

(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2010-48826

(P2010-48826A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 1 C 17/32 (2006.01)

G O 1 C 17/32

G O 1 C 17/38 (2006.01)

G O 1 C 17/38

C

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-273316 (P2009-273316)
 (22) 出願日 平成21年12月1日 (2009.12.1)
 (62) 分割の表示 特願2003-435966 (P2003-435966)
 の分割
 原出願日 平成15年12月26日 (2003.12.26)

(71) 出願人 303046277
 旭化成エレクトロニクス株式会社
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番
 地
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (72) 発明者 北村 徹
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番
 地 旭化成エレクトロニクス株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 正信
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番
 地 旭化成エレクトロニクス株式会社内

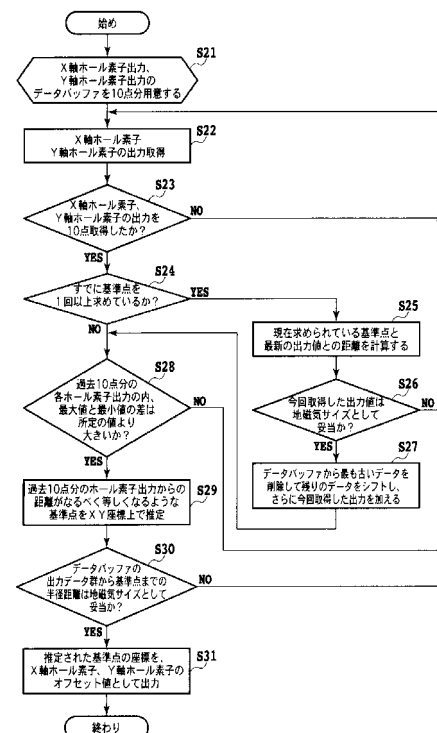
(54) 【発明の名称】 方位角計測方法および方位角計測装置

(57) 【要約】

【課題】出力データ群の取得時に、異常磁界の影響がある場合や、方位角計測装置が十分に移動しない場合でも、真の基準点と異なる座標を基準点と誤推定しない方位角計測方法および方位角計測装置を提供する。

【解決手段】X軸およびY軸ホール素子の出力を10点取得すると(S23)、すでに基準点を1回以上求めているかどうか判定する(S24)。基準点が求められている場合は、その基準点と最新の出力値との距離が地磁気サイズとして妥当か判定する(S26)。妥当である場合は、データバッファ部18から古いデータを削除し今回取得した出力データを加え(S27)、それら出力値からの距離が等しくなる基準点を推定し(S29)、その推定された基準点と各出力値が形成する円周との半径距離が地磁気サイズとして妥当か判定する(S30)。妥当である場合は、推定された基準点をX軸およびY軸ホール素子のオフセット値として出力する(S31)。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2 軸の地磁気検出手段における検出方向を所定の平面上にあるよう保ちながら該検出方向を変化させる、または 3 軸の地磁気検出手段における検出方向を 3 次元空間において変化させながら、前記検出方向が変化した時の前記 2 軸または 3 軸の地磁気検出手段からの出力データを所定回数以上取得するステップと、

前記 2 軸の地磁気検出手段からの出力データを成分とする 2 次元座標上、または前記 3 軸の地磁気検出手段からの出力データを成分とする 3 次元座標上において、前記取得された 2 軸または 3 軸の地磁気検出手段からの出力データからなる出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を基準点として推定するステップと、

前記推定した基準点を中心とし、前記出力データ群の各々が円周を形成する円の半径距離を算出するステップと、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記基準点との距離のばらつきが大きい場合に、前記基準点を破棄するステップと
を具えたことを特徴とする方位角計測方法。

【請求項 2】

前記基準点の座標は、オフセット情報であることを特徴とする請求項 1 記載の方位角計測方法。

【請求項 3】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と、前記半径距離との差であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方位角計測方法。

【請求項 4】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と、最小値との差であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方位角計測方法。

【請求項 5】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の標準偏差であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方位角計測方法。

【請求項 6】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と最小値との差と、前記半径距離との比であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方位角計測方法。

【請求項 7】

地磁気を検出する 2 軸または 3 軸の地磁気検出手段と、

前記 2 軸の地磁気検出手段の検出方向が所定の平面上にあるよう保ちながら該検出方向が変化した時の前記地磁気検出手段からの 2 軸の出力データ、または前記 3 軸の地磁気検出手段の向きが 3 次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの 3 軸の出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、

前記 2 軸の出力データを各軸方向成分とする 2 次元座標上、または前記 3 軸の出力データを各軸方向成分とする 3 次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた 2 軸または 3 軸の出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を基準点として推定する基準点推定手段と、

前記推定した基準点を中心とし、前記出力データ群の各々が円周を形成する円の半径距離を算出する半径距離算出手段と、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記基準点との距離のばらつきが大きい場合に、前記基準点を破棄することを特徴とする方位角計測装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記基準点の座標は、オフセット情報であることを特徴とする請求項 7 記載の方位角計測装置。

【請求項 9】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と、前記半径距離との差であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の方位角計測方法。

【請求項 10】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と、最小値との差であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の方位角計測方法。

【請求項 11】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の標準偏差であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の方位角計測方法。

