

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4568641号  
(P4568641)

(45) 発行日 平成22年10月27日 (2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月13日 (2010.8.13)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>GO1S</b>	<b>5/02</b>	<b>(2010.01)</b>	<b>GO1S</b>	5/02	A
<b>GO1S</b>	<b>5/14</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO1S</b>	5/14	
<b>GO1S</b>	<b>5/30</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO1S</b>	5/30	
<b>HO4W</b>	<b>64/00</b>	<b>(2009.01)</b>	<b>HO4Q</b>	7/00	504

請求項の数 10 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2005-155194 (P2005-155194)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成17年5月27日 (2005.5.27)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2006-329854 (P2006-329854A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成18年12月7日 (2006.12.7)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成19年12月5日 (2007.12.5)		弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100084537
			弁理士 松田 嘉夫
		(74) 代理人	100114236
			弁理士 藤井 正弘
		(72) 発明者	玉木 剛
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		審査官	戸次 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、ノード位置算出方法及びノード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに通信する複数のノードと、前記ノード間の通信を用いて前記ノードを測位するサーバと、を備える無線通信システムにおいて、

前記ノードは、

電力を供給するバッテリーを有し、

前記バッテリーの状態を測定し、

前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号を受信すると、当該同期信号の受信電力を測定し、

前記測定したバッテリーの状態及び前記同期信号の受信電力をサーバに通知し、

前記サーバは、

前記ノードから通知された受信電力に基づいて、前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号の送信出力を決定し、

前記決定した送信出力を前記ノードに通知し、

前記ノードから通知されたバッテリーの状態に基づいて、当該ノードの測位方法を決定し、

前記決定した測位方法によって、当該ノードの位置を算出することを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

前記サーバが決定しうる測位方法は、

10

20

測位対象の前記ノードが、前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号及び前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号を送信し、

測位対象でない前記ノードが、

同期信号及び観測信号を前記測位対象のノードから受信し、

前記サーバが、前記測位対象でないノードが前記同期信号を受信した時刻と当該ノードが前記観測信号を受信した時刻との差に基づいて、前記ノードの位置を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号を送信する同期信号基準局を備え、前記サーバが決定する測位方法は、

測位対象の前記ノードが、前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号を送信し、前記同期信号基準局は、前記観測信号を前記測位対象のノードから受信すると、前記同期信号を送信し、

測位対象でない前記ノードが、

前記観測信号を前記測位対象のノードから受信し、

前記同期信号を前記同期信号基準局から受信し、

前記サーバが、前記測位対象でないノードが前記同期信号を受信した時刻と当該ノードが前記観測信号を受信した時刻との差に基づいて、前記ノードの位置を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 4】

前記サーバは、

前記ノードから通知されたバッテリーの状態及び前記ノードのバッテリーの消費量に基づいて、バッテリーの交換時期を測位方法ごとに推定し、

推定したバッテリーの交換時期に基づいて、前記ノードの測位方法を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

前記ノードは、前記サーバからの通知に基づいて、観測信号の送信出力を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 6】

前記ノードは、バッテリーの消費量が異なる複数の通信部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 7】

複数のノード間の通信を用いて前記ノードを測位するサーバにおけるノード位置算出方法であって、

前記ノードのバッテリーの状態、及び、前記ノードが他の前記ノードから受信した、前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号の受信電力を取得し、

前記取得した受信電力に基づいて、前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号の送信出力を決定し、

前記決定した送信出力を前記ノードに通知し、

前記取得したバッテリーの状態に基づいて、当該ノードの測位方法を決定し、

前記決定した測位方法によって、当該ノードの位置を算出することを特徴とするノード位置算出方法。

【請求項 8】

互いに通信する複数のノードと、前記ノード間の通信を用いて前記ノードを測位するサーバと、を備える無線通信システムにおけるノードであって、

電力を供給するバッテリーを有し、

前記バッテリーの状態を測定し、

前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号を受信すると、当該同期信号の受信電力を測定し、

前記測定したバッテリーの状態及び前記同期信号の受信電力をサーバに通知し、

10

20

30

40

50

前記サーバから測位方法を通知されると、前記通知された測位方法に対応する処理を実行することを特徴とするノード。

【請求項 9】

バッテリーの消費量が異なる複数の通信部を有することを特徴とする請求項 8 に記載のノード。

【請求項 10】

通知された受信電力に基づいて決定される前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号の送信出力を前記サーバから受信し、前記受信した送信出力に基づいて観測信号を制御することを特徴とする請求項 8 に記載のノード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多数のノードで構成される無線通信システムに関し、特に、ノードの位置を求める技術に関する。

【背景技術】

【0002】

多数のノードで構成される無線通信システムにおける、ノードの位置を求める方法（測位方法）が複数知られている（例えば、非特許文献 1 及び 2 参照。）。ノードは、ユーザが使用する端末又はセンサノード等を含む。センサノードは、周囲の環境を測定するセンサを搭載した端末である。

【0003】

以下、代表的なノードの測位方法について説明する。

【0004】

無線通信システムは、ノード間の信号の受信信号強度（RSS：Received Signal Strength）に基づいて、ノード間の距離を求める。そして、求めたノード間の距離を三辺測量することによって、ノードの位置を求める。

【0005】

他にも、無線通信システムは、ノード間の信号の到達時間（ToA：Time of Arrival）又は到達時間差（TDoA：Time Difference of Arrival）に基づいて、ノード間の距離を求める。そして、求めたノード間の距離を三辺測量することによって、ノードの位置を求める。

【0006】

他にも、無線通信システムは、ノード間の信号の到来角度（AoA：Angle of Arrival）を測定する。そして、測定した到来角度を用いて三角測量することによって、ノードの位置を求める。

【0007】

他にも、無線通信システムは、受信信号強度とノードの位置との関係を示すマップと照合することによって、ノードの位置を求める。

【0008】

他にも、屋外における測位方法として、GPS（Global Positioning System）が知られている。GPSは、衛星からの電波を利用して求めた到達時間差に基づいて、ノードの位置を求める。

【0009】

他にも、無線LAN（Local Area Network）の電波を利用して求めた到達時間差による三辺測量システムが知られている。

【0010】

他にも、ノード間の信号の受信信号強度とノードの位置との関係を示すマップによって、ノードの位置を求めるマップ照合システムが知られている。

【0011】

他にも、ノード間の超音波信号の到達時間による三辺測量システムが知られている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

また、複数のノードを多段に接続する無線通信システムが知られている。この無線通信システムでは、上位のノードから順に、位置を求める。そして、上位のノードの位置を用いて、下位のノードの位置を求める。

【非特許文献1】荻野敦、他5名、「無線LAN統合アクセスシステム(1)位置検出システムの検討」、2003年総合大会講演論文集、電子情報通信学会、B-5-203、p.662

【非特許文献2】A.Savvides, C.C.Han, M.B.Srivastava, 「Dynamic Fine-Grained Localization in Ad-Hoc Wireless Sensor Networks」, in the proceedings of the International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom) 2001, Rome, Italy, July 2001

10

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 3 】

複数のノードを多段に接続する無線通信システムは、一つのノードのバッテリーが切れてしまうと、当該ノードの位置を求めることができない。更に、バッテリーが切れたノードの下位に存在するノードの位置を連鎖的に求めることができなくなってしまうという問題があった。

## 【 0 0 1 4 】

また、従来の無線通信システムは、同一の測位方法を用いて、すべてのノードの位置を求める。そのため、従来の無線通信システムは、測位対象のノードの特性及び状態に応じて、測位方法を変更できないという問題があった。ノードの特性は、例えば、バッテリーの持続時間を重視するノード、測定精度を重視するノード、測位時間を重視するノード等である。ノードの状態は、ノードのバッテリーの残量及び出力電圧等を含む。

20

## 【 0 0 1 5 】

本発明は、前記の問題点に鑑みてなされたものであって、適切な測位方法を用いてノードを測位する無線通信システム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】

## 【 0 0 1 6 】

本発明は、互いに通信する複数のノードと、前記ノード間の通信を用いて前記ノードを測位するサーバと、を備える無線通信システムにおいて、前記ノードは、電力を供給するバッテリーを有し、前記バッテリーの状態を測定し、前記ノード間での時刻の同期に用いられる同期信号を受信すると、当該同期信号の受信電力を測定し、前記測定したバッテリーの状態及び前記同期信号の受信電力をサーバに通知し、前記サーバは、前記ノードから通知された受信電力に基づいて、前記ノード間の距離の測定に用いられる観測信号の送信出力を決定し、前記決定した送信出力を前記ノードに通知し、前記ノードから通知されたバッテリーの状態に基づいて、当該ノードの測位方法を決定し、前記決定した測位方法によって、当該ノードの位置を算出することを特徴とする。

30

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 7 】

本発明によれば、無線通信システムは、適切な測位方法を用いてノードを測位できる。更に、ノードのバッテリーの消費量を低減できる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 8 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

## 【 0 0 1 9 】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態の単一の無線方式で通信する位置検出システムのブロック図である。

## 【 0 0 2 0 】

50

単一の無線方式で通信する位置検出システムは、サーバ101、クライアント104、無線方式1の基地局107及びノード108A、108B、108C、108Dを備える。

【0021】

無線方式1の基地局107は、一つを図示しているが、複数備えられていてもよい。また、ノード108A等は、4つを図示しているが、いくつ備えられていてもよい。

【0022】

ノード108A等は、無線方式1を用いて、互いに通信する。また、無線方式1の基地局107と当該基地局107の通信範囲に存在するノード108Aとは、無線方式1を用いて、互いに通信する。つまり、本説明図において、ノード108Aは、単一の無線方式1を用いて、他のノード108B等及び無線方式1の基地局107と通信する。

10

【0023】

無線方式1の基地局107、サーバ101及びクライアント104は、LAN106を介して、互いに接続されている。

【0024】

ノード108A等は、図3で後述するが、センサを用いて、各種情報を測定する。そして、ノード108A等は、測定した情報を、他のノード108A等及び無線方式1の基地局107を介して、サーバ101に送信する。

【0025】

例えば、ノード108Dは、ノード108B、ノード108A、無線方式1の基地局107を介して、サーバ101に情報を送信する。

20

【0026】

無線方式1の基地局107は、ノード108A等から受信した情報を、サーバ101に転送する。

【0027】

サーバ101は、図6で後述するが、ノード位置情報データ102及びセンサデータ103を管理する。具体的には、サーバ101は、後述する方法によって、ノード108A等の位置を求める。そして、求めたノード108A等の位置を、ノード位置情報データ102に格納する。また、サーバ101は、ノード108A等がセンサを用いて測定した情報を受信する。そして、受信した情報をセンサデータ103に格納する。

30

【0028】

サーバ101は、ノード位置情報データ102及びセンサデータ103を併せて管理することによって、ノード108A等で測定された情報とノード108A等の位置との連携を図ることができる。

【0029】

更に、サーバ101は、ノード108A等のバッテリーの状態を監視する。そして、監視したバッテリーの状態に応じて、ノード108Aの位置を求める際に用いる測位方法を決定する。

【0030】

クライアント104は、ノード位置情報データ102及びセンサデータ103をサーバ101から取得する。そして、取得したノード位置情報データ102及びセンサデータ103を用いて、センサデータ利用アプリケーション105を実行する。

40

【0031】

図2は、本発明の第1の実施の形態の複数の無線方式で通信する位置検出システムのブロック図である。

【0032】

複数の無線方式で通信する位置検出システムは、サーバ101、クライアント104、無線方式2の基地局201A、無線方式変換ノード202A及びノード108A、108B、108C、108Dを含む。

【0033】

50

サーバ101、クライアント104及びノード108A等は、単一の無線方式で通信する位置検出システム(図1)の構成と同一である。よって、同一の構成には同一の番号を付し、説明を省略する。

【0034】

無線方式2の基地局201A及び無線方式変換ノード202Aは、それぞれ一つを図示しているが、複数備えられていてもよい。また、ノード108A等は、4つを図示しているが、いくつ備えられていてもよい。

【0035】

ノード108A等は、無線方式1を用いて、互いに通信する。また、無線方式変換ノード202Aと当該無線方式変換ノード202Aの通信範囲に存在するノード108Aとは、無線方式1を用いて、互いに通信する。無線方式2の基地局201Aと無線方式変換ノード202Aとは、無線方式2を用いて、互いに通信する。

10

【0036】

無線方式2の基地局201A、サーバ101及びクライアント104は、LAN106を介して、互いに接続されている。

【0037】

無線方式変換ノード202Aは、図4で後述するが、ノード108A等から受信した無線方式1の情報を、無線方式2に変換する。そして、変換した情報を、無線方式2の基地局202Aに送信する。

【0038】

20

無線方式2の基地局201Aは、図5で後述するが、無線方式変換ノード202Aから受信した情報をサーバ101に送信する。

【0039】

無線方式変換ノード202Aと無線方式2の基地局201Aとは、無線方式1より通信距離の長い無線方式2で、互いに通信する。そのため、複数の無線方式で通信する位置検出システムは、ノード108A等からサーバ101へ情報を送信する際に経由するノード108A等の数を減らすことができる。よって、複数の無線方式で通信する位置検出システムは、広いエリアに適用する場合に特に有効である。

【0040】

以下、複数の無線方式で通信する位置検出システム(図2)を例として、第1の実施の形態を説明する。但し、無線方式2の基地局201Aを無線方式1の基地局107に置き換え、更に、無線方式変換ノード202Aをノード108A等に置き換えれば、単一の無線方式で通信する位置検出システム(図1)に対しても第1の実施の形態を適用できる。

30

【0041】

図3に、本発明の第1の実施の形態のノード108Aのブロック図である。

【0042】

ノード108Aは、アンテナ2301、無線方式1の送信部2302、無線方式1の受信部2303、受信電力測定部2304、制御部2305、バッテリー状態測定部2306、バッテリー2307、センサ情報測定部2308、センサ2309、送信出力制御部2310、観測信号送信部2311及び観測信号受信部2312を備える。

40

【0043】

アンテナ2301は、無線方式1のアナログ信号を送受信する。

【0044】

無線方式1の送信部2302は、無線方式1の符号化処理及び無線方式1の変調処理を行なった後、変調されたデジタル信号を無線方式1のアナログ信号に変換する。

【0045】

無線方式1の受信部2303は、アンテナ2301から受信した無線方式1のアナログ信号をデジタル信号に変換して、無線方式1の復調処理及び無線方式1の復号処理を行うことによって、送信された信号を復元する。

【0046】

50

受信電力測定部 2304 は、アンテナ 2301 から受信した無線方式 1 の信号の受信電力を測定する。なお、受信電力測定部 2304 は、第 2 の実施の形態で使用される構成であり、本実施の形態では省略できる。

