

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-90051
(P2017-90051A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

(51) Int.Cl.

G01C 21/26 (2006.01)
G01C 21/28 (2006.01)

F 1

G01C 21/26
G01C 21/28

Z

テーマコード(参考)

2 F 1 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2015-215504 (P2015-215504)

(22) 出願日

平成27年11月2日 (2015.11.2)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区新宿四丁目1番6号

(74) 代理人 100116665

弁理士 渡辺 和昭

(74) 代理人 100164633

弁理士 西田 圭介

(74) 代理人 100179475

弁理士 仲井 智至

(72) 発明者 倉科 隆

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 牧 克彦

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

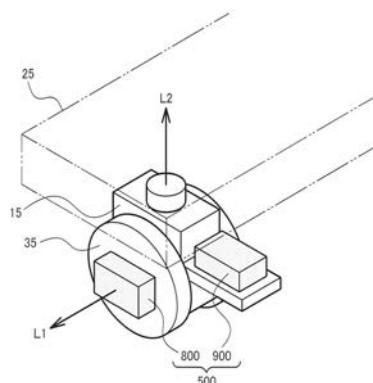
(54) 【発明の名称】 検出装置、検出システム及び移動体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】車輪に設けたセンサーにより正確に移動体の自己位置を推定できる検出装置、検出システム及び移動体を提供する。

【解決手段】検出装置500は、移動体の車輪35の回転情報を検出する第1のセンサユニット800と、車輪35のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として検出する第2のセンサユニット900と、回転情報とヨー方向回動情報に基づいて移動体の位置情報を求める処理部へ出力される回転情報とヨー方向回動情報を記憶する記憶部と、を含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、
前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として
検出する第2のセンサーと、
前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づき前記移動体の位置情報を求める処理部へ
出力される前記回転情報と前記ヨー方向回動情報とを、記憶する記憶部と、
を含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の検出装置において、
前記第1のセンサーは、前記車輪に設けられ、
前記第2のセンサーは、前記車輪と共に前記ヨー方向の回動軸で回動する部材に設けら
れることを特徴とする検出装置。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の検出装置において、
前記第1のセンサー及び前記第2のセンサーは、ジャイロセンサーであることを特徴と
する検出装置。

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれか一項に記載の検出装置において、
前記車輪は、前記ヨー方向の回動軸で360度の回動が可能であることを特徴とする検
出装置。

【請求項 5】

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の検出装置において、
前記移動体は、非自走式の移動体であることを特徴とする検出装置。

【請求項 6】

移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、
前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として
検出する第2のセンサーと、
前記回転情報と前記ヨー方向回動情報を、前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基
づいて前記移動体の位置情報を求める処理部へ送信する通信部と、
を含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 7】

移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、
前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として
検出する第2のセンサーと、
前記車輪の前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づいて前記移動体の位置情報の推
定処理を行う処理部と、
を含むことを特徴とする検出システム。

【請求項 8】

請求項7に記載の検出システムにおいて、
前記第1のセンサーは、前記車輪の回転の角速度情報又は角度情報を前記回転情報とし
て検出するセンサーであり、
前記処理部は、
前記推定処理において、前記回転情報の前記角速度情報を積分処理した角度情報を前
記回転情報の前記角度情報を基づいて前記車輪の移動距離を求め、前記ヨー方向回動情報
の前記角速度情報を積分処理した角度情報を前記ヨー方向回動情報の前記角度情報を基
づいて前記車輪の各移動距離での移動方向を求め、前記移動距離と前記移動方向から前記
移動体の前記位置を推定することを特徴とする検出システム。

【請求項 9】

請求項7又は8に記載の検出システムにおいて、

10

20

30

40

50

前記第1のセンサーは、前記車輪の前記回転の角速度情報又は角度情報を前記回転情報をとして検出するセンサーであり、

前記移動体が第1位置から第2位置に移動した場合において、

前記処理部は、

前記回転情報と前記ヨー方向回転情報に基づいて推定した前記第2位置での前記位置情報と、前記第2位置に対応する所定の位置情報との差分に基づいて、前記推定処理におけるゼロ点補正值及び感度補正值の少なくとも一方である補正值を求める特徴とする検出システム。

【請求項10】

請求項9に記載の検出システムにおいて、

10

前記処理部は、

前記第1位置から前記第2位置までの経路に沿った複数の前記位置情報である経路情報を取得し、前記経路情報に基づいて前記補正值を求め、前記補正值に基づいて前記経路情報を修正することを特徴とする検出システム。

【請求項11】

請求項9に記載の検出システムにおいて、

20

前記補正值を記憶する記憶部を含み、

前記処理部は、

前記記憶部に記憶された前記補正值に基づいて、前記位置情報の前記推定処理を行うことを特徴とする検出システム。

【請求項12】

請求項7乃至11のいずれか一項に記載の検出システムにおいて、

20

前記処理部は、

前記位置情報に基づいて前記移動体が所定領域に移動したと判断された場合に、前記所定領域に関する情報を提示する処理を行うことを特徴とする検出システム。

【請求項13】

請求項7乃至12のいずれか一項に記載の検出システムにおいて、

30

前記処理部は、

各移動体が前記第1のセンサーと前記第2のセンサーを有する複数の移動体のうち、所定数以上の移動体が所定領域内に存在すると判断した場合に、通知処理を行うことを特徴とする検出システム。

【請求項14】

請求項1乃至6のいずれか一項に記載された検出装置を含むことを特徴とする移動体。

【請求項15】

請求項7乃至13のいずれか一項に記載された検出システムを含むことを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、検出システム及び移動体等に関する。

40

【背景技術】

【0002】

G P S等により移動体の外部から位置情報を取得できない場合に移動体の自己位置を推定する手法として、デッドレコニング或いはオドメトリと呼ばれる手法が知られている。これらの手法では、移動体に設けられた種々のセンサーからの出力に基づいて、移動体の自己位置を推定する。

【0003】

例えば特許文献1には、移動体の鉛直軸回り回転角速度と、駆動輪の回転速度とを検出し、検出された移動体の鉛直軸回り回転角速度と、駆動輪の回転速度から推定される移動体の鉛直軸回り回転角速度とのいずれかを、駆動輪に印加される駆動力に応じて選択する

50

方位角計測装置が開示されている。

【0004】

或いは特許文献2には、ショッピングカートに取り付けた撮像手段により床面画像を撮像し、その床面画像からショッピングカートの走行状態及び走行速度を検出する顧客移動経路情報収集装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-349399号公報

【特許文献2】特開2007-58758号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のような自己位置推定において、移動体のどこにセンサーを設けるかによって、必ずしも正確に移動体の自己位置を推定できない場合があるという課題がある。例えば、自動車等では一般的に車速パルスと車体のジャイロセンサー出力により自己位置を推定するが、これをショッピングカート等に適用しても正確な自己位置を推定できない。ショッピングカート等では、いわゆるキャスターにより車輪が移動体の本体に対して自由に回動できるように取り付けられている。そのため、移動方向と本体の向きの間に相関がなく（例えばショッピングカートを前に向けたまま横や後ろに移動できる）、車速パルスと車体のジャイロセンサー出力から自己位置を知ることができない。

20

【0007】

また、特許文献2のような手法では、撮像手段の設置や床面画像の画像処理が必要となるため、装置の大型化、或いは処理の複雑化等の課題がある。

【0008】

本発明の幾つかの態様によれば、車輪に設けたセンサーにより正確に移動体の自己位置を推定できる検出装置、検出システム及び移動体等を提供できる。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または態様として実現することが可能である。

【0010】

本発明の一態様は、移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として検出する第2のセンサーと、前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づき前記移動体の位置情報を求める処理部へ出力される前記回転情報と前記ヨー方向回動情報とを、記憶する記憶部と、を含む検出装置に関係する。

【0011】

本発明の一態様によれば、第1のセンサーにより車輪の回転情報が検出され、第2のセンサーにより車輪のヨー方向回動情報が検出される。そして、その検出された車輪の回転情報とヨー方向回動情報が処理部に出力され、処理部により移動体の位置情報が取得される。これにより、車輪に設けたセンサーにより正確に移動体の自己位置を推定することが可能となる。

40

【0012】

また本発明の一態様では、前記第1のセンサーは、前記車輪に設けられ、前記第2のセンサーは、前記車輪と共に前記ヨー方向の回動軸で回動する部材に設けられてもよい。

【0013】

車輪は、移動体が走行する面に接しているため、車輪の向きや回転は移動体の移動方向や移動速度を正確に反映している。そのため、車輪に第1のセンサーを設け、車輪と共にヨー方向の回動軸で回動する部材に第2のセンサーを設けることで、正確な自己位置推定

50

が可能となる。

【0014】

また本発明の一態様では、前記第1のセンサー及び前記第2のセンサーは、ジャイロセンサーであってもよい。

【0015】

ジャイロセンサーを用いることによって、車輪等に取り付け可能な小型の検出装置や、高精度な自己位置推定や、処理負荷が小さい自己位置推定を実現できる。

【0016】

また本発明の一態様では、前記車輪は、前記ヨー方向の回動軸で360度の回動が可能であってもよい。

【0017】

移動体の本体に対して車輪がヨー方向の回動軸で自由に回動する場合、移動体の移動方向と本体の向きの間に相関が無い。そのため、本体にジャイロセンサー等のセンサーを取り付けても正確に自己位置を推定できない。この点、本発明の一態様によれば、第1のセンサーが車輪の回転情報を検出し、第2のセンサーが車輪のヨー方向回動情報を検出することで、正確に移動体の自己位置を推定できる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記移動体は、非自走式の移動体であってもよい。

