

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-229247

(P2013-229247A)

(43) 公開日 平成25年11月7日(2013.11.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 H 33/38 (2006.01)	HO 1 H 33/38 A	5 G 0 2 8
HO 1 H 33/666 (2006.01)	HO 1 H 33/666 P	
HO 1 H 33/42 (2006.01)	HO 1 H 33/42 B	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-101692 (P2012-101692)  
 (22) 出願日 平成24年4月26日 (2012. 4. 26)

(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100081961  
 弁理士 木内 光春  
 (72) 発明者 丸山 裕  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 丸島 敬  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 網田 芳明  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

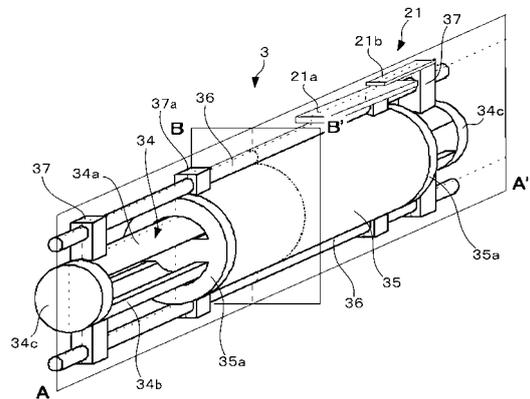
(54) 【発明の名称】 電力用開閉装置、及びその操作機構

(57) 【要約】

【課題】 必要不可欠な機能を有し、高速及び高応答な電力用開閉装置の操作機構及びこれを備えた電力用開閉装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列と内側パイプ38と外側パイプ39と三相コイル33と出力環34と電力供給線33aとを備える。外側永久磁石31の列は、磁極が最大でも90度ずつ回転するよう隣接させる。内側永久磁石32の列は、磁極が外側永久磁石31の列と同じ向きの磁化ベクトル半径方向成分及び逆向きの磁化ベクトル軸方向成分を有する。外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列は、磁化ベクトル半径方向成分が同じ向きとなるよう対向させて固定される。三相コイル33は、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列との間に一定のクリアランスで介在する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

可動接点を往復駆動することで、開閉装置を遮断状態と投入状態との間で相互に移行させるための操作機構であって、

円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極がその中心軸を含む断面において最大でも90度ずつ回転するよう当該永久磁石を隣接させて構成される第一の永久磁石の列と、

円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極が前記第1の永久磁石の列と同じ向きの磁化ベクトル半径方向成分を有するとともに前記第一の永久磁石の列と逆向きの磁化ベクトル軸方向成分を有する第二の永久磁石の列と、

前記第一の永久磁石の列と前記第二の永久磁石の列をそれぞれの磁極の磁化ベクトル半径方向成分が同じ向きとなるよう対向させて固定する磁石固定手段と、

前記第1の永久磁石の列と前記第2の永久磁石の列との間に一定のクリアランスをもって介在するコイルと、

前記可動接点に直接又は間接的に繋がり、前記コイルが固定されるとともに前記第1及び第2の永久磁石の列に沿って平行移動可能なコイル支持手段と、

前記コイルを励磁するための電力を供給する電力供給線と、

を備え、

前記第一の永久磁石の列と前記第二の永久磁石の列により発生する磁気回路と励磁された前記コイルの作用により前記可動接点を往復駆動させるための推力を発生させること、

を特徴とする電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 2】

前記第1の永久磁石と前記第2の永久磁石が同等の磁化エネルギーを保持していること

、

を特徴とする請求項1記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 3】

前記コイル支持手段又は当該コイル支持手段と連動して動く部材に固定された強磁性体と、

位置が固定された第3の永久磁石と、

を備え、

前記コイル支持手段の移動に応じて前記第3の永久磁石及び前記強磁性体が相対的に接近することにより、前記強磁性体に対する前記第3の永久磁石の磁気吸引力で前記可動接点の位置を維持すること、

を特徴とする請求項1又は2記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 4】

前記コイル支持手段又は当該コイル支持手段と連動して動く部材に固定された第3の永久磁石と、

位置が固定された強磁性体と、

を備え、

前記コイル支持手段の移動に応じて前記第3の永久磁石及び前記強磁性体が相対的に接近することにより、前記強磁性体に対する前記第3の永久磁石の磁気吸引力で前記可動接点の位置を維持すること、

を特徴とする請求項1又は2記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 5】

前記第3の永久磁石は、ラバー磁石であること、

を特徴とする請求項3又は4に記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 6】

前記コイル支持手段に固定された強磁性体を更に備え、

前記第1の永久磁石の列と前記第2の永久磁石の列から生じる漏れ磁束が前記強磁性体に対する磁気吸引力として作用し、前記可動接点の位置を維持すること、

を特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の電力用開閉装置の操作機構。

10

20

30

40

50

## 【請求項 7】

前記可動接点を往復運動させる操作ロッドと、  
 一端に回転可能な固定点を有するとともに、前記コイル支持手段が直接又は間接的に他端側に回転可能に取り付けられ、前記コイル支持手段よりも前記固定点に近い箇所に前記操作ロッドが取り付けられたレバーと、  
 を更に備え、  
 前記コイル支持手段の推力を増幅して前記可動接点に伝達すること、  
 を特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 8】

前記可動接点を往復運動させる操作ロッドと、  
 一端に回転可能な固定点を有するとともに、前記操作ロッドが他端側に回転可能に取り付けられ、前記操作ロッドよりも前記固定点に近い箇所に前記コイル支持手段が直接又は間接的に取り付けられたレバーと、  
 を更に備え、  
 前記コイル支持手段の移動量を増幅して前記可動接点に伝達すること、  
 を特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の電力用開閉装置の操作機構。

## 【請求項 9】

往復運動可能な可動接点と、前記可動接点を駆動する操作機構とを有し、前記可動接点の移動によって遮断状態と投入状態との間で相互に移動し得る開閉装置であって、  
 前記操作機構は、  
 請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の操作機構であること、  
 を特徴とする電力用開閉装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、可動接点を操作する電磁駆動方式の操作機構、及び当該操作機構を備える電力用開閉装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

電力用開閉装置は、一对の接点を備え、この接点を接離させることで回路を開閉する。事故電流が検知されると、電力用開閉装置には遮断信号が入力され、電力用開閉装置は、この遮断信号を契機に電流を遮断すべく接点を開離させる。

## 【0003】

この電力用開閉装置は、一般的に、更に一对のアーク接点とパuffa室又は昇圧室を備えている。アーク接点は、回路開閉用の接点の開離に連れて開離することでアーク放電を引き受ける。パuffa室や昇圧室はピストンとシリンダで構成され、シリンダ及びピストンを相対的に移動させることで室内に滞留するガスを圧縮し、アーク接点間に室内外の高圧ガスを吹き付ける。この高圧ガスの吹き付けによりアーク放電は消弧に至り、電流遮断が完了する。

