

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5697552号  
(P5697552)

(45) 発行日 平成27年4月8日 (2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月20日 (2015.2.20)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 K 33/16 (2006.01)	HO 2 K 33/16 A
HO 1 H 50/16 (2006.01)	HO 1 H 50/16 Y
HO 1 H 50/20 (2006.01)	HO 1 H 50/16 W
HO 1 H 50/54 (2006.01)	HO 1 H 50/20 X
	HO 1 H 50/20 B

請求項の数 6 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-129108 (P2011-129108)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成23年6月9日 (2011.6.9)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2012-257396 (P2012-257396A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成24年12月27日 (2012.12.27)	(74) 代理人	100073759
審査請求日	平成25年10月8日 (2013.10.8)		弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100093562
			弁理士 児玉 俊英
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 岑生
		(74) 代理人	100094916
			弁理士 村上 啓吾
		(72) 発明者	養田 強平
			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】 電磁アクチュエータおよびそれを用いた電磁リレー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁性材からなり相対向する一対の接極片を有するヨークと、前記ヨークの一対の接極片間に配置されたボビンと、前記ボビンに巻装され励磁電流通電時には所望の電磁力を発生する励磁コイルと、前記ボビン内に貫挿された磁性材からなり前記励磁コイルに通電される電流極性により前記一対の接極片のどちらか一方に吸着する可動子と、前記ヨークに磁界を与えると共に前記接極片に吸着した前記可動子を保持する永久磁石と、前記永久磁石と前記可動子間の磁束経路を確保するための磁性体プレートとを備え、前記磁性体プレートは、前記可動子へ流入する磁束経路が前記可動子の軸方向に対して対称で、かつ磁束の流れが互いに対向する複数の磁束経路となる形状とした電磁アクチュエータ。

10

【請求項 2】

前記磁性体プレートはコ字状またはU字状に形成され、前記可動子へ流入する磁束経路が前記可動子の軸に対して対称となるようにした請求項 1 に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項 3】

前記磁性体プレートは磁束に対して垂直方向に積層配置されて構成されたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項 4】

前記磁性体プレートと前記可動子との間の磁気ギャップは、前記可動子を永久磁石側に吸引する方向の磁気ギャップに対して、複数経路に分流した磁束経路上の磁気ギャップの方を小さくするようにした請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電磁アクチュエー

20

タ。

【請求項 5】

前記磁性体プレートと前記可動子の接極片との当接部との距離を、前記可動子の移動距離よりも大きくして磁束経路からみたリラクタンス（磁気抵抗）を大きく設定できるようにした請求項 4 に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電磁アクチュエータと、前記電磁アクチュエータの可動子に連結された可動接触子と、この可動接触子に接触する固定接触子とを備えた電磁リレー。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は励磁コイルへの通電の断続により可動子の往復動を行う電磁アクチュエータおよびその電磁アクチュエータを用いた電磁リレーに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の例えば電磁リレーなどに使用される電磁アクチュエータは、磁性材からなり相対向する一対の接極片を有するヨークと、磁性材からなり励磁コイルの通電による発生する磁界により駆動されて相対向する接極片に当接する可動子と、可動子に磁界を与える永久磁石とを備え、励磁コイルに流す電流極性により可動子を所要の接極片方向に動作させて可動子を永久磁石により吸引して保持させるように構成されている。（例えば特許文献 1 第 1 図参照）

20

【0003】

また同じような電磁アクチュエータとして、図 1 1 に示すように、磁性材からなり相対向する一対の接極片を有する第 1 のヨーク 5 1 と、第 1 のヨーク 5 1 の一対の接極片 5 1 a、5 1 b 間に配置されるボビン（図示省略）に巻装され励磁電流通電時には所望の電磁力を発生する励磁コイル 5 3 a、5 3 b と、ボビン内に貫挿された磁性材からなり励磁コイルの磁界により駆動されて往復動され接極片に接触して吸着される可動子 5 5 と、第 1 のヨーク 5 1 とボビンとの間に配置され第 1 のヨーク 5 1 に磁束を発生させるとともに可動子 5 5 を吸引して保持する永久磁石 5 6 と、永久磁石 5 6 とともに磁気回路を構成する第 2 のヨーク 5 7 とを備え、接極片 5 1 a、5 1 b の可動子 5 5 が接触される位置に形成され、永久磁石 5 6 により吸引される方向と直交する方向に長い孔からなる当接孔 5 1 a 1 を設けたものもある。（例えば特許文献 2 第 3 図参照）

