

(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
2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/185444 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 21/12 (2006.01) *G01C 19/00* (2013.01)
G01C 17/38 (2006.01) *G01C 21/26* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/062796
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 14 日(14.05.2014)
- (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 2013-102577 2013 年 5 月 14 日(14.05.2013) JP
- (71) 出願人: 独立行政法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 興梠 正克(KOUROGI, Masakatsu); 〒3058568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央

第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 蔵田 武志(KURATA, Takeshi); 〒3058568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央
第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 石川 智也(ISHIKAWA, Tomoya); 〒3058568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央
第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 大隈 隆史(OKUMA, Takashi); 〒3058568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央
第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

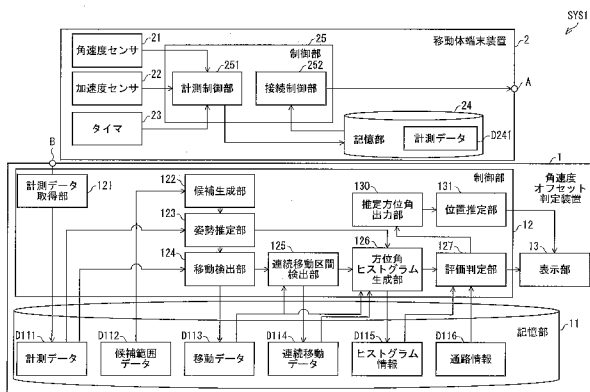
(74) 代理人: 特許業務法人 HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(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,

[続葉有]

(54) Title: ESTIMATED-AZIMUTH-ANGLE ASSESSMENT DEVICE, MOBILE TERMINAL DEVICE, CONTROL PROGRAM FOR ESTIMATED-AZIMUTH-ANGLE ASSESSMENT DEVICE, COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM, CONTROL METHOD FOR ESTIMATED-AZIMUTH-ANGLE ASSESSMENT DEVICE, AND POSITIONING DEVICE

(54) 発明の名称: 推定方位角評価装置、移動体端末装置、推定方位角評価装置の制御プログラム、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、推定方位角評価装置の制御方法、および測位装置



(57) Abstract: This angle-offset determination device (1) is equipped with: an azimuth-angle-histogram generation unit (126) for obtaining the frequency of appearance of an estimated azimuth angle; and an assessment determination unit (127) for assessing whether the obtained frequency of appearance expresses the apparent trend or not when the azimuth angle is accurately estimated under constraints pertaining to the direction of progression in which a moving body moves.

(57) 要約: 角度オフセット判定装置 (1) は、上記推定方位角の出現頻度を取得する方位角ヒストグラム生成部 (126) と、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価判定部 (127) と、を備える。

- 1 Angular-velocity-offset determination device
2 Mobile terminal device
11, 24 Storage unit
12, 25 Control unit
13 Display unit
21 Angular-velocity sensor
22 Acceleration sensor
23 Timer
121 Measurement-data acquisition unit
122 Candidate generation unit
123 Orientation estimation unit
124 Mobile detection unit
125 Continuous-movement-segment detection unit
126 Azimuth-angle-histogram generation unit
127 Assessment determination unit
130 Estimated-azimuth-angle output unit
131 Position estimation unit
251 Measurement control unit
252 Connection control unit
D111, D241 Measurement data
D112 Candidate-range data
D113 Movement data
D114 Continuous-movement data
D115 Histogram information
D116 Channel information

WO 2014/185444 A1



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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：

推定方位角評価装置、移動体端末装置、推定方位角評価装置の制御プログラム、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、推定方位角評価装置の制御方法、および測位装置

技術分野

[0001] 本発明は推定された角速度のバイアス成分の適否を評価する推定方位角評価の技術に関する。

背景技術

[0002] 加速度ベクトル（３軸）センサと、角速度ベクトル（３軸）センサとを備えるセンサモジュール（いわゆる６軸センサ）を歩行者である移動体に保持または装着させ、当該センサモジュールを用いて取得した加速度ベクトルおよび角速度ベクトルに基づいて、歩行者の位置および姿勢を推定する歩行者デッドレコニング（PDR、Pedestrian Dead Reckoning）と呼ばれる技術が研究・開発されている（例えば、非特許文献１）。

[0003] PDRは、GPS(Global Positioning System)や、その他の無線信号を用いる測位技術とは異なり、自蔵センサを用いる自律的なトラッキング技術である。よって、PDRには、測位を行うための特別なインフラ（例えば、GPS衛星など）を利用しなくても測位できる利点がある。

[0004] しかしながら、PDRでは、一般的に、わずかな姿勢の推定誤差（特にヨー方位角）が累積するため、歩行距離に比例して測位誤差が増大する問題がある。

[0005] （測位誤差の原因となるもの）

測位誤差が増大する要因のうち、最も大きく寄与すると考えられるのが、角速度ベクトルの時間積分処理による姿勢角（特にヨー方位角）の推定誤差である。

[0006] 例えば、角速度（ジャイロ）センサ（３軸）の出力には、本来計測される

べき角速度出力成分に加えて、ゼロ点オフセット（バイアス成分ともいう）が含まれる。ゼロ点オフセットとは、本来ゼロが出力となるはずの状態出力される誤差成分のことである。

[0007] ゼロ点オフセットに関する誤差成分は時間経過に伴って積分され、姿勢の推定誤差として累積する。このうち、特に重力軸回りの角速度のバイアス成分の積分誤差は方位角（ヨー方位角）の誤差として現れる。

[0008] このため、従来、この誤差成分の較正（キャリブレーション）を行う技術が提案されてきた。

[0009] 例えば、特許文献1には、移動体端末が、第1の地点から、位置または角度の誤差が特定量となる第2の地点へ移動した場合に、モーションセンサの出力を用いたデッドレコニングにより第2の地点で得られる位置または角度と特定量との差分を特定し、特定した差分に基づいてゼロ点オフセットを算出するサーバ装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2012-215547号公報」（2012年11月8日公開）

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2005-114537号公報」（2005年4月28日公開）

非特許文献

[0011] 非特許文献1：興梠正克、大隈隆史、蔵田武志、「歩行者ナビのための自蔵センサモジュールを用いた屋内測位システムとその評価」、シンポジウム「モバイル08」予稿集、2008、pp151-156

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、特許文献1に開示された較正では、基準点からの角度が既知のアンカー地点を設けて角速度の誤差成分の推定を行う必要がある。

[0013] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、移動体の移動方向に偏りがあるといった拘束条件がある場合において、誤差成分を予め計測しなくても、推定した角速度の誤差成分の適否を評価することができる推定方位角評価装置等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上記の課題を解決するために、本発明に係る推定方位角評価装置は、移動体の移動動作において3軸の角速度センサによって計測された重力軸回りの角速度を取得する角速度取得手段と、上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成手段と、取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定手段と、上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得手段と、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価手段と、を備えることを特徴とする。

[0015] また、上記の課題を解決するために、本発明に係る推定方位角評価装置の制御方法は、移動体の移動動作において3軸の角速度センサによって計測された重力軸回りの角速度を取得する角速度取得ステップと、上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成ステップと、取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定ステップと、上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得ステップと、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価ステップと、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明に係る推定方位角評価装置および推定方位角評価装置の制御方法によれば、誤差成分（バイアス成分）を予め計測しなくても、推定した角速度の誤差成分の適否を評価することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態に係る測位システムの構成例を示す機能ブロック図である。測位システムは、移動体端末装置および角速度オフセット判定装置を備える。

[図2] (a) および (b) は、通路情報について説明する図である。

[図3] (a) および (b) は、ヒストグラム情報について説明する図である。

[図4]上記角速度オフセット判定装置における処理の流れについて例示するフローチャートである。

[図5]本発明の他の実施形態に係る測位システムの構成例を示す機能ブロック図である。

[図6]本発明のさらに他の実施形態に係る測位システムの構成例を示す機能ブロック図である。

[図7]本発明のさらに他の実施形態に係る測位システムの構成例を示す機能ブロック図である。

[図8]本発明のさらに他の実施形態に係る測位システムの構成例を示す機能ブロック図である。

[図9]本発明の一実施形態に係る角速度オフセット判定装置における処理の流れの変形例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] [実施形態1]

本発明の一実施形態について図1～図4、図9を参照して説明すると以下のとおりである。

[0019] (概要)

まず、図1を用いて、本発明の一実施形態に係る測位システムSYS1について説明する。図1は、測位システムSYS1の概略的な構成の一例を示す機能ブロック図である。図1に示すように測位システムSYS1は、大きく分けて2つの要素を含む。すなわち、測位システムSYS1は、移動体端末装置2および角速度オフセット判定装置1を備える。

- [0020] 移動体端末装置 2 および角速度オフセット判定装置 1 は、移動体端末装置 2 の外部接続インターフェース A と角速度オフセット判定装置 1 の外部接続インターフェース B とによって、相互にデータ通信可能に接続される。
- [0021] 外部接続インターフェース A および B の間の接続は、有線であっても無線であってもよい。外部接続インターフェース A および B としては、例えば、有線であれば、U S B (Universal Serial Bus)、無線であれば、B l u e t o o t h (登録商標)、I E E E 8 0 2 . 1 1 無線、および N F C (Near Field Communication) などのインターフェースを採用することができる。
- [0022] 移動体端末装置 2 は、移動体（例えば、歩行者や台車など）に取り付けられ、搭載する各種センサによって計測を行う。対象となる移動体は、センサモジュールにより移動を検出できるようなものであれば、特に制限はない。
- [0023] 角速度オフセット判定装置 1 は、移動体端末装置 2 から出力される計測データに基づいて姿勢推定処理を行う。この姿勢推定処理は、各種センサから得られる計測データに基づいて行われる。また、角速度オフセット判定装置 1 は、当該姿勢推定処理結果が妥当であるか否かを判定する。
- [0024] 測位システム S Y S 1 において、移動体端末装置 2 は、いわゆるデータロガーであり、計測のみを行う。そして、移動体端末装置 2 を角速度オフセット判定装置 1 に接続し、移動体端末装置 2 の計測データを、角速度オフセット判定装置 1 に読み込ませる。角速度オフセット判定装置 1 では、読み込んだ計測データに基づいて、姿勢推定処理および角度オフセット判定処理を実行する。
- [0025] (移動体端末装置)
- 移動体端末装置 2 は、より具体的には、角速度センサ 2 1、加速度センサ 2 2、タイマ 2 3、記憶部 2 4 および制御部 2 5 を備える構成である。
- [0026] 角速度センサ 2 1 は、少なくとも重力回りの角速度を計測できるセンサである。角速度センサ 2 1 は、例えば、3 軸の角速度ベクトルを計測可能な角速度（ジャイロ）センサにより実現することができる。
- [0027] 加速度センサ 2 2 は、重力方向を検出可能なセンサである。加速度センサ

22は、例えば、3軸の加速度ベクトルを計測可能なものであってもよい。

[0028] タイマ23は、各センサが計測を行った絶対時刻または相対時刻を計測可能なものである。タイマ23は、少なくとも角速度センサによって角速度が計測された相対時刻を計測できればよい。また、タイマ23は、例えば、RTC (Real-time clock) のような電子部品により実現することができる。

[0029] 記憶部24は、角速度センサ21、加速度センサ22、およびタイマ23の出力データが対応付けられた計測データを記憶し、所定期間以上、その内容を保持するものである。計測データは、角速度センサ21によって計測される角速度ベクトル、加速度センサ22によって計測される加速度ベクトル、および、タイマ23によって計測される時刻が対応付けられたデータである。記憶部24は、例えば、移動体端末装置2に搭載されたハードディスクやSSD (Solid State Drive) によって実現することができる。あるいは、記憶部24は、microSDカードのような取り外し可能な外部記憶装置によっても実現することができる。

