

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99813051.6

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100342242C

[22] 申请日 1999.9.2 [21] 申请号 99813051.6

[30] 优先权

[32] 1998.9.8 [33] US [31] 09/149,428

[86] 国际申请 PCT/US1999/020341 1999.9.2

[87] 国际公布 WO2000/014560 英 2000.3.16

[85] 进入国家阶段日期 2001.5.8

[73] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加州圣地埃哥

[72] 发明人 S·S·索里蒙 S·A·克拉兹科

P·A·阿加西

[56] 参考文献

CN1152380A 1997.6.18

CN1128064A 1996.7.31

WO97/14057A 1997.4.17

审查员 杨 玲

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 9 页

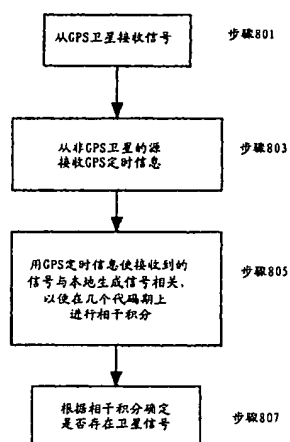
[54] 发明名称

提高 GPS 接收机之灵敏度的方法

[57] 摘要

本发明的方法和设备提高了 GPS 接收机(400, 500, 600, 700)的灵敏度。其手段是, 在一个实施例中, 在 GPS 信号的几个代码期上进行相关的相干积分; 在另一个实施例中, 对相关处理器(507)的输出进行时域至频域的转换。在对几个代码期进行相干积分的情况下, CDMA 蜂窝式电话基站发送信息, 允许接收机在开始 GPS 信号获得过程之前确定 GPS 时间。如果 GPS 接收机(400, 500, 600, 700)所面临的是 GPS 卫星在发射期内的特定时刻发送已知的位模式, 那么积分可以从不止一个位期扩展到包括多个代码期。如果范围内没有基站, 那么用相关器(507)的输出生成用于输入离散时域至频域变换处理器(511)的值, 这里相关器在一个代码期上对相关积分。变换处理器(511)的输出将表示存在一个来自特定卫星的信号, 以及本地生成信号

与接收到的 GPS 信号之间的偏移。



1. 一种用于提高 GPS 接收机之灵敏度的方法，其特征在于，包括以下步骤：
 - a) 接收来自 GPS 卫星的 GPS 信号；
 - b) 判断接收机是否具有一个使其与 GPS 时间同步的源；
 - c) 确定接收到的 GPS 信号在多个代码期中每个代码期内的功率大小，这里所述接收到的 GPS 信号是用与一特定卫星相关的特定代码编码的；
 - d) 如果存在一个用于与 GPS 时间同步的源，那么：
 - 1) 对每个代码期内接收到的功率求和，以确定在多个代码期上的功率总和；和
 - 2) 通过将所述功率总和与所述特定代码相关并且对相关结果进行相干积分，判定从所述特定卫星接收到了一信号；和
 - e) 如果没有用于与 GPS 时间同步的源，那么：
 - 1) 对接收到的 GPS 信号在多个代码期的每个代码期内的功率进行时域至频域变换，以便产生一个频域信号；和
 - 2) 利用所述频域信号，判定是否从所述特定卫星接收到了 GPS 信号。

提高 GPS 接收机之灵敏度的方法

发明背景

技术领域

本发明涉及一种根据卫星广播信息确定设备位置的方法和设备，尤其涉及一种用于提高全球定位系统接收机之灵敏度的方法和设备。

背景技术

用全球定位系统(GPS)来确定人和物的位置变得很普遍。目前正在设计的汽车、无线电话和其它设备包括全球定位系统接收机。这些接收机用来接收来自卫星的信号。而所接收到的信号提供了允许接收机以相对较高的精度确定其在地球上位置的信息。从卫星接收到的信号一般是相当弱的。因此，为了确定接收机的位置，接收机的灵敏度必须足以接收这些弱信号，并解释它们所代表的信息。

根据这样一种 GPS 所使用的格式，对每个卫星发出的信号进行编码，以区分该系统中一个卫星所发信号和另一卫星所发信号。如此选择分配给每个卫星的代码，使得接收机可以将包含了从特定卫星发送的信号的接收信号以及与该特定卫星相关的一个特定代码提供给相关器，并且只有用来自相关器的特定代码编码的信号的能量。

