

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-32397

(P2010-32397A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**G 0 1 S 5/02 (2010.01)** G 0 1 S 5/02 Z 5 J 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

|           |                              |          |                     |
|-----------|------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-195559 (P2008-195559) | (71) 出願人 | 000004237           |
| (22) 出願日  | 平成20年7月30日 (2008.7.30)       |          | 日本電気株式会社            |
|           |                              |          | 東京都港区芝五丁目7番1号       |
|           |                              | (74) 代理人 | 100088812           |
|           |                              |          | 弁理士 ▲柳▼川 信          |
|           |                              | (72) 発明者 | 樋口 利光               |
|           |                              |          | 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株 |
|           |                              |          | 式会社内                |
|           |                              | Fターム(参考) | 5J062 CC17 DD23     |

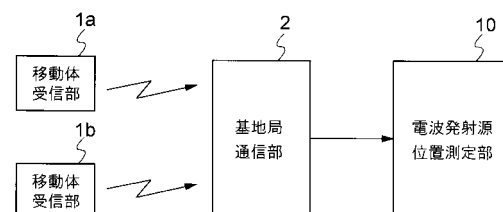
(54) 【発明の名称】 位置測定装置および位置測定方法

(57) 【要約】

【課題】 電波の到達時間差および到来方位の情報を使用しないで発射源位置の測定が可能な位置測定装置の提供。

【解決手段】 位置測定装置は同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源20からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部1a, 1bと、複数の移動体受信部1a, 1bが受信する受信信号および自己位置情報を複数の移動体受信部1a, 1bから取得する基地局通信部2と、基地局通信部2から受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき電波発射源20の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の位置曲線の交点から電波発射源の位置を測定する電波発射源位置測定部10とを含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部と、

前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する基地局通信部と、

前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する電波発射源位置測定部とを含むことを特徴とする位置測定装置。

10

**【請求項 2】**

前記電波発射源位置測定部は、前記基地局通信部から 2 つの前記受信信号を取得し、2 つの前記受信信号間の周波数差を検出する周波数差検出部と、

前記基地局通信部から 2 つの自己位置情報を取得し、2 つの前記移動体受信部の位置情報の時間変化から信号受信時の前記移動体受信部の位置情報および速度情報を算出する位置情報処理部と、

前記周波数差検出部で検出される周波数差と、前記位置情報処理部で検出される位置情報および速度情報とに基づき前記電波発射源の位置曲線を演算する位置曲線演算部と、

複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を演算する発射源位置演算部とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の位置測定装置。

20

**【請求項 3】**

前記周波数差検出部は、2 つの受信信号を FM (Frequency Modulation) 検波し、差分をとることにより 2 つの前記受信信号間の周波数差を検出することを特徴とする請求項 2 記載の位置測定装置。

**【請求項 4】**

前記周波数差検出部は、2 つの受信信号を IQ (In-phase Quadrature phase) 検波して複素受信信号に変換し、2 つの信号間を乗算して受信信号間の位相差を求め、その位相差に基づき 2 つの前記受信信号間の周波数差を検出すること特徴とする請求項 2 記載の位置測定装置。

**【請求項 5】**

異なる経路を異なる速度かつ異なる間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部と、

前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する基地局通信部と、

前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する電波発射源位置測定部とを含むことを特徴とする位置測定装置。

30

**【請求項 6】**

複数の移動体受信部により実行され、同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する電波受信ステップと、

40

基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、

電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを含むことを特徴とする位置測定方法。

**【請求項 7】**

前記位置測定ステップは、前記基地局通信部から 2 つの前記受信信号を取得し、2 つの

50

前記受信信号間の周波数差を検出する周波数差検出ステップと、

前記基地局通信部から２つの自己位置情報を取得し、２つの前記移動体受信部の位置情報の時間変化から信号受信時の前記移動体受信部の位置情報および速度情報を算出する位置情報処理ステップと、

前記周波数差検出ステップで検出される周波数差と、前記位置情報処理ステップで検出される位置情報および速度情報とに基づき前記電波発射源の位置曲線を演算する位置曲線演算ステップと、

複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を演算する発射源位置演算ステップとを含むことを特徴とする請求項６記載の位置測定方法。

【請求項８】

10

前記周波数差検出ステップは、２つの受信信号をＦＭ（Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）検波し、差分をとることにより２つの前記受信信号間の周波数差を検出する特徴とする請求項７記載の位置測定方法。

【請求項９】

前記周波数差検出ステップは、２つの受信信号をＩＱ（Ｉｎ－ｐｈａｓｅ Ｑｕａｄｒａｔｕｒｅ ｐｈａｓｅ）検波して複素受信信号に変換し、２つの信号間を乗算して受信信号間の位相差を求め、その位相差に基づき２つの前記受信信号間の周波数差を検出すること特徴とする請求項７記載の位置測定方法。

【請求項１０】

複数の移動体受信部により実行され、異なる経路を異なる速度かつ異なる間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する電波受信ステップと、

20

基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、

電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを含むことを特徴とする位置測定方法。

【請求項１１】

同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部を含む位置測定装置における位置測定方法のプログラムであって、