## 【0004】

操作機構は、この回路開閉用の可動接点、アーク可動接点、及びピストン又はシリンダをそれぞれ相対移動させるために備えられている。従って、この操作機構には、任意の駆動が可能であること、可動子の高速移動が可能であること、及び、可動子の応答性能が良いことが要求される。

## 【0005】

任意の駆動が要求されるのは、事故電流は交流であり其の電圧は周期的に変動していること、及び事故発生時の位相がランダムであることにより、事故電流の発生から消弧の状態推移を鑑みて遮断しやすい適切なタイミングで遮断動作を行うことが望ましいからである。可動子の高速移動及び応答性能が要求されるのは、遮断動作は、遮断指令開始から数十 msec という短時間で完了しなければならないからである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

さらに、これらの駆動性能に加えて、電力設備の地下設置化が進展していること、及び駆動機構を有することから、操作機構のサイズ上の制約やメンテナンス性といった性能も求められている。

## 【 0 0 0 7 】

現在、操作機構としては、空気式、油圧式、ばね式、電磁駆動式が提供されている。油圧式は油圧アクチュエータを用いて可動部を駆動する方式である。ばね式は、圧縮したばねを開放した際のエネルギーを用いて可動部を駆動する方式であり、現在の主流である。電磁駆動式は電磁アクチュエータにより可動子を駆動する方式である。

## 【 0 0 0 8 】

このうち、電磁駆動式の例としては、回転機の動力を直動変換して可動接点を駆動する方式がある（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照。）。この方式では回転機の駆動を制御することで任意の駆動を実現できる。

## 【 0 0 0 9 】

また、電磁吸引力、電磁反発力を直接推力として用いる例として、電磁石および永久磁石の吸引力を利用する方式（例えば、特許文献 3 参照。）、空心コイルに働く電磁吸引力あるいは反発力を利用する方式（例えば、特許文献 4、特許文献 5 参照。）、誘導反発力を利用する方式（特許文献 6 参照）を挙げることができる。空心コイルを用いる場合には、電気回路の時定数が小さく初期動作において高い応答性能が得られるといった特徴がある。

## 【 0 0 1 0 】

また、互いに一定間隔を保持して内外に配置された円筒型永久磁石を用い、内外の円筒型永久磁石の間に位置する空心コイルに励磁電流を与えることで、この空心コイルを駆動する方式も提供されている（例えば、特許文献 7 参照。）。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 2 1 2 3 7 2 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 0 2 1 5 9 9 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 3 - 0 1 6 8 8 8 号公報

【 特許文献 4 】 特開平 1 0 - 0 4 0 7 8 2 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 2 - 1 2 4 1 5 8 号公報

【 特許文献 6 】 特開平 1 1 - 0 2 5 8 1 7 号公報

【 特許文献 7 】 特許第 4 6 2 5 0 3 2 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 2 】

このように電磁駆動式の操作機構は、各種が提案されているが、油圧式の操作機構やばね式の操作機構に比べて、可動接点の高速投入及び高速遮断のために不可欠となる推力の面で劣っているという指摘がされていた。

## 【 0 0 1 3 】

すなわち、特許文献 1 及び 2 に示される回転電動機を用いた例では、高トルクを得るために回転電動機の巻線には鉄心が用いるという提案がなされているが、インダクタンスが大きくなり、電気回路の時定数も大きくなるため、応答性能の向上には限界が生じてしまう。そのため、推力と応答性能のトレードオフとなってしまう。

## 【 0 0 1 4 】

また、特許文献 3 乃至 6 の電磁吸引力や電磁反発力を直接推力として用いる方式では、全可動域において任意の駆動を行うのは困難であるため、遮断しやすい適切なタイミングで遮断動作を行うことが難しい。

## 【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

特許文献7に示される円筒型永久磁石を配したアクチュエータを用いる方式では、任意の駆動が可能であり、コイルには鉄心を用いていないため、比較的インダクタンスを小さく抑えることが可能である。しかしながら、コイルの内側には鉄心を用いないまでも、環状のコイルの両端に磁性体リングを配置しており、少なからずインダクタンスの増加をまねいている。

【0016】

また、内外円筒永久磁石の着磁方向は両方とも径方向の同じ向きに一様に着磁されているため、内外円筒型永久磁石から生じる磁束は、外円筒永久磁石の外側面から円筒の上底、下底を経て内円筒の内側面を通り再び外円筒永久磁石に戻るといった経路を辿っている。この磁束の流れをスムーズにして、より強力な磁束を生み出すためには、また外部に磁場の影響を与えないためには、外円筒永久磁石の外側及び内円筒永久磁石の内側に円筒状の磁性体からなるバックヨークを用いざるを得ない。

10

【0017】

この場合、内側のバックヨークはコイルに対して鉄心と同じ作用をもたらすことは言うまでもないが、外側のバックヨークも同じ作用をもたらしてしまう。従って、コイルのインダクタンスが大きくなってしまふという問題がある。

【0018】

更に推力を増加させるため強力な永久磁石を用いざるを得ず、バックヨークの磁気飽和を避けるためにバックヨークを厚くしなければならない。このため、強力な永久磁石を用いたとしても推力/体積比を小さくするのは難しい。

20

【0019】

すなわち、特許文献7に提案の方式であっても応答性能や推力が満足し得るものではなかった。

【0020】

以上のとおり、電磁駆動式の操作機構は、必要不可欠な機能を有しながらも高速及び高応答の要件を満たすことは困難であった。本発明はかかる課題を解決するためになされたもので、必要不可欠な機能を有し、高速及び高応答な電力用開閉装置の操作機構及びこれを備えた電力用開閉装置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】

【0021】

上記の目的を達成するために、可動接点を往復駆動することで、開閉装置を遮断状態と投入状態との間で相互に移行させるための電力用開閉装置の操作機構は、第1の永久磁石の列と第2の永久磁石の列と磁石固定手段とコイルとコイル支持手段と電力供給線とを備える。

30

【0022】

第1の永久磁石の列は、円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極がその中心軸を含む断面において最大でも90度ずつ回転するよう当該永久磁石を隣接させて構成される。第2の永久磁石の列は、円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極が前記第1の永久磁石の列と同じ向きの磁化ベクトル半径方向成分を有するとともに前記第1の永久磁石の列と逆向きの磁化ベクトル軸方向成分を有する。磁石固定手段は、前記第一の永久磁石の列と前記第二の永久磁石の列をそれぞれの磁極の磁化ベクトル半径方向成分が同じ向きとなるように対向させて固定する。コイルは、前記第1の永久磁石の列と前記第2の永久磁石の列との間に一定のクリアランスをもって介在する。コイル支持手段は、前記可動接点に直接又は間接的に繋がり、前記コイルが固定されるとともに前記第1及び第2の永久磁石の列に沿って平行移動可能となっている。電力供給線は、前記コイルを励磁するための電力を供給する。