[0030] 制御部25は、移動体端末装置2を統括的に制御するものである。より具体的には、制御部25は、計測制御部251および接続制御部252を備える。

[0031] 計測制御部251は、角速度センサ21、加速度センサ22、およびタイマ23の出力データを取得し、取得したデータを対応付けて計測データD241として記憶部24に記憶する。

[0032] 接続制御部252は、移動体端末装置2が外部接続インターフェースAを介して角速度オフセット判定装置1と接続されたとき、記憶部24から計測データD241読み出し、読み出した計測データを角速度オフセット判定装置1に送信する。

[0033] (角速度オフセット判定装置)

角速度オフセット判定装置1は、より具体的には、記憶部11、制御部12、および、表示部13を備える。

[0034] 記憶部11には、角速度オフセット判定装置1が使用する各種データが記

憶される。記憶部 11 は、例えば、角速度オフセット判定装置 1 に搭載されたハードディスクや SSD (Solid State Drive) によって実現することができる。あるいは、記憶部 11 は、microSD カードのような取り外し可能な外部記憶装置によっても実現することができる。記憶部 11 に記憶されるデータの詳細については後述する。

[0035] 制御部 12 は、角速度オフセット判定装置 1 を統括的に制御するものである。より具体的な構成については後述する。

[0036] 表示部 13 は、制御部 12 から送信される画像データに基づいて表示画面に文字や画像、グラフなどの各種の情報を表示する。

[0037] (記憶部の詳細)

記憶部 11 には、具体的には、計測データ D111、候補範囲データ D112、移動データ D113、連続移動データ D114、ヒストグラム情報 D115、および通路情報 D116 が記憶される。

[0038] 計測データ D111 は、角速度ベクトル、加速度ベクトル、および、これらの計測時刻が対応付けられたデータである。

[0039] 候補範囲データ D112 は、判定すべき角速度オフセットの値の範囲を設定するデータである。

[0040] 移動データ D113 は、計測データの時系列において、移動体が 1 単位移動したとみなせる時点を示す情報およびその時点における方位角を示す情報を含む。以下では、説明の便宜上、移動体は人であるとし、人が歩行により移動する場合について説明する。よって、移動データ D113 は、人が歩行により一歩移動した時点を示す情報と表現することもできる。

[0041] 連続移動データ D114 は、計測データの時系列において、移動体がある方向に連続して移動した時間区間を示す情報である。以下では、例示的に、連続移動データ D114 は、人が歩行により所定歩数移動した区間を示すものとする。所定歩数 (n 歩) として設定する歩数は任意であるが、例えば「5 歩」に設定することができる。

[0042] ヒストグラム情報 D115 は、連続移動区間におけるヨー方位角の出現頻

度を示す情報である。ヒストグラム情報D 1 1 5の具体例を図3に示している。図3の(a)及び(b)に示すヒストグラムでは、横軸にヨー方位角(yaw)、縦軸にヨー方位角の出現頻度(度数)を取っている。図3の詳細については後述する。

[0043] 通路情報D 1 1 6は、移動体が移動可能な領域の形状を示す地理的情報である。通路情報D 1 1 6は、例えば、通路の配置、接続関係を示す。移動体が移動可能な領域は、移動の方位角がある程度拘束されるような通路であるほうが好ましい。別の観点から言えば、通路情報D 1 1 6は、移動体が移動可能な通路の配置条件を示すものであってもよい。通路情報D 1 1 6は、具体的には、図2に示すような通路を示す情報であってもよい。図2の(a)は、基盤の目のように通路が配置された移動領域を示している。また、図2の(b)は、2等辺三角形形状に配置された通路を示している。

[0044] (制御部の詳細)

制御部12は、具体的には、計測データ取得部121、候補生成部(バイアス成分候補生成手段)122、姿勢推定部(推定手段)123、移動検出部(推定手段)124、連続移動区間検出部(移動検知手段)125、方位角ヒストグラム生成部(出現頻度取得手段)126、および評価判定部(評価手段、推定方位角出力手段)127を備える。また、移動データと、推定された姿勢と、評価判定部127の評価とに基づいて推定方位角を出力する推定方位角出力部(推定方位角出力手段)130、および該推定方位角に基づいて移動体の位置を推定する位置推定部(位置推定手段)131を備えていてもよい。

[0045] 計測データ取得部121は、外部接続インターフェースBを介して接続される移動体端末装置2から計測データを取得し、記憶部11に記憶する。

[0046] 候補生成部122は、ゼロ点オフセットの候補を生成する。候補生成部122は、候補範囲データD 1 1 2に指定されている範囲でゼロ点オフセットの候補を生成する。 ± 0.005 [rad/s]が候補範囲データD 1 1 2に指定されている場合、候補生成部122は、該範囲内において、所定の分

解能でゼロ点オフセットの候補を生成する。例えば、ヨー方位角について分解能が 0.001 [rad/s] であれば、候補生成部122は、10通りのゼロ点オフセットの候補を生成する。なお、候補生成部122は、従来技術を用いてゼロ点オフセットを推定してもよい。ゼロ点オフセットの推定には、例えば、非特許文献1の技術を採用することができる。また、推定したゼロ点オフセットを中心に所定範囲（例えば、候補範囲データD112に指定されている範囲）で、候補生成部122は、ゼロ点オフセットの候補を生成してもよい。

[0047] 姿勢推定部123は、角速度ベクトル（3軸）と、加速度ベクトル（3軸）とに基づいて、移動体の（世界座標系における）3次元姿勢の推定を行うものである。姿勢推定部123は、具体的には、計測データD111に含まれる角速度ベクトルにゼロ点オフセットを適用して推定した校正後角速度ベクトルと、計測データD111に含まれる加速度ベクトルとに基づいて移動体の3次元姿勢を推定する。

[0048] さらに言えば、姿勢推定部123は、加速度ベクトルに基づき重力軸を特定し、ヨー方位角を推定してもよい。例えば、姿勢推定部（重力軸判定手段）123は、角速度センサの3軸のうちの何れのセンサ軸が重力軸と一致しているかを判定してもよい。また、姿勢推定部123は、角速度センサの3軸のうちの何れかが重力軸と一致している場合の計測データを用いて、姿勢の推定を行ってもよい。

[0049] 重力軸の特定についてさらに説明すると次のとおりである。多くの場合、角速度センサを実装・収納するパッケージの形状は、直方体である。よって、歩行者がそのパッケージを装着するとき、特定のセンサ軸が重力軸と一致するケースが多い。また、加速度センサ（3軸）および角速度センサ（3軸）の計測データを用いて重力軸との一致度を検証することも可能である。重力方位ベクトル（重力軸）を、加速度センサ（3軸）および角速度センサ（3軸）の組み合わせによって推定する技術としては、例えば、非特許文献1に記載の技術が挙げられる。よって、このような技術を用いて、姿勢推定部

123は、何れかのセンサ軸が重力軸と一致しているかどうかを検証してもよい。

[0050] 移動検出部124は、所定区間（所定期間）の計測データに含まれる角速度ベクトルと、加速度ベクトルとに基づいて、移動体の移動の有無を検出し、その検出結果を出力する。移動検出部124は、例示的に歩行者の歩行動作の有無を検出する。具体的には、移動検出部124は、角速度ベクトルと、加速度ベクトルと、姿勢推定部123が出力する移動体の3次元姿勢の推定結果と、を組み合わせることで歩行動作の有無を検出する。歩行動作の有無の検出には、例えば、特許文献2に記載の技術を用いることができる。

[0051] 移動検出部124は、1歩行動作を検出するのに用いた計測データに基づいて1歩行動作における代表的な方位角を算出し、算出した方位角を、当該歩行動作における方位角とする。

[0052] 歩行動作の場合、その周波数は1～3Hz程度である。説明のため、仮に歩行動作の周波数を2Hzとすると、100Hzで計測データをサンプリングした場合、1歩行動作を検出するのに用いる計測データは50個になる。よって、この場合、1歩行動作における代表的な方位角は、この50個の計測データに基づいて算出すればよい。

[0053] 代表的な方位角としては、歩行動作が検出された区間において推定される方位角の中央値、平均、メジアンなどを用いることができる。なお、代表的な方位角を算出せずに、サンプリングしたすべての計測データを後述するヒストグラム情報生成処理において用いることも可能である。

[0054] 移動検出部124は、歩行動作を検出した時点およびその代表的な方位角を示す移動データD113を生成し記憶部11に記憶する。

[0055] 連続移動区間検出部125は、移動検出部124の出力に基づいて、連続して移動しているとみなせる時間の区間（期間）を抽出する。具体的には、連続移動区間検出部125は、まず、移動体が2歩連続して移動したか否かを検出する。2歩連続して移動した区間とは、ある歩行動作とその次に検出される歩行動作とが連続している区間のことである。

- [0056] 上述したとおり、歩行動作の周波数は1～3Hz程度である。よって、歩行動作が検出されてから1秒以内に次の歩行動作が再び検出された場合、その2つの歩行動作は連続しているとみなせる。
- [0057] そして、連続移動区間検出部125は、歩行動作が所定回数（例えば、5回）連続している連続移動区間を検出する。言い換えれば、連続移動区間検出部125は、2歩連続して移動する区間が所定回数続く連続移動区間（例えば、5歩連続して歩行する区間）を抽出する。
- [0058] 連続移動区間検出部125は、連続移動区間を示す連続移動データD114を生成し、記憶部11に登録する。
- [0059] 方位角ヒストグラム生成部126は、連続移動区間における各歩行動作の方位角の出現頻度を集計しヒストグラムを生成する。具体的には、方位角ヒストグラム生成部126は、連続移動データD114で示される連続移動区間に対応する移動データD113を抽出し、抽出した移動データD113において示される方位角の頻度を集計する。なお、ヒストグラムの生成に使用する歩行動作のサンプル数は、例えば、1000歩分程度であればよい。
- [0060] 評価判定部127は、推定された方位角が適正であるか否かを評価する。別の観点から言えば、評価判定部127は、方位角の推定において用いられたゼロ点オフセットが適正であるか否かを評価する。評価判定部127における評価について具体的に説明すると次のとおりである。
- [0061] まず、評価判定部127は、方位角ヒストグラム生成部126が生成したヒストグラムが、移動体が移動したときに現れるパターンを示しているか否かを判定する。すなわち、生成されたヒストグラムが、正しくゼロ点オフセットが推定されていた場合に現れる方位角の頻度分布と同じ傾向を示すか否かを判定する。評価判定部127は、例えば、移動体が移動した領域の地理的情報（すなわち、通路情報D116）を予め取得しておき、当該地理的情報を用いてヒストグラムを評価してもよい。図2を用いて、具体的に説明すると次のとおりである。
- [0062] 一般的なオフィス環境や、工場、居住環境においては、歩行移動可能な通

路が整然と配置されていることが多い。このような場所においては、例えば、図2の(a)に示すような碁盤の目のような通路配置であることも多い。

[0063] 図2の(a)に示すような通路配置の場合、移動体K1が連続して歩行移動する方位角には偏りがでてくる。例えば、通路の接続点(十字路)P1において、移動体K1が前の方位FWに向いている場合、移動体K1の移動方向は、(1)前の方位FW、(2)右の方位R、(3)左の方位L、(4)後ろの方位BWの何れかになる。

[0064] 従って、移動体K1が連続して歩行移動する方位角は、前進方向を0度とし、右回りのヨ一方位角を正とすると、-180度、-90度、0度、90度、180度の方位に進行する頻度が多くなる。

[0065] よって、このような場合、方位角が正しく推定されていれば、ヒストグラムのピークには90度ごとに現れる傾向が生じる。よって、方位角が正しく推定されていれば、例えば、図3の(a)に示すような、所定の方位角に尖ったピークを有するヒストグラムが得られるはずである。

[0066] 評価判定部127は、記憶部11から通路情報D116を読み取り、通路情報D116を分析して、移動体K1が移動する可能性が高い方位(すなわち、移動の方位角の出現頻度の偏りまたは傾向)を特定する。なお、評価判定部127は、通信ネットワーク等を介して外部から通路情報D116を取得してもよい。また、評価判定部127は、通路情報D116ではなく、移動の方位角の出現頻度の偏り(傾向)を示す情報を取得してもよい。

