

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4878118号  
(P4878118)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月9日(2011.12.9)

(51) Int.Cl. F I  
H O 2 P 25/06 (2006.01) H O 2 P 7/00 1 O 1 B  
F O 2 D 41/20 (2006.01) F O 2 D 41/20 3 3 O

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-536814 (P2004-536814)  
(86) (22) 出願日 平成15年6月10日(2003.6.10)  
(65) 公表番号 特表2005-538676 (P2005-538676A)  
(43) 公表日 平成17年12月15日(2005.12.15)  
(86) 国際出願番号 PCT/DE2003/001904  
(87) 国際公開番号 W02004/027529  
(87) 国際公開日 平成16年4月1日(2004.4.1)  
審査請求日 平成18年6月9日(2006.6.9)  
(31) 優先権主張番号 10242790.9  
(32) 優先日 平成14年9月14日(2002.9.14)  
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390023711  
ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト  
ミット ベシユレンクテル ハフツング  
ROBERT BOSCH GMBH  
ドイツ連邦共和国 シュツツガルト ( 番地なし)  
Stuttgart, Germany  
(74) 代理人 100061815  
弁理士 矢野 敏雄  
(74) 代理人 100114890  
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ  
ンハルト  
(72) 発明者 ヴィリー キューン  
ドイツ連邦共和国 マルクグレーニンゲン  
ベンツシュトラッセ 2  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁的なアクチュエータを流れる電流を閉ループ制御する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相互に並列に接続されている複数の電磁的なアクチュエータ(10)を流れる各々の電流を閉ループ制御する方法において、

並列に接続されている前記アクチュエータ(10)の各々は1つの第1のスイッチ(11)及び1つの電流測定回路(13)と共に直列回路を形成し、

並列に接続されている前記アクチュエータ(10)の各々にはフライホイールダイオード(15)が並列接続されており、

閉ループ制御部(20)及びパルス形成部(22)がPWM信号(PWM = パルス幅変調)を用いて、並列に接続されている前記第1のスイッチ(11)を各々開閉し、前記電流測定回路(13)によって測定される所属の前記アクチュエータ(10)を流れる電流を目標値(SW)に閉ループ制御し、

前記PWM信号の各々に低周波振動の形態のいわゆるディザ機能を重畳し、

前記PWM信号の各々のオンオフ周期の長さ(TC)を変更し、

前記PWM信号の各々の前記長さ(TC)を相互に依存せずに、切替エッジの重なり合う降下の発生が可能な限り僅かであるよう変更することを特徴とする、電磁的なアクチュエータ(10)を流れる電流を閉ループ制御する方法。

【請求項 2】

個々のPWM信号の長さ(TC)を温度に依存して変更する、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記ディザ機能において、前記PWM信号の各パルスにディザ値を加算するないし各パルスからディザ値を減算する、請求項1または2記載の方法。

【請求項4】

前記PWM信号のパルスにディザ値(DW)が加算される期間(T1)の長さは、パルスからディザ値(DW)が減算される期間(T2)の長さと等しい、請求項3記載の方法。

【請求項5】

前記2つの期間(T1、T2)は前記PWM信号のオンオフ周期の長さ(TC)の倍数である全体の期間を形成する、請求項4記載の方法。

【請求項6】

前記電流測定回路(13)によって測定される前記アクチュエータ(10)を流れる電流から補正部(21)によってディザ機能を取り除く、請求項1から5までのいずれか1項記載の方法。

【請求項7】

2つの電流値が、前記PWM信号のパルスにディザ値(DW)が加算されるまたはパルスからディザ値(DW)が減算される、同一の長さの期間(T1)の間隔において測定され、測定された該2つの電流値の平均値を形成する、請求項6記載の方法。

【請求項8】

診断部(23)によって、前記第1のスイッチ(11)のオンオフ時点に基づき前記アクチュエータ(10)を流れる電流を算出し、該診断部(23)によって、該算出された電流を前記電流測定回路(13)によって測定された電流及び/又は目標値(SW)と比較する、請求項1から7までのいずれか1項記載の方法。

