

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3759751号  
(P3759751)

(45) 発行日 平成18年3月29日(2006.3.29)

(24) 登録日 平成18年1月13日(2006.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 H 33/59 (2006.01)	HO 1 H 33/59 G
HO 1 H 33/66 (2006.01)	HO 1 H 33/66 V

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平8-535072	(73) 特許権者	593017809
(86) (22) 出願日	平成8年5月15日(1996.5.15)		クーパー インダストリーズ, インコーポ
(65) 公表番号	特表平11-505366		レイティド
(43) 公表日	平成11年5月18日(1999.5.18)		アメリカ合衆国, テキサス 77210-
(86) 国際出願番号	PCT/US1996/007114		4446, ヒューストン, ピー. オー. ボ
(87) 国際公開番号	W01996/036982		ックス 4446
(87) 国際公開日	平成8年11月21日(1996.11.21)	(74) 代理人	100077517
審査請求日	平成15年3月19日(2003.3.19)		弁理士 石田 敬
(31) 優先権主張番号	08/440,783	(74) 代理人	100092624
(32) 優先日	平成7年5月15日(1995.5.15)		弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 開閉装置の操作装置用の制御方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも一つの可動接点を有する電流遮断装置、  
電流遮断器の可動接点に結合された作動子、  
該作動子の作動サイクル中の位置を監視する帰還検出器、  
該帰還検出器に結合され、該帰還検出器から前記作動子の作動サイクル中の位置に関する  
情報を受理し、前記帰還検出器からの前記情報にもとづき前記作動子の作動サイクル中の  
運動を制御する制御システム、  
前記作動子の希望される運動の形態を記憶する手段、および  
該作動子の運動と前記希望される運動の形態を比較し、該作動子の運動と希望される運動  
の形態の比較にもとづいて作動子の運動を制御する手段、  
を具備することを特徴とする電流遮断器。

【請求項2】

スイッチされるべきラインにおける電圧の波形を検出し電圧波形に関する情報を制御シス  
テムに提供する検出器をさらに具備し、該制御システムは電圧波形に関する情報にもとづ  
いて該作動子の運動を制御する、請求の範囲1記載の電流遮断器。

【請求項3】

遮断されるべきラインにおける電圧の波形を検出し電圧波形に関する情報を制御シス  
テムに供給する検出器をさらに具備し、制御システムは電圧波形に関する情報にもとづき作  
動子の運動を制御する、請求の範囲1記載の電流遮断器。

10

20

## 【請求項 4】

作動子はボイスコイル形の作動子である、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 5】

帰還検出器は直線状のポテンシオメータである、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 6】

電流遮断装置は真空遮断器である、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 7】

電流遮断装置を閉路位置へバイアスするばねをさらに具備する、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 8】

作動子の運動を抑制するラッチをさらに具備する、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 9】

作動子はボイスコイル形作動子であり、帰還検出器は直線状のポテンシオメータであり、電流遮断装置は真空遮断器であり、該電流遮断器は、電流遮断装置を閉路の位置にバイアスするばね、および作動子の運動を抑制するラッチをさらに具備する、請求の範囲 3 記載の電流遮断器。

## 【請求項 10】

スイッチされるべきラインにおける電流の波形を検出し、電流の波形に関する情報を制御システムへ供給する検出器をさらに具備し、制御システムは、電流波形に関する情報にもとづき作動子の運動を制御する、請求の範囲 1 記載の電流遮断器。

## 【請求項 11】

作動子を有する電流遮断器を制御する方法であって、  
前記作動子の作動サイクル中の位置を帰還検出器により監視する段階、  
前記作動子の作動サイクル中の位置の監視の結果を前記作動子の運動を制御する制御システムへ供給する段階、  
前記制御システムへ供給される前記結果にもとづき前記作動子の作動サイクル中の運動を前記制御システムにより制御する段階、  
前記作動子の運動の希望される運動形態を記憶する段階、  
監視の結果を希望される運動形態と比較する段階、および、  
該比較の段階にもとづき作動子の運動をさらに制御する段階、  
を具備することを特徴とする作動子を有する電流遮断器を制御する方法。

## 【請求項 12】

遮断されるべきラインにおける電圧の波形を検出する段階、および、  
電圧波形の検出の結果を制御システムへ供給し、制御システムに供給される電圧波形検出の結果にもとづき作動子の運動を制御システムによりさらに制御する段階、  
をさらに具備する、請求の範囲 11 記載の方法。

## 【請求項 13】

遮断されるべきラインにおける電流の波形を検出する段階、および、  
電流波形検出の結果を制御システムへ供給し、制御システムに供給された電流波形検出の結果にもとづき作動子の運動を制御システムによりさらに制御する段階、  
をさらに具備する、請求の範囲 11 記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

関連出願への相互参照

本出願は1995年5月15日出願の米国特許出願第08/440,783号の一部継続出願である。

発明の背景

## 1. 発明の分野

本発明は電氣的開閉装置 (switchgear) の制御用の方法および装置に関する。より特定的には本発明は、電流遮断器を急速にかつ積極的に開路および閉路するボイスコイル操作装置を利用する開閉装置の制御用の方法および装置に関する。

## 2. 関連技術の記述

電力分配システムにおいて、開閉装置は、幾つかの理由、例えば、異常な負荷条件にตอบสนองする自動的保護手段の提供、またはシステムの区分の解放および閉鎖の許容手段の提供の理由のために、システムに組込まれることが可能である。種々の形式の開閉装置は電力伝送ライン例えばキャパシタ群へのラインを開路および閉路するスイッチ、故障検出時にラインを自動的に開路する故障遮断器、および、故障検出時に故障が解消するか再閉路器が開放位置への鎖錠を行うかするまで所定の回数だけ迅速に開路と閉路を行う再閉路器を包含する。

