(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
2025年3月6日(06.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/047113 A1

(51) 国際特許分類:
G01C 17/28 (2006.01) *G01C 19/00* (2013.01)
G01C 17/38 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/024079

(22) 国際出願日： 2024年7月3日(03.07.2024)

(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 2023-138507 2023年8月29日(29.08.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所 (**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

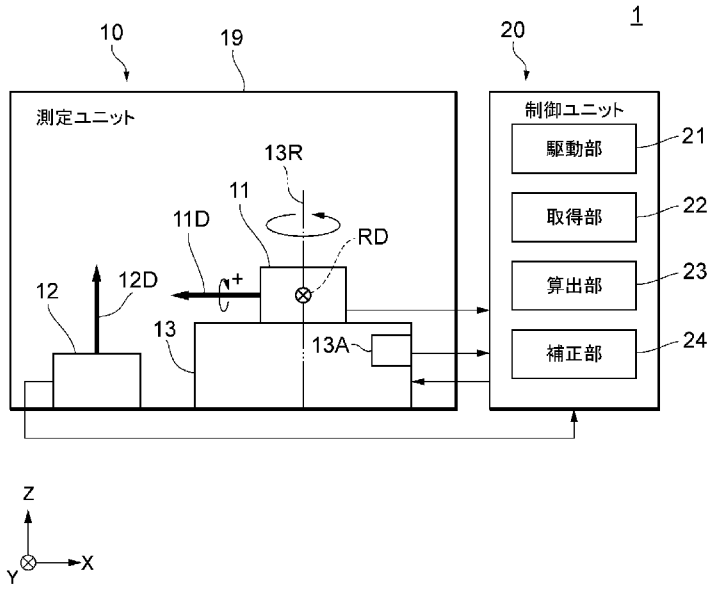
(72) 発明者: 金田 真也 (**KANEDA, Shinya**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(**INABA, Yoshiyuki** et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** AZIMUTH MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 方位計測装置



10 Measurement unit
20 Control unit
21 Drive unit
22 Acquisition unit
23 Calculation unit
24 Correction unit

図 1

(57) **Abstract:** An azimuth measurement device (1) comprises a first angular velocity sensor (11) that has a first detection axis (11D) extending along the horizontal direction and detects a first angular velocity with the first detection axis (11D) as the center of rotation, a rotation mechanism (13) that has a rotation axis (13R) extending along the vertical direction and rotates the first detection axis (11D) of the first angular velocity sensor (11) with a rotation axis (13R) as the center of rotation, and a second angular velocity sensor (12) that is used to correct the rotation angle (alpha) of the first detection

WO 2025/047113 A1

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

axis (11D) in the rotation mechanism (13), the second angular velocity sensor (12) having a second detection axis (12D) extending along the vertical direction and detecting a second angular velocity having the second detection axis (12D) as the center of rotation.

(57) 要約:方位計測装置(1)は、水平方向に沿って延在する第1検出軸(11D)を有し、第1検出軸(11D)を回転中心とする第1角速度を検出する第1角速度センサ(11)と、鉛直方向に沿って延在する回転軸(13R)を有し、回転軸(13R)を回転中心として第1角速度センサ(11)の第1検出軸(11D)を回転させる回転機構(13)と、回転機構(13)における第1検出軸(11D)の回転角度(α)を補正するために用いられる第2角速度センサ(12)であって、鉛直方向に沿って延在する第2検出軸(12D)を有し、第2検出軸(12D)を回転中心とする第2角速度を検出する第2角速度センサ(12)とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 方位計測装置

技術分野

[0001]　本発明は、方位計測装置に関する。

背景技術

[0002]　方位計測装置として、例えば、方位磁針を用いたアナログ磁気方式、磁気センサを用いたデジタル磁気方式、ＧＰＳ方式、ジャイロスコープ方式などの様々な方位計測方法が知られている。

[0003]　例えば、非特許文献１には、水平面内に検出軸を有する角速度センサが回転機構上で鉛直軸周りに回転しながら地球の自転に伴う角速度を検出する測定ユニットを備え、グラフの横軸に角速度センサの検出軸の回転角度、縦軸に角速度の測定結果をプロットし、プロットされた波形に対してサイン関数フィッティングを行うことによって、方位を算出する方位計測装置及び方位計測方法が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：I.P. Prikhodko, S.A. Zotov, Alexander A. Trusov and A.M. Shkel, ”What is MEMS Gyrocompassing? Comparative Analysis of Maytagging and Carouseling” Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. 22, No. 6, pp. 1257-1266, December 2013.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、非特許文献１に記載の方位計測装置においては、方位の計測中に方位計測装置が鉛直軸周りに回転すると、角速度センサの検出軸の回転角度が基準値からずれてしまい、方位を正確に算出できなくなる場合がある。

[0006]　本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、方位計測精度の向

上を図ることができる方位計測装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る方位計測装置は、水平方向に沿って延在する第１検出軸を有し、第１検出軸を回転中心とする第１角速度を検出する第１角速度センサと、鉛直方向に沿って延在する回転軸を有し、回転軸を回転中心として第１角速度センサの前記第１検出軸を回転させる回転機構と、回転機構における第１検出軸の回転角度を補正するために用いられる第２角速度センサであって、鉛直方向に沿って延在する第２検出軸を有し、第２検出軸を回転中心とする第２角速度を検出する第２角速度センサとを備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、方位計測精度の向上を図ることができる方位計測装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第１実施形態に係る方位計測装置の構成を示す概略図である。

[図2]測定ユニットを示す平面図である。

[図3]制御ユニットの物理的構成の一例を示す図である。

[図4]鉛直軸周りに回転した測定ユニットを示す平面図である。

[図5]補正前の回転角に対する第１角速度を示すグラフである。

[図6]補正後の回転角に対する第１角速度を示すグラフである。

[図7]第２実施形態に係る方位計測装置の構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本発明の技術的範囲を当該実施形態に限定して解するべきではない。

[0011] 各図面には、各図面の相互の関係を明確にし、各部材の位置関係を理解する助けとするために、便宜的にＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸からなる直交座標系を付

すことがある。Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸は各図面において互いに対応している。Ｘ軸に平行な方向を「Ｘ軸方向」、Ｙ軸に平行な方向を「Ｙ軸方向」、Ｚ軸に平行な方向を「Ｚ軸方向」とする。また、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸の矢印の先端方向を「正」又は「＋（プラス）」、矢印とは反対の方向を「負」又は「－（マイナス）」とする。Ｘ軸及びＹ軸によって規定される面を「ＸＹ面」とし、他の軸によって規定される面も同様とする。Ｚ軸方向は「鉛直方向」の一例に相当し、ＸＹ面に沿った方向は「水平方向」の一例に相当する。

[0012] ＜第１実施形態＞

[0013] まず、図１及び図２を参照しつつ、本発明の一実施形態に係る方位計測装置１の構成について説明する。図１は、第１実施形態に係る方位計測装置の構成を示す概略図である。図２は、測定ユニットを示す平面図である。

[0014] 方位計測装置１は、地球の自転の角速度を測定することによって方位を計測する。方位計測装置１は、例えば真北を発見する指北装置である。方位計測装置１は、測定ユニット１０と、制御ユニット２０とを備えている。

