

(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2006-153816

(P2006-153816A)

(43) 公開日 平成18年6月15日(2006.6.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO1S 5/14 (2006.01)</b>	GO1S 5/14	5J062
<b>GO1C 15/00 (2006.01)</b>	GO1C 15/00 1O1	
	GO1C 15/00 1O2C	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-348761 (P2004-348761)	(71) 出願人	000166247 古野電気株式会社 兵庫県西宮市芦原町9番52号
(22) 出願日	平成16年12月1日 (2004.12.1)	(74) 代理人	100084548 弁理士 小森 久夫
		(72) 発明者	戸田 裕行 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内
		(72) 発明者	林 孝二 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 定雄 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内

最終頁に続く

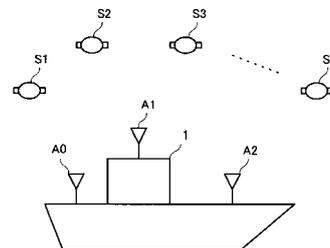
(54) 【発明の名称】 物体の方位および姿勢検出装置

(57) 【要約】

【課題】 フレームを用いて複数のアンテナをユニット化する必要がなく、複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった設置条件を無くし、さらに通常の運用状態で短時間のうちに起動して物体の方位および姿勢を求められるようにする。

【解決手段】 船舶1の所定位置にアンテナA0, A1, A2を設置した後の初期処理で、基準アンテナA0に対する他のアンテナA1, A2の相対位置をRTK法により求めるとともに、基準アンテナA0に対するアンテナA1, A2までの距離をアンテナの配置関係として求めて保存する。その後の通常処理では、RTKなどによる相対測位によりアンテナA0, A1, A2の相対位置関係を求め、この相対位置とアンテナの配置関係に基づいて船舶の方位角および姿勢角を算出する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、  
これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、

前記複数のアンテナの相対位置と前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係とに基づいて前記物体の方位角および姿勢角を算出する手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において、

前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離を前記アンテナの配置関係として求め、該アンテナの配置関係を保存するアンテナ配置関係設定手段を設けた物体の方位および姿勢検出装置。

10

## 【請求項 2】

物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、  
これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、

前記複数のアンテナの相対位置を前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係に基づいて前記物体の方位角および姿勢角を表す座標に変換する座標変換手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において、

前記複数のアンテナのうち 2 つのアンテナが成す方位と物体の方位とのずれを方位のオフセットとして計測または入力し、前記複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該アンテナの方位のオフセットおよび姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するアンテナ配置関係設定手段を設けた物体の方位および姿勢検出装置。

20

## 【請求項 3】

物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、  
これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、

前記複数のアンテナの相対位置を前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係に基づいて前記物体の方位角および姿勢角を表す座標に変換する座標変換手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において、

前記複数のアンテナのうち 2 つのアンテナが成す方位と物体の方位とが一致するようにアンテナを設置し、前記複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するアンテナ配置関係設定手段を設けた物体の方位および姿勢検出装置。

30

## 【請求項 4】

前記アンテナ配置関係設定手段は、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置をリアルタイムキネマティック法により求めるものである請求項 1、2 または 3 に記載の物体の方位および姿勢検出装置。

## 【請求項 5】

前記物体の姿勢が水平状態または準水平状態にあるとき、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記複数のアンテナが成す面の姿勢を算出し、該姿勢を前記アンテナの姿勢のオフセットとするアンテナ姿勢計測手段を設けた請求項 2 または 3 に記載の物体の方位および姿勢検出装置。

40

## 【請求項 6】

前記物体が水平状態を中心として動揺している状態で、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記複数のアンテナが成す面の姿勢を所定時間繰り返し算出し、該姿勢の平均値を前記アンテナの姿勢のオフセットとするアンテナ姿勢計測手段を設けた請求項 2 または 3 に記載の物体の方位および姿勢検出装置。

50

**【請求項 7】**

前記アンテナ姿勢計測手段は、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置をリアルタイムキネマティック法により求めるものである請求項 5 または 6 に記載の物体の方位および姿勢検出装置。

**【請求項 8】**

前記アンテナ配置関係設定手段は、前記アンテナの配置関係を算出した後、前記基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離が既定範囲内であるか否かに基づいて該算出結果の妥当性を検証する請求項 1 または 4 に記載の物体の方位および姿勢検出装置。

**【請求項 9】**

前記アンテナ配置関係設定手段は、前記アンテナの配置関係を算出した後、前記複数のアンテナの配置関係が既定範囲内であるか否かに基づいて該算出結果の妥当性を検証する請求項 2 ~ 7 のうちいずれかに記載の物体の方位および姿勢検出装置。

10

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、航空機や船舶等の移動体や、海上浮揚構造体、超高層建築物等の大型構造体など、姿勢が変化する物体の方位および姿勢を検出する装置に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来、複数の測位用衛星からの電波を移動体の所定位置に配置した複数のアンテナで受信し、そのキャリア位相を測定して、アンテナの相対測位を行うことによって、移動体の方位および姿勢を検出するようにした装置がコンパスとして用いられている（たとえば、非特許文献 1 参照）。

