

(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7月26日(26.07.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/135187 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 19/55 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/044543

(22) 国際出願日: 2017年12月12日(12.12.2017)

(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 2017-006094 2017年1月17日(17.01.2017) 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).

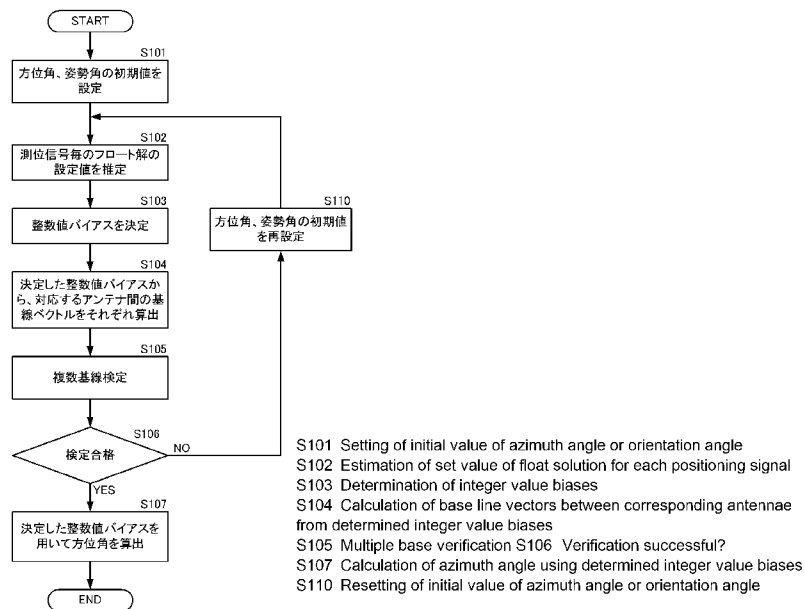
(72) 発明者: 中村 拓 (NAKAMURA, Hiraku); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 戸田 裕行 (TODA, Hiroyuki); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 藤澤 奈緒美 (FUJISAWA, Naomi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).

(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: AZIMUTH ANGLE CALCULATOR, AZIMUTH ANGLE CALCULATION METHOD, AND AZIMUTH ANGLE CALCULATION PROGRAM

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

【図4】



(57) Abstract: [Problem] To make rapid and reliable initial calculations of the azimuth angle of a to-be-measured object using a simple configuration and simple computations. [Solution] A plurality of antennae 201 to 204 are disposed in positions in which none of the antennae are arranged in line with one another. An initial value setting unit 31 sets the initial value of an orientation angle or the azimuth angle of a host device. An integer value bias determination unit 32 determines integer value biases of the carrier wave phase differences between at least two sets of antennae using the initial

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

value. A base line vector calculation unit 33 calculates base line vectors between at least two sets of antennae using the integer value biases corresponding to each set of antennae. A verification unit 34 executes a plurality of base verifications that verify the validity of the initial value using the base line vectors calculated using the integer value biases. An azimuth angle calculation unit 35 calculates the azimuth angle using the integer value biases provided the multiple base verification succeeds.

(57) 要約：【課題】簡素な構成および演算によって、計測対象の方位角の初期算出を高速且つ確実に実行する。【解決手段】複数のアンテナ201-204は、全てが一直線上にない位置に配置されている。初期値設定部31は、自装置の姿勢角または方位角の初期値を設定する。整数値バイアス決定部32は、少なくとも2組のアンテナ間の搬送波位相差の整数値バイアスを、初期値を用いてそれぞれに決定する。基線ベクトル算出部33は、少なくとも2組のアンテナ間の基線ベクトルを、アンテナの組毎に対応した各整数値バイアスを用いてそれぞれに算出する。検定部34は、各整数値バイアスを用いて算出された各基線ベクトルを用いて初期値の妥当性を検定する複数基線検定を実行する。方位角算出部35は、複数基線検定が合格であれば、各整数値バイアスを用いて方位角を算出する。

明 細 書

発明の名称：

方位角算出装置、方位角算出方法、および方位角算出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、GNSS信号を用いて、船舶等の方位角を算出する方位角算出装置、方位角算出方法、および方位角算出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、GNSS信号等の測位信号を用いて、船舶等の移動体の姿勢角または方位角を算出する方法が各種考案されている。

[0003] 例えば、特許文献1に記載の移動体姿勢角計測装置は、衛星信号受信アンテナを2個備える。一方の衛星信号受信アンテナは、移動可能なアンテナである。移動体姿勢角計測装置は、2個の衛星信号受信アンテナで受信した衛星信号の搬送波位相を用いて、姿勢角の計測を行っている。

[0004] 移動体姿勢角計測装置は、取得した搬送波位相と、当該搬送波位相の取得時の位置とを用いて整数値バイアスを決定する。移動体姿勢角計測装置は、この整数値バイアスを用いて、姿勢角を計測する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2001-194442号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載の移動体姿勢角計測装置では、アンテナを移動させなければならず、機構が複雑になってしまう。

[0007] また、従来の整数値バイアスの決定には、まずフロート解（Floating Ambiguity）を推定する。このフロート解の推定には、一般的にカルマンフィルタ等のフィルタによる推定演算が用いられている。このようなカルマンフィルタ等のフィルタによる推定演算には時間が係り、これ

が原因で、姿勢角の初期値および方位角の初期値の算出に時間が係ってしまう。

[0008] また、装置に磁気センサを備え、磁気センサが検知した地磁気による方位角を初期値に設定する構成もある。

[0009] しかしながら、磁気センサを用いる構成では、周辺に金属成分が多い場所、強い磁場が係っている場所では、磁気センサが検知した方位角は、誤差が大きくなってしまふことがある。そして誤差が大きな初期値を用いた場合、その後に継続的に計測される方位角の誤差も大きくなってしまい、高精度に方位角を計測できない。

[0010] したがって、本発明の目的は、簡素な構成および演算によって、計測対象の方位角の初期算出を高速且つ確実に実行できる方位角算出装置、方位角算出方法、および方位角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

[0011] この発明の方位角算出装置は、少なくとも3個のアンテナ、初期値設定部、整数値バイアス決定部、基線ベクトル算出部、検定部、および、方位角算出部を備える。少なくとも3個のアンテナは、全てが一直線上にない位置に配置されている。初期値設定部は、自装置の姿勢角または方位角の初期値を設定する。整数値バイアス決定部は、少なくとも2組のアンテナ間の搬送波位相差の整数値バイアスを、初期値を用いてそれぞれに決定する。基線ベクトル算出部は、少なくとも2組のアンテナ間の基線ベクトルを、アンテナの組毎に対応した各整数値バイアスを用いてそれぞれに算出する。検定部は、複数基線検定を実行する。複数基線検定とは、各整数値バイアスを用いて算出された各基線ベクトルを用いて初期値の妥当性を検定することである。方位角算出部は、複数基線検定が合格であれば、各整数値バイアスを用いて方位角を算出する。