【請求項9】

プログラム命令がコンピュータにおいて実行される時に、請求項1から8までのいずれか1項記載の方法の実施に適しているプログラム命令を有することを特徴とする、コンピュータプログラム。

【請求項10】

電子記憶媒体に記憶する、請求項9記載のコンピュータプログラム。

【請求項11】

相互に並列に接続されている複数の電磁的なアクチュエータ(10)を流れる各々の電流を閉ループ制御する制御装置において、

並列に接続されている前記アクチュエータ(10)の各々は1つの第1のスイッチ(11)及び1つの電流測定回路(13)と共に直列回路を形成し、

並列に接続されている前記アクチュエータ(10)の各々にはフライホイールダイオード(15)が並列接続されており、

閉ループ制御部(20)及びパルス形成部(22)を有し、該閉ループ制御部(20)及び該パルス形成部(22)によって、並列に接続されている前記第1のスイッチ(11)がPWM信号(PWM=パルス幅変調)を用いて各々開閉され、前記電流測定回路(13)によって測定される所属の前記アクチュエータ(10)を流れる電流が目標値(SW)に閉ループ制御され、

前記PWM信号の各々に低周波振動の形態のいわゆるディザ機能が重畳され、

前記PWM信号の各々のオンオフ周期の長さ(TC)が変更され、

前記PWM信号の各々の前記長さ(TC)が相互に依存せずに、切替エッジの重なり合う降下の発生が可能な限り僅かであるよう変更されることを特徴とする、電磁的なアクチュエータ(10)を流れる電流を閉ループ制御する制御装置。

【請求項12】

前記閉ループ制御部(20)は個々のPWM信号の長さ(TC)を温度に依存して変更する、請求項11記載の制御装置。

【請求項13】

自動車に使用する、請求項11または12記載の制御装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

## 従来技術

本発明は電磁的なアクチュエータを流れる電流を閉ループ制御する方法に関し、ここでアクチュエータと第1のスイッチと電流測定回路とが直列回路を形成し、アクチュエータ(10)にはフライホイールダイオードが並列接続されており、第1のスイッチは閉ループ制御部及びパルス形成部によってPWM(PWM=パルス幅変調)を用いて、電流測定回路によって測定されるアクチュエータを流れる電流が目標値に閉ループ制御されるように開閉される。

10

## 【0002】

このような方法は一般的に公知である。この方法の基礎をなす電気回路ではPWM信号が第1のスイッチを用いてアクチュエータを介する電流に変換される。第1のスイッチが閉じられた状態において、また開かれた状態においても、アクチュエータを介して流れる電流が電流測定回路によって測定される。これに基づきこの電流を閉ループ制御するために必要とされる、所定の目標値との比較が実施される。

## 【0003】

公知の制御の問題は電磁的なアクチュエータが通常の場合ヒステリシスを有することである。これにより、例えば自動車の伝動装置の制御にアクチュエータが使用される場合には、ヒステリシスの結果制御が不正確になるため伝動装置の正確な切替過程はもはや容易には実施できない。

20

## 【0004】

## 課題、解決手段及び発明の利点

本発明の課題は、制御のより高い精度を実現する、電磁的なアクチュエータを流れる電流を閉ループ制御する方法を提供することである。

## 【0005】

この課題は本発明によれば、冒頭で述べたような方法において、PWM信号のオンオフ周期の長さが変更され、PWM信号に低周波振動の形態のいわゆるディザ機能が重畳されることによって解決される。

## 【0006】

オンオフ周期の長さを変更するということはPWM信号のいわゆるチョッパ周波数を変更することである。チョッパ周波数のこのような変更によって、電磁的なアクチュエータのいわゆる衝突衝撃(Sitzprellen)を低減することができる。同様に、アクチュエータのヒステリシスを殊に平均電流範囲においてチョッパ周波数の減少により低減することができる。チョッパ周波数を温度に依存して選択することができ、その結果アクチュエータの摩擦ヒステリシスはチョッパ周波数の減少によって低減される。総じてPWM信号のオンオフ周期の長さに影響を及ぼすことによって、アクチュエータに流れる電流の本発明による閉ループ制御が実質的に改善される。

