

(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12月20日(20.12.2018)



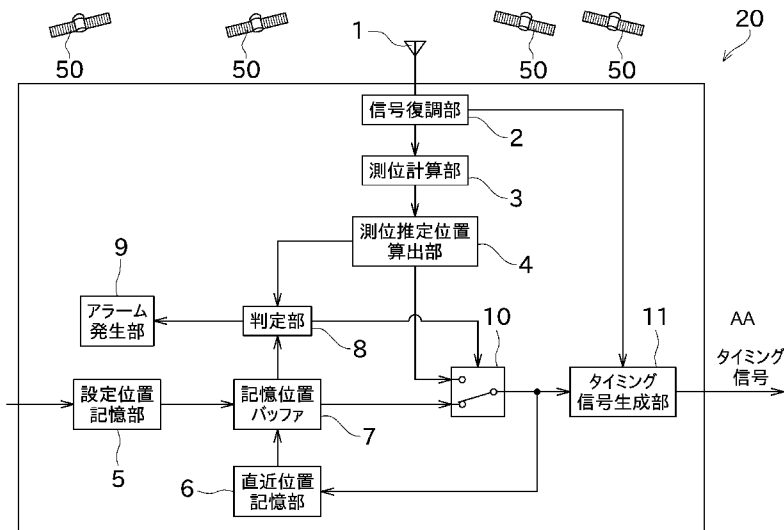
(10) 国際公開番号
WO 2018/230227 A1

- (51) 国際特許分類:
G04R 20/02 (2013.01) G04G 3/00 (2006.01)
G01S 19/14 (2010.01)
- (72) 発明者: 小和田 真也 (KOWADA, Shinya);
〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号
古野電気株式会社内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/018651
- (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, 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,
- (22) 国際出願日: 2018年5月15日(15.05.2018)
- (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 2017-117055 2017年6月14日(14.06.2017) 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 5 2 号 Hyogo (JP).

(54) Title: TIMING SIGNAL GENERATING DEVICE, ELECTRONIC INSTRUMENT PROVIDED WITH SAME, AND TIMING SIGNAL GENERATING METHOD

(54) 発明の名称: タイミング信号生成装置、それを備える電子機器、及びタイミング信号生成方法

[図1]



- 2 Signal demodulating unit
- 7 Stored position buffer
- 3 Positioning calculation unit
- 8 Determining unit
- 4 Positioning estimated position calculating unit
- 9 Alarm generating unit
- 5 Set position storage unit
- 11 Timing signal generating unit
- 6 Most recent position storage unit
- AA Timing signal

(57) Abstract: [Problem] To enable errors in an antenna installation position or the like to be handled appropriately. [Solution] A set position storage unit stores a set position, which is the position of an antenna which receives a satellite signal, the set position being set either internally or externally. A timing signal generating unit uses a pseudo distance between the antenna and the satellite, obtained by means of a calculation assuming that the antenna is disposed in the set position, to generate a timing signal using the satellite signal received by the antenna. A determining unit determines



WO 2018/230227 A1

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))

whether it is likely, to a certain degree, that the set position represents the position of the antenna, and if it is likely to said certain degree, then the determining unit causes the timing signal generating unit to generate the timing signal on the basis of the set position, and if it is not likely to said certain degree, then the determining unit performs at least any one of timing generation stop control to stop the generation of the timing signal based on the set position, set position discarding control, and alarm generation control.

(57) 要約: 【課題】 アンテナ設置位置の誤り等に適切に対応できるようにする。【解決手段】 設定位置記憶部は、内部又は外部から設定された、衛星信号を受信するアンテナの位置である設定位置を記憶する。タイミング信号生成部は、前記設定位置に前記アンテナが配置されているとみなした計算により得られる前記アンテナと前記衛星との擬似距離を用いて、前記アンテナが受信した衛星信号によりタイミング信号を生成できる。判定部は、前記設定位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かの判定を行い、所定程度確からしい場合には前記設定位置に基づいて前記タイミング信号生成部に前記タイミング信号を生成させ、所定程度確からしくない場合には、前記設定位置に基づく前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御、設定位置破棄制御、又は、アラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行う。

明 細 書

発明の名称：

タイミング信号生成装置、それを備える電子機器、及びタイミング信号生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、主として、アンテナを経由して得られる衛星からの信号を利用して、タイミング信号を生成するタイミング信号生成装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、正確な現在時刻を得たり、他の機器と正確に同期させたりするために、タイミング信号生成装置が利用されている。このようなタイミング信号生成装置は、電子機器、無線通信設備、或いは車載基地局等に搭載されている。この種のタイミング信号生成装置では、正確な時間間隔でタイミング信号を生成するために、人工衛星等を含んで構成される全地球航法衛星システム (GNSS: Global Navigation Satellite System) を利用している。

[0003] 人工衛星には、極めて精度の高い原子時計が搭載されている。人工衛星は、その軌道情報や正確な時刻情報等が重畳された衛星信号を地球上に向けて送信している。この人工衛星からの衛星信号を地球上のGNSS受信機で受信することにより、その軌道情報や時刻情報に基づいて、基準時刻に同期したタイミング信号を生成することができる。

[0004] 上記のようにして生成されるタイミング信号の精度は、受信機が自らの位置をどれだけ正確に認識し、それを測位計算に利用できるかに大きく依存するため、正確な位置情報をGNSS受信機に設定することは重要である。受信機に位置情報を設定する方法としては、例えば使用者が予め地図から読み取って設定したり、或いは事前にGNSS受信機を動作させておき、そこで算出した位置情報を記録しておいたりする手法等が挙げられる。

[0005] ここで、特許文献1から5までは、GNSS受信機に正確な位置情報を設

定するための手法を開示している。

[0006] これらのうち、特許文献1が開示するタイミング信号生成装置は、通常測位モードと位置固定モードとを有し、通常測位モードでの所定時間に亘る測位計算の結果の統計から最頻値又は中央値を選択し、位置固定モードにおける受信点の位置情報として当該最頻値又は中央値を設定する構成となっている。特許文献1は、これにより、受信場所の制限を受けず、コストも低減できるとする。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2014-137318号公報
特許文献2：特開2014-126539号公報
特許文献3：特開2015-175812号公報
特許文献4：特開2015-158432号公報
特許文献5：特表2014-507630号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1から5までを含め、従来は、タイミング信号を生成するための計算で用いられる受信点の位置が設定されると、当該受信点の位置が無条件で信頼され、その位置が実際のアンテナの位置と一致しているかを事後的に検査（評価）する構成を有していなかった。従って、事後的な状況の変化に適切に対応できない場合があった。

[0009] 本発明は以上の事情に鑑みてなされたものであり、タイミング信号を生成するための計算で用いられる受信点の位置が信頼できるか否かを自己評価できるタイミング信号生成装置を提供することにある。

課題を解決するための手段及び効果

[0010] 本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

[0011] 本発明の第1の観点によれば、以下の構成のタイミング信号生成装置が提供される。即ち、このタイミング信号生成装置は、設定位置記憶部と、タイミング信号生成部と、判定部と、を備える。前記設定位置記憶部は、衛星からの衛星信号を受信するアンテナの位置が、内部又は外部から設定された場合に、当該設定された位置である設定位置を記憶する。前記タイミング信号生成部は、前記設定位置に前記アンテナが配置されているとみなして計算することにより得られる前記アンテナと前記衛星との擬似距離を利用して、前記アンテナが受信した衛星信号によりタイミング信号を生成可能である。前記判定部は、前記設定位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かの判定を行い、所定程度確からしい場合には前記設定位置に基づいて前記タイミング信号生成部に前記タイミング信号を生成させ、そうでない場合には、前記設定位置に基づく前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御か、前記設定位置を破棄する設定位置破棄制御か、又は、アラームを発生させるアラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行う。

[0012] 本発明の第2の観点によれば、以下のようなタイミング信号生成方法が提供される。即ち、衛星からの衛星信号を受信するアンテナの位置が設定された場合に、当該設定された位置である設定位置を記憶する。前記設定位置に前記アンテナが配置されているとみなして計算することにより得られる前記アンテナと前記衛星との擬似距離を利用して、前記衛星信号によりタイミング信号を生成する。前記設定位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かを判定し、所定程度確からしい場合には前記設定位置に基づいて前記タイミング信号を生成し、そうでない場合には、前記設定位置に基づく前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御か、前記設定位置を破棄する設定位置破棄制御か、又は、アラームを発生させるアラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行う。

[0013] これにより、内部又は外部から設定される設定位置の確からしさを評価することができ、設定された位置の誤り、及び、アンテナの設置位置の誤り等

に対して適切に対応することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1実施形態に係るタイミング信号生成装置の概略的な構成を示すブロック図。

[図2]タイミング信号の生成のために用いられる位置の選択を説明する概念図。

[図3]第1実施形態におけるタイミング信号生成方法を実現するための処理を示すフローチャート。

[図4]第1実施形態の変形例のタイミング信号生成装置を示すブロック図。

[図5]第2実施形態に係るタイミング信号生成装置の概略的な構成を示すブロック図。

[図6]判定部の構成を示すブロック図。

[図7]設定位置の周囲に設定される判定位置を説明する概念図。

[図8]第2実施形態におけるタイミング信号生成方法を実現するための処理を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0015] <第1実施形態>

初めに、第1実施形態に係るタイミング信号生成装置20について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るタイミング信号生成装置20の概略的な構成を示すブロック図である。

[0016] 図1に示すタイミング信号生成装置20は、後述するGNSSアンテナ1で受信した衛星50、50、・・・からの衛星信号を解析し、当該衛星信号に含まれる軌道情報及び時刻情報に基づいて、GNSS基準時刻に同期したタイミング信号を生成するものである。

[0017] 本実施形態のタイミング信号生成装置20は、例えば小型の無線基地局設備を搭載したドローンに備えられている。このドローンは地震や津波等の災害が発生して、交通網が遮断され、人が立ち入れなくなった村や建造物等と通信を行うために利用される。このドローンは通常の基地局設備と同等の機

能を有しており、携帯電話の利用等の際に中継基地局として用いられる。

[0018] このドローンは衛星信号を受信するための受信機、アンテナ、及び内部に方位情報や速度情報等を得るための各種センサを保有しており、利用者が予め指定した場所へ自動飛行、及び滞空することが可能である。このとき、滞空した状態で静止を維持しているドローンは、固定点にアンテナを設置している状態と同様に扱うことができるため、衛星信号の受信も固定点測位を行うことが可能である。そのため利用者が事前に設定した設定位置にて測位を実施することができ、固定点での測位を実施する通常の基地局と、同等の精度のタイミング信号を生成することができる。このタイミング信号は、基地局として必要な基準信号として用いることが可能である。

[0019] 次に、本実施形態のタイミング信号生成装置20の構成について、より具体的に説明する。

[0020] 図1には第1実施形態のタイミング信号生成装置20の主な構成が示される。このタイミング信号生成装置20は、GNSSアンテナ1を備える。また、タイミング信号生成装置20は、信号復調部2、測位計算部3、測位推定位置算出部4、設定位置記憶部5、直近位置記憶部6、記憶位置バッファ7、判定部8、アラーム発生部9、位置切替部10、及びタイミング信号生成部11等を備えている。