[0012] この構成では、複数基線検定を用いて整数値バイアスを検定し、合格した整数値バイアスを採用することで、カルマンフィルタ等の複雑な演算処理を行うことなく、整数値バイアスの初期値が高速に決定される。

発明の効果

[0013] この発明によれば、簡素な構成および演算によって、計測対象の方位角の初期算出を高速且つ確実に実行できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態に係る方位角算出装置の機能ブロック図である。

[図2]本発明の実施形態に係る方位角算出装置の使用態様例を示す図である。

[図3]本発明の実施形態に係る方位角算出装置のアンテナ配置例を示す図である。

[図4]本発明の実施形態に係る方位角算出方法の第1処理フローを示すフローチャートである。

[図5]複数基線検定のフローを示すフローチャートである。

[図6]本発明の実施形態に係る方位角算出方法の第2処理フローを示すフローチャートである。

[図7] (A)、(B)、(C)、(D)は、初期化成功率の経過時間依存性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の実施形態に係る方位角算出装置、方位角算出方法、および、方位角算出プログラムについて、図を参照して説明する。図1は、本発明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、本発明の実施形態に係る方位角算出装置の使用態様例を示す図である。図3は、本発明の実施形態に係る方位角算出装置のアンテナ配置例を示す図である。

[0016] 図1に示すように、方位角算出装置10は、アンテナ201、202、203、204、受信部21、22、23、24、および、演算部30を備える。

[0017] 方位角算出装置10は、図2、図3に示すように、筐体200内に収容されており、船体100に接地されている。この際、方位角算出装置10は、アンテナ201、202、203、204の受波面が天頂側を向くように配置されている。なお、ここでは、船体100を例に示すが、姿勢角、方位角

の算出を要する他の移動体、物体であってもよい。

[0018] アンテナ201、202、203、204は、筐体200を平面視して、それぞれの中心が正方形の4個の角になるように、筐体200に配置されている。アンテナ201の中心とアンテナ202の中心との距離はDである。同様に、アンテナ202の中心とアンテナ203の中心との距離、アンテナ203の中心とアンテナ204の中心との距離、アンテナ204の中心とアンテナ201の中心との距離もDである。そして、アンテナ201の中心とアンテナ203の中心との距離、および、アンテナ202の中心とアンテナ204の中心との距離は、 $\sqrt{2} \times D$ である。

[0019] このような構成では、図3に示すような複数の基線ベクトルを設定できる。なお、図3に示す基線ベクトルの設定は一例であり、各基線ベクトルの始点、終点の設定は逆であってもよい。

[0020] 基線ベクトルVB12は、アンテナ201を始点としてアンテナ202を終点としている。基線ベクトルVB23は、アンテナ202を始点としてアンテナ203を終点としている。基線ベクトルVB34は、アンテナ203を始点としてアンテナ204を終点としている。基線ベクトルVB41は、アンテナ204を始点としてアンテナ201を終点としている。基線ベクトルVB13は、アンテナ201を始点としてアンテナ203を終点としている。基線ベクトルVB42は、アンテナ204を始点としてアンテナ202を終点としている。

[0021] 基線ベクトルVB12と基線ベクトルVB34は、平行であり、互いに逆方向のベクトルである。基線ベクトルVB12と基線ベクトルVB41とは、平行であり、互いに逆方向のベクトルである。基線ベクトルVB12と基線ベクトルVB13との成す角は 90° である。基線ベクトルVB13と基線ベクトルVB42との成す角は、 90° である。

[0022] 基線ベクトルVB13と基線ベクトルVB12との成す角は、 45° である。基線ベクトルVB41と基線ベクトルVB42との成す角は、 45° である。

[0023] このように、複数のアンテナ201、202、203、204の相対的な位置関係および基線ベクトルVBの大きさ、方向、および、複数の基線ベクトルVBの成す角は、既知である。これら基線ベクトルVBの大きさ、方向、および、複数の基線ベクトルVBの成す角は、演算部30の記憶部（図示を省略している。）に、既知の基線長Df、オフセット角 αf として記憶されている。

[0024] アンテナ201は、複数の測位衛星SAT1、SAT2、・・・、SATnからの測位信号を受信して、受信部21に出力する。アンテナ202は、複数の測位衛星SAT1、SAT2、・・・、SATnからの測位信号を受信して、受信部22に出力する。アンテナ203は、複数の測位衛星SAT1、SAT2、・・・、SATnからの測位信号を受信して、受信部23に出力する。アンテナ204は、複数の測位衛星SAT1、SAT2、・・・、SATnからの測位信号を受信して、受信部24に出力する。測位衛星SAT1、SAT2、・・・、SATnは、例えば、GPS衛星等のGNSS（Global Navigation Satellite System）で用いられる衛星であり、測位信号は、例えば、GPS信号等のGNSSで用いられる信号である。測位信号は、既定の周波数からなる搬送波信号に航法メッセージが重畳されたものである。測位信号は、測位衛星に固有のコードによって変調されている。

[0025] アンテナ201、202、203、204で受信した測位信号は、完全一致である必要は無く、アンテナ201、202、203、204のそれぞれのアンテナ間で搬送波位相差を取得できればよい。なお、アンテナ201、202、203、204のそれぞれのアンテナ間で共通に受信する測位信号数（測位衛星数）は、少なくとも4個であればよい。

[0026] 受信部21は、アンテナ201で受信した各測位信号を捕捉、追尾する。受信部21は、追尾時の各測位信号の搬送波位相を取得し、演算部30に出力する。同様に、受信部22、23、24は、それぞれにアンテナ202、203、204で受信した各測位信号を捕捉、追尾する。受信部22、23

、24は、それぞれに追尾時の各測位信号の搬送波位相を取得し、演算部30に出力する。この際、受信部21、22、23、24は、コード位相、コード擬似距離または単独測位結果を搬送波位相とともに、演算部30に出力する。より具体的には、搬送波位相、コード位相、および、コード擬似距離または単独測位結果は、演算部30の少なくとも整数値バイアス決定部32に出力される。

[0027] 演算部30は、初期値設定部31、整数値バイアス決定部32、基線ベクトル算出部33、検定部34、および、方位角算出部35を備える。演算部30は、CPU等の演算処理装置と、方位角算出プログラムが記憶された記憶部とを備える。演算処理装置は、この方位角算出プログラムを読み出して実行する。これにより、演算部30を構成する上述の各機能部は実現可能である。