30

## 【0007】

ディザ機能によってこの閉ループ制御のさらなる改善が達成される。殊にアクチュエータの可動の鉄心はPWM信号の低周波振動を用いて静止摩擦の状態に移行することが阻止される。すなわち鉄心をディザ機能によって継続的に滑り摩擦の状態に維持することができ、したがってアクチュエータの最小ヒステリシスを達成することができる。

40

## 【0008】

殊に有利には、ディザ機能においてPWM信号の各パルスにはディザ値が加算される、または各パルスからディザ値が減算される。ここでPWM信号のパルスにディザ値が加算される期間の長さは有利には、パルスからディザ値が減算される期間の長さと等しい。

## 【0009】

このことはディザ機能が全体として、アクチュエータに流れる平均電流に影響を及ぼさないという利点をもたらす。

50

## 【 0 0 1 0 】

本発明の殊に有利な実施形態においては、2つの期間がPWM信号のオンオフ周期の期間の長さの倍数である全体の期間を形成する。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の殊に有利な別の実施形態では、電流測定回路によって測定されるアクチュエータを流れる電流が補正部によってディザ機能から解放される。2つの電流値はPWM信号のパルスにディザ値が加算されるまたはパルスからディザ値が減算される、同一の長さの期間の間隔において測定され、またこれら2つの測定された電流値の平均値が形成されることは有利である。

## 【 0 0 1 2 】

前述の間隔において測定される2つの電流値の平均値が形成されることによって、加算ないし減算されたディザ値が即座に消去されるということが保証される。このようにして、ディザ機能はアクチュエータに流れる電流の閉ループ制御に何ら影響を及ぼさないことが達成される。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の有利な実施形態では、診断部によって第1のスイッチの測定されたオンオフ時点に基づいてアクチュエータを流れる電流が算出され、この診断部によってこの算出された電流が電流測定回路によって測定された電流及び/又は目標値と比較される。

## 【 0 0 1 4 】

このことはアクチュエータに流れる電流の本発明による全体の閉ループ制御の冗長的な検査を可能にする。すなわち、測定された電流を目標値と比較することだけが可能であるのではなく、付加的に、オンオフ時点から算出された電流を測定された電流及び/又は目標値と比較することもできる。したがって、誤動作によって惹起されている短絡及び電流偏差により良好に反応することができる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明をコンピュータプログラムの形態または制御装置の形態で実現することができる。コンピュータプログラムを電子記憶媒体に記憶することができる。制御装置は殊にソフトウェアで実現されている本発明の構成要素を包含することができる。さらに制御装置はソフトウェアをアクチュエータ及びこれに所属するハードウェアモジュールと結合するために必要な全てのモジュールを有することができる。

## 【 0 0 1 6 】

## 発明の実施例

本発明のさらなる特徴、適用可能性及び利点は図面に示されている本発明の実施例の以下の説明から生じる。ここで、記述ないし説明される全ての特徴はそれ自体または任意の組合せで、請求項または請求項の相互関係における本発明の梗概とは独立し、また明細書ないし図面における文章ないし図とは独立している本発明の対象である。ここで、図1は電磁的なアクチュエータを流れる電流を閉ループ制御するための本発明によるシステムの実施例の概略的なブロック回路図であり、図2は図1のシステムに関する閉ループ制御の実施例の概略的なブロック回路図であり、図3は電磁的なアクチュエータを流れる電流についての制御信号の概略的な時間ダイアグラムである。

## 【 0 0 1 7 】

図1には電磁的なアクチュエータ10が示されており、このアクチュエータ10は内部にスライド可能に配置されている鉄心を備えたコイルで良い。アクチュエータ10を例えば自動車の伝動装置制御に使用できるか、内燃機関の噴射弁などとして使用できる。

## 【 0 0 1 8 】

アクチュエータ10は第1のスイッチ11を介して供給電圧UVと接続されており、また第2のスイッチを介してアースと接続されている。アクチュエータ10と第2のスイッチ12との間には電流測定回路13が挿入されており、また監視部14と接続されている。アクチュエータ10及び電流測定回路13に対して並列にフライホイールダイオード1

