

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5515310号
(P5515310)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2P	25/06	(2006.01)	HO2P	7/00	1 O 1 B
HO2K	41/03	(2006.01)	HO2K	41/03	A
GO3B	5/00	(2006.01)	GO3B	5/00	J
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-24722 (P2009-24722)	(73) 特許権者	311015207 リコーイメージング株式会社 東京都板橋区前野町二丁目35番7号
(22) 出願日	平成21年2月5日(2009.2.5)	(74) 代理人	100081433 弁理士 鈴木 章夫
(65) 公開番号	特開2010-183728 (P2010-183728A)	(72) 発明者	黒澤 裕一 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内
(43) 公開日	平成22年8月19日(2010.8.19)	審査官	高橋 祐介
審査請求日	平成24年1月30日(2012.1.30)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直線型アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直線方向にS極とN極が交互に配列された多極磁石と、前記多極磁石の長さ方向に相対移動可能でかつそれぞれ独立した複数の単位コイルを長さ方向に配列して一体化したコイル体と、前記多極磁石に対する前記コイル体の長さ方向の位置を検出する磁気センサと、前記磁気センサで検出した前記コイル体の位置に基づいて前記複数の単位コイルに通流する電流をそれぞれ独立して制御する通電制御回路とを備え、前記単位コイルは1条のコイルで前記多極磁石の長さ方向に垂直な面内で複数回巻回されていることを特徴とする直線型アクチュエータ。

【請求項2】

前記複数の単位コイルはそれぞれ前記多極磁石の長さ方向に接した状態で配列されていることを特徴とする請求項1に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項3】

前記通電制御回路は前記磁気センサで検出したコイル体の位置から前記各単位コイルの位置を検出する位置検出部と、この位置検出部での検出に基づいて各単位コイルに通流する電流の方向を切り替える通電方向制御部とを備えることを特徴とする請求項1または2に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項4】

前記位置検出部は前記コイル体の各単位コイルが前記多極磁石のS極又はN極のいずれに対向位置しているかを検出し、前記通電方向制御部はS極に対向位置しているときとN

極に対向位置しているときとで通電方向を反転することを特徴とする請求項3に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項5】

前記通電方向制御部は、複数のスイッチングトランジスタを含んで構成されるHブリッジ回路と、前記トランジスタのゲート電流を切り替えるためのゲートコントローラとを備えることを特徴とする請求項3又は4に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項6】

前記コイル体と前記磁気センサは一体に構成され、前記多極磁石に対して一体的に相対移動することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の直線型アクチュエータ。

【請求項7】

前記多極磁石を固定子として構成し、前記コイル体と磁気センサを可動子として構成したことを特徴とする請求項6に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項8】

前記多極磁石を可動子として構成し、前記コイル体と磁気センサを固定子として構成したことを特徴とする請求項6に記載の直線型アクチュエータ。

【請求項9】

前記多極磁石は等方性磁石材料の長さ方向にS極とN極を交互に着磁した多極永久磁石、または複数の永久磁石のS極とN極同士を互いに対向させて一体化した多極永久磁石として構成したことを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の直線型アクチュエータ。

【請求項10】

カメラの手ぶれ補正レンズを光軸と垂直な方向に移動させるためのアクチュエータとして構成されていることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の直線型アクチュエータ。

【請求項11】

カメラの撮像素子を光軸と垂直な方向に移動させるためのアクチュエータとして構成されていることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の直線型アクチュエータ。

【請求項12】

カメラの撮影光学系の光軸と垂直なX方向に移動可能なXテーブルと、このXテーブルに支持されてX方向と垂直なY方向に移動可能なYテーブルと、前記Yテーブルに支持された手ぶれ補正レンズ又は撮像素子とを備えるカメラに適用され、前記XテーブルをX方向に移動させるためのアクチュエータ及び前記YテーブルをY方向に移動させるためのアクチュエータとして構成されていることを特徴とする請求項10又は11に記載の直線型アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁力を利用して直線方向に移動するための推力を得る直線型アクチュエータに関し、特に推力を高めるとともに推力のリップルを低減した直線型アクチュエータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

直線型アクチュエータは直線型モータ(リニアモータ)とも称せられるが、磁石によって生じる磁界内に配置したコイルに通電することにより発生する磁力を利用して磁石又はコイルのいずれかを移動させるようにしたものである。例えば、特許文献1には複数の永久磁石を同極同士が互いに対向するように直列配置してS極とN極を交互に配置した可動子を構成し、この可動子の外周の永久磁石によって生じる磁界領域に固定子としてのコイルを配置したりニアアクチュエータが提案されている。コイルに通流する電流の方向を制御することにより永久磁石の磁界によって所定方向の磁力が発生し、この磁力によって永久磁石、すなわち可動子を直線移動させるものである。特許文献2は特許文献1とほぼ同

10

20

30

40

50

じであるが、永久磁石を固定子とし、コイルを可動子とした直線型アクチュエータである。

【0003】

特許文献1, 2に記載の直線型アクチュエータは、いずれも長さ方向にN極とS極を交互に配置し、しかもコイルは位相が異なる電流を通流する3相コイルとして構成している。そして、例えばコイルを可動子とした特許文献2の場合には、3つのコイルを移動方向に配列して一体化して3相コイルを構成し、この3相コイルを構成する3つのコイルのうちのいずれか1つ、または2つに通流する電流を所要のシーケンスで制御し、磁力が生じるコイルを順次切り替えることにより、3つのコイルにおいて順序的に移動方向の推力を発生させ、可動子を連続的に直線移動させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-282475号公報