従来、真空遮断器が広汎に用いられてきたが、その理由は、長期の接点寿命、小なる機械的応力、および高度の操作安全性をもつ迅速な、低エネルギーによる遮断が実現されるからである。真空遮断器においては、接点は真空閉鎖体内に封入される。接点の一つは可動接点であり、該可動接点は閉鎖体内の真空封止を貫通して延びる操作部材を有する。

10

サマリーおよび目的

本発明の一つの目的は、開閉装置の操作子の機構と制御装置を提供し、開路および閉路の期間におけるアークおよび発生した過渡現象を最小にすることにある。

本発明の他の一つの目的は、開閉装置の操作子の機構と制御装置を提供し、システムの正確な監視を実現することにある。

本発明の他の一つの目的は、一連の動作形態を可能にする開閉装置の操作子の機構を提供し、機械的システムの多くの形式を用意する必要をなくすることにある。

本発明の他の一つの目的は、任意の商業的に利用可能な電動機制御回路または特定目的用の運動制御回路により制御されることができ開閉装置の操作子の機構を提供することにある。

20

本発明の他の一つの目的は、従来の機械的システムでは容易に達成できない速度と力を入手することができる開閉装置の操作子の機構を提供することにある。

本発明のさらに他の一つの目的は、改良された同期式に作動する開閉装置を提供し、スイッチング操作の期間に発生する過渡現象の相当な低減をもたらすことにある。

一般に、真空遮断器を組込んだ開閉装置は、種々のばね付勢の機構を利用してきており、該機構は遮断器の接点を積極的に開路または閉路する操作部材に接続されている。普通に用いられるそのような装置の一つは、単純なトグル式の連結機構である。これらの機構の主要な機能は、接点を開路または閉路の位置へ極めて迅速に駆動することによりアークを最小にすることである。種々の応用においては、幾つかのばね付勢の機構を協働するラッチおよび連結機構とともに使用することが必要である可能性がある。

30

駆動用ばねの圧縮または伸長によりこれらの機械的システムを作動準備あるいは、正常には、作動子 (actuator) が設けられる。これらの操作子は、電磁石、電動機、または流体力学的装置を包含することができるが、しかしこれらに限定されるものではない。電流を効果的に遮断するという電流遮断器に対する固有の速度要求と比較すると、これらの作動子は貧弱な応答時間をもつ比較的に低速度のものである。そのために、これらの作動子は正常には、遮断器接点を直接に駆動するためには用いられず、迅速に作動するばね機構を作動開始させるために利用される。このシステムの主要な不利益点は、ばね駆動の操作が容易に制御可能になるのに適しておらず、機構の動作特性を精密に調整するために相当の技術上の努力を必要とすることである。

40

実際に、このことは、スイッチ、故障遮断器、および再閉路器についての相異なる作動要求に対処するには多くの相異なる機構が設計されねばならず、これらの開閉装置の各個においては、電圧および電流の要求を含み、用途に応じ相異なる機構が要求される。

さらに、電力の用途において代表的に使用される高電圧を考慮すると、接点間のアーク発生および過渡現象の発生を最小にするためには遮断器接点の迅速かつ正確な運動が希望される。キャパシタ群のスイッチングであるか故障遮断であるかという用途に応じて、当該技術の熟練者により、遮断器接点を開路しまた閉路するに最も有利な時機が決定されることができ。この最適の時点は、電流遮断または接点閉路が最小のアーク発生および過渡現象を発生させることが可能な電圧波または電流波上の精密な点に相関する。従来のばね駆動の機構はこのような精密制御の度合いには適していないから、本発明は、波形上の点に

50

おけるスイッチングすなわち同期スイッチングを遂行する実行可能な手段を提案する。遮断器のこのような同期作動は、遮断器接点の摩耗の低減およびスイッチギヤ装置の下流における電力システムが経験する一般的な過渡現象の相当な低減の点で有利である。

制御された同期作動の開閉装置のその他の特徴は、接点が閉路する速度を制御することができることである。従来のシステムにおいては、複数の接点が制御されない態様で極めて大なる速度で駆動され、接点がリセットされるまでに複数回跳躍的に開路することが起こる可能性がある。この跳躍現象は好ましくないことであり、その理由は、結果として生ずるアークが接点を軟化させる可能性があり、接点が最終的に係合したとき強い溶着を生じさせる可能性があるからである。

本発明によれば、電流遮断器は、少なくとも一つの可動接点をもつ電流遮断装置、該電流遮断器の可動接点に結合される作動子、該作動子の運動を監視する帰還検出器、該帰還検出器に結合され該帰還検出器からの作動子の運動に関する情報を受理し該情報にもとづき作動子の運動を制御するための制御システムを包含する。該電流遮断器は、作動子の希望される運動形態を記憶する記憶装置、および、作動子の運動を希望される運動形態と比較し該作動子の運動と希望される運動形態の比較にもとづき該作動子の運動を制御するマイクロプロセッサをさらに包含する。該電流遮断器は、スイッチされるべきラインにおける電圧または電流の波形を検出し該波形に関する情報を制御システムへ供給する検出器をさらに包含し、該制御システムは、該波形に関する情報にもとづき作動子の運動を制御するようになっている。

