

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-137308

(P2014-137308A)

(43) 公開日 平成26年7月28日(2014.7.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 15/00 (2006.01)	GO1C 15/00 I05R	2H039
GO1C 1/00 (2006.01)	GO1C 1/00 T	2H105
GO2B 23/00 (2006.01)	GO1C 1/00 Z	
GO3B 15/00 (2006.01)	GO2B 23/00	
GO3B 17/00 (2006.01)	GO3B 15/00 P	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-6671 (P2013-6671)
 (22) 出願日 平成25年1月17日 (2013.1.17)

(71) 出願人 513013805
 株式会社ゼロ
 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目35番1
 4号 ユニラス七井403
 (71) 出願人 513013300
 東興電気株式会社
 東京都稲城市押立1719-9
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人YKI国際特許事務所
 (72) 発明者 竹本 宗一郎
 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目35番1
 4号 ユニラス七井403 株式会社ゼロ
 内

最終頁に続く

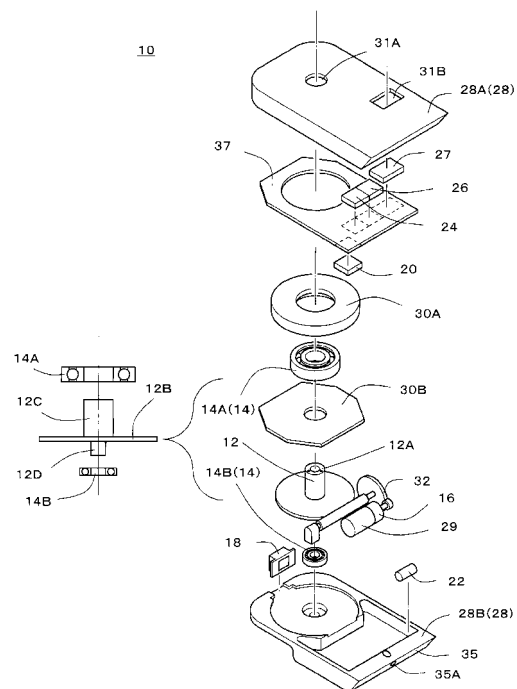
(54) 【発明の名称】 回転架台

(57) 【要約】

【課題】従来よりも容易に極軸合わせを行うことの可能な、回転架台を提供する。

【解決手段】回転架台10は、光学機器を回転可能に支持する極軸シャフト12、極軸シャフト12の方位角を検出する方位センサ20、極軸シャフト12の仰角を検出する仰角センサ22、方位角と真北との差、及び、仰角と極軸シャフト12が位置する緯度との差を求める演算部26を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光学機器を回転可能に支持する極軸シャフトと、
前記極軸シャフトの方位角を検出する方位センサと、
前記極軸シャフトの仰角を検出する仰角センサと、
前記方位角と真北との差、及び、前記仰角と前記極軸シャフトが位置する緯度との差を
求める演算部と、
を備えることを特徴とする、回転架台。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の回転架台であって、
前記極軸シャフトの向きの変化を検出するジャイロセンサを備え、
前記演算部は、前記方位センサが検出した基準方位角と、前記極軸シャフトの向きの変
化とを用いて、真北に対する極軸シャフトの方位角を求めることを特徴とする、回転架台
。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の回転架台であって、
前記極軸シャフトを回転可能に支持する軸受を備え、
前記軸受及び前記方位センサはケーシング内に収容され、
前記方位センサは、前記軸受から 10 mm 以上離間されて配置されていることを特徴と
する、回転架台。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光学機器を回転可能に支持する、回転架台に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、撮像器や望遠鏡などの光学機器を回転可能に支持する支持手段として、回転
架台が知られている。例えば、天体観測や天体写真の撮影の際には、赤道儀と呼ばれる回
転架台が用いられる。