[0067] また、評価判定部127は、上記ヒストグラムがこのような移動の方位角の出現頻度の偏り(傾向)を示しているかどうかを評価する。

[0068] 評価判定部127は、具体的には、例えば、出現頻度が多いはずの方位角におけるヒストグラムのピークの先鋭度(尖度)が所定の高さ(閾値)より高いかどうか(あるいは、どれくらい高いか)を評価してもよい。方位角が正しく推定されている場合には、所定の方位角におけるピークの先鋭度が高くなる。

[0069] 一方、方位角が正しく推定されていない場合、ピークの先鋭度(尖度)が

低くなったり、ヒストグラムの裾が全体的に広がったりして、例えば、図3の(b)に示すようなヒストグラムが現れる。すなわち、ゼロ点オフセットの累積誤差によって、方位角の誤差が無視できないほど増大している場合、上述したピークの尖度が低くなるか、ピークが見いだせないほど弱まるか、または異なる方位角にピークが現れる。

[0070] なお、図2の(b)に示すような通路配置の場合、通路が鋭角接続(45度で接続)する位置P21では、移動体K21は、右後ろの方位RBWか、後ろの方位BWに移動することになる。よって、この場合、-180度、135度、180度の方位にヒストグラムのピークが現れるはずである。

[0071] また、通路が直交する位置では、移動体K22は、右の方位Rか後ろの方位BWのいずれかに移動することになる。よって、この場合、-180度、90度、180度の方位にヒストグラムのピークが現れるはずである。

[0072] 図2の(b)に示すような通路配置の場合、このような方位角の偏りを考慮し、ヒストグラムを評価すればよい。すなわち、上記の方位にヒストグラムのピークが現れるか否か、その尖度が所定の閾値以上であるかどうかを評価すればよい。

[0073] 評価判定部127は、ヒストグラムの尖度の評価結果に基づいて、推定された方位角が適正であるか否かを判定する。すなわち、地理的情報に従った、尖ったピークを有するヒストグラムが現れていれば、評価判定部127は、推定された方位角が適正であると判定することができる。また、評価判定部127は、ピークの尖度に従って、どれほど方位角が適正であることを示す評価結果を出力してもよい。また、評価判定部127は、表示部13において、評価結果とともにヒストグラムを表示させてもよい。

[0074] また、上記評価に基づいて、推定方位角を出力してもよい。例えば、推定方位角出力部130は、評価判定部127の評価結果に基づき、上記評価がなされたヒストグラムに係る推定方位角のうち、所定の閾値以上の評価がなされたものを出力してもよい。また、上記評価がなされたヒストグラムに係る推定方位角のうち、最も高い評価がなされたものを出力してもよい。

[0075] なお、以上においては、角速度オフセット判定装置 1 が実行する姿勢推定処理およびその妥当性の判定処理（評価処理）について説明したが、これに限られない。角速度オフセット判定装置 1 では、以上の姿勢推定処理等を用いて、位置推定部 1 3 1 によって移動体の位置推定処理を行ってもよい。

[0076] （処理の流れ）

図 4 を用いて、角速度オフセット判定装置 1 におけるゼロ点オフセット判定処理の流れについて説明する。図 4 は、角速度オフセット判定装置 1 における処理の流れについて例示するフローチャートである。なお、以下では、角速度オフセット判定装置 1 は、移動体端末装置 2 から計測データを取得しているものとする。

[0077] まず、候補生成部 1 2 2 が、候補範囲データに基づいて、生成すべきゼロ点オフセットの候補の範囲を決定し、該範囲内の候補を生成する（S 1 1）。

[0078] そして、処理は、候補生成部 1 2 2 が生成したゼロ点オフセットの候補についてのループに入る（L 1）。

[0079] 次に、姿勢推定部 1 2 3 および移動検出部 1 2 4 が、記憶部 1 1 に記憶されている計測データ D 1 1 1 から角速度ベクトルを取得し（S 1 2）（角速度取得ステップ）、また、加速度ベクトルを取得する（S 1 3）。

[0080] 次に、姿勢推定部 1 2 3 が、ゼロ点オフセットの候補が適用された較正後角速度ベクトルおよび加速度ベクトルに基づいて、移動体の姿勢推定処理を実行する（S 1 4）。

[0081] 次に、移動検出部 1 2 4 が、移動体の移動状態を検知する（S 1 5）。具体的には、移動検出部 1 2 4 が、移動体の姿勢推定処理の結果に基づき、移動体の移動（歩行動作）およびその方位角を検出する（推定ステップ）。

[0082] 次に、連続移動区間検出部 1 2 5 が、移動体の連続移動区間を抽出する（S 1 6）。具体的には、まず、連続移動区間検出部 1 2 5 が、移動検出部 1 2 4 が検出した移動体の移動（歩行動作）に基づいて、歩行動作が 2 歩連続している区間を検出する。そして、連続移動区間検出部 1 2 5 は、移動デー

タD113に基づいて、 n 歩連続して歩行動作が行われている連続移動区間
を抽出する。また、連続移動区間検出部125は、抽出した連続移動区間
について連続移動データを生成し記憶部11に登録する。

[0083] 次に、方位角ヒストグラム生成部126が、上記連続移動データに示され
る n 歩連続して歩行動作が行われている区間について、各歩行動作の方位角
の出現頻度を計算してヒストグラムを生成し、ヒストグラム情報として記憶
部11に記憶する（S17）（出現頻度取得ステップ）。

[0084] また、評価判定部127が、ヒストグラムを評価する（S18）（評価ス
テップ）。また、評価判定部127は、ヒストグラムの評価結果に応じて、
推定された方位角が適正か否かを判定してもよい。すなわち、評価判定部1
27は、推定したゼロ点オフセットが適正か否かを判定してもよい。

[0085] 以上の処理が完了したら（L2）、L1に戻り、次のゼロ点オフセットの
候補について、S12～S18の処理をさらに実行する。

[0086] すべてのゼロ点オフセットの候補について、ループ（1）の処理が完了す
れば、処理は終了する。

[0087] なお、評価判定部127は、以上の処理において得られた評価結果に基づ
いて、ゼロ点オフセットの候補から、最も方位角をよく推定できるものを特
定し出力してもよい。例えば、評価判定部127は、ヒストグラムの尖度が
最も高くなるような評価結果を得られるゼロ点オフセットを抽出してもよい
。

[0088] また、所定以上の評価結果となる方位角が検出された時点で、ループ（1
）の処理を終了してもよい。例えば、ヒストグラムの尖度が所定の閾値以上
となる方位角が特定された時点でループ（1）の処理を終了し、当該方位角
を用いて移動体の測位を行ってもよい。

[0089] （作用・効果）

以上に示したとおり、角度オフセット判定装置1（推定方位角評価装置、
測位装置）は、移動体の移動動作において角速度センサ21（3軸の角速度
センサ）によって計測された重力軸回りの角速度を取得する計測データ取得

部 1 2 1（角速度取得手段）と、角速度センサ 2 1 のバイアス成分の候補を生成する候補生成部 1 2 2（バイアス成分候補生成手段）と、取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する姿勢推定部 1 2 3 と、移動時の代表的な推定方位角を算出する移動検出部 1 2 4（推定手段）と、上記推定方位角の出現頻度を取得する方位角ヒストグラム生成部 1 2 6（出現頻度取得手段）と、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価判定部 1 2 7（評価手段）と、を備える構成である。

[0090] よって、誤差成分（バイアス成分）を予め計測しなくても、推定した角速度の誤差成分の適否を評価することができるという効果を奏する。なお、上記の例では、ヒストグラムを用いてゼロ点オフセットの候補の評価を行っているが、評価は、方位角の分布が移動体の進行方向に関する所定の拘束条件下において方位角が正しく推定されているときに現れる傾向を示すか否かによって行えばよく、この例に限られない。

[0091] （変形例）

なお、図 4 に示すフローチャートでは、S 1 1～S 1 8の動作は、大まかな流れが明確となるように順次行われる処理として記載したが、図 9 に示すようなフローによって実現されていてもよい。すなわち、図 4 に示すフローチャートの S 1 1～S 1 8の動作は以下のような分岐を有するフローにより実現されていてもよい。

[0092] 図 9 に示すように、まず、候補生成部 1 2 2 が、候補範囲データに基づいて、生成すべきゼロ点オフセットの候補の範囲を決定し、該範囲内の候補を生成する（S 2 1）。

[0093] そして、処理は、候補生成部 1 2 2 が生成したゼロ点オフセットの候補についてのループに入り（L 1 1）、さらに計測データについてのループ（1）に入る（L 2 1）。なお、計測データのサンプル数は、例えば、1, 0 0 0 歩分の歩行動作を検出できる程度、すなわち、5 0, 0 0 0 個程度でよい

- 。
- [0094] ループ（２）では、まず、移動検出部１２４が歩行検知処理を実行する（Ｓ２２）。歩行動作を検知しなかった場合（Ｓ２３においてＮＯ）、次の計測データが取得され（Ｌ２２）、次のループ（Ｌ２１）の処理が開始される。
- 。
- [0095] 一方、歩行動作を検知した場合（Ｓ２３においてＹＥＳ）、移動検出部１２４が１歩行動作を検出するのに用いた計測データに基づいて移動データを生成する（Ｓ２４）。
- [0096] 次に、連続移動区間検出部１２５が、検知された歩行動作が一つ前の歩行動作と連続しているか否かを判定する（Ｓ２５）。
- [0097] Ｓ２５において、検知された歩行動作が一つ前の歩行動作と連続している場合（Ｓ２５においてＹＥＳ）、連続移動区間検出部１２５は、歩数Ｘをカウントアップし（Ｓ２６）、さらに歩行動作がｎ歩以上連続しているか否かを判定する（Ｓ２７）。
- [0098] Ｓ２７において、歩行動作がｎ歩以上連続している場合（Ｓ２７においてＹＥＳ）、方位角ヒストグラム生成部１２６が、連続移動区間に属する移動データＤ１１３について、方位角をヒストグラムに反映させた（Ｓ２８）後、処理は、ループ（２）の初めに戻り（Ｌ２１）、次の計測データについて処理が実行される。
- [0099] 一方、Ｓ２７において、歩行動作がｎ歩以上連続していない場合（Ｓ２７においてＮＯ）、処理は、ループ（２）の初めに戻り（Ｌ２１）、次の計測データについて処理が実行される。
- [0100] また、Ｓ２５において、検知された歩行動作が一つ前の歩行動作と連続していない場合（Ｓ２５においてＮＯ）、歩数Ｘがゼロに初期化されて（Ｓ２９）、処理は、ループ（２）の初めに戻り（Ｌ２１）、次の計測データについて処理が実行される。
- [0101] ループ（２）において全ての計測データについて処理が終了したら、評価判定部１２７が、ヒストグラムを評価する（Ｓ３０）。

[0102] 次に、次のゼロ点オフセットの候補が対象となり（L 1 2）、ループ（1）の初めから処理が開始される（L 1 1）。

[0103] すべてのゼロ点オフセットの候補について処理が完了したら、処理は終了する。

[0104] 〔実施形態 2〕

本発明の他の実施形態について図 5 に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態では、説明の便宜上、既に説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0105] 図 5 に示す測位システム S Y S 1 A は、移動体端末装置 2 A および角速度オフセット判定装置 1 A を備える。

[0106] 移動体端末装置 2 A および角速度オフセット判定装置 1 A の間は通信ネットワーク NW を介して接続される。通信ネットワーク NW としては、例えば、I E E E 8 0 2 . 1 1 無線、携帯電話網などの無線ネットワークを採用できる。ただし、これに限られず通信ネットワーク NW として、イーサネット（登録商標）などの有線の通信ネットワークを採用しても構わない。