【請求項 12】

前記ばらつきの判断指標が、

前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と最小値との差と、前記半径距離との比であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の方位角計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、方位角計測方法および方位角計測装置に関し、より詳細には、磁気センサによって計測された地磁気データから方位角を求める方位角計測方法および方位角計測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

地磁気を検知して方位角を得る方位角計測装置は、携帯電話でのナビゲーション用途などに使われている。このような方位角計測装置においては、磁気センサが検知する地磁気以外の環境磁界に起因する信号出力や、無信号入力時の信号処理回路の出力分であるオフセット分を差し引いて方位角を求めないと、誤った方位を示してしまうことはよく知られている。

【0003】

オフセット分を求める方法としては、特許文献 1 では、方位角計測装置を水平に一周してその最大・最小の点を求め、その中点をオフセットの点として求める方法が開示されており、特許文献 2 に開示されている方法のように、方位角計測装置を直交する任意の 3 点に向けて取得した地磁気情報から方位計を一回転させたときの出力軌跡の方程式を求め、オフセット分を計算する、などの方法が知られている。

【0004】

図 6 は、従来の方角計測装置の構成を示すブロック図である。

図 6 において、方位角計測装置には、2 軸磁気センサ 11、磁気センサ駆動電源部 12、マルチプレクサ部 13、増幅部 14、A/D 変換部 15、感度補正情報記憶部 16、感度補正計算部 17、データバッファ部 18、オフセット情報算出部 19、オフセット情報記憶部 20、オフセット補正部 21 および方位角計算部 22 が設けられている。

【0005】

2 軸磁気センサ 11 には、x 軸磁気センサ $H E x$ および y 軸磁気センサ $H E y$ が設けられており、それぞれ地磁気 M の x 方向成分 $M x$ および y 方向成分 $M y$ を検出したセンサ信号を出力するようになっている。磁気センサ駆動電源部 12 は、x 軸磁気センサ $H E x$ 、

10

20

30

40

50

および y 軸磁気センサ H E y の動作に必要な駆動電圧を出力するようになっている。

【0006】

マルチプレクサ部 13 は、x 軸磁気センサ H E x および y 軸磁気センサ H E y を切り換えるためのもので、磁気センサ駆動電源部 12 の出力電圧を x 軸磁気センサ H E x および y 軸磁気センサ H E y に時分割で印加し、x 軸磁気センサ H E x、および y 軸磁気センサ H E y から出力されたセンサ信号を順次出力するようになっている。増幅部 14 は、マルチプレクサ部 13 から出力されたセンサ信号を順次増幅する。A/D 変換部 15 は、増幅部 14 によって増幅されたセンサ信号を順次 A/D 変換し、x 軸地磁気測定データおよび y 軸地磁気測定データとして順次出力する。

【0007】

感度補正情報記憶部 16 は、所定の感度補正情報を記憶する。感度補正計算部 17 は、感度補正情報記憶部 16 に記憶されている感度補正情報に基づいて、A/D 変換部 15 から出力された地磁気計測データの感度補正を行う。データバッファ部 18 は、感度補正計算部 17 によって感度補正され、オフセット情報算出に用いる地磁気計測データを所定数保持する。

【0008】

オフセット情報算出部 19 は、データバッファ部に保持された地磁気計測データを読み出し、オフセット情報を算出する。オフセット情報記憶部 20 は、オフセット情報算出部 19 から出力されたオフセット情報を記憶する。オフセット補正部 21 は、オフセット情報記憶部 20 に記憶されているオフセット情報に基づいて、感度補正計算部 17 によって感度補正された地磁気計測データのオフセットを補正する。方位角計算部 22 は、オフセット補正部 21 によってオフセット補正を受けた地磁気計測データに基づいて方位角を算出するようになっている。

【0009】

図 1 は、従来の方位角計測装置において基準点を推定する手順を示すフロー図である。

図 1 において、オフセット情報算出部 19 は、x 軸ホール素子 H E x の出力増幅値 S_{rx} および y 軸ホール素子 H E y の出力増幅値 S_{ry} をそれぞれ 10 点分格納するためのデータバッファを用意する（ステップ S 11）。

【0010】

そして、オフセット情報算出部 19 は、x 軸ホール素子 H E x、y 軸ホール素子 H E y の出力増幅値 S_{rx} 、 S_{ry} をそれぞれ 10 点分取得し（ステップ S 12、S 13）、感度補正情報記憶部 19b に記憶されている感度補正情報に基づいて、x 軸ホール素子 H E x、および y 軸ホール素子 H E y の出力増幅値 S_{rx} 、 S_{ry} に感度補正係数をそれぞれ乗じ、x 軸ホール素子 H E x、および y 軸ホール素子 H E y の感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y を得る。

【0011】

そして、オフセット情報算出部 18 は、x 軸ホール素子 H E x および y 軸ホール素子 H E y の感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y をそれぞれ 10 点分得ると、データバッファから最も古いデータを削除し、残りのデータをシフトし、さらに今回取得した出力増幅値 S_x 、 S_y を加える（ステップ S 14）。

【0012】

次に、オフセット情報算出部 19 は、x 軸ホール素子 H E x および y 軸ホール素子 H E y の感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y の過去 10 点分を対象として、それら出力増幅値の最大値と最小値とをそれぞれ求め、その最大値と最小値との差分が所定値より大きいかを判断する（ステップ S 15）。