【0019】

非自走式の移動体において自己位置推定を行うことによって、ユーザーに対して種々の情報を提供することが可能となる。例えば、店舗や工場、図書館、書庫等において、カートや台車の経路情報を取得することで、顧客や利用者の経路、立ち止まった場所、通過時間等の情報や、それらの情報を解析した情報を得ることができる。

【0020】

また本発明の他の態様は、移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として検出する第2のセンサーと、前記回転情報と前記ヨー方向回動情報を、前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づいて前記移動体の位置情報を求める処理部へ送信する通信部と、を含む検出装置に関係する。

【0021】

本発明の他の態様によれば、第1のセンサーにより車輪の回転情報が検出され、第2のセンサーにより車輪のヨー方向回動情報が検出される。そして、その検出された車輪の回転情報とヨー方向回動情報が処理部に送信され、処理部により移動体の位置情報が取得される。これにより、車輪に設けたセンサーにより正確に移動体の自己位置を推定することが可能となる。

【0022】

また本発明の更に他の態様は、移動体の車輪の回転情報を検出する第1のセンサーと、前記車輪のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として検出する第2のセンサーと、前記車輪の前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づいて前記移動体の位置情報の推定処理を行う処理部と、を含む検出システムに関係する。

【0023】

本発明の更に他の態様によれば、第1のセンサーにより車輪の回転情報が検出され、第2のセンサーにより車輪のヨー方向回動情報が検出され、その検出された車輪の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて、処理部により移動体の位置情報が取得される。これにより、車輪に設けたセンサーにより正確に移動体の自己位置を推定することが可能となる。

【0024】

また本発明の更に他の態様では、前記第1のセンサーは、前記車輪の回転の角速度情報又は角度情報を前記回転情報として検出するセンサーであり、前記処理部は、前記推定処理において、前記回転情報の前記角速度情報を積分処理した角度情報又は前記回転情報の前記角度情報を基づいて前記車輪の移動距離を求め、前記ヨー方向回動情報の前記角速度

10

20

30

40

50

情報を積分処理した角度情報又は前記ヨー方向回動情報の前記角度情報に基づいて前記車輪の各移動距離での移動方向を求め、前記移動距離と前記移動方向から前記移動体の前記位置を推定してもよい。

【0025】

このような推定処理を行うことにより、第1のセンサーにより検出された車輪の回転情報と第2のセンサーにより検出された車輪のヨー方向回動情報とに基づいて、移動体の自己位置を推定できる。また、このような簡素な処理により、低処理負荷の自己位置推定を実現できる。

【0026】

また本発明の更に他の態様では、前記第1のセンサーは、前記車輪の前記回転の角速度情報又は角度情報を前記回転情報として検出するセンサーであり、前記移動体が第1位置から第2位置に移動した場合において、前記処理部は、前記回転情報と前記ヨー方向回動情報に基づいて推定した前記第2位置での前記位置情報と、前記第2位置に対応する所定の位置情報との差分に基づいて、前記推定処理におけるゼロ点補正值及び感度補正值の少なくとも一方である補正值を求めてよい。

10

【0027】

このようにすれば、推定した位置情報と、本来得られるべき位置情報（所定の位置情報）との誤差（差分）に基づいて補正值を求めることができる。

【0028】

また本発明の更に他の態様では、前記処理部は、前記第1位置から前記第2位置までの経路に沿った複数の前記位置情報である経路情報を取得し、前記経路情報に基づいて前記補正值を求め、前記補正值に基づいて前記経路情報を修正してもよい。

20

【0029】

このようにすれば、第1位置から第2位置までの経路情報が一旦求められ、その経路情報を使って補正值が求められ、その補正值により事後的に経路情報が修正される。これにより、より正確な経路情報を取得できる。

【0030】

また本発明の更に他の態様では、前記補正值を記憶する記憶部を含み、前記処理部は、前記記憶部に記憶された前記補正值に基づいて、前記位置情報の前記推定処理を行ってよい。

30

【0031】

このようにすれば、例えば移動体の使用を開始する前の初期化作業等において第1位置から第2位置までの経路情報が求められ、その経路情報を使って補正值が求められ、その補正值が記憶部に記憶される。そして、それ以降に移動体を使用する場合において、記憶部に記憶された補正值に基づいて位置情報が取得される。これにより、より正確な位置情報を取得できる。

【0032】

また本発明の更に他の態様では、前記処理部は、前記位置情報に基づいて前記移動体が所定領域に移動したと判断された場合に、前記所定領域に関する情報を提示する処理を行ってよい。

40

【0033】

このようにすれば、移動体のユーザーに対して、位置情報に基づいて所定領域に関する情報が提示される。これにより、ユーザーの移動経路に応じて、その移動経路に関する種々の情報を提供することが可能となり、利便性が向上する。

【0034】

また本発明の更に他の態様では、前記処理部は、各移動体が前記第1のセンサーと前記第2のセンサーを有する複数の移動体のうち、所定数以上の移動体が所定領域内に存在すると判断した場合に、通知処理を行ってよい。

【0035】

このようにすれば、複数の移動体を運用するユーザーに対して、位置情報に基づいて所

50

定数以上の移動体が所定領域内に存在するか否かを通知できる。これにより、複数の移動体の位置に応じた種々の情報を提供することが可能となり、利便性が向上する。

【0036】

また本発明の更に他の態様は、上記のいずれかに記載された検出装置を含む移動体に関する。

【0037】

また本発明の更に他の態様は、上記のいずれかに記載された検出システムを含む移動体に関する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

10

【図1】検出装置の構成例。

【図2】検出装置、検出システムの構成例。

【図3】検出システム、情報処理システムの構成例。

【図4】図4A、図4Bは、移動体の構成例。

【図5】ショッピングカートを例にとった場合の検出システムの動作説明図。

【図6】補正値の取得処理、補正処理の概念的な説明図。

【図7】キャリブレーション処理のフローチャート。

【図8】経路情報をオフタイムで補正する場合の処理フローチャート。

【図9】オフタイム補正を実際の走行データに適用した例。

【図10】オフタイム補正を実際の走行データに適用した例。

20

【図11】経路情報をオンラインで補正する場合の処理フローチャート。

【図12】補正値を事前に求める場合の処理フローチャート。

【図13】ジャイロセンサーの詳細な構成例。

【図14】回路装置の駆動回路、検出回路の詳細な構成例。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0040】

30

1. 検出装置、検出システム

図1に本実施形態の検出装置500の構成例を示す。図2に、本実施形態の検出装置500、検出システム600の構成例を示す。検出システム600は、検出装置500、処理部300を含む。検出装置500は、第1のセンサユニット800、第2のセンサユニット900を含む。第1のセンサユニット800は、ジャイロセンサー810(第1のセンサー)、記憶部820、通信部830を含む。第2のセンサユニット900は、ジャイロセンサー910(第2のセンサー)、記憶部920、通信部930を含む。処理部300は、CPU310、通信部320、記憶部330、操作部340、表示部350を含む。

【0041】

40

第1のセンサユニット800は、移動体の車輪35に設けられ、車輪35の回転と共に回転する。移動体としては、例えば小売店の店舗内で利用されるショッピングカートや、或いは倉庫や工場内で利用される台車等の、非自走式の(人間等の外部動力が動力となる)移動体を想定できる。ジャイロセンサー810の検出軸は、車輪35の回転軸L1に平行であり、ジャイロセンサー810は回転軸L1回りの車輪35の回転角速度を検出する。或いはジャイロセンサー810は、回転角速度を積分した回転角度を出力する。検出された回転角速度又は回転角度(車輪35の回転情報)は記憶部820に記憶される。通信部830は、記憶部820に記憶された回転角速度又は回転角度を処理部300の通信部320へ送信する。

【0042】

50

なお、ジャイロセンサー 810 は、回転軸 L1 回りの角速度を検出できればよいので、その検出軸が回転軸 L1 に平行でなくてもよい。検出軸と回転軸 L1 の成す角が 90 度よりも小さければよいが、望ましくは 10 度以内、更に望ましくは 0 度である。

【0043】

第 2 のセンサユニット 900 は、移動体の本体 25 と車輪 35 を接続するキャスター部 15 (広義には接続部材) に設けられ、本体 25 に対するキャスター部 15 の回動 (即ち本体 25 に対する車輪 35 の回動) と共に回動する。キャスター部 15 は、回動軸 L2 の回りに自由に (360 度) 時計回り及び反時計回りに回転できる。移動体の通常の走行状態 (使用状態) において、回動軸 L2 はヨー方向 (移動体が走行する面に垂直な方向) の軸である。また回動軸 L2 は回転軸 L1 に直交 (広義には交差) する軸である。ジャイロセンサー 910 の検出軸は、キャスター部 15 の回動軸 L2 に平行であり、ジャイロセンサー 910 は回動軸 L2 回りのキャスター部 15 の回動角速度を検出する。或いはジャイロセンサー 910 は、回動角速度を積分した回動角度を出力する。検出された回動角速度又は回動角度 (車輪 35 のヨー方向回動情報) は記憶部 920 に記憶される。通信部 930 は、記憶部 920 に記憶された回動角速度又は回動角度を処理部 300 の通信部 320 へ送信する。