20

**【0003】**

従来、このように複数のアンテナ間の相対測位を行うために、アンテナ間の配置関係が既知であることを利用している。そのため、複数のアンテナを既知の配置関係で取り付けるためのフレームを用い、このフレームにアンテナを取り付けたユニットを移動体の所定位置に、移動体に対して予め定めた関係で取り付けている。例えば上記フレームに 3 つのアンテナが正三角形をなすように取り付け、その 3 つのアンテナが成す平面が、移動体の姿勢が水平であるときに水平となるように、すなわちその 3 つのアンテナが成す平面と移動体の水平面とが平行になるように取り付けている。

30

**【非特許文献 1】** “GPS 電波” で真方位を検出 高精度でメンテナンスフリー！船舶用サテライトコンパスを開発、[ 2004 年 12 月 1 日検索 ] インターネット <URL: <http://www.furuno.co.jp/news/sateraito.html>>

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところが、このような従来 of 物体の方位および姿勢検出装置では、複数のアンテナを一定間隔を保って取り付けるとともにそれらを一体化するために大きなフレームが必要となり、物体に対する取付方法の自由度が低いという問題があった。また、各アンテナを物体の所定位置に個別に取り付けると、上記フレームは不要であるが、物体に対する各アンテナの配置関係を事前に実測しておく必要がある。しかし船舶などの移動体の場合、各アンテナ間の距離をメジャーなどで正確に計測することは現実には非常に困難である。

40

**【0005】**

物体の任意の位置に複数のアンテナを配置した場合に、リアルタイムキネマティック (RTK) などの手法を用いることによって、各アンテナ間の配置関係を算出することは可能であるが、その算出までに 15 分 ~ 1 時間程度の長時間を要する。また、この場合でも複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった設置条件が生じてしまう。

**【0006】**

そこで、この発明の目的は、上述の問題を解消して、フレームを用いて複数のアンテナ

50

をユニット化する必要がなく、複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった設置条件を無くし、さらに通常の運用状態で短時間のうちに起動して物体の方位および姿勢を求められるようにした物体の方位および姿勢検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) この発明の物体の方位・姿勢検出装置は、物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、前記複数のアンテナの相対位置と前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係とに基づいて前記物体の方位角および姿勢角を算出する手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において

10

、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離を前記アンテナの配置関係として求め、該アンテナの配置関係を保存するアンテナ配置関係設定手段を設けたことを特徴としている。

【0008】

(2) また、この発明の物体の方位・姿勢検出装置は、物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、前記複数のアンテナの相対位置を前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係に基づいて前記物体の方位角および姿勢角を表す座標に変換する座標変換手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において、

20

前記複数のアンテナのうち2つのアンテナが成す方位と物体の方位とのずれを方位のオフセットとして計測または入力し、前記複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該アンテナの方位のオフセットおよび姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するアンテナ配置関係設定手段を設けたことを特徴としている。

【0009】

(3) また、この発明の物体の方位・姿勢検出装置は、物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナと、これら複数のアンテナで複数の測位用衛星からの電波をそれぞれ受信して、前記複数のアンテナの相対位置を測位するアンテナ相対測位手段と、前記複数のアンテナの相対位置を前記物体に対する前記複数のアンテナの配置関係に基づいて前記物体の方位角および姿勢角を表す座標に変換する座標変換手段と、を有する物体の方位・姿勢検出装置において、

30

前記複数のアンテナのうち2つのアンテナが成す方位と物体の方位とが一致するようにアンテナを設置し、前記複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するアンテナ配置関係設定手段を設けたことを特徴としている。

【0010】

(4) 前記アンテナ配置関係設定手段は、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を例えばリアルタイムキネマティック法により求める。

40

【0011】

(5) また、この発明の物体の方位・姿勢検出装置は、前記物体の姿勢が水平状態または準水平状態にあるとき、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記複数のアンテナが成す面の姿勢を算出し、該姿勢を前記アンテナの姿勢のオフセットとするアンテナ姿勢計測手段を備える。

【0012】

(6) また、この発明の物体の方位・姿勢検出装置は、前記物体が水平状態を中心として動揺している状態で、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記複数のアンテナが成す面の姿勢を所定時間繰り返し

50

算出し、該姿勢の平均値を前記アンテナの姿勢のオフセットとするアンテナ姿勢計測手段を備える。

【0013】

(7) 前記アンテナ姿勢計測手段は、前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を例えばリアルタイムキネマティック法により求める。

【0014】

(8) 前記アンテナ配置関係設定手段は、例えば前記アンテナの配置関係を算出した後、前記基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離が既定範囲内であるか否かに基づいてその算出結果の妥当性を検証する。

【0015】

(9) 前記アンテナ配置関係設定手段は、例えば前記複数のアンテナの配置関係が既定範囲内であるか否かに基づいてその算出結果の妥当性を検証する。

【発明の効果】

【0016】

(1) 物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を求めるとともに、前記基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離を前記アンテナの配置関係として求めるようにしたので、複数のアンテナを物体上のそれぞれ異なる位置に配置すればよく、従来のフレームを用いることによる制約がなくなる。また、複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった設置条件も不要となる。さらに、このように一旦アンテナ配置関係を保存した後はアンテナ間の配置関係が既知であることを利用できるため、アンテナ配置関係を保存した後は、物体の方位および姿勢を短時間（例えば5分以上）で算出できることになる。