本発明の前記の特徴および利点は、以下の本発明のより特定の記述により明らかになるであろう。下記される添付の図面は、本発明を説明するために有用である。

#### 図面の簡単な記述

下記において、本発明は図解される具体例を参照しつつ説明される。

第1図は、ボイスコイル式作動子を用いる開閉装置の概略的線図、

第2図は、開閉装置の一具体例の断面図、

第3図は、第2図に示される真空モジュールの断面図、

第4図は、第2図に示される具体例の操作機構の拡大図、

第5図は、操作機構の主要要素の分解図、

第6図は、システム電圧対時間および電流遮断器の誘電的降下をあらわすグラフ図、

第7図は、本発明とともに使用されることが可能な回路の概略図、

第8図は、本発明とともに使用されることが可能な動作形態をあらわすグラフ図、

第9図は、本発明とともに使用されることが可能なボイスコイル式作動子を示す図、

第10図は、本発明とともに使用されることが可能なラッチ機構を示す図、

第11図は、本発明とともに使用されることが可能な接点圧力ばね機構を示す図、

第12図は、キャパシタスイッチの開路操作の同期タイミングをあらわすグラフ図である。

#### 発明の詳細な記述

本発明をよりよく理解するために、添付図面に関連させて以下の詳細な記述を参照することが可能であるが、該記述においては本発明の好適な実施例が図解され記述されている。全図面を通して参照番号は統一されている。

第1図において、入力電力ライン2は電流遮断器4に直列に結合されており、それにより電流遮断器4はラインを開放にすることが可能である。ライン2は、予め定められた命令に際して、または、故障遮断器の場合には、故障が予め定められたしきいレベルを超過した際に、開放させられる。電流遮断器4の接点の一つは、操作用棒6の一端に接続される。操作用棒6の他端は、作動子例えばボイスコイル式作動子8に作動的に結合される。ボイスコイル式作動子8は、電流遮断器4の接点を開路または閉路するために操作用棒に直接に作用する。

ボイスコイル式作動子8は、直接駆動式の制限運動式の装置であり、磁界およびコイル巻線10を用い、コイルに供給される電流に比例する力を発生させる。ボイスコイル式作動子8の電流機械的変換は、ローレンツの力の原理により支配され、該ローレンツの力の原理は、電流が流れている導体が磁界内に置かれると、或る力が作用すると宣言する。力の大

10

20

30

40

50

きは等式： $F = kBLIN$ 、ここに  $F$  は力に等しく、 $k$  は定数、 $B$  は磁束密度、 $L$  は導体長さ、 $I$  は導体内の電流、 $N$  は導体の巻回数である、により決定される。

ボイスコイル巻線10に流れる電流は、制御機構12により制御される。任意の商業的に利用可能な制御機構12を利用することが可能である。例えば、適切な制御機構12は、単一ループ式の制御装置、プログラム可能な論理制御装置、または分布された制御システムを包含する。制御機構12は、帰還装置14に結合されることが可能であり、該帰還装置は操作用棒6の位置に関する入力が発生させる。

制御装置12はまた、ラッチ装置16に結合される。制御機構12により、操作用棒6を確保するように指示されると、ラッチ装置16は操作用棒6を現在位置に拘束する。代替の装置においては、ラッチ機構16、永久磁石または制御装置に結合されない機械的ラッチであることが可能である。

10

第2図においては、本発明の実施例の一つの断面図が示される。一体の、長形の、堅固に絶縁された容器体18が、操作用棒6および電流遮断器4を包囲する。容器体18は、セラミック、陶磁器、任意の適切なエポキシ樹脂、または任意の他の適切な固体絶縁材料から形成されることが可能である。ライン側の高電圧電気端子22と負荷側の高電圧電気端子20が堅固に絶縁された容器体18を通して貫通し、電流遮断器4に結合される。高電圧の電気端子20および22は直径的に配置され、180°離隔しており、相互に平行である。容器体18は、高電圧の端子20と22の間の強固な絶縁、および各高電圧電気端子20、22と接地（図示せず）の間の強固な絶縁、の両方を提供する。

電流遮断器4は、第3図の断面図に示される真空モジュールまたはボトル24を包含し、該真空モジュールまたはボトルは真空モジュール24内に配置される一対のスイッチ接点71、72をとまなう。真空モジュール24は、一対のスイッチ接点の作動用のハウジングと排気された環境を提供する。モジュール24は通常、長形の、一般的に管状の、セラミックの、好適にはアルミナで形成される、ケーシング73により構成される。一方のスイッチ接点71は可動であり、他方のスイッチ接点72は静止または固定のものである。

20

特別の付属具76が静止接点72のステムに取付けられ、協働する高電圧用電気端子22が90°の角度で導出されることを可能にする。

可動スイッチ接点71は、操作用棒6の最上部の終端に固定される。固定の一つの方法は、可動接点71の運動ステム75における接続部74へねじ込まれたスタッド32を用いることである。スイッチ接点が図示されるように閉路の位置にあるとき、高電圧用電気端子20と22の間に低抵抗または短絡の電気通路が形成される。電流遮断器4は、電流交換アセンブリ、および真空モジュール24と電流交換アセンブリの間のインターフェイス26、をさらに包含する。電流交換アセンブリは、運動するピストン28および固定された外側ハウジング30を包含する。この実施例において、操作用棒6は、電氣的に絶縁された材料で作られる。

30

操作用棒6の他端はボイスコイル式作動子8上のフランジ34に堅固なピン36により固定される。前記の要素を所定位置に保持するピン36は、任意の適切な手段例えば一対の保持用リングにより固定されることが可能である。再循環用の直線状のボールベアリング38および分割リング40は、操作用棒6の円滑な運動を実現させる。ボイスコイルのコイル巻線10はボイスコイル式作動子8の外側物体とフランジ34の間に配置される。側方フランジ42はボイスコイル式作動子8の外側物体に取付けられ、側方ブラケット44に接続され、それによりボイスコイル式作動子8を保護用容器46へ確実に固定する。保護用容器46は、ハウジングのフランジ48を介して、保護用容器46用の蓋体50へ取付けられ、保護容器の蓋体50は蓋体のフランジ52を介して固体の絶縁包囲体18に接続される。固体の絶縁容器体18と同様に、保護用ケーシング46はセラミック、陶磁器、任意の適切なエポキシ樹脂、または任意の他の適切な固体の絶縁材料で形成される。