10

20

30

40

50

5 が接続されている。

【 0 0 1 9 】

アクチュエータ 1 0 と第 1 のスイッチ 1 1 との接続点には診断回路 1 6 が接続されている。電流測定回路 1 3 と監視部 1 4 との接続点は抵抗 1 7 を介して供給電圧 U V と接続されている。

【 0 0 2 0 】

閉ループ制御部 2 0 には供給電圧 U V、周囲温度 T U を表す信号及び目標値 S W を特徴付ける信号が印加される。電流測定回路 1 3 によって形成される信号は補正部 2 1 によって処理されて、閉ループ制御部 2 0 に転送される。閉ループ制御部 2 0 は一方ではパルス形成部 2 2 を介して第 1 のスイッチ、他方では直接第 2 のスイッチ 1 2 を駆動制御する。

10

【 0 0 2 1 】

診断部 2 3 には診断回路 1 6、電流測定回路 1 3 及び監視部 1 4 によって形成される信号が印加される。さらに診断部 2 3 には目標値 S W が加えられる。これらの信号に依存して診断部 2 3 は閉ループ制御部 2 0 に作用する。

【 0 0 2 2 】

図 1 ではアクチュエータ 1 0 は 1 つだけ示されている。図示されたシステムはこのアクチュエータ 1 0 を流れる電流を閉ループ制御することに適している。しかしながら同様に、複数のアクチュエータ 1 0 を設けることも可能である。この場合には図 1 において 2 つの破線 2 5 の間に配置されている構成素子が相応に複数設けられている。すなわちこの場合には複数のアクチュエータ 1 0 が設けられているだけでなく、所属の第 1 のスイッチ 1 1、電流測定回路 1 3、フライホイールダイオード 1 5 及び診断回路 1 6 もそれぞれ複数設けられている。

20

【 0 0 2 3 】

この場合複数のアクチュエータ 1 0 は相互に並行して、図 1 に示した既に言及したやり方と同じようにして駆動制御される。図 1 ではこれに関して、この場合複数設けられているコネクションが太い線で表されている。このコネクションは例えばバスコネクションで良く、このコネクションでは各調節弁 1 0 にバスコネクションの 1 つの線が割り当てられている。

【 0 0 2 4 】

2 つの線 2 5 の間に示されている構成要素はハードウェアモジュールとして実施されている。図 1 において線 2 5 の左側に示されている構成要素は有利にはソフトウェアとして実現されており、マイクロプロセッサなどによって実施されている。このためにコンピュータプログラムが設けられており、このコンピュータプログラムのプログラム命令はマイクロプロセッサにおいて実行することに適している。コンピュータプログラムは有利にはフラッシュメモリに記憶されており、このフラッシュメモリはマイクロプロセッサと共に制御装置内に収容されている。ハードウェアモジュールとマイクロプロセッサないし制御装置との間には、図 1 には図示していないインタフェース、アナログ / デジタル変換器などを設けることができる。

30

【 0 0 2 5 】

図 1 の閉ループ制御部 2 0 が図 2 に詳細に示されている。閉ループ制御部 2 0 は前制御部 3 1、I 成分 3 2 及び P 成分 3 3 を有する。

40

【 0 0 2 6 】

前制御部 3 1 には供給電圧 U V、周囲温度 T U 及び目標値 S W が印加される。これらに依存して前制御部 3 1 は信号を形成し、この信号は加算部 3 4 に供給される。前制御部 3 1 は I 成分 3 2 及び P 成分によって補償調整すべき偏差を可能な限り僅かに保つタスクを有する。

【 0 0 2 7 】

減算個所 3 5 において実際値 I W から目標値 S W が減算される。ここで実際値 I W は図 1 の補正部 2 1 によって形成される信号に対応する。減算個所 3 5 によって算出された差分が I 成分 3 2 及び P 成分 3 3 に供給される。P 成分 3 3 は加算個所 3 4 に供給される信

50

号を形成する。

【 0 0 2 8 】

I 成分 3 2 の形成を 2 つのスイッチ 3 6 を用いて中断することができる。このために 2 つのスイッチ 3 6 はブロック 3 7 によって駆動制御され、このブロック 3 7 には目標値 S W が印加されている。