【0013】

そして、ステップ S 15 で求めた最大値と最小値との差分が所定値以下の場合、今回取得した出力増幅値 S_x 、 S_y を破棄し、ステップ S 12 に戻って、x 軸ホール素子 H E x および y 軸ホール素子 H E y の出力増幅値 S_{rx} 、 S_{ry} を新たに取得する。

【0014】

一方、ステップ S 1 5 で求めた最大値と最小値との差分が所定値より大きい場合、1 0 点分の出力増幅値 S_x 、 S_y をそれぞれ x y 成分とする点 P_{11} (S_{1x} 、 S_{1y})、 P_{12} (S_{2x} 、 S_{2y})、 P_{13} (S_{3x} 、 S_{3y})、・・・からの距離がなるべく等しくなるような基準点 C 2 の座標 (C_x 、 C_y) を推定する (ステップ S 1 6)。

【0015】

そして、今回推定した基準点 C 2 の座標 (C_x 、 C_y) と、前回推定した基準点 C 2 の座標 (C_x 、 C_y) との差が所定値より小さいかどうかを判定し (ステップ S 1 7)、所定値以上の場合、今回推定した基準点 C 2 の座標 (C_x 、 C_y) を破棄し、ステップ S 1 2 に戻って、 x 軸ホール素子 HEx および y 軸ホール素子 HEy の出力増幅値 S_{rx} 、 S_{ry} を新たに取得する。

10

【0016】

ステップ S 1 8 では、ステップ S 1 6 により推定された基準点の座標を、 X 軸ホール素子、 Y 軸ホール素子に対するオフセット値として出力する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献 1】特許第 1 4 2 2 9 4 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 1 3 1 0 6 8 号公報

【特許文献 3】特許第 1 6 6 0 6 1 3 号公報

【特許文献 4】特許第 2 5 3 8 7 3 8 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

しかしながら、この方法は方位角計測装置のユーザーに特別な作業を強いるばかりか、一度オフセットを求めた後に環境磁界が変化するなどしてオフセット分が変化した場合などにオフセットを再度計算するべきかどうかの判断をユーザーに委ねているために、方位角表示の信頼性に問題がある。

【0019】

このような問題の解決策として、磁気センサを任意の方向に向けて取得したデータが 2 軸センサの場合は円周上に、3 軸センサの場合は球面上を分布することを利用して、取得した出力データ群からの距離のばらつきが最小となるような 2 次元または 3 次元空間上の基準点の座標を、統計的に、および／または解析的に求め、その点をオフセット値と推定する方法がある。この方法は、たとえば、特許文献 3 や、特許文献 4 に開示されている。

30

【0020】

この方法によれば、ユーザーが方位角計測装置を一周させるなどの無理な使い方を強いられったり、意識をして方位角計測装置に対して校正動作を行ったりする必要がないので使い勝手が向上するうえに、環境磁界が変化しても、ユーザーの自然な動きの中で方位角計測装置が検知した磁界の値からオフセット値を求めることが可能であり、さまざまな環境での方位角表示精度が向上する。

【0021】

40

しかしながら、これらの場合においては、出力データ群の取得において方位角計測装置が 2 次元空間または 3 次元空間上で十分に広い範囲を移動していない場合や、取得したデータ群の中に外乱による異常磁界が含まれていたりする場合においては、真の基準点とはまったく異なった座標を基準点と誤推定してしまう場合があった。

【0022】

すなわち、方位角計測装置を手を持ったまま歩くなどの場合、磁気センサ出力は円周上もしくは球面上の一点の近傍で、手ぶれ、体動によるわずかな出力変化の分だけ変化をするので、その変化の中心点などを基準点として誤推定してしまうわけである。

【0023】

また、取得したデータ群の中に外乱による異常磁界が含まれている場合に、異常データ

50

も含むデータ群全体から等距離になる点を求めてしまい、そのために真の基準点からはまったく異なる点を基準点と誤推定してしまうわけである。

【0024】

上記フローでの基準点推定の問題点を説明した図が図3および図5である。

図3において、測定点P1からP10までのデータがバッファ内に蓄積された後に、測定点が平面に描く円周軌跡の中心座標C0を計算する。ここで求められたC0が各軸のオフセット値となる。次に着磁している構造物の近くで測定を行い、地磁気としては異常値である測定値P11が得られたとする。従来の方法では、データバッファをひとつ更新して、すなわちP1をバッファ内から削除して、P2からP11までのデータ群を使って円周の中心座標C1を求める。この場合、P11が異常値であるので中心座標C1は前回の中心座標C0からずれた位置となり、誤った値となる。したがって、最終的な方位角度には誤差が生じることになる。

10

【0025】

次に地磁気として正しい測定値P12が得られた場合、再びデータバッファをひとつ更新してP3からP12までのデータ群を使って円周の中心座標C2を求める。この場合に、異常値であるP11はバッファに残ったままであるため、前述と同様にP11の影響を受けて中心座標C2は正しい中心座標であるC0とは異なる位置となってしまう。

【0026】

このように異常データP11がバッファ内に蓄積されると、円周の中心座標を求める際、常に異常データの影響が反映され、正しいオフセット値が求められない。このような正しいオフセット値が求められない期間は異常データがバッファ内から削除されるまで続くことになる。

