

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4357505号  
(P4357505)

(45) 発行日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)

(24) 登録日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 H 33/38 (2006. 01)

H O 1 H 33/38

A

H O 1 H 33/42 (2006. 01)

H O 1 H 33/42

K

H O 1 H 33/66 (2006. 01)

H O 1 H 33/66

P

H O 1 H 33/59 (2006. 01)

H O 1 H 33/66

M

H O 1 H 33/59

B

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-189635 (P2006-189635)  
 (22) 出願日 平成18年7月10日 (2006. 7. 10)  
 (65) 公開番号 特開2008-21418 (P2008-21418A)  
 (43) 公開日 平成20年1月31日 (2008. 1. 31)  
 審査請求日 平成20年5月13日 (2008. 5. 13)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100077816  
 弁理士 春日 譲  
 (72) 発明者 森田 歩  
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号  
 株式会社日立製作所  
 電力・電機開発研究所内  
 (72) 発明者 大内 茂俊  
 茨城県日立市東金沢町一丁目15番25号  
 株式会社日立エレクトリックシステムズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遮断器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主スイッチと前記主スイッチと連動して動作する副スイッチとで構成される2つのスイッチを備えた遮断器において、一方のスイッチに電磁反発作用によって操作軸を開極方向へ駆動する開極手段と、コイル、可動鉄心、永久磁石で構成される電磁石を搭載し、前記2つのスイッチに対して前記コイルを励磁して投入動作を行い、前記永久磁石の吸引力によって閉極状態を維持し、投入動作時と逆方向に前記コイルを励磁して開極動作を行う操作機構と、前記開極手段による開極動作に応動して、前記主スイッチの閉極状態を解除するように前記操作機構に連結したリンク機構からなる釈放機構とを備えたことを特徴とする遮断器。

【請求項 2】

主スイッチと前記主スイッチと連動して動作する副スイッチとで構成される2つのスイッチを備えた遮断器において、一方のスイッチに電磁反発作用によって操作軸を開極方向へ駆動する開極手段と、コイル、可動鉄心、永久磁石で構成される電磁石を搭載し、前記2つのスイッチに対して前記コイルを励磁して投入動作を行い、前記永久磁石の吸引力によって閉極状態を維持し、投入動作時と逆方向に前記コイルを励磁して開極動作を行う操作機構と、前記開極手段による開極動作に応動して、前記主スイッチの閉極状態を解除するように前記操作機構に連結したレバー機構からなる釈放機構とを備えたことを特徴とする遮断器。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の遮断器において、前記電磁石は、前記開極手段及び前記操作機構に対して並設されていることを特徴とする遮断器。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の遮断器において、前記釈放機構に、前記閉極手段による電磁反発作用によって開極する 2 つのスイッチの動作タイミングを調整する調整手段を設けた

ことを特徴とする遮断器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、電磁反発作用によって真空バルブの操作軸を開極方向へ高速で駆動させる開極手段を備えた遮断器に関する。

【背景技術】

【0002】

電磁反発作用によって真空バルブの操作軸を開極方向へ高速駆動する開極手段は、コイルおよびそれと対向して配置したリング状の銅板で構成される。コンデンサ放電などによって開極手段のコイルを急速励磁し、コイル電流と銅板に発生する渦電流との電磁反発力を利用して真空バルブを開極動作させる。

【0003】

電磁反発機構を備えた遮断器には、直流遮断器と高速遮断器がある。前者は、あらかじめコンデンサに充電しておいた電荷を系統電流と逆向きに注入し、強制的に電流ゼロ点を作って遮断するものである。直流系統にて地絡事故が発生すると、抵抗およびインダクタンスの回路定数で決定される立ち上がりの早い地絡電流が流れるため、遮断動作には高速応答性が要求される。

20

【0004】

一方、後者は、自家発電系統に関わるもので、電力系統停電時の自家発電機側からの電力流出の防止、過負荷に伴う電源共倒れの回避、停電系統から健全系統への高速切替による重要負荷の運転継続などを目的に導入される。両者とも開極指令を受けてから数 ms 以内での応答性が要求されるため、電磁反発機構を利用している。

【0005】

30

この電磁反発機構を搭載した遮断器としては、例えば特許文献 1 に示されているように、真空バルブと、この真空バルブの開閉方向に設けた操作機構と、この操作機構の途中に設けた電磁反発機構とを備え、更に電流遮断途中における可動電極側の軸の跳ね返りを低減させる機構を備えたものとなっている。

【0006】

【特許文献 1】特開 2000 - 299041 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した従来の遮断器では、高速遮断時に、所定の開極速度を得るだけでなく、閉極状態を維持する永久磁石の吸引力を上回る電磁反発力が必要となるため、電磁反発機構の大型化、及び電源容量の増加を余儀なくされる。また、真空バルブとその操作機構との間に、電磁反発機構、及び電磁反発機構の作動時に生じる可動電極側の軸の跳ね返りを低減させる機構が上下方向に直列的に配置されているため、真空バルブの操作機構によって、真空バルブを開閉操作する際には、電磁反発機構、及び可動電極側の軸の跳ね返り低減機構を共に移動させる必要がある。

40

【0008】

このため、真空バルブの操作機構が、例えば電磁操作方式の場合、その構成部品である永久磁石、励磁コイル等の容量を大きくしなければならないので、真空バルブの操作機構が大型化する。また、これに伴い、真空バルブの操作機構の操作性も低下する可能性もあ

50

る。

【0009】

本発明は、電磁反発機構による閉極状態の解除を容易にし、かつ電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りを、簡易な構成で低減し得るとともに、操作性が良好な遮断器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、第1の発明は、主スイッチと前記主スイッチと連動して動作する副スイッチとで構成される2つのスイッチを備えた遮断器において、一方のスイッチに電磁反発作用によって操作軸を開極方向へ駆動する開極手段と、コイル、可動鉄心、永久磁石で構成される電磁石を搭載し、前記2つのスイッチに対して前記コイルを励磁して投入動作を行い、前記永久磁石の吸引力によって閉極状態を維持し、投入動作時と逆方向に前記コイルを励磁して開極動作を行う操作機構と、前記開極手段による開極動作に応動して、前記主スイッチの閉極状態を解除するように前記操作機構に連結したリンク機構からなる釈放機構とを備えたことを特徴とする。