10

【0044】

なお、ジャイロセンサー 910 は、回動軸 L2 回りの角速度を検出できればよいので、その検出軸が回動軸 L2 に平行でなくてもよい。検出軸と回動軸 L2 の成す角が 90 度よりも小さければよいが、望ましくは 10 度以内、更に望ましくは 0 度である。

20

【0045】

処理部 300 は、例えば PC (Personal Computer) やサーバー装置、携帯情報端末等の情報処理装置、或いは専用の演算装置等である。処理部 300 は、移動体に搭載されてもよいし、移動体とは別の場所に設置されていてもよい。

30

【0046】

通信部 320 は、第 1 のセンサユニット 800 からの車輪 35 の回転角速度又は回転角度と、第 2 のセンサユニット 900 からのキャスター部 15 の回動角速度又は回動角度とを受信する。それらの情報は記憶部 330 に記憶される。CPU 310 (広義にはプロセッサー、処理装置) は、車輪 35 の回転角速度又は回転角度とキャスター部 15 の回動角速度又は回動角度とに基づいて、移動体の位置や移動経路を推定し、位置情報や経路情報を記憶部 330 に記憶させる。

【0047】

処理部 300 が車輪 35 の回転角速度を受信した場合、CPU 310 が、その回転角速度を積分して回転角度に変換する。処理部 300 が車輪の回転角度を受信した場合、CPU は、その回転角度を用いる。CPU 310 は、回転角度を車輪 35 の移動距離に換算する。例えば回転角度が車輪 35 の回転数 (角度を 360 度 (又は 2π) で割ったもの) である場合、その回転数に車輪 35 の円周を乗じて移動距離を求める。

【0048】

また処理部 300 がキャスター部 15 の回動角速度を受信した場合、CPU 310 が、その回動角速度を積分して回転角度に変換する。処理部 300 がキャスター部 15 の回動角度を受信した場合、CPU は、その回動角度を用いる。例えば回転角度は、キャスター部 15 の初期角度を基準とする相対的な角度である。CPU 310 は、その回動角度をキャスター部 15 の向き (車輪 35 の向き、車輪 35 の移動方向) として用いる。

40

【0049】

CPU 310 は、車輪 35 の移動距離とキャスター部 15 の向きから位置情報を求める。例えば移動距離と向きは、離散的な各時刻において求められる。位置情報は初期位置に対する相対的なものであり、初期位置から移動を開始して最初の時刻で得られた移動距離と向きから、初期位置の次の位置が得られ、それを各時刻で順次に繰り返すことで各時刻での位置情報が得られる。一連の移動経路における各時刻での位置情報が、経路情報として記憶部 330 に記憶される。

50

【0050】

操作部340は、ユーザーが処理部300に対して操作入力を行うものであり、例えばボタンやタッチパネル、マウス、キーボード等の種々の操作デバイスを用いることができる。

【0051】

表示部350は、CPU310による処理結果等を表示するものであり、例えば液晶表示装置等で構成される。例えば、リアルタイムに移動体の位置情報を取得する場合には、その位置に応じた情報を表示してユーザーに提供してもよい。

【0052】

なお、記憶部820、920は、例えばSRAM、DRAM等の揮発性メモリー、EEPROM等の不揮発性メモリー、レジスター（例えばジャイロセンサー810内の集積回路装置に含まれるレジスターでもよい）等を想定できる。記憶部330は、例えば揮発性メモリーや不揮発性メモリー等の半導体メモリー、レジスター、ハードディスクドライブ等の磁気記憶装置等を想定できる。

10

【0053】

通信部830、930と通信部320が行う通信は、無線通信（例えば無線LANや近距離無線通信、移動通信等）であってもよいし、無線通信と有線通信（例えばUSBや有線LAN等）の組み合わせであってもよい。例えば、通信部830、930が無線ルーター等を介して通信網（例えばインターネット通信網）に接続され、その通信網と通信部320が有線接続されてもよい。通信部830、930と通信部320が有線接続されてもよいが、キャスター部15が自由に回動することを考えると無線接続が望ましい。処理部300が移動体とは別の場所に設置される場合、処理部300は複数の移動体の経路情報を処理することが想定される。この場合、処理部300は複数の検出装置500との通信を行う。

20

【0054】

以上に説明したように、本実施形態の検出装置500は、移動体の車輪35の回転情報を検出する第1のセンサーと、車輪35のヨー方向における回動の角速度情報又は角度情報をヨー方向回動情報として検出する第2のセンサーと、回転情報とヨー方向回動情報を記憶する記憶部820、920と、を含む。記憶部820、920に記憶される回転情報とヨー方向回動情報は処理部300へ出力され、処理部300は、回転情報とヨー方向回動情報に基づいて移動体の位置情報を求める。

30

【0055】

上述したように、本体25に対して自由に回動するキャスター部15等によって移動体の移動方向と本体25の向きの間に相関が無い場合、本体25にジャイロセンサーを取り付けても自己位置を推定できない。この点、本実施形態によれば、第1のセンサーにより車輪35の回転情報が検出され、第2のセンサーにより車輪35のヨー方向回動情報が検出される。そして、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて移動体の位置情報を取得される。これにより、車輪35が本体25に対してどのように取り付けられていたとしても、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報から正確な自己位置を推定できる。

40

【0056】

なお、図1、図2の実施形態において、第1のセンサーはジャイロセンサー810に対応し、回転情報は、車輪35の車軸を回転軸L1とする回転角速度又は回転角度を表す情報に対応する。なお、第1のセンサーはジャイロセンサー810に限定されず、例えばロータリーエンコーダーや車速センサー（車速パルスを出力するセンサー）等を用いてもよい。第2のセンサーはジャイロセンサー910に対応し、ヨー方向の角速度情報は、キャスター部15の回動角速度又は回動角度の情報に対応する。

【0057】

回転角速度、回動角速度は、例えばdps (degree per second)で表され、その値に対応するデジタルコードが、回転角速度、回動角速度を表す情報である。回転角度、回動角度は、例えば角度やラジアン、回転数（角度を360度で割ったもの、ラジアンを2

50

で割ったもの)で表され、その値に対応するデジタルコードが、回転角度、回動角度を表す情報である。

【0058】

ヨー方向は、移動体が走行する面に垂直な方向である。例えば移動体が床面を走行する場合にはヨー方向は鉛直方向に対応し、或いは移動体が壁面を走行するような場合にはヨー方向は壁面に垂直な方向に対応する。

【0059】

ここで、上述の実施形態では、非自走式の移動体を想定しているが、本実施形態の自己位置推定手法は、自走式の移動体における自己位置推定や自律航法にも適用できる。また、上述の実施形態ではキャスター部15を介して本体25と車輪35が接続される場合を想定しているが、本実施形態の自己位置推定手法は、例えば自動車のように所定角度範囲内で車体(本体)に対して車輪が回動する場合にも適用できる。

10

【0060】

また本実施形態では、第1のセンサーは、車輪35に設けられ、第2のセンサーは、車輪35と共にヨー方向の回動軸L2で回動する部材に設けられる。具体的には、第2のセンサーはキャスター部15(広義には、本体25と車輪35を接続する部材)に設けられる。

【0061】

車輪35は、移動体が走行する面(床面等)に接しているため、車輪35の向きや回転は移動体の移動方向や移動速度を正確に反映している。そのため、本実施形態のように車輪35及びキャスター部15にセンサーを設けることで、車輪35の回転情報及びヨー方向回動情報を検出し、それらの情報から正確な自己位置推定が可能となる。

20

【0062】

また本実施形態では、第1のセンサー及び第2のセンサーは、ジャイロセンサーである。ジャイロセンサーとしては、例えば水晶振動子を利用した振動ジャイロやMEMSを用いた振動ジャイロ等を用いることができる。

【0063】

ジャイロセンサーの出力は角速度や角度であり、それらの出力を簡素な演算で距離や方向に換算することが可能である。また、ジャイロセンサーは加速度センサー等に比べて比較的安定した信号が得られ、床面の凹凸等により振動する車輪に用いても高精度な測定が可能となる。また、上記の振動ジャイロ等のジャイロセンサーは小型化されたものが実用化されている。そのため、ジャイロセンサーを用いることによって、車輪35やキャスター部15に取り付け可能な小型の検出装置500や、高精度な自己位置推定が可能な検出装置500や、自己位置推定の処理負荷が小さい検出システム600を実現できる。

30

【0064】

また本実施形態では、車輪35は、ヨー方向の回動軸L2で360度の回動が可能である。

【0065】

このような場合、上述したような課題が生じるが、本実施形態によれば車輪35の回転情報とヨー方向回動情報を検出することで、移動体の位置情報を正確に推定できる。

40

【0066】

また本実施形態では、移動体は、非自走式の移動体である。非自走式とは、移動体が車輪35を駆動するのではなく、移動体の外部から例えば人間等により移動体に力が加えられることによって移動体が走行する方式のことである。

【0067】

オドメトリやデッドレコニングは自走式の移動体において自律航法に用いられることが多い。一方、非自走式の移動体では自律航法は行わないが、自己位置推定を行うことによってユーザーに対して種々の情報を提供することが可能となる。例えば、店舗や工場、図書館、書庫等においてカートや台車を用いることが想定されるが、そのようなカートや台車の経路情報を取得することで、顧客や利用者の経路、立ち止まった場所、通過時間等を

50

知ることができる。例えば店舗ではPOS(Point Of Sale)データによって買った商品を知ることができるが、経路情報と組み合わせることで、実際には買わなかつたが、立ち止まって検討した商品を知ることができる。或いは、工場において、経路情報を用いて作業効率を解析できる。また、移動中にリアルタイムに経路情報を取得する場合には、顧客や利用者に対して例えば店舗の商品や工場での作業、図書館の蔵書、書庫の書類等の情報を、推定した位置情報に応じて提供することが可能である。