30

【0003】

望遠鏡や撮像器などの視野内に、一旦、目標となる星を捉えることができても、地球の
自転に伴う星の日周運動のため、数分経過すると、その星は視野から外れてしまう。そこ
で、移動する星を自動追尾するために、赤道儀と呼ばれる回転架台が用いられる。例えば
、図 7 に示すように、光学機器 100 を回転架台 102 に取り付けるとともに、回転架台
102 に内蔵されたモータにより、地球の自転運動とは逆方向に光学機器 100 を回転さ
せて、目標とする星を追尾する。

【0004】

上記追尾の事前作業として、回転架台 102 に対して極軸合わせと呼ばれる作業が行わ
れる。極軸合わせでは、光学機器 100 の回転軸となる、回転架台 102 の極軸シャフト
104 を、地軸 A と平行に揃える。

40

【0005】

極軸合わせの方法として、天の北極や南極付近の星を利用して、極軸シャフト 104 の
回転軸を天の北極や南極に向ける方法が知られている。例えば、北半球であれば、極軸望
遠鏡と呼ばれる望遠鏡を用いて、その視野内に北極星を捉えることで、極軸合わせを行
う。

【0006】

また、例えば、北半球にて、南向きのベランダ等で極軸合わせを行う場合、北極星を基
準に取ることは困難となる。そこで、特許文献 1 では、磁気センサ（方位センサ）を用い
て方位角を求めるとともに、GPS 受信機により緯度を求めている。

50

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 では、磁気センサの出力信号に応じてサーボ系が作動して、極軸シャフトの方位角を定める。また、GPS 受信機により得た緯度情報をもとに、極軸シャフトの仰角（高度）を設定する。例えば、極軸シャフトの仰角を変更する回転軸廻りには仰角目盛りが設けられており、この目盛りを緯度に一致させるように、ユーザが極軸シャフトを回転させる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 - 7 2 7 1 8 号公報

10

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 4 - 2 3 7 4 9 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 9 - 1 6 8 6 7 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

ところで、従来仰角設定では、ユーザが緯度を取得するとともに、仰角目盛りをその緯度に合わせる作業を行っている。言い換えると、現在仰角と目標仰角との差をユーザが計算して調整しなければならない。このように、従来極軸合わせには、煩雑な作業が含まれており、極軸合わせをより容易に行うことのできる、回転架台の提供が求められている。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、回転架台に関するものである。当該回転架台は、光学機器を回転可能に支持する極軸シャフトと、前記極軸シャフトの方位角を検出する方位センサと、前記極軸シャフトの仰角を検出する仰角センサと、前記方位角と真北との差、及び、前記仰角と前記極軸シャフトが位置する緯度との差を求める演算部と、を備える。

【 0 0 1 1 】

また、上記発明において、前記極軸シャフトの向きの変化を検出するジャイロセンサを備え、前記演算部は、前記方位センサが検出した基準方位角と、前記極軸シャフトの向きの変化とを用いて、真北に対する極軸シャフトの方位角を求めることが好適である。

30

【 0 0 1 2 】

また、上記発明において、前記極軸シャフトを回転可能に支持する軸受を備え、前記軸受及び前記方位センサはケーシング内に収容され、前記方位センサは、前記軸受から 1 0 m m 以上離間されて配置されていることが好適である。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、従来よりも容易に極軸合わせを行うことが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本実施形態に係る回転架台を例示する斜視図である。

40

【 図 2 】 極軸合わせについて説明する模式図である。

【 図 3 】 本実施形態に係る回転架台を例示する、分解斜視図である。

【 図 4 】 GPS センサの配置について説明する断面図である。

【 図 5 】 本実施形態に係る回転架台を例示するものであって、その構成部品を一部省略した、分解斜視図である。

【 図 6 】 方位角の求め方を説明する模式図である。

【 図 7 】 極軸合わせについて説明する模式図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

図 1 に、本実施形態に係る回転架台 1 0 を例示する。回転架台 1 0 は、ユーザによる持

50

ち運びが可能となるよう、小型、軽量であることが好適である。

【0016】

回転架台10は、例えば赤道儀として用いてよい。その場合、回転架台10は、極軸合わせが可能な機構を備えているか、または、極軸合わせが可能な機構に組み付け可能な構造であることが好適である。

