

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成16年11月25日(2004.11.25)

【公表番号】特表2001-513875(P2001-513875A)

【公表日】平成13年9月4日(2001.9.4)

【出願番号】特願平9-530698

【国際特許分類第7版】

G 0 1 R 31/00

B 6 2 D 5/04

【F I】

G 0 1 R 31/00

B 6 2 D 5/04

【手続補正書】

【提出日】平成16年2月20日(2004.2.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】補正の内容のとおり

【補正方法】変更

【補正の内容】

手 続 補 正 書

平成16年2月20日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

平成9年特許願第530698号

2. 補正をする者

住 所 イギリス国 ダブリュー・エス10 7エス・ワイ、ウ
エスト・ミッドランズ、ウェドネスベリ、ウッドン・ロ
ード・ウェスト

名 称 ティー・アール・ダブリュー・ルーカス・ヴァリティ・
エレクトリック・ステアリング・リミテッド

3. 代理人

住 所 東京都港区赤坂1丁目12番32号
アーク森ビル13階

業光特許事務所

電話 03(5561)3990

氏 名 弁理士 (7387) 萩野 平 (他3名)



4. 補正命令の日付 自発

5. 補正対象書類名 明細書

6. 補正対象項目名 全文

7. 補正の内容 別紙の通り。



方 式 査 審



(別紙)

明細書

電気アクチュエータ駆動段を試験する方法および回路

技術分野

本発明は、電気アクチュエータパワー電子駆動段を試験する方法および回路に関するものである。このような回路は、例えば、電力援助ステアリング（Electric power assisted steering, E P A S）システムの電気モータを駆動する自動車の駆動段を試験するために使用することができる。

背景技術

ドイツ特許第2 751 116号は、自動車の照明回路を試験する試験構成を開示している。定電流源は、異なる照明回路の期待負荷に応じて電流を供給するようにスイッチされる。照明回路の両端の電圧が測定され、この電圧が前もってセットされた期待値よりも高い場合、故障が表示される。したがって、この装置はこのような照明回路の電球故障を検出する。

ドイツ特許第3 842 921号は、電気負荷によって引き出された電流を監視する装置を開示している。負荷電流は、負荷回路の中の電流検出抵抗器を切り換える、抵抗器の両端の電圧を測定することによって測定される。この電圧は、負荷電流が受容できるかどうかを示す閾値と比較される。

ドイツ特許第4 338 462号は、自動車の電気消費部のための制御システムを開示している。電力は、定電流源を通して電気消費部に印加されると同時に短い間バッテリー電圧をスイッチオフする。消費部の両端の電圧は監視され、定電流源がバッテリー電圧の代わりに接続される際電圧が短い時間中に受容できない値を有する場合、故障が表示される。

発明の開示

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記アクチュエータ及び駆動段を作動させる駆動電流と前記アクチュエータ及び駆動段の診断試験

を実行する試験電流のどちらかを、前記アクチュエータ及び駆動段へ入力し、前記試験電流を少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部に供給するよう制御する制御部と、前記アクチュエータ及び駆動段の電気パラメータを測定する測定部と、を備え、前記制御部は、測定された前記電気パラメータと前記アクチュエータ及び駆動段の電流特性に対応した所定の値とを比較し、前記電気パラメータが前記所定の値と異なる場合に故障状態の信号を出力する比較部を備える。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部は能動部品である。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記測定部は、前記アクチュエータ及び駆動段の出力電圧を測定する。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記測定部は、アナログ/デジタル変換部に出力するよう接続された分圧器を備える。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記制御部は、前記試験電流を前記少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部に供給し、その後供給を止め、測定された前記出力電圧が所定の時間内に閾値以下に低下する場合、アクチュエータ故障の信号を出力する。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記制御部は、前記試験電流が前記アクチュエータ及び駆動段に供給される場合、前記アクチュエータ及び駆動段の電源フィルタの両端の負荷を接続し、その後、負荷の接続を切り、前記測定部は、前記アクチュエータ及び駆動段への供給電圧を測定し、時間に対する前記駆動段への供給電圧の特性が所定の特性と異なる場合、フィルタ故障の信号を出力する。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記駆動電流は、接点が閉じたときに電源装置から供給され、前記試験電流は、前記接点が開いたときに前記接点と並列に配された少なくとも1つの抵抗器を介して前記電源装置から供給される。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記制御部は、前記故障状態がない場合に前記接点を閉じる信号を出し、前記駆動電流を前記アクチュエータ及び駆動段に接続する。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路は、前記少なくとも1つの抵抗器に直列に接続され、前記少なくとも1つの抵抗器と前記電源装置との接続を切り離す切替部を備える。