40

【0023】

これにより、前記第一の永久磁石の列と前記第二の永久磁石の列により発生する磁気回路と励磁された前記コイルの作用により前記可動接点を往復駆動させるための推力を発生させる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】第1の実施形態に係る電力用開閉装置を示す内部構成図である。

【図2】操作機構の外観を示す斜視図である。

【図3】操作機構の軸に沿った断面図である。

【図4】操作機構の軸に直交する断面図である。

【図5】駆動装置の構成図である。

【図6】伝達機構及び第1の保持機構を示す構成図である。

【図7】第2の保持機構を示す構成図である。

【図8】第2の実施形態に係る電力用開閉装置を示す内部構成図である。

【図9】第2の伝達機構の一構成例を示す構成図である。

【図10】第2の伝達機構の他の構成例を示す構成図である。

【図11】第3の実施形態に係る第1の保持機構を示す構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0025】

(第1の実施形態)

(全体構成)

図1は、第1の実施形態に係る電力用開閉装置を示す内部構成図である。電力用開閉装置1は、電路を開閉する装置であり、駆動装置2と、伝達機構4と第1の保持機構6と第2の保持機構7を有する操作機構3と、開閉機構5とを備えている。

【0026】

駆動装置2は、電源100から送出される電力を操作機構3へ付与することで、操作機構3を駆動させる。操作機構3は、直線方向の推力を発生させる操作機構である。伝達機構4は、軸方向に進退可能な操作ロッド41を有しており、この操作ロッド41の押し引きによって操作機構3が発生させた推力を開閉機構5に伝達する。

【0027】

開閉機構5は、消弧性ガスが充填された密閉空間51内に可動接点52と固定接点53とを配設しており、また可動接点52は操作ロッド41に固定されており、可動接点52は、操作ロッド41の押し引きに応じて固定接点53に対して接触又は離反する。第1の保持機構6及び第2の保持機構7は、操作機構3による推力が未発生となっている電流の投入状態の間、可動接点52と固定接点53との接触状態を維持する。

【0028】

(操作機構)

図2乃至4は、操作機構3の詳細構成を示す図であり、図2は操作機構3の外観を示す斜視図、図3は操作機構3の軸に沿ったA-A'断面図、図4は操作機構3の軸に直交するB-B'断面図である。図2乃至4に示すように、操作機構3は、概略等しい磁化エネルギーを保持した外側永久磁石31の列及び内側永久磁石32の列により発生する磁場と三相コイル33の励磁によって、三相コイル33が巻回された出力環34を軸方向に進退させる。

【0029】

この操作機構3は、図2に示すように、大別すると出力環34の他に固定子35を備えている。固定子35は円筒形状を有する。出力環34は、非磁性材料によって形成され、一对の長い円弧板34aが円弧中心を一致させて向かい合わせになった形状、換言すると、円筒の周壁の一部対面箇所が軸に沿って切り欠かれた形状を有し、三相コイル33のコイル支持手段となる。

【0030】

固定子35は、地上に固定されている。出力環34の径は固定子35の径よりも小さく、出力環34は、固定子35の内部に軸に沿って移動可能に支持されている。すなわち、固定子35の外周面上には、固定子35よりも長い棒状のガイドバー36が固定子35の軸に沿って一对敷設されており、このガイドバー36の両端は接続部材37に固定されて

10

20

30

40

50

いて、接続部材 37 は出力環 34 に固定されている。さらに、ガイドバー 36 には、ガイドバー 36 にスライド可能に嵌め込まれたガイド 37 a が設けられており、ガイド 37 a は固定子 35 に固定されている。

【0031】

尚、固定子 35 の両端部は、非磁性材料によって形成された円板 35 a により蓋がされている。また、出力環 34 の一對の円弧板 34 a、34 b は両端部に固定された円板 34 c で同一姿勢を保ったまま繋がっている。更に、出力環 34 は固定子 35 よりも長く、円板 35 a には、出力環 34 が貫通する孔が円弧板 34 a、34 b の形状に合わせて形成されている。

【0032】

また、この操作機構 3 には、三相コイル 33 の外側永久磁石 31 列に対する相対位置を検出する位置センサ 21 が設けられている。位置センサ 21 は、リニアスケール 21 a と光学式ピックアップ 21 b とで構成される。光学式ピックアップ 21 b は、出力環 34 と共に移動する接続部材 37 の一つに取り付けられており、受発光の指向方向をガイドバー 36 側に向けている。リニアスケール 21 a は、ガイドバー 36 に沿って取り付けられ、光学式ピックアップ 21 b と対面している。

【0033】

このような操作機構 3 の内部において、三相コイル 33 は、図 3 及び 4 に示すように、出力環 34 に巻装されている。巻装箇所は、貫通しない程度に一段掘り下げられており、三相コイル 33 は、出力環 34 の外周面と面一若しくは埋没している。三相コイル 33 に対する電力供給線 33 a は、出力環 34 の周壁内部を通過して円板 34 c から引き出される。

【0034】

外側永久磁石 31 の列及び内側永久磁石 32 の列は、出力環 34 の周壁を挟んで軸方向に沿って敷設されている。出力環 34 の周壁と外側永久磁石 31 の列及び内側永久磁石 32 の列との間には一定のクリアランスが設けられている。

【0035】

内側永久磁石 32 は、円弧状又はリング形状であり、非磁性材料によって形成された内側パイプ 38 の外径に内径が沿うように嵌め込まれ、内側パイプ 38 の軸方向に複数並べられている。すなわち、この内側パイプ 38 は、内側永久磁石 32 に対する磁石固定手段の一例である。この内側パイプ 38 は、出力環 34 の内部に位置が固定されて配設され、出力環 34 と同軸である。

【0036】

外側永久磁石 31 は、円弧状又はリング形状であり、非磁性材料によって形成された外側パイプ 39 の内径に外径が沿うように貼り付けられ、内側パイプ 38 の軸方向に複数並べられている。すなわち、この外側パイプ 39 は、外側永久磁石 31 に対する磁石固定手段の一例である。この外側パイプ 39 は、出力環 34 を内部に収容するように位置が固定されて配設され、出力環 34 と同軸である。