【0017】

極軸合わせは、図2に示すように、回転架台10の極軸シャフト12の回転軸Cの方位角及び仰角を調整して、当該回転軸Cを天の北極に向ける作業である。また、回転架台10が回転中にバランスを崩して転倒することを防止するためや、星の追尾精度を維持するため、方位角及び仰角に加えて、水平角を調整するようにしてもよい。

10

【0018】

なお、以下では、極軸シャフト12の回転軸Cの方位角等を、単に、極軸シャフト12の方位角等と呼ぶものとする。

【0019】

上記を踏まえて、回転架台10は、極軸シャフト12の方位角、仰角、及び水平角が調整可能な手段に接続されることが好適である。または、回転架台10に方位角、仰角、及び水平角の調整手段を持たせてもよい。前者の場合、回転架台10は、雲台に固定されてよい。雲台は、三脚の台座にボールジョイントで接続された自由雲台であってもよく、また、方位角、仰角、及び水平角をそれぞれ独立に操作する回転軸をそれぞれ備えた、スリーウェイ型雲台であってもよい。また、雲台の代わりに、回転架台10は、XY微動ステージやXYZ微動ステージに搭載されていてもよい。

20

【0020】

図3に、本実施形態に係る回転架台10の分解斜視図を例示する。回転架台10は、極軸シャフト12、軸受14、モータ16、GPSセンサ18、方位センサ20、仰角センサ22、ジャイロセンサ24、演算部26、表示器27、及びケーシング28を備えている。

【0021】

ケーシング28は、極軸シャフト12、軸受14、モータ16、GPSセンサ18、方位センサ20、仰角センサ22、ジャイロセンサ24、演算部26、及び表示器27を収容する。

30

【0022】

ケーシング28は、上蓋体28A及び下蓋体28Bからなる分割体から構成されてよい。上蓋体28Aには、極軸シャフト12用の開口31Aや表示器27用の開口31Bが設けられていてもよい。また、図示は省略するが、ユーザが表示器27の表示内容を変更するための操作キー等が設けられていてもよい。下蓋体28Bの側面35には、雲台や微動ステージの固定ねじがねじ込まれる、ねじ穴35Aが設けられていてもよい。

【0023】

また、ケーシング28は、外部の磁気源から方位センサ20を保護(防磁)するために、非磁性体から構成することが好適である。例えば、ケーシング28は、アルミ板から構成されてよい。

40

【0024】

極軸シャフト12は、望遠鏡や撮像器等の光学機器(図示せず)を回転可能に支持する。極軸シャフト12は、上蓋体28Aの開口31Aからケーシング28外部に露出する、端面12Aを備えている。端面12Aは、光学機器の固定面として機能するようにしてもよい。その場合、端面12Aには、光学機器の固定ステージに設けられた固定ねじがねじ込まれる、ねじ穴等の固定手段が設けられてよい。

【0025】

また、極軸シャフト12は、光学機器の搭載物の重量により撓まない様、十分な剛性を備えていることが好適である。例えば、極軸シャフト12は、金属円筒から構成されてよい。さらに、方位センサ20に対する磁気ノイズ源とならないように、真鍮、ステンレス

50

、又はアルミ等の、非磁性体や低磁性体から、極軸シャフト 1 2 を構成することが好適である。

【 0 0 2 6 】

また、極軸シャフト 1 2 は、ギアアセンブリ 3 2 のねじ歯車と噛み合うウォームホイール 1 2 B を備えていてもよい。さらに、極軸シャフト 1 2 は、ウォームホイール 1 2 B を挟んで、ケーシング 2 8 の上蓋体 2 8 A 側の径シャフト 1 2 C と、下蓋体 2 8 B 側の小径シャフト 1 2 D とを備えていてもよい。

