

(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  
2021年3月25日(25.03.2021)



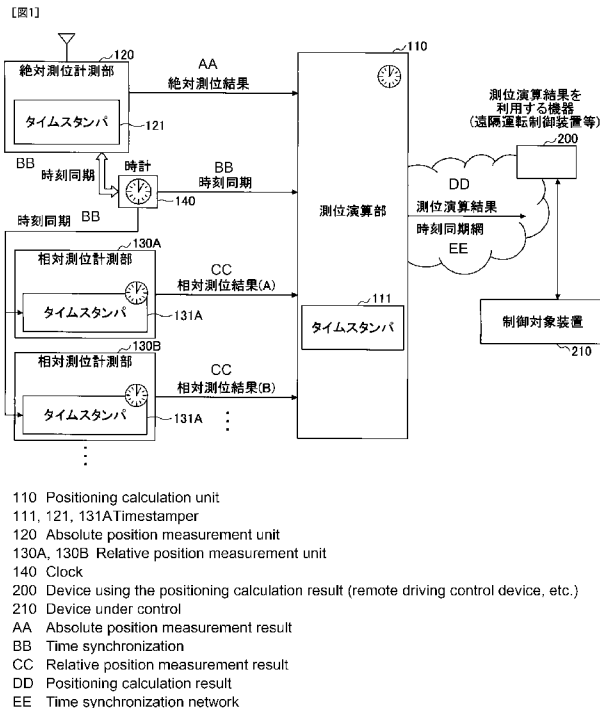
(10) 国際公開番号

WO 2021/053795 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01S 19/49 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036795
- (22) 国際出願日: 2019年9月19日(19.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 誠史(YOSHIDA, Seiji); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (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: POSITION MEASUREMENT SYSTEM, POSITIONING CALCULATION DEVICE, POSITION MEASUREMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 位置計測システム、測位演算装置、位置計測方法、及びプログラム



(57) Abstract: This position measurement system comprises: an absolute position measurement unit for measuring the absolute position of a moving body, adding a timestamp to the result of the absolute position measurement, and outputting the absolute position measurement result having the timestamp added thereto; a relative position measurement unit for measuring the relative displacement of the moving body, adding a timestamp to the result of the relative displacement measurement, and outputting the relative displacement measurement result having the timestamp added thereto; and a

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)）

---

positioning calculation unit for using the absolute position measurement result having the timestamp added thereto and the relative displacement measurement result having the timestamp added thereto to carry out positioning calculation for calculating the absolute position of the moving body, adding a timestamp to the result of the positioning calculation, and outputting the positioning calculation result having the timestamp added thereto.

(57) 要約：移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力する絶対測位計測部と、前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力する相対測位計測部と、前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する測位演算部とを備える位置計測システム。

## 明 細 書

発明の名称：

位置計測システム、測位演算装置、位置計測方法、及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、自動走行車やA D A S (Advanced Driver Assistance System) 等において走行車両等の移動体の絶対位置を高精度に計測する技術に関連するものである。

### 背景技術

[0002] 近年、G N S S (Global Navigation Satellite System) による測位が幅広いアプリケーションに活用されている。

[0003] G N S Sによる測位を用いるアプリケーションの1つとして、自動走行車両のための測位がある。自動走行車両ではレーン判定が可能なサブメートル(数c m～数1 0 c mオーダー)の絶対位置の測位精度が要求される。

[0004] しかし、絶対位置の計測手段としてG N S S測位を用いる場合に、測位演算処理で生じる遅延(数1 0 m s以上)が原因となり、リアルタイム(現在時)の進行方向の高精度な絶対位置の計測を行うことは困難である。例えば、車両が時速6 0 k mで走行する場合には1 0 m sの間に1 6 c m移動してしまう。

[0005] また、絶対位置の計測手段としてG N S S測位を用いる場合、トンネルや高架下等のG N S S信号を受信できない環境では、一時的に測位が実施できなくなってしまう。

### 先行技術文献

### 非特許文献

[0006] 非特許文献1：「GPS/IMUの最新動向」、熊谷 秀夫、写真測量とリモートセンシング 2010 年 49 巻 5 号 p. 326-331

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 例えば非特許文献 1 に記載のように、移動体の位置等を精度良く推定するとともに、GNSS 信号による測位が一時的に実施できない場合でも測位を可能とするために、相対測位手段（IMU、車速パルス等）と絶対測位手段とを併用して使用し、カルマンフィルタによる自己位置推定演算等の測位演算を行う GNSS / IMU（複合慣性計測装置）が広く用いられている。

[0008] IMU、車速パルス等の相対測位手段は、周期的に測位結果のデータを出力するのが一般的である。しかし、絶対測位手段の計測結果と 1 以上の相対測位手段の計測結果とを合せてカルマンフィルタ演算等による測位演算処理をする際に、各測位手段のデータ出力の周期の違いやデータ出力の待ち受けのためにデータのリアルタイム性が損なわれ、測位精度に影響を与えることがあった。

[0009] また、近年、絶対測位手段、相対測位手段がますます多様化し、複数の測位手段を組合わせて測位を行う複合測位において、データの処理遅延や伝搬遅延が測位精度に影響を与えることがあった。

[0010] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、絶対測位手段と相対測位手段とを組み合わせる測位を行う複合測位において、精度良く任意の時刻の絶対位置を計測することを可能とする技術を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0011] 開示の技術によれば、移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力する絶対測位計測部と、

前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力する相対測位計測部と、

前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する測位演算部と

を備える位置計測システムが提供される。

## 発明の効果

[0012] 開示の技術によれば、絶対測位手段と相対測位手段とを組み合わせる測位を行う複合測位において、精度良く任意の時刻の絶対位置を計測することを可能とする技術が提供される。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態における位置計測システムの機能構成図である。

[図2]絶対測位計測部における処理の例を説明するための図である。

[図3]相対測位計測部における処理の例を説明するための図である。

[図4]時刻精度の維持方法を説明するための図である。

[図5]時刻精度の維持方法を説明するための図である。

[図6]コンピュータのハードウェア構成例を示す図である。

[図7]位置計測システムの動作を説明するための図である。

[図8]位置計測システムの具体例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態（本実施の形態）を説明する。

以下で説明する実施の形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施の形態は、以下の実施の形態に限られるわけではない。

[0015] 以下の実施の形態では、位置計測を行う対象となる移動体として、道路を走行する車両を挙げているが、これは一例である。本発明は道路を走行する車両に限らない移動体全般に適用可能である。

[0016] （装置構成）

図1に、本実施の形態における位置計測システム100の機能構成図を示す。図1に示すように、本実施の形態における位置計測システム100は、測位演算部110、絶対測位計測部120、相対測位計測部130A、相対測位計測部130B、時計140を有する。各部の詳細は後述する。なお、相対測位計測部130Aと相対測位計測部130Bを総称する場合、相対測位計測部130と記述する。また、測位演算部110を測位演算装置110と呼んでもよい。

[0017] また、図 1 には、測位演算部 110 により得られた測位演算結果を利用する機器の例として、遠隔運転制御装置 200、及びその配下にある制御対象装置 210（自動走行車等）が示されている。制御対象装置 210 は、例えば、絶対測位計測部 120、相対測位計測部 130A、相対測位計測部 130B、時計 140 を備える。また、遠隔運転制御装置 200 と制御対象装置 210 は、同一装置（移動体）に搭載されていてもよい。

[0018] 図 1 に示す例では、2つの相対測位計測部が備えられているが、これは例であり、相対測位計測部の数は1つでもよいし、3つ以上でもよい。

[0019] 位置計測システム 100 は、物理的にまとまった1つの装置であってもよいし、いくつかの機能部が物理的に分離していて、分離された複数の機能部がネットワーク接続された装置であってもよい。例えば、測位演算部 110 がプログラムにより動作するコンピュータであり、その他の機能部が、当該コンピュータにネットワーク接続される構成であってもよい。