30

コンピュータに、基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、

電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本発明は、位置測定装置および位置測定方法に関し、特に電波監視等の目的で、位置が不明な電波発射源の位置を測定する位置測定装置および位置測定方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

本発明に関連する位置測定装置は、複数の移動体受信部で受信した受信信号間の周波数差および到達時間差を同時に測定することにより発射源位置を測定している（たとえば、特許文献１～４参照）。または、複数の異なる位置で電波の到来方位を測定し、その方位測定結果を示す方位線の交点から発射源位置を求めている（たとえば、特許文献５～６参照）。

50

## 【 0 0 0 3 】

図 1 2 は本発明に関連する位置測定装置の一例の構成図である。同図に示す位置測定装置は周波数差および到達時間差を用いて位置を測定する。同図を参照すると、関連する位置測定装置の一例は、2つの移動体受信部 1 0 1 a , 1 0 1 b と、基地局通信部 1 0 2 と、周波数差検出部 1 0 3 と、位置情報処理部 1 0 4 と、位置曲線演算部 1 0 5 と、発射源位置演算部 1 0 6 と、時間差検出部 1 0 7 と、双曲線演算部 1 0 8 とを含んで構成される。

## 【 0 0 0 4 】

移動体受信部 1 0 1 a , 1 0 1 b の受信信号および位置情報から位置曲線を求めるのは後述する本発明と同様である。一方、この関連技術ではその他に2つの受信信号間の到達時間差を計算することにより、発射源位置を示す双曲線の計算を行う。そして、周波数差から得られる位置曲線と到達時間差から得られる双曲線との交点から発射源位置を測定する。

10

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 3 4 9 4 7 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 1 1 6 8 1 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 1 6 7 0 4 1 号公報

【特許文献 4】特開平 0 9 - 3 2 9 6 6 2 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 2 - 0 6 2 3 4 6 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 2 - 2 6 7 7 3 2 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

しかし、周波数差および到達時間差を同時に測定する関連技術では、到達時間差を測定するために受信信号の帯域幅が必要であり、帯域幅が狭いと誤差が大きくなり、無変調の搬送波だけの場合は全く測定できないため、狭帯域の通信信号等は正確に測定できないという欠点がある。

## 【 0 0 0 7 】

一方、電波の到来方位を測定する関連技術では、電波の到来方位を測定するためには複数のアンテナおよび受信機が必要であり、さらに誤差を小さくするためには多数のアンテナを配置する必要が生じ、回路規模および寸法が大きくなるという欠点がある。

30

## 【 0 0 0 8 】

そこで本発明の目的は、電波の到達時間差および到来方位の情報を使用しないで発射源位置の測定が可能な位置測定装置および位置測定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するために本発明による位置測定装置は、同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部と、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する基地局通信部と、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する電波発射源位置測定部とを含むことを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 0 】

また、本発明による他の位置測定装置は、異なる経路を異なる速度かつ異なる間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部と、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する基地局通信部と、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定

50

する電波発射源位置測定部とを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、本発明による位置測定方法は、複数の移動体受信部により実行され、同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する電波受信ステップと、基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを含むことを特徴とする。

10

【 0 0 1 2 】

また、本発明による他の位置測定方法は、複数の移動体受信部により実行され、異なる経路を異なる速度かつ異なる間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する電波受信ステップと、基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

20

また、本発明によるプログラムは、同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する複数の移動体受信部を含む位置測定装置における位置測定方法のプログラムであって、コンピュータに、基地局通信部により実行され、前記複数の移動体受信部が受信する受信信号および自己位置情報を前記複数の移動体受信部から取得する情報取得ステップと、電波発射源位置測定部により実行され、前記基地局通信部から前記受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき前記電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の前記位置曲線の交点から前記電波発射源の位置を測定する位置測定ステップとを実行させるためのプログラムであることを特徴とする。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、電波の到達時間差および到来方位の情報を使用しないで発射源位置の測定を行うことが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

本発明の実施形態の説明に入る前に、まず本発明の動作原理について説明しておく。図 1 は本発明に係る位置測定装置の動作原理を説明するための位置測定装置の一例の構成図である。同図を参照すると、本発明に係る位置測定装置は、比較的高速で移動する複数（一例として 2 つ）の移動体受信部 1 a , 1 b と、基地局通信部 2 と、電波発射源位置測定部 1 0 とを含んでいる。

40

【 0 0 1 6 】

複数の移動体受信部 1 a , 1 b が受信した情報が基地局通信部 2 へ送信され、さらにその情報は基地局通信部 2 から電波発射源位置測定部 1 0 へ送信される。電波発射源位置測定部 1 0 は、その情報を基に電波発射源の位置を測定する。

【 0 0 1 7 】

次に、本発明に係る位置測定装置の動作の一例について説明する。図 2 は本発明に係る位置測定装置の動作の一例を示すフローチャートである。まず、複数の移動体受信部 1 a , 1 b は同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する（ステップ S 1 ）。次に、基地局通信部 2 が移動体受信部 1 a , 1 b から受信信号および自己位置情報を取得する（ステップ S 2 ）。