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】実開昭 6 1 - 3 0 2 0 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 9 3 9 4 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

上下左右対称系の電磁アクチュエータであれば、電磁力の偏りは小さく駆動性能を脅かすことはない。しかし、非対称系で構成される電磁アクチュエータは、磁気回路を片側にしか配置しておらず、励磁コイルによる電磁力や永久磁石による保持力に対して可動子が側面方向（90°方向）に吸着されながら駆動することになる。

【0006】

例えば、図 1 1（b）に示すように、可動子 5 5 が第 1 の接極片 5 1 a に当接している場合について説明すると、保持状態は永久磁石 5 6 が発生する磁束が可動子 5 5、第 1 の接極片 5 1 a を通過するような図中磁束経路 A となる。可動子 5 5 を保持するための磁力は Z 方向に発生しているが、磁束経路 A によって可動子 5 5 には永久磁石 5 6 との間に Y

50

方向の吸着力が発生することになる。この場合、永久磁石 5 6 と可動子 5 5 間の磁束経路は 1 つしかなく、Y 方向の吸着力が強くなって引き外し時の駆動性能悪化の主要原因となる。さらにこの現象により可動子 5 5 には Z 方向の保持力と Y 方向の吸着力との合力により、角度 方向の力 F で状態が保持されていることになり保持状態が不安定である。

#### 【 0 0 0 7 】

また、例えば接点間を開く動作（OFF 動作）時に、励磁コイル 5 3（OFF 動作時は励磁コイル 5 3 b）に電圧を印加し、可動子 5 5 が駆動する際の動作過程においても前記 Y 方向の吸着力によって動作性能が悪化する。図 1 1（b）は動作プロセスに併せて磁束の変化を示した図である。保持状態において永久磁石 5 6 が発生する磁束 A があり、OFF 動作時に励磁コイル 5 3 b へ電圧を印加することで励磁コイル 5 3 b から磁束 B が発生し、磁束 A を消磁することで保持状態がキャンセルされる。保持状態がキャンセルされると可動子 5 5 が OFF 動作方向へ動き始め、可動子 5 5 が動き出すことで励磁コイル 5 3 b が発生する磁束は磁束 C の経路へと切り替わり、磁束 C によって可動子 5 5 は電磁駆動力を供給され、もう一方の接極片へ到達する。

#### 【 0 0 0 8 】

磁束 C に切り替わることで可動子 5 5 には OFF 動作のための駆動力を供給されるが、従来構造だと磁束 C によって - Z 方向への駆動力と同時に Y 方向に大きな吸着力が発生する。これによって可動子 5 5 は - Z 方向の駆動力と Y 方向の吸着力との合力の影響を受けながら - Z 方向へと動作する。この合力により可動子 5 5 はボビンに衝突しながら駆動することになり、想定以上の摩擦が可動子 5 5 へ発生することから駆動性能低下が生じることになる。

#### 【 0 0 0 9 】

この発明は、上記のような課題を解決するために、非対称系で構成される電磁アクチュエータでありながら、駆動性能を低下させる主要因となる Y 方向の側面吸着力を削減し、駆動性能を向上させた電磁アクチュエータおよびそれを用いた電磁リレーを提供することを目的としている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 1 0 】

この発明の電磁アクチュエータは、磁性材からなり相対向する一对の接極片を有するヨークと、ヨークの一对の接極片間に配置されたボビンと、ボビンに巻装され励磁電流通電時には所望の電磁力を発生する励磁コイルと、ボビン内に貫挿された磁性材からなり励磁コイルに通電される電流極性により一对の接極片のどちらか一方に吸着する可動子と、ヨークに磁界を与えると共に接極片に吸着した可動子を保持する永久磁石と、永久磁石と可動子間の磁束経路を確保するための磁性体プレートとを備え、磁性体プレートは、可動子へ流入する磁束経路が可動子の軸方向に対して対称で、かつ磁束の流れが互いに対向する複数の磁束経路となる形状としたものである。