【 0 0 2 9 】

時間的に連続する値を継続的に比較することによって、ブロック 3 7 は目標値 S W に所定の最大変化を上回る飛躍的な変化が生じているか否かを識別する。肯定の場合にはブロック 3 7 は 2 つのスイッチ 3 6 を開いて、I 成分 3 2 の形成を中断する。この場合目標値 S W の飛躍的な変化は P 成分 3 3 によってのみ調節される。I 成分 3 3 の中断の長さを固定で所定の長さで選択することができるか、例えば目標値 S W の飛躍的な変化の幅に依存して可変に選択することができる。

10

【 0 0 3 0 】

ブロック 3 7 によって飛躍的な変化が識別されなければ、スイッチ 3 6 は閉じられたままであるので I 成分 3 2 はアクティブである。この場合 I 成分 3 2 は加算個所 3 4 に供給されている。ここでもう一度、図 2 の閉ループ制御部 2 0 したがってスイッチ 3 6 が有利にはソフトウェアとして実現されていることを示唆する。

【 0 0 3 1 】

加算個所 3 4 において形成された合計 S は、閉ループ制御部 2 0 によって形成されてパルス形成部 2 2 に供給される信号に対応する。

20

【 0 0 3 2 】

アクチュエータ 1 0 を流れる電流を閉ループ制御するための図 1 に示されたシステムは以下のように機能する：

アクチュエータ 1 0 を介する電流が第 1 のスイッチ 1 1 を用いて調節される。このために第 1 のスイッチ 1 1 には P W M 信号 ( P W M = パルス幅変調 ) が印加される。第 2 のスイッチ 1 2 は通常の動作時には閉じられている。

【 0 0 3 3 】

このような P W M 信号が例示的に図 3 に時間 t に関してプロットされている。P W M 信号は、第 1 のスイッチ 1 1 が閉じられているオン状態 ( 「 1 」 ) と第 1 のスイッチ 1 1 が開かれているオフ状態 ( 「 0 」 ) のみで区別される。第 1 のスイッチ 1 1 が閉じられている場合には電流が供給電圧源 U V から第 1 のスイッチ 1 1 、アクチュエータ 1 0 、電流測定回路 1 3 及び閉じられた第 2 のスイッチ 1 2 を介してアースへと流れる。第 1 のスイッチ 1 1 が開かれている場合にはこのような電流は流れない。P W M 信号のオン期間及びオフ期間の長さを変更することによって、アクチュエータ 1 0 に流れる電流に影響を及ぼすことができる。

30

【 0 0 3 4 】

P W M 信号は閉ループ制御部 2 0 の出力信号に依存してパルス形成部 2 2 によって形成される。殊にパルス形成部 2 2 によって閉ループ制御部 2 0 の出力信号が P W M 信号に変換され、この P W M 信号のオン期間とオフ期間との比は出力信号の量に対応する。

【 0 0 3 5 】

40

P W M 信号のオンオフ周期の期間の長さ T C はいわゆる P W M 信号のチョップ周波数に対応する。制御部 2 0 及び / 又はパルス形成部 2 2 はこの期間の長さ T C を可変に変更することができる。複数のアクチュエータ 1 0 が存在する場合には、この持続時間 T C を相互に依存せずに、また可変に変更することができる。

【 0 0 3 6 】

種々のアクチュエータ 1 0 に配属されている第 1 のスイッチ 1 1 のオン時点及び / 又はオフ時点が可能な限り同時生じないことを保証するために、個々のアクチュエータ 1 0 は位相シフトされて駆動制御される。期間の長さ T C が変更されることによって、切替エッジの重なり合う降下の発生が可能な限り僅かであるよう、この位相関係に影響を及ぼすことができる。

50

## 【 0 0 3 7 】

期間の長さ  $T_C$  したがってチョップ周波数の変更は、チョップ周波数が比較的大きい時のスライド可能な鉄心のストローク幅が比較的小さいことによるアクチュエータ 10 のいわゆる衝突衝撃の低減を達成するために使用することができる。チョップ周波数が比較的低いことによって殊に平均的な電流範囲においてアクチュエータ 10 のヒステリシスを低減することができる。温度が低い時にチョップ周波数は低減されるようにチョップ周波数を温度に依存して調節することができ、その結果温度が低い時に存在するアクチュエータ 10 の摩擦ヒステリシスは低減される。

