

(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
2019年8月15日(15.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/155686 A1

(51) 国際特許分類:
G01P 21/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/038167

(22) 国際出願日: 2018年10月12日(12.10.2018)

(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 2018-022456 2018年2月9日(09.02.2018) JP

(71) 出願人: アルプスアルパイン株式会社 (ALPS ALPINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 三浦 謙 (MIURA, Ken); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 奥野 東一 (OKUNO, Touichi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).

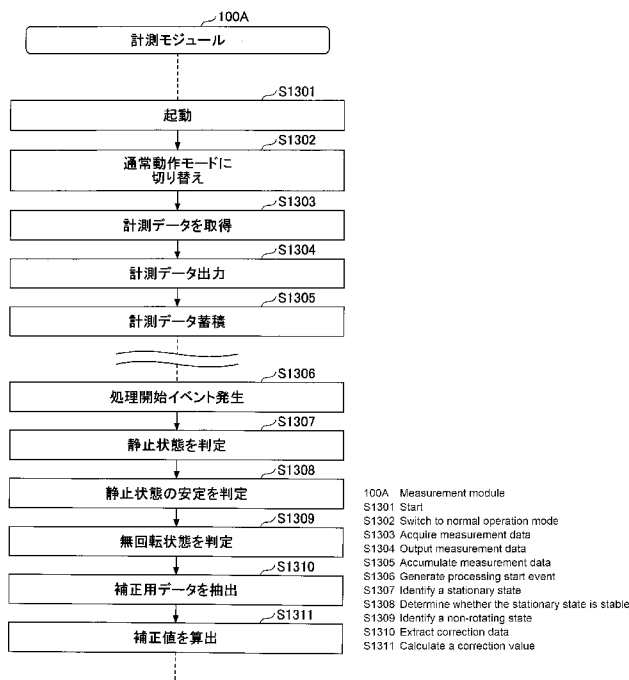
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: CONTROL DEVICE, MEASUREMENT DEVICE, BALL, MEASUREMENT SYSTEM, CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、計測装置、球体、計測システム、制御方法、およびプログラム

[図13]



(57) Abstract: This control device for a measurement device comprising an acceleration sensor and gyro sensor comprises: a first determination unit for identifying a stationary state of a measurement device on the basis of acceleration detected by the acceleration sensor; a second determination unit for determining whether the stationary state of the measurement device is stable on the basis of the acceleration detected by the acceleration sensor; a third determination unit for determining whether the measurement device is in a non-rotating state on the basis of angular velocity detected by the gyro sensor; an extraction unit for extracting, from acceleration data continuously measured by the acceleration sensor, acceleration when the measurement device was determined to be in a stationary state, the stationary state was determined to be stable, and the measurement device was determined to be in a non-rotating state; and an output unit for outputting the acceleration extracted by the extraction unit as correction data for the acceleration sensor.

[続葉有]

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, 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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：加速度センサとジャイロセンサとを備えた計測装置用の制御装置であって、加速度センサによって検知された加速度に基づいて、当該計測装置の静止状態を判定する第1判定部と、加速度センサによって検知された加速度に基づいて、当該計測装置の静止状態が安定しているか否かを判断する第2判定部と、ジャイロセンサによって検知された角速度に基づいて、当該計測装置が無回転状態であるか否かを判定する第3判定部と、加速度センサによって継続的に計測された加速度データのうち、静止状態であると判定され、且つ、静止状態が安定していると判定され、且つ、無回転状態であると判定されたときの加速度を抽出する抽出部と、抽出部によって抽出された加速度を、加速度センサの補正用データとして出力する出力部とを有する。

明 細 書

発明の名称：

制御装置、計測装置、球体、計測システム、制御方法、およびプログラム
技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、計測装置、球体、計測システム、制御方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、各種機器において、当該機器の内部に実装された加速度センサにより、当該機器に生じた加速度を計測できるようになっている。このような機器の中には、機器本体が静止状態にあるときに加速度センサによって検出された加速度に基づいて、加速度センサから出力される加速度の誤差を補正できるようになっているものがある。

[0003] 例えば、下記特許文献 1 には、ペン型入力装置に関し、加速度センサが検出した加速度の合成ベクトルと重力加速度との大きさの差から静止状態を判定し、静止状態と判定されているときに加速度センサが検出した加速度を基に、ペン軸の初期傾斜角を演算する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 1 0－3 1 5 5 3 号公報

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、上記特許文献 1 の技術では、ペン軸の初期傾斜角を演算するために、ペン型入力装置が起動している状態で、ユーザが意識的にペン型入力装置を静止状態にする必要がある。このため、上記特許文献 1 の技術では、例えば、ペン型入力装置を起動後すぐに使用することができない、ペン型入力装置を静止状態にする操作が煩わしい、等、ユーザビリティの問題が生じ得る。そこで、ユーザに静止状態を意識させることなく、加速度センサ

から出力される加速度の補正を可能にすることが求められている。

課題を解決するための手段

[0006] 一実施形態の制御装置は、加速度センサとジャイロセンサとを備えた計測装置用の制御装置であって、前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態を判定する第1判定部と、前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態が安定しているか否かを判断する第2判定部と、前記ジャイロセンサによって検知された角速度に基づいて、前記計測装置が無回転状態であるか否かを判定する第3判定部と、前記加速度センサによって継続的に計測された加速度データのうち、前記第1判定部によって前記静止状態であると判定され、且つ、前記第2判定部によって前記静止状態が安定していると判定され、且つ、前記第3判定部によって前記無回転状態であると判定されたときの前記加速度を抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記加速度を、前記加速度センサの補正用データとして出力する出力部とを有する。

発明の効果

[0007] 一実施形態によれば、ユーザに静止状態を意識させることなく、加速度センサから出力される加速度の補正を可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係る計測システムのシステム構成を示す図である。

[図2]第1実施形態に係るボールの概略構成を示す図である。

[図3]第1実施形態に係る計測モジュールの状態遷移図である。

[図4]第1実施形態に係る計測モジュールのハードウェア構成を示す図である。

[図5]第1実施形態に係る計測システムの機能構成を示す図である。

[図6]第1実施形態に係る計測システムによる処理シーケンスの一例を示す図である。

[図7]第1実施形態に係る補正值算出部による補正值の算出方法を説明するための図である。

[図8]第1実施形態に係る加速度センサによって計測された加速度データの一例を示す図である。

[図9A]第1実施形態に係る加速度センサによって計測された加速度データの比較例を示す図である。

[図9B]第1実施形態に係る加速度センサによって計測された加速度データの比較例を示す図である。

[図10]第2実施形態に係る計測システムの機能構成を示す図である。

[図11]第2実施形態に係る計測システムによる処理シーケンスの一例を示す図である。

[図12]第3実施形態に係る計測システムの機能構成を示す図である。

[図13]第3実施形態に係る計測システムによる処理シーケンスの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 〔第1実施形態〕

以下、図面を参照して、第1実施形態について説明する。この第1実施形態では、クラウドサーバ16において、補正用データの抽出、補正值の算出、および加速度の補正を行う例を説明する。

[0010] (計測システム10のシステム構成)

図1は、第1実施形態に係る計測システム10のシステム構成を示す図である。図1に示すように、計測システム10は、ボール12、スマートフォン14、およびクラウドサーバ16を備えている。

[0011] ボール12は、例えば、球技用（例えば、野球用、サッカー用、ゴルフ用等）のボールとして用いられ、当該ボール12が飛球した際に、当該ボール12における加速度、角速度、および地磁気を、当該ボール12の内部に設けられた計測モジュール100（図2参照）によって継続的に計測できるようになっている。また、ボール12は、スマートフォン14と無線通信が可能であり、当該無線通信により、各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を、スマートフォン14へ出力することができるようになっている。

[0012] スマートフォン 14 は、ユーザが所持する携帯端末装置である。例えば、スマートフォン 14 は、ボール 12 との無線通信により、ボール 12 に対する各種操作（例えば、モード切り替え操作）を行うことができる。また、スマートフォン 14 は、通信ネットワーク 15（例えば、W i - F i、インターネット等）に無線接続し、当該通信ネットワーク 15 を介して、クラウドサーバ 16 との通信が可能である。これにより、スマートフォン 14 は、ボール 12 から取得した各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を、クラウドサーバ 16 へ転送することができる。

[0013] クラウドサーバ 16 は、スマートフォン 14 から転送された各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）をデータベースに蓄積することができる。また、クラウドサーバ 16 は、データベースに蓄積された各計測データを、例えば、ディスプレイに表示させたり、ボール 12 がどのように回転したか、等の分析に用いたりすることができる。

[0014] このように構成された本実施形態の計測システム 10 において、クラウドサーバ 16 は、「制御装置」としての機能を有する。すなわち、クラウドサーバ 16 は、ボール 12 がユーザによる使用状態にあるとき（すなわち、後述する「通常動作モード」にあるとき）に、加速度センサ 111 によって継続的に計測された加速度データのうち、所定の 3 つの条件を全て満たす加速度を加速度センサ 111 の補正用データとして抽出することができる。所定の 3 つの条件とは、計測モジュール 100（すなわち、ボール 12）が静止状態であること、計測モジュール 100（すなわち、ボール 12）の静止状態が安定していること、および、計測モジュール 100（すなわち、ボール 12）が無回転状態であること、である。そして、クラウドサーバ 16 は、加速度データから抽出された複数の補正用データを用いて、加速度センサ 111 の補正値を算出して、算出された補正値を用いて、加速度センサ 111 から出力される加速度を補正することができる。

[0015] （ボール 12 の概略構成）

図 2 は、第 1 実施形態に係るボール 12 の概略構成を示す図である。図 2

に示すボール 12 は、「球体」の一例であり、球状の外形をなしている。図 2 に示すように、ボール 12 は、計測モジュール 100 と、糸巻層 12A と、表皮層 12B とを備えている。

[0016] 計測モジュール 100 は、「計測装置」の一例である。計測モジュール 100 は、ボール 12 の内部における略中心に設けられている。計測モジュール 100 は、ケース 101 と、計測回路 102 とを備えて構成されている。ケース 101 は、球状の外形をなしており、比較的硬質な素材（例えば、硬質樹脂等）から形成される中空状の部材である。計測回路 102 は、ケース 101 の内部に固定的に配置される装置である。計測回路 102 は、回路基板 102A 上に加速度センサ 111、ジャイロセンサ 112、および地磁気センサ 113 等が搭載されている。

[0017] 計測モジュール 100 においては、X 軸方向、Y 軸方向、および Z 軸方向が、いずれも所定方向となるように、これら 3 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）の各々の軸方向が予め定義されている。例えば、回路基板 102A の表面と平行な方向を、X 軸方向および Y 軸方向とし、回路基板 102A の表面と垂直な方向を、Z 軸方向として、これらの軸方向が予め定義される。そして、加速度センサ 111、ジャイロセンサ 112 は、予め軸方向が定義された 3 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）の各々について、計測モジュール 100 に生じる加速度、角速度（すなわち、ボール 12 に生じる加速度、角速度）を、検知することができるようになっている。また、地磁気センサ 113 は、予め軸方向が定義された 3 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）の各々について、地磁気を、検知することができるようになっている。

[0018] 糸巻層 12A は、計測モジュール 100 の外表面を覆うように、計測モジュール 100 の外側に設けられている。糸巻層 12A は、計測モジュール 100 の外表面に対して、糸（例えば、綿糸、毛糸、ゴム糸等）が多重に巻かれることによって形成される。表皮層 12B は、ボール 12 の外表面を構成する部材であり、糸巻層 12A の外表面を覆うように、糸巻層 12A の外側に設けられている。表皮層 12B は、例えば、革（例えば、牛革、人工皮革

等)等の素材によって形成される。

[0019] (計測モジュール100の状態遷移)

図3は、第1実施形態に係る計測モジュール100の状態遷移図である。図3に示すように、計測モジュール100は、「通常動作モード」および「スリープモード」を有する。「通常動作モード」は、各計測データ(加速度、角速度、および地磁気)の計測および出力が可能なモードである。「スリープモード」は、「通常動作モード」よりも消費電力が低いモードである。例えば、「スリープモード」では、計測モジュール100の全ての動作(但し、計測モジュール100を起動させるための動作を除く)が停止する。

[0020] 例えば、計測モジュール100は、「通常動作モード」にあるとき、スマートフォン14から、「スリープモード」への切り替え指示を受信すると、「スリープモード」に切り替わる。また、例えば、計測モジュール100は、「スリープモード」にあるとき、当該計測モジュール100において所定の起動イベント(例えば、各センサの出力に基づいて所定の動作が検出された場合、無線による電力供給を受けて内部回路が起動した場合、等)が発生すると、当該計測モジュール100を起動した後、「通常動作モード」に切り替わる。

[0021] (計測モジュール100のハードウェア構成)

図4は、第1実施形態に係る計測モジュール100のハードウェア構成を示す図である。図4に示すように、計測モジュール100は、加速度センサ111、ジャイロセンサ112、地磁気センサ113、マイコン114、メモリ115、通信I/F(Inter Face)116、およびバッテリー117を備えている。計測モジュール100において、これらのハードウェアは、回路基板102A(図2参照)上に実装され、回路基板102A上に形成された配線によって、互いに電氣的に接続される。

[0022] 加速度センサ111は、予め定義された3軸(X軸、Y軸、Z軸)の各々について、計測モジュール100(すなわち、ボール12)に生じる加速度を検知する。加速度センサ111によって検知された加速度は、マイコン1

