

(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
2015年2月5日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号

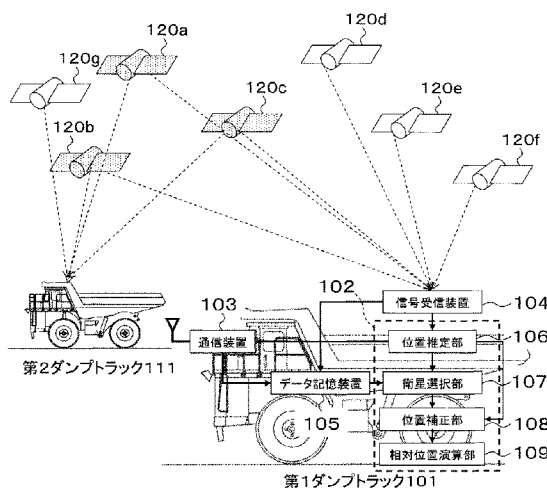
WO 2015/016159 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 19/51 (2010.01) G01S 19/41 (2010.01)
G01S 19/28 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/069765
- (22) 国際出願日: 2014年7月25日(25.07.2014)
- (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 2013-156409 2013年7月29日(29.07.2013) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 板東 幹雄(BANDO Mikio); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 佐藤 隆之(SATO Takayuki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 石本 英史(ISHIMOTO Hidefumi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人開知国際特許事務所(KAICHI IP); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目4番1号 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: RELATIVE POSITION COMPUTATION SYSTEM FOR WORKING MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械の相対位置演算システム



- 101 First dump truck
103 Communication device
104 Signal reception device
105 Data storage device
106 Position estimation unit
107 Satellite selection unit
108 Position correction unit
109 Relative position computation unit
111 Second dump truck

(57) Abstract: The present invention is provided with: a first dump truck (101) that receives a navigational signal from at least one of a plurality of satellites (120); a second dump truck (111) that receives a navigational signal from at least one of the plurality of satellites (120); and a relative position computation device (102) that, on the basis of the navigational signals respectively received by the first dump truck (101) and second dump truck (111) from a satellite in common among the plurality of satellites (120), calculates the relative position of the first dump truck (101) and the second dump truck (111). As a result, the effect of positioning error resulting from a satellite positioning system is reduced, and the precision of the relative position computation for two dump trucks (101, 111) can be increased.

(57) 要約: 複数の衛星(120)の少なくとも1基から航法信号を受信する第1ダンプトラック(101)と、複数の衛星(120)の少なくとも1基から航法信号を受信する第2ダンプトラック(111)と、複数の衛星(120)のうち共通の衛星から第1ダンプトラック(101)と第2ダンプトラック(111)がそれぞれ受信した航法信号に基づいて、第1ダンプトラック(101)と第2ダンプトラック(111)の相対位置を算出する相対位置演算装置(102)とを備える。これにより衛星測位システムによる測位誤差の影響が少なくなり、2つのダンプトラック(101, 111)間の相対位置算出精度を向上できる。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 作業機械の相対位置演算システム

技術分野

[0001] 本発明は、鉱山で移動するダンプトラックを含む作業機械の相対位置演算システムに関する。

背景技術

[0002] 鉱山で移動するダンプトラックを含む作業機械は、その走行路が限られており、追い越しや擦れ違い、また、油圧ショベルをはじめとする他の作業機械に接近する必要に迫られる。特に鉱山で利用される作業機械（鉱山機械）は大型であることが多いため、機械同士が接近した際に接触すると大きな事故になることが多く、衝突防止の機能が強く求められている。衝突防止のためには他機との相対位置を知る必要があり、従来技術にも複数の車両間の相対位置を取得する方法が開示されている。

[0003] 例えば、特開 2 0 1 1 - 2 2 1 8 6 9 号公報では、各車両が単独でグローバルポジショニングシステム(Global Positioning System: 以下、GPSと称する)を使用して測位した位置(GPS位置)を 2 台の車両で通信し合い、当該 2 台の車両の相対的な位置を算出する方法が開示されている。また、特開 2 0 0 7 - 1 6 4 2 8 0 号公報では、各機械で測位したGPS位置を監視局に送信し、監視局から他機へ配信する方法が開示されている。これらの方法を用いれば、各車両間の相対位置を計算することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 2 2 1 8 6 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7 - 1 6 4 2 8 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記のように 2 台の車両がそれぞれに衛星測位システム(GPS)で

測位した結果を用いて相対位置を算出する手法では、各車両の測位の途中で含まれる誤差（測位誤差）の影響で、その相対位置には各車両分の測位誤差が含まれてしまい、十分な精度で相対位置を計測できない。

[0006] 本発明の目的は、上記のような衛星測位システムによる測位誤差の影響を少なくし、2つの作業機械間の相対位置算出精度を向上できる相対位置演算システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上記目的を達成するために、複数の衛星の少なくとも1基から航法信号を受信する第1作業機械と、前記複数の衛星の少なくとも1基から航法信号を受信する第2作業機械と、前記複数の衛星のうち共通の衛星から前記第1作業機械と前記第2作業機械がそれぞれ受信した航法信号に基づいて、前記第1作業機械と前記第2作業機械の相対位置を算出する相対位置演算装置とを備えるものとする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば相対位置算出精度を向上できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る相対位置演算システムの構成例。

[図2]本発明の第1の実施の形態に係る相対位置演算処理のフロー。

[図3]本発明の第1の実施の形態におけるデータ記憶装置に記憶されているデータの構造例。

[図4]他機の衛星情報を用いた自機の位置の再計算の処理フロー。

[図5]相対位置の計算処理フロー。

[図6]本発明の第2の実施の形態に係る相対位置演算処理フローの一部を抽出して示した図。

[図7]本発明の第2の実施の形態におけるデータ記憶装置に記憶されているデータの構造例。

[図8]本発明の第2の実施の形態における非選択作業機械の位置の再計算の処理フロー

発明を実施するための形態

[0010] (第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態について図面を用いて説明する。第1の実施の形態に係る作業機械の相対位置演算システムは、作業機械として、主に鉱山で利用される複数の大型ダンプトラック（鉱山ダンプ）の相対位置を演算するものであり、相対位置を計算する前にはお互いの情報が無い場合の例である。

[0011] 図1に本発明の第1の実施の形態に係る相対位置演算システムの構成例を示す。この図に示す相対位置演算システムに含まれる複数のダンプトラック101, 111は、それぞれ、複数のGPS衛星120から送信される航法信号を受信して自己の位置を計算している。図1中には、GPS衛星120として、7基の衛星120a～120gが示されている。図1に示した状態では、当該7基の衛星120a～120gのうち2台のダンプトラック101, 111の双方が航法信号を受信できているものは、3基（衛星120a, 120b, 120c）存在している。

[0012] なお、図1中には2台のダンプトラック101, 111のみを示しているが本システムを構成するダンプトラックの台数は3台以上でも良い。また、簡略化して図1中にはダンプトラック101の構成のみを示すが、ダンプトラック111も同様の構成を備えるものとする。さらに、ここでは、作業機械の一例としてダンプトラック101, 111のみを利用したシステムについて説明するが、油圧ショベルやホイールローダなどの他の作業機械でシステムを構成しても良いし、ダンプトラックにこれら他の作業機械を含めてシステムを構築しても良い。

[0013] ここでは、ダンプトラック101を「自機」または「第1作業機械」と称することがあり、ダンプトラック111を「他機」または「第2作業機械」と称することがある。また、本実施の形態に係るシステムに含まれる複数のダンプトラック101, 111は、全て共通の時刻（例えば、世界協定時刻（UTC時刻））に基づいて管理されており、各ダンプトラック101, 111

の相対距離は各GPS衛星120までの距離に比べて十分に近く、各ダンプトラック101, 111は同一平面上に存在すると仮定できるものとする。

[0014] 図1において、各ダンプトラック101, 111は、無線通信により他のダンプトラック（例えば、ダンプトラック111）や管制センタ（図示せず）のコンピュータ等と情報（例えば、航法信号に含まれる情報および当該情報から算出される情報（衛星情報））を交換するための通信装置103と、各GPS衛星120から送信される航法信号（航法信号）を受信する信号受信装置（GPS受信装置）104と、航法信号に含まれるGPS衛星120の情報（例えば、衛星番号、航法信号の送信時刻、衛星軌道情報、衛星位置）やその他の情報を記憶するデータ記憶装置105と、自機と他機の相対位置を算出する相対位置演算装置102を備えている。