この構成によれば、アクチュエータ及び駆動段に正常の電流を供給する前に減少された試験電流をアクチュエータ及び駆動段に供給する電源回路と、アクチュエータ及び駆動段内の電気パラメータを測定する測定回路と、測定されたパラメータと受容できる値とを比較し、測定されたパラメータがアクチュエータ及び駆動段を通る期待値と異なる電流に対応する場合、故障状態の信号を出す比較器とを備えるアクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路が備えられている。

本発明のアクチュエータ及び駆動段を試験する試験方法は、前記アクチュエータ及び駆動段へ電流を入力するよう電源装置を接続し、前記アクチュエータ及び駆動段を作動させる駆動電流より小さい、前記アクチュエータ及び駆動段への診断試験を実行する試験電流を供給し、前記試験電流を前記少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部に供給し、前記少なくともアクチュエータおよび駆動段の一部の電気パラメータを測定し、前記電気パラメータが前記アクチュエータ及び駆動段の電流特性に対応する所定の値と異なる場合に故障状態の信号を出力し、前記故障状態がない場合、前記アクチュエータ及び駆動段に前記駆動電流を供給する。

この構成によれば、アクチュエータ及び駆動段に正常の電流を供給する前に減少された試験電流をアクチュエータ及び駆動段に供給し、アクチュエータ及び駆動段内で電気パラメータを測定し、かつ測定されたパラメータがアクチュエータ及び駆動段を通る期待値とは異なる電流に対応する場合、故障状態の信号を出し、故障状態の信号送出がない場合、正常の電流をアクチュエータ及び駆動段に供給することを含むアクチュエータ及び駆動段を試験する試験方法が備えられている。

したがって、正常の電力あるいは全電力がアクチュエータ及び駆動段に供給される前に、アクチュエータ及び駆動段あるいはそれに接続されたアクチュエータの故障の信号を出す装置を備えることは可能である。したがって、例えば駆動段あるいはアクチュエータの短絡から生じる過電流は、故障がアクチュエータ及び駆動段内に存在する場合、例えば電磁リレーの接点によって遮断されねばならな

いという必要はない。さらに、アクチュエータ及び駆動段の前の動作中に検出された故障表示の記憶を信頼する必要がない。

本発明は、例として添付図面を参照してさらに記載される。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明が適用することができるE P A Sシステムの一部の回路図であり、第2図は、本発明の実施例を構成する回路を含むE P A Sシステムの回路図であり、第3図～第6図は、第2図に示された回路の可能な改良を示す回路図であり、第7図は、第1図に示された回路によって実行できる試験を示す時間対電圧のグラフである。

発明を実施するための最良の形態

同じ参考番号は図面中の同様な部品を示す。

第1図は、自動車で使用するための典型的なE P A Sシステムの一部を示している。3相星形結線ブラシレス永久磁石モータ1は、ギヤドライブを介して自動車ステアリングシステム（図示せず）のステアリングコラムあるいはラックに接続されている。例えば、自動車のドライバによってステアリングホイールに加えられたトルクは、測定され、自動車のステアリングを助けるようにモータ1に供給される電流を制御するために使用される。

モータ1は、マイクロコントローラ装置（microcontroller unit, M C U）3によって要求される駆動電流を供給する駆動段2に接続されている。M C Uは、例えばステアリングシステムのドライバ・トルクを測定するトルクセンサからの信号を受信し、おそらくステアリング角、自動車の速度、他の自動車のパラメータに関連する信号を受信する入力（図示せず）を有する。駆動段2は、モータ1の3相入力に接続された出力10、11および12を有する3相ブリッジ駆動回路として構成される“上部”電力装置4、5および6と、“下部”電力装置7、8および9とを備えている。電力装置4～9の各々は、バイポーラ型あるいは電界効果型のパワートランジスタを含んでもよい。上部電力装置および下部電力装置は、その入力がM C U3の出力に接続されている上部ドライバ回路および下部