[0020] また、位置計測システム 100 はその全体が移動体に搭載されて使用されてもよいし、その一部が移動体に搭載されて使用されてもよい。例えば、絶対測位計測部 120、相対測位計測部 130A、130B、時計 140 が移動体に搭載され、測位演算部 110 が遠隔の場所（例：クラウドを実現するデータセンタ等）に備えられてもよい。制御対象装置 210 が移動体そのものであってもよい。

[0021] また、絶対測位計測部 120 が GNSS レシーバの場合において、GNSS 信号による測位演算機能を測位演算部 110 と共に遠隔の場所（例：クラウドを実現するデータセンタ等）に備えてもよい。この場合、絶対測位計測部 120 が、観測データ（Raw data と呼ばれる）を測位演算機能に送信し、当該測位演算機能が測位演算を行う。測位演算部 110 は、その測位演算結果と、相対測位計測部 130 から受信した相対測位結果とに基づいて拡張カルマンフィルタ等による測位演算を行う。

以下、各部について説明する。

[0022] （絶対測位計測部 120、時計 140、相対測位計測部 130）

絶対測位計測部 120 は、絶対位置を計測する機能部であり、例えば、GNSS レシーバ、SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)、LiDAR 等のリモートセンシング装置等である。

[0023] 絶対測位計測部 120 は、絶対位置の計測結果（絶対測位結果）の出力のタイミング（バッファリング、待ち受けをせず、測位結果データ生成直後のタイミング）で測位結果にタイムスタンプを打刻するタイムスタンプ 121 を含む。例えば、絶対測位計測部 120 が GNSS レシーバの場合、あるタイムエポックの航法衛星信号から算出された測位結果に対して、当該航法衛星信号の航法メッセージに含まれる時刻を当該航法衛星信号のレシーバに到達するまでの伝搬遅延時間で補正した時刻を打刻する。タイムスタンプ 121 は、この時刻補正や時刻打刻を行う機能を有する。

[0024] また、絶対測位計測部 120 は、測位衛星から受信する GNSS 信号から高精度な絶対時刻情報（協定世界時（UTC）に同期した時刻情報）を取得し、位置計測システム 100 が備える時計 140 に絶対時刻情報を供給することで、時計 140 を絶対時刻に同期させる機能を含む。

[0025] 時計 140 は、上記の絶対時刻情報を取得して、絶対時刻に同期して動作する。また、時計 140 は、絶対測位計測部 120 が GNSS 信号を良好に受信できない場合、つまり、絶対測位計測部 120 から絶対時刻情報を取得できない場合でも、発振器のクロック信号に基づく時計の時刻情報の算出動作（ホールドオーバー）により、ある期間、高精度な時刻を継続して出力する機能を備える。

[0026] すなわち、絶対測位計測部 120 を搭載した移動体がビル街等のアーバンキャニオンに入り、GNSS 信号の受信環境が悪化した場合、トンネル、高架下を通過する際等で一時的に GNSS 信号が受信できない場合でも、時計 140 は、UTC に対して 10 マイクロ秒オーダーの精度で絶対時刻情報を提供することが可能である。また、時計 140 が備える TCXO、OCXO 等の水晶発振器の周波数安定度で数 10 分間のホールドオーバー動作が可能である。

- [0027] 相対測位計測部 130 は、ある位置からの相対変位等を計測する機能部であり、例えば、車速パルス測定機、加速度センサ、ジャイロ、IMU、車載カメラ等である。
- [0028] また、相対測位計測部 130 は、相対測位結果に対して高精度な時刻を打刻可能なタイムスタンプ 131 を備える。
- [0029] より詳細には、上述した時計 140 と相対測位計測部 130（及びタイムスタンプ 131）とは、PTP、TSN（IEEE802.1 Time Sensitive Network）TSN等の時刻同期網により接続されており、時計 140 とタイムスタンプ 131 とは時刻同期している。前述したように、時計 140 は正確な（誤差が非常に小さい）絶対時刻を供給できるので、これと時刻同期したタイムスタンプ 131 は、正確な絶対時刻をタイムスタンプとして測位結果に打刻することができる。
- [0030] また、タイムスタンプ 131 は、相対測位計測部 130 の測位結果出力のタイミング（バッファリング、待ち受けをせず、測位結果データ直後のタイミング）で測位結果にタイムスタンプを打刻する。
- [0031] なお、時計 140 と相対測位計測部 130 とが同一筐体にある等、物理的距離が近い場合には、時計 140 と相対測位計測部 130 とを、PTP、TSN（IEEE802.1 Time Sensitive Network）TSN等の時刻同期網以外の手段で接続してもよい。
- [0032] 図 2 に、絶対測位計測部 120 がカメラ画像により測位を行う場合における測位例を示す。図 2 の左側に示すように、絶対測位計測部 120 は、例えば車両に搭載されたカメラで撮像した画像データにフレーム単位で撮像時点の絶対時刻のタイムスタンプを打刻する。そして、図 2 の右側に示すように、絶対測位計測部 120 は、予め収集した 3D 道路地図と画像データとをマッチングし、自位置を計算する。計算結果である位置情報がタイムスタンプとともに絶対測位結果として出力される。
- [0033] 図 3 に、相対測位計測部 130 がカメラ画像により測位を行う場合における測位例を示す。図 3 の左側に示すように、相対測位計測部 130 は、例え

ば車両に搭載したカメラで撮像した画像データにフレーム単位で絶対時刻のタイムスタンプを打刻する。そして、図3の右側に示すように、相対測位計測部130は、画像データから建造物や窓の角等の特徴的な位置を抽出し、画像上の経時的な変動から自位置の変位（走行軌跡）を計算する。計算結果である変位情報がタイムスタンプとともに相対測位結果として出力される。

[0034] 図4、図5を参照して時計140に関する動作の詳細例を説明する。

[0035] 図4は、GNSS信号を受信する絶対測位計測部120を搭載した移動体が、トンネル、高架下等を通過する時の一時的なGNSS信号の断の場合を示している。前述したとおり、このような場合でも、時計140は、ホールドオーバー動作によりある期間は高精度の時刻を出力できる。例えば、時計140が高精度OCXO（Oven Controlled Xtal Oscillator：温度制御型水晶発振器）を備えている場合、その周波数精度を1ppb（ $10^{-9}$ ）と仮定し、必要な時刻精度（時刻の偏差）を5マイクロ秒以内とした場合、ホールドオーバー時間は $5 \times 10^{-6} / 10^{-9} = 5 \times 10^3$ （秒） $\div$  1時間23分となる。

[0036] GNSSがシステム障害を起こし、復旧に1週間程度かかったことがあり、将来もこのようなシステム障害が発生することが予想される。図5は、長期間のGNSSのシステム障害が発生した場合の対策の例を示している。

[0037] 本実施の形態では、長期間のGNSSシステム障害に対しては、時計140が接続される網内に設置したセシウム、光格子時計等の高精度発振器に、時計140が網同期することにより時刻情報の精度を維持する。

[0038] すなわち、図5に示すように、例えば絶対測位計測部120が、GNSSのシステム障害が発生したことを検知すると、時計140を網内に設置した高精度セシウム原子発振器への網同期に切り替える。

[0039] セシウム原子発振器の周波数精度を0.01ppb（ $10^{-11}$ ）と仮定して、必要な時刻精度（時刻の偏差）を5マイクロ秒以内とした場合、ホールドオーバー時間は $5 \times 10^{-6} / 10^{-11} = 5 \times 10^5$ （秒） $\div$  139時間となる。