[0015] 相対位置演算装置102は、コンピュータで構成されており、信号受信装置104で取得した航法信号を基に自機の位置を算出する位置推定部106と、信号受信装置104で取得した航法信号のうち実際に測位に用いるものを絞り込む衛星選択部107と、補正值 L_{ci} に基づいて自機の位置を改めて算出する位置補正部108と、他のダンプトラックとの相対位置を計測する相対位置演算部109を備えている。図1において相対位置演算装置102に係る各部および通信装置103を接続する線分の矢印の向きは、データの流れを示している。

[0016] 次にダンプトラック101で実行される相対位置算出処理について説明する。図2に相対位置算出処理のフローを示す。この図に示すように、ステップ201では相対位置演算装置102を起動しステップ202へ移行する。本実施の形態では、相対位置演算装置102、信号受信装置104、データ記憶装置105、通信装置103の起動は、ダンプトラック101の起動と同期して行われる。

[0017] ステップ202およびステップ203は信号受信装置104内で実行される処理である。ステップ202では、複数のGPS衛星120から送信される航法信号を信号受信装置104にて受信し、これを衛星情報に変換したものを

データ記憶装置 105 に記憶し、ステップ 203 へ移行する。

[0018] ステップ 202 で受信される航法信号には、当該航法信号を出力した衛星の番号（衛星番号）と、当該衛星自身の位置を示す情報と、当該航法信号が出力された時刻（ t_s ）とが含まれる。そして、衛星までの距離 r は、航法信号が出力された時刻（ t_s ）と、受信装置 104 で受信した時刻（ t_t ）により、下記の式（1）により求めることができる。ただし、 c は光速とした。

[0019] [数1]

$$r = c(t_t - t_s) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

[0020] ここで、図 3 に自機 101 または他機 111 のデータ記憶装置 105 に記憶されているデータの構造例を示す。データ記憶装置 105 には、当該時刻において記憶されている全ての情報の記憶数が総情報数 301 として記憶されている。総情報数 301 は、自機が航法信号を受信した衛星 120 の総数を示す自機情報数 302 と、他機が航法信号を受信した衛星 120 の総数を示す他機情報数 309 の合計である。

[0021] さらに、自機が航法信号を受信した衛星 120 の総数を示す総衛星数 303 と、自機が航法信号を受信した各衛星 120 の衛星番号 304、自機が航法信号を受信した各衛星 120 までの距離 305、自機が航法信号を受信した各衛星 120 までの距離誤差 306、自機が航法信号を受信した各衛星 120 の位置（衛星位置） 307 が記憶されている。

[0022] また、データ記憶装置 105 には、自機が航法信号を受信した時刻 308 が UTC 時刻で記憶されている。また、データ記憶装置 105 に記憶された他機に係る情報としては、例えば、他機が測位に使用した衛星に係る情報 311, 312, 313 が記憶されており、このデータについては後述する。

[0023] データ記憶装置 105 に記憶されたデータうち、衛星番号 304 および衛星位置 307 は各衛星 120 からの航法信号に情報として含まれている。距離 305（第 1 衛星距離）は、各衛星 120 からの航法信号と時刻 308 に基づいて、上記式（1）によって算出できる。距離誤差 306 の説明および算出方法については後述する。なお、距離誤差 306 の初期値は 0 であり、

後述のステップ２０５で位置推定後に計算される値をもって順次書き換えられる。

[0024] ステップ２０３では、位置算出周期であるかを判断し、位置算出周期であれば、位置推定部１０６へメッセージを送信し、ステップ２０４へ移行する。位置算出周期でなければステップ２０２へ戻る。位置算出周期に特に限定は無く、タイマで所定の時間経過を計測しても良いし、通信装置１０３を介して受信するメッセージ等をトリガとしても良い。

[0025] 次にステップ２０４から２０６について説明する。ステップ２０４からステップ２０６は位置推定部１０６内で実行される処理である。

[0026] ステップ２０４では、ステップ２０２で記憶した衛星情報が、測位をするために十分蓄積されたかどうかを判断する。位置の推定（測位）には少なくとも３基以上の衛星から航法信号を受信する必要があるため、本実施の形態に係るステップ２０４では、測位のための十分な衛星情報が蓄積されたか否かの判断を、３基以上の衛星１２０から航法信号が受信できたかどうかで判断している。ステップ２０４において、蓄積した衛星情報が十分であると判断された場合にはステップ２０５へ移行し、不十分であると判断された場合にはステップ２０６へ移行する。

[0027] ステップ２０５では、３基以上の衛星１２０から受信した航法信号から自機位置を算出する。ステップ２０５における位置の算出には三角測量の原理を用いる。例えば、全部で N 基の衛星１２０からの航行信号が受信でき、そのうちの第 i 番目（ $i=1, 2, \dots, N$ ）の衛星の位置を（ X_i, Y_i, Z_i ）とし、当該第 i 番目の衛星から受信した航法信号から算出される当該衛星までの距離（第１衛星距離）３０５を r_i とし、誤差を s とすると、自機１０１の位置（ x, y, z ）は、下記式（２）で表される方程式を連立して解くことで推定できる。

[0028] [数２]

$$\begin{cases} r_1 = \sqrt{(X_1 - x)^2 + (Y_1 - y)^2 + (Z_1 - z)^2} + s \\ r_2 = \sqrt{(X_2 - x)^2 + (Y_2 - y)^2 + (Z_2 - z)^2} + s \\ \vdots \\ r_N = \sqrt{(X_N - x)^2 + (Y_N - y)^2 + (Z_N - z)^2} + s \end{cases} \quad \dots \text{式 (2)}$$

[0029] また、上記式（２）などで算出した位置と共にその誤差 s を考慮し、位置算出に、カルマンフィルタなどの確率モデルフィルタを使用して、受信した信号から最尤な位置推定を行う。

[0030] 次に、上記式（２）の解から推定された自機位置と、各衛星 120 の位置 307 とに基づいて、自機 101 から各衛星 120 までの距離（第 2 衛星距離）を算出し、当該算出距離と、各衛星 120 からの航法信号から算出される衛星までの距離（第 1 衛星距離）305 との差分から距離誤差 ε 306 を算出する。すなわち、第 i 番目の衛星位置の距離誤差 ε_i 306 は、式（２）によって求められた自機位置を (P_x, P_y, P_z) とし、第 i 番目の衛星の位置を (X_i, Y_i, Z_i) とし、当該第 i 番目の衛星までの距離（第 1 衛星距離）305 を r_i とすると、次の式（３）によって表わされる。

[0031] [数3]

$$\varepsilon_i = \sqrt{(X_i - P_x)^2 + (Y_i - P_y)^2 + (Z_i - P_z)^2} - r_i \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[0032] ここで計算された衛星 i の距離誤差 ε 306 は、データ記憶装置 105 に保存され、さらに、データ記憶装置 105 に保存された衛星情報 303 から 307 とともに通信装置 103 を介して他機 111 へ向け送信される。なお、他機 111 でも同様に、上記において自機 101 を用いて説明したステップ 201, 202, 203, 204, 205, 206 に係る処理が実行されており、他機 111 のデータ記憶装置 105 に保存された衛星情報のうち他機 111 が測位に使用した衛星に係る情報（図 3 に示したデータ記憶装置 105 において、衛星番号 311、衛星距離（第 3 衛星距離）312、距離誤差 313 として記憶されるデータ）は、他機 111 の通信装置 103 を介して自機 101 の通信装置 103 に向けて送信される。なお、他機 111 のデータ記憶装置 105 には、図 3 に示すように、他機情報数 309 と、総衛星数 310 と、衛星番号 311 と、衛星までの距離 312 と、距離誤差 313 が記憶されている。

[0033] 他機 111 への衛星情報 303 から 307 の送信が完了したら、自機 10

１の位置推定部１０６は、終了メッセージを衛星選択部１０７へ送り、ステップ２０７へ移行する。

[0034] 一方、ステップ２０４において、測位のための十分な衛星情報が蓄積されていないと判断された場合には、自機１０１の測位が不可能であるので、ステップ２０６において位置未測位の結果を出力し、相対位置演算部１０９へメッセージを送り、ステップ２１４へ移行する。

[0035] 次にステップ２０７から２０９について説明する。ステップ２０７からステップ２０９は衛星選択部１０７の処理である。

[0036] ステップ２０７では、通信装置１０３から他機１１１が測位に使用した衛星に係る衛星情報を受信しているかを判断する。受信していた場合はステップ２０８へ移行し、受信していない場合は、相対位置演算部１０９へ衛星選択不能のメッセージを送り、ステップ２１４へ移行する。