10

【0014】

また、第2の発明は、主スイッチと前記主スイッチと連動して動作する副スイッチとで構成される2つのスイッチを備えた遮断器において、一方のスイッチに電磁反発作用によって操作軸を開極方向へ駆動する開極手段と、コイル、可動鉄心、永久磁石で構成される電磁石を搭載し、前記2つのスイッチに対して前記コイルを励磁して投入動作を行い、前記永久磁石の吸引力によって閉極状態を維持し、投入動作時と逆方向に前記コイルを励磁して開極動作を行う操作機構と、前記開極手段による開極動作に応動して、前記主スイッチの閉極状態を解除するように前記操作機構に連結したレバー機構からなる釈放機構とを備えたことを特徴とする。

20

【0015】

更に、第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記電磁石は、前記開極手段及び前記操作機構に対して並設されていることを特徴とする。

【0016】

また、第4の発明は、第1乃至第3の発明のいずれかにおいて、前記釈放機構に、前記閉極手段による電磁反発作用によって開極する2つのスイッチの動作タイミングを調整する調整手段を設けたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りを、簡易な構成で低減することができるので、真空バルブの操作機構の大型化を抑えることができ、併せて、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りによって、真空バルブの操作機構における永久磁石と可動鉄心の吸着、即ち、真空バルブの閉極を、わずかな力ですみやかに解除でき、信頼性の高い遮断器を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0018】

以下、本発明の遮断器の実施の形態を図面を用いて説明する。

図1乃至図7は、本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態を示すもので、図1は本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の左側面図、図2は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の背面図、図3は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の右側面図、図4は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の正面図、図5は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態を適用したシステム回路図、図6は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の事故時の操作を示すタイムチャート図、図7は図1に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形

50

態の通常運転時の操作を示すタイムチャート図である。

【 0 0 1 9 】

先ず、図 5 乃至図 7 を用いて、本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の使用方法および運転方法について説明する。

図 5 において、符号 1 は直流電源であり、一般的な直流き電回路では正極 1 5 0 0 V の電圧を供給する。2 は電車などの負荷を示す。3 は負荷に電気を供給するき電線であり、4 は負荷 2 と直流電源 1 を結ぶ帰線を示す。本発明の遮断器である転流式直流遮断器 5 は、き電線 3 の途中に挿入され、直流電源 1 から負荷 2 へ供給される電力をスイッチングする。

【 0 0 2 0 】

転流式直流遮断器 5 は、第 1 の主スイッチ 5 1、第 2 の主スイッチ 5 2、第 1 の副スイッチ 5 3、および第 2 の副スイッチ 5 4 の 4 つのスイッチと、制御装置 5 0 で構成されている。転流式直流遮断器 5 には、第 1 のコンデンサ 5 5、第 2 のコンデンサ 5 6、およびリアクトル 5 7 が接続される。第 1 の主スイッチ 5 1 と第 2 の主スイッチ 5 2 はき電線 3 に直列して挿入され、第 1 の主スイッチ 5 1 を直流電源 1 側、第 2 の主スイッチ 5 2 を負荷 2 側にそれぞれ配置する。第 1 の副スイッチ 5 3 と第 1 のコンデンサ 5 5 とリアクトル 5 7 の直列回路は第 1 の主スイッチ 5 1 に並列して接続し、第 2 の副スイッチ 5 4 と第 2 のコンデンサ 5 6 の直列回路は第 1 のコンデンサ 5 5 に並列接続する。

【 0 0 2 1 】

き電線 3 に設けた変流器 5 8 は、き電線 3 の通電電流を検出し、その電流値を過電流引外し装置 5 9 に入力する。過電流引外し装置 5 9 は自動遮断設定値を有し、き電線 3 を流れる電流値がその設定値以上に達した時点で開極指令 1 1 を出力する。制御装置 5 0 は外部指令 1 0 または過電流引外し装置 5 9 からの開極指令 1 1 を受け、転流式直流遮断器 5 に開閉指令を与える。

【 0 0 2 2 】

第 1 の副スイッチ 5 3 は第 1 の主スイッチ 5 1 と連動し、第 1 の主スイッチ 5 1 が開極した後、時間  $t_1$  (例えば 2 ms) 遅れて一旦閉極し、その後開極する。一方、第 2 の副スイッチ 5 4 は第 2 の主スイッチ 5 2 と連動し、第 2 の主スイッチ 5 2 が開極する時間  $t_2$  (例えば 2 . 5 ms) 前に開極する。

【 0 0 2 3 】

負荷 2 を運転するときには、第 1 の主スイッチ 5 1 と第 2 の主スイッチ 5 2 を閉極し、負荷 2 に直流 1 5 0 0 V を印加する。このとき、第 1 の副スイッチ 5 3 は開極、第 2 の副スイッチ 5 4 は閉極させておく。また、第 1 のコンデンサ 5 5 と第 2 のコンデンサ 5 6 は直流電源 1 側を基準として + 2 0 0 0 V に充電しておく。

【 0 0 2 4 】

負荷 2 の故障、あるいはき電線 3 の地絡事故などが発生すると、き電線 3 には回路定数で決まる、非常に大きく、立ち上がりの早い事故電流が流れる。例えば、回路抵抗 1 5 m、回路インダクタンス 1 5 0  $\mu$  H のとき、最大到達電流は 1 0 0 k A、最大突進率は 1 0 k A / ms に及ぶ。このような事故電流が発生した場合、設備への影響を最小限度に抑制するためには、高速に事故電流を遮断しなければならない。先ず、変流器 5 8 で事故電流値を検出し、過電流引外し装置 5 9 に入力する。過電流引外し装置 5 9 の自動遮断設定値を例えば 1 2 0 0 0 A に設定しておけば、事故電流値が 1 2 0 0 0 A に達した時点で開極指令 1 1 が制御装置 5 0 に発信される。制御装置 5 0 からの指令によって、第 1 の主スイッチ 5 1 が開極する。第 1 の主スイッチ 5 1 の開極により、第 1 の副スイッチ 5 3 が時間  $t_1$  遅れて閉極する。これにより、第 1 のコンデンサ 5 5、第 2 のコンデンサ 5 6、リアクトル 5 7、第 1 の主スイッチ 5 1、第 1 の副スイッチ 5 3、第 2 の副スイッチ 5 4 からなる LC 共振回路が成立し、あらかじめ充電しておいた第 1 のコンデンサ 5 5 と第 2 のコンデンサ 5 6 が放電して、事故電流の方向と逆向きの転流電流が第 1 の主スイッチ 5 1 に注入される。第 1 のコンデンサ 5 5 の静電容量を 6 0  $\mu$  F、第 2 のコンデンサ 5 6 の静電容量を 1 2 0 0  $\mu$  F としたとき、逆向きの転流電流値は最大 4 0 k A となるので、事故