【 0 0 2 7 】

軸受 1 4 は、極軸シャフト 1 2 を回転可能に支持する。例えば、軸受 1 4 は、極軸シャフト 1 2 の大径シャフト 1 2 C を支持する大径軸受 1 4 A と、小径シャフト 1 2 D を支持する小径軸受 1 4 B とを備えていてもよい。2 つの軸受 1 4 A , 1 4 B を用いて極軸シャフト 1 2 を上下で支えることで、極軸シャフト 1 2 を安定して支持することが可能となる。

10

【 0 0 2 8 】

大径軸受 1 4 A は、その内輪が大径シャフト 1 2 C に嵌着固定され、またその外輪が保持リング 3 0 A 及び保持プレート 3 0 B に挟まれて固定される。保持プレート 3 0 B は下蓋体 2 8 B に固定される。また、小径軸受 1 4 B は、その内輪が小径シャフト 1 2 D に嵌着固定され、またその外輪が下蓋体 2 8 B の保持開口に嵌着固定される。

【 0 0 2 9 】

なお、極軸合わせの結果、極軸シャフト 1 2 が、鉛直方向に対して傾いた状態で保持される場合がある。これを考慮すると、軸受 1 4 は、周囲の重力荷重の偏り（偏荷重）に耐え得る転動体を用いることが好適である。例えば、軸受 1 4 は、偏荷重への耐久性が高く、また安価な鋼球を転動体として用いた、玉軸受であることが好適である。

20

【 0 0 3 0 】

モータ 1 6 は、極軸シャフト 1 2 を回転させる駆動源である。モータ 1 6 は、ギアアセンブリ 3 2 を介して極軸シャフト 1 2 に回転力を伝達させるようにしてもよい。また、モータ 1 6 は、観測対象となる星に応じて追尾速度を変えられるように、速度可変型のモータであることが好適である。例えば、モータ 1 6 は、パルスモータから構成されてよい。

【 0 0 3 1 】

また、モータ 1 6 から生じる磁界が、方位センサ 2 0 に対する磁気ノイズ源となることを防ぐために、モータ 1 6 は、磁気シールド 2 9 により覆われていることが好適である。

30

【 0 0 3 2 】

加えて、ギアアセンブリ 3 2 は、真鍮、ステンレス、又はアルミ等の、非磁性体や低磁性体から構成することが好適である。

【 0 0 3 3 】

表示器 2 7 は、極軸シャフト 1 2 に関する緯度情報、方位角情報、仰角情報、及び水平角情報等の、極軸合わせに必要な情報を、ユーザに表示する表示手段である。表示器 2 7 は、例えば、基板 3 7 に実装された、液晶ディスプレイであってよい。

【 0 0 3 4 】

G P S センサ 1 8 は、極軸シャフト 1 2 が置かれた場所の緯度を設定するための手段である。G P S センサ 1 8 のアンテナがケーシング 2 8 から露出していると破損のおそれがあるので、ケーシング 2 8 内に G P S アンテナを設けることが好適である。例えば図 4 に示すように、G P S アンテナ 3 3 は、ケーシング 2 8 の貫通孔 3 4 内に設けられてよい。その場合、G P S アンテナ 3 3 は、アクリルカバー等のカバー部材 3 6 に被覆されてよい。また、十分な受信感度を確保するために、G P S アンテナ 3 3 の受信角度 が 4 5 ° 以上となるように、貫通孔 3 4 の孔径を定めておくことが好適である。

40

【 0 0 3 5 】

また、G P S センサ 1 8 に代えて、またはこれに加えて、ユーザが緯度を入力するための、緯度入力手段を備えていてもよい。これによれば、天体写真の撮影場所において G P S センサ 1 8 の受信感度が悪い場合であっても、外部の機器等から取得するなどの方法で

50

ユーザが緯度情報を把握できていれば、ユーザの入力によって緯度を設定することが可能となる。

【0036】

図3に戻り、仰角センサ22は、極軸シャフト12の仰角を検出する検出手段である。仰角センサ22は、加速度センサであってよい。加速度センサが検出した重力加速度に基づけば、当該センサの検出面の、鉛直方向に対する傾き角を求めることができる。さらに加速度センサを複数、例えば3個設けると、これらのセンサを含む平面(基準面)の、鉛直方向に対する3次元的な傾きを求めることができる。この傾きを仰角成分と水平角成分とに分解することで、極軸シャフト12の仰角及び水平角を求めることができる。