14へ供給される。加速度センサ111としては、例えば、ひずみゲージ型加速度センサ、圧電型加速度センサ、圧電型加速度センサ等を用いることができる。

[0023] ジャイロセンサ112は、予め定義された3軸（X軸，Y軸，Z軸）の各々について、計測モジュール100（すなわち、ボール12）に生じる角速度を検知する。ジャイロセンサ112によって検知された角速度は、マイコン114へ供給される。ジャイロセンサ112としては、例えば、振動式ジャイロセンサ、静電容量式ジャイロセンサ等を用いることができる。

[0024] 地磁気センサ113は、予め定義された3軸（X軸，Y軸，Z軸）の各々の地磁気を検知する。地磁気センサ113によって検知された地磁気は、マイコン114へ供給される。地磁気センサ113としては、例えば、磁気抵抗効果センサ、ホールセンサ等を用いることができる。

[0025] マイコン114は、プロセッサを備えており、当該プロセッサが、メモリ115等に記憶されているプログラムを実行することにより、計測モジュール100が備える各種機能を実現する。例えば、マイコン114は、計測モジュール100が「通常動作モード」にあるとき、各センサから供給された各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を、通信I/F116を介して、外部の情報処理装置（例えば、スマートフォン14）へ出力する機能を有する。

[0026] メモリ115は、例えば、マイコン114が実行するプログラム、マイコン114がプログラムを実行する際に用いる各種データを記憶する。メモリ115としては、例えば、RAM（Random Access Memory）等を用いることができる。

[0027] 通信I/F116は、外部の情報処理装置（例えば、スマートフォン14）との通信を制御する。例えば、本実施形態では、通信I/F116による通信方式として、比較的消費電力が低い無線通信方式である、BLE（Bluetooth（登録商標） Low Energy）を用いている。但し、これに限らず、通信I/F116による通信方式として、その他の各種無線通信方式（例えば、Wi

ー F i、N F C (Near Field Communication) 等)、または、各種有線通信方式 (例えば、U S B (Universal Serial Bus) 等) を用いるようにしてもよい。

[0028] バッテリ 1 1 7 は、計測モジュール 1 0 0 の各部へ直流電力を供給する。例えば、本実施形態では、バッテリ 1 1 7 として、一次電池 (例えば、酸化銀電池、リチウム電池等) を用いている。但し、これに限らず、バッテリ 1 1 7 として、各種二次電池 (例えば、リチウムイオン二次電池、リチウムイオンポリマー二次電池、ニッケル水素二次電池等) を用いるようにしてもよい。

[0029] (計測システム 1 0 の機能構成)

図 5 は、第 1 実施形態に係る計測システム 1 0 の機能構成を示す図である。

[0030] <計測モジュール 1 0 0 の機能構成>

図 5 に示すように、計測モジュール 1 0 0 は、主制御部 3 0 0、加速度取得部 3 0 1、角速度取得部 3 0 2、地磁気取得部 3 0 3、指示受信部 3 0 4、状態切替部 3 0 5、および出力部 3 1 0 を備えている。

[0031] 主制御部 3 0 0 は、計測モジュール 1 0 0 による処理全体を制御する。例えば、主制御部 3 0 0 は、計測モジュール 1 0 0 による処理の開始、処理の終了、処理の繰り返し、各機能部による処理の実行等を制御する。

[0032] 加速度取得部 3 0 1 は、加速度センサ 1 1 1 から出力された加速度を取得する。具体的には、加速度取得部 3 0 1 は、加速度センサ 1 1 1 から出力された、3 軸 (X 軸、Y 軸、Z 軸) の各々の加速度を取得する。

[0033] 角速度取得部 3 0 2 は、ジャイロセンサ 1 1 2 から出力された角速度を取得する。具体的には、角速度取得部 3 0 2 は、ジャイロセンサ 1 1 2 から出力された、3 軸 (X 軸、Y 軸、Z 軸) の各々の角速度を取得する。なお、本書において、「X 軸の角速度」とは、X 軸を回転軸とする角速度を意味する。同様に、「Y 軸の角速度」とは、Y 軸を回転軸とする角速度を意味し、「Z 軸の角速度」とは、Z 軸を回転軸とする角速度を意味する。

[0034] 地磁気取得部303は、地磁気センサ113から出力された地磁気を取得する。具体的には、地磁気取得部303は、地磁気センサ113から出力された、3軸（X軸、Y軸、Z軸）の各々の地磁気を取得する。

[0035] 指示受信部304は、スマートフォン14から送信された、各種切り替え指示（例えば、「スリープモード」への切り替え指示）を、通信I/F116を介して受信する。

[0036] 状態切替部305は、計測モジュール100が「通常動作モード」にあるとき、指示受信部304によって「スリープモード」への切り替え指示が受信されると、当該計測モジュール100を「スリープモード」に切り替える。

[0037] また、状態切替部305は、計測モジュール100が「スリープモード」にあるとき、当該計測モジュール100において所定の起動イベントが発生すると、当該計測モジュール100を起動した後、当該計測モジュール100を「通常動作モード」に切り替える。

[0038] 出力部310は、計測モジュール100が「通常動作モード」にあるとき、各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を、スマートフォン14へ出力する。具体的には、出力部310は、加速度取得部301によって取得された3軸（X軸、Y軸、Z軸）の各々の加速度、角速度取得部302によって取得された3軸（X軸、Y軸、Z軸）の各々の角速度、および、地磁気取得部303によって取得された3軸（X軸、Y軸、Z軸）の各々の地磁気を、通信I/F116を介して、スマートフォン14へ出力する。

[0039] <スマートフォン14の機能構成>

図5に示すように、スマートフォン14は、指示送信部311、受信部312、および転送部313を備える。

[0040] 指示送信部311は、計測モジュール100との無線通信を介して、計測モジュール100へ各種切り替え指示（例えば、「通常動作モード」への切り替え指示、「通常動作モード」への切り替え指示）を送信する。

[0041] 例えば、スマートフォン14において、所定のアプリが起動された状態で

、入力装置を用いた所定の終了操作（例えば、「終了」ボタンの押下操作）が行われると、指示送信部 311 は、その終了操作に応じて、「スリープモード」への切り替え指示を、計測モジュール 100 へ送信する。

[0042] 受信部 312 は、計測モジュール 100 との無線通信を介して、計測モジュール 100 から出力された各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を受信する。

[0043] 転送部 313 は、受信部 312 によって各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）が受信されると、当該各計測データを、クラウドサーバ 16 との通信を介して、クラウドサーバ 16 へ転送する。

[0044] <クラウドサーバ 16 の機能構成>

図 5 に示すように、クラウドサーバ 16 は、受信部 321、蓄積部 322、第 1 判定部 306、第 2 判定部 307、第 3 判定部 308、抽出部 309、補正值算出部 323、および補正部 324 を備える。

[0045] 受信部 321 は、スマートフォン 14 との通信を介して、スマートフォン 14 から送信された各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を受信する。

[0046] 蓄積部 322 は、受信部 321 によって各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）が受信される毎に、当該各計測データが登録される。これにより、蓄積部 322 は、複数の各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）が蓄積されることとなる。

[0047] 第 1 判定部 306 は、蓄積部 322 に蓄積されている加速度データ（すなわち、加速度センサ 111 によって検知された加速度）に基づいて、計測モジュール 100 の静止状態を判定する。具体的には、第 1 判定部 306 は、3 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）の各々の加速度の合成ベクトルが略 1 G である場合、計測モジュール 100 が静止状態にあると判定する。略 1 G とは、例えば、 $1\text{ G} \pm \alpha$ の範囲内である。但し、 α は、所定の許容誤差である。 α は、計測モジュール 100 の静止状態を適切に判定できるように、適切な値（例えば、10%）に調整されることが好ましい。なお、3 軸（X 軸、Y 軸、Z

軸)の各々の加速度の合成ベクトルを W とし、3軸(X軸, Y軸, Z軸)の各々の加速度を、 W_x, W_y, W_z とする場合、合成ベクトル W は、 $\sqrt{(W_x^2 + W_y^2 + W_z^2)}$ によって求めることができる。

[0048] 第2判定部307は、蓄積部322に蓄積されている加速度データ(すなわち、加速度センサ111によって検知された加速度)に基づいて、計測モジュール100の静止状態が安定しているか否かを判断する。具体的には、第2判定部307は、最新の加速度と、当該最新の加速度以前の所定数の加速度の移動平均値との差が、所定の第1の閾値以下である場合、計測モジュール100の静止状態が安定していると判定する。所定の第1の閾値は、計測モジュール100の静止状態が安定していることを適切に判定できるように、適切な値に調整されることが好ましい。

[0049] 第3判定部308は、蓄積部322に蓄積されている角速度データ(すなわち、ジャイロセンサ112によって検知された角速度)に基づいて、計測モジュール100が無回転状態であるか否かを判定する。具体的には、第3判定部308は、3軸(X軸, Y軸, Z軸)の各々の角速度が、いずれも所定の第2の閾値以下である場合、計測モジュール100が無回転状態であると判定する。所定の第2の閾値は、計測モジュール100の無回転状態を適切に判定できるように、適切な値に調整されることが好ましい。

[0050] 抽出部309は、蓄積部322に蓄積されている加速度データ(すなわち、加速度センサ111によって継続的に計測された加速度データ)のうち、第1判定部306によって計測モジュール100が静止状態にあると判定され、且つ、第2判定部307によって計測モジュール100の静止状態が安定していると判定され、且つ、第3判定部308によって計測モジュール100が無回転状態であると判定されたときの加速度を、加速度センサ111の補正用データとして抽出する。

[0051] 補正值算出部323は、抽出部309によって抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正值を算出する。

[0052] 補正部324は、補正值算出部323によって算出された加速度センサ1

1 1 の補正值を用いて、蓄積部 3 2 2 に蓄積されている加速度データを補正する。なお、補正部 3 2 4 による補正タイミングは、如何なるタイミングであってもよい。例えば、補正部 3 2 4 は、所定のタイミングで、蓄積部 3 2 2 から加速度データを読み出して、当該加速度データを補正した後、当該補正後の加速度を、再度蓄積部 3 2 2 に書き込むようにしてもよい。また、例えば、補正部 3 2 4 は、加速度データが蓄積部 3 2 2 に蓄積されるときに、当該加速度データを補正するようにしてもよい。また、例えば、補正部 3 2 4 は、加速度データが蓄積部 3 2 2 から読み出されて、何らかのアプリケーションで使用されるときに、当該加速度データを補正するようにしてもよい。

[0053] なお、上記した計測モジュール 1 0 0、スマートフォン 1 4、およびクラウドサーバ 1 6 の各機能は、例えば、計測モジュール 1 0 0、スマートフォン 1 4、およびクラウドサーバ 1 6 の各々において、メモリに記憶されたプログラムを、プロセッサ（コンピュータ）が実行することにより実現される。プロセッサが実行するプログラムは、予め計測モジュール 1 0 0、スマートフォン 1 4、およびクラウドサーバ 1 6 の各々に導入された状態で提供されてもよく、外部から提供されて計測モジュール 1 0 0、スマートフォン 1 4、およびクラウドサーバ 1 6 の各々に導入されるようにしてもよい。後者の場合、このプログラムは、外部記憶媒体（例えば、USBメモリ、メモリカード、CD-ROM等）によって提供されてもよく、ネットワーク（例えば、インターネット等）上のサーバからダウンロードすることによって提供されるようにしてもよい。

[0054] （計測システム 1 0 による処理シーケンスの一例）

図 6 は、第 1 実施形態に係る計測システム 1 0 による処理シーケンスの一例を示す図である。図 6 に示す例では、計測システム 1 0 において、計測モジュール 1 0 0 が「スリープモード」にある状態から、クラウドサーバ 1 6 が加速度センサ 1 1 1 の補正值を算出するまでの処理について説明する。

[0055] まず、計測モジュール 1 0 0 において、所定の起動イベントが発生したこ

とに応じて、状態切替部305が、当該計測モジュール100を起動すると（ステップS601）、状態切替部305が、計測モジュール100を「通常動作モード」に切り替える（ステップS602）。

[0056] そして、各取得部（加速度取得部301、角速度取得部302、地磁気取得部303）が、各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を取得すると（ステップS603）、出力部310が、ステップS603で取得された各計測データを、スマートフォン14へ出力する（ステップS604）。

[0057] スマートフォン14において、受信部312が、計測モジュール100から出力された各計測データを受信すると（ステップS605）、転送部313が、当該各計測データを、クラウドサーバ16へ転送する（ステップS606）。

[0058] クラウドサーバ16において、受信部321が、スマートフォン14から転送された各計測データを受信すると（ステップS607）、蓄積部322が、当該各計測データを蓄積する（ステップS608）。

[0059] 計測システム10においては、各センサ（加速度センサ111、ジャイロセンサ112、および地磁気センサ113）によって各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）が計測される毎に、ステップS603からステップS608までの処理が実行され、その都度、蓄積部322に各計測データが蓄積されることとなる。

[0060] その後、クラウドサーバ16において、所定の補正值算出処理開始イベントが発生すると（ステップS609）、第1判定部306が、蓄積部322に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール100の静止状態を判定する（ステップS610）。また、第2判定部307が、蓄積部322に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール100の静止状態が安定しているか否かを判断する（ステップS611）。また、第3判定部308が、蓄積部322に蓄積されている角速度データに基づいて、計測モジュール100が無回転状態であるか否かを判定する（ステップS612）。