【0047】

バッテリー 2307 は、ノード 108A に電力を供給する。なお、ノード 108A は、バッテリー 2307 の代わりに、電源回路が備えられていてもよい。電源回路は、ノード 108A の外部の電源と有線によって接続し、外部の電源から入力された電力をノード 108A に供給する。

【0048】

バッテリー状態測定部 2306 は、バッテリー 2307 の状態を測定する。バッテリー 2307 の状態には、バッテリー 2307 の出力電圧、バッテリー 2307 の交換日及び/又はバッテリー 2307 の累積消費量等が含まれる。

10

【0049】

センサ 2309 は、ノード 108A の周辺の情報測定する。センサ情報測定部 2308 は、センサ 2309 が測定した情報を加工処理する。加工処理では、例えば、時間平均や移動平均、閾値判定による測定情報の取捨選択などを行う。

【0050】

制御部 2305 は、ノード 108A の全体を制御する。例えば、制御部 2305 は、サーバ 101 との通信のプロトコル処理等を行う。

【0051】

20

観測信号送信部 2311 は、ノード 108A の外部に観測信号を送信する。なお、観測信号は、ノード 108A 等の測位に用いる信号である。送信出力制御部 2310 は、観測信号送信部 2311 が送信する観測信号の送信出力を制御する。

【0052】

観測信号受信部 2312 は、ノード 108A の外部から観測信号を受信する。

【0053】

なお、他のノード 108B 等の構成も、ノード 108A と同一である。よって、説明を省略する。

【0054】

図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態の無線方式変換ノード 202A のブロック図である

30

【0055】

無線方式変換ノード 202A は、アンテナ 2401、切替スイッチ 2402、無線方式 1 の送信部 2403、無線方式 1 の受信部 2404、受信電力測定部 2405、無線方式 2 の送信部 2406、無線方式 2 の受信部 2407、制御部 2408、バッテリー状態測定部 2409、バッテリー 2410、送信出力制御部 2411、観測信号送信部 2412 及び観測信号受信部 2413 を備える。

【0056】

アンテナ 2401 は、無線方式 1 のアナログ信号及び無線方式 2 のアナログ信号を送受信する。

40

【0057】

切替スイッチ 2402 は、無線方式 1 のアナログ信号と無線方式 2 のアナログ信号とを切り替える。

【0058】

切替スイッチ 2402 は、例えば、無線方式 1 と無線方式 2 が同一の周波数帯域を利用する場合は、時間でスイッチを切替える。異なる周波数帯域を利用する場合はフィルタによって分離する。

【0059】

また、アンテナ 2401 を無線方式 1 用のアンテナと、無線方式 2 用のアンテナを別々に持つことによって、切替スイッチ 2402 を不要とする構成でもよい。

50

## 【 0 0 6 0 】

無線方式 1 の送信部 2 4 0 3 は、無線方式 1 の符号化処理及び無線方式 1 の変調処理を行った後、変調されたデジタル信号を無線方式 1 のアナログ信号に変換する。

## 【 0 0 6 1 】

無線方式 1 の受信部 2 4 0 4 は、アンテナ 2 4 0 1 から受信した無線方式 1 のアナログ信号をデジタル信号に変換して、無線方式 1 の復調処理及び無線方式 1 の復号処理を行うことによって、送信された信号を復元する。

## 【 0 0 6 2 】

受信電力測定部 2 4 0 5 は、アンテナ 2 4 0 1 から受信した無線方式 1 の信号の受信電力を測定する。なお、受信電力測定部 2 4 0 5 は、第 2 の実施の形態で使用される構成であり、本実施の形態では省略できる。

10

## 【 0 0 6 3 】

無線方式 2 の送信部 2 4 0 6 は、無線方式 2 の符号化処理及び無線方式 2 の変調処理を行った後、変調されたデジタル信号を無線方式 2 のアナログ信号に変換する。

## 【 0 0 6 4 】

無線方式 2 の受信部 2 4 0 7 は、アンテナ 2 4 0 1 から受信した無線方式 2 のアナログ信号をデジタル信号に変換して、無線方式 2 の復調処理及び無線方式 2 の復号処理を行うことによって、送信された信号を復元する。

## 【 0 0 6 5 】

バッテリー 2 4 1 0 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A に電力を供給する。なお、無線方式変換ノード 2 0 2 A は、バッテリー 2 4 1 0 の代わりに、電源回路が備えられていてもよい。電源回路は、無線方式変換ノード 2 0 2 A の外部の電源と有線によって接続し、外部の電源から入力された電力を無線方式変換ノード 2 0 2 A に供給する。

20

## 【 0 0 6 6 】

バッテリー状態測定部 2 4 0 9 は、バッテリー 2 4 1 0 の状態を測定する。なお、バッテリー 2 4 1 0 の状態は、バッテリー 2 4 1 0 の出力電圧、バッテリー 2 4 1 0 の交換日及び / 又はバッテリー 2 4 1 0 の累積消費量等を含む。

## 【 0 0 6 7 】

観測信号送信部 2 4 1 2 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A の外部に観測信号を送信する。送信出力制御部 2 4 1 1 は、観測信号送信部 2 4 1 2 が送信する観測信号の送信出力を制御する。

30

## 【 0 0 6 8 】

観測信号受信部 2 4 1 3 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A の外部から観測信号を受信する。

## 【 0 0 6 9 】

制御部 2 4 0 8 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A の全体を制御する。例えば、制御部 2 4 0 8 は、サーバ 1 0 1 との通信のプロトコル処理を行う。また、制御部 2 4 0 8 は、無線方式 2 の受信部 2 4 0 7 から受けたデジタル信号を無線方式 1 の信号フォーマットに変換してから、無線方式 1 の送信部 2 4 0 3 に転送する。同様に、無線方式 1 の受信部 2 4 0 4 から受けたデジタル信号を無線方式 2 の信号フォーマットに変換してから、無線方式 2 の送信部 2 4 0 6 に転送する。

40

## 【 0 0 7 0 】

なお、他の無線方式変換ノード 2 0 2 B 等の構成も、無線方式変換ノード 2 0 2 A と同一である。よって、説明を省略する。

## 【 0 0 7 1 】

図 5 は、本発明の第 1 の実施の形態の無線方式 2 の基地局 2 0 1 A のブロック図である。

## 【 0 0 7 2 】

無線方式 2 の基地局 2 0 1 A は、アンテナ 2 5 0 1、無線方式 2 の送信部 2 5 0 2、無線方式 2 の受信部 2 5 0 3、受信電力測定部 2 5 0 4、制御部 2 5 0 5、電源回路 2 5 0

50

6、有線送信部2507、有線受信部2508、送信出力制御部2509、観測信号送信部2510及び観測信号受信部2511を備える。

【0073】

アンテナ2501は、無線方式2のアナログ信号を送受信する。

【0074】

無線方式2の送信部2502は、無線方式2の符号化処理及び無線方式2の変調処理を行った後、変調されたデジタル信号を無線方式2のアナログ信号に変換する。

【0075】

無線方式2の受信部2503は、アンテナ2501から受信した無線方式2のアナログ信号をデジタル信号に変換して、無線方式2の復調処理及び無線方式2の復号処理を行うことによつて、送信された信号を復元する。

10

【0076】

受信電力測定部2504は、アンテナ2501から受信した無線方式2の信号の受信電力を測定する。なお、受信電力測定部2504は、第2の実施の形態で使用される構成であり、本実施の形態では省略できる。

【0077】

制御部2505は、無線方式2の基地局201Aの全体を制御する。例えば、制御部2505は、サーバ101との通信のプロトコル処理を行う。

【0078】

電源回路2506は、無線方式2の基地局201Aの外部の電源と有線によつて接続し、外部の電源から入力された電力を無線方式2の基地局201Aに供給する。なお、無線方式2の基地局201Aは、電源回路2506の代わりに、バッテリーが備えられていてもよい。

20

【0079】

有線送信部2507は、LAN106を介して、サーバ101等に情報を送信する。有線受信部2508は、LAN106を介して、サーバ101等から情報を受信する。

【0080】

観測信号送信部2510は、無線方式2の基地局201Aの外部に観測信号を送信する。送信出力制御部2509は、観測信号送信部2510が送信する観測信号の送信出力を制御する。

30

【0081】

観測信号受信部2511は、無線方式2の基地局201Aの外部から観測信号を受信する。

【0082】

なお、他の無線方式2の基地局201B等の構成も、無線方式2の基地局201Aと同一である。よつて説明を省略する。

【0083】

図6は、本発明の第1の実施の形態のサーバ101のブロック図である。

【0084】

サーバ101は、制御部1306、位置計算処理部1401及び記憶部を備える。

40

【0085】

記憶部は、ノード位置情報データ102、センサデータ103、無線方式変換ノード位置情報データ1402、システム管理ポリシー1403、ノード状態管理データ1404及び無線方式変換ノード状態管理データ1405をデータベースとして記憶している。

【0086】

ノード位置情報データ102には、ノード108A等の測位の結果が格納される。ノード状態管理データ1404には、ノード108A等の状態に関する情報が格納される。ノード108A等の状態は、ノード108A等のバッテリー2307の状態を含む。

【0087】

センサデータ103には、ノード108A等のセンサ2309によつて測定された情報

50

が格納される。

【 0 0 8 8 】

無線方式変換ノード位置情報データ 1 4 0 2 には、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の測位の結果が格納される。

【 0 0 8 9 】

無線方式変換ノード状態管理データ 1 4 0 5 には、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の状態に関する情報が格納される。無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の状態には、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 の状態を含む。

【 0 0 9 0 】

システム管理ポリシー 1 4 0 3 には、ノード 1 0 8 A 等及び無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の測位方法を決定する方針が格納される。

10

【 0 0 9 1 】

制御部 1 4 0 6 は、サーバ 1 0 1 の全体を制御する。例えば、制御部 1 4 0 6 は、ノード 1 0 8 A 等、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等及び無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等との通信のプロトコル処理を行う。また、制御部 1 4 0 6 は、ノード 1 0 8 A 等、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等及び無線方式 2 の基地局 2 0 1 A から受信した情報を記憶部に格納する。また、制御部 1 4 0 6 は、システム管理ポリシー 1 4 0 3 に基づいて、ノード 1 0 8 A 等及び無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の測位方法を決定する。

【 0 0 9 2 】

位置計算処理部 1 4 0 1 は、ノード 1 0 8 A 等及び無線方式変換ノード 2 0 2 A 等から受信した情報に基づいて、ノード 1 0 8 A 等の位置を算出する。同様に、位置計算処理部 1 4 0 1 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等及び無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等から受信した情報に基づいて、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の位置を算出する。

20

【 0 0 9 3 】

以下、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等及びノード 1 0 8 A 等の位置を算出する方法について説明する。

【 0 0 9 4 】

図 7 A は、本発明の第 1 の実施の形態の位置算出方法 1 の説明図である。

【 0 0 9 5 】

サーバ 1 0 1 は、位置算出方法 1 を用いて、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の位置を算出する。

30

【 0 0 9 6 】

本説明図は、無線方式変換ノード 2 0 2 A を測位対象とする場合である。

【 0 0 9 7 】

まず、サーバ 1 0 1 は、無線方式変換ノード 2 0 2 A の測位方法（図 1 1 ~ 1 5 で後述する。）を決定する。次に、決定した測位方法によって、無線方式変換ノード 2 0 2 A と無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C との距離をそれぞれ測定する。

【 0 0 9 8 】

次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、無線方式変換ノード 2 0 2 A の位置を算出する。

40

【 0 0 9 9 】

但し、サーバ 1 0 1 は、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等の位置を予め記憶している。無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等は、設置時に測位されてもよいし、GPS 等によって所定のタイミングで測位されてもよい。

【 0 1 0 0 】

図 7 B は、本発明の第 1 の実施の形態の位置算出方法 1 の説明図である。

【 0 1 0 1 】

本説明図は、無線方式変換ノード 2 0 2 A、2 0 2 B 及び 2 0 2 C を測位対象とする場合である。

【 0 1 0 2 】

50

まず、サーバ101は、無線方式変換ノード202Aと無線方式2の基地局201A、201B及び201Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、無線方式変換ノード202Aの位置を算出する(ステップ1)。

【0103】

同様に、無線方式変換ノード202Bと無線方式2の基地局201A、201B及び201Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、無線方式変換ノード202Bの位置を算出する(ステップ2)。

【0104】

更に、無線方式変換ノード202Cと無線方式2の基地局201A、201B及び201Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、無線方式変換ノード202Cの位置を算出する(ステップ3)。

【0105】

サーバ101は、このような処理を繰り返すことによって、すべての無線方式変換ノード202A等の位置を算出できる。

【0106】

位置算出方法1では、測位対象の無線方式変換ノード202A等が三台以上の無線方式2の基地局201A等と常に通信可能でなければならない。よって、位置算出方法1は、無線方式2の通信距離が長い場合に有効である。

【0107】

なお、サーバ101は、位置算出方法1を用いて、ノード108A等の位置を算出することもできる。この場合、無線方式2の基地局201A等を無線方式変換ノード202A等に置き換え、更に、無線方式変換ノード202A等をノード108A等に置き換える。

【0108】

図8Aは、本発明の第1の実施の形態の位置算出方法2の説明図である。

【0109】

サーバ101は、位置算出方法2を用いて、ノード108A等の位置を算出する。

【0110】

本説明図は、ノード108Aを測位対象とする場合である。

【0111】

まず、サーバ101は、ノード108Aの測位方法(図11~15で後述する。)を決定する。次に、決定した測位方法によって、ノード108Aと無線方式変換ノード202A、202B及び202Cとの距離をそれぞれ測定する。

【0112】

次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、ノード108Aの位置を算出する。

【0113】

但し、サーバ101は、前述した位置算出方法1によって、無線方式変換ノード202A等の位置を予め測定している。

【0114】

図8Bは、本発明の第1の実施の形態の位置算出方法2の説明図である。

【0115】

まず、サーバ101は、ノード108Aと無線方式変換ノード202A、202B及び202Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、ノード108Aの位置を算出する(ステップ4)。

【0116】

次に、ノード108Bとノード108A、無線方式変換ノード202A及び202Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、ノード108Bの位置を算出する(ステップ5)。なお、サーバ101は、ステップ4でノード108Aの位置を算出しているため、ノード108Bの位置を算出できる。

10

20

30

40

50

## 【0117】

次に、ノード108Cとノード108A、108B及び無線方式変換ノード202Cとの距離をそれぞれ測定する。次に、測定した距離に三辺測量の原理を用いることによって、ノード108Cの位置を算出する(ステップ6)。なお、サーバ101は、ステップ4でノード108Aの位置及びステップ5でノード108Bの位置を算出しているため、ノード108Cの位置を算出できる。

