

(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
2018年4月12日(12.04.2018)



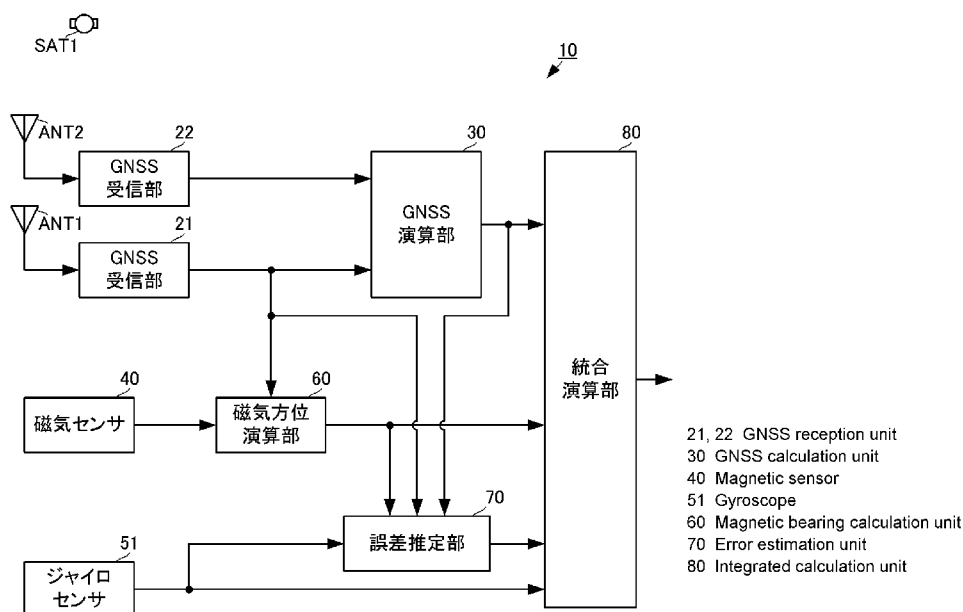
(10) 国際公開番号

WO 2018/066291 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 19/54 (2010.01) G01S 19/40 (2010.01)
G01C 21/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/031920
- (22) 国際出願日: 2017年9月5日(05.09.2017)
- (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 2016-198736 2016年10月7日(07.10.2016) JP
- (71) 出願人: 古 野 電 気 株 式 会 社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中 村 拓 (NAKAMURA, Hiraku); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 戸田 裕行(TODA, Hiroyuki); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 藤澤 奈緒美(FUJISAWA, Naomi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: BEARING CALCULATION DEVICE, BEARING CALCULATION METHOD, AND BEARING CALCULATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 方位算出装置、方位算出方法、および方位算出プログラム



(57) Abstract: [Problem] To quickly and highly accurately calculate a bearing from an initial period of integrated bearing calculation. [Solution] A GNSS calculation unit 30 calculates a GNSS bearing using GNSS observation data including GNSS signal carrier phases. A magnetic bearing calculation unit 60 detects the geomagnetic field and calculates a magnetic bearing. A gyroscope 51 detects an angular velocity. An error estimation unit 70 uses the amount of variation in the magnetic bearing or the amount of variation in the GNSS bearing to estimate the angular velocity bias error included



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, 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))

in the angular velocity. During a first period before the completion of GNSS bearing initialization, the error estimation unit 70 estimates the angular velocity bias error using the amount of variation in the magnetic bearing. During the first period, an integrated calculation unit 80 calculates an integrated bearing using the magnetic bearing, and during a second period after the completion of the initialization, the integrated calculation unit 80 calculates the integrated bearing using the GNSS bearing.

(57) 要約: 【課題】統合方位の算出の初期から速やかに高精度な方位を算出する。【解決手段】GNSS演算部30は、GNSS信号の搬送波位相を含むGNSS観測データを用いてGNSS方位を算出する。磁気方位演算部60は、地磁気を検出して磁気方位を算出する。ジャイロセンサ51は、角速度を検出する。誤差推定部70は、磁気方位の変化量またはGNSS方位の変化量を用いて、角速度に含まれる角速度バイアス誤差を推定する。誤差推定部70は、GNSS方位の初期化が完了する前の第1期間に、磁気方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差の推定を行う。統合演算部80は、第1期間に、磁気方位を用いて統合方位を算出し、初期化が完了した後の第2期間に、GNSS方位を用いて統合方位を算出する。

明 細 書

発明の名称：

方位算出装置、方位算出方法、および方位算出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、GNSS信号とジャイロセンサの角速度とを用いて方位を算出する方位算出装置、方位算出方法、および方位算出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、各種の方位算出装置が考案されている。例えば、特許文献1には、磁気方位と角速度を用いて方位を算出する電子磁気コンパスが記載されている。磁気方位は、地磁気センサで計測される。角速度は、角速度センサで計測される。特許文献1では、磁気方位に含まれる誤差を、角速度を用いて補正している。

[0003] また、従来の方位算出装置として、搬送波位相等のGNSS信号の観測データを用いたものがある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4070879号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] GNSS信号の観測データと、ジャイロセンサ（角速度センサ）の角速度とを用いた方位算出装置では、GNSS信号の観測データを用いてジャイロセンサの角速度バイアス誤差を推定している。この方位算出装置は、推定された角速度バイアス誤差を用いて、角速度を補正することによって、方位を高精度に算出している。

[0006] しかしながら、このような従来の方位算出装置では、電源投入後等の方位算出の初期において方位を高精度に安定させるまで時間がかかることがある。

[0007] この発明は、方位算出の初期から速やかに高精度な方位を算出できる方位算出装置、方位算出方法、および、方位算出プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] この発明の方位算出装置は、GNSS演算部、磁気方位演算部、ジャイロセンサ、誤差推定部、および、統合演算部を備える。GNSS演算部は、GNSS信号の搬送波位相を含むGNSS観測データを用いてGNSS方位を算出する。磁気方位演算部は、地磁気に基づく磁気方位を算出する。ジャイロセンサは、角速度を検出する。誤差推定部は、磁気方位の変化量またはGNSS方位の変化量を用いて、角速度に含まれる角速度バイアス誤差を推定する。統合演算部は、磁気方位またはGNSS方位の少なくとも1つ、角速度、および角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出する。誤差推定部は、GNSS方位の初期化が完了する前の第1期間に、磁気方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差の推定を行う。誤差推定部は、GNSS方位の初期化完了後の定常状態である第2期間に、GNSS方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差の推定を行う。統合演算部は、第1期間に、磁気方位を用いて統合方位を算出する。統合演算部は、第2期間に、GNSS方位を用いて統合方位を算出する。

