

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5649738号  
(P5649738)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 H 33/38 (2006.01)	HO 1 H 33/38 A
HO 1 H 33/666 (2006.01)	HO 1 H 33/666 P
HO 1 H 33/40 (2006.01)	HO 1 H 33/40 G

請求項の数 12 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2013-534666 (P2013-534666)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成24年9月10日 (2012.9.10)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/073028		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02013/042566	(74) 代理人	100073759
(87) 国際公開日	平成25年3月28日 (2013.3.28)		弁理士 大岩 増雄
審査請求日	平成25年9月13日 (2013.9.13)	(74) 代理人	100088199
(31) 優先権主張番号	特願2011-203935 (P2011-203935)		弁理士 竹中 岑生
(32) 優先日	平成23年9月19日 (2011.9.19)	(74) 代理人	100094916
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 村上 啓吾
(31) 優先権主張番号	特願2012-48832 (P2012-48832)	(74) 代理人	100127672
(32) 優先日	平成24年3月6日 (2012.3.6)		弁理士 吉澤 憲治
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	高橋 和希
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁操作装置の可動子と、  
 通電により磁束を発生し、前記可動子に駆動力を与える駆動コイルと、  
 前記可動子を固定子との間で保持する永久磁石と、  
 前記永久磁石による前記可動子の保持力を調整する保持力調整用部材と、を備え、  
 前記保持力調整用部材は、  
 前記駆動コイルに起因する磁束の主磁路とならない箇所であって、前記可動子と該可動子と対向する前記固定子および前記永久磁石の少なくとも一方の磁極面との間に配置されることを特徴とする電磁操作装置。

【請求項 2】

前記固定子の前記可動子との対向面に、該対向面を中央部と外側部に二分する境界突部を形成し、

前記境界突部と前記可動子との対向面の空隙に対して、前記保持力調整用部材と前記可動子との対向面の空隙を大きくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁操作装置。

【請求項 3】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の磁極面に配置されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

【請求項 4】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の外側部の磁極の一部を構成するように配置さ

れることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

【請求項 5】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の外側部の磁極の一部を構成するように配置されると共に、前記永久磁石の磁極面に配置されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

【請求項 6】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の中央部の磁極の一部を構成するように配置されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

【請求項 7】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の中央部の磁極の一部と外側部の磁極の一部を構成するように配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

10

【請求項 8】

前記保持力調整用部材は、前記永久磁石の磁極面と反対側に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁操作装置。

【請求項 9】

前記可動子の開極時の動作を規制する開極ストッパを設け、前記固定子の 4 隅に前記開極ストッパと前記固定子とを接続する支柱を設けたことを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の電磁操作装置。

【請求項 10】

前記支柱と前記開極ストッパとの間に空隙を設けたことを特徴とする請求項 9 に記載の電磁操作装置。

20

【請求項 11】

前記保持力調整用部材は、取り外し可能な箇所にはけられたことを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか一項に記載の電磁操作装置。

【請求項 12】

開閉器の固定電極と、前記固定電極と対向して設けられた可動電極と、前記可動電極に連結され、前記可動電極と前記固定電極とを接触、開離させる前記請求項 1 から 11 の何れか一項に記載の電磁操作装置と、を備えたことを特徴とする開閉装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

この発明は、電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、電磁操作装置を用いた開閉装置、例えば電磁操作式真空遮断器は、主回路電流を開閉する真空バルブと、それを駆動させる電磁操作装置と、短絡事故時に発生する接点間の電磁反発力を抑えるための接圧ばねと、開極速度を増加させる開放ばねと、電磁操作装置と真空バルブを連結する絶縁ロッドおよび連結棒とから構成されている。

【0003】

前記構成の電磁操作式真空遮断器は、短絡事故などにより過電流が流れた場合、電磁操作装置により真空バルブの接点を開極し、過電流を遮断する性能が求められている。電磁操作装置は、過電流を検知したら直ちに開極動作を実施する必要がある。また、真空バルブを閉じている状態では、電磁操作装置は永久磁石の磁束で保持されており、開極動作時は開極コイル（即ち、駆動コイル）に通電し、永久磁石の磁束を打ち消して動作させる。そのため、永久磁石による保持力（磁束量）が個体差によって変動すると、開極指令が来て永久磁石の磁束を打ち消すまでの時間が変動する。即ち、開極動作時にばらつきが発生する。従って、永久磁石による保持力の変動を小さくできれば、開極動作時のばらつきも小さくすることができる。

40

【0004】

従来は、永久磁石の残留磁束密度の公差や寸法公差などを小さくして保持力のばらつき

50

幅を狭めているが、調整時間の増加や磁石の選定などでコスト増となっている。そこで、永久磁石による保持力を容易に調整することが可能となれば、低コストで電磁操作装置を構成することができる。

【 0 0 0 5 】

例えば実開平 6 - 8 6 3 0 3 号公報（特許文献 1）には、磁性体の位置を調整（ネジ式）することで磁束を分流させ回転式のアーマチャへの磁気吸引力を調整する過電流引き外し用電磁石装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】実開平 6 - 8 6 3 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

電磁操作装置は、永久磁石の磁力を用いて開閉装置の接点を投入保持しており、その保持力は、永久磁石の寸法公差や残留磁束密度公差、あるいは固定子と可動子の寸法公差等により大きく変動する。この永久磁石による保持力の変動が電磁操作装置を設計する上での課題であり、保持力の変動幅を小さくするためには、各部の寸法公差や残留磁束密度公差幅を狭める必要がある。その結果、組立（調整）時間の増加や磁石のコストアップに繋がる。

【 0 0 0 8 】

この発明は、電磁操作装置の保持力のばらつきを調整する部材を用いて永久磁石の保持力変動を吸収し、保持力のばらつきの小さい電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明に係る電磁操作装置は、電磁操作装置の可動子と、通電により磁束を発生し、前記可動子に駆動力を与える駆動コイルと、前記可動子を固定子との間で保持する永久磁石と、前記永久磁石による前記可動子の保持力を調整する保持力調整部材と、を備え、前記保持力調整部材は、前記駆動コイルに起因する磁束の主磁路とならない箇所であって、前記可動子と該可動子と対向する前記固定子および前記永久磁石の少なくとも一方の磁極面との間に配置されるものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

この発明によれば、開閉動作時に駆動コイル（投入・開極コイル）起因の磁束の主磁路とならない箇所に保持力調整部材を配置し、電磁操作装置の保持力のばらつきを吸収するようにしたので、組立（調整）時間の増加や磁石のコストアップに繋がることなく、保持力のばらつきの小さい電磁操作装置あるいはそれを用いた開閉装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作式真空遮断器の開極状態を示す構成図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置を示す斜視図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の回路構成を示す図である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の接点タッチ時の状態を示す構成図である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の投入完了状態を示す構成図である。

【図 7】この発明の実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る電磁操作装置の投入位置での駆動コイル（開極コイル）通電時の保持力特性である。

【図 8】この発明の実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る電磁操作装置の保持力が個体差で増減した場合の駆動コイル（開極コイル）通電時の保持力特性である。

【図 9】この発明の実施前の形態 1 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 10】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の保持力調整部材をなくした場合の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 11】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の保持力調整部材の寸法を変えた場合の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

10

【図 12】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の保持力調整部材の寸法を変えた場合の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 13】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の接点タッチの位置で駆動コイル（投入コイル）に通電した場合の磁束の流れを示す図である。

【図 14】この発明の実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る電磁操作装置の投入動作時の電磁力特性である。

【図 15】この発明の実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る電磁操作装置の開極動作時の電磁力特性である。

【図 16】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（投入コイル）に通電した場合の磁束の流れを示す図である。

20

【図 17】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（開極コイル）の通電時の磁束の流れを示す図である。

【図 18】この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作装置の開極途中での駆動コイル（開極コイル）通電時の磁束の流れを示す図である。

【図 19】この発明の実施の形態 2 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 20】この発明の実施の形態 2 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 21】この発明の実施の形態 2 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（投入コイル）に通電した場合の磁束の流れを示す図である。

【図 22】この発明の実施の形態 2 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（開極コイル）への通電時の磁束の流れである。

30

【図 23】この発明の実施の形態 3 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 24】この発明の実施の形態 3 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 25】この発明の実施の形態 3 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（投入コイル）に通電した場合の磁束の流れを示す図である。

【図 26】この発明の実施の形態 3 に係る電磁操作装置の投入完了の位置で駆動コイル（開極コイル）への通電時の磁束の流れを示す図である。

【図 27】この発明の実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る電磁操作装置の駆動コイル（開極コイル）通電時の保持力特性を示す図である。

40

【図 28】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 29】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置を示す斜視図である。

【図 30】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の可動子対向部の拡大図である。

【図 31】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 32】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の保持力調整部材を取り外した場合の可動子対向部の拡大図である。

【図 33】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の保持力調整部材の厚みを増やした場合の可動子対向部の拡大図である。

【図 34】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の投入位置で開極コイル通電時の

50

コイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 3 5】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の開極動作途中で開極コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 3 6】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の開極位置で開極コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 3 7】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の開極位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 3 8】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の開極位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 3 9】この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置の投入位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

10

【図 4 0】この発明の実施の形態 5 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 4 1】この発明の実施の形態 5 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 4 2】この発明の実施の形態 5 に係る電磁操作装置の投入位置で開極コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 4 3】この発明の実施の形態 5 に係る電磁操作装置の開極位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 4 4】この発明の実施の形態 6 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 4 5】この発明の実施の形態 6 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

20

【図 4 6】この発明の実施の形態 6 に係る電磁操作装置の投入位置で開極コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 4 7】この発明の実施の形態 6 に係る電磁操作装置の開極位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 4 8】この発明の実施の形態 7 に係る電磁操作装置を示す正面図である。

【図 4 9】この発明の実施前の形態 7 に係る電磁操作装置の永久磁石の磁束の流れを示す図である。

【図 5 0】この発明の実施の形態 7 に係る電磁操作装置の投入位置で開極コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

30

【図 5 1】この発明の実施の形態 7 に係る電磁操作装置の開極位置で投入コイル通電時のコイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 5 2】この発明の実施の形態 8 に係る電磁操作装置の開極位置を示す正面図である。

【図 5 3】この発明の実施の形態 8 に係る電磁操作装置の開極位置を示す斜視図である。

【図 5 4】この発明の実施の形態 9 に係る電磁操作装置の開極位置を示す正面図である。

【図 5 5】この発明の実施の形態 8 に係る電磁操作装置の開極位置で投入動作時に駆動コイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 5 6】この発明の実施の形態 9 に係る電磁操作装置の開極位置で投入動作時に駆動コイル起因の磁束の流れを示す図である。

【図 5 7】この発明の実施の形態 10 に係る電磁操作装置の投入位置で境界突部周辺の拡大図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、この発明に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。なお、電磁操作装置を用いた開閉装置として電磁操作式真空遮断器を例に挙げて説明するが、この実施の形態により発明が限定されるものではなく、諸種の設計の変更を含むものである。また、各実施の形態を説明する図において、同一符号は同一または相当部分を示している。

【0013】

実施の形態 1 .