## 【0118】

サーバ101は、このような処理を繰り返すことによって、すべてのノード108A等の位置を算出できる。

## 【0119】

具体的には、サーバ101は、三台以上の無線方式変換ノード202A等と通信可能なノード108A等の位置を算出する。そして、算出したノード108A等の位置を利用して、すべてのノード108A等の位置を算出する。

## 【0120】

位置算出方法2では、ノード108A等が三台以上の無線方式変換ノード202A等と通信可能でなくてもよい。よって、位置算出方法2は、無線方式1の通信距離が短い場合に有効である。

## 【0121】

なお、サーバ101は、位置算出方法2を用いて、無線方式変換ノード202A等の位置を算出することもできる。この場合、無線方式変換ノード202A等を無線方式2の基地局201A等に置き換え、更に、ノード108A等を無線方式変換ノード202A等に置き換える。

## 【0122】

図9は、本発明の実施の形態のサーバ101のノード位置算出処理のフローチャートである。

## 【0123】

まず、サーバ101は、前述した位置算出方法1によって、無線方式変換ノード202Aの位置を算出する(ステップ1)。同様に、位置算出方法1によって、無線方式変換ノード202Bの位置を算出する(ステップ2)。同様に、位置算出方法1によって、無線方式変換ノード202Cの位置を算出する(ステップ3)。

## 【0124】

そして、サーバ101は、ステップ1からステップ3までの処理を所定の回数(例えば、N回)繰り返す。

## 【0125】

サーバ101は、N回の処理で算出した位置に基づいて、それぞれの無線方式変換ノード202A等の位置を求める。例えば、N回の処理で算出した位置の平均値を、それぞれの無線方式変換ノード202A等の位置とする。

## 【0126】

次に、前述した位置算出方法2によって、ノード108Aの位置を算出する(ステップ4)。このとき、算出した無線方式変換ノード202A等の位置を利用する。次に、位置算出方法2によって、ノード108Bの位置を算出する(ステップ5)。次に、位置算出方法2によって、ノード108Cの位置を算出する(ステップ6)。

## 【0127】

そして、サーバ101は、ステップ4からステップ6までの処理を所定の回数(例えば、M回)繰り返す。

## 【0128】

サーバ101は、M回の処理で算出した位置に基づいて、それぞれのノード108A等の位置を求める。例えば、M回の処理で算出した位置の平均値を、それぞれのノード108A等の位置とする。

## 【0129】

サーバ101は、以上のようにして、すべての無線方式変換ノード202A等及びすべてのノード108A等の位置を算出する。

【0130】

しかし、サーバ101は、ノード108A等又は無線方式変換ノード202Aのいずれか一つでも位置を算出できないと、その他のノード108A等の位置も算出できなくなる。この理由を、図10で説明する。

【0131】

図10は、本発明の第1の実施の形態のサーバ101のノード位置算出処理の問題点の説明図である。

【0132】

例えば、無線方式変換ノード202Aのバッテリー2410の出力電圧が、動作に必要な電圧を下回った場合を説明する。この場合、サーバ101は、無線方式変換ノード202Aの位置を算出できない。

【0133】

すると、サーバ101は、無線方式変換ノード202Aの位置が分からないので、ノード108Aの位置も算出できない。更に、サーバ101は、無線方式変換ノード202A及びノード108Aの位置が分からないので、ノード108B、108C及び108Dの位置も連鎖的に算出できなくなる。

【0134】

このように、無線方式変換ノード202Aのバッテリー2410の残量が閾値を下回ると、サーバ101は、当該無線方式変換ノード202Aの位置だけでなく、ノード108A等の位置も算出できなくなってしまう。

【0135】

次に、ノード108Bのバッテリー2307の出力電圧が、動作に必要な所要電圧を下回った場合を説明する。この場合、サーバ101は、ノード108Bの位置を算出できない。

【0136】

すると、サーバ101は、ノード108Bの位置が分からないので、ノード108C及び108D位置も算出できない。

【0137】

このように、ノード108Bのバッテリー2307の残量が閾値を下回ると、サーバ101は、当該ノード108Bの位置だけでなく、当該ノード108Bの下位に位置するノード108C及び108Dの位置も算出できなくなってしまう。

【0138】

なお、無線方式変換ノード202Aのバッテリー2410及びノード108A等のバッテリー2307の消費量は、測位方法によって異なる。

【0139】

以下、五つの測位方法を説明する。ここでは、無線方式変換ノード202Aを測位対象とする場合を例として説明する。しかし、無線方式2の基地局201A等を無線方式変換ノード202A等に置き換え、更に、無線方式変換ノード202Aをノード108Aに置き換えることによって、サーバ101は、ノード108Aを測位できる。

【0140】

図11Aは、本発明の第1の実施の形態の測位方法1の説明図である。図11Bは、本発明の第1の実施の形態の測位方法1のシーケンス図である。

【0141】

まず、サーバ101は、無線方式2の基地局201Aに、測位指示710を送信する。

【0142】

無線方式2の基地局201Aは、測位指示710を受信すると、同期信号711を送信する。このとき、無線方式2の基地局201Aは、同期信号711の送信時刻を調べ、記憶する。なお、同期信号711は、無線方式2の信号であり、送信元の一意的識別子を含

10

20

30

40

50

む。

【 0 1 4 3 】

すると、無線方式 2 の基地局 2 0 1 B、2 0 1 C 及び無線方式変換ノード 2 0 2 A は、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A から、同期信号 7 1 1 を受信する。このとき、無線方式 2 の基地局 2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、同期信号 7 1 1 の受信時刻を調べ、記憶する。

【 0 1 4 4 】

一方、無線方式変換ノード 2 0 2 A は、同期信号 7 1 1 を受信すると、観測信号 7 1 2 を送信する。観測信号 7 1 2 は、無線信号、音波信号又は超音波信号等であり、送信元の一意な識別子を含む。

【 0 1 4 5 】

すると、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、観測信号 7 1 2 を受信する。そして、観測信号 7 1 2 の受信時刻を調べ、記憶する。

【 0 1 4 6 】

次に、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A は、記憶している観測信号 7 1 2 の受信時刻から同期信号 7 1 1 の送信時刻を減算することによって、同期信号 7 1 1 と観測信号 7 1 2 の時間差を求める。また、無線方式 2 の基地局 2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、記憶している観測信号 7 1 2 の受信時刻から同期信号 7 1 1 の受信時刻を減算することによって、同期信号 7 1 1 と観測信号 7 1 2 との時間差を求める。

【 0 1 4 7 】

そして、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、求めた同期信号 7 1 1 と観測信号 7 1 2 との時間差を測定情報 7 1 3 として、サーバ 1 0 1 に送信する。

【 0 1 4 8 】

サーバ 1 0 1 は、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C から測定情報 7 1 3 を受信する。そして、受信した測定情報 7 1 3 に基づいて、無線方式変換ノード 2 0 2 A の位置を算出する ( 7 0 1 )。

【 0 1 4 9 】

図 1 2 A は、本発明の第 1 の実施の形態の測位方法 2 の説明図である。図 1 2 B は、本発明の第 1 の実施の形態の測位方法 2 のシーケンス図である。

【 0 1 5 0 】

まず、サーバ 1 0 1 は、無線方式基地局 2 0 1 A を介して、無線方式変換ノード 2 0 2 A に測位指示 7 2 0 を送信する。

【 0 1 5 1 】

無線方式変換ノード 2 0 2 A は、測位指示 7 2 0 を受信すると、同期信号 7 2 1 及び観測信号 7 2 2 を同時に送信する。なお、同期信号 7 2 1 は、無線方式 2 の信号であり、送信元の一意な識別子を含む。また、観測信号 7 2 2 は、無線信号、音波信号又は超音波信号等であり、送信元の一意な識別子を含む。

【 0 1 5 2 】

すると、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、同期信号 7 2 1 及び観測信号 7 2 2 を受信する。このとき、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、同期信号 7 2 1 の受信時刻及び観測信号 7 2 2 の受信時刻を調べ、記憶する。

【 0 1 5 3 】

次に、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C は、記憶している観測信号 7 2 2 の受信時刻から同期信号 7 2 1 の受信時刻を減算することによって、同期信号 7 2 1 と観測信号 7 2 2 との時間差を求める。そして、求めた同期信号 7 2 1 と観測信号 7 2 2 との時間差を測定情報 7 2 3 として、サーバ 1 0 1 に送信する。

【 0 1 5 4 】

サーバ 1 0 1 は、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A、2 0 1 B 及び 2 0 1 C から測定情報 7 2 3 を受信する。そして、受信した測定情報 7 2 3 に基づいて、無線方式変換ノード 2 0 2 A の位置を算出する ( 7 0 1 )。

【 0 1 5 5 】

10

20

30

40

50

図13Aは、本発明の第1の実施の形態の測位方法3の説明図である。図13Bは、本発明の第1の実施の形態の測位方法3のシーケンス図である。

【0156】

まず、サーバ101は、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cに測位指示730を送信する。測位指示730は、同期信号731及び観測信号732の送信タイミングを含む。送信タイミングは、すべての基地局201A、201B及び201Cで同じタイミングであってもよいし、それぞれの基地局201A、201B又は201Cごとに異なるタイミングであってもよい。

【0157】

無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、測位指示730に含まれる送信タイミングで、同期信号731及び観測信号732を同時に送信する。なお、同期信号731は、無線方式2の信号であり、送信元の一意な識別子を含む。また、観測信号732は、無線信号、音波信号又は超音波信号等であり、送信元の一意な識別子を含む。

10

【0158】

無線方式変換ノード202Aは、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cから、同期信号731及び観測信号732を受信する。このとき、無線方式変換ノード202Aは、同期信号731の受信時刻及び観測信号732の受信時刻を調べ、記憶する。

【0159】

次に、無線方式変換ノード202Aは、記憶している観測信号732の受信時刻から同期信号731の受信時刻を減算することによって、同期信号731と観測信号732との時間差を求める。なお、無線方式変換ノード202Aは、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cのそれぞれに対して、時間差を求める。

20

【0160】

そして、無線方式変換ノード202Aは、求めた同期信号731と観測信号732との時間差を測定情報733として、サーバ101に送信する。

【0161】

サーバ101は、無線方式変換ノード202Aから測定情報733を受信する。そして、受信した測定情報733に基づいて、無線方式変換ノード202Aの位置を算出する(701)。

【0162】

図14Aは、本発明の第1の実施の形態の測位方法4の説明図である。図14Bは、本発明の第1の実施の形態の測位方法4のシーケンス図である。

30

【0163】

なお、サーバ101が測位方法4を実行する場合、本実施の形態の位置検出システム(図1)は、同期信号基準局1001を備える必要がある。同期信号基準局1001は、観測信号を受信すると、同期信号を送信する。

【0164】

以下、測位方法4の処理を説明する。

【0165】

まず、無線方式変換ノード202Aは、予め設定された周期で観測信号741を送信する。なお、観測信号741は、無線信号、音波信号又は超音波信号等であり、送信元の一意な識別子を含む。

40

【0166】

すると、無線方式2の基地局201A、201B、201C及び同期信号基準局1001は、観測信号741を受信する。このとき、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、観測信号741の受信時刻を調べ、記憶する。一方、同期信号基準局1001は、観測信号741を受信すると、同期信号742を送信する。なお、同期信号742は、無線方式2の信号であり、送信元の一意な識別子を含む。

【0167】

すると、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、同期信号基準局100

50

01から同期信号742を受信する。このとき、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、同期信号742の受信時刻を調べ、記憶する。

【0168】

次に、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、記憶している同期信号742の受信時刻から観測信号741の受信時刻を減算することによって、同期信号742と観測信号741との時間差を求める。そして、求めた同期信号742と観測信号741との時間差を測定情報743として、サーバ101に送信する。

【0169】

サーバ101は、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cから測定情報743を受信する。そして、受信した測定情報743に基づいて、無線方式変換ノード202Aの位置を算出する(701)。

【0170】

図15Aは、本発明の第1の実施の形態の測位方法5の説明図である。図15Bは、本発明の第1の実施の形態の測位方法5のシーケンス図である。

【0171】

なお、サーバ101が測位方法5を実行する場合、本実施の形態の位置検出システム(図1)は、同期信号基準局1001を備える必要がある。

【0172】

以下、測位方法5の処理を説明する。

【0173】

まず、サーバ101は、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cに測位指示750を送信する。測位指示750には、観測信号751の送信タイミングを含む。送信タイミングは、すべての基地局201A、201B及び201Cで同じタイミングであってもよいし、それぞれの基地局201A、201B又は201Cごとに異なるタイミングであってもよい。

【0174】

無線方式2の基地局201A、201B及び201Cは、測位指示750に含まれる送信タイミングで、観測信号751を送信する。なお、観測信号751は、無線信号、音波信号又は超音波信号等であり、送信元の一意な識別子を含む。

【0175】

無線方式変換ノード202A及び同期信号基準局1001は、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cから、観測信号751を受信する。このとき、無線方式変換ノード202Aは、観測信号751の受信時刻を調べ、記憶する。一方、同期信号基準局1001は、観測信号751を受信すると、同期信号752を送信する。なお、同期信号752は、無線方式2の信号であり、送信元の一意な識別子を含む。

【0176】

すると、無線方式変換ノード202Aは、同期信号基準局1001から同期信号752を受信する。このとき、無線方式変換ノード202Aは、同期信号752の受信時刻を調べ、記憶する。

【0177】

無線方式変換ノード202Aは、記憶している同期信号752の受信時刻から観測信号751の受信時刻を減算することによって、同期信号752と観測信号751との時間差を求める。なお、無線方式変換ノード202Aは、無線方式2の基地局201A、201B及び201Cのそれぞれに対して、時間差を求める。

【0178】

そして、無線方式変換ノード202Aは、求めた同期信号752と観測信号751との時間差を測定情報753として、サーバ101に送信する。

【0179】

サーバ101は、無線方式変換ノード202Aから測定情報753を受信する。そして、受信した測定情報753に基づいて、無線方式変換ノード202Aの位置を算出する(

10

20

30

40

50

701)。

【0180】

次に、測位方法1～5の特徴を説明する。

【0181】

図16は、本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノード202A等の消費電力のグラフである。

【0182】

本グラフは、測位対象の無線方式変換ノード202A等の単位時間当たりの消費電力(mA/sec)を示す。なお、測位対象のノード108A等の単位時間当たりの消費電力(mA/sec)も同様のグラフとなる。

10

【0183】

本グラフは、以下の条件の場合である。同期信号を無線信号とし、観測信号を無線信号又は超音波信号とする。また、測位対象の無線方式変換ノード202A等は、無線信号の送信時又は無線信号の受信時に20mAの電力を消費する。また、測位対象の無線方式変換ノード202A等は、超音波信号の送信時に40mAの電力を消費し、超音波信号の受信時に10mAの電力を消費する。