【0068】

なお、検出装置500は以下のような構成であってもよい。即ち、検出装置500は、第1のセンサーと、第2のセンサーと、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報を処理部300へ送信する通信部830、230と、を含んでもよい。

10

【0069】

この場合、通信部830、930が、記憶部820、920に一旦記憶された情報を処理部300へ送信してもよいし、或いは、通信部830、930が第1のセンサー、第2のセンサーから（記憶部820、920を経由せずに）情報を取得して処理部300へ送信してもよい。

【0070】

このような構成においても、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて移動体の位置情報を取得でき、正確な自己位置を推定できる。

20

【0071】

上述したように、本実施形態の検出システム600は、第1のセンサーと、第2のセンサーと、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて移動体の位置情報の推定処理を行う処理部300と、を含む。

20

【0072】

本実施形態によれば、第1のセンサーと第2のセンサーによって検出された車輪35の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて処理部300により移動体の位置情報が推定される。このような検出システムを構成することで、正確な自己位置推定を実現できる。

30

【0073】

上述したように、処理部300は移動体に設けられてもよいし、移動体の外部に設けられてもよい。例えばカートや台車を押すユーザーに情報を提供したい場合には処理部300を移動体に設けてもよいし、携帯情報端末等の外部装置に情報を表示させてもよい。或いは、カートの経路情報から購買情報等を分析したいような場合には、処理部300を移動体とは別個に構成してもよい。

30

【0074】

また本実施形態では、第1のセンサー（ジャイロセンサー810）は、車輪35の回転の角速度情報（回転角速度の情報）又は角度情報（回転角度の情報）を回転情報として検出するセンサーである。処理部300は、位置情報の推定処理において、回転情報の角速度情報を積分処理した角度情報又は回転情報の角度情報に基づいて車輪35の移動距離を求める。また処理部300は、ヨー方向回動情報の角速度情報を積分処理した角度情報又はヨー方向回動情報の角度情報に基づいて車輪35の各移動距離での移動方向を求める。そして処理部300は、移動距離と移動方向から移動体の位置を推定する。

40

【0075】

このような推定処理を行うことにより、第1のセンサーにより検出された車輪35の回転情報と第2のセンサーにより検出された車輪35のヨー方向回動情報とに基づいて、移動体の自己位置を推定できる。角速度情報の積分処理や、角度情報を移動距離に換算する処理、角度情報を移動方向に換算する処理（或いは、角度情報を移動方向の情報として、そのまま用いる）等の簡素な処理により、低処理負荷で正確な自己位置推定を実現できる。

【0076】

また本実施形態では、移動体が第1位置から第2位置に移動した場合において、処理部300は、車輪35の回転情報とヨー方向回動情報に基づいて推定した第2位置での位置

50

情報と、第2位置に対応する所定の位置情報との差分に基づいて、推定処理におけるゼロ点補正值及び感度補正值の少なくとも一方である補正值を求める。

【0077】

このようにすれば、推定した位置情報と、本来得られるべき位置情報（所定の位置情報）との誤差（差分）に基づいて補正值を求めることができる。例えば、その補正值により事後的に経路情報を修正したり、或いは補正值を次の経路情報の取得に適用することによって、リアルタイムに補正された位置情報を取得したりできる。

【0078】

ここで、第1位置と第2位置は同じ位置であってもよいし、異なる位置であってもよい。少なくとも第2位置の位置情報として本来得られるべき位置情報（所定の位置情報）が、予め分かっていればよい。第1位置から第2位置までの移動は任意の経路であってよい。例えば図8で後述するように、スタート地点から移動を開始して再びスタート地点に戻る場合、第1位置と第2位置は同一位置（スタート地点）である。第2位置として推定された位置（ゴール地点の推定値）は、スタート地点（ゴール地点の期待値）とは異なる場合がある。この差分から補正值を求める。或いは、図11で後述するように、複数の基準点の間でキャリブレーションを行う場合、第1基準点が第1位置であり、次の第2基準点が第2位置であり、この2点間の経路情報を使って補正值を求める。そして、次のキャリブレーションでは、第2基準点が第1位置となり、次の第3基準点が第2位置となる。各基準点で本来得られるべき位置情報（所定の位置情報）は、例えば記憶部330に記憶されている。

10

20

30

【0079】

ゼロ点補正值は、ジャイロセンサーのゼロ点ドリフトを補正する補正值である。ゼロ点ドリフトは、実際には検出軸での角速度がゼロであるにも関わらず、ジャイロセンサーがゼロでない角速度を出力することである。この誤って検出される角速度をゼロ点オフセットと呼び、そのゼロ点オフセットをキャンセルするのがゼロ点補正值である。感度補正值は、ジャイロセンサーの検出感度（（角速度）/（検出データのコード値））を補正する補正值である。角速度を角度（回転数）に変換する際に検出感度を用いるが、その演算に用いた検出感度と実際の検出感度に誤差があると、演算で求めた角度と実際の角度の間に誤差が出る。この誤差を補正するのが感度補正值である。なお、ジャイロセンサー810、910の内部でゼロ点補正や感度補正を行う場合に、上記で求めた補正值を用いてもよいし、或いは、それとは別に処理部300において更にゼロ点補正や感度補正を行い、位置情報（経路情報）を補正してもよい。

【0080】

また本実施形態では、処理部300は、第1位置から第2位置までの経路に沿った複数の位置情報である経路情報を取得し、経路情報に基づいて補正值を求め、補正值に基づいて経路情報を修正する。この処理は、図8や図11で後述する事後的な経路情報の修正に対応する。

40

【0081】

本実施形態によれば、第1位置から第2位置までの経路情報が一旦求められ、その経路情報を使って補正值が求められ、その補正值により事後的に経路情報が修正される。これにより、取得した経路情報を使って、その経路情報に最適な補正值を求めて経路情報を修正できる。これにより、より正確な経路情報を取得できる。

【0082】

なお、経路情報の修正は、例えば図8の処理のように、スタート地点からゴール地点までの経路情報全体を取得した後に行ってもよい。或いは図11の処理のように、スタート地点からゴール地点の間に設けられた複数の基準点を通過する度に、基準点間での経路情報を逐次に修正してもよい。

【0083】

また検出システム600は、補正值を記憶する記憶部（記憶部820、920、又は記憶部330）を含む。そして処理部300は、記憶部に記憶された補正值に基づいて、位

50

置情報の推定処理を行う。この処理は、図12で後述する事前に取得した補正值に基づく位置情報の取得に対応する。

【0084】

本実施形態によれば、例えば移動体の使用を開始する前の初期化作業等において第1位置から第2位置までの経路情報が求められ、その経路情報を使って補正值が求められ、その補正值が記憶部に記憶される。そして、それ以降に移動体を使用する場合において、記憶部に記憶された補正值に基づいて位置情報が取得される。これにより、事前に取得した補正值を使って、補正された位置情報（経路情報）を取得できる。これにより、より正確な位置情報（経路情報）を取得できる。

【0085】

また本実施形態では、処理部300は、位置情報に基づいて移動体が所定領域に移動したと判断された場合に、所定領域に関する情報を提示する処理を行う。提示処理は、例えば表示部350に情報を表示する処理等である。

【0086】

例えば、小売店の店舗において、顧客が立ち止まった場所に陳列されている商品の情報を表示する。或いは、工場や倉庫において、作業員が各位置において行うべき作業の内容を表示する。或いは、店舗や工場、倉庫において、顧客や作業員が求める商品や物品が置いてある位置を表示してもよい。或いは、その位置へのナビゲーション情報を表示してもよい。

【0087】

所定領域は、その領域に関して移動体の使用者に提供する情報が存在する領域である。例えば上記の例では、店舗における商品陳列棚の配置エリアや、工場や倉庫における作業エリアに相当する。

【0088】

本実施形態によれば、移動体のユーザーに対して、位置情報に基づいて所定領域に関する情報が提示される。これにより、ユーザーの移動経路に応じて、その移動経路に関する種々の情報を提供することが可能となり、利便性が向上する。

【0089】

また本実施形態では、処理部300は、各移動体が第1のセンサーと第2のセンサーを有する複数の移動体のうち、所定数以上の移動体が所定領域内に存在すると判断した場合に、通知処理を行う。通知処理は、例えばランプの点灯や音声による通知を行う処理、表示部350に通知情報を表示する処理等である。

【0090】

例えば、小売店の店舗において会計場所（会計レジスターの配置エリア）に多数のショッピングカートが存在すると判断した場合に、それを店員に通知する。或いは、工場において、部品を積んだ台車が作業領域に多数存在すると判断した場合、その作業領域での作業が遅れていることを作業員に通知する。

【0091】

所定領域は、複数の移動体を運用するユーザー（例えば店舗のマネージャーや、工場の管理者）が、その領域に移動体が集積しているか否かに关心をもっている領域である。例えば上記の例では、店舗における会計場所や、工場における作業領域に相当する。

【0092】

本実施形態によれば、複数の移動体を運用するユーザーに対して、位置情報に基づいて所定数以上の移動体が所定領域内に存在するか否かを通知できる。これにより、複数の移動体の位置に応じた種々の情報を提供することが可能となり、利便性が向上する。