[0037] 自機１０１の通信装置１０３は、他機１１１からの通信を受動的に待ち受けており、通信装置１０３を介して受信したデータはデータ記憶装置１０５に記憶される。自機１０１が通信装置１０３を介して受信する他機１１１のデータには、他機１１１が航法信号を受信して測位に使用した３基以上の衛星番号３１１と、当該３基以上の衛星１２０までの距離３１２と、その距離誤差３１３が含まれており、これらは他機１１１が測位に使用した衛星の数だけ存在する。自機１０１では、これらのデータ３１１、３１２、３１３は、他機１１１で１回の測位で利用・算出したもの（１セットとする）だけをデータ記憶装置１０５に記憶しておくものとし、その後の測位で他機１１１が利用・算出した新たなデータ３１１、３１２、３１３が送信されてきた場合には、古いデータを削除して当該新たなデータをデータ記憶装置１０５へ記録する。すなわち、データ記憶装置１０５の他機１１１に係るデータ３１１、３１２、３１３は、１セット毎に書き換えられる。

[0038] また、自機１０１が通信装置１０３を介して受信する他機１１１のデータには、さらに、他機１１１が受信した航法信号に基づいて測位した時刻（当該航法信号を受信した時刻でも良い）３１４と、当該測位時に同時に計算さ

れた他機 1 1 1 の速度ベクトル 3 1 6 および姿勢ベクトル 3 1 7 と、他機 1 1 1 の車体基準位置に対する信号受信装置（GPS受信機） 1 0 4 の取り付け位置の差（GPS取付位置） 3 1 8 が含まれている。

[0039] ステップ 2 0 8 では、衛星選択部 1 0 7 は、他機 1 1 1 が測位に使用した衛星番号 3 1 1 をデータ記憶装置 1 0 5 から全て読み出し、位置補正部 1 0 8 へ衛星選択完了のメッセージを送り、ステップ 2 0 9 へ移行する。

[0040] ステップ 2 0 9 では、ステップ 2 0 8 で読み出した他機 1 1 1 が測位に使用した衛星番号 3 1 1 と、自機 1 0 1 が受信した衛星番号 3 0 4 とを比較し、両方で重複する衛星番号に係る自機 1 0 1 のデータ 3 0 5, 3 0 6, 3 0 7（衛星距離 3 0 5、距離誤差 3 0 6、衛星位置 3 0 7）を読み出し、ステップ 2 1 0 へ移行する。具体的には、ステップ 2 0 9 において、複数の衛星 1 2 0 のうち自機 1 0 1 と他機 1 1 1 の双方が航法信号を受信でき、それぞれ自己の測位に利用した共通の衛星に係るデータであって、自機 1 0 1 から当該共通の衛星のそれぞれまでの距離 3 0 5 と、その距離誤差 3 0 6 と、当該共通の衛星のそれぞれの位置 3 0 7 が読み出される。例えば、図 1 の例では、3 基の衛星 1 2 0 a, 1 2 0 b, 1 2 0 c に係るデータ 3 0 5, 3 0 6, 3 0 7 が読み出される。

[0041] 次にステップ 2 1 0 からステップ 2 1 2 について説明する。ステップ 2 1 0 からステップ 2 1 2 は位置補正部 1 0 8 の処理である。

[0042] ステップ 2 1 0 では、位置補正部 1 0 8 は、ステップ 2 0 9 で取得した衛星距離 3 0 5、距離誤差 3 0 6 および衛星位置 3 0 7 が、後述するステップ 2 1 2 に係る自機 1 0 1 の再測位に十分であるか否かを判断する。再測位に十分か否かは、ステップ 2 0 4 と同様に、3 基以上の衛星 1 2 0 に係るデータがステップ 2 0 9 で取得できたか否かで判断する。すなわち、ステップ 2 0 9 の重複する衛星の番号が 3 つ以上存在すれば測位に十分であると判断される。ここで測位に十分な場合にはステップ 2 1 1 へ移行する。一方、測位に不十分である場合は、相対位置演算部 1 0 9 にメッセージを送ってステップ 2 1 4 へ移行する。

- [0043] ステップ211では、位置補正部108は、ステップ209で取得した衛星距離305、距離誤差306および衛星位置307に加え、ステップ209の重複する衛星番号に係る他機111の距離312および距離誤差313を取得し、ステップ212へ移行する。
- [0044] ステップ212では、ステップ209およびステップ211で得た情報を基に補正值 L_{ci} を算出し、自機101の位置を改めて計算する（自機101の再測位）。ここで、この他機111の衛星情報を用いた自機101の位置の再計算の処理フローについて図4を用いて更に詳しく説明する。
- [0045] 図4において、ステップ401では、再測位に必要な衛星情報を全て取得し、ステップ402に移行する。ここで取得する衛星情報には、ステップ209およびステップ211で取得した他機111と自機101で重複した衛星番号に係る衛星情報（具体的には、自機101から各衛星までの距離305、距離誤差306および衛星位置307と、他機111から各衛星までの距離312および距離誤差313）である。
- [0046] ステップ402では、ステップ401で取得した n 基の衛星に係る衛星番号の中から、一つの衛星番号 i を選び出し、ステップ403へ移行する（ $i = 1, 2, \dots, n$ （但し、 n は3以上））。
- [0047] ステップ403において、位置補正部108は、 n 基分の衛星に係る距離誤差306、313と、ステップ402で選び出した衛星番号 i の衛星に係る距離誤差306、313から、自機101から衛星番号 i の衛星までの距離 r_{i305} の補正に利用する補正值 L_{ci} を算出する。補正值 L_{ci} は、他機111が計算した衛星 i までの距離誤差 ε_{ai313} と、自機101が計算した衛星 i までの距離誤差 ε_{si306} と、自機101および他機111で共通して航法信号を受信した全衛星数 n とから、下記式（4）に基づいて計算する。下記式（4）では、他機111から n 基の衛星120のそれぞれまでの距離を基準にして、自機101から n 基の衛星120のそれぞれまでの距離 r_{i305} の補正值 L_{ci} を計算している。補正值 L_{ci} の計算が終わったらステップ404に進む。なお、自機101を基準にした補正值を計算する場合には、下記式（4）

において、距離誤差 ε_{ai} を距離誤差 ε_{si} とし、距離誤差 ε_{si} を距離誤差 ε_{ai} として計算すれば良い。

[0048] [数4]

$$L_{ci} = \frac{\sum_i^n (\varepsilon_{si} - \varepsilon_{ai})}{n} - \varepsilon_{si} \quad \cdots \text{式 (4)}$$

[0049] ステップ404では、ステップ402で選択した衛星番号*i*に係る衛星から自機101までの距離305riからステップ403で取得した補正值Lciを差し引いて当該距離を補正する。これにより衛星番号*i*に係る衛星から他機111までの距離を基準にして、衛星番号*i*に係る衛星から自機101までの距離が補正される。衛星番号*i*に係る衛星から自機101までの距離の補正が終了したらステップ405へ移行する。ここでは補正後の距離をrmiとする ($i = 1, 2, \dots, n$ (但し、 n は3以上))。

[0050] ステップ405では、ステップ401で取得した全衛星番号についてステップ402から404まで処理したかを確認し、全ての衛星番号に係る衛星までの距離の補正処理が完了している場合は、ステップ406へ移行し、完了していない場合はステップ402へ戻り、ステップ402から404の処理を繰り返す。

[0051] ステップ406では、ステップ401からステップ405までの処理で得た補正後の距離rmiを用いて自機101の測位を再度実行する。自機101の測位計算は以下のように計算する。ステップ401で得た衛星情報がN基分であった場合、第*i*番目 ($i = 1, 2, \dots, N$ (但し、 N は3以上)) の衛星の位置を(X_i, Y_i, Z_i)とし、他機111から取得した情報により補正した第*i*番目の衛星の距離rmiとすると、補正後の自機101の位置(x, y, z)は、下記式(5)で表される方程式を連立して解くことで算出できる。自機101の位置の再計算が終了したら、その結果を出力し、ステップ213へ移行する。

[0052]