ドライバ回路13および14の出力にそれぞれ接続されている。

駆動段2の第1の電源ライン15は、リレーの接点16および電源ライン29を介してバッテリーのような自動車電源に接続されている。更にリレーは、MCU3の出力に接続されている電磁コイル17を備える。第2の電源ライン18は、電流検出抵抗器19を介して自動車電源のアース接続部20に接続されている。差動増幅器21は、抵抗器19の両端に接続された差動入力を有し、駆動段2を通って流れる電流を示すMCU3に出力信号を供給する。

フィルタ回路22は、駆動段2の電源ライン15と18との間に接続され、自動車電源から引き出された電流を平滑する。フィルタ回路22は、直列に接続された抵抗器23とコンデンサ24とを備えている。抵抗器25および26を備える分圧器は、電源ライン15と20との間に接続されている。分圧器の出力はMCU3の入力に接続されている。抵抗器27および28を備えている他の分圧器はアースと電源ライン29との間に接続されている。分圧器の出力はMCU3の他の入力に接続されている。

MCU3は、自動車のイグニッションキーによってオンにスイッチされる電源ラインを介して電力を供給されてもよいし、あるいは自動車バッテリーから常に電力を供給されてもよい。MCU3は、マイクロプロセッサおよび関連RAMおよびROMと、分圧器の出力をデジタルコードに変換するアナログ/デジタル変換器と、電流要求信号をドライバ回路13および14に供給する適当な駆動装置とを含んでいる。MCU3も電磁リレーのコイル17を駆動する出力インターフェースを有する。MCU3のROMは、EPASシステムの動作を制御し、診断試験を実行するソフトウェアを記憶している。

EPASシステムの正常動作中、自動車電気システムがイグニッションキーによってオンにスイッチされる場合、MCU3は、接点16を閉じるように電力をリレー17に供給する。したがって電力は接点16を介して駆動段2に供給される。供給電圧は、測定される電圧がMCU3に対する受容できる範囲内であることを確実にする抵抗器27および28を備える分圧器によってMCU3で測定される。同様に、駆動段の電源ライン15および20の両端の電圧は、抵抗器25および26を備える分圧器を介して測定され、駆動段2を通る電流は、抵抗器1

9および増幅器21によって測定される。診断試験が実行されていると同時に自動車は、モータ1が不正確に駆動されないことをチェックするように作動している。故障が診断される場合、電力装置4～9をターンオフし、接点16を開くようにリレーのコイル17から電力を取り除くことによって、モータは隔離される。したがって、電力援助は、自動車およびドライバを望ましくない援助トルクから保護するように非作動にされる。

問題は、自動車、したがってEPASシステムのその後の操作の始めに生じ得る。駆動段2が短絡で故障する場合、リレーがオンにスイッチされると、大きな電流は接点16を通して流れる。これは、診断試験によって検出され、接点16は開かれる。しかしながら、これは、大きな電流が流れている時にリレー接点を開くことは接点16を損傷させる可能性があるため、望ましくない。

駆動段2の故障がシステムの前の動作中に生じたならば、MCU3は、不揮発性メモリに故障コードを記憶し、接点16の閉鎖を防止するようにシステムが再びオンにスイッチされる場合、これを認識するように構成されてもよい。しかしながら、故障診断は重大な誤ちは避けるように要求され、また不正確な診断が生じる可能性があり、その場合に、実際の故障が全然ない際にシステムはオフのままになる。さらに、故障診断が正しかったかもしれないが、不揮発性メモリは故障することもあり、あるいはサービス要員によって不正確にリセットされる可能性があるので、接点16はまだなお、大きな電流を遮断することが求められ、したがって損傷を受ける可能性もある。

