(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 7 月 29 日(29.07.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/084965 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 5/00 (2006.01) *H02K 33/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050832

(22) 国際出願日: 2010 年 1 月 22 日(22.01.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2009-012726 2009 年 1 月 23 日(23.01.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社トキナー (Tokina Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒3540043 埼玉県入間郡三芳町大字竹間沢３４５番地１ Saitama (JP). 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦１丁目２－１ Tokyo (JP). ＮＥＯＭＡＸエンジニアリング株式会社 (NEOMAX ENGINEERING Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒3702115 群馬県高崎市吉井町多比良２９７７番地 Gunma (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本池 隆志 (MOTOIKE Takashi) [JP/JP]; 〒3660825 埼玉県深谷市深谷町３丁目３４番 株式会社トキナー内 Saitama (JP). 大荒 啓行 (OOARA Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1950063 東京都町田市野津田町１２０番地４ 株式会社トキナー町田事業部内 Tokyo (JP). 栗山 義彦 (KURIYAMA Yoshihiko) [JP/JP]; 〒3702115 群馬県高崎市吉井町多比良２９７７番地 ＮＥＯＭＡＸエンジニアリング株式会社内 Gunma (JP).

(74) 代理人: 高石 橘馬 (TAKAISHI Kitsuma); 〒1620825 東京都新宿区神楽坂６丁目６７ 神楽坂ＦＮビル５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

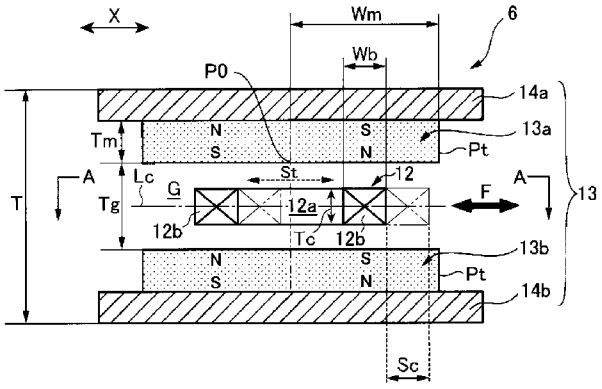
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) **Title**: VOICE COIL MOTOR FOR DRIVING CORRECTION LENS, IMAGE SHAKE CORRECTING APPARATUS, INTERCHANGEABLE LENS, AND OPTICAL INSTRUMENT

(54) 発明の名称 : 補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ、手振れ補正装置、交換レンズ及び光学機器

[図4(a)]



(57) **Abstract**: Disclosed is a voice coil motor for driving a correction lens, comprising a magnet unit having a pair of yokes forming a magnetic gap and at least one permanent magnet, and a coil arranged in the magnetic gap, so that when the coil is supplied with electricity to linearly move the magnet unit and the coil relative to each other, the correction lens is moved. The permanent magnet is provided, on its surface opposed to the magnetic gap, with different magnetic poles adjacent to each other along the movement direction. The width of the permanent magnet in the movement direction is twice the width (Wm) of one magnetic pole. The width (Wa) of the coil in the movement direction is smaller than the width (2Wm) of the permanent magnet. The effective conductor width (Wb) of the coil, the magnetic pole width (Wm) of the permanent magnet, and the longest displacement (St) of the correction lens satisfies Wm = (Wb + St) x k (k is a constant which satisfies $1 < k \leq 1.5$).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/084965 A1

NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

磁気空隙を形成する一対のヨーク及び少なくとも 1 つの永久磁石を有する磁石ユニットと、前記磁気空隙内に配置されたコイルとを備え、前記コイルに通電して前記磁石ユニットと前記コイルとを直線的に相対移動させることにより補正レンズを駆動するボイスコイルモータであって、前記永久磁石は磁気空隙対向面に移動方向に沿って異なる磁極を隣接して有し、前記永久磁石の移動方向幅は前記磁極の幅 Wm の 2 倍であり、前記コイルの移動方向幅 Wa は前記永久磁石の幅 2 Wm より狭く、前記コイルの有効導体幅 Wb、前記永久磁石の磁極幅 Wm 及び前記補正レンズの最長移動距離 St は、Wm＝（Wb＋St）×K（ただし、K は 1＜K≦1.5 を満たす定数）の条件を満たす補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

明　細　書

発明の名称 ：

補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ、手振れ補正装置、交換レンズ及び光学機器

技術分野

[0001] 本発明は、カメラや双眼鏡等の光学機器において手振れ等により生じる画像の振れを補正するレンズを駆動するボイスコイルモータ、ボイスコイルモータにより作動される手振れ補正装置、及び手振れ補正装置を搭載した交換レンズ並びに光学機器に関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラのような光学機器では、高画素化及び高倍率ズーム化に従って撮影時の手振れ（腕又は体の揺れの他に、手の微小な震えも含む）による画像のぶれが大きくなるので、それを防止するために、手振れ補正装置を搭載するようになった。手振れ補正装置は、撮影時の手振れを検出し、検出した振動に応じてCCD等の撮像素子への結像位置を本来の位置に移動させる装置である。

[0003] 手振れ補正装置には、主として撮像素子シフト方式（例えばCCDシフト方式）又はレンズシフト方式が採用されている。撮像素子シフト方式は、ジャイロセンサ等の振動検出センサにより検出した手振れ振動に基づいて撮像素子（CCD）をシフトさせることにより像振れを補正する方式である。レンズシフト方式は、振動検出センサにより検出した振動に基づいて、撮像レンズを収納する鏡筒内に設けた補正レンズを、撮像レンズの光軸の直交面内で上下左右に微小距離（数mm以下）だけ移動させ、もって光の屈折を変化させることにより像振れを補正する方式である。なお、用語「手振れ」と「像振れ」とはしばしば同じ意味で用いられているが、ここでは混乱を防止するために用語「手振れ」だけを使うことにする。

[0004] 撮像素子シフト方式による手振れ補正は、光学系をシフトさせる必要がな

いのでレンズシフト方式より小型化に有利であり、主としてコンパクトサイズ（携帯式）のデジタルカメラに採用されている。一方、レンズシフト方式による手振れ補正は、手振れ防止機能に優れているが小型化に不利であるので、主としてデジタル一眼レフカメラの交換レンズやデジタルビデオカメラに採用されている。レンズシフト方式は理論的に完全に手振れを防止できるが、撮像レンズの光軸と直交する面で補正レンズを高精度に移動制御する必要がある。

[0005] デジタルカメラ等の消費電力は一定ではなく、撮影時（シャッターを切る）やデータをメモリーカードに書き込むとき等に一時的に増大する。その後急激な電圧降下が起こり、バッテリーの電圧がカメラの駆動電圧を下回ることがある。そのため、手振れ補正動作を行う際に補正レンズの駆動手段（例えばボイスコイルモータ）に供給する電流が増大しないようにするのが好ましい。

[0006] レンズシフト方式による手振れ補正装置は、補正レンズの駆動手段として、永久磁石及びヨークからなる磁気回路部と、補正レンズの保持枠に固定された可動コイルとを有するボイスコイルモータ（VCM）を備えている。VCMの大型化を招くことなく駆動効率の向上を図るために、特許第4,181,663号は、図9(a)に示すように、磁化されていない中立域13f1, 13f2を介して分極された一対の磁極を有する永久磁石13c, 13dと、永久磁石13c及び13dの間の磁気空隙内で駆動される扁平な空芯コイル12とを具備し、空芯コイル12の有効導体幅Wb及び永久磁石13c, 13dの磁極幅WmがWb＜Wm≦Wb＋Sc（ただし、Scは空芯コイル12の片側方向の最大移動量を表し、図9(a)に示すStの1/2に相当する。）の関係を満たす手振れ補正装置を開示している。この寸法関係の他にこのVCMは、空芯コイル12の中空部の幅と、永久磁石13c, 13dの中立域13f1, 13f2の幅と、空芯コイル12の片側方向の最大移動量Scとを同一にすることにより、補正レンズの移動量が最大Scになるときに最大の推力を発生するように構成されている。このVCMは、対向する永久磁石13c, 13dの間に磁化されていない中立域13f1, 13f2を有するので、磁気空隙内に磁束を発生させるのに

寄与する永久磁石の体積が少なくなる分だけ磁束量が減少し、磁気的な効率が悪い。その結果、所定の推力を得るためにコイルに大きな電流を流すことが必要となる。

[0007] さらに特許第4181663号に記載されたVCMの構造では、駆動効率が若干向上するものの、コイルが中心位置（原点）POから図9(b)に示すように片側方向に距離Scだけ移動したとき、コイル12の一部S1が磁気空隙から外れる（永久磁石13c2、13d2に対向しなくなる）ため、コイルの移動範囲の両端域では推力が大幅に低下する。そのため、コイル12が例えば図9(b)に示すF1方向に移動する場合、移動範囲の両端域S1では推力の低下を補償するためにコイルに大きな電流を流す必要がある。このように特許第4181663号に記載されたVCMを有する手振れ補正装置では、永久磁石13c, 13dに中立域13f1, 13f2が存在し、コイル12の一部S1が磁気空隙から外れるために、手振れ補正時に消費電力が増大する。

[0008] 特許第2641172号に記載された手振れ補正装置のVCMは、所定の間隙で並置された一対の永久磁石及び磁気空隙を形成するヨークからなる磁気回路と、磁気空隙内で駆動されるコイルとからなる。一対の永久磁石間の間隙は、特許第4181663号における磁化されていない中立域と同様に、磁気効率の観点から好ましくなく、間隙を有しない構成に比べて永久磁石の体積が少なくなる分だけ磁気空隙の磁束密度が減少する。低下した磁束密度を補償するには、コイルに流す電流を大きくする必要がある。その上特許第2641172号は、コイルの有効導体幅、永久磁石の磁極幅及びコイルの片側方向の最長移動距離の関係を全く記載しておらず、手振れ補正時の消費電力の低減を考慮していない。

[0009] 特開2008-209434号に記載された手振れ補正装置のVCMは、対向する一対のヨークと、一方のヨークに固着された永久磁石と、他方のヨークと永久磁石とで形成された磁気空隙内で駆動されるコイルとからなる。永久磁石は面内にN極及びS極に分極された磁極を有するように2極着磁されている。このような永久磁石は、N極及びS極の間に磁化されていない中立域が存在する特許第4

181663号に記載のものと実質的に同じである。また特開2008-209434号は、コイルの有効導体幅と、永久磁石の磁極幅と、コイルの片側方向の最長移動距離との関係を全く記載しておらず、手振れ補正時の消費電力の低減を考慮していない。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 従って本発明の目的は、補正レンズを駆動するボイスコイルモータの消費電力を低減できるとともに、コイルの最長移動距離でも安定した推力を発生できる補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ、この補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを備えた手振れ補正装置、及びこの手振れ補正装置を搭載した交換レンズ並びに光学機器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータは、磁気空隙を形成する一対のヨーク及び少なくとも1つの永久磁石を有する磁石ユニットと、前記磁気空隙内に配置されたコイルとを備え、前記コイルに通電して前記磁石ユニットと前記コイルとを直線的に相対移動させることにより補正レンズを駆動するもので、