[0009] この構成では、統合方位が安定して得られていない初期状態において、磁気方位を用いてバイアス誤差が高精度に推定される。これにより、統合方位の算出の初期でも速やかに高精度な方位が得られる。

発明の効果

[0010] この発明によれば、統合方位の算出の初期から速やかに高精度な統合方位を算出できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施形態に係る方位算出装置の機能ブロック図

[図2]第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化完了前の処理を説明する図

[図3]第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化直後の処理を説明する図

[図4]第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化後で定常状態の処理を説明する図

[図5]第1の実施形態に係る方位算出方法のフローチャート

[図6]第2の実施形態に係る方位算出装置の機能ブロック図

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の第1の実施形態に係る方位算出装置、方位算出方法、および、方位算出プログラムについて、図を参照して説明する。図1は、第1の実施形態に係る方位算出装置の機能ブロック図である。図2は、第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化完了前の処理を説明する図である。図3は、第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化直後の処理を説明する図である。図4は、第1の実施形態に係る方位算出装置のGNSS方位の初期化後で定常状態の処理を説明する図である。

[0013] 方位算出装置10は、GNSS受信部21、22、GNSS演算部30、磁気センサ40、ジャイロセンサ51、磁気方位演算部60、誤差推定部70、および、統合演算部80を備える。方位算出装置10は、船舶等の移動体に設置されている。なお、GNSSは、Global Navigation Satellite Systemの略語であり、測位システムである。

[0014] GNSS受信部21は、GNSSアンテナANT1に接続されている。GNSS受信部22は、GNSSアンテナANT2に接続されている。GNSSアンテナANT1、ANT2は、移動体に対して所定の姿勢で固定されている。

[0015] GNSSアンテナANT1は、GNSS衛星SAT1からのGNSS信号を受信して、GNSS受信部21に出力する。GNSSアンテナANT2は、GNSS衛星SAT1からのGNSS信号を受信して、GNSS受信部22に出力する。なお、図では、1つのGNSS衛星SAT1からのGNSS

信号を受信する状態しか記載していないが、GNSSアンテナANT1, ANT2は、複数のGNSS衛星からのGNSS信号を受信して、出力している。この際、少なくとも4つ以上のGNSS衛星からのGNSS信号を受信することが好ましい。

[0016] GNSS受信部21, 22は、GNSS信号を捕捉、追尾して、搬送波位相を含むGNSS観測データを生成する。また、GNSS受信部21, 22は、コード擬似距離と衛星位置とを用いて、GNSS測位位置を算出する。衛星位置は、GNSS信号に重畳された航法メッセージを復調することによって得られる。

[0017] GNSS受信部21, 22は、GNSS観測データとGNSS測位位置を、GNSS演算部30に出力する。GNSS受信部21は、GNSS測位位置を、磁気方位演算部60および誤差推定部70に出力する。

[0018] GNSS演算部30は、複数のGNSS観測データとGNSS測位位置を用いて、GNSS方位を算出する。例えば、GNSS演算部30は、GNSS受信部21, 22のGNSS観測データから、GNSSアンテナANT1, ANT2間の搬送波位相差を算出する。GNSS演算部30は、この搬送波位相差を用いてGNSS方位を算出する。このように、搬送波位相差を用いるので、GNSS方位は高精度である。GNSS演算部30は、GNSS方位およびGNSS観測データを、統合演算部80に出力する。GNSS演算部30は、GNSS方位を誤差推定部70に出力する。

[0019] 磁気センサ40は、所定の姿勢で移動体に固定されている。磁気センサ40は、直交三軸の地磁気を検出して磁気方位演算部60に出力する。

[0020] ジャイロセンサ51は、所定の姿勢で移動体に固定されている。ジャイロセンサ51は、直交三軸周りの角速度を検出して、誤差推定部70および統合演算部80に出力する。

[0021] 磁気方位演算部60は、地磁気に基づいて磁気方位を算出する。この際、磁気方位演算部60は、GNSS測位位置を用いて磁気方位を補正する。このように補正された磁気方位は高精度である。磁気方位演算部60は、磁気

方位を誤差推定部 70 および統合演算部 80 に出力する。

[0022] 誤差推定部 70 は、磁気方位の変化量、GNSS 方位の変化量、GNSS 速度の変化量を算出する。磁気方位の変化量は、複数時刻の磁気方位から算出される。GNSS 方位の変化量は、複数時刻の GNSS 方位から算出される。GNSS 速度の変化量は、複数時刻の GNSS 位置から算出される。誤差推定部 70 は、磁気方位の変化量または GNSS 方位の変化量、および GNSS 速度の変化量を用いて、角速度バイアス誤差を推定する。誤差推定部 70 は、角速度バイアス誤差を統合演算部 80 に出力する。

[0023] 統合演算部 80 は、角速度バイアス誤差を用いて角速度を補正する。統合演算部 80 は、磁気方位または GNSS 方位と、補正後の角速度とを用いて、統合方位を算出する。このような統合方位を算出することによって、個別に算出された方位のみを用いるよりも、高精度な方位を安定して算出することができる。

[0024] このような構成において、方位算出装置 10 は、次に示すように、状況に応じて処理を選択的に実行する。

[0025] (1) GNSS 方位の初期化完了前 (第 1 期間 (図 2 参照))

GNSS 方位の算出には、搬送波位相差から、整数値バイアスを決定し、基線ベクトルを算出する必要がある。方位算出装置 10 の電源投入直後等の方位算出の初期では、整数値バイアスが決定されておらず、基線ベクトルも算出されていない。GNSS 方位の初期化完了とは、この整数値バイアスの決定と基線ベクトルの決定が完了したことを意味する。

[0026] このため、GNSS 方位の初期化が完了していない第 1 期間では、高精度な GNSS 方位は算出されない。したがって、第 1 期間では、誤差推定部 70 は、磁気方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差を推定する。磁気方位は高精度であるので、角速度バイアス誤差は、高精度に推定される。

[0027] また、統合演算部 80 は、磁気方位を初期方位に設定し、統合方位を算出する。この際、磁気方位は高精度であり、角速度は、高精度な角速度バイアス誤差によって補正されている。したがって、統合方位は高精度に算出され