[0021] 具体的には、上記のタイミング信号生成装置20は公知のコンピュータとして構成され、CPU、ROM、RAM、及び発振回路等を備えている。また、上記のROM等には、本発明のタイミング信号生成方法を実現するためのプログラムが記憶されている。そして、上記のハードウェアとソフトウェアの協働により、タイミング信号生成装置20を、信号復調部2、測位計算部3、測位推定位置算出部4、設定位置記憶部5、直近位置記憶部6、記憶位置バッファ7、判定部8、アラーム発生部9、位置切替部10、及びタイミング信号生成部11等として動作させることができる。

[0022] GNSSアンテナ1は、GNSSを構成する衛星50, 50, ...から送信される所定の周波数帯の衛星信号を受信するアンテナである。ここで、

衛星としては、例えば、GPS、ガリレオ、及びGLONASS等において運用される人工衛星が考えられるが、例えば準天頂衛星等を含めてもよい。

[0023] 信号復調部2は、GNSSアンテナ1で受信した衛星信号を復調することにより、当該衛星信号に含まれている軌道情報及び時刻情報を取り出す。この情報の取得は、衛星50, 50, ...のそれぞれに特有の擬似ランダム雑音コード(PRNコード)によりコード変調されている衛星信号を復調することにより行われる。得られた軌道情報や時刻情報は測位計算部3及びタイミング信号生成部11に出力され、測位計算、及びタイミング信号の生成のために用いられる。

[0024] 測位計算部3は、信号復調部2で得られた軌道情報及び時刻情報を用いて、GNSSアンテナ1が設置されている位置である受信点(以下、単に「受信点」と称する場合がある。)の位置を測位する。

[0025] この測位計算を具体的に説明すると、測位計算部3は、衛星50において図略の原子時計で計測されて電波に前述の時刻情報として含められる電波送信時刻と、タイミング信号生成装置20が備える図略の水晶時計で計測した電波受信時刻と、を用いて、衛星50から送信された衛星信号(電波)が受信点まで到達するのに要する伝搬遅延時間を計算する。この伝搬遅延時間に光速を乗じることにより、衛星50から受信点までの擬似距離が求められる。また、衛星50から受信点までの理論的な距離は、軌道情報及び時刻情報に基づいて得られる衛星50の電波送信時の位置と、受信点を未知の複数のパラメータ(緯度、経度及び高度)で表した位置と、の2点間の距離として表すことができる。

[0026] ここで、受信側のタイミング信号生成装置20が備える水晶時計と、送信側の衛星50が備える原子時計と、の間には、無視できない誤差(時計誤差)が生じる。そこで、測位計算においては、この時計誤差も未知のパラメータとして表して、上記の擬似距離が上記の理論的な距離と等しいことを表す方程式を立てる。未知のパラメータの数は4であるから、4個以上の衛星50, 50, ...からの衛星信号に基づいた複数の方程式を連立させて解く

ことにより、受信点の現在位置の測位計算結果である測位解が得られる。測位計算部3は、受信点の測位解を定期的に（例えば、1秒毎に）求めて、測位推定位置算出部4に出力する。

[0027] 測位推定位置算出部4は、測位計算部3から反復的に入力される測位解に基づいて、測位結果から推定される受信点の位置である測位推定位置（以下、単に「測位推定位置」と称する場合がある。）を算出する。この測位推定位置は、タイミング信号生成装置20において、タイミング信号生成部11がタイミング信号を生成するために用いる受信点の位置の選択肢として扱われる。測位推定位置算出部4は、算出した測位推定位置を、判定部8及び位置切替部10に出力する。

[0028] 本実施形態の測位推定位置算出部4は、過去の所定期間内に入力された複数の測位解について平均値及び分散を求め、分散が所定値未満となった場合に、当該平均値を測位推定位置とする。別の言い方をすれば、測位推定位置算出部4は、バラツキが小さい一連の測位解を取りまとめ、これらの測位解を代表する値を測位推定位置とする。これにより、例えばマルチパスや衛星信号の強度の一時的な低下等に起因して、突発的に大きな誤差を含んだ測位解が測位推定位置算出部4に入力されたとしても、その誤差の影響を小さく抑え、精度の高い測位推定位置を算出することができる。このように、測位推定位置は、測位計算に基づく位置であるということができる。

[0029] 設定位置記憶部5は、タイミング信号生成装置20の利用者（ユーザ）が、設置を計画するGNSSアンテナ1の位置（受信点）を当該タイミング信号生成装置20に設定した場合に、その位置を記憶する。言い換えれば、設定位置記憶部5は、ユーザがタイミング信号生成装置20に入力した受信点の位置を記憶する。以下では、この位置を「設定位置」と称する場合がある。受信点の位置の設定は、タイミング信号生成装置20が備える図示しないキー及びダイヤル等の入力部を操作したり、外部のコンピュータがタイミング信号生成装置20と通信して指示したりすることで行うことができる。また、上記の設定位置は、例えば地図から読み取ったり、或いは測量を行った

りすることでも得ることができる。

- [0030] このように、本実施形態のタイミング信号生成装置 20 では、意図している受信点の位置（受信点のあるべき位置）を、事前に外部から与えることができるようになっていて、設定位置記憶部 5 は、記憶する設定位置を記憶位置バッファ 7 に出力する。
- [0031] ただし、前記設定位置は、必ずしも事前に外部から与えられる位置であるとは限らず、例えばこれに代えて、タイミング信号生成装置 20 の内部で生成される位置であってもよい。また、必ずしも設定位置記憶部 5 に記憶されている位置とは限らず、その都度生成される位置であってもよい。
- [0032] 直近位置記憶部 6 は、直近にタイミング信号生成部 11 でタイミング信号を生成するために用いられた受信点の位置を記憶する。以下では、この位置を単に「直近位置」と呼ぶ場合がある。この直近位置は、設定位置記憶部 5 が記憶する設定位置、測位推定位置算出部 4 が算出した最新の測位推定位置、又は、過去の測位推定位置のうち何れかに一致する。直近位置記憶部 6 は、記憶する直近位置を記憶位置バッファ 7 に出力する。
- [0033] 記憶位置バッファ 7 は、設定位置記憶部 5 が出力する設定位置、又は、直近位置記憶部 6 が出力する直近位置を、一時的に記憶する。以下では、この位置を単に「記憶位置」と呼ぶ場合がある。記憶位置バッファ 7 が記憶する位置（記憶位置）は、上述の測位推定位置と同様に、タイミング信号生成装置 20 において、タイミング信号生成部 11 がタイミング信号を生成するために用いる受信点の位置の選択肢として扱われる。
- [0034] 本実施形態では、直近位置記憶部 6 が何らかの位置を記憶している場合には、記憶位置バッファ 7 は、設定位置記憶部 5 が出力する設定位置ではなく、直近位置記憶部 6 が出力する直近位置を記憶するようになっていて、即ち、記憶位置バッファ 7 は、設定位置よりも直近位置を優先して記憶する。ただし、その後再度ユーザが最新の設定位置の入力を試みた場合には、その最新の設定位置を優先してもよい。記憶位置バッファ 7 は、記憶した位置（記憶位置）を判定部 8 に出力する。

[0035] 判定部8は、記憶位置バッファ7から入力される記憶位置がGNSSアンテナ1の現実の位置を表すものとして確からしいか否かを、測位推定位置算出部4から入力される測位推定位置を用いて判定する。言い換えれば、判定部8は、ユーザが設定した位置、又は、直近にタイミングの算出のために用いられた受信点の位置が、今もなお確からしいか否かを判定する。判定部8による判定結果は、位置切替部10及びアラーム発生部9に出力される。

[0036] 具体的には、本実施形態の判定部8は、測位推定位置と記憶位置との間の距離 L が閾値 L_t 以下であるか否かを判定する。なお、当該距離 L は、2点の位置から、周知である三平方の定理を用いて計算することができる。この判定の結果、測位推定位置と記憶位置とが乖離する長さである距離 L が閾値 L_t 以下である場合 ($L \leq L_t$)、当該記憶位置がある程度信頼できると考えられる。そこで、この場合、判定部8は、位置切替部10がタイミング信号生成部11に出力する位置を、当該位置切替部10に記憶位置バッファ7から入力された記憶位置とするように制御する。

[0037] 一方、上記の判定の結果、測位推定位置と記憶位置との間の距離 L が閾値 L_t を上回っている場合 ($L > L_t$)、当該記憶位置があまり信頼できない(疑わしい)と考えられる。そこで、この場合、判定部8は、位置切替部10がタイミング信号生成部11に出力する位置を、当該位置切替部10に測位推定位置算出部4から入力された測位推定位置とするように制御する。

[0038] アラーム発生部9は、判定部8での判定の結果、測位推定位置と記憶位置との間の距離 L が閾値 L_t を上回っていた場合 ($L > L_t$)、ユーザに報知するためのアラームを発生し、そうでない場合 ($L \leq L_t$)、アラームを発生させない。このアラームは、ユーザの聴覚に訴えるものであってもよいし、視覚に訴えるものであってもよい。これにより、GNSSアンテナ1の現在の位置が、ユーザが当初に意図していた位置から大きく外れていたり、或いは事後的に無視できない程度に移動されたりした場合に、ユーザがこの状況を知り、適宜の措置を講ずることができる。ユーザがとり得る措置としては、例えばアラームが発生している間のタイミング信号は利用しない等が挙げられ

る。これにより、例えばドローンが突風や飛翔物との衝突で滞空位置が大きく動いてしまった場合において、精度が著しく劣化したタイミング信号を利用してしまいう問題を防ぐことができる。この場合はドローンが再度設定された位置に戻り、アラームが解除されるのを待てばよい。

[0039] 位置切替部10は、測位推定位置と記憶位置とのうちの何れをタイミング信号生成部11によるタイミング信号の生成のために用いるかを、判定部8の判定結果に応じて切り替える。具体的に説明すると、位置切替部10は、判定部8での判定の結果、測位推定位置と記憶位置との間の距離 L が閾値 L_t 以下である場合 ($L \leq L_t$)、記憶位置バッファ7から入力された記憶位置をタイミング信号生成部11に出力する。一方、位置切替部10は、判定部8での判定の結果、測位推定位置と記憶位置との間の距離 L が閾値 L_t を上回る場合 ($L > L_t$)、測位推定位置算出部4から入力された測位推定位置をタイミング信号生成部11に出力する。

[0040] なお、上記の受信点のユーザによる設定が行われず、かつ、電源投入直後等でタイミング信号の生成がまだ行われていない場合、記憶位置バッファ7が何れの位置も記憶しないこともあり得る。この場合は、判定部8は、測位推定位置算出部4から入力された測位推定位置をタイミング信号生成部11に出力するように、位置切替部10を制御する。また、判定部8は、この場合にアラーム発生部9がアラームを発生させないように制御する。