10

20

30

40

50

電流値が40kAに達する以前に第1の副スイッチ53が閉極するようにすれば、事故電流と転流電流が相殺される。第1の主スイッチ51を通過する電流がゼロになった時点で第1の主スイッチ51が遮断完了する。第1の主スイッチ51が開極した後、時間 $t_3$ 遅れて第2の主スイッチ52が開極するが、時間 $t_3$ を $t_3 > t_1 + t_2$ の条件を満足するように設定しておけば、第1の副スイッチ53が閉極する前に第2の副スイッチ54が開極することは無いため、第1のコンデンサ55と第2のコンデンサ56を同時に放電でき、上記のような大電流に対応できる。なお、第1の主スイッチ51が遮断完了しても、第1の副スイッチ53と第2の副スイッチ54はともに閉極状態になる期間が存在するため、第1のコンデンサ55と第2のコンデンサ56が直流電源1によって充電される。この充電電流は、充電電圧が上昇し、回路電流がゼロ付近、真空バルブの裁断電流値以下にな

10

#### 【0025】

一方、通常の運転状態における転流式直流遮断器5の遮断動作は、外部指令10による。外部指令10により開極指令を受けたとき、第1の主スイッチ51と第2の主スイッチ52は同時に開極する。このとき、第2の副スイッチ54は第2の主スイッチ52が開極する前の時間 $t_2$ で先に開極しているため、第1の副スイッチ53が閉極したときには、第1のコンデンサ55、リアクトル57、第1の主スイッチ51、第1の副スイッチ53からなるLC共振回路が成立する。

#### 【0026】

予め充電しておいた第1のコンデンサ55と第2のコンデンサ56のうち、第1のコンデンサ55のみが放電され、負荷電流の方向と逆向きの転流電流が第1の主スイッチ51に注入される。ここで、負荷電流の最大値は過電流引外し装置59の設定値12000A以下である。第1のコンデンサ55のみが放電した場合の転流電流最大値を14kAとすれば、最大負荷電流12000Aを相殺でき、第1の主スイッチ51の電流がゼロになった時点で第1の主スイッチ51が遮断完了する。なお、第2の主スイッチ52は、遮断器が開極した後に、負荷2と第1のコンデンサ55および第2のコンデンサ56とを断路する役割を果たし、負荷側回路におけるコンデンサ充電電圧による感電事故を防止できる。

20

#### 【0027】

次に、前述した本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態を、図1乃至図4を用いて説明する。

30

本発明の遮断器である転流式直流遮断器5の一実施の形態は、2つの電磁石と機械リンク構成によって、上記の4つのスイッチの動作タイミングを自動的に実現する。図1乃至図4においては、いずれも運転状態（第1の主スイッチ51および第2のスイッチ52が閉極状態）を表している。4つのスイッチは、いずれも内部に1対の接点を有する真空バルブで記載してあるが、気中スイッチなどにも転用可能である。

#### 【0028】

まず、本発明の遮断器である転流式直流遮断器5の一実施の形態の電氣的接続について説明する。

第1の主スイッチ51の固定側フィーダ100と第2の主スイッチ52の固定側フィーダ114は、転流式直流遮断器5の外部に配置した母線（図示しない）に接続されている。同母線はリアクトル57の一端に接続している。リアクトル57の他端は第1のコンデンサ55および第2のコンデンサ56に接続している。第1の主スイッチ51の可動導体62は、集電部101を介して可動側フィーダ120に導通している。可動側フィーダ120は直流電源1に接続している。また、第1の主スイッチ51の可動導体62と第1の副スイッチ53の可動導体69は、導体102、103、フレキシブル導体104、導体105を介して、常時電氣的に接続された状態となっている。

40

第1の副スイッチ53の固定導体108には、フィーダ106とフィーダ107とが固定されている。フィーダ107は第2の副スイッチ54の固定導体109に接続している。一方、フィーダ106は、転流式直流遮断器5の外部で第1のコンデンサ55に接続している。また、第2の副スイッチ54の可動導体110は、導体111、フレキシブル導

50

体 1 1 2、フィーダ 1 1 3 を介し、第 2 のコンデンサ 5 6 に接続している。第 2 の主スイッチ 5 2 の可動導体 2 0 0 は、集電部 2 0 1 を介して可動側フィーダ 2 0 3 に導通している。可動側フィーダ 2 0 3 は負荷 2 に接続している。以上の電氣的接続方法によって、図 5 に示したシステム回路が実現される。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、本発明の遮断器である転流式直流遮断器 5 の一実施の形態の機械的構造を図 1 乃至図 4 を用いて説明する。

第 1 の主スイッチ 5 1 の可動導体 6 2 は、図 1 に示すように部材 6 4 にピン連結している。操作ロッド 6 5 はその一端を部材 6 4 に、他端をヒンジ 6 6 に固定している。第 1 の副スイッチ 5 3 の可動導体 6 9 は、部材 6 7 を介してヒンジ 6 6 にピン 5 3 4 にて連結されている。すなわち、第 1 の主スイッチ 5 1 の可動導体 6 2 と第 1 の副スイッチ 5 3 の可動導体 6 9 は互いに連動して動作する。操作ロッド 6 5 は、上下部に平面加工を施したピン 1 5 0 に貫通されている。ピン 1 5 0 と操作ロッド 6 5 に固定したナット 1 5 2 によって、ワッシャ 1 5 3、接圧ばね 1 5 1、ワッシャ 1 5 4 を挟持した構成となっている。

#### 【 0 0 3 0 】

第 1 の主スイッチ 5 1 が開極した状態では、接圧ばね 1 5 1 によって操作ロッド 6 5 の上部の六角部 1 5 5 とピン 1 5 0 が係合した状態になる。一方、第 1 の主スイッチ 5 1 が閉極動作では、主スイッチ 5 1 の固定接点 6 1 と可動接点 6 0 が接触した時点でピン 1 5 0 と六角部 1 5 5 の係合が解除され、更に接圧ばね 1 5 1 が圧縮されると、接圧ばね 1 5 1 の荷重は第 1 の主スイッチ 5 1 における接点の接触力となる。