[0107] また、測位システム S Y S 1 A の移動体端末装置 2 A は、データ計測プロープとして機能する。すなわち、移動体端末装置 2 A は、計測したデータを、通信ネットワーク NW を介して角速度オフセット判定装置 1 A に随時送信する。

[0108] 以下、図 1 に示した測位システム S Y S 1 と、図 5 に示す測位システム S Y S 1 A との相違点について詳細に説明すると次のとおりである。

[0109] すなわち、測位システム S Y S 1 A の移動体端末装置 2 A は、測位システム S Y S 1 の移動体端末装置 2 における記憶部 2 4 を取り除くとともに、接続制御部 2 5 2 を、通信制御部 2 5 3 に変更したものである。

[0110] 通信制御部 2 5 3 は、角速度センサ 2 1、加速度センサ 2 2、およびタイマ 2 3 において計測された計測データを、随時、通信ネットワーク NW を介して角速度オフセット判定装置 1 A に送信する。

[0111] また、測位システム S Y S 1 A の角速度オフセット判定装置 1 A は、測位

システム S Y S 1 の角速度オフセット判定装置 1 における計測データ取得部 1 2 1 を、計測データ取得部 1 2 1 A に変更したものである。

[0112] 計測データ取得部 1 2 1 A は、移動体端末装置 2 A から随時送信される計測データを、通信ネットワーク NW を介して取得する。

[0113] 以上のように、移動体端末装置 2 A が計測データを随時、角速度オフセット判定装置 1 A に送信する構成である。上記構成においては、移動体端末装置 2 A において計測データを記憶するための記憶部を省略しているので、移動体端末装置 2 A 自体が、第 3 者に取得されたとしても、計測データまでは取得されない。よって、上記構成によれば、移動体端末装置 2 A の紛失・盗難による計測データの漏えいを防ぐことが可能である。

[0114] なお、測位システム S Y S 1 A では、移動体端末装置 2 A と、角速度オフセット判定装置 1 A とが 1 対 1 となっている構成であったが、これに限られない。複数の移動体端末装置 2 A に対して、1 つの角速度オフセット判定装置 1 A を設ける構成であっても構わない。また、角速度オフセット判定装置 1 A においても、角速度オフセット判定装置 1 と同様に、推定方位角出力部 1 3 0 および位置推定部 1 3 1 を備えていてもよい。

[0115] 〔実施形態 3〕

本発明のさらに他の実施形態について図 6 に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態では、説明の便宜上、既に説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0116] 図 6 に示す測位システム S Y S 1 B は、移動体端末装置 2 A、記憶サーバ 3、および角速度オフセット判定装置 1 A を備える。

[0117] すなわち、図 6 に示す測位システム S Y S 1 B では、図 5 に示す測位システム S Y S 1 A において、移動体端末装置 2 A および角速度オフセット判定装置 1 A の間に、両者を中継する記憶サーバ 3 が設けられている。

[0118] なお、図 6 に示す測位システム S Y S 1 B では、移動体端末装置 2 A のデータ送信先は、記憶サーバ 3 であり、角速度オフセット判定装置 1 が計測データを取得する元は記憶サーバ 3 である。

[0119] 記憶サーバ3は、計測データ受信部31と、計測データ保存部32と、計測データ送信部33と、記憶部34とを備える。

[0120] 計測データ受信部31は、移動体端末装置2AからネットワークNW1を介して送信される計測データを受信し、受信した計測データを計測データ保存部32に供給する。

[0121] 計測データ保存部32は、受信した計測データを記憶部34に保存する。

[0122] 計測データ送信部33は、所定のタイミングにより、または、角速度オフセット判定装置1からの要求に従って、記憶部34から計測データを読み出し、読み出した計測データを、ネットワークNW2を介して角速度オフセット判定装置1に送信する。

[0123] 所定のタイミングは、定期的であっても、非定期的であってもよい。また、所定のタイミングは、計測データの個数が所定数以上になったタイミングであってもよい。

[0124] 計測データ記憶部34は、計測データを記憶するものであり、ハードディスクやSSD (Solid State Drive) などにより実現することである。

[0125] 以上のように、測位システムSYS1Bは、いわゆるクラウドコンピューティングの形態を採用している。上記構成によれば、実施形態2と同様、移動体端末装置2Aの紛失・盗難による計測データの漏えいを防ぐことが可能である。

[0126] [実施形態4]

本発明のさらに他の実施形態について図7に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態では、説明の便宜上、既に説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0127] 図7に示す角速度オフセット判定装置1Bは、角速度ベクトルや加速度ベクトルの計測を行って、計測により得られる計測データに基づいて姿勢推定処理およびその妥当性の判定を行うものである。

[0128] 角速度オフセット判定装置1Bは、例えば、角速度センサや、加速度センサなどのセンサモジュールを有するとともに、姿勢推定処理およびその妥当

性の判定を実行するアプリケーションプログラムがインストールされた多機能携帯端末（タブレットＰＣ、スマートフォン）などにより実現することができる。

[0129] 角速度オフセット判定装置１Ｂは、図１に示す移動体端末装置２と、角速度オフセット判定装置１とを統合した構成である。

[0130] すなわち、角速度オフセット判定装置１Ｂは、図１に示す角速度オフセット判定装置１において、角速度センサ２１、加速度センサ２２、およびタイマ２３を追加し、計測データ取得部１２１を、計測制御部１２９に変更したものである。

[0131] 計測制御部１２９は、角速度センサ２１、加速度センサ２２、およびタイマ２３の出力データを取得し、取得したデータを対応付けて計測データとして記憶部２４に記憶する。

[0132] 他の部材については、図１に示した角速度オフセット判定装置１と同様であるので、ここでは、その説明を省略する。

[0133] 以上の構成によれば、移動体が携帯する角速度オフセット判定装置１Ｂによって、計測および姿勢推定処理およびその妥当性の判定処理を実行することができる。角速度オフセット判定装置１Ｂがスマートフォン等により実現されていれば、スマートフォンの所有者がその場で姿勢推定処理の妥当性を確認することも可能である。

[0134] 〔実施形態５〕

本発明のさらに他の実施形態について図８に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態では、説明の便宜上、既に説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0135] 図８に示す測位システムＳＹＳ１Ｃは、移動体端末装置２Ｃ、および角速度オフセット判定装置１Ｃを備える。なお、角速度オフセット判定装置１Ｃにおいても、角速度オフセット判定装置１と同様に、推定方位角出力部１３０および位置推定部１３１を備えていてもよい。

[0136] 測位システムＳＹＳ１Ｃにおいては、温度をセンサによって計測し、計測

したセンサに基づいてゼロ点オフセットの範囲の特定を行う。

[0137] より具体的には、移動体端末装置 2 C において温度を計測し、角速度オフセット判定装置 1 C において計測された温度に基づいてゼロ点オフセットの範囲の特定を行ったうえでゼロ点オフセットの候補を生成する。

[0138] 図 8 に示す測位システム S Y S 1 C が備える移動体端末装置 2 C および角速度オフセット判定装置 1 C と、図 1 に示す測位システム S Y S 1 が備える移動体端末装置 2、および角速度オフセット判定装置 1 との相違点を、より詳細に説明すると次のとおりである。

[0139] (移動体端末装置)

移動体端末装置 2 C は、図 1 に示す移動体端末装置 2 において、さらに温度センサ 2 6 を追加し、計測制御部 2 5 1 を計測制御部 2 5 1 C に変更したものである。なお、記憶部 2 4 に記憶されるデータは計測データ D 2 4 1 C に変更となる。

[0140] 温度センサ 2 6 は、移動体端末装置 2 C 周辺（すなわち、角速度センサ 2 1 の周辺）の温度を計測するセンサである。

[0141] 計測制御部 2 5 1 C は、角速度センサ 2 1、加速度センサ 2 2、温度センサ 2 6、およびタイマ 2 3 の出力データを取得し、取得したデータを対応付けて計測データ D 2 4 1 C として記憶部 2 4 に記憶する。

[0142] なお、接続制御部 2 5 2 は、移動体端末装置 2 C が外部接続インターフェース A を介して角速度オフセット判定装置 1 C と接続されたとき、記憶部 2 4 に記憶されている計測データ D 2 4 1 C を角速度オフセット判定装置 1 C に送信する。

[0143] (角速度オフセット判定装置)

角速度オフセット判定装置 1 C は、図 1 に示す角速度オフセット判定装置 1 C において、候補生成部 1 2 2 を、候補生成部 1 2 2 C に変更したものである。

[0144] なお、記憶部 1 1 では、計測データ D 1 1 1 および候補範囲データ D 1 1 2 に代えて、それぞれ、計測データ D 1 1 1 C および温度補償テーブル D 1

17が記憶される。

[0145] 以下では、候補生成部122Cにおけるゼロ点オフセットの候補生成処理について説明する。

[0146] 角速度センサには、温度によって出力されるゼロ点オフセットの特性が変化するという特性がある。温度補償テーブルD117は、このような角速度センサの特性を示すものであり、温度と、その温度におけるゼロ点オフセットの範囲と対応を付けるものである。

[0147] 候補生成部122Cは、計測データD111Cに含まれる温度を用いて、温度補償テーブルD117を参照して、ゼロ点オフセットの範囲を特定する。

[0148] 温度補償テーブルD117における対応付けから、ヨー方位の角速度センサが出力するゼロ点オフセットの範囲が、 ± 0.005 [rad/s] 以内の範囲に絞りこめる場合で、かつ、 0.001 [rad/s] の分解能でゼロ点オフセットを推定するのであれば、10通りの候補が得られる。これは、最大で10通りのゼロ点オフセットの評価を行えばよいことを意味する。

[0149] 図4を用いてさらに説明すると、上記の場合、S11において、ゼロ点オフセットの候補を10個に絞り込むことができ、ループ(1)L1のループでは、10個のゼロ点オフセットの候補について処理すればよい。なお、ゼロ点オフセットの評価は、3軸角速度センサの各軸についてそれぞれ行ってもよい。

[0150] 以上の構成によれば、ゼロ点オフセットの候補を絞り込むことができ、効率よくゼロ点オフセットの評価処理を行うことができる。

[0151] なお、以上では、本実施形態に係る測位システムSYS1Cを、実施形態1に係る測位システムSYS1の変形例として説明したが、これに限られない。実施形態2～4に係る測位システムの変形例し、温度を用いて、ゼロ点オフセットの候補を絞り込む構成とすることも可能である。

[0152] [ソフトウェアによる実現例]

移動体端末装置2、2A、2C、角速度オフセット判定装置1、1A、1

B、1 C、記憶サーバ3の制御ブロックは、集積回路（ICチップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、CPU（Central Processing Unit）を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0153] 後者の場合、各装置は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するCPU、上記プログラムおよび各種データがコンピュータ（またはCPU）で読み取り可能に記録されたROM（Read Only Memory）または記憶装置（これらを「記録媒体」と称する）、上記プログラムを展開するRAM（Random Access Memory）などを備えている。そして、コンピュータ（またはCPU）が上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[0154] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0155] [まとめ]

本発明に係る推定方位角評価装置は、移動体の移動動作において3軸の角速度センサによって計測された重力軸回りの角速度を取得する角速度取得手段と、上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成手段と、取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定手段と、上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得手段と、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されてい

る場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価手段と、を備えることを特徴とする。

[0156] また、本発明に係る推定方位角評価装置の制御方法は、移動体の移動動作において3軸の角速度センサによって計測された重力軸回りの角速度を取得する角速度取得ステップと、上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成ステップと、取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定ステップと、上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得ステップと、取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価ステップと、を含むことを特徴とする。

[0157] 上記において、移動体は、例えば、人、台車等、移動を検出できる物体などのことをいう。上記構成によれば、移動体の移動動作において計測された重力軸回りの角速度に、候補となるバイアス成分を適用した推定方位角の出現頻度を取得する。言い換えれば、それぞれ異なる時点で計測された角速度に上記バイアス成分を適用（角速度をバイアス成分で校正）し、バイアス成分適用後（校正後）の角速度を用いて算出した各推定方位角について、度数分布を取得する。