[0041] 位置切替部10が出力する位置（測位推定位置又は記憶位置）は、タイミング信号生成部11に出力されると同時に、直近位置記憶部6にも出力される。直近位置記憶部6は、位置切替部10から入力された位置を、上記の直近位置として記憶する。直近位置記憶部6が記憶する直近位置は、位置切替部10から新しい位置が入力される毎に、最新のものに更新される。この更新に伴い、記憶位置バッファ7が記憶する記憶位置も、最新の直近位置に更新される。

[0042] タイミング信号生成部11は、位置切替部10から入力された位置（測位推定位置又は記憶位置）を用いて、タイミング信号を生成する。

[0043] 具体的に説明すると、本実施形態のタイミング信号生成部11は、測位計算部3が行う測位計算で説明した上述の方程式において、位置切替部10から入力された位置を上記の受信点の未知のパラメータに代入するとともに、軌道情報に基づく衛星50の位置を代入して解くことにより、残りの未知のパラメータである時計誤差を求める。次に、タイミング信号生成部11は、得られた時計誤差に基づいて、タイミング信号生成装置20が備える水晶時計のタイミングに対してオフセット処理等を行うことにより、GNSS基準時刻と同期した1秒周期信号（1PPS: One Pulse per Second）と、同じくGNSS基準時刻と同期した10MHzの基準周波数信号と、を出力する。本実施形態では、上記の1PPS信号及び基準周波数信号が、タイミング信号に該当する。

[0044] 位置切替部10が出力する位置（即ち、測位推定位置又は記憶位置）と、現実のGNSSアンテナ1の位置とは、厳密には一致せず、その間には必ず誤差が含まれている。従って、タイミング信号の生成にあたって、位置切替部10から入力された位置を上記の方程式における受信点の未知のパラメータに代入することは、当該位置にGNSSアンテナ1が配置されているとみなして計算することと実質的に同義である。

[0045] 以上の構成とすることにより、タイミング信号生成装置20は、GNSSアンテナ1が実際に設置されている位置に関して、測位推定位置又は記憶位置のうち確からしい方の「位置」に基づいて、タイミング信号生成部11によりタイミング信号を生成する。記憶位置バッファ7が記憶する位置（記憶位置）は、設定位置である場合と、直近にタイミング信号の生成に用いられた測位推定位置である場合と、がある。

[0046] ここで、一般的に、高精度のタイミング信号を生成できるか否かは、受信点として、如何に正確な位置情報を設定できるかに大きく左右される。言い換えれば、ユーザがタイミング信号生成装置20（言い換えれば、GNSS受信機）に設定する受信点の位置がGNSSアンテナ1の現実の位置に近ければ近いほど、タイミング信号の精度も高められる。

[0047] 従って、ユーザが受信点（GNSSアンテナ1）を、既知の位置にズレがない状態で正確にかつ固定的に設置することができれば、当該位置をタイミング信号生成装置20に与えることで高精度のタイミング信号が得られる。しかしながら、現実的には、そのような理想的な状態でGNSSアンテナ1を設置できるとは限らない。また、本実施形態で説明したドローンの場合も、滞空位置が外的要因により大きく揺らぐ場合があり、結果としてアンテナ位置が設定位置と大きく乖離してしまう場合が想定される。

[0048] この点、本実施形態のタイミング信号生成装置20において、判定部8は、ユーザが予め入力して設定位置記憶部5に記憶された位置、又は、直近でタイミングの算出に用いられて直近位置記憶部6に記憶されている位置が、現実の受信点の位置に対して所定程度確からしいか否かを、測位計算に基づいて取得される測位推定位置とのズレの大きさ（上記の距離L）に基づいて判定する。そして、所定程度確からしくない場合は、判定部8は、タイミング信号生成部11が設定位置又は記憶位置に基づくタイミング信号を生成するのを停止させる制御、及び、アラーム発生部9にアラームを発生させる制御を行う。このタイミング生成停止制御及びアラーム発生制御により、基準時刻からズレたタイミング信号が生成されて、それが利用されてしまうことを未然に防ぐことができるとともに、ユーザが状況に早期に気付いて適切な対応をとることができる。

[0049] また、記憶位置（ユーザが設定する等した設定位置、又は直近にタイミング算出のために用いられた位置）と、測位推定位置（測位計算により得られた位置）と、のズレが大きい場合には、ユーザが入力した位置に誤りがあったため、又はGNSSアンテナ1が地球に対して移動したために、そのような大きな位置ズレが生じたと考えることができる。そこで、この場合には、判定部8は、上記のタイミング生成停止制御を行うとともに、タイミング信号生成部11に、最新の測位推定位置に基づいてタイミング信号を生成させるように制御する。これにより、GNSSアンテナ1の設置位置が、当初に意図していた位置から大きく外れている場合や、GNSSアンテナ1が事後

的に移動した場合に、自動で、タイミングの算出に用いる「位置」を変更することができる。よって、タイミング信号生成装置20が移動を伴う場合にも、地図の読取り又は測量をやり直したりする必要がなく、ユーザの手間を軽減することができる。

[0050] 次に、図3を参照して、タイミング信号生成装置20において行われる処理を説明する。図3は、第1実施形態におけるタイミング信号生成方法を実現するための処理を示すフローチャートである。

[0051] まず、ユーザが受信点の位置の設定をする等して位置が設定されているかが判断され（ステップS101）、設定がされている場合は、設定位置記憶部5が記憶する内容（設定位置）が、記憶位置として、記憶位置バッファ7に記憶される（ステップS102）。

[0052] なお、記憶位置バッファ7の内容は、事前に内部に用意しておいた記憶素子から読み出して、それを初期値として利用してもよいし、或いは処理のスタート時に予めリセットしてもよい。後者の場合はステップS102の処理が行われない場合となり、記憶位置は空となる。

[0053] 次に、測位計算部3が測位計算を行い、測位推定位置算出部4が、得られた測位解に基づいて測位推定位置を算出する（ステップS103）。

[0054] 測位推定位置が得られると、記憶位置バッファ7の内容（記憶位置）が空か否かが判定される（ステップS104）。

[0055] ステップS104の判断で、記憶位置が空である場合、タイミング信号生成部11は、測位推定位置算出部4が算出した測位推定位置に基づいて、タイミング信号を生成する（ステップS105）。その後、直近位置である当該測位推定位置が、記憶位置として記憶位置バッファ7に記憶され（ステップS106）、処理がステップS103に戻る。

[0056] ステップS104の判断で、何らかの位置が記憶位置バッファ7に記憶されていた場合、判定部8が、ステップS103で求められた測位推定位置と、記憶位置バッファ7が記憶する記憶位置と、の間の距離Lが閾値 L_t を上回るか否かを判断する（ステップS107）。

- [0057] ステップS107の判断で、上記の距離Lが閾値 L_t を上回っていた場合、アラーム発生部9がアラームを発生させる（ステップS108）。その後、上記の記憶位置が空だった場合と同様に、測位推定位置に基づいてタイミング信号が生成されるとともに（ステップS105）、当該測位推定位置が記憶位置となるように、記憶位置バッファ7の内容が更新される（ステップS106）。その後、処理がステップS103に戻る。
- [0058] 上記の距離Lが閾値 L_t 以下である場合、タイミング信号生成部11は、記憶位置バッファ7が記憶する記憶位置に基づいて、タイミング信号を生成する（ステップS109）。この場合、アラームの発生処理は行われず（アラームが既に発生していた場合は停止される）。また、直近位置と記憶位置は一致するため、記憶位置バッファ7の内容は更新されない。その後、処理がステップS103に戻る。
- [0059] 上記のステップS103～S109の処理が反復して行われることにより、タイミング信号生成装置20においては、設定位置又は直近にタイミング信号の生成に用いられた測位推定位置が継続して監視され、当該位置と、最新の測位推定位置と、のズレが一定の距離を超える場合には、最新の測位推定位置に基づいてタイミング信号が生成される。従って、正確なタイミング信号を安定的に生成することができる。
- [0060] 以上に説明したように、本実施形態のタイミング信号生成装置20は、設定位置記憶部5と、タイミング信号生成部11と、判定部8と、を備える。設定位置記憶部5は、衛星50からの衛星信号を受信するGNSSアンテナ1の位置を、内部又は外部から設定された場合に、当該設定された位置である設定位置を記憶する。タイミング信号生成部11は、設定位置にGNSSアンテナ1が配置されているとみなして計算することにより得られるGNSSアンテナ1と衛星50との擬似距離を用いた計算により、タイミング信号を生成できる。判定部8は、設定位置がGNSSアンテナ1の位置を表すものとして所定程度確からしいか否かの判定を行い、所定程度確からしい場合には設定位置に基づいてタイミング信号生成部11にタイミング信号を生成

させ、所定程度確からしくない場合には、設定位置に基づくタイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御、及び、アラームを発生させるアラーム発生制御を行う。

[0061] これにより、ユーザの操作等により設定される設定位置の確からしさを評価することで、位置の設定の誤り、及び、GNSSアンテナ1の設置位置の誤り等に対して適切に対応することができる。

[0062] また、本実施形態のタイミング信号生成装置20においては、設定位置に基づいてタイミング信号生成部11がタイミング信号を生成している間（言い換えれば、記憶位置バッファ7が設定位置を記憶している間）、判定部8は、当該設定位置が所定程度確からしいか否かの判定を反復継続的に行う。

[0063] これにより、GNSSアンテナ1が事後的に移動することによる位置ズレに対して、適切に対応することができる。

[0064] また、本実施形態のタイミング信号生成装置20において、記憶位置バッファ7が設定位置を記憶している場合に、判定部8は、GNSSアンテナ1が受信した衛星信号を用いて行われた測位計算に基づく測位推定位置と、記憶位置（設定位置）と、の間の距離 L が閾値 L_t 以下である場合に（ $L \leq L_t$ ）、設定位置が所定程度確からしいと判定する。判定部8は、距離 L が閾値 L_t を上回る場合に（ $L > L_t$ ）、設定位置が所定程度確からしくないと判定する。

[0065] これにより、実際に測位計算を行って得られるGNSSアンテナ1の位置である測位推定位置と、設定位置と、のズレに基づいて、設定位置の確からしさを適切に評価することができる。

[0066] また、本実施形態のタイミング信号生成装置20において、記憶位置バッファ7が設定位置を記憶している場合に、設定位置が所定程度確からしくないと判定した場合は、タイミング信号生成部11に、測位推定位置にGNSSアンテナ1が配置されているとみなして得られるGNSSアンテナ1と衛星50との擬似距離を用いて、タイミング信号を生成させる。

[0067] これにより、設定位置が確からしくないと判定された場合に、代わりに測

位推定位置を用いてタイミング信号生成部 11 にタイミング信号の生成を行わせることで、例えば G N S S アンテナ 1 が移動した場合でも、高精度のタイミング信号を継続して出力することができる。