[0015] 測定ユニット１０は、地球の自転角速度を測定する。図１に示すように、測定ユニット１０は、第１角速度センサ１１と、第２角速度センサ１２と、回転機構１３と、センサ筐体１９とを備えている。

[0016] 第１角速度センサ１１は、水平方向（ＸＹ面）に沿って延在する第１検出軸１１Ｄを有し、第１検出軸１１Ｄを回転中心とする第１角速度を検出する。第１角速度センサ１１は、例えばＭＥＭＳ（Ｍｉｃｒｏ　Ｅｌｅｃｔｒｏ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｓｙｓｔｅｍｓ）ジャイロセンサであるが、角速度を検出可能であればこれに限定されるものではない。測定ユニット１０が静止しているときの第１角速度は、測定地点緯度における地球の自転の角速度水平成分のうち、第１検出軸１１Ｄを回転中心とする成分に相当する。つまり、第１角速度の大きさは、第１検出軸１１Ｄの方位角に基づいて変化する。具体的には、地球の自転角速度をΩ_E、測定地点の緯度をϕとしたとき、測定地点における水平面内の真北方向と地軸との成す角度はϕであるため、測定地点における水平面内の真北方向を回転中心とする自転角速度水平成分

ω_hは、$\omega_h=\Omega_E\times\cos\phi$と表される。水平面内における真北方向と第１検出軸１１Ｄとの成す角度を第１検出軸１１Ｄの方位角θとしたとき、第１検出軸１１Ｄを回転中心とする自転由来の第１角速度ωは、$\omega=\omega_h\times\cos\theta=\Omega_E\times\cos\phi\times\cos\theta$と表される。上式より、$\Omega_E$は一定（$\Omega_E$＝１５．０４１［ｄｐｈ］）なので、角速度$\omega$は、緯度$\phi$と第１検出軸１１Ｄの方位角$\theta$によって決まる。第１角速度センサ１１から第１検出軸１１Ｄを視て時計回りを第１角速度の正方向とした場合、第１検出軸１１Ｄの方位角θが一定となる条件下では、測定位置が赤道（ϕ＝０）上の場合に第１角速度ωは最大となり、真北又は真南に近付くほど、すなわちϕが大きくなるほど、第１角速度ωは小さくなる。また、緯度ϕが一定となる条件下では、第１検出軸１１Ｄが真北を向いているとき、すなわちθ＝０のとき、に第１角速度ωは最大となる。第１検出軸１１Ｄが真南を向いているとき、すなわちθ＝１８０のとき、に第１角速度ωは最小となる。また、第１検出軸１１Ｄが真西又は真東を向いているとき、すなわちθ＝９０，２７０のとき、に第１角速度ωはゼロとなる。測定位置が同じ場合、$\Omega_E\times\cos\phi$＝ｋ（定数）と表すことができるので、第１角速度ωは、$\omega=\Omega_E\times\cos\phi\times\cos\theta=k\times\sin(90-\theta)$と表すことができる。すなわち、第１角速度$\omega$は、第１検出軸１１Ｄの方位角$\theta$を変数とするサイン関数で表すことができる。

[0017] 回転機構１３は、鉛直方向（Ｚ軸）に沿って延在する回転軸１３Ｒを有し、回転軸１３Ｒを回転中心として第１角速度センサ１１の第１検出軸１１Ｄを回転させる。回転機構１３によって回転された第１検出軸１１ＤがＸＹ面内において基準方向ＲＤと成す角度を、第１検出軸１１Ｄの回転角度αとする。例えば、回転機構１３は回転テーブルであり、回転機構１３のテーブル面上に第１角速度センサ１１が固定されている。

[0018] 回転角度αは、ロータリーエンコーダ１３Ａによって測定される。ロータリーエンコーダ１３Ａは、例えば回転機構１３に備えられているが、回転機構１３の外部に備えられていてもよい。

[0019] 第２角速度センサ１２は、回転機構１３における第１検出軸１１Ｄの回転

角度αを補正するために用いられる。測定ユニット１０が外部からの衝撃などにより鉛直軸周りに回転したとき、回転機構１３及びロータリーエンコーダ１３Ａごと第１角速度センサ１１が回転する。このため、第１検出軸１１Ｄの回転角度は、ロータリーエンコーダ１３Ａによって測定される回転角度αから乖離する。このとき、ロータリーエンコーダ１３Ａの測定値である回転角度αを補正して、真の回転角度を得るために第２角速度センサ１２は用いられる。

[0020] 第２角速度センサ１２は、第１角速度センサ１１と同様、例えばＭＥＭＳジャイロセンサであるがこれに限定されるものではない。第２角速度センサ１２は、鉛直方向（Ｚ軸）に沿って延在する第２検出軸１２Ｄを有し、第２検出軸１２Ｄを回転中心とする第２角速度を検出する。第２角速度は、測定ユニット１０が外部からの衝撃などにより鉛直軸周りに回転したときの角速度である。第２角速度センサ１２によって測定された第２角速度の測定値を積分して算出した回転角度に基づいて、測定ユニット１０の向きの基準方向ＲＤからの角度ずれを算出することができる。このため、第２角速度に基づいて回転角度αの補正が可能となる。

[0021] 第２角速度センサ１２は、回転機構１３から離間して設けられている。この場合、第２角速度センサ１２は、測定ユニット１０の鉛直軸周りの角速度だけを検出する。但し、第２角速度センサは、第１角速度センサと同様、回転機構に設けられてもよい。この場合、第２角速度センサは、回転機構の角速度と、測定ユニットの鉛直軸周りの角速度との合成された角速度を検出する。このため、測定ユニットの角速度は、例えば、測定ユニットが静止した状態で検出した角速度を、第２角速度センサの検出結果から減算することによって算出される。また、測定ユニットの角速度は、回転機構の設定角速度を第２角速度センサの検出結果から減算することによって算出されてもよい。

[0022] センサ筐体１９は、第１角速度センサ１１、第２角速度センサ１２及び回転機構１３を収容している。図示を省略しているが、センサ筐体１９は、第

１角速度センサ１１、第２角速度センサ１２及び回転機構１３が制御ユニット２０と通信するための通信モジュールを備えてもよい。

[0023] 制御ユニット２０は、測定ユニット１０を制御し、測定ユニット１０の測定結果に基づいて方位を計測する。図１に示すように、制御ユニット２０は、測定ユニット１０と通信可能に接続されている。制御ユニット２０は、駆動部２１と、取得部２２と、算出部２３と、補正部２４とを備えている。

[0024] 駆動部２１は、回転機構１３を駆動する。取得部２２は、第１角速度センサ１１から第１角速度を取得し、第２角速度センサ１２から第２角速度を取得し、ロータリーエンコーダ１３Ａから回転角度αを取得する。算出部２３は、第１角速度を回転角度αに対してプロットし、このプロットをサイン関数でフィッティングすることによって方位を算出する。第１角速度は第１検出軸１１Ｄが真北を向いたときに最大となるため、算出部２３は、サイン関数でのフィッティングを行わずに、第１角速度が最大となる回転角度αから真北を算出してもよい。