40

この実施例においては、帰還装置14は位置の検出装置例えば線型ポテンシオメータ14である。線型ポテンシオメータ14は、3端子式のレオスタットまたは1つ以上の調整可能な滑動接点をもつ抵抗器であり、それにより調整可能な電圧分割装置として機能する。線型のポテンシオメータ14は、操作用棒6の位置に関する情報を制御機構12へ供給し、該制御機構はボイスコイル式作動子8を制御する。代替として、帰還装置14は光学的エンコーダで

50

あることが可能である。

ラッチ装置16は、操作棒6を確保することを意図するものである。ラッチ装置は、制御可能な装置例えば電磁石、または単純な機械的または永久磁石式のラッチであることが可能であり、ラッチ用磁石54、非鉄材料で作られたスペーサ56、ラッチ用磁石54を保護用容器の蓋50へ固定するボルト58、鋼または鉄で作られたラッチ板60、およびラッチ板10を操作棒6へ固定するラッチ板のピン62を包含する。

本発明をより完全に理解するためには、第4図および第5図を参照することが可能である。第4図は、第2図に示される好適な実施例の操作機構の拡大図であり、第5図は操作機構の主要な要素の分解図を示す。

本発明における制御機構に関する詳細が以下に記述される。

10

第6図は、電圧水準 $V(t)$ と時間 $t$ を比較するグラフ上にプロットされた電圧信号100を示す。60Hzの適用において、各半サイクルは理想的には8.33msである。しかし、実際のサイクルは高調波または非対称の条件により変化する可能性があり、それにより与えられる半サイクルは8.33msより大またはより小である可能性がある。

キャパシタスイッチの適用におけるアーク発生および過渡現象発生を最小にするために、電流遮断器の接点は、 $V(t)$ が零に等しくなる零点において瞬時的に閉鎖されることが理想的である。第6図における点Aを見るべきである。しかし、接点は瞬時的に閉路することはあり得ないから、開路および閉路のシーケンスの開始の時機は、過渡現象とアーク発生を最小にするために、注意深く制御されねばならぬ。

本発明とともに用いられる制御回路200の好適な具体例が第7図に示される。制御回路200の心臓にはマイクロプロセッサ202が存在し、該マイクロプロセッサは広汎な温度範囲における使用に適合している。

20

電流遮断器4により制御される電流ラインの電圧波形は、電圧波形分析器204、位相ロックループ回路206、および $V_{zero}$ 交差検出回路208を用いて分析される。遮断されるべきラインの電圧波形に関する情報であって電圧 $V(t)$ が零になる零点Aの時機を含むものが、マイクロプロセッサ202へ入力される。その代りとして、電圧波形分析器204が用いられることが可能であり、該電圧波形分析器は、位相ロックループ回路206なしでラインの外から直接に電圧波形を測定する。

開路および閉路の命令はそれぞれ入力210、入力212を介してマイクロプロセッサ202へ入力される。開路および閉路の命令は、電流遮断器の特定の用途に応じ、手動で創出され、時計により現在時点で開始され、外部制御で開始され、または故障の検出により始動されることが可能である。

30

リセット信号214が、必要な場合に、マイクロプロセッサ202に入力され、該マイクロプロセッサが手動でリセットされることが可能である。例えば、電流遮断器4が手動で操作されている場合に、マイクロプロセッサ202は電流遮断器4の現在の状態に設定されていない可能性がある。そのような場合には、マイクロプロセッサ202はリセットされるべきである。

回路200または電流遮断器4の種々の状態を表示するために状態表示器を設けることが可能である。そのような状態表示器は、保守が必要になったときに表示を行うための保守用表示灯216、電源投入表示灯218、スイッチ開路表示灯220、スイッチ閉路表示灯222、およびシステムのサイクルまたは作動を計数することに用いられる可能性のある計数器224を包含することが可能である。

40

本発明の好適な実施例は、2つの制御システムを包含することが可能である。第1の制御システムは従来形のものであり、したがってここに詳細には表示しないが、電流遮断器4により制御されるラインがいつ開路または閉路されるべきかを決定するものである。第1の制御システムは、故障の検出に際してまたは予め定められた時点においてラインを遮断するための故障検出器またはタイマを包含することが可能である。

その代りとして、開路または閉路の命令がシステムに直接に入力されることが可能である。開路および閉路の命令は、第1の制御システムに起源するものであれ手動のものであれ、マイクロプロセッサ202へ入力210、212それぞれにおいて入力される。

50

第7図に示される第2の制御システム200は、ラインの電圧波形を分析し、過渡現象とアーク発生を最小にするために、電流遮断器4の開路および閉路用の最良の時点を決

定する。  
各電流遮断器4は絶縁耐力を有し、該絶縁耐力はアークが一方の接点から他方の接点へ跳躍する見込みを規定する。絶縁耐力は、幾つかの要因に依存するが、該要因は電流遮断器の内部の媒体、および接点71, 72間の距離を包含する。第6図は、接点71, 72間の絶縁耐力の変化または降下对接点間閉鎖の距離としての時間の特性を示す。第6図のラインCを観察されたい。理想としては、接点間の絶縁耐力は接点71, 72の閉路の正確な時点までは無限大であるべきである。第6図のラインBを観察されたい。現実として、絶縁耐力は下向きに傾斜し、接点が相互に接近するに従い急速に減少する。第6図のラインCを観察されたい。絶縁耐力の降下の傾斜が十分に高く、絶縁耐力が波形の電圧より依然として大であると、アーク発生および過渡現象は消滅させられるかまたは相当に低減させられる。