る。

[0028] このように、本実施形態に構成を用いることによって、方位算出の初期に、角速度バイアス誤差を高精度に推定でき、統合方位を高精度に算出できる。また、方位算出装置 10 から出力する方位（統合方位）に、精度条件を設定することがある。例えば、統合方位が所定の精度よりも高い時のみに出力するという条件が設定されていることがある。このような場合、本実施形態の構成を用いることによって、精度条件を速く満たすことが可能であり、統合方位算出の開始から統合方位を出力するまでの時間を短縮することができる。

[0029] （２）GNSS方位の初期化完了直後（第３期間（図３参照））

GNSS方位の初期化が完了すると、GNSS演算部 30 からGNSS方位が出力される。この状態では、まだGNSS方位の変化量を高精度に得ることが容易でない。したがって、第３期間では、誤差推定部 70 は、磁気方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差を推定する。第１期間と同様に、磁気方位の変化量は高精度であるので、角速度バイアス誤差は、高精度に推定される。

[0030] GNSS方位が算出されているので、統合演算部 80 は、GNSS方位、角速度、および角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出する。GNSS方位および角速度バイアス誤差は高精度であるので、統合方位は高精度に算出される。

[0031] （３）GNSS方位の初期化完了後で定常状態（第２期間（図４参照））

第２期間である定常状態では、GNSS方位が連続的に算出される。したがって、GNSS方位の変化量を高精度に算出することができる。したがって、第２期間では、誤差推定部 70 は、GNSS方位の変化量を用いて角速度バイアス誤差を推定する。GNSS方位の変化量は高精度であるので、角速度バイアス誤差は、高精度に推定される。

[0032] 統合演算部 80 は、GNSS方位、角速度、および角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出する。GNSS方位および角速度バイアス誤差は高

精度であるので、統合方位は高精度に算出される。

[0033] このように、本実施形態の構成を用いることによって、電源投入直後等のGNSS方位の初期化が完了していない方位算出の初期に、角速度バイアス誤差を高精度に推定できる。また、方位算出の初期から統合方位を高精度に算出することができる。

[0034] また、統合方位の出力に精度の条件が設定されていれば、この精度の条件を素早く満たすことができる。したがって、所定の精度以上の統合方位を、電源投入後に素早く出力することができる。

[0035] また、GNSS方位の初期化完了以降は、高精度なGNSS方位を、角速度バイアス誤差の推定および統合方位に用いることができるので、初期化完了後も継続的に統合方位を高精度に算出することができる。

[0036] なお、上述の説明では、GNSS方位の初期化完了後、統合方位の算出にGNSS方位のみを用いる態様を示した。しかしながら、GNSS方位の初期化完了後であっても、GNSS方位と磁気方位を併用してもよい。例えば、GNSS信号を一時的に受信できなくなり、GNSS方位の精度が一時的に劣化するような場合、GNSS方位を磁気方位に置き換えてもよい。

[0037] 上述の説明では、統合方位の算出の各処理を、複数の機能部で分担して実行する態様を示した。しかしながら、これらの処理をプログラム化して記憶しておき、コンピュータ等の処理装置がこのプログラムを実行してもよい。この場合、処理装置は、図5に示すフローチャートに準じて処理を実行すればよい。図5は、第1の実施形態に係る方位算出方法のフローチャートである。

[0038] 処理装置は、電源投入後、GNSS観測データの生成および磁気方位の算出を実行する(S101)。具体的には、処理装置は、複数のGNSSアンテナで受信したGNSS信号を捕捉、追尾して、搬送波位相およびコード位相を含むGNSS観測データを生成する。処理装置は、このGNSS観測データを用いて、整数値バイアス、および基線ベクトルの決定処理を実行する。この処理に並行して、処理装置は、磁気センサからの地磁気を取得して、

磁気方位を算出する。この際、処理装置は、GNSS観測データに基づくGNSS測位位置を用いて、磁気方位の補正を行う。この処理は、継続的に行われている。

[0039] 処理装置は、GNSS方位の初期化、すなわち、整数値バイアスの決定および基線ベクトルの算出が完了していない第1期間であれば（S102：NO）、磁気方位の変化量を算出する（S103）。処理装置は、磁気方位の変化量を用いて、角速度バイアス誤差を推定する（S104）。この際、処理装置は、GNSS測位位置に基づくGNSS速度の変化量も用いて、角速度バイアス誤差を推定する。

[0040] 処理装置は、統合方位の算出開始直後であれば（S105：YES）、磁気方位を統合方位の初期値に設定する（S106）。処理装置は、統合方位の算出開始直後でなければ（S105：NO）、統合方位の初期値の設定を行わない。

[0041] 処理装置は、推定された角速度バイアス誤差を用いて、角速度に含まれる誤差を補正する（S107）。処理装置は、誤差補正後の角速度を用いて、統合方位を算出して更新する（S108）。

[0042] 処理装置は、GNSS方位の初期化が完了していれば（S102：YES）、GNSS方位の初期化完了直後か否かを判定する。

[0043] 処理装置は、GNSS方位の初期化完了直後の第3期間であれば（S110：YES）、磁気方位の変化量を算出する（S111）。処理装置は、磁気方位の変化量を用いて、角速度バイアス誤差を推定する（S112）。この際、処理装置は、GNSS測位位置に基づくGNSS速度の変化量も用いて、角速度バイアス誤差を推定する。

[0044] 処理装置は、GNSS方位で統合方位を更新する（S113）。この後、処理装置は、推定された角速度バイアス誤差を用いて、角速度に含まれる誤差を補正する（S107）。処理装置は、誤差補正後の角速度を用いて、統合方位を算出して更新する（S108）。

[0045] 処理装置は、GNSS方位の初期化完了直後でない定常状態の第2期間で

あれば（S110：NO）、GNSS方位の変化量を算出する（S121）。処理装置は、GNSS方位の変化量を用いて、角速度バイアス誤差を推定する（S122）。この際、処理装置は、GNSS測位位置に基づくGNSS速度の変化量も用いて、角速度バイアス誤差を推定する。その後、処理装置は、推定された角速度バイアス誤差を用いて、角速度に含まれる誤差を補正する（S107）。処理装置は、誤差補正後の角速度を用いて、統合方位を算出して更新する（S108）。