[0025] 補正部２４は、第２角速度に基づいて、回転機構１３における第１検出軸１１Ｄの回転角度αを補正する。補正部２４は、例えば、回転機構１３から取得された後の回転角度αを補正し、算出部２３におけるプロットの位置を変更する。但し、補正部２４の補正方法は上記に限定されるものではなく、回転機構１３から取得される前の回転角度αを補正してもよい。例えば、補正部２４は、通常時の設定値から第２角速度を減算した値を、回転機構１３の回転角速度としてもよい。また、補正部２４は、駆動部２１を介して回転機構１３を駆動し、回転機構１３の向きが真の回転角度に一致するよう回転させてもよい。また、補正部２４は、ロータリーエンコーダ１３Ａが測定する値が真の回転角度となるよう、ロータリーエンコーダ１３Ａを校正してもよい。

[0026] 次に、図３を参照しつつ、制御ユニット２０の物理的構成について説明する。図３は、制御ユニットの物理的構成の一例を示す図である。

[0027] 制御ユニット２０は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ

Ｕｎｉｔ）９５と、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）９６と、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）９７と、通信モジュール９８とを備えている。これらの各構成は、バスを介して相互にデータ送受信可能に接続されている。また、ＣＰＵ９５、ＲＡＭ９６、ＲＯＭ９７及び通信モジュール９８は、操作部９２及び表示部９４とバスを介してデータ送受信可能に接続されている。制御ユニット２０は、例えば、ＭＣＵ（Ｍｉｃｒｏ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ　Ｕｎｉｔ）であるが、単一のコンピュータにより構成されてもよく、分散した複数のコンピュータが組み合われて実現されたものでもよい。制御ユニット２０は、例えば、ＲＡＭ９６又はＲＯＭ９７に記憶された所定のプログラムを、ＣＰＵ９５で実行することにより、駆動部２１、取得部２２、算出部２３及び補正部２４を機能させることができる。

[0028] 次に、図４乃至図６を参照しつつ、補正のより詳細なメカニズムについて説明する。図４は、鉛直軸周りに回転した測定ユニットを示す平面図である。図５は、補正前の回転角に対する第１角速度を示すグラフである。図６は、補正後の回転角に対する第１角速度を示すグラフである。図５に示すグラフにおいて、横軸は第１検出軸１１Ｄの補正前の回転角度であり、縦軸は第１角速度である。図６に示すグラフおいて、横軸は第１検出軸１１Ｄの補正後の回転角度であり、縦軸は第１角速度である。

[0029] まず、回転機構１３を駆動し、第１角速度センサ１１の第１検出軸１１Ｄを、基準方向ＲＤから回転させる。それと同時に、第１角速度センサ１１を作動させ、所定の間隔の回転角度αにおいて第１角速度を検出する。

[0030] 図４に示すように、あるタイミングＴｍにおいて測定ユニット１０が回転機構１３の回転方向と同じ方向に角度βで回転したとする。このとき、本来の回転前の初期基準方向をＲＤ０とすると、回転機構１３の基準方向ＲＤは、初期基準方向ＲＤ０から角度βの分だけ回転する。このため、第１角速度センサ１１の第１検出軸１１Ｄにおける初期基準方向ＲＤ０からの真の回転角度はα＋βとなる。したがって、ロータリーエンコーダ１３Ａが回転角度

をαと測定するとき、第１角速度センサ１１は、真の回転角度α＋βにおける第１角速度を検出する。このため、図５に示すように、測定ユニット１０が回転したタイミングＴｍにおいて、第１角速度が非連続的に変化する。このように第１角速度が非連続的に変化すると、第１角速度のプロットをサイン関数でフィッティングしたときに誤差が生じることとなる。

[0031] そこで、第２角速度センサ１２が第２角速度を検出した場合には、補正部２４において第２角速度に基づいて角度βを求める。図６に示すように、補正部２４は、タイミングＴｍ以降にロータリーエンコーダ１３Ａによって測定された回転角度αに回転角度βを加算する。第１角速度のプロットはタイミングＴｍで一度途切れることとなるが、サイン関数からのプロットの乖離を抑制することができる。つまり、サイン関数でフィッティングしたときに生じる誤差を抑制することができる。したがって、図５に示すグラフに基づいて方位を計測する場合に比べて、図６に示すグラフに基づいて方位を計測することによって、方位の計測精度を向上させることができる。図６に示す補正後のグラフのフィッティングによって算出される方位角は、測定ユニット１０が回転しなかったと仮定した場合の方位角、すなわち初期基準方向ＲＤ０に対する角度である。このため、角度βで回転した後の測定ユニット１０における方位角を算出するためには、図６に示す補正後のグラフのフィッティングによって算出される方位角に、測定ユニット１０の回転角度βに加算する必要がある。例えば、補正後のグラフのフィッティングによって算出された真北の方位角がα＝３０度であって、第２角速度の測定値を積分して算出した測定ユニット１０の回転角度がβ＝１０度である場合、測定ユニット１０における真北の方位角はα＋β＝４０度である。

[0032] 以上説明した通り、本実施形態によれば、方位計測装置１は、水平方向に延在する第１検出軸１１Ｄを有する第１角速度センサ１１と、鉛直方向に延在する回転軸１３Ｒを回転中心として第１検出軸１１Ｄを回転させる回転機構１３と、回転機構１３における第１検出軸１１Ｄの回転角度αを補正するために用いられる第２角速度センサ１２であって、鉛直方向に沿って延在す

る第２検出軸１２Ｄを有し、第２検出軸１２Ｄを回転中心とする第２角速度を検出する第２角速度センサとを備えている。

[0033] これによれば、方位計測中に鉛直軸周りに測定ユニット１０が回転したとしても、測定ユニット１０の回転に起因した回転角度αの誤差を、第２角速度に基づいて補正することによって、方位計測誤差の発生を抑制することができる。

[0034] 以下に、その他の実施形態について説明する。なお、第１実施形態に示した構成と同一又は類似の構成について同一又は類似の符号を付し、その説明を適宜省略する。また、同様の構成による同様の作用効果については、逐次言及しない。

[0035] ＜第２実施形態＞

図７を参照しつつ、第２実施形態に係る方位計測装置２の構成について説明する。図７は、第２実施形態に係る方位計測装置の構成を示す概略図である。

[0036] 方位計測装置２は、姿勢制御ユニット２３０をさらに備えている。また、方位計測装置２の測定ユニット２１０は、姿勢測定機構２１４をさらに有している。方位計測装置２の制御ユニット２２０は、姿勢情報取得部２２５と、姿勢制御部２２６とをさらに有している。

[0037] 姿勢制御ユニット２３０は、測定ユニット２１０における水平方向（ＸＹ面）に沿って延在する回転軸周りの回転を補正し、第１角速度センサ１１、第２角速度センサ１２及び回転機構１３の姿勢を制御する。姿勢制御ユニット２３０は、二軸ジンバル機構２３１と、二軸ジンバル機構２３１を動作させるサーボモータ２３２とを備えている。

[0038] 姿勢測定機構２１４は、測定ユニット２１０のＸＹ面に沿って延在する回転軸周りの回転を測定する。つまり、姿勢測定機構２１４は、第１角速度センサ１１、第２角速度センサ１２及び回転機構１３の姿勢を測定する。姿勢測定機構２１４は、例えば、慣性計測装置（ＩＭＵ：Ｉｎｅｒｔｉａｌ Ｍｅａｓｕｒｅｍｅｎｔ Ｕｎｉｔ）である。姿勢情報取得部２２５は、姿勢