前記永久磁石は磁気空隙対向面に移動方向に沿って異なる磁極を隣接して有し、

前記永久磁石の移動方向幅は前記磁極の幅Wmの2倍であり、

前記コイルの移動方向幅Waは前記永久磁石の幅2 Wmより狭く、

前記コイルの有効導体幅Wb、前記永久磁石の磁極幅Wm及び前記補正レンズの最長移動距離Stは、Wm＝（Wb＋St）×K（ただし、Kは1＜K≦1.5を満たす定数）の条件を満たすことを特徴とする。

[0012] 前記磁石ユニットは一対のヨークと、一方のヨークの磁気空隙対向面に固着された1つの永久磁石とからなり、前記磁気空隙を介して他方のヨークと前記永久磁石が対向しているのが好ましい。

[0013] 前記磁石ユニットは一対のヨークと、各ヨークの磁気空隙対向面に固着さ

れた一対の永久磁石とからなり、前記一対の永久磁石の対向面は異なる磁極を有するのが好ましい。

[0014] 前記磁気空隙内の磁束密度分布のピーク値は0.5 T以上であるのが好ましい。

[0015] 本発明の第一の態様では前記永久磁石は一体的であり、本発明の第二の態様では前記永久磁石は移動方向に沿って隣接する一対の厚さ方向に磁化されたブロック状永久磁石からなる。第二の態様の場合、前記ブロック状永久磁石は移動方向に並んだ磁極が異なるように配置されている。また一対のヨークの各々にブロック状永久磁石が固着されている場合、前記ブロック状永久磁石は前記移動方向に並んだ磁極が異なるとともに対向する磁極も異なるように配置されている。

[0016] 前記永久磁石は1.3 T以上の残留磁束密度を有する希土類焼結磁石であるのが好ましい。

[0017] 前記定数Kは1.1～1.5の範囲にあるのが好ましく、1.1～1.3の範囲にあるのがより好ましい。

[0018] 前記磁石ユニットは固定されており、前記コイルが移動するのが好ましい。

[0019] 撮像レンズを有する鏡筒内に設けられた本発明の手振れ補正装置は、補正レンズと、光軸と直交する面内に支持された補正レンズ支持枠体と、上記一対の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータとを備え、

前記一対のボイスコイルモータ内の前記磁石ユニットを構成する一対のヨークは、両コイルが互いに直交する方向に移動するように前記鏡筒内で固定されており、

前記一対のコイルは前記補正レンズ支持枠体に固定されており、

前記一対のコイルは通電により前記磁気空隙内で直線的に移動し、もって前記補正レンズ支持枠体に支持された前記補正レンズは前記光軸と直交する面内で駆動されることを特徴とする。

[0020] 本発明の交換レンズは、上記手振れ補正装置と、振動検出部と、前記振動

検出部が出力する振動信号に基づいて前記補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの駆動を制御する手振れ補正制御手段とを備えていることを特徴とする。本発明の交換レンズは、単焦点型の交換レンズ及びズーム型の交換レンズを含む。

[0021] 本発明の光学機器は、手振れ補正装置と、振動検出部と、前記振動検出部が出力する振動信号に基づいて前記補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの駆動を制御する手振れ補正制御手段とを備えていることを特徴とする。本発明の光学機器は、デジタルカメラ（例えば、レンズ交換式デジタル一眼レフカメラ）、ビデオカメラ、双眼鏡、監視カメラ、天体望遠鏡等を含む。

発明の効果

[0022] 本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータは、実質的に磁化されていない中立域や間隙を設けることなく異なる磁極を隣接して形成した永久磁石を用い、永久磁石の磁極幅がコイルの有効導体幅（推力の発生に寄与する部分の幅）と、磁石ユニットとコイルとの最大相対移動距離に対して所定の条件を満たすように設定されているので、磁気空隙のうち補正レンズを駆動するのに十分な推力を発生する磁束密度（例えばピーク値の約60%以上）を有する範囲内での磁石ユニットとコイルとの相対移動を可能にした。そのため、手振れ補正時の消費電力を低減することができ、バッテリーの長寿命化を図ることができる。特に、一対のヨークの両対向面に永久磁石を配置した磁石ユニットを採用した場合、磁気空隙内の磁束密度分布のピーク値を0.5 T以上にすることができ、より消費電力を低減できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを備えたカメラの手振れ補正装置の構成を示す斜視図である。

[図2(a)]図1に示す手振れ補正装置を構成する補正レンズ収納部材であって、第一の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの近傍の構成を示す斜視図である。

[図2(b)]図1に示す手振れ補正装置を構成する補正レンズ収納部材であって、

第二の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの近傍の構成を示す斜視図である。

[図3]図2に示す補正レンズ収納部材の部分断面正面図である。

[図4(a)]本発明の一実施形態による補正レンズ駆動用ボイスコイルモータであって、空芯コイルが中心位置にある状態を示す断面図である。

[図4(b)]本発明の一実施形態による補正レンズ駆動用ボイスコイルモータであって、空心コイルが最大に移動した状態を示す断面図である。

[図5]図4(a) のA-A断面図である。

[図6]本発明の手振れ補正装置の制御システムの一例を示すブロック図である。

[図7]図4に示す磁石ユニットの磁気空隙における磁束密度分布を示すグラフである。

[図8]実施例1及び比較例1の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの推力（相対値）の変化を示すグラフである。

[図9(a)]従来の手振れ補正装置に使用されているボイスコイルモータであって、空芯コイルが中心位置にある状態を示す概略断面図である。

[図9(b)]図9(a) のボイスコイルモータであって、最大に移動した状態を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 手振れ補正装置をデジタル一眼レフカメラに装着される交換レンズに用いた場合を例にとって、本発明の実施形態を添付図面を参照して以下詳細に説明するが、本発明は勿論これらに限定されるものではない。図1は本発明の一実施形態による補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを搭載した手振れ補正装置の構成を示し、図2はこの手振れ補正装置が具備する補正レンズ支持枠体の構成を示し、図3は補正レンズ支持枠体の正面形状を示し、図4及び図5はこの補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの構成を模式的に示す。

[0025] [1] 手振れ補正装置

(A) 全体構造

図1に示すように、撮影時の手振れ（例えば数Hz～数十Hzの周波数を有する振動）に起因する撮影画像の像振れを防止する手振れ補正装置1を具備する交換レンズは、鏡筒11内に、撮像レンズ10a、10b及びフォーカスレンズ（図示せず）とともに補正レンズ3を含む複数のレンズ群から構成される光学系を有する。手振れ補正装置1は、X方向（ピッチ方向）のカメラの縦振れ及びY方向（ヨー方向）の横振れからなる手振れを防止するために、振動検出部（振動検出センサ）が検出した振動に対応させて補正レンズ3をX方向及びY方向に駆動し、レリーズボタンをONしたときに撮像素子（CMOS又はCCD）2における結像位置を修正する機能を有する。

[0026] 手振れ補正装置1は、補正レンズ3の外縁部を支持する枠体4と、カメラのX方向の振動を検出する振動検出部5Xと、カメラのY方向の振動を検出する振動検出部5Yと、補正レンズ支持枠体4をX方向に移動させる第一の補正レンズ駆動用のボイスコイルモータ6と、補正レンズ支持枠体4をY方向に移動させる第二の補正レンズ駆動用のボイスコイルモータ7とを具備する。ただし、簡単化のために図1ではボイスコイルモータ6, 7のコイルのみ示す。非撮影時には、補正レンズ3はロック部材（図示せず）により鏡筒11の中央に位置するように保持されている。

[0027] 振動検出部5X、5Yには角速度センサ（ジャイロセンサ）、加速度センサ、角度センサ等の振動センサを使用できるが、応答性及び感度の点でジャイロセンサが好ましい。振動検出部5X及び5Yが検出する振動検出方向を、図1にX_1及びY_1で示す。

[0028] 補正レンズ支持枠体4は、第一及び第二の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ（単に「ボイスコイルモータ」とも言う）6, 7を構成する第一及び第二の空芯コイル12, 15と一体的に連結されている。手振れ補正装置1はさらに補正レンズ支持枠体4の位置を検出する位置検出部8X及び8Yを具備する。位置検出部8X, 8Yは、例えば赤外発光LED 18X, 18Yから出た赤外光を補正レンズ支持枠体4に固定されたスリット部（図示せず）を通してPSD（Position Sensitive Detector）に入力させる構成を有し、スリット部の移動に応じてPSDの出

力電流が変化することを利用して、補正レンズ支持枠体4の位置を検出する。

[0029] 手振れ補正装置1はさらに、リング形状の回路基板（図示せず）を一体的に有する補正レンズ収納部材9を具備する。補正レンズ収納部材9は、レンズの鏡筒11に固定されている。補正レンズ支持枠体4は、図示していないが、その外周面の等間隔の複数箇所（例えば3ケ所又は4ケ所）でコイルバネを介して補正レンズ収納部材9に弾性的に支持されている。補正レンズ支持枠体4の一方の端面と鏡筒11に固定された平面部との間に円周方向に沿って等間隔に配置された複数の微小なボール状コロ部材により、補正レンズ支持枠体4はX方向及びY方向に移動できるようになっている。

[0030] 第一及び第二のボイスコイルモータ6，7に直流電流を供給すると、第一のコイル12及び第二のコイル15は互いに直交する方向に（第一のコイル12は図1に示すX方向に、また第二のコイル15はY方向に）直線的に移動し、もって第一及び第二のコイル12，15に固定された補正レンズ支持枠体4（補正レンズ3）も補正レンズ収納部材9との間に設けられたコイルバネの弾性に抗してX方向及びY方向に微小距離だけ移動する。第一及び第二のボイスコイルモータ6，7に供給する直流電流の方向及び大きさを調節することにより、補正レンズ支持枠体4のX方向及びY方向の移動距離を調節することができる。

[0031] (B) 補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ

手振れ補正装置1に組込まれた第一及び第二の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ6及び7の構造を図2～図4に示す。

[0032] 図2(a) 及び図4(a) に示すように、第一の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ6は可動コイル型のボイスコイルモータ（リニアアクチュエータ）であり、X方向に往復動する可動子となる第一の偏平な空芯コイル（以下「第一のコイル」という）12と、固定子となる磁石ユニット（磁気回路部）13とを具備しており、磁石ユニット13は、交換レンズの光軸Oと平行に配置された一対の永久磁石13a及び13bと、永久磁石13aに固定されたヨーク14aと、永久磁石13bに固定されたヨーク14bとからなる。一対の永久磁石13a及び13bは磁気空隙を形成し、その中に第一のコイル12が配置されている。一対のヨーク14a，14

bは強磁性材（例えば鉄鋼）からなり、鏡筒11内の所定位置にある補正レンズ収納部材9に固定されている。このように、第一のボイスコイルモータ6は、対向する一対の永久磁石13a，13bの間に形成された磁気空隙G内の中心線Lcに沿って第一のコイル12が配置された構造を有する。第一のコイル12は、図3に示すように連結部材6bを介して補正レンズ支持枠体4に固定されている。図2(a)に示すように、一対のヨーク14a，14bは、所定の間隔を確保するように例えば非磁性材からなるスペーサ19で連結されている。