[0046] 次に、本発明の第2の実施形態に係る方位算出装置について、図を参照して説明する。図6は、第2の実施形態に係る方位算出装置の機能ブロック図である。

[0047] 図6に示すように、本実施形態の方位算出装置10Aは、第1の実施形態に係る方位算出装置10に対して、加速度センサ52、加速度姿勢角算出部90を追加した点、および、磁気方位演算部60A、誤差推定部70A、統合演算部80Aの処理を部分的に変更した点で異なる。他の構成は、第1の実施形態に係る方位算出装置10と同じであり、同じ箇所の説明は省略する。

[0048] 加速度センサ52は、所定の姿勢で移動体に固定されている。加速度センサ52は、直交三軸の加速度を検出して、誤差推定部70A、統合演算部80A、および、加速度姿勢角算出部90に出力する。

[0049] 加速度姿勢角算出部90は、加速度から姿勢角（加速度姿勢角）を算出する。加速度姿勢角算出部90は、少なくともロール角、ピッチ角を有する加速度姿勢角を算出する。加速度姿勢角算出部90は、加速度姿勢角を、磁気方位演算部60および誤差推定部70Aに出力する。

[0050] 磁気方位演算部60Aは、加速度姿勢角を用いて、移動体に対する磁気センサ40の姿勢に基づく誤差を算出する。磁気方位演算部60Aは、この誤差も用いて、磁気方位を補正する。これにより、磁気方位はさらに高精度になる。

[0051] 誤差推定部70Aは、角速度バイアス誤差とともに、加速度バイアス誤差

を推定する。角速度バイアス誤差は、誤差推定部 70 と同様の方法によって推定される。すなわち、誤差推定部 70 A は、GNSS 方位の初期化完了前または完了直後であれば、磁気方位の変化量から角速度バイアス誤差を推定し、GNSS 方位の初期化完了直後を除く初期化完了後であれば、GNSS 方位の変化量から角速度バイアス誤差を推定する。加速度バイアス誤差は、GNSS 演算部 30 によって加速度から直交三軸の GNSS 速度を算出することによって、この GNSS 速度の変化量から推定する。この GNSS 速度の変化量は、角速度バイアス誤差の推定に利用することもできる。

[0052] さらに、誤差推定部 70 A は、角速度バイアス誤差の推定に、加速度姿勢角を用いる。これにより、角速度バイアス誤差は、さらに高精度に推定される。誤差推定部 70 A は、角速度バイアス誤差と加速度バイアス誤差を統合演算部 80 A に出力する。

[0053] 統合演算部 80 A は、推定された加速度バイアス誤差を用いて、加速度を補正する。統合演算部 80 A は、加速度姿勢角によって補正された角速度を用いて、統合方位を算出する。これにより、統合方位は、さらに高精度に算出される。

[0054] このように、統合方位に角速度と加速度を用いる場合であっても、電源投入直後等の方位算出の初期から高精度な統合方位を算出することができる。また、高精度な統合方位を継続的に算出することができる。

符号の説明

- [0055] 10 : 方位算出装置
10 A : 方位算出装置
21, 22 : GNSS 受信部
30 : GNSS 演算部
40 : 磁気センサ
51 : ジャイロセンサ
52 : 加速度センサ
60, 60 A : 磁気方位演算部

70, 70A : 誤差推定部

80, 80A : 統合演算部

90 : 加速度姿勢角算出部

ANT1, ANT2 : GNSSアンテナ

SAT1 : GNSS衛星

請求の範囲

- [請求項1] GNSS信号の搬送波位相を含むGNSS観測データを用いてGNSS方位を算出するGNSS演算部と、
 地磁気に基づく磁気方位を算出する磁気方位演算部と、
 角速度を検出するジャイロセンサと、
 前記磁気方位の変化量または前記GNSS方位の変化量を用いて、
 前記角速度に含まれる角速度バイアス誤差を推定する誤差推定部と、
 前記磁気方位または前記GNSS方位の少なくとも1つ、前記角速度、および前記角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出する統合演算部と、を備え、
 前記誤差推定部は、
 前記GNSS方位の初期化が完了する前の第1期間に、前記磁気方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を行い、
 前記GNSS方位の初期化完了後の定常状態である第2期間に、前記GNSS方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を行い、
 前記統合演算部は、
 前記第1期間に、前記磁気方位を用いて統合方位を算出し、
 前記第2期間に、前記GNSS方位を用いて前記統合方位を算出する、
 方位算出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の方位算出装置であって、
 前記誤差推定部は、
 前記初期化の完了直後である第3期間に、前記磁気方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差を推定し、
 前記統合演算部は、
 前記第3期間に、前記GNSS方位で前記統合方位を更新する、
 方位算出装置。

- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の方位算出装置であって、
前記GNSS信号から前記GNSS観測データを算出するとともに、
GNSS測位位置を算出するGNSS受信部をさらに備え、
前記磁気方位演算部は、
前記GNSS測位位置を用いて前記磁気方位を算出する、
方位算出装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の方位算出装置であって、
前記誤差推定部は、
前記GNSS測位位置に基づくGNSS速度の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差を推定する、
方位算出装置。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の方位算出装置であって、
前記統合演算部は、
前記第2期間に、前記GNSS方位と前記磁気方位とを併用して、
前記統合方位を算出する、
方位算出装置。
- [請求項6] 請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の方位算出装置であって、
加速度を検出する加速度センサをさらに備え、
前記磁気方位演算部は、
前記加速度から得られる姿勢角を用いて、前記磁気方位を算出し、
前記誤差推定部は、
前記GNSS速度の変化量を用いて加速度バイアス誤差の推定を行い、
前記統合演算部は、
前記加速度バイアス誤差によって補正された加速度と、前記加速

度から得られる姿勢角によって補正された角速度とを用いて、前記統合方位を算出する、

方位算出装置。

[請求項7]

G N S S 信号の搬送波位相を含む G N S S 観測データを用いて G N S S 方位を算出し、

地磁気に基づく磁気方位を算出し、

ジャイロセンサを用いて角速度を検出し、

前記磁気方位の変化量または前記 G N S S 方位の変化量を用いて、前記角速度に含まれる角速度バイアス誤差を推定し、

前記磁気方位または前記 G N S S 方位の少なくとも 1 つ、前記角速度、および前記角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出し、

前記角速度バイアス誤差の推定では、

前記 G N S S 方位の初期化が完了する前の第 1 期間に、前記磁気方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を行い、