【0093】

2. 検出システムの変形例

なお、検出システム600の構成は図2に限定されない。例えば図3に検出システム600の変形構成例と、その検出システム600を含む情報処理システム700の構成例を示す。

10

20

30

40

50

【0094】

情報処理システム700は、検出システム600、情報処理装置400を含む。検出システム600は、第1のセンサユニット800、第2のセンサユニット900を含む。第1のセンサユニット800は、ジャイロセンサー810(第1のセンサー)、記憶部820、通信部830、処理部300(CPU。広義にはプロセッサー、処理装置)を含む。第2のセンサユニット900は、ジャイロセンサー910(第2のセンサー)、記憶部920、通信部930を含む。情報処理装置400は、CPU410、通信部420、記憶部430、操作部440、表示部450を含む。なお、図2で説明した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0095】

この変形構成例では、第1のセンサユニット800が処理部300を含み、処理部300が自己位置推定を行う。具体的には、ジャイロセンサー910が検出した車輪35のヨー方向回動情報が通信部930を介して通信部830に送信される。処理部300は、ジャイロセンサー810が検出した車輪35の回転情報と、通信部830が受信したヨー方向回動情報とに基づいて移動体の位置情報を推定する。通信部830は、推定された位置情報を情報処理装置400の通信部420へ送信する。CPU410は、受信された位置情報に基づいて種々の処理(例えば経路の解析等)を行う。情報処理装置400は、移動体の外部に設けられており、複数の検出システム600から経路情報を取得して、情報処理を行う。

【0096】

なお、図3では処理部300が第1のセンサユニット800に含まれる場合を説明したが、これに限定されず、例えば処理部300は第2のセンサユニット900に含まれてもよい。

【0097】

3. 移動体

図4A、図4Bに、本実施形態の移動体の構成例を示す。図4Aはショッピングカートの例であり、図4Bは台車の例である。

【0098】

図4A、図4Bの移動体は、4つの車輪部11～14、本体25を含む。車輪部11～14の各車輪部は、車輪35とキャスター部15で構成される。図4Aのショッピングカートでは、本体25には、例えば車輪部11～14を取り付ける車台や、ユーザーがショッピングカートを操作するためのハンドル、商品等を入れるためのカゴ等が含まれる。図4Bの台車では、本体25には、例えば車輪部11～14を取り付ける(及び荷物を積載する)車台や、ユーザーが台車を操作するためのハンドル等を含む。

【0099】

検出装置500は、車輪部11～14のいずれか1に取り付ける。或いは、車輪部11～14の2以上の車輪部に取り付け、複数の検出装置500の検出結果から1つの移動体の位置推定を行ってもよい。

【0100】

移動体には検出装置500のみを搭載してもよいし、移動体に処理部300を搭載して検出システム600全体を移動体に搭載してもよい。後者の場合、図4A、図4Bに示すように、ユーザーに情報を提供するための表示部350を移動体に取り付けてもよい。或いは、移動体に検出装置500と通信部と表示部350を設け、処理部300を移動体の外部に設け、処理部300の演算結果を移動体の通信部に送信して、移動体の表示部350に処理結果を表示させてもよい。

【0101】

複数の移動体を運用する場合、次のような構成が考えられる。処理部300を移動体の外部に設ける場合、処理部300は、複数の移動体の検出装置500(即ち複数の検出装置500)との通信を行い、各移動体の経路情報の取得や、それを利用した情報処理等を行う。或いは、処理部300を移動体に設ける場合、移動体の外部に情報処理装置400

10

20

30

40

50

を設け、情報処理装置 400 が、複数の移動体の処理部 300（即ち複数の処理部 300）との通信を行い、各移動体の経路情報の取得や、それを利用した情報処理等を行う。

【0102】

なお、本実施形態の自己位置推定手法は、上記の移動体に限らず、車輪によって走行する種々の移動体に適用できる。そのような移動体として、例えば自転車、走行ロボット（自走、非自走）、ベビーカー、手押し車、車、バイク等を想定できる。

【0103】

4. 検出システムの動作

以下、本実施形態の検出システム 600 の動作を詳細に説明する。図 5 は、ショッピングカートを例にとった場合の検出システム 600 の動作説明図である。

10

【0104】

図 5 に示すように、ショッピングカート SH はカート置き場（スタート位置、所定位置）に置かれており、ユーザーはカート置き場からショッピングカート SH を取り出し、商品棚 A ~ C の配置場所へ移動し、商品を選び、レジ A ~ C（会計場所）のいずれかを通過し、ショッピングカート SH をカート置き場に戻す。

【0105】

例えば、ユーザーが開始操作をする（例えばボタンを押す）、或いは、カート置き場のゲートを通過する（通信により開始指示が検出システム 600 に送られる）等により、検出システム 600 が経路情報の取得を開始する。そして、ユーザーが終了操作をする（例えばボタンを押す）、或いは、カート置き場のゲートを通過する（通信により終了指示が検出システム 600 に送られる）等により、検出システム 600 が経路情報の取得を終了する。

20

【0106】

経路情報からは、店舗内でユーザーが通過した経路、その経路の各位置を通過した時間や速度等の情報が得られる。例えば、商品棚 A 付近の位置 PA と、商品棚 C 付近の位置 PB とでユーザーが立ち止まつたことが経路情報から分かったとする。レジ A ~ C では POS データが取得されており、その POS データに、商品棚 A の位置 PA 付近に陳列される商品が購入された記録が残っていたとする。この場合、商品棚 C の位置 PB 付近に陳列される商品は、ユーザーが購入を検討したが最終的には購入しなかったことが分かる。このような解析データは、POS データのみから得ることはできず、ショッピングカート SH の位置推定を組み合わせることによって得ることが可能となる。

30

【0107】

上述した所定領域として、商品棚 B 付近に領域 AA、AB が設定されていたとする。この設定情報は、例えば処理部 300 の記憶部 330 に記憶されている。処理部 300 は、ショッピングカート SH が領域 AA、AB にあることを検出した場合、表示部 350 に商品棚 B の商品の情報を表示する。また所定領域として、レジ A ~ C 付近に領域 AC が設定されていたとする。処理部 300 は、領域 AC に所定数以上のショッピングカート SH があることを検出した場合、会計担当の増員を店員等に通知する。

【0108】

図 6 ~ 図 12 を用いて、補正值の取得処理や補正処理について説明する。図 6 に、補正值の取得処理、補正処理の概念的な説明図を示す。

40

【0109】

図 6 では、スタート地点（第 1 の位置）とゴール地点（第 2 の位置）が同じである場合を例に説明する。例えばジャイロセンサーの感度が、期待する感度（演算で用いる感度）より低い場合、推定された経路情報においてスタート地点とゴール地点が一致しない。この場合、スタート地点とゴール地点を一致させるような感度を求め、その感度を使って経路情報を補正することで、スタート地点とゴール地点が一致する正しい経路情報を得ることができる。

【0110】

なお、ゼロ点オフセットがある場合にもスタート地点とゴール地点が一致しないので、

50

ゼロ点オフセットを補正することで、スタート地点とゴール地点を一致させる補正を行ってもよい。感度補正とゼロ点補正は、いずれか一方を行ってもよいし、両方を行ってもよい。

【0111】

図7に、キャリブレーション処理のフローチャートを示す。まず、移動体を第1位置から任意のルートを走行させた後、第2位置に到達させる(S1)。図6の例では第1位置がスタート地点であり、第2位置がゴール地点(スタート地点)であるが、第1位置と第2位置は異なってもよい。次に、第1位置から第2位置までの経路(軌跡)を算出し、第2位置として推定した位置と、第2位置として得られるはずの位置(期待位置)との距離誤差(例えば差分)を求める(S2)。次に、距離誤差が最小となったか否かを判定する(S3)。距離誤差が最小となっていないと判定した場合、感度とゼロ点オフセットを変更(S4)してステップS2に戻り、ステップS3で距離誤差が最小となったと判定されるまで補正值の探索を繰り返す。

10

【0112】

図8に、経路情報をオフタイムで補正する場合の処理フローチャートを示す。まず、移動体をスタート地点から任意のルートを走行させた後、元のスタート地点に戻す(S61)。次に、キャリブレーション処理(S62)として、図7のステップS2～S4を実行し、補正值を求める。次に、求めた補正值で経路情報を修正する(S63)。即ち、補正值を求めるために使った経路情報を、その求めた補正值で修正する。この修正は、移動体がスタート地点に戻った後、即ち経路情報の全体を取得した後に(オフタイムに)、行われる。

20

【0113】

図9、図10に、上記オフタイム補正を実際の走行データに適用した例を示す。図9は、補正前の経路情報であり、図10は補正後の経路情報である。図9に示すように、推定された経路情報におけるスタート地点SPとゴール地点GPは、ジャイロセンサーの感度誤差やゼロ点ドリフトによって一致していない。図10に示すように、図8の補正処理を適用して経路情報を補正することで、スタート地点SPと、補正された経路情報のゴール地点GP'を一致させると共に、経路全体の位置情報が修正され、経路全体にわたって、より正確な経路情報を得ることができている。