[0040] 網同期の形態としては高精度セシウム原子発振器による網内クロック源に対しSyncE（Synchronous Ethernet）等の周波数同期網による同期、も

しくは高精度セシウム原子発振器により動作する網内の時計に対する P T P ( Precision Time Protocol)等の時刻同期網による同期が考えられる。

[0041] (測位演算部)

次に、図 1 に示した位置計測システム 1 0 0 における測位演算部 1 1 0 を説明する。測位演算部 1 1 0 は、ある時刻で絶対測位計測部 1 2 0 により取得された絶対測位結果（当該時刻のタイムスタンプ付き）と、ある時刻で相対測位計測部 1 3 0 により取得された相対測位結果（当該時刻のタイムスタンプ付き）を受信し、当該絶対測位結果と当該相対測位結果とを用いて、リアルタイム、未来時刻を含む任意の時刻における移動体の絶対位置を推定し、出力する。推定のための測位演算機能として、例えば、拡張カルマンフィルタが用いられる。この場合、測位演算部 1 1 0 は、拡張カルマンフィルタを含む。

[0042] また、測位演算部 1 1 0 はタイムスタンプ 1 1 1 を含む。測位演算部 1 1 0（及びタイムスタンプ 1 1 1）は、時計 1 4 0 と P T P、T S N 等により時刻同期しており、タイムスタンプ 1 1 1 は、測位演算結果生成直後のタイミング（＝測位演算結果の出力タイミング）で、正確な時刻のタイムスタンプを測位演算結果に打刻することができる。

[0043] 測位演算部 1 1 0 は、例えば、プログラムにより動作するコンピュータで実現することが可能である。

[0044] 図 6 は、本実施の形態における上記コンピュータのハードウェア構成例を示す図である。図 6 のコンピュータは、それぞれバス B で相互に接続されているドライブ装置 1 0 0 0、補助記憶装置 1 0 0 2、メモリ装置 1 0 0 3、CPU 1 0 0 4、インタフェース装置 1 0 0 5、表示装置 1 0 0 6、及び入力装置 1 0 0 7 等を有する。

[0045] 当該コンピュータでの処理を実現するプログラムは、例えば、C D - R O M 又はメモリカード等の記録媒体 1 0 0 1 によって提供される。プログラムを記憶した記録媒体 1 0 0 1 がドライブ装置 1 0 0 0 にセットされると、プログラムが記録媒体 1 0 0 1 からドライブ装置 1 0 0 0 を介して補助記憶装

置 1 0 0 2 にインストールされる。但し、プログラムのインストールは必ずしも記録媒体 1 0 0 1 より行う必要はなく、ネットワークを介して他のコンピュータよりダウンロードするようにしてもよい。補助記憶装置 1 0 0 2 は、インストールされたプログラムを格納すると共に、必要なファイルやデータ等を格納する。

[0046] メモリ装置 1 0 0 3 は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置 1 0 0 2 からプログラムを読み出して格納する。CPU 1 0 0 4 は、メモリ装置 1 0 0 3 に格納されたプログラムに従って、測位演算部 1 1 0 等に係る機能を実現する。インタフェース装置 1 0 0 5 は、ネットワークに接続するためのインタフェースとして用いられる。表示装置 1 0 0 6 はプログラムによる GUI (Graphical User Interface) 等を表示する。入力装置 1 0 0 7 はキーボード及びマウス、ボタン、又はタッチパネル等で構成され、様々な操作指示を入力させるために用いられる。

[0047] (動作例)

上述したように、測位演算部 1 1 0 は、リアルタイム、未来時刻を含む任意の時刻の測位演算結果をタイムスタンプ付で出力することができる。

[0048] また、測位演算部 1 1 0 は、測位計測部（絶対測位計測部 1 2 0 又は相対測位計測部 1 3 0、あるいは絶対測位計測部 1 2 0 と相対測位計測部 1 3 0 の両方）におけるデータ出力時刻（すなわち、測位結果に付されたタイムスタンプの値）を、測位演算結果の鮮度に関する情報として出力してもよい。

[0049] また、測位演算部 1 1 0 は、測位計測部（絶対測位計測部 1 2 0 又は相対測位計測部 1 3 0、あるいは絶対測位計測部 1 2 0 と相対測位計測部 1 3 0 の両方）におけるデータ出力時刻（測位結果に付されたタイムスタンプの値）と、測位演算結果の出力時刻（測位演算結果に付されたタイムスタンプの値）との差である処理遅延（信号の伝搬遅延を含む）を、測位演算結果の鮮度に関する情報として出力してもよい。

[0050] 図 1 に示す例において、測位演算結果を利用する機器である遠隔運転制御装置 2 0 0 は、測位演算部 1 1 0 との間を時刻同期網（例：PTP、TSN

）を介して接続される。この場合、遠隔運転制御装置 200 は、「測位演算部 110 から測位演算結果が出力された時刻」から「測位演算結果を受信する時刻」までの遅延時間を、測位演算結果に付されたタイムスタンプを用いて計測できる。この計測結果を測位演算部 110 にフィードバックすることで、測位演算部 110 は、遅延時間を考慮した「先取り」制御を行うことができる。

[0051] 例えば、測位演算部 110 における測位演算結果出力時刻と遠隔運転制御装置 200 における測位演算結果受信時刻との間の遅延時間（以下  $T_a$  とする）と、遠隔運転制御装置 200 から制御対象装置 210 までの信号伝搬遅延時間（以下  $T_b$ ）を考慮し、測位演算部 110 は、 $T_a + T_b$  分先に進んだ時刻における測位推定結果を測位演算結果として出力する。これを受信した遠隔運転制御装置 200 は、これに基づきダイナミックマップによる AR のコンソール画面を表示させて運転制御を行うといったことができる。

[0052] また、遠隔運転制御装置 200 は、上述した鮮度に関する情報を利用して誤差を推定する等の制御を行うこともできる。なお、測位演算部 110 が鮮度に関する情報を出力することはオプションであり、これを行わないこととしてもよい。

[0053] 図 7 を参照して、図 1 の位置計測システム 100 の動作例を説明する。図 7 は、特に測位演算部 110 における受信・出力の動作を示している。

[0054] 絶対測位計測部 120 が、時刻 1 に絶対測位結果  $X$  を出力し、測位演算部 110 は、当該絶対測位結果  $X$ （+タイムスタンプ：1）を時刻 2 に受信する。これは、時間 1 だけ信号の伝搬に時間がかかったことを示している。

[0055] 相対測位計測部 130A が、時刻 2 に相対測位結果  $A$  を出力し、測位演算部 110 は、当該相対測位結果  $A$ （+タイムスタンプ：2）を時刻 3 に受信する。相対測位計測部 130B は、時刻 4 に相対測位結果  $B$  を出力し、測位演算部 110 は、当該相対測位結果  $B$ （+タイムスタンプ：4）を時刻 5 に受信する。

[0056] 測位演算部 110 は、受信した情報に基づいて、測位演算を行って、時刻

8に、「時刻11の位置はY」（タイムスタンプ：8）という測位演算結果を出力する。

[0057] 出力された演算結果は、例えば時刻10に遠隔運転制御装置200に届き、遠隔運転制御装置200から制御対象装置210に送られ、時刻11に制御対象装置210に届く。これにより、制御対象装置210は、リアルタイムの推定位置を取得できる。

[0058] 上記のように、本実施の形態に係る位置計測システム100によれば、各測位計測部が、測位結果に遅延なくタイムスタンプを付与して出力し、測位演算部110は当該タイムスタンプと、そのタイムスタンプの時刻で得られた測位結果に基づいて測位演算を行うので、データ処理遅延や信号伝搬遅延があっても、高精度な測位演算結果を出力できる。