图 1 示出了由一全球定位卫星(诸如当今常用的那些)发射的信号 101 之一部分的定时关系。用具有 1 毫秒持续时间(即，“代码期间”)的特定代码对图 1 所示的发射信号 101 编码。在每个代码期间，用该代码对信号进行调制(即，对代码和要发射的信息信号作逻辑异或运算)。首先，接收机判断是否正在接收由一特定卫星发送的信号。这通常称为“捕获”一卫星。而“捕获”可以通过尝试使接收信号与有关该特定卫星的代码进行“相关”(即，向相关器输入接收信号和特定代码，以检查接收信号中的能量是否经特定代码编码)来实现。为了使输入信号和代码相关，接收信号的代码期以及与接收信号相比较的代码必须在时间上非常接近。图 1 示出了三种使接收信号 101 与有关一特定卫星的代码相关的尝试方法。在第一种尝试中，代码 102a 在接收信号 101 的代码期 103 起点

之后开始。因此，第一种使接收信号与特定代码相关的尝试将失败。

在第二种使接收信号 101 与特定代码 102b(该特定代码具有与代码 102a 相同的值，但存在时移)相关的尝试中，相对于代码期 103 的起点，在时间上将代码向后移。但是，接收信号代码期的起点和代码 102 的起点仍然没有对齐。因此，即使将正确代码与接收信号比较，定时仍然未对准。因此，使接收信号与特定代码相关的尝试将再次失败。

在第三次尝试中，代码 102c 的起点与代码期 103 的起点对准。特定代码与用来对接收信号编码的代码相同，并且代码期 104 与代码 102c 对准。因此，特定代码与接收信号之间成功相关，这里假设以足够的强度接收用特定代码编码的信号，以允许检测到所述相关。

但是，在许多情况下，卫星发射的信号不够强。这可能是由于干扰量太大或者诸如建筑物、树叶等障碍物衰减了信号。因此，即使定时正确并且选择了正确的代码，也可能检测不到相关。

为提高接收机灵敏度已提出的一种方法是相加几个代码期中发射的功率，然后尝试使这些代码期之和与所关心的特定代码相关。除了需要灵敏度之外，代码期的起点时刻也是未知的。因此，必须执行如图 1 所示的和后附内容所描述的搜索功能。此搜索操作需要相当长的时间。

为处理好判断代码期是否对准所需的时间量，已提出一种方法，该方法要求对许多“代码采样期”采几个样。代码采样期是一段在时间上等于代码期的时期，但它可能不与代码期对准。对每个代码采样期(例如，1 毫秒)作相同数目的采样。然后，将这些 1 毫秒代码采样期中每个采样期的相应采样相加，形成一个复合的 1 毫秒的代码采样期。图 3 示出了四个代码期 301、302、303 和 304，对每个代码期都作 15 次采样。将来自四个代码期 301、302、303 和 304 中每个代码期的 15 个采样相加，形成一个复合的代码采样期 305。应该懂得，每个时期 301、302、303 和 304 必须在分开整数个代码期的地方开始，并且每个时期最好在时间上与其它时期中的一个相邻，以形成连续的采样流。

然后，将复合的代码采样期从时域转换至频域。也就是说，对构成复合代码采样期的采样进行诸如付里叶变换等时域至频域的转换。然后，将该频域结果乘以表示将与接收信号相关的特定代码的频域。然后，对积进行频域至时域的转换，诸如付里叶逆变换。时域结果提供了有关代码采样期起点与接收实际代码期起点之间相对时差的表示，这里假设接收信号具有对特定代码编码的足

够能量。

此方法的一个问题是，接收信号所代表的信息以几倍于代码期的时间间隔改变接收信号的状态。例如，在美国普遍使用的 GPS 系统中，卫星所发信号内容的位长为 20 个代码期(即，20 ms)。每隔 20 ms，就有可能颠倒代码所代表的能量状态。图 2 示出了一位相对一个代码期的定时关系。如果将位值等于逻辑“1”时一代码期内接收到的信号能量与位值等于逻辑“0”时接收到的能量相加，那么总能量等于零。因此，必须知道“位边界”201，才能对一个代码期以上的能量求和。另外，如果用来确定何时对每个代码采样期采样所用的时钟(振荡器)并不非常稳定，那么频域中的相关不会非常好。这将损失灵敏度，因为复合代码采样期不会良好地与所关心的特定代码相关。

