(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101344585 B
(45)授权公告日 2011.12.14

(21)申请号 200810130322.2

(22)申请日 2008.07.11

(30)优先权数据
2007-184883 2007.07.13 JP

(73)专利权人 株式会社 NTT 都科摩
地址 日本东京都

(72)发明人 沈纪恽 小田恭弘 泷石浩生

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 黄纶伟

(51)Int.Cl.
G01S 5/14(2006.01)

(56)对比文件
CN 1238868 A,1999.12.15, 全文.
CN 1306619 A,2001.08.01, 全文.
US 2003/0162552 A1,2003.08.28, 全文.
CN 1902954 A,2007.01.24, 全文.
CN 1804653 A,2006.07.19, 全文.

审查员 崔德邦

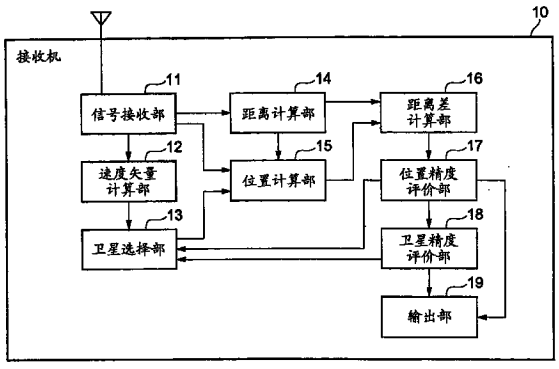
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 14 页

(54)发明名称

测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法

(57)摘要

本发明提供测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法和测位程序，能够高精度地估计来自信号发生源的信号的发送时刻，根据该估计高精度地测定接收机的位置。接收机 (10) 具有：速度矢量计算部 (12)，根据从多个 GPS 卫星 (20) 发送的多个信号计算各 GPS 卫星的速度矢量；卫星选择部 (13)，由多个速度矢量生成速度矢量的集合，根据该集合，从多个 GPS 卫星中选择多个 GPS 卫星；位置计算部 (15)，根据来自所选择的 GPS 卫星的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按每个该时刻计算接收机 (10) 的位置；位置精度评价单元 (17)，评价所计算的接收机 (10) 的多个位置的精度，从与该多个位置对应的多个时刻中设定一时刻作为发送时刻，将与该一个发送时刻对应的接收机 (10) 的位置设定为估计位置。



CN 101344585 B

1. 一种测位系统，其估计接收机的位置，其特征在于，该测位系统具有：

速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择单元，其从所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算所述速度矢量的集合的矢量和，并根据所计算出的矢量和从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算单元，其根据从所述信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定单元，其评价由所述位置计算单元所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定单元，其将与所述发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

2. 根据权利要求 1 所述的测位系统，其特征在于，

所述信号发送源选择单元生成由所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量构成的集合，并且在所生成的速度矢量的集合的矢量和的大小小于等于预定的阈值的情况下，所述信号发送源选择单元选择与该多个速度矢量对应的多个信号发送源。

3. 根据权利要求 1 所述的测位系统，其特征在于，

所述信号发送源选择单元生成多个所述集合，并针对所生成多个集合分别计算矢量和，选择与构成所计算出的多个矢量和中最小矢量和的速度矢量对应的所述信号发送源，其中，所述集合是由个数少于所述速度矢量计算单元所计算出的速度矢量的个数的速度矢量构成。

4. 一种测位系统，其估计接收机的位置，其特征在于，该测位系统具有：

速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择单元，其从所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算表示构成所述集合的速度矢量的偏差的值，并根据所计算出的值从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算单元，其根据从所述信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定单元，其评价由所述位置计算单元所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定单元，其将与所述发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

5. 根据权利要求 4 所述的测位系统，其特征在于，

所述信号发送源选择单元生成由所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量构成的集合，并且在表示构成所生成的集合的速度矢量的偏差的值大于等于预定的阈值的情况下，所述信号发送源选择单元选择与该多个速度矢量对应的多个信号发送源。

6. 根据权利要求 4 所述的测位系统，其特征在于，

所述信号发送源选择单元生成多个所述集合，并针对所生成的多个集合分别计算表示构成该集合的速度矢量的偏差的值，选择与导出所计算出的多个值中最大值的速度矢量对应的所述信号发送源，其中，所述集合是由个数少于所述速度矢量计算单元所计算出的速度矢量的个数的速度矢量构成。

7. 一种测位用 IC 芯片，其估计接收机的位置，其特征在于，该测位用 IC 芯片具有：

速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择单元，其从所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算所述速度矢量的集合的矢量和，并根据所计算出的矢量和从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算单元，其根据从所述信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定单元，其评价由所述位置计算单元所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定单元，其将与所述发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

8. 一种测位用 IC 芯片，其估计接收机的位置，其特征在于，该测位用 IC 芯片具有：

速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择单元，其从所述速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算表示构成所述集合的速度矢量的偏差的值，并根据所计算出的值从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算单元，其根据从所述信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定单元，其评价由所述位置计算单元所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定单元，其将与所述发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

9. 一种测位方法，该方法是测位系统估计接收机的位置的方法，其特征在于，该测位方法具有以下步骤：

速度矢量计算步骤，在该步骤中，所述测位系统根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择步骤，在该步骤中，所述测位系统从在所述速度矢量计算步骤中所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算所述速度矢量的集合的矢量和，并根据所计算出的矢量和从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算步骤，在该步骤中，所述测位系统根据从在所述信号发送源选择步骤中所选

择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定步骤，在该步骤中，所述测位系统评价在所述位置计算步骤中所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定步骤，在该步骤中，将与在所述发送时刻设定步骤中所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

10. 一种测位方法，该方法是测位系统估计接收机的位置的方法，其特征在于，该测位方法具有以下步骤：

速度矢量计算步骤，在该步骤中，所述测位系统根据从多个信号发送源发送并被所述接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；

信号发送源选择步骤，在该步骤中，所述测位系统从在所述速度矢量计算步骤中所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，计算表示构成所述集合的速度矢量的偏差的值，并根据所计算出的值从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；

位置计算步骤，在该步骤中，所述测位系统根据从在所述信号发送源选择步骤中所选择的信号发送源发送并被所述接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；

发送时刻设定步骤，在该步骤中，所述测位系统评价在所述位置计算步骤中所计算出的所述接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及

估计位置设定步骤，在该步骤中，将与在所述发送时刻设定步骤中所设定的一个发送时刻对应的所述接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及估计接收机的位置的测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法和测位程序。

[0002] 背景技术

[0003] 以往，公知有利用 GPS(Global Positioning System：全球定位系统）以及 Galileo 等来对接收机进行测位的技术。在这些系统中，根据从作为测位用的信号发送源的卫星（包含伪卫星）到接收机的距离来进行测位。并且，也存在并用来自卫星的信号和移动体通信网的信号来进行测位的被称为混合模式 (Hybrid) 的测位方式。

[0004] 在上述的测位方法中，根据从卫星发送并由接收机接收的测位用的信号的发送时刻和接收时刻，计算从卫星到接收机的距离，使用所计算出的距离执行测位计算。如果能够准确地计算出从多个卫星到接收机的距离和各卫星的位置，则通过计算以这些卫星的位置为中心、以所计算出的距离为半径的球的交点，就能够计算出接收机的位置。但是，在上述距离的计算中，存在能够产生误差的各种因素，所以，难以计算出准确的距离。因此，能够根据所计算出的多个卫星和接收机之间的距离，利用最小二乘法等方法来计算接收机的位置。这样的方法例如记载于下述非特许文献 1 中。

[0005] [非特许文献 1] 井坂丈泰，“GPS 技術入門”，东京电机大学出版局，2003 年 2 月 28 日，36-41 页。

[0006] 为了计算出卫星的位置，需要准确地得知卫星的轨道信息和发送时刻。通常，能够通过接收从卫星发送的导航消息来得知卫星的轨道信息和发送时刻。而另一方面，存在不能够正确地对发送时刻进行检测的情况。例如在处于室内等 GPS 信号的强度下降等的情况下，在所检测到的发送时刻信息中会产生错误。在这种情况下，由于所检测到的发送时刻信息的错误，不能准确地计算卫星的位置，因此不能够准确地计算出以卫星的位置为中心的球。其结果，很难计算出接收机的准确位置。

[0007] 这样，在使用卫星的测位方法中，信号的发送时刻的估计会对测位精度产生较大的影响。另外，发送时刻的估计精度根据如何选择在测位中所使用的卫星而产生很大的区别。尤其在能够进行接收的卫星的数量较少的情况下，或者在混合模式测位法等中，存在利用所使用的卫星很难对发送时刻进行估计的情况。

发明内容

[0008] 本发明是为了解决以上的问题而完成的，其目的在于，提供能够以较高的精度估计来自信号发生源的信号的发送时刻、并能够根据该估计以较高的精度来测定接收机的位置的测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法和测位程序。

[0009] 为了达成上述目的，本发明的测位系统估计接收机的位置，其特征在于，该测位系统具有：速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；信号发送源选择单元，其从速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合从多个信号发送源中

选择多个信号发送源；位置计算单元，其根据从信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；发送时刻设定单元，其评价由位置计算单元所计算出的接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及估计位置设定单元，其将与发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

[0010] 另外，本发明的测位用 IC 芯片估计接收机的位置，其特征在于，该测位用 IC 芯片具有：速度矢量计算单元，其根据从多个信号发送源发送并被接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；信号发 送源选择单元，其从速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合从多个信号发送源中选择多个信号发送源；位置计算单元，其根据从信号发送源选择单元所选择的信号发送源发送并被接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；发送时刻设定单元，其评价由位置计算单元所计算出的接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及估计位置设定单元，其将与所述发送时刻设定单元所设定的一个发送时刻对应的接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

[0011] 另外，本发明的测位方法是测位系统估计接收机的位置的方法，其特征在于，该测位方法具有以下步骤：速度矢量计算步骤，在该步骤中，测位系统根据从多个信号发送源发送并被接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；信号发送源选择步骤，在该步骤中，测位系统从在速度矢量计算步骤中所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合从所述多个信号发送源中选择多个信号发送源；位置计算步骤，在该步骤中，测位系统根据从在信号发送源选择步骤中所选择的信号发送源发送并被接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；发送时刻设定步骤，在该步骤中，测位系统评价在位置计算步骤中所计算出的接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及估计位置设定步骤，在该步骤中，将与在发送时刻设定步骤中所设定的一个发送时刻对应的接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

[0012] 另外，本发明的测位程序使计算机估计接收机的位置，其特征在于，该测位程序使计算机执行以下功能：速度矢量计算功能，其根据从多个信号发送源发送并被接收机接收的多个信号，来计算各信号发送源的速度矢量；信号发送源选择功能，其从速度矢量计算功能所计算出的多个速度矢量中生成速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合从多个信号发送源中选择多个信号发送源；位置计算功能，其根据从信号发 送源选择功能所选择的信号发送源发送并被接收机接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算所述接收机的位置；发送时刻设定功能，其评价由位置计算功能所计算出的接收机的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻；以及估计位置设定功能，其将与发送时刻设定功能所设定的一个发送时刻对应的接收机的位置设定为该接收机的估计位置。

[0013] 根据这样的测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法和测位程序，首先，根据从多个信号发送源发送并被接收机接收的多个信号计算各信号发送源的速度矢量。接着，根据基于

所计算出的速度矢量而生成的速度矢量的集合，从上述多个信号发送源中选择多个信号发送源。接着，根据来自所选择的信号发送源的信号，按照多个时刻中的每一个来计算接收机的位置。接着，对所计算出的多个位置进行评价，从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为信号的发送时刻。然后，将与所设定的一个发送时刻对应的接收机的位置设定为估计位置。

[0014] 作为专致的研究结果，本发明人得到了这样的认识：可以根据多个信号发送源的相对位置的时间变化来控制从这些信号发送源发送的多个信号的发送时刻的估计。能够从表示信号发送源的运行方向和速度大小（速度）的速度矢量导出信号发送源的相对位置的时间变化。因此，通过根据速度矢量的集合选择信号发送源，并根据来自所选择的信号源的信号从多个时刻中选择一个时刻作为信号的发送时刻，从而能够以较高的精度对来自信号发生源的信号的发送时刻进行估计。并且，通过将与被设定为发送时刻的一个时刻对应的接收机的位置，设定为该接收机的估计位置，能够以较高的精度测定接收机的位置。

[0015] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元计算速度矢量的集合的矢量和，并根据所计算出的矢量和来从多个信号发送源中选择多个信号发送源。

[0016] 在这种情况下，计算速度矢量的集合的矢量和，并根据该矢量和来选择多个信号发送源。这样，通过使用计算起来比较简便的矢量和，能够更简便地进行发送时刻的估计。

[0017] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元生成由速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量构成的集合，并且在所生成的速度矢量的集合的矢量和的大小小于等于预定的阈值的情况下，信号发送源选择单元选择与该多个速度矢量对应的多个信号发送源。

[0018] 在这种情况下，生成与作为信号的发送方的多个信号发送源对应的多个速度矢量的集合，并计算所生成的集合的矢量和。并且，在所计算出的矢量和的大小小于等于预定的阈值的情况下，选择所有的作为信号的发送方的多个信号发送源。通常，可以认为，矢量和的大小越小多个信号发送源的相对位置的变动就越大，从而能够以较高的精度估计发送时刻。因此，通过使用阈值来评价矢量和的大小，能够将发送时刻的估计精度保持在一定水平以上。

[0019] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元生成多个集合，并针对所生成的多个集合分别计算各自的矢量和，选择与构成所计算出的多个矢量和中最小矢量和的速度矢量对应的信号发送源，其中，所述集合是由个数少于速度矢量计算单元所计算出的速度矢量的个数的速度矢量构成。

[0020] 在这种情况下，生成多个由个数少于作为信号的发送方的信号发送源的个数的速度矢量构成的集合，并针对所生成的多个集合分别计算各自的矢量和。并且，选择与构成所计算出的多个矢量和中最小的矢量和的速度矢量对应的信号发送源。通常，可以认为，矢量和的大小越小多个信号发送源的相对位置的变动就越大，从而能够以较高的精度估计发送时刻。因此，通过选择与矢量和的大小为最小的集合对应的信号发送源，能够获得发送时刻的估计精度最高的信号发送源的集合。

[0021] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元计算表示构成集合的速度矢量的偏差的值，并根据所计算出的值从多个信号发送源中选择多个信号发送源。