前記 G N S S 方位の初期化完了後の定常状態である第 2 期間に、前記 G N S S 方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を行い、

前記統合方位の算出では、

前記第 1 期間に、前記磁気方位を用いて統合方位を算出し、

前記第 2 期間に、前記 G N S S 方位を用いて前記統合方位を算出する、

方位算出方法。

[請求項8]

請求項 7 に記載の方位算出方法であって、

前記角速度バイアス誤差の推定では、

前記初期化の完了直後である第 3 期間に、前記磁気方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差を推定し、

前記統合方位の算出では、

前記第 3 期間に、前記 G N S S 方位で前記統合方位を更新する、

方位算出方法。

[請求項9]

G N S S 信号と角速度を用いて方位を算出する処理をコンピュータ
に実行させる方位算出プログラムであって、

前記コンピュータは、

G N S S 信号の搬送波位相を含む G N S S 観測データを用いて G N
S S 方位を算出し、

地磁気に基づいて磁気方位を算出し、

ジャイロセンサを用いて角速度を検出し、

前記磁気方位の変化量または前記 G N S S 方位の変化量を用いて、
前記角速度に含まれる角速度バイアス誤差を推定し、

前記磁気方位または前記 G N S S 方位の少なくとも 1 つ、前記角速
度、および前記角速度バイアス誤差を用いて、統合方位を算出し、

前記角速度バイアス誤差の推定では、

前記 G N S S 方位の初期化が完了する前の第 1 期間に、前記磁気
方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を行い、

前記 G N S S 方位の初期化完了後の定常状態である第 2 期間に、
前記 G N S S 方位の変化量を用いて前記角速度バイアス誤差の推定を
行い、

前記統合方位の算出では、

前記第 1 期間に、前記磁気方位を用いて統合方位を算出し、

前記第 2 期間に、前記 G N S S 方位を用いて前記統合方位を算出
する、

方位算出プログラム。

[請求項10]