#### 【 0 0 3 1 】

また、操作ロッド 6 5 は、開極手段を構成する電磁反発コイル 1 7 0 および反発板 1 7 1 を連通している。電磁反発コイル 1 7 0 の励磁によって、反発板 1 7 1 に渦電流が発生し、電磁反発コイル 1 7 0 の電流と反発板 1 7 1 の渦電流間に作用する電磁反発力は、反発板 1 7 1 を介して、部材 6 4 で受ける構成となっており、同反発力によって操作ロッド 6 5 は図 1 中上方向に移動する。

#### 【 0 0 3 2 】

第 2 の主スイッチ 5 2 の可動導体 2 0 0 は、図 3 に示すように、部材 2 0 2 にピン連結されている。操作ロッド 2 0 4 はその一端を部材 2 0 2 に固定されている。操作ロッド 2 0 4 は、上下部に平面加工された当接面を施したピン 2 0 6 を貫通している。ピン 2 0 6 と操作ロッド 2 0 2 に固定したナット 2 0 8 によって、ワッシャ 2 1 0、接圧ばね 2 1 2、ワッシャ 2 1 4 を挟持した構成となっている。第 2 の主スイッチ 5 3 の開極状態では、接圧ばね 2 1 2 によって操作ロッド 2 0 2 上部の六角部 2 1 6 とピン 2 0 6 が係合した状態になる。一方、第 2 の主スイッチ 5 3 の閉極動作では、主スイッチ 5 3 の固定接点 2 2 0 と可動接点 2 2 2 が接触した時点でピン 2 0 6 と六角部 2 1 6 の係合が解除され、更に接圧ばね 2 1 2 が圧縮されると、接圧ばね 2 1 2 の荷重は第 2 の主スイッチ 5 3 における接点の接触力となる。

#### 【 0 0 3 3 】

第 1 の主スイッチ 5 1 の操作ロッド 6 5、及び第 2 の主スイッチ 5 2 の操作ロッド 2 0 2 は、図 1 及び図 3 に示すように、操作器ケース 3 0 0 内において第 1 の主スイッチ 5 1、及び第 2 の主スイッチ 5 2 に対して並設した電磁石 3 0 1 にて駆動される。電磁石 3 0 1 のシャフト 3 0 2 は、部材 3 0 3 を介してメインシャフト 5 0 0 の一方のレバー 5 0 1 に連結されている。メインシャフト 5 0 0 の他方のレバー 5 0 3 には、第 1 の主スイッチ 5 1 側に延びる絶縁ロッド 5 0 2 と第 2 の主スイッチ 5 2 側に延びる絶縁ロッド 5 0 4 とが連結されている。絶縁ロッド 5 0 2 は、副シャフト 5 1 0 によってピン 1 5 0 に、絶縁ロッド 5 0 4 は、副シャフト 5 1 2 によってピン 2 0 6 にそれぞれ係合している。即ち、

電磁石 3 0 1 の吸引力は、図 1 及び図 3 に示すように、メインシャフト 5 0 0 とこれに設けたレバー 5 0 1、5 0 3 および副シャフト 5 1 0、5 1 2 とこれに設けたレバー 5 1 3、5 1 4 を介して、第 1 の主スイッチ 5 1 における操作ロッド 6 5 および第 2 の主スイッチ 5 2 における操作ロッド 2 0 2 に伝達される。第 1 の主スイッチ 5 1、第 2 の主ス

ッチ５２を投入するには、電磁石３０１内のコイル３０５を励磁し、プランジャ３０４を図中下方向に駆動すればよい。

【００３４】

第１の副スイッチ５３は、上述のように第１の主スイッチ５１と連動して駆動されるが、図５に記載した操作タイミングを実現するために、図１に示すように連結部材５３０とレバー５３１を設けてある。連結部材５３０とレバー５３１はピン５３３によって互いを連結されている。連結部材５３０の他端は副シャフト５１０に接続される。一方、レバー５３１は軸５３２を中心に回転自在となっている。

【００３５】

第１の主スイッチ５１が開極する場合、操作ロッド６５が図１中上方向に移動して第１の副スイッチ５３が一旦閉極するが、同時にレバー５３１が反時計方向に回転し、レバー５３１とヒンジ６６に設けたピン５３４が係合して、第１の副スイッチ５３の可動導体６９を再び開極方向（下方向）に引き戻す。ヒンジ６６においてピン６６が貫通する穴を長円形状しているのは、操作ロッド６５の位置に関わらず、可動導体６８を開極方向（下方向）に移動可能とするためである。なお、符号７０は、第１の副スイッチ５３に接触力を与えるためのばねである。

【００３６】

第２の副スイッチ５４側にも、図３に示すように、連結部材５４０とレバー５４１を設けてある。第２の主スイッチ５２が開極すると、レバー５４１が軸５４２を中心として時計方向に回転し、第２の副スイッチ５４の可動導体１１０に設けたピン５４３とレバー５４１が係合して、可動導体５４４を開極方向（下方向）に移動させる。なお、符号７１はその長さを可変としており、同部材にて主スイッチと副スイッチの開閉タイミングを調整する。

【００３７】

図４において、符号５５５は、メインシャフト５００に連動するように操作器ケース３００内に設けたトリップばね、符号５９０はコイル３０５に励磁エネルギーを供給するコンデンサ、符号５９１は電磁石３０１の制御回路を表す。

【００３８】

図１において、第１の主スイッチ５１の操作ロッド６５のヒンジ６６と、電磁石３０１のシャフト３０２の上端との間には、開極手段を構成する電磁反発コイル１７０および反発板１７１による第１の主スイッチ５１を高速で開極させた場合に生じる可動電極側の軸、即ち操作ロッド６５の跳ね返りを低減させるための釈放機構９００が設けられている。