[0022] 在这种情况下，计算表示构成速度矢量的集合的速度矢量的偏差的值，并根据该

值选择多个信号发送源。这样，通过使用表示偏差的值，能够准确地导出信号发送源的相对位置的变化，其结果，能够以更高的 精度进行发送时刻的估计。

[0023] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元生成由速度矢量计算单元所计算出的多个速度矢量构成的集合，并且在表示构成所生成的集合的速度矢量的偏差的值大于等于预定的阈值的情况下，信号发送源选择单元选择与该多个速度矢量对应的多个信号发送源。

[0024] 在这种情况下，生成与作为信号的发送方的多个信号发送源对应的多个速度矢量的集合，并计算表示构成所生成的集合的速度矢量的偏差的值。并且，在所计算出的值大于等于预定的阈值的情况下，选择所有的作为信号的发送方的多个信号发送源。可以认为，表示速度矢量的偏差的值越大多个信号发送源的相对位置的变动就越大，从而能够以较高的精度估计发送时刻。因此，通过利用阈值来评价表示速度矢量的偏差的值，能够将发送时刻的估计精度保持在一定水平以上。

[0025] 在本发明的测位系统中，优选的是：信号发送源选择单元生成多个集合，并针对所生成的多个集合分别计算表示构成该集合的速度矢量的偏差的值，选择与导出所计算出的多个值中的最大值的速度矢量对应的所述信号发送源，其中，所述集合是由个数少于速度矢量计算单元所计算出的速度矢量的个数的速度矢量构成。

[0026] 在这种情况下，生成多个由个数少于作为信号的发送方的信号源的个数的速度矢量构成的集合，并针对所生成的多个集合分别计算表示速度矢量的偏差的值。并且，选择与导出所计算出的多个值中的最大值的速度矢量对应的信号发送源。可以认为，表示速度矢量的偏差的值越大多个信号发送源的相对位置的变动就越大，从而能够以较高的精度估计发送时刻。因此，通过选择与表示速度矢量的偏差的值为最大的集合对应的信号发送源，能够获得发送时刻的估计精度最高的信号发送源的集合。

[0027] 根据这样的测位系统、测位用 IC 芯片、测位方法和测位程序，根据速度矢量的集合选择信号发送源，根据来自所选择的信号发送源的信号，按照多个时刻中的每一个计算接收机的位置，对所计算出的位置进行评价，由此来将一个时刻设定为信号的发送时刻，所以能够以较高的精度 估计来自信号发生源的信号的发送时刻，并能够根据该估计以较高的精度测定接收机的位置。

附图说明

[0028] 图 1 是示出本发明的实施方式的接收机和 GPS 卫星的图。

[0029] 图 2 是示出实施方式的测位的原理的图。

[0030] 图 3 是示出实施方式的测位的原理的图。

[0031] 图 4 是示出实施方式的测位的原理的图。

[0032] 图 5 与时刻对应的 GPS 卫星的位置的图。

[0033] 图 6 是示出伪时钟偏置的概念的图。

[0034] 图 7 是示出 TOW 与伪时钟偏置的方差之间的关系的图表。

[0035] 图 8 是示出 GPS 卫星的相对位置发生变化的示例的图。

[0036] 图 9 是示出 GPS 卫星的相对位置没有发生变化的示例的图。

[0037] 图 10 是示出速度矢量和的概念的图，(a) 与图 8 对应，(b) 与图 9 对应。

[0038] 图 11 是示出图 1 所示的接收机的功能结构的图。

[0039] 图 12 是示出图 1 所示的接收机的硬件结构的图。

[0040] 图 13 是示出在图 1 所示的接收机中执行的处理（测位方法）的流程图。

[0041] 图 14 是示出实施方式的测位程序的结构的图。

具体实施方式

[0042] 下面，在参考附图的同时详细说明本发明的实施方式。另外，在附图说明中对相同或同等的要素附上相同的标号，省略重复说明。

[0043] 首先，使用图 1，说明作为实施方式的测位系统的接收机 10 和作为信号发送源的多个 GPS 卫星 20。图 1 是示出接收机 10 和 GPS 卫星 20 的图。另外，在图 1 中虽然示出了 4 个 GPS 卫星 (GPS 卫星 20a ～ 20d)，但是不对 GPS 卫星 20 的个数进行限定。

[0044] 接收机 10 是测位装置，其接收从多个 GPS 卫星 20 作为电波而发送 的测位用信号 (Measurement)，并利用该测位用信号估计自身的位置。除了进行测位的功能以外，接收机 10 还可以具有进行移动体通信的功能。接收机 10 例如是手机等移动通信终端。在用户对接收机 10 进行了指示测位的输入等的情况下，接收机 10 测定自身的位置。

[0045] GPS 卫星 20 对应于时刻而位于预定的位置，并从该位置发送用于测位的测位用信号。GPS 卫星 20 在高度约 2 万 km 的 6 个环绕轨道上各配置 4 ～ 5 个，并伴随时间的经过在环绕轨道上移动。在 GPS 卫星 20 发送的测位用信号中，包含有用于区别指定 GPS 卫星 20 的识别信息、表示 GPS 卫星 20 的轨道的信息以及表示发送了信号的时刻的信息。

[0046] 使用图 2 ～ 4 简单说明本实施方式的测位的原理。这里，将接收机 10 从 4 个 GPS 卫星 20a ～ 20d 接收测位用信号的情况作为例子来说明。接收机 10 根据来自 GPS 卫星 20a ～ 20d 的测位用信号，计算这些 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间的距离。具体而言，接收机 10 通过对测位用信号的传播时间（从信号由 GPS 卫星 20a ～ 20d 发送后到由接收机 10 接收为止的时间）乘以光速，来计算接收机自身与 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间的距离 a ～ d。使用在 GPS 卫星 20a ～ 20d 中都相同的测位用信号的发送时刻 t_t、在接收机 10 中对各测位用信号的接收时刻 t_{ra} ～ t_{rd} 以及光速，并通过下式来计算距离 a ～距离 d。

[0047] 距离 a ＝光速 ×(t_{ra}-t_t)

[0048] 距离 b ＝光速 ×(t_{rb}-t_t)

[0049] 距离 c ＝光速 ×(t_{rc}-t_t)

[0050] 距离 d ＝光速 ×(t_{rd}-t_t)

[0051] 如果能够准确地计算出 GPS 卫星 20a ～ 20d 和接收机 10 之间的距离，则如图 2 所示，以 GPS 卫星 20a 的位置为中心、以距离 a 为半径的球（圆）21a，与针对 GPS 卫星 20b ～ 20d 以同样方式所导出的球（圆）21b ～ 21d 的交点 31，就是接收机 10 的位置。

[0052] 但是，通常，所计算出的距离 a ～ d 包含误差，该误差是由以下因素所引起的：GPS 卫星 20a ～ 20d 和接收机 10 之间的时钟的偏差、多路径、GPS 卫星 20a ～ 20d 的轨道信息的误差以及大气层的变动等。因此，如图 3 所示，所导出的球（圆）22a ～ 22d，与以准确的距离（实际的距离）为半径的球（圆）21a ～ 21d 存在偏差。这里，如果准确的距离和所计算出的距离之间的偏差 23a ～ 23d 在 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间相等，则接收机 10 可以利用最小二乘法等准确地计算出分别与球（圆）22a ～ 22d 距离相等的位置 31，来作为接收机 10

的位置。在该情况下，在接收机 10 的位置的计算中，最少需要利用 4 个 GPS 卫星 20。

[0053] 但是，如图 4 所示，通常，准确的距离和所计算出的距离之间的偏差 23a ～ 23d 的大小在 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间是各不相同的。在该情况下，通过最小二乘法等计算出的、分别与球（圆）22a ～ 22d 距离相等的位置 31，与接收机 10 的实际位置 32 存在偏差。

[0054] 这样，所计算出的位置和实际位置之间的误差、即测位误差是由于 GPS 卫星 20a ～ 20d 和接收机 10 之间的、准确的距离和所计算出的距离之间的偏差 23a ～ 23d 的不一致而产生的。

[0055] 这里，GPS 卫星 20a ～ 20d 和接收机 10 之间的距离（伪距离）pr_n(n = 1 ～ 4) 可以如下表示。

[0056] 【式 1】

[0057]
$$\begin{cases} pr_1=r_1+clk_1+\beta_1+\varepsilon_1 \\ pr_2=r_2+clk_2+\beta_2+\varepsilon_2 \\ pr_3=r_3+clk_3+\beta_3+\varepsilon_3 \\ pr_4=r_4+clk_4+\beta_4+\varepsilon_4 \end{cases} \quad \cdots (1)$$

[0058] 另外，r_n 是从 GPS 卫星 20a ～ 20d 到接收机 10 的实际距离，clk_n 是 GPS 卫星 20a ～ 20d 的时钟和接收机 10 的时钟之间的偏差，β_n 是卫星间的时钟的偏差。这些误差要素 r_n、clk_n、β_n 是由轨道信息的误差和大气层的变动等原因所引起的误差，是可以进行校正的。与之相对，ε_n 是由其他的多路径和 β_n 校正后残留的误差等所导致的距离的误差，是无法进行校正的。

[0059] 因为各 GPS 卫星 20a ～ 20d 彼此取得时钟的同步，所以，误差要素 clk_n 在各 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间为相同的值。即，clk_n 是接收机 10 的时钟偏置。并且，误差要素 β_n 可以利用 GPS 卫星 20 的导航消息的参数来 进行校正。另一方面，误差要素 ε_n 包含根据环境等而变化的成分和 β_n 校正后残留的误差，所以，在各 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间是不同的，并且，事实上不可能通过计算进行求解或通过实际观测来进行校正。即，上述的测位误差是由 ε_n 所导致的。

[0060] 接着，将利用最小二乘法等所计算出的接收机 10 的位置到 GPS 卫星 20a ～ 20d 的各距离 r'_n，与针对 GPS 卫星 20a ～ 20d 所计算并且校正后的伪距离 pr_n 之间的差定义为伪时钟偏置。若将伪时钟偏置设为 Δr_n，则 $\Delta r_n = pr_n - r'_n$。如图 6 所示，伪时钟偏置是从以 GPS 卫星 20a ～ 20d 的位置为中心、以伪距离 pr_n 为半径的球（圆）22a ～ 22d 到所计算出的接收机 10 的位置 31 的距离 24a ～ 24d。

[0061] 将上述式 (1) 中的 r_n 设为 r'_n 时，伪时钟偏置 Δr_n 可以如下式那样表示。

[0062] $\Delta r_n = clk' + \varepsilon'_n$

[0063] 这里，clk' 是 GPS 卫星 20a ～ 20d 的时钟和接收机 10 的时钟之间的偏差等的共有的成分。ε'_n 是与 r'_n 对应的误差的变动成分（不可以校正的成分）。这里，可以认为，ε'_n 越接近零，伪距离就越准确，Δr_n 在多个 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间为一致的值。另一方面，ε'_n 越远离零，伪距离 pr_n 就越不准确，Δr_n 在多个 GPS 卫星 20a ～ 20d 之间为不一致的值。并且，如果伪距离 pr_n 不准确，则所计算出的接收机的位置从正确的位置偏离的可能性也就越大。即，能够根据伪时钟偏置的偏差，来判断所计算出的接收机的位置是否正确

(GPS 测位精度)。

[0064] 在GPS测位中,需要知道在测位用信号的发送时刻下的GPS卫星20的位置。通常,在GPS测位中,根据从GPS卫星20发送的导航消息中的卫星轨道参数,计算在一定范围内的任意时刻下的GPS卫星20位置。因此,为了计算GPS卫星20的准确位置,需要准确的发送时刻。通常,能够从导航消息中取得发送时刻信息。但是,如果由于GPS信号强度下降等原因而导致所取得的发送时刻信息TOW有误,则所计算出的GPS卫星20的位置产生偏差,从而GPS测位的精度大幅恶化。

[0065] 如图5所示,GPS卫星20以几km/s的速度移动。当发送时刻信息(TOW)有误时,虽然GPS卫星20在发送测位用信号时实际位于位置P1,但是,作为位于与位置P1不同的位置P2的GPS卫星20来进行测位计算。其结果,错误地计算了接收机10的位置。因此,在本实施方式中,如前所述,在使用伪时钟偏置时,可以进行GPS测位精度的评价,由此可以避免这样的状况,从而进行准确的测位。

[0066] 接收机10从接收到的导航消息中取得发送时刻信息(TOW),并根据该时刻信息,决定进行搜索的时刻范围(搜索时间)和搜索步幅。接着,在搜索时间内,接收机10利用卫星轨道参数等来计算被搜索步幅所划分出的多个发送时刻(以下也称作"搜索时刻")下的各GPS卫星20a～20d的位置。然后,接收机10根据对应于该多个发送时刻所计算出的各GPS卫星20a～20d的位置、和从接收机10到GPS卫星20a～20d的伪距离来计算接收机10在每个发送时刻的位置。

[0067] 接着,接收机10根据按照每个发送时刻所计算出的接收机10的位置,来按照每个发送时刻计算伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$。接着,接收机10按照每个发送时刻计算伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 的偏差。另外,作为表示伪时钟偏置的偏差的方法,可以使用方差或与平均值的差的最大值等。这里,作为示例,在利用方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 来表示偏差时,图7所示的曲线图示出了TOW与方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 之间的关系。在图7的曲线图中,横轴表示TOW,纵轴表示方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$。图7中的实线 L_e 表示包含误差的伪时钟偏置的时间经过,虚线 L_i 表示不存在误差的理想的伪时钟偏置的时间经过。

[0068] 如图7所示,如果正确的发送时刻 T_p 在搜索范围内,则GPS卫星20必定在接近该发送时刻 T_p 的位置之后远离。测位误差随着接近正确的发送时刻 T_p 而减小,然后,随着离开正确的发送时刻 T_p 而增大。即,测位误差在正确的发送时刻 T_p 时达到最小。因此,如图7所示,表示测位误差的伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 的时间曲线也向下凸出,并且伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 在正确的发送时刻 T_p 达到最小。

[0069] 因此,接收机10在进行搜索的时刻的范围中,只要将伪时钟偏置 Δr_n (TOW) 的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 为最小的发送时刻 T_p 作为正确的发送时刻,并将该发送时刻 T_p 时的测位结果作为测位的最终结果即可。而且,可以在对 T_p 进行搜索后,通过其他途径来计算发送时刻 T_p 的测位结果,并且,也可以使用在 T_p 搜索时所计算出的位置。

[0070] 这样,能够通过伪时钟偏置来导出正确的发送时刻 T_p 是因为GPS卫星20a～20d的相对位置按每个发送时刻而不同。即,是因为GPS卫星20a～20d的速度矢量(移动的高度、单位时间内的移动距离)彼此各不相同。其结果,是因为GPS卫星20a～20d的相对位置按每个发送时刻而不同。例如,如图8(a)～(c)所示,如果GPS卫星20a～20d的速度矢量 r_a～r_d 彼此不同,则GPS卫星20a～20d的相对位置在发送时刻 t_1～t_3 变动。其