【特許文献2】特開平10-313566号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1, 2の直線型アクチュエータでは、コイルを3相コイルを構成する3つのコイルのいずれか1つ、または2つに通流して移動させているので、電流を通流したコイルでのみ推力を得ることになり、3つのコイルの長さが等しい場合には3相コイル全体で得られる推力の1/3又は2/3の推力しか得られないことになる。そのため、アクチュエータを小型化したときに、これに伴ってコイルの長さを短くすると大きな推力を得ることが難しい。また、3相コイルに通流する電流を切り替える際に、2つのコイルにおいて同時に電流が流れない状態が生じてこれらコイルにおける推力が零になり、このときにコイル全体の推力が低下し、これが推力のリップルとして表れる。この推力のリップルによりコイルの円滑な移動が障害され、可動子が円滑に移動しない直線型アクチュエータとなってしまう。

20

【0006】

図8はこのことを説明する図であり、同図(a)のようにN極とS極を交互に着磁したロッド状の多極永久磁石11からなる固定子1に可動子2としての3相コイル体21Aを直線移動可能に配設し、この3相コイル体21Aを構成する3つのコイル、すなわちuコイル、wコイル、vコイルに通流する電流を制御して推力を得ている。これらのコイルu, w, vを、例えば同図(b)のようにY字結線し、各端子T1, T2, T3に同図(c)のようなシーケンスで給電を行い、各コイルu, w, vのうち2つのコイルを順序的に励磁すると、励磁されたコイルでは同図(d)の下段の推力が得られる。長い破線はuコイル、短い破線はvコイル、二点鎖線はwコイルの推力である。例えば、タイミングtではコイルwとvが励磁されて推力が得られ、タイミングt2ではコイルwとuが励磁されて推力が得られる。そのため、励磁の切り替えに伴って各コイルに生じる推力の変動によって同図(d)の上段のように、3相コイル体21Aに生じる全推力(3つのコイルの推力の合力)に推力のむら、すなわち推力リップルが発生してしまう。

30

40

【0007】

本発明の目的は、全てのコイルにおいて常時推力を発生させることで全体の推力を高めるとともに、コイルに通流する電流を切り替える際に生じる推力のリップルを抑制した直線型アクチュエータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の直線型アクチュエータは、直線方向にS極とN極が交互に配列された多極磁石と、多極磁石の長さ方向に相対移動可能でかつそれぞれ独立した複数の単位コイルを長さ方向に配列して一体化したコイル体と、多極磁石に対するコイル体の長さ方向の位置を検

50

出する磁気センサと、磁気センサで検出したコイル体の位置に基づいて複数の単位コイルに通流する電流をそれぞれ独立して制御する通電制御回路とを備え、単位コイルは1条のコイルで多極磁石の長さ方向に垂直な面内で複数回巻回されていることを特徴とする。また、単位コイルはそれぞれ多極磁石の長さ方向に接した状態で配列されている。

【0009】

通電制御回路は磁気センサで検出したコイル体の位置から各単位コイルの位置を検出する位置検出部と、この位置検出部での検出に基づいて各単位コイルに通流する電流の方向を切り替える通電方向制御部とを備える構成とする。ここで、位置検出部はコイル体の各単位コイルが多極磁石のS極又はN極のいずれに対向位置しているかを検出し、通電方向制御部はS極に対向位置しているときとN極に対向位置しているときとで通電方向を反転する構成とすることが好ましい。例えば、通電方向制御部は、複数のスイッチングトランジスタを含んで構成されるHブリッジ回路と、当該スイッチングトランジスタのゲート電流を切り替えるためのゲートコントローラとを備える構成とする。

10

【0010】

本発明の直線型アクチュエータでは、次の形態とすることが好ましい。

(1) コイル体と磁気センサは一体に構成され、多極磁石に対して一体的に相対移動する構成とする。

(2) 多極磁石を固定子として構成し、コイル体と磁気センサを可動子として構成する。勿論、この反対に多極磁石を可動子とし、コイル体と磁気センサを固定子としてもよい。

(3) 多極磁石は等方性磁石材料の長さ方向にS極とN極を交互に着磁した多極永久磁石、または複数の永久磁石のS極とN極同士を互に対向させて一体化した多極永久磁石として構成する。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、多極磁石に対するコイル体の位置、特にコイル体を構成する複数の単位コイルが多極磁石のいずれの磁極に対向位置しているかを検出し、検出した磁極に対応して単位コイルに通流する電流の方向を切り替え制御することで、各単位コイルのそれぞれにおいて同じ方向の磁力による推力を発生することが可能になる。各単位コイルは1条でかつ複数回巻回されているので、コイル体における推力を高めるとともにアクチュエータの移動ピッチ寸法を小さくして微細な移動制御が可能になる。かつこれにより、コイル体を構成する全ての単位コイルにおいて推力を発生させるとともに、単位コイルの通電方向を切り替える際に生じる推力リップルを抑制することができる。これにより、高い推力で円滑な動作を行うことが可能な直線型アクチュエータが得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の直線型アクチュエータの概略構成を示す斜視図。