[0033] 永久磁石13a，13bは直方体状であり、磁路となるヨーク14a，14bは板状である。図4(a)に示すように、永久磁石13aと13bは、それぞれ磁気空隙Gと対向する面に一対の磁極N，Sがコイルの移動方向に隣接して形成されるように厚さ方向に磁化され、かつ磁気空隙Gを介して異極性の磁極が対向するようにヨーク14a，14bに固着されている。

[0034] 磁石ユニット13は図示の構造に限らず、例えば一方のヨークにのみ永久磁石が固着された構成でもよい。この構成の場合、磁石ユニットの構成が簡単になり、永久磁石を一方ヨークに固着する際に他方のヨークに永久磁石が固着されていないため磁気的干渉がなく、組立作業が容易になる。しかし、この場合必然的に磁気空隙内に発生する磁束量が少ないので、一対の永久磁石を配置した構成と同じ磁束量を得るためには磁気特性の高い永久磁石を選定したり、厚い永久磁石を使用したりする工夫が必要である。

[0035] 永久磁石の磁気空隙対向面に異なる磁極がコイルの移動方向に隣接して形成されていれば良く、そのためには(a) 一体的な磁石を所定の磁極幅で面着磁（所謂、面多極着磁）しても良く、あるいは(b) 厚さ方向に着磁（所謂、単極着磁）した一対のブロック状永久磁石をコイルの移動方向に異なる磁極が隣接するように配置しても良い。(a) の場合、着磁作業及び着磁した永久磁石の取り扱いが容易であるので、工業的量産に適する。この場合、磁極が反転する部分において僅かに磁束分布が乱れたり実質的に磁束が零となる領域が発生するが、その領域の幅は非常に小さいので実質的に無視できる。(b) の場合、予め厚さ方向に着磁した一対のブロック状永久磁石をヨークに隣接

して固着する作業が若干煩雑であるが、ブロック状永久磁石の磁極面全体からほぼ均一な磁束が発生するので、磁気空隙内の磁束分布が均一になり、永久磁石両端部における磁束密度の低下が軽減される（例えば、磁気空隙内の磁束密度のピーク値に対して少なくとも50%以上の磁束密度を確保できる）。

[0036] 図4(a)に示すボイスコイルモータにおいて、各永久磁石13a, 13bに上記(a)の一体的な永久磁石を使用する場合、幅2 Wmを有する各永久磁石13a, 13bの主面に磁極幅Wmを有するN極及びS極を隣接して面着磁した後、異なる磁極が磁気空隙Gを介して対向するように各永久磁石13a, 13bを各ヨーク14a, 14bに固着する。

[0037] 各永久磁石13a, 13bを上記(b)のブロック状永久磁石で構成する場合、所望の幅Wmを有する4個のブロック状永久磁石を厚さ方向に磁化し、異なる磁極が隣接するように配置された第一の対のブロック状永久磁石を一方のヨークに固着し、異なる磁極が隣接するとともに、第一の対のブロック状永久磁石の磁極と異なる磁極が対向するように配置された第二の対のブロック状永久磁石を他方のヨークに固着する。

[0038] 永久磁石13a及び13bの材質は特に限定されないが、狭いスペースに設置可能で高い空隙磁束密度が得られる希土類磁石が好ましく、特にR-T-B系異方性焼結磁石（RはYを含む希土類元素（Ndを必ず含む）の1種又は2種以上であり、TはFe又はFe及びCoである。）であって、耐食性を有する表面処理層（例えばメッキ層又は樹脂層）を施したものが好ましい。少ない駆動電流で安定した推力を発生させるために、例えば、各ヨークの対向面に各永久磁石を配置した磁石ユニット構成では、磁気空隙Gの磁束密度が0.5 T以上、好ましくは0.9 T以上となるような磁気特性（残留磁束密度）を有する永久磁石を使用するのが好ましい。永久磁石自身の残留磁束密度は1.3 T以上が好ましい。

[0039] 上記の通り、本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを構成する磁石ユニットは、ヨーク及び永久磁石の選択によって種々の構成が採用できる。上記構成の特徴とともに、要求される駆動力（推力）、磁石ユニットの形

状及び寸法等を考慮して、最適な構成を選択すれば良い。

[0040] 図4(a) に示す可動コイル型のボイスコイルモータの構成に関する上記説明は、可動磁石型のボイスコイルモータにも適用できる。ただし、消費電力低減の観点からは可動コイル型のボイスコイルモータの方が好ましい。

[0041] 偏平な第一のコイル12は長円形状で、その巻線部12bは空芯部12aを有するように導線（例えば樹脂被覆エナメル線）を多層に巻回してなる。図5に示すように、第一のコイル12の移動方向の幅Wa（＝Wb×２＋Wc、ただしWbは巻線部12bの幅（有効導体幅）であり、Wcは空芯部12aの幅である。）は永久磁石13b（13a）の幅2 Wmより狭い。すなわち、Wa＝２Wb＋Wc＜２Wmである。さらに、永久磁石の中心とほぼ一致する中心位置が原点である第一のコイル12が最大St（Sc×２）だけ移動しても永久磁石の端からはみ出さない条件は、２Wb＋Wc＋St＜２Wmである。

[0042] 巻線部12bの厚さTcは1.2～2.0 mm程度が好ましい。巻線部12bが厚くなると、ターン数の増大により大きな推力が得られるが、磁気空隙Gが広がるために磁石ユニットが大型化する。導線の線径が同じ場合、巻線部12bのターン数は占積率とコイルの断面積に比例するが、コイルの断面積は磁気空隙Gにより制限されるので、占積率が大きい巻線方法を採用するのが好ましい。偏平な第一のコイル12の占積率は50%以上が好ましく、70%以上がより好ましい。また偏平な第一のコイル12が安定的に移動できるように、空芯部12aの少なくとも一部に充填材（例えばプラスチックやアルミニウム合金等の非磁性材又は鉄鋼等の強磁性体）を設けて、質量バランスを調整しても良い。

[0043] 図2(b) に示すように、第二の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ7も可動コイル型のボイスコイルモータ（リニアアクチュエータ）であり、可動子となる第二の偏平な空芯コイル（以下「第二のコイル」という）15と、固定子となる磁石ユニット（磁気回路部）13’とを具備しており、磁石ユニット13’は、交換レンズの光軸Oと平行に配置された一対の永久磁石16a, 16bと、永久磁石16aに固定されたヨーク17aと、永久磁石16bに固定されたヨーク17bとからなり、一対の永久磁石16a, 16bに形成された磁気空隙内に第二のコイ

ル15が配置されている。各ヨーク17a，17bは強磁性材（例えば鉄鋼）からなる。このように、第二のボイスコイルモータ7は、対向する永久磁石16a，16bの間に形成された磁気空隙内に第二のコイル15が配置された構造を有する。ヨーク17a，17bは補正レンズ収納部材9に一体的に接合され、鏡筒11内の所定位置に固定される。第二のコイル15は、第一のコイル12と同様に、連結部材（図示せず）を介して補正レンズ支持枠体4に固定され、一対のヨーク17a，17bは、所定の間隔を確保するように例えば非磁性材からなるスペーサ19で連結されている。

[0044] (C) 手振れ補正システム

ボイスコイルモータ6，7を備えた手振れ補正装置1により撮影時の手振れを補正するシステムについて説明する。図6は、手振れ補正装置1を搭載した交換レンズ（例えばデジタル一眼レフカメラ用）における手振れ補正制御システムの一例を示す。

[0045] 本発明の手振れ補正装置1を搭載した交換レンズは手振れ補正制御手段30を備え、本体制御手段20を備えたカメラ本体に着脱自在に装着される。本体制御手段20と手振れ補正制御手段30とは交信し、補正レンズ3の駆動を制御する。手振れ補正制御手段30は手振れ補正CPU 31を有し、CPU 31を含む制御回路は円環状又は半円環状の複数の回路基板に実装され、補正レンズ収納部材9内に収容されている。本体制御手段20はカメラ本体CPU 21を有する。カメラ本体CPU 21及び手振れ補正CPU 31は、例えばマイクロチップからなるCPUであり、通信インターフェース回路（図示せず）を介して接続されている。

[0046] カメラ本体CPU21は、図示しないバス信号線及びインターフェース回路を介して、メモリ22、焦点距離を調節するフォーカスレンズ駆動部及び絞りを調節する絞り駆動部を含む駆動部23、撮像素子（CCD）2、レリーズボタン24、撮影時の画像を表示するための液晶表示装置25等に接続されている。さらにカメラ本体には電子回路等に電力を供給するためのバッテリー26が搭載されている。メモリ22は、信号処理プログラムを記憶するROMと、撮影したデジタル画像のデータを一時的に記憶するRAMからなる。

[0047] 手振れ補正CPU 31は、図示しないバス信号線及びインターフェース回路を介して、メモリ32、積分回路33X, 33Y、振動検出部5X, 5Y、位置検出部8X, 8Y、第一のボイスコイルモータ6の駆動回路（図示せず）、第二のボイスコイルモータ7の駆動回路（図示せず）、赤外線発光LED 18X、18Y等に接続されている。振動検出部5Xは積分回路33Xに接続されており、振動検出部5Xは積分回路33Yに接続されている。メモリ32は、振動検出部5X, 5Yが検出した振動に基づいて手振れの補正を行なうために、第一及び第二の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ6, 7の駆動回路を制御するプログラムを記憶するROMと、この制御を実行するための演算処理を行なう領域として使用されるRAMからなる。図示していないが、位置検出部8X, 8Yの出力信号は増幅回路及びA/Dコンバータを介してメモリ32に入力される。

[0048] [2] 手振れ補正動作

手振れ補正装置1を有する交換レンズを装着したデジタルカメラのレリーズボタン24を押圧すると、シャッターON信号がカメラ本体CPU 21に入力され、そこからシャッターONの制御コマンドが交換レンズ内の手振れ補正装置1に出力される。手振れ補正CPU 31はメモリ32から手振れ補正制御プログラムを読み出す。

[0049] 振動検出部5X, 5Yが交換レンズの手振れ（低周波数の振動）を検出すると、それらの出力信号（例えば角速度信号）はA/Dコンバータ（図示せず）を介して手振れ補正CPU 31に入力される。入力信号は、フィルター（図示せず）によりノイズ（手振れがない場合の低周波ノイズ）が除去された後、積分回路33X, 33Yで積分され、第一及び第二のコイル12, 15をそれぞれその中心位置（原点）からX方向及びY方向に目標位置まで移動させる距離を表すデータ（目標位置データ）が得られる。それと同時に、補正レンズ支持枠体4（補正レンズ3）の現在位置は位置検出部8X, 8Yにより所定時間間隔（例えば10 ms）ごとに検出され、位置検出部8X, 8Yの出力信号は増幅器及びA/Dコンバータを介してCPU 31に入力される。なお、振動検出部5X, 5Yの出力信号が予め設定した閾値未満の場合、手振れが発生していないと判定し、第一のコイル12