[0061] さらに、抽出部309が、蓄積部322に蓄積されている加速度データのうち、ステップS610で計測モジュール100が静止状態にあると判定され、且つ、ステップS611で計測モジュール100の静止状態が安定していると判定され、且つ、ステップS612で計測モジュール100が無回転状態であると判定されたときの加速度を、加速度センサ111の補正用データとして抽出する（ステップS613）。

[0062] そして、補正值算出部323が、ステップS613で抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正值を算出する（ステップS614）。この補正值は、例えば、クラウドサーバ16が備えるメモリに記憶され、その後、補正部324によって、加速度データの補正に用いられる。例えば、補正部324は、加速度データが蓄積部322に蓄積される前に、当該加速度データを補正してもよく、加速度データが蓄積部322に蓄積された後に、当該加速度データを補正してもよい。

[0063] なお、所定の補正值算出処理開始イベントの発生要因は、如何なるものであってもよいが、例えば、所定のユーザ操作がなされたとき、定期的な補正処理開始時期が到来したとき、所定量の計測データが蓄積部322に蓄積されたとき、等が挙げられる。

[0064] （補正值算出部323による補正值の算出方法）

図7は、第1実施形態に係る補正值算出部323による補正值の算出方法を説明するための図である。図7に示すように、補正值算出部323は、抽出部309によって抽出された複数の補正用データを、互いに直交する3軸（X軸、Y軸、Z軸）の加速度の合成ベクトル1Gを半径とする仮想的な球の球面上のデータとして用いて、仮想的な球の中心座標値を算出する。

[0065] 例えば、補正值算出部323は、N個の補正用データ（ m_{xi} , m_{yi} , m_{zi} ）（それぞれ、X軸の補正用データ、Y軸の補正用データ、Z軸の補正用データに相当する。但し、 i は、1～Nである。）を用いて、下記行列式（1）により、仮想的な球の中心座標値（ a , b , c ）を算出する。但し、 $a^2 + b^2 + c^2 - r^2 = -2d$ とする。

[0066] [数1]

$$\begin{pmatrix} \sum 2m_{xi}^2 & \sum 2m_{xi}m_{yi} & \sum 2m_{xi}m_{zi} & \sum 2m_{xi} \\ \sum 2m_{xi}m_{yi} & \sum 2m_{yi}^2 & \sum 2m_{yi}m_{zi} & \sum 2m_{yi} \\ \sum 2m_{xi}m_{zi} & \sum 2m_{yi}m_{zi} & \sum 2m_{zi}^2 & \sum 2m_{zi} \\ \sum 2m_{xi} & \sum 2m_{yi} & \sum 2m_{zi} & 2N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \\
 = \begin{pmatrix} \sum m_{xi}(m_{xi}^2 + m_{yi}^2 + m_{zi}^2) \\ \sum m_{yi}(m_{xi}^2 + m_{yi}^2 + m_{zi}^2) \\ \sum m_{zi}(m_{xi}^2 + m_{yi}^2 + m_{zi}^2) \\ \sum (m_{xi}^2 + m_{yi}^2 + m_{zi}^2) \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

[0067] なお、補正值算出部323は、最小二乗法を用いて、尤も中心らしい仮想的な球の中心座標値を算出するようにしてもよい。

[0068] そして、補正值算出部323は、算出された中心座標値（a, b, c）と、所定の中心座標値（X, Y, Z）＝（0, 0, 0）との差分値を、加速度センサ111から出力される加速度データの補正值として算出する。加速度センサ111から出力される加速度データの誤差がなければ、算出される中心座標値（a, b, c）は、所定の中心座標値と同じ（X, Y, Z）＝（0, 0, 0）となる。一方、加速度センサ111から出力される加速度データの誤差がある場合、算出される中心座標値（a, b, c）は、所定の中心座標値（X, Y, Z）＝（0, 0, 0）に対して、誤差が加えられたものとな

り、よって、当該誤差が、加速度データの補正值となる。したがって、補正部324は、加速度センサ111から出力される加速度データから、補正值算出部323によって算出された加速度データの補正值を減算することにより、加速度センサ111から出力される加速度データを補正することができる。

[0069] (加速度センサ111によって計測された加速度データの一例)

図8は、第1実施形態に係る加速度センサ111によって計測された加速度データの一例を示す図である。図8では、ユーザがボール12を投球した時に加速度センサ111によって計測された加速度データの一例を表している。なお、図8において、縦軸は加速度を表しており、横軸は時間を表している。

[0070] また、図8において、実線は、X軸の加速度を表している。また、破線は、Y軸の加速度を表している。また、一点鎖線は、Z軸の加速度を表している。また、太線は、3軸の加速度の合成ベクトルを表している。

[0071] また、図8において、期間S1は、ユーザがセットポジションにあるときの加速度を表している。また、期間S2は、ユーザが投球動作を行っているときの加速度を表している。また、期間S3は、ボール12が飛球しているときの加速度を表している。

[0072] 図8に示すように、ユーザが投球動作を行っているとき（期間S2）、および、ボール12が飛球しているとき（期間S3）には、計測モジュール100には、比較的大きな加速度の変動が生じている。

[0073] 一方、ユーザがセットポジションにあるとき（期間S1）には、ボール12の動きは抑制されるが、ユーザの手が動いたり、ユーザが手の中でボール12を回転させたりする場合があるため、ボール12が完全に静止した状態とならず、よって、3軸の加速度の合成ベクトルが、1Gの近傍で僅かな変動する場合がある。また、加速度センサ111に生じるノイズによっても、3軸の加速度の合成ベクトルが、変動する場合がある。

[0074] 但し、このような場合であっても、ユーザが意識することなく、ボール1

2が完全に静止した状態（すなわち、3軸の加速度の合成ベクトルが略1 Gとなるときの）が、瞬間的に生じる場合がある。本実施形態のクラウドサーバ16は、このときの加速度を、加速度センサ111の補正用データとして、データベース（蓄積部322）に蓄積されている加速度データの中から自動的に抽出して、同様に抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正値を算出するのである。

[0075] これにより、第1実施形態の計測システム10においては、データベース（蓄積部322）に蓄積されている加速度データの中から、ボール12が完全に静止した状態のとき（すなわち、ボール12が静止状態にあり、且つ、ボール12の静止状態が安定しており、且つ、ボール12が無回転状態にあるとき）に計測された加速度のみが、補正用データとして抽出されることとなる。そして、クラウドサーバ16（補正値算出部323）は、抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正値を、高精度に算出することができる。

[0076] すなわち、第1実施形態の計測システム10によれば、ユーザがボール12を使用中のときに、ユーザに静止状態を意識させることなく、加速度センサ111から出力される加速度の補正を可能にすることができる。したがって、第1実施形態の計測システム10によれば、例えば、従来技術において生じ得るユーザビリティの問題（例えば、ボール12を起動後すぐに使用することができない、ボール12を静止状態にする操作が煩わしい、等）の発生を抑制することができる。

[0077] 特に、第1実施形態の計測システム10では、データベース（蓄積部322）に蓄積されている加速度データから抽出された複数の補正用データを用いて、仮想的な球の中心座標値を算出し、当該中心座標値に基づいて、加速度センサ111から出力される加速度の補正値を算出する構成を採用している。これにより、第1実施形態の計測システム10は、ボール12が完全に静止状態にあるとき、ボール12が如何なる方向を向いていたとしても、そのときに加速度センサ111によって計測された加速度を、補正用データと

して用いることができる。

[0078] 例えば、1回の投球によって得られる加速度データ毎に、1つの補正用データが抽出されると仮定すると、ユーザが100回のボール12の投球を行えば、100個の補正用データが得られることにより、すなわち、加速度センサ111の補正值の算出を行うのに十分な量の補正用データが、比較的早期に得られることとなる。

[0079] (加速度センサ111の補正効果)

図9は、第1実施形態に係る加速度センサ111によって計測された加速度データの比較例を示す図である。図9Aは、補正部324による補正前の加速度センサ111によって計測された加速度データ（3軸の加速度の合成ベクトルが略1Gとなるもののみ）を示すものである。図9Bは、補正部324による補正後の加速度センサ111によって計測された加速度データ（3軸の加速度の合成ベクトルが略1Gとなるもののみ）を示すものである。

[0080] なお、図9Aおよび図9Bにおいて、縦軸は加速度を表しており、横軸はデータ数を表している。また、図9Aおよび図9Bにおいて、実線は、X軸の加速度を表している。また、破線は、Y軸の加速度を表している。また、一点鎖線は、Z軸の加速度を表している。また、太線は、3軸の加速度の合成ベクトルを表している。

[0081] 図9Aに示すように、加速度センサ111の補正前では、加速度センサ111に生じた誤差の影響により、加速度センサ111から出力される3軸の各々の加速度の合成ベクトルが、いずれも1G近傍であるものの、比較的大きなばらつきが生じている。

[0082] 一方、図9Bに示すように、加速度センサ111の補正後では、加速度センサ111に生じた誤差が解消されたことにより、加速度センサ111から出力される3軸の各々の加速度の合成ベクトルが、比較的大きなばらつきが生じることなく、1G近傍で安定したものとなっている。

[0083] 図9に示す比較例により、本実施形態で説明した補正用データの抽出方法、および、本実施形態で説明した加速度センサ111の補正方法が、効果的

なものであることが明らかである。

[0084] 〔第2実施形態〕

次に、図10および図11を参照して、第2実施形態について説明する。この第2実施形態では、スマートフォン14Aにおいて、補正用データの抽出、補正值の算出、および加速度の補正を行う例を説明する。以下、第2実施形態に係る計測システム10Aに関し、第1実施形態に係る計測システム10からの変更点について説明する。なお、計測システム10Aにおいて、計測システム10と同様の構成については、計測システム10と同様の符号を付すこととし、詳細な説明は省略する。

[0085] （計測システム10Aの機能構成）

図10は、第2実施形態に係る計測システム10Aの機能構成を示す図である。計測システム10Aは、クラウドサーバ16を備えていない点、および、スマートフォン14の代わりにスマートフォン14Aを備えている点で、第1実施形態の計測システム10と異なる。

[0086] また、この第2実施形態では、スマートフォン14Aが、蓄積部314、第1判定部306A、第2判定部307A、第3判定部308A、抽出部309A、補正值算出部315、および補正部316を備えている。蓄積部314、第1判定部306A、第2判定部307A、第3判定部308A、抽出部309A、補正值算出部315、および補正部316は、第1実施形態で説明した、蓄積部322、第1判定部306、第2判定部307、第3判定部308、抽出部309、補正值算出部323、および補正部324と同様である。

[0087] すなわち、この第2実施形態では、スマートフォン14Aが「制御装置」としての機能を有し、計測モジュール100によって計測された各計測データが、スマートフォン14A（蓄積部314）に蓄積されるようになっている。また、この第2実施形態では、スマートフォン14A（第1判定部306A）によって、計測モジュール100の静止状態が判定されるようになっている。また、この第2実施形態では、スマートフォン14A（第2判定部

307A)によって、計測モジュール100の静止状態が安定しているか否かが判定されるようになっている。また、この第2実施形態では、スマートフォン14A(第3判定部308A)によって、計測モジュール100が無回転状態であるか否かが判定されるようになっている。また、この第2実施形態では、スマートフォン14A(抽出部309A)によって、加速度センサ111の補正用データが抽出されるようになっている。また、この第2実施形態では、スマートフォン14A(補正值算出部315)によって、加速度センサ111の補正值が算出されるようになっている。さらに、この第2実施形態では、スマートフォン14A(補正部316)によって、加速度センサ111から出力される加速度が補正されるようになっている。

[0088] (計測システム10Aによる処理シーケンスの一例)

図11は、第2実施形態に係る計測システム10Aによる処理シーケンスの一例を示す図である。

[0089] まず、計測モジュール100において、所定の起動イベントが発生したことに応じて、状態切替部305が、当該計測モジュール100を起動すると(ステップS1101)、状態切替部305が、計測モジュール100を「通常動作モード」に切り替える(ステップS1102)。

[0090] そして、各取得部(加速度取得部301、角速度取得部302、地磁気取得部303)が、各計測データ(加速度、角速度、および地磁気)を取得すると(ステップS1103)、出力部310が、ステップS1103で取得された各計測データを、スマートフォン14Aへ出力する(ステップS1104)。

[0091] スマートフォン14Aにおいて、受信部312が、計測モジュール100から出力された各計測データを受信すると(ステップS1105)、蓄積部314が、当該各計測データを蓄積する(ステップS1106)。

[0092] 計測システム10Aにおいては、各センサ(加速度センサ111、ジャイロセンサ112、および地磁気センサ113)によって各計測データ(加速度、角速度、および地磁気)が計測される毎に、ステップS1103からス

テップS 1 1 0 6までの処理が実行され、その都度、蓄積部3 1 4に各計測データが蓄積されることとなる。

[0093] その後、スマートフォン1 4 Aにおいて、所定の補正值算出処理開始イベントが発生すると（ステップS 1 1 0 7）、第1判定部3 0 6 Aが、蓄積部3 1 4に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール1 0 0の静止状態を判定する（ステップS 1 1 0 8）。また、第2判定部3 0 7 Aが、蓄積部3 1 4に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール1 0 0の静止状態が安定しているか否かを判断する（ステップS 1 1 0 9）。また、第3判定部3 0 8 Aが、蓄積部3 1 4に蓄積されている角速度データに基づいて、計測モジュール1 0 0が無回転状態であるか否かを判定する（ステップS 1 1 1 0）。