20

【0027】

一方、方位角計測装置を手に持ったまま歩くなど、空間上を広く移動していない場合は、ホール素子出力の描く軌跡は、図5に示すように円周上の1点の近傍に集約される。

【0028】

今、測定点P1からP9は円周上の1点の近傍に集約されたデータであり、記憶されている正しい円周の中心座標はC0であったとする。次の測定で、上記円周上で離れた位置のデータP10が測定値として得られた場合、P1からP10までのデータ群を使って円周の中心座標C1を求めることとなる。

30

【0029】

この場合、P1からP9までのデータは近傍のデータであり、P10が同じく近傍のデータであった場合はS15で示される各ホール素子の出力の最大値、最小値を評価するステップで排除される場合が多いが、P10が円周上で離れた位置である場合は最大値と最小値との差が所定値を超えてしまうので有効なデータ群であると判定されてしまう。

【0030】

この場合は、円周の一点近傍とP10が示す円周上で離れた位置の磁界データとから円周の中心座標C1を求めてしまい、間違ったオフセットを求めてしまうことになる。

【0031】

引き続いて、地磁気としては異常値である測定値P11が得られたとする。この場合は、P1はバッファから削除されてP2からP11までのデータ群から円周の中心座標C2を求めることになる。

40

【0032】

P11は円周上に存在しない異常データであり、これを用いて求められた円周の中心座標は、正しい円周の中心座標C0と異なってしまう。

【0033】

なお、2軸の磁気センサ出力が2次元平面上に円周軌跡を描く場合について説明しているが、3軸の磁気センサ出力が3次元平面状に球面軌跡を描く場合においても、まったく同じ議論がなりたつ。

【0034】

50

本発明は、このような問題を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、2軸または3軸の磁気センサより取得した出力データ群からの距離のばらつきが最小となるような2次元または3次元空間上の基準点の座標を、統計的に、および、または解析的に求める方法において、取得したデータ群の中に外乱による異常磁界が含まれている場合や、出力データ群の取得において方位角計測装置が2次元空間または3次元空間上で十分に広い範囲を移動していない場合などにおいても、真の基準点とはまったく異なった座標を基準点と誤推定しないような方位角計測方法および方位角計測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0035】

本発明は、2軸の地磁気検出手段における検出方向を所定の平面上にあるよう保ちながら該検出方向を変化させる、または3軸の地磁気検出手段における検出方向を3次元空間において変化させながら、前記検出方向が変化した時の前記2軸または3軸の地磁気検出手段からの出力データを所定回数以上取得するステップと、前記2軸の地磁気検出手段からの出力データを成分とする2次元座標上、または前記3軸の地磁気検出手段からの出力データを成分とする3次元座標上において、前記取得された2軸または3軸の地磁気検出手段からの出力データからなる出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を基準点として推定するステップと、

前記推定した基準点を中心とし、前記出力データ群の各々が円周を形成する円の半径距離を算出するステップと、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記基準点との距離のばらつきが大きい場合に、前記基準点を破棄するステップとを具えたことを特徴とする。

【0036】

前記基準点の座標は、オフセット情報であることを特徴とする。

【0037】

前記ばらつきの判断指標が、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と、前記半径距離との差であることを特徴とする。

【0038】

前記ばらつきの判断指標が、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と、最小値との差であることを特徴とする。

【0039】

前記ばらつきの判断指標が、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の標準偏差であることを特徴とする。

【0040】

前記ばらつきの判断指標が、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記推定された基準点との距離と前記半径距離との差の最大値と最小値との差と、前記半径距離との比であることを特徴とする。

【0041】

本発明は、地磁気を検出する2軸または3軸の地磁気検出手段と、前記2軸の地磁気検出手段の検出方向が所定の平面上にあるよう保ちながら該検出方向が変化した時の前記地磁気検出手段からの2軸の出力データ、または前記3軸の地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸の出力データを所定回数以上繰り返し取得する出力データ取得手段と、前記2軸の出力データを各軸方向成分とする2次元座標上、または前記3軸の出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた2軸または3軸の出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を基準点として推定する基準点推定手段と、前記推定した基準点を中心とし、前記出力データ群の各々が円周を形成する円の半径距離を算出する半径距離算出手段と、前記出力データ群を構成する個々のデータと前記基準点との距離のばらつきが大きい場合に、前記基準点を破棄することを特徴とする。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、方位角計測装置が2次元空間または3次元空間上で十分に広い範囲を移動していない場合などにおいて、磁気センサからの出力が円周上、もしくは球面上の一点を中心とした狭い範囲に分布している場合には、求めた基準点から出力データまでの距離が通常地磁気出力として期待できる大きさよりも大きかったり小さかったりするので、その場合は求めた基準点を破棄するようにすることで基準点を誤推定しないので、正しい方位角を演算・表示する。

【0043】

また、本発明によれば、磁気センサからの出力に異常値が含まれた場合でも、出力データから既知の基準点との距離を計算し、その距離が通常地磁気出力として期待できる大きさよりも大きかったり小さかったりする場合には、方位角計測装置はその出力値を有効なデータとは認識しないで破棄するために、オフセット磁界成分を計算する際に基準点を誤推定しないので、正しい方位角を演算・表示する。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】従来の方位角計測装置において基準点を推定する手順を示すフロー図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る基準点を推定する手順を示すフロー図である。