[0158] 上記バイアス成分とは、本来ゼロ出力となるような状態で角速度センサから出力される誤差成分のことである。上記バイアス成分は、ゼロ点オフセットとも称される。上記構成では、評価の対象となるバイアス成分の候補を生成する。

[0159] 上記計測は、所定の単位の移動動作が検出できるように行えばよい。例えば、上記計測は、所定期間にわたって行われてもよいし、所定のサンプリング回数分行われてもよい。例えば、移動体が人であり、移動動作が歩行である場合、1,000歩程度の歩行が検出できるように計測を行ってもよい。

[0160] そして、上記構成によれば、推定方位角の出現頻度が、移動体の進行方向に関する拘束条件、言い換えれば移動体の移動動作における地理的な拘束条

件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する。

[0161] 移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件とは、移動体が移動する方向の制約のことである。この拘束条件は、例えば、通路の配置、接続関係であってもよい。一般的なオフィス環境や、工場、居住環境においては、歩行移動可能な通路が整然と配置されていることが多い。例えば、通路が直交している場合や、十字路、T字路、90度の角度で曲がっている角などが挙げられる。

[0162] 上記方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向とは、地理的な拘束条件下において、移動体が移動した場合に現れるはずの方位角の傾向のことである。

[0163] 例えば、通路が直交して接続する十字路の場合、移動体は十字路において、前、右、左、後ろの何れかの方位に移動するはずである。このため、移動体が移動する方位の出現頻度（方位角の出現頻度）は、前、右、左、後ろの方位において高くなるはずである。

[0164] 上記構成によれば、推定方位角の出現頻度が、このような傾向を示しているかを評価する。この評価は、例えば、出現頻度を示すヒストグラムの尖度を評価することによって行うことができる。上記の十字路の例で言えば、出現頻度を示すヒストグラムにおいて、前、右、左、後ろの方位に対応する度数が高くなるはずである。

[0165] 例えば、出現頻度を示すヒストグラムが上記傾向を示していなければ、推定方位角の精度が低いといえる。つまり、この場合、推定方位角を得るために用いた誤差成分（バイアス成分）が適正でないといえる。

[0166] このような出現頻度の傾向を評価することで、誤差成分（バイアス成分）を予め計測しなくても、推定した角速度の誤差成分の適否を評価することができるという効果を奏する。

[0167] 本発明に係る推定方位角評価装置では、さらに、移動体が移動動作を行っていることを検知する移動検知手段を備え、上記出現頻度取得手段は、移動

体が連続して移動動作を行っている区間について、上記推定方位角の上記出現頻度を取得することが好ましい。

[0168] 上記構成によれば、移動体が連続して移動動作を行っている区間について、上記推定方位角の上記出現頻度を取得する。このため、移動動作が散発的に行われるような場合のノイズを排除することができ、上記評価の精度向上を図ることができる。

[0169] 本発明に係る推定方位角評価装置では、さらに、移動体の移動動作において、加速度センサによって計測された加速度に基づいて、上記3軸の角速度センサのいずれかの軸が重力軸と一致しているか否かを判定する重力軸判定手段を備え、角速度センサで計測された角速度のうち、いずれかの軸が重力軸に一致した状態で計測された角速度を用いる（重力軸に一致する軸の角速度センサで計測された角速度を用いる）ことが好ましい。

[0170] 上記構成によれば、3軸の角速度センサのいずれの軸が重力軸と一致しているかを判定し、重力軸と一致した状態で計測された角速度を用いる。このため、重力軸回りの角速度に基づき簡潔かつ精度よく方位角を推定することができる。

[0171] 本発明に係る推定方位角評価装置では、上記評価手段は、上記取得した出現頻度を示すヒストグラムの尖度を評価することが好ましい。

[0172] 上記構成によれば、比較的簡便に出現頻度の傾向を評価することができる。

[0173] 本発明に係る推定方位角評価装置では、上記バイアス成分候補生成手段は、複数のバイアス成分の候補を生成するものであり、生成された上記複数のバイアス成分の候補について、上記推定手段は、上記推定を行い、上記出現頻度取得手段は、上記推定方位角の出現頻度を取得し、上記評価手段は、上記評価を行う、ことが好ましい。

[0174] 上記構成によれば、複数のバイアス成分の候補について、対応する推定方位角の出現頻度の傾向を評価する。このため、複数のバイアス成分の候補のうち、いずれのバイアス成分の候補が適切かを判断することができる。

- [0175] 本発明に係る推定方位角評価装置では、上記バイアス成分候補生成手段は、上記角速度センサ周辺において計測された温度に基づいて上記複数のバイアス成分の候補を生成することが好ましい。
- [0176] 角速度センサのバイアス成分は、角速度センサ周辺の温度と相関がある。上記構成によれば、このような相関関係に従って複数のバイアス成分の候補を生成するため、バイアス成分の候補の絞り込みの精度が向上する。その結果、無駄な評価を抑制することができる。
- [0177] 本発明に係る推定方位角評価装置では、さらに、上記評価に基づいて、推定方位角を出力する推定方位角出力手段を備えることが好ましい。
- [0178] 上記構成によれば、精度の高い推定方位角を出力することができる。
- [0179] 本発明に係る推定方位角評価装置では、さらに、出力された上記推定方位角に基づいて、移動体の位置を推定する位置推定手段、を備えることが好ましい。
- [0180] 上記構成によれば、移動体の位置をより高い精度で推定することができる。
- [0181] 本発明に係る推定方位角評価装置では、移動体の移動動作は、歩行動作であることが好ましい。
- [0182] 上記構成によれば、歩行者（人や、歩行ロボット）の歩行動作について、角速度の誤差成分の適否をより高い精度で評価することができる。このため、歩行者の位置推定などに好ましく適用することができる。
- [0183] 3軸の角速度センサと、上記推定方位角評価装置と、移動体の位置を推定する位置推定手段と、を備える、移動体端末装置も本発明の範疇である。
- [0184] 本発明の各態様に係る推定方位角評価装置は、コンピュータによって実現してもよく、この場合には、コンピュータを上記推定方位角評価装置が備える各手段として動作させることにより上記推定方位角評価装置をコンピュータにて実現させる推定方位角評価装置の制御プログラム、およびそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

産業上の利用可能性

[0185] 本発明によれば、ゼロ点オフセットをより適正に設定できるため、歩行により移動する人の移動方位を高精度に推定することができる。よって、地図上で人の現在地を表示するナビゲーション装置等に好ましく適用することができる。

符号の説明

[0186] 1、1 A、1 B、1 C 角度オフセット判定装置（推定方位角評価装置）

1 1 記憶部

1 2 制御部

1 2 1、1 2 1 A 計測データ取得部

1 2 2、1 2 2 C 候補生成部（バイアス成分候補生成手段）

1 2 3 姿勢推定部（推定手段）

1 2 4 移動検出部（推定手段）

1 2 5 連続移動区間検出部（移動検知手段）

1 2 6 方位角ヒストグラム生成部（出現頻度取得手段）

1 2 7 評価判定部（評価手段、推定方位角出力手段）

1 2 9 計測制御部

1 3 0 推定方位角出力部（推定方位角出力手段）

1 3 1 位置推定部（位置推定手段）

1 3 表示部

2、2 A、2 C 移動体端末装置

2 1 角速度センサ

2 2 加速度センサ

2 3 タイマ

2 5 制御部

2 5 1、2 5 1 C 計測制御部

2 5 2 接続制御部

2 5 3 通信制御部

2 6 温度センサ

D 1 1 1、D 1 1 1 C 計測データ

D 1 1 5 ヒストグラム情報

D 1 1 7 温度補償テーブル

S Y S 1、S Y S 1 A、S Y S 1 B、S Y S 1 C 測位システム

請求の範囲

- [請求項1] 移動体の移動動作において3軸の角速度センサによって計測された重力軸回りの角速度を取得する角速度取得手段と、
- 上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成手段と、
- 取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定手段と、
- 上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得手段と、
- 取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価手段と、
- を備えることを特徴とする推定方位角評価装置。
- [請求項2] さらに、移動体が移動動作を行っていることを検知する移動検知手段を備え、
- 上記出現頻度取得手段は、移動体が連続して移動動作を行っている区間について、上記推定方位角の上記出現頻度を取得することを特徴とする請求項1に記載の推定方位角評価装置。
- [請求項3] さらに、移動体の移動動作において、加速度センサによって計測された加速度に基づいて、上記3軸の角速度センサのいずれかの軸が重力軸と一致しているか否かを判定する重力軸判定手段を備え、
- 角速度センサで計測された角速度のうち、いずれかの軸が重力軸に一致した状態で計測された角速度を用いることを特徴とする請求項1または2に記載の推定方位角評価装置。
- [請求項4] 上記評価手段は、上記取得した出現頻度を示すヒストグラムの尖度を評価することを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載の推定方位角評価装置。
- [請求項5] 上記バイアス成分候補生成手段は、複数のバイアス成分の候補を生成するものであり、

生成された上記複数のバイアス成分の候補のそれぞれについて、
上記推定手段は、上記推定を行い、
上記出現頻度取得手段は、上記推定方位角の出現頻度を取得し、
上記評価手段は、上記評価を行う、
ことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の推定方位角評価装置。

[請求項6] 上記バイアス成分候補生成手段は、上記角速度センサ周辺において計測された温度に基づいて上記複数のバイアス成分の候補を生成することを特徴とする請求項 5 に記載の推定方位角評価装置。

[請求項7] さらに、上記評価に基づいて、推定方位角を出力する推定方位角出力手段を備えることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の推定方位角評価装置。

[請求項8] さらに、出力された上記推定方位角に基づいて、移動体の位置を推定する位置推定手段、を備えることを特徴とする請求項 7 に記載の推定方位角評価装置。

[請求項9] 移動体の移動動作は、歩行動作であることを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の推定方位角評価装置。

[請求項10] 3 軸の角速度センサと、
請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の推定方位角評価装置と、
移動体の位置を推定する位置推定手段と、を備える、移動体端末装置。

[請求項11] 請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の推定方位角評価装置としてコンピュータを機能させるための推定方位角評価装置の制御プログラムであって、コンピュータを上記各手段として機能させるための推定方位角評価装置の制御プログラム。

[請求項12] 請求項 1 1 に記載の推定方位角評価装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13] 移動体の移動動作において 3 軸の角速度センサによって計測された

重力軸回りの角速度を取得する角速度取得ステップと、

上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成ステップと、

取得した上記角速度と上記バイアス成分の候補とに基づいて、移動体の移動動作の推定方位角を推定する推定ステップと、

上記推定方位角の出現頻度を取得する出現頻度取得ステップと、

取得した出現頻度が、移動体の移動動作の進行方向に関する拘束条件下において、方位角が正しく推定されている場合に現れる傾向を示すか否かを評価する評価ステップと、

を含むことを特徴とする推定方位角評価装置の制御方法。

[請求項14]