## 【 0 0 3 8 】

閉ループ制御部 20 及び / 又はパルス形成部 22 はいわゆるディザ機能を実施することができ、このディザ機能とはアクチュエータ 10 を流れる電流に対する低周波の振動の重畳である。算出された PWM 信号に所定のディザ値が加算ないし減算される。このディザ機能を複数のアクチュエータ 10 に対して相互に依存せずにまた可変に実施することができる。

10

## 【 0 0 3 9 】

このことは図 3 において個々のアクチュエータ 10 に関して、PWM 信号の個々のパルスがディザ値  $DW$  分延長され次いで短縮されることによって表されている。個々のパルスが延長される期間  $T_1$  はパルスが短縮される期間  $T_2$  と等しい。この 2 つの期間  $T_1$ 、 $T_2$  を加算することにより生じる、ディザ機能の全体の期間  $T_D$  はチョップ周波数の期間の長さ  $T_C$  の倍数である。図示された場合では期間  $T_D$  は期間  $T_C$  の 10 倍の長さである。

20

## 【 0 0 4 0 】

補完的に、ディザ値  $DW$  の時間的な長さを変更することによってディザ機能の幅も変えることができる。

## 【 0 0 4 1 】

ディザ機能を用いて殊に、駆動制御されるアクチュエータ 10 の可動の鉄心が静止摩擦の状態に移行することを阻止できる。すなわち鉄心をディザ機能によって滑り摩擦の状態に維持することができ、したがってアクチュエータ 10 の最小ヒステリシスを達成することができる。

## 【 0 0 4 2 】

閉ループ制御部 20 が所定の時間的な間隔でパルス制御 (anstossen) され、閉ループ制御が既存のアクチュエータ 10 の数に応じて実施される。既存の全てのアクチュエータ 10 に対する相応の出力信号が閉ループ制御部 20 からパルス形成部 22 に転送され、このパルス形成部 22 は継続的にそれぞれ対応する PWM 信号を種々のアクチュエータ 10 に対して形成し、最終的にこの PWM 信号を用いて種々のアクチュエータ 10 に所属するそれぞれの第 1 のスイッチ 11 が駆動制御される。

30

## 【 0 0 4 3 】

このようにして種々のアクチュエータ 10 を介して流れる電流がそれぞれ所属の電流測定回路 13 によって測定される。電流測定回路は有利にはいわゆるシャント抵抗で良い。測定された電流値は補正部 21 に転送され、この補正部 21 では閉ループ制御部 20 ないしパルス形成部 22 によって導入されるディザ機能が再び算出される。したがってディザ機能は閉ループ制御部 20 に何ら影響を及ぼさない。

40

## 【 0 0 4 4 】

ディザ機能を補正部 21 において例えば、期間  $T_1$  の間隔において測定された 2 つの電流値から平均値が形成されることによって保証することができる。ディザ機能の期間  $T_D$  とチョップ周波数の期間の長さ  $T_C$  との関係に基づき、前述の平均値にはディザ機能、殊にディザ値  $DW$  はもはや包含されていない。

## 【 0 0 4 5 】

記述のように、補正部 21 からはディザ機能から解放されている測定された電流値が閉ループ制御部 20 に実際値  $I_W$  として転送される。

## 【 0 0 4 6 】

50

測定された電流値は電流測定回路 13 から診断部 23 にも転送される。この診断部 23 においては測定された電流値が目標値 SW と比較される。所定の最大値を上回るような偏差が存在する場合には、診断部 23 は閉ループ制御部 20 を介して補正を行うよう介入操作を実施するか、該当するアクチュエータ 10、それどころが既存の全てのアクチュエータ 10 に流れる電流を遮断することができる。

【0047】

アクチュエータ 10 と第 2 のスイッチ 12 との間に存在する電位は監視部 14 によって監視され、診断部 23 に転送される。この電位に誤りが存在する場合には、供給電圧部 UV への短絡が存在し、第 2 のスイッチ 12 は診断部 23 によって閉ループ制御部 20 を介して即座に開かれ、その結果電流がもはやアクチュエータ 10 を流れることはない。