【図3】従来の基準点推定についての問題点を説明した図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るアルゴリズムの効果を説明する図である。

【図5】従来の基準点推定についての問題点を説明した図である。

【図6】従来の方位角計測装置の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る方位角測定装置の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

(第1の実施形態)

図7は、本発明の一実施形態に係る方位角測定装置の概略構成を示すブロック図である。

【0046】

図7において、背景技術に記載の図1と同様である部分については同じ符号を付すと共に説明は省略し、ここでは、本発明に特徴的な部分を詳細に説明する。

【0047】

同図において、方位角計測装置には、2軸磁気センサ11、磁気センサ駆動電源部12、マルチプレクサ部13、増幅部14、A/D変換部15、感度補正情報記憶部16、感度補正計算部17、データバッファ部18、オフセット情報算出部19、オフセット情報記憶部20、オフセット補正部21および方位角計算部22に加え、距離判定部(第一の距離判定部)23と半径距離判定部(第二の距離判定部)24が設けられている。

【0048】

また、同図に示す方位角計測装置は、方位各計測装置全体を制御する制御部(不図示)を有しており、この制御部は、制御を実行するCPUとこのCPUの制御プログラム(例えば、図2に示す如き制御手順を含む)を格納したROMと、CPUの作業領域を提供するRAMとを有し、図7に示す各構成もこの制御部によって統合して制御される。

【0049】

距離判定部23は、2軸磁気センサ11で取得され、感度補正計算部17より出力されたデータと、オフセット情報記憶部20に記憶されているオフセット情報との距離を算出し、その距離の大きさが地磁気ベクトル強度として妥当かどうか判定する。

【0050】

半径距離判定部24は、オフセット情報算出部19でオフセット情報を算出した際に導出される、データバッファ部18に保持された地磁気計測データ群とオフセット情報とが成す方位円の半径距離に対して、地磁気ベクトル強度として妥当かどうか判定する。

【0051】

なお、2軸磁気センサ11のx軸ホール素子HE_xおよびy軸ホール素子HE_yは、地磁気を検出するためのもので、例えば、InSbやInAs、GaAsなどの化合物半導体系あるいはSiモノリシック系であることが好ましい。

【0052】

2軸磁気センサ11で取得された地磁気情報は、マルチプレクサ部13を経由し、増幅部14で増幅される。x軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_{rx}は、以下の(1)式で表すことができ、y軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_{ry}は、以下の(2)式で表すことができる。

$$S_{rx} = a_x \cdot M_x + C_{rx} \quad \dots (1) \quad 10$$

$$S_{ry} = a_y \cdot M_y + C_{ry} \quad \dots (2)$$

ただし、 a_x は、x軸ホール素子HE_xの感度、 C_{rx} は、x軸ホール素子HE_xのオフセット、 a_y は、y軸ホール素子HE_yの感度、 C_{ry} は、y軸ホール素子HE_yのオフセット、 M_x は、地磁気Mのx方向成分、 M_y は、地磁気Mのy方向成分である。

【0053】

ホール素子出力増幅値は、A/D変換部15でディジタル情報になり、感度補正計算部17で個々のホール素子の感度の差異が補正される。

【0054】

感度補正後のx軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yは、距離判定部23に入力される。オフセット情報記憶部20にすでにオフセット情報が記憶されている場合は、x軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yとオフセット情報までの距離とが評価され、地磁気信号として期待される距離値に対して妥当かどうか判定される。 20

【0055】

上述の判定が妥当でなかった場合は、感度補正後のx軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yはデータバッファ部18に入力されずに破棄され、また方位角計算部22でも演算はされない。

【0056】

上述の判定が妥当であった場合およびオフセット情報記憶部20にオフセット情報が記憶されていない場合は、感度補正後のx軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yはデータバッファ部18に入力される。 30

【0057】

データバッファ部18に所定数のデータが入力されていなければ、方位角計算部22では方位角の演算をせず、再び2軸磁気センサ11で、地磁気情報を取得する。データバッファ部18に所定数のデータが入力されていれば、オフセット情報算出部19ではデータバッファ部18内のデータからオフセット情報を算出し、算出されたオフセット情報はオフセット情報記憶部20に記憶される。

【0058】

オフセット情報算出部19でオフセット情報を算出した際に導出される、データバッファ部18に保持された地磁気計測データ群とオフセット情報とが成す方位円の半径距離が地磁気ベクトル強度として妥当かどうかを半径距離判定部24が判定し、妥当であった場合は、最新の感度補正後のx軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yは、オフセット情報記憶部20で記憶されるとともに、オフセット補正部21に入力される。オフセット補正された地磁気計測データに基づき、方位角計算部22にて方位角が演算され、その演算をもとに、方位角情報が出力される。 40

【0059】

以下で、オフセット情報算出部19でのオフセット情報の算出方法を説明する。

感度補正後のx軸ホール素子HE_xの出力増幅値S_xおよびy軸ホール素子HE_yの出力増幅値S_yは、以下の(3)、(4)式のように表すことができる。

$$S_x = a_0 / a_x \cdot S_{rx} = a_0 \cdot M_x + C_x \quad \dots (3) \quad 50$$

$$S_y = a_0 / a_y \cdot S_{ry} = a_0 \cdot M_y + C_y \quad \dots (4)$$

ただし、 a_0 / a_x は、 x 軸ホール素子 HE_x の感度補正係数、 a_0 / a_y は、 y 軸ホール素子 HE_y の感度補正係数、 a_0 は、 x 軸ホール素子 HE_x および y 軸ホール素子 HE_y の感度補正後の感度である。