[0028] 初期値設定部31は、整数値バイアスの初期値を決定するための方位角の初期値または姿勢角の初期値を設定する。この初期値には、加速度センサ等の傾斜センサから取得した姿勢角を設定してもよい。

[0029] 整数値バイアス決定部32は、初期値設定部31で設定された初期値を用いて、複数のアンテナ201、202、203、204のそれぞれのアンテナ間で搬送波位相差の整数値バイアスを決定する。より具体的には、整数値バイアス決定部32は、アンテナ201、202、203、204から2個のアンテナを一組として、この組に対する搬送波位相差の整数値バイアスを決定する。整数値バイアス決定部32は、アンテナの組を変更して、各組に対する搬送波位相差の整数値バイアスを決定する。

[0030] 基線ベクトル算出部33は、整数値バイアスを用いて、複数のアンテナ201、202、203、204の組合せによって構成される2個以上からなる複数の基線ベクトルVBを算出する。より具体的には、基線ベクトル算出部33は、上述の整数値バイアス決定部32で決定された各整数値バイアスを用いて、各整数値バイアスに対応するアンテナの組毎に基線ベクトルを算出する。例えば、アンテナ201、202の組に対する基線ベクトル（アン

テナ 201、202間の基線ベクトル)は、アンテナ 201、202の組の搬送波位相差の整数値バイアスを用いて算出され、アンテナ 201、203の組に対する基線ベクトル(アンテナ 201、203間の基線ベクトル)は、アンテナ 201、203の組の搬送波位相差の整数値バイアスを用いて算出される。他のアンテナの組の基線ベクトルも同様の方法で算出される。

[0031] 検定部 34 は、複数の基線ベクトル VB を用いて、初期値設定部 31 で設定した初期値の妥当性を検定する。すなわち、検定部 34 は、複数基線検定を実行する。

[0032] 方位角算出部 35 は、複数基線検定が合格であれば、この検定に合格した初期値に対応する整数値バイアスを用いて、船体 100 の方位角を算出する。なお、この際、方位角算出部 35 は、船体 100 の姿勢角を算出してもよい。

[0033] 次に、演算部 30 における方位角の算出方法について、より具体的に説明する。図 4 は、本発明の実施形態に係る方位角算出方法の第 1 処理フローを示すフローチャートである。以下では、演算部 30 を処理の主体として説明を行う。

[0034] 演算部 30 は、方位角の初期値または姿勢角の初期値を設定する(S101)。これらの方位角の初期値または姿勢角の初期値は、適宜設定すればよい。

[0035] 演算部 30 は、方位角の初期値または姿勢角の初期値から、測位衛星毎のフロート解(Floating Ambiguity)として設定する設定値を推定する(S102)。より具体的には、演算部 30 は、受信部 21、22、23、24 からのコード擬似距離を用いて、アンテナ 201、202、203、204 の位置を算出する。演算部 30 は、航法メッセージから測位衛星 SAT1、SAT2、SAT3、SAT4 の位置を取得する。演算部 30 は、アンテナ 201、202、203、204 の位置と測位衛星 SAT1、SAT2、SAT3、SAT4 の位置とから方向余弦を算出する。演算部 30 は、方位角の初期値または姿勢角の初期値と、アンテナ 201、20

2、203、204の位置と、方向余弦とから、測位衛星毎のフロート解として設定する設定値（以下、単にフロート解と称する。）を推定する。

[0036] 演算部30は、LAMBDA法を用いて、フロート解から、アンテナ201、202、203、204毎に測位信号に対する整数値バイアスを決定する（S103）。

[0037] 演算部30は、決定した各整数値バイアスから、各整数値バイアスに対応するアンテナ間の基線ベクトルVBをそれぞれに算出する（S104）。言い換えれば、各アンテナの組の基線ベクトルは、アンテナの組毎に決定された整数値バイアスを用いて算出される。算出される複数の基線ベクトルVBは、例えば、上述の基線ベクトルVB12、VB23、VB34、VB41、VB13、VB42である。

[0038] 演算部30は、複数の基線ベクトルVBを用いて、複数基線検定を実行する（S105）。複数基線検定の具体的な処理は後述する。

[0039] 演算部30は、複数基線検定が合格であれば（S106：YES）、ステップS103で決定した整数値バイアスを用いて、方位角を算出する（S107）。

[0040] 演算部30は、複数基線検定が不合格であれば（S106：NO）、方位角の初期値または姿勢角の初期値を再設定する（S110）。そして、演算部30は、ステップS102以降の処理を行う。

[0041] 図5は、複数基線検定のフローを示すフローチャートである。

[0042] 演算部30は、検定用の2本の基線ベクトルの組を選択する（S601）。基線ベクトルの組は、互いに平行でない組合せであればよく、少なくとも1組を選択すればよい。

[0043] 演算部30は、検定用の2本の基線ベクトルの成す角 α を算出する（S602）。成す角 α は、基線ベクトルの内積の定義式、または、基線ベクトルの外積の定義式を用いて算出される。

[0044] アンテナ201、202、203、204の相対位置関係は、上述のように既知であり、各基線ベクトルの成す角も既知である。この配置から得られ

る成す角をオフセット角 αf とする。演算部30は、オフセット角 αf を予め記憶している。演算部30は、検定用の2本の基線ベクトルに対するオフセット角 αf を取得する（S603）。

[0045] 演算部30は、成す角 α とオフセット角 αf とを比較し、比較結果が合格であるか否かによって、複数基線検定の合格、不合格を決定する。

[0046] 具体的には、演算部30は、成す角 α とオフセット角 αf との角度差 $\Delta\alpha$ を算出する（S604）。演算部30は、角度差の閾値 $TH\Delta\alpha$ を予め記憶している。この閾値 $TH\Delta\alpha$ は、姿勢角および方位角の初期値として許容な誤差等によって決定されている。

[0047] 演算部30は、角度差 $\Delta\alpha$ が閾値 $TH\Delta\alpha$ 未満であれば（S605：YES）、選択した2本の基線ベクトルの組に対する検定を合格と判定する（S606）。

[0048] 演算部30は、全ての基線ベクトルの組に対して検定を行っていないければ（S607：NO）、選択する2本の基線ベクトルの組を変更する（S612）。演算部30は、変更した基線ベクトルの組を用いて、ステップS602以降の処理を実行する。

[0049] 演算部30は、全ての基線ベクトルの組に対して検定を行っており（S607：YES）、全ての組で検定が合格であれば、複数基線検定を合格とする（S608）。

[0050] 一方、演算部30は、いずれかの基線ベクトルの組で角度差 $\Delta\alpha$ が閾値 $TH\Delta\alpha$ 以上であれば（S605：NO）、検定を不合格とする（S611）。