[0059] （位置計測システムの具体例）

図8は、位置計測システム100が自動走行車両の隊列走行に使用される場合の例を示している。隊列走行では、各車両は自車の現在位置を把握し、隊列を保つように運転制御する必要がある。

[0060] 図8の例において、車両1は、時計140-1、絶対測位計測部120-1、及び相対測位計測部130-1を備える。車両2は、時計140-2、絶対測位計測部120-2、相対測位計測部130-2、及び測位演算部110-2を備える。また、クラウドに測位演算部110が備えられる。

[0061] なお、図8の例では、先頭車両である車両2が、自車の測位演算処理とともに後続の車両1の測位演算処理を行うケースを想定しているため、車両2は、測位演算部110-2を備える。このようなケースを想定しない場合、車両2は、測位演算部110-2を備えないこととしてもよい。

[0062] 各車両は、車車間通信手段であるV2V通信手段、及び、V2I（路車間）／V2N（車ネットワーク間）通信手段を備える。これら手段により、各車両は他の車両とサイドリンクで通信できるとともに、クラウドの測位演算部110と5Gネットワーク等を介して通信することができる。

[0063] 図8に示すように、車両2が測位演算処理を行う場合、車両1の絶対測位

計測部 120-1 と相対測位計測部 130-1 はそれぞれの測位結果（タイムスタンプ付き）を車両 2 の測位演算部 110-2 に送信する。測位演算部 110-2 は、測位演算を行って、測位演算結果を例えば車両 2 に返す。このとき、図 7 を参照して説明したように、信号伝搬遅延等を考慮した先取り制御を行うことで、車両 2 はリアルタイムの自車の位置を知ることができる。

[0064] また、クラウドで測位演算処理を行う場合には、各車両はそれぞれの測位結果（タイムスタンプ付き）をクラウドの測位演算部 110 に送信し、測位演算部 110 により得られた測位演算結果を受信する。

[0065] 図 8 に示す例では、車両の台数が 2 台であるが、これは一例に過ぎない。車両の台数が 2 台以上であってもよい。また、2 台以上の車両が 1 列の隊列を形成してもよいし、複数列の隊列（例：3 台の車両の列が 2 車線に並ぶ隊列（合計 6 台））を形成してもよい。また、隊列の中のいずれかの車両が測位演算を行う場合において、測位演算を行う車両は先頭車両に限られず、任意の車両が測位演算を行ってよい。

[0066] 隊列を形成する各車両が搭載する絶対測位計測部は、車両毎に異なるもの（例：ある車両は GNSS レシーバ、別の車両は L i D A R 等）であってもよい。また、隊列を形成する各車両が搭載する相対測位計測部は、車両毎に異なるもの（例：ある車両は I M U、別の車両は車載カメラ等）であってもよい。

[0067] （実施の形態の効果等）

本実施の形態では、絶対測位計測部及び相対測位計測部から出力される各データを生成するタイミングで高精度に絶対時刻（タイムスタンプ）を打刻することにより、測位の可用性を向上すると共にリアルタイムでの絶対位置計測の精度を向上させることができる。

[0068] また、複数の測位計測部を使用した複合測位において、情報の伝搬遅延の影響を低減することができるため、測位計測部、測位演算部を任意の場所に配置することができる。

[0069] (実施の形態のまとめ)

本実施の形態において、少なくとも、下記の位置計測システム、位置計測方法、及びプログラムが提供される。

(第1項)

移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力する絶対測位計測部と、

前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力する相対測位計測部と、

前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する測位演算部と

を備える位置計測システム。

(第2項)

前記絶対測位計測部は、GNSS信号から絶対時刻を取得する機能を含み、前記位置計測システムは、当該絶対時刻と時刻同期した時計を備え、

前記相対測位計測部と前記測位演算部はそれぞれ前記時計と時刻同期している

第1項に記載の位置計測システム。

(第3項)

前記測位演算部は、当該測位演算部から前記測位演算結果を利用する機器までの信号伝搬遅延に基づいた将来時刻における前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行する

第1項又は第2項に記載の位置計測システム。

(第4項)

前記測位演算部は、前記絶対位置計測結果に付けられたタイムスタンプの値、前記相対変位計測結果に付けられたタイムスタンプの値、前記絶対位置計測結果に付けられたタイムスタンプの値と前記測位演算結果に付けられた

タイムスタンプの値との差分、又は、前記相対変位計測結果に付けられたタイムスタンプの値と前記測位演算結果に付けられたタイムスタンプの値との差分を、測位演算結果の鮮度に関する情報として出力する

第1項ないし第3項のうちいずれか1項に記載の位置計測システム。

(第5項)

前記絶対測位計測部と前記相対測位計測部は前記移動体に備えられ、前記測位演算部は、当該移動体とネットワークを介して接続されるクラウドに備えられる

第1項ないし第4項のうちいずれか1項に記載の位置計測システム。

(第6項)

前記絶対測位計測部と前記相対測位計測部は前記移動体に備えられ、前記測位演算部は、当該移動体とサイドリンク通信を行う別の移動体に備えられる

第1項ないし第4項のうちいずれか1項に記載の位置計測システム。

(第7項)

移動体の絶対位置を計測する絶対測位計測部から受信したタイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記移動体の相対変位を計測する相対測位計測部から受信したタイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する

測位演算装置。

(第8項)

絶対測位計測部、相対測位計測部、及び測位演算部を備える位置測定システムが実行する位置計測方法であって、

前記絶対測位計測部が、移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力し、

前記相対測位計測部が、前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力

し、

前記測位演算部が、前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する位置計測方法。

(第9項)

コンピュータを、第1項ないし第6項のうちいずれか1項に記載の位置計測システムにおける測位演算部として機能させるためのプログラム。

[0070] 以上、本実施の形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

## 符号の説明

- [0071] 1 0 0 位置計測システム  
1 1 0 測位演算部  
1 2 0 絶対測位計測部  
1 3 0 相対測位計測部  
1 4 0 時計  
2 0 0 遠隔運転制御装置  
2 1 0 制御対象装置  
1 0 0 0 ドライブ装置  
1 0 0 2 補助記憶装置  
1 0 0 3 メモリ装置  
1 0 0 4 CPU  
1 0 0 5 インタフェース装置  
1 0 0 6 表示装置  
1 0 0 7 入力装置

## 請求の範囲

- [請求項1] 移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力する絶対測位計測部と、
- 前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力する相対測位計測部と、
- 前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する測位演算部と
- を備える位置計測システム。
- [請求項2] 前記絶対測位計測部は、GNSS信号から絶対時刻を取得する機能を含み、前記位置計測システムは、当該絶対時刻と時刻同期した時計を備え、
- 前記相対測位計測部と前記測位演算部はそれぞれ前記時計と時刻同期している
- 請求項1に記載の位置計測システム。
- [請求項3] 前記測位演算部は、当該測位演算部から前記測位演算結果を利用する機器までの信号伝搬遅延に基づいた将来時刻における前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行する
- 請求項1又は2に記載の位置計測システム。
- [請求項4] 前記測位演算部は、前記絶対位置計測結果に付けられたタイムスタンプの値、前記相対変位計測結果に付けられたタイムスタンプの値、前記絶対位置計測結果に付けられたタイムスタンプの値と前記測位演算結果に付けられたタイムスタンプの値との差分、又は、前記相対変位計測結果に付けられたタイムスタンプの値と前記測位演算結果に付けられたタイムスタンプの値との差分を、測位演算結果の鮮度に関する