结果，伪时钟偏置的方差也按照每个发送时刻而变动。因此，接收机 10 能够导出伪时钟偏置为最小的发送时刻 t_2，进而能够根据 GPS 卫星 20a ～ 20d 的位置 P_a ～ P_d 以较高的精度来计算接收机 10 的位置 31。

[0071] 但是，如图 9(a) ～ (c) 所示，在 GPS 卫星 20a ～ 20d 的速度矢量 r_a ～ r_d 相同，其结果，GPS 卫星 20a ～ 20d 的相对位置在发送时刻 t_1 ～ t_3 没有变化的情况下，伪时钟偏差的方差也不发生变化。在该情况下，接收机 10 不能够导出伪时钟偏置为最小的发送时刻 t_2。因此，接收机 10 不能够根据 GPS 卫星 20a ～ 20d 的位置 P_a ～ P_d 来计算自身的位置 31。

[0072] 因此，需要从作为所接收到的信号的发送方的多个 GPS 卫星 20 中，决定能够导出正确的发送时刻的 GPS 卫星 20 的集合。例如，需要从 5 个以上的 GPS 卫星 20 中决定在图 8(a) ～ (c) 中所示的 GPS 卫星 20a ～ 20d。

[0073] 为此，在本实施方式中，首先，接收机 10 计算各 GPS 卫星 20 的速度矢量。接着，接收机 10 从所计算出的多个速度矢量生成一个以上的速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合来选择多个 GPS 卫星 20。

[0074] 虽然可以想到若干根据速度矢量的集合来选择 GPS 卫星 20 的方法，但是，在这里作为一个示例，简单地说明根据速度矢量的和（矢量和）来进行选择的方法。生成发送矢量的集合的接收机 10 针对各集合计算速度矢量的和（矢量和）。可以认为，该矢量和越小，与集合中包含的各速 度矢量对应的各 GPS 卫星 20 的相对位置按照每个发送时刻发生变动的可能性就越高。例如，对于各 GPS 卫星 20 的相对位置发生变动的图 8 的情况，如图 10(a) 所示的那样，矢量和 r_{T1} 比较小。与之相对，对于各 GPS 卫星 20 的相对位置没有发生变动的图 9 的情况，如图 10(b) 所示，矢量和 r_{T2} 变大。

[0075] 最终，接收机 10 选择与矢量和为最小的集合对应的多个 GPS 卫星 20。由此，接收机 10 能够导出伪时钟偏置为最小的正确的发送时刻，并能够计算出在该发送时刻下的自身的位置，因此，接收机 10 的用户能够取得精度较高的当前位置。

[0076] 接着，使用图 11 和图 12 说明成为测位对象和测位主体的接收机 10 的功能结构。图 11 是示出图 1 所示的接收机 10 的功能结构的图。图 12 是示出接收机 10 的硬件结构的图。另外，在以下的说明中，是以该情况为前提的：所计算出的伪距离 pr_n 是被执行过 β_n 校正的。

[0077] 如图 11 所示，接收机 10 具有：信号接收部 11、速度矢量计算部 12、卫星选择部 13、距离计算部 14、位置计算部 15、距离差计算部 16、位置精度评价部 17、卫星精度评价部 18、以及输出部 19。另外，接收机 10 还具有进行上述移动体通信的功能。

[0078] 如图 12 所示，接收机 10 由以下硬件构成：CPU(Central ProcessingUnit：中央处理单元)101、RAM(Random Access Memory：随机存取存储器)102、ROM(Read Only Memory：只读存储器)103、操作部 104、无线通信部 105、显示器 106、天线 107 以及测位用 IC 芯片 108。通过使这些硬件工作，来实现图 11 所示的各种功能。尤其，测位用 IC 芯片 108 具有速度矢量计算部 12、卫星选择部 13、距离计算部 14、位置计算部 15、距离差计算部 16、位置精度评价部 17、以及卫星精度评价部 18 的各种功能。另外，接收机 10 也可以不具有测位用 IC 芯片 108，而是通过其他硬件（例如，CPU 101、RAM 102、ROM 103 等）来实现图 11 的各种功能。

[0079] 返回图 11，信号接收部 11 是用于接收从 GPS 卫星 20 发送的信号的单元。信号接

收部 11 将接收到的信号中所包含的信息输出到速度矢量计 算部 12、距离计算部 14、以及位置计算部 15。信号接收部 11 具有时钟的功能，并且信号接收部 11 将上述信息和表示接收到测位用信号的接收时刻的信息一并输出到距离计算部 14。另外，信号接收部 11 从多个 GPS 卫星 20 接收信号。

[0080] 速度矢量计算部 12 是速度矢量计算单元，其根据从多个 GPS 卫星 20 发送并被信号接收部 11 接收的多个信号，来计算各 GPS 卫星 20 的速度矢量。速度矢量计算部 12 将所计算出的各 GPS 卫星 20 的速度矢量输出到卫星选择部 13。

[0081] 虽然可以想到若干速度矢量的计算方法，但是，在这里说明根据卫星轨道参数来计算在时刻 t 时的 GPS 卫星的速度矢量的方法。

[0082] 分别将 GPS 卫星 20 的椭圆轨道的长半径、离心率、轨道倾斜角、升交点赤经、近地点角距设为 a、e、i、Ω、ω。速度矢量计算部 12 首先利用下式计算表示 GPS 卫星 20 的平均角速度的平均运动 n。另外，μ_e 是地球引力常数。

[0083] 【式 2】

[0084] $$n=\sqrt{\frac{\mu_e}{a^3}}$$

[0085] 接着，速度矢量计算部 12 利用下式计算平均近点角 M。另外，t_p 表示 GPS 卫星 20 通过近地点 (GPS 卫星 20 与地球最接近的地点) 的时刻。

[0086] $M = n(t-t_p)$

[0087] 接着，速度矢量计算部 12 通过将所计算出的平均近点角 M 代入到下面的开普勒式中来计算离心近点角 E。

[0088] $M = E-e \cdot \sin E$

[0089] 接着，速度矢量计算部 12 利用下式计算 GPS 卫星 20 在轨道面坐标系中的速度矢量 r。

[0090] 【式 3】

[0091] $$r=\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}=\frac{na}{1-e\cdot\cos E}\begin{bmatrix} -\sin E \\ \sqrt{1-e^2}\cos E \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0092] 接着，速度矢量计算部 12 利用下式将计算出的轨道面坐标系内的速度矢量 r 变换到惯性坐标系中。另外，$R_z(\alpha)$ 表示使惯性坐标系的 z 轴旋转角度 α 的矢量，$R_x(\alpha)$ 表示使惯性坐标系的 x 轴旋转角度 α 的矢量。

[0093] $r_I = R_z(-\Omega)R_x(i)R_z(-\omega)r$

[0094] 然后，速度矢量计算部 12 利用下式将惯性坐标系中的速度矢量 r_I 变换到 ECEF 坐标系中。

[0095] $r_T = R_z(\theta)r_I$

[0096] 由此，速度矢量计算部 12 取得在时刻 t 时的 ECEF 坐标系中的速度矢量 r_T。速度矢量计算部 12 预先存储有用于执行这样的一系列的运算的程序，并且根据需要来读出，由此针对各 GPS 卫星 20 计算 ECEF 坐标系中的速度矢量 r_T。另外，以下还将 ECEF 坐标系中的

速度矢量 r_T 表示为 X(x, y, z)。

[0097] 当然，速度矢量计算部 12 也可以利用其他方法来计算速度矢量。例如，速度矢量计算部 12 也可以根据 GPS 卫星 20 伴随着时间经过的位置的变化量来计算速度矢量。

[0098] 卫星选择部 13 是信号发送源选择单元，其从由速度矢量计算部 12 所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，并根据所生成的速度矢量的集合，从作为多个信号的发送方的多个 GPS 卫星 20 中选择多个 GPS 卫星 20，其中，该多个信号是由信号接收部 11 接收的。卫星选择部 13 将表示所选择的 GPS 卫星 20 的卫星选择信息输出到位置计算部 15。

[0099] 用于选择 GPS 卫星 20 的方法不限于一种。以下，示出了一些 GPS 卫星 20 的选择方法。

[0100] 首先，说明第一方法。在该情况下，卫星选择部 13 生成集合 C，该集合 C 是由所输入的 m 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_m(x_m, y_m, z_m)$ 构成的。接着，卫星选择部 13 针对所生成的集合 C 计算三维速度矢量的 矢量和，并判断该矢量和的大小是否小于等于阈值 TH_a。然后，在矢量和的大小小于等于阈值 TH_a 的情况下，卫星选择部 13 选择与所输入的 m 个速度矢量对应的 m 个 GPS 卫星 20 来作为用于位置估计的信号发送源。

[0101] 这里，m 个速度矢量的矢量和 v 可以按如下这样来表示。

[0102] 【式 4】

[0103] $$\mathbf{v}=\left(\sum_{i=1}^{m}\mathbf{x}_i,\ \sum_{i=1}^{m}\mathbf{y}_i,\ \sum_{i=1}^{m}\mathbf{z}_i\right) \quad \cdots(2)$$

[0104] 然后，利用 $\|v\|$ 来表示矢量和 v 的大小 (norm，模)。因此，在 $\|v\| \leqslant TH_a$ 时，卫星选择部 13 选择 m 个 GPS 卫星 20。

[0105] 另外，矢量和的计算不限于式 (2) 所表示的方法。例如，卫星选择部 13 也可以将所输入的 m 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_m(x_m, y_m, z_m)$ 都变换到局部正交坐标系中，并根据变换后的速度矢量来计算二维速度矢量的矢量和。具体而言，卫星选择部 13 利用如下所示的式子来计算二维速度矢量的矢量和 v′。另外，将变换后的速度矢量设为：$X'_1(x'_1, y'_1, z'_1) \sim X'_m(x'_m, y'_m, z'_m)$。

[0106] 【式 5】

[0107] $$\mathbf{v}'=\left(\sum_{i=1}^{m}\mathbf{x}'_i,\ \sum_{i=1}^{m}\mathbf{y}'_i\right) \quad \cdots(3)$$

[0108] 这时，矢量和 v′ 的大小为 $\|v'\|$。之后，卫星选择部 13 比较预定的阈值 TH'_a 和模 $\|v'\|$，如果 $\|v'\| \leqslant TH'_a$，则选择 m 个 GPS 卫星 20。

[0109] 接着，说明第二方法。在该情况下，卫星选择部 13 生成多个集合，并针对所生成的多个集合分别计算矢量和，选择与构成所计算出的多个矢量和中最小矢量和的速度矢量对应的 GPS 卫星 20，其中，所述集合是由个数少于所输入的速度矢量的个数的速度矢量构成。即，为了以更高的精度来计算接收机 10 的位置，卫星选择部 13 将用于测位的 GPS 卫星 20 的范围缩小。另外，不对要选择的 GPS 卫星 20 的个数的设定方法进行限定。例如，卫星选择部 13 可以预先存储该个数，并根据需要来读出，也可以根据从其它结构要素输入的信息来决定要选择的 GPS 卫星 20 的个数。

[0110] 作为一个示例，说明在向卫星选择部 13 输入 6 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_6(x_6, y_6, z_6)$ 时，卫星选择部 13 从 6 个 GPS 卫星 20a ～ GPS 卫星 20f 中选择 5 个 GPS 卫星 20 的处理。另外，将与 GPS 卫星 20a ～ GPS 卫星 20f 对应的速度矢量分别设为 $X_1 \sim X_6$。在该情况下，首先，卫星选择部 13 生成由 5 个速度矢量构成的集合。换言之，卫星选择部 13 生成由与 5 个速度矢量对应的 5 个 GPS 卫星 20 构成的集合。由卫星选择部 13 所生成的集合的个数为 ${}_6C_5 = 6$ 种。具体而言，卫星选择部 13 生成如下所示的速度矢量的集合 $C_n(n = 1 \sim 6)$。

[0111] $C_1 = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$

[0112] $C_2 = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_6)$

[0113] $C_3 = (X_1, X_2, X_3, X_5, X_6)$

[0114] $C_4 = (X_1, X_2, X_4, X_5, X_6)$

[0115] $C_5 = (X_1, X_3, X_4, X_5, X_6)$

[0116] $C_6 = (X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$

[0117] 接着，卫星选择部 13 针对所生成的速度矢量的集合 $C_n(n = 1 \sim 6)$，分别使用式 (2) 来计算矢量和 $v_n(n = 1 \sim 6)$，进而计算矢量和的大小 $\| v_n \| (n = 1 \sim 6)$。接着，卫星选择部 13 导出矢量和的大小为最小的速度矢量的集合，并选择与所导出的集合对应的 GPS 卫星 20。例如，当在 $\| v_n \| (n = 1 \sim 6)$ 中 $\| v_3 \|$ 为最小时，卫星选择部 13 选择与集合 C_3 对应的 GPS 卫星 20a、20b、20c、20e、20f。

[0118] 另外，卫星选择部 13 也可以将二维速度矢量的矢量和应用于第二方法。并且，不对卫星选择部 13 在一次处理中所选择的 GPS 卫星 20 的个数进行限定。卫星选择部 13 可以基于 6 个速度矢量而选择 4 个 GPS 卫星 20，也可以基于 2 个速度矢量而选择 1 个 GPS 卫星 20。

[0119] 接着，说明第三方法。在该情况下，卫星选择部 13 通过对速度矢量 的方向上的偏差、速度矢量的大小上的偏差、或者它们双方的偏差进行评价，来选择 GPS 卫星 20。

[0120] 作为一个示例，首先，卫星选择单元 13 生成集合 C，该集合 C 由所输入的 m 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_m(x_m, y_m, z_m)$ 构成。接着，卫星选择部 13 将所输入的 m 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_m(x_m, y_m, z_m)$ 变换到局部正交坐标系中，从而取得在该坐标系下的速度矢量 $X'_1(x'_1, y'_1, z'_1) \sim X'_m(x'_m, y'_m, z'_m)$。接着，卫星选择部 13 针对各变换后的速度矢量通过下式计算二维速度方向 θ_i。

[0121] $\theta_i = \tan^{-1}(y'_i / x'_i)(i = 1 \sim m)$ ...(4)

[0122] 接着，卫星选择部 13 针对所生成的集合 C，评价所计算出的二维速度方向上的偏差。卫星选择部 13 例如根据样本方差或与平均值的差的最大值等，来评价二维速度方向上的偏差。