電流遮断器の作動の期間において考慮されるべき他の要因は、開路および閉路の際の接点間の相対速度である。接点が緩慢に運動していると、絶縁耐力の降下の傾斜は小であり、アークが発生しやすい。その反対に、接点が過度に迅速に運動していると、とりわけ閉路に際しては、接点は相互に跳躍的に離間し不必要なアーク発生および過渡現象をもたらす。したがって、電流遮断器のそれぞれの応用ごとに、独特の理想的な運動の形態が存在する可能性がある。第8図は運動の形態の一例を示し、ここにおいては横軸は可動接点71の場所をあらわし、縦軸は接点71が運動している速度をあらわす。横軸上の点0は接点71の運動開始または最大開放の位置をあらわし、点xは接点71が静止接点72に接触する閉鎖の位置をあらわす。点0において閉路の命令が開始されるとき、速度は零である。速度は、最大速度 $V_{max}$ へできるだけ迅速に増大させられる。速度は、 $V_{max}$ にできるだけ長く維持されるが、跳躍を最小にするために、接触の点xが接近するにつれ減少させられる。

開路のシーケンスの期間においてもまた、運動の形態は、開路の直後における再打撃または再点弧の発生を回避するために、重要である。接点が過度に緩慢な速度で離隔しまたは電圧水準が過度に高い時点で離隔すると、過剰のアーク発生が生ずる可能性がある。開路および閉路のシーケンス用の希望される運動の形態は、当業者により決定されることができ、回路200へ予めプログラムされることができる。

第12図を参照すると、キャパシタスイッチングの応用における開路の操作の時機がよりよく理解されることが可能である。第12図は、システムの開路のシーケンスに関係し、該システムはキャパシタ群を包含する。ライン4は十分に充電されたキャパシタの電圧水準を表示する。スイツは時点2において開放を開始し、アークが形成される。しかし、この点において、電流は減衰しつつあり、アークは電流零としての点3において消滅させられる。システム電圧はいまやピーク値にあるが、接点間の電圧は、キャパシタ群上の電荷のために小であり、該電圧はピークのシステム電圧に近似している。システムの電圧が降下を開始するとき、キャパシタ群上の電圧は高い値を維持し、その結果として接点間の電圧の増大がもたらされる。接点は十分な加速をもって分離すべきであり、それにより、再打撃と再点弧を回避するために、絶縁耐力は接点間の上昇する電圧より迅速に上昇する。

運動制御の機能は、マイクロプロセッサ/マイクロコントローラに装荷されるソフトウェアにより、またはマイクロプロセッサとインタフェイス関係にある専用の運動制御用のチップの付加により遂行されることができる。特定の運動の形態が記憶装置内へプログラムされるが、該記憶装置は外部運動制御回路226における別個のEEPROMチップ、またはマイクロプロセッサまたはマイクロコントローラ上のオンボードの記憶装置であることが可能である。運動制御回路226は帰還装置(エンコーダ)14およびパルス幅変調(PWM)回路228に接続される。パルス幅変調回路228はボイスコイル作動子8に供給される電流を制御する。ボイスコイル作動子8を駆動する力はボイスコイル作動子8に供給される電流に比例するから、作動子6(および可動接点71)の速度はパルス幅変調回路228により制御される。その結果として、ボイスコイル作動子8は閉ループ帰還システムにより制御されるが、該閉ループ帰還システムは作動子8の位置信号を運動制御回路226へ送付する。運動制御回路226は作動子の実際の位置を運動制御回路226へ予めプログラムされた理想的運動形

10

20

30

40

50

態と比較する。実際の位置と理想的運動形態の比較にもとづき、ボイスコイル作動子 8 は PWM により制御され、運動は理想的な意図された運動に密接に近似する。

作動子の制御は、遮断されるべきラインの実際の電圧波形を監視する回路 204, 206, 208 によりさらに補正される。例えば、或る特定の用途においては、接点 71, 72 は電圧信号  $V(t)$  の零交差 A (第 6 図) の 1 ms 以内に開路または閉路すべきであると決定される可能性がある。運動制御回路 226 へ予めプログラムされる理想的な運動形態は、作動子 8 の、開始信号の送出の時点から接点 71, 72 が閉路する時点までの総計の反応および進行の時間は 7 ms であることを表示するとき、マイクロプロセッサは遮断されるべきラインの実際の電圧波形を分析し、開始の信号が送付されるべき零点の間の特定の時間を決定する。回路 204, 206, 208 は、実際のサイクル周期および結果としての零交差の間の時間長をまず 10 確立させる。次いで制御回路 200 は、零交差の後の或る時間においてボイスコイル作動子 8 の作動を開始させるが、該或る時間は零交差の間の実際の時間から作動子 8 の反応および進行の時間を減じたものに等しい。したがって、実際の電圧波形が、零交差の間に 8.3 ms が存在し反応および進行の時間が 7 ms であることをあらわしていると、開路のシーケンスは零交差後 1.3 ms において開始させられる。その代りの具体例として、システムは、零交差の間の実際の時間は 8.33 ms であると仮定されることができ、開始はこの仮定にもとづいて演算される。

本発明の幾つかの実施例においては、複数の運動の形態が回路 200 へ予めプログラムされることができ、適切な運動の形態が操作者からの入力により選択されることができる。シーケンスがいったん開始されると、作動子 8 の実際の運動はエンコーダ 14 により監視され理想の運動の形態と比較される。作動子に供給される電流は、作動子 8 の実際の運動と理想の運動形態の比較にもとづき PWM により調整される。 20