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 1 1 】

この発明の電磁アクチュエータは、ヨークに磁界を与えると共に接極片に吸着した可動子を保持する永久磁石と可動子間の磁束経路を確保するための磁性体プレートの形状を、可動子へ流入する磁束経路が 2 つ以上に分流する複数経路となるようにしているから、可動子を永久磁石側に引張る側面吸着力を削減することができ、駆動性能を向上させる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 1 2 】

【図 1】この発明の実施の形態 1、2 に係わる電磁アクチュエータを内蔵した電磁リレーの内部構造を示す分解斜視図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1、2 に係わる電磁アクチュエータの外観図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1、2 に係わる電磁アクチュエータの構成部品図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 に係わる電磁アクチュエータの主要構成を示す斜視図で

10

20

30

40

50

ある。

【図５】この発明の実施の形態１に係わる電磁アクチュエータの第１のヨークを省略した側面図とその磁気回路を示す図である。

【図６】この発明の実施の形態１に係わる電磁アクチュエータの上面図とその磁気回路を示す図である。

【図７】この発明の効果を示す図である。

【図８】この発明におけるデメリットと最適化した場合の駆動力を示す図である。

【図９】この発明の実施の形態２に係わる電磁アクチュエータの主要構成を示す斜視図である。

【図１０】この発明の実施の形態２に係わる電磁アクチュエータの第１のヨークを省略した側面図とその磁気回路を示す図である。

10

【図１１】従来の電磁アクチュエータの構成部品図を示し、（ａ）は主要構成を示す斜視図、（ｂ）は磁気回路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

実施の形態１．

以下、この発明の実施の形態１における電磁アクチュエータを図１～図８により説明する。

図１はこの発明の実施の形態１における電磁アクチュエータを内蔵した電磁リレーの内部構造を示す分解斜視図、図２は図１に示す電磁アクチュエータの外観斜視図、図３は図２に示す電磁アクチュエータの分解斜視図である。

20

【００１４】

図１において、電磁リレー１００は、電磁アクチュエータ５０と、第１のケース１１とこの第１のケース１１に圧入される第２のケース１２とカバー１３で構成される筐体と、第１の固定接触子１とこの第１の固定接触子１と開閉回路を形成する第１の可動接触子２と、第２の固定接触子３とこの第２の固定接触子３と開閉回路を形成する第２の可動接触子４が電磁リレー１００の外部端子として取り付けられて構成されている。なお、カバー１３はカバーネジ５により取り付けられる。

【００１５】

図２および図３を用いて電磁アクチュエータ５０の構成について説明する。

30

第１のヨーク５１は磁性材からなり相対向する一对の第１の接極片５１ａと第２の接極片５１ｂを有してコ字状に形成されている。ボビン５２は第１のヨーク５１の一对の第１の接極片５１ａと第２の接極片５１ｂ間に配置されており、後述する可動子５５が貫挿される可動子挿入孔５２ａが形成されている。

【００１６】

励磁コイル５３はボビン５２に巻装され、制御信号ケーブル５４による励磁電流通電時には所望の電磁力を発生するものであり、励磁コイル５３は第１の制御信号ケーブル５４ａを通じて制御信号である励磁電流が通電される第１の励磁コイル５３ａと、第２の制御信号ケーブル５４ｂを通じて制御信号である励磁電流が通電される第２の励磁コイル５３ｂとで構成されている。これら第１の励磁コイル５３ａと第２の励磁コイル５３ｂによりいわゆる電磁石が形成される。

40

【００１７】

可動子５５はボビン５２に設けられた可動子挿入孔５２ａ内に貫挿された磁性材からなり、励磁コイル５３の磁界により駆動されてＺ軸方向に摺動可能に形成され、第１の接極片５１ａまたは第２の接極片５１ｂに接触して吸着される。また、可動子５５の例えば第２の接極片５１ｂ側にはネジ穴５５ａが形成されている。

なお、可動子５５は、励磁コイル５３の励磁電流の方向に従って移動されるので、第１の励磁コイル５３ａによる励磁電流の方向の場合はＺ軸正方向に移動し、第２の励磁コイル５３ｂによる励磁電流の方向の場合はＺ軸負方向に移動する。

【００１８】

50

永久磁石 5 6 は第 1 のヨーク 5 1 とボビン 5 2 との間に配置され、第 1 のヨーク 5 1 に磁束を発生させるとともに可動子 5 5 を吸引して保持する。第 2 のヨークである磁性体プレート 5 7 は永久磁石 5 6 とともに磁気回路を構成する。