[0123] 对于使用样本方差来评价偏差的情况，卫星选择部 13 使用下式来计算对速度矢量的集合的评价值 h。

[0124] 【式 6】

[0125] $$h = \sigma^2_\theta = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(\theta_i - \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\theta_j\right)^2 \quad \cdots (5)$$

[0126] 另外，在使用与平均值的差的最大值来评价偏差的情况下，卫星选择部 13 使用下式来计算对速度矢量的集合 C 的评价值 h。

[0127] 【式 7】

[0128] $$h = \underset{i=1}{\overset{m}{MAX}}\left[\left| \theta_i - \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\theta_j \right| \right] \quad \cdots (6)$$

[0129] 卫星选择部 13 可以使用任意的方法来计算评价值 h。该评价值 h 是 表示集合 C 的偏差的值。接着，卫星选择部 13 判断该评价值 h 是否大于等于预定的阈值 TH_c。然后，当 $h \geqslant TH_c$ 时，卫星选择部 13 选择与 m 个速度矢量分别对应的 m 个 GPS 卫星 20。

[0130] 在卫星选择部 13 根据速度矢量的大小的偏差来选择 GPS 卫星 20 的情况下也要进行同样的运算，并且如果表示偏差的评价值大于等于预定的偏差，则选择 m 个 GPS 卫星 20。并且，也可以如下这样地构成卫星选择部 13：在表示速度矢量的方向上的偏差的评价值与表示速度矢量的大小上的偏差的评价值的和大于等于预定的阈值的情况下，卫星选择部 13 选择 m 个 GPS 卫星 20。

[0131] 接着，说明第四方法。在该情况下，卫星选择部 13 利用上述第三方法来将用于测位的 GPS 卫星 20 的范围缩小。但是，卫星选择部 13 不是根据矢量和而是根据速度矢量的偏差来选择 GPS 卫星 20。

[0132] 作为一个示例，说明在向卫星选择部 13 输入 6 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_6(x_6, y_6, z_6)$ 时，卫星选择部 13 从 6 个 GPS 卫星 20a ～ GPS 卫星 20f 中选择 5 个 GPS 卫星 20 的处理。另外，将与 GPS 卫星 20a ～ GPS 卫星 20f 对应的速度矢量分别设为 $X_1 \sim X_6$。在该情况下，首先，卫星选择部 13 将所输入的 6 个速度矢量 $X_1(x_1, y_1, z_1) \sim X_6(x_6, y_6, z_6)$ 变换到局部正交坐标系中，从而取得在该坐标系下的速度矢量 $X'_1(x'_1, y'_1, z'_1) \sim X'_6(x'_6, y'_6, z'_6)$。接着，卫星选择部 13 针对各变换后的速度矢量通过式 (4) 计算二维速度方向。

[0133] 接着，卫星选择部 13 按照下面的方式生成由 5 个速度矢量构成的集合 $C_n(n = 1 \sim 6)$。

[0134] $C_1 = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$

[0135] $C_2 = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_6)$

[0136] $C_3 = (X_1, X_2, X_3, X_5, X_6)$

[0137] $C_4 = (X_1, X_2, X_4, X_5, X_6)$

[0138] $C_5 = (X_1, X_3, X_4, X_5, X_6)$

[0139] $C_6 = (X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$

[0140] 接着，卫星选择部 13 利用上式 (5) 或式 (6) 来针对所生成的各速 度矢量的集合 $C_n(n = 1 \sim 6)$ 计算偏差的评价值 $h_n(n = 1 \sim 6)$。

[0141] 在只基于速度矢量的方向上的偏差来缩小 GPS 卫星 20 的范围的情况下，卫星选择部 13 选择与评价值为最大的集合对应的 GPS 卫星 20。例如，如果评价值 h_5 大于其它的评价值，则卫星选择部 13 选择 GPS 卫星 20a、20c、20d、20e、20f。在只基于速度矢量的大小上的偏差来缩小 GPS 卫星 20 的范围的情况下，卫星选择部 13 也执行同样的处理。

[0142] 另一方面，在基于速度矢量的方向上的偏差和大小上的偏差来选择 GPS 卫星 20 的

情况下，卫星选择部 13 计算表示速度矢量的方向上的偏差的评价值 ha_n，并按照该评价值从小到大的顺序来对各集合 C_n 附上 1 ～ 6 的编号。并且，卫星选择部 13 计算表示速度矢量的大小上的偏差的评价值 hb_n，并按照该评价值从小到大的顺序来对各集合 C_n 附上 1 ～ 6 的编号。然后，卫星选择部 13 按照每个集合 C_n 来计算编号的和，并选择与该和为最大的集合对应的 GPS 卫星。

[0143] 例如，在评价值 ha_n 的大小关系为 $ha_3 < ha_4 < ha_5 < ha_6 < ha_1 < ha_2$，评价值 hb_n 的大小关系为 $hb_4 < hb_5 < hb_1 < hb_2 < hb_6 < hb_3$ 的情况下，对各集合 C_n 所附上的编号的和如下所示。

[0144] C1…5+3 ＝ 8

[0145] C2…6+4 ＝ 10

[0146] C3…1+6 ＝ 7

[0147] C4…2+1 ＝ 3

[0148] C5…3+2 ＝ 5

[0149] C6…4+5 ＝ 9

[0150] 在该情况下，卫星选择单元 13 选择与集合 C_2 对应的 GPS 卫星 20a、20b、20c、20d、20f。另外，在该第四方法中，也没有对卫星选择单元 13 在一次处理中所选择的 GPS 卫星 20 的个数进行限定。例如，可以基于 6 个速度矢量而选择 4 个 GPS 卫星 20，也可以基于 10 个速度矢量而选择 9 个 GPS 卫星 20。

[0151] 为了执行上述功能，卫星选择部 13 预先存储有用于选择 GPS 卫星 20 的程序（例如，用于执行第一方法的程序），并根据需要来读出。

[0152] 距离计算部 14 是根据从信号接收部 11 输入的信息来计算各 GPS 卫星 20 和接收机 10 之间的距离的单元。距离计算部 14 根据从信号接收部 11 输入的信息中包含的信号发送时刻以及表示接收时刻的信息，来计算时间差，并对所计算出的时间差乘以光速，由此计算伪距离。距离计算部 14 根据 GPS 卫星 20 的识别信息，按照每个 GPS 卫星 20 计算伪距离。为此，距离计算部 14 预先存储有用于计算伪距离的程序，并根据需要来读出。另外，距离计算方法不限于这样的方法，只要是根据测位用信号来进行计算的方法，就可以是包含现有方法在内的任何方法。距离计算部 14 将表示所计算出的各距离的信息输出到位置计算部 15 和距离差计算部 16。

[0153] 位置计算部 15 是位置计算单元，其根据从卫星选择部 13 所选择的 GPS 卫星 20 发送并被信号接收部 11 接收的信号，在将多个时刻作为该信号的发送时刻时，按照每个该时刻计算接收机 10 的位置。具体而言，位置计算部 15 根据从信号接收部 11 输入的 GPS 卫星 20 的轨道信息和发送时刻信息等，来指定从卫星选择部 13 输入的卫星选择信息所表示的多个 GPS 卫星 20 的位置。接着，位置计算部 15 利用被指定的 GPS 卫星 20 的位置来计算接收机 10 的位置。

[0154] 首先，位置计算部 15 根据从卫星选择部 13 输入的卫星选择信息，来决定进行位置指定的 GPS 卫星 20。例如，在从信号接收部 11 输入的信息是与 6 个 GPS 卫星 20a ～ 20f 有关的信息、并且从卫星选择部 13 输入的卫星选择信息示出了 GPS 卫星 20a ～ 20d 的情况下，位置计算部 15 决定只对 GPS 卫星 20a ～ 20d 的位置进行指定。

[0155] 接着，位置计算部 15 利用发送时刻信息来决定搜索时间和搜索步幅。例如，位置

计算部 15 以由发送时刻信息所示的时刻为中心，将其前后几秒～几十秒左右（例如 5 秒）的范围设定为搜索时间，并且设定几毫秒～几百毫秒左右（例如 100ms）的搜索步幅。为此，位置计算部 15 预先存储有用于决定搜索时间和搜索步幅的程序。

[0156] 接着，位置计算部 15 按照在搜索时内被搜索步幅所划分出的每个时刻（搜索时刻），根据卫星轨道参数等来计算作为计算对象的 GPS 卫星 20 的位置。接着，位置计算部 15 根据按照每个搜索时刻所计算出的各 GPS 卫星 20 的位置以及从距离计算部 14 输入的表示各伪距离的信息，利用最小二乘法的算法等，来按照每个搜索时刻计算接收机 10 的位置。位置计算部 15 计算表示 GPS 卫星 20 的位置和接收机 10 的位置的信息，来作为例如表示纬度和经度（对于 GPS 卫星 20，也可以是高度）的坐标。位置计算部 15 将表示按照每个搜索时刻所计算出的接收机 10 和各 GPS 卫星 20 的位置的信息输出到距离差计算部 16。

[0157] 距离差计算部 16 是这样的单元：其根据从位置计算部 15 输入的接收机 10 和多个 GPS 卫星 20 的位置，来计算接收机 10 和各 GPS 卫星 20 之间的距离 r'_n，并按照每个 GPS 卫星 20 来计算该距离 r'_n 与从距离计算部 14 输入的伪距离 pr_n 之间的差 Δr_n。由于从位置计算部 15 输入按照每个搜索时刻所计算出的接收机 10 和多个 GPS 卫星 20 的位置，因此距离差计算部 16 计算各搜索时刻下的伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$。距离差计算部 16 将所计算出的多个伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 输出到位置精度评价部 17。

[0158] 位置精度评价部 17 是发送时刻设定单元，其评价由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的多个位置的精度，并从与该多个位置对应的多个时刻中设定一个时刻作为发送时刻。并且，位置精度评价部 17 也是估计位置设定单元，其将与被设定的一个发送时刻对应的接收机 10 的位置设定为接收机 10 的估计位置。

[0159] 具体而言，位置精度评价部 17 按照每个搜索时刻计算从距离差计算部 16 输入的每个 GPS 卫星 20a ～ 20d 的伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 的偏差，并根据所计算出的偏差，来评价由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的精度。位置精度评价部 17 将伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 用作表示偏差的值。接着，位置精度评价部 17 将在搜索时间内伪时钟偏置的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 为最小的时刻设定为正确的发送时刻 T_p。然后，位置精度评价部 17 将正确的发送时刻 T_p 时的测位结果采用为最终结果。即，位置精度评价部 17 将与正确的发送时刻 T_p 对应的接收机 10 的位置设定为接收机 10 的估计位置。另外，与正确的发送时刻 T_p 对应的接收机 10 的位置是在位置计算部 15 中根据该发送时刻 T_p 所计算出的测位结果。

[0160] 另外，以下，将与发送时刻 T_p 对应的伪时钟偏置表示为 $\Delta r_n(T_p)$，将与发送时刻 T_p 对应的伪时钟偏置的方差表示为 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$。

[0161] 接着，位置精度评价部 17 根据方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 来评价接收机 10 的位置的精度。为此，位置精度评价部 17 预先存储有用于评价的程序，并根据需要来读出该程序。

[0162] 例如，在方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 比预先设定的阈值大的情况下，位置精度评价部 17 评价为所计算出的接收机 10 的位置精度差，在所计算出的方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 比预先设定的阈值小的情况下，位置精度评价部 17 评价为接收机 10 的位置精度高。并且，位置精度评价部 17 也可以将方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 本身用作表示所计算出的接收机 10 的位置精度的值（表示实际的接收机 10 的位置和所计算出的位置乖离的程度的值）。在该情况下，方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 的值越小，接收机 10 的位置精度越高。并且，也可以将位置精度评价部 17 构成为：其通过对方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$

乘以预先经过调整而设定的系数，来估计实际的接收机 10 的位置和所计算出的位置之间的乖离量。

[0163] 位置精度评价部 17 将方差 $\sigma_{\Delta rn(Tp)}^2$ 以及正确的发送时刻 T_p 时的测位结果（被设定为接收机 10 的估计位置的测位结果）输出到卫星精度评价部 18。另外，在接收机 10 中适当应用表示位置精度评价部 17 进行的评价的信息。

[0164] 例如，在判断为精度高时（得到了表示一定以上的精度的结果时），位置精度评价部 17 将测位结果（表示由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的信息）输出到输出部 19。这时，也可以将位置精度评价部 17 构成为：将表示位置精度评价部 17 进行的评价的信息与测位结果一并输出到输出部 19。与之相对，在判断为精度差时（没有得到表示一定以上的精度的结果时），为了将由位置计算部 15 指定了位置的 GPS 卫星 20 的范围缩小而再次进行测位，位置精度评价部 17 将表示缩小了范围的 GPS 卫星 20 的个数的信息输出到卫星选择部 13。另外，在判断为精度差时，位置精度评价部 17 也可以结束测位处理。

[0165] 卫星精度评价部 18 是这样的单元：根据从位置精度评价部 17 输入的各 GPS 卫星 20 的伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$ 在各 GPS 卫星 20 间的偏差，来 评价在由位置计算部 15 计算接收机 10 的位置时所使用的 GPS 卫星 20 的精度。所谓 GPS 卫星 20 的精度是表示如下的程度，即：使用来自各 GPS 卫星 20 的信号，并通过距离计算部 14，如何能够计算出误差的变动成分 ε’小的伪距离 pr_n。

[0166] 由卫星精度评价部 18 所进行的评价是基于如下情况的：在误差的变动成分 ε’小时，伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$ 在多个 GPS 卫星 20 间的偏差小，在 ε’大时，伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$ 在多个 GPS 卫星 20 间的偏差变大。位置精度评价部 17 根据伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$，对各 GPS 卫星 20a ～ 20d 进行分组 (clustering)。通过分组，能够提取出与其他 GPS 卫星相比，具有很大不同的伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$ 的 GPS 卫星。例如，卫星精度评价部 18 将根据伪时钟偏置 $\Delta r_n(T_p)$ 而被提取出的 GPS 卫星 20 的精度评价为低。另外，卫星精度评价部 18 预先存储有用于评价各 GPS 卫星 20 的精度的程序，并根据需要来进行读出从而进行评价。