50

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係る電磁操作式真空遮断器の開極位置の構成を示す図である。図 1 において、電磁操作式真空遮断器（以下、単に真空遮断器という。）1 の遮断部である真空バルブ 2 は、真空容器中に固定電極 3 およびこの固定電極 3 と所定の間隔を介して配置され、固定電極 3 に接触、開離する可動電極 4 を収容している。可動電極 4 は、絶縁ロッド 5、ばね受け 6、短絡事故時に発生する接点間の電磁反発力を抑えるための接圧ばね 7 を介して電磁操作装置 8 の連結棒 9 に連結されている。

【 0 0 1 4 】

電磁操作装置 8 は、連結棒 9 を軸方向に移動させる駆動力を発生する駆動コイル（投入・開極コイル）10 と、駆動コイル（投入・開極コイル）10 を収容する固定子 11 と、連結棒 9 に連結され、駆動コイル（投入・開極コイル）10 の発生する磁束により移動する可動子 12 と、固定電極 3 と可動電極 4 との間の開極速度を増加させる開放ばね 13 を備えている。真空遮断器 1 の必要開極速度によっては、開放ばね 13 は無くても構成可能である。可動子 12 には、駆動コイル（投入・開極コイル）10 に形成された中央空間部を移動する可動子中央部 12a と、固定子 11 の開放ばね 13 側の一面に対向する可動子対向部 12b が形成されている。なお、図 1 は単相のみを示しているが、3 相の場合は 3 相分が所定の間隔を設けて並列に配列される。3 相の場合は、1 つの電磁操作装置 8 で 3 相の真空バルブ 2 を駆動させることも可能である。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、電磁操作装置 8 の詳細を説明する正面図であり、図 3 は、その斜視図を示している。図 2 および図 3 に示すように電磁操作装置 8 は、可動子 12、固定子 11、駆動コイル（投入・開極コイル）10 と共に、永久磁石 14 と、保持力調整部材 15 を備えている。なお、図 2 および図 3 では開極コイルと投入コイルを駆動コイル（投入・開極コイル）10 として 1 つのコイルで示しているが、開極・投入コイルを個別に構成しても良い。

【 0 0 1 6 】

永久磁石 14 および保持力調整部材 15 は、固定子 11 に設けられており、可動子対向部 12b との対向面側に配置されている。固定子 11 の可動子対向部 12b との対向面には、該対向面を中央部と外側部に二分する境界突部 11a が形成されており、永久磁石 14 は、固定子 11 の可動子対向部 12b との対向面の中央部側に配置され、保持力調整部材 15 は、固定子 11 の可動子対向部 12b との対向面の外部側に配置されている。なお、保持力調整部材 15 は、固定子 11 の可動子対向部 12b との対向面に設けることにより、取り外し可能となっている。また、境界突部 11a は、例えば固定子 11 の可動子対向部 12b との対向面の中央部側および外側部にそれぞれ、切り欠きもしくは溝を形成することにより構成される。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、電磁操作装置 8 の回路構成を示している。操作基板 16 は、駆動コイル（投入・開極コイル）10 に通電するための電荷を蓄積するコンデンサ 17、18 を有しており、それぞれ投入用と開極用に用いられている。投入用コンデンサ 17、開極用コンデンサ 18 は、充電制御回路によって一定の電圧に充電されるようになっている。充電制御回路は外部電源によって動作する。ここで充電制御回路および外部電源は図示していない。また、外部からの投入指令あるいは開極指令を受けると、投入用コンデンサ 17 あるいは開極用コンデンサ 18 から駆動コイル（投入・開極コイル）10 へ電荷を放電する。なお、図 4 ではコンデンサの例を挙げて説明しているが、開閉動作の駆動コイル（投入・開極コイル）10 の電源はこれに限らず何でもよい。

【 0 0 1 8 】

次に、投入動作と開極動作について図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。図 1 のように真空遮断器 1 が開極状態にあるときに、図 4 に示す操作基板 16 に投入指令が入力されると、投入用コンデンサ 17 に蓄えられた電荷が駆動コイル（投入コイル）10 に供給され、駆動コイル（投入コイル）10 により発生する電磁力により電磁操作装置 8 の可動子 12 が軸方向（図 1 中の右方向）に移動し、これに連結した連結棒 9、接圧ばね 7、ばね受け 6、絶縁ロッド 5、可動電極 4 が一体となって同方向に動く。真空遮断器 1 は、図 5 に示すよ

10

20

30

40

50

うに、可動電極 4 が固定電極 3 に当接した時点では、電磁操作装置 8 の可動子 1 2 は、まだ可動子中央部 1 2 a の先端が固定子 1 1 に当接しないような構造となっている。このため、駆動コイル（投入コイル）1 0 が発生する磁束により可動子 1 2 はさらに軸方向移動し、接圧ばね 7 を圧縮し可動子中央部 1 2 a の先端が固定子 1 1 に当接することにより全体が静止し、図 6 のように投入状態となる。投入完了後、駆動コイル（投入コイル）1 0 への電荷の供給が止まり、永久磁石 1 4 の磁束で投入位置を保持する。そして、投入動作時は、駆動コイル（投入コイル）1 0 を可動子中央部 1 2 a の永久磁石 1 4 の磁束と同じ方向となるような極性で通電する。なお、この時、可動子対向部 1 2 b は、固定子 1 1 と僅かに空隙を介して対向している。

#### 【 0 0 1 9 】

次に、図 6 のように真空遮断器 1 が投入状態にあるとき、操作基板 1 6 に開極指令が入ると、開極用コンデンサ 1 8 から駆動コイル（開極コイル）1 0 に電荷が放電される。ここで、駆動コイル（開極コイル）1 0 への通電の極性は投入動作時と逆の極性にして、投入動作時に永久磁石 1 4 が可動子対向部 1 2 b に対して作る磁束と逆方向に磁束を発生させる。開極用コンデンサ 1 8 の電荷が駆動コイル（開極コイル）1 0 に放電すると永久磁石 1 4 の保持力が小さくなり、その保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下になると投入位置で保持できなくなり可動子 1 2 は図 6 中の左方向に移動し、これに連結された連結棒 9 が同方向に移動する。これに応じて接圧ばね 7 が伸張を始める。接圧ばね 7 がその構造上で規定された最大長（自由長ではない）まで伸張すると、絶縁ロッド 5、可動電極 4 が可動子 1 2、連結棒 9、接圧ばね 7 と一体となって同方向に移動する。図示していないが可動子 1 2 の左側に固定板があり、この固定板と可動子 1 2 が当接して開極状態となる。

#### 【 0 0 2 0 】

次に、投入位置における駆動コイル（開極コイル）1 0 への通電時に、可動子 1 2 を保持する保持力特性について説明する。図 7 は、投入位置での駆動コイル（開極コイル）1 0 への通電時に、可動子 1 2 を保持する保持力特性を示す図である。図 7 において、横軸は駆動コイル（開極コイル）1 0 へのコイル電流  $A$  と駆動コイル（開極コイル）1 0 の巻数  $T$  の積である起磁力（ $A \times T$ ）を示し、縦軸は保持力を示している。

#### 【 0 0 2 1 】

駆動コイル（開極コイル）1 0 の電流が増加（ $A \times T$ が増加）すると、永久磁石 1 4 の磁束を駆動コイル（開極コイル）1 0 に起因する磁束が打ち消し、保持力は低減する。次に、駆動コイル（開極コイル）1 0 に起因する磁束がある一定の起磁力以上となると、駆動コイル（開極コイル）1 0 の磁束が永久磁石 1 4 の磁束に対して大きくなり、保持力は増加していく。保持力は磁束の 2 乗に比例するため、磁束の向きは関係ない。ここで、保持力が可動子中央部 1 2 a から固定子 1 1、可動子対向部 1 2 b から固定子 1 1（保持力調整部材 1 5 も含む）、永久磁石 1 4 から可動子対向部 1 2 b の 3 つの箇所が発生するのに対し、駆動コイル（開極コイル）1 0 に起因する磁束は、可動子中央部 1 2 a から固定子 1 1 に通過する磁束を打ち消し、可動子対向部 1 2 b から固定子 1 1（保持力調整部材 1 5 も含む）および永久磁石 1 4 から可動子対向部 1 2 b の磁束のすべては打ち消せない。保持力の全てを打ち消す構造とすると、開極動作時に永久磁石 1 4 を減磁してしまい、永久磁石 1 4 の劣化に繋がる。そのため駆動コイル（開極コイル）1 0 の起磁力を増加させても保持力は零とならず、駆動コイル（開極コイル）1 0 では打ち消せない保持力が存在する。

#### 【 0 0 2 2 】

図 8 は、電磁操作装置 8 の保持力がばらついた場合の駆動コイル（開極コイル）1 0 の起磁力と投入位置での保持力の関係を示す図である。電磁操作装置 8 は、設計値での特性で駆動コイル（開極コイル）1 0 の起磁力を増加させ、保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値（横点線）以下となると開極動作を行う。電磁操作装置 8 の個体差により、保持力が増加した特性では、駆動コイル（開極コイル）1 0 の起磁力を増加させ、保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下とならないため、開極動作不能

10

20

30

40

50

となる。実際は、保持力が増加した個体においても保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下となるように設計するため、目標の保持力公差内に収める必要がある。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、保持力が低減した特性では、保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下となるが、駆動コイル（開極コイル）1 0 への通電無し（投入保持状態）での保持力と接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値との差異が小さくなり、永久磁石 1 4 の経時劣化や周囲温度変動などにより駆動コイル（開極コイル）1 0 への通電無しでの保持力が接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下となると、投入保持不能となる。このように、電磁操作装置 8 の個体差により保持力が変動すると電磁操作装置 8 の性能に大きく影響が出るため保持力の変動を抑制することが重要となる。