又は第二のコイル15を移動させる処理を行わなくても良い。

[0050] CPU31は、現在位置と目標位置との偏差をゼロとするフィードバック制御信号を発生する。この制御信号に基づき得られた制御電流が第一及び第二のコイル12, 15に供給されると、第一のボイスコイルモータ6の有効導体部（幅Wb、長さLm）に、フレミングの左手則に基づいて磁気空隙G内の磁束を横切るX方向の推力F1が発生し、同様に第二のボイスコイルモータ7の有効導体部にも磁気空隙内の磁束を横切るY方向の推力が発生する。その結果、第一及び第二のコイル12, 15はX方向及びY方向に移動し、それに応じて第一及び第二のコイル12, 15に固定された補正レンズ支持枠体4もX方向及びY方向に移動する。フィードバック制御は現在位置と目標位置との偏差がゼロになるまで行う。補正レンズ3の現在位置が目標位置に一致すると、手振れ補正動作は完了し、撮像素子2に手振れが補正された正常な画像データが取り込まれ、メモリ22に保存される。

[0051] 撮影が完了すると、カメラ本体CPU 21は手振れ補正制御手段30に撮影完了の制御コマンドを送信し、この制御コマンドを受信した手振れ補正CPU 31は第一及び第二のコイル12, 15を原点に復帰させるように、補正動作時と逆方向の直流電流を第一のコイル12及び第二のコイル15に供給し、それらを中心位置（原点）に復帰させる。

[0052] [3] 補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの推力特性

第一及び第二のボイスコイルモータは本質的に同じ推力特性を有し、かつ各ボイスコイルモータ中の第一及び第二のコイルも本質的に同じ推力特性を有するので、第一のボイスコイルモータ6中の第一のコイル12を例にとって、推力特性を説明する。

[0053] 図4(a) に示すように、第一のコイル12の有効導体幅Wbは、第一のコイル12が永久磁石13a, 13bが発生する磁束と交差し、推力の発生に寄与する部分の幅である。永久磁石13aの一方の磁極の幅（図示の例では磁石幅の半分）Wmは、永久磁石13aに形成されている磁極N又はSの幅である。第一のコイル12（又は補正レンズ支持枠体4）の最長移動距離Stは、第一のコイル12がFで示す両

方向（X方向と一致）に移動する最大距離であり、図4(a) 及び図4(b) に示す片側方向（F1方向）の最長移動距離Scの2倍である。この第一のコイル12の最長移動距離Stは、補正レンズの最長移動距離に相当する。

[0054] 対向する永久磁石13a, 13bの間に形成された磁気空隙Gは、コイルの移動方向に例えば図7に示すような磁束密度分布（図4(a) に示すように磁気空隙G内をコイルの移動方向に延びる中心線Lcに沿った磁束密度分布）を有する。図7において、X軸は永久磁石13の中心位置（原点）P0から端部Ptまでの距離を相対値（%）で示し、Y軸は磁束密度を相対値（%）で示す。図7に示すように、磁気空隙G内の原点P0から磁石端部Pt（原点P0から100%の位置）までの領域では、コイルの移動方向における磁束密度分布は永久磁石13aの中間位置（原点P0から約55%の位置）にピークを有し、かつ永久磁石13aの端部Ptではピーク値の約半分（約55%）の磁束密度を有する円弧状の分布となる。なお、原点P0から上記と反対側（永久磁石13aのS極側）の永久磁石13aの端部Ptまで領域では、図7に示す曲線Bが反転した形状の磁束密度分布が現れる。

[0055] 磁束密度が例えばピーク値の60%以上の領域（図7に示す「有効使用範囲Wma」）では、駆動電流を増加させなくても第一のコイル12の全移動範囲で安定した推力が得られると考えられる。従って、第一のコイル12の移動範囲が有効使用範囲Wmaから外れないように、磁極幅Wmを設定する必要がある。図7に示す例の場合、磁極幅Wmに対する有効使用範囲Wmaの割合は約84%である。有効使用範囲Wmaに有効導体幅Wbと最長移動距離Stの合計が収まれば、コイル12の全移動範囲において大きく安定した推力が得られる。

[0056] (A) 基本的条件

本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを磁場解析シミュレーションにより評価した結果、小型化及び消費電力の低減を両立させるための基本的条件は、磁極幅WmがWm＝(Wb＋St)×K、（ただしKは1＜K≦1.5を満たす定数）の関係を満たすことである。定数Kは、永久磁石の磁気特性、手振れ補正装置及び交換レンズの各部の寸法（鏡筒の寸法等）等に応じて異なるが、第一のコイル12の全移動範囲にわたって良好な直線性を有する推力分布を得るた

めには、すなわち対向する永久磁石13a, 13bの端部Pt近傍でも推力の低下を抑制するためには、K＞1、すなわちWm＞Wb＋Stである必要がある。これにより、第一のコイル12が図4(a) に示すように中心位置P0に静止している状態から、図4(b) に示すようにF1方向（X方向）に片側最大距離Scだけ移動しても、第一のコイル12の巻線部12bは永久磁石13a, 13bの端部Ptからはみ出さず、永久磁石13aのN極から永久磁石13bのS極へ向かう磁束を確実に横切る。その結果、第一のコイル12がF1方向へ片側最大距離Scだけ移動しても、第一のコイル12、すなわち補正レンズ支持枠体4を移動させる推力の低下が抑制される。

[0057] Kの値を決めるパラメータは、コイルの最長移動距離St、コイルの有効導体幅Wb及び磁極幅Wmの3つである。最長移動距離Stは手振れ補正装置の可動部が周囲の部材（交換レンズの鏡筒）と干渉しないように設定し、具体的には1～4 mmの範囲が好ましい。コイルの有効導体幅Wbは、補正レンズ3を移動させるのに十分な推力を出すターン数を確保するために、1～2 mmの範囲に設定するのが好ましい。磁極幅Wmは、狭すぎると磁気空隙内の磁束密度が低く、広すぎると手振れ補正装置及び交換レンズの小型化が阻害されるので、3～9 mmの範囲に設定するのが好ましい。コイルの有効導体幅Wbと最長移動距離Stが一定の場合、Kの値が大きいと磁極幅Wmが大きすぎ、手振れ補正装置及び交換レンズの小型化が阻害される。従って、Kは1超で1.5以下が好ましく、1.05～1.5がより好ましく、1.08～1.5がさらに好ましく、1.1～1.5が最も好ましく、1.1～1.3が特に好ましい。

[0058] (B) 付加的条件

本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータは、推力を高めるとともにその直線性を高めるために、基本的条件の他に以下の付加的条件を満たすのが好ましい。

[0059] (1) 付加的条件１

磁気空隙Gにおける磁束密度分布のピーク値が0.5 T以上である場合、コイルは大きな推力を出すことができる。

[0060] (2) 付加的条件2

磁極幅Wmが一定の場合、片側最長移動距離Scを大きくすると、移動範囲の端に近づくほどコイルの推力は低下する。そこで、磁気空隙G内の磁束密度のピーク値を0.9 T以上とすることにより、1～2 mmの片側最長移動距離Scのとき、推力定数を2～4 N/Aとすることができ、最大移動範囲の端でも十分に大きな推力を与えることができる。

[0061] (3) 付加的条件3

第一及び第二のコイル12, 15の占積率は50%以上が好ましい。占積率が50%以上であると、本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータに例えば1.3 T以上の高い残留磁束密度Brを有する希土類焼結磁石を使用することにより所望の推力を得ることができる。コイル12, 15の最長移動距離Stにわたって安定した推力を得るためには、第一及び第二のコイル12, 15の占積率を70%以上とするのが好ましい。

[0062] 実施例1

図4(a) に示す構造を有する本発明の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ6において、市販の3次元磁場解析シミュレーション・ソフトウエアを利用し、表1に示す条件で第一のコイル12を中心位置P0からF1方向 (X方向) に片側最長移動距離Sc (1.5 mm) だけ移動させたときの第一のコイル12の推力を求めた。第一のコイル12に供給する直流電流を0.1 Aとし、電圧を2.0 Vとした。また磁気空隙G内の磁束密度を0.94 Tとし、推力定数を2.4～2.7 N/Aとした。結果を図8に示す。推力は原点における推力を100%としたときの相対値で表す。実施例1の条件はWm＝5.0 mm及び (Wb＋St) ＝4.5 mmであるので、K＝1.1であり、本発明の基本的条件を満たした。

[0063] 比較例1

特許第4181663号に記載されているように磁化されていない中立域13f1, 13f2を有する図9(a) に示す構造を有するボイスコイルモータ20における第一のコイル12の推力を、表1に示す条件で実施例1と同じ磁場解析シミュレーションにより求めた。結果を実施例1と同様に図8に示す。比較例1の条件はWm＝3.

0 mm及び（Wb＋St）＝4.85 mmであるので、K＝0.62となり、本発明の基本的条件を満たさなかった。

[0064] [表1]

シミュレーション解析条件		実施例 1	比較例 1
磁気空隙 G の幅 Tg		1.5 mm	1.5 mm
永久磁石	材質	NMX-S54(1)	NMX-S54
	厚さ Tm	3.0 mm	3.0 mm
	磁極幅 Wm	5.0 mm	3.0 mm
	中立域の幅	0	1.5 mm
ヨークの材質		SPCC(2)	SPCC
第一のコイル	移動方向幅 Wa	6.5 mm	5.2 mm
	有効導体幅 Wb	1.5 mm	1.85 mm
	片側最長移動距離 Sc	1.5 mm	1.5 mm
	最長移動距離 St	3.0 mm	3.0 mm
Wb＋St		4.5 mm	4.85 mm
K 値		1.1	0.62

注：(1) N 極及び S 極とも幅 Wm を有するように面着磁された一体的な希土類焼結磁石（日立金属株式会社製、残留磁束密度 Br＝1.45 T)。

(2) 冷間圧延鋼板。

[0065] 図8において、曲線V1は実施例1のボイスコイルモータにおける第一のコイル12の推力の変化を示し、曲線V2は比較例1のボイスコイルモータ6における第一のコイル12の推力の変化を示す。実施例1のボイスコイルモータ6では、補正レンズ3をX方向に1.5 mmほど移動させたときの推力の低下は約13%と小さいが、比較例1のボイスコイルモータ20では推力の低下は約45%と大きかった。第一のコイル12が片側最長移動距離Scだけ移動しても、実施例1の推力の低下は比較例1の1/3以下である。これから、本発明のボイスコイルモータ6は比較例1のボイスコイルモータ20と比較して、コイルの全移動範囲にわたって

高い推力（優れた推力の直線性）を維持できることが分かる。また推力の低下が小さい本発明のボイスコイルモータ6は、手振れを補正するための消費電力を低減することができる。コイルの全移動範囲にわたる優れた推力の直線性は、当然ボイスコイルモータ7にもある。