る情報として出力する

請求項 1 ないし 3 のうちいずれか 1 項に記載の位置計測システム。

[請求項5] 前記絶対測位計測部と前記相対測位計測部は前記移動体に備えられ、前記測位演算部は、当該移動体とネットワークを介して接続されるクラウドに備えられる

請求項 1 ないし 4 のうちいずれか 1 項に記載の位置計測システム。

[請求項6] 前記絶対測位計測部と前記相対測位計測部は前記移動体に備えられ、前記測位演算部は、当該移動体とサイドリンク通信を行う別の移動体に備えられる

請求項 1 ないし 4 のうちいずれか 1 項に記載の位置計測システム。

[請求項7] 移動体の絶対位置を計測する絶対測位計測部から受信したタイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記移動体の相対変位を計測する相対測位計測部から受信したタイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する

測位演算装置。

[請求項8] 絶対測位計測部、相対測位計測部、及び測位演算部を備える位置測定システムが実行する位置計測方法であって、

前記絶対測位計測部が、移動体の絶対位置を計測し、絶対位置計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果を出力し、

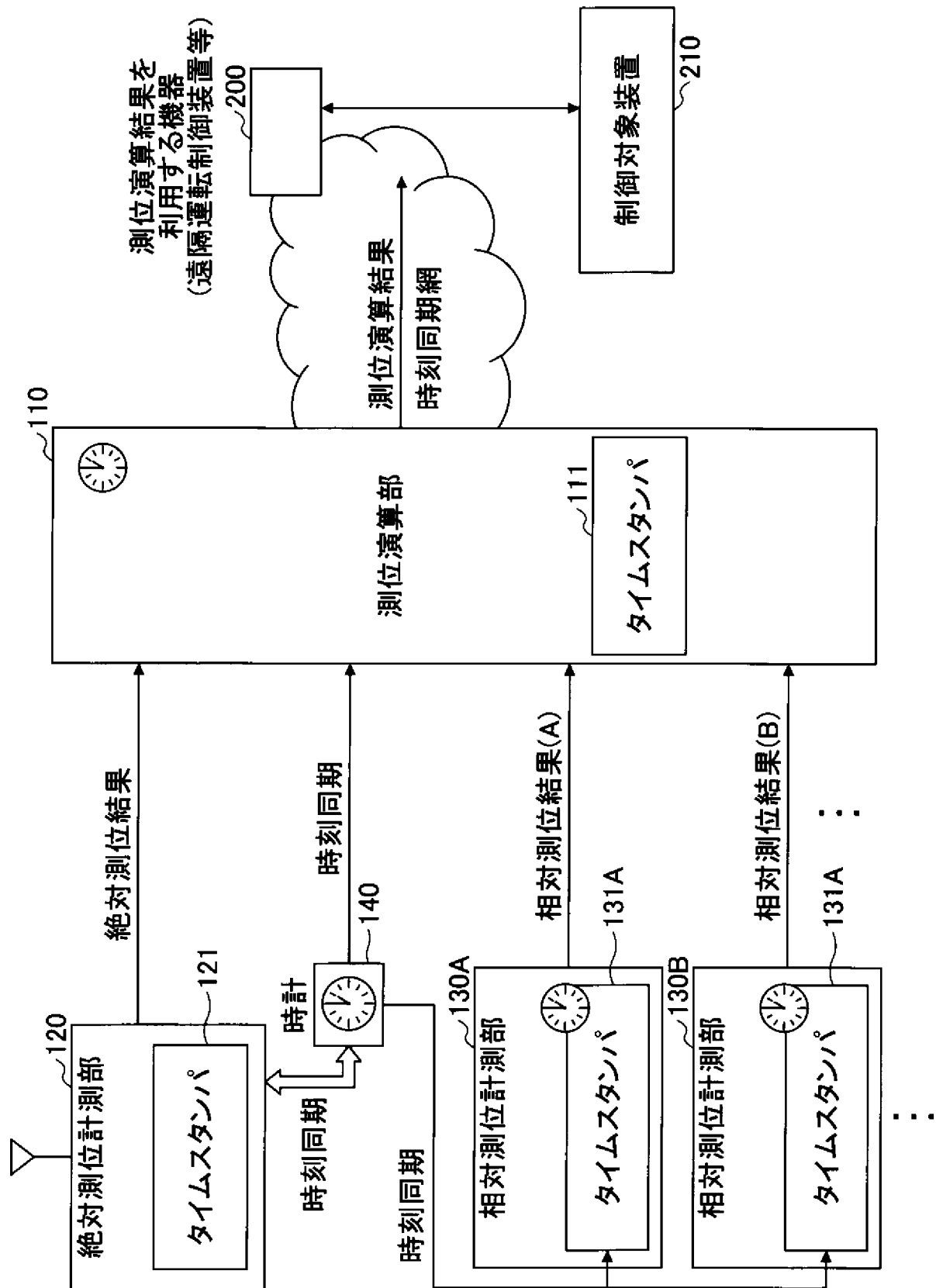
前記相対測位計測部が、前記移動体の相対変位を計測し、相対変位計測結果にタイムスタンプを付け、タイムスタンプ付きの相対変位計測結果を出力し、

前記測位演算部が、前記タイムスタンプ付きの絶対位置計測結果と、前記タイムスタンプ付きの相対変位計測結果とに基づいて、前記移動体の絶対位置を算出する測位演算を実行し、測位演算結果にタイム

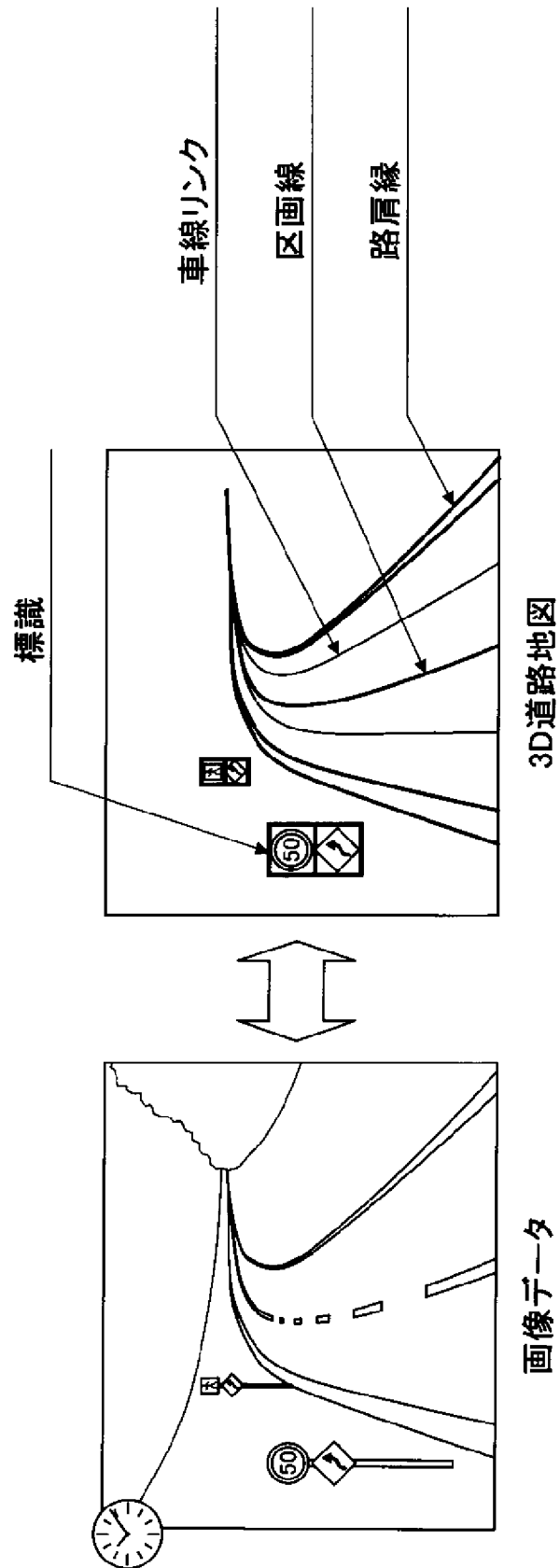
スタンプを付け、タイムスタンプ付きの測位演算結果を出力する  
位置計測方法。

[請求項9]        コンピュータを、請求項 1 ないし 6 のうちいずれか 1 項に記載の位置計測システムにおける測位演算部として機能させるためのプログラム。