10

#### 【 0 0 2 4 】

次に、電磁操作装置 8 の保持力調整について説明する。図 9 は、投入位置における永久磁石 1 4 の磁束の流れを示す図である。図 9 に示すように、永久磁石 1 4 の磁束は、可動子中央部 1 2 a から固定子 1 1、可動子対向部 1 2 b から固定子 1 1（保持力調整部材 1 5 も含む）、永久磁石 1 4 から可動子対向部 1 2 b の 3 つの流れを形成し、可動子 1 2 に保持力を発生させる。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 0 は保持力調整部材 1 5 を取り外した場合の図であり、図 1 1 および図 1 2 は保持力調整部材 1 5 の断面積を変化させた場合の図である。各図の線の細い矢印は保持力調整部材 1 5 の変更により、通過する磁束量が低減していることを示す。

20

保持力調整部材 1 5 は、高さ方向、横方向、厚み方向それぞれを変更して、断面積や可動子 1 2 との空隙を変更できる構造であればどのような形状でも良い。さらに、保持力調整部材 1 5 の寸法を変えずに磁気特性の異なる材料で構成しても同様に保持力を調整することができる。図 1 0 から図 1 2 は保持力を低減させる構造であるが、保持力調整部材 1 5 を可動子対向部 1 2 b との空隙を短くするように配置（例えば、保持力調整部材 1 5 の軸方向の寸法を大きくする等）すれば保持力は増加する。保持力調整部材 1 5 には、永久磁石 1 4 の磁束が通過するため、磁束の時間変化がなく、渦電流が発生しない。従って、固定方法は図示していないがネジ止めやカバーで固定するなど何でも良い。

#### 【 0 0 2 6 】

また、永久磁石 1 4 の側面の磁極の一部を保持力調整部材 1 5 で構成することで、保持力調整部材 1 5 が直接永久磁石 1 4 と接しないため、保持力調整部材 1 5 が永久磁石 1 4 自体に吸引される力が小さくなり組立性が向上する。なお、永久磁石 1 4 の側面の磁極のすべて（境界突起 1 1 a も含む）を保持力調整部材 1 5 で構成しても保持力の調整を可能とする効果はかわらない。

30

#### 【 0 0 2 7 】

また、可動子中央部 1 2 a と固定子 1 1 の間のように機械的に接触する箇所に保持力調整部材 1 5 を配置した場合は、保持力を増加させるか低減させるかのどちらか一方しかできないのに対し（例えば、組立時に接触部に非磁性体部材を配置すれば、この非磁性体部材を取り外せば保持力は増加する。逆に組立時に接触部に調整部材を配置せず、後から非磁性体部材を配置すれば保持力は低減する）、可動子 1 2 と固定子 1 1 が機械的に接触せず図 9 に図示するように可動子 1 2 と固定子 1 1 間に空隙のある箇所に保持力調整部材 1 5 を配置することで保持力を増減させることが可能となる。

40

#### 【 0 0 2 8 】

電磁操作装置 8 の個体差による保持力は設計値に対して上下するため、保持力を増減させることが重要である。また開閉時に可動子対向部 1 2 b が保持力調整部材 1 5 に接触しないため、開閉動作によって保持力調整部材 1 5 が変形することも無い。

#### 【 0 0 2 9 】

以上が永久磁石 1 4 に起因する磁束の流れや保持力についての説明であり、以下に駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 の通電時の磁束の流れについて説明する。

50



## 【 0 0 3 0 】

図 1 3 は、投入動作時に接圧ばね 7 の圧縮を開始する位置での駆動コイル（投入コイル）1 0 に起因する磁束の流れを示す。図 1 3 中の矢印は駆動コイル（投入コイル）1 0 が発生する磁束である。駆動コイル（投入コイル）1 0 が発生する磁束の主磁路を実線の矢印で示しており、保持力調整部材 1 5 は保持力調整部材 1 5 と可動子 1 2 間に空隙があるため通過する磁束量は少なく、主磁路に含まれない。ここで駆動コイル（投入コイル）1 0 の主磁路とは、駆動コイル（投入コイル）1 0 が発生する磁束の磁路の中で最も磁気抵抗の小さい磁路とする。駆動コイル（投入コイル）1 0 に起因する磁束ベクトルにおいて、実線での矢印が主磁路で、点線の矢印は主磁路ではない。

## 【 0 0 3 1 】

本実施の形態では、投入位置においても可動子対向部 1 2 b と保持力調整部材 1 5 の間に空隙が存在し（当接面ではないため）、駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 に起因する磁束の磁路は、駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 と永久磁石 1 4 間の固定子 1 1 を通る磁路 A と永久磁石 1 4 の外側の磁極（保持力調整部材 1 5 も含む）を通る磁路 B に分流する。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 3 では磁路 A が主磁路で磁路 B は主磁路にはならない。固定子 1 1 の可動子対向部 1 2 b と対向する箇所に保持力調整部材 1 5 を配置することで、可動子 1 2 の位置が変わっても磁路 A 中に存在する固定子 1 1 と可動子中央部 1 2 a の側面間の空隙は変わらないが、磁路 B は固定子 1 1 と可動子対向部 1 2 b との空隙が広がると、磁路 B の空隙も広がり磁気抵抗が大きくなる。鉄に比べると空隙の磁気抵抗は非常に大きいため、少しでも空隙が広がると駆動コイル（投入コイル）1 0 に起因する磁束の大半は磁路 B に流れずに磁路 A を通過する（分流比は磁路 A と磁路 B の磁気抵抗で決定する）。可動子 1 2 の位置によって空隙の変化量が異なる 2 つの磁路で構成し、可動子 1 2 の位置によって空隙が変化する磁路中に保持力調整部材 1 5 を配置することが重要である。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 4 に投入動作時の電磁力特性、図 1 5 に開極動作時の電磁力特性を示す。共に横軸がストローク、縦軸に荷重を示す。仮に保持力調整部材 1 5 が駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 の主磁路となる箇所に配置された場合、保持力調整部材 1 5 の有無で磁路長の磁気抵抗が異なり電磁力特性も異なってしまう（図 1 4 と図 1 5 中に図示）。主磁路中に保持力調整部材 1 5 を配置すると、保持力のばらつきは抑制できても、開閉駆動中の電磁力特性がばらつくため、開閉動作がばらついてしまう。よって、保持力調整部材 1 5 は、駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 の主磁路とならない箇所に配置する必要がある。

## 【 0 0 3 4 】

駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 に起因する磁束の主磁路とならない箇所に保持力調整部材 1 5 を配置することで、保持力調整部材 1 5 の取り外しや形状を変更しても開閉動作に与える影響は小さい。図 1 6 に投入完了時の磁束の流れを示す。投入位置でも保持力調整部材 1 5 は主磁路にはならない。同様に図 1 7 および図 1 8 に駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 の通電時の磁束の流れを示す。投入と同様に開極駆動途中においても、保持力調整部材 1 5 は駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 に起因する磁束の主磁路とならない。

## 【 0 0 3 5 】

開閉動作共に、駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 が発生する磁束は永久磁石 1 4 を通過しないため、駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 が発生する磁束が原因となる減磁は極めて小さい。また保持力調整部材 1 5 は投入保持時に永久磁石 1 4 の磁束が通過するため（永久磁石 1 4 の磁束は時間変化しないため渦電流は発生しない）バルクで構成しても問題ない。一般的に、電磁操作装置を構成する鉄心は渦電流を抑制するために電磁鋼板を積層して構成するが、時間変化のある駆動コイル（投入・開極コイル）1 0 起因の磁束の通過量が小さい保持力調整部材 1 5 に発生する渦電流は小さいため、保持力調整部材 1 5 は電磁鋼板を積層して構成する必要も無く、一体物のバルクで構成が可能となる。保持

10

20

30

40

50

力調整部材 15 は取り外し可能な構造とする為、バルクで構成した方が、取り付け部の加工が電磁鋼板を積層して構成した場合に比べが良くなる。ただし、保持力調整部材 15 を電磁鋼板を積層して構成した場合でも本発明の効果は変わらない。また、前記実施の形態 1 では真空遮断器を例として述べているが、真空遮断器に限定するものではない。

#### 【0036】

実施の形態 2 .

次に、この発明の実施の形態 2 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 19 は、実施の形態 2 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 2 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 15 が永久磁石 14 の内側の磁極に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

10

#### 【0037】

図 20 は投入位置での永久磁石 14 の磁束の流れ、図 21 は駆動コイル（投入コイル）10 の投入の際の通電時における磁束の流れ、図 22 は開極の際の駆動コイル（開極コイル）10 への通電時の磁束の流れである。駆動コイル（投入・開極コイル）10 に起因する磁束ベクトルにおいて実線矢印が主磁路で、点線矢印は主磁路ではない。永久磁石 14 の内側の磁極の一部を保持力調整部材 15 とする効果は、実施の形態 1 の外側に配置した場合と同等である。

#### 【0038】

20

実施の形態 3 .