[0066] 本発明のボイスコイルモータ6が比較例1のボイスコイルモータ20と比較してコイルの全移動範囲にわたって優れた推力の直線性を有するのは、1＜Wm／(Wb＋St)の条件を満たすからである。従って、第一のコイル12は磁束密度の高い領域（図7に示すWma）内を移動することになり、第一のコイル12が片側最長移動距離Scの端に近づいても推力の低下が小さい。これは第二のコイル15をY方向に駆動させても同様である。

[0067] 実施例2

コイル幅、最長移動距離及び磁極幅を変更した以外実施例1と同じ磁場解析シミュレーションにより、第一のコイルの消費電力及びボイスコイルモータのサイズを評価した。結果を表2に示す。

[0068] (1) 第一のコイルの消費電力

最長移動距離（最長ストローク）に達したときに最大推力を発生するのに必要な電流I_mと中心位置にあるときに流れる電流I_0との比率I_{st}（＝I_m／I_0）に比例して第一のコイルの消費電力が大きくなるので、第一のコイルの消費電力を比率I_{st}により評価した。評価基準は以下の通りである。

○：I_{st}が1.0以上～1.20未満

△：I_{st}が1.20以上～1.25未満

×：I_{st}が1.25以上

[0069] (2) ボイスコイルモータのサイズ

ボイスコイルモータのサイズは、永久磁石の磁極幅Wmと比率I_{st}との積f_sで評価した。評価基準は以下の通りである。ただし、「最小値」は、同じ磁極幅Wbのグループ［Aのグループ（A-1～A-5）、Bのグループ（B-1～B-5）、及びCのグループ（C-1～C-5）］のそれぞれにおける最小のf_s（AのグループではA-2の5.7、BのグループではB-2の7.4、及びCのグループではC-2の4.3）を意味す

る。

○：f_sが最小値＋15%以内

△：f_sが最小値＋15超～25%以内

×：f_sが最小値＋25%超

[0070] (3) 総合評価

各評価における○を2点とし、△を1点とし、合計を以下の基準で評価した。ただし×が1つでもあれば×とした。

◎：3点以上

○：2点

△：1点

×：消費電力とサイズの少なくとも一方が×の場合

[0071]

[表2]

解析番号	シミュレーション解析条件					解析結果	
	Wb (mm)	St (mm)	Wb + St (mm)	Wm (mm)	K	I_{st}	f_s
A-1	1.6	2.6	4.2	4.2	1.0	1.45	6.1
A-2	1.6	2.6	4.2	4.6	1.1	1.23	5.7
A-3	1.6	2.6	4.2	5.5	1.3	1.17	6.4
A-4	1.6	2.6	4.2	6.3	1.5	1.11	7.0
A-5	1.6	2.6	4.2	6.7	1.6	1.09	7.3
B-1	1.6	4.0	5.6	5.6	1.0	1.38	7.7
B-2	1.6	4.0	5.6	6.2	1.1	1.20	7.4
B-3	1.6	4.0	5.6	7.2	1.3	1.14	8.2
B-4	1.6	4.0	5.6	8.4	1.5	1.11	9.2
B-5	1.6	4.0	5.6	9.8	1.6	1.10	10.8
C-1	1.9	1.5	3.4	3.4	1.0	1.28	4.4
C-2	1.9	1.5	3.4	3.7	1.1	1.16	4.3
C-3	1.9	1.5	3.4	4.4	1.3	1.11	4.9
C-4	1.9	1.5	3.4	5.1	1.5	1.10	5.3
C-5	1.9	1.5	3.4	5.4	1.6	1.09	5.9

[0072] 表2（続き）

解析番号	評価		
	消費電力	サイズ	総合評価
A-1	×	○	×
A-2	△	○	◎
A-3	○	○	◎
A-4	○	△	◎
A-5	○	×	×
B-1	×	○	×
B-2	△	○	◎
B-3	○	○	◎
B-4	○	△	◎
B-5	○	×	×
C-1	×	○	×
C-2	○	○	◎
C-3	○	○	◎
C-4	○	△	◎
C-5	○	×	×

[0073] 表2から明らかなように、K＝１の場合（解析番号A-1、B-1及びC-1）は28%以上消費電力が多くなっているのに対し、K＞1の場合（解析番号A-2～A-5、B-2～B-5、及びC-2～C-5）は、コイルの有効導体幅Wbが1.6～1.9 mmの範囲で、最長移動距離Stが1.5～4 mmの範囲で変化しても、低い消費電力で済んだ。ボイスコイルモータのサイズも考慮すると、特にK＝1.1～1.5の範囲（解析番号A-2～A-4、B-2～B-4、及びC-2～C-4）で実用性のある（小型でかつ消費電力の少ない）ボイスコイルモータが得られることが分かる。Kが1.6の場合（解析番号A-5、B-5及びC-5）、消費電力は少ないが、永久磁石の磁極幅Wmと比率l_{st}との積f_sが大きく、ボイスコイルモータのサイズが大きかった。これはボイスコイルモータの推力発生効率が悪化していることを示す。最長移動距離S

tが4.0 mmと長いと（解析番号B-5）、磁極幅Wmが9.8 mmと広く、f_sが同グループの最小値（解析番号B-2）より40%超も大きくなっており、ボイスコイルモータの推力発生効率が低下する傾向にある。

[0074] 産業上の利用可能性

上記ボイスコイルモータを備えた手振れ補正装置は、広角レンズ（例えば焦点距離が40 mmより短いレンズ）及び望遠レンズ（例えば焦点距離が85 mmより長いレンズ）を含むいずれの交換レンズにも搭載することができる。また焦点距離が400 mmより長い超望遠レンズに搭載する場合、ボイスコイルモータの設置スペースが広いので、1＜Wm／(Wb＋St)≦1.5の条件を満たす磁極幅Wmを大きく設定でき、それだけ補正量を大きくできるので、手振れの補正の制御性が向上する。特に焦点距離が600 mm以上の交換レンズでは、鏡筒の重量を極力少なくするのに補正レンズ駆動用ボイスコイルモータを小型化するのが有効であり、上記利点を有する本発明のボイスコイルモータを具備する手振れ補正装置は好適である。

[0075] 本発明の手振れ補正装置はデジタルカメラ、ビデオカメラ、双眼鏡、監視カメラ、天体望遠鏡等の各種光学機器に使用するのに好適である。

請求の範囲

[請求項1] 磁気空隙を形成する一対のヨーク及び少なくとも1つの永久磁石を有する磁石ユニットと、前記磁気空隙内に配置されたコイルとを備え、前記コイルに通電して前記磁石ユニットと前記コイルとを直線的に相対移動させることにより補正レンズを駆動するボイスコイルモータであって、

前記永久磁石は磁気空隙対向面に移動方向に沿って異なる磁極を隣接して有し、

前記永久磁石の移動方向幅は前記磁極の幅Wmの2倍であり、

前記コイルの移動方向幅Waは前記永久磁石の幅2 Wmより狭く、

前記コイルの有効導体幅Wb、前記永久磁石の磁極幅Wm及び前記補正レンズの最長移動距離Stは、Wm＝（Wb＋St）×K（ただし、Kは1＜K≦1.5を満たす定数）の条件を満たすことを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項2] 請求項１に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記磁石ユニットは一対のヨークと、一方のヨークの磁気空隙対向面に固着された1つの永久磁石とからなり、前記磁気空隙を介して他方のヨークと前記永久磁石が対向していることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項3] 請求項１に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記磁石ユニットは一対のヨークと、各ヨークの磁気空隙対向面に固着された一対の永久磁石とからなり、前記一対の永久磁石の対向面は異なる磁極を有することを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項4] 請求項3に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記磁気空隙内の磁束密度分布のピーク値が0.5 T以上であることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項5] 請求項１に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前

記永久磁石が一体的であることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項6] 請求項1に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記一対のヨークの各々に永久磁石が固着されており、前記永久磁石の各々は移動方向に沿って隣接する一対の厚さ方向に磁化されたブロック状永久磁石からなり、前記ブロック状永久磁石は前記移動方向に並んだ磁極が異なるとともに対向する磁極も異なるように配置されていることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項7] 請求項１に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記ヨークの一方に永久磁石が固着されており、前記永久磁石は移動方向に沿って隣接する一対の厚さ方向に磁化されたブロック状永久磁石からなり、前記ブロック状永久磁石は前記移動方向に並んだ磁極が異なるように配置されていることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項8] 請求項1に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記永久磁石が1.3 T以上の残留磁束密度を有する希土類焼結磁石であることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項9] 請求項1に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記定数Kが1.1～1.5の範囲にあることを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項10] 請求項１に記載の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータにおいて、前記磁石ユニットは固定されており、前記コイルが移動することを特徴とする補正レンズ駆動用ボイスコイルモータ。

[請求項11] 撮像レンズを有する鏡筒内に設けられ、補正レンズと、光軸と直交する面内に支持された補正レンズ支持枠体と、請求項1に記載の一対の補正レンズ駆動用ボイスコイルモータとを備えた手振れ補正装置であって、

前記一対のボイスコイルモータ内の前記磁石ユニットを構成する一

対のヨークは、両コイルが互いに直交する方向に移動するように前記鏡筒内で固定されており、

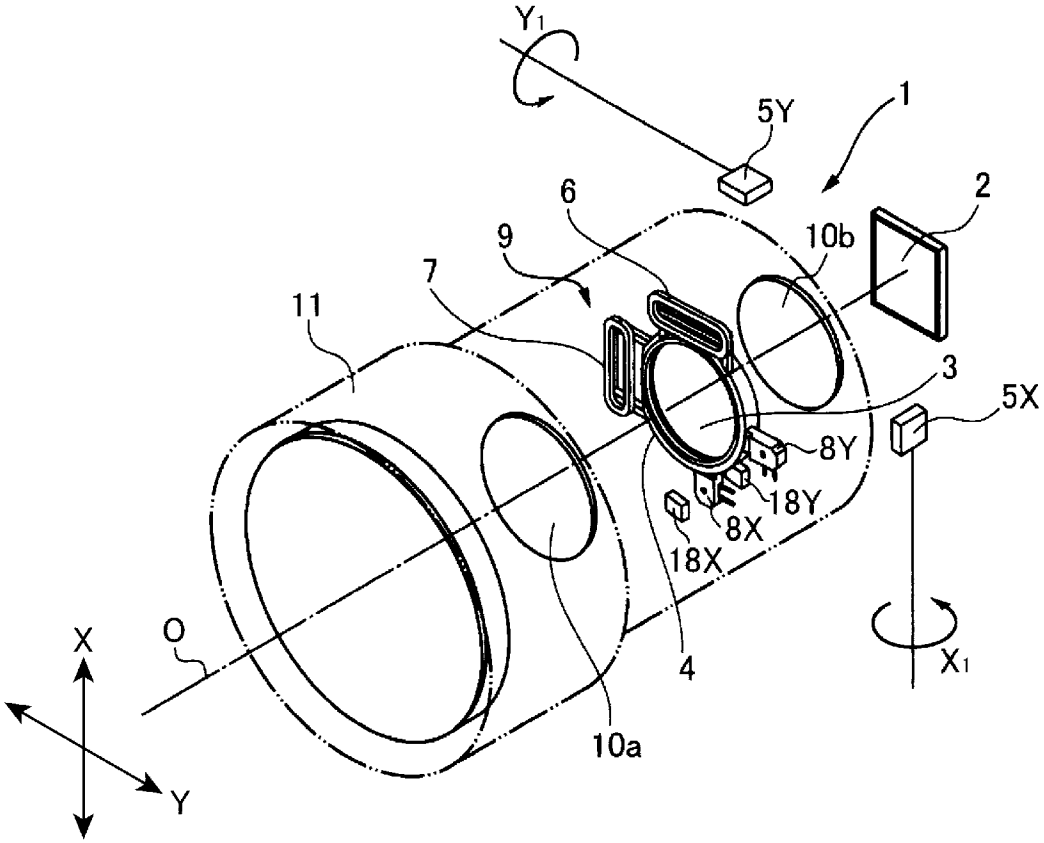
前記一対のコイルは前記補正レンズ支持枠体に固定されており、

前記一対のコイルは通電により前記磁気空隙内で直線的に移動し、もって前記補正レンズ支持枠体に支持された前記補正レンズは前記光軸と直交する面内で駆動されることを特徴とする手振れ補正装置。