50

## 【 0 0 1 8 】

次に、電波発射源位置測定部 1 0 が基地局通信部 2 から受信信号および自己位置情報を取得し、それらの受信信号および自己位置情報に基づき電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の位置曲線の交点から電波発射源の位置を測定する（ステップ S 3）。

## 【 0 0 1 9 】

以上説明したように、本発明は複数の移動体受信部が受信した受信信号および自己位置情報に基づき電波発射源の位置曲線を演算し、異なる時刻における複数の位置曲線の交点から電波発射源の位置を測定する構成であるため、電波の到達時間差および到来方位の情報を使用しないで発射源位置の測定を行うことが可能となる。

10

## 【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照しながら説明する。まず、第 1 実施形態について説明する。図 3 は本発明に係る位置測定装置の第 1 実施形態の構成図である。なお、同図において図 1 と同様の構成部分には同様の番号を付し、その説明を省略する。

## 【 0 0 2 1 】

同図を参照すると、本発明に係る位置測定装置の第 1 実施形態は比較的高速で移動する複数（一例として 2 つ）の移動体受信部 1 a , 1 b と、基地局通信部 2 と、電波発射源位置測定部 1 0 と、制御部 7 と、プログラム格納部 8 とを含んでいる。さらに電波発射源位置測定部 1 0 は、周波数差検出部 3 と、位置情報処理部 4 と、位置曲線演算部 5 と、発射源位置演算部 6 とを含んでいる。

20

## 【 0 0 2 2 】

制御部 7 は基地局通信部 2、周波数差検出部 3、位置情報処理部 4、位置曲線演算部 5 および発射源位置演算部 6 を制御する。プログラム格納部 8 には位置測定方法のプログラムが格納されているが、プログラム格納部 8 については後述する。

## 【 0 0 2 3 】

次に、第 1 実施形態の動作について説明する。図 4 は第 1 実施形態の動作を示すフローチャートである。移動体受信部 1 a , 1 b は同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動しながら電波発射源からの電波を受信しかつ自己位置情報を取得する（ステップ S 1 1）。移動体受信部 1 a , 1 b は自己位置情報を GPS ( Global Positioning System ) 等により取得する。

30

## 【 0 0 2 4 】

基地局通信部 2 は移動体受信部 1 a , 1 b が受信する受信信号および自己位置情報を移動体受信部 1 a , 1 b から取得する（ステップ S 1 2）。また、周波数差検出部 3 は基地局通信部 2 から 2 つの受信信号を取得し、2 つの受信信号間の周波数差を検出する（ステップ S 1 3）。

## 【 0 0 2 5 】

位置情報処理部 4 は基地局通信部 2 から 2 つの自己位置情報を取得し、2 つの移動体受信部 1 a , 1 b の位置情報の時間変化から信号受信時の移動体受信部 1 a , 1 b の位置情報および速度情報を算出する（ステップ S 1 4）。位置曲線演算部 5 は、周波数差検出部 3 で検出される周波数差と、位置情報処理部 4 で検出される位置情報および速度情報とに基づき電波発射源の位置曲線を演算する（ステップ S 1 5）。発射源位置演算部 6 は、複数の位置曲線の交点から電波発射源の位置を演算する（ステップ S 1 6）。

40

## 【 0 0 2 6 】

次に、第 1 実施形態の動作を詳細に説明する。図 5 は本発明に係る位置測定装置における移動体受信部と電波発射源との位置関係の一例を示す図である。同図に示すように、2 つの移動体受信部 1 a , 1 b は x 軸上を距離 d の間隔を置いて速度 v で移動しており、位置 ( X , Y ) にある電波発射源 2 0 からの電波を受信しているものとする。

## 【 0 0 2 7 】

このとき、電波発射源 2 0 と移動体受信部 1 a との距離を R 1、電波発射源 2 0 と移動体受信部 1 b との距離を R 2 とすると、R 1 および R 2 はそれぞれ次の式で表される。

50

【 0 0 2 8 】

【 数 1 】

$$R1 = \sqrt{\left(X - \frac{d}{2} - vt\right)^2 + Y^2} \quad \dots (1)$$

10

【 0 0 2 9 】

【 数 2 】

$$R2 = \sqrt{\left(X + \frac{d}{2} - vt\right)^2 + Y^2} \quad \dots (2)$$

20

【 0 0 3 0 】

距離 R 1、R 2 の時間変化は、式 ( 1 ) および式 ( 2 ) を微分することにより、次式で得られる。

【 0 0 3 1 】

【 数 3 】

$$\frac{dR1}{dt} = -v \left(X - \frac{d}{2} - vt\right) \left\{ \left(X - \frac{d}{2} - vt\right)^2 + Y^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} \quad \dots (3)$$

30

【 0 0 3 2 】

【 数 4 】

$$\frac{dR2}{dt} = -v \left(X + \frac{d}{2} - vt\right) \left\{ \left(X + \frac{d}{2} - vt\right)^2 + Y^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} \quad \dots (4)$$