【００３９】

この釈放機構９００は、電磁石３０１のシャフト３０２の上端に設けたピン支持部材５８４と、このピン支持部材５８４の設けたピン５８３と、電磁石３０１側に一端を軸５８２回りに回転可能に支持し、他端をピン５８３の下側を通して主スイッチ側に延在させたレバー５８５と、このレバー５８５の他端に一端がピン連結され、他端がピン５８０によってヒンジ６６に連結された第２の絶縁ロッド５８１とからなるリンク機構で構成されている。電磁石３０１のシャフト３０２の上端に設けたピン支持部材５８４の位置を調整することにより、レバー５８５とピン５８３とが係合するタイミングが調整されるので、図５に示した時間 $t_3$ を実現できる。具体的には、ピン支持部材５８４の電磁石３０１のシャフト３０２へのねじ込み深さを調整すればよい。

【００４０】

次に、上述した本発明の遮断器である転流式直流遮断器５の一実施の形態の動作を説明する。

投入動作では、電磁石３０１のコイル３０５を励磁し、プランジャ３０４に吸引力を発生させる。同吸引力は、メインシャフト５００、副シャフト５１０、５１２を介して、第１の主スイッチ５１の操作ロッド６５および第２の主スイッチ５２の操作ロッド２０４に伝達されるので、可動導体６２、２００が下方向に駆動されて第１の主スイッチ５１およ

10

20

30

40

50

び第2の主スイッチ52が閉極する。投入動作では、各主スイッチ51, 52の接圧ばね151, 212及び操作器ケース300内に設けたトリップばね555が蓄勢されて、第1の主スイッチ51および第2の主スイッチ52の開極動作に備えている。

【0041】

第1の副スイッチ53は、レバー531とピン534の係合に伴って閉極状態となり、一方、第2の副スイッチ54は、レバー541とピン543の係合が解消されて閉極状態となる。投入動作が完了すると、電磁石301の励磁を解除する。蓄勢された接圧ばね151, 212、およびトリップばね555の反力は、電磁石301内部の永久磁石306の吸引力で保持されている。

【0042】

第1の主スイッチ51および第2の主スイッチ52の通常の開極動作では、上述した投入動作時と逆方向にコイル305を励磁する。コイル305の逆励磁によって、永久磁石306が発生する磁束がキャンセルされ、電磁石301の吸引力がばねの反力を下回った時点で第1の主スイッチ51および第2の主スイッチ52の開極動作が開始される。

【0043】

事故時の高速遮断では、電磁反発コイル170を励磁する。反発板171に発生する電磁反発力によって、操作ロッド65は接圧ばね151を更にたわませながら上方向に移動し、第1の主スイッチ51は閉極状態、第1の副スイッチ53は閉極状態になる。この時点では、メインシャフト500、および副シャフト510は動作せず、第2の主スイッチ52、第2の副スイッチ54の状態は維持されたままである。

【0044】

反発板171の電磁反発コイル170に対する電磁反発力によって、更に操作ロッド65が上方向へ移動すると、釈放機構900におけるレバー585と電磁石301のシャフト302に設けたピン583とが係合し、電磁反発力がピン583に伝達される。この伝達力と接圧ばね151, 212の荷重、およびトリップばね555の荷重の和が永久磁石306の吸引力を超えると、プランジャ304が上方向に移動し始める。この動作に応じて、第2の主スイッチ52および第2の副スイッチが開極され、その再投入が防止される。

【0045】

上述した閉極手段における高速遮断では、永久磁石306の吸引力から接圧ばね151, 212およびトリップばね555の反力を差し引いた力、すなわち閉極状態を維持するための余剰力を超える電磁反発力を電磁石301の可動部に作用させなければならない。従来技術のように電磁反発力を直接電磁石可動部に作用させると、その反力によって接点が再投入される危険がある。本実施の形態では、絶縁ロッド581、レバー585、およびピン583で構成される電磁石301の釈放機構900を備えたので、この釈放機構900は、てこの原理を利用するもので、釈放に必要な力を、図1に示すようにL1/L2倍に低減できる。

【0046】

即ち、釈放機構900によるわずかな操作力で電磁石301が釈放可能となる。その結果、電磁石301の釈放時の反力が低減され、主スイッチの再投入の危険性を回避することができる。また、この釈放機構900は、高速遮断時の第2の主スイッチ52および第2の副スイッチ54の動作タイミングを調整する機能も兼ね備えている。連携して動作する主スイッチと副スイッチ間の動作タイミングは、図1及び図2に示す連結部材530, 540にて調整可能だが、2つのスイッチ郡間は個別の操作器を用意して各々タイミングをずらした指令を送るなど、複雑な機構・構成が必要となる。本実施の形態では、シャフトレバー582とピン583が係合するタイミングのみを調整すればよく、容易に実現できる。

【0047】

上述した本発明の実施の形態によれば、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りを、簡易な構成で低減することができるので、真空バルブの操作機

10

20

30

40

50



構の大型化を抑えることができ、併せて、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りによって、真空バルブの操作機構における永久磁石と可動鉄心の吸着、即ち、真空バルブの閉極を、わずかな力ですみやかに解除でき、信頼性の高い遮断器を提供することができる。

#### 【 0 0 4 8 】

図 8 乃至図 1 1 は、本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器 6 0 0 の一実施の形態を示すもので、図 8 は本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器 6 0 0 の右側断面図、図 9 は背面図、図 1 0 は正面図であり、いずれも閉極状態を表している。図 1 1 は左側断面図であり、電磁石 3 0 1 の釈放直前の状態を示している。これらの図において、図 1 乃至図 4 の符号と同符号のものは、同一部分である。

10

これらの図において、3 相の高速遮断器 6 0 0 は、内部に接離自在の接点を備えた真空バルブ 6 0 1 を備えている、真空バルブ 6 0 1 の固定電極側の固定導体 6 0 2 は、上部側に位置しており、固定側フィーダ 6 0 3 に接続されている。一方、可動電極側の可動導体 6 0 4 は、集電部 6 0 5 を介して下方側に配置されて、可動側フィーダ 6 0 6 に導通されている。