第 1 のヨーク 5 1 の第 1 の接極片 5 1 a および第 2 の接極片 5 1 b の可動子 5 5 が接触される位置には、当接孔 5 1 a 1、5 1 b 1 が形成され、例えば第 1 の接極片 5 1 a に形成された当接孔 5 1 a 1 は永久磁石 5 6 により吸引される方向と直交する方向に長い孔からなり、図は一例として四角形の多角形状の長孔で構成されている。また、第 2 の接極片 5 1 b に形成された当接孔 5 1 b 1 は、図は一例として丸孔で構成されている。

なお、当接孔 5 1 a 1 は多角形状の長孔に代えて丸孔にしてもよい。要するにこれら当接孔 5 1 a 1、5 1 b 1 の形状は、この発明では本質な部分ではないので、これ以上の説明は省略する。

10

#### 【0019】

クロスバー 5 8 およびロッド 5 9 は第 1 のヨーク 5 1 の第 2 の接極片 5 1 b 側に配置されており、ロッド 5 9 の一方はクロスバー 5 8 に係合され、かつ E リング固定溝 5 9 a が形成されている。ロッド 5 9 の他方は第 1 のヨーク 5 1 の第 2 の接極片 5 1 b の当接孔 5 1 b 1 を貫通して可動子 5 5 のネジ穴 5 5 a に螺合されるロッドネジ部 5 9 b が形成されている。

#### 【0020】

接圧バネ 6 0 はロッド 5 9 とクロスバー 5 8 の間に配置され、可動子 5 5 が第 1 のヨーク 5 1 の第 2 の接極片 5 1 b に当接すると、第 1 の固定接触子 1 と第 1 の可動接触子 2 との接触圧力、第 2 の固定接触子 3 と第 2 の可動接触子 4 との接触圧力を発生させるものである。ロッド 5 9 に設けられた E リング固定溝 5 9 a に係合される E リング 6 1 が設けられ、クロスバー 5 8 がロッド 5 9 から外れないようにする。

20

なお、第 1 の可動接触子 2 と第 2 の可動接触子 4 はクロスバー 5 8 に取り付けられ、可動子 5 5 の往復動に応じて可動し、第 1 の固定接触子 1 と第 2 の固定接触子 3 に接触または非接触し、電磁リレーを構成する。

#### 【0021】

次に、図 3 に基づいて電磁アクチュエータ 5 0 の動作について説明する。第 1 の励磁コイル 5 3 a および第 2 の励磁コイル 5 3 b が巻装されたボビン 5 2 に設けられた可動子挿入孔 5 2 a に Z 軸方向に往復動する可動子 5 5 が挿入される。可動子 5 5 が挿入されたボビン 5 2 は略コ字形に形成された第 1 のヨーク 5 1 の接極片 5 1 a、5 1 b 間に配置され、第 1 のヨーク 5 1 に磁束を発生させる永久磁石 5 6 と、永久磁石 5 6 と共に磁気回路を構成する磁性体プレート 5 7 を介して、ボビン 5 2 と第 1 のヨーク 5 1 を係合させる。

30

#### 【0022】

励磁コイル 5 3 からは可動子 5 5 を往復動させるために制御信号が入力可能なように制御信号ケーブル 5 4 が引出されている。ここで、可動子 5 5 は励磁コイル 5 3 から発生する電磁力により Z 軸方向に往復動する構造となっているが、励磁コイル 5 3 の励磁が解消された後も永久磁石 5 6 の発生する磁力により、第 1 のヨーク 5 1 の第 1 の接極片 5 1 a または第 2 の接極片 5 1 b に吸着されて保持されるようになっている。

#### 【0023】

40

ボビン 5 2 に形成された可動子挿入孔 5 2 a は可動子 5 5 のスムーズな往復動を実現させるために Y 軸方向に対してはクリアランスが設けられている。なお、可動子 5 5 は常に永久磁石 5 6 の発生する磁力により X 軸負方向に吸引されて引き付けられており、また、回転防止構造を備えているため Z 軸を中心に回転することはない。