本发明提供了一种提高 GPS 接收机之灵敏度的方法和设备，它对时钟稳定性的要求低于生成复合代码采样期的情况。另外，本发明提供了一种确定位边界在接收信号内位置的方法。

发明内容

被揭示的方法和设备增强了 GPS 接收机的灵敏度，其手段是：在一个实施例中，在 GPS 信号的几个代码期上对相关进行相干积分；在第二个实施例中，对相关处理器的输出进行时域至频域的转换。

在对几个代码期进行相干积分的情况下，本方法和设备具有以下优点，即 CDMA 蜂窝式电话基站发射信息，允许接收机在开始 GPS 信号获取过程之前确定 GPS 时间。一旦已知了 GPS 时间，GPS 接收机就可以知道每个代码期和每个位期何时开始。利用这一信息，GPS 接收机可以开始对相关器的输出积分，并在几个代码期上对相关器的输出连续积分，因为 GPS 接收机已知位边界的位置。如果 GPS 接收机所面临的是 GPS 卫星在发射期内的特定时刻发送已知位模式，那么甚至可以将积分从不止一个位期进一步扩展到包括几个代码期。

在关于被揭示方法和设备的一个实施例中，如果有一个 CDMA 蜂窝式电话基站处在范围内，那么可以用码分多址(CDMA)蜂窝式电话来确定 GPS 时刻。如果范围内没有基站，那么可以使用常规的用于搜索 GPS 卫星信号的过程，或者更好的是用在一个代码期上进行相关积分的相关器的输出来生成用于输入到离散的时域至频域变换(诸如，离散的付里叶变换)的值。变换的输出将表示存在来自特定卫星的信号，以及本地发生信号与接收到的 GPS 信号之间的偏

移。

依照本发明，提供了一种用于提高 GPS 接收机之灵敏度的方法。该方法包括以下步骤：

- a) 接收来自 GPS 卫星的 GPS 信号；
- b) 判断接收机是否具有一个使其与 GPS 时间同步的源；
- c) 确定接收到的 GPS 信号在多个代码期中每个代码期内的功率大小，这里所述接收到的 GPS 信号是用与一特定卫星相关的特定代码编码的；
- d) 如果存在一个用于与 GPS 时间同步的源，那么：
 - 1) 对每个代码期内接收到的功率求和，以确定在多个代码期上的功率总和；和
 - 2) 通过将所述功率总和与所述特定代码相关并且对相关结果进行相干积分，判定从所述特定卫星接收到了一信号；和
- e) 如果没有用于与 GPS 时间同步的源，那么：
 - 1) 对接收到的 GPS 信号在多个代码期的每个代码期内的功率进行时域至频域变换，以便产生一个频域信号；和
 - 2) 利用所述频域信号，判定是否从所述特定卫星接收到了 GPS 信号。

附图概述

图 1 是一定时图，示出了由一全球定位卫星(诸如当今常用的)发出的一个信号的一部分。

图 2 示出了一位相对于一个代码期的定时关系。

图 3 示出了每个进行 15 次采样的四个代码期。

图 4 是被揭示设备的一个实施例的简化方框图。

图 5 是被揭示设备的另一个实施例的简化方框图。

图 6 是 GPS 接收机的简化方框图，其中 GPS 接收机没有 CDMA 电话作为 GPS 接收机的一部分。

图 7 是被揭示设备的另一个实施例的简化方框图。

图 8 是被揭示方法的一个实施例的流程图。

图 9 是被揭示方法的另一个实施例的流程图。

应该注意，相同的标号表示相同的部件。

详细描述

图 4 是被揭示设备的一个实施例的简化方框图。图 4 揭示的实施例代表一个全球定位系统(GPS)接收机 400。GPS 接收机 400 包括码分多址(CDMA)蜂窝式电话 401、处理器 403、全球定位系统(GPS)前端 405、相关器 407 和存储器 409。

根据图 4 所示的被揭示方法和设备的实施例, GPS 前端 405 从 GPS 卫星(未图示)接收 GPS 信号。GPS 前端 405 的输出是中频(IF)扩频信号。另一种情况是, GPS 前端 405 的输出是基带扩频信号。这些 GPS 前端是本领域众所周知的。GPS 前端 405 的输出与相关器 407 耦连。