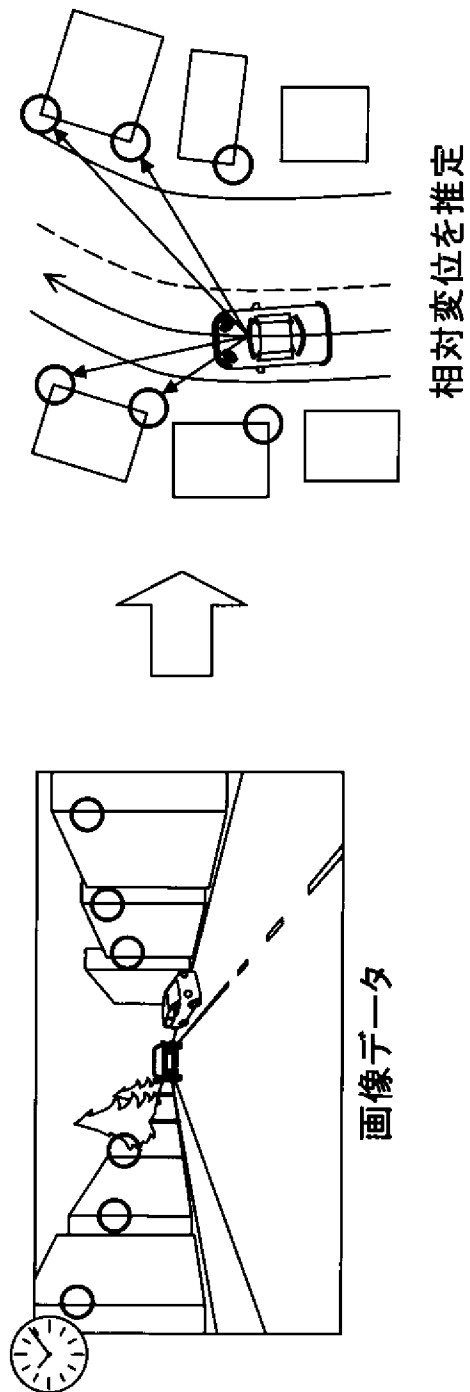
[図1]



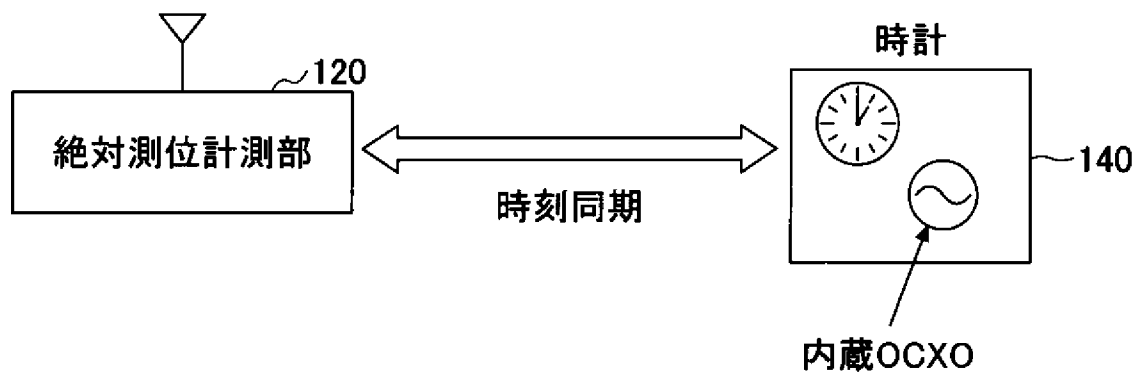
[図2]



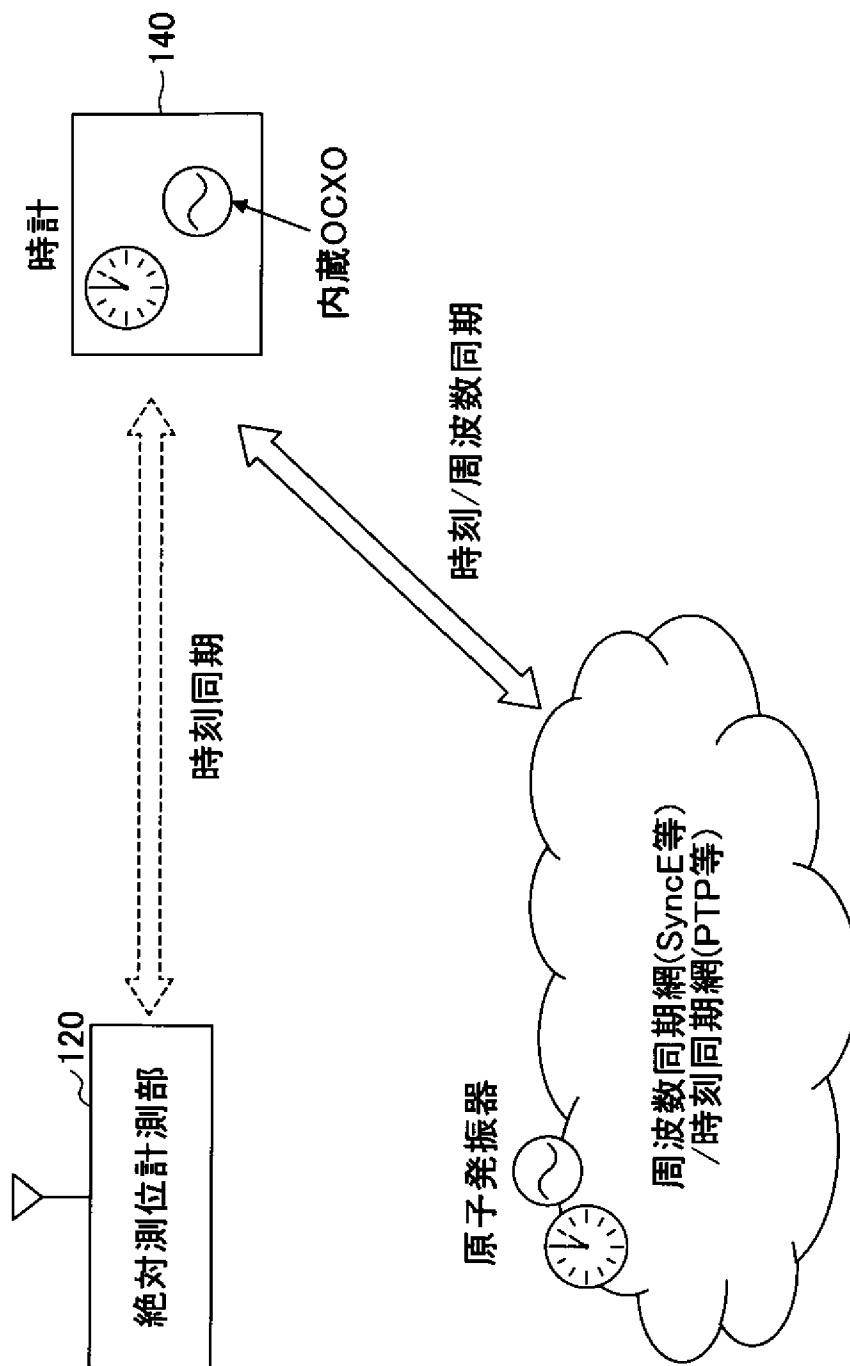
[図3]