[数5]

$$\begin{cases} r_{m1} = \sqrt{(X_1 - x)^2 + (Y_1 - y)^2 + (Z_1 - z)^2} + s \\ r_{m2} = \sqrt{(X_2 - x)^2 + (Y_2 - y)^2 + (Z_2 - z)^2} + s \\ \vdots \\ r_{mN} = \sqrt{(X_N - x)^2 + (Y_N - y)^2 + (Z_N - z)^2} + s \end{cases} \quad \dots \text{式 (5)}$$

[0053] 図2に戻り、ステップ213において、相対位置演算部109は、ステップ212で改めて計算した自機101の位置と、他機111の位置315に基づいて、自機101と他機111の相対位置を計算する。ここで、ステップ213で実行される相対位置の計算処理フローの一例について図5を用いて更に詳しく説明する。図5の例では、相対位置演算部109は、ステップ212で改めて計算した自機101の位置と、データ記憶装置105から取得される自機の受信時刻308と、他機の測位時刻314、測位位置315、速度ベクトル316、姿勢ベクトル317およびGPS取付位置318とに基づいて、自機101と他機111の相対位置を計算している。

[0054] 図5において、相対位置演算部109は、ステップ212が終了したら、ステップ501において、既知の自機101の信号受信装置（GPS受信装置）104の取付位置（GPS位置）から自機101が走行中の平面を推定し、ステップ212で再計算した自機101の位置を該平面へ射影した点を新たな自機101の位置とする。

[0055] 次にステップ502では、他機111の測位位置315、測位時刻314、速度ベクトル316、姿勢ベクトル317およびGPS取付位置318をデータ記憶装置105から取得し、ステップ503へ移行する。

[0056] ステップ503では、ステップ502で取得した他機111の測位位置315を始点にして姿勢ベクトル317の方向へベクトルを伸ばし、当該ベクトルがステップ501の平面と交わった点を他機111の平面上位置とする。

[0057] 次にステップ504では、データ記憶装置105に記憶された、自機101の受信時刻308と他機111の測位時刻314の差から通信遅延時間を

求め、当該遅延時間と他機 1 1 1 の速度ベクトル 3 1 6 から、遅延時間中の他機 1 1 1 の移動方向および移動距離を算出し、ステップ 5 0 1 の平面上で当該移動距離をステップ 5 0 2 で計算した他機の平面上位置に足し合わせる。これにより自機 1 0 1 の受信時刻 3 0 8 における他機 1 1 1 の位置を推定できる。なお、ここでは、他機 1 1 1 の測位時刻 3 1 4 を利用して他機 1 1 1 の位置を算出したが、先述のように、測位時刻 3 1 4 に代えて、他機 1 1 1 の航法信号の受信時刻を利用しても良い。

[0058] 次にステップ 5 0 5 にて、ステップ 5 0 2 で計算した自機 1 0 1 の平面位置とステップ 5 0 4 で計算した他機 1 1 1 の平面位置の差を取ることで、自機 1 0 1 と他機 1 1 1 の相対位置を計算する。相対位置の計算を終了したら、ステップ 2 1 5 に移行する。

[0059] ところで、ステップ 2 1 4 は、ステップ 2 0 4、ステップ 2 0 7 およびステップ 2 1 0 のいずれかの判断で相対距離算出が不可能であると判断された場合に実行される処理であり、相対位置演算部 1 0 9 は、相対位置が算出不能である旨の通知を出力し、ステップ 2 1 5 へ移行する。

[0060] ステップ 2 1 5 では、自機 1 0 1 が停止しているか否かを判断し、自機 1 0 1 が停止している場合には、相対位置演算装置 1 0 2 の処理を終了する。一方、自機 1 0 1 が停止していない場合には、ステップ 2 0 2 へ戻って、ステップ 2 0 2 以降の処理を繰り返す。

[0061] 冒頭で述べた従来技術における手法のように、自機と他機で個別に測位した GPS 位置の差を取って両者の相対位置を算出する方法では、両者の測位に使用された全ての GPS 衛星に起因する誤差および GPS 受信機に起因する誤差が相対位置に付与されてしまう。これに対して、上記のように構成した本実施の形態によれば、自機と他機で共通の航法衛星（GPS 衛星）を使用することで、衛星に起因する誤差が補正されるため、従来の方法よりも、自機と他機の相対位置を高精度に算出することが可能になる。

[0062] なお、上記の実施の形態では、自機と他機のそれぞれで測位に利用した衛星からの航法信号に基づいて相対位置を算出したが（例えば図 4 参照）、自

機と他機の双方で航法信号を受信できた衛星からの航法信号に基づいて相対位置の算出をしても良い。すなわち、自機と他機の双方で受信できていれば、測位に利用しなかった航法信号を利用しても良い。

[0063] ところで、上記の実施の形態では、相対位置の算出時に利用する他機 1 1 1 の距離 3 1 2 および距離誤差 3 1 3 は、他機 1 1 1 の測位に使用した衛星に係るもののみであった（ステップ 2 0 8, 2 0 9 参照）。しかし、相対位置の算出には、航法信号は受信できていたが実際他機 1 1 1 の測位には利用しなかった衛星に係る距離 3 1 2 および距離誤差 3 1 3 を利用しても良い。このように相対位置を算出する場合には、他機 1 1 1 から自機 1 0 1 へのデータ転送量と、相対位置の算出にともなう計算量が増加するものの、図 2 のステップ 2 1 0 において十分な衛星情報が存在する可能性を大幅に高めることができ、相対位置が算出不能となる機会を大幅に減らすことができる。

[0064] また、上記の実施の形態では、ステップ 4 0 3 や式 (4) で示したように、他機 1 1 1 から衛星 1 2 0 までの距離として、自機 1 0 1 から衛星 1 2 0 までの距離を補正值 L_{ci} で補正したが、他機からの距離と自機からの距離のどちらを基準として補正值を算出しても良い。自機 1 0 1 と他機 1 1 1 のどちらを基準として補正值を算出すべきかについては、各衛星 1 2 0 の見え方が良い方（すなわち、自機 1 0 1 と他機 1 1 1 のうち、距離 3 0 5 (3 1 2) と距離誤差 3 0 6 (3 1 3) の差が小さい方) を基準として選択するものがある。衛星の見え方が良い方を基準として補正值を計算すると、他方を基準とする場合よりも、相対位置の精度を高めることができる。

[0065] 上記 2 点を踏まえて、他機 1 1 1 が航法信号を受信できた全ての衛星に係る衛星情報を自機 1 0 1 で受信し、衛星 1 2 0 の見え方で補正值の基準とする作業機械を変更して相対位置を計算する本発明の第 2 の実施の形態について以下に述べる。

[0066] 本発明の第 2 の実施の形態に係る相対位置演算システムの基本構成は、図 1 に示したものと同一であり、図示は省略する。また、第 2 の実施の形態の相対位置算出処理フローは、図 2 のものとステップ 2 0 7 からステップ 2 1

2までが異なるが、他のステップは同じであり、同じステップについては説明を省略する。図6は、本発明の第2の実施の形態に係る相対位置演算装置102の処理のうち変更部分（図2のステップ207からステップ212に代替する部分）だけを抽出して示した図である。

[0067] 図2に示したステップ201からステップ205の一連の処理が実行され、ステップ205において、衛星選択部107が位置推定部106から処理を終了したメッセージを受信すると、図6の処理が開始される。ステップ601からステップ602は衛星選択部107の処理である。

[0068] 図6の処理が開始されると、衛星選択部107は、ステップ601において、通信装置103から他機111が航法信号を受信した全ての衛星に係る衛星情報が受信されているかを判断する。受信していた場合はステップ602へ移行する。一方、受信していない場合は、相対位置演算部109へ衛星選択不能のメッセージを送り、ステップ214（図2参照）へ移行する。

[0069] 通信装置103は受動的に通信を待ち受けており、通信装置103を介して自機101が受信する他機111のデータは、全てデータ記憶装置105に記憶される。図7は、本発明の第2の実施の形態において自機101のデータ記憶装置105に記憶されるデータの構造例を示した図である。

[0070] 図7において、総衛星数701は、他機111が航法信号を受信した衛星の総数であり、衛星番号702は、他機111が航法信号を受信した全ての衛星の番号であり、衛星までの距離703は、他機111から他機111が航法信号を受信した全ての衛星までの距離であり、距離誤差704は、他機111から他機111が航法信号を受信した全ての衛星までの距離誤差である。また、データ記憶装置105には、他機111が測位した際の測位誤差705も記憶される。上記以外の受信および記憶データは図3に示されたデータと同じであるため、説明は省略する。なお、他機111のデータ記憶装置105には、図7において自機と他機を入れ替えたものが記憶されている。