[0051] このような処理を行うことによって、演算部30は、整数値バイアスの決定（フロート解の推定）にカルマンフィルタ等のフィルタ処理を用いなくても、方位角の初期値を、高精度に決定できる。これにより、演算部30は、高速に且つ高精度に、方位角の初期値を算出できる。そして、このように初期値が決定されることによって、この後も継続的に、高精度な方位角を算出できる。

- [0052] この際、複数の基線ベクトルを用いて、整数値バイアスの検定を行うことによって、検定の精度を向上できる。これにより、演算部30は、姿勢角の初期値または方位角の初期値を高精度に算出できる。さらに、方位角算出装置10は、測位信号の受信部を備えていればよく、磁気センサ等を必要としないので、簡素な構成で、姿勢角の初期値または方位角の初期値を高精度に算出できる。
- [0053] 演算部30は、次の処理によって方位角を算出してもよい。図6は、本発明の実施形態に係る方位角算出方法の第2処理フローを示すフローチャートである。
- [0054] 図6のステップS101、S102、S103、S104は、図4に示したものと同一であり、説明は省略する。
- [0055] ステップS104にて基線ベクトルVBを算出した後、演算部30は、単基線検定を行う。単基線検定とは、個々の基線ベクトルVBに対する検定である。具体的には、演算部30は、算出した基線ベクトルVBの基線長DV B（例えば、図2（B）に示すD等）を算出する。演算部30は、上述のアンテナ201、202、203、204の配置から実測した基線長を、既知の基線長Dfとして記憶している。
- [0056] 演算部30は、算出した基線長DV Bと既知の基線長Dfとを比較して、比較結果が合格であるか否かによって、単基線検定の合格、不合格を決定する。
- [0057] 具体的には、演算部30は、基線長DV Bと既知の基線長Dfとの差分 ΔD を算出する。演算部30は、差分の閾値TH ΔD を予め記憶している。この閾値TH ΔD は、姿勢角および方位角の初期値として許容な誤差等によって決定されている。
- [0058] 演算部30は、差分 ΔD が閾値TH ΔD 未満であれば、単基線検定を合格と判定する。一方、演算部30は、差分 ΔD が閾値TH ΔD 以上であれば、単基線検定を不合格とする。
- [0059] 演算部30は、単基線検定に合格した基線ベクトルのみを用いて、複数基

線検定を実行する（S105）。演算部30が実行する複数基線検定以降の各処理は、図4に示したステップS106、S107、S110と同じであり、説明は省略する。

[0060] このような処理を行うことによって、演算部30は、より高速、且つ、より正確に、姿勢角または方位角を算出できる。

[0061] なお、船体100もしくは方位角算出装置10に慣性センサを備えている場合には、演算部30は、慣性センサの出力値を用いて単基線検定を実行することも可能である。例えば、演算部30は、基線ベクトルから所定の姿勢角（ピッチ角、または、ロール角等）を算出し、慣性センサの出力値によるIMU姿勢角と比較する。演算部30は、基線ベクトルによる姿勢角とIMU姿勢角との差が閾値未満であれば、単基線検定を合格とし、閾値以上であれば、単基線検定を不合格とする。

[0062] なお、基線長（アンテナ間の距離）が長く設定されているほど、本発明の構成および処理は効果的に作用する。一般的に、基線長が長い場合、整数値バイアスの決定に要する時間は長くなる。

[0063] しかしながら、本願構成および処理を用いることによって、基線長が長いことによる整数値バイアスの決定時間の長時間化を抑制し、整数値バイアスの決定時間を短縮できる。したがって、本願構成および処理を用いることによって、基線長が長くても、姿勢角の初期値および方位角の初期値を高速で且つ高精度に算出できる。

[0064] 図7は、初期化成功率の経過時間依存性を示すグラフである。図7における実線は本願の構成を示し、破線は比較例を示す。比較例は、本願のような検定を行わない方法である。図7（A）は追尾中の測位衛星数が4個の場合、図7（B）は追尾中の測位衛星数が5個の場合、図7（C）は追尾中の測位衛星数が6個の場合、図7（D）は追尾中の測位衛星数が7個の場合を示している。

[0065] 図7（A）、図7（B）、図7（C）、図7（D）に示すように、本願の構成および処理を用いることによって、測位衛星数に関係なく、初期化成功

率が80%以上になるまでの経過時間は、短くなる。また、図7(B)、図7(C)、図7(D)に示すように、本願の構成および処理を用いることによって、初期化成功率が100%になるまでの経過時間は、短くなる。

[0066] さらに、本願の構成および処理を用いることによって、比較例よりも少ない測位衛星数で初期化を完了することができる。すなわち、比較例よりも少ない測位衛星数で、姿勢角の初期値および方位角の初期値を高精度に算出できる。特に、本願の構成および処理では、単独測位に必要な測位衛星数さえあれば、姿勢角の初期値および方位角の初期値を高精度に算出できる。

[0067] なお、上述の説明では、アンテナ数を4個としたが、アンテナ数は3個以上であればよい。これらの全てのアンテナは、一直線上に並ばない位置に配置されていればよい。すなわち、互いに交差する複数の基線ベクトルを少なくとも1組形成できるように、アンテナ数およびアンテナの配置位置を決定すればよい。

[0068] また、複数基線検定では、複数の基線ベクトルVBの内、互いに交差する少なくとも1組の基線ベクトルVBを算出すればよい。しかしながら、算出される基線ベクトルVBの組は多い方が、検定の精度が向上し、好ましい。

符号の説明

- [0069] 10：方位角算出装置
- 21：受信部
- 21、22、23、24：受信部
- 30：演算部
- 31：初期値設定部
- 32：整数値バイアス決定部
- 33：基線ベクトル算出部
- 34：検定部
- 35：方位角算出部
- 100：船体
- 200：筐体

201、202、203、204 : アンテナ

SAT1、SAT2、SAT3、SAT_n : 測位衛星

VB12、VB13、VB23、VB34、VB41、VB42、VB : 基
線ベクトル

請求の範囲

- [請求項1] 全てが一直線上にない位置に配置された少なくとも3個のアンテナと、
- 自装置の姿勢角または方位角の初期値を設定する初期値設定部と、
- 少なくとも2組のアンテナ間の搬送波位相差の整数値バイアスを、
- 前記初期値を用いてそれぞれに決定する整数値バイアス決定部と、
- 前記少なくとも2組のアンテナ間の基線ベクトルを、アンテナの組毎に対応した各整数値バイアスを用いてそれぞれに算出する基線ベクトル算出部と、
- 前記各整数値バイアスを用いて算出された各基線ベクトルを用いて前記初期値の妥当性を検定する複数基線検定を実行する検定部と、
- 前記複数基線検定が合格であれば、前記各整数値バイアスを用いて方位角を算出する方位角算出部と、
- を備える方位角算出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の方位角算出装置であって、
- 前記検定部は、
- 前記複数基線検定が不合格であれば、前記初期値設定部に対して前記初期値を変更させる、
- 方位角算出装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の方位角算出装置であって、
- 前記検定部は、
- 前記基線ベクトル算出部で算出される複数の基線ベクトルの成す角を用いて、前記複数基線検定を実行する、
- 方位角算出装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の方位算出装置であって、
- 前記検定部は、
- 前記アンテナの位置関係から予め得られた前記複数の基線ベクトルの成す角に対応するオフセット角と前記成す角との角度差が閾値未満