[0167] 在接收机 10 中适当应用表示卫星精度评价部 18 进行的各 GPS 卫星 20 的精度评价的信息。例如，在被判断为精度差的 GPS 卫星 20 的数量为一定数量以下时，卫星精度评价部 18 将测位结果（表示由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的信息）输出到输出部 19。并且，卫星精度评价部 18 也可以将表示 GPS 卫星 20 的评价的信息与测位结果一并输出到输出部 19。与之相对，在被判断为精度差的 GPS 卫星 20 的数量为一定数量以上时，为了将由位置计算部 15 指定了位置的 GPS 卫星 20 的范围缩小而再次进行测位，卫星精度评价部 18 将表示缩小了范围的 GPS 卫星 20 的个数的信息输出到卫星选择部 13。另外，在被判断为精度差的 GPS 卫星 20 的数量为一定数量以上时，卫星精度评价部 18 也可以结束测位处理。

[0168] 输出部 19 是通过画面显示或声音等输出从位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 输入的信息的单元。在所输出的信息中，例如包含有表示由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的信息。接收机 10 的用户通过参照所输出的信息，能够知道接收机 10 的位置、即自身所处的位置。

[0169] 接着，使用图 13，说明图 1 所示的接收机 10 的处理，并同时说明本实施方式的测位方法。图 13 是示出接收机 10 的处理的流程图。

[0170] 例如，由接收机 10 的用户通过操作部 104 输入测位请求而使接收机 10 开始测位处理。当然，也可以利用由接收机 10 内所执行的其他应用程序输出测位要求等其他方法来开始测位处理。

[0171] 首先，信号接收部 11 接收从多个 GPS 卫星 20 发送来的测位用信号（步骤 S01）。信号接收部 11 将所接收到的信号中包含的信息输出到速度矢量计算部 12 和距离计算部 14。

[0172] 接着，距离计算部 14 根据从信号接收部 11 输入的信息，来计算各 GPS 卫星 20 与接收机 10 之间的距离（伪距离）（步骤 S02）。距离计算部 14 将表示伪距离的信息输出到位置计算部 15 和距离差计算部 16。

[0173] 接着，速度矢量计算部 12 根据从信号接收部 11 输入的信息，来计算各 GPS 卫星 20 的速度矢量（步骤 S03，速度矢量计算步骤）。例如，速度矢量计算部 12 使用上述方法，按照每个 GPS 卫星 20 来计算 ECFF 坐标系下的速度矢量，并将计算结果输出到卫星选择部 13。另外，也可以并行地执行速度矢量计算部 12 的速度矢量的计算和距离计算部 14 的伪距离的计算。

[0174] 接着，卫星选择部 13 从所计算出的多个速度矢量生成速度矢量的集合，并根据所生成速度矢量的集合，从作为由信号接收部 11 所接收到的多个信号的发送方的多个 GPS 卫星 20 中选择多个 GPS 卫星 20（步骤 S04，信号发送源选择步骤）。卫星选择部 13 将表示所选择的 GPS 卫星 20 的卫星选择信息输出到位置计算部 15。

[0175] 如上所述，虽然存在多个 GPS 卫星 20 的选择方法，但是卫星选择部 13 可以根据测位要求的内容等来选择任意的方法。例如，在判断是否选择所有的与所输入的 m 个速度矢量对应的 m 个 GPS 卫星 20 时，卫星选择部 13 可以使用上述第一方法或上述第三方法。并且，在从与所输入的 m 个速度矢量对应的 m 个 GPS 卫星 20 中选择 n 个（其中，$m > n$）GPS 卫星 20 时，卫星选择部 13 可以使用上述第二方法或上述第四方法。

[0176] 接着，位置计算部 15 根据所输入的卫星选择信息，来从与信号接收 部 11 所接收到的多个信号对应的多个 GPS 卫星 20 中提取出指定了位置的 GPS 卫星 20。然后，位置计算部 15 根据表示所提取出的 GPS 卫星 20 的位置的信息、和从距离计算部 14 输入的表示各伪距离的信息，来计算接收机 10 的位置（步骤 S05，位置计算步骤）。位置计算部 15 将表示所计算出的接收机 10 的位置的信息输出到距离差计算单元 16。

[0177] 接着，距离差计算单元 16 根据从位置计算部 15 输入的接收机 10 的位置到多个 GPS 卫星 20 的各距离、以及从距离计算部 14 输入的接收机 10 的位置到多个 GPS 卫星 20 的各伪距离，来按照每个 GPS 卫星 20 计算作为这两种距离的差的伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$（步骤 S06）。距离差计算部 16 将所计算出的伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 输出到位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18。

[0178] 接着，位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 评价测位精度（步骤 S07）。即，位置精度评价部 17 根据伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 在多个 GPS 卫星 20 间的偏差，来评价由位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的精度。

[0179] 这时，位置精度评价部 17 将伪时钟偏置的方差 $\sigma_{\Delta rn(TOW)}^2$ 为最小的时刻设定为正确的发送时刻 T_p（发送时刻设定步骤）。并且，位置精度评价部 17 将被设定为正确的发送时刻的发送时刻 T_p 时的测位结果设定为最终结果（接收机 10 的估计位置）（估计位置设

定步骤）。

[0180] 并且，卫星精度评价部 18 根据伪时钟偏置 $\Delta r_n(TOW)$ 在多个 GPS 卫星 20 间的偏差，评价位置计算部 15 在计算接收机 10 的位置时所利用的各 GPS 卫星 20 的精度。

[0181] 在位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 根据上述评价而判断为取得了预定精度的测位结果时（步骤 S08 ；是），位置精度评价部 17 将测位结果（表示位置计算部 15 所计算出的接收机 10 的位置的信息）输出到输出部 19，输出部 19 将该测位结果输出（步骤 S09）。由此，接收机 10 的用户能够知道测位结果。

[0182] 与之相对，在位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 判断为没有得到预定精度的测位结果时（步骤 S08 ；否），位置精度评价部 17 和卫星 精度评价部 18 判断为再次执行测位，并将表示缩小了范围的 GPS 卫星 20 的个数的信息输出到卫星选择部 13。由此，反复进行上述步骤 S04 ～ S08 的处理。例如，在根据来自 6 个 GPS 卫星 20 的信号所计算出的接收机 10 的位置的精度没有满足一定水平的情况下，位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 将用于使 6 个 GPS 卫星 20 的范围缩小到 5 个的信息输出到卫星选择部 13。在该情况下，卫星选择部 13 按照上述第二方法或第四方法的示例那样来选择 5 个 GPS 卫星 20。

[0183] 但是，并不一定必须要进行这样的反复处理，而也可以在预定的定时结束测位处理。例如，在指定了位置的 GPS 卫星 20 的个数小于等于预定的阈值（例如，小于等于 4）的情况下，位置精度评价部 17 和卫星精度评价部 18 判断为即使再缩小 GPS 卫星 20 的范围也无法进行一定精度的测位，也可以结束处理。

[0184] 另外，在重复上述步骤 S04 ～ S08 的处理时，卫星选择部 13 也可以在每次处理时都变更选择 GPS 卫星 20 的方法。例如，卫星选择部 13 可以在第一次的处理中使用上述第一方法，而在第二次的处理（第一次的重复处理）中，使用第二方法。

[0185] 接着，说明用于使计算机执行上述一系列的对接收机 10 进行测位的处理的测位程序。如图 14 所示，测位程序 81 被存储到程序存储区域 80a 内，该程序存储区域 80a 形成在计算机所具有的记录介质 80 中。

[0186] 测位程序 81 构成为具有 ：统一控制测位处理的主模块 81a、信号接收模块 81b、速度矢量计算模块 81c、卫星选择模块 81d、距离计算模块 81e、位置计算模块 81f、距离差计算模块 81g、位置精度评价模块 81h、卫星精度评价模块 81i 以及输出模块 81j。通过执行信号接收模块 81b、速度矢量计算模块 81c、卫星选择模块 81d、距离计算模块 81e、位置计算模块 81f、距离差计算模块 81g、位置精度评价模块 81h、卫星精度评价模块 81i 以及输出模块 81j 而实现的功能，分别与上述接收机 10 的信号接收部 11、速度矢量计算部 12、卫星选择部 13、距离计算部 14、位置计算部 15、距离差计算部 16、位置精度评价部 17、卫星精度评价部 18 以及输出部 19 的功能相同。

[0187] 另外，测位程序 81 还可以构成为，其一部分或全部经由通信线路等传送介质传送，由其他设备接收并记录（包含安装）。

[0188] 如以上说明所述，根据本实施方式，通过根据速度矢量的集合选择 GPS 卫星 20，并根据来自所选择的 GPS 卫星 20 的信号从多个时刻中设定一个时刻作为信号的发送时刻，从而能够以较高的精度对来自 GPS 卫星 20 的信号的发送时刻进行估计。并且，通过将与被设定为发送时刻的一个时刻对应的接收机 10 的位置设定为该接收机 10 的估计位置，从而能够以较高的精度测定接收机 10 的位置。

[0189] 在本实施方式中，可以根据速度矢量的集合的矢量和来选择多个 GPS 卫星 20。由于能够简便地计算出矢量和，所以在使用该方法时，能够更简便地进行发送时刻的估计。

[0190] 尤其在采用上述第一方法的情况下，由于使用阈值来评价矢量和的大小，因此能够将发送时刻的估计精度保持在一定水平以上。并且，在采用上述第二方法的情况下，由于选择与矢量和的大小为最小的集合对应的 GPS 卫星 20，因此能够获得发送时刻的估计精度最高的 GPS 卫星 20 的集合。

[0191] 并且，在本实施方式中，可以根据表示构成速度矢量的集合的速度矢量的偏差的值来选择多个 GPS 卫星 20。通过使用该值，能够更准确地导出 GPS 卫星 20 的相对位置的变化，其结果，能够以更高的精度进行发送时刻的估计。

[0192] 尤其在采用上述第三方法的情况下，由于使用阈值来评价表示速度矢量的偏差的值，因此能够将发送时刻的估计精度保持在一定水平以上。并且，在采用上述第四方法的情况下，由于选择与表示速度矢量的偏差的值为最大的集合对应的 GPS 卫星 20，因此能够获得发送时刻的估计精度最高的 GPS 卫星 20 的集合。

[0193] 以上，根据本发明的实施方式对本发明进行了详细的说明。但是，本发明不限于上述实施方式。可以在不脱离本发明主旨的范围内，对本发明进行以下的各种变形。

[0194] 在上述实施方式中，卫星选择部 13 根据速度矢量来选择 GPS 卫星 20，但是 GPS 卫星 20 的选择方法不限于此。例如，卫星选择部 13 也可以一并使用以往所公知的方法和利用速度矢量的方法来选择 GPS 卫星 20。

[0195] 作为以往所公知的方法，例如可以列举出如下方法：利用信号的 C/N（信噪比）来按照每个 GPS 卫星评价接收灵敏度的方法、根据伪距离的均方根误差 (RMS：Root Mean Square) 来评价各伪距离的偏差的方法、使用精度下降率 (DOP：Dilution Of Precision) 来评价 GPS 卫星在几何学上的配置的方法。其中，使用 C/N 的方法和使用均方根误差的方法都是评价 GPS 卫星单体的方法，而使用精度下降率的方法则是与上述实施方式相同地对 GPS 卫星的集合进行评价的方法。

[0196] 例如，卫星选择部 13 也可以首先提取出 C/N、均方根误差和精度下降率分别大于等于预定的阈值的 GPS 卫星 20，利用上述实施方式的方法即基于速度矢量的方法，来从所提取出的 GPS 卫星 20 中选择特定的 GPS 卫星 20。

[0197] 在上述实施方式中，使用了伪时钟偏置来评价测位精度，但是也可以使用 RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring：接收机自主完好性监测）等其他方法来评价测位精度。另外，RAIM 例如被详细地记载于下述非特许文献 2 中。

[0198] [非特许文献 2]BW Parkinson, JJ Spilker,“Global Positioning System：Theory and Applications Volume II-Chapter 5”, American Institute ofAeronautics and Astronautics, Inc., p.p.143--164,1996。

[0199] 并且，在上述实施方式中，将 GPS 卫星 20 用作信号发送源，但是也可以将伪卫星、构成移动体通信网的基站等用作信号发送源。

[0200] 并且，在上述实施方式中，测位的主体是接收机 10，也是测位的对象，但是，测位的主体和测位的对象也可以不一致。例如，测位的主体也可以通过与接收机 10 分开构成的测位服务器来构成。测位服务器例如可以经由移动体通信网与接收机 10 连接，从接收机 10 接收测位所需要的信息，来进行测位。测位服务器也可以从接收机 10 接收必要的信息，来

进行与测位有关的所有运算。或者，也可以通过接收机 10 接收并取得 表示所计算出的 GPS 卫星 20 和接收机 10 之间的距离的信息，并根据所取得的表示距离的信息，进行与测位有关的运算。权利要求书中所记载的测位系统可以应用于接收机和服务器等的任意的装置。