【図2】図1の直線型アクチュエータの概念構成を示す断面図。

【図3】コイル体の部分分解斜視図。

【図4】磁気センサの位置検出動作を説明する図。

【図5】通電制御回路の回路図。

40

【図6】コイル体における推力の発生動作を説明する図。

【図7】本発明を手ぶれ補正装置に適用した実施例1の概念斜視図。

【図8】3相コイルにおける推力リップルを説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の直線型アクチュエータの概略構成を示す斜視図である。円柱ロッド状をした多極永久磁石11からなる固定子1と、この固定子1に対して図には表れない支持機構によって固定子1の長さ方向に直線往復移動可能に配設した可動子2を備えている。この可動子2はコイル体21と磁気センサ22とで構成されており、これらのコイル体21と磁気センサ22は同一の基板2

50

3に搭載され、基板23が固定子1の長さ方向に直線移動することにより両者は一体に直線移動されるようになっている。前記可動子2には可撓性のあるコード3を介して通電制御回路4が接続されており、磁気センサ22で検出した検出出力は通電制御回路4に入力されるとともに、この入力に基づいて通電制御回路4において制御された電流が前記コイル体21に通電され、この通電制御によってコイル体21に推力が発生し前記可動子1の直線移動が制御されるようになっている。

【0014】

図2(a)は前記直線型アクチュエータの概念図である。前記固定子1は長さ方向にN極とS極を等ピッチ間隔で交互に配設した1本の長い円柱ロッド状をした多極永久磁石11で構成されている。この多極永久磁石11は、例えば、円柱ロッド状をした等方性磁石材料にS極とN極を交互にかつ等ピッチ間隔で着磁処理することにより形成することができる。

10

【0015】

前記可動子2のコイル体21は、複数の独立した単位コイルを移動方向に配列した構成である。図3はコイル体の分解斜視図であり、ここでは、それぞれ導線を所要の回数、図では簡略のために3回だけ巻回した1条のコイルからなる6つの単位コイルC1~C6を可動子1の移動方向に並列状態に配列して一体化した構成である。各単位コイルC1~C6の導線の太さについては特に限定されることはないが、ここでは6つの単位コイルC1~C6を配列したときにコイル体21の移動方向の長さが前記固定子1、すなわち多極永久磁石11のN極、S極の配列ピッチ寸法のほぼ2/3の長さになるように構成している。

20

【0016】

前記可動子2の磁気センサ22はMR(磁気抵抗)素子を備えるMR素子ユニットとして構成されており、素子基板22aと、この素子基板22aに搭載された複数個のMR素子22bで構成されている。ここでは移動方向に所要の間隔、ここでは磁極S、Nの長さ方向の1/2の間隔を置いて配置した2つのMR素子22bで構成されている。この磁気センサ22は前記多極永久磁石11の長さ方向に沿って移動させると、多極永久磁石11のS極、N極の各磁界により内部抵抗値が変化され、磁気センサ22の出力が変化されるものである。例えば、図4に示すように、2つのMR素子22bをGNDとVccの間に直列接続し、両者の接続点から出力Voを得るようにした場合、磁気センサ22を多極永久磁石11のN極とS極とに沿って移動したときには、磁気センサ22の出力Voは同図の下段に示すようにS極においてVccとなり、N極において0となり、N極とS極の境界でVcc/2となる。すなわち、この出力Voは両MRセンサ22bの出力を2分周したものと等価な出力であり、多極永久磁石11の磁極ピッチに一致した周期の出力となる。そのため、この出力Voにより多極永久磁石11に対する磁気センサ22の移動方向の位置を検出することが可能になる。ここでは、磁気センサ22の長さ方向の中央位置と前記コイル体21の長さ方向の中央位置とを多極永久磁石11の磁極ピッチの寸法に等しく設定している。

30

【0017】

前記通電制御回路4は、図5に示すように、前記磁気センサ22の出力電圧に基づいて多極永久磁石に対するMR素子ユニットの位置を検出する位置検出部41と、この位置検出部41で検出した磁気センサ22の位置に基づいて前記コイル体21に通流する電流を制御する通電制御部42とを備えている。前記位置検出部41では磁気センサ22の位置を検出するが、この検出結果に基づいて磁気センサ22と一体に移動する前記コイル体21の多極永久磁石11に対する位置を演算し、結果としてこのコイル体21を構成する6つの単位コイルC1~C6のそれぞれの位置を検出することが可能とされている。

40

【0018】

前記通電制御部42は前記6つの単位コイルC1~C6のそれぞれに対応した通電方向制御部431~436で構成されている。各通電方向制御部431~436は、ここでは

50

電源 V_{cc} と設置 GND との間に接続されて各単位コイル $C_1 \sim C_6$ の通電方向を切り替える H ブリッジ回路 $441 \sim 446$ と、前記位置検出部 41 の検出に基づいて前記 H ブリッジ回路 $441 \sim 446$ での切り替えを行うゲートコントローラ回路 $451 \sim 456$ で構成されている。 H ブリッジ回路 $441 \sim 446$ は既に知られている回路であるので詳細な説明は省略するが、 H ブリッジ回路 441 で代表して簡単に説明すると、4つのスイッチングトランジスタ $S_1 \sim S_4$ と、各スイッチングトランジスタ $S_1 \sim S_4$ のコレクタとエミッタとの間に接続されたダイオード $D_1 \sim D_4$ とで構成されており、スイッチングトランジスタ S_1 と S_2 、 S_3 と S_4 の各接続点に前記単位コイル C_1 が接続されている。また、前記ゲートコントローラ部 $451 \sim 456$ は、ゲートコントローラ部 451 で代表して説明するように、前記位置検出部 41 での検出に基づいて前記4つのスイッチングトランジスタ $S_1 \sim S_4$ のベースに供給する電流をそれぞれ制御する一対のゲートコントローラ GC_1 、 GC_2 で構成されており、これらゲートコントローラ GC_1 、 GC_2 はそれぞれスイッチングトランジスタ S_1 と S_4 、 S_2 と S_3 をそれぞれ同時にかつ交番的にオン・オフ制御するように動作する。