請求項 9 に記載の方位算出プログラムであって、

前記コンピュータは、

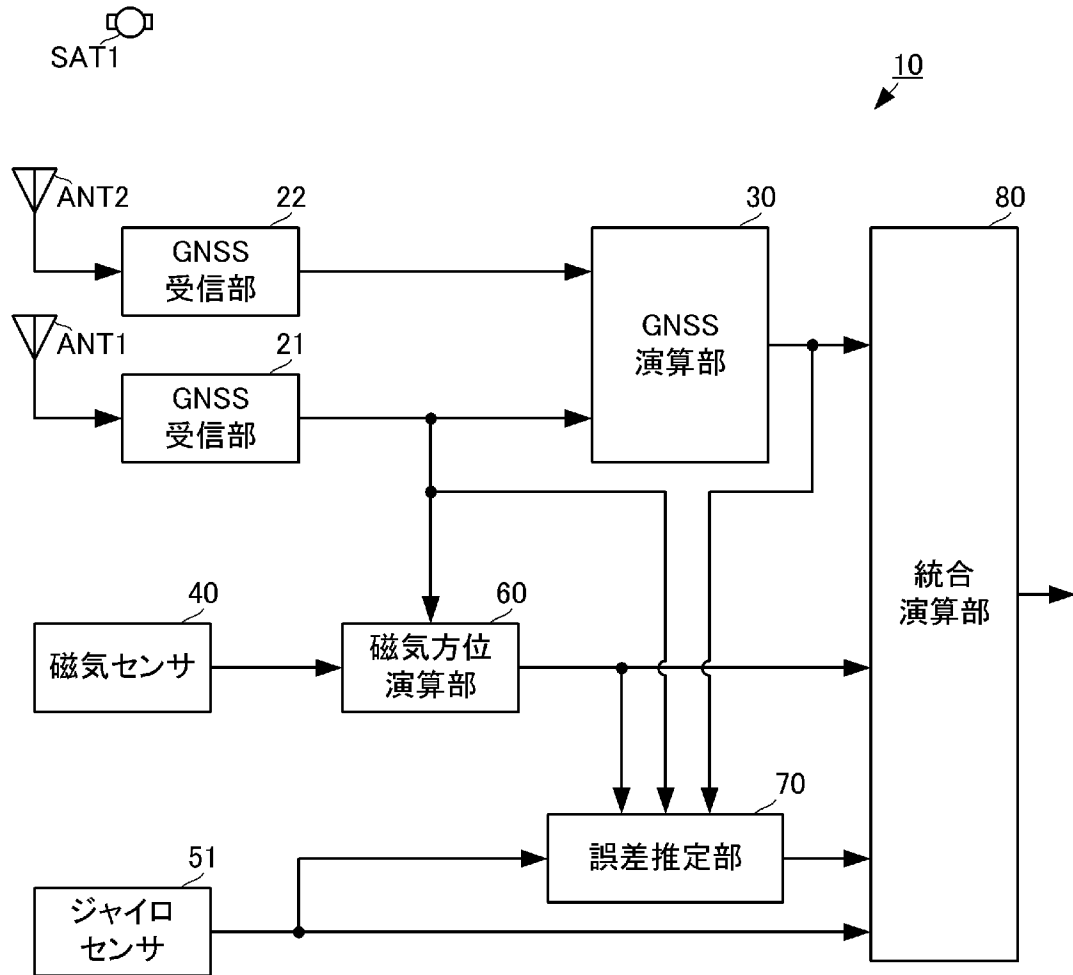
前記角速度バイアス誤差の推定では、

前記初期化の完了直後である第 3 期間に、前記磁気方位の変化量
を用いて前記角速度バイアス誤差を推定し、

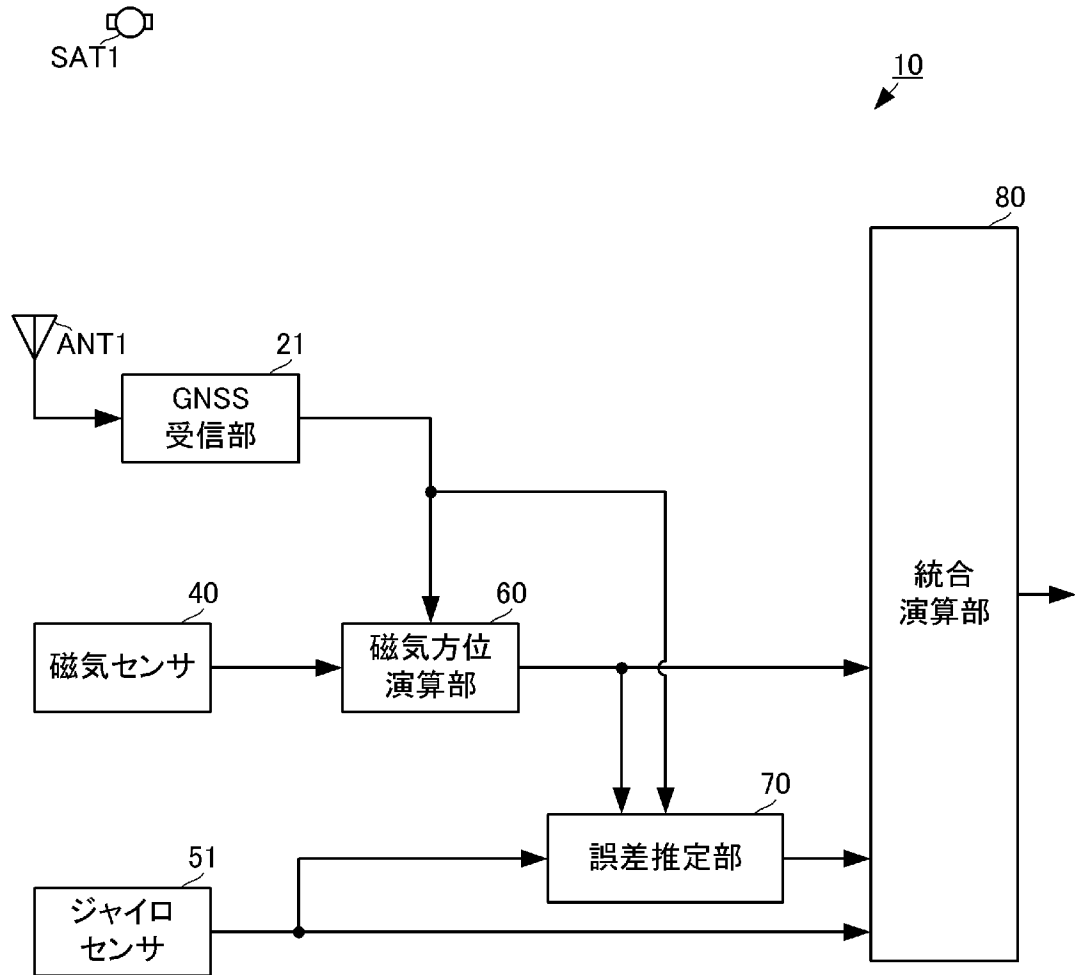
前記統合方位の算出では、

前記第3期間に、前記GNSS方位で前記統合方位を更新する、
方位算出プログラム。

[図1]

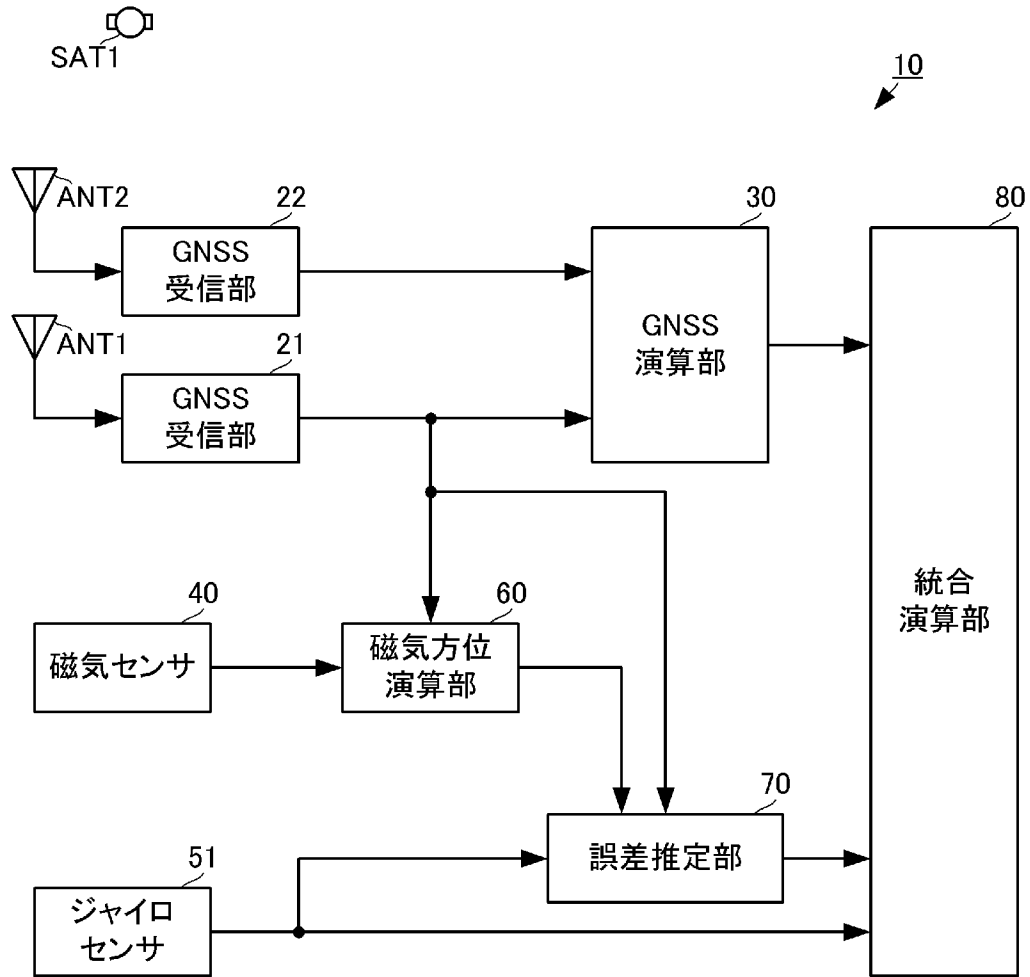


[図2]