【0060】

また、 C_x は、 x 軸ホール素子 HE_x の感度補正後のオフセット、 C_y は、 y 軸ホール素子 HE_y の感度補正後のオフセットであり、

$$C_x = a_0 / a_x \cdot C_{rx}$$

$$C_y = a_0 / a_y \cdot C_{ry}$$

である。

10

【0061】

例えば、方位角計測装置の向きが、 x 、 y 軸が所定の平面上にあるよう保ちながら変化した時に、感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y として、 (S_{1x}, S_{1y}) 、 (S_{2x}, S_{2y}) 、 (S_{3x}, S_{3y}) 、 $\dots$ という値がそれぞれ得られたものとする、これらの値で特定される点 $P_1(S_{1x}, S_{1y})$ 、 $P_2(S_{2x}, S_{2y})$ 、 $P_3(S_{3x}, S_{3y})$ 、 $\dots$ を xy 座標上にそれぞれ配置する。

【0062】

ここで、(3)、(4)式を変形すると、

$$(S_x - C_x) / a_0 = M_x \quad \dots (5)$$

$$(S_y - C_y) / a_0 = M_y \quad \dots (6)$$

20

となる。

【0063】

一方、携帯電話等の方位角計測装置を備えた装置は、 x 、 y 軸を含む平面上で回転するから、

$$(M_x^2 + M_y^2) = \text{const} \quad \dots (7)$$

が成り立つ。

【0064】

従って、

$$\begin{aligned} & ((S_x - C_x) / a_0)^2 + ((S_y - C_y) / a_0)^2 \\ &= M_x^2 + M_y^2 \quad \dots (8) \end{aligned}$$

30

となる。

【0065】

ここで、

【0066】

【数1】

$$r = \frac{1}{a_0} \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

【0067】

40

と置くと、

$$(S_x - C_x)^2 + (S_y - C_y)^2 = r^2 \quad \dots (9)$$

が成り立つ。

【0068】

従って、感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y で特定される点 $P_1(S_{1x}, S_{1y})$ 、 $P_2(S_{2x}, S_{2y})$ 、 $P_3(S_{3x}, S_{3y})$ 、 $\dots$ は、いずれも x 軸ホール素子 HE_x のオフセット C_x および y 軸ホール素子 HE_y のオフセット C_y を xy 成分とする基準点 $C_1(C_x, C_y)$ から等しい距離に位置することになる。

【0069】

基準点 $C_1(C_x, C_y)$ は、 $P_1(S_{1x}, S_{1y})$ 、 $P_2(S_{2x}, S_{2y})$ 、 P_3

50

(S_{3x} 、 S_{3y})、・・・から推定することができ、種々の計算方法がある。感度補正後の出力増幅値 S_x 、 S_y には何らかの誤差が含まれているので、データ取得数をなるべく多くして、基準点 C_1 (C_x 、 C_y)から P_1 (S_{1x} 、 S_{1y})、 P_2 (S_{2x} 、 S_{2y})、 P_3 (S_{3x} 、 S_{3y})、・・・までの距離のばらつきが最小になるよう統計的手法を用いて計算するのが望ましい。

例えば、データ取得数は4以上、好ましくは10以上とする。

【0070】

統計的手法とは、たとえば、最小自乗法により距離のばらつきが最小になる点を求める方法がある。その解法としては、ニュートン・ラプソン法を用いたり、基準点の座標を解とする連立一次方程式を解くこと等が挙げられる。

10

【0071】

また、4点以上のデータ群から任意の3点を選び、その3点を通る円周の中心を求め、データ群から得られた複数個の中心データに対してさまざまな方法、たとえば平均したり、最小自乗法で中心値を推定するなどの方法を用いても良い。

【0072】

図2は、本発明の一実施形態に係る基準点を推定する手順を示すフロー図である。

オフセット情報算出部19は、x軸ホール素子 HE_x の出力増幅値 S_{rx} およびy軸ホール素子 HE_y の出力増幅値 S_{ry} (S_{rx} と S_{ry} とを総じて測定データとも呼ぶ)をそれぞれ10点分格納するためのデータバッファを用意する(ステップS21)。

【0073】

20

そして、オフセット情報算出部19は、x軸ホール素子 HE_x 、y軸ホール素子 HE_y の出力増幅値 S_{rx} 、 S_{ry} をそれぞれ10点分取得する(ステップS22、S23)。

【0074】

所望の数のデータ数がそろった後、ステップS24にてすでに基準点の座標が一回以上求められているかどうかの判定を行う。オフセット値を求める初期段階で一度も基準点が求められていない時はステップS28に移行する。

【0075】

すでに基準点が求められている場合には、ステップS25にて基準点と最新の測定データとの距離を計算する。次にステップS26にてステップS25での計算結果から正しく地磁気を測定したかどうかの判定を行う。その結果、最新の測定データが地磁気として妥当な大きさであれば測定データを有効と判定し、ステップS27へ移行する。