であると、前記複数基線検定が合格であると判定する、
方位角算出装置。

[請求項5] 請求項4に記載の方位算出装置であって、
前記検定部は、
前記角度差が閾値以上であると、前記複数基線検定が不合格であると判定する、
方位角算出装置。

[請求項6] 請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の方位角算出装置であって、
、
前記検定部は、前記複数の基線ベクトルの内積または外積を用いて、
前記成す角を算出する、
方位角算出装置。

[請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の方位角算出装置であって、
、
前記検定部は、
前記複数の基線ベクトルのそれぞれに対して単基線検定を実行し、
前記単基線検定に合格した複数の基線ベクトルを用いて、前記複数
基線検定を実行する、
方位角算出装置。

[請求項8] 自装置の姿勢角または方位角の初期値を設定し、
少なくとも2組のアンテナ間の搬送波位相差の整数値バイアスを、
前記初期値を用いてそれぞれに決定し、
前記少なくとも2組のアンテナ間の基線ベクトルを、アンテナの組
毎に対応した各整数値バイアスを用いてそれぞれに算出し、
前記各整数値バイアスを用いて算出された各基線ベクトルを用いて
前記初期値の妥当性を検定する複数基線検定を実行し、
前記複数基線検定が合格であれば、前記各整数値バイアスを用いて
方位角を算出する、

方位角算出方法。

[請求項9] 請求項8に記載の方位角算出方法であって、
前記複数基線検定は、
複数の前記基線ベクトルの成す角を用いて実行される、
方位角算出方法。

[請求項10] 請求項9に記載の方位算出方法であって、
前記アンテナの位置関係から予め得られた前記複数の基線ベクトルの成す角に対応するオフセット角と前記成す角との角度差が閾値未満であると、前記複数基線検定が合格であると判定する、
方位角算出方法。

[請求項11] 請求項10に記載の方位算出方法であって、
前記角度差が閾値以上であると、前記複数基線検定が不合格であると判定する、
方位角算出方法。

[請求項12] 請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の方位角算出方法であって、
前記複数基線検定では、前記複数の基線ベクトルの内積または外積を用いて、前記成す角を算出する、
方位角算出方法。

[請求項13] 請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の方位角算出方法であって、
前記複数基線検定の前に、前記複数の基線ベクトルのそれぞれに対して単基線検定を実行し、
前記単基線検定に合格した複数の基線ベクトルを用いて、前記複数基線検定を実行する、
方位角算出方法。

[請求項14] 自装置の姿勢角または方位角の初期値を設定する処理と、
少なくとも2組のアンテナ間の搬送波位相差の整数値バイアスを、

前記初期値を用いてそれぞれに決定する処理と、

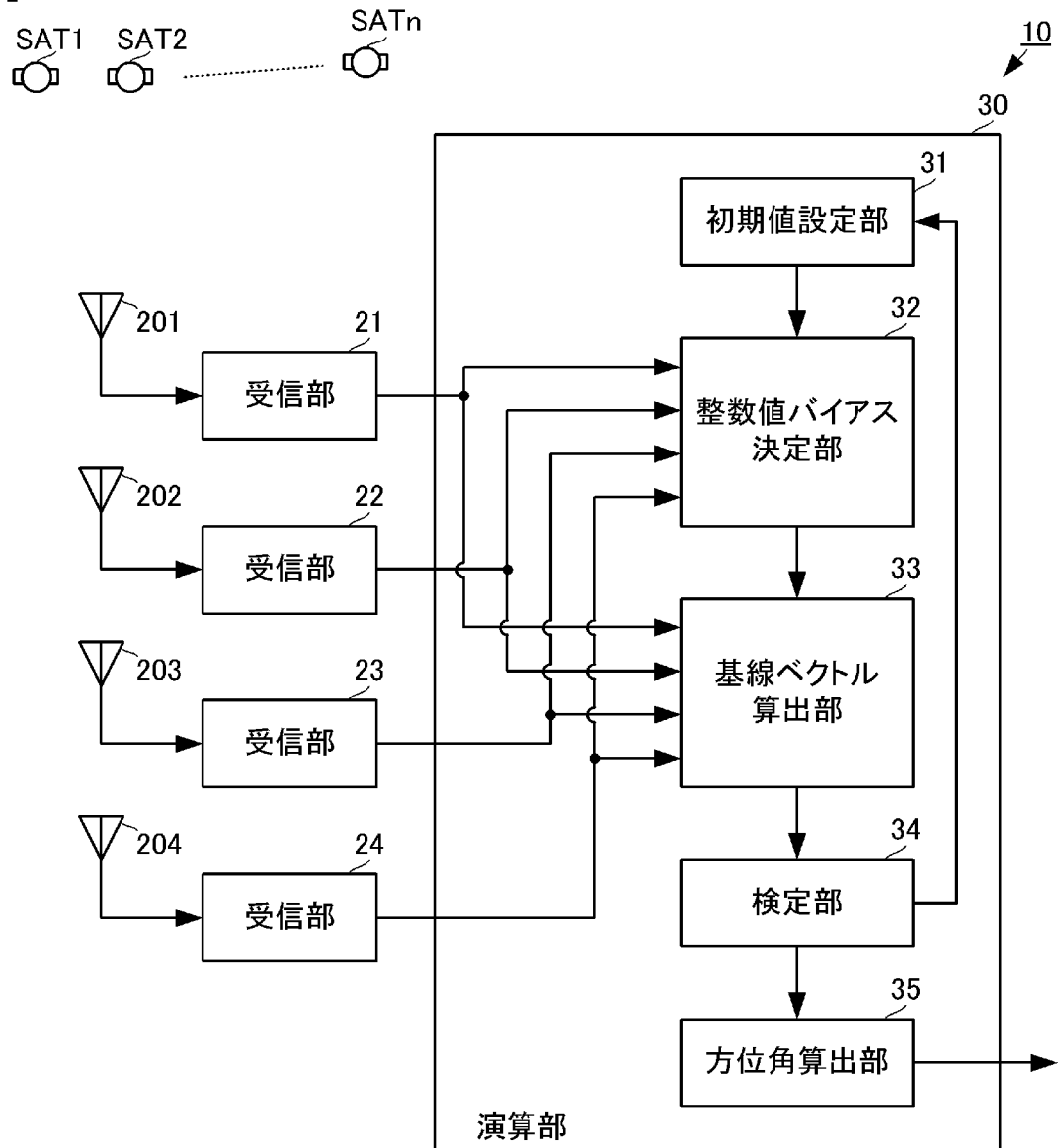
前記少なくとも 2 組のアンテナ間の基線ベクトルを、アンテナの組毎に対応した各整数値バイアスを用いてそれぞれに算出する処理と、

