアクチュエータを通る少なくとも1つのスイッチング可能な正電流経路及び少なくとも1つのスイッチング可能な負電流経路を確立するように1つ又は複数のデバイスを操作することを含むことができる。ブロック 1104において、この方法は、アクチュエータに関連付けられた電流に少なくとも部分的に基づいてフィードバックを供給することを含むことができる。さらに、ブロック 1106において、この方法は、フィードバックに少なくとも部分的に基づいて電流を制御することを含むことができる。方法 1100は、ブロック 1106の後に終了する。

【0072】

次に、アクチュエータ駆動電流を制御するための例示的な方法 1200を、図 12 の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック 1201から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は方向制御信号を受信することを含むものとしてよい。ブロック 1202において、この方法は、方向制御信号に少なくとも部分的に基づいてアクチュエータを通る少なくとも1つのスイッチング可能な正電流経路及び少なくとも1つのスイッチング可能な負電流経路を確立するように1つ又は複数のデバイスを操作することを含むことができる。ブロック 1204において、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は、アクチュエータに関連付けられた電流に少なくとも部分的に基づいてフィードバックを供給することを含むことができる。ブロック 1206において、この方法は、フィードバックに、又はフィードバックとパルス幅変調信号との比較結果に少なくとも部分的に基づいて電流を制御することを含むことができる。方法 1200は、ブロック 1206の後に終了する。

【0073】

次に、アクチュエータを通る双方向駆動電流を制御するための例示的な方法 1300を、図 13 の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック 1302から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は基準信号を受信することを含むものとしてよい。ブロック 1304において、この方法は、アクチュエータに関連付けられた電流に少なくとも部分的に基づいてフィードバック信号を決定することを含むことができる。ブロック 1306において、この方法は、基準信号と調整されたフィードバック信号との比較結果に基づいて駆動電流を制御することを含むことができる。ブロック 1308において、この方法は、ヒステリシス制御を介してアクチュエータを通る少なくとも1つの正電流経路及び少なくとも1つの負電流経路を確立するように1つ又は複数のデバイスを操作することを含むことができる。方法 1300は、ブロック 1308の後に終了する。

【0074】

次に、アクチュエータを通る双方向駆動電流を制御するための例示的な方法 1400を、図 14 の流れ図を参照しつつ説明することにする。この方法は、ブロック 1402から始まり、本発明の例示的な一実施形態によれば、この方法は基準信号を受信することを含むものとしてよい。ブロック 1404において、この方法は、アクチュエータに関連付けられた電流に少なくとも部分的に基づいてフィードバック信号を決定することを含むことができる。ブロック 1406において、この方法は、基準信号と調整されたフィードバック信号との比較結果に基づいて駆動電流を制御することを含むことができる。ブロック 1408において、この方法は、パルス幅変調制御を介してアクチュエータを通る少なくとも1つの正電流経路及び少なくとも1つの負電流経路を確立するように1つ又は複数のデバイスを操作することを含むことができる。方法 1400は、ブロック 1408の後に終了する。

【0075】

したがって、本発明の例示的な実施形態は、効率を高めたサーボアクチュエータ制御を行ういくつかのシステム、方法、及び装置を構成する技術的効果をもたらしうる。本発明の例示的な実施形態は、サーボアクチュエータドライバ又は励磁信号ドライバによって生じる熱の量を減らすためのシステム、方法、及び装置を構成するさらなる技術的効果をも

10

20

30

40

50

たらしうる。本発明の例示的な実施形態は、従来のサーボアクチュエータドライバにおいて必要なヒートシンクをなくすか、又はそのようなヒートシンクのサイズを縮小するためのシステム、方法、及び装置を構成するさらなる技術的効果をもたらしうる。本発明の例示的な実施形態は、サーボアクチュエータ及びその駆動用電子機器に関連付けられた回路、回路基板、及び／又は制御盤のサイズ又は設置面積を縮小するためのシステム、方法、及び装置を構成するさらなる技術的効果をもたらしうる。