10

【0019】

通電方向制御部 42 の動作を簡単に説明すると、ゲートコントローラ GC_1 、 GC_2 は位置検出部 41 の出力に基づいて互いに相反的に動作するように構成されており、例えば、ゲートコントローラ部 451 において H ブリッジ回路 441 を制御する場合には、ゲートコントローラ GC_1 がスイッチングトランジスタ S_1 と S_4 をオンしたときにはゲートコントローラ GC_2 はスイッチングトランジスタ S_2 と S_3 をオフする。これにより H ブリッジ回路 441 においては、スイッチングトランジスタ S_1 と S_4 を通して V_{cc} 電流が流れるため単位コイル C_1 には矢印 A 方向の電流が通流される。反対にゲートコントローラ GC_1 によってスイッチングトランジスタ S_1 と S_1 をそれぞれオフし、ゲートコントローラ GC_2 によってスイッチングトランジスタ S_2 と S_3 をオンしたときには、 H ブリッジ回路 441 ではスイッチングトランジスタ S_2 と S_3 を通して電源電流が流れるため単位コイル C_1 には矢印 A と反対方向の電流が通流される。単位コイル $C_2 \sim C_6$ についても同様であり、これにより各通電方向制御部 $431 \sim 436$ での制御によって6つの単位コイル $C_1 \sim C_6$ に通流する電流の方向がそれぞれ独立して切り替えられることになる。

20

【0020】

以上の構成の直線型アクチュエータにおける動作を説明する。通電制御回路は可動子の現在の位置を検出する。すなわち、位置検出部 41 において磁気センサ 22 の出力電圧を検出し、この電圧から図 4 に示したように多極永久磁石 11 に対する磁気センサ 22 の移動方向の位置を検出する。磁気センサ 22 とコイル体 21 は基板 23 上に一体的に構成されており、両者の移動方向の相対位置は一定であり、また前記したように磁気センサ 22 の中央位置とコイル体 21 の中央位置の間隔を多極永久磁石 11 の磁極の1ピッチ寸法に等しくしているため、磁気センサ 22 の位置から多極永久磁石 11 に対するコイル体 21 の位置を検出することができる。さらにコイル体 21 は6つの単位コイル $C_1 \sim C_6$ を移動方向に配列しているため、コイル体 21 の位置から多極永久磁石 11 に対する各単位コイル $C_1 \sim C_6$ の個々の位置を検出することができる。

30

40

【0021】

図 $6(a)$ は多極永久磁石 11 に対するコイル体 21 の位置関係を示す図であり、多極永久磁石 11 の S 極と N 極の各磁極と、これらの磁極に対するコイル体 21 の各単位コイル $C_1 \sim C_6$ の位置関係を示している。この図の状態のときに、位置検出部 41 がコイル体 21 の位置、すなわち各単位コイル $C_1 \sim C_6$ の位置を検出すると、各単位コイル $C_1 \sim C_6$ が多極永久磁石 11 の N 極と S 極のいずれの磁極に対向位置されているかが検出できる。この図の例では、単位コイル $C_1 \sim C_6$ は全て S 極に対向位置していることが検出できる。

【0022】

しかる上で、位置検出部 41 は各単位コイル $C_1 \sim C_6$ の通電方向制御部 $431 \sim 43$

50

6を制御し、各単位コイルC1～C6の通電方向を制御する。図6(a)の場合において可動子2、すなわちコイル体21を図の左方向に移動させようとする場合、全ての単位コイルにはA方向(紙面の表方向)に電流を通流する。この通電方向の制御は前述した通りであり、例えば単位コイルC1では、ゲートコントローラGC1, GC2によりHブリッジ回路441のスイッチングトランジスタS1～S4のオン、オフを制御することにより行われる。これにより、各単位コイルC1～C6には、同図に短い矢印で示すように、フレミングの左手の法則により図の左方向の磁力、すなわち推力が生じることになり、これらの推力が合力されてコイル体21、すなわち可動子2が左方向に移動される。

【0023】

可動子が左方向に僅かに移動され始め、図6(b)のようにS極に対向位置していた単位コイルがS極に移動すると、ここでは単位コイルC1がS極からN極に移動されると、そのままの通電方向では単位コイルC1には右方向の推力が発生してしまうことになる。位置検出部41はこの単位コイルC1がN極に移動したことを検出すると、この単位コイルC1の通電方向制御部431を制御し、ゲートコントローラ回路451によってHブリッジ回路441による通電方向を切り替える。これにより、単位コイルC1はA方向から反A方向に電流方向が切り替えられ、単位コイルC1に発生する推力は左方向のままとなる。可動子がさらに左方向に移動され、図6(c)のようにS極に対向位置していた次の単位コイルC2がN極に移動すると、位置検出部41は同様にこの単位コイルC2がN極に移動したことを検知し、この単位コイルC2の通電方向はA方向から反A方向に切り替えられ、単位コイルC2に発生する推力はそのまま左方向となる。以下、同様にして配列されている単位コイルC3～C6が順次S極からN極に移動されるのに伴って通電方向を切り替えることで各単位コイルC3～C6においても左方向の推力が発生する状態になる。