#### 【0024】

可動子 5 5 はネジ穴 5 5 a が形成されており、クロスバー 5 8 と接圧バネ 6 0 を固定するロッド 5 9 に設けられたロッドネジ部 5 9 b を可動子 5 5 のネジ穴 5 5 a に螺合させることにより、可動子 5 5 とロッド 5 9 とは一体的に固着される。ロッド 5 9 とクロスバー 5 8 の間には接圧バネ 6 0 が配設されており、可動子 5 5 が第 1 のヨーク 5 1 の第 2 の接極片 5 1 b に当接すると、第 1 の固定接触子 1 と第 1 の可動接触子 2 との接触圧力、第 2

50

の固定接触子 3 と第 2 の可動接触子 4 との接触圧力を発生させる。クロスバー 5 8 はロッド 5 9 に設けられた E リング固定溝 5 9 a に E リング 6 1 を係合してロッド 5 9 から外れないようにしている。

【 0 0 2 5 】

次に、この発明の実施の形態 1 における電磁アクチュエータの主要構成部分について図 4 ~ 図 6 に基づいて説明する。図 4 は電磁アクチュエータを構成するヨークと永久磁石と可動子を示す斜視図、図 5 は第 1 のヨークを省略した側面図とその磁気回路を示す図、図 6 は電磁アクチュエータの上面図とその磁気回路を示す図である。なお、図 4 ~ 図 6 においては励磁コイル 5 3 を巻装するボビン 5 2 は省略して示している。

【 0 0 2 6 】

図 4 ~ 図 6 において、第 1 のヨーク 5 1 は磁性材からなり相対向する一对の第 1 の接極片 5 1 a と第 2 の接極片 5 1 b を有してコ字状に形成されている。励磁コイル 5 3 ( 図 6 のみ図示 ) はボビン 5 2 ( 図示省略 ) に巻装され、励磁電流の通電時には所望の電磁力を発生するものであり、励磁コイル 5 3 は ON 動作方向に駆動するとき励磁電流が通電される第 1 の励磁コイル 5 3 a と、OFF 動作方向に駆動するとき励磁電流が通電される第 2 の励磁コイル 5 3 b とで構成されている。これら第 1 の励磁コイル 5 3 a と第 2 の励磁コイル 5 3 b によりいわゆる電磁石が形成される。

【 0 0 2 7 】

可動子 5 5 はボビン 5 2 に設けられた可動子挿入孔 5 2 a 内に貫挿された磁性材からなり、励磁コイル 5 3 の磁界により駆動されて Z 軸方向に摺動可能に形成され、第 1 の接極片 5 1 a または第 2 の接極片 5 1 b に接触して吸着される。

なお、可動子 5 5 は、励磁コイル 5 3 の励磁電流の方向に従って移動されるので、第 1 の励磁コイル 5 3 a による励磁電流の方向の場合は Z 軸正方向に移動し、第 2 の励磁コイル 5 3 b による励磁電流の方向の場合は Z 軸負方向に移動する。

【 0 0 2 8 】

永久磁石 5 6 は第 1 のヨーク 5 1 と可動子 5 5 との間に配置され、第 1 のヨーク 5 1 に磁束を発生させるとともに可動子 5 5 を吸引して保持する。第 2 のヨークである磁性体プレート 5 7 は永久磁石 5 6 と可動子 5 5 間の磁束経路を確保するために、永久磁石 5 6 と可動子 5 5 との間に配置され、永久磁石 5 6 から可動子 5 5 へ流入する磁束経路が図 5 に示すように少なくとも 2 つに分流した複数経路 1、2 となるようコ字状または U 字状に形状された磁極片 5 7 a を有している。

【 0 0 2 9 】

また、永久磁石 5 6 から可動子 5 5 へ流入する磁束経路を複数経路にする場合、磁束経路は可動子 5 5 の軸に対して対称となるように偶数の経路にする必要がある。このように磁束経路を複数経路にすることにより、永久磁石 5 6 と可動子 5 5 間に発生する吸引力をキャンセルすることが可能となり、可動子 5 5 を永久磁石 5 6 側に引張る Y 方向の側面吸着力 F を低減することができる。

なお、複数の磁束経路を有する第 2 のヨークである磁性体プレート 5 7 は、磁気効率の高い磁性材 ( 例えば、電磁軟鉄 S U Y など ) の平板を Y 方向に積層して構成され、可動子 5 5 側の 1 枚を曲げ加工などを行うことにより 2 つの磁極片 5 7 a を有した形状にすることで実現できる。