測定機構２１４から測定ユニット２１０の姿勢に関する情報を取得する。姿勢制御部２２６は、姿勢情報取得部２２５が取得した測定ユニット２１０の姿勢に関する情報に基づいて、サーボモータ２３２を介して、二軸ジンバル機構２３１をサーボ制御する。

[0039] 本実施形態によれば、方位計測装置２は、姿勢制御ユニット２３０を備えているため、測定ユニット２１０における水平方向に沿って延在する回転軸周りの回転に起因した方位計測誤差の発生を抑制し、方位計測精度を向上させることができる。

[0040] また、本実施形態の一態様として、姿勢制御ユニット２３０は、姿勢測定機構２１４の測定結果に基づいて姿勢制御を行うため、測定ユニット２１０の水平姿勢を高精度に維持することができる。

[0041] なお、本実施形態において、姿勢制御ユニット２３０は、姿勢測定機構２１４の測定結果に基づいて、サーボ制御により測定ユニット２１０の姿勢を制御しているが、これに限定されるものではない。方位計測装置は、姿勢制御ユニットの姿勢測定を行わずに、二軸ジンバル機構を常時一定の出力で動作させることによって、測定ユニットの姿勢を制御してもよい。

[0042] また、姿勢制御機構は、二軸ジンバル機構に限定されるものではない。例えば、姿勢制御機構は、測定ユニットの底面に接続された２つ以上の昇降機能付きの支柱であってもよい。姿勢制御機構は、空気バネ、スプリング、オイルダンパ、エアダンパ及びウレタンゴムなどを有するパッシブ型の姿勢制御機構であってもよい。

[0043] 以下に、本発明の実施形態の一部又は全部を付記する。なお、本発明は以下の付記に限定されるものではない。

[0044] ＜１＞

水平方向に沿って延在する第１検出軸を有し、第１検出軸を回転中心とする第１角速度を検出する第１角速度センサと、

鉛直方向に沿って延在する回転軸を有し、回転軸を回転中心として第１角速度センサの第１検出軸を回転させる回転機構と、

回転機構における第１検出軸の回転角度を補正するために用いられる第２角速度センサであって、鉛直方向に沿って延在する第２検出軸を有し、第２検出軸を回転中心とする第２角速度を検出する第２角速度センサと
を備える、
方位計測装置。

[0045] ＜２＞
第２角速度に基づいて、回転機構における第１検出軸の回転角度を補正する補正部をさらに備える、
＜１＞に記載の方位計測装置。

[0046] ＜３＞
第１角速度を回転角度に対してプロットし、プロットをサイン関数でフィッティングすることによって方位を算出する算出部をさらに備える、
＜２＞に記載の方位計測装置。

[0047] ＜４＞
補正部は、回転機構から取得された後の回転角度を補正する、
＜２＞又は＜３＞に記載の方位計測装置。

[0048] ＜５＞
補正部は、回転機構から取得した第１検出軸の回転角度に、第２角速度センサによって測定された第２角速度に基づいて算出した回転角度を加算する、
＜４＞に記載の方位計測装置。

[0049] ＜６＞
補正部は、回転機構から取得される前の回転角度を補正する、
＜２＞又は＜３＞に記載の方位計測装置。

[0050] ＜７＞
補正部は、通常時の設定値から第２角速度センサによって測定された第２角速度を減算した値を、回転機構の回転角速度とする、
＜６＞に記載の方位計測装置。

[0051] ＜８＞

第１角速度センサ、回転機構及び第２角速度センサの姿勢を制御する姿勢制御ユニットをさらに備える、

＜１＞から＜７＞のいずれか一つに記載の方位計測装置。

[0052] ＜９＞

姿勢制御ユニットは、二軸ジンバル機構である、

＜８＞に記載の方位計測装置。

[0053] ＜１０＞

第１角速度センサ、回転機構及び第２角速度センサの姿勢を測定する姿勢測定機構をさらに備え、

姿勢制御ユニットは、姿勢測定機構の測定結果に基づいて姿勢制御を行う、

＜８＞又は＜９＞に記載の方位計測装置。

[0054] 以上説明したように、本発明の一態様によれば、方位計測精度の向上を図ることができる方位計測装置を提供することができる。

[0055] なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。すなわち、実施形態及び／又は変形例に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、実施形態及び／又は変形例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、実施形態及び変形例は例示であり、異なる実施形態及び／又は変形例で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもなく、これらも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

符号の説明

[0056] １…方位計測装置

１０…測定ユニット

１１…第１角速度センサ

１１Ｄ…第１検出軸

１２…第２角速度センサ

１２Ｄ…第２検出軸

１３…回転機構

１３Ｒ…回転軸

１３Ａ…ロータリーエンコーダ

ＲＤ…基準方向

α…回転角度

２０…制御ユニット

２１…駆動部

２２…取得部

２３…算出部

２４…補正部

２１４…姿勢測定機構

２３０…姿勢制御ユニット

２３１…二軸ジンバル機構

２３２…サーボモータ

２２５…姿勢情報取得部

２２６…姿勢制御部

請求の範囲

[請求項1] 水平方向に沿って延在する第１検出軸を有し、前記第１検出軸を回転中心とする第１角速度を検出する第１角速度センサと、

鉛直方向に沿って延在する回転軸を有し、前記回転軸を回転中心として前記第１角速度センサの前記第１検出軸を回転させる回転機構と、

前記回転機構における前記第１検出軸の回転角度を補正するために用いられる第２角速度センサであって、鉛直方向に沿って延在する第２検出軸を有し、前記第２検出軸を回転中心とする第２角速度を検出する第２角速度センサと

を備える、

方位計測装置。

[請求項2] 前記第２角速度に基づいて、前記回転機構における前記第１検出軸の前記回転角度を補正する補正部をさらに備える、

請求項１に記載の方位計測装置。

[請求項3] 前記第１角速度を前記回転角度に対してプロットし、前記プロットをサイン関数でフィッティングすることによって方位を算出する算出部をさらに備える、

請求項２に記載の方位計測装置。

[請求項4] 前記補正部は、前記回転機構から取得された後の前記回転角度を補正する、

請求項２又は３に記載の方位計測装置。

[請求項5] 前記補正部は、前記回転機構から取得した前記第１検出軸の前記回転角度に、前記第２角速度センサによって測定された前記第２角速度に基づいて算出した回転角度を加算する、

請求項４に記載の方位計測装置。

[請求項6] 前記補正部は、前記回転機構から取得される前の前記回転角度を補正する、

請求項２又は３に記載の方位計測装置。

[請求項7] 前記補正部は、通常時の設定値から前記第２角速度センサによって測定された前記第２角速度を減算した値を、前記回転機構の回転角速度とする、

請求項６に記載の方位計測装置。

[請求項8] 前記第１角速度センサ、前記回転機構及び前記第２角速度センサの姿勢を制御する姿勢制御ユニットをさらに備える、

請求項１から７のいずれか一項に記載の方位計測装置。

[請求項9] 前記姿勢制御ユニットは、二軸ジンバル機構である、

請求項８に記載の方位計測装置。

[請求項10] 前記第１角速度センサ、前記回転機構及び前記第２角速度センサの姿勢を測定する姿勢測定機構をさらに備え、

前記姿勢制御ユニットは、前記姿勢測定機構の測定結果に基づいて姿勢制御を行う、

請求項８又は９に記載の方位計測装置。

[図1]