第 9 図は、本発明の任意の実施例とともに使用されることが可能なボイスコイル作動子 308 の他の具体例を示す。ボイスコイル作動子 308 はリング状の磁石 310 を包含し、該磁石は好適には 4 MG0 のセラミック磁石である。磁石 310 は、底部の磁極片 312 および頂部の磁極片 314 により収容される。これらの磁極片は強磁性材料例えば鉄または鋼で形成される。磁極片 312, 314 は中央開孔 316 を包含し、該開孔を通して操作用棒 318 が延びている。操作用棒 318 は、自己潤滑性の高分子材料のベアリング 320、例えば IGUS (TM) ベアリング 320 により、磁極片 312, 314 内に支持される。

アルミニウムの板体 328 が棒体 318 に固定される。板体 328 の周縁において、コイル 330 が、板体 328 から底部磁極片 312 と磁石 310 の間に形成された溝 332 内へ延びている。コイル 330 は、平坦化された線体から形成され、溝部 332 内に嵌入されるべき巻回数が最大であるようにされる。 30

作動子 308 は 24 ボルトの電池により、または自動範囲調整形の交流対直流交換装置を含む任意の他の適切な電源により、駆動されることができる。

装置を特定の位置にラッチするために、操作用棒 318 は、内部にボール 322 が収容される溝 320 を包含することが可能である。第 10 図を観察されたい。ばね 324 とキャップ 326 がボール 322 を溝 320 内へ押し、棒体 318 を固定の位置に保持する。棒体 318 は力の印加に際してボール 322 から解放されることが可能であり、該力の水準はばね 324 の強度に依存する。

接点 71, 72 間に良好な接続を確保するために、ばね 340 または他の力が棒体 6 (または 318) に印加され、接点 71 を接点 72 に対し予め定められた力例えば 60 ないし 100 ポンドの力で押しつけることが可能である。ばねは作動子の作用により圧縮されることが可能である。第 11 図に注意を向けると、操作用棒 6, 318 はフランジ 342 を包含することが可能であり、該フランジはばね 340 が押しつけられる面を提供する。ばね 340 の反対の終端を支持するために他の突合せ面 344 が設けられることが可能である。 40

ばね 340 は、2 つの接点 71, 72 間に適切な力を維持するという付加的な利点を提供する。例えば、反復される作動の後に、アーク発生が接点の摩耗を生じさせる可能性がある。ばねの力のために、2 つの接点は、摩耗してしまった後でさえ、相互に押しつけられる。さらに、力の印加は、閉路位置における接点間の電気抵抗の減少を生じさせ、それにより熱損失を低減させる。 50



接点が摩耗すると、操作棒 6, 318 は、摩耗に対処するために、より大きな距離だけ運動する。位置検出器 14 が操作棒 6, 318 により運動させられた距離を検出するから、システムは、保守信号灯 216 またはなんらかの他の表示灯を点灯させ、接点 71, 72 に過度の摩耗が生じてしまったことを表示するようプログラムされることができる。またシステムは、運動のプロフィールを変化させ、ストロークの段階的な増大が可能になるようにすることができる。

本明細書においては好適な実施例だけが特定的に図解され記述されているが、前記の教示に従い請求の範囲内で、発明の精神および意図される範囲を逸脱することなく、本発明の多くの修飾および変形が可能であることが了解されるであろう。