【0017】

(2) 物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナのうち2つのアンテナが成す方位と物体の方位とのずれを方位のオフセットとして計測または入力し、これらの複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該アンテナの方位のオフセットおよび姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するようにしたので、複数のアンテナを物体上のそれぞれ異なる位置に配置すればよく、上記(1)の場合と同様に、フレームを用いることによる制約や、複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった条件も不要となる。さらに、このように一旦アンテナ配置関係を保存した後はアンテナ間の配置関係が既知であることを利用できるため、アンテナ配置関係を保存した後は、物体の方位および姿勢を短時間で算出できることになる。

【0018】

(3) 物体上のそれぞれ異なる位置に配置した複数のアンテナのうち2つのアンテナが成す方位と物体の方位とが一致するようにアンテナを設置し、これらの複数のアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれを姿勢のオフセットとして計測または入力し、該姿勢のオフセットを前記アンテナの配置関係として保存するようにしたので、複数のアンテナを物体上のそれぞれ異なる位置に配置すればよく、上記(1)の場合と同様に、フレームを用いることによる制約や、複数のアンテナを水平面上に設置しなければならないといった条件も不要となる。さらに、このように一旦アンテナ配置関係を保存した後はアンテナ間の配置関係が既知であることを利用できるため、アンテナ配置関係を保存した後は、物体の方位および姿勢を短時間で算出できることになる。

【0019】

(4) 前記アンテナ配置関係設定手段による前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置は、測量などで用いられるレーザ測量技術によってアンテナ間の距離や傾きを測定するという方法や、複数のアンテナを近接して設置した場合には、アンテナ間の距離をメジャー等で実測し、複数のアンテナにまたがるように板等を載せて、その板等の姿勢を姿勢センサ等で計測するという方法で求めることができるが、特にリアルタイムキネマティック法により求めることによって、相対測位に必要な時間だ

10

20

30

40

50

け単に受信すれば、基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を自動的に求めることができ、利用者の取扱が容易となる。

【0020】

(5) 物体の姿勢が水平状態または準水平状態にある時、複数のアンテナが成す面の姿勢を算出し、その姿勢をアンテナの姿勢オフセットとして求めることにより、物体に対するアンテナの姿勢のオフセットを自動的に計測でき、傾斜計などの他のセンサを用いることなく簡便に利用できるようになる。

【0021】

(6) 物体が水平状態を中心として動揺している状態で、複数のアンテナの相対位置を求めて、複数のアンテナが成す面の姿勢を平均化してアンテナの姿勢オフセットを求めるようにしたことにより、物体に対するアンテナの姿勢のオフセットを自動的に計測でき、この場合も傾斜計などの他のセンサを用いることなく簡便に利用できるようになる。

10

【0022】

(7) 前記アンテナ姿勢計測手段による前記複数のアンテナのうち基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置をリアルタイムキネマティック法により求めることによつて、相対測位に必要な時間だけ単に受信すれば、基準とするアンテナに対する他のアンテナの相対位置を自動的に求めることができ、利用者の取扱が容易となる。

【0023】

(8) 前記アンテナ配置関係設定手段によりアンテナの配置関係を算出した後、基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離が既定範囲内であるか否かに基づいてその算出結果の妥当性を検証するようにしたことにより、複数のアンテナの配置条件をアンテナ間の距離で既定した場合にその検証が容易となる。また、誤ってアンテナの配置関係が求められることや、誤った入力が発見でき、方位や姿勢の誤った出力が防止できる。

20

【0024】

(9) 前記アンテナ配置関係設定手段によりアンテナの配置関係を算出した後、基準とするアンテナに対する他のアンテナまでの距離が既定範囲内であるか否かによって上記妥当性の検証を行うことにより、複数のアンテナの配置関係でその配置を既定している場合に容易に検証可能となる。また、誤ってアンテナの配置関係が求められたり、誤って入力されたりすることが発見でき、方位や姿勢の誤った出力が防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0025】

この発明の実施形態に係る物体の方位および姿勢検出装置について各図を参照して説明する。

図1は船舶の方位および姿勢を検出する場合に、その船舶に対するアンテナの配置例を示している。この例では、船舶1に3つのアンテナA0, A1, A2をそれぞれ所定位置に配置している。これらのアンテナA0, A1, A2はそれぞれ複数のGPS衛星S1, S2, S3, ……Snからの電波を受信する。

【0026】

船舶1の船首方位(方位角)、姿勢(ロール角, ピッチ角)をそれぞれ検出するためには、これら3つのアンテナA0, A1, A2は次の条件を満たすように設置する必要がある。

40

【0027】

(1) 3つのアンテナA0, A1, A2を一直線上に配置しない。

【0028】

(2) 3つのアンテナA0, A1, A2のうち2つのアンテナが向く方向を鉛直方向にしない。

【0029】

なお、ここでアンテナA0を基準アンテナとし、この基準アンテナA0から他のアンテナA1へのベクトルの水平成分の方向は船首方向に一致させることが望ましい。一致していない場合には、このA0 A1ベクトルの船首方位からのずれをアンテナの方位オフセ

50

ットとして入力する。

上記条件させ満足すれば3つのアンテナA0, A1, A2をどのような関係で配置してもよい。但し、3つのアンテナのうち2つのアンテナが成す方位と船体の方位とが一致するようにアンテナを配置すれば、上記アンテナの方位オフセットは0である。