30

【0114】

図11に、経路情報をオンラインで補正する場合の処理フローチャートを示す。まず、基準点を通過した際に基準点から基準点信号を受信する(S41)。経路には複数の基準点が設けられている。基準点は、例えばゲート等であり、移動体がゲートを通過したときに検出システム600とゲートが通信を行って検出システム600が基準点信号を受信し、基準点を通過したことを検出する。次に、キャリブレーション処理(S42)を行う。即ち、今回通過した基準点を第2位置とし、前回通過した基準点を第1位置として、図7のステップS2～S4を実行する。次に、求めた補正值で、今回通過した基準点と前回通過した基準点との間の経路情報を修正する(S43)。次に、補正值を記憶部に記憶させ(S44)、ステップS41に戻る。次の基準点までの経路情報は、ステップS44で記憶した補正值を使って推定する。例えば、検出装置500の記憶部820、920に補正值を記憶させて、その補正值に基づいてジャイロセンサー810、910が角速度情報や角度情報を出力し、それらの情報を使って処理部300が位置情報を取得してもよい。或いは、処理部300の記憶部330に補正值を記憶させ、その補正值でジャイロセンサー810、910からの角速度情報や角度情報を補正し、その補正した情報をを使って位置情報を取得してもよい。この補正処理は、移動体が経路を走行中に(オンラインに)、各基準点を通過した際に行われる。

40

【0115】

図12に、補正值を事前に求める場合の処理フローチャートを示す。まず、カートの静止状態においてジャイロセンサー810、910の出力からゼロ点オフセットを測定する(S21)。次に、測定されたゼロ点オフセットを補正するゼロ点補正值を求めるキャリ

50

プレーション処理を行う(S22)。次に、求めたゼロ点補正值を記憶部に記憶させる(S23)。例えば、検出装置500の記憶部820、920に補正值を記憶させて、その補正值に基づいてジャイロセンサー810、910が角速度情報や角度情報を出力し、それらの情報を使って処理部300が位置情報を取得してもよい。或いは、処理部300の記憶部330に補正值を記憶させ、その補正值でジャイロセンサー810、910からの角速度情報や角度情報を補正し、その補正した情報をを使って位置情報を取得してもよい。この処理は、移動体を実使用に提供する前に行われ、この処理で取得された補正值は、移動体の実使用において位置推定を行うときに利用される。

【0116】

5. ジャイロセンサーの詳細な構成

10

図13に、本実施形態のジャイロセンサー510の詳細な構成例を示す。

【0117】

なおジャイロセンサー510は図13の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。また以下では、物理量トランスデューサー(角速度センサー素子)が圧電型の振動片(振動ジャイロ)であり、センサーがジャイロセンサーである場合を例にとり説明するが、本発明はこれに限定されない。例えばシリコン基板などから形成された静電容量検出方式の振動ジャイロや、角速度情報と等価な物理量を検出する物理量トランスデューサー等にも本発明は適用可能である。

【0118】

20

ジャイロセンサー510(物理量検出装置)は、振動片10と回路装置20を含む。振動片10(広義には物理量トランスデューサー、角速度センサー素子)は、水晶などの圧電材料の薄板から形成される圧電型振動片である。具体的には、振動片10は、Zカットの水晶基板により形成されたダブルT字型の振動片である。

【0119】

回路装置20は、駆動回路30、検出回路60、記憶部22、インターフェース部24、制御部140を含む。なお、これらの構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。

【0120】

30

記憶部22は、例えばレジスターやRAM、不揮発性メモリー等であり、回路装置20の設定情報や、物理量検出に用いる各種パラメーター等を記憶する。なお、記憶部22を、検出装置500の記憶部820や記憶部920として用いてもよい。

【0121】

インターフェース部24は、回路装置20と外部の回路装置(例えば図2の通信部830、230、記憶部820、920、図3の処理部300(CPU)等)の間で制御信号やデータを通信するためのものである。

【0122】

40

駆動回路30は、駆動信号DQを出力して振動片10を駆動する。例えば振動片10からフィードバック信号DIを受け、これに対応する駆動信号DQを出力することで、振動片10を励振させる。検出回路60は、駆動信号DQにより駆動される振動片10から検出信号IQ1、IQ2(検出電流、電荷)を受け、検出信号IQ1、IQ2から、振動片10に印加された物理量に応じた所望信号(コリオリ力信号)を検出(抽出)する。

【0123】

振動片10は、基部1と、連結腕2、3と、駆動腕4、5、6、7と、検出腕8、9を有する。矩形状の基部1に対して+Y軸方向、-Y軸方向に検出腕8、9が延出している。また基部1に対して-X軸方向、+X軸方向に連結腕2、3が延出している。そして連結腕2に対して+Y軸方向、-Y軸方向に駆動腕4、5が延出してあり、連結腕3に対して+Y軸方向、-Y軸方向に駆動腕6、7が延出している。

【0124】

駆動回路30からの駆動信号DQは、駆動腕4、5の上面に設けられた駆動電極と、駆

50

動腕 6、7 の側面に設けられた駆動電極に入力される。また駆動腕 4、5 の側面に設けられた駆動電極と、駆動腕 6、7 の上面に設けられた駆動電極からの信号が、フィードバック信号 D I として駆動回路 3 0 に入力される。また検出腕 8、9 の上面に設けられた検出電極からの信号が、検出信号 I Q 1、I Q 2 として検出回路 6 0 に入力される。なお検出腕 8、9 の側面に設けられたコモン電極は例えば接地される。

【 0 1 2 5 】

駆動回路 3 0 により交流の駆動信号 D Q が印加されると、駆動腕 4、5、6、7 は、逆圧電効果により矢印 A に示すような屈曲振動（励振振動）を行う。即ち、駆動腕 4、6 の先端が互いに接近と離間を繰り返し、駆動腕 5、7 の先端も互いに接近と離間を繰り返す屈曲振動を行う。このとき駆動腕 4、5 と駆動腕 6、7 とが、基部 1 の重心位置を通る Y 軸に対して線対称の振動を行っているので、基部 1、連結腕 2、3、検出腕 8、9 はほとんど振動しない。

10

【 0 1 2 6 】

この状態で、振動片 1 0 に対して Z 軸を回転軸とした角速度が加わると（振動片 1 0 が Z 軸回りで回転すると）、コリオリ力により駆動腕 4、5、6、7 は矢印 B に示すように振動する。即ち、矢印 A の方向と Z 軸の方向とに直交する矢印 B の方向のコリオリ力が、駆動腕 4、5、6、7 に働くことで、矢印 B の方向の振動成分が発生する。この矢印 B の振動が連結腕 2、3 を介して基部 1 に伝わり、検出腕 8、9 が矢印 C の方向で屈曲振動を行う。この検出腕 8、9 の屈曲振動による圧電効果で発生した電荷信号が、検出信号 I Q 1、I Q 2 として検出回路 6 0 に入力される。ここで、駆動腕 4、5、6、7 の矢印 B の振動は、基部 1 の重心位置に対して周方向の振動であり、検出腕 8、9 の振動は、矢印 B とは周方向で反対向きの矢印 C の方向での振動である。検出信号 I Q 1、I Q 2 は、駆動信号 D Q に対して位相が 90 度だけずれた信号になる。

20

【 0 1 2 7 】

例えば、Z 軸回りでの振動片 1 0（ジャイロセンサー）の角速度を ω とし、質量を m とし、振動速度を v とすると、コリオリ力は $F_c = 2m \cdot \omega \cdot v$ と表される。従って検出回路 6 0 が、コリオリ力に応じた信号である所望信号を検出することで、角速度 ω を求めることができる。そして求められた角速度 ω を用いることで、手振れ補正、姿勢制御、或いは GPS 自律航法等のための種々の処理を行うことができる。

30

【 0 1 2 8 】

なお図 1 3 では、振動片 1 0 がダブル T 字型である場合の例を示しているが、本実施形態の振動片 1 0 はこのような構造に限定されない。例えば音叉型、H 型等であってもよい。また振動片 1 0 の圧電材料は、水晶以外のセラミックスやシリコン等の材料であってもよい。

【 0 1 2 9 】

図 1 4 に回路装置の駆動回路 3 0、検出回路 6 0 の詳細な構成例を示す。

【 0 1 3 0 】

駆動回路 3 0 は、振動片 1 0 からのフィードバック信号 D I が入力される増幅回路 3 2 と、自動ゲイン制御を行うゲイン制御回路 4 0 と、駆動信号 D Q を振動片 1 0 に出力する駆動信号出力回路 5 0 を含む。また同期信号 S Y C を検出回路 6 0 に出力する同期信号出力回路 5 2 を含む。なお、駆動回路 3 0 の構成は図 1 4 に限定されず、これらの構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。

40

【 0 1 3 1 】

増幅回路 3 2（I / V 変換回路）は、振動片 1 0 からのフィードバック信号 D I を増幅する。例えば振動片 1 0 からの電流の信号 D I を電圧の信号 D V に変換して出力する。この増幅回路 3 2 は、演算増幅器、帰還抵抗素子、帰還キャパシターなどにより実現できる。

【 0 1 3 2 】

駆動信号出力回路 5 0 は、増幅回路 3 2 による増幅後の信号 D V に基づいて、駆動信号

50

D Q を出力する。例えば駆動信号出力回路 5 0 が、矩形波（又は正弦波）の駆動信号を出力する場合には、駆動信号出力回路 5 0 はコンパレーター等により実現できる。