相关器 407 实现相关功能, 用以确定 GPS 前端 405 之输出与预定本地生成信号之间的相关量, 这里所述预定生成信号受到与 GPS 系统中一个卫星相关的预定代码的编码。本领域的熟练技术人员应该懂得, GPS 前端 405 之输出与生成信号之间的强相关将表示接收机 400 正在接收来自一卫星的信号。通过用来对本地生成信号编码的代码可以知道所述特定卫星。

另外, 只有在本地生成信号与接收到的 GPS 信号对准时, 才发生强相关。也就是说, 如图 2 所示, GPS 包括一系列代码期 202。每个代码期起始于前一个代码期结束时。同样, 用与 GPS 系统中一个卫星相关的代码对本地生成的信号编码, 使得该本地生成信号的代码期在长度上等于与所述代码相关的卫星所发送的信号的代码期。当本地生成信号的代码期和从与该代码相关的卫星接收到的信号同时开始时, 那么称这两个信号是对准的。

根据被揭示方法和设备的一个实施例, 用 CDMA 蜂窝式电话 401 从构成 CDMA 无线蜂窝式电话网一部件的 CDMA 基站(未图示)接收信息。CDMA 基站发射表示“CDMA 系统时间”的信息, 其中“CDMA 系统时间”与“GPS 时间”相关。因此, 用处理器 403 处理接收到的信息, 以确定每个 GPS 卫星所发送的信号的定时。处理器接收表示 CDMA 系统时间的信息。但是, 为了精确确定 GPS 时间, 处理器 403 必须调节从基站接收到的 CDMA 系统时间, 以消除因延迟而添加到从基站至 GPS 接收机 400 的 GPS 传输时间中的偏移。通过测量从 GPS 接收机发送到基站并返回的信号的回延迟来进行上述调节。当 GPS 接收机 400 正在尝试接收来自一特定卫星的信号时, 相关器 407 接收来自处理器 403 的信息。该信息通知相关器 407, 应该用哪个代码对本地生成信号编码, 以及为使本地生成信号与所希望卫星发送的信号对准, 本地生成信号的

定时应该是怎样的。由于已知了由所需卫星发送的信号定时，可以在几个代码期上对相关器的输出积分。也就是说，只要处理器 403 已知卫星发射信号的定时，相关器就可以在几个代码期(即，在目前使用的 GPS 系统中，达到 20 个代码期)上对相关函数的结果进行相干积分。另外，处理器 403 还可以根据从 CDMA 蜂窝式电话 401 接收到的信息确定在卫星运行(即，改变逻辑状态)所发信号的信息位中发生的位边界 201 的次数(参照图 2)。因此，可以进行相干积分的代码期的个数等于一个“位时间”内代码期的个数。一个位时间等于一位的长度。图 2 示出一个位时间等于 20 代码期。

更有利的是，如果知道有一个位模式出现在卫星发送的信号中，那么在对相关器 407 的输出进行相干积分过程可以考虑其位值。因此，可以对不止一个位期进行相干积分。例如，在美国常用的 GPS 系统中，每个子帧中遥测字的 8 位前置比特是很好的候选。这 8 位的值是已知的，因此可以将其存储在存储器 409 中，供处理器 403 访问。同样，还可以使用其它的这类模式。

图 5 是被揭示设备的另一实施例的简化方框图。图 5 所揭示的实施例代表 GPS 接收机 500。GPS 接收机 500 包括 CDMA 蜂窝式电话 501、处理器 503、GPS 前端 505、相关器 507、存储器 509 以及时域至频域变换处理器 511。

图 5 所示的设备实施例工作起来基本上与上述对图 4 所示设备实施例的描述相同。但是，在图 5 所示的设备实施例中，相关器 507 的输出与时域至频域变换处理器 511 耦连。相关器 507 的输出用来形成一个值矢量。矢量的大小 N 等于用来产生相关器输出的代码期的个数。如本领域众所周知的，可以用快速付里叶变换或用软件作后处理，对该矢量进行 N 点离散付里叶变换。同样可以使用其它进行时域至频域变换的方法。变换处理器 511 的输出表示接收信号与本地生成信号之间的相关性有多强。另外，出现峰值的特定频率表示本地生成信号之频率相对于从所关心的卫星(即，与用来对本地生成信号编码的代码相关的卫星)接收到的信号的偏移。该过程提供了接近等于 N 的处理增益。