【0076】

本発明の例示的な実施形態では、コントローラシステム100、アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200、及び／又は位置決め制御システム300は、どの操作をも円滑にするために実行される任意の数のソフトウェアアプリケーションを備えることができる。10

【0077】

例示的な実施形態において、1つ又は複数のI/Oインターフェースを備えることで、コントローラシステム100、アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200、及び／又は位置決め制御システム300と1つ又は複数の入力／出力デバイスとの間の通信を円滑に行わせることができる。例えば、ユニバーサルシリアルバスポート、シリアルポート、ディスクドライブ、CD-ROMドライブ、及び／又はディスプレイ、キーボード、マウス、制御盤、タッチスクリーンディスプレイ、マイクなどの1つ又は複数のユーザインターフェースデバイスを備えることで、コントローラシステム100、アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200、及び／又は位置決め制御システム300とのユーザ対話を円滑にすることができる。1つ又は複数のI/Oインターフェースを使用して、さまざまな入力デバイスからデータ及び／又はユーザ命令を受け取ったり、又は収集したりすることができる。受け取ったデータは、本発明のさまざまな実施形態において望ましいものとされる1つ又は複数のコンピュータプロセッサによって処理され、及び／又は1つ又は複数のメモリデバイス内に格納されうる。20

【0078】

1つ又は複数のネットワークインターフェースは、コントローラシステム100、アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200、及び／又は位置決め制御システム300の入出力を、1つ又は複数の好適なネットワーク及び／又は接続部、例えば、システムに関連付けられた任意の数のセンサとの通信を円滑にする接続部に接続することを容易にする。1つ又は複数のネットワークインターフェースを備えることで、外部デバイス及び／又はシステムとの通信のために、1つ又は複数の好適なネットワーク、例えば、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、携帯電話網、無線周波ネットワーク、Blue tooth(商標)対応ネットワーク、Wi-Fi(商標)対応ネットワーク、衛星利用ネットワーク、有線ネットワーク、無線ネットワークなどとの接続を円滑に行える。30

【0079】

必要に応じて、本発明の実施形態は、コントローラシステム100、アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路200、及び／又は位置決め制御システム300を、図1、2、及び3に例示されている構成部品の数を加減した形で、備えることができる。40

【0080】

本発明は、ここまで、本発明の例示的な実施形態によるシステム、方法、装置、及び／又はコンピュータプログラム製品のブロック図及び流れ図を参照しつつ説明されている。ブロック図及び流れ図の1つ又は複数のブロック、並びにブロック図及び流れ図内のブロックの組合せは、それぞれ、コンピュータ実行可能プログラム命令により実装されうることは理解されるであろう。同様に、ブロック図及び流れ図のいくつかのブロックは、本発明のいくつかの実施形態によれば、示されている順序で必ずしも実行される必要はないか、又はまったく実行される必要がない場合もある。

【0081】

これらのコンピュータ実行可能プログラム命令を、汎用コンピュータ、専用コンピュー50

タ、プロセッサ、又は他のプログラム可能データ処理装置にロードして特定のマシンを構成し、これにより、コンピュータ、プロセッサ、又は他のプログラム可能データ処理装置上で実行される命令が1つ又は複数の流れ図ブロック内で指定された1つ又は複数の機能を実行するための手段を構成することができる。コンピュータ又は他のプログラム可能データ処理装置に特定の方法で機能するように指示することができるこれらのコンピュータプログラム命令を、コンピュータ可読メモリに格納することもでき、これにより、コンピュータ可読メモリ内に格納されている命令により、1つ又は複数の流れ図ブロックで指定された1つ又は複数の機能を実行する命令手段を収めた製造品を生産することができる。一例として、本発明の実施形態は、コンピュータ可読プログラムコード又はプログラム命令がその中に実施されているコンピュータ使用可能媒体を含む、コンピュータプログラム製品を構成することができ、前記コンピュータ可読プログラムコードは1つ又は複数の流れ図ブロックで指定された1つ又は複数の機能を実装するために実行されるように適合される。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ又は他のプログラム可能なデータ処理装置上にロードされ、これにより、コンピュータ又は他のプログラム可能な装置上で一連の動作要素又はステップを実行してコンピュータ実装プロセスを生成することができ、これによりコンピュータ又は他のプログラム可能な装置上で実行される命令が1つ又は複数の流れ図ブロックで指定された機能を実装するための要素又はステップを構成する。