角速度センサにて測定した角速度を用いて移動体の進行方向を示す方位角を推定し、該方位角から該移動体の位置を推定する測位装置であって、

上記角速度センサのバイアス成分の候補を生成するバイアス成分候補生成手段と、

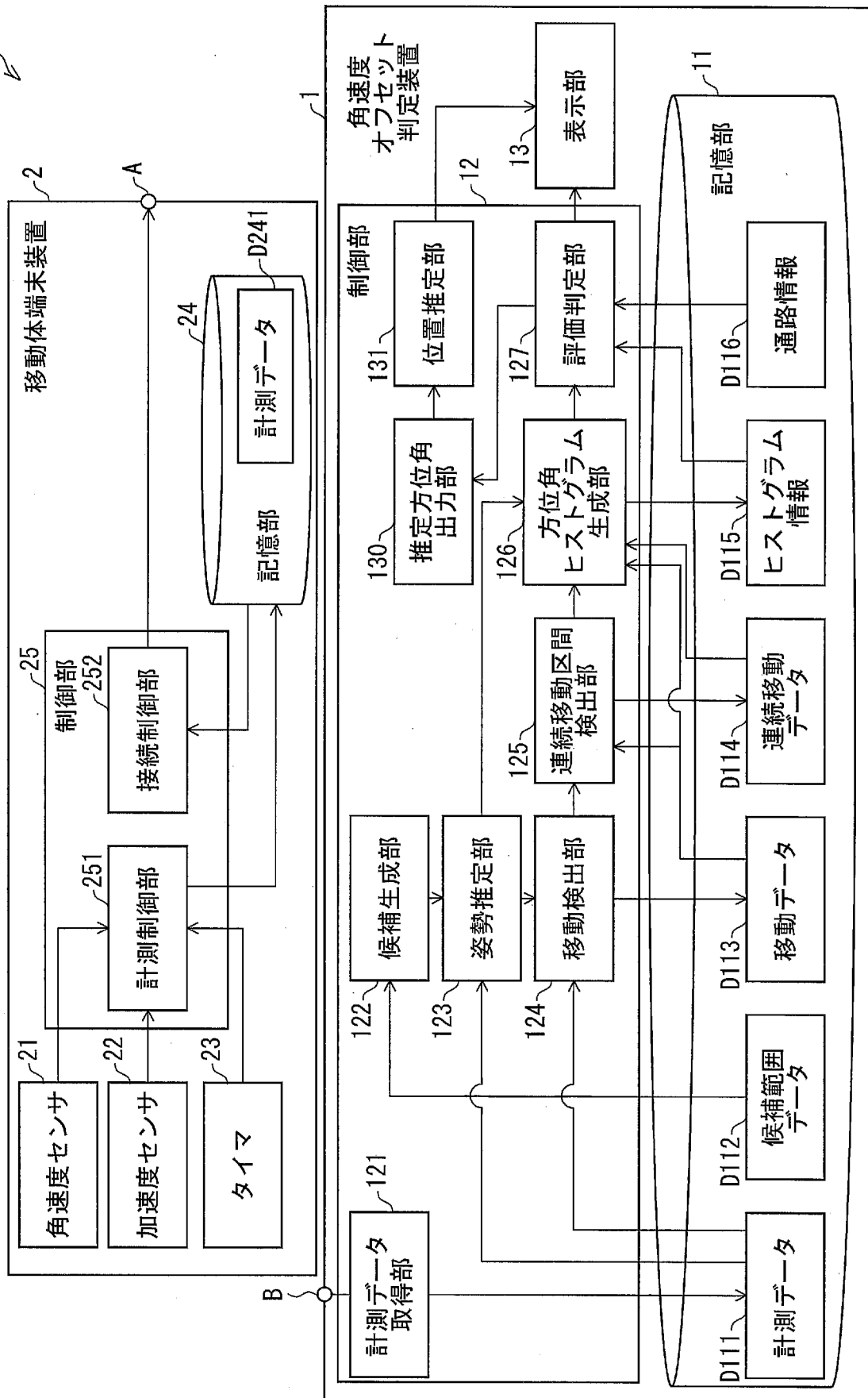
上記移動体の移動期間に測定された各角速度を上記候補で較正して方位角を推定する推定手段と、

推定した方位角の分布が、上記移動体の進行方向に関する所定の拘束条件下において方位角が正しく推定されているときに現れる傾向を示す場合に、当該方位角を用いて上記移動体の位置を推定する位置推定手段と、

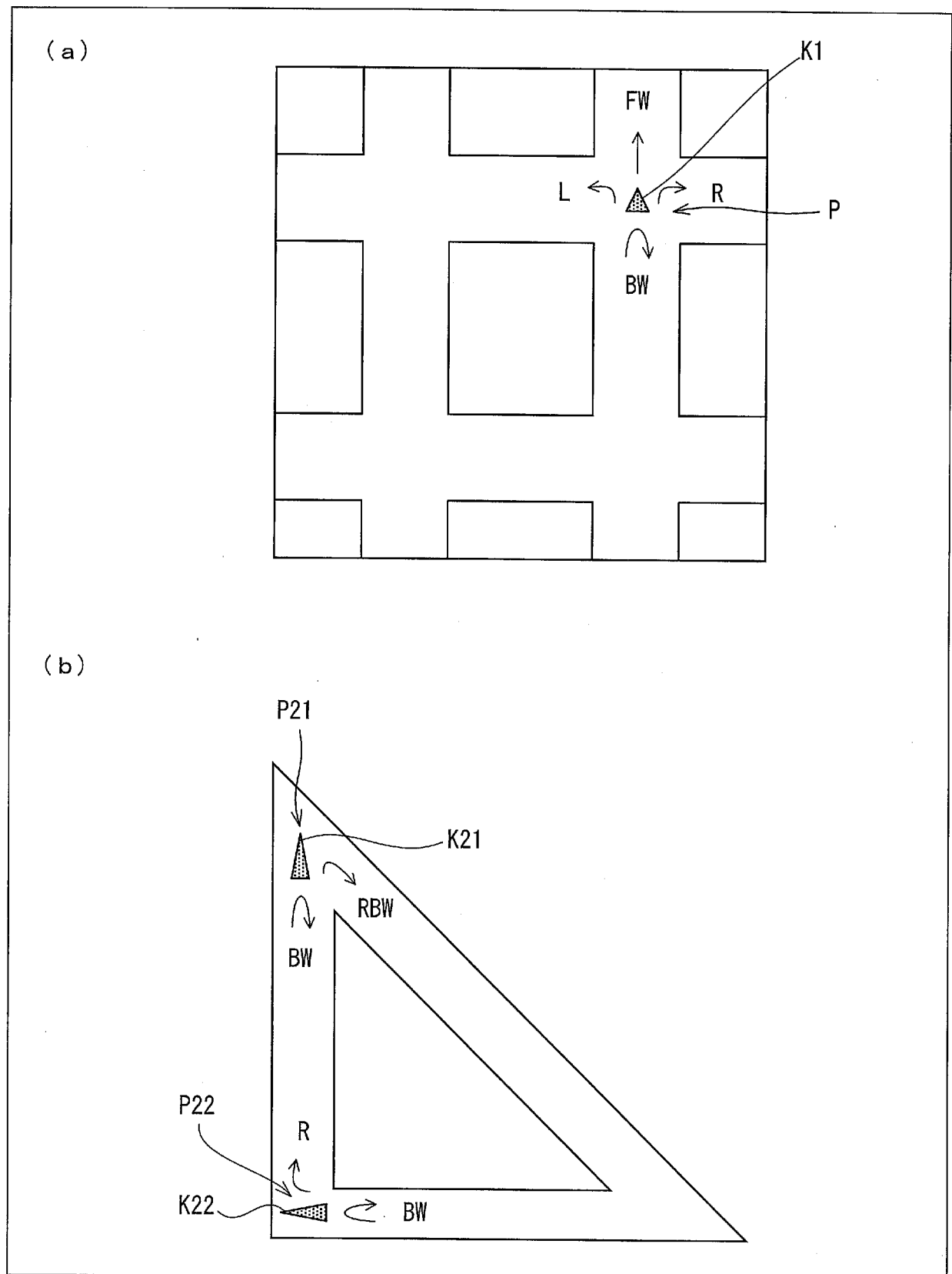
を備えることを特徴とする測位装置。

[図1]