【 0 0 3 0 】

次に、永久磁石 5 6 から可動子 5 5 へ流入する磁束経路を複数経路にしたことによる、メリットおよびデメリットの発生原因とその対策について説明する。

図 7 は可動子 5 5 を第 1 の接極片 5 1 a 側に保持した状態における永久磁石 5 6 と可動子 5 5 間に発生する Y 方向の吸着力の変動を示したグラフで、従来構造と本願発明とを対比して示している。図 7 のそれぞれの左側の棒グラフは投入保持力、右側の棒グラフは Y 方向の吸着力を示し、従来構造と本願発明は同じ投入保持力に対して、Y 方向の吸着力は本願発明の方が従来構造に比較して 8 0 % 減少している。

このように磁束経路を複数経路に分流することで、状態保持力は同等のままで Y 方向に

10

20

30

40

50

発生する吸着力は約 80 % 低減可能であり、これにより駆動性能を向上させることができる。

#### 【 0031 】

次に、図 8 は磁束経路を複数経路にした場合、保持状態を引き外す能力が低下することと、その対策としてギャップ G a を最適化することにより引き外す能力が増加することを示している。ここで、ギャップ G a とは、図 6 に示す第 1 のヨーク 51 の第 1 の接極片 51 a および第 2 の接極片 51 b と磁性体プレート 57 との Z 方向の隙間のことである。

図 8 ( a ) ( b ) ( c ) の横軸はギャップ G a の距離を示し、図 8 ( a ) の縦軸は駆動力、図 8 ( b ) ( c ) の縦軸は O F F および O N 時の保持力を示している。図中の最適化なしの場合は駆動力が小さく、最適化有りの場合は駆動力が大きくなっている。

10

#### 【 0032 】

最適化なしの場合に駆動力が小さくなる原因は、磁束経路を複数経路にすることで磁気経路上の磁気抵抗が減少されるためである。一般に磁気抵抗 R は  $R = \mu \times L / S$  で示されるように、磁束断面積に反比例している。

式中、L は磁性体プレート 57 と可動子 55 間の距離、S は磁性体プレート 57 と可動子 55 間の磁束断面積 ( 磁束通過面積 )、 $\mu$  は透磁率である。

磁束経路を複数経路にすることで磁束断面積 S は大きくなり、その結果、磁束経路の磁気抵抗 R は減少される。

#### 【 0033 】

磁気抵抗 R が減少されると、図 6 に示す永久磁石 56 から磁性体プレート 57、可動子 55 へ流入して第 1 のヨーク 51 を通過する磁束 A と磁束 C の磁界強度が増加する。これにより保持状態を引き外すために、第 2 の励磁コイル 53 b に通電される励磁電流によって発生する磁束 B による磁束 A の消磁率が減少する。

20

かつ、磁束 C の磁界強度が増加することから、第 2 の励磁コイル 53 b が発生する磁束 B に対して磁束 C の割合が増加してしまい、ますます引き外し能力が低下する懸念がある。

#### 【 0034 】

この原因について図 6 に基づいて詳しく説明する。図 6 に示すように、第 2 の励磁コイル 53 b が発生する磁束 B ( 磁気回路に関わらずアンペアターンのみに依存する ) は、磁束 A と反対方向の磁気経路を通過する磁束 B 1 と、磁束 C と同方向の磁気経路を通過する磁束 B 2 の 2 つに分けられ、磁束 B は  $B = B 1 + B 2$  となる。ここで、磁束 B 1 は可動子 55 の引き外しに必要な磁束で、磁束 B 2 は引き外しに関係ない磁束ロス分となる。

30

磁束 C と同じ磁気経路を通過する磁束 B 2 は、磁気抵抗 R の減少により磁界強度が増加することから、可動子 55 の引き外しに必要な磁束 B 1 は減少し、引き外し能力が低下する。

#### 【 0035 】

この課題について図 6 に示すギャップ G a を最適化し、磁気回路を構成することで引き外し能力を確保しつつ、Y 方向吸着力を低減できるような構成が可能となる。

即ち、引き外しに関係ない磁束ロス分 B 2 を極力小さくすることで、可動子 55 の引き外しに必要な磁束 B 1 を確保できる。そのためにはギャップ G a の距離を大きく取ることによって磁気抵抗 R が増加するため、引き外しに関係ない磁束ロス分 B 2 を削減することができる。但し、ギャップ G a の距離を大きく取りすぎると、可動子 55 の保持力に必要な磁束 A も減少してしまうことから、最適化が必要となってくる。