【0082】

したがって、ブロック図及び流れ図のブロックは、指定された機能を実行するための手段の組合せ、指定された機能を実行するための要素又はステップの組合せ、及び指定された機能を実行するためのプログラム命令手段をサポートする。ブロック図及び流れ図の各ブロック、及びブロック図及び流れ図内のブロックの組合せは、指定された機能、要素、又はステップを実行する専用ハードウェアベースのコンピュータシステム、又は専用ハードウェアとコンピュータ命令の組合せによって実装されうることも理解されるであろう。

【0083】

本発明は、最も実用的な多様な実施形態であると現在考えられているものに関して説明されているが、本発明は、開示されている実施形態に限定されず、却って、付属の請求項の範囲内に含まれるさまざまな修正形態及び同等の配置構成を対象とすることを理解されたい。本明細書では特定の用語が使用されているけれども、これらの用語は、一般的で説明的な意味でのみ使用され、制限することを目的としていない。

【0084】

本明細書では、いくつかの例を使用して、最良の態様を含む発明を開示し、これにより、当業者は、デバイス又はシステムを製作し、使用すること、及び組み込まれている方法を実行することを含む、本発明を実践することができる。本発明の特許可能な範囲は、請求項によって定められ、当業者であれば思い付く他の例を含むものとしてよい。このような他の例は、これらの例が請求項の文言と異ならない構造要素を有している場合、又はこれらの例が請求項の文言との違いがわずかである同等の構造要素を含む場合に、請求項の範囲内にあることが意図される。

【符号の説明】

【0085】

- 100 コントローラシステム
- 102 コントローラ
- 104 メモリ
- 106 プロセッサ（複数可）
- 108 入力／出力インターフェース（複数可）
- 110 ネットワークインターフェース（複数可）
- 112 オペレーティングシステム
- 114 データ
- 118 アクチュエータコマンド及び感知モジュール

10

20

30

40

50

1 2 0	励磁駆動及びアクチュエータ位置感知モジュール	
1 2 1	アクチュエータ駆動及び感知回路	
1 2 3	励磁駆動及びアクチュエータ位置感知回路	
1 2 4	アクチュエータスイッチング増幅器	
1 2 6	フィルタリング	
1 2 8	アクチュエータ	
1 3 0	感知及びフィードバック条件調整	
1 3 2	アナログ / デジタルコンバータ (電圧制御発振器であってもよい)	
1 3 4	励磁駆動スイッチング増幅器	
1 3 6	位置センサ (L V T D / R V D T)	10
1 4 0	感知及びフィードバック条件調整	
1 4 2	アナログ / デジタルコンバータ (電圧制御発振器であってもよい)	
2 0 0	アクチュエータ駆動及び位置センサ励磁回路	
2 0 2	コントローラ / マイクロプロセッサ	
2 0 4	アクチュエータ参照又はパルス幅変調信号	
2 0 6	極性信号	
2 0 7	スイッチト駆動信号	
2 0 8	スイッチング電力増幅器	
2 0 9	フィルタ	
2 1 0	第 1 のフィルタインダクタ	20
2 1 2	第 2 のフィルタインダクタ	
2 1 4	フィルタキャパシタ	
2 1 5	アクチュエータ電流	
2 1 6	アクチュエータ	
2 1 8	電流感知抵抗器	
2 2 0	フィードバック回路	
2 2 1	電流フィードバック (第 2 のフィードバック)	
2 2 2	A / D コンバータ	
2 2 3	デジタル信号	
2 2 4	位置センサ可動芯	30
2 2 6	位置センサ (L V D T , R V D T)	
2 2 8	スイッチト励磁信号	
2 3 0	スイッチング電力増幅器	
2 3 2	励磁基準信号	
2 3 4	フィードバック回路	
2 3 6	励磁信号フィードバック	
2 4 0	A / D コンバータ	
2 4 1	デジタル信号	
3 0 0	位置決め制御システム	
3 0 2	サーボ位置制御	40
3 0 4	デジタルサーボ位置調節器 (マイクロプロセッサ)	
3 0 6	アナログ / デジタルコンバータ	
3 0 8	位置センサフィードバック条件調整	
3 1 0	電流調節器	
3 1 2	アクチュエータ用電流ドライバ	
3 1 4	励磁制御	
3 1 6	励磁ドライバ	
3 1 8	アクチュエータ	
3 2 0	位置センサ 1 (L V D T 1)	
3 2 2	位置センサ 2 (L V D T 2)	50