40

【 0 0 3 3 】

式 ( 3 ) および式 ( 4 ) を、受信した電波の波長  $\lambda$  で除算したものがドップラー周波数となるので、2つの移動体受信部 1 a , 1 b 間の周波数差  $\Delta f$  は次式で得られる。

【 0 0 3 4 】

【数 5】

$$\Delta f = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{dR2}{dt} - \frac{dR1}{dt} \right) \quad \dots (5)$$

【0035】

【数 6】

10

$$\Delta f = \frac{v}{\lambda} \left[ \left( X - \frac{d}{2} - vt \right) \left\{ \left( X - \frac{d}{2} - vt \right)^2 + Y^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} - \left( X + \frac{d}{2} - vt \right) \left\{ \left( X + \frac{d}{2} - vt \right)^2 + Y^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} \right] \quad \dots (6)$$

【0036】

なお、式(6)は式(5)に式(3)および式(4)を代入することにより得られる。また、周波数差検出部3で検出した2つの受信信号間の周波数差は、式(6)の $\Delta f$ を表している。式(6)の波長 $\lambda$ は受信周波数によって決まり、移動体受信部1a, 1b間の間隔 $d$ は既知であり、速度 $v$ 、位置情報 $vt$ は位置情報処理部4からの速度情報および位置情報から得られるため、発射源位置、 $X$ ,  $Y$ だけが未知の値である。

20

【0037】

位置曲線演算部5では、周波数差検出部3で検出した周波数差 $\Delta f$ 、ならびに位置情報処理部4で検出した速度情報 $v$ および位置情報 $vt$ から式(6)で表される位置曲線を演算する。位置曲線演算部5は、異なる時刻で測定された受信信号から、複数の位置曲線を演算する。発射源位置演算部6は、複数の位置曲線の交点から発射源位置( $X$ ,  $Y$ )を求めることができる。

【0038】

図6は本発明に係る位置測定装置の移動体受信部1a, 1bの一例の構成図である。なお、移動体受信部1aと1bの構成は同様である。同図を参照すると、移動体受信部1aおよび1bの一例は、受信アンテナ31と、受信部32と、位置取得部33と、移動体通信部34とを含んで構成される。

30

【0039】

次に、移動体受信部1aおよび1bの動作の一例について説明する。受信アンテナ31で受信された電波は受信部32で中間周波信号の受信信号に変換され、移動体通信部34へ出力される。

【0040】

一方、位置取得部33ではGPS等を使用して、自移動体受信部の位置が取得され、その位置情報は移動体通信部34へ出力される。また、移動体通信部34では無線回線等により基地局通信部2(図3参照)と通信が行われ、受信信号および位置情報が移動体通信部34から基地局通信部2へ送信される。

40

【0041】

図7は本発明に係る位置測定装置の周波数差検出部3の一例の構成図である。同図を参照すると、周波数差検出部3の一例は、乗算部41と、信号検出部42とを含んで構成される。

【0042】

次に、周波数差検出部3の動作の一例について説明する。乗算部41では2つの受信信号間の乗算が行われる。このとき、2つの受信信号を、 $A1 \cos(\omega1 t + \phi1)$ および $A2 \cos(\omega2 t + \phi2)$ とすると、乗算部41出力の乗算結果は次式に示すようになる。すなわち、乗算結果は2つの受信信号間の周波数差( $\omega1 - \omega2$ )の成分と周波数

50

和  $(\omega_1 + \omega_2)$  の成分とを有する信号となる。

【 0 0 4 3 】

【 数 7 】

$$\text{乗算結果} = \frac{A1 \cdot A2}{2} [\cos\{(\omega_1 - \omega_2)t + \phi_1 - \phi_2\} + \cos\{(\omega_1 + \omega_2)t + \phi_1 + \phi_2\}] \quad \dots (7)$$

【 0 0 4 4 】

信号検出部 4 2 では式 ( 7 ) で示される乗算結果に対し、ローパスフィルタまたはフーリエ変換等の処理が行われ、周波数差  $(\omega_1 - \omega_2)$  の成分だけが検出され、受信信号間の周波数差  $(\Delta f = (1 / 2 \pi) \cdot (\omega_1 - \omega_2))$  が出力される。

10

【 0 0 4 5 】

図 8 は本発明に係る位置測定装置で得られる位置曲線の計算の一例を示す図である。同図は受信信号間の周波数差  $\Delta f$  が得られたときの式 ( 6 ) で表される位置曲線の計算の一例を示している。移動体受信部 1 a、1 b が x 軸上を速度 v で移動しているとき、位置曲線は同図に示すような楕円状の曲線となる。

【 0 0 4 6 】

図 9 は本発明に係る位置測定装置で得られる位置曲線の計算の他の一例を示す図である。同図は異なる時刻で複数回受信信号間の周波数差  $\Delta f$  を測定したときの位置曲線の計算の一例を示している。移動体受信部 1 a、1 b が移動しているため、異なる時刻の測定結果は移動体受信部 1 a、1 b の異なる位置での測定結果となる。