[0068] また、本実施形態のタイミング信号生成装置 20 において、タイミング信号生成部 11 が測位推定位置に基づいてタイミング信号を生成している場合（言い換えれば、記憶位置バッファ 7 が測位推定位置を記憶している場合）、判定部 8 は、記憶位置、即ち、タイミング信号生成部 11 がタイミング信号を直近に生成したときの測位推定位置（測位直近位置）が、G N S S アンテナ 1 の位置を表すものとして所定程度確からしいか否かを判定する。そして、所定程度確からしい場合には、判定部 8 は、上記の測位直近位置に基づいてタイミング信号を生成させ、所定程度確からしくない場合には、上記の測位直近位置に基づいてタイミング信号生成部 11 がタイミング信号を生成するのを停止させるタイミング生成停止制御、及び、アラームを発生させるアラーム発生制御を行う。

[0069] これにより、G N S S アンテナ 1 が設定位置から移動した後、更に移動することによる位置ズレに対して、適切に対応することができる。

[0070] また、本実施形態の電子機器であるドローンは、タイミング信号生成装置 20 を備える。

[0071] これにより、予め計画した位置にて運用するような用途において、何らかの要因で、設定位置と実際の G N S S アンテナ 1 の位置が乖離していたり、事後的に G N S S アンテナ 1 が移動してしまったりした場合などでも、適切に対応して、正確なタイミングで動作させることができる。

[0072] <第 1 実施形態の変形例>

次に、第 1 実施形態の変形例に係るタイミング信号生成装置 20 x について説明する。なお、本変形例の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0073] 図 4 に示す変形例のタイミング信号生成装置 20 x は、地上に固定して運用される電子機器としての無線基地局設備に備えられる点、及び、測位推定

位置算出部 4 が出力する測位推定位置を用いてタイミング信号生成部 11 がタイミング信号を生成することはない点で、第 1 実施形態に係るタイミング信号生成装置 20 とは異なっている。

[0074] 簡単に説明すると、このタイミング信号生成装置 20 x においては、設定位置記憶部 5 が出力する設定位置が、判定部 8 及び切替部 17 に入力される。

[0075] 切替部 17 は、設定位置記憶部 5 から入力された設定位置をタイミング信号生成部 11 に出力する状態と、出力しない状態とを、判定部 8 からの信号に基づいて切り換える。

[0076] 判定部 8 は、測位推定位置と設定位置との間の距離 L が閾値 L_t 以下である場合は、切替部 17 が設定位置をタイミング信号生成部 11 に出力し、そうでない場合は、切替部 17 が設定位置をタイミング信号生成部 11 に出力しないように制御する。また、判定部 8 は、測位推定位置と設定位置との間の距離 L が閾値 L_t を上回る場合は、アラーム発生部 9 がアラームを発生させ、そうでない場合は、アラーム発生部 9 がアラームを発生させないように（アラームが発生している場合は、停止させるように）制御する。

[0077] 本変形例のタイミング信号生成装置 20 x では、設定位置の確からしさが判定部 8 により継続的に監視され、確からしくないと判定された場合は、設定位置に基づくタイミング信号の出力を停止してアラームを発生させる。そして、アラームの発生後であっても、（例えば GNSS アンテナ 1 の移動によって）設定位置の確からしさが回復した場合には、判定部 8 は、アラームの発生を停止し、設定位置に基づくタイミング信号の出力を再開するように制御する。

[0078] 以上に説明したように、本変形例のタイミング信号生成装置 20 x において、設定位置が所定程度確からしくないと判定されてアラームが発生した後に、判定部 8 は、設定位置が所定程度確からしいか否かの判定を引き続き行い、所定程度確からしいと判定した場合は、アラームを停止させる制御を行う。

[0079] これにより、設置を計画する位置をタイミング信号生成装置 20x に設定位置として予め入力した後に、当該タイミング信号生成装置 20x を現場へ運搬し、実際に設置するときは、GNSSアンテナ1が正確な位置にあることを、発生しているアラームが停止することで確認し、その上で固定するような作業が可能になる。これにより、設置作業を正確かつ効率的に行うことができる。

[0080] <第2実施形態>

次に、第2実施形態に係るタイミング信号生成装置40について説明する。なお、本実施形態の説明においては、前述の実施形態又は変形例と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0081] 上述の第1実施形態及びその変形例では、GNSSアンテナ1によって電波を受信する衛星50の数が4個以上でないと、測位計算部3が測位計算を行うことができず、ユーザ等により設定された設定位置が受信点の位置を正確に表しているか否かについて判定部8が判定を行うことができない。

[0082] この点を考慮して、本実施形態のタイミング信号生成装置40は、電波を受信できる衛星50の数が3個以下（例えば、1個）であっても、設定位置の確からしさについて評価できるように構成されている。

[0083] 図5に、本実施形態のタイミング信号生成装置40の主たる構成を示している。図5に示すように、このタイミング信号生成装置40は、GNSSアンテナ1、信号復調部2、搬送波周波数取得部15、コード位相取得部18、設定位置記憶部5、判定部16、アラーム発生部9、切替部17、及びタイミング信号生成部11等を備えている。

[0084] 信号復調部2は、前述の第1実施形態と同様に、GNSSアンテナ1で受信した衛星信号から軌道情報及び時刻情報を取り出すことができる。得られた軌道情報や時刻情報は、判定部16及びタイミング信号生成部11に出力される。また、信号復調部2は、信号の復調の過程で再現された前記PRNコードをコード位相取得部18に出力するとともに、再現された搬送波を搬送波周波数取得部15に出力する。

- [0085] 搬送波周波数取得部 15 は、信号復調部 2 から入力された搬送波の周波数を計測することにより取得する。搬送波周波数取得部 15 は、得られた搬送波周波数を判定部 16 に出力する。
- [0086] コード位相取得部 18 は、内部の水晶時計のタイミングに基づいてレプリカ P R N コードを生成するとともに、このレプリカ P R N コードと、信号復調部 2 から入力された P R N コードと、の時間的なズレ（チップ時間）を求めることにより、衛星信号のコード位相を取得する。コード位相取得部 18 は、得られたコード位相を判定部 16 に出力する。
- [0087] 設定位置記憶部 5 は、前述の第 1 実施形態と同様に、設定位置を記憶する。設定位置記憶部 5 は、記憶する設定位置を判定部 16 及び切替部 17 に出力する。
- [0088] 判定部 16 は、信号復調部 2 が出力する軌道情報及び時刻情報と、搬送波周波数取得部 15 が出力する搬送波周波数と、設定位置記憶部 5 が出力する設定位置と、に基づいて、設定位置が現在の G N S S アンテナ 1 の設置位置（受信点の位置）を表すものとして確からしいか否かを判定する。判定部 16 は、この判定結果を、アラーム発生部 9 及び切替部 17 に出力する。なお、判定部 16 の構成の詳細は後述する。
- [0089] 切替部 17 は、設定位置記憶部 5 から入力された設定位置をタイミング信号生成部 11 に出力する状態と、出力しない状態とを、判定部 16 からの信号に基づいて切り換える。
- [0090] タイミング信号生成部 11 は、切替部 17 から設定位置が入力された場合、第 1 実施形態と同様に、当該設定位置に基づいてタイミング信号を生成して出力する。
- [0091] 次に、判定部 16 について詳細に説明する。この判定部 16 は、図 6 に示すように、判定位置生成部 23 と、擬似距離予測値算出部 24 と、擬似距離実測値算出部 25 と、残差比較部 26 と、を備える。
- [0092] 判定位置生成部 23 は、判定部 16 に入力された設定位置に基づいて、当該設定位置の確からしさを判定するために用いられる判定位置を生成する。

判定位置は、設定位置と互いに異なるように定められる。判定位置としては任意の様々な位置とすることができ、1でも複数でもよいが、本実施形態では、図7に示すように、設定位置Hから東西南北のそれぞれの方向に所定距離だけ離れるように4つの判定位置C1, C2, C3, C4が生成されている。判定位置生成部23は、生成した判定位置C1, C2, ...を、擬似距離予測値算出部24に出力する。

[0093] 擬似距離予測値算出部24では、判定部16に入力された設定位置HにGNSSアンテナ1が設置されていた場合と、判定位置生成部23が生成した判定位置C1, C2, ...のそれぞれにGNSSアンテナ1が設置されていた場合と、を仮定し、各場合における擬似距離の予測値を算出する。ここで、擬似距離とは、衛星50とGNSSアンテナ1との距離を意味する。擬似距離予測値は、信号復調部2から得られた軌道情報と時刻情報と、前記の方法で用意した受信機の位置から、衛星50の位置ベクトルを求めることにより得ることができる。

[0094] 擬似距離実測値算出部25は、搬送波周波数取得部15で取得した周波数から得られる衛星と受信機との相対速度に更新時間を乗じて得られた距離と、コード位相取得部18で取得したコード位相（チップ時間）に光速を乗じた距離と、を加算することによって、擬似距離の実測値を算出する。擬似距離実測値算出部25は、得られた擬似距離の実測値を、残差比較部26に出力する。

[0095] 残差比較部26は、GNSSアンテナ1が設定位置Hにあると仮定した場合の擬似距離予測値よりも、GNSSアンテナ1が何れかの判定位置C1, C2, ...にあると仮定した場合の擬似距離予測値の方が、擬似距離実測値に近いかなかを、それぞれの場合の擬似距離の予測値と実測値との差である残差を比較することにより判定する。

[0096] より具体的には、残差比較部26は、図7に示す判定位置C1, C2, C3, C4のそれぞれについての擬似距離の予測値と、擬似距離の実測値と、の差分である擬似距離残差 D_1, D_2, D_3, D_4 を求める。また、残差比較部2

6は、設定位置Hについての擬似距離予測値と、擬似距離実測値と、の差分である擬似距離残差 D_H を求める。

[0097] 残差比較部26は、各判定位置C1, C2, C3, C4についての擬似距離残差 D_1, D_2, D_3, D_4 と、設定位置Hについての擬似距離残差 D_H と、の大小を比較する。

[0098] その結果、擬似距離残差 D_1, D_2, D_3, D_4 の何れもが、擬似距離残差 D_H と等しいかそれよりも大きい場合 ($D_1 \geq D_H, D_2 \geq D_H, D_3 \geq D_H$, かつ $D_4 \geq D_H$)、現実の受信点 (GNSSアンテナ1) の位置は、判定位置C1, C2, C3, C4よりも設定位置Hに近い可能性が高いと考えられる。別の言い方をすれば、設定位置が、実際のGNSSアンテナ1の位置を表すものとして、所定程度確からしいといえることができる。そこで、この場合、残差比較部26は、切替部17が設定位置Hをタイミング信号生成部11に出力するように制御するとともに、アラーム発生部9がアラームを発生させないように制御する。

[0099] 一方で、擬似距離残差 D_1, D_2, D_3, D_4 の少なくとも何れかが、擬似距離残差 D_H よりも小さい場合 ($D_1 < D_H, D_2 < D_H, D_3 < D_H$, 又は $D_4 < D_H$)、現実の受信点の位置は、設定位置Hよりも、むしろ判定位置C1, C2, C3, C4の何れかに近い可能性が高いと考えられる。別の言い方をすれば、設定位置が、実際のGNSSアンテナ1の位置を表すものとして所定程度確からしくないといえることができる。そこで、この場合、残差比較部26は、切替部17が設定位置Hをタイミング信号生成部11に出力しないように制御するとともに、アラーム発生部9がアラームを発生させるように制御する。