【0030】

図2は、上記3つのアンテナA0, A1, A2の相対位置を船体に対するアンテナの配置関係に基づいて船体の方位角および姿勢角を表す座標に変換する際に用いる3つの座標系について示している。ここで(A)はローカル座標系、(B)はアンテナ座標系、(C)は船体座標系である。

【0031】

ローカル座標系は(A)に示すように、基準アンテナ(第1のアンテナ)A0の位置を原点として北方向をx軸にとり、東方向をy軸にとり、鉛直方向をz軸にとる。

【0032】

アンテナ座標系は(B)に示すように、基準アンテナA0の位置を原点として、基準アンテナA0から第2のアンテナA1への方向をx軸にとり、このx軸と第3のアンテナA2を含む平面上でx軸に直交する方向をy軸にとり、x軸, y軸にそれぞれ直交する方向をz軸にとる。

【0033】

船体座標系は(C)に示すように、基準アンテナA0の位置を原点として、船首方向をx軸にとり、船体に平行な平面上でx軸に直交する方向をy軸にとり、x軸, y軸にそれぞれ直交する方向をz軸にとる。

【0034】

図3は装置のブロック図である。ここでGPSアンテナ10は既に示した3つのアンテナA0, A1, A2からなる。GPS受信機20はアンテナA0, A1, A2からの信号を入力して、それぞれのアンテナ位置、キャリア位相、および衛星位置情報を演算し、方位・姿勢角演算処理部30へ出力する。

【0035】

方位・姿勢角演算処理部30において、演算処理フラグ31は、この装置の利用者の入力操作によって切り替えられる状態を記憶するものである。すなわちアンテナA0, A1, A2の設置後、最初に一度だけ行う処理として、後述するようにアンテナの配置関係設定処理を行い、それ以降は基線ベクトル演算を行う。この演算処理フラグ31はアンテナの配置関係演算を行う状態(初期モード)であるか、基線ベクトル演算を行う状態(通常モード)であるかを表すものである。

【0036】

位相差演算部32は、GPS受信機20によって求められた各アンテナA0, A1, A2位置での各衛星についての受信信号の基準アンテナA0に対するA1, A2でのキャリア位相の位相差を求める。衛星計画部33は、GPS受信機20が捕捉した複数の衛星のうちどの衛星を用いて基線ベクトル演算を行うかを決定する。

【0037】

配置関係演算部34は、上記演算処理フラグ31が上記初期モード(アンテナの配置関係演算を行うべき状態)である時、船体に対するアンテナの配置関係を求め、それを配置関係保存部35に保存する。

【0038】

上記配置関係演算部34と配置関係保存部35とがこの発明に係るアンテナ配置関係設定手段に相当する。アンテナの配置関係としては、次の3つの情報を保存する。

【0039】

- (a) 基準アンテナと他の2つのアンテナ間のそれぞれの基線長
- (b) 3つアンテナのうち基準アンテナと他の1つのアンテナとの成す方位と物体の方位とのずれであるアンテナ方位オフセット
- (c) 3つのアンテナが成す面の姿勢と物体の姿勢とのずれであるアンテナの姿勢オフ

10

20

30

40

50

## セット

後述するように、配置関係演算部 3 4 によって基準アンテナに対する他のアンテナの配置関係を求め、配置関係保存部 3 5 によって、基準アンテナに対する他のアンテナの配置関係を一旦保存した後は、配置関係演算部の役割は終了するので、配置関係演算部 3 4 はその他の装置とは別の装置として構成しておく。すなわち、配置関係演算部 3 4 以外は所謂サテライトコンパスとして構成しておき、そのサテライトコンパスが用いるアンテナ A 0, A 1, A 2 を適宜配置して、配置関係演算部 3 4 が基準アンテナ A 0 に対する他のアンテナ A 1, A 2 の配置関係を求めた後は、サテライトコンパスから配置関係演算部 3 4 を取り外して運用する。

## 【 0 0 4 0 】

基線ベクトル演算部 3 6 は、演算処理フラグ 3 1 が通常モード（基線ベクトル演算を行うべき状態）である時、位相差演算部 3 2 で求められたキャリア位相の位相差と衛星情報（軌道情報と時刻）および受信点の位置を基に、基準アンテナ A 0 から第 2 のアンテナ A 1 方向への基線ベクトルと、基準アンテナ A 0 から第 3 のアンテナ A 2 方向への基線ベクトルをそれぞれ求める。

## 【 0 0 4 1 】

方位・姿勢角演算部 3 7 は後述する方法により、配置関係保存部 3 5 に保存された、船体に対するアンテナの配置関係と、基線ベクトル演算部 3 6 で求められた基線ベクトルとに基づいて船体の方位角と姿勢角を求め、これらを出力する。

## 【 0 0 4 2 】

図 4・図 5 は上記演算処理フラグが「初期モード」である時の処理手順を示すフローチャートである。3 つのアンテナを船体に設置した後、図 4 に示すように、まずアンテナの方位オフセットを計測し、これを保存する（S 1 0 0）。これは、基準アンテナ A 0 から第 2 のアンテナ A 1 方向への方位が船首方位からどれだけずれているか、すなわち船体上の船首方向とアンテナ A 0 - A 1 間の直線とのなす方位角である。なお、図 2 の（C）に示した例は方位オフセットが 0 の例である。