第2図に示された回路は、接点16が閉じられる前に短絡およびシステムの動作開始での他の故障に対して駆動段2を試験することによってこれらの問題点を解決する。第2図に示された回路は、抵抗器30が初期診断試験中、減少された電流を出力段2に供給するようにリレー接点16と並列に接続されている点で第1図に示された回路とは異なる。システムが走行開始前であるがリレー接点16が閉じられる以前に作動されていた場合、このような初期診断試験が行われる。この試験が走行の終わりに実行され、結果が不揮発性メモリに記憶されることもできる。

第3図は、抵抗器30が直列接続された抵抗器30aおよび30bと取り換え

られる、可能な改良例によるものを示している。これは接点 16 を短絡する故障した抵抗器 30 の危険を最少にする。

第4図は、抵抗器 30 がMCU3 によって制御されるバイポーラトランジスタあるいは電界効果トランジスタのようなスイッチング装置 31 と直列に接続される他の可能な改良例によるものを示している。この装置によって、抵抗器 30 は、リレーの動作の他の試験が実行できるように切り離すことができる。例えば、このような試験はリレースイッチング時間のチェックを含んでもよい。

第5図は、駆動段 2 の個別位相あるいは出力電圧を測定できる他の変更例を示している。例示の目的のために、電力装置 4 および電力装置 7 を備えるブリッジ駆動段の 1 つのアームだけが示されている。

抵抗器 32 が電力装置 4 の両端に接続されているのに対して、抵抗器 33 および 34 を備える分圧器は電力装置 7 および検出抵抗器 19 の両端に接続されている。分圧器の出力はMCU3 の入力に接続されている。抵抗器回路網 32～34 は、中心の周りにこの位相電圧をバイアスするために使用され、この分圧器は、この電圧をMCU3 内のアナログ／デジタル変換器に適するレベルに減らす。

供給電圧極性が間違って反転される場合、駆動段 2 に流れる電流を防止するために、第6図に示されるように、ダイオード 35 は抵抗器 30 あるいは抵抗器 30a および 30b と直列に接続されてもよい。MCU3 の電源は別々に保護される。したがって、たとえMCU3 に電力が供給できるとしても、接点 16 が閉じられないようにMCU3 によって監視される場合、電源ライン 29 の供給電圧は正常の範囲外にあることが分かる。

接点が閉じられる前に行われる診断試験は使用可能である測定によって決まる。下記の測定の別の構成を含む試験の多数の異なる可能な組合せがある。

1. ライン 29 および 20 の両端の供給電圧の測定
2. ライン 15 および 20 の両端の駆動段供給電圧の測定
3. ライン 10 および 20、11 および 20、および 12 および 20 の両端のモータ位相電圧の測定
4. 供給フィルタ回路網発振測定

各測定で実行できる診断は下記に示されている。フィルタ回路網発振を除く診

断の全ては下記の動作のシーケンスに基づいている。

- a) いかなる過渡現象も待って確定し、測定された電圧がターンオフされる電力装置およびターンオフされるリレー 16、17 のすべてに対して正常の範囲内にあることをチェックする。
- b) 各上部電力装置 4、5、6 をある時間に 1 つターンオンし、いかなる過渡現象も待って確定し、測定された電圧が正常の範囲内にあることをチェックする。
- c) 上部電力装置 4、5、6 をターンオフし、それから各下部電力装置 7、8、9 をある時間に 1 つターンオンし、（確定するためにいかなる過渡現象も待った後）測定された電圧が正常の範囲内にあることをチェックする。
- d) 各上部電力装置および下部電力装置対 4+7、5+8、6+9 をある時間に 1 つターンオンし、直接（シートスルー）パスを得ていかなる過渡変動も待って確定し、測定された電圧が範囲内にあることをチェックする。

全試験シーケンスを遂行し、結果を記録し、生じるかもしれない故障モードのいずれかの明確な表示を提供できる。いずれかの故障モードが示されるや否や試験を中止するほうがよい。どちらの場合も、故障モードが発見される場合、システムは、電力装置の全てをターンオフにし、リレー 16、17 の動作を抑制することによって可能な最も安全な状態に戻されるべきである。