[0100] これにより、タイミング信号生成部11は、設定位置が実際の受信点の位置に対して確からしい場合に限り、タイミング信号を生成して出力する。また、アラーム発生部9は、設定位置が実際の受信点の位置に対して確からしくない場合には、アラームを発生させる。よって、タイミング信号の精度を高く保つことができるとともに、設定位置と現実の受信点の位置とが乖離す

る場合は、ユーザがアラームにより早期に気付いて対応することができる。

[0101] 本実施形態では、図7に示すように、判定位置C1, C2, …が、設定位置Hの周囲に複数生成されている。従って、GNSSアンテナ1の位置が設定位置Hに対してどの方向にズレたとしても、それを、何れかの判定位置C1, C2, …における擬似距離予測値が実測値に近づくことで検出し易くなる。従って、設定位置Hの確からしさを適切に評価することができる。

[0102] また、判定位置生成部23が生成する判定位置C1, C2, …が設定位置Hからどれほど離れて配置されるかは、例えばユーザがタイミング信号生成装置40に設定位置Hを設定する際に、適宜指示することにより設定することができる。また、特別な指示をタイミング信号生成装置40に対して行うことにより、判定位置C1, C2, …が設定位置Hから離れて配置される距離を、GNSSアンテナ1が受信する衛星信号の強度が大きければ短くなり、小さければ長くなるように、自動的に変更することもできる。これにより、要求されるタイミング精度、電波受信状況等を考慮した柔軟な運用を行うことができる。

[0103] なお、本実施形態において、タイミング信号を生成するためにタイミング信号生成装置40を用いて行われる方法の一連の流れを、図8に示している。図8は、第2実施形態においてタイミング信号を生成するために行われるタイミング信号生成方法を示すフローチャートである。なお、図8の処理は、第1実施形態(図3)とは異なり、事前に設定位置がタイミング信号生成装置40に入力されていることが前提となる。

[0104] 図8のフローチャートに基づいて簡単に説明すると、まず、判定位置生成部23が、設定位置Hの周囲に判定位置C1, C2, …を生成する(ステップS201)。

[0105] 次に、擬似距離予測値算出部24が、GNSSアンテナ1が設定位置Hにある場合と、各判定位置C1, C2, …にある場合と、を仮定し、それぞれの仮定における擬似距離の予測値を計算する(ステップS202)。こ

の計算には、受信した衛星信号を解析して得られた軌道情報と、時刻情報と、が用いられる。

[0106] また、擬似距離実測値算出部 25 が、受信した衛星信号の搬送波周波数に基づいて、擬似距離の実測値を計算する（ステップ S 203）。

[0107] その後、残差比較部 26 は、ステップ S 202 で算出した 5 つの擬似距離の予測値について、それぞれ、ステップ S 203 で算出した擬似距離の実測値との残差を計算し、当該残差が設定位置 H よりも小さい判定位置 C 1, C 2, . . . が存在するか否かを判断する（ステップ S 204）。

[0108] ステップ S 204 の判断で、擬似距離の予測値と実測値との残差が設定位置 H よりも小さい判定位置 C 1, C 2, . . . が存在した場合、アラーム発生部 9 がアラームを発生させるとともに、タイミング信号生成部 11 によるタイミング信号の生成が停止される（ステップ S 205、ステップ S 206）。その後、処理がステップ S 201 に戻る。

[0109] ステップ S 204 の判断で、擬似距離の予測値と実測値との残差が設定位置 H よりも小さい判定位置 C 1, C 2, . . . が存在しなかった場合、アラーム発生部 9 はアラームを発生させず、また、タイミング信号生成部 11 は、設定位置に基づいて、タイミング信号を生成する（ステップ S 207）。その後、処理がステップ S 201 に戻る。

[0110] 以上の処理がタイミング信号生成装置 40 において行われることにより、設定位置 H が GNSS アンテナ 1 の実際の位置を表すものとして所定程度確からしいか否かが反復継続的に評価され、確からしいと判定された場合にのみタイミング信号が生成される。従って、正確なタイミング信号を安定的に生成することができる。

[0111] 以上に説明したように、本実施形態のタイミング信号生成装置 40 において、判定部 16 は、設定位置 H に GNSS アンテナ 1 があると仮定した場合と、設定位置 H と異なる位置である判定位置 C 1, C 2, . . . に GNSS アンテナ 1 があると仮定した場合と、のそれぞれにおける、衛星 50 と GNSS アンテナ 1 との擬似距離の予測値を計算する。判定部 16 は、衛星信号

のコード位相や搬送波周波数などにより求めた擬似距離の実測値に対し、設定位置Hよりも前記予測値が近い判定位置C1, C2, . . . がない場合に、設定位置Hが所定程度確からしいと判定する。判定部16は、擬似距離の実測値に対し、設定位置Hよりも前記予測値が近い判定位置C1, C2, . . . がある場合に、設定位置Hが所定程度確からしくないと判定する。

[0112] これにより、設定位置Hの確からしさを、測位計算を行わずに評価することができるので、受信できる衛星50の数が少ない場合（衛星電波の受信状況が良くない場合）でも良好に運用することができる。

[0113] また、本実施形態のタイミング信号生成装置40において、判定位置C1, C2, . . . は、設定位置Hの周囲に複数生成される。

[0114] これにより、設定位置Hに対してGNSSアンテナ1がどの方向にズレている場合であっても、設定位置Hの確からしさを適切に評価することができる。

[0115] また、本実施形態のタイミング信号生成装置40において、判定位置C1, C2, . . . が設定位置Hからどれだけ離れた位置に生成されるかを示す距離を、ユーザが設定可能に構成されている。

[0116] これにより、要求されるタイミング精度（言い換えれば、GNSSアンテナ1の位置について求められる精度）に応じた柔軟な運用を実現することができる。

[0117] また、本実施形態のタイミング信号生成装置40において、判定位置C1, C2, . . . は、設定位置Hから、GNSSアンテナ1で受信した衛星信号の強度に応じた距離だけ離れた位置に生成される。

[0118] これにより、GNSSアンテナ1での衛星信号の受信状況の良否に応じて、設定位置Hの確からしさを適切に判定することができる。

[0119] 以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

[0120] 第1実施形態で、設定位置が所定程度確からしくないと判定された場合に、判定部8が、アラームを発生させる制御を行わずに、設定位置に基づいて

タイミング 信号生成部 11 がタイミング信号を生成するのを停止させる制御、及び、測位推定位置に基づいてタイミング信号を生成させる制御を行うように構成することができる。或いは、上記の制御に加えて又はそれに代えて、設定位置が所定程度確からしくないと判定された場合に、この設定位置を破棄する制御が行われるものとしてもよい。

[0121] 同様に、判定部 8 が測位直近位置の確からしさを判定した結果、所定程度確からしくなかった場合には、この測位直近位置を破棄する制御が行われるものとしてもよい。

[0122] 第 1 実施形態の変形例、及び、第 2 実施形態において、設定位置が所定程度確からしくないと判定された場合に、判定部 8, 16 がタイミング生成停止制御及び アラーム発生制御のうち一方だけを行うように変更することができる。また、上記の制御に加えて又はそれに代えて、設定位置が所定程度確からしくないと判定された場合に、この設定位置を破棄する制御が行われるものとしてもよい。

[0123] 上記の第 1 実施形態では、測位推定位置算出部 4 は、複数の測位解の平均値に基づいて測位推定位置を算出するものとしたが、必ずしもこれに限るものではない。例えば平均値に代えて、最頻値或いは中央値に基づいて測位推定位置を算出するものとしてもよい。

[0124] 第 1 実施形態において、測位推定位置算出部 4 が算出する測位推定位置に代えて、測位計算部 3 による測位結果が、測位計算に基づく位置として位置切替部 10 に入力されるように構成してもよい。

[0125] 第 1 実施形態において、測位計算部 3 による測位結果の変化を監視し、測位結果の移動速度及び移動方向等が変化した場合にのみ、判定部 8 による判定が行われてもよい。

[0126] 第 1 実施形態において、直近位置記憶部 6 及び記憶位置バッファ 7 のうち少なくとも何れかを、タイミング信号生成装置 20 の電源が失われても記憶内容を保持可能であるように、例えば不揮発性の記憶部によって構成することができる。この場合、タイミング信号の生成に用いられる位置の継続性を

確保することができる。

- [0127] 第2実施形態において、判定位置生成部23が生成する判定位置C1, C2, . . . の数及び位置は、任意に変更することができる。例えば、判定位置C1, C2, . . . を、設定位置Hに対して東西南北に離れた4点とすることに代えて、東西南北上下に離れた6点としてもよい。また、判定位置C1, C2, . . . が、設定位置Hに対して2次元的又は3次元的にランダムな方向で所定の距離だけ離れた位置に1又は複数定められてもよい。更に、判定位置C1, C2, . . . と設定位置Hとの位置関係は、当該判定位置C1, C2, . . . が生成される毎に変化してもよい。
- [0128] 測位計算部3及びタイミング信号生成部11が使用する軌道情報は、衛星信号から直接取得することに代えて、別の情報源から取得してもよい。例えば、電源投入直後に短時間で測位可能な状態にするホットスタートのために不揮発性の記憶部に記憶される軌道情報を用いてもよい。例えば、タイミング信号生成装置をインターネットに接続可能に構成し、軌道情報を、インターネットから取得したいわゆるGNSSアシスト情報に基づいて取得してもよい。
- [0129] GNSSアンテナ1はタイミング信号生成装置20に対して取外し不能に取り付けられてもよいし、タイミング信号生成装置20に電氣的に接続された外部アンテナとしてもよい。
- [0130] タイミング信号は1PPSに限定されず、タイミングはこれより短い又は長い間隔としてもよい。また、タイミング信号は、任意の形態のパルスとしても構わない。更に、基準周波数信号の周波数は10MHzに限定されず、他の周波数としてもよい。
- [0131] 本発明のタイミング信号生成装置は、ドローンに限らず、正確なタイミングで動作することが必要な様々な電子機器に用いることができる。電子機器としては、例えば、携帯電話や地上デジタル放送などに代表される無線通信設備等が考えられる。また、静止させた状態で使用するのであれば、移動可能な電子機器（例えば、車載の電子機器）にタイミング信号生成装置を備え

るように構成することもできる。

符号の説明

- [0132] 1 GNSSアンテナ（アンテナ）
 3 測位計算部
 4 測位推定位置算出部
 8 判定部
 11 タイミング信号生成部
 20 タイミング信号生成装置
 50 衛星

請求の範囲

[請求項1] 衛星からの衛星信号を受信するアンテナの位置を、内部又は外部から設定された場合に、当該設定された位置である設定位置を記憶する設定位置記憶部と、

前記設定位置に前記アンテナが配置されているとみなして計算することにより得られる前記アンテナと前記衛星との擬似距離を用いた計算により、タイミング信号を生成できるタイミング信号生成部と、