10

【0037】

方位センサ20は、真北等の基準方位角と、当該基準方位角に対する、極軸シャフト12の方位角を検出する、検出手段である。方位センサ20は、例えば、地磁気を検出して方位角を求める、電子コンパスであってよい。

【0038】

方位センサ20は、ケーシング28内において、軸受14から離間した箇所に配置されていることが好適である。上述したように、軸受14の回転体として鋼球を用いる場合、鋼球の製造過程で、強度を高める等の目的で、強磁性体のマルテンサイト系のステンレス等が含まれる場合がある。そうすると、軸受14が、方位センサ20に対する磁気ノイズ源となり得る。

20

【0039】

軸受14は、その内輪と外輪とが相対回転可能でなければならないことを考慮すると、軸受14全体をシールド材で隙間なく覆うことは困難となる。そこで、図5に示すように、ケーシング28内において、方位センサ20を、軸受14から離間させ、軸受14の磁場の影響を低減させることが好適である。本願発明者らの解析によれば、軸受14の中心と方位センサ20の中心との離間距離dを10mmにすると、軸受14の磁場による影響が1/10程度に低減され、さらに、離間距離dを30mmにすると、軸受14の磁場による影響が1/100程度に低減されることが明らかとなった。このことから、方位センサ20は、軸受14との離間距離dが10mm以上となるように、ケーシング28内に配置されることが好適である。

30

【0040】

図3に戻り、ジャイロセンサ24は、極軸シャフト12の向きの変化を検出する検出手段である。ジャイロセンサ24は、例えば、圧電振動子やシリコン振動子などを備えた、角速度センサであってよい。ジャイロセンサ24は、方位角周りの角速度を求めることが可能である。例えば、極軸シャフト12の向きによっては、ジャイロセンサ24が検出する角速度が、方位角周りの成分、仰角周りの成分、及び水平角周りの成分の合成成分となる場合がある。その場合、仰角センサ22により検知された基準面の傾きをもとにして、方位角周りの角速度成分を求めることができる。

【0041】

演算部26は、GPSセンサ18またはこれに代わる緯度入力手段、方位センサ20、仰角センサ22、及びジャイロセンサ24からの情報を受信するとともに、これらの情報に基づいて以下のような演算を行って、極軸シャフト12の極軸合わせに必要な情報を算出し、これを表示器27に表示させる。

40

【0042】

演算部26は、仰角センサ22の出力に基づき、極軸シャフト12の仰角成分を算出する。また、GPSセンサ18またはこれに代わる緯度入力手段から、極軸シャフト12の置かれた位置の緯度を取得するとともに、取得した緯度を目標仰角として、当該目標仰角と現在の仰角との差を求める。ここで、演算部26は、目標仰角と現在の仰角との差を表示器27に出力させるようにしてもよい。このようにすることで、ユーザの操作性が向上する。すなわち、表示器27の仰角パラメータを0にするように、極軸シャフト1

50

2 を操作するだけで、極軸シャフト 1 2 の仰角は目標仰角に一致するようになる。

【 0 0 4 3 】

また、演算部 2 6 は、方位センサ 2 0 から真北の方角及び極軸シャフト 1 2 の方位角を取得するとともに、真北と方位角との差を求める。演算部 2 6 は、方位角と真北との角度差を、表示器 2 7 に表示させるようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

なお、ケーシング 2 8 内の磁場に由来して、方位センサ 2 0 の検出値には多少のずれが含まれる場合がある。このずれを補正するため、演算部 2 6 は、方位センサ 2 0 の検出値に対してキャリブレーションを行うような機能を備えていてもよい。例えば、回転架台 1 0 の組み立て後であって工場出荷前に、既知の真北の方角と、方位センサ 2 0 が検出した真北の方角とのずれを求める。さらに、このずれ分を補正する補正データを、図示しない記憶部に記憶させておく。実際に極軸合わせを行うときには、方位センサ 2 0 が検出した真北の方角に補正データを加えた値を、基準方位角とすべき真北の方角とする。