另外，在图 5 所示被揭示设备的实施例中，用在变换处理器 511 之输出端检测到峰值能量时的频率确定频率偏移，并用该频率偏移调节振荡器，以确定本地生成信号的频率。

另外，使用时域至频域变换处理器提供了较强的相关表示，即使发生了位过渡，使得一些代码期在第一逻辑状态期间相关，而其余代码期在第二逻辑状态期间相关。事实上，使用时域至频域处理器提供了关于在 N 个相关的代码期

内何时发生位过渡的表示。也就是说，在变换处理器 511 的输出中，在峰值周围形成的旁瓣的特定图形提供了关于何时发生位过渡的信息。注意，如果位过渡发生在正好有一半代码期相关之后，使得用逻辑 1 作为信息位逻辑状态对一半代码期相关，而用逻辑 0 作为信息位逻辑状态对另一半代码期相关，那么相关器的输出将基本是一个方波。因此，变换处理器的输出将在奇次谐波上有旁瓣，这是频域表示的具有 50% 占空比的方波的特征。

无论是否可以获得 GPS 时间以使本地生成信号与所需 GPS 信号对准，变换处理器都是有用的。事实上，当不能获得 GPS 时间时，变换处理器特别有用。例如，图 6 是 GPS 接收机 600 的简化方框图，其中 GPS 接收机 600 没有 CDMA 电话作为 GPS 接收机 600 的一个部件。GPS 接收机 600 包括处理器 603、存储器 609、GPS 前端 605、相关器 607 和时域至频域变换处理器 611。

由于 GPS 接收机 600 没有 CDMA 电话，GPS 接收机 600 在获得来自 GPS 卫星的信号(即，确定信号定时)之前不能确定 GPS 时间。但是，使用变换处理器 611 使得不必将本地生成信号与接收到的卫星信号对准。这是因为，假设了在本地产生成信号和从 GPS 卫星接收到的信号之间将至少存在一些频率差。此频率差将使本地生成信号以一定速率与从卫星接收到的信号反复对准，这里所述速率等于两信号之间的偏移。这就是用变换处理器输出将检测到的偏频。另外，如前所述，不知道位边界不会使接收到的 GPS 信号的检测工作大大复杂化，因为根据变换处理器 611 的输出可以确定位边界的相对位置。但是，由于存在位过渡，所以与其它实施例中可以从 CDMA 电话得知定时时发生的相干积分相比，此技术会经受最多 2 dB 的劣化。

应该注意到，图 5 所示设备可以确定是否能够从 CDMA 基站获得 GPS 时间。如果不能获得来自 CDMA 基站的信号，那么可以使用时域至频域变换处理器。但是，如果 GPS 接收机 500 可以接收 CDMA 信号，并且因此可以确定 GPS 时间，那么可以直接使用相关器的输出，而不需要进行时域至频域变换，因为 GPS 接收机 500 能够用 GPS 时间使接收到的 GPS 信号与本地生成信号对准。尽管如此，使用变换处理器 511 可以校正频率的不确定性。也就是说，当本地生成信号的频率不同于接收到的 GPS 信号的频率时，在几个代码期上进行相关将使后面的代码期劣化。通过确定本地生成信号与从 GPS 卫星接收到的信号之间的频率偏移，然后控制本地生成信号的频率或者在相关器内作周期性的校正，可以校正上述劣化。

在图 7 所示的 GPS 接收机 700 的另一实施例中，用 CDMA 导频信道、同步信道和寻呼信道接收机 701 来检测表示发出这些信号的基站之身份的 CDMA 信号。此实施例还包括处理器 703、GPS 前端 705、相关器 707、存储器 709 以及时域至频域变换处理器 711。

由于已知了将这些信号发送给 GPS 接收机 700 的基站的身份，所以通过 GPS 接收机 700 内的查询表可以确定基站的位置。于是，知道了 GPS 接收机的位置处在 GPS 接收机 700 能够接收到基站所发信号的距离范围内。