前記設定位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かの判定を行い、所定程度確からしい場合には前記設定位置に基づいて前記タイミング信号生成部に前記タイミング信号を生成させ、所定程度確からしくない場合には、前記設定位置に基づいた前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御、前記設定位置を破棄する設定位置破棄制御、又は、アラームを発生させるアラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行う判定部と、を備えることを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項2] 請求項1に記載のタイミング信号生成装置であって、

前記アラームが発生した後に、前記判定部は、前記設定位置が所定程度確からしいか否かの判定を引き続き行い、所定程度確からしいと判定した場合には、前記アラームを停止させる制御を行うことを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項3] 請求項1又は2に記載のタイミング信号生成装置であって、

前記設定位置に基づいて前記タイミング信号生成部が前記タイミング信号を生成している間、前記判定部は、当該設定位置が所定程度確からしいか否かの判定を反復継続的に行うことを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項4] 請求項1から3までの何れか一項に記載のタイミング信号生成装置であって、

前記判定部は、

前記アンテナが受信した衛星信号を用いて行われた測位計算に基づく位置と、前記設定位置との間の距離が、閾値以下である場合に、前記設定位置が所定程度確からしいと判定し、

前記距離が前記閾値を上回る場合に、前記設定位置が所定程度確からしくないと判定することを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項5]

請求項4に記載のタイミング信号生成装置であって、

前記判定部は、前記設定位置が所定程度確からしくないと判定した場合は、前記タイミング信号生成部に、前記測位計算に基づく位置に前記アンテナが配置されているとみなして得られる、前記アンテナと前記衛星との擬似距離を用いて、前記タイミング信号を生成させることを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項6]

請求項5に記載のタイミング信号生成装置であって、

前記タイミング信号生成部が前記測位計算に基づく位置に基づいて前記タイミング信号を生成している場合、前記判定部は、

前記タイミング信号生成部が前記タイミング信号を直近に生成したときの前記測位計算に基づく位置である測位直近位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かを判定し、

所定程度確からしい場合には前記測位直近位置に基づいて前記タイミング信号生成部に前記タイミング信号を生成させ、

所定程度確からしくない場合には、前記測位直近位置に基づく前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御、前記測位直近位置を破棄する測位直近位置破棄制御、又は、アラームを発生させるアラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行うことを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項7]

請求項1から3までの何れか一項に記載のタイミング信号生成装置であって、前記判定部は、

前記設定位置に前記アンテナがあると仮定した場合と、前記設定位置と異なる位置である判定位置に前記アンテナがあると仮定した場合

と、のそれぞれにおける、衛星と前記アンテナとの擬似距離の予測値を計算し、

当該擬似距離の予測値と、衛星信号を受信して得られる擬似距離の実測値と、を比較して擬似距離の残差を求め、

前記設定位置に前記アンテナがあると仮定した場合の擬似距離の残差が、前記設定位置と異なる位置である前記判定位置に前記アンテナがあると仮定した場合の擬似距離の残差よりも小さかった場合は、前記設定位置が所定程度確からしいと判定し、

前記設定位置とは異なる位置である前記判定位置に前記アンテナがあると仮定した場合の擬似距離の残差が、前記設定位置に前記アンテナがあると仮定した場合の擬似距離の残差よりも小さかった場合は、前記設定位置が所定程度確からしくないと判定することを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項8] 請求項7に記載のタイミング信号生成装置であって、
前記判定位置は、前記設定位置の周囲に複数生成されることを特徴とするタイミング信号生成装置。

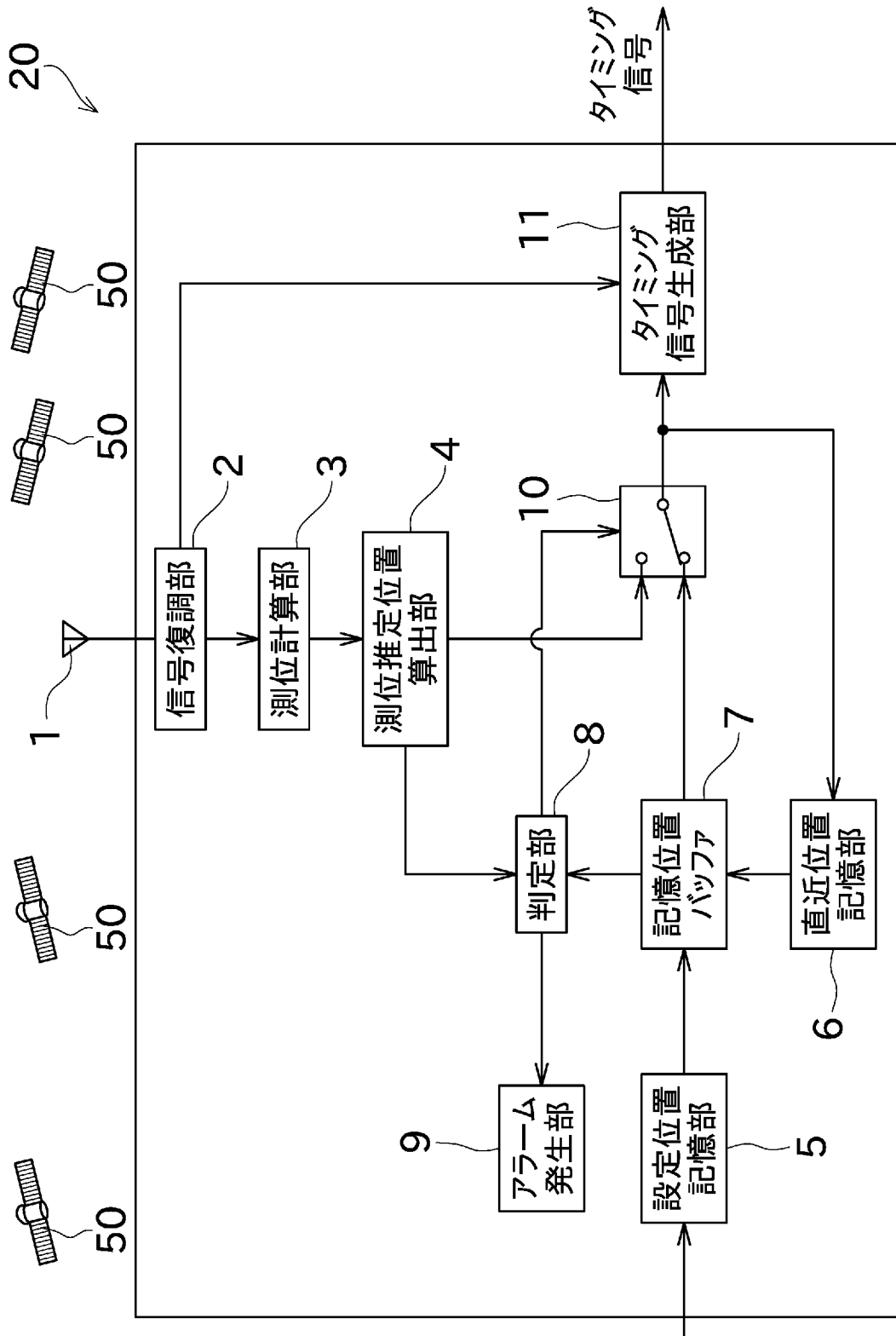
[請求項9] 請求項7又は8に記載のタイミング信号生成装置であって、
前記判定位置は、前記設定位置から判定距離だけ離れた位置に生成され、
前記判定距離をユーザが事前に設定可能、又は外部から設定可能であることを特徴とするタイミング信号生成装置。

[請求項10] 請求項7から9までの何れか一項に記載のタイミング信号生成装置であって、
前記判定位置は、前記設定位置から、前記アンテナで受信した衛星信号の強度に応じた距離だけ離れた位置に生成されることを特徴とするタイミング信号生成装置。

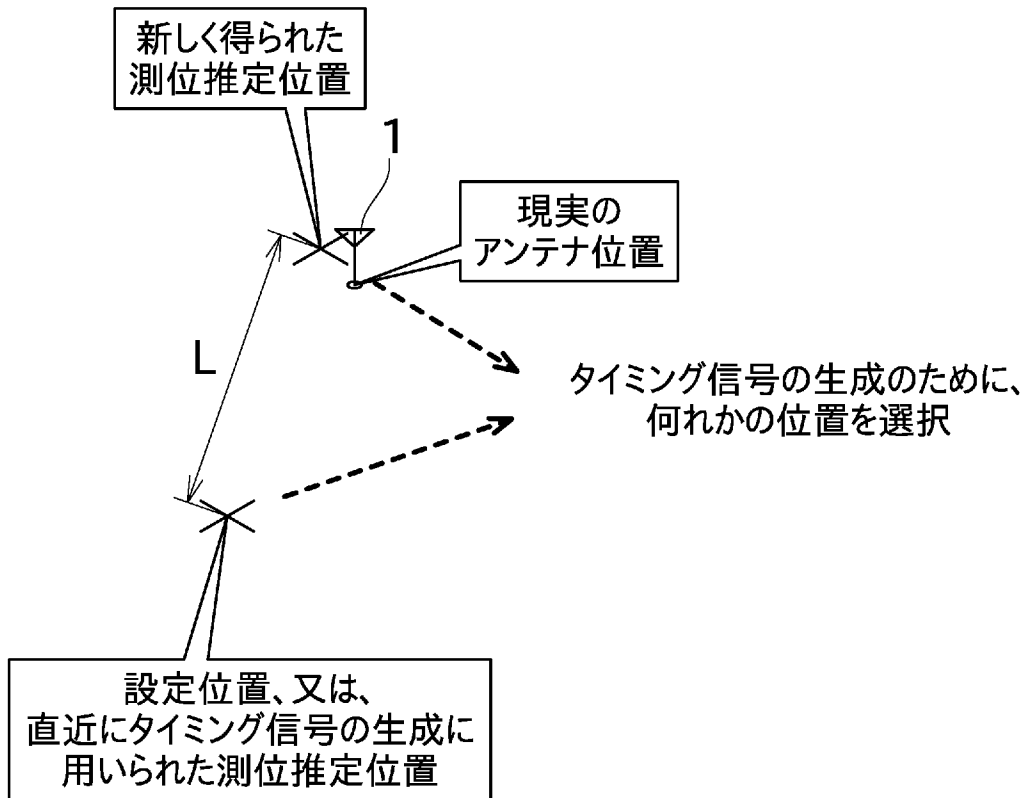
[請求項11] 請求項1から10までの何れか一項に記載のタイミング信号生成装置を備えることを特徴とする電子機器。