前記各整数値バイアスを用いて算出された各基線ベクトルを用いて前記初期値の妥当性を検定する複数基線検定を実行する処理と、

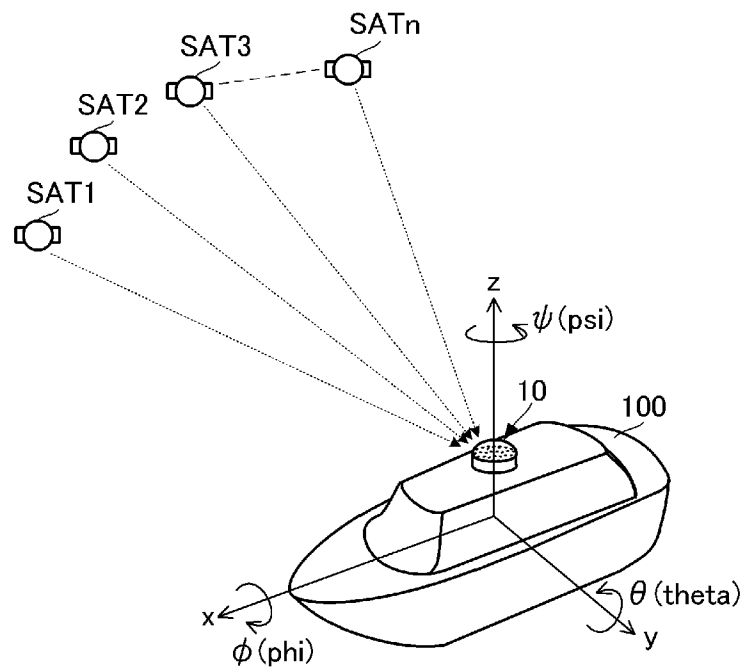
前記複数基線検定が合格であれば、前記各整数値バイアスを用いて方位角を算出する処理と、

を演算処理装置に実行させる、方位角算出プログラム。

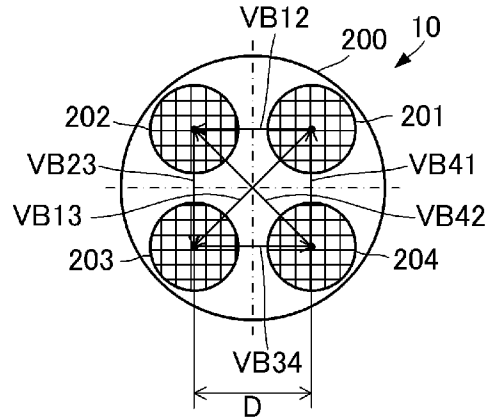
[図1]



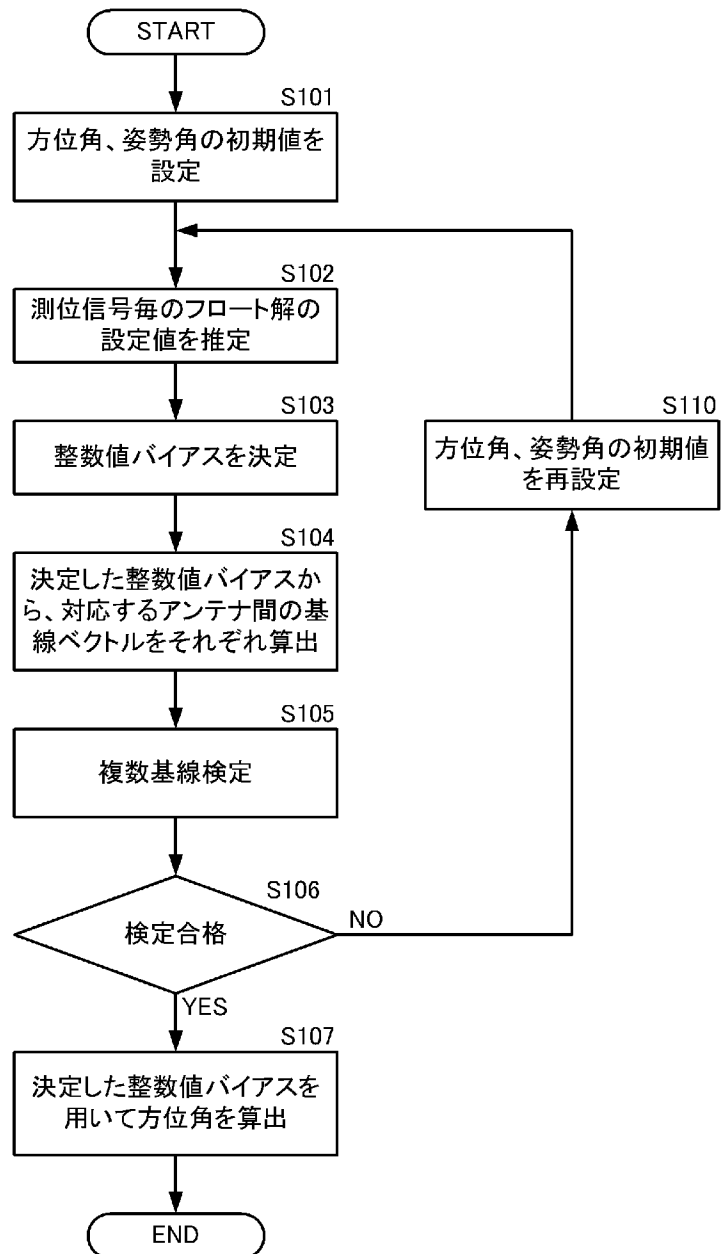
[図2]