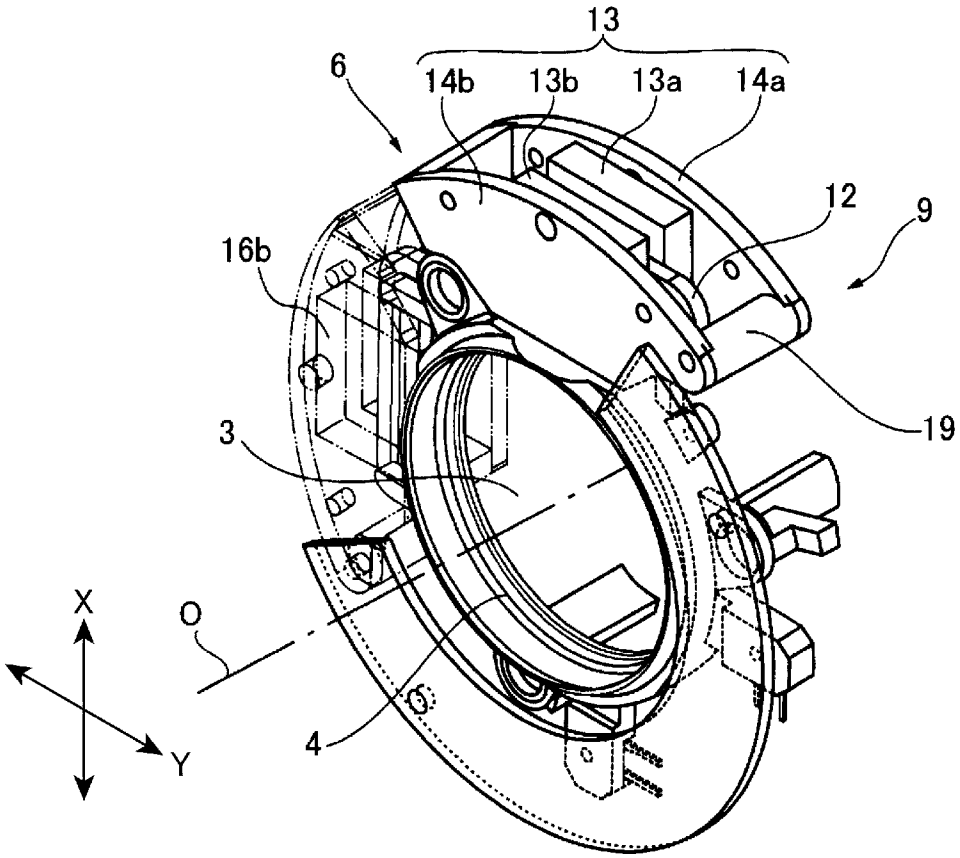
[請求項12] 請求項11に記載の手振れ補正装置と、振動検出部と、前記振動検出部が出力する振動信号に基づいて前記補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの駆動を制御する手振れ補正制御手段とを備えていることを特徴とする交換レンズ。

[請求項13] 請求項11に記載の手振れ補正装置と、振動検出部と、前記振動検出部が出力する振動信号に基づいて前記補正レンズ駆動用ボイスコイルモータの駆動を制御する手振れ補正制御手段とを備えていることを特徴とする光学機器。

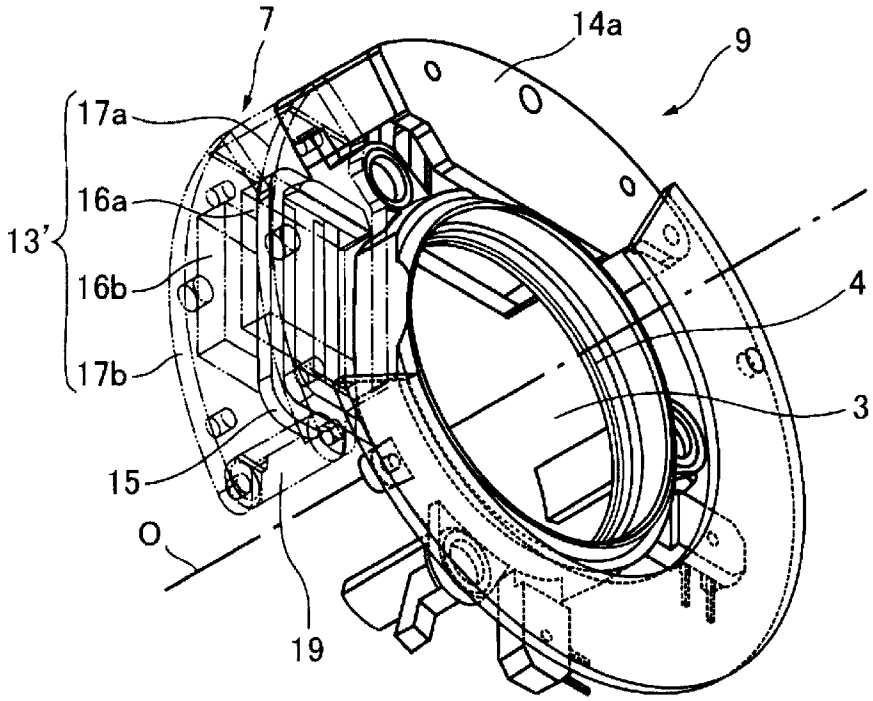
[図1]


Y1
5Y
1
2
6
9
10b
7
11
3
5X
8Y
18Y
8X
18X
4
X1
O
X
Y
10a

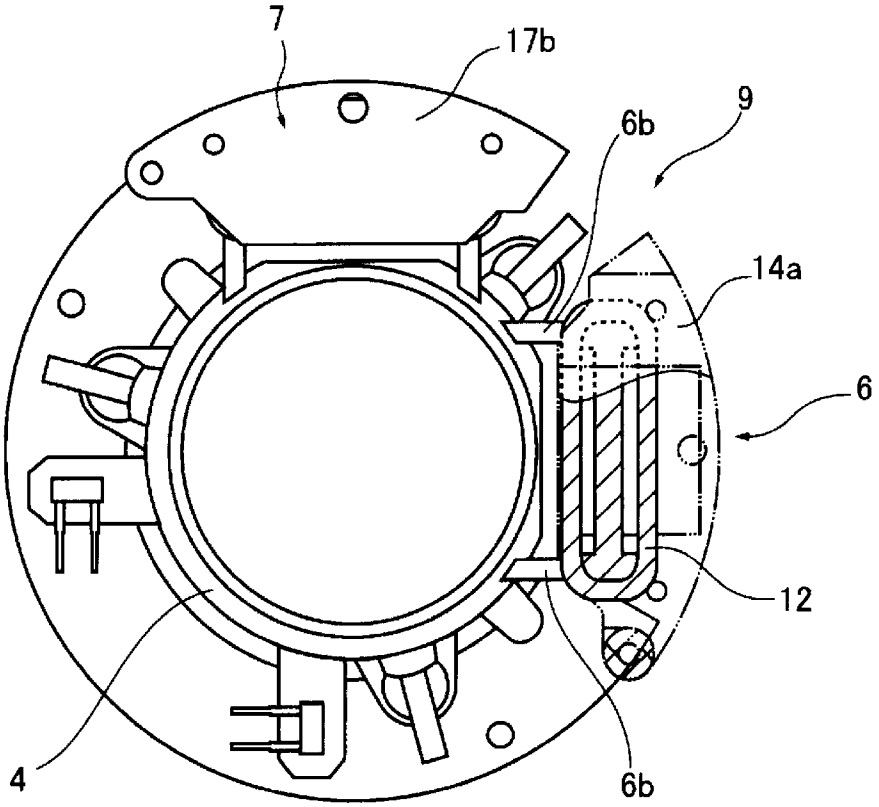
[図2(a)]


13
6
14b
13b
13a
14a
12
9
16b
19
3
X
O
Y
4

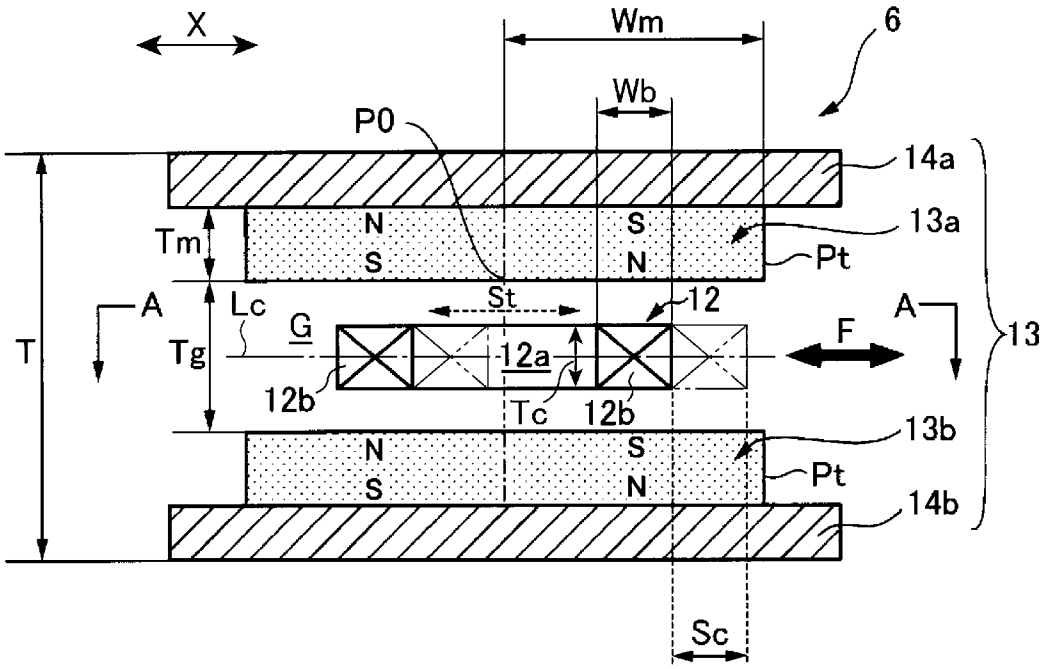
[図2(b)]