10

【0048】

アクチュエータ 10 と第 1 のスイッチ 11 との間に存在する電位は診断回路 16 によって監視され、診断部 23 に転送される。この電位に誤りが存在する場合には、殊にアースへの短絡が存在し、第 1 のスイッチは診断部 23 によって閉ループ制御部 20 を介して即座に開かれたままにされ、その結果電流がアクチュエータ 10 を流れることはない。

【0049】

さらには診断回路 16 は第 1 のスイッチ 11 が開かれる時点及び閉じられる時点を識別する。この測定された時点に基づき診断部 23 によって、所属のアクチュエータ 10 を流れるそれぞれの電流値を算出することができる。この算出された電流値は電流測定回路 13 によって測定された電流値及び / または目標値 SW と比較される。診断部 23 によって所定の最大値よりも大きい偏差が確認されると、所属のアクチュエータ 10 または既存の全てのアクチュエータ 10 を流れる電流を閉ループ制御部 20 を介してやはり遮断することができる。

20

【0050】

総じてこのようにして、アクチュエータ 10 を流れる電流は何度も、つまり冗長的に監視される。このことは複数のアクチュエータ 10 が設けられている場合にも該当する。

【0051】

図 1 に示された、アクチュエータ 10 を流れる電流を閉ループ制御するシステムが最初に動作する前、すなわち殊にシステムの初期化中、第 2 のスイッチ 12 は開かれたままであるのでアクチュエータ 10 に電流は流れない。したがってアクチュエータ 10 と第 2 のスイッチ 12 との間の電位はそもそも算出することはできない。

30

【0052】

しかしながらこの電位の算出は抵抗 17 を用いて実現することができる。抵抗 17 は 1 つだけ設けられており、むしろ大きい抵抗値を有する。抵抗 17 を基礎としてアクチュエータ 10 と第 2 のスイッチ 12 との間の電位を監視部 14 によって算出することができ、供給電圧部 UV またはアースへの短絡を確認することができる。

【0053】

図 1 とは異なり択一的に、PWM 信号を第 2 のスイッチに印加し、第 1 のスイッチが通常動作時に継続的に閉じられたままにすることも可能である。診断回路はこの場合第 2 のスイッチに配属されており、また診断部は第 1 のスイッチに配属されている。しかしながらその他の点に関しては、可変のチョッパ周波数及びディザ機能を図 1 において記述したのと同様に適用することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】電磁的なアクチュエータを流れる電流を閉ループ制御するための本発明によるシステムの実施例の概略的なブロック図である。

【図 2】図 1 のシステムに関する閉ループ制御の実施例の概略的なブロック回路図である。

【図 3】電磁的なアクチュエータを流れる電流に関する制御信号の概略的な時間ダイアグラムである。

50





## フロントページの続き

- (72)発明者 エーヴァルト シュトゥイブレ  
ドイツ連邦共和国 エバーディングゲン アム ブライヒベルク 11
- (72)発明者 ルベルト ファックラー  
ドイツ連邦共和国 プライデルスハイム イム インネレン ゾール 3
- (72)発明者 クリスティアン クライン  
ドイツ連邦共和国 オーバーリークシンゲン リーリエンヴェーク 5
- (72)発明者 ベルント グスマン  
ドイツ連邦共和国 ヘレンベルク マイゼンヴェーク 61
- (72)発明者 クリスティアン シュヴィーンテック  
ドイツ連邦共和国 ネッカースウルム ライプツィガー シュトラーセ 50
- (72)発明者 インゴ ミュラー - フォークト  
ドイツ連邦共和国 シュツットガルト ベニツヒハイマー シュトラーセ 52

審査官 山村 和人

- (56)参考文献 特開平10-019156(JP,A)  
特開2000-092851(JP,A)  
特開平03-020807(JP,A)  
特開平10-258718(JP,A)  
特開平10-095216(JP,A)  
特開平07-290895(JP,A)  
特開平11-202947(JP,A)  
特開2002-262549(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 25/06