【 図 1 】

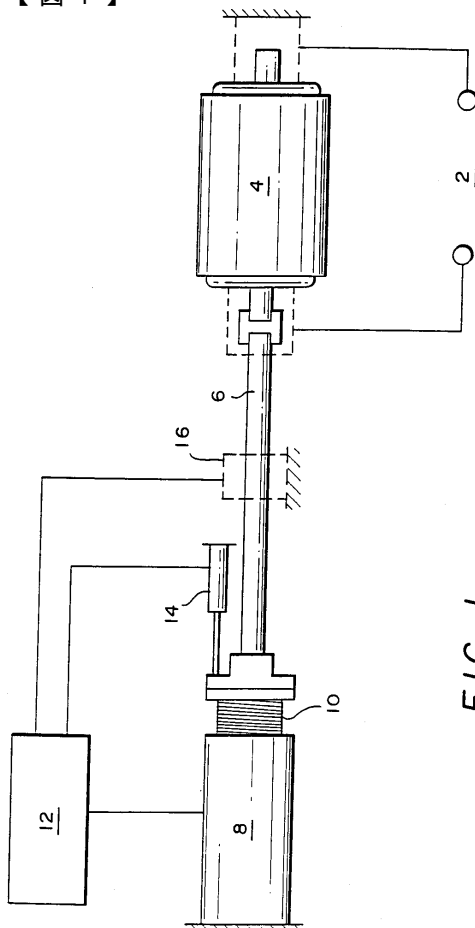


FIG. 1

【 図 2 】

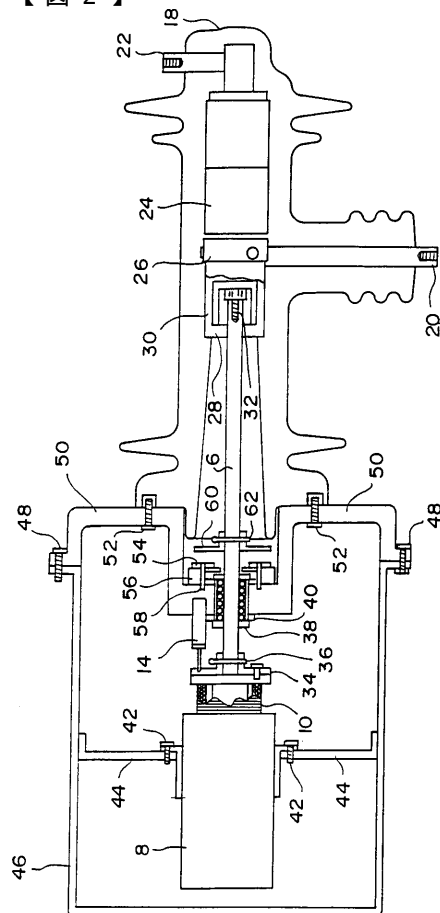
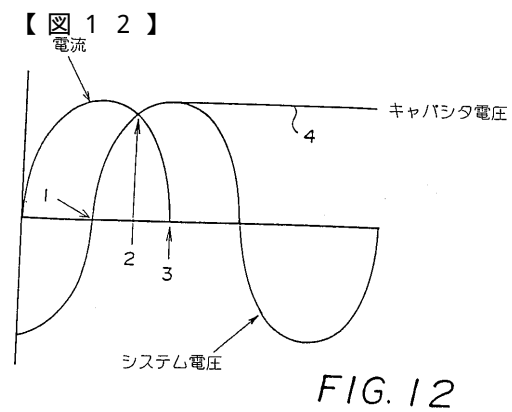
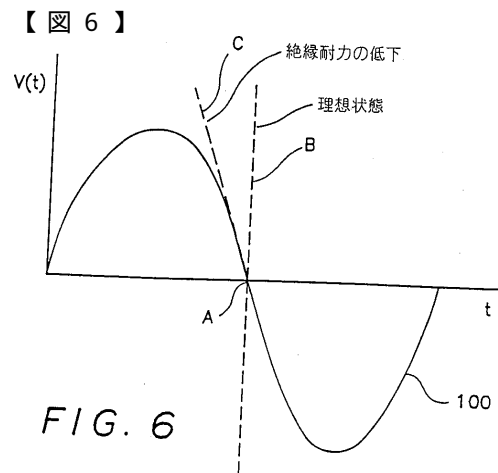
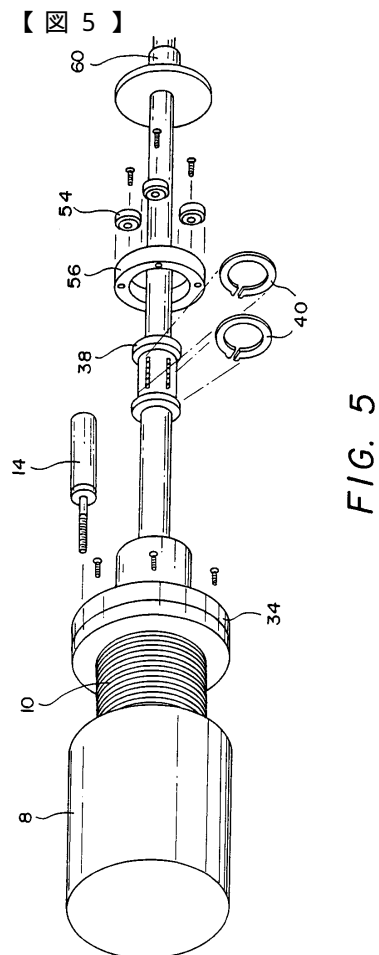
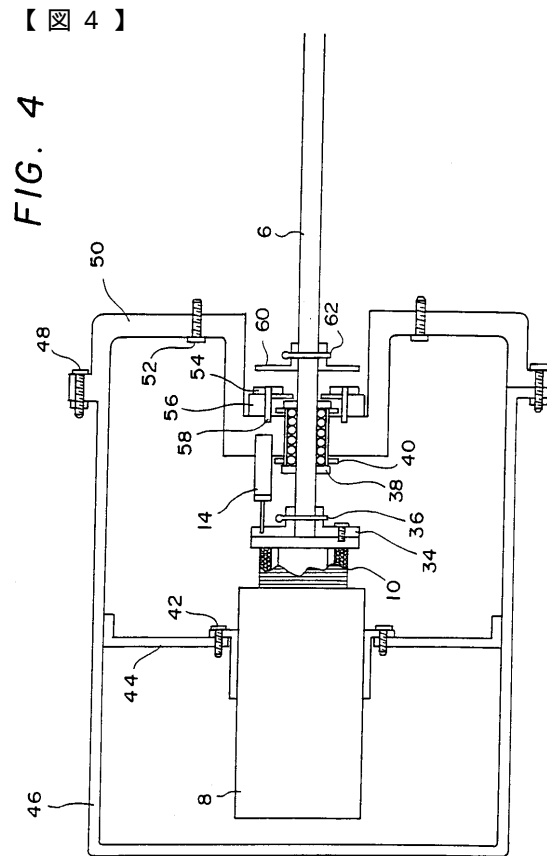
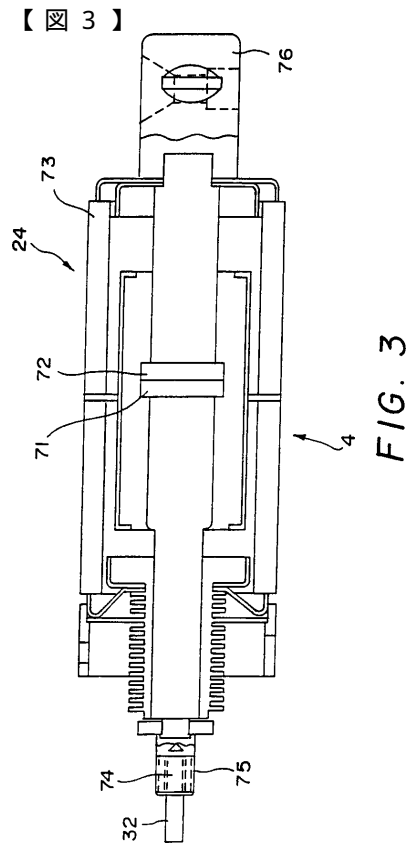