#### 【 0 0 4 9 】

また、可動導体 6 0 4 は絶縁ロッド 6 0 7 の一端に連結している。絶縁ロッド 6 0 7 の他端は操作ロッド 6 0 8 に固定されている。操作ロッド 6 0 8 は、上下部に平面加工された当接面を施したピン 6 0 9 内を貫通している。ピン 6 0 9 は 3 相とも単一のメインシャフト 5 0 0 の一方のレバー 5 0 3 に係合している。ピン 6 0 9 と操作ロッド 6 0 8 に固定したナット 6 1 0 によって、ワッシャ 6 1 1、接圧ばね 6 1 2、ワッシャ 6 1 3 を挟持している。真空バルブ 6 0 1 が開極した状態では、接圧ばね 6 1 2 によって操作ロッド 6 0 8 下部の六角部 6 2 0 とピン 6 0 9 が係合した状態になる。一方、真空バルブ 6 0 1 の閉極動作では、真空バルブ 6 0 1 の固定接点 6 2 1 と可動接点 6 2 2 が接触した時点でピン 6 0 9 と六角部 6 2 0 の係合が解除され、接圧ばね 6 1 2 の荷重は接点の接触力となる。

20

#### 【 0 0 5 0 】

操作ロッド 6 0 8 は、開極手段を構成する電磁反発コイル 1 7 0 および反発板 1 7 1 を連通している。電磁反発コイル 1 7 0 の励磁によって反発板 1 7 1 に発生した電磁反発力は、前述した実施の形態と同様に、絶縁ロッド 6 0 7 で受ける構成となっており、同反発力によって操作ロッド 6 0 8 は図中下方向に移動する。

30

#### 【 0 0 5 1 】

操作ロッド 6 0 7 は、操作器ケース 3 0 0 内に真空バルブ 6 0 1 に対して並設した電磁石 3 0 1 にて駆動される。電磁石 3 0 1 のシャフト 3 0 2 は、部材 3 0 3 を介してメインシャフト 5 0 0 の他方のレバー 5 0 1 に連結されている。すなわち、電磁石 3 0 1 の吸引力は、メインシャフト 5 0 0 を介して操作ロッド 6 0 7 に伝達される。真空バルブ 6 0 1 を投入するには、電磁石 3 0 1 内のコイル 3 0 5 を励磁し、プランジャ 3 0 4 を図中下方向に駆動すればよい。

#### 【 0 0 5 2 】

メインシャフト 5 0 0、レバー 5 0 3、5 0 1 の下方には、電磁石 3 0 1 の釈放機構 9 0 0 が設けられている。この電磁石 3 0 1 の釈放機構 9 0 0 は、軸 6 3 1 を中心に回転できる干涉レバー 6 3 2 と、常に干涉レバー 6 3 2 を部材 3 0 3 側に回転させるように干涉レバー 6 3 2 とレバー 5 0 1 の間に設けた巻きばね 6 3 3 (図 7 参照)とのレバー機構で構成されている。釈放機構 9 0 0 における軸 6 3 1 は、てこの原理を有効に発揮させるために、電磁石 3 0 1 側に配置されている。干涉レバー 6 3 2 の一方端は、部材 3 0 3 に当接しており、干涉レバー 6 3 2 の他方端は、操作ロッド 6 0 8 下部の六角部 6 2 0 の端部に位置している。

40

#### 【 0 0 5 3 】

次に、上述した本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器 6 0 0 の一実施の形態の動作を説明する。

投入動作では、図 8 に示す予め充電しておいたコンデンサ 5 9 0 によって、電磁石 3 0

50

1のコイル305を励磁し、プランジャ304に吸引力を発生させる。同吸引力は、メインシャフト500を介して、操作ロッド607に伝達され、可動導体604が上方方向に駆動されて真空バルブ601が閉極する。投入動作と同時に、接圧ばね612およびトリップばね555は蓄勢されており、開極動作に備えている。投入動作が完了すると、電磁石301の励磁を解除する。蓄勢された接圧ばね612およびトリップばね555の反力は、電磁石301内部の永久磁石306の吸引力で保持される。

#### 【0054】

真空バルブ601の通常の開極動作では、投入動作時と逆方向にコイル305を励磁する。コイル305の逆励磁によって、永久磁石306が発生する磁束がキャンセルされ、電磁石301の吸引力がばねの反力を下回った時点で真空バルブ601の開極動作が開始される。

10

#### 【0055】

事故時における真空バルブ601の高速遮断では、開極手段の電磁反発コイル170を励磁する。反発板171に発生する電磁反発力によって、操作ロッド607は接圧ばね612を更にたわませながら下方方向に移動するので、真空バルブ601は開極状態になる。このとき、メインシャフト500は未だ移動していない。

#### 【0056】

図9に示すように、電磁反発によって操作ロッド607が下方に移動すると、操作ロッド607と干渉レバー632が衝突し、この衝突力が部材303に伝達される。この伝達力と接圧ばね612およびトリップばね555の荷重の合計が永久磁石306の吸引力を

20

#### 【0057】

上述した開極手段による真空バルブ601の高速遮断では、永久磁石306の吸引力から接圧ばね612およびトリップばね555の反力を差し引いた力、すなわち真空バルブ601の開極状態を維持するための余剰力を超える電磁反発力を電磁石301の可動部に作用させなければならない。従来技術のように電磁反発力を直接電磁石可動部に作用させると、その反力によって接点が再投入される危険がある。本実施の形態では、軸631、干渉レバー632で構成される電磁石301の釈放機構900によって解消されている。この釈放機構900は、図9に示すように、てこの原理に利用により、電磁石可動部の釈放に必要な力を $L1/L2$ 倍に低減することができる。すなわち、釈放機構900におけるわずかな力で電磁石301が釈放可能となり、その結果、電磁石可動部の釈放時の反力が低減され、真空バルブ601の再投入の危険性を回避することができる。

30

#### 【0058】

また、本実施の形態では、負荷をスイッチングするための電磁石と、事故電流を高速遮断するための電磁石を個別にしている。高速遮断における電磁反発力の衝撃力は大きく、多頻度開閉に対応させるには各部材の強度アップが必須となる。強度アップは可動部質量の増加につながり、高速開閉のためには更に電磁反発力を強化するといった悪循環を招く。高速遮断を事故電流遮断に限定すれば、数回～数十回の耐久性を確保すればよく、上記の課題を解決できる。なお、本実施の形態にて記載した電磁石では、投入動作時と逆方向に励磁すれば、真空バルブ601の開極動作が可能であるため、負荷電流遮断と事故電流遮断で使用する電磁石を変化させたとしても、制御方式を変更するだけで、構成部材には変化はない。

40

#### 【0059】

この実施の形態によれば、前述した実施の形態と同様に、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りを、簡易な構成で低減することができるので、真空バルブの操作機構の大型化を抑えることができ、併せて、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りによって、真空バルブの操作機構における永久磁石と可動鉄心の吸着、即ち、真空バルブの閉極を、わずかな力ですみやかに解除でき、信頼性の高い遮断器を提供することができる。