- [請求項12] 衛星からの衛星信号を受信するアンテナの位置を、内部又は外部から設定された場合に、当該設定された位置である設定位置を記憶し、
- 前記設定位置に前記アンテナが配置されているとみなして計算することにより得られる前記アンテナと前記衛星との擬似距離を用いた計算により、タイミング信号を生成し、
- 前記設定位置が前記アンテナの位置を表すものとして所定程度確からしいか否かを判定し、所定程度確からしい場合には前記設定位置に基づいて前記タイミング信号を生成し、所定程度確からしくない場合には、前記設定位置に基づく前記タイミング信号の生成を停止させるタイミング生成停止制御、設定位置を破棄する設定位置破棄制御、又は、アラームを発生させるアラーム発生制御のうち少なくとも何れかを行うことを特徴とするタイミング信号生成方法。

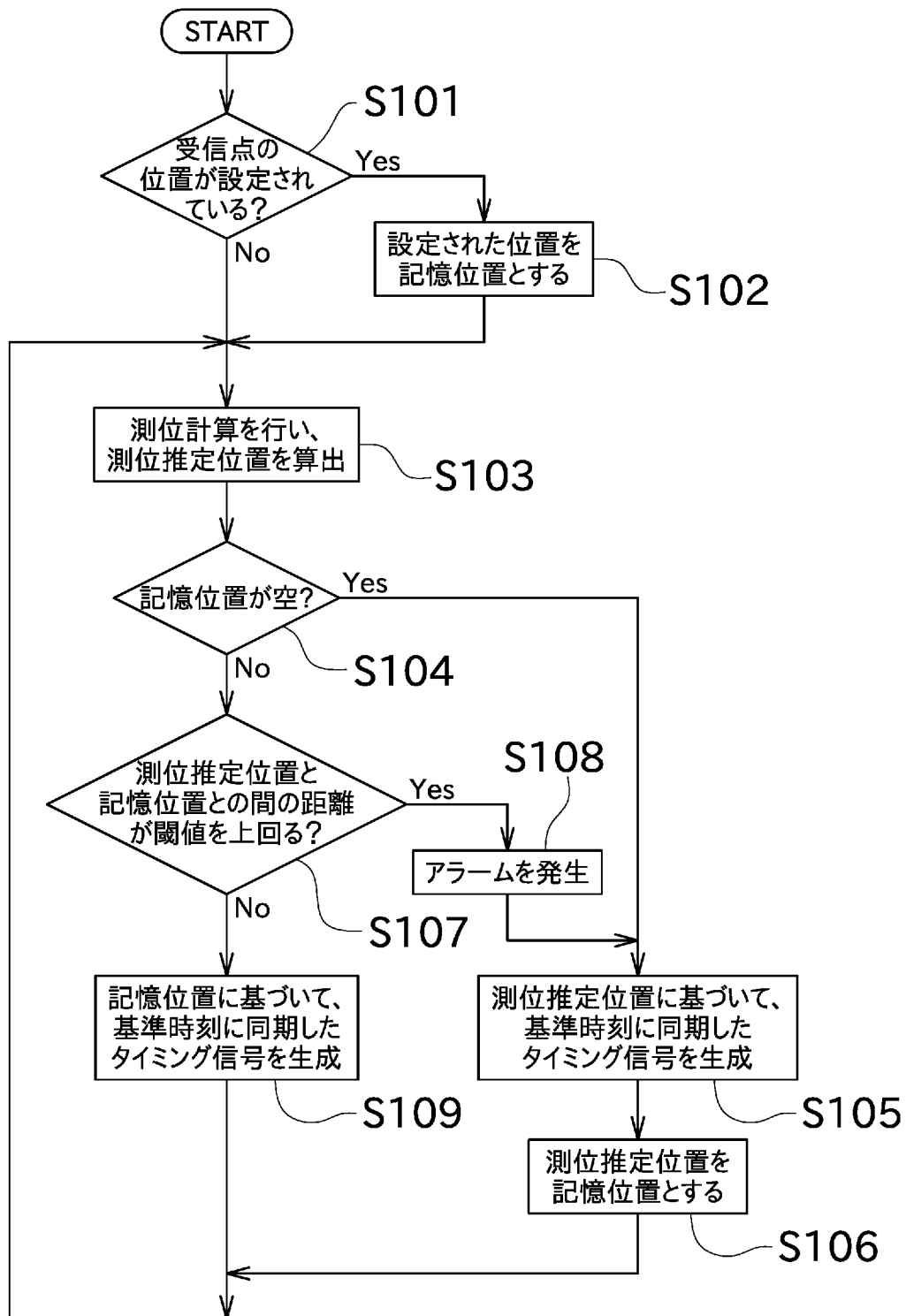
[図1]



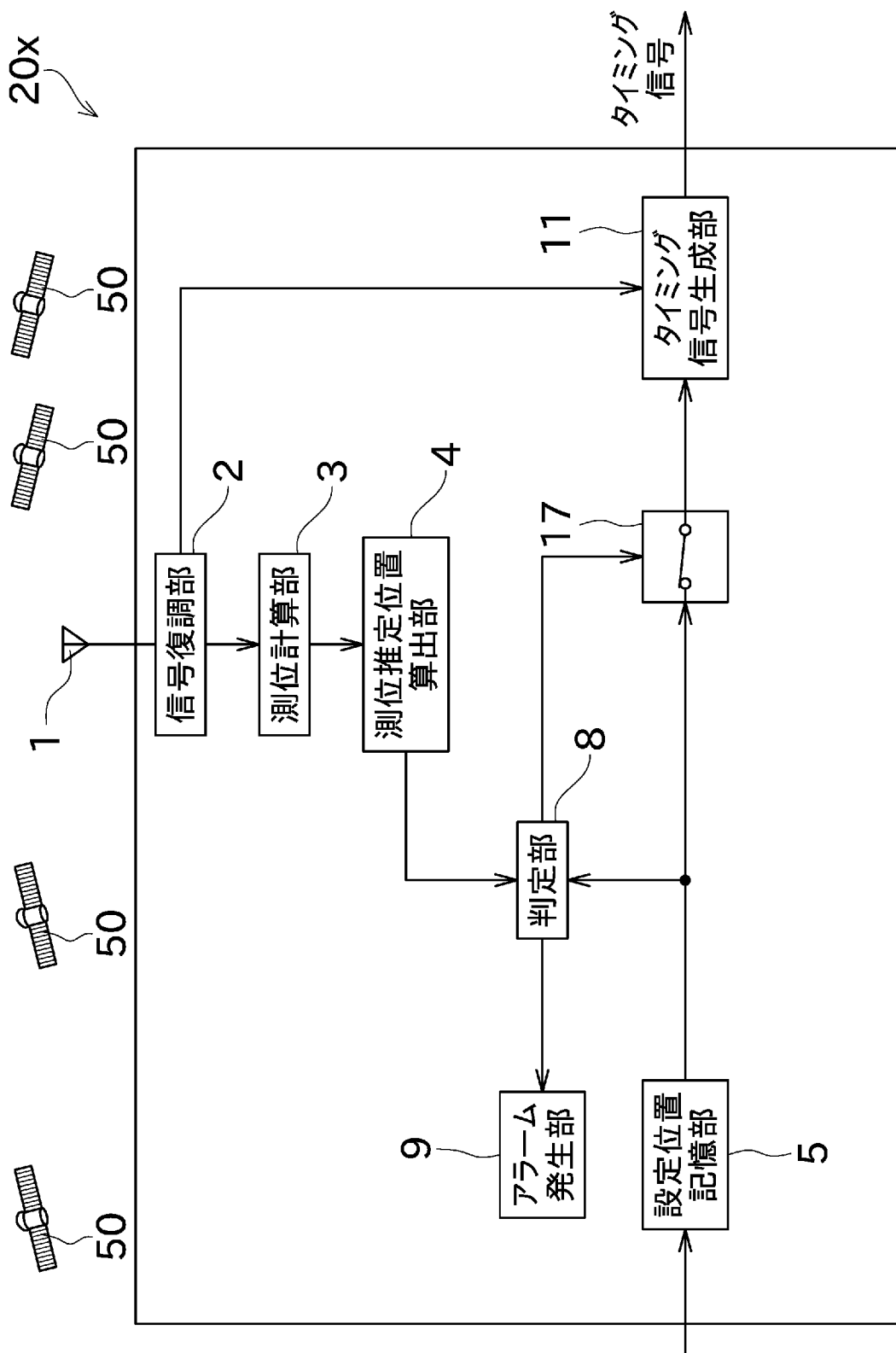
[図2]



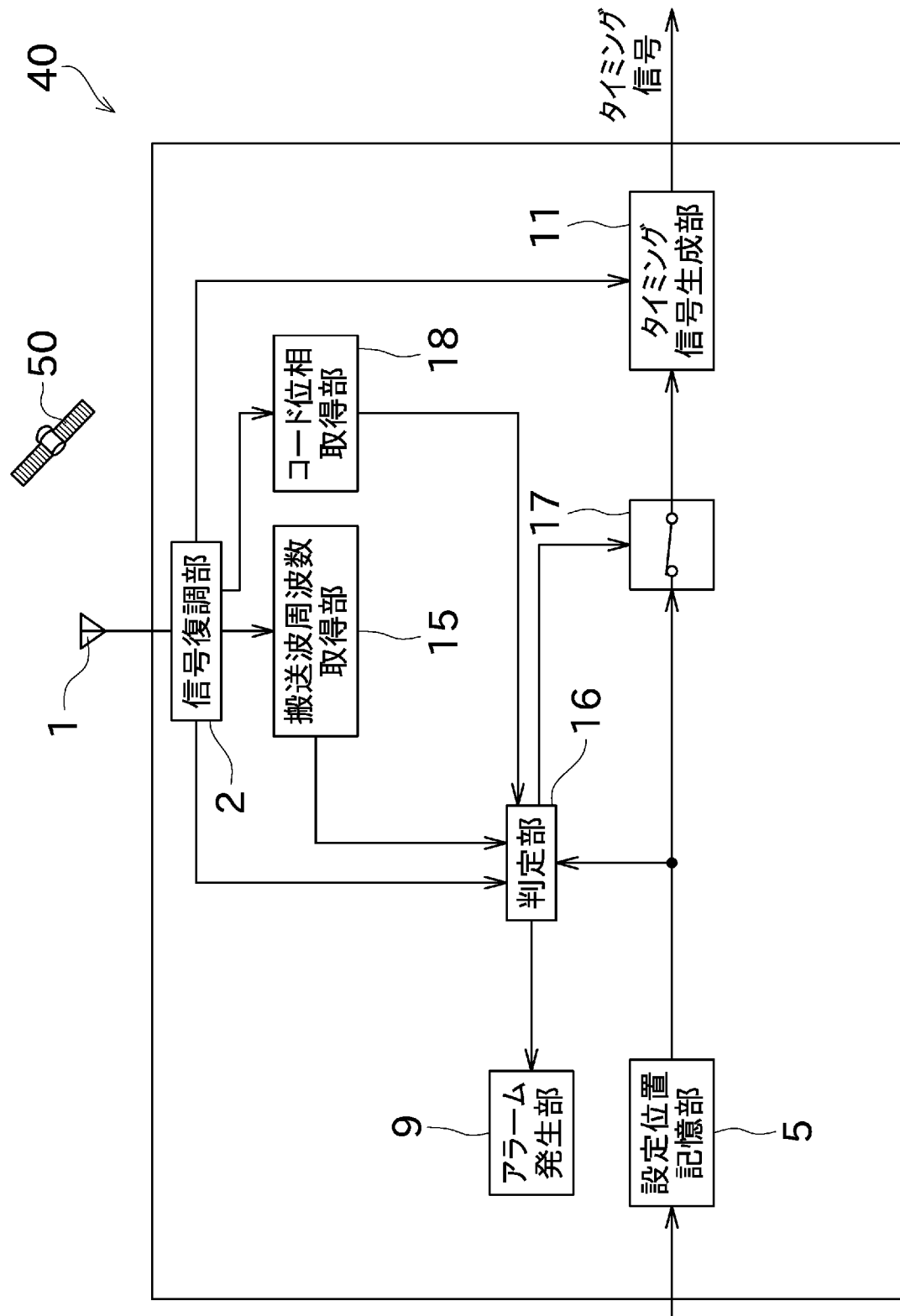
[図3]