次に、この発明の実施の形態 3 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 23 は、実施の形態 3 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 3 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 15 が永久磁石 14 の内側と外側の両側の磁極に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【0039】

図 24 は投入位置での永久磁石 14 の磁束の流れ、図 25 は駆動コイル（投入コイル）10 の投入の際の通電時における磁束の流れ、図 26 は駆動コイル（開極コイル）10 の開極の際の通電時における磁束の流れである。駆動コイル（投入・開極コイル）10 に起因する磁束ベクトルにおいて実線矢印が主磁路で点線矢印は主磁路ではない。永久磁石 14 の内側と外側の両側の磁極に配置する効果は、内側と外側の 2 箇所（両端で 4 箇所）で保持力調整が可能なため、保持力調整部材 15 で調整可能な保持力の幅が大きくなる。

30

#### 【0040】

図 27 に実施の形態 1 から実施の形態 3 での投入位置における駆動コイル（開極コイル）10 への通電時の保持力特性の一例を示す。実施の形態 1 でも説明したとおり、保持力は、可動子中央部 12 a から固定子 11、可動子対向部 12 b から固定子 11（保持力調整部材 15 も含む）、永久磁石 14 から可動子対向部 12 b の 3 箇所が発生し、駆動コイル（開極コイル）10 に起因する磁束は、可動子中央部 12 a から固定子 11 に通過する磁束のみを打ち消し、可動子対向部 12 b から固定子 11（保持力調整部材 15 も含む）および永久磁石 14 から可動子対向部 12 b の磁束は打ち消せない。このため、電磁操作装置 8 の構造（実施形態）により駆動コイル（開極コイル）10 への通電時の保持力特性が異なる。ここでは比較のため、駆動コイル（開極コイル）10 への通電無しでの保持力は同じとする。

40

#### 【0041】

まず実施の形態 3 のように、永久磁石 14 の両端に保持力調整部材 15 を含む磁極を配置することで、可動子対向部 12 b から固定子 11（保持力調整部材 15 も含む）の保持力の割合が実施の形態 1 あるいは実施の形態 2 に比べ大きくなる。その結果、駆動コイル（開極コイル）10 では打ち消せない保持力の割合が大きくなる。

50

## 【 0 0 4 2 】

それに対して実施の形態 1 あるいは実施の形態 2 の構造では、永久磁石 1 4 の片側のみに保持力調整部材 1 5 を含む磁極を配置することで駆動コイル（開極コイル）1 0 では打ち消せない保持力の割合が小さくなる。駆動コイル（開極コイル）1 0 では打ち消せない保持力の割合が小さくなるということは、同じ起磁力（A T）で打ち消せる保持力が大きくなり、保持力を接圧ばね 7 と開放ばね 1 3 の終荷重の合計値以下にするために必要な起磁力は小さくできる。まとめると以下のようなになる。

## 【 0 0 4 3 】

実施の形態 1 と実施の形態 2 は、保持力の調整幅は実施の形態 3 に比べると小さいが、開極動作に必要な起磁力を小さくできる。逆に実施の形態 3 では、開極動作に必要な起磁力は実施の形態 1 と 2 に比べて大きい、保持力の調整幅が大きい。このような特性を生かして真空遮断器 1 の構成によって電磁操作装置 8 を使い分けることで最適な電磁操作式開閉装置を構成できる。

## 【 0 0 4 4 】

実施の形態 4 .

次に、この発明の実施の形態 4 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 2 8 は、実施の形態 4 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 4 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 1 5 が永久磁石 1 4 の上部に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

## 【 0 0 4 5 】

図 2 9 は図 2 8 の斜視図で、図 3 0 は可動子 1 2 と永久磁石 1 4 の対向面の拡大図である。図 3 1 に投入位置での永久磁石 1 4 の磁束の流れを示す。実施の形態 1 と同様に永久磁石 1 4 の磁束は、可動子中央部 1 2 a から固定子 1 1、可動子対向部 1 2 b の端部から固定子 1 1、永久磁石 1 4（保持力調整部材 1 5 も含む）から可動子 1 2 の 3 つの流れを形成し可動子 3 に保持力を発生させる。

## 【 0 0 4 6 】

図 3 2 は保持力調整部材 1 5 を取り外した場合、図 3 3 は保持力調整部材 1 5 の高さを増やした図である。保持力調整部材 1 5 は断面積だけでなく、可動子 1 2 との空隙も調整可能である。これは、前記の各実施の形態でも同様である。保持力調整部材 1 5 の有無では磁束の流れは図 3 1 と同様で、可動子 1 2 と永久磁石 1 4 間の空隙が変わり、永久磁石 1 4 起因の総磁束量が変わり保持力が増減する。保持力調整部材 1 5 は、高さ方向、横方向、厚み方向それぞれを変更して、断面積や可動子 1 2 との空隙を変更できる構造であれば、どんな形でも良い。ただし、保持力調整部材 1 5 と可動子 1 2 は、投入状態においても空隙ができるように保持力調整部材 1 5 の高さを調整する必要がある。保持力測定後に保持力調整が必要となった場合、永久磁石 1 4 と可動子 1 2 間の空隙を広げて永久磁石 1 4 の上部に保持力調整部材 1 5 を交換もしくは取り外しするだけでよく保持力調整時間が短縮できる。

## 【 0 0 4 7 】

以下に駆動コイル通電時の磁束の流れについて説明する。図 3 4、図 3 5、図 3 6 が投入位置から駆動コイル（開極コイル）1 0 に通電し開極位置に移動するまでの磁束の流れで、図 3 7、図 3 8、図 3 9 が開極位置から駆動コイル（投入コイル）1 0 に通電し投入位置に移動するまでのコイル起因の磁束の流れである。永久磁石 1 4 の磁気抵抗は空隙とほぼ同等のため、駆動コイル（投入コイル）1 0 と駆動コイル（開極コイル）1 0 起因の磁束は永久磁石 1 4 を通過しない。更に開閉動作共に、駆動コイル 1 0 が発生する磁束は永久磁石 1 4 を通過しないため、駆動コイル 1 0 が発生する磁束が原因となる減磁は極めて小さい。永久磁石 1 4 の減磁が小さいということは、製品出荷後の永久磁石 1 4 の経時劣化に伴う保持力変動も小さい。

## 【 0 0 4 8 】

#### 実施の形態 5 .

次に、この発明の実施の形態 5 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 40 は、実施の形態 5 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 5 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 15 が永久磁石 14 の下部に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【 0 0 4 9 】

図 40 は永久磁石 14 の下部に保持力調整部材 15 を配置した図である。図 41 に投入位置での永久磁石 14 の磁束の流れを示し、図 42 は投入位置で駆動コイル（開極コイル）10 に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示し、図 43 は開極位置で駆動コイル（投入コイル）10 に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示している。

#### 【 0 0 5 0 】

永久磁石 14 起因の磁束は閉ループを形成するため、永久磁石 14 と固定子 8 間に配置した保持力調整部材 15 には永久磁石 14 起因の磁束が流れ、駆動コイル 10 起因の磁束は流れない。よって、永久磁石 14 および駆動コイル 10 起因の磁束の流れ（駆動途中も含む）は実施の形態 4 と同じである。保持力調整については実施の形態 4 と同様で保持力調整部材 15 の寸法を変更することで永久磁石 14 と可動子 10 の間の空隙を変化させる。本実施の形態では、永久磁石 14 と固定子 8 間に保持力調整部材 15 を配置するため、永久磁石 14 を固定子 8 に取り付ける場合、永久磁石 14 と保持力調整部材 15 をセットにして例えば、紙面前方向からスライドさせて配置することが可能なため、永久磁石 14 の表面が固定子 11 と接して削れてしまうことを防げる。

#### 【 0 0 5 1 】

#### 実施の形態 6 .

次に、この発明の実施の形態 6 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 44 は、実施の形態 6 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 6 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 15 が永久磁石 14 の上下に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 44 は永久磁石 14 の上下に保持力調整部材 15 を配置した図である。図 45 は投入位置での永久磁石 14 の磁束の流れを示し、図 46 は投入位置で駆動コイル（開極コイル）10 に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示し、図 47 は開極位置で駆動コイル（投入コイル）10 に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示している。

#### 【 0 0 5 3 】

永久磁石 14 の上下に保持力調整部材 15 を配置することで、永久磁石 14 と固定子 8 間の保持力調整部材 15 は永久磁石 14 の保護（永久磁石 14 と固定子 8 間の保持力調整部材 15 でも保持力の調整は可能）、永久磁石 14 と可動子 10 間の保持力調整部材 15 で空隙の微調整が可能となる。実施の形態 6 においても永久磁石 14 および駆動コイル 10 起因の磁束の流れ（駆動途中も含む）は実施の形態 1 と同じである。

#### 【 0 0 5 4 】

#### 実施の形態 7 .

次に、この発明の実施の形態 7 に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図 48 は、実施の形態 7 に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態 7 に係る電磁操作装置 8 は、保持力調整部材 15 が永久磁石 14 の上部と外側に配置されている。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【 0 0 5 5 】

図48は永久磁石14の上部と外側の磁極に保持力調整部材15を配置した図である。保持力調整部材15は可動子対向部12bと対向する磁極面(固定子と永久磁石)に配置している。図49は投入位置での永久磁石14の磁束の流れを示し、図50は投入位置で駆動コイル(開極コイル)10に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示し、図51は開極位置で駆動コイル(投入コイル)10に通電したときのコイル起因の磁束の流れを示している。

【0056】

このように、保持力調整部材15の組合せを変えても永久磁石14と駆動コイル10起因の磁束の流れは実施の形態1と同じである。

【0057】

実施の形態8.

次に、この発明の実施の形態8に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図52と図53は、実施の形態8に係る電磁操作装置を示す構成図である。実施の形態8に係る電磁操作装置8は、固定子11の4隅に支柱19を配置している。支柱19を介して可動子12の開極時の動作を規制する開極ストッパ20を設けている。可動子12は開極動作時に開極ストッパ20に機械的に当り停止する。支柱19の長さ方向をかえることで可動子12の駆動方向の動作範囲を容易にかえることが出来る。なお、支柱19及び開極ストッパ20は磁性体でも非磁性体でも機械的強度を有すればなんでも良い。

【0058】

更に、支柱19は固定子11の4隅に配置しているため、支柱19を磁性体で構成すると、開極位置での永久磁石14の磁束の漏れが支柱19に集中するため、外部への磁場の漏れを抑制できる。図52は単相での図となっているが、遮断器として3相間の間隔が短いときは、特に外部への磁場の漏れを抑制できるのは効果的である。

【0059】

また、外部への磁場の漏れを抑制できるため、点検業者や作業者が磁場の影響を受けながら作業しなくてもよい。更に、開極ストッパ20があることにより、軸方向への磁場の漏れも抑制できる。磁場の漏れを抑制する効果については前記の各実施の形態のように永久磁石14の上下に保持力調整部材15があっても同様の効果が得られる。

【0060】

実施の形態9.