【 0 0 4 5 】

また、鉄骨の構造物の近傍など、外部磁場が強く働く場所では、方位センサ 2 0 の検出精度が低下する場合がある。本実施形態に係る回転架台 1 0 は、このような場合であっても、方位センサ 2 0 に加えてジャイロセンサ 2 4 を用いることで、真北に対する方位角の検出を行うことが可能となっている。

【 0 0 4 6 】

例えば、図 6 に示すように、外部磁場の強い構造物 4 0 から離れたグラウンド等の、外部磁場の影響の小さい場所に回転架台 1 0 を移動させ、その場所で真北及び真北に対する極軸シャフト 1 2 の方位角を求める。方位センサ 2 0 によって真北及び方位角を求めた後、構造物 4 0 内の撮影ポイントに戻る際に、回転架台 1 0 の向きが、ユーザにより変化させられる。このとき、ジャイロセンサ 2 4 は、極軸シャフト 1 2 の方位角周りの向きの変化を検出する。

【 0 0 4 7 】

演算部 2 6 は、方位センサ 2 0 によって求められた方位角の値に、ジャイロセンサ 2 4 が検出した方位角周りの向きの変化分を加算する。例えば、方位センサ 2 0 によって求めた極軸シャフト 1 2 の、真北に対する方位角が θ_1 であり、方位角 θ_1 を取得した後であって構造物 4 0 の撮影ポイントに到着するまでの間、ジャイロセンサ 2 4 が検出した極軸シャフト 1 2 の方位角の変化分が $\Delta\theta_2$ であったとする。このとき、演算部 2 6 は、極軸シャフト 1 2 の、撮影ポイントにおける方位角を $\theta_1 + \Delta\theta_2$ とする。この方位角 $\theta_1 + \Delta\theta_2$ を 0 とするように、極軸シャフト 1 2 の方位角を調整すると、極軸シャフト 1 2 は真北を向くようになる。

【 0 0 4 8 】

このように、ジャイロセンサ 2 4 を用いることで、方位センサ 2 0 による真北と方位角の取得後の、極軸シャフト 1 2 の方位角の変化を求めることが可能となる。ジャイロセンサ 2 4 は基本的には磁場の影響を受けないため、強い外部磁場が働く環境であってもジャイロセンサ 2 4 は十分に機能する。外部磁場の弱い場所で方位センサ 2 0 による真北と方位角の検出を行った後、強い外部磁場が働く環境に戻るまで、ジャイロセンサ 2 4 が方位角の変化を検知することから、強い外部磁場が働くような場所においても、真北に対する極軸シャフト 1 2 の方位角を求めることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

なお、上述した実施形態では、回転架台 1 0 を赤道儀として説明したが、この形態に限らない。例えば、方位角及び水平角の検出機能を用いて、微速度撮影（タイムラプス撮影）用の、撮影器の架台として、本実施形態に係る回転架台 1 0 を用いてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

1 0 回転架台、1 2 極軸シャフト、1 4 軸受、1 6 モータ、1 8 GPS センサ、2 0 方位センサ、2 2 仰角センサ、2 4 ジャイロセンサ、2 6 演算部、2 7