【0184】

本グラフによると、観測信号が無線信号である場合、測位方法4の消費電力が最も小さい。一方、観測信号が超音波信号であると、測位方法3及び測位方法5の消費電力が最も小さい。

20

【0185】

観測信号の種類によって消費電力が異なるのは、超音波信号の送信時の消費電力が大きいことが原因である。つまり、観測信号が超音波信号の場合、測位される無線方式変換ノード202A等が超音波信号を送信しない測位方法(測位方法3及び測位方法5)の消費電力が小さい。

【0186】

次に、サーバ101が測位指示を送信してから位置を算出するまでの時間(測位時間)を比較する。すると、測位方法3及び測位方法5は、他の測位方法の3倍以上の測位時間を要する。

【0187】

測位方法1、測位方法2及び測位方法4では、無線方式2の基地局201A等は、無線方式変換ノード202Aから観測信号を受信する度に、測定情報をサーバ101に送信する。一方、測位方法3及び測位方法5では、測位対象の無線方式変換ノード202Aは、周囲に存在するすべての無線方式2の基地局201A等から観測信号を受信してから、測定情報をサーバ101に送信する。このため、測位双方3及び測位方法5は、他の測位方法に比べ、測位時間を要する。

30

【0188】

次に、サーバ101が算出した無線方式変換ノード202A等の位置の誤差(測定精度)を比較する。観測信号が超音波信号であると、測定精度は1～30cmである。一方、観測信号が無線信号であると、測定精度は1～3mである。

40

【0189】

測定精度の違いは、伝播速度の違いから生じる。無線信号の伝播速度は、超音波信号の伝播速度と比較すると、10の6乗程度速い。そのため、無線信号は、信号の受信時刻等を含む測定時間の誤差による測定精度への影響が超音波信号より大きくなる。

【0190】

以上のように、消費電力、測位時間及び測定精度等を含む特性は、測位方法と観測信号の種類との組み合わせ(測位手法)によって異なる。本実施の形態では、サーバ101は、それぞれの測位手法の特性を考慮して、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の測位手法を決定する。

【0191】

50

図17は、本発明の第1の実施の形態の位置検出システムの位置算出処理のシーケンス図である。

【0192】

まず、無線方式変換ノード202A等及びノード108A等は、バッテリーの状態を含む状態通知をサーバ101に送信する。なお、バッテリーの状態は、バッテリーの出力電圧、バッテリーの交換日及び/又はバッテリーの累積消費量等を含む。

【0193】

サーバ101は、無線方式変換ノード202A等及びノード108A等から状態通知を受信する。次に、サーバ101は、受信した状態通知に基づいて、測位手法を決定する(1301)。なお、測位手法決定処理1301については、図21で詳細を後述する。

【0194】

次に、サーバ101は、決定した測位手法を、無線方式変換ノード202A等及びノード108A等に通知する。

【0195】

すると、無線方式変換ノード202A等及びノード108A等は、通知された測位手法に対応する処理を行う。そして、サーバ101は、通知した測位手法によって、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の位置を算出する。

【0196】

図18は、本発明の第1の実施の形態にサーバ101が備えるシステム管理ポリシー1403の説明図である。

【0197】

システム管理ポリシー1403は、要求目標テーブル1510及び要求重みテーブル1520を含む。

【0198】

要求目標テーブル1510は、ノード名1511、要求測定精度1512、要求測位時間1513及びバッテリー交換要求日1514を含む。

【0199】

ノード名1511は、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の一意な識別子である。

【0200】

要求測定精度1512は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等の測定精度の要求目標値である。なお、測定精度は、サーバ101が算出した無線方式変換ノード202A等の位置又はノード108A等の位置の誤差である。要求測定精度1512は、予め設定された固定値であってもよいし、ユーザによって変更できてもよい。

【0201】

要求測位時間1513は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等の測位時間の要求目標値である。なお、要求測位時間1513は、予め設定された固定値であってもよいし、ユーザによって変更できてもよい。

【0202】

バッテリー交換要求日1514は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等のバッテリーの交換予定日の要求目標値である。なお、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等のバッテリーの交換予定日をできるだけ遅くしたい場合、バッテリー交換要求日1514には、「寿命最長」が格納される。

【0203】

また、交換予定日の単位は日にちに限らず、予定日の何時何分何秒までの秒単位までの時刻情報であってもよい。

【0204】

要求重みテーブル1520は、ノード名1521、測定精度の重み1522、測位時間の重み1523及びバッテリー交換予想日の重み1524を含む。

【0205】

10

20

30

40

50

ノード名1521は、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の一意的識別子である。

【0206】

測定精度の重み1522は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等の測定精度の要求目標値の重要度である。

【0207】

測位時間の重み1523は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等の測位時間の要求目標値の重要度である。

【0208】

バッテリー交換予想日の重み1524は、当該無線方式変換ノード202A等又は当該ノード108A等のバッテリーの交換予定日の要求目標値の重要度である。

【0209】

なお、システム管理ポリシー1403は、更に、要求測定精度マップ1501及び要求測位時間マップ1513を含んでいてもよい。

【0210】

要求測定時間マップ1501は、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の位置と測定精度の要求目標値との対応関係を示す。

【0211】

サーバ101は、ノード位置情報データ102を参照して、ノード108A等の位置を判定する。次に、サーバ101は、判定したノード108A等の位置と要求測定精度マップ1501とを比較することによって、当該ノード108A等の測定精度の要求目標値を求める。そして、サーバ101は、求めた要求目標値を、要求目標テーブル1510の要求測定精度1512に格納する。

【0212】

同様に、サーバ101は、無線方式変換ノード位置情報データ1402を参照して、無線方式変換ノード202A等の位置を判定する。次に、サーバ101は、判定した無線方式変換ノード202A等の位置と要求測定精度マップ1501とを比較することによって、当該無線方式変換ノード202A等の測定精度の要求目標値を求める。そして、サーバ101は、求めた要求目標値を、要求目標テーブル1510の要求測定精度1512に格納する。

【0213】

これによって、サーバ101は、ノード108A等の位置又は無線方式変換ノード202A等の位置に応じて、要求目標テーブル1510の要求測定精度1512を変更できる。

【0214】

要求測位時間マップ1513は、無線方式変換ノード202A等又はノード108A等の位置と測位時間の要求目標値との対応関係を示す。

【0215】

サーバ101は、ノード位置情報データ102を参照して、ノード108A等の位置を判定する。次に、サーバ101は、判定したノード108A等の位置と要求測位時間マップ1502とを比較することによって、当該ノード108A等の測位時間の要求目標値を求める。そして、サーバ101は、求めた要求目標値を、要求目標テーブル1510の要求測位時間1513に格納する。

【0216】

同様に、サーバ101は、無線方式変換ノード位置情報データ1402を参照して、無線方式変換ノード202A等の位置を判定する。次に、サーバ101は、判定した無線方式変換ノード202A等の位置と要求測位時間マップ1502とを比較することによって、当該無線方式変換ノード202A等の測位時間の要求目標値を求める。そして、サーバ101は、求めた要求目標値を、要求目標テーブル1510の要求測位時間1513に格納する。

10

20

30

40

50

## 【0217】

これによって、サーバ101は、ノード108A等の位置又は無線方式変換ノード202A等の位置に応じて、要求目標テーブル1510の要求測位時間1513を変更できる。

## 【0218】

次に、サーバ101が備える無線方式変換ノード状態管理データ1405について説明する。無線方式変換ノード状態管理データ1405は、実測状態テーブル、測位手法選択テーブル及び予測リストテーブルを含む。

## 【0219】

図19Aは、本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データ1405の実測状態テーブル1600の構成図である。 10

## 【0220】

実測状態テーブル1600は、無線方式変換ノード名1601、バッテリー出力1602、バッテリー交換日1603、累積消費量1604、測定精度1605及び測位時間1606を含む。

## 【0221】

無線方式変換ノード名1601は、無線方式変換ノード202A等の一意な識別子である。

## 【0222】

バッテリー出力1602は、当該無線方式変換ノード202A等のバッテリー2410の出力電圧である。 20

## 【0223】

バッテリー交換日1603は、当該無線方式変換ノード202A等のバッテリー2410が前回交換された日である。

## 【0224】

累積消費量1604は、当該無線方式変換ノード202A等のバッテリー2410の消費量の累積値である。

## 【0225】

測定精度1605は、当該無線方式変換ノード202A等の前回算出された位置の誤差である。測位時間1606は、当該無線方式変換ノード202A等が前回測位された際の測位時間である。なお、測位時間は、サーバ101が測位指示を送信してから位置を算出するまでの時間である。 30

## 【0226】

サーバ101は、無線方式変換ノード202A等から、状態通知を受信すると、無線方式変換ノード状態管理データ1405の実測状態テーブル1600を更新する。

## 【0227】

具体的には、状態通知を受信した無線方式変換ノード202Aの識別子と実測状態テーブル1600の無線方式変換ノード名1601とが一致するレコードを、実測状態テーブル1600から選択する。

## 【0228】

次に、受信した状態通知に含まれるバッテリー2410の出力電圧を、選択したレコードのバッテリー出力1602に格納する。次に、受信した状態通知に含まれる前回のバッテリー2410の交換日を、選択したレコードのバッテリー交換日1603に格納する。次に、受信した状態通知に含まれるバッテリー2410の累積消費量を、選択したレコードの累積消費量1604に格納する。 40

## 【0229】

また、サーバ101は、無線方式変換ノード202A等の位置を算出すると、無線方式変換ノード状態管理データ1405の実測状態テーブル1600を更新する。

## 【0230】

具体的には、位置を算出した無線方式変換ノード202Aの識別子と実測状態テーブル 50

1600の無線方式変換ノード名1601とが一致するレコードを、実測状態テーブル1600から選択する。

【0231】

次に、サーバ101は、求めた測定精度を、選択したレコードの測定精度1605に格納する。次に、サーバ101は、測位指示を送信してから位置を算出するまでの時間（測位時間）を求める。そして、求めた測位時間を、選択したレコードの測位時間1606に格納する。

【0232】

なお、サーバ101は、無線方式変換ノード202A等の位置を算出する際に、測定精度を併せて算出する。

【0233】

また、サーバ101は、測位手法と測定精度との関係を示すテーブルを備えることによって、測位手法に対応する測定精度を求めてもよい。なお、当該テーブルに格納される測定精度は、無線方式変換ノード202A等の周囲に存在する無線方式2の基地局201A等の数等を考慮して、シミュレーションで予測した値である。

【0234】

図19Bは、本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データ1405の測位手法選択テーブル1610の構成図である。

【0235】

測位手法選択テーブル1610は、無線方式変換ノード名1611、測位方法1612、観測信号1613、予想消費量1614、予想測位精度1615及び予想測位時間1616を含む。

【0236】

無線方式変換ノード名1611は、無線方式変換ノード202A等の一意的識別子である。

【0237】

測位方法1612は、当該無線方式変換ノード202A等の次回の測位に用いられる測位方法の識別子である。

【0238】

観測信号1613は、当該無線方式変換ノード202A等の次回の測位に用いられる観測信号の種類である。例えば、観測信号1613には、「超音波」又は「無線」が格納される。

【0239】

予想消費量1614は、当該無線方式変換ノード202A等が次回に測位される際の消費量の予想値である。

【0240】

予想測位精度1615は、当該無線方式変換ノード202A等が次回に測位される際の測位精度の予想値である。例えば、予想測位精度1615は、当該無線方式変換ノード202A等が次回に測位される際に使用される観測信号の種類によって、一意に決まる。なお、測位精度1615は、サーバ101が三辺測量で求めた無線方式変換ノード202A位置の誤差である。

【0241】

予想測位時間1616は、当該無線方式変換ノード202A等が次回に測位される際の測位時間の予想値である。

【0242】

サーバ101は、測位手法決定処理（図21）によって無線方式変換ノード202A等の測位手法を決定すると、測位手法選択テーブル1610を更新する。

【0243】

具体的には、測位手法を決定した無線方式変換ノード202Aの識別子と測位手法選択テーブル1610の無線方式変換ノード名1611とが一致するレコードを、測位手法選

10

20

30

40

50

択テーブル 1610 から選択する。

【0244】

次に、決定した測位手法の測位方法を、選択したレコードの測位方法 1612 に格納する。次に、決定した測位手法の観測信号の種類を、選択したレコードの観測信号 1613 に格納する。

【0245】

次に、サーバ 101 は、決定した測位手法に基づいて、無線方式変換ノード 202A 等の予想消費量、予想測位精度及び予想測位時間等を求める。例えば、サーバ 101 は、これらの情報と測位手法との対応を示すテーブルを備えることによって、無線方式変換ノード 202A 等の予想消費量、予想測位精度及び予想測位時間等を一意に求めることができる。

10

【0246】

次に、求めた無線方式変換ノード 202A 等の予想消費量を、選択したレコードの予想消費量 1614 に格納する。次に、求めた無線方式変換ノード 202A 等の予想測位精度を、選択したレコードの予想測位精度 1615 に格納する。次に、求めた無線方式変換ノード 202A 等の予想測位時間を、選択したレコードの予想測位時間 1616 に格納する。

【0247】

図 19C は、本発明の第 1 の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データ 1405 の予測リストテーブル 1620 の構成図である。

20

【0248】

予測リスト 1620 は、無線方式変換ノード名 1621、バッテリー交換予想日 1622、予想測定精度 1623 及び予想測位時間 1624 を含む。

【0249】

無線方式変換ノード名 1621 は、無線方式変換ノード 202A 等の一意な識別子である。

【0250】

バッテリー交換予想日 1622 は、当該無線方式変換ノード 202A 等のバッテリー 2410 の次回の交換が予想される日である。なお、バッテリー交換予想日 1622 は、当該無線方式変換ノード 202A 等の次回の測位手法を継続した場合の予想日である。

30

【0251】

また、バッテリー交換予想日 1622 の単位は、日にちのみならず、何時何分何秒の時刻情報で秒の単位であってもよい。

【0252】

予想測定精度 1623 は、当該無線方式変換ノード 202A 等の次回に測位される位置の誤差の予想値である。予想測位時間 1624 は、当該無線方式変換ノード 202A 等が次回に測位される際の測位時間の予想値である。

【0253】

サーバ 101 は、測位手法決定処理（図 21）において、予測リストテーブル 1620 を作成する。

40

【0254】

具体的には、リストを作成する無線方式変換ノード 202A 等の識別子と予測リストテーブル 1620 の無線方式変換ノード名 1621 とが一致するレコードを、予測リストテーブル 1620 から選択する。

【0255】

次に、リストを作成する無線方式変換ノード 202A 等の次回の測位手法に基づいて、当該無線方式変換ノード 202A 等のバッテリー 2410 の持続予想時間を算出する。