下記の表において、 V_{1n_k} はライン 15 とライン 20 との間の測定駆動段電圧であり、 V_{p_h} は任意の測定位相出力電圧であり、 V_{sup} は測定供給電圧であり、s/c は短絡の略称である、o/c はオープン回路の略称である。

(抵抗器 25、26 を使用する) 駆動段電圧測定による診断

試験	正常の結果	異常の結果	可能な原因
全電力装置 オフ	V_{link} ハイ	V_{link} ロー	<ul style="list-style-type: none"> アースへのモータ供給リンク s / c モータ供給リンク o / c V_{link} 測定上部抵抗器 o / c V_{link} 測定下部抵抗器 s / c 少なくとも 1 つの上部および 1 つの下部電力装置 s / c
単一の上部 電力装置 オン	V_{link} ハイ	V_{link} ロー	<ul style="list-style-type: none"> アースへのモータ星形点 s / c 下部電力装置 s / c V_{link} 測定上部抵抗器 o / c V_{link} 測定下部抵抗器 s / c
単一の下部 電力装置 オン	V_{link} ハイ	V_{link} ロー	<ul style="list-style-type: none"> 上部電力装置 s / c V_{link} 測定上部抵抗器 o / c V_{link} 測定下部抵抗器 s / c
単一の上部 & 下部対 オン	V_{link} ロー	V_{link} ハイ	<ul style="list-style-type: none"> アースリンク o / c 上部電力装置 o / c 下部電力装置 o / c

(抵抗器3 2～3 4を使用する) 位相電圧測定による診断

試験	正常の結果	異常の結果	可能な原因
全装置 オフ	中心にある V_{ph}	ハイに引上げられた V_{ph} ローに引下げられた V_{ph}	・アースリンク o/c ・供給するためのモータ位相 s / c ・供給するためのモータ星形点 s / c ・上部装置 s / c ・アースへのモータ供給リンク s / c ・モータ供給リンク o / c ・アースへのモータ位相 s / c ・アースへのモータ星形点 s / c ・下部装置 s / c
単一の 上部装 置オン	ハイに引上げられ た全 V_{ph}	中心にある全 V_{ph} 中心にある V_{ph} ローに引下げられ た V_{ph}	・上部装置 o / c ・モータ位相 o / c ・アースへのモータ供給リンク s / c ・モータ供給リンク o / c ・アースへのモータ位相 s / c ・アースへのモータ星形点 s / c
単一の 下部装 置オン	ローに引下げられ た全 V_{ph}	中心にある全 V_{ph} 中心にある V_{ph} ハイに引上げられ た V_{ph}	・下部装置 o / c ・モータ位相 o / c ・アースリンク o / c

位相電圧測定分周器回路網および電力装置の接続部の故障を認識することもできる。

リンク電圧測定および供給電圧測定による診断

試験	正常の結果	異常の結果	可能な原因
全装置 オフ	V_{sup} よりも小さい V_{link}	V_{sup} にほぼ等しい V_{link}	・閉じられたリレー 接点あるいは s / c

一旦コンデンサ24の電荷が確定されると、接点16の両端の電圧降下は、抵抗器30と、抵抗器25および26あるいは抵抗器32～34のような測定抵抗器回路網とを含む分圧器によって決定される。測定駆動段電圧 V_{link} および測定電圧供給 V_{sup} の差があまりに小さい場合、接点16が突然閉じられるようなりレー17の短絡の故障は、システムが使用可能になる前に診断できる。したがって、正常の動作は抑制することができ、警報が発生される。しかしながら、この試験が下記のような誤った結果を示す可能性をもつ2つの特定の場合がある。

供給電圧が十分な時間の間ライン29に接続されなかった場合、コンデンサ24は、その通常の事前動作状態まで十分充電されない。例えば、整備士が自動車バッテリーを再接続したばかりである場合、これが生じるかもしれない。接点16がこの状態で閉じられた場合、接点16を損傷する可能性のある比較的大きな電流がコンデンサ24に流れる。しかしながら、この状態は、異常に高い開始値からの電圧降下の急速な下落によって検出可能であり、接点16の閉鎖は、電圧降下が十分低く下落するまで遅延することができる。