## 【 0 0 4 3 】

続いてリアルタイムキネマティック法によりアンテナの相対測位を行い、アンテナ A 0 - A 1 間の基線長、アンテナ A 0 - A 2 間の基線長、およびアンテナの姿勢オフセットを求め、これらを保存する（S 1 1 0）。その後、上記演算処理フラグ 3 1 を「通常モード」にする。

## 【 0 0 4 4 】

上記アンテナの方位オフセットを求める他の方法は次のとおりである。

（a）他の方位センサ（ジャイロコンパスや磁気センサなど）を用い、方位センサが出力する方位と 2 つのアンテナが成す方位との差から方位オフセットを求める。

（b）2 つのアンテナが成す方位と物体の方位が一致するようにアンテナを設置し、方位オフセットを 0 とする。もしくは、2 つのアンテナが成す方位と物体の方位とのずれが分かり易い値（例えば 90°）となるようにアンテナを設置し、その値（例えば 90°）を方位オフセットとする。

（c）船体の図面などを用い、2 つのアンテナが成す方向と船首方向とのずれから方位のずれを計算し、これを方位オフセットとする。

## 【 0 0 4 5 】

図 5 は図 4 のステップ S 1 1 0 の処理手順を示すフローチャートである。まず、RTK 測位によって、アンテナ A 0, A 1 の組と、A 0, A 2 の組について、アンテナ間でのキャリア位相の 2 重差を観測し、その整数バイアスをそれぞれ決定して、A 0 - A 1 間の基線ベクトルおよび A 0 - A 2 間の基線ベクトルをそれぞれ算出する（S 1 1 1）。この基線ベクトルを求めるためには、通常 15 分～1 時間程度の時間を要する。

## 【 0 0 4 6 】

このように整数バイアスが決定できて一旦基線ベクトルが計算できれば、後は短時間周期で、変動する基線ベクトルの計算が可能となる。そこで、所定の設定回数だけ基線ベク

10

20

30

40

50

トルの計算 ( S 1 1 2 )、基線長の計算 ( S 1 1 3 ) および姿勢オフセットの計算 ( S 1 1 4 ) を繰り返し行う。

【 0 0 4 7 】

ここで「基線長」とは、基線ベクトルの長さである。また「姿勢オフセット」とは、水平面に対するアンテナの姿勢 ( 3 つのアンテナが成す面の姿勢 ) である。

【 0 0 4 8 】

通常、船体の姿勢がまだ不明である状態で姿勢オフセットを算出しなければならない。そこで、船体が水平状態にあること、または船体が水平状態を中心として動揺して、平均的には水平状態と見なせるものと仮定して上記姿勢オフセットを計算する。具体的には、船体の停泊中にアンテナの姿勢を求め、その姿勢の符号を反転したものを姿勢オフセットとする。

10

【 0 0 4 9 】

このようにして、予め設定した回数だけ基線ベクトル、基線長および姿勢オフセットを計算した後、基線長および姿勢オフセットの平均値を求める ( S 1 1 5 S 1 1 6 )。このように平均値を求めることによって、基線長および姿勢オフセットの算出精度を向上させる。

【 0 0 5 0 】

その後、基線長および姿勢オフセットの妥当性をチェックする ( S 1 1 7 )。この妥当性のチェック ( 検証 ) は次のような事項について行う。

【 0 0 5 1 】

( 1 ) 計算によって求めた基線長が、予め規定したアンテナ間の距離範囲内にあるか否かを判定する。例えば 3 つのアンテナ A 0 , A 1 , A 2 のそれぞれの間隔を 0 . 5 m 以上 5 m 以下の関係となるように設置することを、この装置の仕様として定めておけば、上記計算によって求めた基線長が 0 . 5 m ~ 5 m の範囲内であれば妥当であると見なし、この範囲外であれば基線長の演算にミスがあったものとして扱う。

20

【 0 0 5 2 】

( 2 ) 3 つのアンテナ A 0 , A 1 , A 2 が一直線上に配置されていないか否かを判定する。これは、3 つのアンテナを一直線上に配置しないことを条件に定めたことを利用するものである。具体的には、アンテナ A 1 から基線 A 0 - A 2 への垂線の長さが予め設定した値 ( 例えば 0 . 5 m ) 以上であれば妥当と見なす。その他の方法として、2 つの基線のなす角度が予め設定した値 ( 例えば 1 0 ° ) 以上であれば妥当と見なす。

30

【 0 0 5 3 】

( 3 ) 3 つのアンテナのうち 2 つのアンテナの配置関係が鉛直関係となっていないか否かを判定する。これはアンテナの配置条件を利用するものである。具体的には基線ベクトルの水平成分の長さが予め設定した値 ( 例えば 0 . 5 m ) 以上であれば妥当と見なす。他の方法として姿勢オフセットが予め設定した値 ( 例えば  $\pm 8 5 ^\circ$  ) 以内であれば妥当と見なす。

【 0 0 5 4 】

このような判定によって、基線長と姿勢オフセットの計算結果が妥当であるものと見なした場合には、その基線長と姿勢オフセットを保存する ( S 1 1 8 S 1 1 9 )。その他の場合にはエラーメッセージを表示し、R T K 法による基線ベクトルの計算をやり直す旨の表示を行う ( S 1 2 0 )。