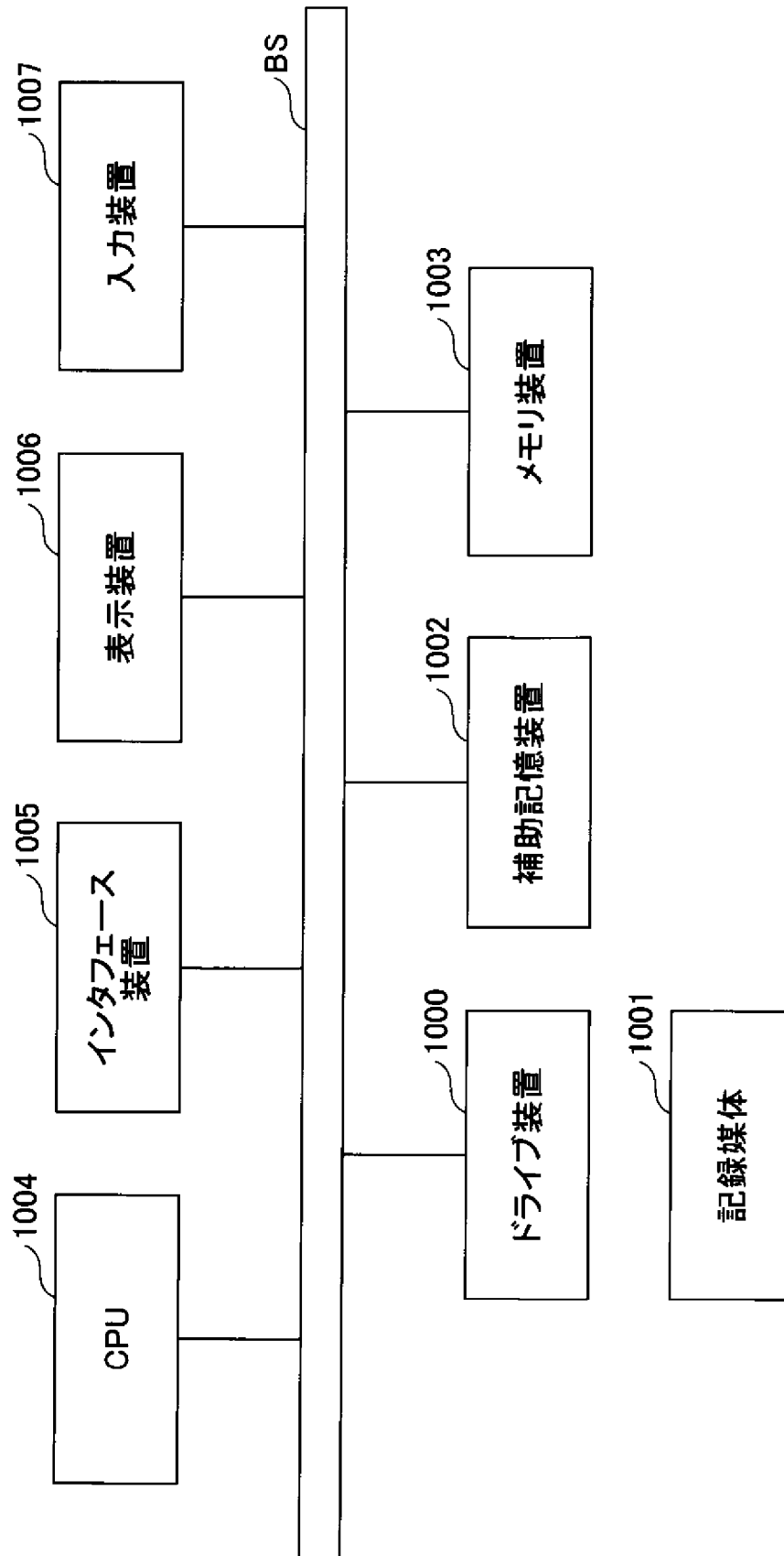
[図4]



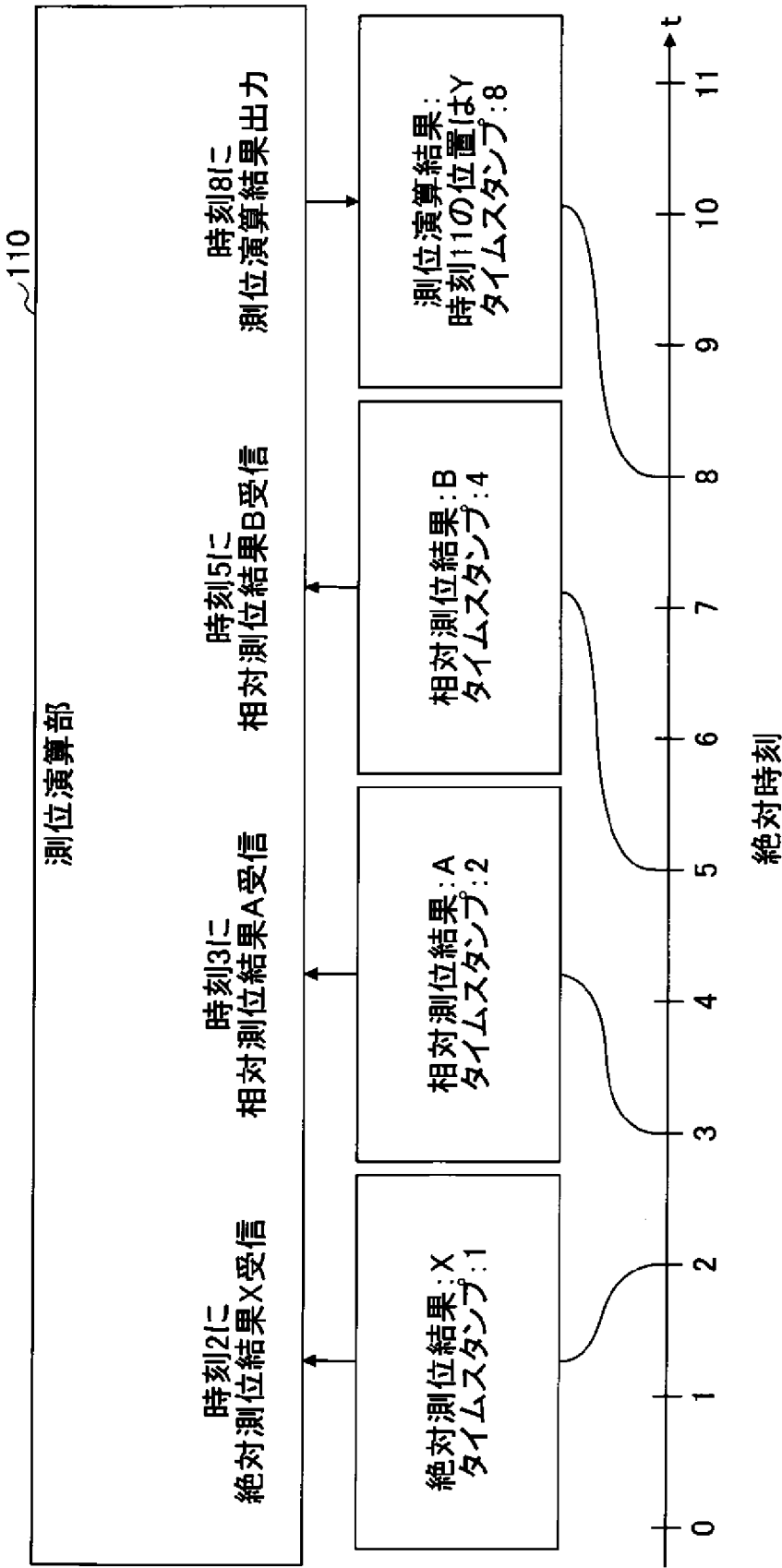
[図5]