30

【0076】

地磁気として妥当ではないと判定した場合は、最新の測定データを破棄しステップS22へ移行して新たな測定を実施する。

【0077】

ステップS27では、データバッファ部18の最も古いデータを削除し、データシフトの後に最新の測定データを追加する。

【0078】

ステップS28では、データバッファ18部内部のホール素子出力データの最大値、最小値が所定の値より大きいかどうかを判定する。所定の値より小さければ、最新の測定データを破棄してステップS22へ移行して新たな測定を実施する。所定の値より大きければ、ステップS29に移行する。

40

【0079】

ステップS29では、データバッファ部18内部のホール素子出力データ群からの距離がなるべく等しくなるような基準点を推定するとともに、データ群が成す方位円から基準点までの半径距離となる値がひとつ算出される。

【0080】

次に、ステップS30において、ステップS29にて算出された半径距離を評価し、地磁気サイズとして妥当か否かを判定する。妥当でないと判定された場合は、最新の測定データを破棄してステップS22へ移行して新たな測定を実施する。妥当であると判定され

50

た場合は、ステップ S 3 1 に移行する。

【0081】

ステップ S 3 1 では、推定された基準点の座標を採用して、X、Y 各素子のオフセット値として出力をする。

【0082】

なお、ステップ S 2 4 での判定結果、No と判定された場合、すなわち、基準点を一回以上求めている場合は、ステップ S 3 1 で出力されたオフセット値は、次のオフセット値推定工程におけるステップ S 2 4 での判定の際の初期値としてデータバッファ部 1 8 に設定される。一方、ステップ S 2 4 での判定結果、Yes と判定された場合、すなわち、すでに基準点を一回以上求めている場合は、前の測定で出力されたオフセット値は、ステップ S 3 1 で出力されたオフセット値に更新される。

10

【0083】

次に、本実施形態のアルゴリズムの具体的な効果を図 4 を使って説明する。

図 4 において、測定点 P 1 から P 1 0 までのデータがバッファ内に蓄積された後、円周の中心座標 C 0 を計算する。ここで求められた C 0 が各軸のオフセット値となる。次に P 1 1 の測定点が得られた時点ですでに求められているオフセット値 (C 0) を使って C 0 と P 1 1 の距離を計算し、地磁気ベクトルの大きさとして妥当な値が得られているかを評価する。その結果、測定値が地磁気ベクトルの大きさとしては異常値であると判断された場合、P 1 1 は破棄され、オフセット値は計算されずに、オフセット値として C 0 の座標を再び使用する。

20

【0084】

その後 P 1 2 が測定され、地磁気測定値として地磁気ベクトルの大きさが妥当と判断された場合に、P 2 ~ P 1 0 と P 1 2 によって再度円周の中心座標を計算により推定する。推定された中心座標 C 2 と測定点までの距離を評価し、地磁気ベクトルの大きさとして妥当であると判断された場合には、推定された中心座標 C 2 を最新のオフセット値として採用する。地磁気ベクトルの大きさとして妥当でないと判断された場合は、P 1 2 は破棄され、オフセット値は計算されずに、オフセット値として C 0 の座標を再び使用するものである。

【0085】

以上のフローを用いることで、磁気センサ測定値として異常値が計測された場合でも、地磁気ベクトルの大きさをもとに地磁気サイズとして妥当かどうか評価することで、その異常値を含めた磁気センサ測定値からオフセットは計算されない。

30

【0086】

さらに、図 5 で示されるような方位角計測装置を手に持ったまま歩くなど、空間上を広く移動していない場合においては、測定点 P 1 ~ P 1 0 または P 2 から P 1 1 と計算されたオフセット値とで形成される方位円の半径である、半径距離の大きさを評価し、半径距離が地磁気ベクトルとしては異常値であった場合にはオフセット値を破棄するので、オフセット値を誤推定することが少なくなる。

【0087】

なお、本実施形態では、地磁気検出手段として 2 軸磁気センサを用いた形態について説明したが、3 軸磁気センサを用いた形態であっても良い。

40

【0088】

地磁気ベクトルの大きさの値としては日本国内での標準値として約 50 μ T 程度とされている。しかしながら都市部などではビル内の鉄骨や地下構造物の影響により標準値以外の地磁気ベクトルの大きさも観測されるための妥当な範囲としては約 20 μ T から 60 μ T 程度とするのが適している。3 軸磁気センサを用いる場合は、上記数字をそのまま用いることが好ましい。2 軸の磁気センサであって、磁気ベクトルを水平面に投影した値を用いる場合は、もともと水平面での地磁気ベクトルの大きさが 30 μ T であるが、センサを傾けた場合には 50 μ T となる場合も考えられるため、妥当な範囲は 15 μ T から 60 μ T とすることが好ましい。

50

【0089】

また、上記フローにおいては、測定データと記憶されてあるオフセット値との距離や測定されたデータ群と計算されたオフセット値とで形成される方位円の半径距離が地磁気ベクトルに比べて異常であった場合は最新の測定データや計算された基準点を破棄するようにしているが、そうではなくてデータバッファのデータ群のうちのいくつかのデータや、データ群すべてを破棄するようにしても良い。

【0090】

本実施形態において、磁気センサとしては、ホール素子について述べているが、ホール素子に限らず、MR素子やMI素子、フラックスゲートなど何でもよい。

【0091】

10

(その他の実施形態)