【0037】

この内側永久磁石 32 及び外側永久磁石 31 は、それぞれ、磁化の向きを少しずつ変えて並べたハルパツハ配列で並べられている。本実施形態では、出力環 34 の中心軸を含む断面において、最大でも 90 度ずつ回転するように永久磁石が隣接させて配置される。

【0038】

また、内側永久磁石 32 の列と外側永久磁石 31 の列とは、回転する磁化の向きが逆である。すなわち、例えば、外側永久磁石 31 の列に沿って順番に見た磁化の向きは時計回りになり、内側永久磁石 32 の列に沿って順番に見た磁化の向きは反時計回りになる。

【0039】

更に、この内側永久磁石 32 及び外側永久磁石 31 は、出力環 34 の周壁を挟んで 1 対 1 で対向するように配置される。磁化ベクトルが同じ向きの半径方向成分を有する内側永久磁石 32 及び外側永久磁石 31 が対向し、磁化ベクトルが逆向きの軸方向成分を有する

10

20

30

40

50

内側永久磁石 3 2 及び外側永久磁石 3 1 が対向する。この半径方向及び軸方向とは円弧状又はリング状の外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 を基準にした方向である。

【 0 0 4 0 】

( 駆動装置 )

図 5 は、駆動装置 2 の構成図である。駆動装置 2 は、母線 2 2 を介して電力の授受を行う電力変換器 2 3 及び電源電力変換器 2 4 を備えている。また、母線 2 2 には、電力貯蔵手段として、平滑コンデンサ 2 5 及び蓄電装置 2 6 が接続されている。

【 0 0 4 1 】

平滑コンデンサ 2 5 及び蓄電装置 2 6 は、三相コイル 3 3 での電力の消費及び三相コイル 3 3 からの電力の回生時においても、母線 2 2 の電圧変動を小さく抑える。平滑コンデンサ 2 5 や蓄電装置 2 6 は母線 2 2 の適当な箇所に複数個配置されていても差し支えない。

10

【 0 0 4 2 】

また、蓄電装置 2 6 には、バッテリー - 2 6 a、抵抗器 2 6 b、及びダイオード 2 6 c が配置されている。抵抗器 2 6 b 及びダイオード 2 6 c は、バッテリー - 2 6 a の正極側に接続されており、また抵抗器 2 6 b とダイオード 2 6 c とは並列に接続されている。すなわち、バッテリー - 2 6 a の過充電を抑制すべく、バッテリー - 2 6 a からの電力供給時には抵抗器 2 6 b での電力消費がなく、バッテリー - 2 6 a への充電時には抵抗器 2 6 b で充電電力の一部が消費されるように構成されている。

【 0 0 4 3 】

電力変換器 2 3 は、電力供給線 3 3 a を介して三相コイル 3 3 に交流電流を供給する P W M インバータ 2 3 a と、 P W M インバータ 2 3 a を制御する推力制御器 2 3 b を備えている。推力制御器 2 3 b は、駆動装置 2 の外部から入力された推力指令値に等しい推力が三相コイル 3 3 に発生するように、 P W M インバータ 2 3 a を制御する。例えば、 P W M インバータ 2 3 a は電力変換素子群を備えており、推力制御器 2 3 b は、この電力変換素子群の点弧角を制御する。

20

【 0 0 4 4 】

この推力制御器 2 3 b には、少なくとも U 相電流センサ 2 7 及び W 相電流センサ 2 8 と位置センサ 2 1 とに接続されている。 U 相電流センサ 2 7 及び W 相電流センサ 2 8 は、三相コイル 3 3 の U、 V、 W 相のうち U 相と W 相の励磁電流を検出する。推力制御器 2 3 b は、 U 相電流センサ 2 7 及び W 相電流センサ 2 8 と位置センサ 2 1 からの信号を参照して推力制御を行う。

30

【 0 0 4 5 】

電源電力変換器 2 4 は、インバータ 2 4 a と回生受電制御器 2 4 b を備えている。回生受電制御器 2 4 b は、外部からの回生受電指令信号に基づいて、平滑コンデンサ 2 5 およびバッテリー - 2 6 a に蓄えられた電力を電源 1 0 0 へ回生するとともに、電源 1 0 0 からの電力を貯蔵するためにインバータ 2 4 a の点弧角を制御する。

【 0 0 4 6 】

( 第 1 の保持機構 )

図 6 は、伝達機構 4 及び第 1 の保持機構 6 を示す構成図であり、左半図が遮断状態、右半図が投入状態を示している。尚、この実施形態では第 1 の保持機構 6 は投入状態を保持する例を用いて説明されているが、同様の機構を用いて遮断状態を保持することもできる。

40

【 0 0 4 7 】

まず、伝達機構 4 の操作ロッド 4 1 と出力環 3 4 との間には、別の中間ロッド 4 2 が接続されている。この中間ロッド 4 2 の一端と、出力環 3 4 の一端とは、共通のピンによって回転可能に軸支されている。また、中間ロッド 4 2 の他端と操作ロッド 4 1 の一端とは、共通のピンによって回転可能に軸支されている。中間ロッド 4 2 と出力環 3 4 を軸支しているピンと、操作ロッド 4 1 と中間ロッド 4 2 を軸支しているピンとは、直交している。

50

## 【 0 0 4 8 】

次に、第 1 の保持機構 6 は、伝達機構 4 が有する操作ロッド 4 1 の移動に伴って磁石ユニット 6 1 へ近づくターゲット 6 2 に対する磁気吸引力によって、可動接点 5 2 と固定接点 5 3 との接触状態を維持する。

## 【 0 0 4 9 】

ターゲット 6 2 は、強磁性体により形成された板状部材であり、中間ロッド 4 2 の周面に立設されている。一方、中間ロッド 4 2 は地上に固定されたフレーム 8 に挿通されているが、強磁性体により形成されたヨーク 6 1 a と永久磁石 6 1 b から構成されている磁石ユニット 6 1 は、ターゲット 6 2 に対向するように、フレーム 8 の中間ロッド 4 2 が通る孔の近傍に固定されている。

10

## 【 0 0 5 0 】

磁石ユニット 6 1 とターゲット 6 2 の位置関係は、磁石ユニット 6 1 が開閉機構 5 側であり、ターゲット 6 2 が出力環 3 4 側である。要するに、操作ロッド 4 1 が可動接点 5 2 を固定接点 5 3 に接触させる方向に移動したときに、ターゲット 6 2 が磁石ユニット 6 1 へ近づくように両者は配置される。尚、磁石ユニット 6 1 とターゲット 6 2 の位置関係を逆にしても同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 5 1 】

( 第 2 の保持機構 )