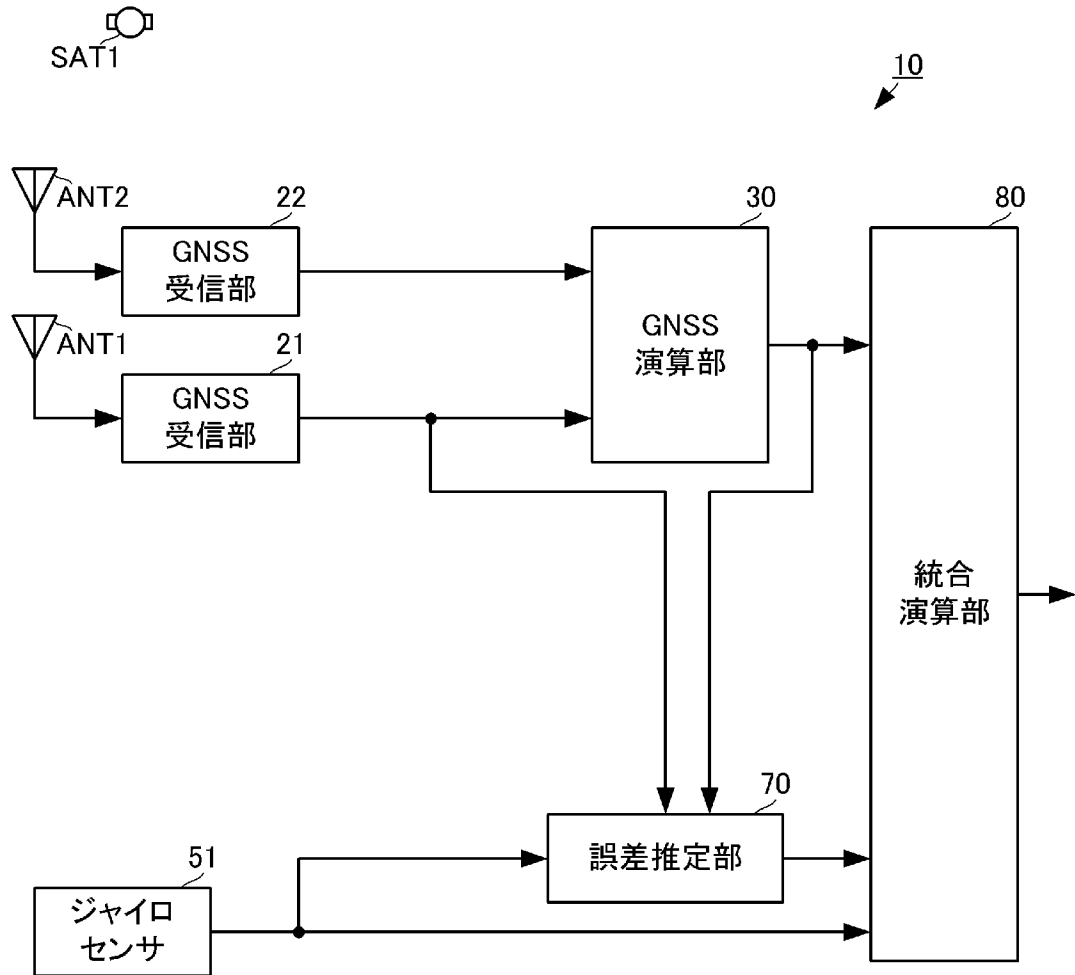
(GNSS方位初期化完了前)

[図3]



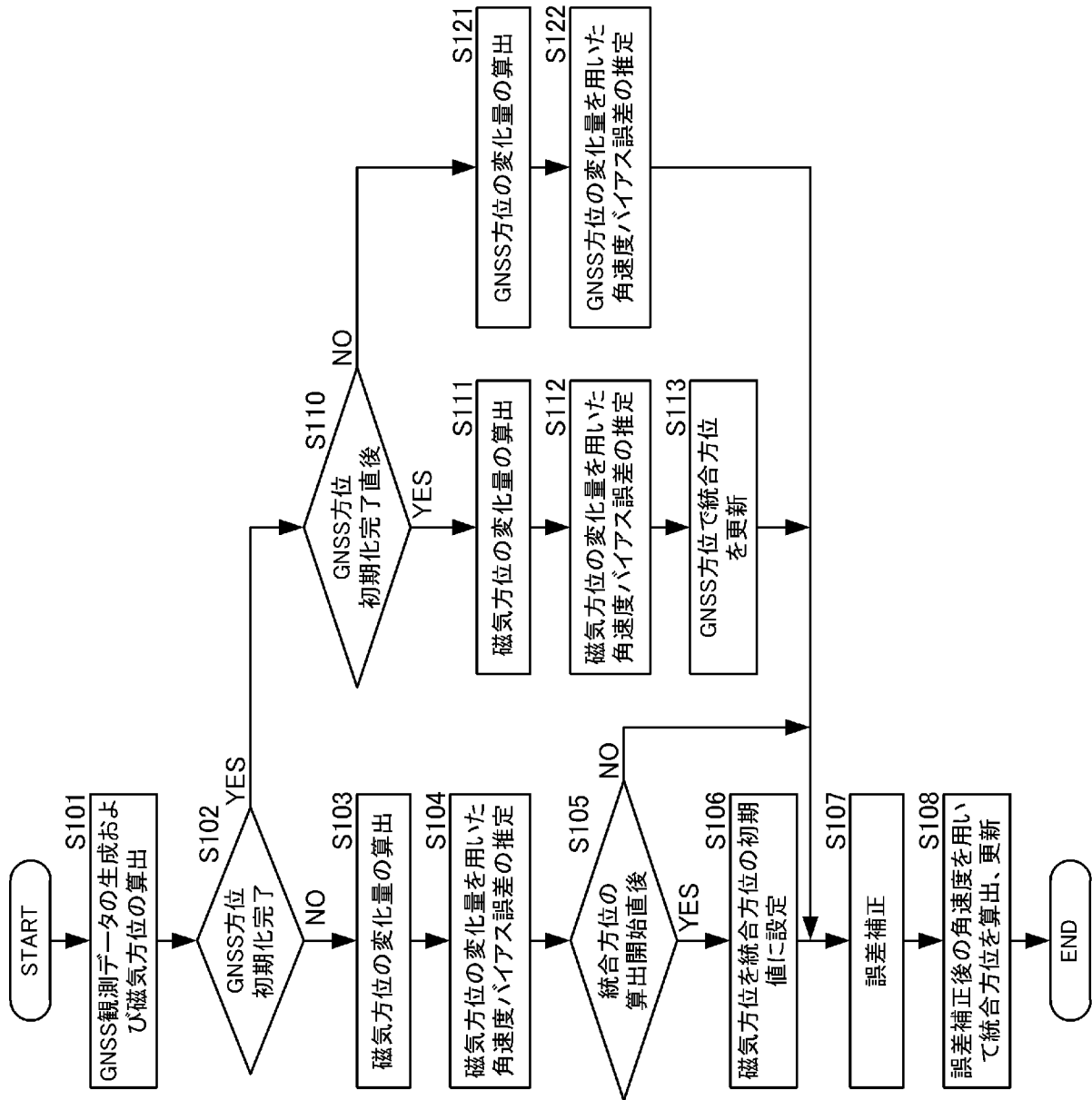
(GNSS方位初期化完了直後)