【 0 1 3 3 】

ゲイン制御回路 4 0 (A G C) は、駆動信号出力回路 5 0 に制御電圧 D S を出力して、駆動信号 D Q の振幅を制御する。具体的には、ゲイン制御回路 4 0 は、信号 D V を監視して、発振ループのゲインを制御する。例えば駆動回路 3 0 では、ジャイロセンサーの感度を一定に保つために、振動片 1 0 (駆動用振動片) に供給する駆動電圧の振幅を一定に保つ必要がある。このため、駆動振動系の発振ループ内に、ゲインを自動調整するためのゲイン制御回路 4 0 が設けられる。ゲイン制御回路 4 0 は、振動片 1 0 からのフィードバック信号 D I の振幅（振動片の振動速度 v ）が一定になるように、ゲインを可変に自動調整する。このゲイン制御回路 4 0 は、増幅回路 3 2 の出力信号 D V を全波整流する全波整流器や、全波整流器の出力信号の積分処理を行う積分器などにより実現できる。

10

【 0 1 3 4 】

同期信号出力回路 5 2 は、増幅回路 3 2 による増幅後の信号 D V を受け、同期信号 S Y C (参照信号) を検出回路 6 0 に出力する。この同期信号出力回路 5 2 は、正弦波（交流）の信号 D V の 2 値化処理を行って矩形波の同期信号 S Y C を生成するコンパレーターや、同期信号 S Y C の位相調整を行う位相調整回路（移相器）などにより実現できる。

【 0 1 3 5 】

検出回路 6 0 は、増幅回路 6 1 、同期検波回路 8 1 、フィルター部 9 0 、 A / D 変換部 1 0 0 、 D S P 部 1 1 0 を含む。増幅回路 6 1 は、振動片 1 0 からの第 1 、第 2 の検出信号 I Q 1 、 I Q 2 を受けて、電荷 - 電圧変換や差動の信号増幅やゲイン調整などを行う。同期検波回路 8 1 は、駆動回路 3 0 からの同期信号 S Y C に基づいて同期検波を行う。フィルター部 9 0 (ローパスフィルター) は、 A / D 変換部 1 0 0 の前置きフィルターとして機能する。またフィルター部 9 0 は、同期検波によっては除去しきれなかった不要信号を減衰する回路としても機能する。 A / D 変換部 1 0 0 は、同期検波後の信号の A / D 変換を行う。 D S P 部 1 1 0 は A / D 変換部 1 0 0 からのデジタル信号に対してデジタルフィルター処理やデジタル補正処理などのデジタル信号処理を行う。デジタル補正処理としては、例えばゼロ点補正処理や感度補正処理などがある。

20

【 0 1 3 6 】

制御部 1 4 0 は、回路装置 2 0 の制御処理を行う。この制御部 1 4 0 は、ロジック回路（ゲートアレイ等）やプロセッサー等により実現できる。回路装置 2 0 での各種のスイッチ制御やモード設定等はこの制御部 1 4 0 により行われる。

30

【 0 1 3 7 】

なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また本実施形態及び変形例の全ての組み合わせも、本発明の範囲に含まれる。またジャイロセンサー、センサユニット、処理部、検出装置、検出システム、情報処理システム、移動体の構成・動作等も、本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

40

【 符号の説明 】

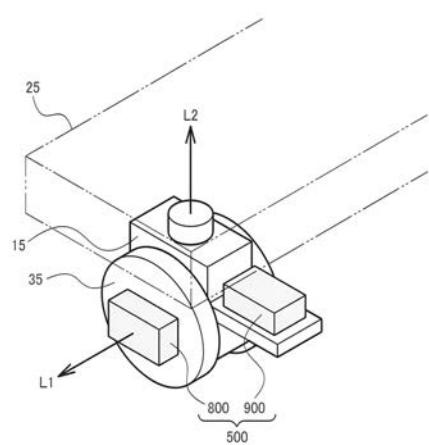
【 0 1 3 8 】

1 ... 基部、 2 , 3 ... 連結腕、 4 ~ 7 ... 駆動腕、 8 , 9 ... 検出腕、 1 0 ... 振動片、
 1 1 ~ 1 4 ... 車輪部、 1 5 ... キャスター部、 2 0 ... 回路装置、 2 2 ... 記憶部、
 2 4 ... インターフェース部、 2 5 ... 本体、 3 0 ... 駆動回路、 3 2 ... 増幅回路、
 3 5 ... 車輪、 4 0 ... ゲイン制御回路、 5 0 ... 駆動信号出力回路、
 5 2 ... 同期信号出力回路、 6 0 ... 検出回路、 6 1 ... 増幅回路、
 8 1 ... 同期検波回路、 9 0 ... フィルター部、 1 0 0 ... A / D 変換部、

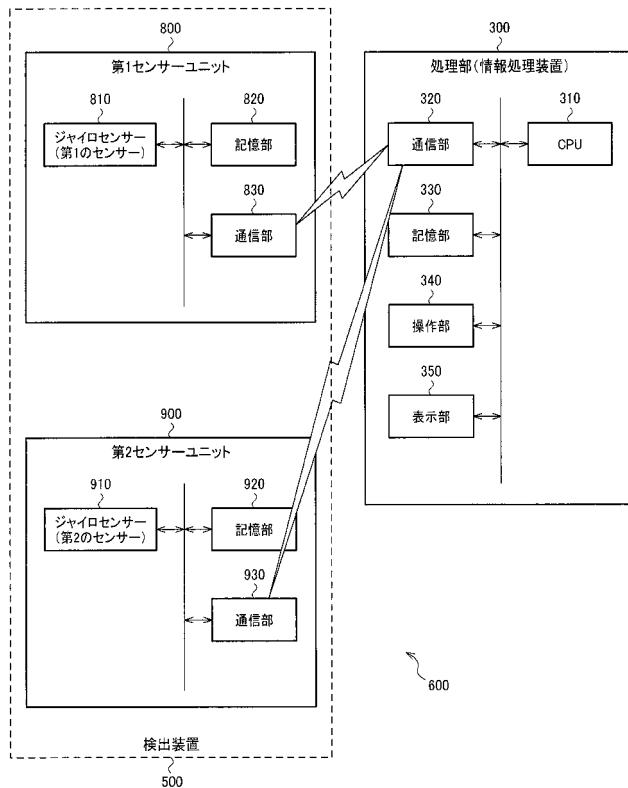
50

1 1 0 ... D S P 部、1 4 0 ... 制御部、2 3 0 ... 通信部、3 0 0 ... 処理部、
 3 1 0 ... C P U、3 2 0 ... 通信部、3 3 0 ... 記憶部、3 4 0 ... 操作部、
 3 5 0 ... 表示部、4 0 0 ... 情報処理装置、4 1 0 ... C P U、4 2 0 ... 通信部、
 4 3 0 ... 記憶部、4 4 0 ... 操作部、4 5 0 ... 表示部、5 0 0 ... 検出装置、
 5 1 0 ... ジャイロセンサー、5 2 0 ... 処理部、6 0 0 ... 検出システム、
 7 0 0 ... 情報処理システム、8 0 0 ... 第1のセンサユニット、
 8 1 0 ... ジャイロセンサー、8 2 0 ... 記憶部、8 3 0 ... 通信部、
 9 0 0 ... 第2のセンサユニット、9 1 0 ... ジャイロセンサー、
 9 2 0 ... 記憶部、9 3 0 ... 通信部、
 L 1 ... 回転軸、L 2 ... 回動軸

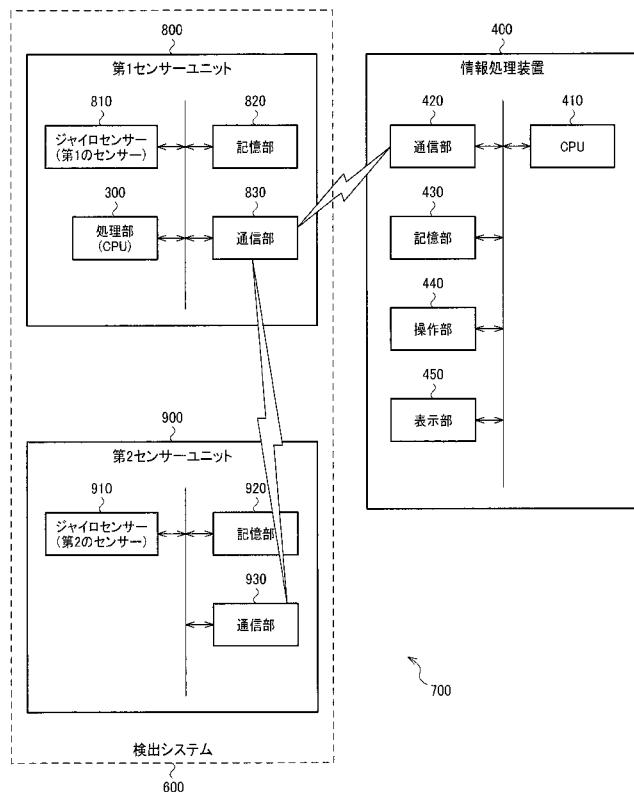
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