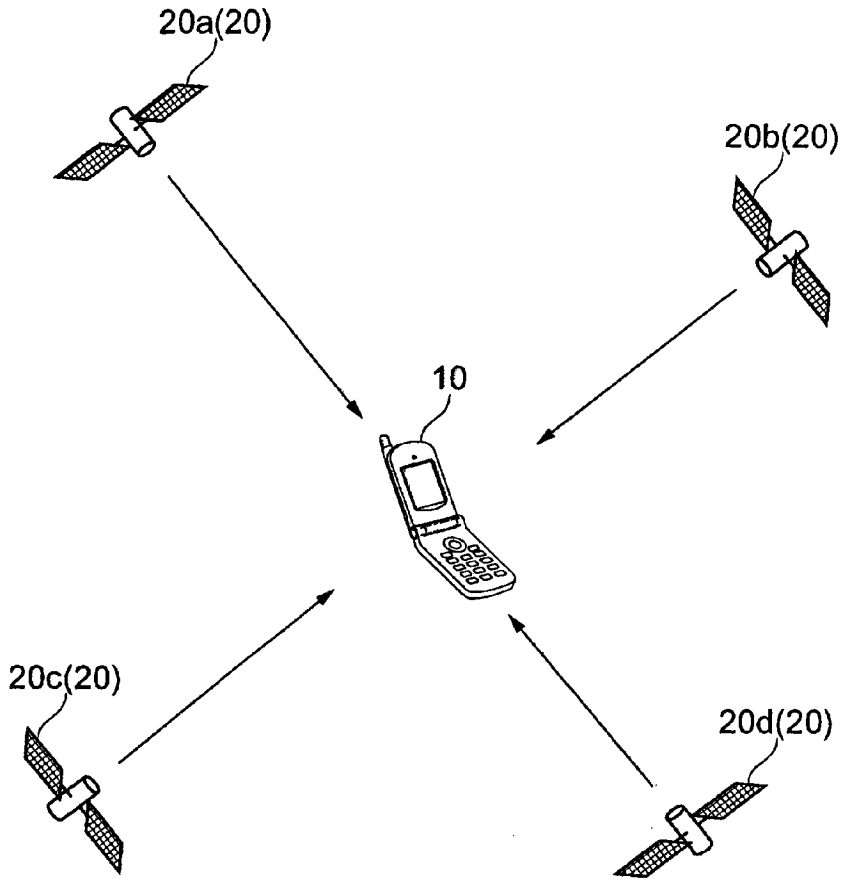


图 1

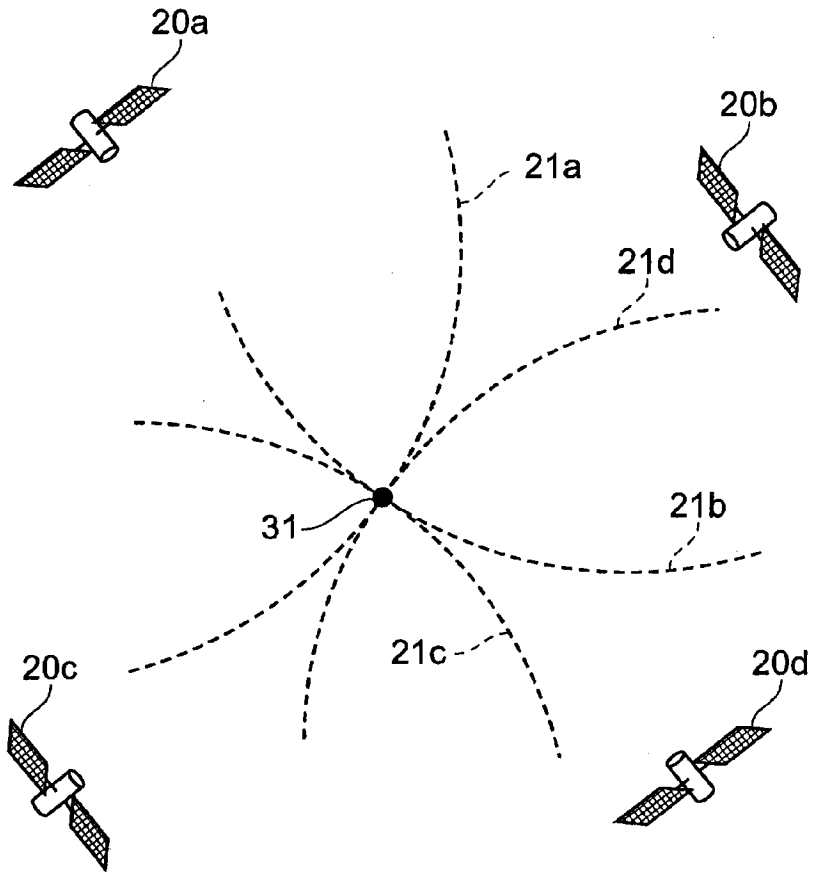


图 2

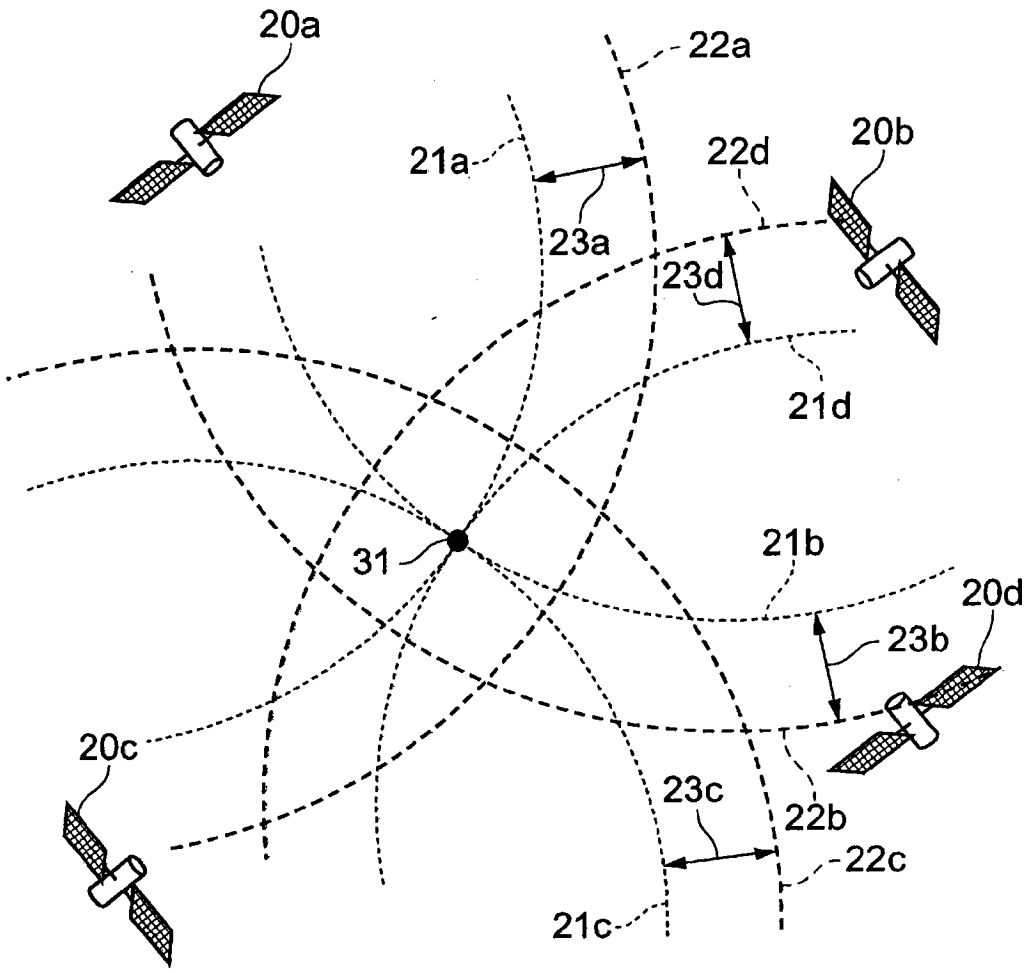

20a
22a
21a
22d
20b
23a
23d
21d
31
21b
20d
23b
20c
23c
22b
22c
21c

图 3

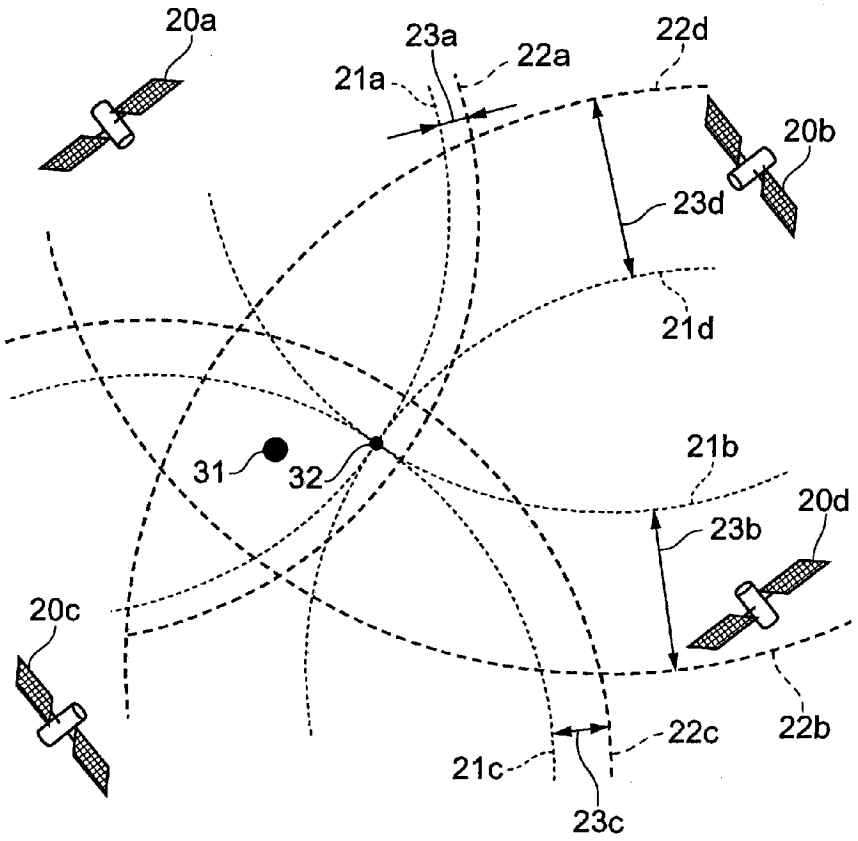

20a
23a
22a
21a
22d
20b
23d
21d
31
32
21b
20d
23b
20c
22c
22b
21c
23c

图 4

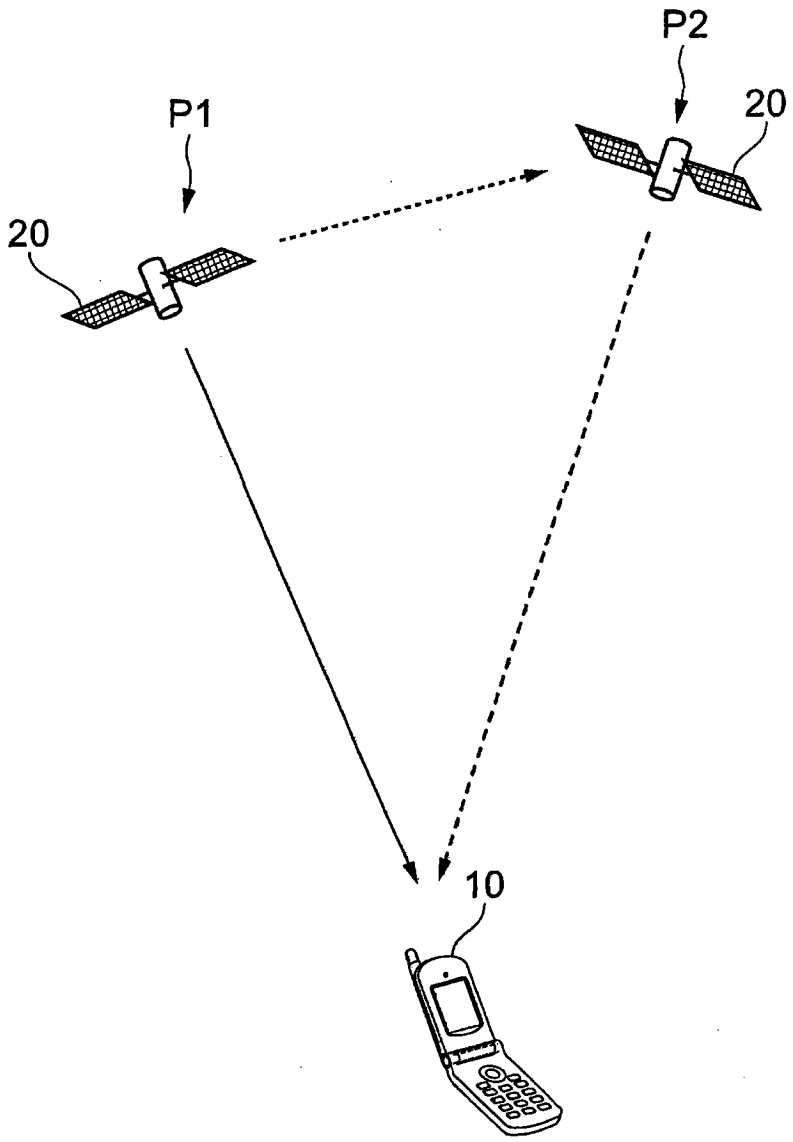


图 5

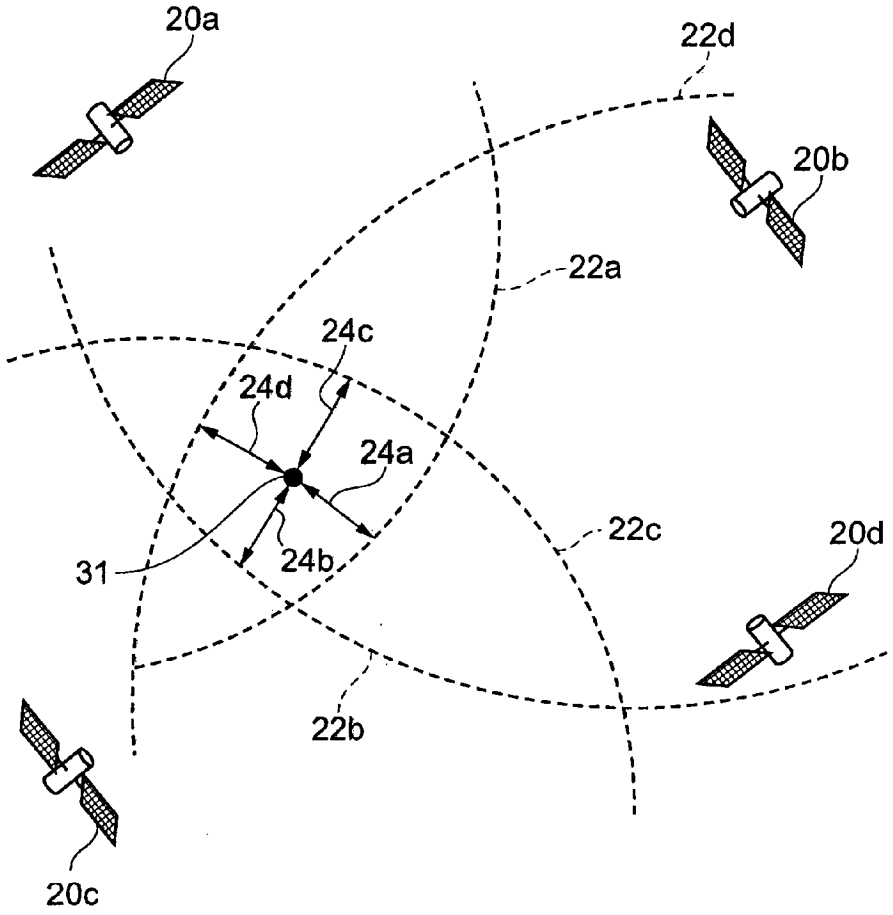


图 6

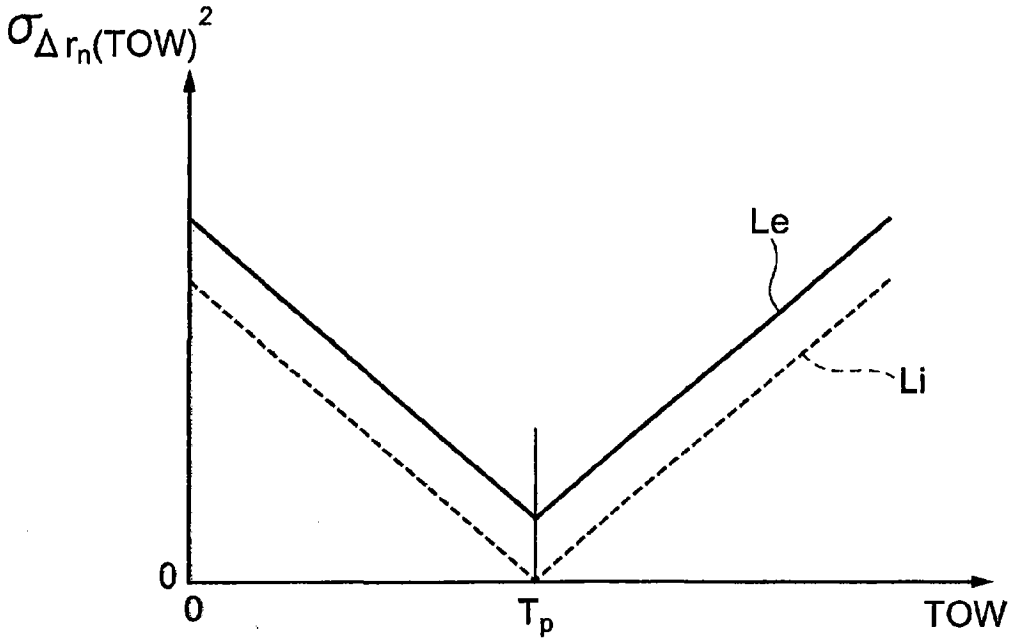


图 7