50

## 【 0 0 6 0 】

図 1 2 は、本発明の遮断器である転流式直流遮断器の他の実施の形態を示す左側面図で、この図 1 2 において、図 1 と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明を省略する。

この実施の形態は、図 1 2 の右側の中間部に位置するレバー 5 1 3 に、もう 1 つのレバー 1 0 0 0 を配置したものである。このレバー 1 0 0 0 は、その一方側が操作ロッド 6 5 に設けた部材 1 0 0 1 側に位置し、また他方側が絶縁ロッド 5 0 2 側に位置するように、軸 1 0 0 2 によってレバー 5 1 3 に回動可能に設けられている。このため、開極手段における反発板 1 7 1 の上方への移動による高速遮断時には、操作ロッド 6 5 の上方への移動により、部材 1 0 0 1 が位置 P でレバー 1 0 0 0 の一方側の当接し、レバー 1 0 0 0 を軸 1 0 0 2 を支点として反時計方向に回動する。このレバー 1 0 0 0 の反時計方向の回動により、レバー 1 0 0 0 の他方側が位置 Q で絶縁ロッド 5 0 2 に衝突する。これにより、絶縁ロッド 5 0 3 が下方方向に移動し、電磁石側のレバー 5 0 1 が時計方向の回動して、電磁石 3 0 1 を釈放可能にする。その結果、電磁石 3 0 1 の釈放時の反力が低減され、主スイッチの再投入の危険性を回避することができる。

10

## 【 0 0 6 1 】

この実施の形態においても、前述した実施の形態と同様に、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りを、簡易な構成で低減することができるので、真空バルブの操作機構の大型化を抑えることができ、併せて、電磁反発機構による電流遮断途中時に生じる可動電極側軸の跳ね返りによって、真空バルブの操作機構における永久磁石と可動鉄心の吸着、即ち、真空バルブの閉極を、わずかな力ですみやかに解除でき、信頼性の高い遮断器を提供することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 2 】

【図 1】本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の左側面図である。

【図 2】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の背面図である。

【図 3】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の右側面図である。

【図 4】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の正面図である。

30

【図 5】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態を適用したシステム回路図である。

【図 6】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の事故時の操作を示すタイムチャート図である。

【図 7】図 1 に示す本発明の遮断器である転流式直流遮断器の一実施の形態の通常運転時の操作を示すタイムチャート図である。

【図 8】本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器の右側断面図である。

【図 9】図 8 に示す本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器の背面図である。

【図 1 0】図 8 に示す本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器の正面図である。

40

【図 1 1】図 8 に示す本発明の遮断器である 3 相の高速遮断器の左側断面図である。

【図 1 2】本発明の遮断器である転流式直流遮断器の他の実施の形態の左側面図である。

## 【符号の説明】

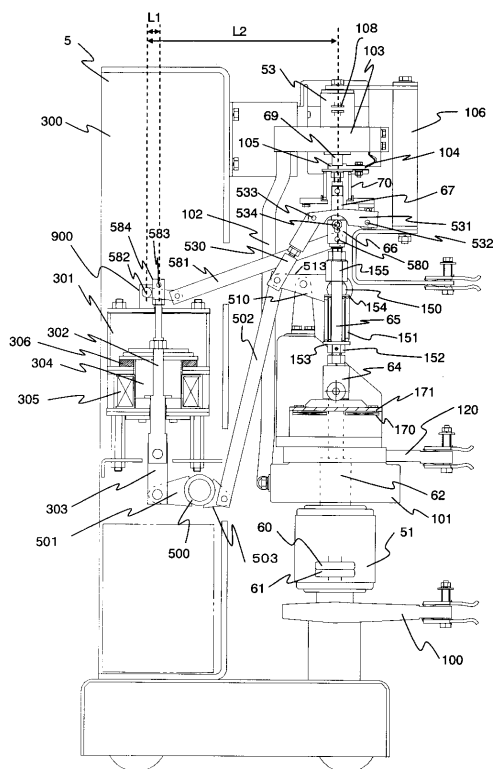
## 【 0 0 6 3 】

- 5 転流式直流遮断器
- 5 1 第 1 の主スイッチ（真空バルブ）
- 1 7 0 電磁反発コイル
- 1 7 1 反発板
- 3 0 1 電磁石
- 3 0 6 永久磁石