図 7 は、第 2 の保持機構 7 を示す構成図であり、上半図は遮断状態、下半図は投入状態を示している。尚、この実施形態では第 2 の保持機構 7 は投入状態を保持する例を用いて説明されているが、同様の機構を用いて遮断状態を保持することもできる。この第 2 の保持機構 7 は、ターゲット 7 1 と、このターゲット 7 1 に対する磁気吸引力を発生させる外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 とから構成されている。

20

## 【 0 0 5 2 】

ターゲット 7 1 は、出力環 3 4 に半径方向に拡がるように固定された強磁性体により形成された板である。このターゲット 7 1 は、外側リング 7 1 a と内側リング 7 1 b とから構成されている。外側リング 7 1 a は、出力環 3 4 の外径に沿うように内径が成形され、出力環 3 4 の外周面に沿うように嵌め込まれることで、出力環 3 4 の外周面から立ち上がっている。内側リング 7 1 b は、出力環 3 4 の内径に沿うように外径が成形され、出力環 3 4 の内周面に沿うように貼り付けられることで、出力環 3 4 の内周面から内側へ立ち上がっている。外側リング 7 1 a と内側リング 7 1 b の出力環 3 4 の長さ方向における位置は一致している。

30

## 【 0 0 5 3 】

投入状態においては、ターゲット 7 1 に対して外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 の漏れ磁束が作用することで、ターゲット 7 1 を固定している出力環 3 4 の位置も維持される。

## 【 0 0 5 4 】

( 作用 )

このような電力用開閉装置 1 の動作及び作用を説明する。操作機構 3 が停止状態にあるときには、開閉機構 5 の可動接点 5 2 には何らの推力も出力されていない。この状態では、可動接点 5 2 は、固定接点 5 3 側に移動しており、可動接点 5 2 と固定接点 5 3 とは接触している。

40

## 【 0 0 5 5 】

この電流投入状態では、図 6 の右半図に示されるように、磁石ユニット 6 1 に対してターゲット 6 2 が接触している。そのため、磁石ユニット 6 1 の磁気吸引力がターゲット 6 2 に強く作用し、ターゲット 6 2 が磁石ユニット 6 1 に固定される。

## 【 0 0 5 6 】

ターゲット 6 2 と出力環 3 4 とは固定関係にあり、出力環 3 4 と可動接点 5 2 とは、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 を介して連動関係にあるため、可動接点 5 2 も投入位置で維持される。そのため、操作機構 3 を停止させた状態において可動接点 5 2 に重力等の外

50

力が作用しても、操作機構 3 の運転を継続することなく投入状態を保つことができる。従って、本実施形態による第 1 の保持機構 6 は、機械式に依らず、また投入状態を維持するために電力を必要としない。

【 0 0 5 7 】

尚、磁石ユニット 6 1 に対するターゲット 6 2 の接触には、可動接点 5 2 の位置が維持されるようにターゲット 6 2 が磁石ユニット 6 1 に固定される程度に磁気吸引力が作用している状態を指し、すなわち厳密に接触していないが、極近接している状態も含まれる。

【 0 0 5 8 】

また、図 7 の下半図に示されるように、電流投入状態では、外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 に対してターゲット 7 1 が近接又は接触している。そのため、外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 の漏れ磁束がターゲット 7 1 に強く作用し、ターゲット 7 1 の外側永久磁石 3 1 及び内側永久磁石 3 2 に対する離間移動を阻止している。

10

【 0 0 5 9 】

ターゲット 7 1 と出力環 3 4 とは固定関係にあり、出力環 3 4 と可動接点 5 2 とは、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 を介して連動関係にあるため、可動接点 5 2 も投入位置で維持される。そのため、操作機構 3 を停止させた状態において可動接点 5 2 に重力等の外力が作用しても、操作機構 3 の運転を継続することなく投入状態を保つことができる。従って、本実施形態による第 2 の保持機構 7 は、機械式に依らず、また投入状態を維持するために電力を必要としない。

【 0 0 6 0 】

次に、系統に事故電流が発生すると、電力用開閉装置 1 の外部から推力指令値が入力される。推力指令値は推力を表し、可動接点 5 2 の移動速度や移動量を規定している。電力変換器 2 3 は推力指令値に応じた交流電流を電力供給線 3 3 a を通じて三相コイル 3 3 に付与する。

20

【 0 0 6 1 】

三相コイル 3 3 に交流電流が流れている一方で、外側永久磁石 3 1 列と内側永久磁石 3 2 列は、図 3 に示すように、外側永久磁石 3 1 の列と内側永久磁石 3 2 の列を環で結んだ磁気回路を形成している。

【 0 0 6 2 】

より具体的には、磁気回路は、外側永久磁石 3 1 の列と内側永久磁石 3 2 の列の内部を通過する軸方向の磁束と、外側永久磁石 3 1 と内側永久磁石 3 2 との間の隙間部を通る半径方向の磁束とを結んで形成される。そして、外側永久磁石 3 1 の列の外側面から出る磁束はほとんどなく、また内側永久磁石 3 2 の列の内側面から出る磁束はほとんどない。従って、外側永久磁石 3 1 と内側永久磁石 3 2 との間の隙間部には、半径方向の磁束が極めて多く分布するようになり、励磁された三相コイル 3 3 に対して多くの半径方向の磁束が直角に鎖交することとなる。そのため、三相コイル 3 3 が巻回された出力環 3 4 は、外側永久磁石 3 1 の列と内側永久磁石 3 2 の列との間を平行移動する。

30

【 0 0 6 3 】

出力環 3 4 が移動すると、位置センサ 2 1、U 相電流センサ 2 7、及び W 相電流センサ 2 8 から検出値が推力制御器 2 3 b に入力される。推力制御器 2 3 b は、これらの検出器と推力指令値とを比較し、その差が零になるように P W M インバータ 2 3 a を制御する。

40

【 0 0 6 4 】

そして、位置センサ 2 1 による検出値が所望値に達すると、推力制御器 2 3 b は三相コイル 3 3 に対する電力供給を停止する。開閉機構 5 内においては、可動接点 5 2 が固定接点 5 3 と開離し、電流遮断が終了する。このとき、ターゲット 6 2 と磁石ユニット 6 1 の接触衝撃を抑制するように、可動接点 5 2 の移動速度や移動位置を可変した推力指令値を推力制御器 2 3 b に入力しておくことが望ましい。

【 0 0 6 5 】

電力用開閉装置 1 の投入動作は、この遮断動作と同様であり、電力用開閉装置 1 には投入指令が入力されると三相コイル 3 3 に交流電流を付与し、可動接点 5 2 と固定接点 5 3

50

とを接続する遮断動作と逆向きで遮断動作と同様の投入動作を行う。

【0066】

(効果)