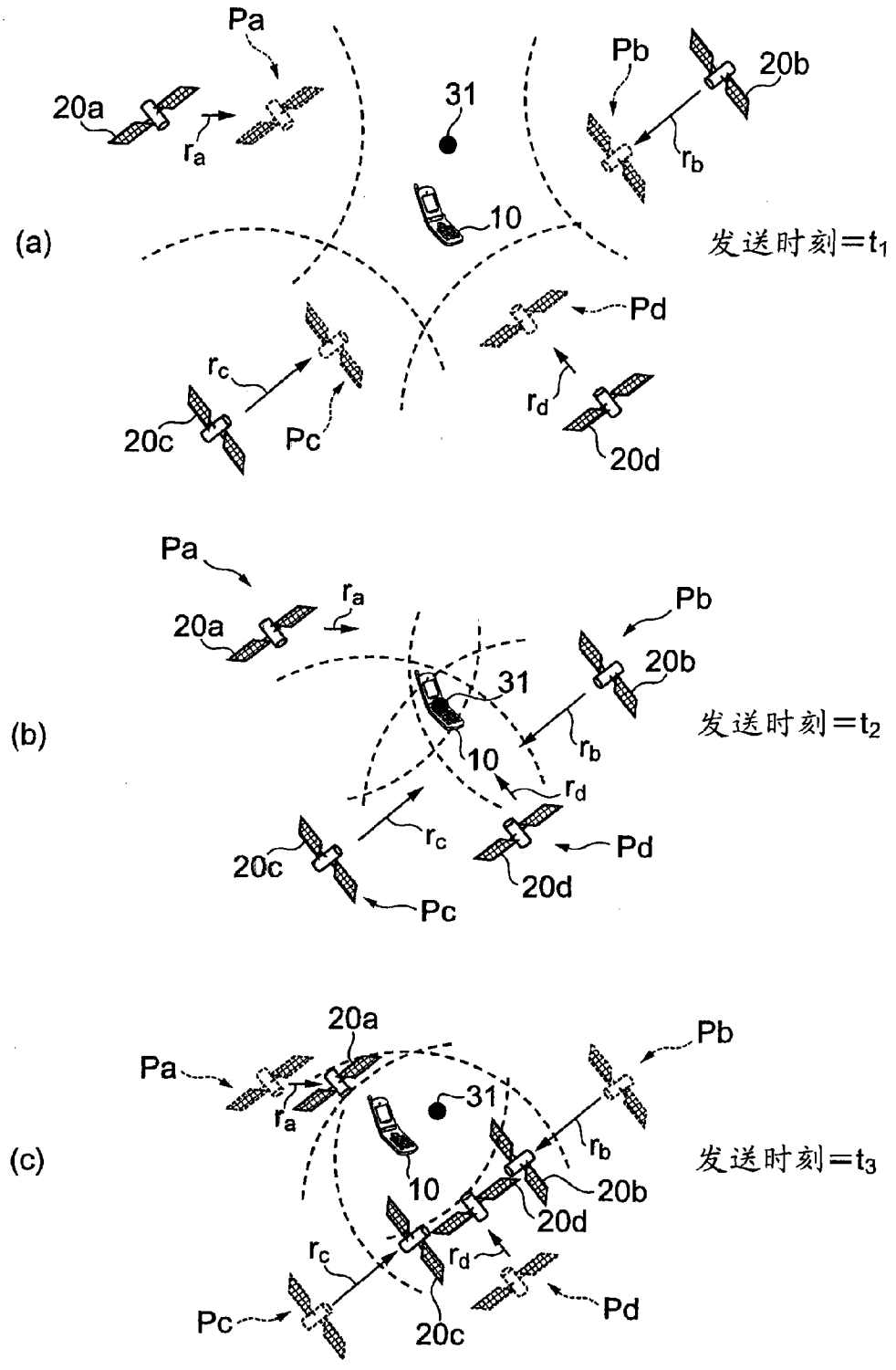

(a)
Pa
20a
r_a
31
Pb
20b
r_b
10
发送时刻=t_1
Pd
r_c
r_d
20c
Pc
20d
(b)
Pa
r_a
20a
Pb
20b
31
r_b
10
r_d
发送时刻=t_2
r_c
Pd
20c
20d
Pc
(c)
20a
Pa
Pb
r_a
31
r_b
10
20b
20d
发送时刻=t_3
r_c
r_d
Pc
Pd
20c

图 8

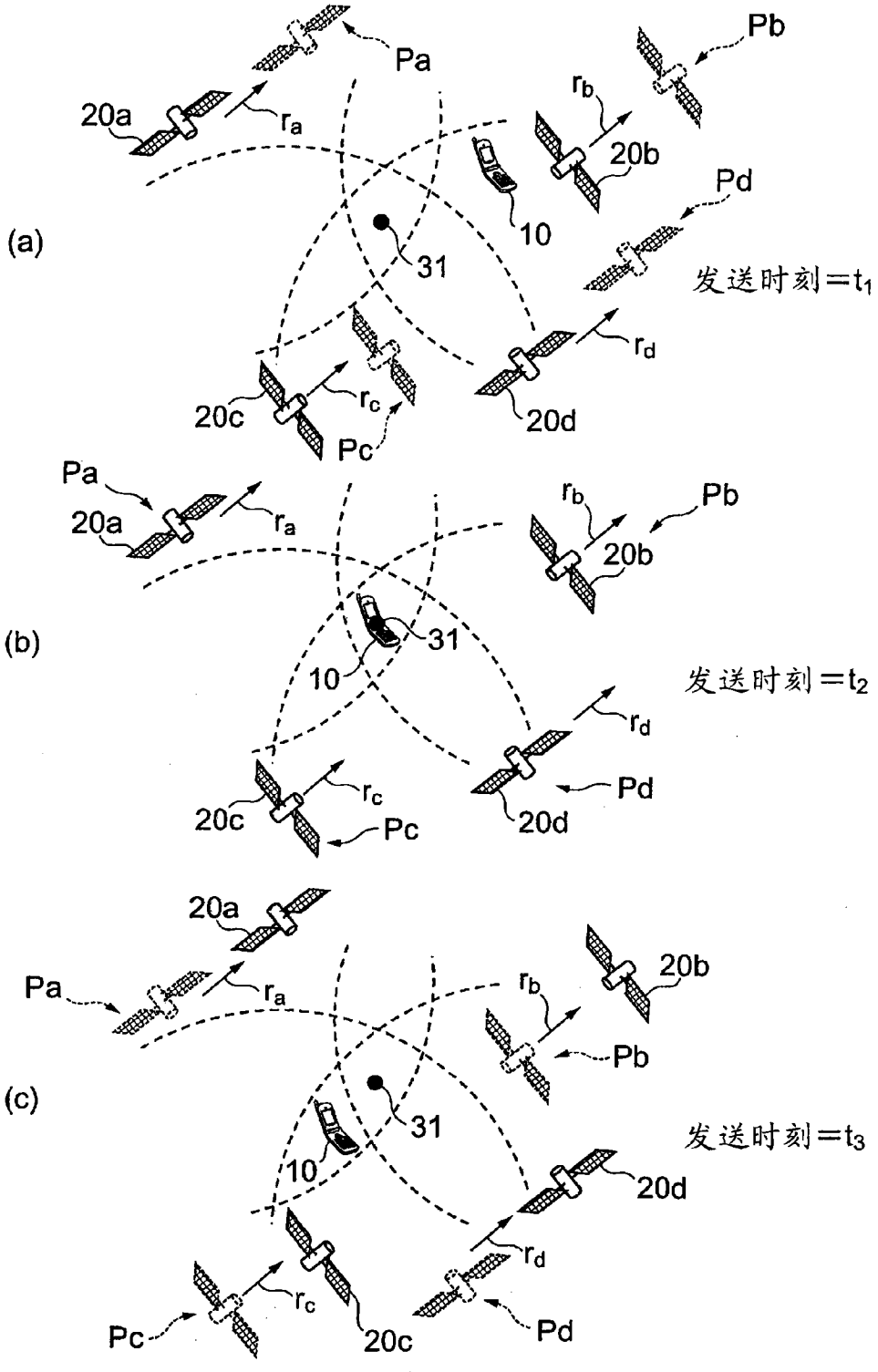

(a)
Pa
20a
r_a
Pb
r_b
20b
Pd
10
31
发送时刻＝t_1
r_d
20c
r_c
20d
Pc
(b)
Pa
20a
r_a
r_b
Pb
20b
31
10
发送时刻＝t_2
r_d
Pd
20c
r_c
Pc
20d
(c)
20a
Pa
r_a
r_b
20b
Pb
31
10
发送时刻＝t_3
20d
r_d
Pc
r_c
20c
Pd