第1の実施形態では、出力データとすでに求められたオフセットとの距離や、求められた半径距離が、例えば、地磁気ベクトルの大きさに比べて妥当か否かを判断しているが、それらを混合させた方法も考えられる。

【0092】

すなわち、出力データ群から半径距離とオフセット値とが求められた際に、出力データ群を構成する個々のデータと計算されたオフセット値との距離を求め、個々のデータとオフセット値との距離と半径距離との差を評価する。

【0093】

データ群の個々のデータとオフセット値との距離のばらつきが大きかったり、個々のデータとオフセット値との距離と半径距離との差が大きいものが混合していると、測定データ群の中に異常データや雑音が紛れ込んでいる可能性があり、それらのデータから求められたオフセット値は、信頼性が低いとみて破棄するなどの判断を考えられる。

20

【0094】

ばらつきの判断指標としては、個々のデータとオフセット値との距離と半径距離との差をとり、その最大値と最小値との差と半径距離との比を取ることが好ましいが、その他にも最大値と最小値との差そのものを用いたり、標準偏差を用いるなど、様々な方法を用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0095】

30

本発明は、磁気センサを用いた方位角センサに関するものであり、さらに言えば、方位角センサで地磁気方位を計測する場合に、取得された磁界データが適切でなかった場合に、適切でないデータをもとに誤ったオフセット値を求めることを少なくし、方位角計測精度の劣化を防ぐものである。

【符号の説明】

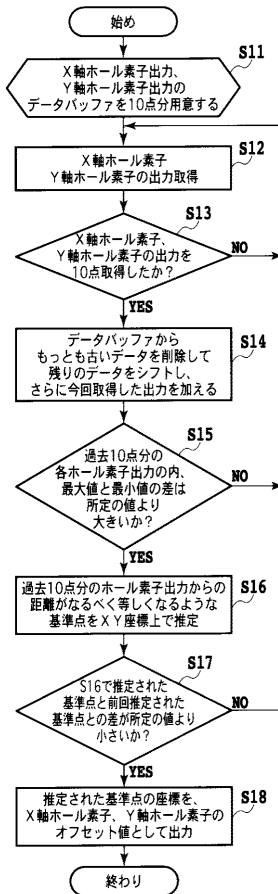
【0096】

- 1 1 2軸磁気センサ
- 1 2 磁気センサ駆動電源部
- 1 3 マルチプレクサ部
- 1 4 増幅部
- 1 5 A/D変換部
- 1 6 感度補正情報記憶部
- 1 7 感度補正部
- 1 8 データバッファ部
- 1 9 オフセット情報算出部
- 2 0 オフセット情報記憶部
- 2 1 オフセット補正部
- 2 2 方位角計算部
- 2 3 第一の距離判定部
- 2 4 第二の距離判定部

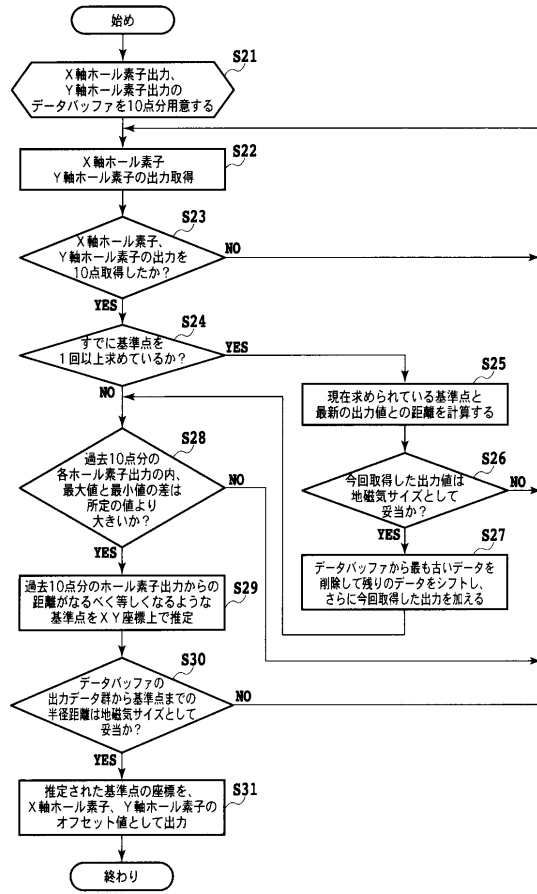
40

50

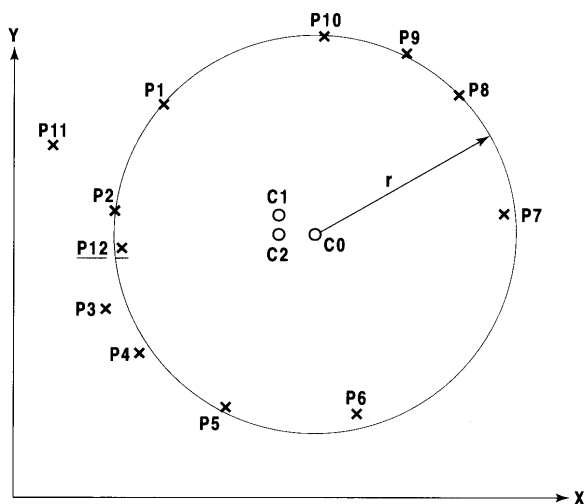
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