应该注意，根据从基站接收到的信号可以确定 CDMA 系统时间。但是，不能精确确定 GPS 时间，因为信号从基站传播至 GPS 接收机会增加时间偏移。应该注意，在 GPS 接收机包括 CDMA 电话的实施例中，通过测量来回延迟可以计算出该偏移。但是，如果 GPS 接收机 700 中没有发射机，那么就不能测量基站和 CDMA 接收机之间的来回延迟。尽管如此，因信息从基站传播至 GPS 接收机而产生的时间偏移相对较小。因此，通过接收 CDMA 系统时间以及可以接收到的最近 CDMA 基站的位置，GPS 接收机 700 可以检查所存储的历书(almanac)。然后，可以用历书中的信息确定哪些卫星可能在考虑中(即，GPS 接收机 700 能从哪些卫星接收到信号)。确定考虑中的卫星大大减少了获得 GPS 卫星所需要的搜索时间。

图 8 是一流程图，示出了被揭示方法的一个实施例。GPS 接收机 400 从 GPS 卫星接收到一信号(步骤 801)。另外，从一个非 GPS 卫星的源(即，“非 GPS 源”，诸如 CDMA 基站)接收 GPS 定时信息(步骤 803)。当从 CDMA 基站接收 GPS 定时信息时，由 CDMA 蜂窝式电话 401 接收该信息。使 GPS 接收机 400 从卫星接收到的 GPS 信号与本地生成信号相关(步骤 805)。用从非 GPS 源接收到的定时信息在本地生成信号和接收到的 GPS 信号之间建立相关定时。一旦已知了 GPS 信号的定时，那么在本地图号与接收到的 GPS 信号之间建立定时是本领域众所周知的。由于在获取 GPS 卫星之前就知道了接收到的 GPS 信号的定时，所以可以在几个代码期上进行相关的相干积分。也就是说，可以将每个代码期的相关与其它代码期的相关相加，为进行相干积分的代码期集合提供一更大的相关值。

通过在几个代码期上进行相干积分来检测本地生成信号与接收到的 GPS 信号的相关性，从而判定本地生成信号和接收到的 GPS 信号之间是否相关。如果相关，那么认为在接收到的 GPS 信号中存在与特定代码相关的卫星所发出的