【0024】

このように、コイル体21を構成する6つの単位コイルC1～C6には常に電流が通流され、しかもこの電流の方向は多極永久磁石11の磁極に対応させて可動子2を移動させる方向に推力が生じるように通流される。そのため、従来の3相コイルのように可動子の移動に伴っていずれか通電されないコイルが生じることはなく、6つの単位コイルC1～C6で構成されるコイル体21の全体において推力が発生されることになる。したがって、同じ長さのコイルで可動子を構成した場合でも、3相コイルに比較して発生する推力を高めることが可能になる。反対に、同じ推力を得る場合にはコイル体2の移動方向の長さが短くでき、直線型アクチュエータの小型化が可能になる。

【0025】

また、コイル体21を構成している6つの単位コイルC1～C6は常に電流が通流されて推力が発生しており、移動に伴って単位コイルC1～C6の電流方向が切り替えられる際には複数の単位コイルが同時に電流が切り替えられることはなく何れか1つの単位コイルの通流が切り替えられるのみであるので、電流方向の切り替え時に当該単位コイルにおいて推力リップルが生じてもこれは微小であり、コイル体21の全体におよぼす影響は極めて小さくて無視できるので、コイル体21の全体における推力リップルを抑制し可動子の円滑な移動が可能になる。

【0026】

なお、図示は省略するが、コイル体21がN極からS極に移動される場合には、以上とは反対に単位コイルC1～C6に通流する電流を反A方向からA方向に切り替えることで左方向の推力が発生するようになる。さらに、可動子2を右方向に移動する場合についても電流の向きが反対になるだけであり、制御については同じである。

【0027】

前記実施の形態ではコイル体21をそれぞれ1条の6つの単位コイルC1～C6で構成しているが、直線型アクチュエータに要求される推力や推力リップルによっては異なる数の単位コイルで構成することが可能である。また、各単位コイルとして、導線を移動方向に沿って2列で巻回された2条の単位コイル、あるいは3列以上に巻回される単位コイル

10

20

30

40

50

で構成してもよい。このような複数条の単位コイルの場合には、当該単位コイルの全体が境界を超えた時点で電流方向を切り替えるようにすればよい。

【0028】

前記実施の形態では固定子としての多極永久磁石を等方性磁石材料で構成しているが、図2(b)に示すように、両端がN極、S極に着磁された複数個の短円柱ロッド状の永久磁石をそれぞれ同極同士、すなわちN極とN極、S極とS極を互いに対向させて直列状態に配列し、接着剤等により一体に接着し、あるいは保持部材により機械的に固定して一体化した多極永久磁石11Aで構成してもよい。

【0029】

前記実施の形態では多極永久磁石を固定子とし、コイル体及び磁気センサを可動子として構成しているが、本発明においては多極磁石とコイル体とは直線方向に相対移動が可能な構成であれば実現できるので、コイル体及び磁気センサを固定子とし、多極永久磁石を可動子として構成した直線型アクチュエータを構成することも可能である。

10

【0030】

前記実施の形態では電流制御回路の電流方向制御部をゲートコントローラ回路とHブリッジ回路で構成しているが、単位コイルに通流する電流の方向を切り替えることが可能であればこの構成に限定されるものではない。直線型アクチュエータの規模によっては機械的な切り替えスイッチで構成することも可能である。

【0031】

磁気センサは磁気を検出するものであればMR素子に限定されるものではなく、ホール素子を利用することも可能である。

20

【実施例1】

【0032】

図7は実施の形態で説明した直線型アクチュエータをカメラの手ぶれ補正機構に適用した実施例の外観図である。撮影レンズ101と、この撮影レンズ101で結像した被写体像を撮像するための撮像素子102を備えるとともに、これら撮影レンズ101と撮像素子102との間に手ぶれ補正機構200が配設されている。撮影レンズ101を支持しているレンズ枠111は一部において光軸方向に延長されたレンズガイド112が挿通され、このレンズガイド112によって光軸方向に移動可能に支持される。また、レンズ枠111の他の一部は図には表れないカメラボディに固定されたステップモータ113により軸転されるリードスクリュー114に螺合されている。これにより、ステップモータ113の駆動によってレンズ枠111、すなわち撮影レンズ101は光軸方向に移動され撮像素子102に結像する被写体の合焦が可能となる。