[0071] また、便宜上、第1の実施の形態と同様に、通信装置103を介して受信

したデータのうち、総衛星数 701、衛星番号 702、衛星までの距離 703、距離誤差 704 および測位誤差 705 は、1 セット分だけを蓄積し、1 セット毎にデータ記憶装置 105 のデータを書き換えるものとする。

[0072] ステップ 602 では、衛星選択部 107 は、他機 111 が航法信号を受信した全ての衛星に係る衛星番号 702 をデータ記憶装置 105 から読み出す。そして、当該衛星番号 702 と、自機 101 が受信した衛星番号 304 とを比較し、両方で重複する衛星番号に係る自機 101 のデータ 305, 306, 307 (衛星距離 305、距離誤差 306、衛星位置 307) と、当該重複する衛星番号に係る他機 111 のデータ 703, 704 (衛星距離 703、距離誤差 704) を読み出し、位置補正部 108 へ衛星選択完了のメッセージを送り、ステップ 603 へ移行する。

[0073] ステップ 603 からステップ 606 は位置補正部 108 の処理である。ステップ 603 では、ステップ 602 の重複する衛星の番号が 3 つ以上存在するか否かに基づいて、ステップ 602 で取得した情報が測位に十分であるかを判断する。ここで、十分な場合はステップ 604 へ移行し、測位に不十分である場合はステップ 214 へ移行する。

[0074] ステップ 604 では、自機 101 と他機 111 で、ステップ 602 の重複する衛星の番号に係る衛星の見え方が良い方を選択する処理を行う。具体的には、ステップ 205 で計算した自機 101 の距離誤差 306 と、データ記憶装置 105 に記憶されている他機 111 の距離誤差 704 の比較を行い、距離誤差の小さい方を衛星の見え方が良い方として選択する。

[0075] ステップ 605 では、ステップ 604 で選択されたダンプトラック (以下、選択ダンプと称することがある) を基準にして補正值 L_{ci} を計算し、その補正值 L_{ci} を用いてステップ 604 で選択されなかったダンプトラック (以下、非選択ダンプと称することがある) の位置を再計算する。ステップ 605 における補正值 L_{ci} の計算と、補正值 L_{ci} を利用した測位計算は、先述の図 4 の処理フローと同様に行われるが、ここでは図 8 を参照してこれらの計算について説明する。

- [0076] 図8において、ステップ801では、再測位に必要な衛星情報を全て取得し、ステップ802に移行する。ここで取得する衛星情報には、ステップ602で取得した他機111と自機101で重複した衛星番号に係る衛星情報である。
- [0077] ステップ802では、ステップ801で取得した n 基の衛星に係る衛星番号の中から、一つの衛星番号 i を選び出し、ステップ803へ移行する（ $i = 1, 2, \dots, n$ （但し、 n は3以上））。
- [0078] ステップ803において、位置補正部108は、 n 基分の衛星に係る距離誤差306、704と、ステップ802で選び出した衛星番号 i の衛星に係る距離誤差306、704から、ステップ604で選択したダンブトラックから衛星番号 i の衛星までの距離 r_i の補正に利用する補正值 L_{ci} を算出する。補正值 L_{ci} は、選択ダンブから衛星 i までの距離誤差 ε_{ai} と、非選択ダンブから衛星 i までの距離誤差 ε_{si} と、自機101および他機111で共通して航法信号を受信した全衛星数 n とから、上記式（4）に基づいて計算する。ここでは、上記式（4）によって、選択ダンブを基準にして非選択ダンブから n 基の衛星120のそれぞれまでの距離 r_i の補正值 L_{ci} を計算している。補正值 L_{ci} の計算が終わったらステップ804に進む。
- [0079] ステップ804では、ステップ802で選択した衛星番号 i に係る衛星から非選択ダンブまでの距離 r_i からステップ803で取得した補正值 L_{ci} を差し引いて当該距離を補正し、ステップ805へ移行する。ここでは補正後の距離を r_{mi} とする（ $i = 1, 2, \dots, n$ （但し、 n は3以上））。
- [0080] ステップ805では、ステップ801で取得した全衛星番号についてステップ802から804まで処理したかを確認し、全ての衛星番号に係る衛星までの距離の補正処理が完了している場合は、ステップ806へ移行し、完了していない場合はステップ802へ戻り、ステップ802から804の処理を繰り返す。
- [0081] ステップ806では、ステップ801からステップ805までの処理で得た補正後の距離 r_{mi} を用いて非選択ダンブの測位を再度実行する。非選択ダンブ

プの測位計算は以下のように計算する。ステップ801で得た衛星情報がN基分であった場合、第i番目 ($i = 1, 2, \dots, N$ (但し、Nは3以上)) の衛星の位置を(X_i, Y_i, Z_i)とし、選択ダンプから取得した情報により補正した第i番目の衛星の距離 r_{mi} とすると、補正後の非選択ダンプの位置(x, y, z)は、上記式(5)で表される方程式を連立して解くことで算出できる。非選択ダンプの位置の再計算が終了したら、その結果を出力し、ステップ213へ移行する。

[0082] ステップ213では、相対位置演算部109は、ステップ605で改めて計算した非選択ダンプの位置と、データ記憶装置105内の選択ダンプの位置に基づいて、自機101と他機111の相対位置を計算する。ステップ213の具体的な処理は、第1の実施の形態の図5の説明において、「自機」を「非選択ダンプ」と読み替えて、「他機」を「選択ダンプ」と読み替えればよいので、ここでは説明は省略する。

[0083] このように構成した本実施の形態によっても、自機と他機で共通の航法衛星を使用することで、衛星に起因する誤差が補正されるため、従来の方法よりも、自機と他機の相対位置を高精度に算出することが可能になる。

[0084] ところで、上記の実施の形態では、作業機械としてダンプトラックの例を挙げたが、本発明が適用可能な作業機械の種類はダンプトラックに限らない。例えば、油圧ショベルや、ホイールローダなど、航法衛星からの航法信号が受信可能な受信装置が搭載可能な自走式の作業機械であれば、本発明は適用可能である。

[0085] また、上記の実施の形態では、相対位置演算装置102を作業機械であるダンプトラックに搭載する場合について説明したが、その設置場所に限定はない。例えば、複数の作業機械の稼働状況を管理する管制センタの建屋内に相対位置演算装置102を設置し、当該相対位置演算装置102と各作業機械に搭載された信号受信装置104およびデータ記憶装置105とをデータ通信可能に構成しても良い。

[0086] なお、本発明は、上記の各実施の形態に限定されるものではなく、その要

旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、本発明は、上記の実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、一方の実施の形態に係る構成の一部を、他方の実施の形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。

[0087] また、上記の相対位置演算装置 102 に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア（例えば各機能を実行するロジックを集積回路で設計する等）で実現しても良い。また、上記の相対位置演算装置 102 に係る構成は、演算処理装置（例えば CPU）によって読み出し・実行されることで当該制御装置の構成に係る各機能が実現されるプログラム（ソフトウェア）としてもよい。当該プログラムに係る情報は、例えば、半導体メモリ（フラッシュメモリ、SSD 等）、磁気記憶装置（ハードディスクドライブ等）及び記録媒体（磁気ディスク、光ディスク等）等に記憶することができる。

[0088] また、上記の各実施の形態の説明では、制御線や情報線は、当該実施の形態の説明に必要であると解されるものを示したが、必ずしも製品に係る全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。

符号の説明

[0089] 101…ダンプトラック（自機）、102…相対位置演算装置、103…通信装置、104…信号受信装置、105…データ記憶装置、106…位置推定部、107…衛星選択部、108…位置補正部、109…相対位置演算部、111…ダンプトラック（他機）、120…GPS衛星、305…自機から衛星までの距離（第1衛星距離）、306…自機から衛星までの距離誤差、307…衛星位置、312…他機から衛星までの距離（第3衛星距離）、313…他機から衛星までの距離誤差、Lci…補正值