[0094] さらに、抽出部3 0 9 Aが、蓄積部3 1 4に蓄積されている加速度データのうち、ステップS 1 1 0 8で計測モジュール1 0 0が静止状態にあると判定され、且つ、ステップS 1 1 0 9で計測モジュール1 0 0の静止状態が安定していると判定され、且つ、ステップS 1 1 1 0で計測モジュール1 0 0が無回転状態であると判定されたときの加速度を、加速度センサ1 1 1の補正用データとして抽出する（ステップS 1 1 1 1）。

[0095] そして、補正值算出部3 1 5が、ステップS 1 1 1 1で抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ1 1 1の補正值を算出する（ステップS 1 1 1 2）。この補正值は、例えば、スマートフォン1 4 Aが備えるメモリに記憶され、その後、補正部3 1 6によって、加速度データの補正に用いられる。例えば、補正部3 1 6は、加速度データが蓄積部3 1 4に蓄積される前に、当該加速度データを補正してもよく、加速度データが蓄積部3 1 4に蓄積された後に、当該加速度データを補正してもよい。

[0096] なお、所定の補正值算出処理開始イベントの発生要因は、如何なるものであってもよいが、例えば、所定のユーザ操作がなされたとき、定期的な補正処理開始時期が到来したとき、所定量の計測データが蓄積部3 1 4に蓄積されたとき、等が挙げられる。

[0097] この第2実施形態の計測システム10Aにおいても、データベース（蓄積部314）に蓄積されている複数の加速度データの中から、ボール12が完全に静止した状態のとき（すなわち、ボール12が静止状態にあり、且つ、ボール12の静止状態が安定しており、且つ、ボール12が無回転状態にあるとき）に計測された加速度のみが、補正用データとして抽出されることとなる。そして、スマートフォン14A（補正值算出部315）は、抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正值を、高精度に算出することができる。

[0098] すなわち、第2実施形態の計測システム10Aによれば、ユーザがボール12を使用中のときに、ユーザに静止状態を意識させることなく、加速度センサ111から出力される加速度の補正を可能にすることができる。したがって、第2実施形態の計測システム10Aによれば、例えば、従来技術において生じ得るユーザビリティの問題（例えば、ボール12を起動後すぐに使用することができない、ボール12を静止状態にする操作が煩わしい、等）の発生を抑制することができる。

[0099] 特に、第2実施形態の計測システム10Aでは、データベース（蓄積部314）に蓄積されている加速度データから抽出された複数の補正用データを用いて、仮想的な球の中心座標値を算出し、当該中心座標値に基づいて、加速度センサ111から出力される加速度の補正值を算出する構成を採用している。これにより、第2実施形態の計測システム10Aは、ボール12が完全に静止状態にあるとき、ボール12が如何なる方向を向いていたとしても、そのときに加速度センサ111によって計測された加速度を、補正用データとして用いることができる。

[0100] 〔第3実施形態〕

次に、図12および図13を参照して、第3実施形態について説明する。この第3実施形態では、計測モジュール100Aにおいて、補正用データの抽出、補正值の算出、および加速度の補正を行う例を説明する。以下、第3実施形態に係る計測システム10Bに関し、第1実施形態に係る計測システ

ム 10 からの変更点について説明する。なお、計測システム 10 B において、計測システム 10 と同様の構成については、計測システム 10 と同様の符号を付すこととし、詳細な説明は省略する。

[0101] (計測システム 10 B の機能構成)

図 12 は、第 3 実施形態に係る計測システム 10 B の機能構成を示す図である。計測システム 10 B は、クラウドサーバ 16 を備えていない点、計測モジュール 100 の代わりに計測モジュール 100 A を備えている点、および、スマートフォン 14 の代わりにスマートフォン 14 B を備えている点で、第 1 実施形態の計測システム 10 と異なる。

[0102] また、この第 3 実施形態では、計測モジュール 100 A が、第 1 判定部 306 B、第 2 判定部 307 B、第 3 判定部 308 B、抽出部 309 B、蓄積部 331、補正值算出部 332、および補正部 333 を備えている。第 1 判定部 306 B、第 2 判定部 307 B、第 3 判定部 308 B、抽出部 309 B、蓄積部 331、補正值算出部 332、および補正部 333 は、第 1 実施形態で説明した、第 1 判定部 306、第 2 判定部 307、第 3 判定部 308、抽出部 309、蓄積部 322、補正值算出部 323、および補正部 324 と同様である。

[0103] すなわち、この第 3 実施形態では、計測モジュール 100 A (計測回路 102) が「制御装置」としての機能を有し、計測モジュール 100 A によって計測された各計測データが、当該計測モジュール 100 A (蓄積部 331) に蓄積されるようになっている。また、この第 3 実施形態では、計測モジュール 100 A (第 1 判定部 306 B) によって、計測モジュール 100 A の静止状態が判定されるようになっている。また、この第 3 実施形態では、計測モジュール 100 A (第 2 判定部 307 B) によって、計測モジュール 100 A の静止状態が安定しているか否かが判定されるようになっている。また、この第 3 実施形態では、計測モジュール 100 A (第 3 判定部 308 B) によって、計測モジュール 100 A が無回転状態であるか否かが判定されるようになっている。また、この第 3 実施形態では、計測モジュール 10

０Ａ（抽出部３０９Ｂ）によって、加速度センサ１１１の補正用データが抽出されるようになっている。また、この第３実施形態では、計測モジュール１００Ａ（補正值算出部３３２）によって、加速度センサ１１１の補正值が算出されるようになっている。さらに、この第３実施形態では、計測モジュール１００Ａ（補正部３３３）によって、加速度センサ１１１から出力される加速度が補正されるようになっている。

[0104] （計測システム１０Ｂによる処理シーケンスの一例）

図１３は、第３実施形態に係る計測システム１０Ｂによる処理シーケンスの一例を示す図である。

[0105] まず、計測モジュール１００Ａにおいて、所定の起動イベントが発生したことに応じて、状態切替部３０５が、当該計測モジュール１００Ａを起動すると（ステップＳ１３０１）、状態切替部３０５が、計測モジュール１００Ａを「通常動作モード」に切り替える（ステップＳ１３０２）。

[0106] そして、各取得部（加速度取得部３０１、角速度取得部３０２、地磁気取得部３０３）が、各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を取得すると（ステップＳ１３０３）、出力部３１０が、ステップＳ１３０３で取得された各計測データを、蓄積部３３１へ出力する（ステップＳ１３０４）。これに応じて、蓄積部３３１が、当該各計測データを蓄積する（ステップＳ１３０５）。

[0107] 計測システム１０Ｂにおいては、各センサ（加速度センサ１１１、ジャイロセンサ１１２、および地磁気センサ１１３）によって各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）が計測される毎に、ステップＳ１３０３からステップＳ１３０５までの処理が実行され、その都度、蓄積部３３１に各計測データが蓄積されることとなる。

[0108] その後、計測モジュール１００Ａにおいて、所定の補正值算出処理開始イベントが発生すると（ステップＳ１３０６）、第１判定部３０６Ｂが、蓄積部３３１に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール１００Ａの静止状態を判定する（ステップＳ１３０７）。また、第２判定部３０７

Bが、蓄積部331に蓄積されている加速度データに基づいて、計測モジュール100Aの静止状態が安定しているか否かを判断する（ステップS1308）。また、第3判定部308Bが、蓄積部331に蓄積されている角速度データに基づいて、計測モジュール100Aが無回転状態であるか否かを判定する（ステップS1309）。

[0109] さらに、抽出部309Bが、蓄積部331に蓄積されている加速度データのうち、ステップS1307で計測モジュール100Aが静止状態にあると判定され、且つ、ステップS1308で計測モジュール100Aの静止状態が安定していると判定され、且つ、ステップS1309で計測モジュール100Aが無回転状態であると判定されたときの加速度を、加速度センサ111の補正用データとして抽出する（ステップS1310）。

[0110] そして、補正值算出部332が、ステップS1310で抽出された複数の補正用データに基づいて、加速度センサ111の補正值を算出する（ステップS1311）。この補正值は、例えば、計測モジュール100Aが備えるメモリに記憶され、その後、補正部333によって、加速度データの補正に用いられる。例えば、補正部333は、加速度データが蓄積部331に蓄積される前に、当該加速度データを補正してもよく、加速度データが蓄積部331に蓄積された後に、当該加速度データを補正してもよい。

[0111] なお、所定の補正值算出処理開始イベントの発生要因は、如何なるものであってもよいが、例えば、所定のユーザ操作がなされたとき、定期的な補正処理開始時期が到来したとき、所定量の計測データが蓄積部331に蓄積されたとき、等が挙げられる。

[0112] この第3実施形態の計測システム10Bにおいても、データベース（蓄積部331）に蓄積されている加速度データの中から、ボール12が完全に静止した状態のとき（すなわち、ボール12が静止状態にあり、且つ、ボール12の静止状態が安定しており、且つ、ボール12が無回転状態にあるとき）に計測された加速度のみが、補正用データとして抽出されることとなる。そして、計測モジュール100A（補正值算出部332）は、抽出された複

数の補正用データに基づいて、加速度センサ 111 の補正値を、高精度に算出することができる。

[0113] すなわち、第3実施形態の計測システム 10B によれば、ユーザがボール 12 を使用中のときに、ユーザに静止状態を意識させることなく、加速度センサ 111 から出力される加速度の補正を可能にすることができる。したがって、第3実施形態の計測システム 10B によれば、例えば、従来技術において生じ得るユーザビリティの問題（例えば、ボール 12 を起動後すぐに使用することができない、ボール 12 を静止状態にする操作が煩わしい、等）の発生を抑制することができる。

[0114] 特に、第3実施形態の計測システム 10B では、データベース（蓄積部 331）に蓄積されている加速度データから抽出された複数の補正用データを用いて、仮想的な球の中心座標値を算出し、当該中心座標値に基づいて、加速度センサ 111 から出力される加速度の補正値を算出する構成を採用している。これにより、第3実施形態の計測システム 10B は、ボール 12 が完全に静止状態にあるとき、ボール 12 が如何なる方向を向いていたとしても、そのときに加速度センサ 111 によって計測された加速度を、補正用データとして用いることができる。

[0115] 以上、本発明の一実施形態について詳述したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形又は変更が可能である。

[0116] 例えば、上記各実施形態では、本発明の計測装置（計測モジュール 100, 100A）が、糸巻層 12A を有する球体（ボール 12）に設けられているが、これに限らず、本発明の計測装置は、糸巻層を有しない球体、または、球体以外の如何なる器具に設けられてもよい。

[0117] また、上記各実施形態では、計測モジュール 100, 100A が、外部から切り替え信号を受信したことをもって、スリープモードに切り替わる構成を採用しているが、これに限らず、例えば、計測モジュール 100, 100A は、加速度センサ 111 によって計測された加速度に基づいて、一定時間

静止状態が継続したと判断したときに、自主的にスリープモードに切り替わる構成を採用してもよい。

[0118] また、上記第1実施形態では、クラウドサーバ16において、補正値の算出と加速度の補正とを行う構成を採用しているが、これに限らず、例えば、クラウドサーバ16において、補正値の算出を行い、当該補正値を計測モジュール100に送信しておくことにより、計測モジュール100において、加速度の補正を行う構成を採用してもよい。

[0119] また、上記第2実施形態では、スマートフォン14Aにおいて、補正値の算出と加速度の補正とを行う構成を採用しているが、これに限らず、例えば、スマートフォン14Aにおいて、補正値の算出を行い、当該補正値を計測モジュール100に送信しておくことにより、計測モジュール100において、加速度の補正を行う構成を採用してもよい。

[0120] また、上記第3実施形態では、計測モジュール100Aにおいて、補正値の算出と加速度の補正とを行う構成を採用しているが、これに限らず、例えば、計測モジュール100Aにおいて、補正値の算出を行い、当該補正値を、計測データの出力先の外部の情報処理装置に送信することにより、外部の情報処理装置において、加速度の補正を行う構成を採用してもよい。

[0121] 要するに、補正用データの蓄積、補正値の算出、および加速度の補正は、少なくともシステム内のいずれかの装置によって行われればよく、システム内の如何なる装置によって、如何なるタイミングで行われてもよい。

[0122] また、上記各実施形態において、計測モジュール100、100Aの出力部310は、各計測データ（加速度、角速度、および地磁気）を、リアルタイムに（すなわち、1データ毎に）出力してもよく、各計測データを、メモリ115に蓄積しておき、所定のタイミングでまとめて出力するようにしてもよい。

[0123] また、上記各実施形態において、加速度センサ111の補正値を、加速度センサ111へ供給することにより、加速度センサ111の補正を、加速度センサ111自身が行うようにしてもよい。すなわち、加速度センサ111

自身が、補正後の加速度を出力するようにしてもよい。

[0124] 本国際出願は、2018年2月9日に出願した日本国特許出願第2018-022456号に基づく優先権を主張するものであり、当該出願の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0125] 10, 10A, 10B 計測システム
12 ボール（球体）
12A 糸巻層
12B 表皮層
14, 14A, 14B スマートフォン（制御装置）
15 通信ネットワーク
16 クラウドサーバ（制御装置）
100, 100A 計測モジュール（計測装置）
101 ケース
102 計測回路
102A 回路基板
111 加速度センサ
112 ジャイロセンサ
113 地磁気センサ
114 マイコン（制御装置）
115 メモリ
116 通信I/F
117 バッテリ
300 主制御部
301 加速度取得部
302 角速度取得部
303 地磁気取得部
304 指示受信部