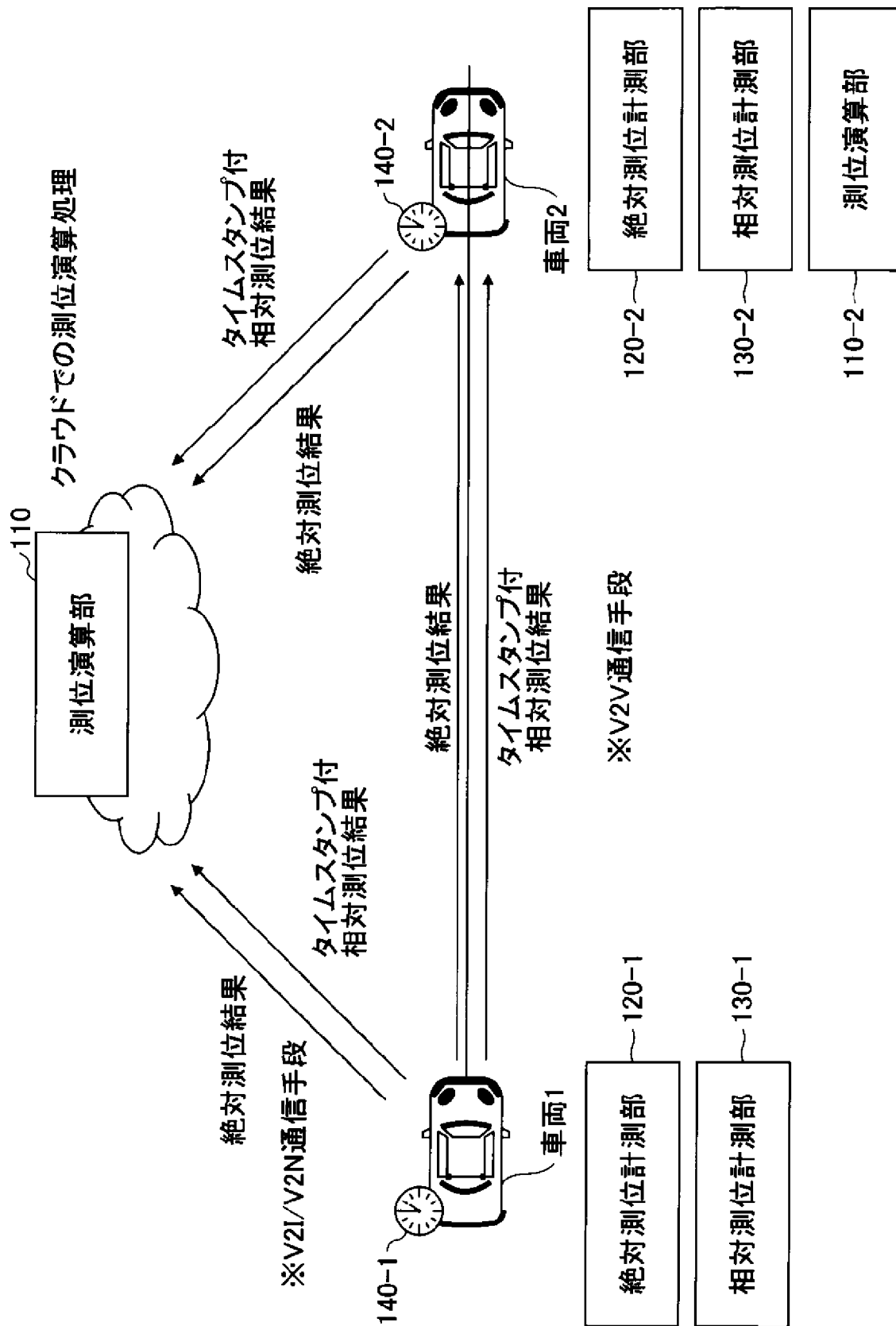
[図6]



[図7]



[図8]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036795

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S19/49 (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. G01S19/00-G01S19/55

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| $\frac{X}{Y}$ | JP 2018-526626 A (QUALCOMM INC.) 13 September 2018, paragraphs [0003]-[0048], fig. 1 & US 2017/0031032 A1, paragraphs [0003]-[0057], fig. 1 & WO 2017/019315 A1 & EP 3329301 A1 & CN 107850673 A | $\frac{1, 7-8}{2-6, 9}$ |
| Y             | US 2015/0268047 A1 (NOVATEL INC.) 24 September 2015, paragraph [0077] & US 8996311 B1 & WO 2015/081424 A1 & EP 3056926 A1 & EP 3077849 A1 & CA 2908754 A1 & CA 2923988 A1                        | 2-6, 9                  |

|                                                                                                |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input type="checkbox"/> See patent family annex. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                          |                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>07.11.2019                                                  | Date of mailing of the international search report<br>19.11.2019 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No.                          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/036795

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 2004-215258 A (DOCOMO COMMUNICATIONS LABORATORIES USA INC.) 29 July 2004, paragraphs [0006], [0020]<br>& US 2004/0203904 A1, paragraphs [0004], [0034]                                          | 3-6, 9                |
| Y         | JP 2018-520335 A (AUTOLIV ASP, INC.) 26 July 2018, paragraph [0056]<br>& US 2016/0313450 A1, paragraph [0051] & WO 2016/176049 A1 & EP 3289386 A1 & CN 107430197 A                                 | 4-6, 9                |
| Y         | JP 2015-052601 A (NEXTNAV LLC) 19 March 2015, paragraphs [0005], [0006], [0031]<br>& US 2010/0073229 A1, paragraphs [0044], [0045], [0070] & EP 3086619 A1 & CN 102204396 A & KR 10-2011-0089256 A | 5-6, 9                |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S 19/49(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. G01S 19/00 - G01S 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   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X<br>Y          | JP 2018-526626 A（クウアルコム・インコーポレイテッド）2018.09.13<br>*[0003]-[0048], 図 1*<br>& US 2017/0031032 A1 *[0003]-[0057], 図 1*<br>& WO 2017/019315 A1 & EP 3329301 A1 & CN 107850673 A | 1, 7-8<br>2-6, 9 |
| Y               | US 2015/0268047 A1（NOVATEL INC.）2015.09.24<br>*[0077]*<br>& US 8996311 B1 & WO 2015/081424 A1 & EP 3056926 A1 & EP 3077849 A1<br>& CA 2908754 A1 & CA 2923988 A1           | 2-6, 9           |

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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.11.2019

国際調査報告の発送日

19.11.2019

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）

田中 純

2 S

7 8 5 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

## C (続き) . 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2004-215258 A (ドコモ コミュニケーションズ ラボラトリーズ ユー・エ<br>ス・エー インコーポレーティッド) 2004.07.29<br>*[0006], [0020]*<br>& US 2004/0203904 A1 *[0004], [0034]*                                          | 3-6, 9         |
| Y               | JP 2018-520335 A (オートリブ エー・エス・ピー・インク) 2018.07.26<br>*[0056]*<br>& US 2016/0313450 A1 *[0051]*<br>& WO 2016/176049 A1 & EP 3289386 A1 & CN 107430197 A                               | 4-6, 9         |
| Y               | JP 2015-052601 A (ネクストナヴ, エルエルシー) 2015.03.19<br>* [0005]-[0006], [0031]*<br>& US 2010/0073229 A1 *[0044]-[0045], [0070]*<br>& EP 3086619 A1 & CN 102204396 A & KR 10-2011-0089256 A | 5-6, 9         |