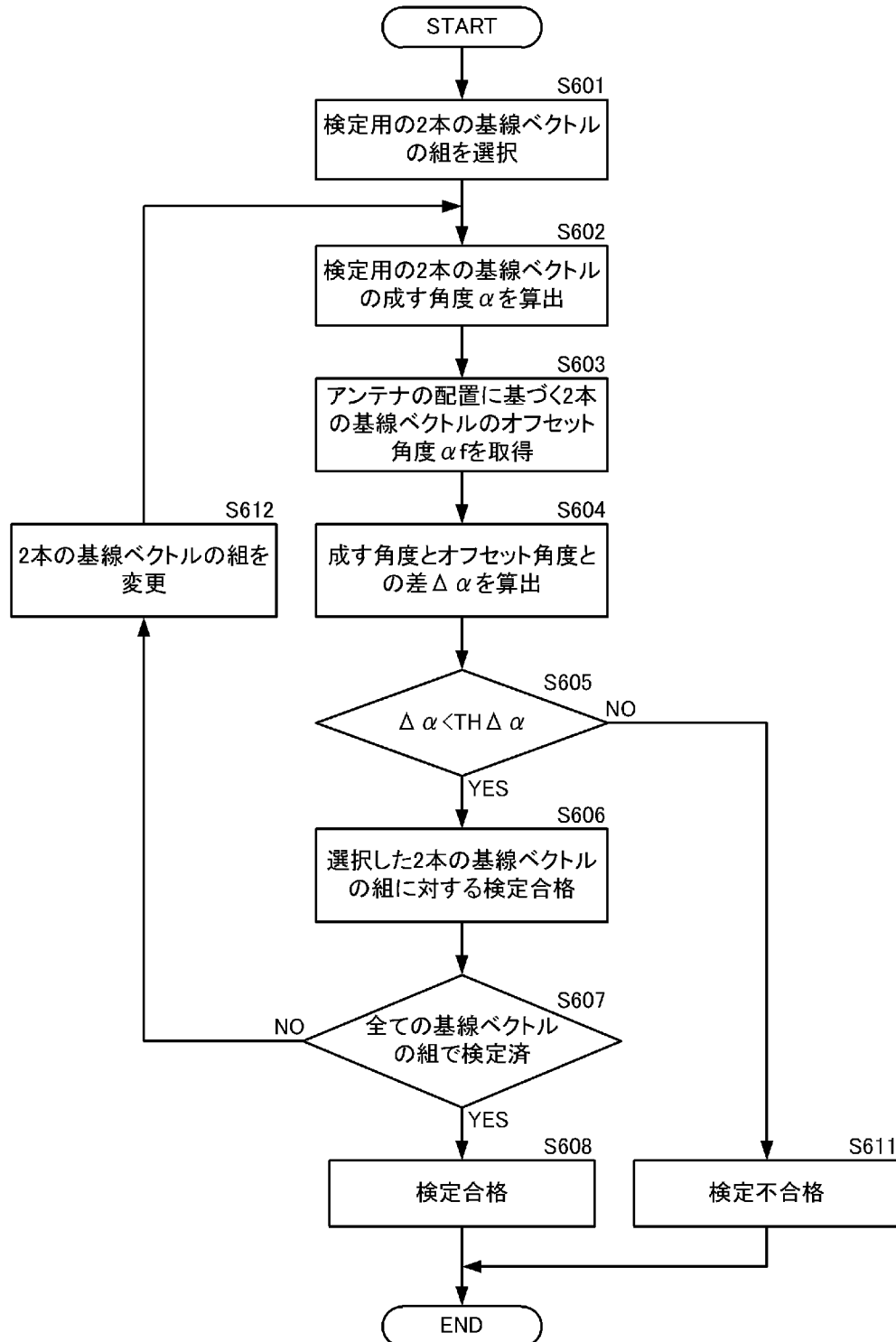
[図3]



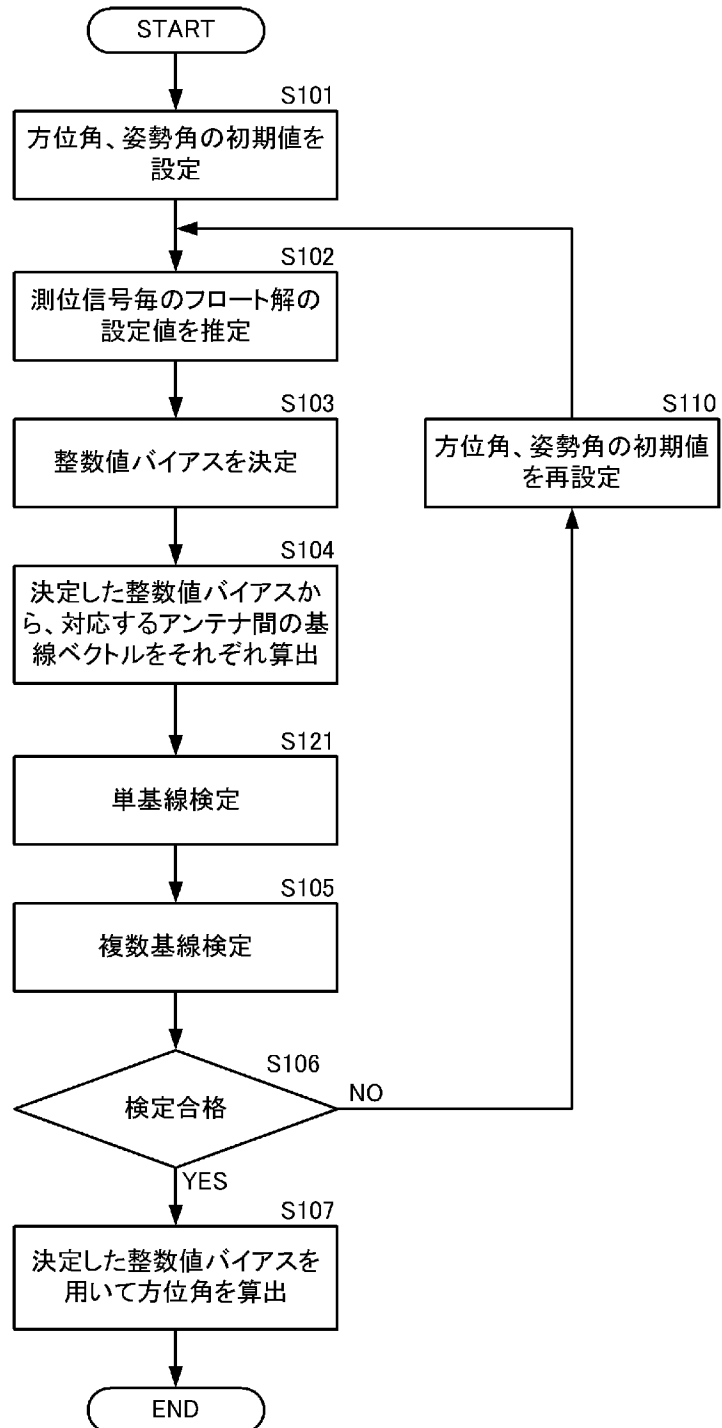
[図4]