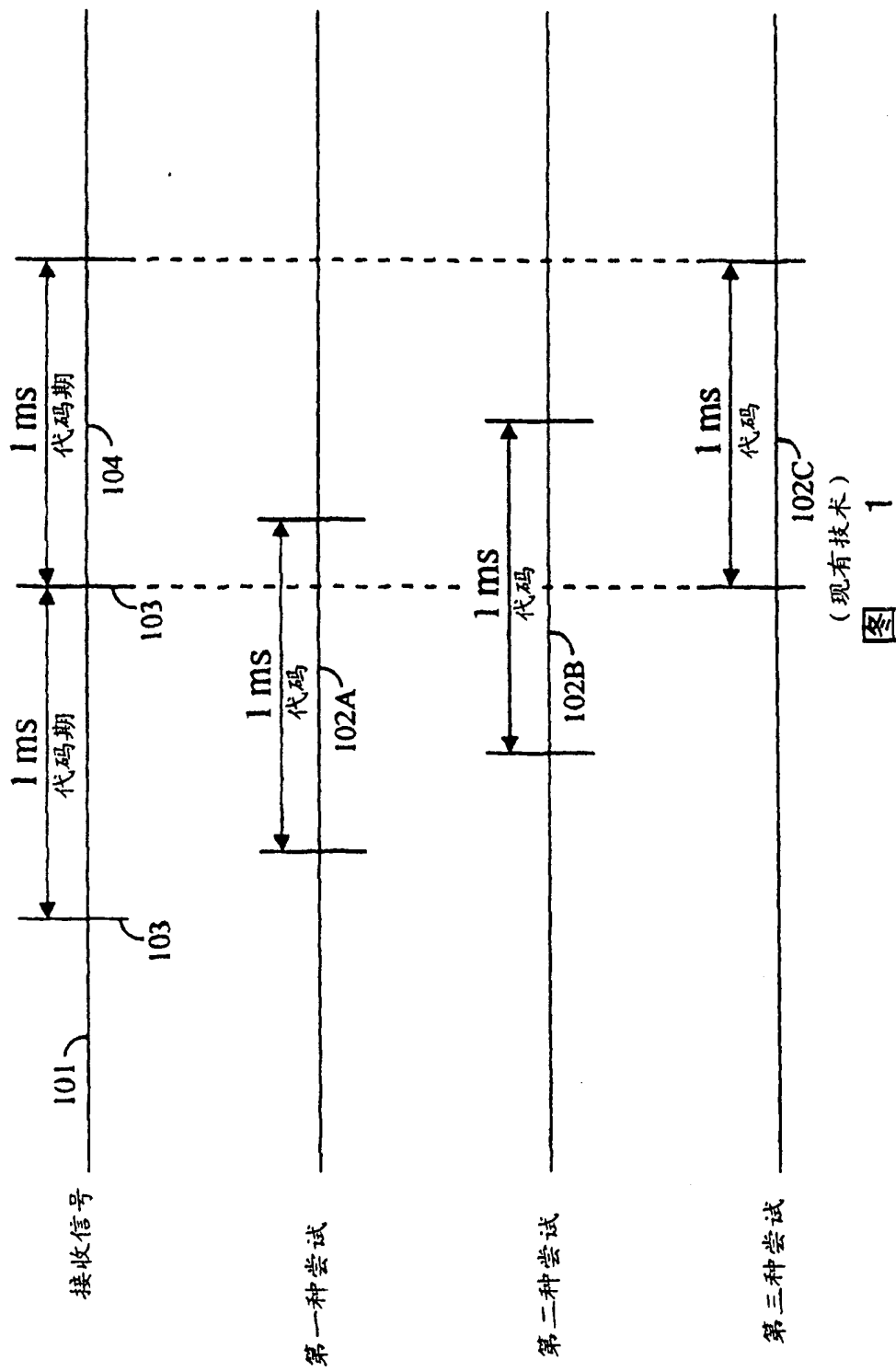
信号，其中所述特定代码是用来对本地生成信号编码的(步骤 807)。

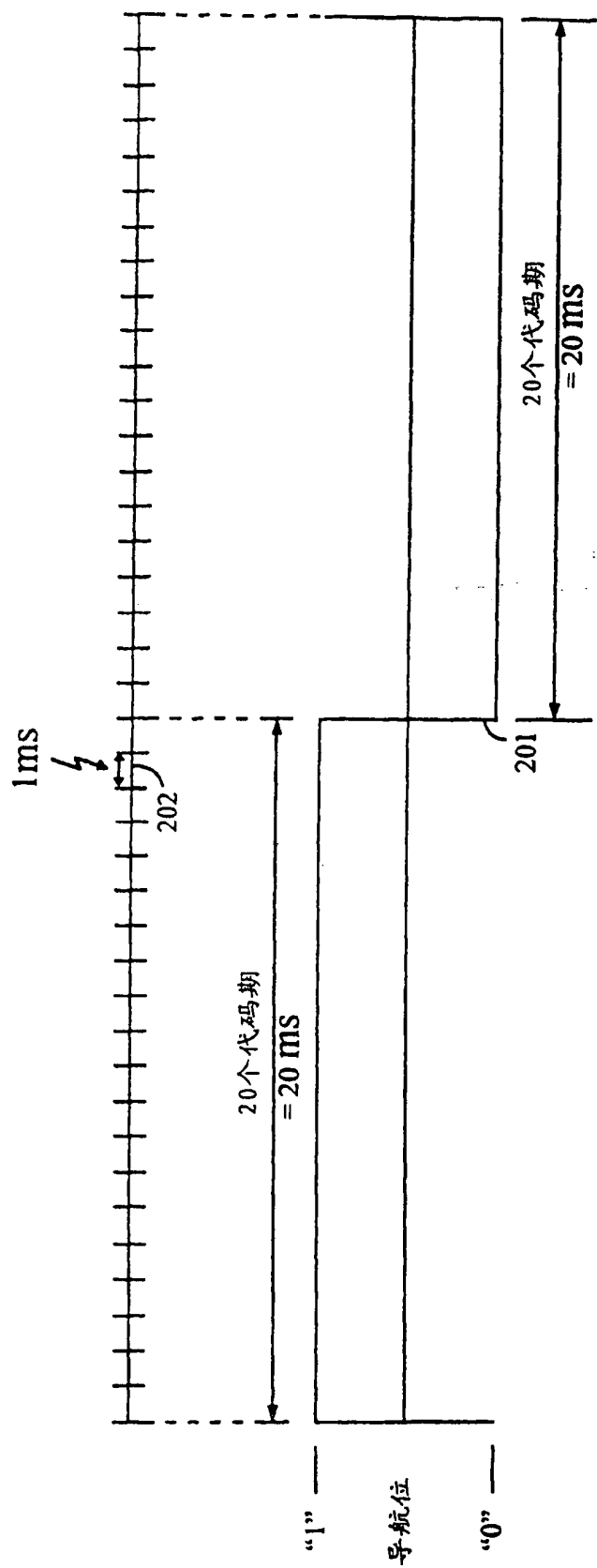
图 9 是一流程图，示出了被揭示方法的另一实施例。GPS 接收机 600 从 GPS 卫星接收信号(步骤 901)。对于一个代码期，使接收到的 GPS 信号与本地生成信号相关(步骤 903)。对预定数目的代码期重复该过程(步骤 905)。存储相关过程的输出，或者直接将该输出提供给时域至频域变换处理器，诸如能够进行快速付里叶变换的数字信号处理器。时域至频域变换处理器对每个相关处理器的输出结果值进行诸如离散付里叶变换等时域至频域变换(步骤 907)。因此，生成了对相关输出的频域表示。然后，分析此频域输出，确定在接收到的 GPS 信号中是否存在与特定代码相关的卫星所发出的信号，其中所述特定代码是用来对本地生成信号编码的(步骤 909)。