20

【 0 0 4 7 】

同図は、最初の周波数差  $\Delta f$  の測定時に移動体受信部 1 a 1、1 b 1 で測定した周波数差  $\Delta f$  から得られる位置曲線を位置曲線 1、2 番目の周波数差  $\Delta f$  の測定時に移動体受信部 1 a 2、1 b 2 で測定した周波数差  $\Delta f$  から得られる位置曲線を位置曲線 2、3 番目の周波数差  $\Delta f$  の測定時に移動体受信部 1 a 3、1 b 3 で測定した周波数差  $\Delta f$  から得られる位置曲線を位置曲線 3 で示している。

【 0 0 4 8 】

このとき、受信した電波発信源 2 0 は同一のものであるので 3 つの位置曲線の交点から電波発信源 2 0 の位置を得ることが可能となる。ただし、3 つの位置曲線の交点は必須ではなく、次のような場合は 2 つの位置曲線の交点から電波発信源 2 0 の位置を得ることが可能となる。

30

【 0 0 4 9 】

すなわち、移動体受信部 1 a、1 b の移動距離が短く、移動体受信部 1 a、1 b に近いほうの交点が結ばれない場合、および地上の電波発信源 2 0 を航空機または衛星等で受信しているときで、受信部に近いほうの交点が地上に届かない場合は 2 つの位置曲線の交点から電波発信源 2 0 の位置を得ることが可能となる。なお、第 1 実施形態では地上の電波発信源 2 0 を想定したが、航空機または人工衛星等に搭載することにより実現することも可能である。

【 0 0 5 0 】

以上説明したように本発明の第 1 実施形態によれば、2 つの移動体受信部 1 a、1 b で受信した受信信号から受信信号間の周波数差を検出することにより、電波の発射源位置を測定する構成であるため、電波発射源位置の測定に電波の到達時間差の情報を使用する必要がない。したがって、本発明によれば、到達時間差を測定するために必要な受信信号の帯域幅に影響されず、狭帯域信号に対しても精度を劣化させることなく電波発射源の位置を測定することが可能となる。

40

【 0 0 5 1 】

また、本発明は到来方位の情報を使用する必要もない。したがって、到来方位測定のために必要な複数のアンテナおよび受信機を必要とせず、よって単一のアンテナおよび受信機で構成が可能であるため、関連技術よりも回路規模を大幅に削減することが可能となる

50

。

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 3 に示す第 1 実施形態は、移動体受信部が 2 つの場合であるが、移動体受信部が 3 つ以上の場合も本発明の適用が可能である。

。

【 0 0 5 3 】

なお、第 2 実施形態の構成は、図 3 において移動体受信部の数が 2 つから 3 つ以上になるだけであり、その他は図 3 と同様である。また、第 2 実施形態の動作は、3 つ以上の移動体受信部のうちの任意の 2 つの移動体受信部が受信した受信信号の周波数差を周波数差検出部が検出する点だけが第 1 実施形態の動作と異なり、その他は第 1 実施形態と同様である。したがって、第 2 実施形態の構成および動作の説明は省略する。

10

【 0 0 5 4 】

以上説明したように本発明の第 2 実施形態によれば、移動体受信部の数が 2 つから 3 つ以上に変更されるため、その増加分だけ回路規模が増大するが、1 回の測定で複数の位置曲線を同時に得ることが可能となる。このため、1 回の測定結果だけで発射源位置を測定することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。図 10 は本発明の第 3 実施形態の構成図である。同図は周波数差検出部 3 の構成の一例を示す。同図を参照すると、周波数差検出部 3 は F M 検波部 5 1 a , 5 1 b と、減算部 5 2 とを含んで構成される。

20

【 0 0 5 6 】

次に、第 3 実施形態の動作について説明する。2 つの移動体受信部からの受信信号の一方が F M 検波部 5 1 a で F M 検波され、他方が F M 検波部 5 1 b で F M 検波され、それぞれの周波数情報が出力される。これらの周波数情報は減算部 5 2 へ入力され、減算部 5 2 にてこれらの周波数情報の差分が検出される。この差分が 2 つの受信信号間の周波数差となる。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように本発明の第 3 実施形態によれば、受信信号を F M 検波することにより 2 つの受信信号間の周波数差を検出することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。図 11 は本発明の第 4 実施形態の構成図である。同図は周波数差検出部 3 の構成の他の一例を示す。同図を参照すると、周波数差検出部 3 は I Q 検波部 6 1 a , 6 1 b と、共役演算部 6 2 と、乗算部 6 3 と、信号検出部 6 4 とを含んで構成される。

30

【 0 0 5 9 】

次に、第 4 実施形態の動作について説明する。2 つの移動体受信部からの受信信号の一方が I Q 検波部 6 1 a で I Q 検波され、他方が I Q 検波部 6 1 b で I Q 検波され、それぞれの受信信号が複素受信信号に変換される。I Q 検波部 6 1 b から出力された複素受信信号は共役演算部 6 2 で複素共役受信信号に変換される。乗算部 6 3 では I Q 検波部 6 1 a からの複素受信信号と、共役演算部 6 2 からの複素共役受信信号とが乗算される。これにより、乗算部 6 3 から受信信号間の位相差を示す信号が出力される。