30

【0033】

前記手ぶれ補正機構200は、光軸に対して垂直に配置され、カメラボディに水平方向(X方向)に向けて延長されたXテーブルガイド203によって下端部が支持され、上端部に本発明のX直線型アクチュエータ202が配設されてX方向に移動可能なXテーブル201を備えている。このX直線型アクチュエータ202は図1に示した固定子1としての多極永久磁石11がX方向に向けて配設されて両端がカメラボディに固定され、この多極永久磁石11に対してX方向に往復移動可能なコイル体21と磁気センサ22を含む可動子2がXテーブル201に連結されている。また、前記Xテーブル201には、鉛直方向(Y方向)に延長されたYテーブルガイド213によって同図における左端部が支持され、右端部に本発明のX直線型アクチュエータ212が配設されてY方向に移動可能なYテーブル211を備えている。このY直線型アクチュエータ212はX直線型アクチュエータと同じものを用いており、固定子1としての多極永久磁石11の両端が前記Xテーブル201に固定され、この多極永久磁石11に対してY方向に往復移動可能なコイル体21と磁気センサ22を含む可動子2がYテーブル211に連結されている。このYテーブル211に手ぶれ補正レンズ103が支持されている。この手ぶれ補正レンズ103は前記撮影レンズ101で結像した被写体像を撮像素子102の撮像面上においてX方向及びY方向に変位させ、この変位を撮影時に生じる手ぶれ、すなわち撮像面上での振動に対応

40

50

させることで当該変位を相殺し、手ぶれを補正するものである。ここで、前記X直線型アクチュエータ202の可動子と、前記Y直線型アクチュエータ212の可動子には図には表れない手ぶれ補正回路から所要の制御電流が通流されるようになっている。この手ぶれ補正回路には図5に示した電流制御回路4が含まれており、手ぶれ補正信号によって可動子2を構成しているそれぞれのコイル体21への通電方向を制御するようになっている。

【0034】

この手ぶれ補正機構では、手ぶれ補正回路はリリース時以外ではX直線型アクチュエータ202とY直線アクチュエータ212の各可動子2には所定の通電を行っており、これにより各可動子2は各多極永久磁石11の長さ方向の所定位置に固定された状態にある。例えば、図6(d)に例示するように、コイル体21を構成している6つの単位コイルC1~C6に全て同じ方向の電流、ここではA方向の電流を通流すると、コイル体21の中心が多極永久磁石11のN極とS極との境界に移動されたときに左右3つずつの単位コイルで発生する推力が互いに反対向きになって釣り合うため、可動子2はこの位置に停止されて固定される。これはXテーブル201、Yテーブル211について同じであり、これにより、Yテーブル211に支持されている手ぶれ補正レンズ103は撮影レンズ101の光軸上に位置され、この位置は撮像素子102の撮像中心となる。

【0035】

そして、撮影に際してのリリース時にカメラボディに手ぶれに伴う振動が発生すると、手ぶれ補正回路は当該振動のX方向及びY方向の成分を検出し、この検出に基づいてX及びYの各直線型アクチュエータ202、212の各可動子に通流する電流を制御する。これにより、各可動子2がそれぞれX方向、Y方向に移動され、これに伴ってXテーブル201、Yテーブル211が移動される。このとき、Xテーブル201では下端部はXテーブルガイド203に案内かつ支持され、上端部はX直線型アクチュエータ202により支持されながら駆動される。Yテーブル211では左端部はYテーブルガイド213に案内かつ支持され、右端部はY直線型アクチュエータ212により支持されながら駆動される。この結果、手ぶれ補正レンズ103は撮影レンズ101の光軸に対してX方向及びY方向に移動し、撮像素子102に結像される被写体像を手ぶれ振動にかかわらず一定位置に保持し、手ぶれを補正する。このときX及びYの各直線型アクチュエータ202、212では可動子2の磁気センサ22により多極永久磁石11に対するコイル体21の位置を検出し、コイル体21を構成する複数の単位コイルC1~C6に対してそれぞれ独立して電流を通流制御することによりコイル体21に生じる推力を高め、推力リップルを抑制することができる。

【0036】

このように実施形態の直線型アクチュエータを手ぶれ補正機構に適用することにより、X及びYの各直線型アクチュエータ202、212の可動子への通電制御のみで、リリース以外のときには手ぶれ補正レンズ103を光軸位置に保ち、リリース時には手ぶれによって生じる振動を相殺するようにXY方向に移動制御することができ、手ぶれ補正機構が実現できる。この手ぶれ補正機構では、X方向及びY方向の各直線型アクチュエータ202、212は多極永久磁石11からなる固定子1と、コイル体21と磁気センサ22からなる可動子2とによって構成できるので小型・軽量に構成でき、小型カメラの手ぶれ補正機構への適用が実現できる。コイル体21においては、前述のように複数の単位コイルC1~C6の全てにおいて推力が発生するので手ぶれ補正機構のさらなる小型化が可能になり、かつ推力リップルが抑制できるので円滑な動作による好適な手ぶれ補正が実現できる。

【0037】

なお、カメラの手ぶれ補正機構として、被写体像を撮像するための撮像素子を光軸に垂直なX方向及びY方向に移動させるものがあり、本発明の直線型アクチュエータはこの撮像素子をX方向及びY方向に移動させるための駆動機構として適用することも可能である。この場合には実施例2の手ぶれ補正レンズ103は不要であり、Yテーブル211に撮像素子102を搭載した構成とすればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

また、手ぶれ補正機構に適用するだけでなく、カメラの撮影レンズの絞りを調整し、あるいは絞り込みを行うための絞り駆動機構にも適用可能である。通常ではカメラボディに設けたモータの回転出力を直線方向力に変換させて絞り込みレバーを駆動させているが、本発明の直線型アクチュエータを用いることで絞り込みレバーを直接的に駆動させることが可能になる。また、撮影レンズに内装している絞り機構の駆動源として利用することも可能である。さらには、撮影レンズ内のズーム機構やフォーカス機構におけるレンズを駆動するための駆動源として利用することも可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 9 】