[図4]

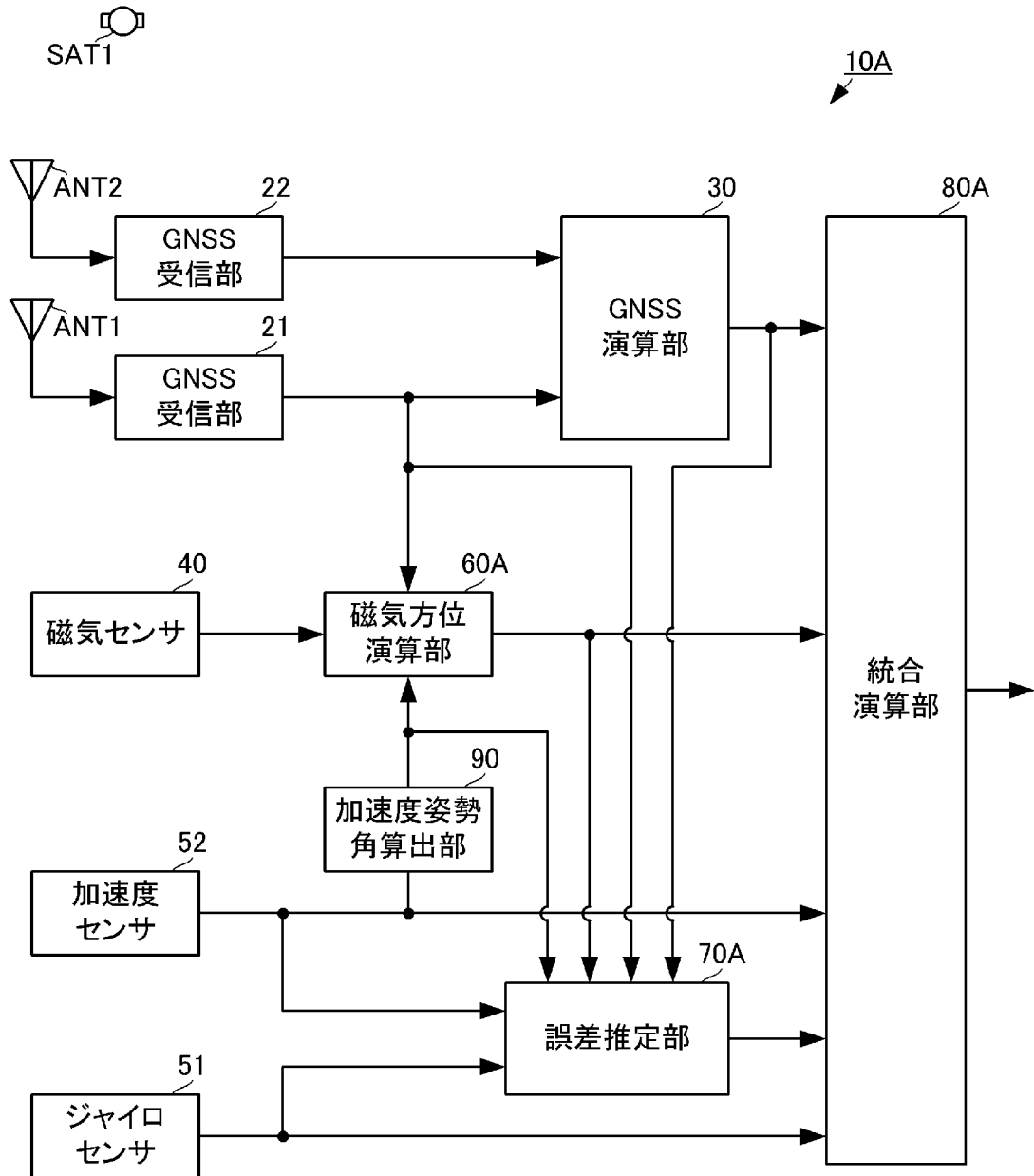


(定常状態)

[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S19/54(2010.01)i, G01C21/12(2006.01)i, G01S19/40(2010.01)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)

G01S19/00-19/55, G01C17/00-21/36

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	JP 2006-126148 A (Tokimec Inc.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0001] to [0079]; fig. 1 to 5 & US 2006/0038718 A1 paragraphs [0001] to [0075]; fig. 1 to 5 & EP 1653194 A2	1-10
Y	JP 4-283615 A (Tokimec Inc.), 08 October 1992 (08.10.1992), paragraph [0011]; fig. 1 & US 5349531 A column 5, lines 2 to 35; fig. 3 & GB 2254511 A & DE 4208158 A1	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 September 2017 (26.09.17)

Date of mailing of the international search report
10 October 2017 (10.10.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031920

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-214833 A (Fujitsu Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0049] to [0052] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S19/54(2010.01)i, G01C21/12(2006.01)i, G01S19/40(2010.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S19/00-19/55, G01C17/00-21/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	JP 2006-126148 A（株式会社トキメック）2006.05.18, 段落 0001-0079, 図 1-5 & US 2006/0038718 A1, 段落 0001-0075, FIGs. 1-5 & EP 1653194 A2	1-10
Y	JP 4-283615 A（株式会社トキメック）1992.10.08, 段落 0011, 図 1 & US 5349531 A, 第 5 欄第 2-35 行, FIG. 3 & GB 2254511 A & DE 4208158 A1	1-10
Y	JP 2011-214833 A（富士通株式会社）2011.10.27, 段落 0049-0052 （ファミリーなし）	1-10

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.09.2017

国際調査報告の発送日

10.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

山下 雅人

2 S

9303

電話番号 03-3581-1101 内線 3216