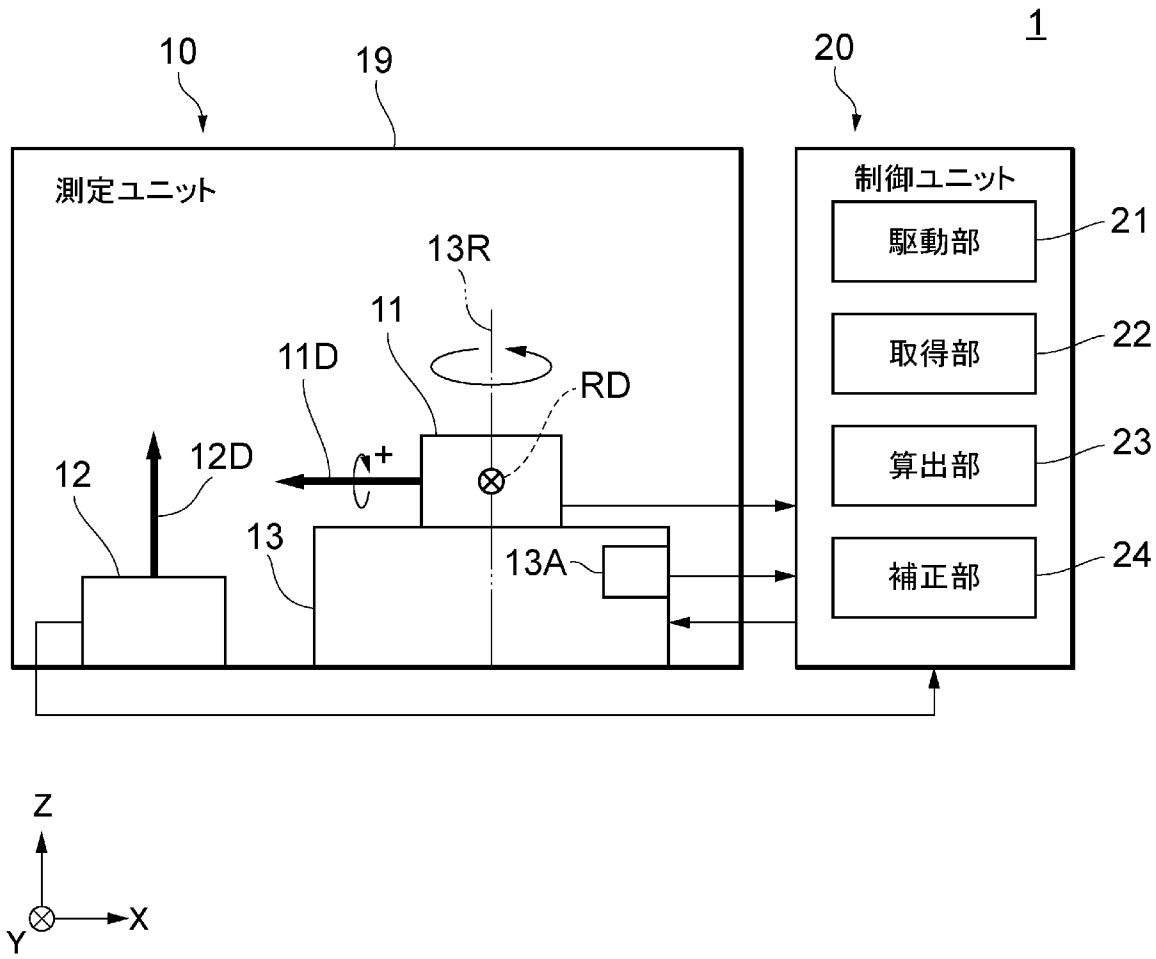

1
10
19
20
測定ユニット
制御ユニット
駆動部
取得部
算出部
補正部
21
22
23
24
13R
11
11D
RD
12
12D
+
13
13A
Z
X
Y

図 1

[図2]

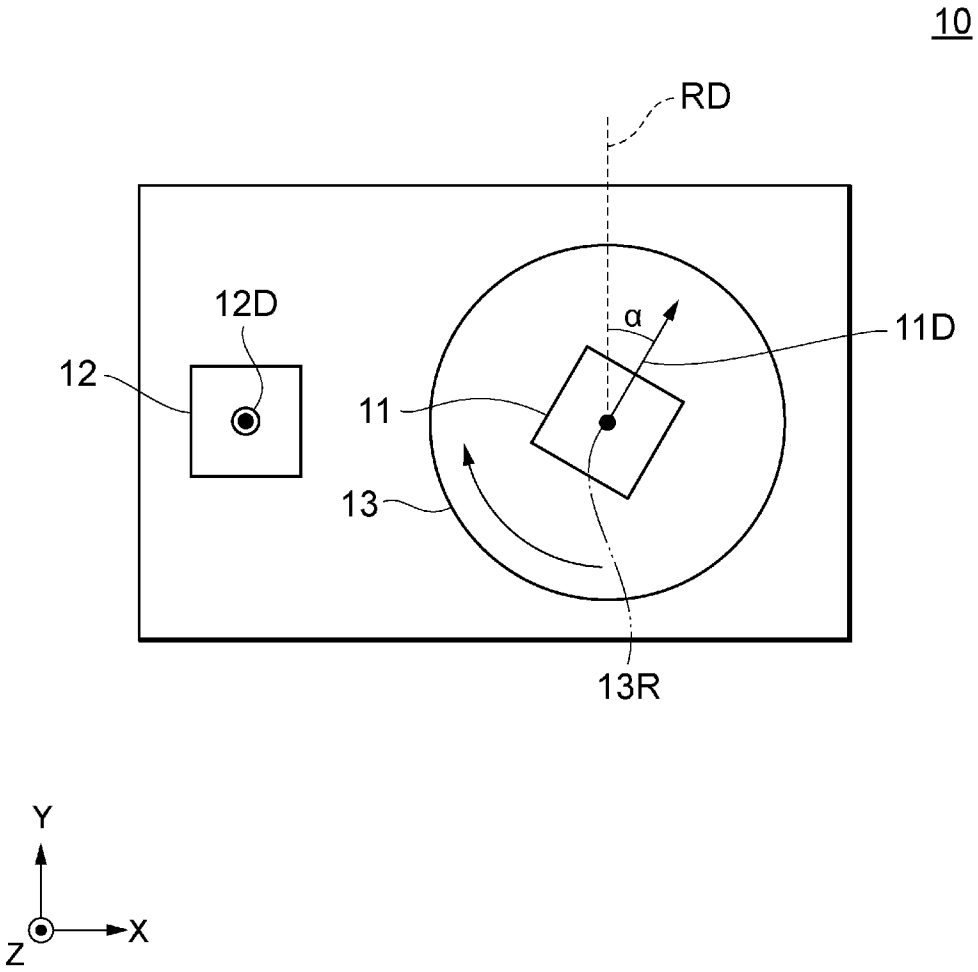


図２

[図3]