305 状態切替部
306, 306A, 306B 第1判定部
307, 307A, 307B 第2判定部
308, 308A, 308B 第3判定部
309, 309A, 309B 抽出部
310 出力部
311 指示送信部
312 受信部
313 転送部
314 蓄積部
315 補正值算出部
316 補正部
321 受信部
322 蓄積部
323 補正值算出部
324 補正部
331 蓄積部
332 補正值算出部
333 補正部

請求の範囲

- [請求項1] 加速度センサとジャイロセンサとを備えた計測装置用の制御装置であって、
- 前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態を判定する第1判定部と、
- 前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態が安定しているか否かを判断する第2判定部と、
- 前記ジャイロセンサによって検知された角速度に基づいて、前記計測装置が無回転状態であるか否かを判定する第3判定部と、
- 前記加速度センサによって継続的に計測された加速度データのうち、前記第1判定部によって前記静止状態であると判定され、且つ、前記第2判定部によって前記静止状態が安定していると判定され、且つ、前記第3判定部によって前記無回転状態であると判定されたときの前記加速度を抽出する抽出部と、
- 前記抽出部によって抽出された前記加速度を、前記加速度センサの補正用データとして出力する出力部と
- を有することを特徴とする制御装置。
- [請求項2] 前記第1判定部は、
- 互いに直交する3軸の各々の前記加速度の合成ベクトルが略1Gである場合、前記計測装置が静止状態にあると判定することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記第2判定部は、
- 所定数の前記加速度の移動平均値に基づいて、前記計測装置の静止状態が安定していると判定することを特徴とする請求項1または2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記第2判定部は、
- 最新の前記加速度と、当該最新の加速度以前の前記所定数の加速度の移動平均値との差が、所定の第1の閾値以下である場合、前記計測

装置の静止状態が安定していると判定する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の制御装置。

[請求項5]

前記第 3 判定部は、

互いに直交する 3 軸の各々の前記角速度が、いずれも所定の第 2 の閾値以下である場合、前記計測装置が無回転状態であると判定する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置

。

[請求項6]

前記出力部によって出力された前記補正用データを蓄積する蓄積部と、

前記蓄積部に蓄積された複数の前記補正用データに基づいて、前記加速度センサの補正値を算出する補正値算出部と、

前記補正値算出部によって算出された前記補正値を用いて、前記加速度センサから出力される加速度を補正する補正部と

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項7]

前記補正値算出部は、

前記蓄積部に蓄積された複数の補正用データを、互いに直交する 3 軸の加速度の合成ベクトル 1 G を半径とする仮想的な球の球面上のデータとして用いて、前記仮想的な球の中心座標値を算出し、算出された前記中心座標値と、所定の中心座標値との差分値を、前記補正値として算出する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項8]

前記補正値算出部は、

最小二乗法を用いて、前記仮想的な球の中心座標値を算出する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項9]

前記加速度センサと

前記ジャイロセンサと

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の制御装置と

を備えることを特徴とする計測装置。

[請求項10] 請求項9に記載の計測装置を内部に有することを特徴とする球体。

[請求項11] 前記計測装置と、
請求項1から8のいずれか一項に記載の制御装置と、
を備えることを特徴とする計測システム。

[請求項12] 加速度センサおよびジャイロセンサを備えた計測装置用の制御方法であって、

前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態を判定する第1判定工程と、

前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態が安定しているか否かを判断する第2判定工程と、

前記ジャイロセンサによって検知された角速度に基づいて、前記計測装置が無回転状態であるか否かを判定する第3判定工程と、

前記加速度センサによって継続的に計測された加速度データのうち、前記第1判定工程において前記静止状態であると判定され、且つ、前記第2判定工程において前記静止状態が安定していると判定され、且つ、前記第3判定工程において前記無回転状態であると判定されたときの前記加速度を抽出する抽出工程と、

前記抽出工程において抽出された前記加速度を、前記加速度センサの補正用データとして出力する出力工程と

を含むことを特徴とする制御方法。

[請求項13] 加速度センサおよびジャイロセンサを備えた計測装置用のプログラムであって、

コンピュータを、

前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測装置の静止状態を判定する第1判定部、

前記加速度センサによって検知された加速度に基づいて、前記計測

装置の静止状態が安定しているか否かを判断する第2判定部、

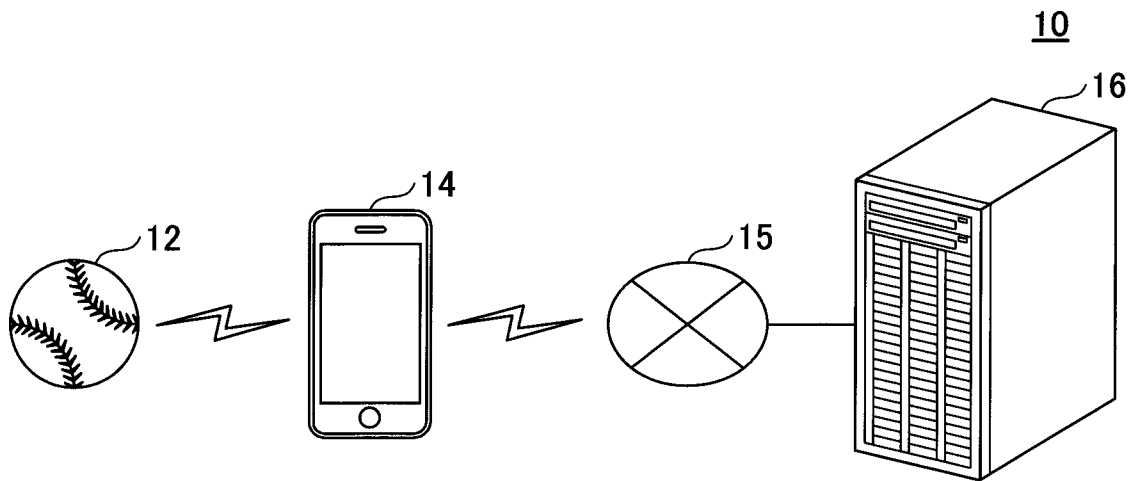
前記ジャイロセンサによって検知された角速度に基づいて、前記計測装置が無回転状態であるか否かを判定する第3判定部、

前記加速度センサによって継続的に計測された加速度データのうち、前記第1判定部によって前記静止状態であると判定され、且つ、前記第2判定部によって前記静止状態が安定していると判定され、且つ、前記第3判定部によって前記無回転状態であると判定されたときの前記加速度を抽出する抽出部、および、

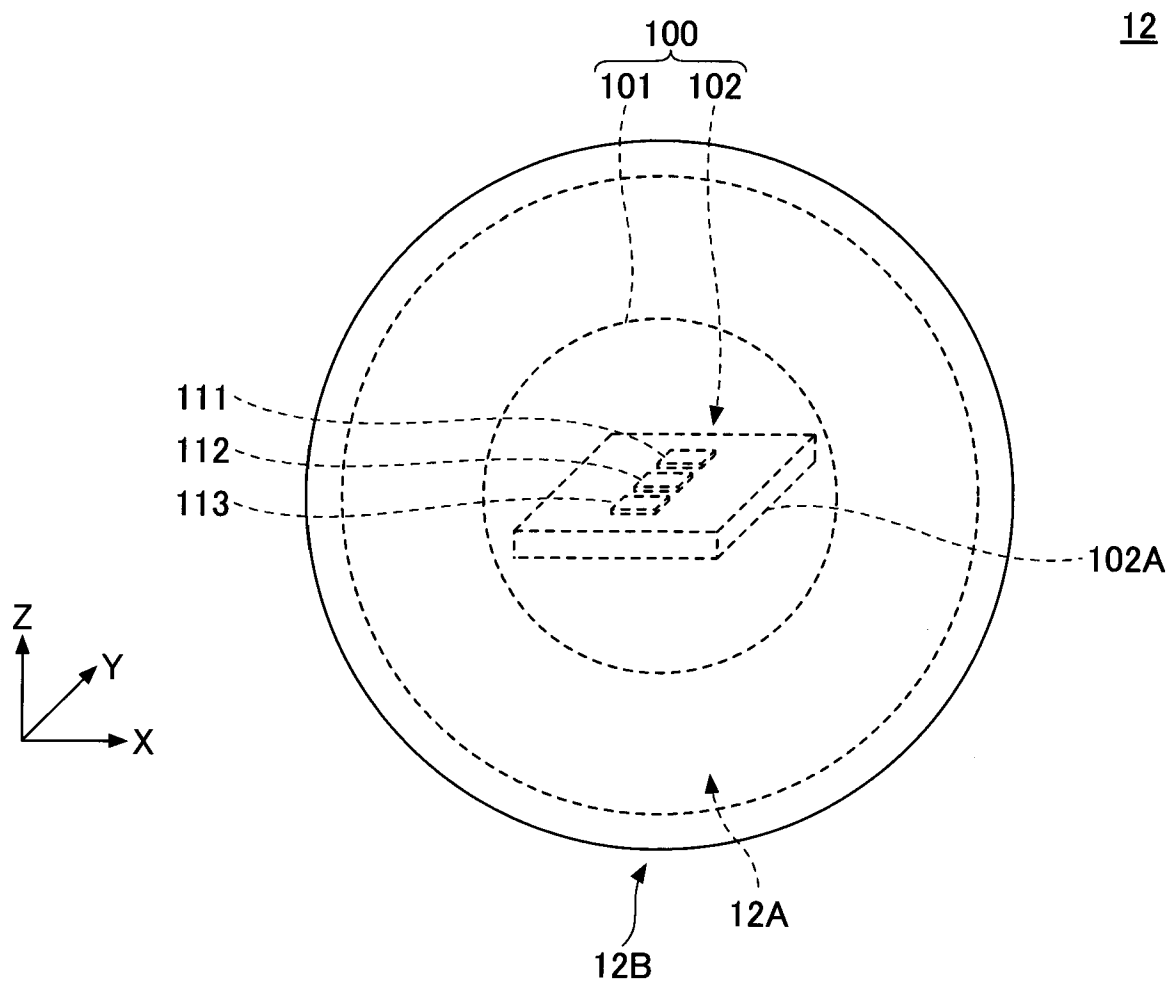
前記抽出部によって抽出された前記加速度を、前記加速度センサの補正用データとして出力する出力部

として機能させるためのプログラム。

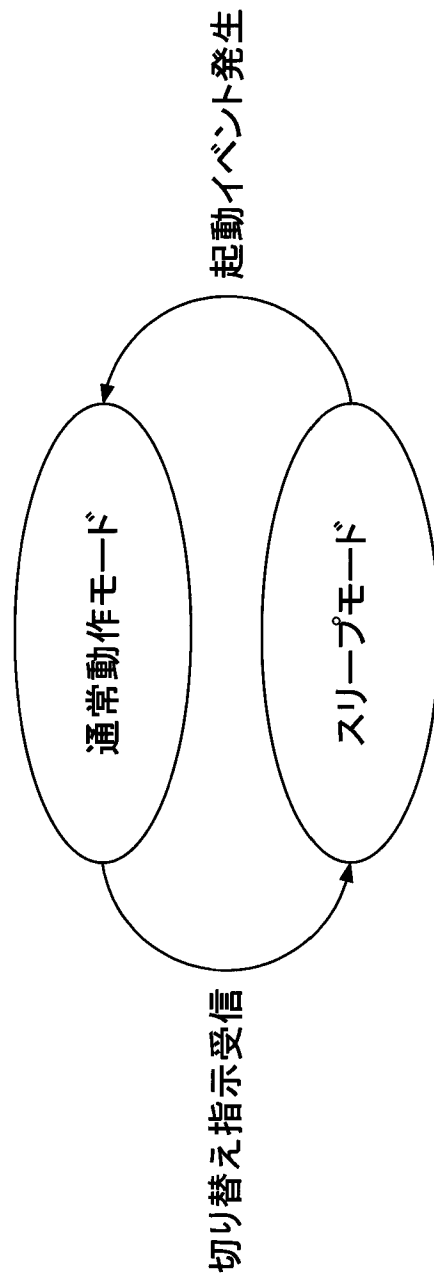
[図1]