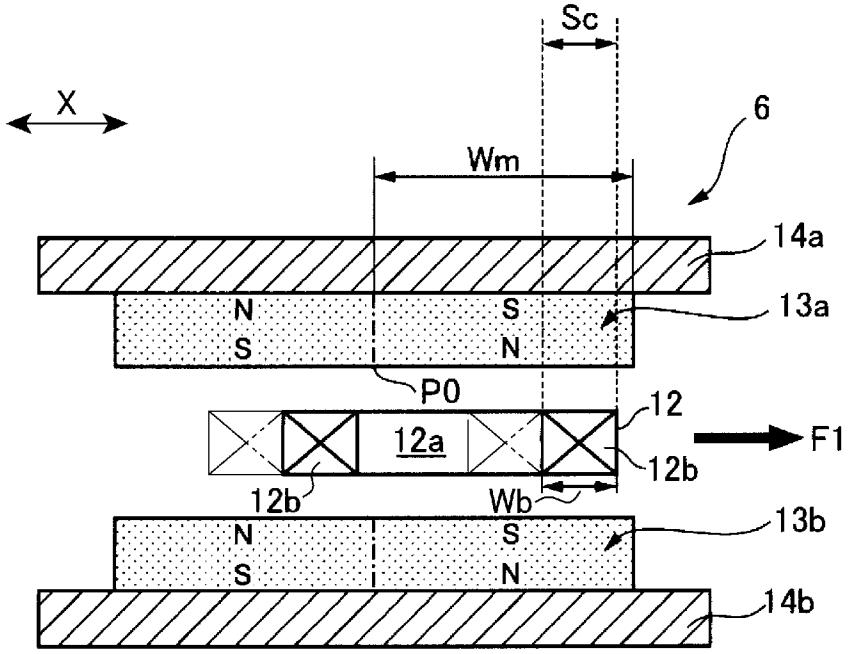
[図3]



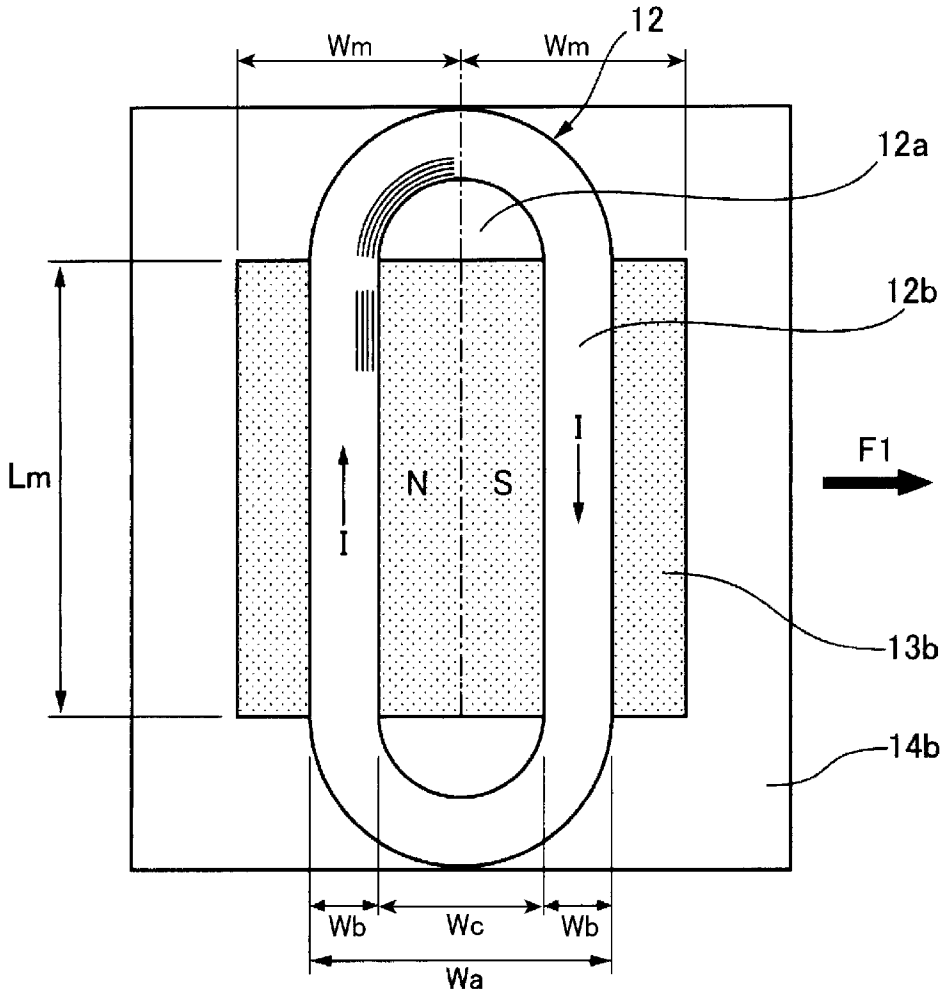
[図4(a)]


X
Wm
6
Wb
P0
14a
N
S
S
N
13a
Tm
Pt
A
Lc
St
12
A
G
F
13
T
Tg
12a
12b
Tc
12b
13b
N
S
S
N
Pt
14b
Sc

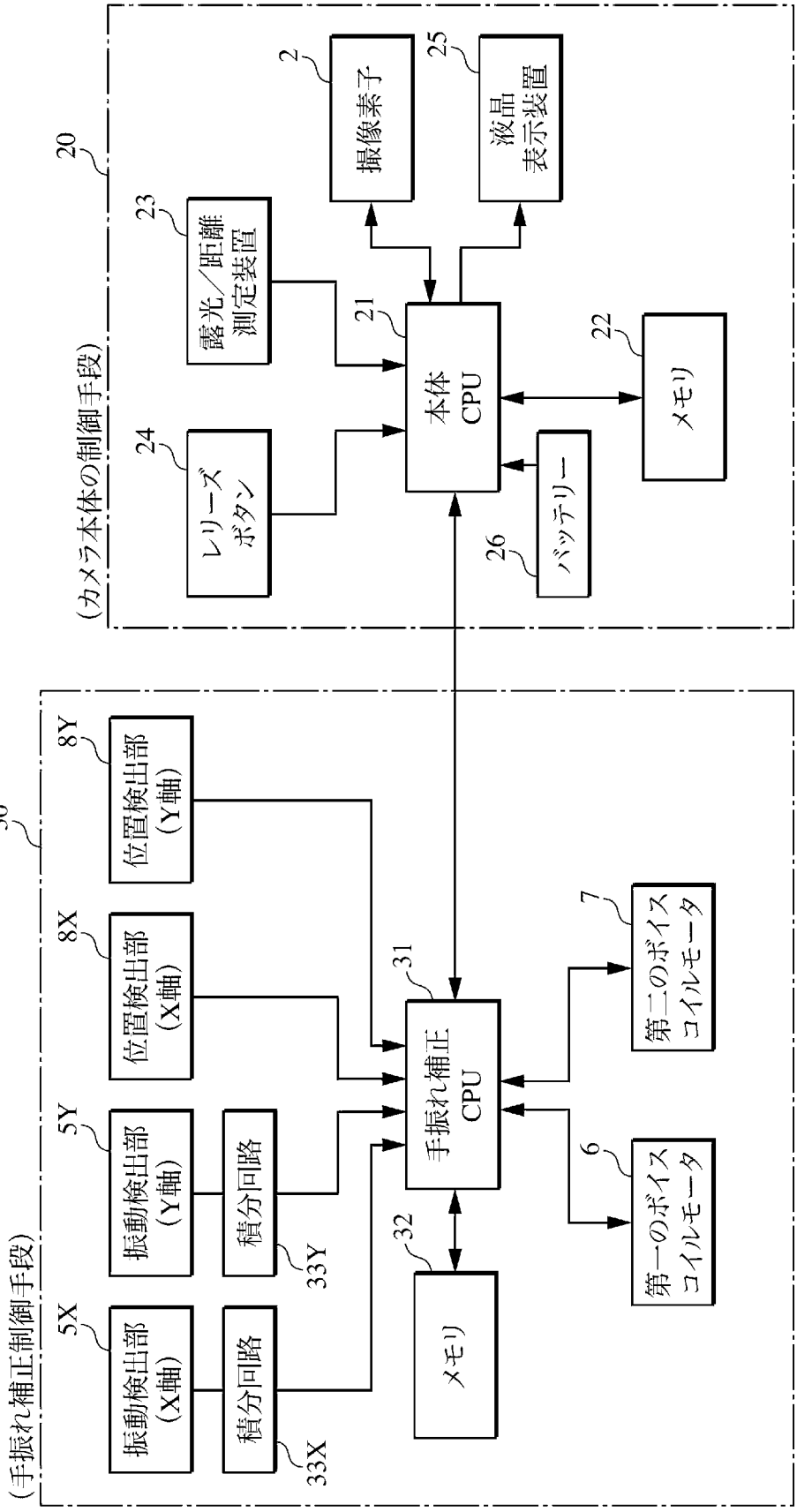
[図4(b)]


Sc
X
6
Wm
14a
N
S
S
N
13a
P0
12
12a
F1
12b
12b
Wb
13b
N
S
S
N
14b

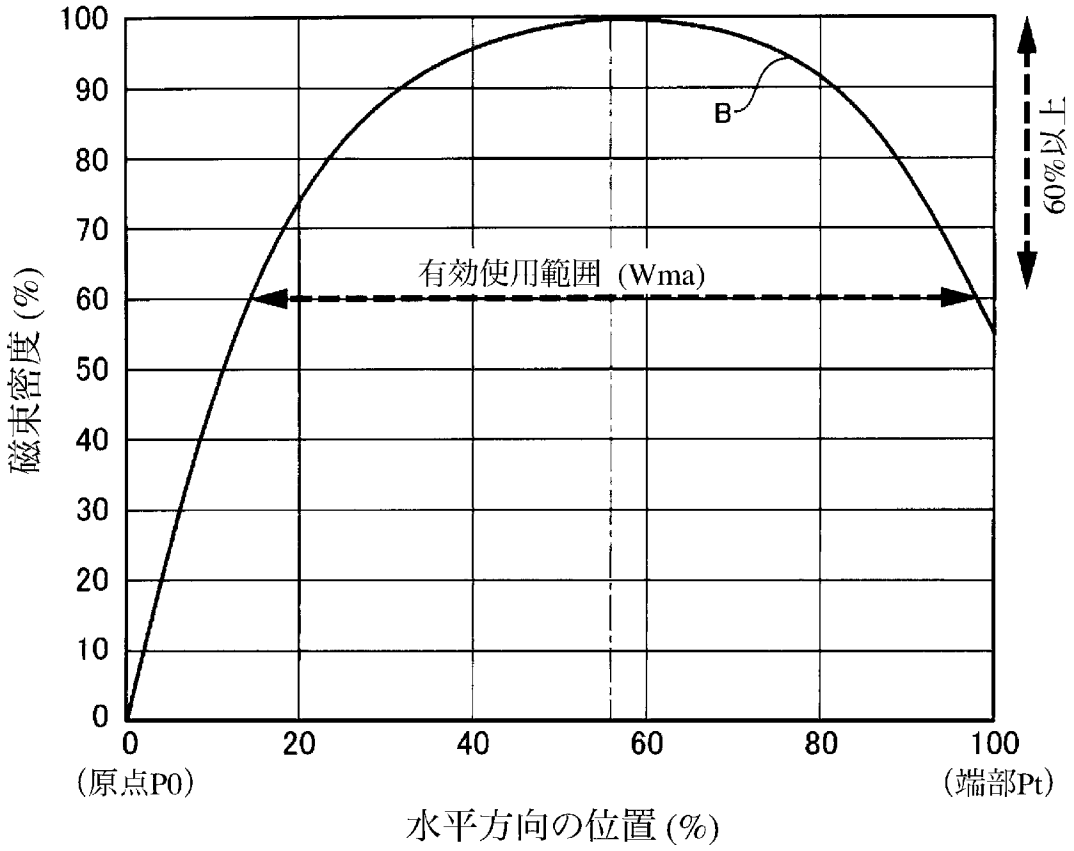
[図5]