10

20

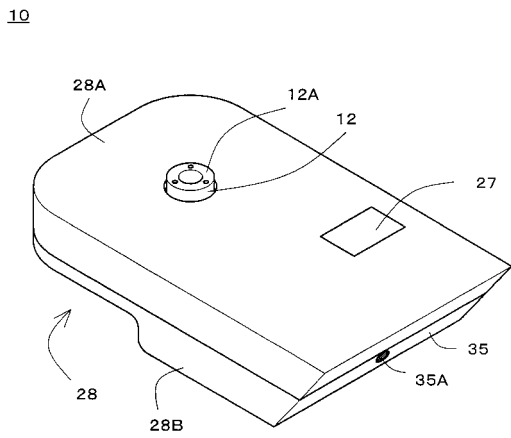
30

40

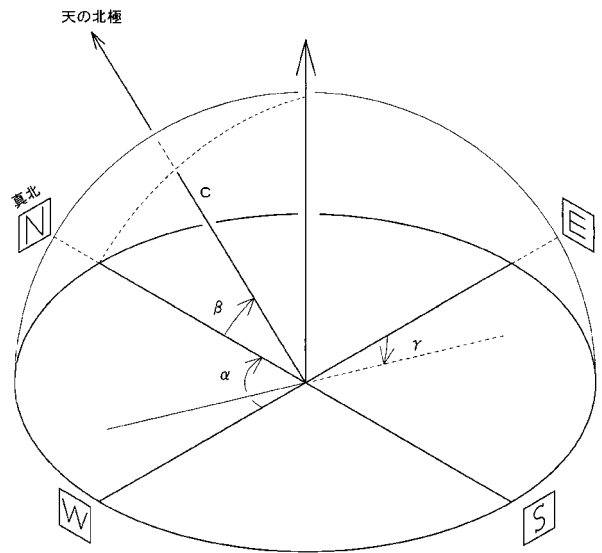
50

表示器、28 ケーシング、29 磁気シールド。

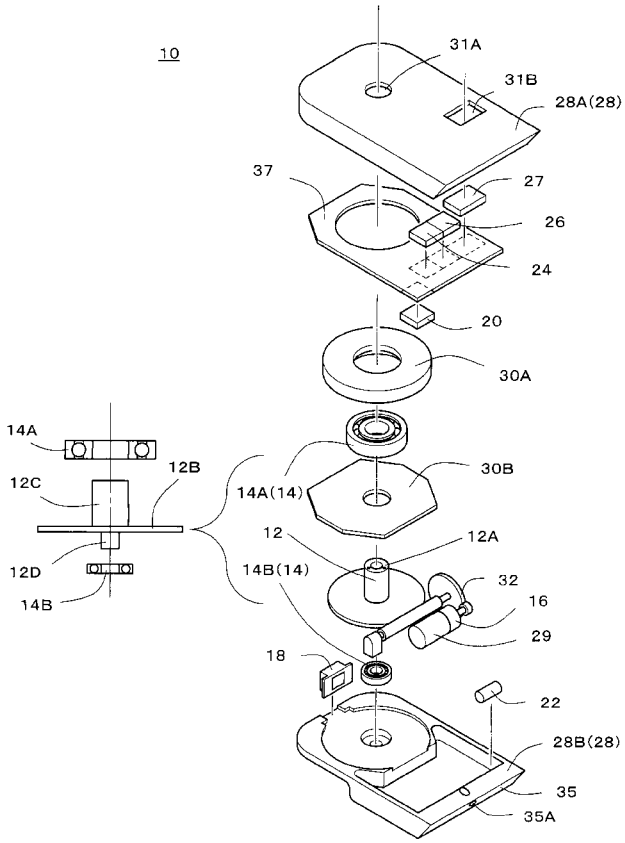
【図1】



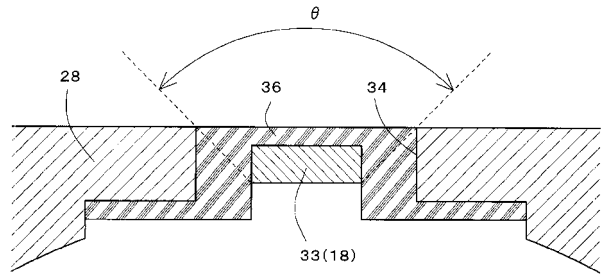
【図2】



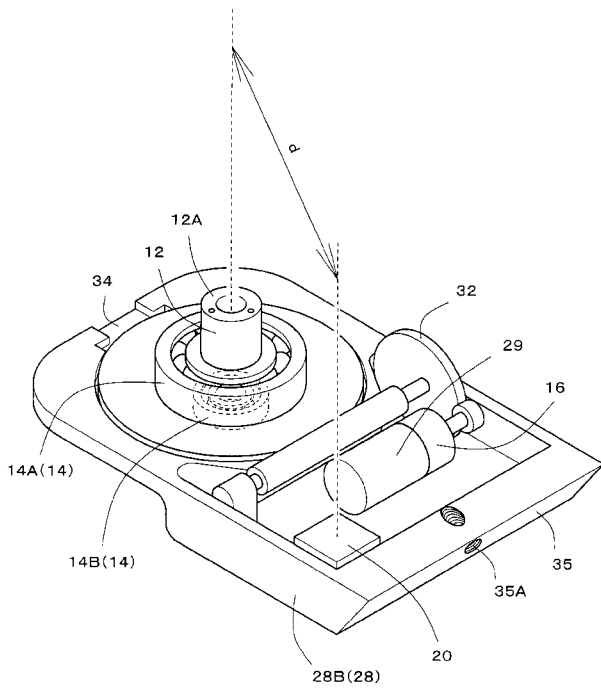
【 図 3 】



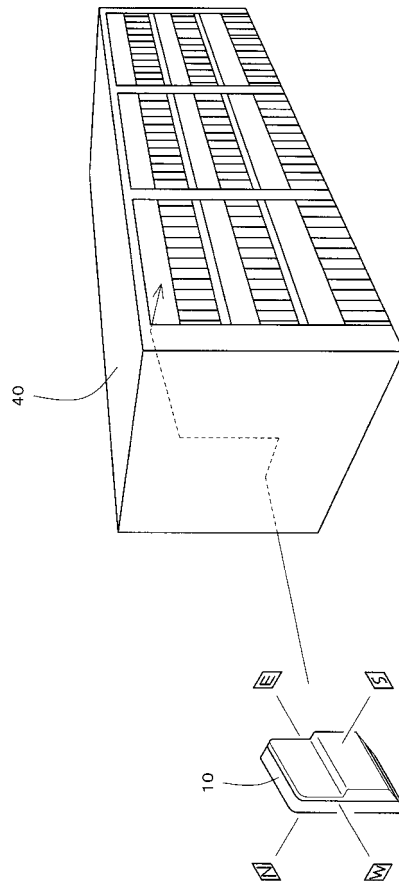
【 図 4 】