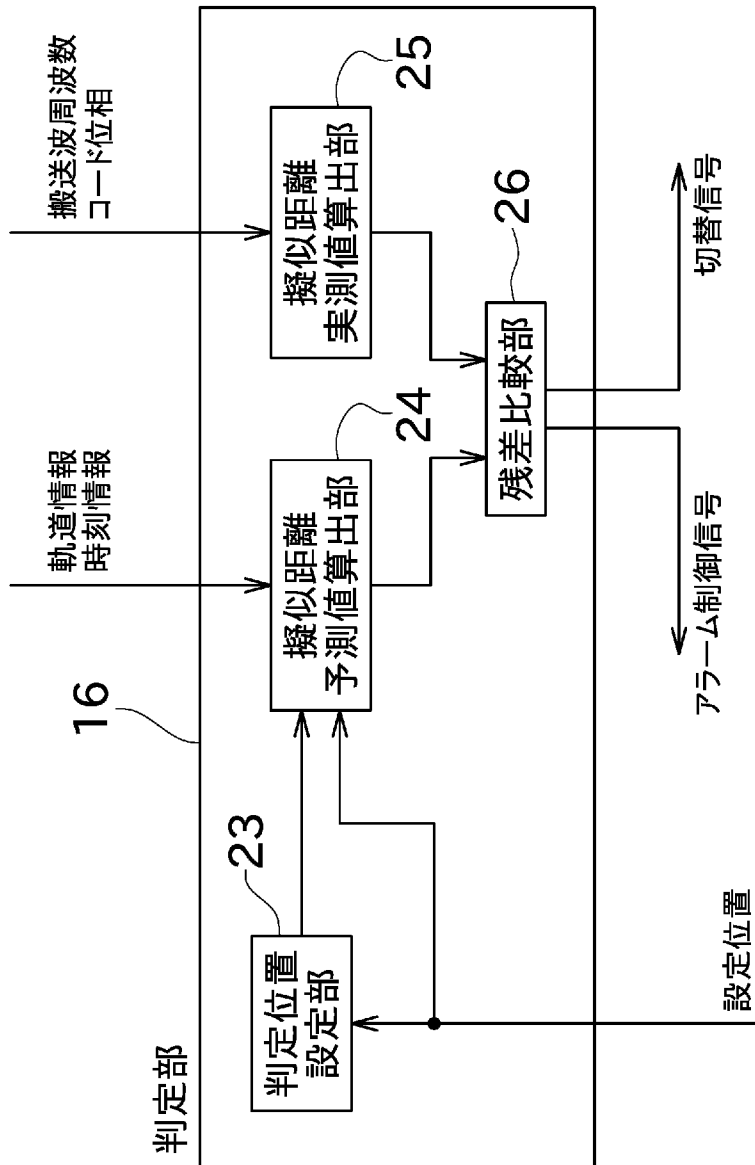
[図4]



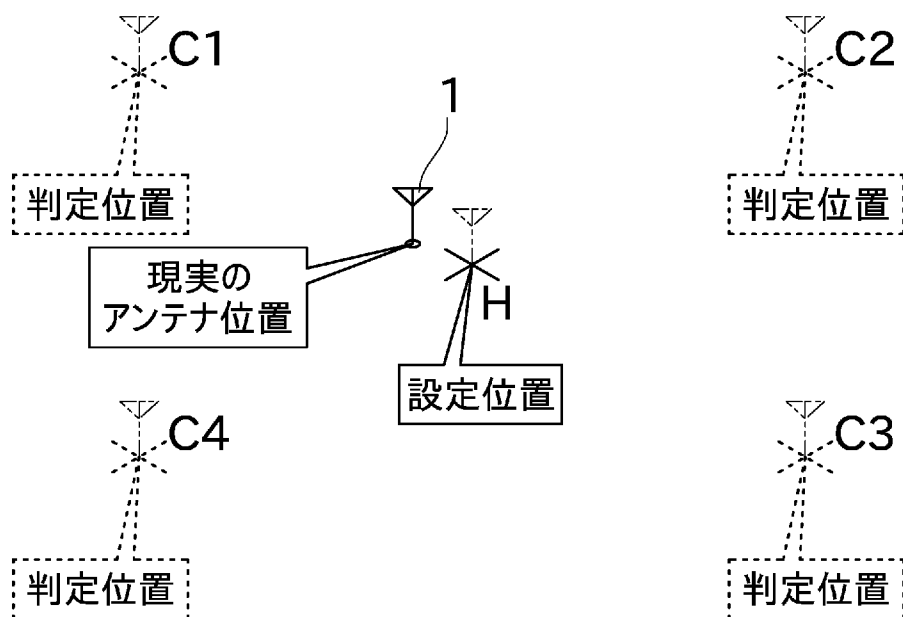
[図5]



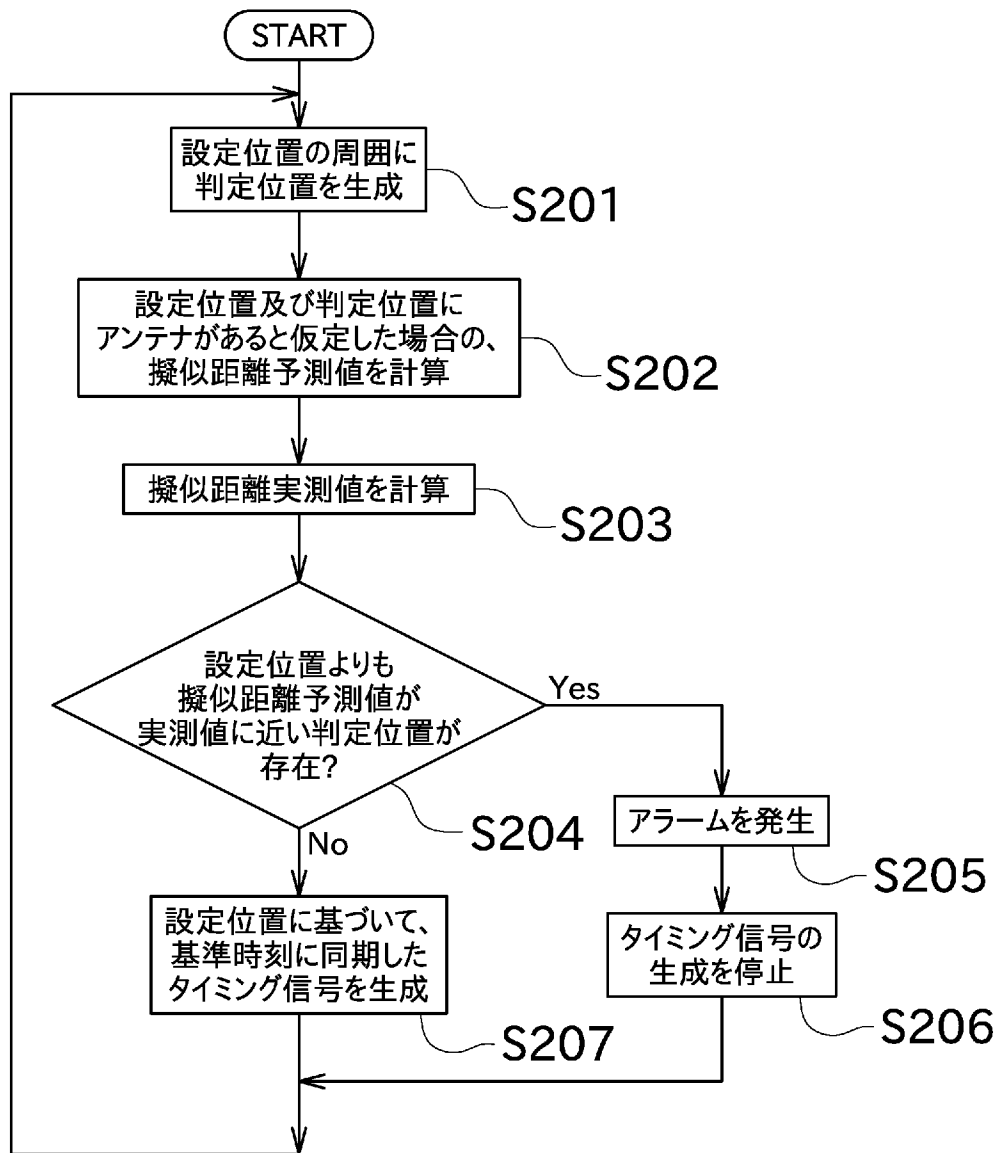
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G04R20/02 (2013.01) i, G01S19/14 (2010.01) i, G04G3/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G04R20/02, G01S19/14, G04G3/00

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 A	JP 2007-114119 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 10 May 2007, claims, paragraphs [0001]-[0007], [0015]-[0042], fig. 1-5 (Family: none)	1-6, 11, 12 7-10
A	JP 09-304562 A (HITACHI, LTD.) 28 November 1997, paragraphs [0008]-[0017] (Family: none)	1-12
A	JP 2004-301725 A (JAPAN RADIO CO., LTD.) 28 October 2004, paragraphs [0003]-[0038] (Family: none)	1-12

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
07 August 2018 (07.08.2018)

Date of mailing of the international search report
14 August 2018 (14.08.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G04R20/02(2013.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G04G3/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G04R20/02, G01S19/14, G04G3/00			
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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	JP 2007-114119 A (松下電工株式会社) 2007.05.10, 特許請求の範囲、段落[0001]-[0007], [0015]-[0042]、図 1-5	1-6, 11, 12	
A	(ファミリーなし)	7-10	
A	JP 09-304562 A (株式会社日立製作所) 1997.11.28, 段落[0008]-[0017] (ファミリーなし)	1-12	
A	JP 2004-301725 A (日本無線株式会社) 2004.10.28, 段落[0003]-[0038] (ファミリーなし)	1-12	
☐ 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 07.08.2018		国際調査報告の発送日 14.08.2018	
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) 藤田 憲二	2 F 3488
		電話番号 03-3581-1101 内線	3216