【0256】

例えば、サーバ 101 は、以下の数式 1 で、無線方式変換ノード 202A 等のバッテリー 2410 の持続予想時間  $T$  (hour) を算出する。

50

【 0 2 5 7 】

【 数 1 】

$$T = \frac{XY - Z}{sW - tI} \times (s + t)$$

【 0 2 5 8 】

なお、X ( m A h ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 の容量である。また、Y ( % ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 の動作効率である。また、Z ( m A h ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 の累積消費量である。また、W ( m A ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 の測位時の消費電流である。また、s ( h o u r ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の測位時間である。また、t ( h o u r ) は、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の測位におけるインターバルである。I ( m A )、無線方式変換ノード 2 0 2 A 等のバッテリー 2 4 1 0 のインターバル時の消費電流である。

10

【 0 2 5 9 】

次に、サーバ 1 0 1 は、算出した持続予想時間 T に、現在の日時を足すことによって、バッテリー 2 4 1 0 の交換予想日を求める。そして、求めた交換予想日を、予測リストテーブル 1 6 2 0 から選択したレコードのバッテリー交換予想日 1 6 2 2 に格納する。

20

【 0 2 6 0 】

他にも、サーバ 1 0 1 は、バッテリー 2 4 1 0 の出力電圧の変化に基づいて、バッテリー交換予想日 1 6 2 2 を求めてもよい。

【 0 2 6 1 】

具体的には、サーバ 1 0 1 は、バッテリー 2 4 1 0 の出力電圧と持続予想時間との関係を示すバッテリー特性テーブルを、平均消費量ごとに保持する。

【 0 2 6 2 】

そして、バッテリー 2 4 1 0 の出力電圧が閾値を越えている場合、バッテリー 2 4 1 0 の平均的な持続時間を、前回のバッテリー交換日時に足すことによって、バッテリー交換予想日 1 6 2 2 を求める。

30

【 0 2 6 3 】

一方、バッテリー 2 4 1 0 の出力電圧が閾値を下回ると、バッテリー特性テーブルに基づいて、バッテリー 2 4 1 0 の持続予想時間を求める。そして、求めた持続予想時間に、現在の日時を足すことによって、バッテリー交換予想日 1 6 2 2 を求める。

【 0 2 6 4 】

次に、サーバ 1 0 1 は、リストを作成する無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の識別子と測位手法選択テーブル 1 6 1 0 の無線方式変換ノード名 1 6 1 1 とが一致するレコードを、測位手法選択テーブル 1 6 1 0 から選択する。次に、選択したレコードから、予想測位精度 1 6 1 5 を抽出する。

40

【 0 2 6 5 】

次に、リストを作成する無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の周囲に存在する無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等の数を求める。そして、抽出した予想測位精度 1 6 1 5 及び求めた無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等の数に基づいて、当該無線方式変換ノード 2 0 2 A の位置の誤差 ( 測定精度 ) を求める。

【 0 2 6 6 】

そして、求めた測定精度を、予測リストテーブル 1 6 2 0 から選択したレコードの予想測定精度 1 6 2 3 に格納する。

【 0 2 6 7 】

次に、サーバ 1 0 1 は、リストを作成する無線方式変換ノード 2 0 2 A 等の前回の測位

50

手法と次回の測位手法とが同じであることを判定する。

【0268】

測位手法が同じであると、リストを更新する無線方式変換ノード202A等の識別子と実測状態テーブル1600の無線方式変換ノード名1601とが一致するレコードを、実測状態テーブル1600から選択する。次に、選択したレコードから測位時間1606を抽出する。そして、抽出した測位時間1606を、予測リストテーブル1620から選択したレコードの予想測位時間1624に格納する。

【0269】

一方、測位手法が異なると、実測状態テーブル1600の情報を使うことができない。よって、リストを作成する無線方式変換ノード202A等の識別子と測位手法選択テーブル1610の無線方式変換ノード名1611とが一致するレコードを、測位手法選択テーブル1610から選択する。次に、選択したレコードから、予想測位時間1616を抽出する。そして、抽出した予想測位時間1616を、予測リストテーブル1620から選択したレコードの予想測位時間1624に格納する。

10

【0270】

以上のように、サーバ101は、予測リストテーブル1620を作成する。

【0271】

次に、サーバ101が備えるノード状態管理データ1404について説明する。ノード状態管理データ1404は、前述した無線方式変換ノード状態管理データ1405と同様に、実測状態テーブル、測位手法選択テーブル及び予測リストテーブルを含む。

20

【0272】

図20Aは、本発明の第1の実施の形態のノード状態管理データ1404の実測状態テーブル1650の構成図である。

【0273】

実測状態テーブル1650は、ノード名1651、バッテリー出力1652、バッテリー交換日1653、累積消費量1654、測定精度1655及び測位時間1656を含む。

【0274】

ノード名1651は、ノード108A等の一意な識別子である。

【0275】

バッテリー出力1652は、当該ノード108A等のバッテリー2307の出力電圧である。

30

【0276】

バッテリー交換日1653は、当該ノード108A等のバッテリー2307が前回交換された日である。

【0277】

累積消費量1654は、当該ノード108A等のバッテリー2307の消費量の累積値である。

【0278】

測定精度1655は、当該ノード108A等の前回算出された位置の誤差である。

【0279】

測位時間1656は、当該ノード108A等が前回測位された際の測位時間である。なお、測位時間は、サーバ101が測位指示を送信してから位置を算出するまでの時間である。

40

【0280】

サーバ101は、ノード108A等から、状態通知を受信すると、実測状態テーブル1650を更新する。なお、ノード状態管理データ1404の実測状態テーブル1650の更新の処理は、無線方式変換ノード状態管理データ1405の実測状態テーブル1600(図19A)の更新の処理と同様なので、説明を省略する。

【0281】

図20Bは、本発明の第1の実施の形態のノード状態管理データ1404の測位手法選

50

択テーブル 1660 の構成図である。

【0282】

測位手法選択テーブル 1660 は、ノード名 1661、測位方法 1662、観測信号 1663、予想消費量 1664、予想測位精度 1665 及び予想測位時間 1666 を含む。

【0283】

ノード名 1661 は、ノード 108A 等の一意な識別子である。

【0284】

測位方法 1662 は、当該ノード 108A 等の次回の測位に用いられる測位方法の識別子である。観測信号 1663 は、当該ノード 108A 等の次回の測位に用いられる観測信号の種類である。例えば、観測信号 1663 には、「超音波」又は「無線」が格納される

10

【0285】

予想消費量 1664 は、当該ノード 108A 等が次回に測位される際の消費量の予想値である。

【0286】

予想測位精度 1665 は、当該ノード 108A 等が次回に測位される際の測位精度の予想値である。例えば、予想測位精度 1665 は、当該ノード 108A 等が次回に測位される際に使用される観測信号の種類によって、一意に決まる。

【0287】

予想測位時間 1666 は、当該ノード 108A 等が次回に測位される際の測位時間の予想値である。

20

【0288】

サーバ 101 は、測位手法決定処理（図 21）によってノード 108A 等の測位手法を決定すると、測位手法選択テーブル 1660 を更新する。なお、ノード状態管理データ 1404 の測位手法選択テーブル 1660 の更新の処理は、無線方式変換ノード状態管理データ 1405 の測位手法選択テーブル 1610（図 19B）の更新の処理と同様なので、説明を省略する。

【0289】

図 20C は、本発明の第 1 の実施の形態のノード状態管理データ 1404 の予測リストテーブル 1670 の構成図である。

30

【0290】

予測リスト 1670 は、ノード名 1671、バッテリー交換予想日 1672、予想測定精度 1673 及び予想測位時間 1674 を含む。

【0291】

ノード名 1671 は、ノード 108A 等の一意な識別子である。

【0292】

バッテリー交換予想日 1672 は、当該ノード 108A 等のバッテリー 2307 の次回の交換が予想される日である。なお、バッテリー交換予想日 1672 は、当該ノード 108A 等の次回の測位手法を継続した場合の予想日である。

【0293】

また、バッテリー交換予想日 1672 の単位は、日にちのみならず、何時何分何秒の時刻情報で秒の単位であってもよい。

40

【0294】

予想測定精度 1673 は、当該ノード 108A 等の次回に測位される位置の誤差の予想値である。予想測位時間 1674 は、当該ノード 108A 等が次回に測位される際の測位時間の予想値である。

【0295】

サーバ 101 は、測位手法決定処理（図 21）において、予測リストテーブル 1670 を更新する。なお、ノード状態管理データ 1404 の予測リストテーブル 1670 の更新の処理は、無線方式変換ノード状態管理データ 1405 の測位手法選択テーブル 1620

50

(図19C)の更新の処理と同様なので、説明を省略する。

【0296】

図21は、本発明の第1の実施の形態におけるサーバ101の測位手法決定処理のフローチャートである。

【0297】

以下、ノード108A等の測位手法を決定する場合を例として説明するが、無線方式変換ノード202Aの測位手法を決定する場合も同様の処理である。

【0298】

まず、サーバ101は、ノード108A等を一つずつ順に選択する(1701)。

【0299】

次に、選択したノード108A等に関する要求目標及び要求重みを、システム管理ポリシー1403(図18)から抽出する。

【0300】

具体的には、選択したノード108A等の識別子とシステム管理ポリシー1403に含まれる要求目標テーブル1510のノード名1511とが一致するレコードを、要求目標テーブル1510から選択する。そして、選択したレコードから、要求測定精度1512、要求測位時間1513及びバッテリー交換要求日1514を抽出する。

【0301】

次に、選択したノード108A等の識別子とシステム管理ポリシー1403に含まれる要求重みテーブル1520のノード名1521とが一致するレコードを、要求重みテーブル1520から選択する。そして、選択したレコードから、測定精度重み1522、測位時間重み1523及びバッテリー交換予想日重み1524を抽出する(1702)。

【0302】

次に、測位手法を一つずつ順に選択する。次に、図20Cで前述した方法によって、実測状態テーブル1650及び測位手法選択テーブル1660に基づいて、予測リストテーブル1670を作成する(1703)。

【0303】

そして、作成した予測リストテーブル1670から、バッテリー交換予想日1672、予想測定精度1673及び予想測位時間1674を抽出する。

【0304】

次に、要求目標テーブル1510から抽出した値と予測リストテーブル1670から抽出した値との差分を算出する(1704)。

【0305】

具体的には、測定精度差、測位時間差及びバッテリー余裕時間を算出する。

【0306】

まず、サーバ101は、数式2を用いて、測定精度差Aを算出する。

【0307】

【数2】

$$A = A_r - A_f$$

【0308】

なお、A<sub>f</sub>は、予測リストテーブル1670から抽出した予想測定精度1673である。また、A<sub>r</sub>は、要求目標テーブル1510から抽出した要求測定精度1512である。

【0309】

次に、サーバ101は、数式3を用いて、測位時間差Bを算出する。

【0310】

10

20

30

40

【数 3】

$$B = B_r - B_f$$

【0311】

なお、 $B_f$  は、予測リストテーブル 1670 から抽出した予想測位時間 1674 である。また、 $B_r$  は、要求目標テーブル 1510 から抽出した要求測位時間 1513 である。

【0312】

次に、サーバ 101 は、数式 4 を用いて、バッテリー余裕時間  $C$  を算出する。

【0313】

【数 4】

$$C = C_f - C_r$$

【0314】

なお、 $C_f$  は、予測リストテーブル 1670 から抽出したバッテリー交換予想日 1672 である。また、 $C_r$  は、要求目標テーブル 1510 から抽出したバッテリー交換要求日 1514 である。ただし、バッテリー交換要求日 1514 が「寿命最長」の場合、 $C_r$  は、現在の日にちとする。バッテリー交換予想日 1672 とバッテリー交換要求日 1514 が、日にちと時刻情報を含む場合で、バッテリー交換要求日 1514 が「寿命最長」の場合、 $C_r$  は、現在の日にちと時刻情報とする。

【0315】

次に、サーバ 101 は、数式 5 を用いて、目的関数  $F$  を算出する (1705)。

【0316】

【数 5】

$$F = \alpha A + \beta B + \gamma C$$

【0317】

なお、 $\alpha$  は、要求重みテーブル 1520 から抽出した測定精度重み 1522 である。また、 $\beta$  は、要求重みテーブル 1520 から抽出した測位時間重み 1523 である。また、 $\gamma$  は、要求重みテーブル 1520 から抽出したバッテリー交換予想日重み 1524 である。

【0318】

次に、サーバ 101 は、算出した目的関数  $F$  の値が記憶している最大値を上回ると、当該算出した値を最大値として記憶する。更に、ステップ 1703 で選択した測位手法及び予測リストテーブル 1670 から抽出したバッテリー交換予想日 1672 を記憶する (1706)。

【0319】

一方、算出した目的関数  $F$  の値が記憶している最大値以下であると、そのままステップ 1707 に進む。

【0320】

次に、ステップ 1703 において測位手法をすべて選択した否かを判定する (1707)。

【0321】

10

20

30

40

50

すべての測位手法を選択していない場合、選択していない測位手法の目的関数 F を算出するためにステップ 1703 に戻る。

【0322】

一方、すべての測位手法を選択した場合、記憶したバッテリー交換予想日 1672 から現在の日にちを減算する。バッテリー交換予想日 1672 が日にちと時刻情報を含む場合は、現在の日にちと時刻情報を減算して時間差を求める。そして、減算した値が閾値より大きいか否かを判定する(1708)。

【0323】

閾値より大きい場合、ステップ 1706 で記憶した測位手法を、ステップ 1701 で選択したノード 108A 等の測位手法に決定する(1709)。そして、ステップ 1711 10

【0324】

一方、閾値以下である場合、ステップ 1701 で選択したノード 108A 等を測位し続けると、当該ノード 108A 等のバッテリー 2307 が所定の時間持たない。よって、当該ノード 108A 等を測位しないと決定する(1710)。

【0325】

次に、ステップ 1701 においてすべてのノード 108A 等を選択したか否かを判定する(1711)。

【0326】

すべてのノード 108A 等を選択していない場合、選択しないノード 108A 等の測位 20

【0327】

一方、すべてのノード 108A 等を選択した場合、すべてのノード 108A 等の測位手法を決定したので、測位手法決定処理を終了する。

【0328】

例えば、 $\alpha$  が 1 で、 $\beta$  及び  $\gamma$  が 0 の場合の測位手法決定処理を説明する。ここでは、ステップ 1703 において、測位方法 2 及び測位方法 3 のみを選択する。

【0329】

この場合、サーバ 101 は、ノード 108A 等に対して、観測信号が超音波信号且つ測位方法が測位方法 3 の測位手法を決定する。なぜなら、測位方法 3 は、測位方法 2 より単位時間あたりの消費電流が小さいからである。 30

【0330】

また、 $\alpha$  が 0.8 で、 $\beta$  が 0.2 で、 $\gamma$  が 0 の場合を説明する。ここでは、ステップ 1703 において、測位方法 2 及び測位方法 3 のみを選択する。