請求の範囲

- [請求項1] 複数の衛星の少なくとも1基から航法信号を受信する第1作業機械と、
- 前記複数の衛星の少なくとも1基から航法信号を受信する第2作業機械と、
- 前記複数の衛星のうち共通の衛星から前記第1作業機械と前記第2作業機械がそれぞれ受信した航法信号に基づいて、前記第1作業機械と前記第2作業機械の相対位置を算出する相対位置演算装置とを備えることを特徴とする作業機械の相対位置演算システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業機械の相対位置演算システムにおいて、
- 前記共通の衛星は、前記複数の衛星のうち前記第1作業機械と前記第2作業機械の双方が航法信号を受信できた3基以上の衛星であり、
- 前記相対位置演算装置は、
- 前記複数の衛星から前記第1作業機械と前記第2作業機械が受信した航法信号に基づいて、前記第1作業機械の位置と前記第2作業機械の位置をそれぞれ算出し、
- その算出結果に基づいて前記第1作業機械から前記共通の衛星のそれぞれまでの距離を補正して前記第1作業機械の位置を改めて算出し、
- 当該改めて算出した前記第1作業機械の位置と前記第2作業機械の位置から前記第1作業機械と前記第2作業機械の相対位置を算出する相対位置演算装置を備えることを特徴とする相対位置演算システム。
- [請求項3] 請求項2に記載の作業機械の相対位置演算システムにおいて、
- 前記相対位置演算装置は、
- 前記複数の衛星のいずれかから前記第1作業機械が受信した航法信号に基づいて、前記第1作業機械から当該航法信号を送信した衛星までの距離である第1衛星距離を算出し、

当該第1衛星距離と、前記第1作業機械が受信した前記航法信号を送信した衛星の位置とに基づいて、前記第1作業機械の位置を算出し、

当該第1作業機械の位置と、前記第1作業機械が受信した前記航法信号を送信した衛星の位置とに基づいて、前記第1作業機械から当該航法信号を送信した衛星までの距離である第2衛星距離を算出し、

前記複数の衛星のいずれかから前記第2作業機械が受信した航法信号に基づいて、前記第2作業機械から当該航法信号を送信した衛星までの距離である第3衛星距離を算出し、

当該第3衛星距離と、前記第2作業機械が受信した前記航法信号を送信した衛星の位置とに基づいて、前記第2作業機械の位置を算出し、

当該第2作業機械の位置と、前記第2作業機械が受信した前記航法信号を送信した衛星の位置とに基づいて、前記第2作業機械から当該航法信号を送信した衛星までの距離である第4衛星距離を算出し、

前記第1衛星距離と前記第2衛星距離の差分と、前記第3衛星距離と前記第4衛星距離の差分とに基づいて、前記第2作業機械を基準とした前記第1衛星距離の補正値を算出し、

当該第1衛星距離の補正値と、前記第1衛星距離に基づいて、前記第1作業機械の位置を改めて算出し、

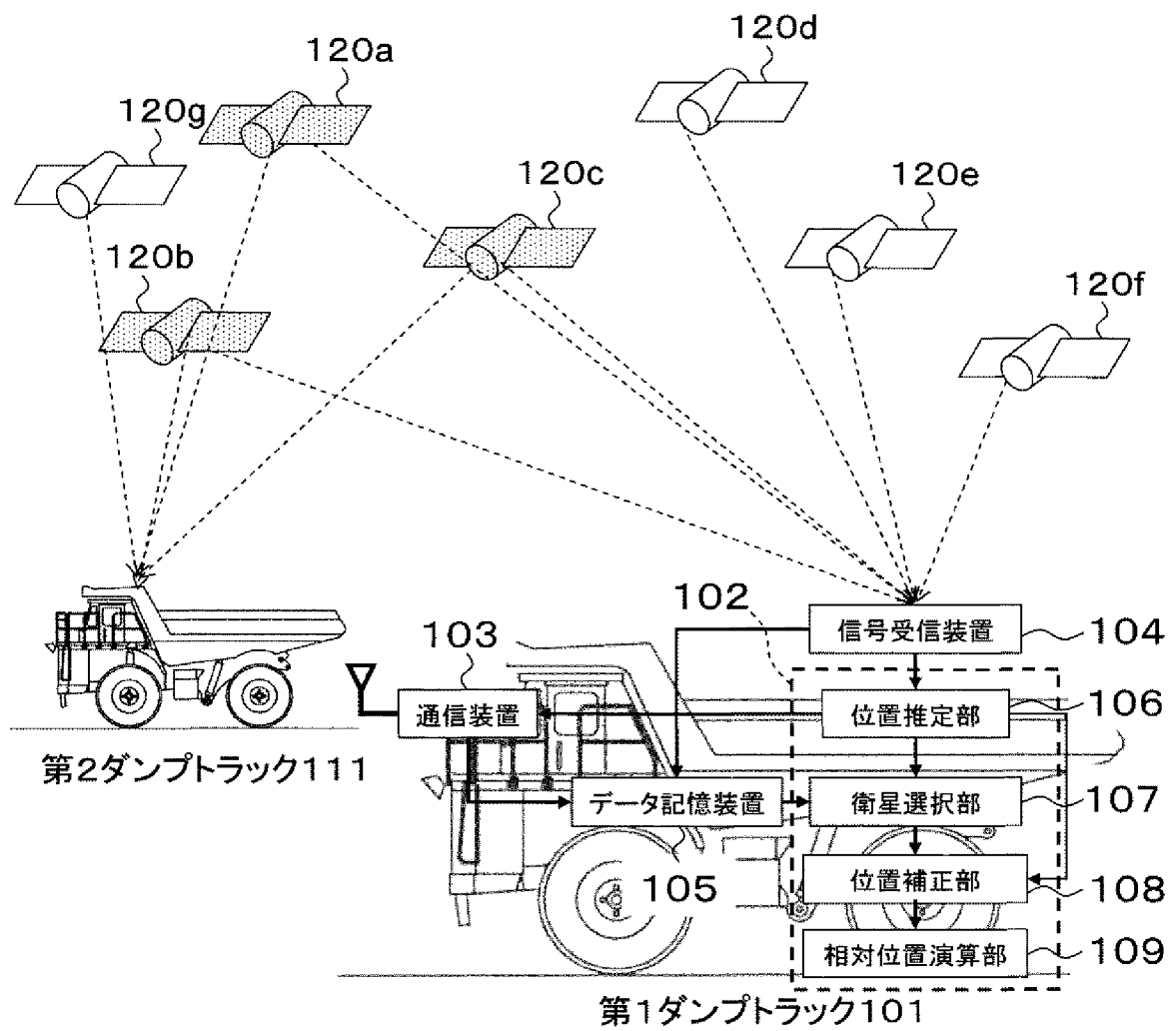
当該改めて算出した前記第1作業機械の位置と、前記第2作業機械の位置とから、前記第1作業機械と前記第2作業機械の相対位置を算出することを特徴とする作業機械の相対位置演算システム。

[請求項4]