次に、この発明の実施の形態9に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図54は、実施の形態9に係る電磁操作装置8を示し、実施の形態8に係る電磁操作装置8との相違点は、支柱19と開極ストッパ20との間に磁気ギャップとなる空隙21を設けたことで、その他の構成については実施の形態8と同様である。

【0061】

次に、実施の形態9に係る電磁操作装置8の作用、効果について説明する。図55は、実施の形態8に係る電磁操作装置8において、支柱19と開極ストッパ20を磁性体で構成した場合における投入動作時の駆動コイル10に起因する磁束の流れを示している。なお、実施の形態9に係る電磁操作装置8の同様の場合における投入動作時の駆動コイル10に起因する磁束の流れは図54に図示している。

【0062】

実施の形態8に係る電磁操作装置8においては、図55に示すとおり、投入動作時に駆動コイル10に起因する磁束は、固定子11を通る磁路Cと、支柱19、開極ストッパ20から可動子12を通過する磁路Dが形成される。それぞれの磁路C、Dを通る磁束のため、可動子12には投入方向のF1と開極方向のF2の荷重の合力が作用する。投入動作時には開極方向の荷重F2はロスとなる。

【0063】

一方、実施の形態9に係る電磁操作装置8においては、図54に示すとおり、支柱19

10

20

30

40

50

と開極ストッパ20との間に磁気ギャップとなる空隙21を設けることでロス分となる磁路Dを通過する磁束が減り、同一起磁力でも投入方向の荷重F1が大きくなる。さらに空隙21を設けることで図56に示すとおり、支柱19から紙面方向をとおり可動子12に通過する磁路Eが形成され、開極方向の荷重F2を発生させずに投入方向の荷重F1を大きくすることができる。

#### 【0064】

実施の形態10.

次に、この発明の実施の形態10に係る電磁操作装置およびそれを用いた開閉装置について説明する。

図57は、実施の形態10に係る電磁操作装置を示す構成図で、可動子12の投入状態で境界突部11aの周辺を拡大した図である。実施の形態10においては、保持力調整部材15と可動子12に形成された可動子対向部12bとの間の空隙が、境界突部11aと可動子対向部12bとの間の空隙より大きく構成されている。仮に保持力調整部材15と可動子対向部12bとの間の空隙が、境界突部11aと可動子対向部12bとの間の空隙より小さくなると、投入時に保持力調整部材15に可動子対向部12b、即ち、可動子12が衝突し、保持力調整部材15が変形してしまう。

10

#### 【0065】

保持力調整部材15は、保持力を調整するために可動子12との空隙を制御しているため、投入動作時に可動子12が保持力調整部材15に衝突すると、制御していた空隙量に変化して保持力がばらついてしまう。そこで、境界突部11aと可動子対向部12bとの間の空隙を保持力調整部材15と可動子対向部12bとの間の空隙より小さく構成すると境界突部11aがストッパの役割を果たして可動子12が保持力調整部材15に衝突することを防ぐことができる。通常では固定子11と可動子12の当接部は可動子中央部12aとなっているので、境界突部11aと可動子対向部12bにも空隙があるため、可動子12が異常変形しなければ、境界突部11aに衝突することはない。

20

#### 【0066】

なお、以上の各実施の形態では、保磁力調整部材15を駆動コイル10に起因する磁束の主磁路とならない箇所に配置することで、取り外し可能としている。電磁操作装置8が動作するときに大きな磁束が通る主磁路を構成する部品には大きな力が加わるので、これらの部材は強固に締結させる必要がある。従って、仮に、これらの部品間に保磁力調整部材15を設けると、容易に取り外しを行うことはできなくなる。また、保磁力調整部材15を調整のために入れ替えるには、前記主磁路を構成する部品の締結を外して再度組付ける必要が生じ、組立(調整)時間が増加すると共に、組付け精度により想定した調整ができないことがある。この発明では、保磁力調整部材15を、駆動コイル10に起因する磁束の主磁路とならない箇所に配置することで、組立(調整)時間の増加や磁石のコストアップに繋がることなく、保持力のばらつきの小さい電磁操作装置あるいはそれを用いた開閉装置を提供することができる。

30

#### 【0067】

また、保磁力調整部材15が、取り外し可能であることが求められるのは、保磁力の調整作業を行うときであることは明らかである。従って、前記保磁力の調整作業が終了した後、例えば、出荷前の調整後に、接着、非磁性のリベットによるカシメ、または非磁性のボルトによるネジ締めなど、調整済みの保磁力に影響を及ぼさない固定方法にて保磁力調整部材15を固定してもよいことはいうまでもない。

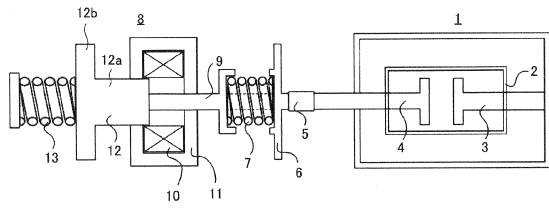
40

#### 【0068】

なお、この発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を組み合わせたか、各実施の形態を適宜、変更、省略することが可能である。