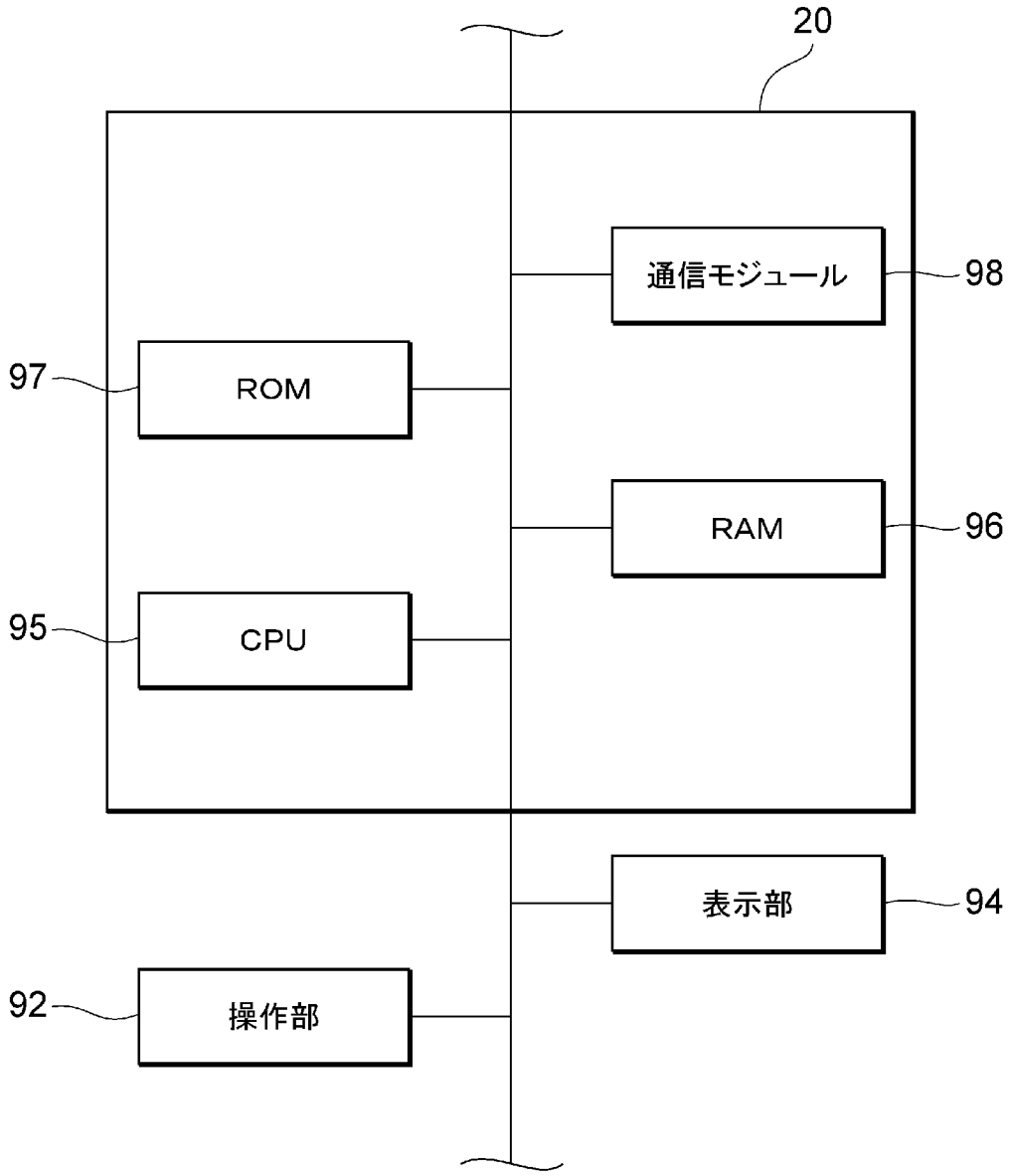


図 3

[図4]

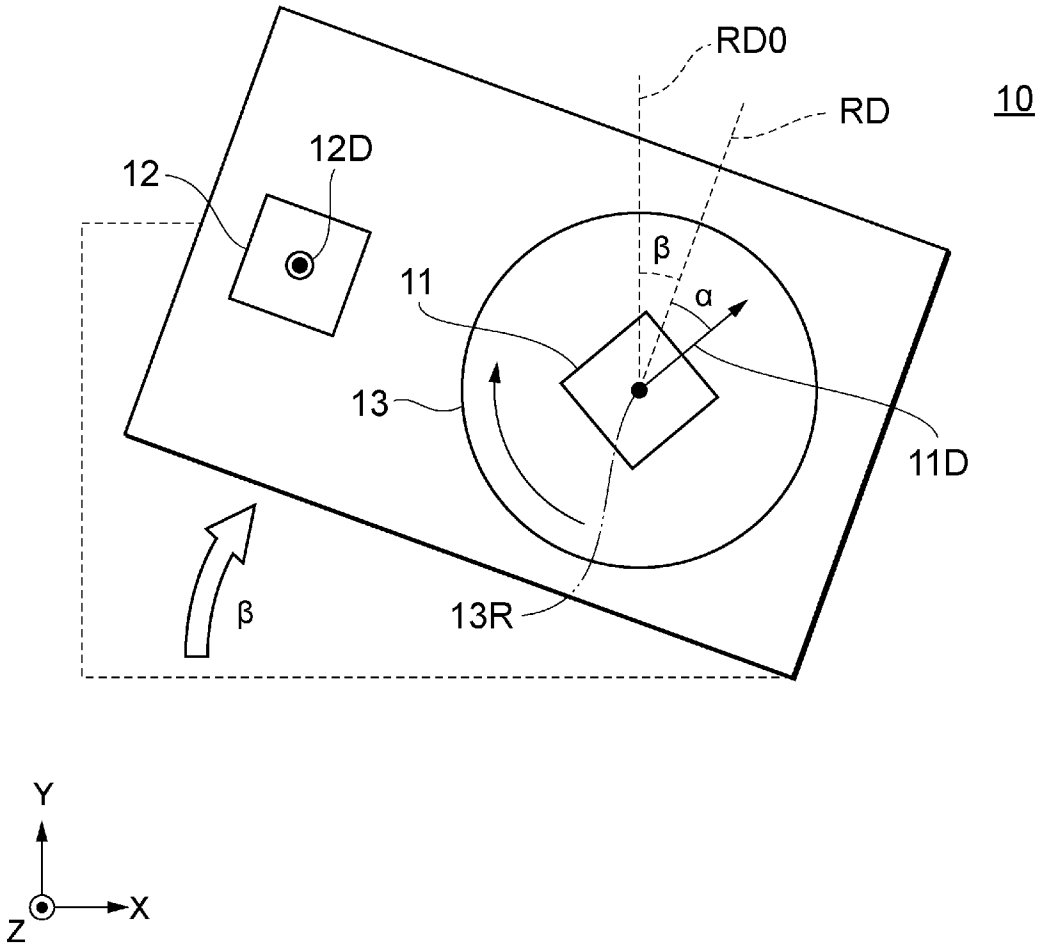


図 4

[図5]