40

【 0 0 5 5 】

なお、アンテナの姿勢オフセットを求める他の方法は次のとおりである。

( a ) 他の姿勢センサを用いて船体の姿勢を検出し、アンテナの姿勢と船体の姿勢とのずれを求め、これをアンテナの姿勢オフセットとする。

【 0 0 5 6 】

( b ) 船体の図面などを用い、3 つのアンテナが成す面と船体が成す面とのずれから姿勢のずれを計算し、これをアンテナの姿勢オフセットとする。

【 0 0 5 7 】

50

図6・図7は上記演算処理フラグ31が「通常モード」である時の処理手順を示すフローチャートである。まずRTK法によりアンテナ間の基線ベクトルを求める(S200)。続いてアンテナ座標系からローカル座標系への座標変換オペレータ $C_a^n$ を求める(S210)。また、アンテナの姿勢オフセットを用いて、船体座標系からローカル座標系への座標変換オペレータ $C_b^n$ を求める(S220)。さらにこの変換オペレータ $C_b^n$ を用いて船体の方位角と姿勢角を算出する(S230)。

【0058】

具体的には次の手順で船体の方位角と姿勢角を算出する。

まず、アンテナ座標系からローカル座標系への座標変換オペレータ $C_a^n$ を次の関係で求める。

【0059】

【数1】

$$\begin{bmatrix} L_1^n & L_2^n & L_3^n \end{bmatrix} = C_a^n \begin{bmatrix} L_1^a & L_2^a & L_3^a \end{bmatrix} \quad \dots(1)$$

【0060】

ただし、

【0061】

【数1-1】

$L_1^n = (x_1^n \ y_1^n \ z_1^n)^T$  : 第1アンテナから第2アンテナへの基線ベクトル

$L_2^n = (x_2^n \ y_2^n \ z_2^n)^T$  : 第1アンテナから第3アンテナへの基線ベクトル

$L_3^n = (x_3^n \ y_3^n \ z_3^n)^T$  :  $L_1^n$ と $L_2^n$ の外積

$L_1^a = (x_1^a \ y_1^a \ z_1^a)^T = (d_1 \ 0 \ 0)^T$

$L_2^a = (x_2^a \ y_2^a \ z_2^a)^T = (d_2 \cos \gamma \ d_2 \sin \gamma \ 0)^T, \gamma = \cos^{-1} \left[ \frac{d_3^2 - d_1^2 - d_2^2}{2d_1 d_2} \right]$

$L_3^a = (x_3^a \ y_3^a \ z_3^a)^T$  :  $L_1^a$ と $L_2^a$ の外積

$d_1$  : 第1アンテナと第2アンテナの間の基線長

$d_2$  : 第1アンテナと第3アンテナの間の基線長

$d_3$  : 第2アンテナと第3アンテナの間の基線長

$\gamma$  :  $L_1^a$ と $L_2^a$ の間の角度

【0062】

尚、 $L_1^n$ 、 $L_2^n$ は、図3の基線ベクトル演算部で算出した基線ベクトルにあたる。 $L_1^a$ 、 $L_2^a$ は、図3の配置関係演算部で算出した基線長より求まる。

【0063】

次に、姿勢オフセット(配置関係演算部の算出結果)を用いて、船体座標系からローカル座標系への座標変換オペレータ $C_b^n$ を求める。

【0064】

【数2】

$$C_b^n = C_a^n C_b^a, \quad C_b^a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_o & -\sin \phi_o \\ 0 & \sin \phi_o & \cos \phi_o \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta_o & 0 & \sin \theta_o \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta_o & 0 & \cos \theta_o \end{pmatrix} \quad \dots(2)$$

【0065】

ただし、 $\phi_o$ はロール角オフセット、 $\theta_o$ はピッチ角オフセットである。

【0066】

尚、方位オフセットが存在する場合には、以下の式によって船体座標系からローカル座標系への座標変換オペレータ $C_b^n$ を求める。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

【 数 3 】

$$C_b^n = C_a^n C_b^a$$

$$C_b^a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_o & -\sin \phi_o \\ 0 & \sin \phi_o & \cos \phi_o \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta_o & 0 & \sin \theta_o \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta_o & 0 & \cos \theta_o \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \psi_o & -\sin \psi_o & 0 \\ \sin \psi_o & \cos \psi_o & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots(3)$$

【 0 0 6 8 】

ただし、 $\phi_o$  はロール角オフセット、 $\theta_o$  はピッチ角オフセット、 $\psi_o$  は方位角オフセットである。

10

【 0 0 6 9 】

方位オフセットは、既に述べたように、第1アンテナから第2アンテナへのベクトルの水平成分の方向と船首方向とを一致させていない場合に、ユーザーによって手入力される値である。この方位オフセットの設定は、例えばこの装置で求めた方位角と他の方位センサで求めた方位角との差を求め、その値を入力することで行う。または、船首尾線とアンテナ A0 - A1 基線の水平面投影線との成す角度を計測し、その値を入力することで行う。