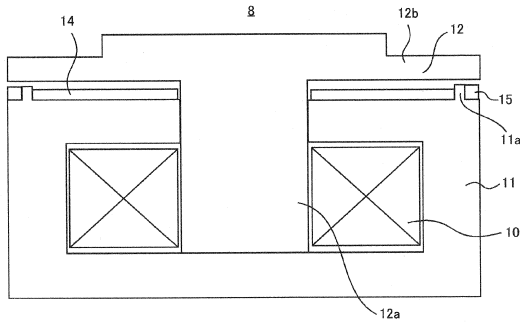
【図1】

図1



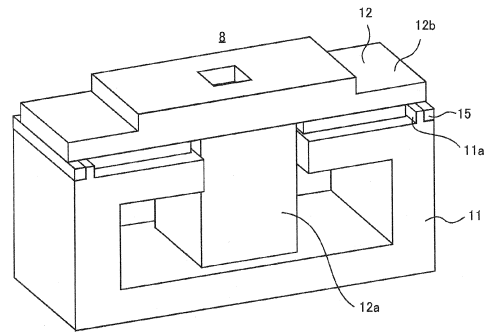
【図2】

図2



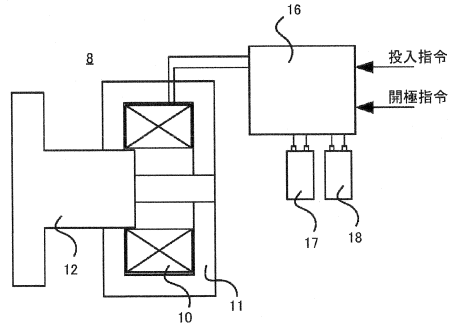
【図3】

図3



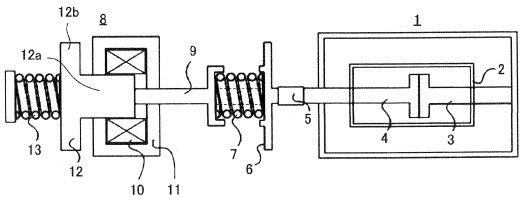
【図4】

図4



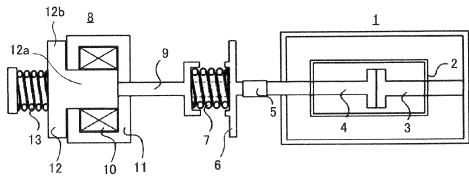
【図5】

図5



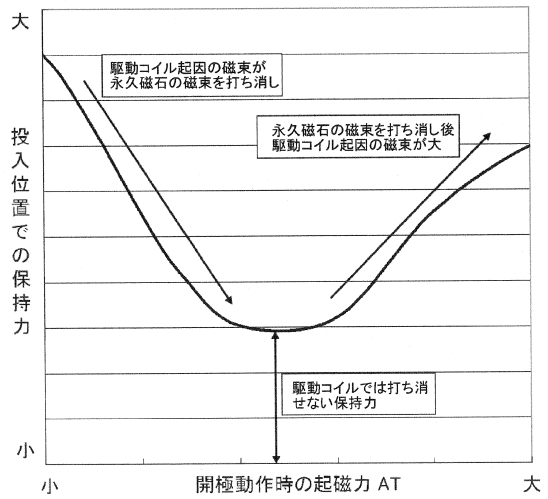
【図6】

図6



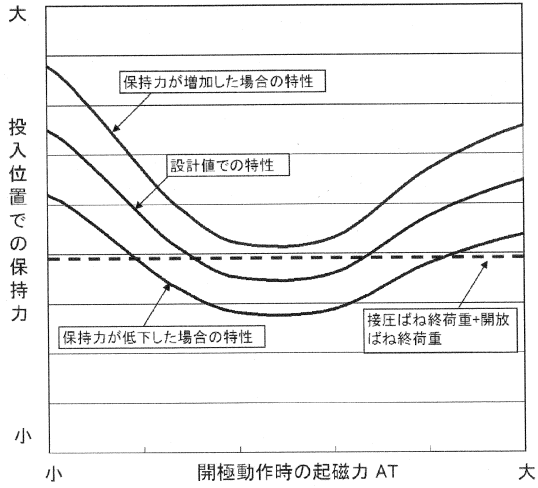
【図7】

図7



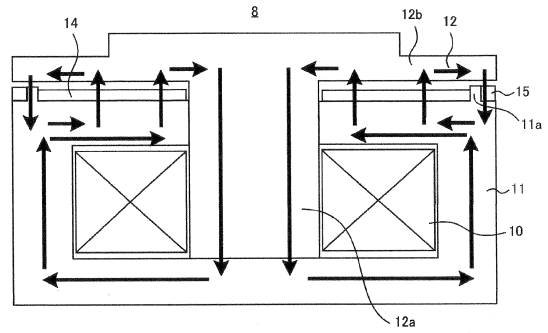
【図 8】

図 8



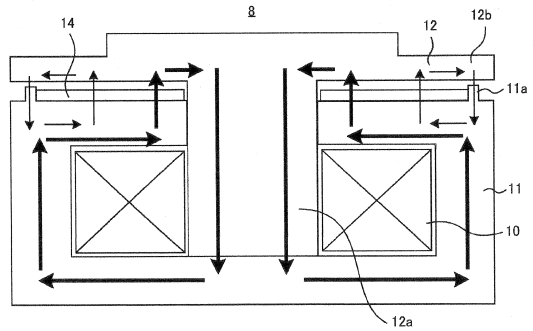
【図 9】

図 9



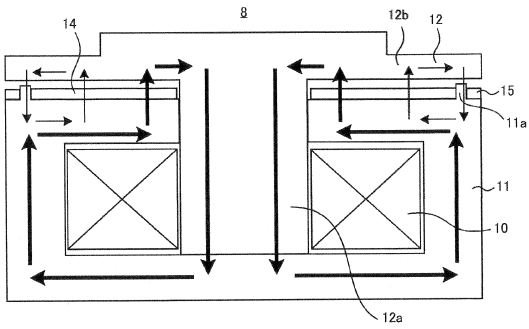
【図 10】

図 10



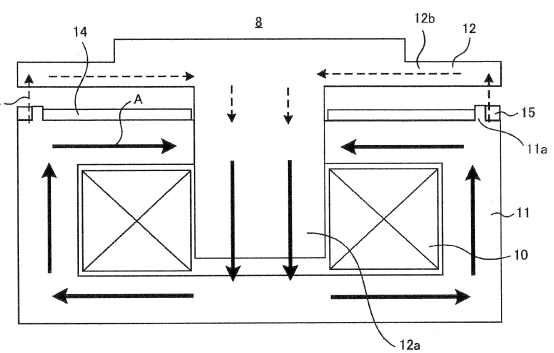
【図 11】

図 11



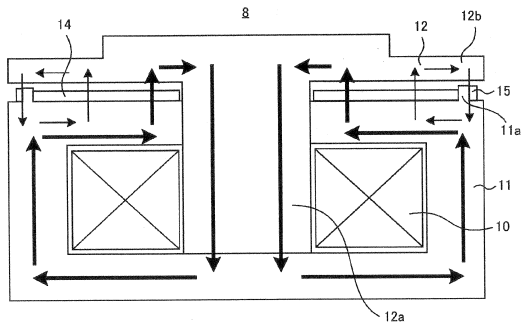
【図 13】

図 13



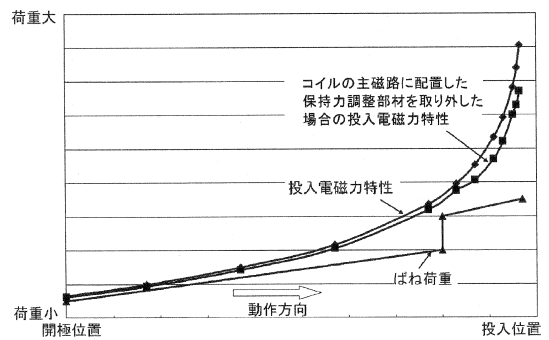
【図 12】

図 12



【図 14】

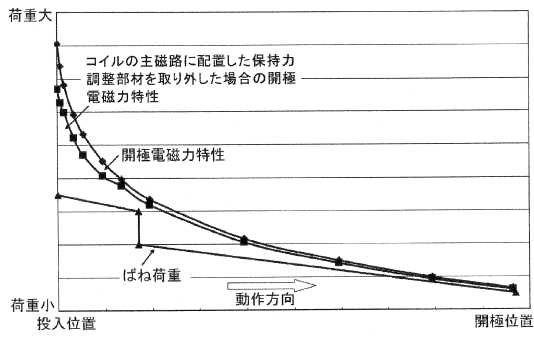
図 14





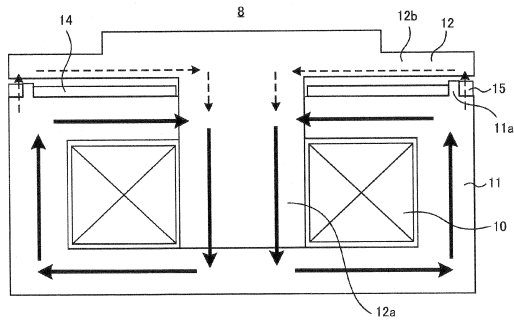
【図15】

図15



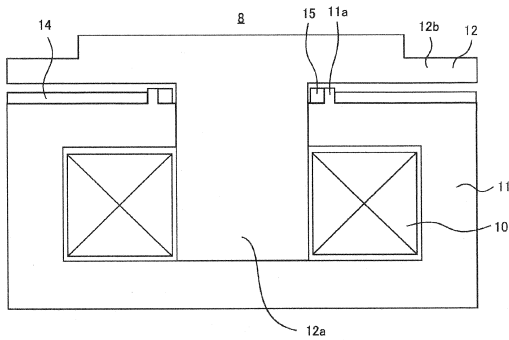
【図16】

図16



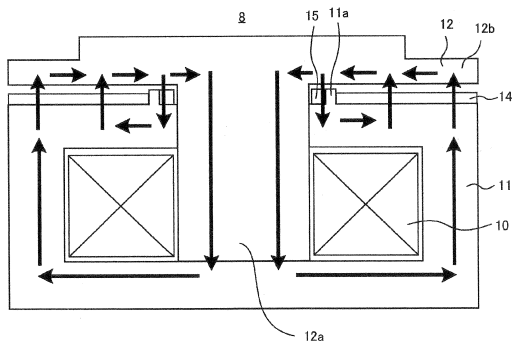
【図19】

図19



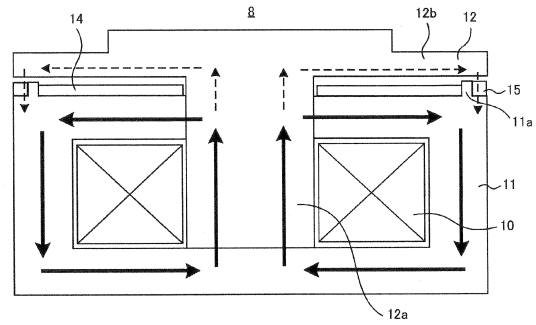
【図20】

図20



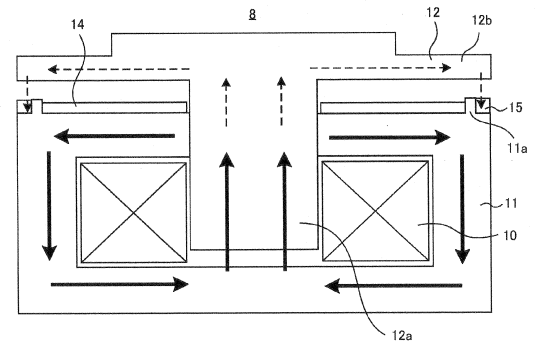
【図17】

図17



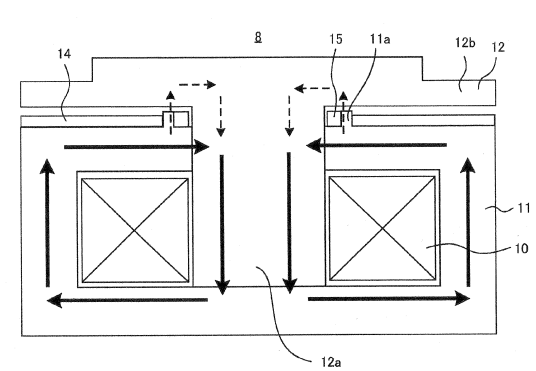
【図18】

図18



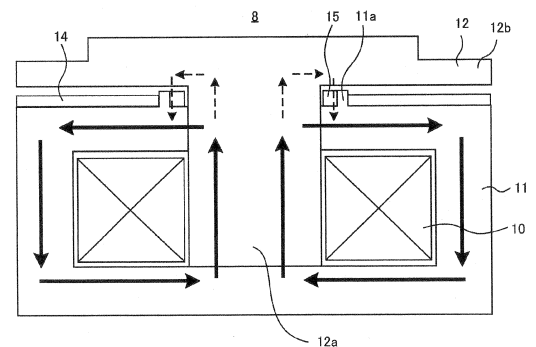
【図21】

図21



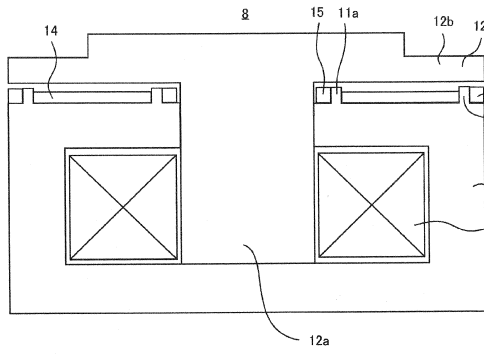
【図22】