本発明は直線駆動力を得る各種機構において、高駆動力でかつ円滑な駆動動作が要求される駆動源として利用できる。

【 符号の説明 】

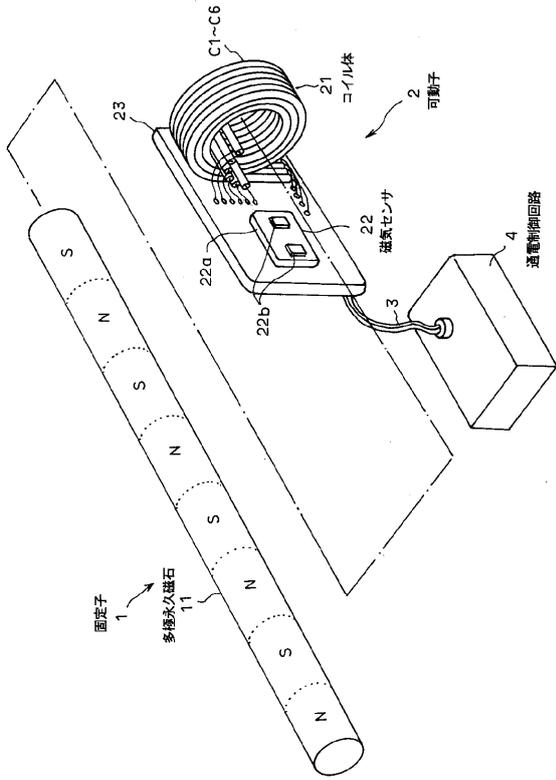
【 0 0 4 0 】

- 1 固定子
- 2 可動子
- 3 コード
- 4 通電制御回路
- 1 1 , 1 1 A 多極永久磁石
- 2 1 コイル体
- 2 2 磁気センサ
- 4 1 位置検出部
- 4 2 通電制御部
- 4 3 1 ~ 4 3 6 通電方向制御部
- 4 4 1 ~ 4 4 6 Hブリッジ回路
- 4 5 1 ~ 4 5 6 ゲートコントローラ回路
- C 1 ~ C 6 単位コイル