【0331】

この場合、サーバ 101 は、バッテリー 2307 にある程度の余裕があるノード 108A 等に対しては、観測信号が超音波信号且つ測位方法が測位方法 2 の測位手法を決定する。なぜなら、測位方法 2 は、測位方法 3 より測位時間が短いからである。

【0332】

一方、サーバ 101 は、バッテリー 2307 に余裕がないノード 108A 等に対しては、 40

【0333】

このように、サーバ 101 は、要求重みテーブル 1520 に格納されている重みに応じて、ノード 108A 等の測位手法を決定する。

【0334】

本実施の形態によれば、サーバ 101 は、ノード 108A 等の状態(例えば、バッテリー 2307 の状態)に応じた測位手法を用いて、ノード 108A 等の位置を算出できる。例えば、サーバ 101 は、ノード 108A 等のバッテリー 2307 の寿命が短くなると、消費電力の小さい測位手法を用いる。 50

## 【 0 3 3 5 】

また、サーバ101は、ノード108A等ごとに異なる測位手法を用いて、ノード108A等の位置を算出できる。よって、それぞれのノード108A等の特性に応じた測位手法を用いることができる。例えば、精度の高い測位が必要とされるノード108A等に対しては、消費電力が大きくても測定精度が高い測位手法を用いる。また、精度の高い測位が必要とされないノード108A等に対しては、測定精度が低くても消費電力が小さい測位手法を用いる。

## 【 0 3 3 6 】

(第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態では、ノード108A等及び無線方式変換ノード202A等が、同期信号及びノ又は観測信号の送信出力を制御する。

10

## 【 0 3 3 7 】

なお、第2の実施の形態の位置検出システムの構成は、第1の実施の形態(図1)と同一である。また、第2の実施の形態の位置検出システムの処理は、ノード108A等及び無線方式変換ノード202A等が送信出力を制御する点を除き、第1の実施の形態(図17及び図21等)と同一である。同一の構成及び同一の処理は、説明を省略する。

## 【 0 3 3 8 】

図22は、本発明の第2の実施の形態のノード108A等の送信出力制御の説明図である。

## 【 0 3 3 9 】

本説明図では、ノード108A等の送信出力制御を例として説明するが、無線方式変換ノード202A等の送信出力制御も同様である。

20

## 【 0 3 4 0 】

まず、ノード108Aは、送信電力 $S\_TXP1$ の出力で同期信号を無線送信する。

## 【 0 3 4 1 】

すると、ノード108B及び108Cは、ノード108Aから同期信号を受信する。そして、ノード108Bは、受信した同期信号の受信電力 $S\_RXP12$ を測定する。同様に、ノード108Cは、受信した同期信号の受信電力 $S\_RXP13$ を測定する。

## 【 0 3 4 2 】

サーバ101は、数式6を用いて、ノード108Aとノード108Bとの間の無線伝播路の伝播損 $P12$ を求める。

30

## 【 0 3 4 3 】

## 【 数 6 】

$$P_{12} = S\_TXP1 - S\_RXP12$$

## 【 0 3 4 4 】

同様に、ノード108Aとノード108Cとの間の無線伝播路の伝播損 $P13$ を求める。

40

## 【 0 3 4 5 】

次に、サーバ101は、送信出力テーブル1801を参照することによって、観測信号の送信出力レベルを決定する。

## 【 0 3 4 6 】

送信出力テーブル1801は、ノード108A等間の伝播損と観測信号の送信出力レベルとの対応を示す。例えば、送信出力テーブル1801では、ノード108A等間の伝播損が小さいほど観測信号の送信出力レベルが小さく設定されている。また、ノード108A等間の伝播損が大きいほど観測信号の送信出力レベルが大きく設定されている。

## 【 0 3 4 7 】

50

なお、サーバ101は、送信出力テーブル1801を参照せずに、ノード108A等間の伝播損と観測信号の送信出力レベルとの関係式を用いて、観測信号の送信出力レベルを決定してもよい。

【0348】

例えば、サーバ101は、ノード108Bに対する観測信号の送信出力レベルをレベル1と決定する。また、ノード108Cに対する観測信号の送信出力レベルをレベル3と決定する。

【0349】

そして、サーバ101は、決定した送信出力レベルをノード108Aに通知する。

【0350】

すると、ノード108Aは、通知された送信出力レベルで観測信号を送信する。つまり、ノード108Aは、レベル1の送信出力レベルで観測信号をノード108Bに送信する。更に、ノード108Aは、レベル3の送信出力レベルで観測信号をノード108Cに送信する。

【0351】

図23は、本発明の第2の実施の形態の測位方法2における送信出力制御の説明図である。

【0352】

本説明図では、サーバ101が、ノード108Aを測位する。

【0353】

ノード108Aは、送信出力レベルを変えながら、同期信号及び観測信号を送信する。ここでは、ノード108Aは、低出力レベル又は高出力レベルのいずれかの送信出力レベルで、同期信号及び観測信号を送信する。

【0354】

例えば、ノード108Aが、低出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。すると、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D及び108Eが、同期信号及び観測信号をノード108Aから受信する。なお、低出力レベルの動作範囲は、ノード108Aが低出力レベルで送信した同期信号及び観測信号を受信できる範囲である。

【0355】

また、ノード108Aが、高出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。すると、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D、108E、108F、108G、108H及び108Iが、同期信号及び観測信号をノード108Aから受信する。なお、高出力レベルの動作範囲は、ノード108Aが高出力レベルで送信した同期信号及び観測信号を受信できる範囲である。

【0356】

つまり、ノード108Aは、近くのノード108B、108C及び108Dに対しては、低い送信出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。また、ノード108Aは、遠くのノード108E、108F、108G及び108Hに対しては、高い送信出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

【0357】

ノード108Aが高出力レベルで同期信号及び観測信号を送信すると、当該同期信号及び観測信号を受信する周辺のノード108B等の数が多くなる。よって、サーバ101は、多くの周辺ノード108B等から測定情報を受信するので、ノード108Aの位置を高精度で算出できる。しかし、ノード108A等は、高出力レベルで同期信号及び観測信号を送信するので、消費電力が大きいという問題がある。

【0358】

そこで、ノード108Aは、低出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。すると、サーバ101が算出するノード108Aの位置の精度は落ちるが、ノード108Aの消費電力を小さくできる。

10

20

30

40

50

## 【 0 3 5 9 】

図 2 4 は、本発明の第 2 の実施の形態の測位方法 2 における送信出力制御のシーケンス図である。

## 【 0 3 6 0 】

まず、サーバ 1 0 1 は、無線方式 2 の基地局 2 0 1 A 等及び無線方式変換ノード 2 0 2 A 等を介して、測位対象のノード 1 0 8 A に測位指示を送信する。

## 【 0 3 6 1 】

ノード 1 0 8 A は、測位指示を受信すると、高出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

## 【 0 3 6 2 】

すると、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード 1 0 8 B、1 0 8 C、1 0 8 D、1 0 8 E、1 0 8 F、1 0 8 G、1 0 8 H 及び 1 0 8 I が、同期信号及び観測信号をノード 1 0 8 A から受信する。このとき、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード 1 0 8 B 等は、受信した同期信号の受信電力を測定する。更に、同期信号の受信時刻及び観測信号の受信時刻を調べ、記憶する。

10

## 【 0 3 6 3 】

次に、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード 1 0 8 B 等は、記憶している観測信号の受信時刻から同期信号の受信時刻を減算することによって、同期信号と観測信号との時間差を求める。そして、求めた同期信号と観測信号との時間差を測定情報とする。

## 【 0 3 6 4 】

次に、求めた測定情報及び測定した受信電力情報をサーバ 1 0 1 に送信する。

20

## 【 0 3 6 5 】

サーバ 1 0 1 は、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード 1 0 8 B 等から、測定情報及び受信電力情報を受信する。そして、受信した測定情報に基づいて、ノード 1 0 8 A の位置を算出する ( 2 0 0 1 ) 。

## 【 0 3 6 6 】

サーバ 1 0 1 及びノード 1 0 8 A 等は、このような高出力レベル動作を所定の回数 ( 例えば、N 回 ) 繰り返す。

## 【 0 3 6 7 】

次に、サーバ 1 0 1 は、受信した受信電力情報に基づいて、同期信号及び観測信号の送信出力レベルを決定する ( 2 0 0 2 ) 。

30

## 【 0 3 6 8 】

具体的には、サーバ 1 0 1 は、ノード 1 0 8 A の測位に最低限必要なノード 1 0 8 B 等を特定する。そして、特定したノード 1 0 8 B 等の中から、同期信号の受信電力が最も小さいノード 1 0 8 B 等を選択する。次に、サーバ 1 0 1 は、測位対象のノード 1 0 8 A の同期信号の送信電力から、選択したノード 1 0 8 B の同期信号の受信電力を減算する。これによって、サーバ 1 0 1 は、同期信号の受信電力が最も小さいノード 1 0 8 B と測位対象のノード 1 0 8 A との伝播損を求める。なお、サーバ 1 0 1 は、ノード 1 0 8 A の同期信号の送信電力を予め記憶していてもよいし、ノード 1 0 8 A から通知されてもよい。

## 【 0 3 6 9 】

次に、サーバ 1 0 1 は、図 2 2 で説明したように、ノード 1 0 8 A 等間の伝播損に基づいて、同期信号及び観測信号の送信出力レベルを決定する。

40

## 【 0 3 7 0 】

そして、サーバ 1 0 1 は、決定した送信出力レベルをノード 1 0 8 A に通知する。

## 【 0 3 7 1 】

ノード 1 0 8 A は、送信出力レベルの通知を受けると、通知された送信出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。ここでは、ノード 1 0 8 A は、低出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

## 【 0 3 7 2 】

すると、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード 1 0 8 B、1 0 8 C、1 0 8 D 及

50

び108Eが、同期信号及び観測信号をノード108Aから受信する。このとき、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、同期信号の受信時刻及び観測信号の受信時刻を調べ、記憶する。

【0373】

次に、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、記憶している観測信号の受信時刻から同期信号の受信時刻を減算することによって、同期信号と観測信号との時間差を求める。そして、求めた同期信号と観測信号との時間差を測定情報とし、サーバ101に送信する。

【0374】

サーバ101は、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等から、測定情報を受信する。そして、受信した測定情報に基づいて、ノード108Aの位置を算出する(2001)。なお、サーバ101は、高出力レベル動作時にノード108F、108G、108H及び108Iから受信した測定情報も用いて、ノード108Aの位置を算出してもよい。

【0375】

サーバ101及びノード108A等は、このような低出力レベル動作を所定の回数(例えば、M回)繰り返す。

【0376】

以上のように、サーバ101は、測位方法2においてノード108等の送信出力を制御しながら、ノード108Aを測位できる。

【0377】

図25は、本発明の第2の実施の形態の測位方法3における送信出力制御の説明図である。

【0378】

本説明図では、サーバ101が、ノード108Aを測位する。

【0379】

ノード108Aの周囲に存在するノード108B、108C、108D、108E、108F、108G、108H及び108Iは、それぞれ異なる送信出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

【0380】

例えば、高出力レベル動作時において、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D、108E、108F、108G、108H及び108Iは、高出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

【0381】

また、低出力レベル動作時において、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D及び108Eは、低出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

【0382】

図26は、本発明の第2の実施の形態の測位方法3における送信出力制御のシーケンス図である。

【0383】

まず、サーバ101は、無線方式2の基地局201A等及び無線方式変換ノード202A等を介して、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D、108E、108F、108G、108H及び108Iに測位指示を送信する。

【0384】

すると、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、測位指示に含まれる送信タイミングで、同期信号及び観測信号を送信する。

【0385】

ノード108Aは、高出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等から、同期信号及び観測信号を受信する。このとき、ノード108Aは、受信した同期信号の受信電

10

20

30

40

50

力を測定する。なお、ノード108Aは、高出力レベルの動作範囲内に存在するすべてのノード108B等の同期信号の受信電力を測定する。更に、ノード108Aは、同期信号の受信時刻及び観測信号の受信時刻を調べ、記憶する。

【0386】

次に、ノード108Aは、記憶している観測信号の受信時刻から同期信号の受信時刻を減算することによって、同期信号と観測信号との時間差を求める。なお、ノード108Aは、高出力レベルの動作範囲内に存在するすべてのノード108B等に対して、時間差を求める。そして、求めた同期信号と観測信号との時間差を測定情報とする。

【0387】

次に、ノード108Aは、求めた測定情報及び測定した受信電力情報をサーバ101に送信する。

【0388】

サーバ101は、ノード108A等から、測定情報及び受信電力情報を受信する。そして、受信した測定情報に基づいて、ノード108Aの位置を算出する(2201)。

【0389】

サーバ101及びノード108A等は、このような高出力レベル動作を所定の回数(例えば、N回)繰り返す。

【0390】

次に、サーバ101は、受信した受信電力情報に基づいて、同期信号及び観測信号の送信出力レベルを決定する(2202)。

【0391】

具体的には、サーバ101は、測位対象のノード108Aの測位に最低限必要なノード108B等を特定する。そして、特定したノード108B等の中から、ノード108Aが受信した受信電力が最も小さい同期信号を送信したノード108B等を選択する。次に、サーバ101は、選択したノード108B等の同期信号の送信電力から、選択したノード108Bの同期信号の受信電力を減算する。これによって、サーバ101は、選択したノード108B等と測位対象のノード108Aとの伝播損を求める。なお、サーバ101は、ノード108B等の同期信号の送信電力を予め記憶していてもよいし、ノード108B等から通知されてもよい。

【0392】

そして、サーバ101は、決定した送信出力レベルを、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B、108C、108D及び108Eに通知する。

【0393】

低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、送信出力レベルの通知を受けると、通知された送信出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。ここでは、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等は、低出力レベルで同期信号及び観測信号を送信する。

【0394】

ノード108Aは、低出力レベルの動作範囲内に存在するノード108B等から、同期信号及び観測信号を受信する。このとき、ノード108Aは、同期信号の受信時刻及び観測信号の受信時刻を調べ、記憶する。次に、ノード108Aは、記憶している観測信号の受信時刻から同期信号の受信時刻を減算することによって、同期信号と観測信号との時間差を求める。なお、ノード108Aは、低出力レベルの動作範囲内に存在するすべてのノード108B等に対して、時間差を求める。そして、求めた同期信号と観測信号との時間差を測定情報とする。