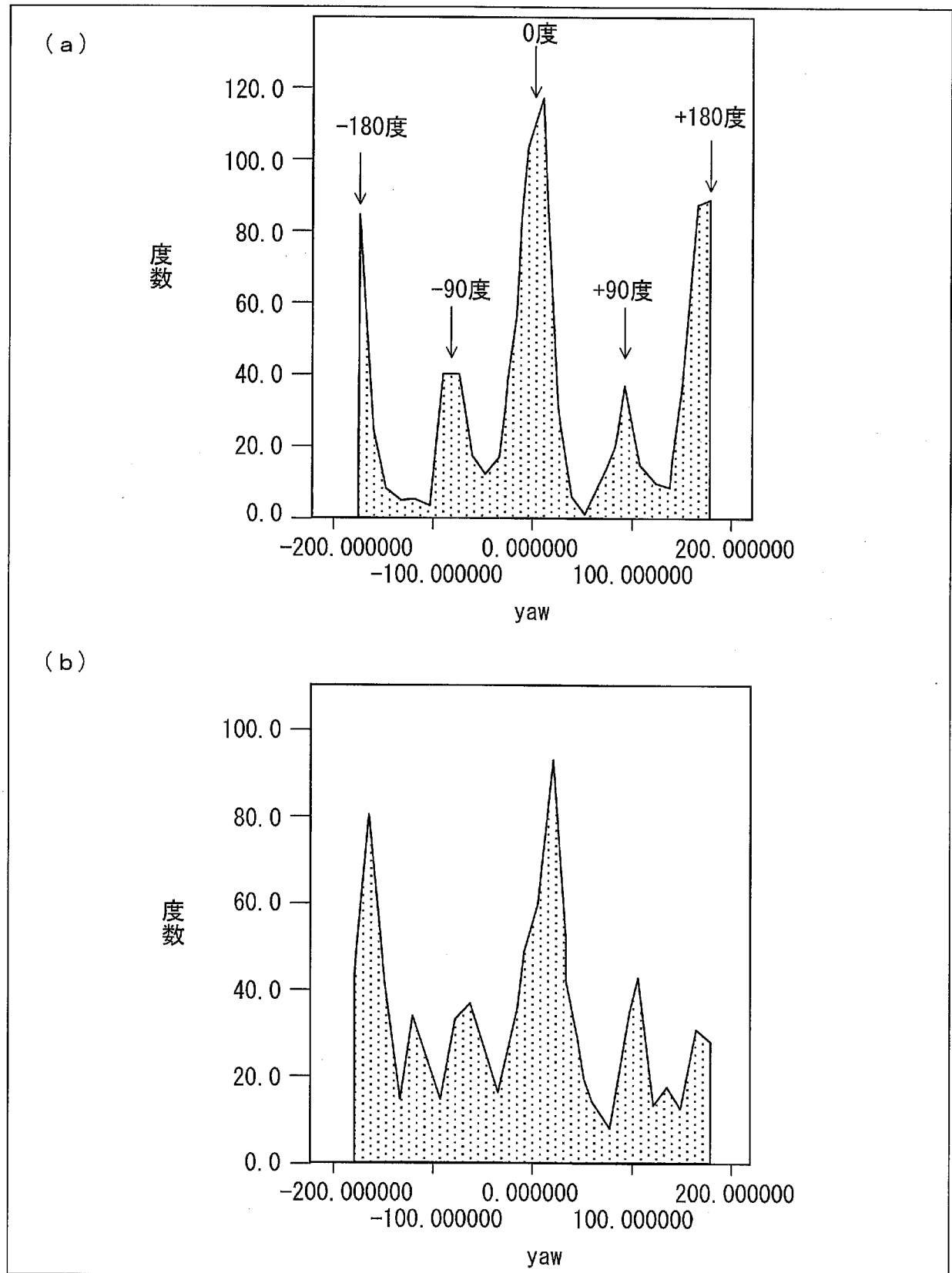
SYS1



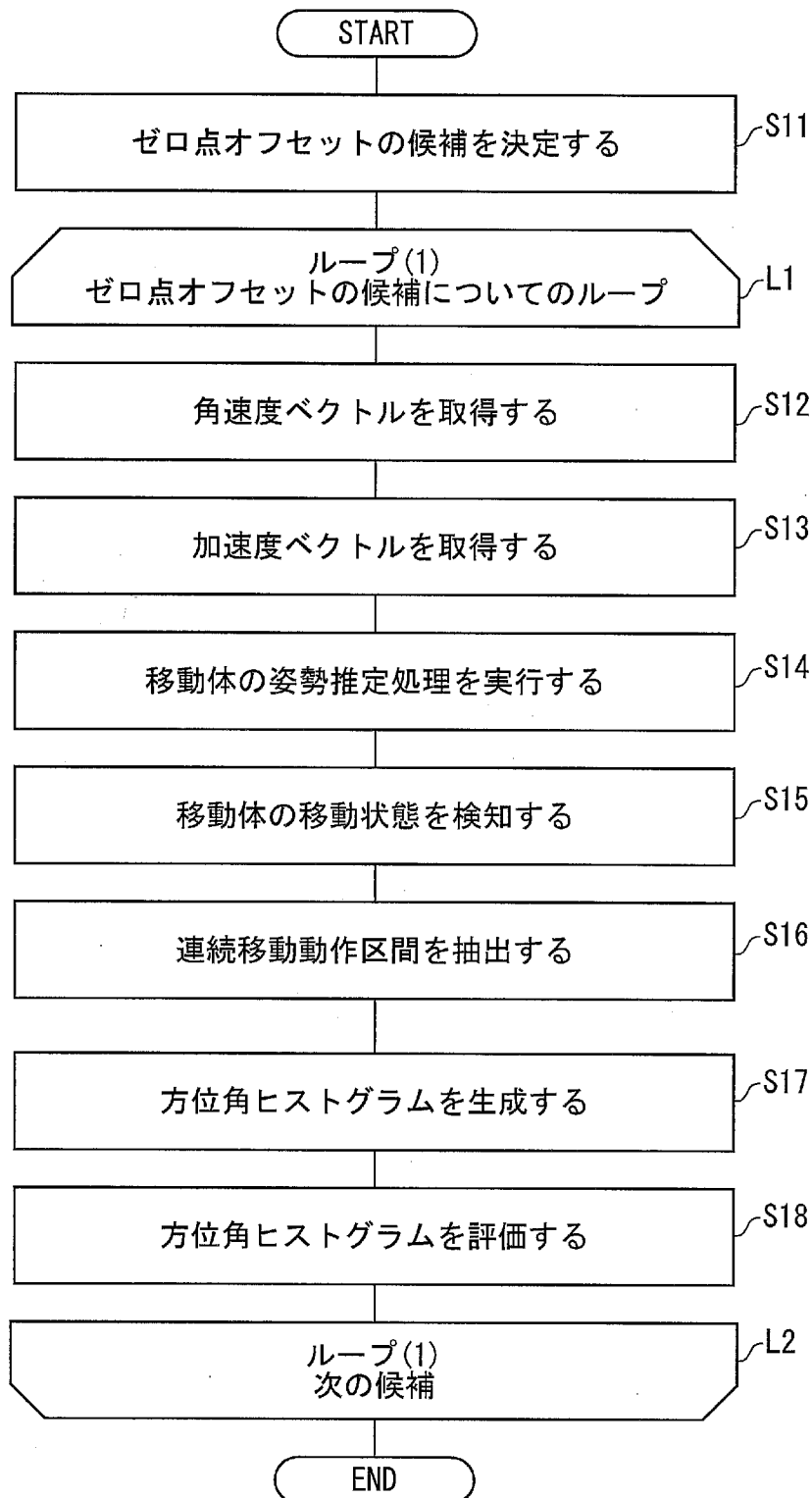
[図2]



[図3]

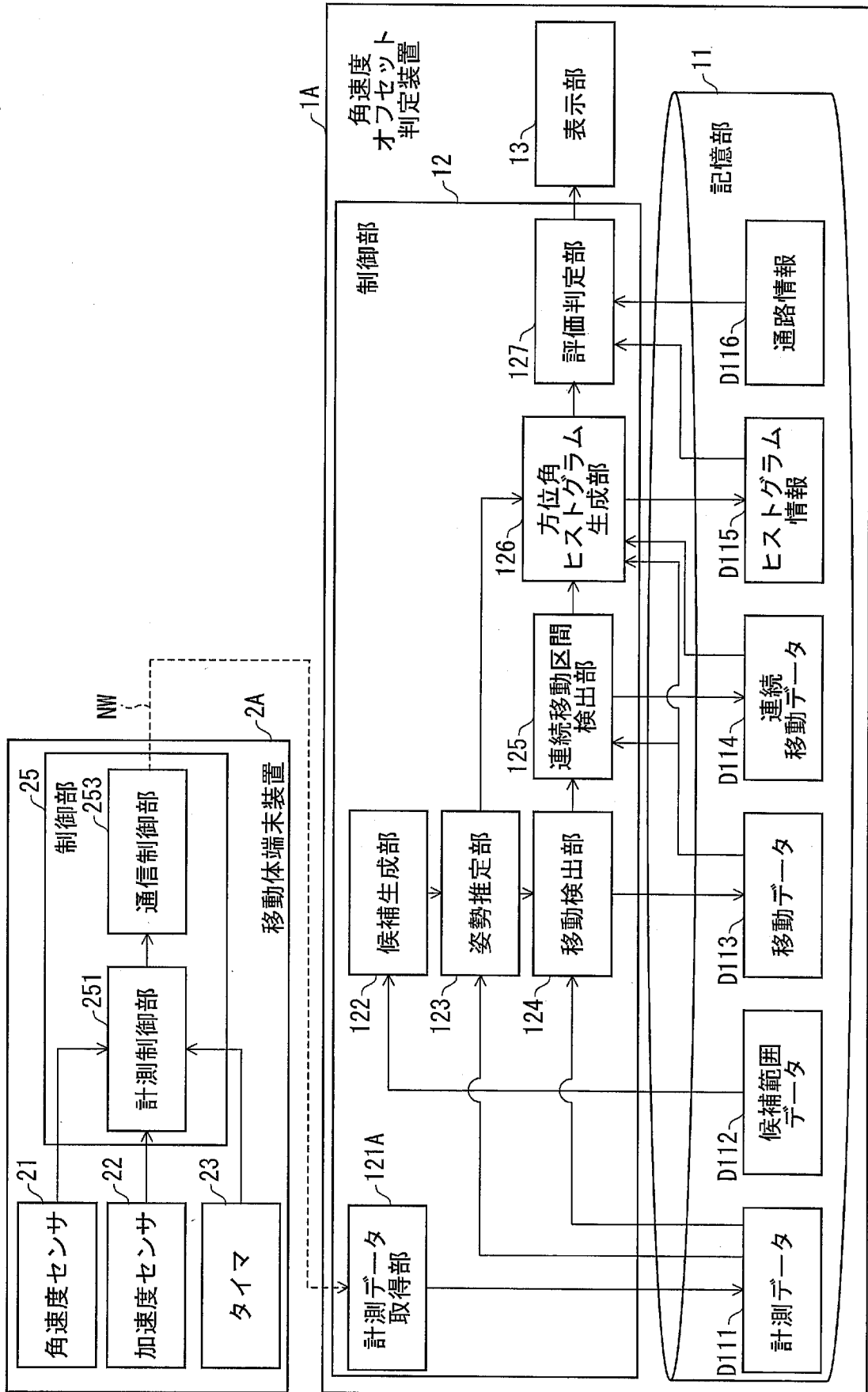


[図4]

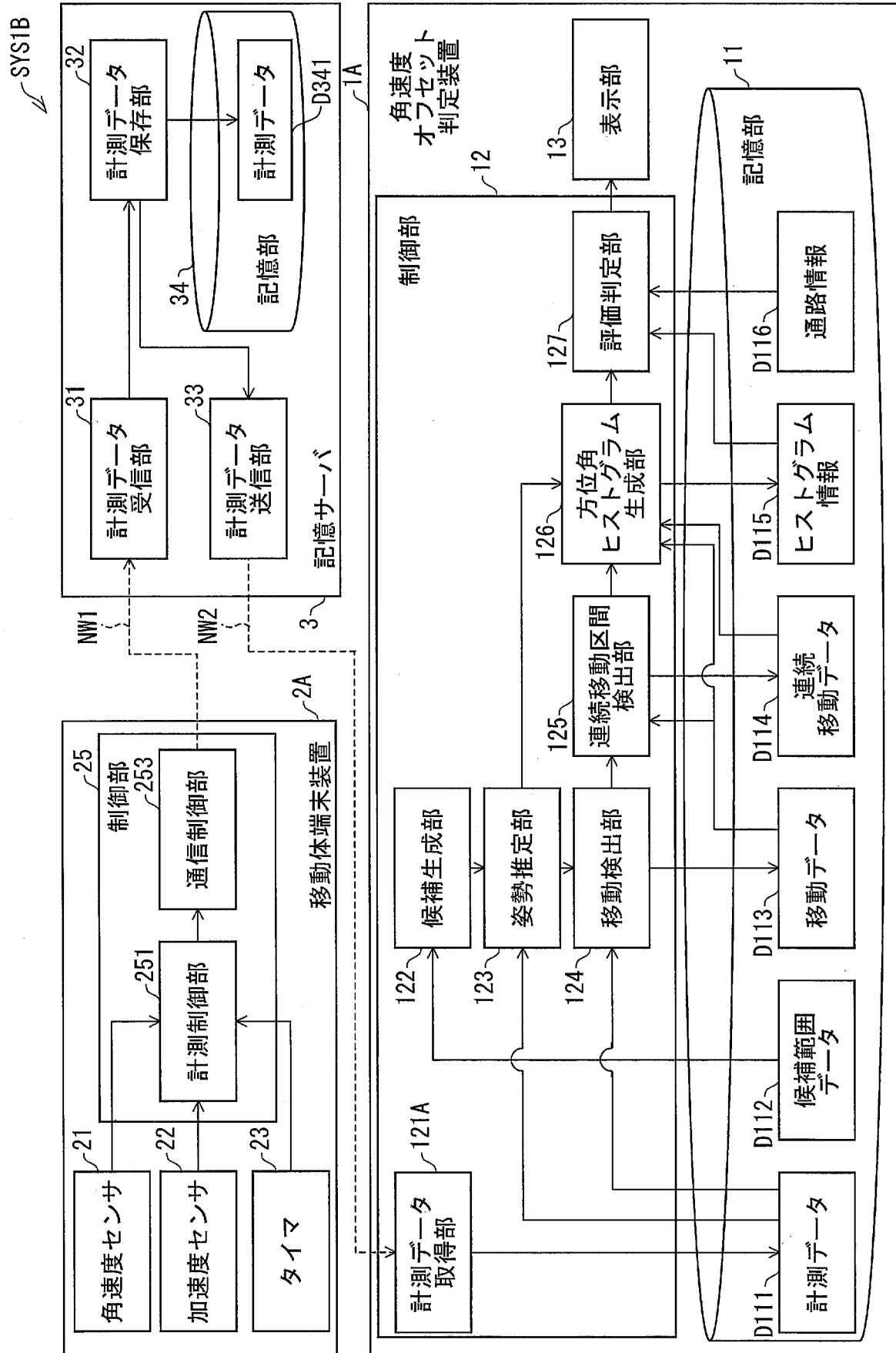


[図5]