40

#### 【 0036 】

ギャップ G a の最適化について、図 8 に基づき詳しく説明する。まず、従来構造に対して、実現可能な構成であることを条件として保持力、駆動力共に同等になるような構成を狙う。図 8 ではギャップ G a と駆動力および各状態の保持力の関係について、近似直線で評価している。

最適な  $x (= G a)$  は以下の条件で決定される。

$$y 2 (= - 0.6994 x + 14.196) \geq \text{O F F 保持力}$$

50

$y_3 (= -0.3829x + 34.496) \geq \text{ON 保持力}$   
 を満たす  $x$  で、かつ  $y_1 (= 3.9849x - 25.765) \geq \text{現行駆動力を満たす } x$   
 を抽出する必要がある。

そして上記 3 式 ( $y_1$ 、 $y_2$ 、 $y_3$ ) と上記の決定条件で最適なギャップ  $G_a$  を決定する。

#### 【0037】

なお、磁性体プレート 57 と可動子 55 の接極片との当接部との距離 (ギャップ  $G_a$ ) を、可動子 55 の移動距離よりも大きくして磁束経路からみたリラクタンス (磁気抵抗) を大きく設定でき、状態開始に必要な駆動磁束の漏れを防ぐことが可能になる。

また、第 2 のヨークである磁性体プレート 57 と可動子 55 の Y 方向ギャップを広げ、X 方向ギャップを狭くすることで、吸着力のさらなる低減が可能となるが、製品の許容寸法や組立誤差などを考慮することで最適化が可能となる。

即ち、磁性体プレート 57 と可動子 55 との間の磁気ギャップは、可動子 55 を永久磁石 56 側に吸引する Y 方向の磁気ギャップに対して、複数経路に分流した磁束経路上の磁気ギャップの方を小さくするようにする。

#### 【0038】

実施の形態 2 .

次にこの発明の実施の形態 2 における電磁アクチュエータを図 9、図 10 により説明する。

図 9 はこの発明の実施の形態 1 における電磁アクチュエータを構成するヨークと永久磁石と可動子を示す斜視図、図 10 は第 1 のヨークを省略し、図 9 の黒矢印方向から見た側面図とその磁気回路を示す図である。なお図中、実施の形態 1 を示す図 4 および図 5 と同じまたは相当する部分には同じ符号を付して、説明を省略する。

#### 【0039】

実施の形態 1 では第 2 のヨークである磁性体プレート 57 は、磁性材の平板を Y 方向に積層して構成し、可動子 55 側の 1 枚を曲げ加工などを行なうことにより実現していたが、実施の形態 2 の発明では図 9、図 10 に示すように、第 2 のヨークである磁性体プレート 57 は、コ字状または U 字状に形成された磁気効率の高い磁性材 (例えば、電磁軟鉄 SUY など) を Z 方向に積層して構成したものである。

この構成によっても永久磁石 56 から可動子 55 へ流入する磁束経路は図 10 に示すように少なくとも 2 つに分流した複数経路 1、2 となり、実施の形態 1 と同じ効果が得られる。

#### 【0040】

以上のように実施の形態 2 の構成であれば、第 2 のヨークである磁性体プレート 57 の加工も簡易的になり、コスト面で有利になる。

またこの構成であれば、第 2 のヨークである磁性体プレート 57 に鎖交する磁束による渦電流損を低減することが可能となり、構造全体の磁気効率が向上する。

なお、実施の形態 1 および 2 では、第 2 のヨークである磁性体プレート 57 の形状は、コ字状または U 字状に形状された 2 つの磁極片 57a を有して、可動子へ流入する磁束経路が 2 つの経路となるようにしたが、磁極片 57a を 4 つに形成して 4 つの経路となるようにしてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0041】