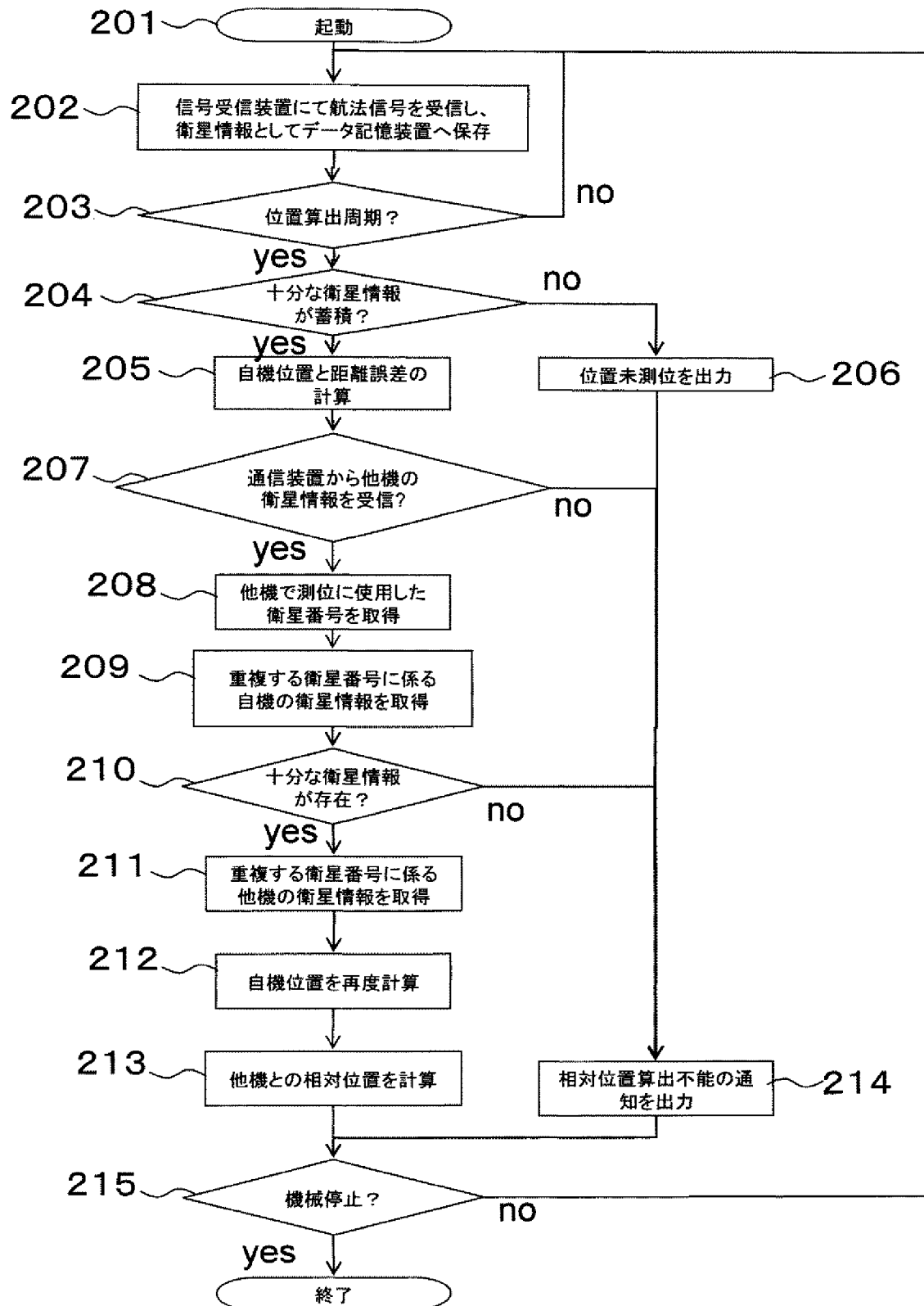
請求項3に記載の作業機械の相対位置演算システムにおいて、

前記第3衛星距離と前記第4衛星距離の差分は、前記第1衛星距離と前記第2衛星距離の差分よりも小さいことを特徴とする作業機械の相対位置演算システム。

[図1]



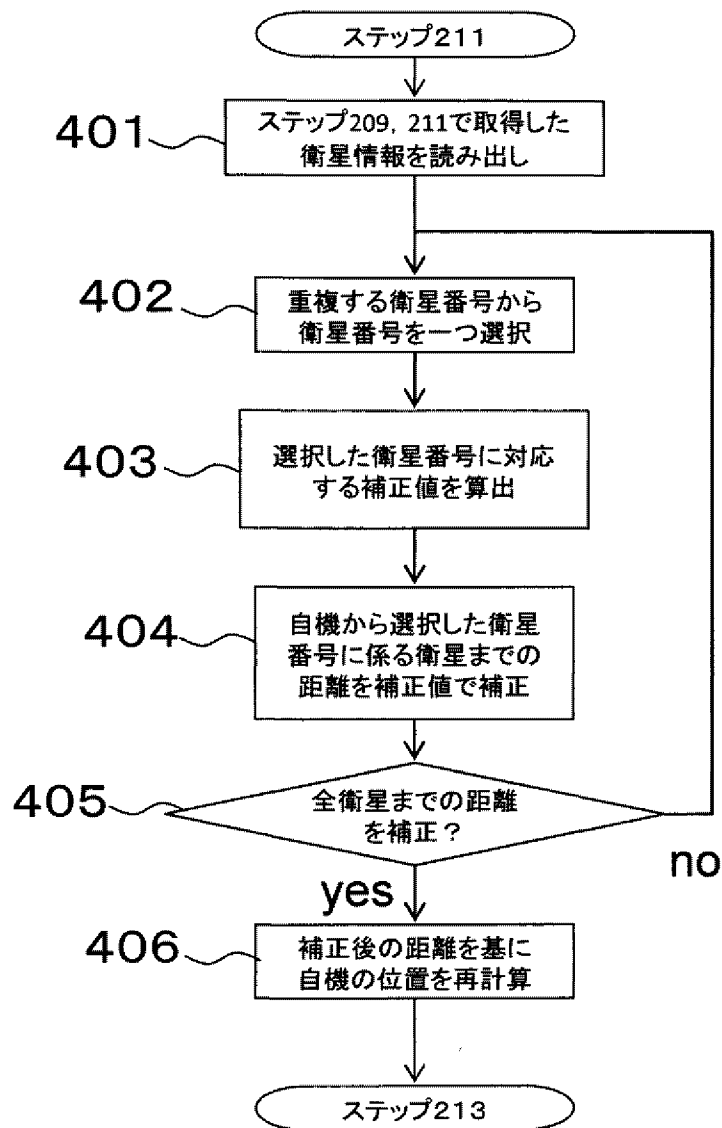
[図2]



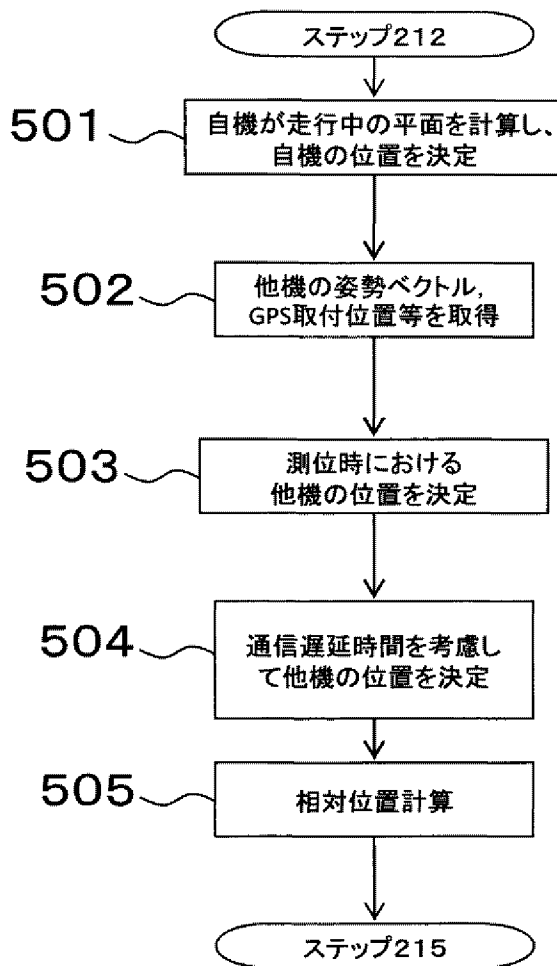
[図3]

301～	総情報数	記憶された全記憶数
302～	自機情報数	自機の情報の記憶数
303～	総衛星数	自機が受信した衛星の総数
304～	衛星番号(i)	自機が受信した衛星番号(i)
305～	衛星までの距離(i)	衛星番号(i)に対応した衛星までの距離
306～	距離誤差(i)	衛星番号(i)に対応した衛星までの距離誤差
307～	衛星位置(i)	衛星番号(i)に対応した衛星位置
	...	
308～	受信時刻	自機が航法信号を受信した時刻(UTC)
309～	他機情報数	他機の情報の記憶数
310～	総衛星数	他機が測位に使用した衛星の総数
311～	衛星番号(j)	他機が測位に使用した衛星番号(j)
312～	衛星までの距離(j)	衛星番号(j)に対応した衛星までの距離
313～	距離誤差(j)	衛星番号(j)に対応した衛星までの距離誤差
	...	
314～	測位時刻	他機が測位した時刻(UTC)
315～	測位位置	他機が測位した位置
316～	速度ベクトル	他機の移動速度ベクトル
317～	姿勢ベクトル	他機の姿勢ベクトル
318～	GPS取付位置	他機の手体基準位置に対するGPS取付位置の差