3 2 4	弁アセンブリ	
4 0 0	ミステリシース制御機能を有するスイッチングサーボアクチュエータ回路	
4 0 1	出力ドライバ電流	
4 0 2	基準信号	
4 0 3	調整されたフィードバック信号	
4 0 4	第1の演算増幅器	
4 0 6	出力ドライバゲート抵抗器	
4 0 8	電源	
4 1 0	電流制御デバイス（出力ドライバ（MOSFET又は同様のものでよい））	
4 1 2	感知抵抗器	10
4 1 3	フィードバック信号駆動電流感知信号	
4 1 4	第1のフィードバック抵抗器	
4 1 6	第2のフィードバック抵抗器	
4 1 8	負荷	
4 2 0	フィルタキャパシタ	
4 2 2	バイアス抵抗器	
4 2 4	利得抵抗器	
4 2 8	フィードバック遅延抵抗器	
4 3 0	フィードバック遅延キャパシタ	
4 3 2	グランド	20
5 0 0	双方向電流スイッチング回路	
5 0 2	第1のスイッチ制御信号（PWM基準信号）	
5 0 4	第1の電流フィードバック信号	
5 0 6	第1の演算増幅器	
5 0 8	第1のスイッチングデバイス	
5 0 9	Vcc（正電圧電源）	
5 1 0	感知抵抗器	
5 1 1	グランド	
5 1 2	負荷とフィルタ	
5 1 4	第1の差動増幅器	30
5 1 6	第1のフィルタ抵抗器	
5 1 8	第1のフィルタキャパシタ	
5 2 0	第2のスイッチ制御信号（PWM基準信号）	
5 2 2	第2の電流フィードバック信号	
5 2 4	第2の演算増幅器	
5 2 6	第2のスイッチングデバイス	
5 2 7	-Vee（負電圧電源）	
5 2 8	第2の差動増幅器	
5 3 0	第2のフィルタ抵抗器	
5 3 2	第2のフィルタキャパシタ	40
5 3 4	正電流経路	
5 3 6	負電流経路	
5 3 8	正の電流	
5 4 0	負の電流	
6 0 0	Hブリッジ	
6 0 2	電源	
6 0 4	第1のスイッチ駆動信号	
6 0 6	第2のスイッチ駆動信号	
6 0 8	方向 / 極性信号	
6 0 9	インバータ	50