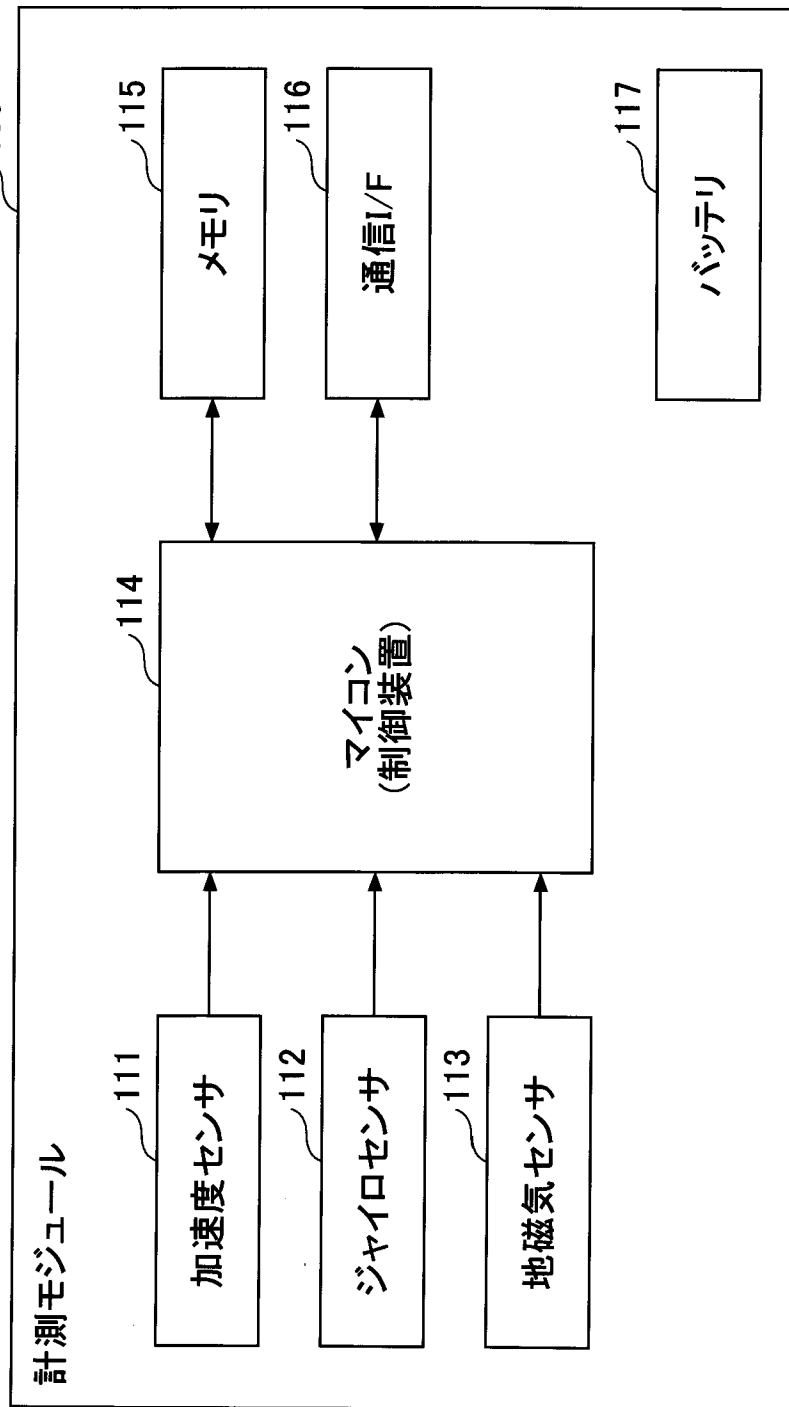
[図2]



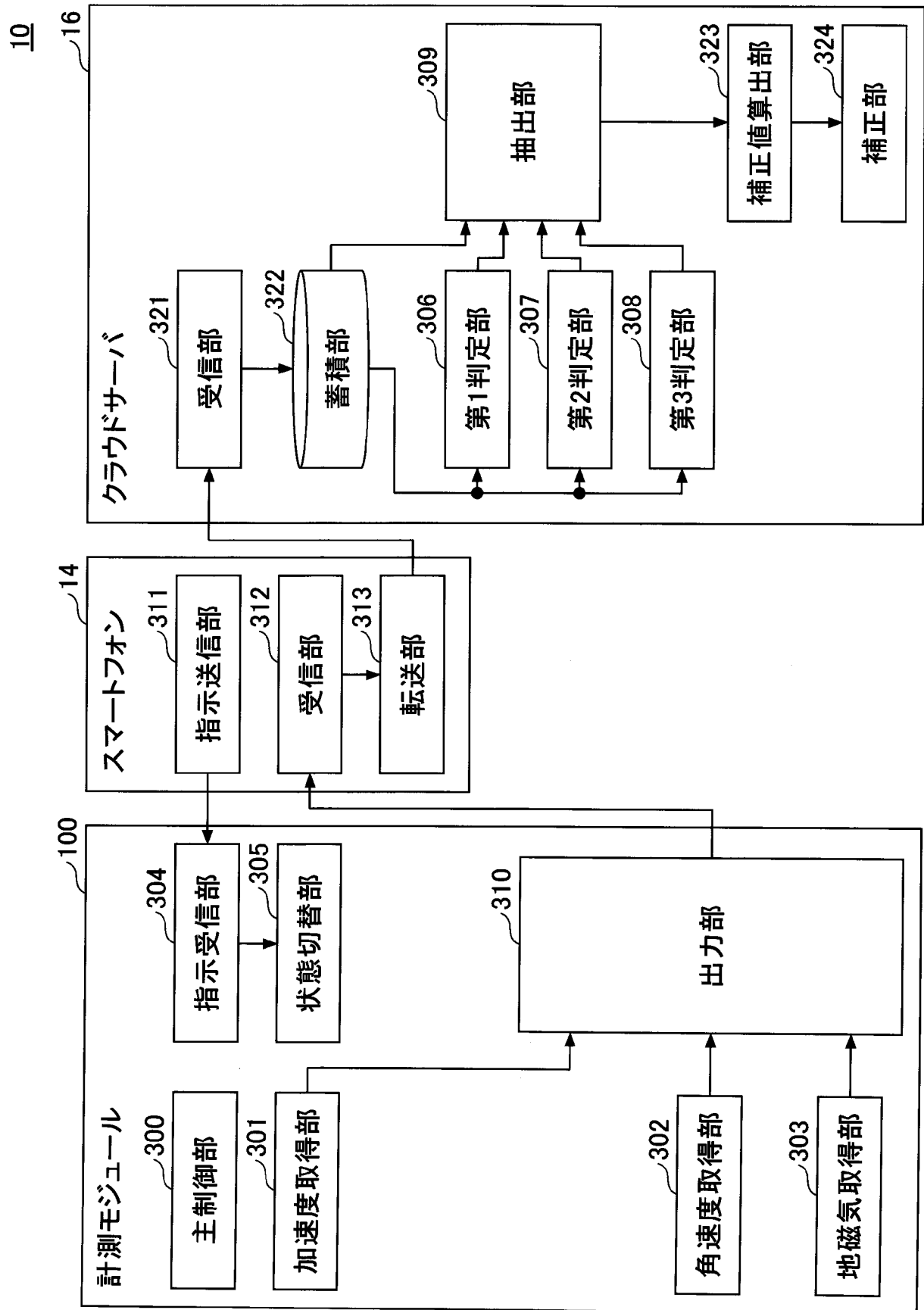
[図3]



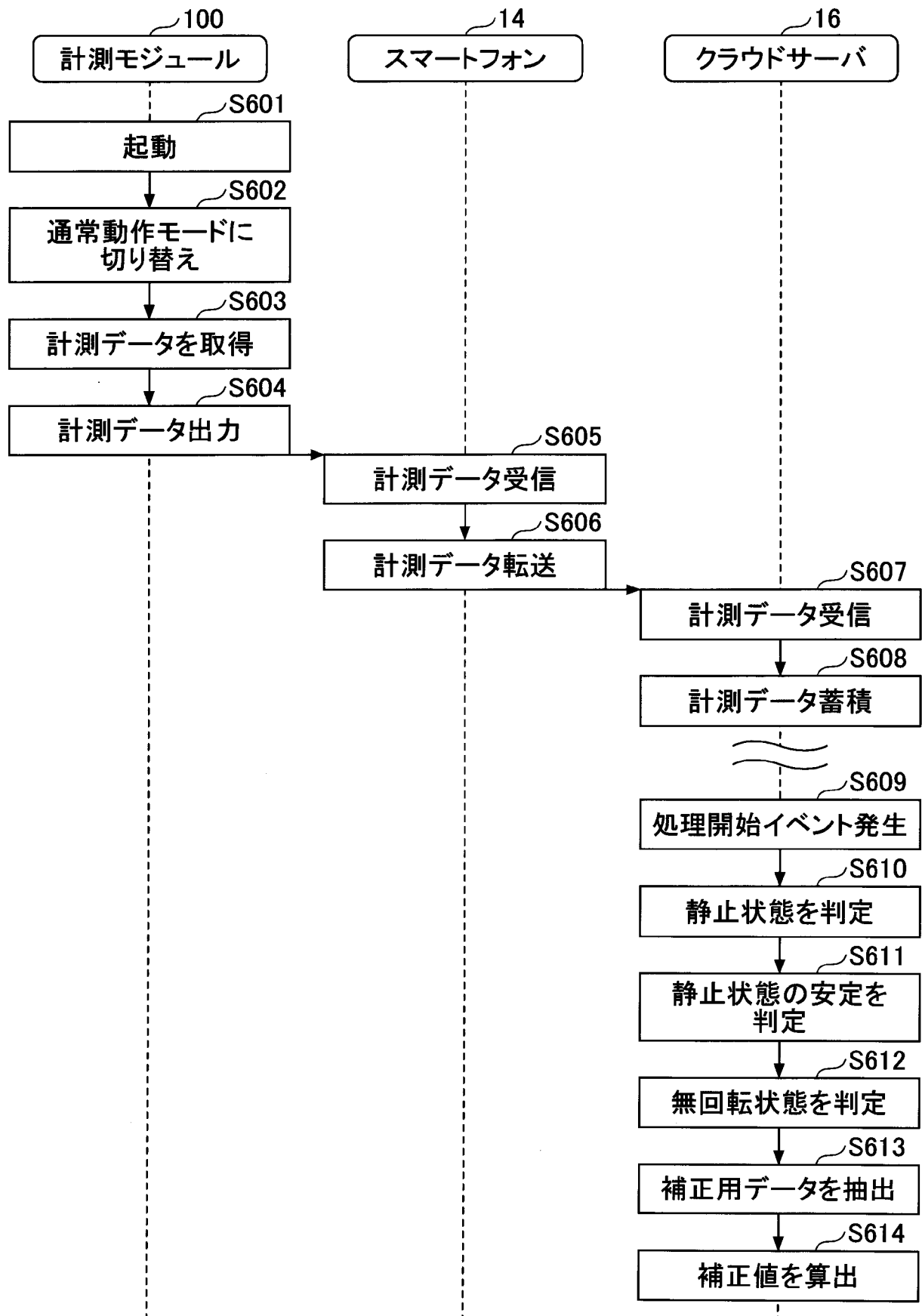
[図4]



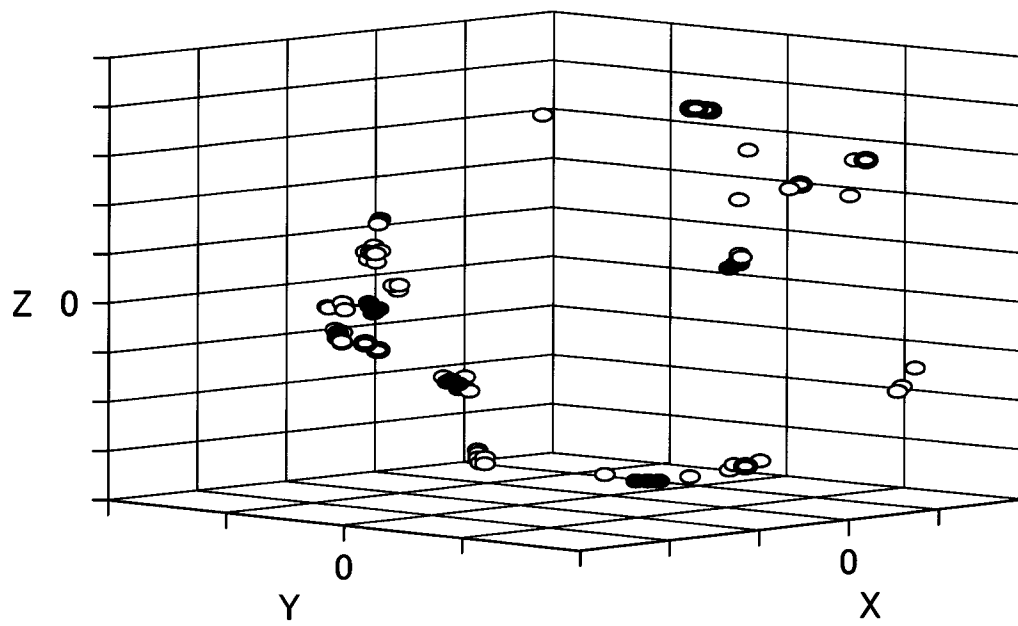
[図5]