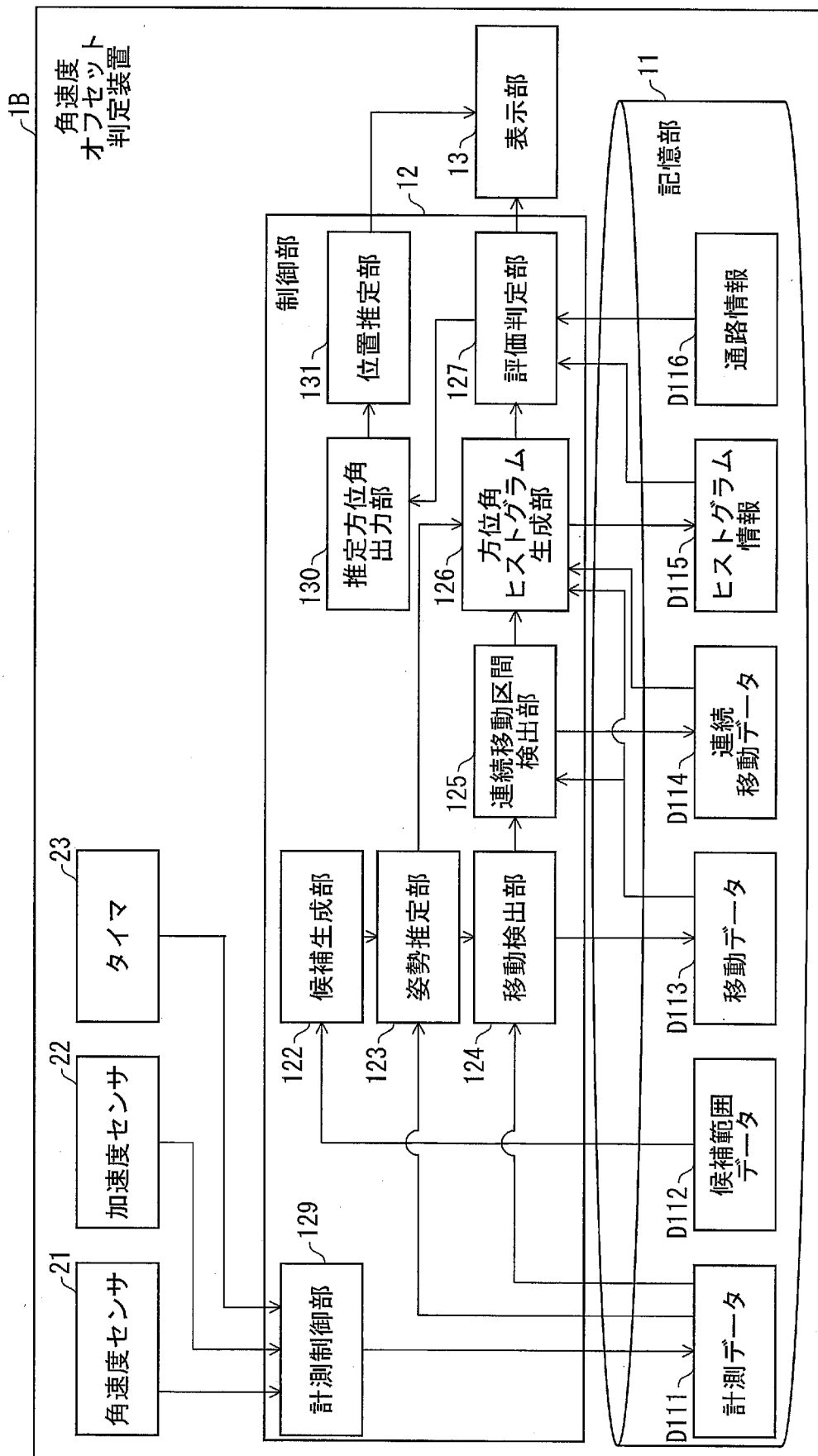
SYS1A



[図6]

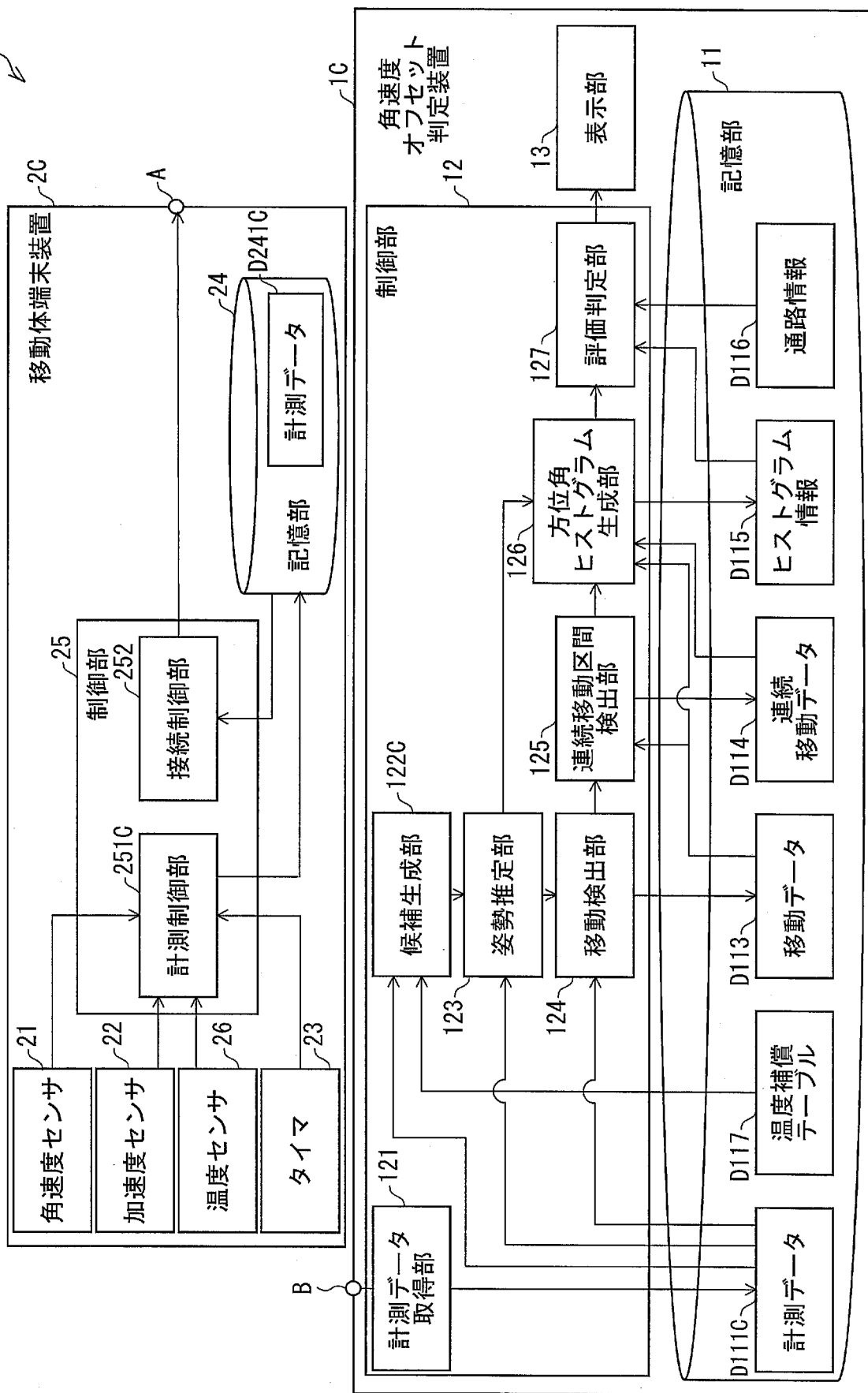


[図7]

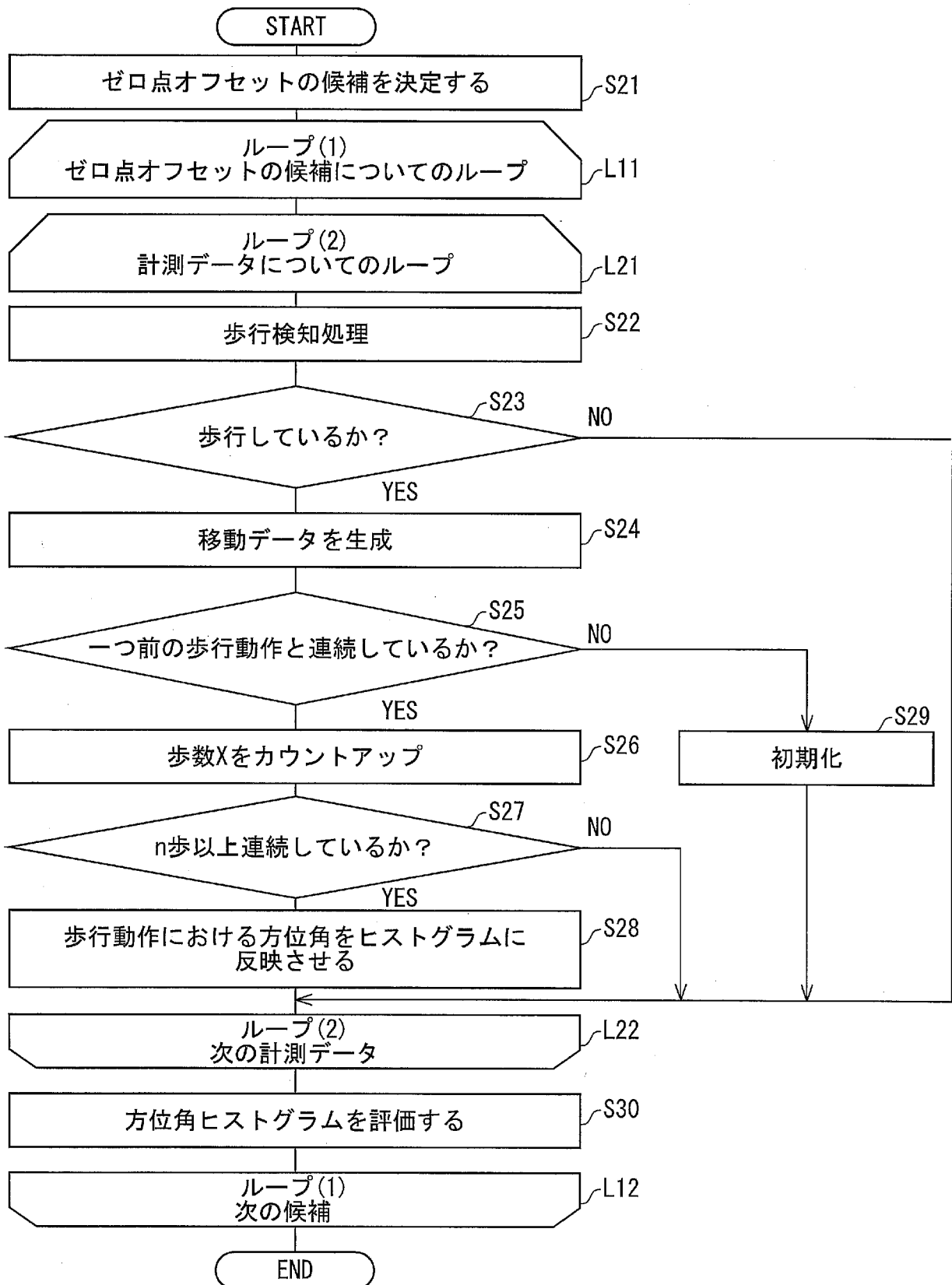


[図8]

SYS1C



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/062796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C21/12(2006.01)i, G01C17/38(2006.01)i, G01C19/00(2013.01)i, G01C21/26(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)

G01C21/12, G01C17/38, G01C19/00, G01C21/26

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2012-103024 A (JVC Kenwood Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2012-215547 A (Fujitsu Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2012-37405 A (Seiko Epson Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0057] to [0058] (Family: none)	1-14

☐ 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
11 August, 2014 (11.08.14)

Date of mailing of the international search report
26 August, 2014 (26.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C21/12(2006.01)i, G01C17/38(2006.01)i, G01C19/00(2013.01)i, G01C21/26(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（I P C））

Int.Cl. G01C21/12, G01C17/38, G01C19/00, G01C21/26

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2012-103024 A（株式会社 J V C ケンウッド）2012.05.31, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 2012-215547 A（富士通株式会社）2012.11.08, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 2012-37405 A（セイコーエプソン株式会社）2012.02.23, 段落 0 0 5 7 - 0 0 5 8（ファミリーなし）	1 - 1 4

☐ 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

1 1 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

東 勝之

3 H

9 2 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 1 6