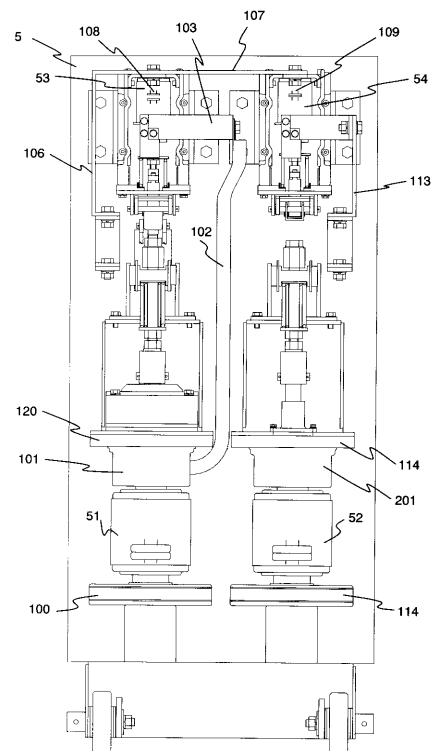
50

6 0 0 高速遮断器  
9 0 0 积放機構

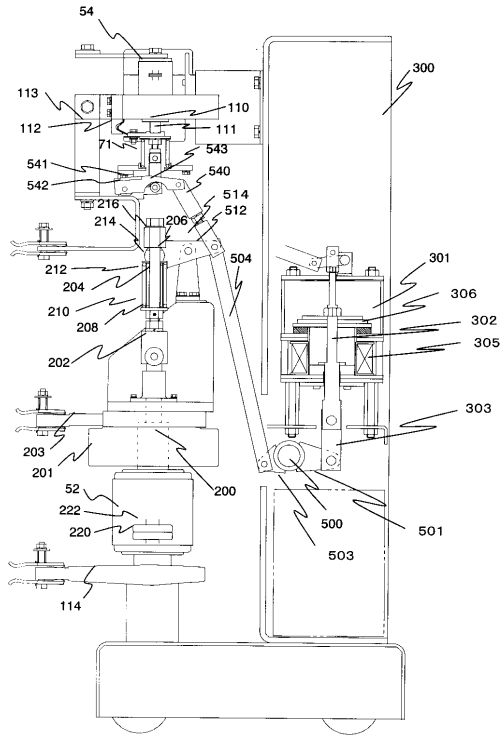
【図 1】



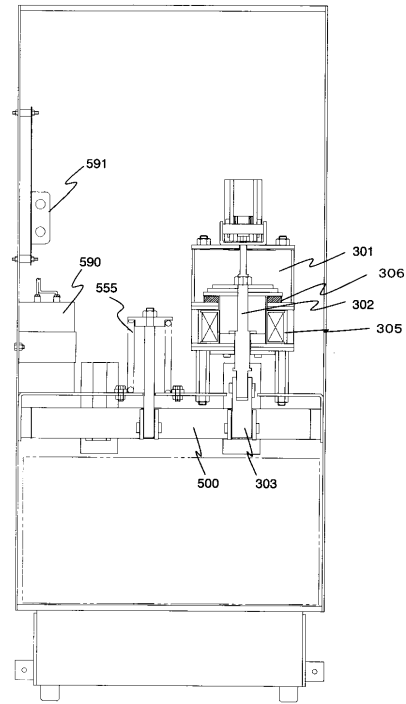
【図 2】



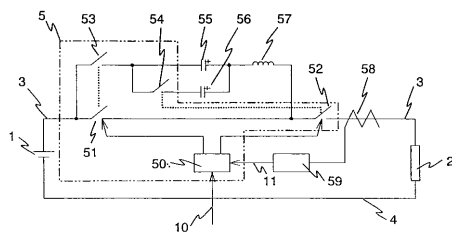
【 図 3 】



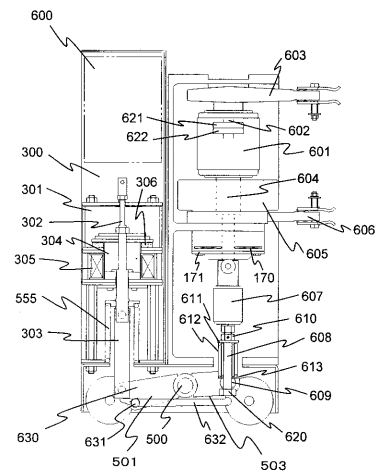
【 図 4 】



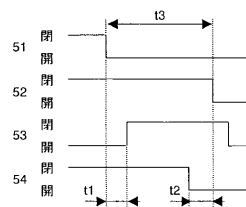
【 図 5 】



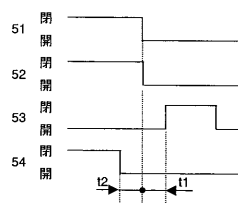
【圖 8】



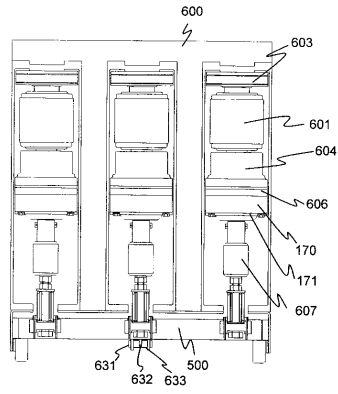
【 図 6 】



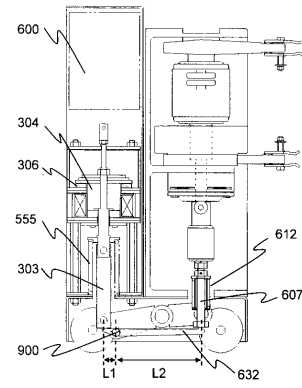
【圖 7】



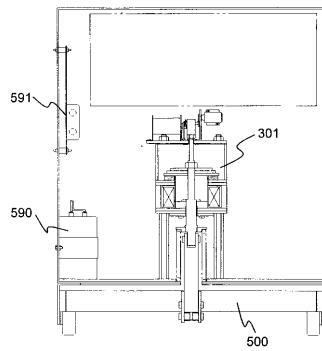
【図 9】



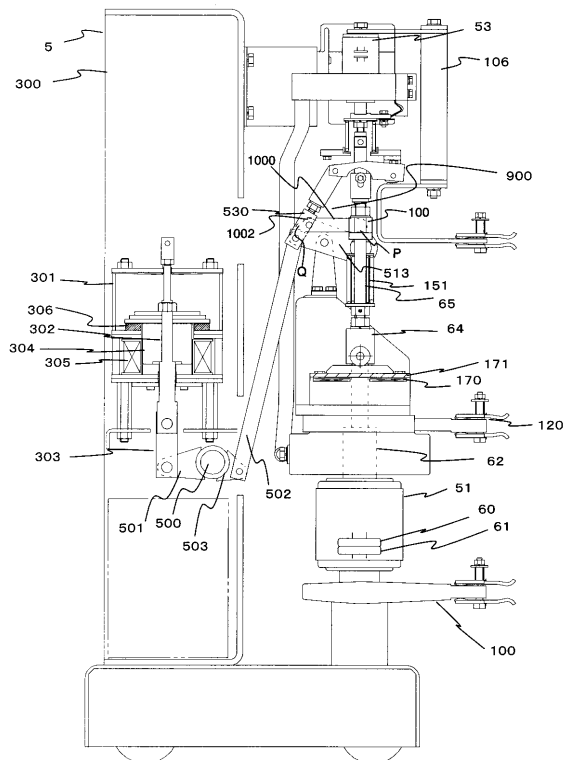
【図 11】



【図 10】



【図 12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 細田 稔

茨城県日立市国分町一丁目1番1号  
国分内

株式会社日立製作所 日立事業所

審査官 片岡 功行

(56)参考文献 特開平11-213826(JP,A)  
特開2003-031087(JP,A)  
特開2004-342552(JP,A)  
特開平02-215021(JP,A)  
特開2005-078971(JP,A)  
特開2006-147212(JP,A)  
国際公開第2004/055850(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H	33/38
H01H	33/42
H01H	33/59
H01H	33/66
H01H	3/28