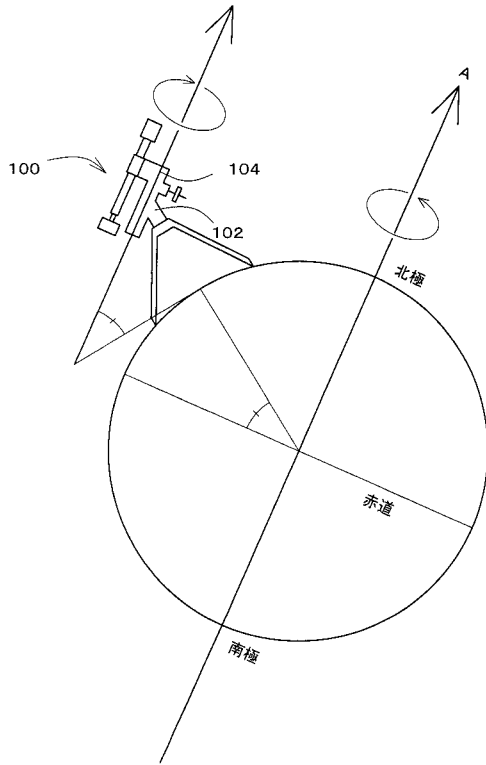
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
G 0 3 B 17/56	(2006.01)	G 0 3 B	17/00	B
G 0 2 B 23/16	(2006.01)	G 0 3 B	17/56	B
		G 0 2 B	23/16	
(72)発明者	南部 元洋			
	東京都稲城市矢野口 2 3 3 - 1		東興電気株式会社内	
(72)発明者	片桐 高浩			
	東京都稲城市矢野口 2 3 3 - 1		東興電気株式会社内	
Fターム(参考)	2H039 AA01 AB56			
	2H105 AA13			