FIG. 2



【図 7】

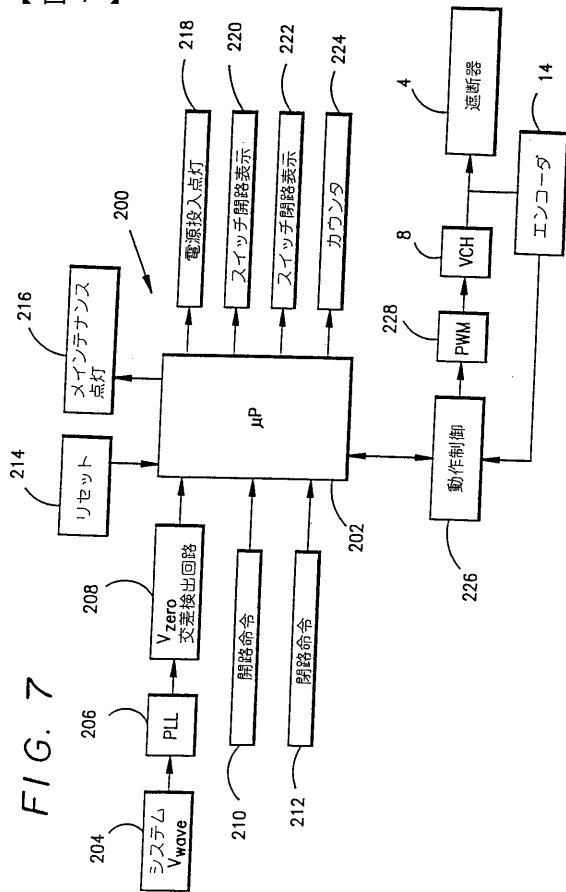


FIG. 7

【図 8】

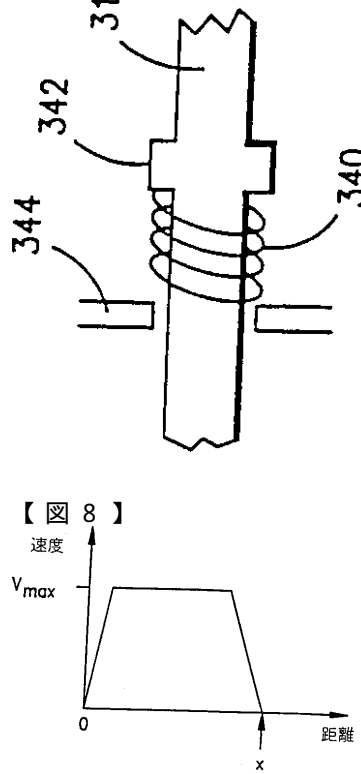


FIG. 8

【図 10】

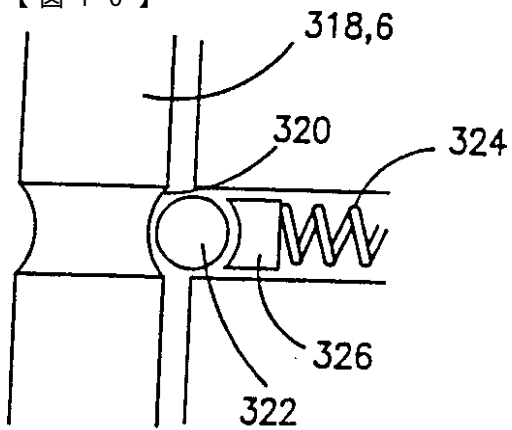


FIG. 10

【図 9】

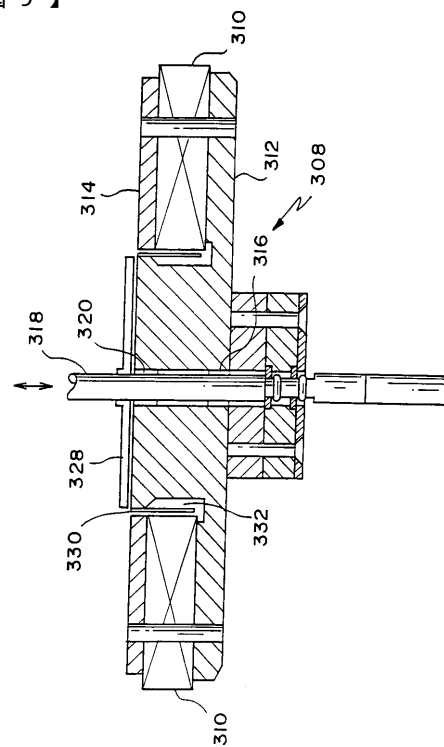


FIG. 9

## フロントページの続き

(74)代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

(72)発明者 ドウंक, マイケル ピー.

アメリカ合衆国, ウィスコンシン 53108, カレドニア, ミル ロード 12332 6 1  
/ 2

(72)発明者 マコーミック, ギャレット ピー.

アメリカ合衆国, ウィスコンシン 53154, オーク クリーク, ウェスト メイヤー レーン  
#2301 2150

(72)発明者 パラノウスキイ, ジョン エフ.

アメリカ合衆国, ウィスコンシン 53132, フランクリン, ウェスト コベントリー ドライ  
ブ 7701

審査官 関 信之

(56)参考文献 特表平03-502021(JP, A)

特開昭57-003325(JP, A)

特開平05-089755(JP, A)

特開昭58-100324(JP, A)

特開平06-020564(JP, A)

特開昭61-296621(JP, A)

特開平06-054443(JP, A)

特開平05-342954(JP, A)

特開昭62-214379(JP, A)

特開昭62-188115(JP, A)

特開昭61-227320(JP, A)

特開平6-215669(JP, A)

特開平4-334831(JP, A)

特開平1-187721(JP, A)

特開平5-144352(JP, A)

特開平4-284317(JP, A)

特開平3-241625(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 33/59

H01H 33/66