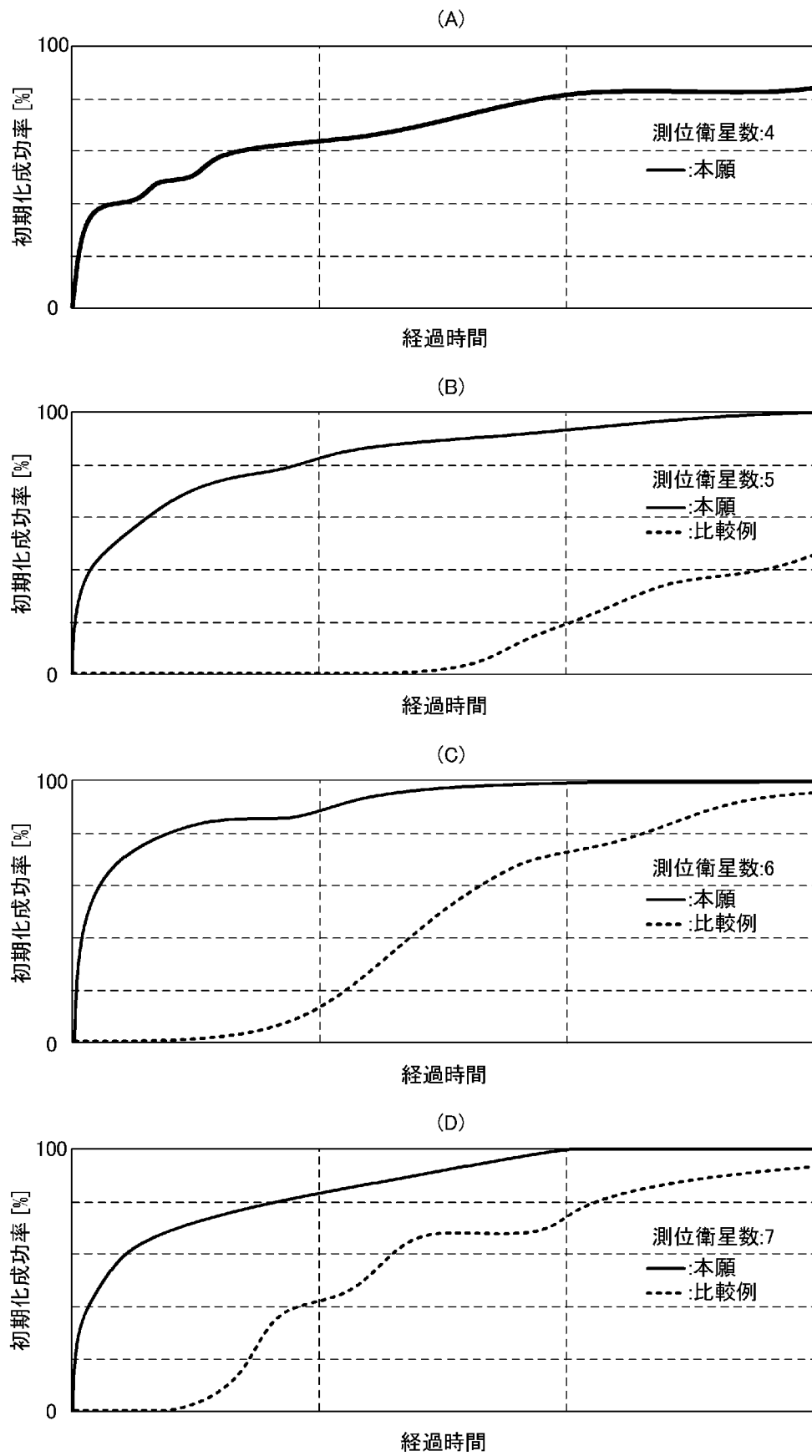
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S19/55 (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)

Int.Cl. G01S5/00-5/14, 19/00-19/55

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-071868 A (FURUNO ELECTRIC CO.) 22 March 2007, claims, paragraphs [0017]-[0078], fig. 1-5 & US 2007/0040737 A1, claims, paragraphs [0030]-[0105], fig. 1-5 & GB 2429128 A	1, 2, 7, 8, 14 3-6, 9-13
Y	JP 2010-190806 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 02 September 2010, paragraphs [0118]-[0120] (Family: none)	3-6, 9-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06.03.2018

Date of mailing of the international search report
20.03.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044543

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 2006-126181 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 18 May 2006, paragraphs [0084]-[0086] (Family: none)	3-6, 9-13
A	JP 2002-040124 A (FURUNO ELECTRIC CO.) 06 February 2002, claims, paragraphs [0020]-[0046], fig. 1-9 & US 2002/0050943 A1, claims, paragraphs [0040]-[0047], fig. 1-9 & GB 2370707 A & AU 5591101 A	1-14
A	JP 2001-281317 A (JAPAN RADIO CO., LTD.) 10 October 2001, claims, fig. 1-4 (Family: none)	1-14
A	WO 2016/104032 A1 (FURUNO ELECTRIC CO.) 30 June 2016, claims, fig. 1-3 & EP 3239740 A1, claims, fig. 1-3 & CN 107110979 A	1-14
A	US 2013/0069822 A1 (WU, B.) 21 March 2013, claims, fig. 1-4 & EP 2570823 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S19/55 (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 (I P C))

Int.Cl. G01S5/00-5/14, 19/00-19/55

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 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 8 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
X Y	JP 2007-071868 A (古野電気株式会社) 2007.03.22, [特許請求の範囲], [0017]-[0078], 第 1-5 図 & US 2007/0040737 A1 ([Claims], [0030]-[0105], 第 1-5 図) & GB 2429128 A	1, 2, 7, 8, 14 3-6, 9-13
Y	JP 2010-190806 A (三菱電機株式会社) 2010.09.02, [0118]-[0120] (ファミリーなし)	3-6, 9-13

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 3 . 2 0 1 8

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 3 . 2 0 1 8

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 治 企

2 S

9 7 0 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-126181 A (三菱電機株式会社) 2006. 05. 18, [0084]-[0086] (ファミリーなし)	3-6, 9-13
A	JP 2002-040124 A (古野電気株式会社) 2002. 02. 06, [特許請求の範囲], [0020]-[0046], 第 1-9 図 & US 2002/0050943 A1 ([Claims], [0040]-[0047], 第 1-9 図) & GB 2370707 A & AU 5591101 A	1-14
A	JP 2001-281317 A (日本無線株式会社) 2001. 10. 10, [特許請求の範囲], 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-14
A	WO 2016/104032 A1 (古野電気株式会社) 2016. 06. 30, [特許請求の範囲], 第 1-3 図 & EP 3239740 A1 ([Claims], 第 1-3 図) & CN 107110979 A	1-14
A	US 2013/0069822 A1 (WU Benjamin) 2013. 03. 21, [Claims], 第 1-4 図 & EP 2570823 A1	1-14