40

【 0 0 6 0 】

次に、第 4 実施形態の動作を詳細に説明する。I Q 検波部 6 1 a に  $A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \phi_1)$  を入力すると、 $A_1 \cdot e^{j(\omega_1 t + \phi_1)}$  が出力され、I Q 検波部 6 1 b に  $A_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot t + \phi_2)$  を入力すると、 $A_2 \cdot e^{j(\omega_2 t + \phi_2)}$  が出力される。

【 0 0 6 1 】

共役演算部 6 2 に I Q 検波部 6 1 b の出力を入力すると、複素共役な信号  $A_2 \cdot e^{-j(\omega_2 t + \phi_2)}$  が出力される。I Q 検波部 6 1 a の出力と共役演算部 6 2 の出力とを乗算部 6 3 へ入力すると、 $A_1 \cdot A_2 \cdot e^{j((\omega_1 - \omega_2)t + (\phi_1 - \phi_2))}$  が出力され、2 つの受信信号間の周波数差  $(\omega_1 - \omega_2)$  を表す複素信号が得られる。

50

## 【 0 0 6 2 】

この複素信号を信号検出部 6 4 でフーリエ変換等を行い周波数を測定することにより、2 つの受信信号間の周波数差  $\Delta f = (1 / 2 \pi) \cdot (\omega 1 - \omega 2)$  が検出される。

## 【 0 0 6 3 】

以上説明したように本発明の第 4 実施形態によれば、受信信号を I Q 検波することにより 2 つの受信信号間の周波数差を検出することが可能となる。

## 【 0 0 6 4 】

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。前述の第 1 ~ 第 4 実施形態では 2 つの移動体受信部が、同一経路を同一速度かつ一定の間隔を置いて移動する場合について記述したが、異なる経路を異なる速度かつ異なる間隔を置いて移動する場合も本発明の適用が可能である。

10

## 【 0 0 6 5 】

その場合は、2 つの移動体受信部が同一の発射源を同時に受信できる位置まで接近した場合に測定が可能となる。また、移動体受信部間距離  $d$  は 2 つの移動体受信部が取得した自己位置情報から換算が可能であり、また 2 つの移動体受信部の速度も異なる時刻における自己位置情報から換算が可能である。したがって、電波発射源位置の測定に前述の第 1 ~ 第 4 実施形態における方法を適用することが可能となる。

## 【 0 0 6 6 】

以上説明したように本発明の第 5 実施形態によれば、2 つの移動体受信部を同一経路で同一速度かつ一定の間隔を置いて移動させる必要がなくなるため、そのための制御に要する費用の削減が可能となる。

20

## 【 0 0 6 7 】

次に、本発明の第 6 実施形態について説明する。第 6 実施形態は位置測定方法のプログラムに関するものである。前述したように、本発明に係る位置測定装置はプログラム格納部 8 を含んでいる（図 3 参照）。プログラム格納部 8 には図 2 および図 4 にフローチャートで示す位置測定方法のプログラムが格納されている。

## 【 0 0 6 8 】

制御部 7 はプログラム格納部 8 からそのプログラムを読み出し、そのプログラムにしたがって基地局通信部 2、周波数差検出部 3、位置情報処理部 4、位置曲線演算部 5 および発射源位置演算部 6 を制御する。その制御の内容については既に述べたのでここでの説明は省略する。

30

## 【 0 0 6 9 】

以上説明したように本発明の第 6 実施形態によれば、電波の到達時間差および到来方位の情報を使用しないで発射源位置の測定を行うことが可能なプログラムが得られる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 7 0 】