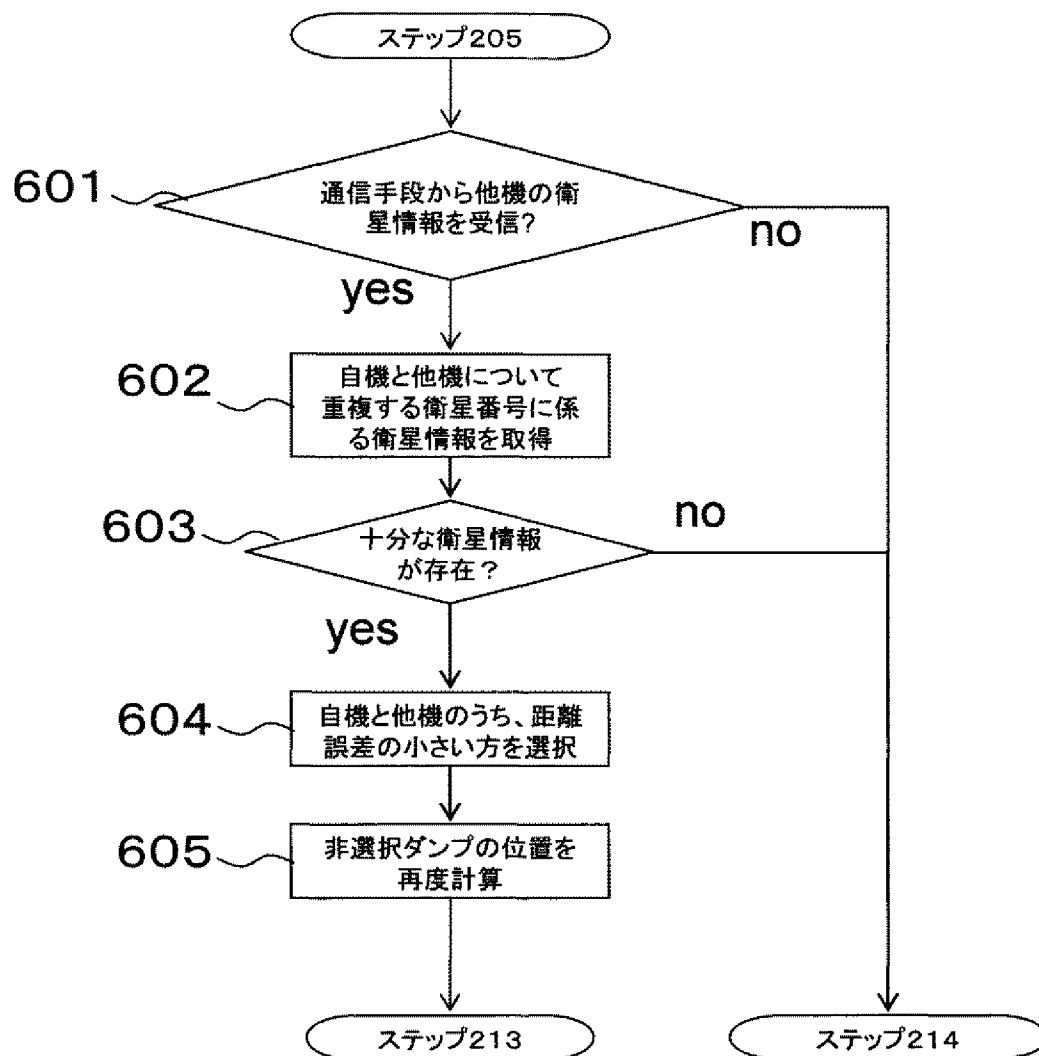
[図4]



[図5]



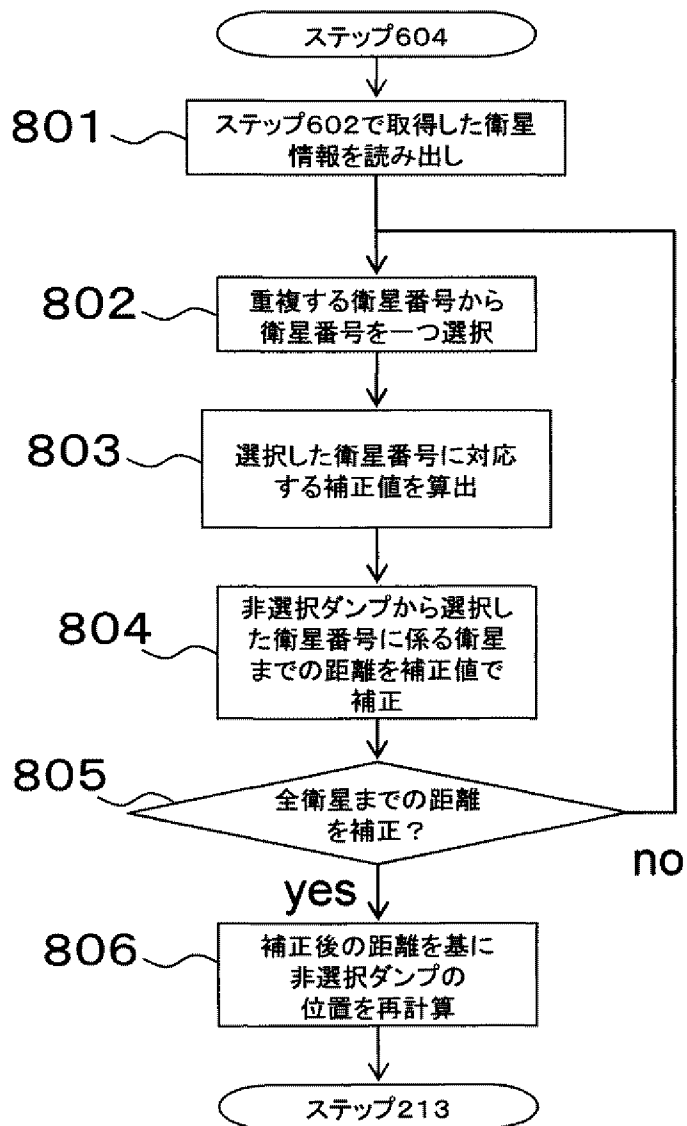
[図6]



[図7]

301 ~	総情報数	記憶された全記憶数
302 ~	自機情報数	自機の情報の記憶数
303 ~	総衛星数	自機が受信した衛星の総数
304 ~	衛星番号(i)	自機が受信した衛星番号(i)
305 ~	衛星までの距離(i)	衛星番号(i)に対応した衛星までの距離
306 ~	距離誤差(i)	衛星番号(i)に対応した衛星までの距離誤差
307 ~	衛星位置(i)	衛星番号(i)に対応した衛星位置
	...	
308 ~	受信時刻	自機が航法信号を受信した時刻(UTC)
309 ~	他機情報数	他機の情報の記憶数
701 ~	総衛星数	他機が測位に使用した衛星の総数
702 ~	衛星番号(j)	他機が測位に使用した衛星番号(j)
703 ~	衛星までの距離(j)	衛星番号(j)に対応した衛星までの距離
704 ~	距離誤差(j)	衛星番号(j)に対応した衛星までの距離誤差
314 ~	測位時刻	他機が測位した時刻(UTC)
315 ~	測位位置	他機が測位した位置
705 ~	測位誤差	他機が測位した位置の誤差
316 ~	速度ベクトル	他機の移動速度ベクトル
317 ~	姿勢ベクトル	他機の姿勢ベクトル
318 ~	GPS取付位置	他機の車体基準位置に対するGPS取付位置の差

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S19/51(2010.01)i, G01S19/28(2010.01)i, G01S19/41(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)

G01S19/00-55, G08G1/00-16

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2011-106870 A (Toyota Motor Corp.), 02 June 2011 (02.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-4
X A	JP 10-148665 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 June 1998 (02.06.1998), paragraphs [0021] to [0035]; fig. 1 & US 5999880 A	1 2-4
A	JP 2000-304843 A (Fujitsu Ltd.), 02 November 2000 (02.11.2000), paragraphs [0005] to [0036]; fig. 7 to 8 & US 6263281 B1	1-4

☒ 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
16 October, 2014 (16.10.14)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2014 (04.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069765

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-295411 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 1999 (29.10.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2004-170268 A (Alpine Electronics, Inc.), 17 June 2004 (17.06.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S19/51(2010.01)i, G01S19/28(2010.01)i, G01S19/41(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. G01S19/00-55, G08G1/00-16

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	JP 2011-106870 A（トヨタ自動車株式会社）2011. 06. 02, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 2-4
X A	JP 10-148665 A（松下電器産業株式会社）1998. 06. 02, [0021]-[0035], 図 1 & US 5999880 A	1 2-4

☒ 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

1 6 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 1 1 . 2 0 1 4

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）

堀 圭史

2 S

3 0 0 5

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

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
A	JP 2000-304843 A (富士通株式会社) 2000. 11. 02, [0005]-[0036], 図 7-8 & US 6263281 B1	1-4
A	JP 11-295411 A (三菱電機株式会社) 1999. 10. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-170268 A (アルパイン株式会社) 2004. 06. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4