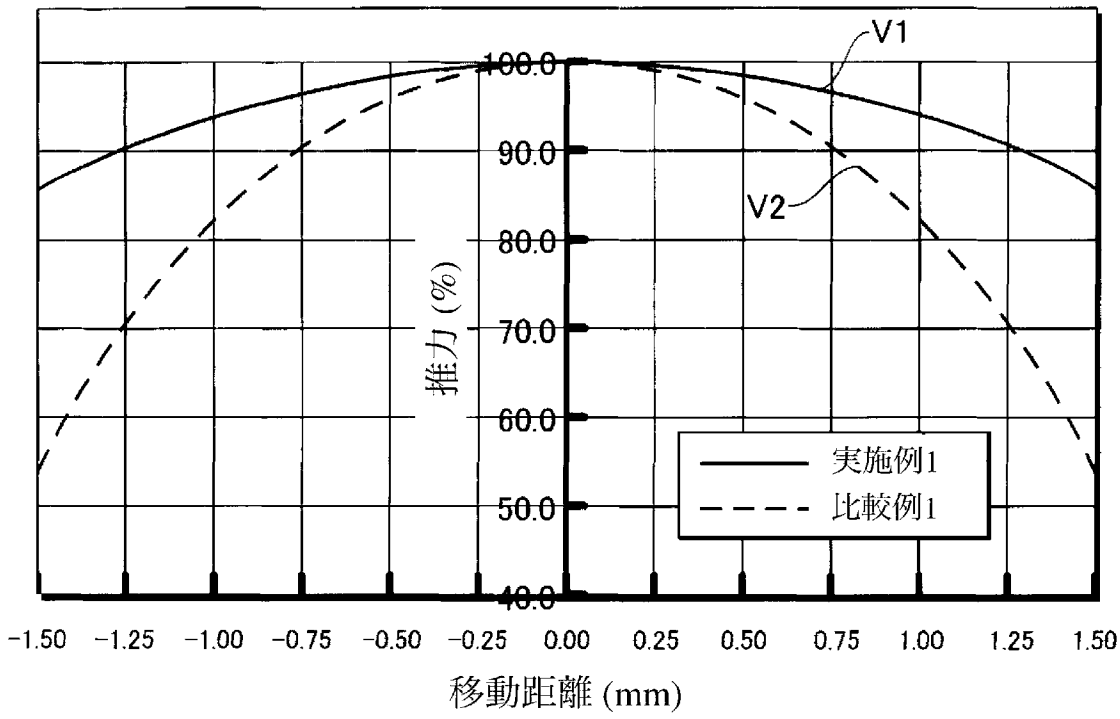
[図6]


(手振れ補正制御手段)
30
5X
振動検出部
(X軸)
33X
積分回路
5Y
振動検出部
(Y軸)
33Y
積分回路
8X
位置検出部
(X軸)
8Y
位置検出部
(Y軸)
32
メモリ
31
手振れ補正
CPU
6
第一のボイス
コイルモータ
7
第二のボイス
コイルモータ
(カメラ本体の制御手段)
20
24
レリーズ
ボタン
23
露光／距離
測定装置
21
本体
CPU
2
撮像素子
25
液晶
表示装置
22
メモリ
26
バッテリー

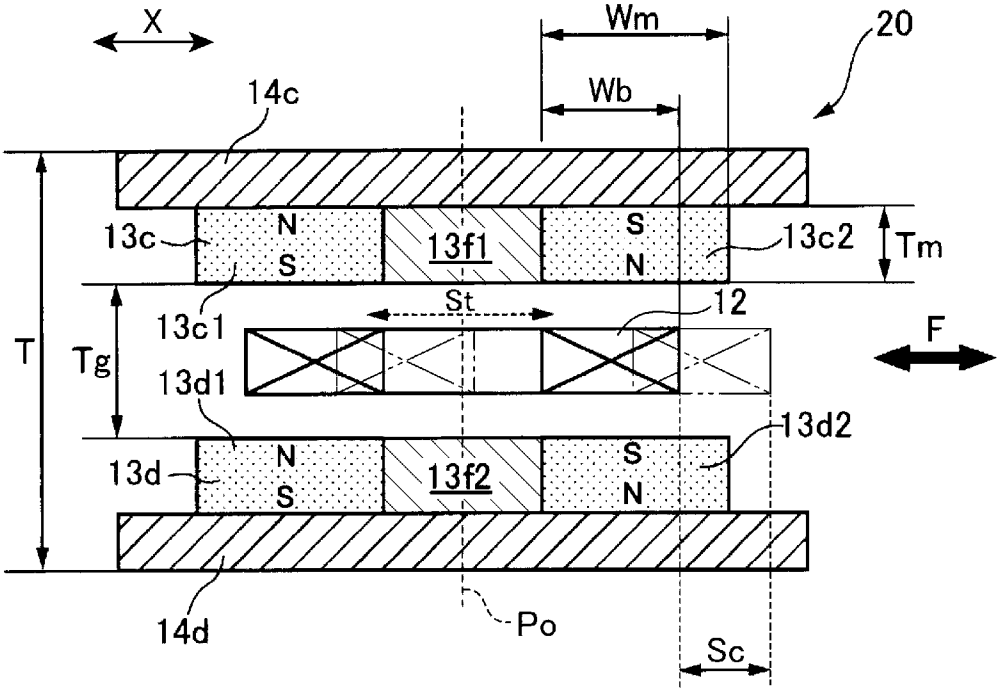
[図7]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
磁束密度 (%)
B
60%以上
有効使用範囲 (Wma)
0
20
40
60
80
100
(原点P0)
(端部Pt)
水平方向の位置 (%)

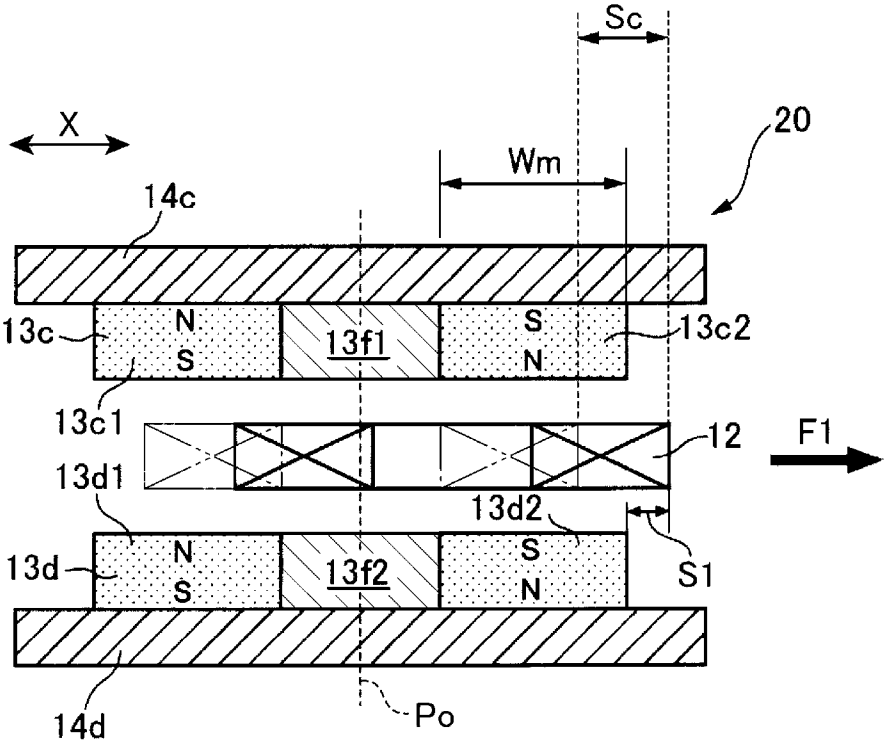
[図8]


V1
V2
100.0
90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
推力 (%)
実施例1
比較例1
-1.50
-1.25
-1.00
-0.75
-0.50
-0.25
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
移動距離 (mm)

[図9(a)]


X
Wm
20
14c
Wb
13c
N
S
13f1
S
N
13c2
Tm
T
Tg
St
12
13c1
F
13d1
13d2
13d
N
S
13f2
S
N
14d
Po
Sc

[図9(b)]


Sc
X
20
Wm
14c
13c
N
S
13f1
S
N
13c2
13c1
12
F1
13d1
13d2
13d
N
S
13f2
S
N
S1
14d
Po

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/050832

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03B5/00(2006.01)i, *H02K33/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03B5/00, H02K33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-263769 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 30 October 2008 (30.10.2008), entire text; all drawings & US 2008/0231997 A1 & EP 1973107 A1 & KR 10-2008-0085743 A & CN 101369770 A	1-13
Y	JP 2006-094185 A (Pentax Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), entire text; all drawings & US 2006/0064884 A1 & KR 10-2006-0051593 A & CN 1752838 A	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 05 February, 2010 (05.02.10)	Date of mailing of the international search report 16 February, 2010 (16.02.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５０８３２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B5/00(2006.01)i, H02K33/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B5/00, H02K33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2008-263769 A (信越化学工業株式会社) 2008.10.30, 全文、全図 & US 2008/0231997 A1 & EP 1973107 A1 & KR 10-2008-0085743 A & CN 101369770 A	1-13
Y	JP 2006-094185 A (ペンタックス株式会社) 2006.04.06, 全文、全図 & US 2006/0064884 A1 & KR 10-2006-0051593 A & CN 1752838 A	1-13

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０５．０２．２０１０	国際調査報告の発送日 １６．０２．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｖ　２９１５ 菊岡　智代 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１