【 0 0 7 0 】

最後に、座標変換オペレータ  $C_b^n$  からロール角、ピッチ角、方位角をそれぞれ次の式で算出する。

20

【 0 0 7 1 】

【 数 4 】

$$C_b^n = \begin{pmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \theta & -\sin \psi \cos \phi + \cos \psi \sin \theta \sin \phi & \sin \psi \sin \phi + \cos \psi \sin \theta \cos \phi \\ \sin \psi \cos \theta & \cos \psi \cos \phi + \sin \psi \sin \theta \sin \phi & -\cos \psi \sin \phi + \sin \psi \sin \theta \cos \phi \\ -\sin \theta & \cos \theta \sin \phi & \cos \theta \cos \phi \end{pmatrix} \quad \dots(4)$$

30

【 0 0 7 2 】

【 数 5 】

$$\phi = \tan^{-1} \left[ \frac{C_b^n(3,2)}{C_b^n(3,3)} \right] \quad \dots(5)$$

【 0 0 7 3 】

【 数 6 】

$$\theta = -\sin^{-1} [C_b^n(3,1)] \quad \dots(6)$$

40

【 0 0 7 4 】

【 数 7 】

$$\psi = \tan^{-1} \left[ \frac{C_b^n(2,1)}{C_b^n(1,1)} \right] \quad \dots(7)$$

【 0 0 7 5 】

図7は図6のステップS200の処理内容を示すフローチャートである。まず電源投入直後などで捕捉し始めた衛星や、新たに視野内に入って捕捉し始めた衛星について、そのキャリア位相の整数バイアスがまだ決定されていなければ、その決定を行うために、複数の整数バイアス候補点を作成する(S201 S202)。この時、2重位相差を求める

50

2つのアンテナの配置関係は既に求まっているので、その配置関係を利用する。このアンテナの配置関係は基線長および/またはアンテナの姿勢オフセット(船体が水平状態であるときのアンテナの姿勢)とする。これにより候補点の数を初めから削減でき、演算処理量が大幅に削減できる。

【0076】

続いて各整数バイアス候補点の検定を行う(S203)。この検定の際にも、アンテナの配置関係を利用する。すなわち、基線長および/またはアンテナの姿勢が、既に求めた基線長および/またはアンテナの姿勢角に対して所定範囲内に収まる1つの候補点を最終的に整数バイアスとして決定する。

【0077】

このように整数バイアスを決定した後は、その整数バイアスを含めたキャリア位相の二重位相差から、基準アンテナA0に対する残る2つのアンテナ間の基線ベクトルをそれぞれ求める(S204)。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】この発明の実施形態に係る物体の方位および姿勢検出装置の船舶に適用した例を示す図である。

【図2】方位および姿勢検出に用いる3つの座標系を示す図である。

【図3】同装置の構成を示すブロック図である。

【図4】物体にアンテナを設置した後に最初に行う初期処理の手順を示すフローチャートである。 20

【図5】図4のステップS110の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】初期処理終了後の通常処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】図6のステップS200の処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0079】

1 - 船舶(物体)

A0、A1、A2 - アンテナ

S1 ~ Sn - GPS衛星(測位用衛星)