【0395】

次に、ノード108Aは、求めた測定情報をサーバ101に送信する。

【0396】

サーバ101は、ノード108A等から、測定情報を受信する。そして、受信した測定情報に基づいて、ノード108Aの位置を算出する(2203)。なお、サーバ101は

10

20

30

40

50

、高出力レベル動作時にノード108F、108G、108H及び108Iから受信した測定情報も用いて、ノード108Aの位置を算出してもよい。

【0397】

サーバ101及びノード108A等は、このような低出力レベル動作を所定の回数（例えば、M回）繰り返す。

【0398】

以上のように、サーバ101は、測位方法3においてノード108等の送信出力を制御しながら、ノード108Aを測位できる。

【0399】

本実施の形態では、測位方法2及び測位方法3における送信出力制御を説明した。同様に、測位方法1、測位方法4及び測位方法5においても、サーバ101は、ノード108A等の送信出力を制御できる。

10

【0400】

第2の実施の形態によれば、ノード108A等は、消費電力を更に低減できる。

【産業上の利用可能性】

【0401】

本発明は、ノードの位置を算出する無線通信システムに適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0402】

【図1】本発明の第1の実施の形態の単一の無線方式で通信する位置検出システムのブロック図である。

20

【図2】本発明の第1の実施の形態の複数の無線方式で通信する位置検出システムのブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態のノードのブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノードのブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態の無線方式2の基地局のブロック図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態のサーバのブロック図である。

【図7A】本発明の第1の実施の形態の位置算出方法1の説明図である。

【図7B】本発明の第1の実施の形態の位置算出方法1の説明図である。

【図8A】本発明の第1の実施の形態の位置算出方法2の説明図である。

30

【図8B】本発明の第1の実施の形態の位置算出方法2の説明図である。

【図9】本発明の実施の形態のサーバのノード位置算出処理のフローチャートである。

【図10】本発明の第1の実施の形態のサーバのノード位置算出処理の問題点の説明図である。

【図11A】本発明の第1の実施の形態の測位方法1の説明図である。

【図11B】本発明の第1の実施の形態の測位方法1のシーケンス図である。

【図12A】本発明の第1の実施の形態の測位方法2の説明図である。

【図12B】本発明の第1の実施の形態の測位方法2のシーケンス図である。

【図13A】本発明の第1の実施の形態の測位方法3の説明図である。

【図13B】本発明の第1の実施の形態の測位方法3のシーケンス図である。

40

【図14A】本発明の第1の実施の形態の測位方法4の説明図である。

【図14B】本発明の第1の実施の形態の測位方法4のシーケンス図である。

【図15A】本発明の第1の実施の形態の測位方法5の説明図である。

【図15B】本発明の第1の実施の形態の測位方法5のシーケンス図である。

【図16】本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノードの消費電力のグラフである。

【図17】本発明の第1の実施の形態の位置検出システムの位置算出処理のシーケンス図である。

【図18】本発明の第1の実施の形態にサーバが備えるシステム管理ポリシーの説明図である。

【図19A】本発明の第1の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データの実測状態

50

テーブルの構成図である。

【図 1 9 B】本発明の第 1 の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データの測位手法選択テーブルの構成図である。

【図 1 9 C】本発明の第 1 の実施の形態の無線方式変換ノード状態管理データの予測リストテーブルの構成図である。

【図 2 0 A】本発明の第 1 の実施の形態のノード状態管理データの実測状態テーブルの構成図である。

【図 2 0 B】本発明の第 1 の実施の形態のノード状態管理データの測位手法選択テーブルの構成図である。

【図 2 0 C】本発明の第 1 の実施の形態のノード状態管理データの予測リストテーブルの構成図である。 10

【図 2 1】本発明の第 1 の実施の形態におけるサーバの測位手法決定処理のフローチャートである。

【図 2 2】本発明の第 2 の実施の形態のノードの送信出力制御の説明図である。

【図 2 3】本発明の第 2 の実施の形態の測位方法 2 における送信出力制御の説明図である。

【図 2 4】本発明の第 2 の実施の形態の測位方法 2 における送信出力制御のシーケンス図である。

【図 2 5】本発明の第 2 の実施の形態の測位方法 3 における送信出力制御の説明図である。 20

【図 2 6】本発明の第 2 の実施の形態の測位方法 3 における送信出力制御のシーケンス図である。

【符号の説明】

【 0 4 0 3 】

1 0 1 サーバ

1 0 2 ノード位置情報データ

1 0 3 センサデータ

1 0 4 クライアント

1 0 5 センサデータ利用アプリケーション

1 0 6 LAN 30

1 0 7 無線方式 1 の基地局

1 0 8 A、1 0 8 B、1 0 8 C、1 0 8 D、1 0 8 E、1 0 8 F、1 0 8 G、1 0 8 H、

1 0 8 I ノード

2 0 1 A、2 0 1 B、2 0 1 C 無線方式 2 の基地局

2 0 2 A、2 0 2 B、2 0 2 C 無線方式変換ノード

1 0 0 1 同期信号基準局

1 4 0 1 位置計算処理部

1 4 0 2 無線方式変換ノード位置情報データ

1 4 0 3 システム管理ポリシー

1 4 0 4 ノード状態管理データ 40

1 4 0 5 無線方式変換ノード状態管理データ

1 4 0 6 制御部

1 5 0 1 要求測位精度マップ

1 5 0 2 要求測位時間マップ

1 8 0 1 送信出力テーブル

2 3 0 1 アンテナ

2 3 0 2 無線方式 1 の送信部

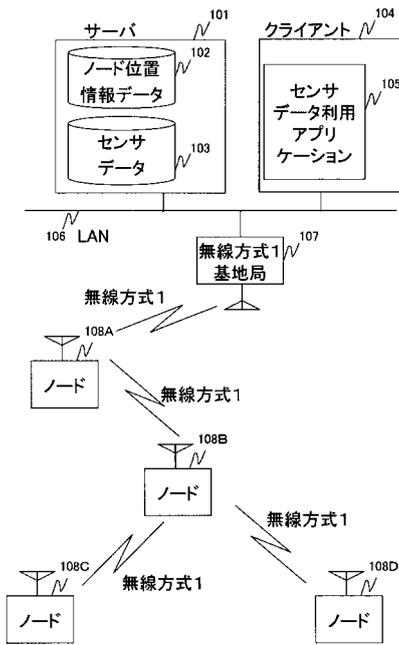
2 3 0 3 無線方式 1 の受信部

2 3 0 4 受信電力測定部

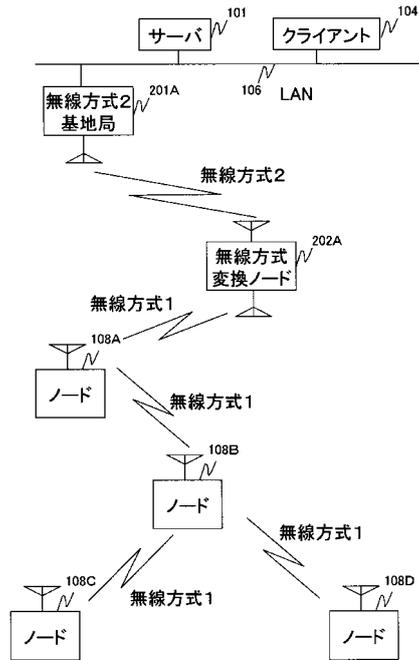
2 3 0 5 制御部 50

2 3 0 6	バッテリー状態測定部	
2 3 0 7	バッテリー	
2 3 0 8	センサ情報測定部	
2 3 0 9	センサ	
2 3 1 0	送信出力制御部	
2 3 1 1	観測信号送信部	
2 3 1 2	観測信号受信部	
2 4 0 1	アンテナ	
2 4 0 2	切替スイッチ	
2 4 0 3	無線方式 1 の送信部	10
2 4 0 4	無線方式 1 の受信部	
2 4 0 5	受信電力測定部	
2 4 0 6	無線方式 2 の送信部	
2 4 0 7	無線方式 2 の受信部	
2 4 0 8	制御部	
2 4 0 9	バッテリー状態測定部	
2 4 1 0	バッテリー	
2 4 1 1	送信出力制御部	
2 4 1 2	観測信号送信部	
2 4 1 3	観測信号受信部	20
2 5 0 1	アンテナ	
2 5 0 2	無線方式 2 の送信部	
2 5 0 3	無線方式 2 の受信部	
2 5 0 4	受信電力測定部	
2 5 0 5	制御部	
2 5 0 6	電源回路	
2 5 0 7	有線送信部	
2 5 0 8	有線受信部	
2 5 0 9	送信出力制御部	
2 5 1 0	観測信号送信部	30
2 5 1 1	観測信号受信部	