ドライバが短いスイッチオフ期間後に点火装置をスイッチオンしたばかりである場合、コンデンサ24は、ほとんど供給電圧までさらに充電できる。これは、ドライバが点火装置をスイッチオフする場合、タイマを起動することによって検出することができる。ドライバが単に短い間隔後に点火装置を再びスイッチオンする場合、短絡されたリレー接点の診断を全然行うことができない。

リンク電圧測定およびフィルタ回路網発振による診断

上記の診断は短絡モータ巻線を検出することができない。モータ巻線抵抗は小さいために、大きな電流は測定可能な電圧降下を得るために必要である。したがって、診断試験中、抵抗器30を流れる小さい電流でモータ巻線抵抗を測定することは困難である。

抵抗を測定する代わりに、フィルタ回路網22に蓄積されたエネルギーを使用してモータ巻線のインダクタンスの影響を測定できる。必要とされる動作は、下記のとおりである。

- (i) 抵抗器23および30を介してフィルタコンデンサ24を充電する

- (ii) 1つの上部電力装置4および1つの下部電力装置8を同時にターンオフにし、モータ1を流れる電流を引き出す
- (iii) 短絡巻線の電圧がゼロに低下するのにかかる時間を持つ
- (iv) 駆動段供給電圧 $V_{1_{nk}}$ および／または位相電圧 V_{ph} を測定する
- (v) モータ1を通る各パスに対するステップ(i)～(iv)を繰り返す
- (vi) ステップ(iii)で測定された任意の電圧がゼロに近い場合、診断試験は短絡巻線を示し、リレー接点16は閉じられるべきでない。

モータ巻線インダクタンスがあるならば、インダクタンスはコンデンサ放電に抵抗するので、駆動段供給電圧 $V_{1_{nk}}$ および位相電圧 V_{ph} は、短絡巻線がゼロに減衰するのにかかる時間後に供給電圧 V_{sup} になお近い。

この診断試験は、第7図に示される曲線40により正常のモータ巻線の両端の電圧の減衰を、および曲線41により短絡巻線の両端の減衰を示す。短絡巻線の場合、この電圧は時間 t でゼロに減衰するのに対して、正常の巻線の両端の電圧ははるかにゆっくりと減衰する。したがって、ステップ(ii)に続く適当な時間遅延後に駆動段供給電圧あるいは位相電圧を測定することによって、測定電圧は、巻線が短絡されたかどうかの表示を与える。それとは別に、電圧がゼロに低下するかあるいはゼロに近くするのにかかる時間は、巻線が短絡されるかどうかを評価するために測定することができる。

モータインダクタンスの影響を測定する前に、フィルタ回路22の正確な動作は下記のように診断することができる。MCU3は、コンデンサ24を放電する傾向がある電源ライン15と18との間の負荷をスイッチする。例えば、このような負荷は、電磁操作クラッチのコイル、他のリレーのコイル、あるいは抵抗器であってもよい。駆動段供給電圧 $V_{1_{nk}}$ と供給電圧 V_{sup} との電圧差（すなわち、抵抗器30の両端の電圧降下）の過度の上昇率は、蓄積コンデンサ24あるいは過度の負荷のあまりに小さいキャパシタンスを示している。あまりに小さい上昇率は、あまりに多くのキャパシタンスあるいは不十分なローディングを示している。この診断試験がコンデンサ24のキャパシタンスが正確であることを意味するように満足に実行される場合、モータインダクタンスの影響は前述のように測定することができる。

ダイオード35（存在する場合）の順方向電圧降下およびコンデンサ24の時定数ならびに抵抗器25、26、32、33および34を備える静止ローディング回路網は、下記のような回復位相中、抵抗器30の両端の電圧降下（ $V_{sup} - V_{link}$ ）の測定から差し引くことができる。

電圧降下が（VD1+VD1マージン）以上に上昇するや否や、MCU3は負荷をスイッチオフする。ここで、例えば、 $VD1 = 3$ ボルトおよび $VD1$ マージン=0.2ボルトである。電圧降下がVD1以下に低下するや否や、タイマが起動される。電圧降下がVD2およびVD3以下のそれぞれに低下する場合、タイマの値TD2およびTD3が記憶される。ここで、例えば、 $VD2 = 2.37$ ボルトおよび $VD3 = 1.74$ ボルトである。