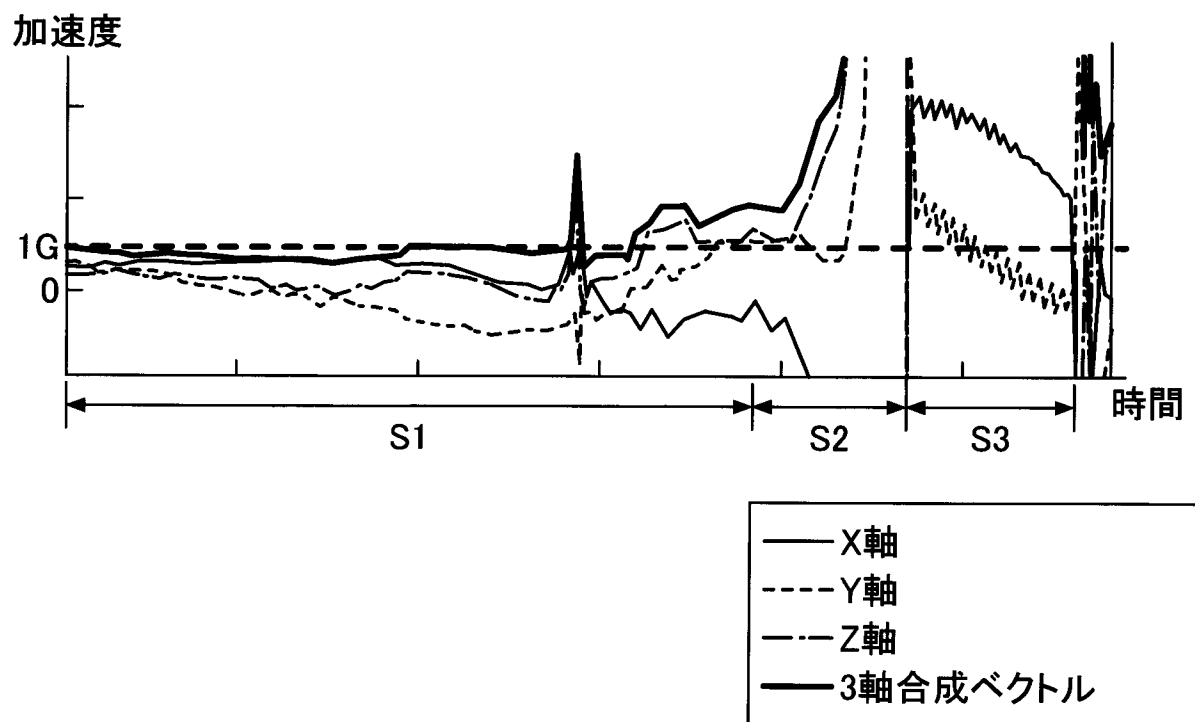
[図6]



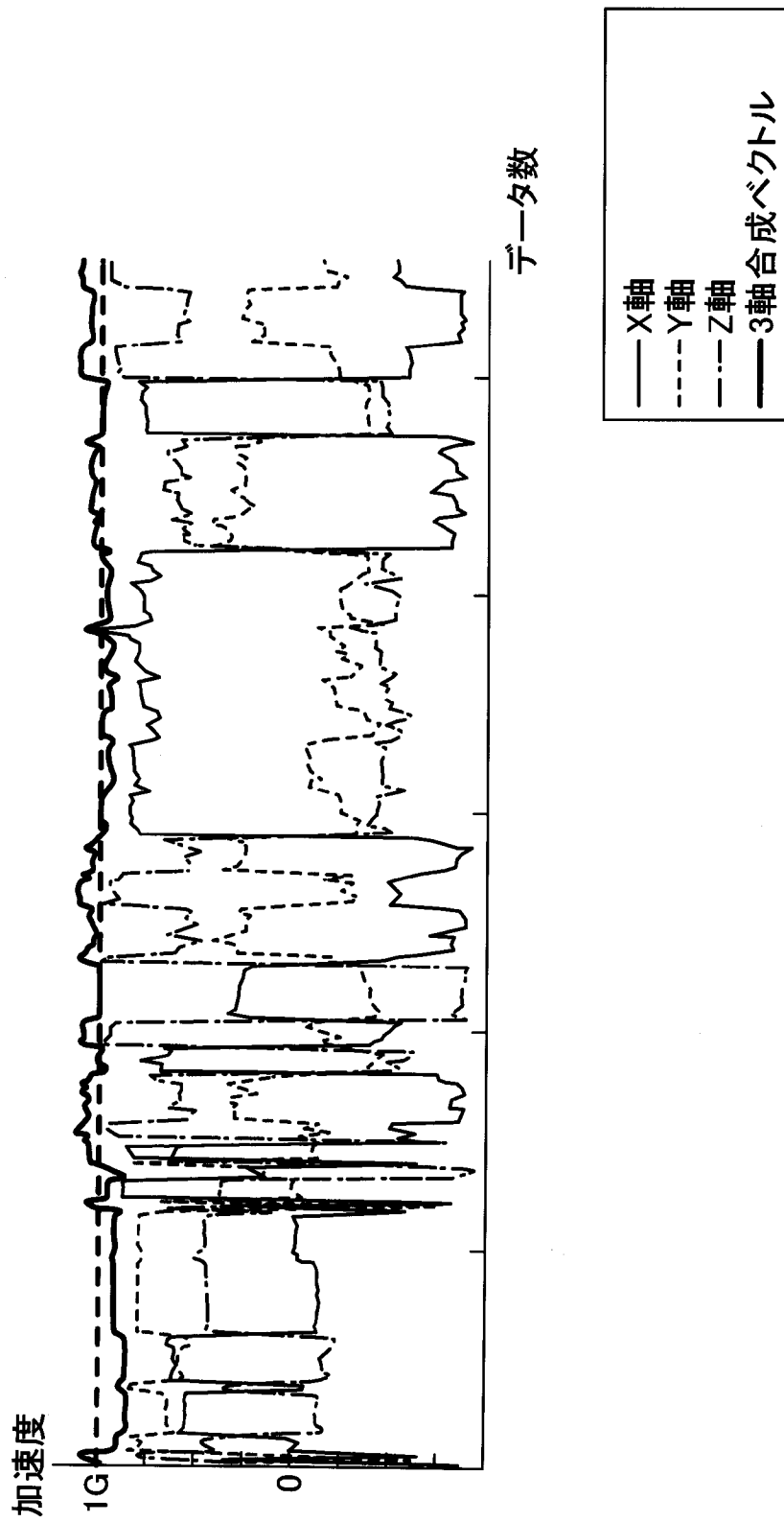
[図7]



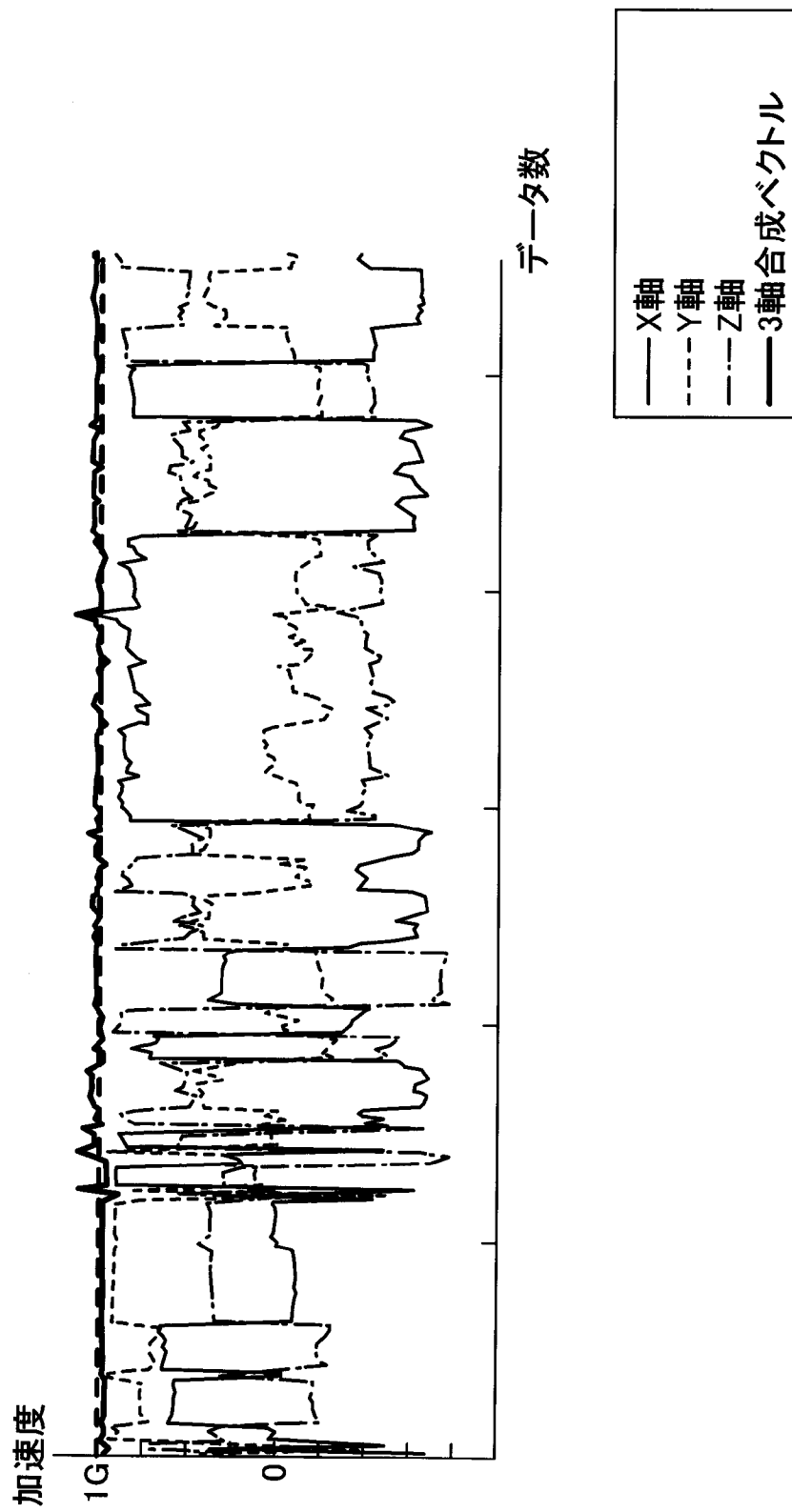
[図8]



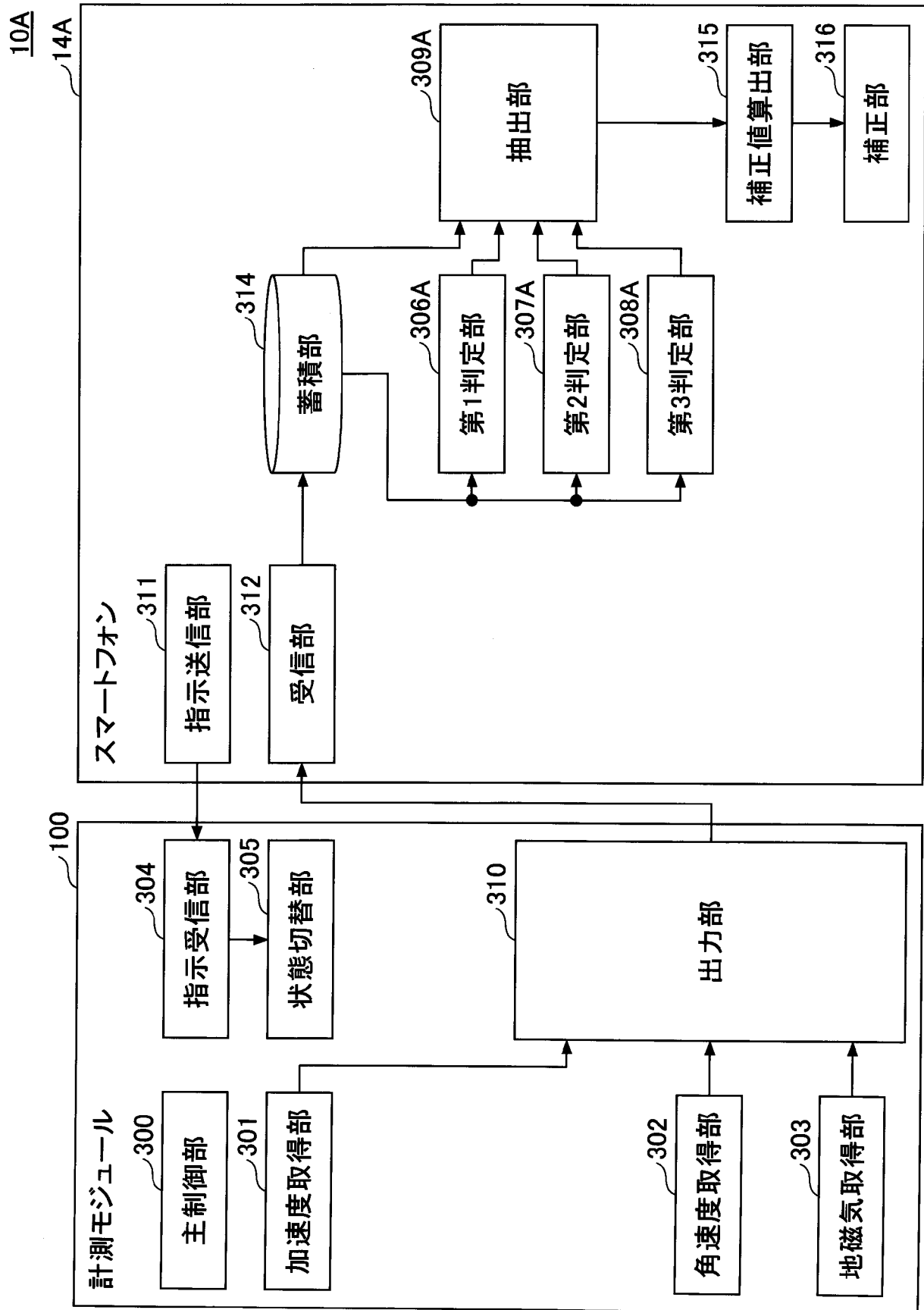
[図9A]