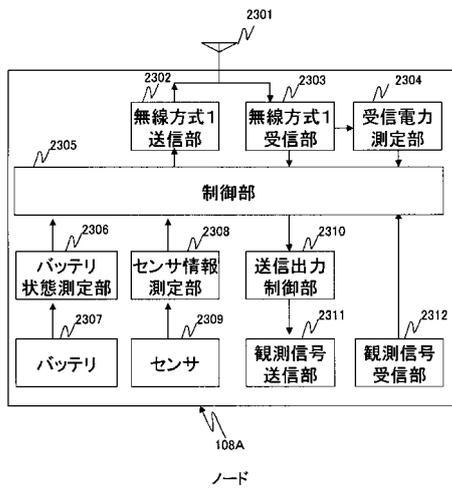
【図1】



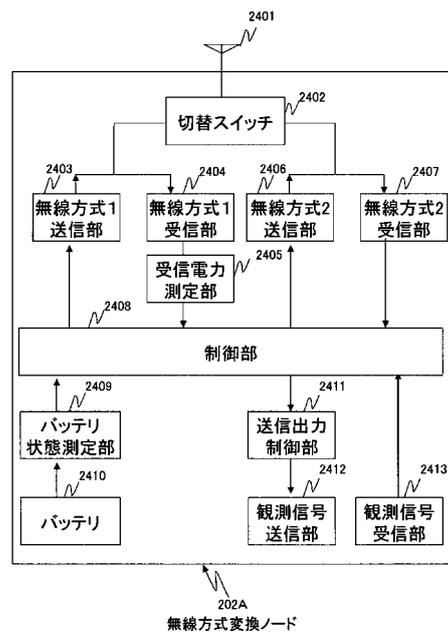
【図2】



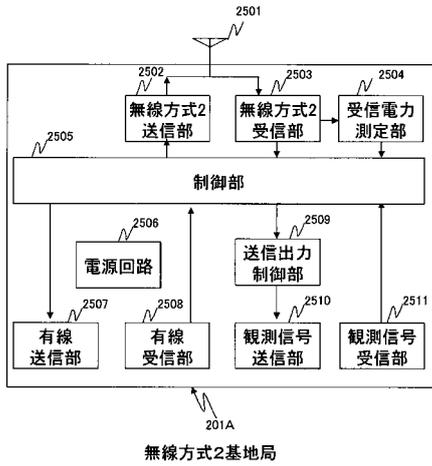
【図3】



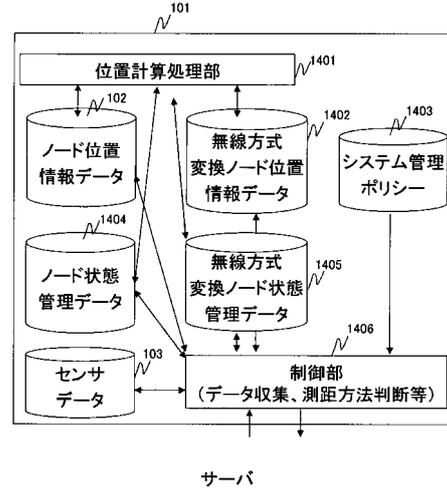
【図4】



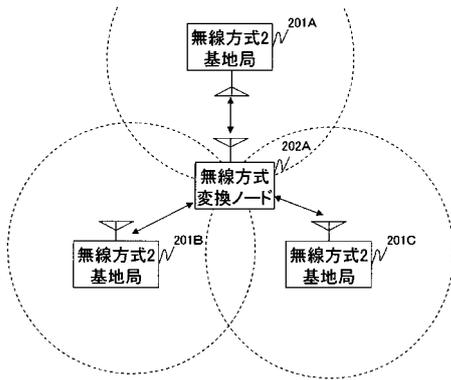
【図5】



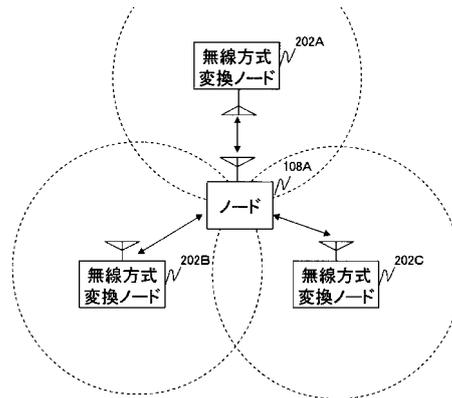
【図6】



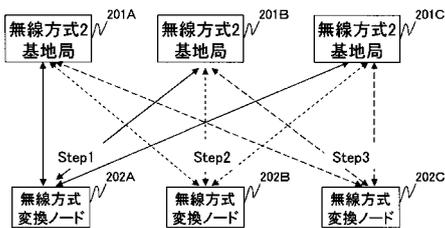
【図7A】



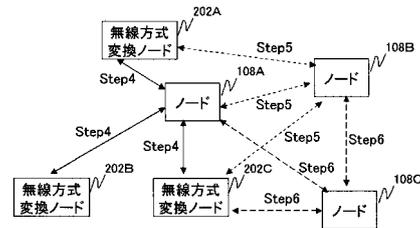
【図8A】



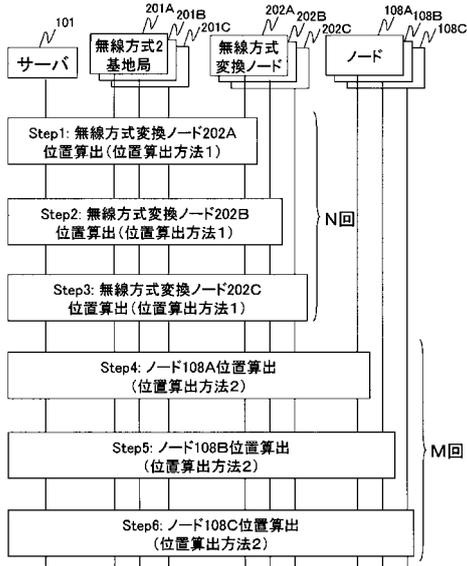
【図7B】



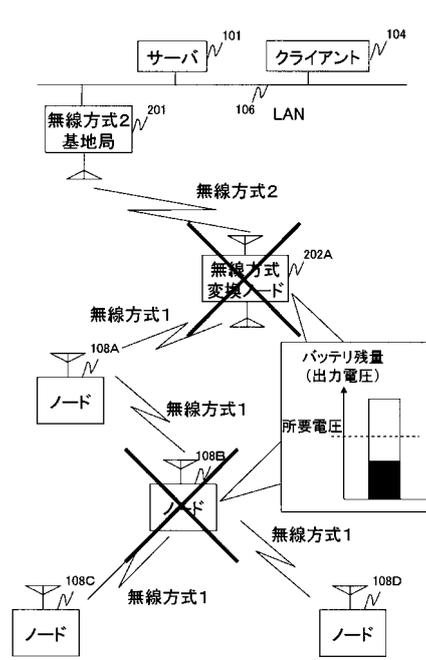
【図8B】



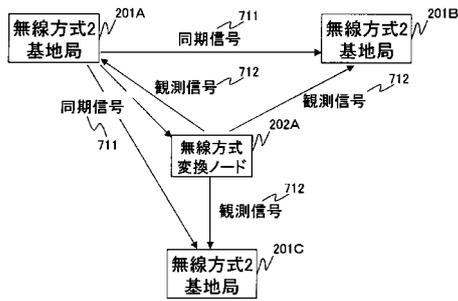
【図9】



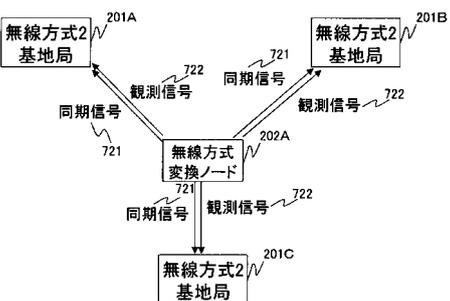
【図10】



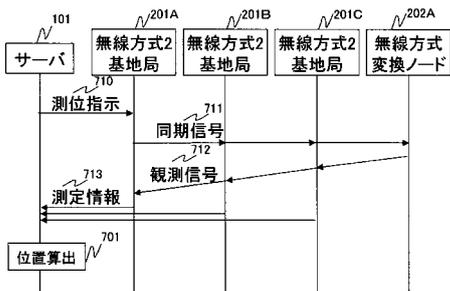
【図11A】



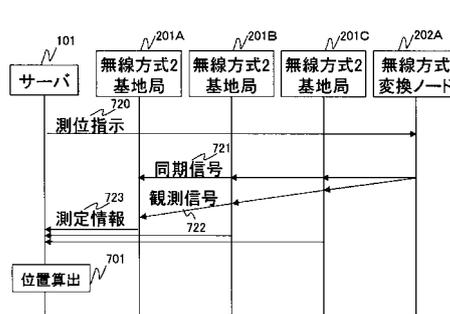
【図12A】



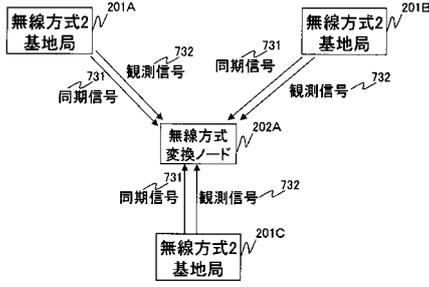
【図11B】



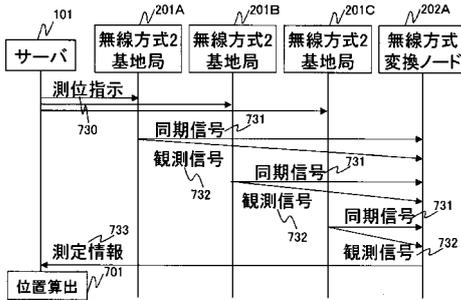
【図12B】



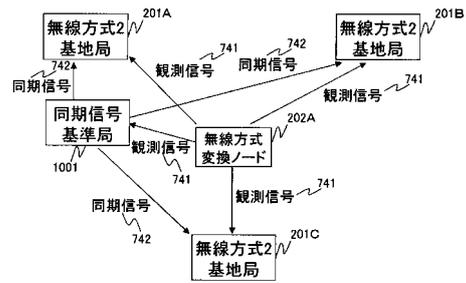
【図13A】



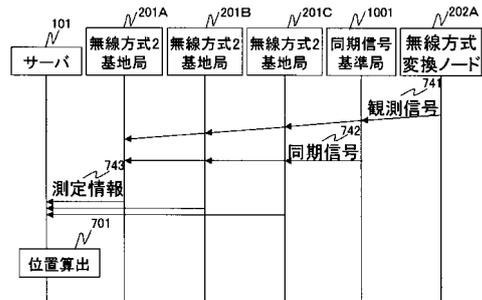
【図13B】



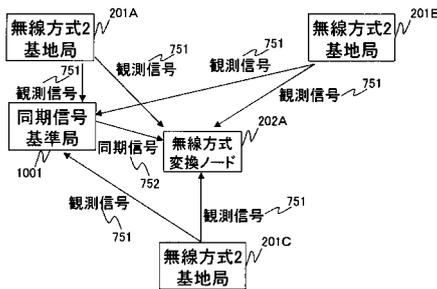
【図14A】



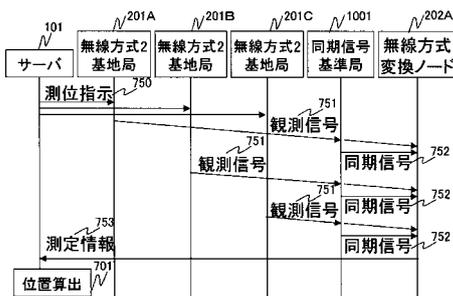
【図14B】



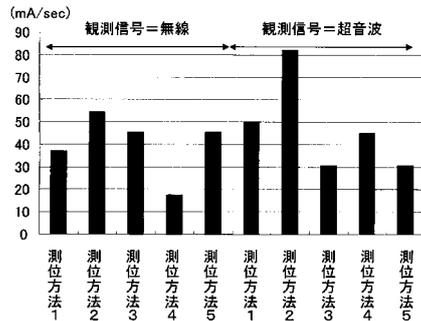
【図15A】



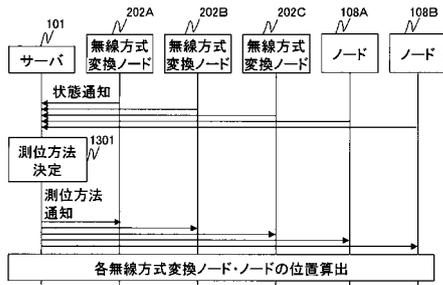
【図15B】



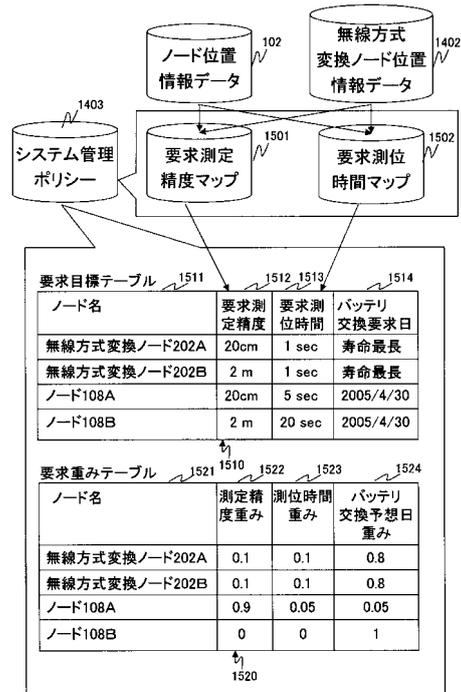
【図16】



【図17】



【図18】



【図19A】

無線方式変換ノード名	バッテリー出力	バッテリー交換日	累積消費量	測定精度	測位時間
無線方式変換ノード202A	1.2 V	2004/1/2	X1 mAh	30cm	0.5 sec
無線方式変換ノード202B	1.2 V	2004/1/2	X2 mAh	1.7 m	0.6 sec

実測状態テーブル (1600)

【図20A】

ノード名	バッテリー出力	バッテリー交換日	累積消費量	測定精度	測位時間
ノード108A	1.3 V	2004/4/2	X3 mAh	30cm	7 sec
ノード108B	1.5 V	2005/1/2	X4 mAh	2.5m	12 sec

実測状態テーブル (1650)

【図19B】

無線方式変換ノード名	測位方法	観測信号	予想消費量	予想測位精度	予想測位時間
無線方式変換ノード202A	1	超音波	Y1 mAh	30cm	1 sec
無線方式変換ノード202B	2	無線	Y2 mAh	3 m	1 sec

測位手法選択テーブル (1610)

【図20B】

ノード名	測位方法	観測信号	予想消費量	予想測位精度	予想測位時間
ノード108A	3	超音波	Y3 mAh	30cm	3 sec
ノード108B	5	無線	Y4 mAh	3 m	3 sec

測位手法選択テーブル (1660)

【図19C】

無線方式変換ノード名	バッテリー交換予想日	予想測定精度	予想測位時間
無線方式変換ノード202A	2005/3/2	30cm	0.5 sec
無線方式変換ノード202B	2005/3/10	1.7 m	0.6 sec

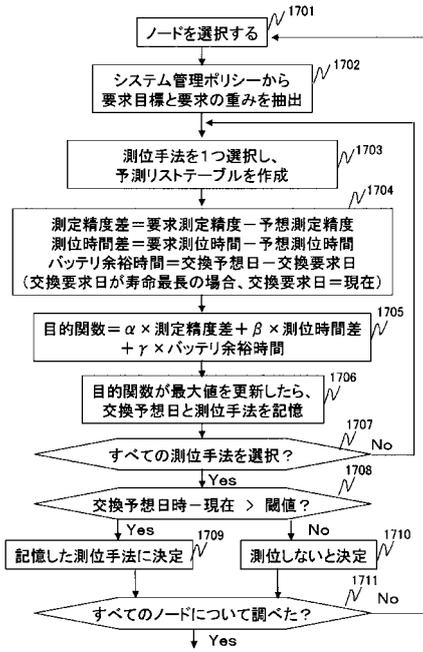
予測リストテーブル (1620)

【図20C】

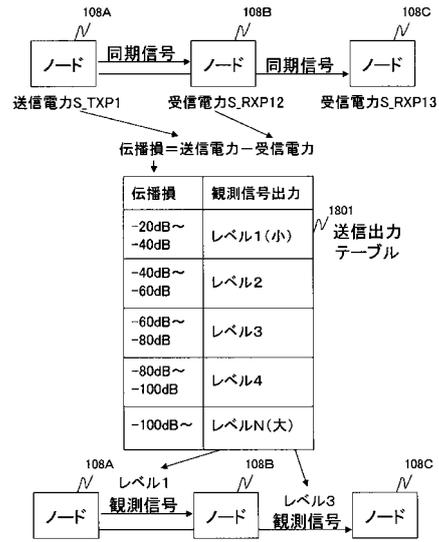
ノード名	バッテリー交換予想日	予想測定精度	予想測位時間
ノード108A	2005/3/4	30cm	7 sec
ノード108B	2005/5/2	2.5m	12 sec

予測リストテーブル (1670)

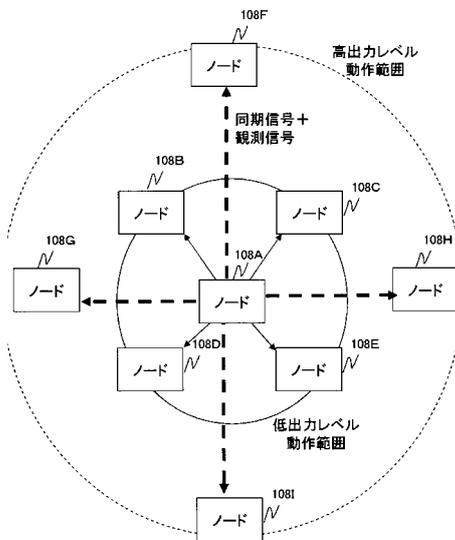
【図 2 1】



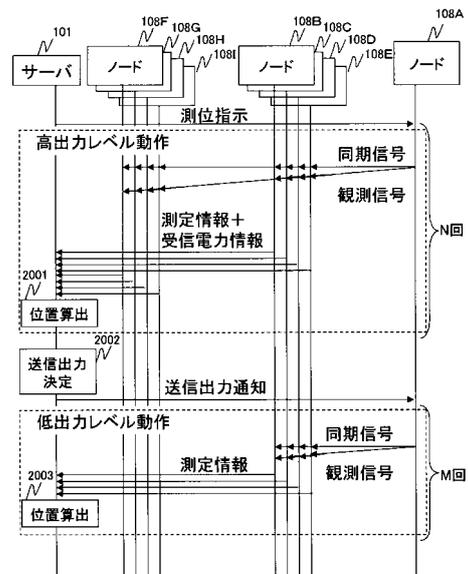
【図 2 2】



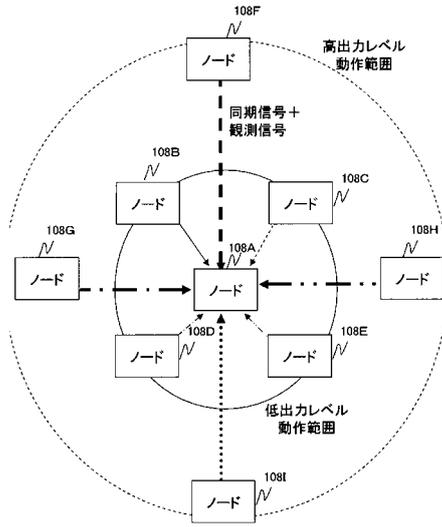
【図 2 3】



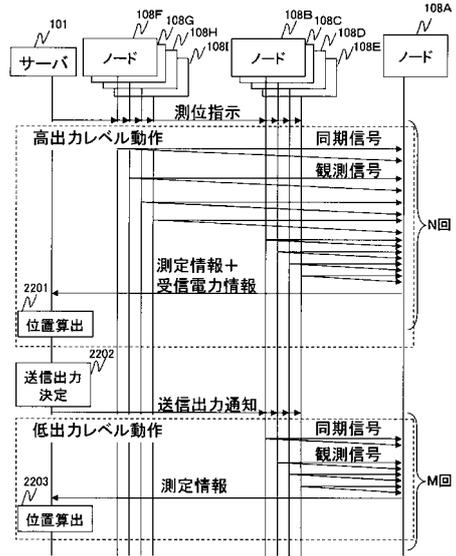
【図 2 4】



【図25】



【図26】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-207556(JP,A)  
特開2004-040171(JP,A)  
特開平02-102477(JP,A)  
特開2004-101254(JP,A)  
特開2005-283236(JP,A)  
特開2003-050272(JP,A)  
特開2002-267734(JP,A)  
特開2003-032327(JP,A)  
特開2005-086579(JP,A)  
特表2003-518261(JP,A)  
国際公開第01/061373(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00 - 5/14、  
19/00 - 19/55、  
H04B7 /24 - 7/26、  
H04W 4/00 - 99/00