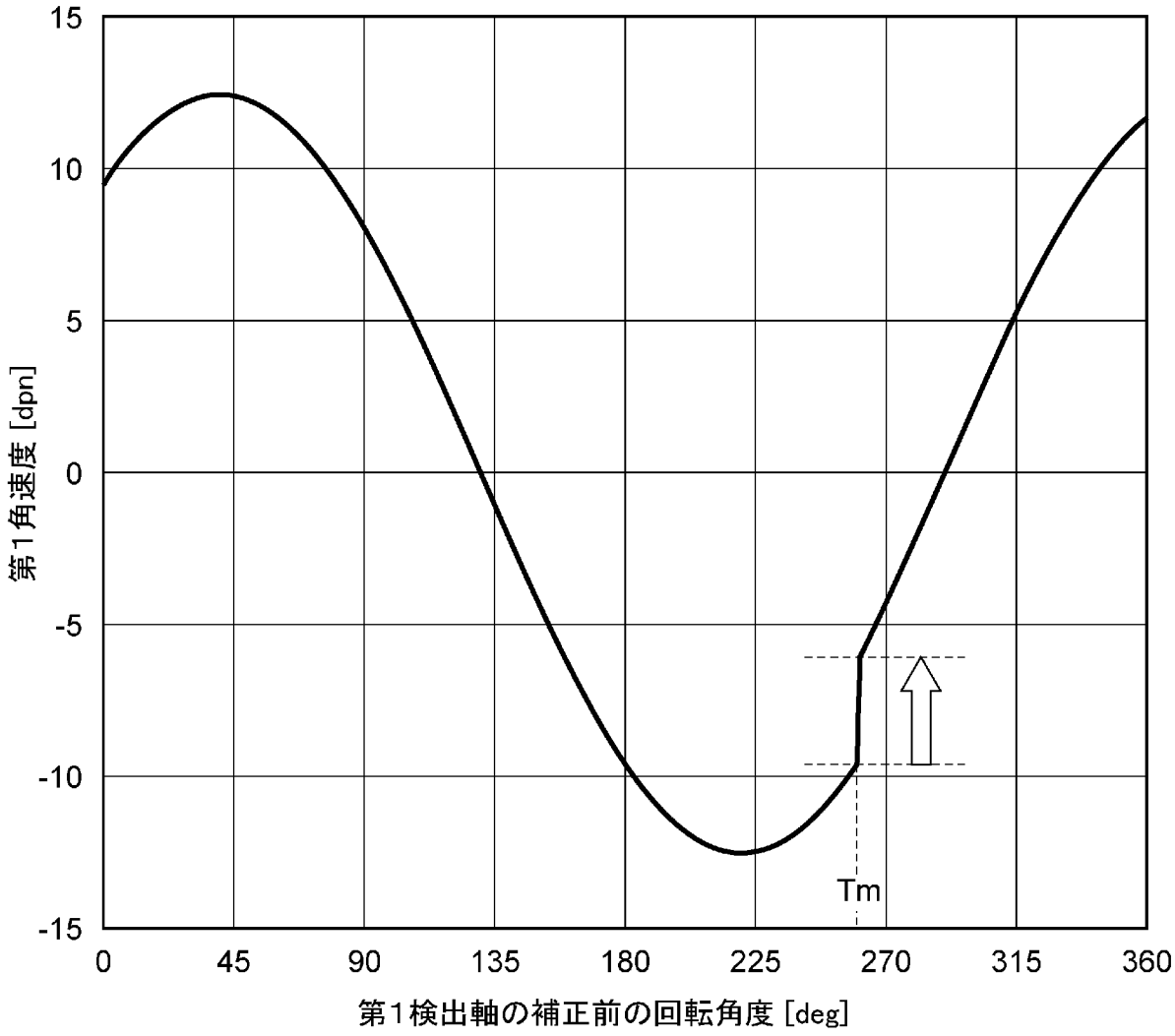

15
10
5
0
-5
-10
-15
第1角速度 [dpn]
0
45
90
135
180
225
270
315
360
Tm
第1検出軸の補正前の回転角度 [deg]

図５

[図6]

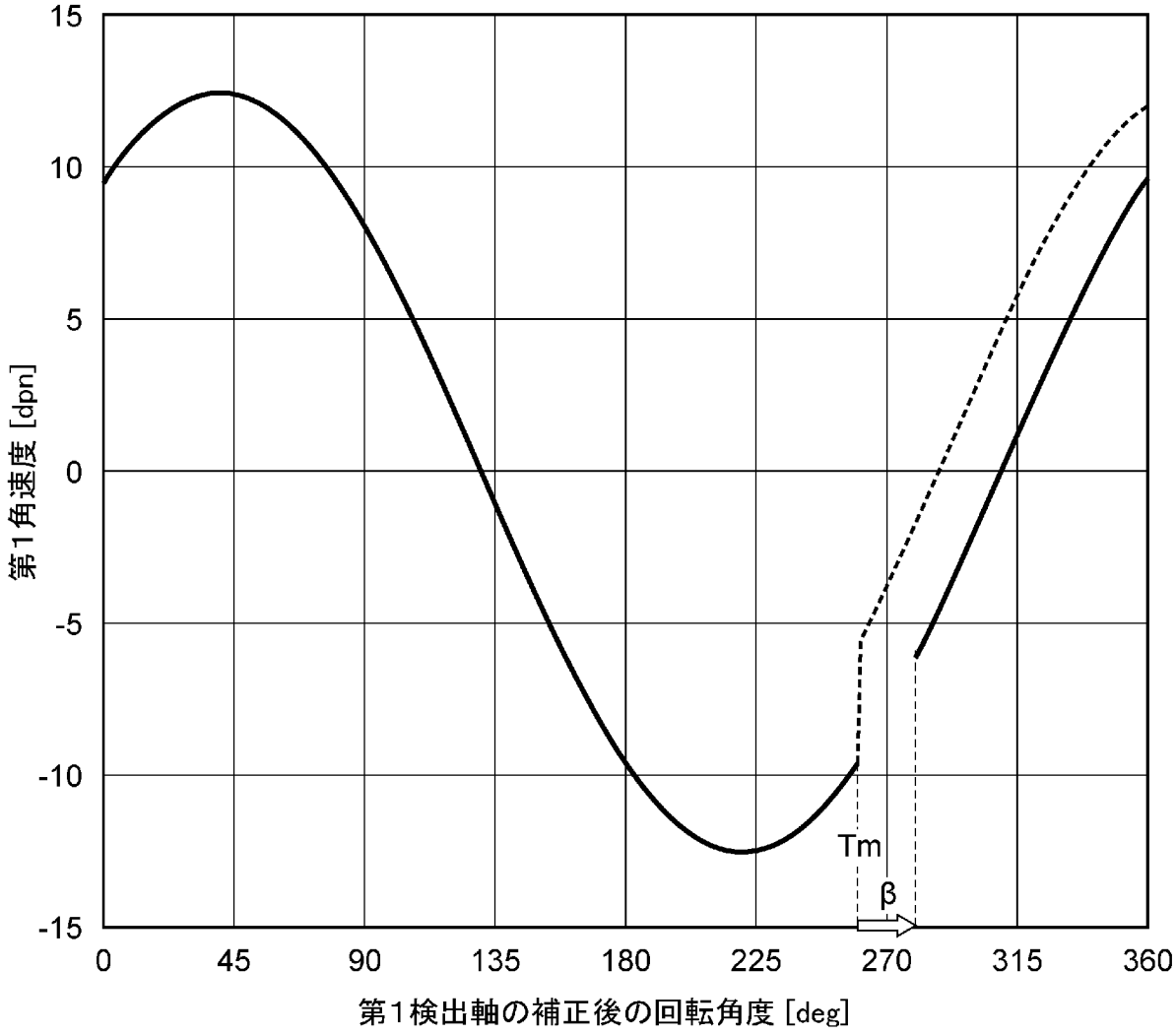

15
10
5
0
-5
-10
-15
第1角速度 [dpn]
0
45
90
135
180
225
270
315
360
第1検出軸の補正後の回転角度 [deg]
Tm
β