图 9

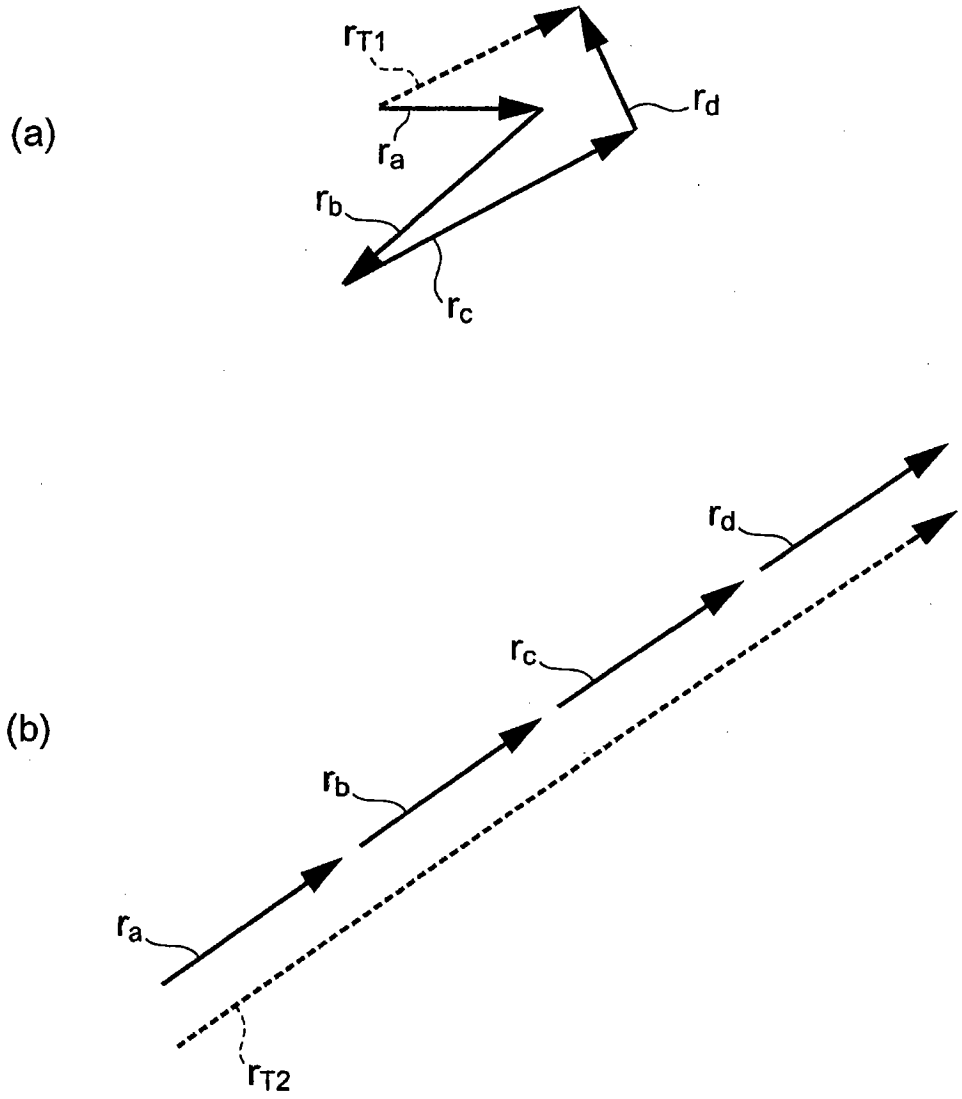


图 10

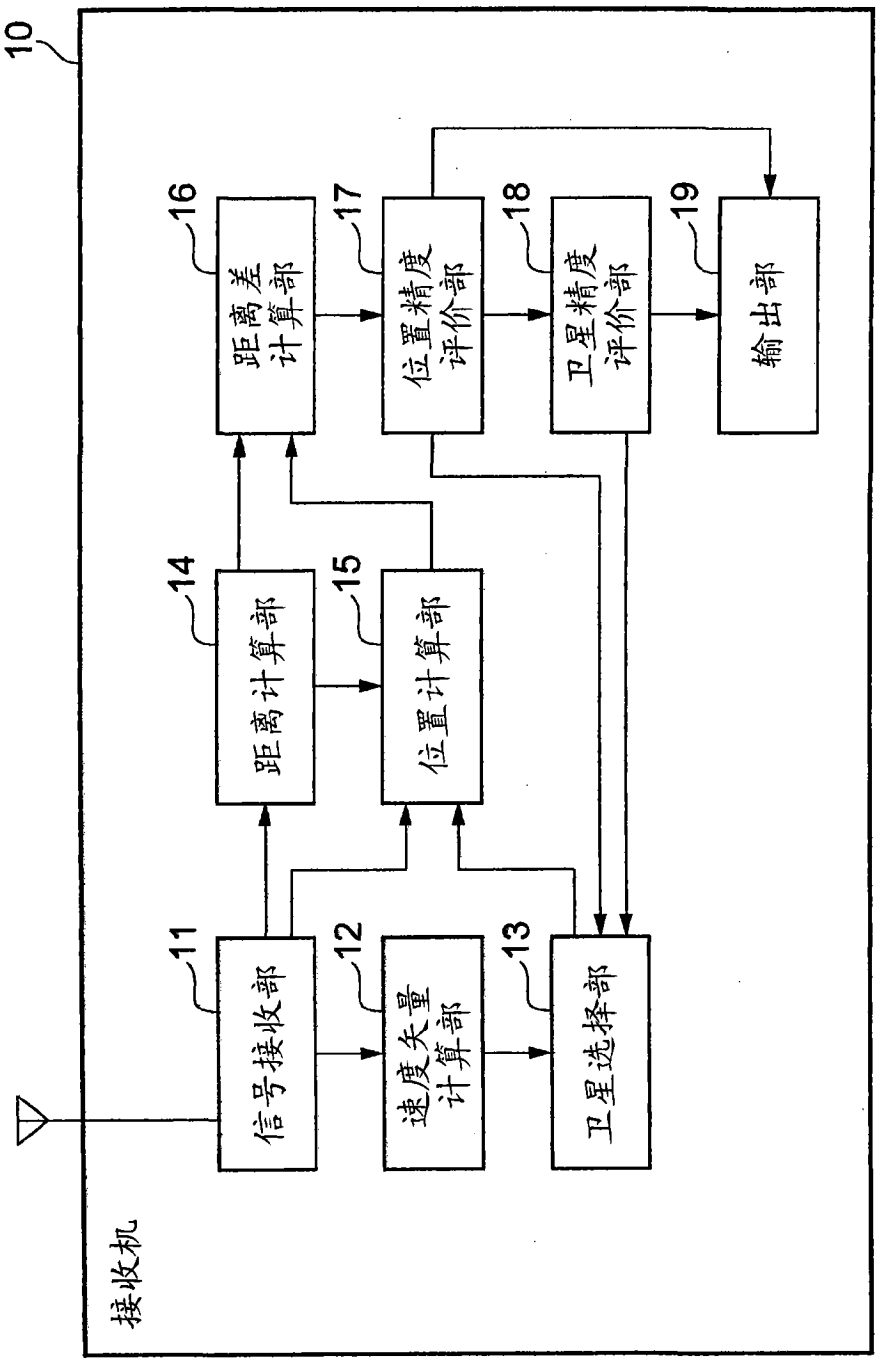

10
接收机
11
信号接收部
12
速度矢量计算部
13
卫星选择部
14
距离计算部
15
位置计算部
16
距离差计算部
17
位置精度评价部
18
卫星精度评价部
19
输出部

图 11

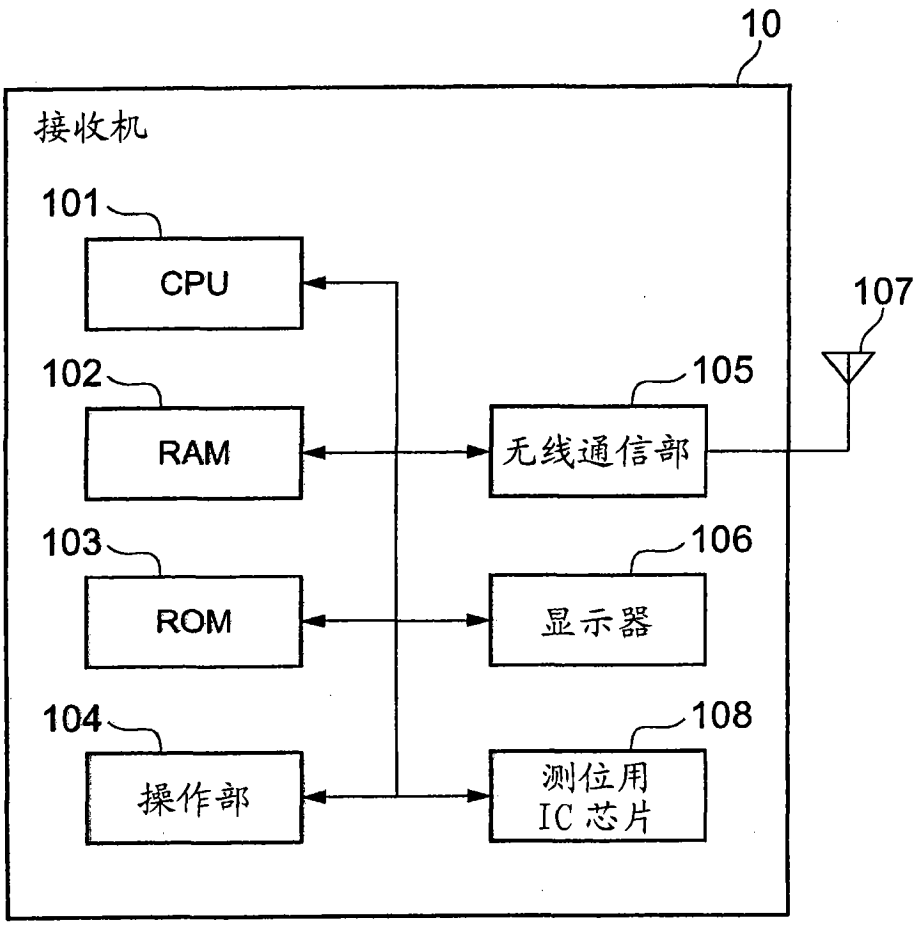

10
接收机
101
CPU
102
RAM
103
ROM
104
操作部
105
无线通信部
106
显示器
107
108
测位用
IC 芯片

图 12

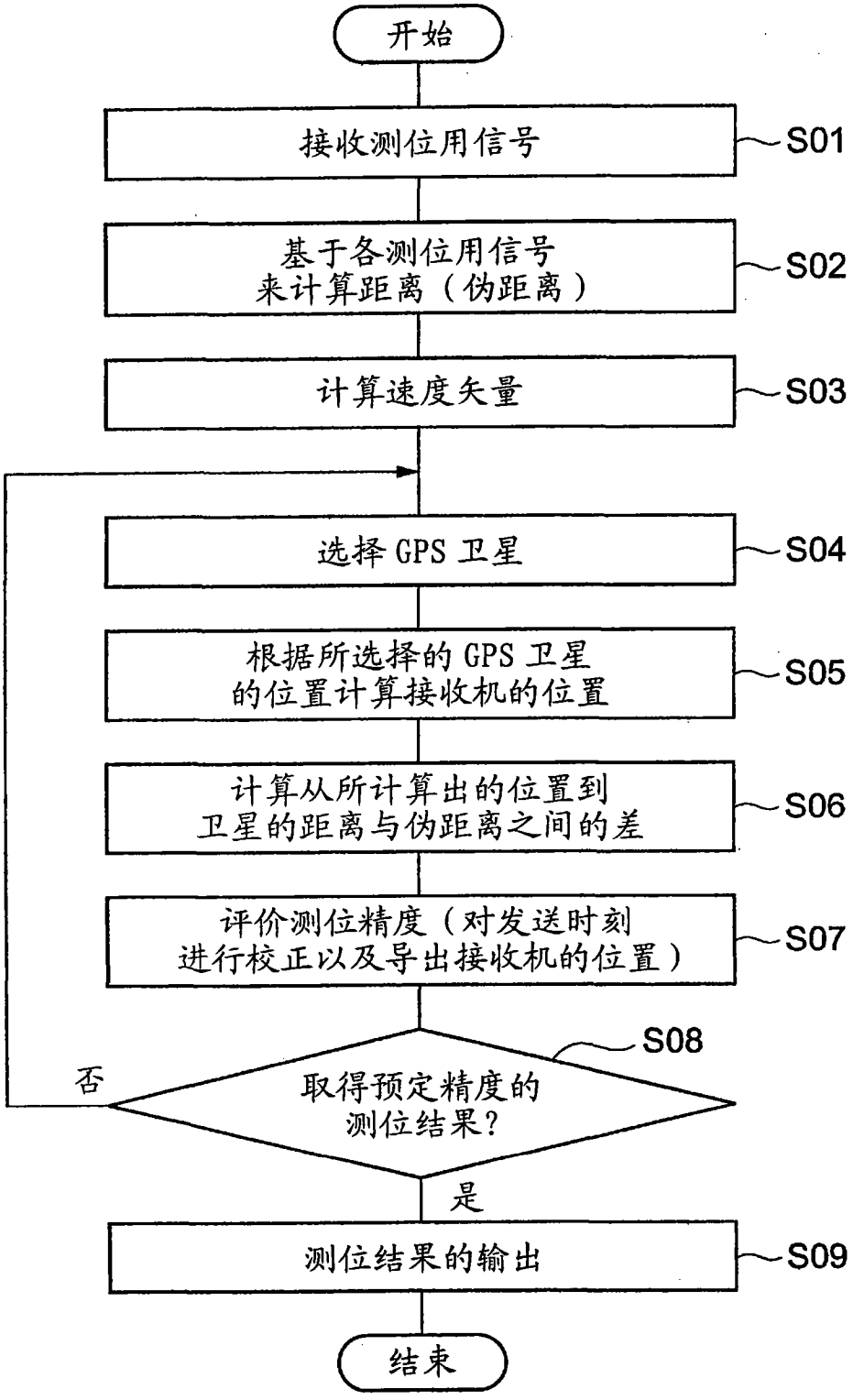

开始
接收测位用信号
S01
基于各测位用信号
来计算距离（伪距离）
S02
计算速度矢量
S03
选择 GPS 卫星
S04
根据所选择的 GPS 卫星
的位置计算接收机的位置
S05
计算从所计算出的位置到
卫星的距离与伪距离之间的差
S06
评价测位精度（对发送时刻
进行校正以及导出接收机的位置）
S07
S08
否
取得预定精度的
测位结果？
是
测位结果的输出
S09
结束

图 13

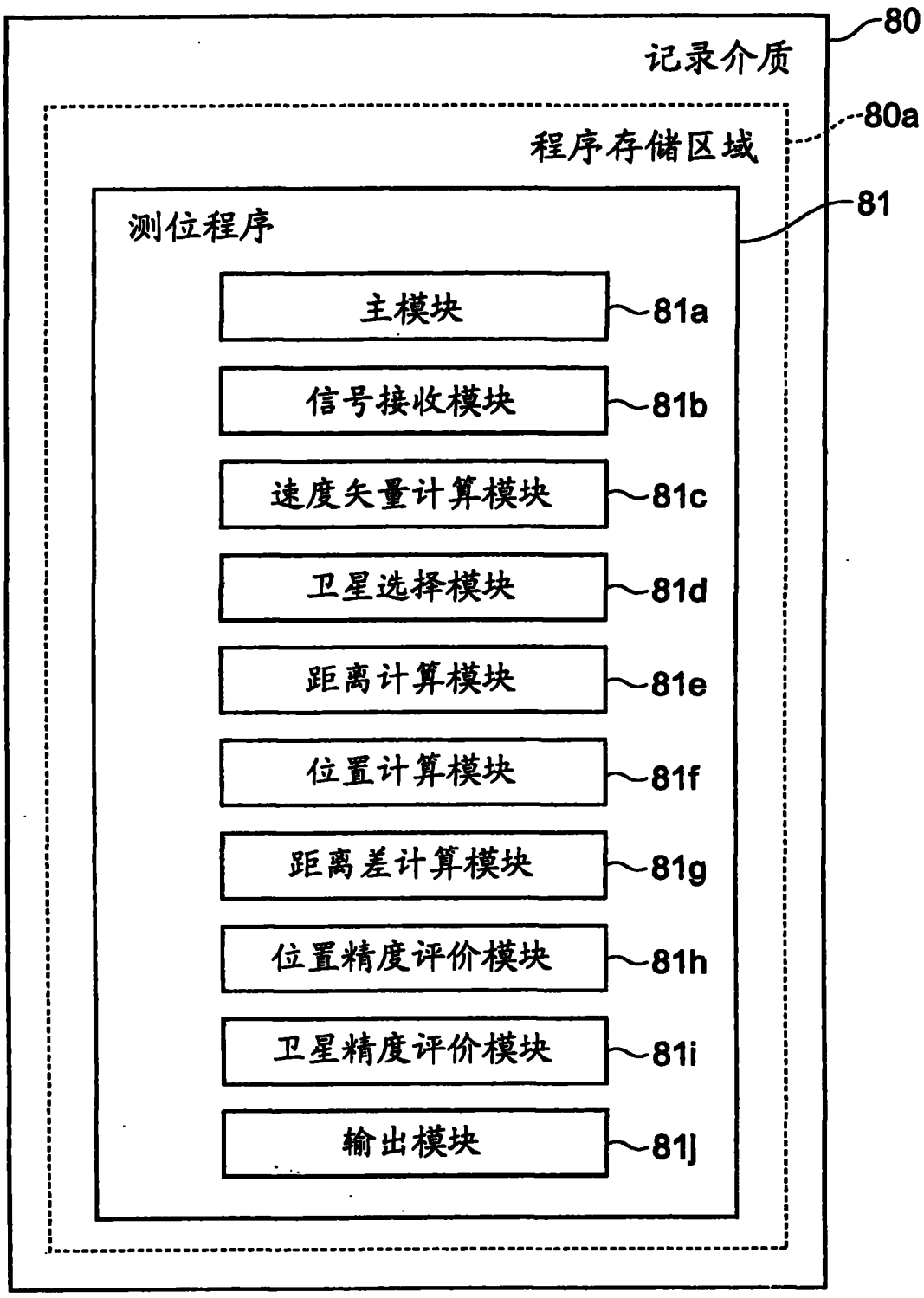

80
记录介质
80a
程序存储区域
81
测位程序
主模块
81a
信号接收模块
81b
速度矢量计算模块
81c
卫星选择模块
81d
距离计算模块
81e
位置计算模块
81f
距离差计算模块
81g
位置精度评价模块
81h
卫星精度评价模块
81i
输出模块
81j

图 14