以上のように、電力用開閉装置1の可動接点52を往復駆動することで、開閉装置を遮断状態と投入状態との間で相互に移行させるための操作機構1において、本実施形態では、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列と内側パイプ38と外側パイプ39と三相コイル33と出力環34と電力供給線33aとを備えるようにした。

【0067】

外側永久磁石31の列は、円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極がその中心軸を含む断面において最大でも90度ずつ回転するよう当該永久磁石31を隣接させて構成される。内側永久磁石32の列は、円環状若しくは円弧状の永久磁石の磁極が外側永久磁石31の列と同じ向きの磁化ベクトル半径方向成分を有するとともに外側永久磁石31の列と逆向きの磁化ベクトル軸方向成分を有する。

10

【0068】

内側パイプ38と外側パイプ39は、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列をそれぞれの磁極の磁化ベクトル半径方向成分が同じ向きとなるよう対向させて固定する。三相コイル33は、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列との間に一定のクリアランスをもって介在する。出力環34は、可動接点52に直接又は間接的に繋がり、三相コイル33が固定されるとともに外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列に沿って平行移動可能となっている。電力供給線33aは、三相コイル33を励磁するための電力

20

【0069】

これにより、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列により発生する磁気回路と励磁された三相コイル33の作用により可動接点52を往復駆動させるための推力を発生させる。

【0070】

このとき、外側永久磁石31の列の外側面と内側永久磁石32の列の内側面から出る磁束はほとんどなく、外側永久磁石31の列の外側面と内側永久磁石32の列の内側面の間でほとんどの磁束が磁気回路を構成する。そのため、バックヨークを必要としない。

【0071】

加えて、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列は略等しい磁化エネルギーを保持しており、これにより、外側永久磁石31の列と内側永久磁石32の列との空隙中には半径方向の磁束が極めて多く分布するようになる。さらに、三相コイル33が半径方向の磁束が極めて多く分布する空隙中に配置されるので磁束の大部分が三相コイル33と直角に鎖交し、より少ない電流で大きな推力が発生する。このため、高速化が可能である。

30

【0072】

また、操作機構3が運転状態にあるとき、鉄心やヨークが外側永久磁石31の列及び内側永久磁石32の列の作る主磁束内や三相コイル33近傍に存在しないため、三相コイル33の自己インダクタンスが小さくなる。従って、出力環34が高速で運動しても所定の励磁電流を三相コイル33に通電するのに必要な電圧が低減される。

40

【0073】

また、出力環34に鉄心やヨークが不要なため、軽量化が実現できるとともに三相コイル33の大部分が外側永久磁石31及び内側永久磁石32の列の作る主磁束に鎖交するため、推力/重量比が向上する。このため、応答性能も向上する。

【0074】

さらに、出力環34又は中間ロッド42等の出力環34と連動して動く部材にターゲット62又は永久磁石61bを固定し、位置が固定された永久磁石61b又はターゲット62を備え、出力環34の移動に応じて永久磁石61b及びターゲット62が相対的に接近することにより、ターゲット62に対する永久磁石61bの磁気吸引力で可動接点52の位置を維持するようにした。

50

## 【 0 0 7 5 】

また、出力環 3 4 に固定されたターゲット 7 1 を更に備え、外側永久磁石 3 1 の列と内側永久磁石 3 2 の列から生じる漏れ磁束がターゲット 7 1 に対する磁気吸引力として作用し、可動接点 5 2 の位置を維持させるようにした。

## 【 0 0 7 6 】

これにより、機械的な保持機構を排除することができ、装置の軽量化に寄与する。そのため、推力 / 重量比が更に向上し、また応答性能も更に向上する。更に、この摺動部を含む機械的な保持機構が存在しないこと、また投入状態及び遮断状態を維持するために電力を必要としないことは、電磁駆動方式の操作機構がもたらすメンテナンスにおける優位性を阻害しない点で有用となる。

10

## 【 0 0 7 7 】

更に、本実施形態の操作機構は任意の駆動が可能であるため、ターゲット 6 2 と永久磁石 6 1 b の衝突を緩和するように推力を調整することもでき、故障リスクも低減させることができる。また、故障リスク低減のための構成を削除できるために、更なる軽量化にも寄与する。

## 【 0 0 7 8 】

また、可動接点 5 2 や固定接点 5 3 の損耗状態に関わらず、一定の動作特性を実現することもできる。更に、動作時に、一定の動作パターンを実現するための駆動力の変化を過去のデータと比較することにより、接点の損耗状態を検知できるので、機器の寿命診断を行うことができる。もちろん、定期検査における、無負荷運転でも診断可能である。

20

## 【 0 0 7 9 】

( 第 2 の実施形態 )  
( 全体構成 )

図 8 は、第 2 の実施形態に係る電力用開閉装置 1 を示す内部構成図である。図 8 に示すように、この電力用開閉装置 1 は、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 との間に第 2 の伝達機構 9 が介在している。この第 2 の伝達機構 9 は、推力の増幅又は移動量の増幅を目的として設けることができる。

## 【 0 0 8 0 】

( 第 2 の伝達機構の一構成例 )

図 9 は、推力の増幅を目的とした第 2 の伝達機構 9 を示す構成図である。図 9 に示すように、この第 2 の伝達機構 9 は、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 とを複数のリンクを介在させて接続している。複数のリンクとは、一端が回転可能に固定された棒状のレバー 9 1 と、中間ロッド 4 2 とレバー 9 1 の他端とを回転可能に繋ぐ補助リンク 9 2 と、操作ロッド 4 1 とレバー 9 1 の中程に設けられた節点とを回転可能に繋ぐ補助リンク 9 3 である。

30

## 【 0 0 8 1 】

( 第 2 の伝達機構の他の構成例 )

図 10 は、移動量の増幅を目的とした第 2 の伝達機構 9 を示す構成図である。図 10 に示すように、この第 2 の伝達機構 9 は、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 とを複数のリンクを介在させて接続している。複数のリンクとは、一端が回転可能に固定された棒状のレバー 9 1 と、中間ロッド 4 2 とレバー 9 1 の中程に設けられた節点とを回転可能に繋ぐ補助リンク 9 2 と、操作ロッド 4 1 とレバー 9 1 の他端とを回転可能に繋ぐ補助リンク 9 3 である。

40

## 【 0 0 8 2 】

( 効果 )

このように、一端に回転可能な固定点を有するとともに、出力環 3 4 が直接又は間接的に他端側に回転可能に取り付けられ、出力環 3 4 よりも固定点に近い箇所に操作ロッド 4 1 が取り付けられたレバー 9 1 を備えるようにした。