10 - GPSアンテナ

20 - GPS受信機

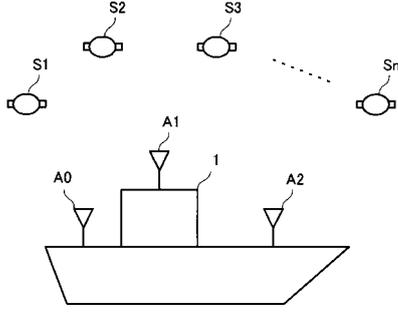
30 - 方位・姿勢角演算処理部

10

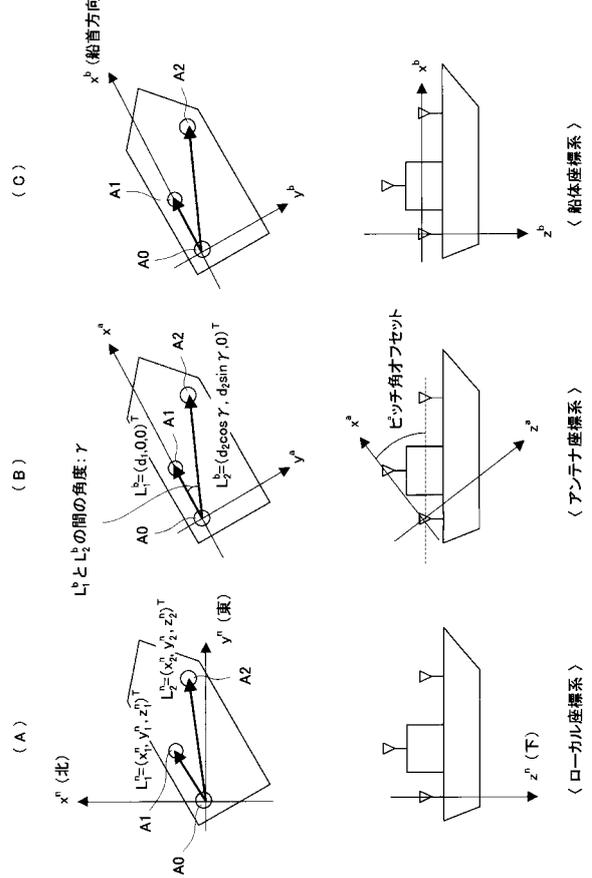
20

30

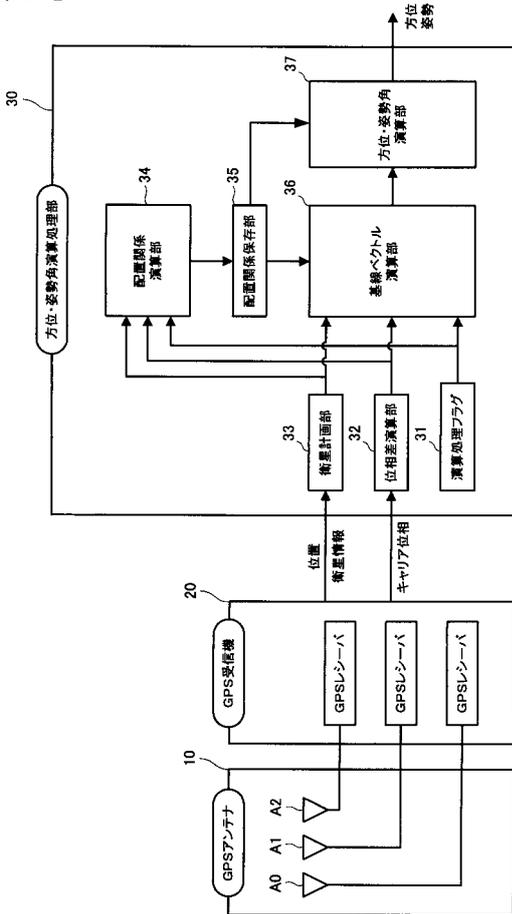
【図 1】



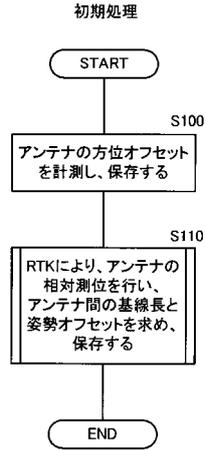
【図 2】



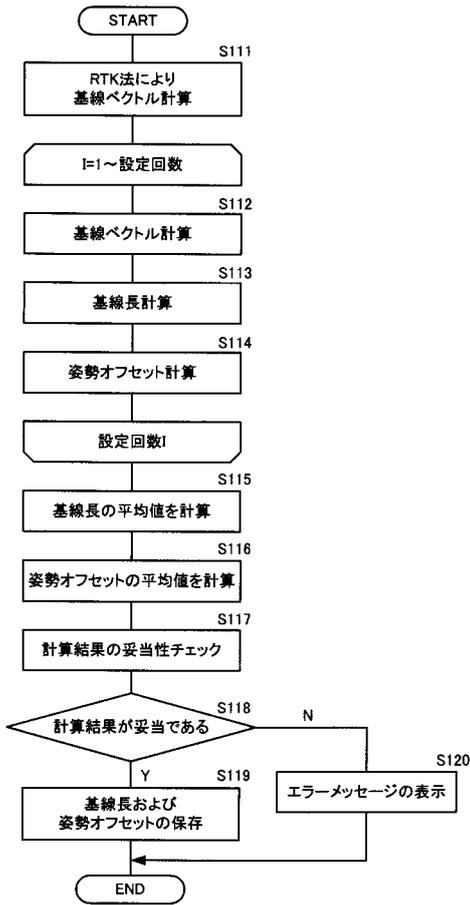
【図 3】



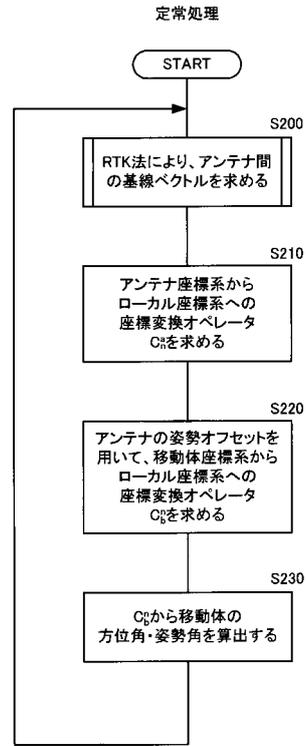
【図 4】



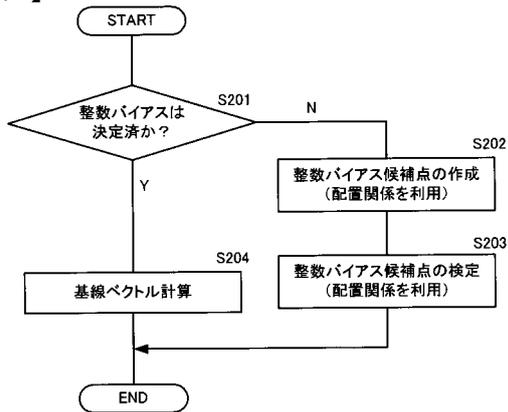
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 和田 秀二

兵庫県西宮市芦原町9番52号

古野電気株式会社内

(72)発明者 福田 優

兵庫県西宮市芦原町9番52号

古野電気株式会社内

Fターム(参考) 5J062 AA11 BB02 BB03 BB08 CC07 DD21 EE04 GG02