図22



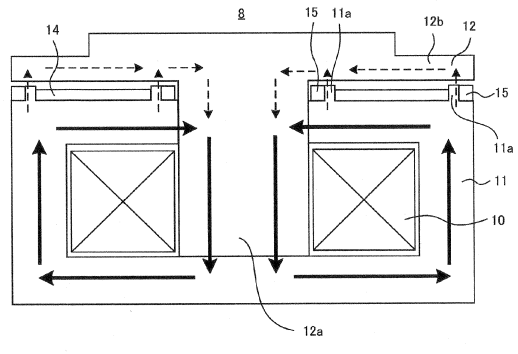
【図23】

図23



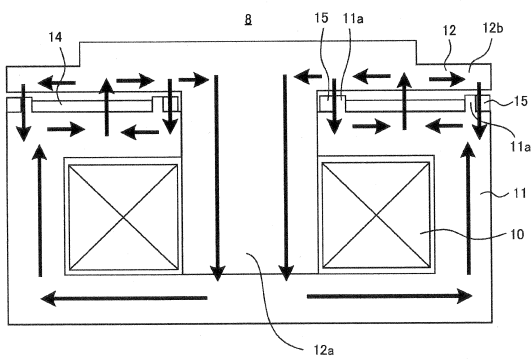
【図25】

図25



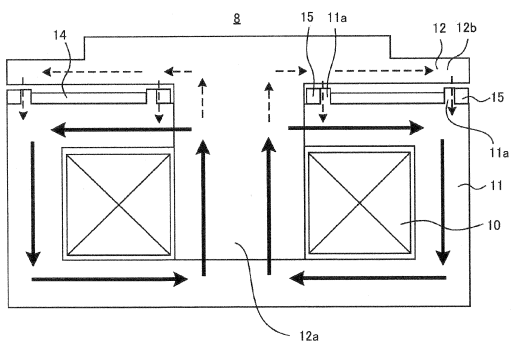
【図24】

図24



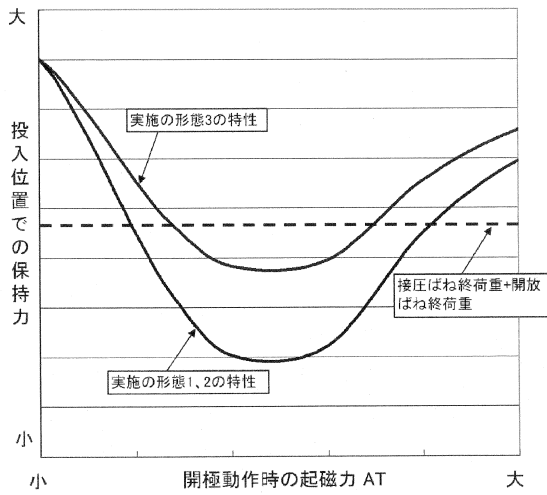
【図26】

図26



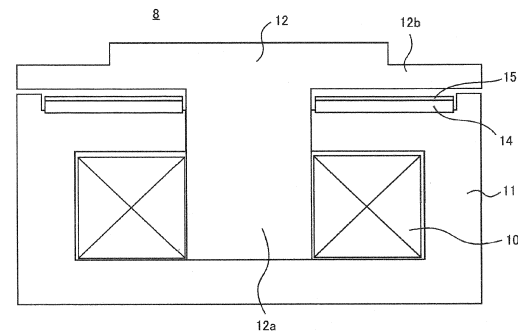
【図27】

図27



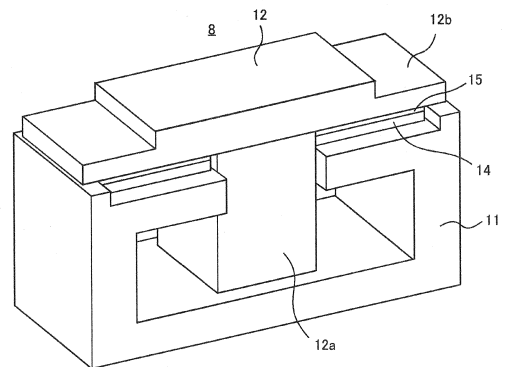
【図28】

図28



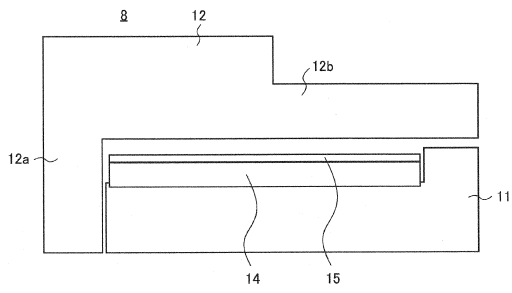
【図29】

図29



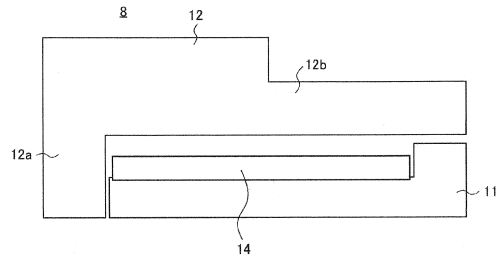
【 30 】

图 30



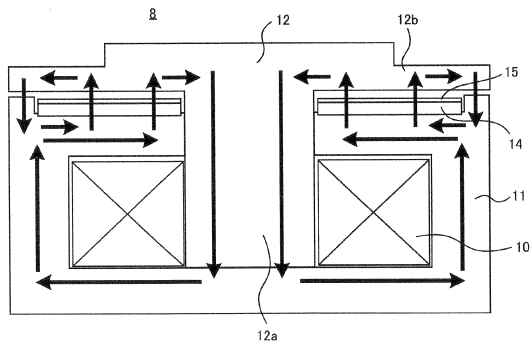
【 32 】

图 32



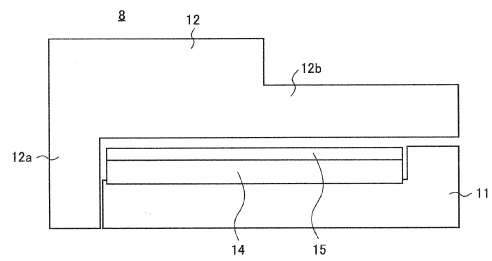
【 31 】

图 31



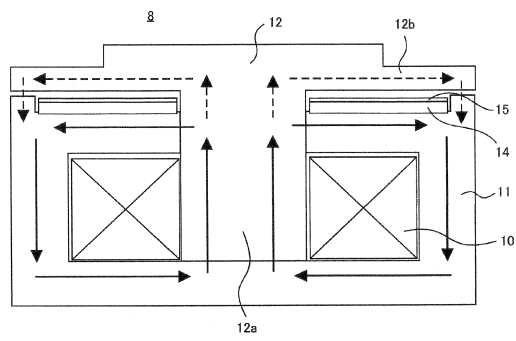
【 33 】

图 33



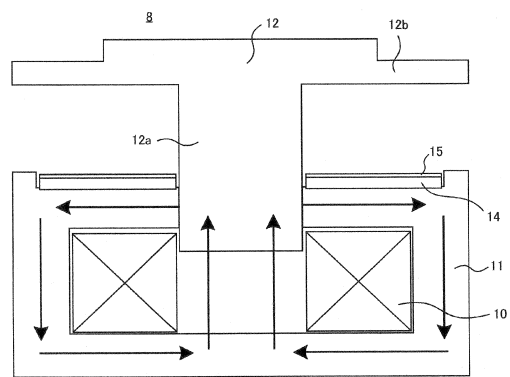
【 34 】

图 34



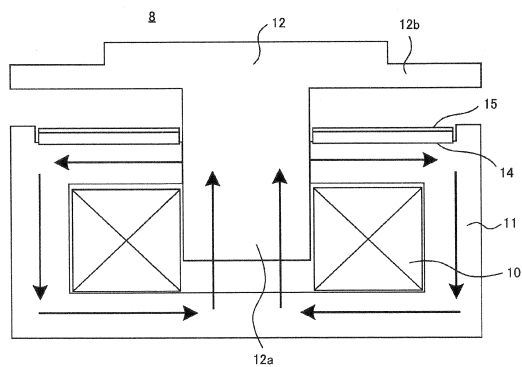
【 36 】

图 36



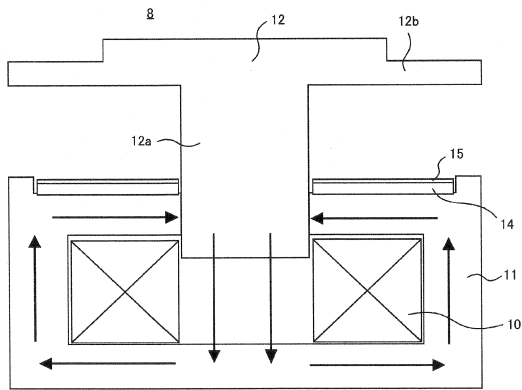
【 35 】

图 35



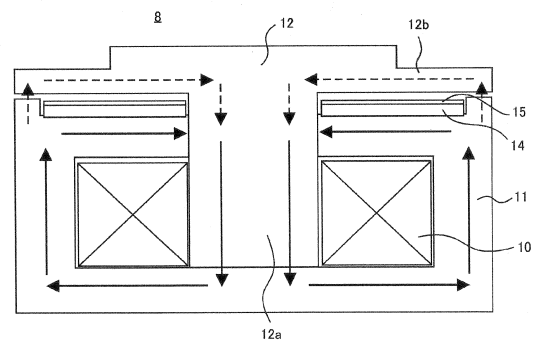
【図 37】

図 37



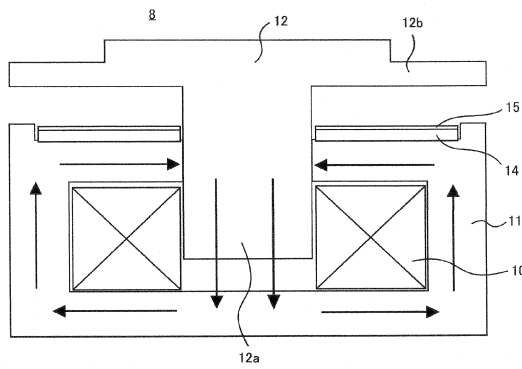
【図 39】

図 39



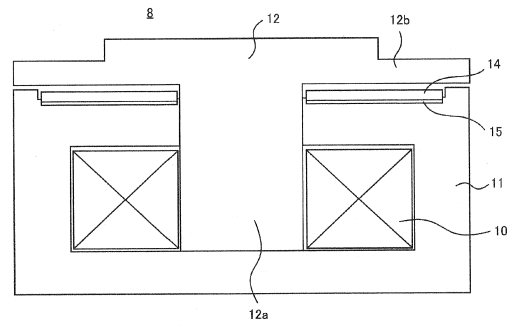
【図 38】

図 38



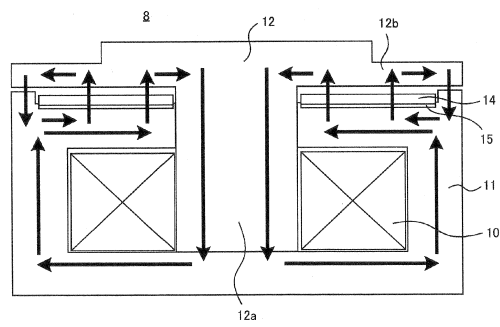
【図 40】

図 40



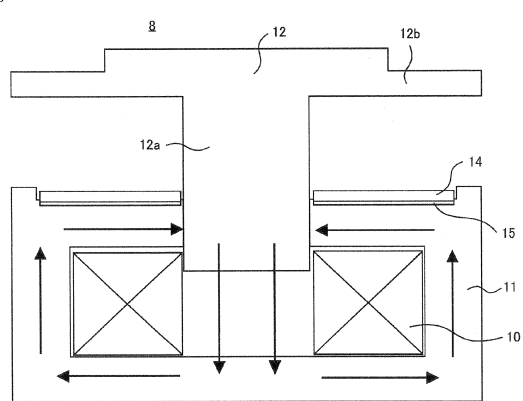
【図 41】

図 41



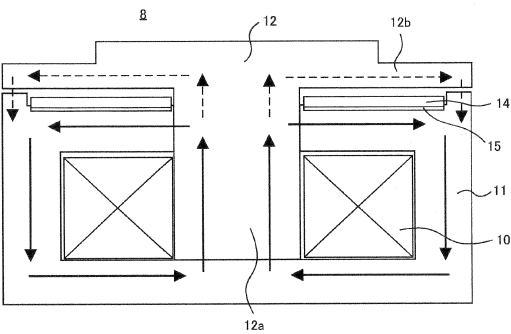
【図 43】

図 43



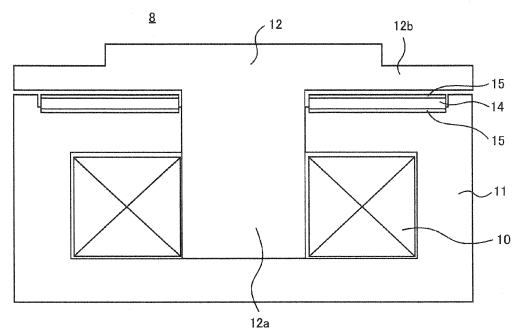
【図 42】

図 42