したがって、下記の式は、ダイオードの順方向電圧降下 V_f およびコンデンサ24および抵抗器の時定数TCを推測するために使用することができる。

$$TC = [(TD2)(VD1 - VD3)(TD3 - TD2)] / 2 [TD3(VD1 - VD2) - TD2(VD1 - VD3)]$$

$$\begin{aligned} \text{照準電圧降下 } AVD &= TC (VD2 - VD1) / TD2 \\ &\quad + (VD2 / VD1) / 2 \end{aligned}$$

$$V_f = AVD - BF (V_{sup} - AVD)$$

ここで、BFは、駆動段供給電圧 V_{link} をプルダウンする抵抗器25、26、32～34による全負荷で割られた抵抗器30の抵抗に等しいバイアス係数である。

請求の範囲

1. アクチュエータ及び駆動段を試験する試験回路であって、

前記アクチュエータ及び駆動段を作動させる駆動電流と前記アクチュエータ及び駆動段の診断試験を実行する試験電流のどちらかを、前記アクチュエータ及び駆動段へ入力し、前記試験電流を少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部に供給するよう制御する制御部と、

前記アクチュエータ及び駆動段の電気パラメータを測定する測定部と、
を備え、

前記制御部は、測定された前記電気パラメータと前記アクチュエータ及び駆動段の電流特性に対応した所定の値とを比較し、前記電気パラメータが前記所定の値と異なる場合に故障状態の信号を出力する比較部を備える試験回路。

2. 前記少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部は能動部品である請求項
1記載の試験回路

3. 前記測定部は、前記アクチュエータ及び駆動段の出力電圧を測定する請求
項1記載の試験回路。

4. 前記測定部は、アナログ/デジタル変換部に出力するよう接続された分圧
器を備える請求項3記載の試験回路。

5. 前記制御部は、前記試験電流を前記少なくともアクチュエータ及び駆動段
の一部に供給し、その後供給を止め、測定された前記出力電圧が所定の時限内に
閾値以下に低下する場合、アクチュエータ故障の信号を出力する請求項3記載の
試験回路。

6. 前記制御部は、前記試験電流が前記アクチュエータ及び駆動段に供給され
る場合、前記アクチュエータ及び駆動段の電源フィルタの両端の負荷を接続し、
その後、負荷の接続を切り、

前記測定部は、前記アクチュエータ及び駆動段への供給電圧を測定し、時間に
に対する前記駆動段への供給電圧の特性が所定の特性と異なる場合、フィルタ故障
の信号を出力する請求項1記載の試験回路。

7. 前記駆動電流は、接点が閉じたときに電源装置から供給され、前記試験電

流は、前記接点が開いたときに前記接点と並列に配された少なくとも1つの抵抗器を介して前記電源装置から供給される請求項1記載の試験回路。

8. 前記制御部は、前記故障状態がない場合に前記接点を閉じる信号を出力し、前記駆動電流を前記アクチュエータ及び駆動段に接続する請求項7記載の試験回路。

9. 前記少なくとも1つの抵抗器に直列に接続され、前記少なくとも1つの抵抗器と前記電源装置との接続を切り離す切替部を備える請求項7記載の試験回路。

10. アクチュエータ及び駆動段を試験する試験方法において、

前記アクチュエータ及び駆動段へ電流を入力するよう電源装置を接続し、前記アクチュエータ及び駆動段を作動させる駆動電流より小さい、前記アクチュエータ及び駆動段への診断試験を実行する試験電流を供給し、

前記試験電流を前記少なくともアクチュエータ及び駆動段の一部に供給し、前記少なくともアクチュエータおよび駆動段の一部の電気パラメータを測定し、前記電気パラメータが前記アクチュエータ及び駆動段の電流特性に対応する所定の値と異なる場合に故障状態の信号を出力し、

前記故障状態がない場合、前記アクチュエータ及び駆動段に前記駆動電流を供給する試験方法。