【 図 1 】本発明に係る位置測定装置の動作原理を説明するための位置測定装置の一例の構成図である。

【 図 2 】本発明に係る位置測定装置の動作原理を説明するための位置測定装置の一例の構成図である。

40

【 図 3 】本発明に係る位置測定装置の第 1 実施形態の構成図である。

【 図 4 】第 1 実施形態の動作を示すフローチャートである。

【 図 5 】本発明に係る位置測定装置における移動体受信部と電波発射源との位置関係の一例を示す図である。

【 図 6 】本発明に係る位置測定装置の移動体受信部 1 a , 1 b の一例の構成図である。

【 図 7 】本発明に係る位置測定装置の周波数差検出部 3 の一例の構成図である。

【 図 8 】本発明に係る位置測定装置で得られる位置曲線の計算の一例を示す図である。

【 図 9 】本発明に係る位置測定装置で得られる位置曲線の計算の他の一例を示す図である。

。

【 図 1 0 】本発明の第 3 実施形態の構成図である。

50

【図 1 1】本発明の第 4 実施形態の構成図である。

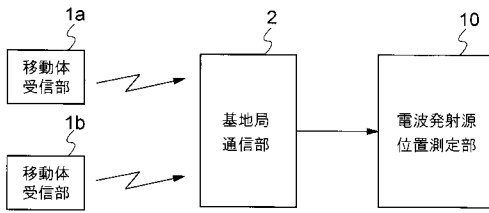
【図 1 2】本発明に関連する位置測定装置の一例の構成図である。

【符号の説明】

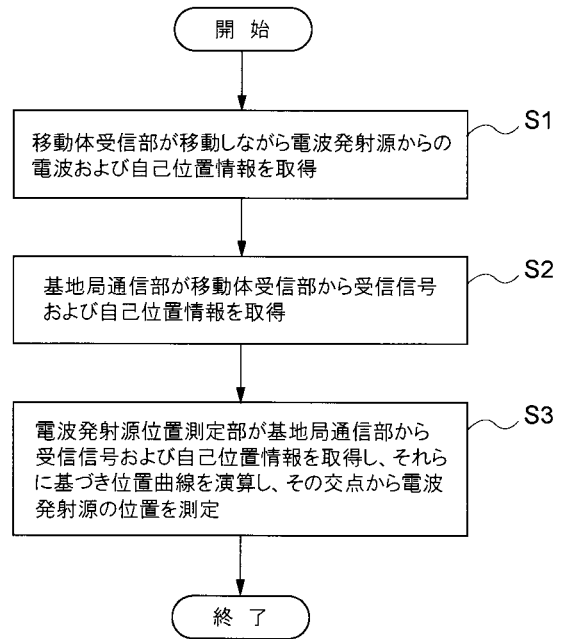
【 0 0 7 1 】

|               |            |    |
|---------------|------------|----|
| 1 a , 1 b     | 移動体受信部     |    |
| 2             | 基地局通信部     |    |
| 3             | 周波数差検出部    |    |
| 4             | 位置情報処理部    |    |
| 5             | 位置曲線演算部    |    |
| 6             | 発射源位置演算部   | 10 |
| 7             | 制御部        |    |
| 8             | プログラム格納部   |    |
| 1 0           | 電波発射源位置測定部 |    |
| 2 0           | 電波発射源      |    |
| 3 1           | 受信アンテナ     |    |
| 3 2           | 受信部        |    |
| 3 3           | 位置取得部      |    |
| 3 4           | 移動体通信部     |    |
| 4 1           | 乗算部        |    |
| 4 2           | 信号検出部      | 20 |
| 5 1 a , 5 1 b | F M 検波部    |    |
| 5 2           | 減算部        |    |
| 6 1 a , 6 1 b | I Q 検波部    |    |
| 6 2           | 共役演算部      |    |
| 6 3           | 乗算部        |    |
| 6 4           | 信号検出部      |    |