6 1 0	第 1 のスイッチングデバイス	
6 1 2	第 3 のスイッチングデバイス	
6 1 4	第 2 のスイッチングデバイス	
6 1 6	第 4 のスイッチングデバイス	
6 1 7	負駆動電流	
6 1 8	負荷	
6 1 9	正駆動電流	
6 2 0	正電流経路	
6 2 2	負電流経路	
7 0 0	正の電流スイッチ状態	10
7 0 2	第 1 のスイッチングデバイス状態	
7 0 4	第 2 のスイッチングデバイス状態 (常時オン)	
7 0 6	従来の H ブリッジアームの第 2 のスイッチングデバイス状態 (比較のため)	
8 0 0	負の電流スイッチ状態	
8 0 2	第 2 の負のスイッチングデバイス状態 (常時オン)	
8 0 4	第 1 の負のスイッチングデバイス状態	
8 0 6	従来の H ブリッジアームの第 2 のスイッチングデバイス状態 (比較のため)	
9 0 0	方法	
9 0 2	ブロック	
9 0 4	ブロック	20
9 0 6	ブロック	
9 0 8	ブロック	
9 1 0	ブロック	
1 0 0 0	方法	
1 0 0 2	ブロック	
1 0 0 4	ブロック	
1 0 0 6	ブロック	
1 0 0 8	ブロック	
1 0 1 0	ブロック	
1 1 0 0	方法	30
1 1 0 2	ブロック	
1 1 0 4	ブロック	
1 1 0 6	ブロック	
1 1 0 8	ブロック	
1 2 0 0	方法	
1 2 0 2	ブロック	
1 2 0 4	ブロック	
1 2 0 6	ブロック	
1 2 0 8	ブロック	