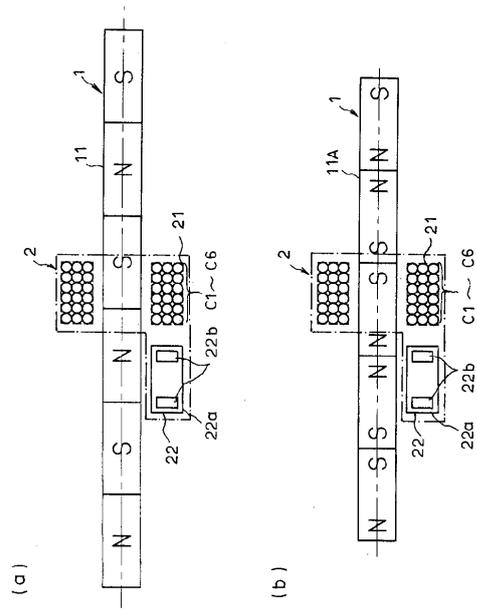
10

20

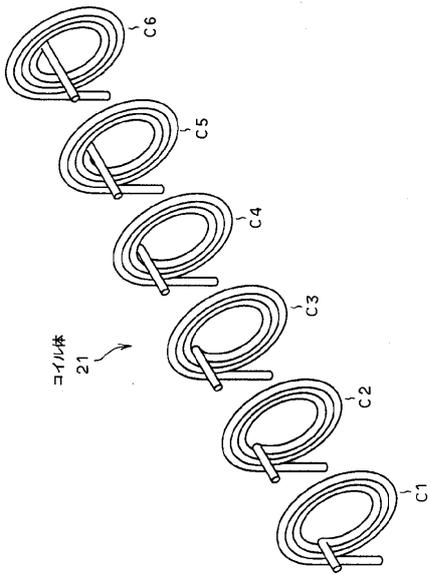
【図1】



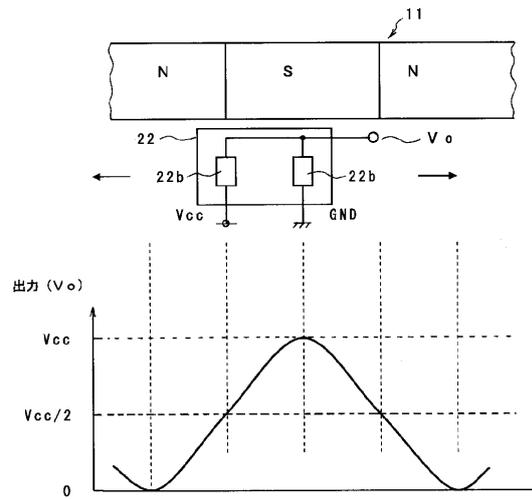
【図2】



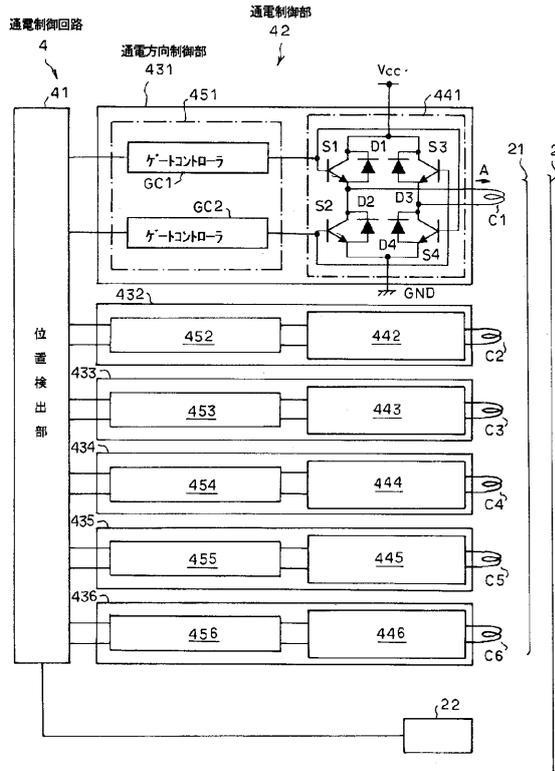
【図3】



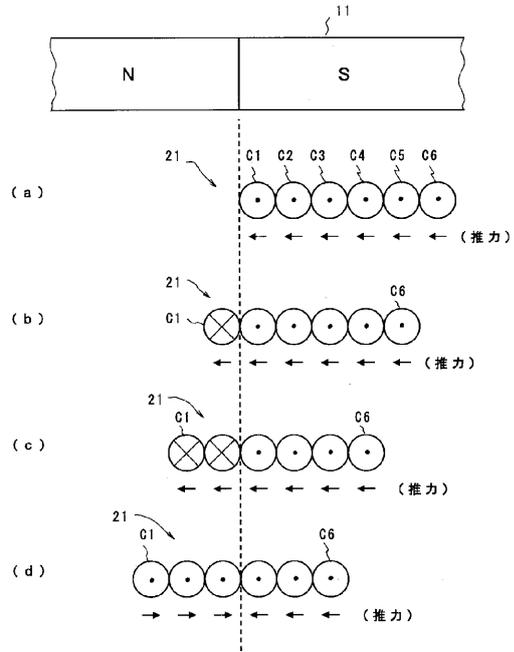
【図4】



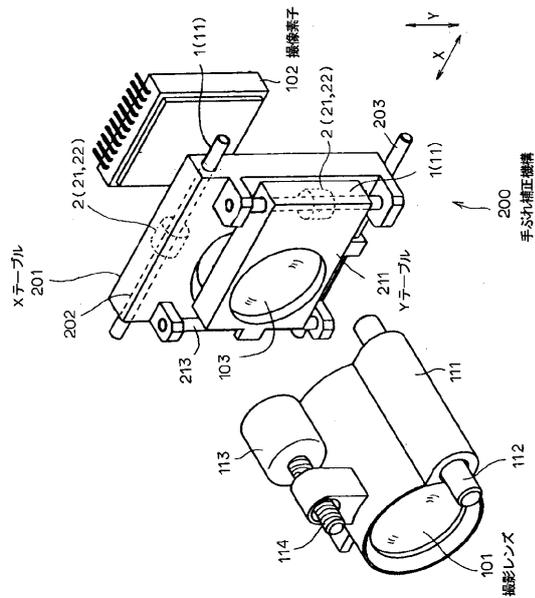
【図5】



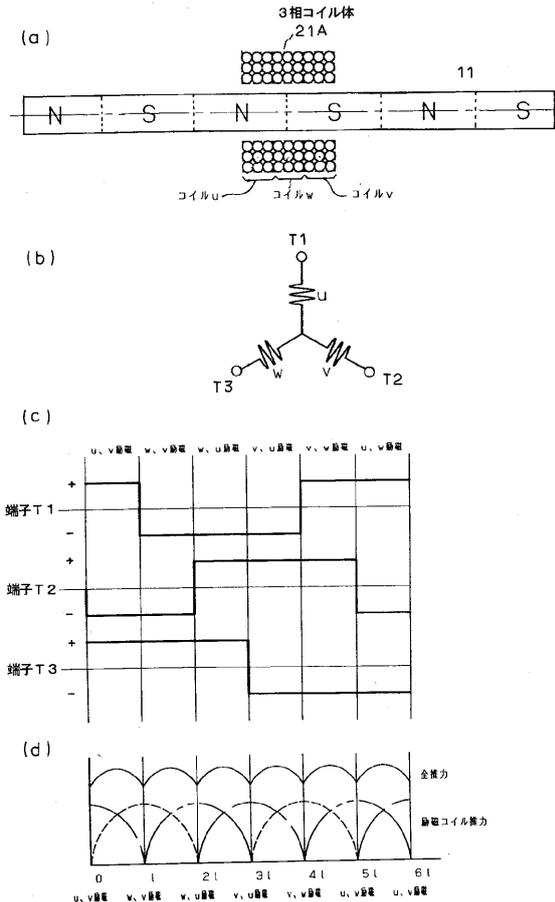
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-323008(JP,A)
実開昭62-165774(JP,U)
特開昭62-247792(JP,A)
特開2004-364440(JP,A)
特開平08-068969(JP,A)
特開2007-318851(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 25/06
G03B 5/00
H02K 41/03
H04N 5/232