## 【 0 0 8 3 】

この第 2 の伝達機構 9 では、支点との距離は力点よりも作用点のほうが近くなる。その

50

ため、レバー 9 1 が梃子として働くと、中間ロッド 4 2 の移動力が増幅されて操作ロッド 4 1 に伝達できる。

【 0 0 8 4 】

また、一端に回転可能な固定点を有するとともに、操作ロッド 5 1 が他端側に回転可能に取り付けられ、操作ロッド 4 1 よりも固定点に近い箇所に出力環 3 4 が直接又は間接的に取り付けられたレバー 9 1 を備えるようにした。

【 0 0 8 5 】

この第 2 の伝達機構 9 では、支点との距離は作用点よりも力点のほうが近くなる。そのため、レバー 9 1 が梃子として働くと、中間ロッド 4 2 の移動量が増幅されて操作ロッド 4 1 に伝達できる。

【 0 0 8 6 】

また、部品点数および摺動部が増えるが、推力あるいはストロークの増減を行う機能を有していることから、操作機構 3 あるいは開閉装置 5 側の設計自由度が増すという効果がある。

【 0 0 8 7 】

( 第 3 の実施形態 )

( 第 1 の保持機構の構成 )

図 1 1 は、第 3 の実施形態に係る電力用開閉装置 1 の第 1 の保持機構 6 を示す構成図であり、左半図が遮断状態、右半図が投入状態を示している。図 1 1 に示すように、この第 1 の保持機構 6 は、フレーム 8 がターゲット 6 2 を代替する。すなわち、フレーム 8 は強磁性体により形成されている。一方、中間ロッド 4 2 には、周面から立ち上がった板状のラバー磁石 6 3 が固定されている。

【 0 0 8 8 】

( 作用・効果 )

この第 1 の保持機構 6 では、図 1 1 の右半図に示されるように、フレーム 8 に対してラバー磁石 6 3 が接触している。そのため、ラバー磁石 6 3 の磁気吸引力がフレーム 8 に強く作用し、ラバー磁石 6 3 がフレーム 8 に固定される。

【 0 0 8 9 】

ラバー磁石 6 3 と出力環 3 4 とは固定関係にあり、出力環 3 4 と可動接点 5 2 とは、中間ロッド 4 2 と操作ロッド 4 1 を介して連動関係にあるため、可動接点 5 2 も投入位置で維持される。そのため、操作機構 3 を停止させた状態において可動接点 5 2 に重力等の外力が作用しても、操作機構 3 の運転を継続することなく投入状態を保つことができる。従って、本実施形態による第 1 の保持機構 6 は、機械式に依らず、また投入状態を維持するために電力を必要としない。また、ラバー磁石 6 3 は、高い弾性力を有するため、ラバー磁石 6 3 とフレーム 8 との衝突ショックを緩和し、更に故障リスクも低減させることができる。また、故障リスク低減のための構成を削除できるために、更なる軽量化にも寄与する。

【 0 0 9 0 】

[ その他の実施の形態 ]

本明細書においては、本発明に係る複数の実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであって、発明の範囲を限定することを意図していない。具体的には、第 1 乃至第 3 の実施形態を全て又はいずれかを組み合わせたものも包含される。以上のような実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の範囲を逸脱しない範囲で、種々の省略や置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【 0 0 9 1 】

例えば、各図において電力用開閉装置 1 が横に寝かされた例を説明しているが、電力用開閉装置 1 を縦置きとしてもよい。また、外側永久磁石及び内側永久磁石を円環状を例として説明したが、例えば、円弧状を環状に並べるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

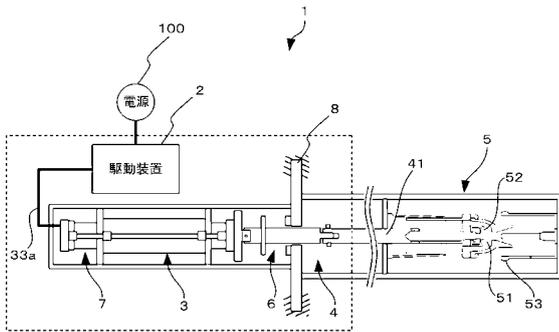
## 【符号の説明】

## 【0092】

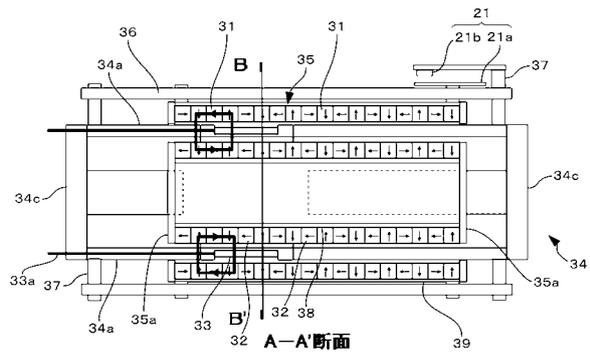
1	電力用開閉装置	
2	駆動装置	
2 1	位置センサ	
2 1 a	リニアスケール	
2 1 b	光学式ピックアップ	
2 2	母線	
2 3	電力変換器	
2 3 a	PWMインバータ	10
2 3 b	推力制御器	
2 4	電源電力変換器	
2 4 a	インバータ	
2 4 b	回生受電制御器	
2 5	平滑コンデンサ	
2 6	蓄電装置	
2 6 a	バッテリー	
2 6 b	抵抗器	
2 6 c	ダイオード	
2 7	U相電流センサ	20
2 8	W相電流センサ	
3	操作機構	
3 1	外側永久磁石	
3 2	内側永久磁石	
3 3	三相コイル	
3 3 a	電力供給線	
3 4	出力環	
3 4 a	円弧板	
3 4 b	円弧板	
3 4 c	円板	30
3 5	固定子	
3 5 a	円板	
3 6	ガイドバー	
3 7	接続部材	
3 7 a	ガイド	
3 8	内側パイプ	
3 9	外側パイプ	
4	伝達機構	
4 1	操作ロッド	
4 2	中間ロッド	40
5	開閉機構	
5 1	密閉空間	
5 2	可動接点	
5 3	固定接点	
6	第1の保持機構	
6 1	磁石ユニット	
6 1 a	ヨーク	
6 1 b	永久磁石	
6 2	ターゲット	
6 3	ラバー磁石	50

- 7 第2の保持機構
- 7 1 ターゲット
- 7 1 a 外側リング
- 7 1 b 内側リング
- 8 フレーム
- 9 第2の伝達機構
- 9 1 レバー
- 9 2 補助リンク
- 9 3 補助リンク
- 1 0 0 電源