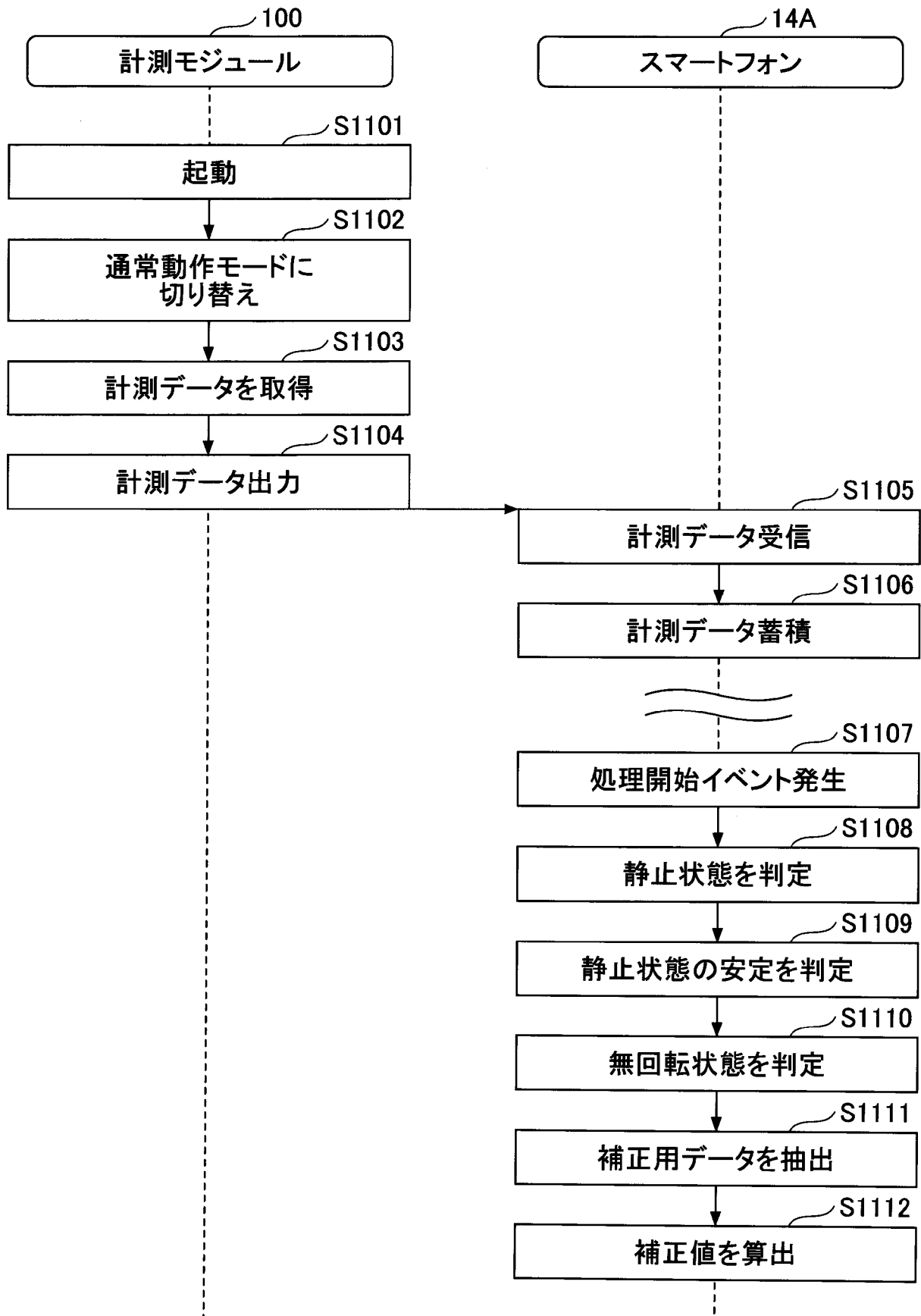
[図9B]



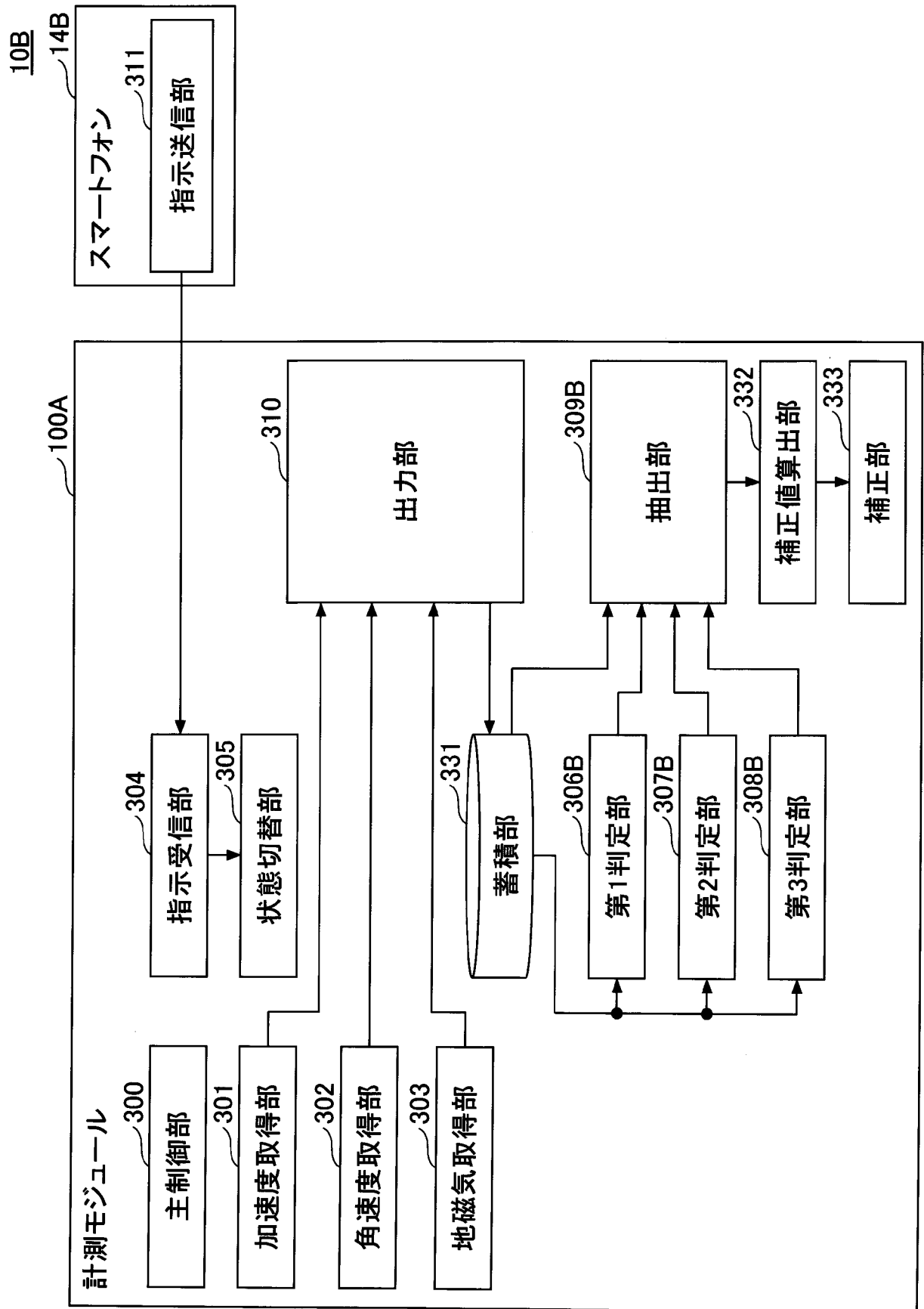
[図10]



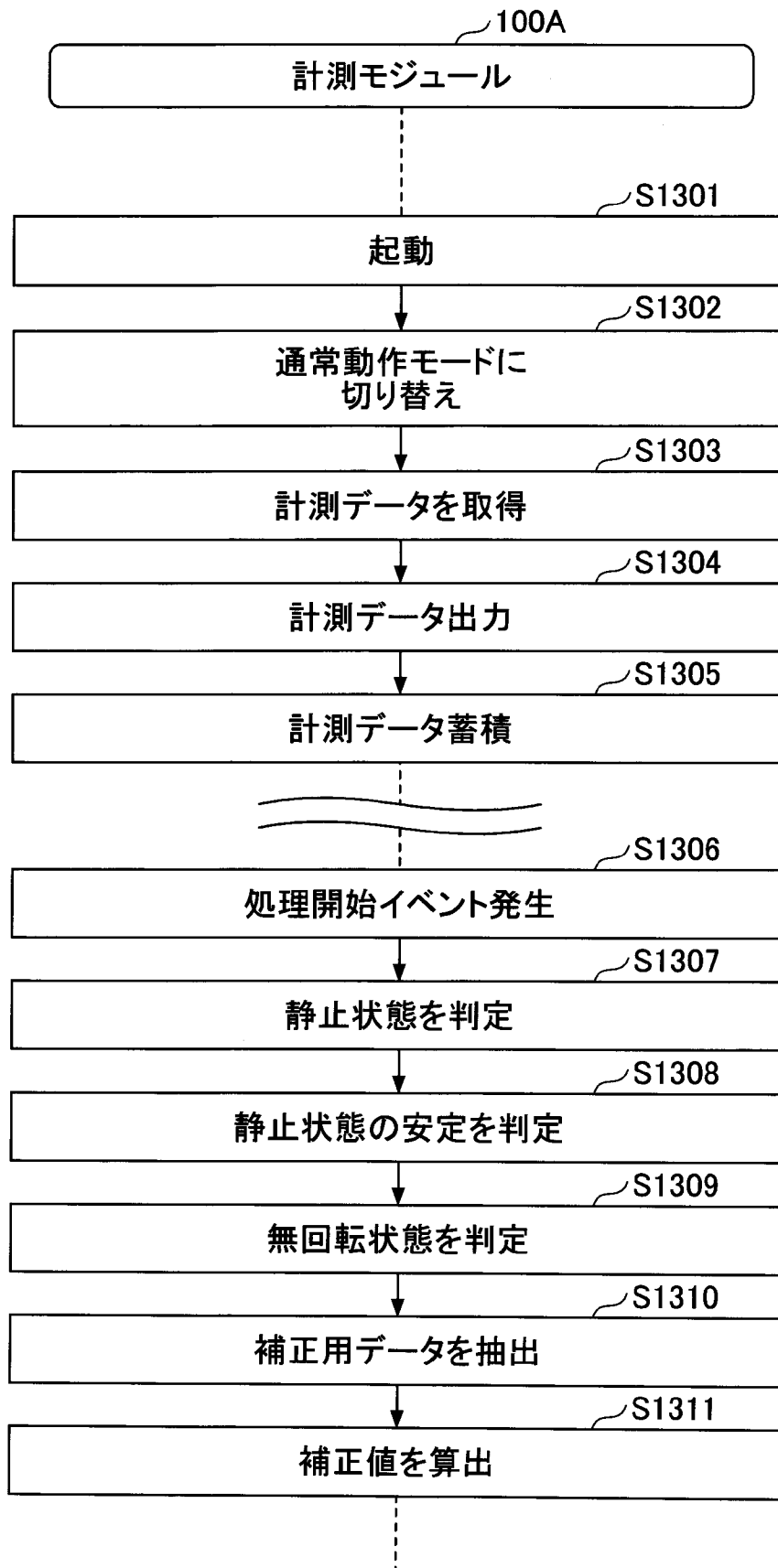
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038167

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G01P21/00 (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) Int.Cl. G01P15/00-21/02, A63B43/00-43/06 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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 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 2017-146129 A (RIKEN, INSTITUTE OF PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH) 24 August 2017, entire text, all drawings & WO 2017/141766 A1	1-13
A	US 2016/0169680 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 16 June 2016, entire text, all drawings & KR 10-2016-0070341 A	1-13
A	JP 2014-171907 A (ADIDAS AG) 22 September 2014, entire text, all drawings & CN 104075731 A & EP 2778612 A2 & US 2014/0266160 A1	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 26 November 2018 (26.11.2018)		Date of mailing of the international search report 11 December 2018 (11.12.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038167

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-58066 A (SHINSHU UNIVERSITY) 22 March 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	WO 2007/077859 A1 (ASAHI KASEI ELECTRONICS CO., LTD.) 12 July 2007, entire text, all drawings & CN 101356442 A & EP 1970713 A1 & KR 10-2008-0055881 A & US 2009/0133466 A1	1-13
A	WO 2006/016671 A1 (ASAHI KASEI ELECTRONICS CO., LTD.) 16 February 2006, entire text, all drawings & CN 101031803 A & EP 1788396 A1 & KR 10-2007-0044006 A & US 2008/0033679 A1	1-13
A	JP 2003-299757 A (YAMASA TOKEI KEIKI CO., LTD.) 21 October 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01P21/00(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. G01P15/00-21/02, A63B43/00-43/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2017-146129 A (国立研究開発法人理化学研究所) 2017.08.24, 全文, 全図 & WO 2017/141766 A1	1-13
A	US 2016/0169680 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2016.06.16, 全文, 全図 & KR 10-2016-0070341 A	1-13
A	JP 2014-171907 A (アディダス アーゲー) 2014.09.22, 全文, 全図 & CN 104075731 A & EP 2778612 A2 & US 2014/0266160 A1	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

26.11.2018

国際調査報告の発送日

11.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

岡田 卓弥

2 F

9206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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 2012-58066 A (国立大学法人信州大学) 2012.03.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	WO 2007/077859 A1 (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2007.07.12, 全文, 全図 & CN 101356442 A & EP 1970713 A1 & KR 10-2008-0055881 A & US 2009/0133466 A1	1-13
A	WO 2006/016671 A1 (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2006.02.16, 全文, 全図 & CN 101031803 A & EP 1788396 A1 & KR 10-2007-0044006 A & US 2008/0033679 A1	1-13
A	JP 2003-299757 A (山佐時計計器株式会社) 2003.10.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13