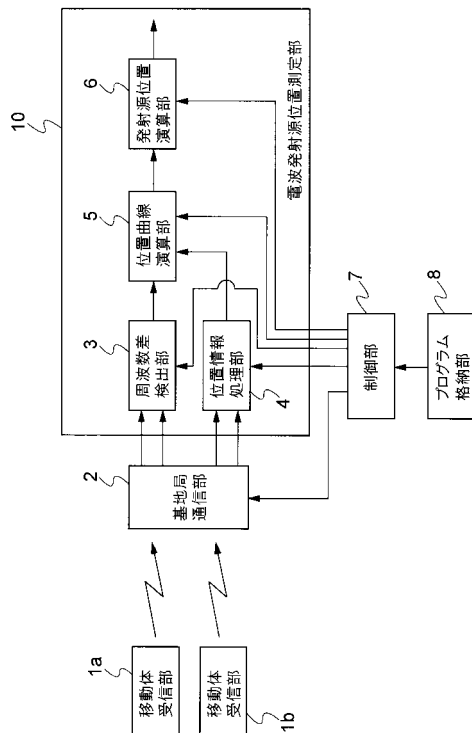
【図 1】



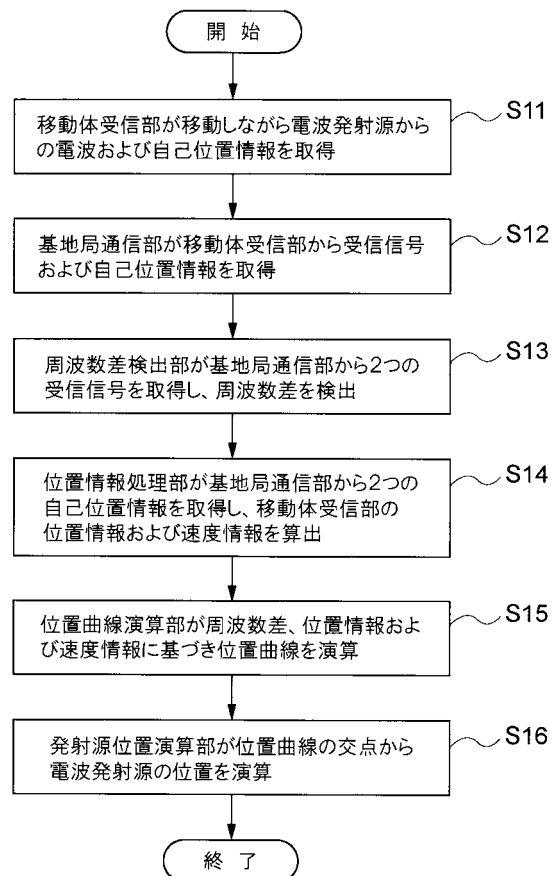
【図 2】



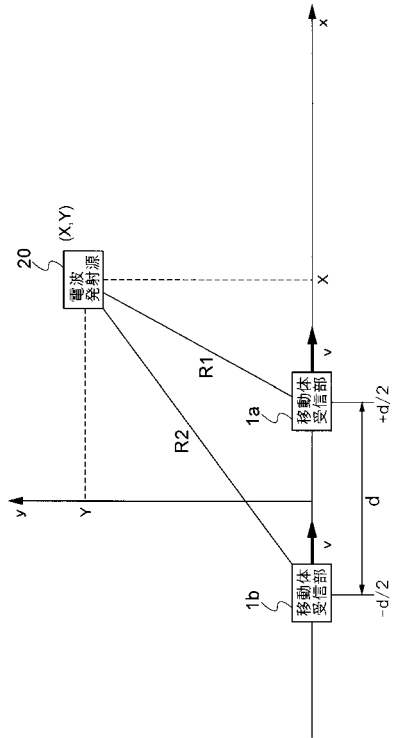
【図 3】



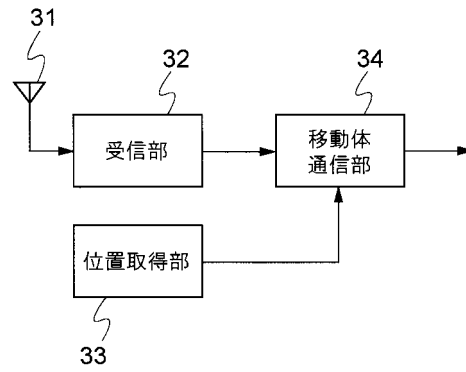
【図 4】



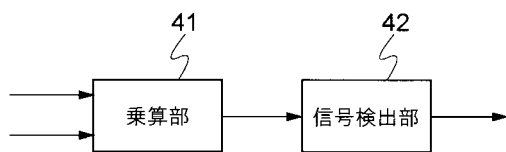
【図 5】



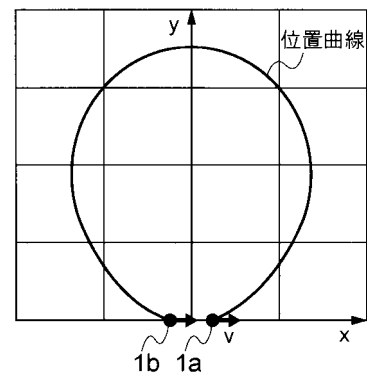
【図 6】



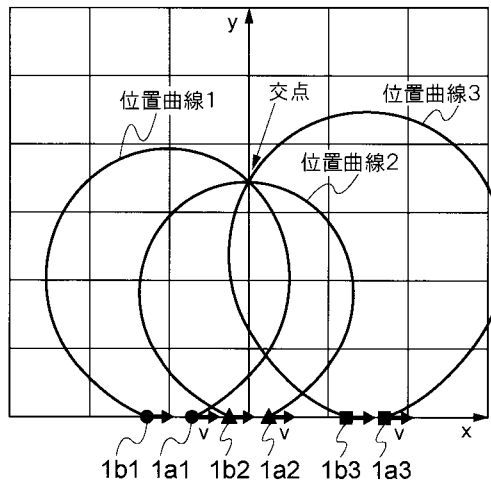
【図 7】



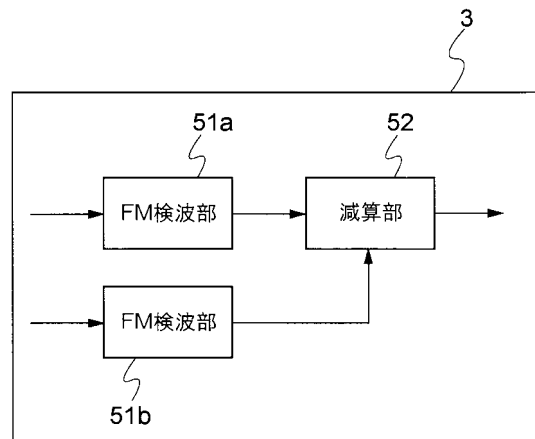
【図 8】



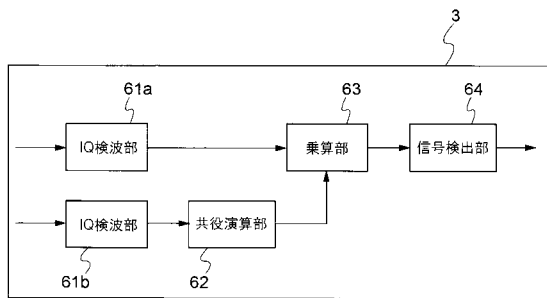
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