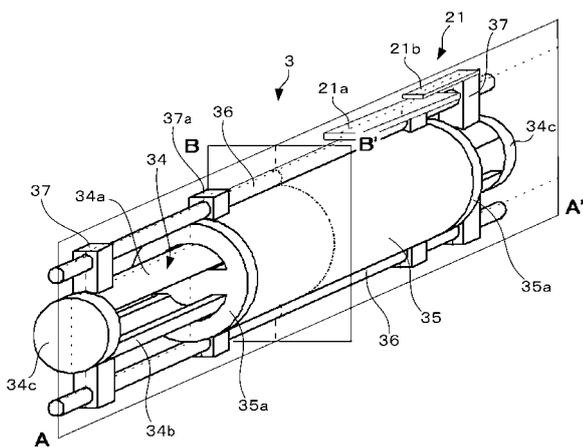
【図1】



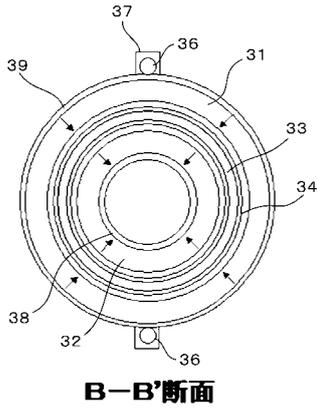
【図3】



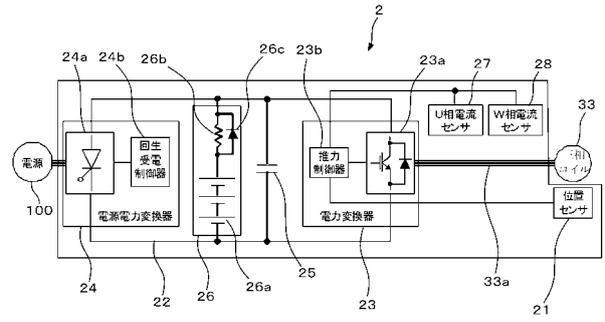
【図2】



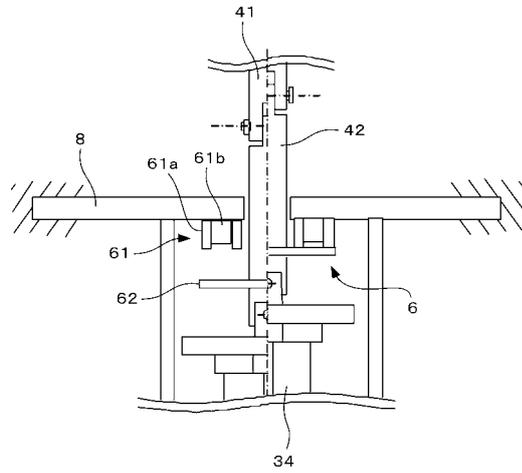
【 図 4 】



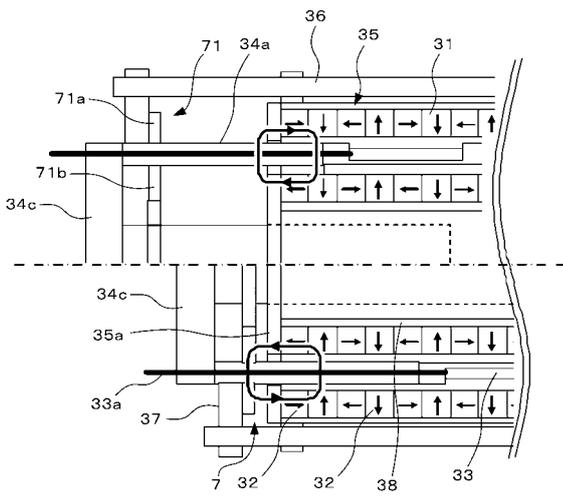
【 図 5 】



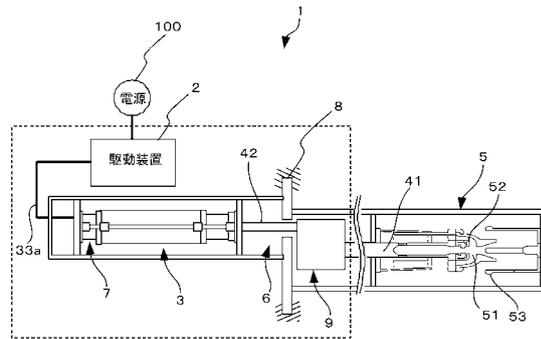
【 図 6 】



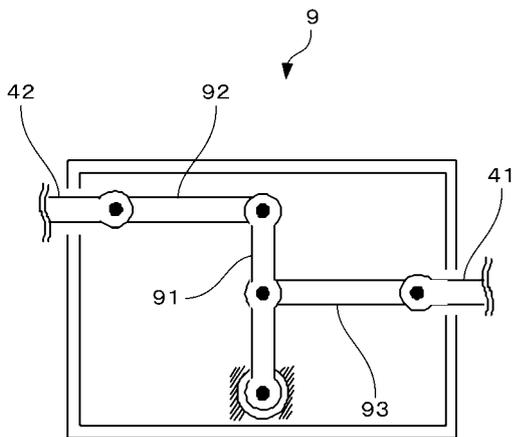
【 図 7 】



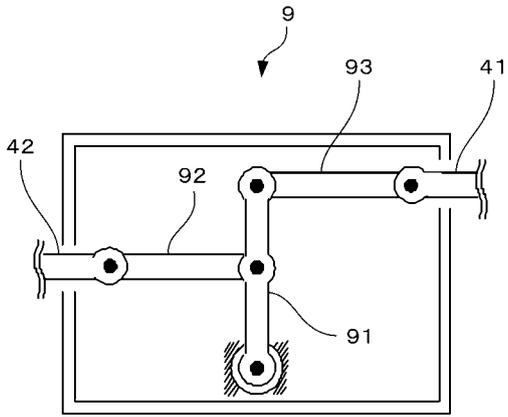
【 図 8 】



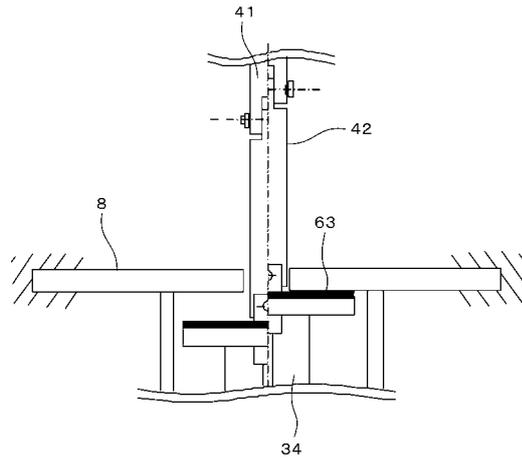
【 図 9 】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 克巳

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5G028 AA01 AA08 DB01 DB06 DB07 DB08