【図1】

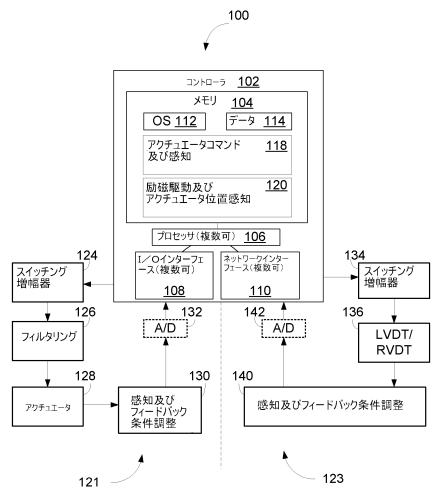


FIG. 1

【図2】

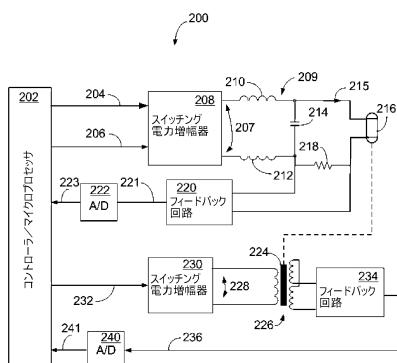


FIG. 2

【図3】

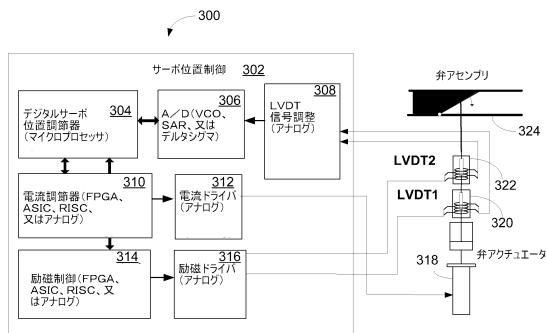


FIG. 3

【図4】

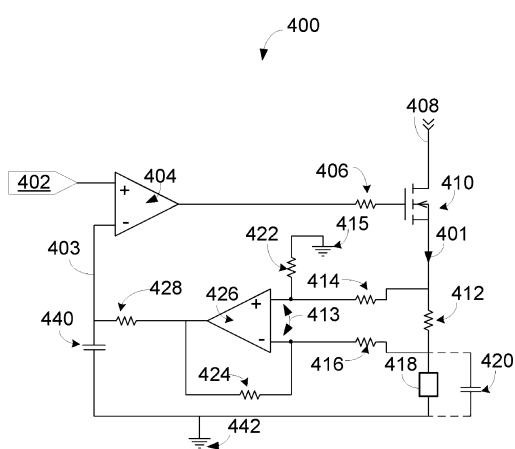


FIG. 4

【図5】

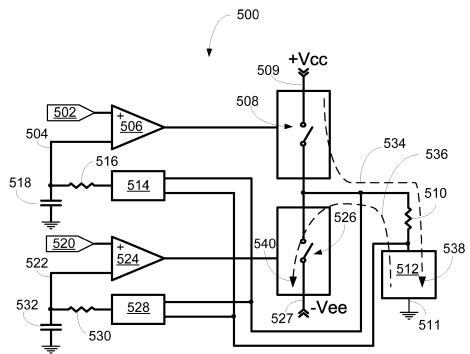


FIG. 5

【図7】

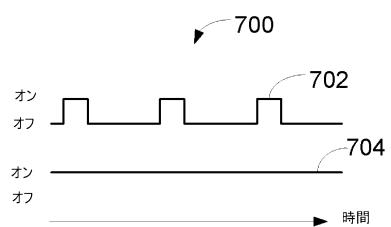


FIG. 7

【図6】

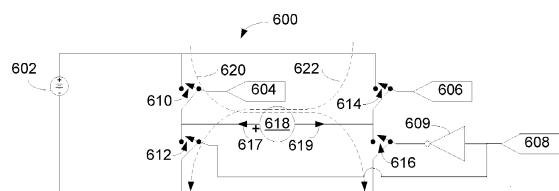


FIG. 6

【図8】

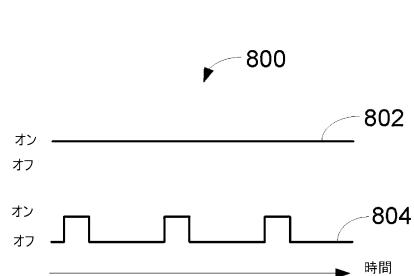


FIG. 8

【図9】

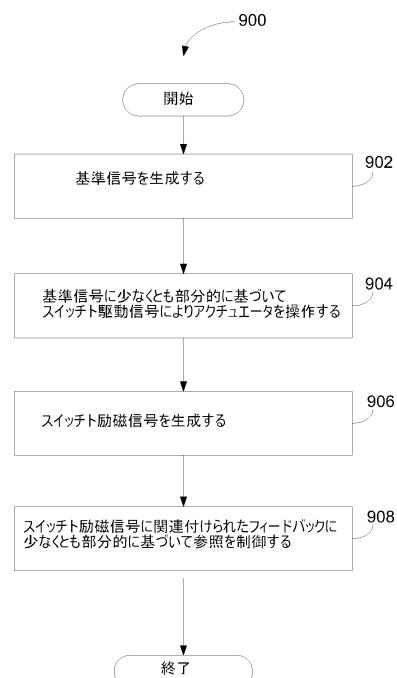


FIG. 9

【図10】

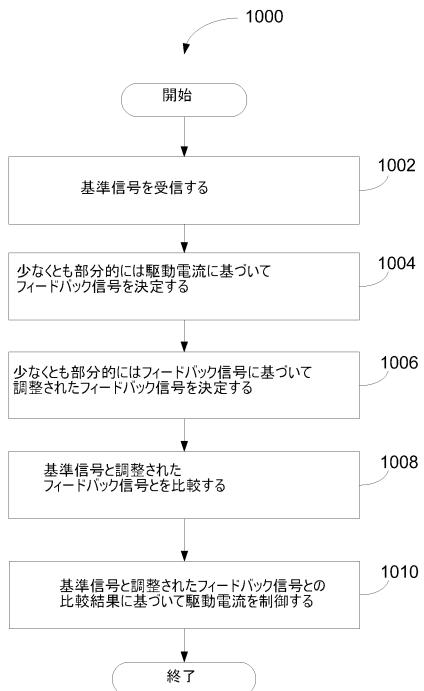