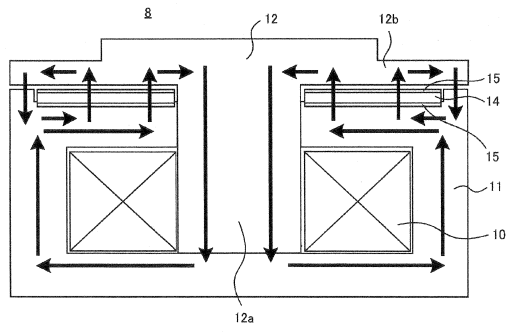
【図 44】

図 44



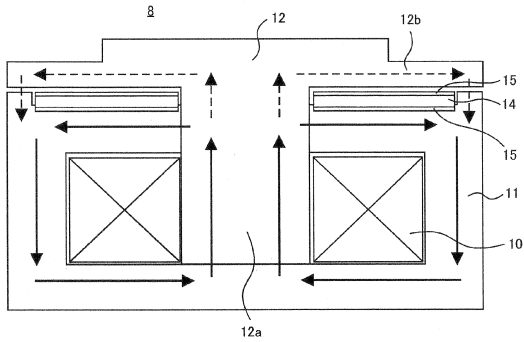
【 45 】

图 45



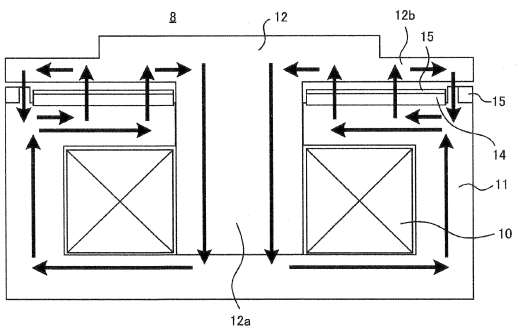
【 46 】

图 46



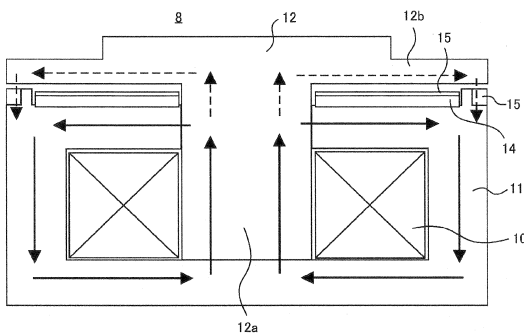
【 49 】

图 49



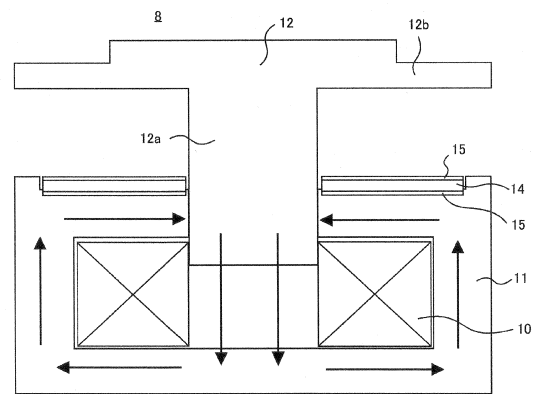
【 50 】

图 50



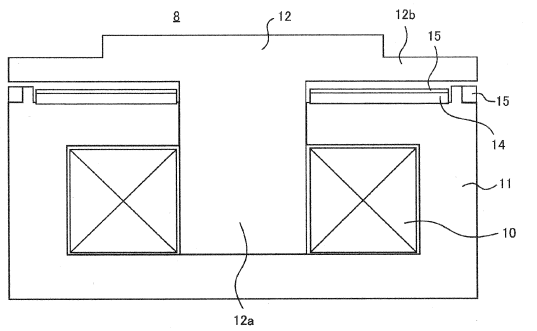
【 47 】

图 47



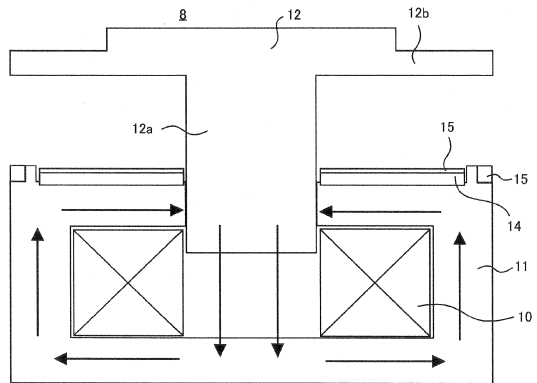
【 48 】

图 48



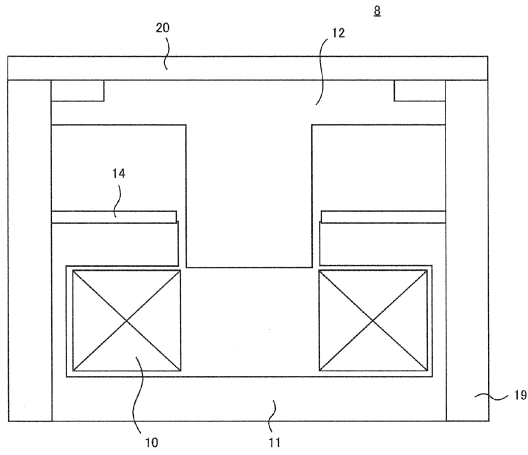
【 51 】

图 51



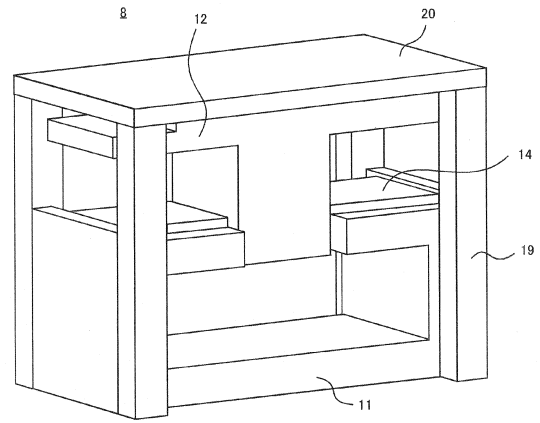
【 5 2 】

图 52



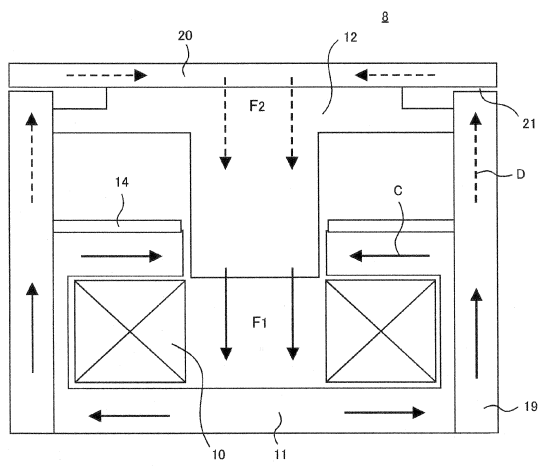
【 5 3 】

图 53



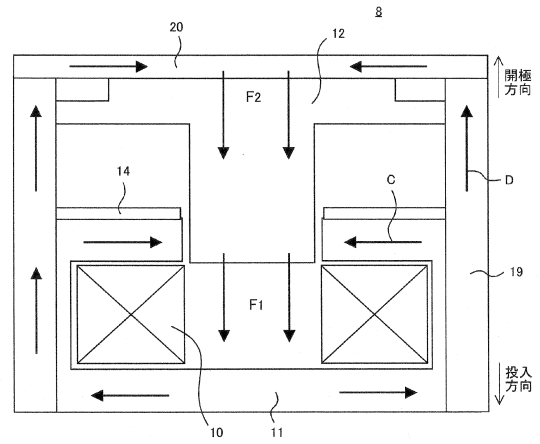
【 5 4 】

图 54



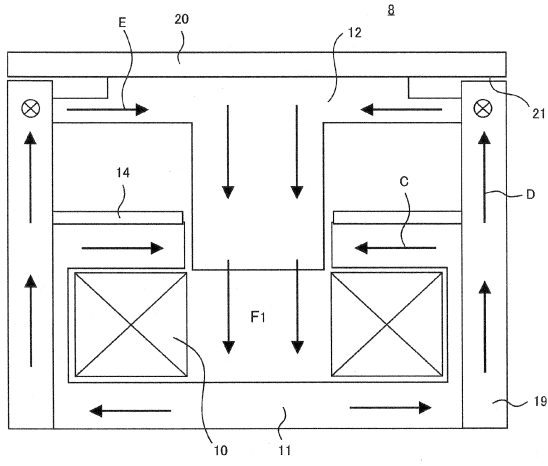
【 5 5 】

图 55



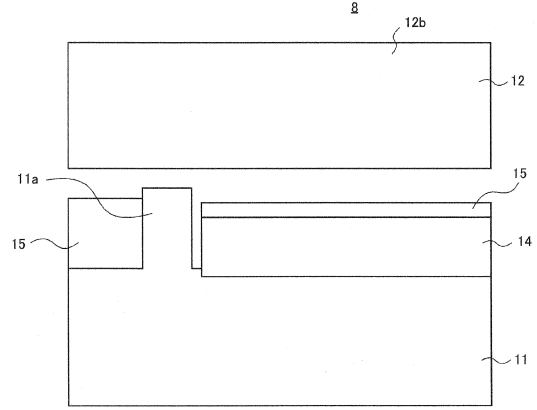
【 56 】

図 56



【 57 】

図 57



## フロントページの続き

- (72)発明者 月間 満  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 田辺 智子  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 金 太 げん  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 木村 透  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 関 信之

- (56)参考文献 特開2007-012500(JP,A)  
特開2002-289430(JP,A)  
特開2010-287674(JP,A)  
特開平11-186029(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 33/38  
H01H 33/40  
H01H 33/666