図６

[図7]

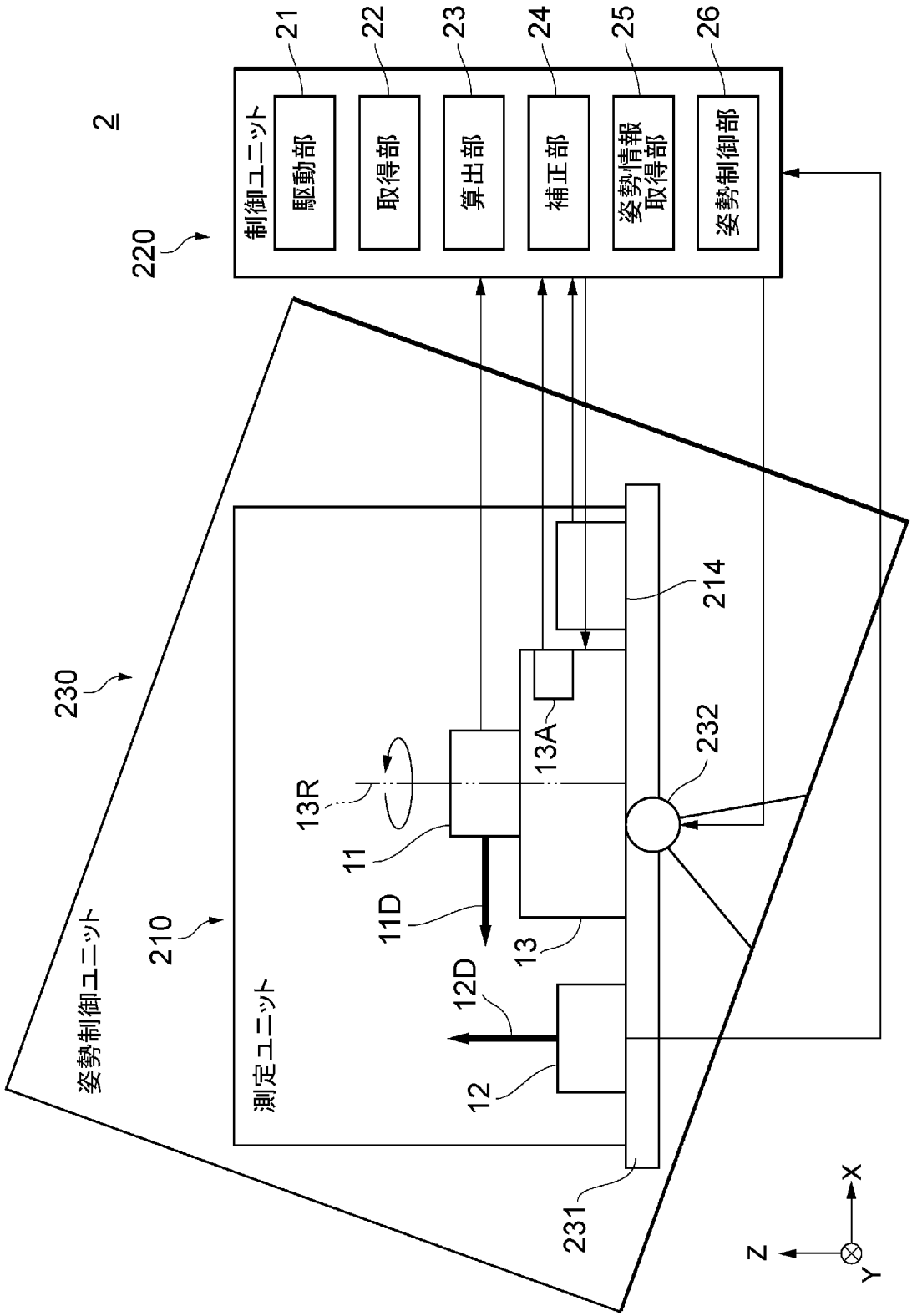

2
220
制御ユニット
21
駆動部
22
取得部
23
算出部
24
補正部
25
姿勢情報取得部
26
姿勢制御部
230
姿勢制御ユニット
210
測定ユニット
214
232
13A
13R
11
11D
13
12D
12
231
Z
X
Y

図 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/024079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 17/28(2006.01)i; ***G01C 17/38***(2006.01)i; ***G01C 19/00***(2013.01)i
FI: G01C17/28 D; G01C19/00 Z; G01C17/38 B

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)

G01C17/28; G01C17/38; G01C19/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 5-26672 A (TOKIMEC INC.) 02 February 1993 (1993-02-02) paragraphs [0009]-[0030]	1-10
A	JP 2001-349733 A (HITACHI CABLE, LTD.) 21 December 2001 (2001-12-21) paragraphs [0015]-[0037]	1-10
A	JP 2002-296037 A (TOKIMEC INC.) 09 October 2002 (2002-10-09) paragraphs [0016]-[0083]	1-10
A	JP 2010-281598 A (FUJITSU LIMITED) 16 December 2010 (2010-12-16) paragraphs [0011]-[0234]	1-10
A	JP 2004-309227 A (ASAHI KASEI EMD CORPORATION) 04 November 2004 (2004-11-04) paragraphs [0016]-[0210]	1-10

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
24 July 2024	**13 August 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/024079

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 5-26672 A	02 February 1993	(Family: none)	
JP 2001-349733 A	21 December 2001	(Family: none)	
JP 2002-296037 A	09 October 2002	(Family: none)	
JP 2010-281598 A	16 December 2010	(Family: none)	
JP 2004-309227 A	04 November 2004	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/024079

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01C 17/28(2006.01)i; G01C 17/38(2006.01)i; G01C 19/00(2013.01)i
FI: G01C17/28 D; G01C19/00 Z; G01C17/38 B

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））

G01C17/28; G01C17/38; G01C19/00

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	JP 5-26672 A（株式会社トキメツク）02.02.1993（1993-02-02） 段落0009-0030	1-10
A	JP 2001-349733 A（日立電線株式会社）21.12.2001（2001-12-21） 段落0015-0037	1-10
A	JP 2002-296037 A（株式会社トキメック）09.10.2002（2002-10-09） 段落0016-0083	1-10
A	JP 2010-281598 A（富士通株式会社）16.12.2010（2010-12-16） 段落0011-0234	1-10
A	JP 2004-309227 A（旭化成エレクトロニクス株式会社）04.11.2004（2004-11-04） 段落0016-0210	1-10

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
24.07.2024	13.08.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
秋山　誠 3Z 4421
電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/024079

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5-26672 A	02.02.1993	（ファミリーなし）	
JP 2001-349733 A	21.12.2001	（ファミリーなし）	
JP 2002-296037 A	09.10.2002	（ファミリーなし）	
JP 2010-281598 A	16.12.2010	（ファミリーなし）	
JP 2004-309227 A	04.11.2004	（ファミリーなし）	