FIG. 10

【図11】

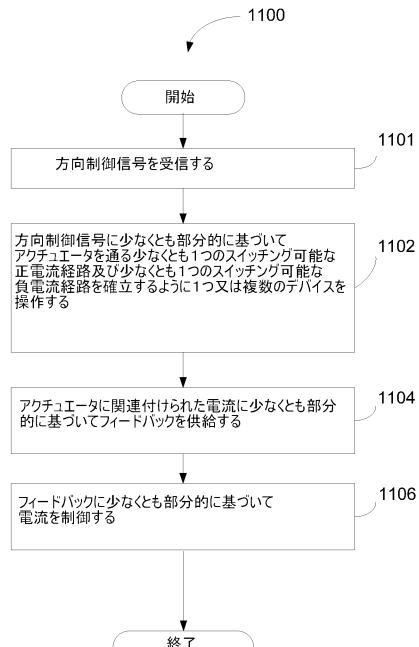


FIG. 11

【図12】

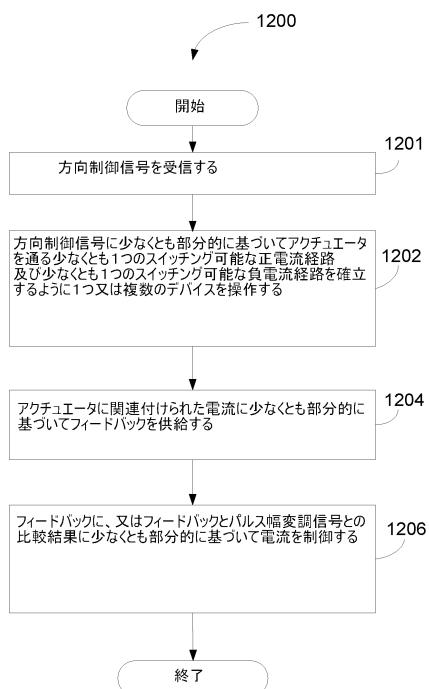


FIG. 12

【図13】

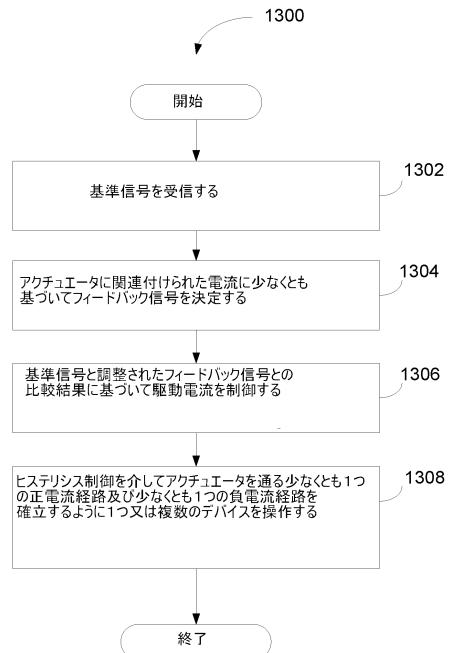


FIG. 13

【図14】

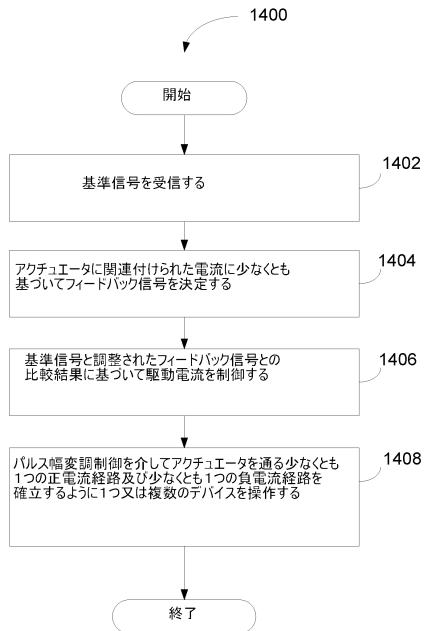


FIG. 14

フロントページの続き

(72)発明者 ラヴィンドラ・マハヴィール・デサイ
インド、500016、アンドラ・プラデシュ、ハイデラバッド、ハイテック・シティ、サイバー
・パール、ブロック1、セカンド・フロア、ユニット・ナンバー02-01(番地なし)

審査官 川東 孝至

(56)参考文献 特開2003-300473(JP,A)
特開平08-207804(JP,A)
特開2007-263044(JP,A)
特開平09-297602(JP,A)
実開平2-125598(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 11/36
F01D 17/10
G05B 11/28
H02P 7/06