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1 : 第 1 の固定接触子、   | 2 : 第 1 の可動接触子、   |
| 3 : 第 2 の固定接触子、   | 4 : 第 2 の可動接触子、   |
| 50 : 電磁アクチュエータ、   | 51 : 第 1 のヨーク、    |
| 51a : 第 1 の接極片、   | 51b : 第 2 の接極片、   |
| 52 : ボビン、         | 53 : 励磁コイル、       |
| 53a : 第 1 の励磁コイル、 | 53b : 第 2 の励磁コイル、 |
| 55 : 可動子、         | 56 : 永久磁石、        |

10

20

30

40

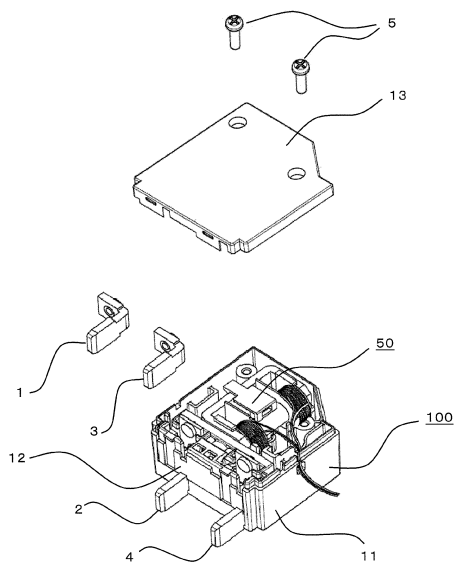
50



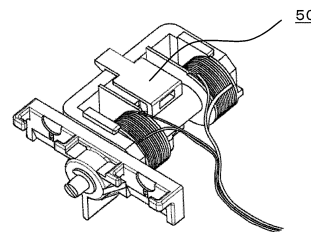
57：磁性体プレート（第2のヨーク）

57a：磁性体プレートの磁極片。

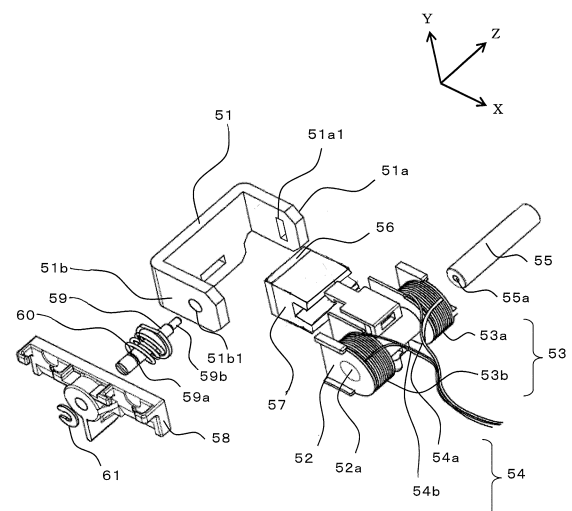
【図1】



【図2】

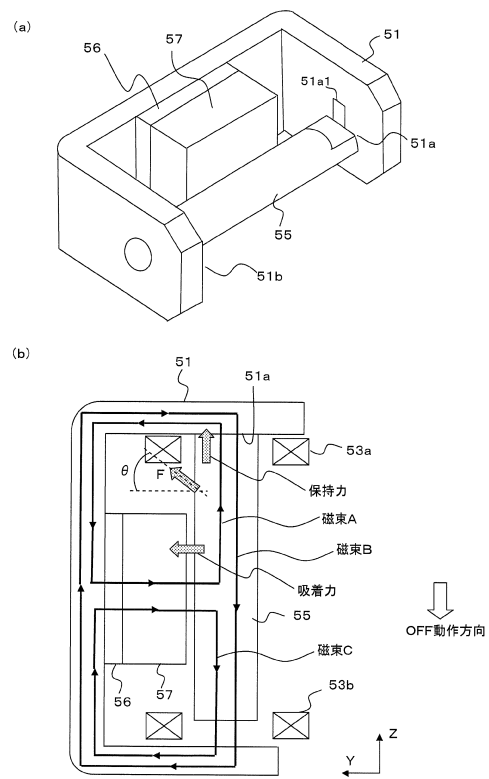


【図3】





【図 11】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 H 50/54 B

(72)発明者 小倉 健太郎  
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 小林 哲也  
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 宮崎 基樹

(56)参考文献 特開2010-093948(JP,A)  
特開2004-146336(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 2 K 33/00-33/18  
H 0 1 H 50/00-50/92