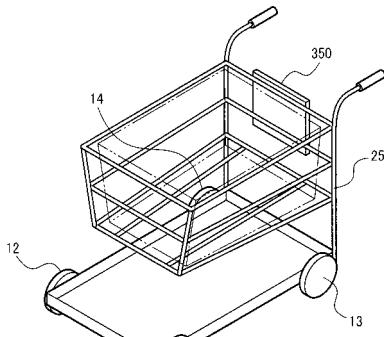
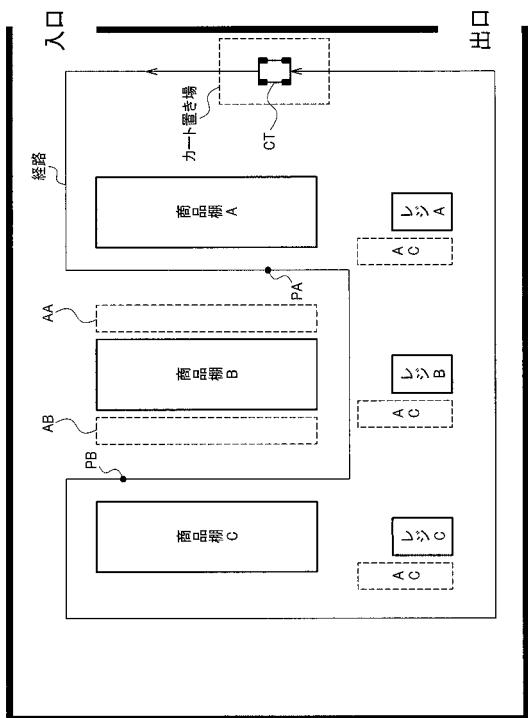
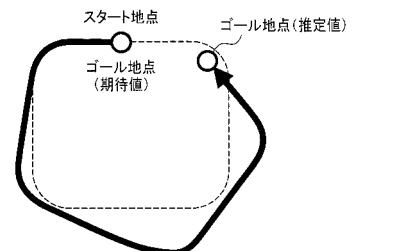


図4B

【 5 】

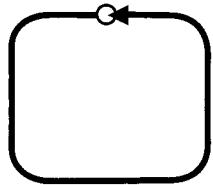


【 四 6 】



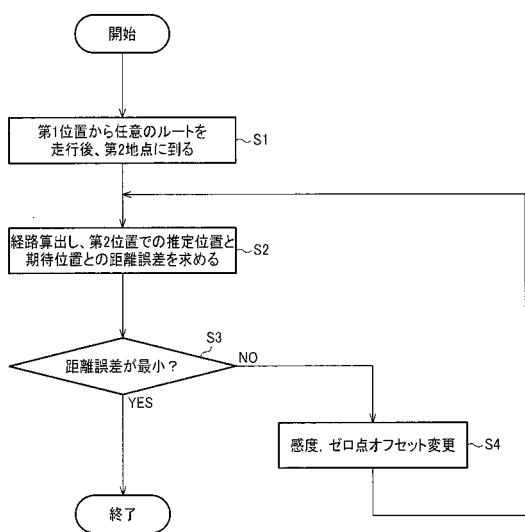
ジャイロセンサの感度が低い場合

スタートとゴールが一致するように
感度(or/andオフセット)を微調整する

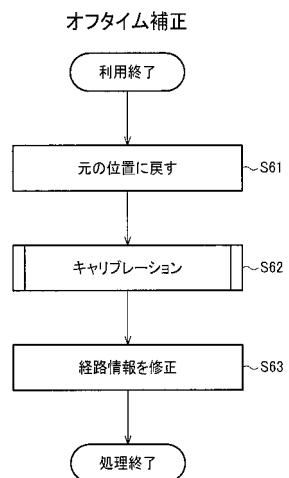


感度補正後の軌跡

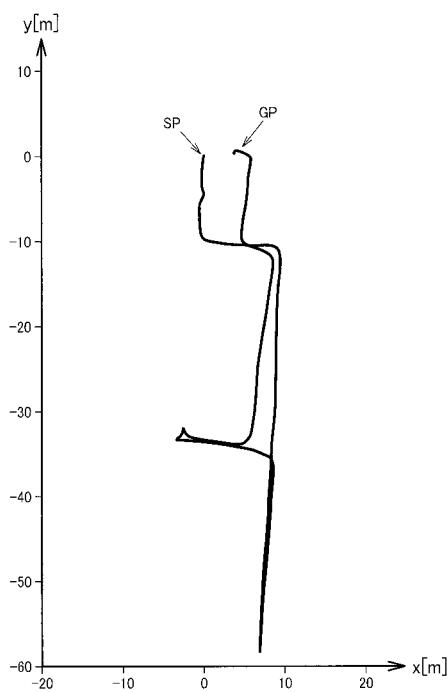
【図 7】



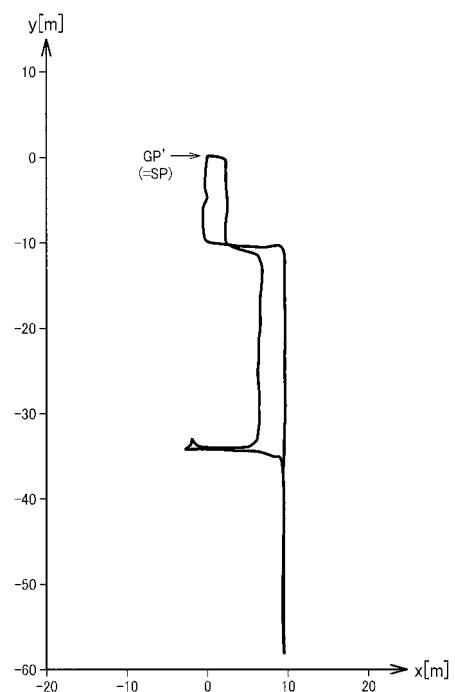
【図 8】



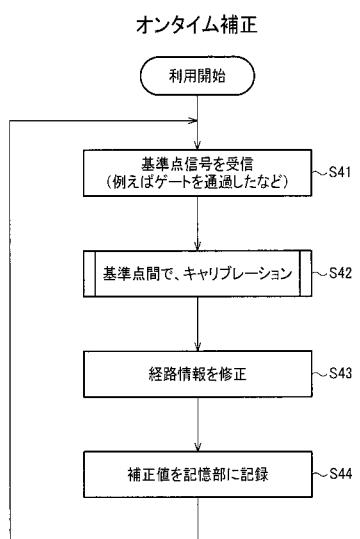
【図 9】



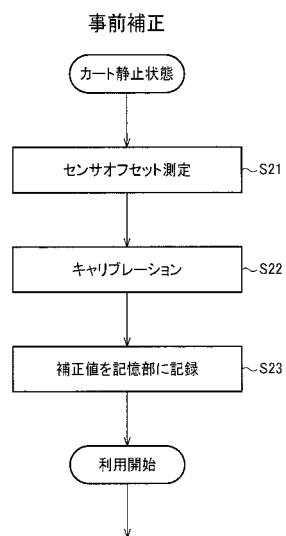
【図 10】



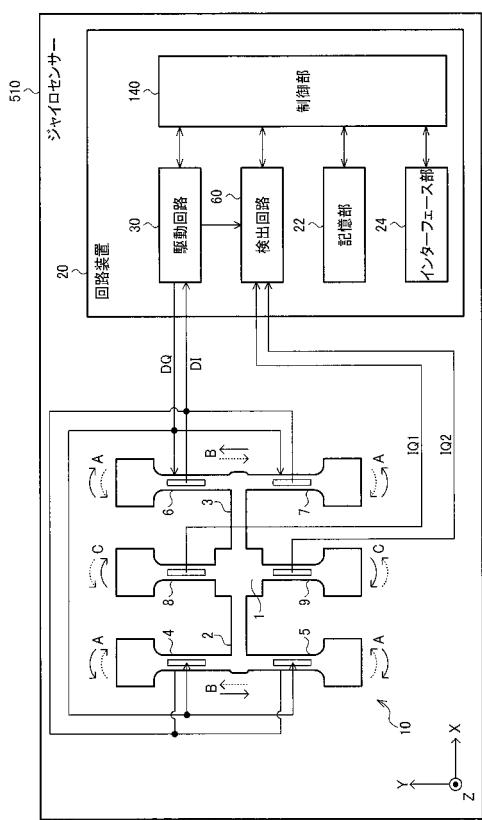
【図 1 1】



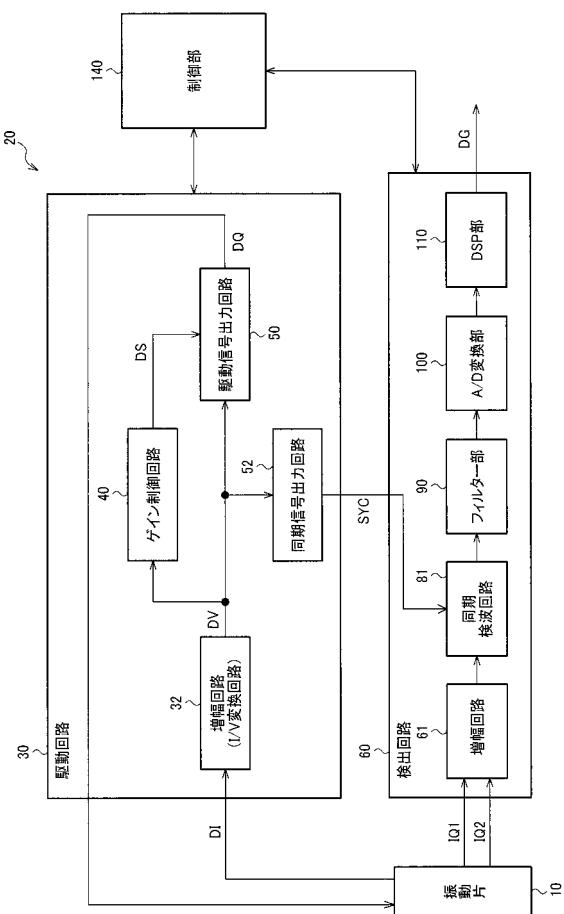
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 羽田 秀生

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ター&ム(参考) 2F129 AA02 BB08 BB09 BB22 BB23 BB38 BB41 BB42 FF02 FF20

FF24