工业应用性

本发明能够进行工业开发，并且随时可以实施和使用。在这里所述设备和方法中，彼此分离的单体部件可以完全是传统的，我要求将它们的组合作为发明进行保护。

尽管已经描述了各种类型的设备和方法，但本发明的真实精神和范围不限于此。本发明仅由后附权利要求书及其等效技术方案来限定。我们要求将这些作为本发明来保护。





(现有技术)

图 2

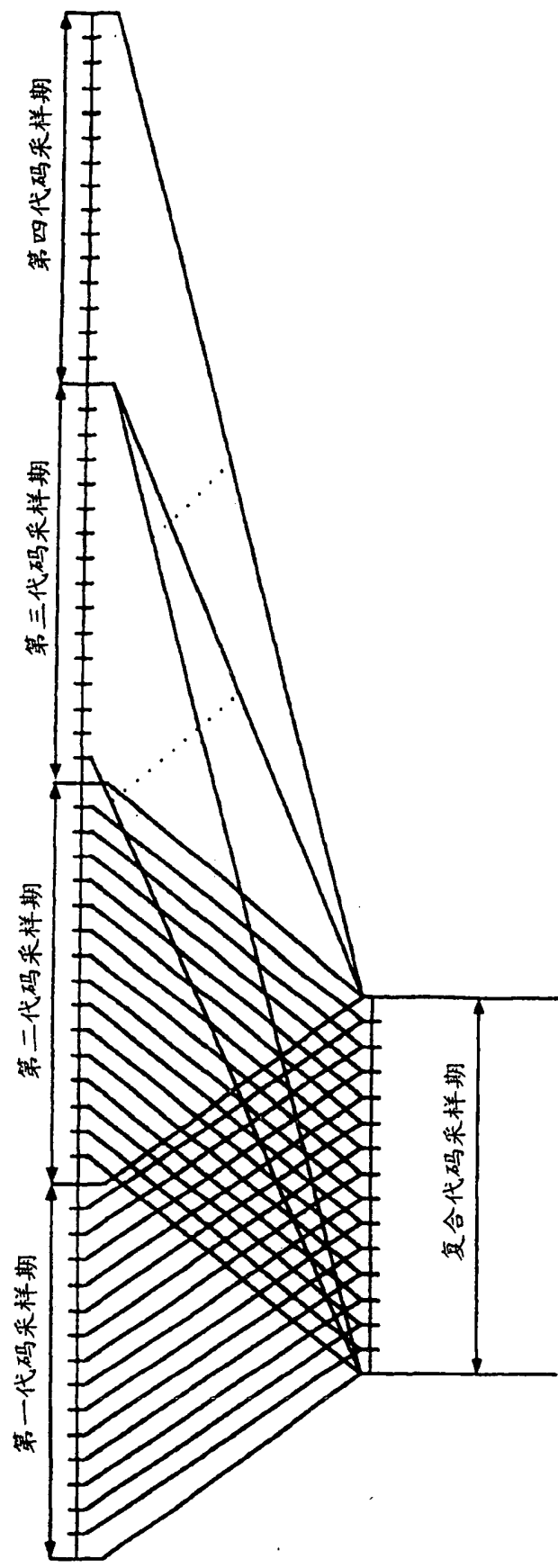


图 3

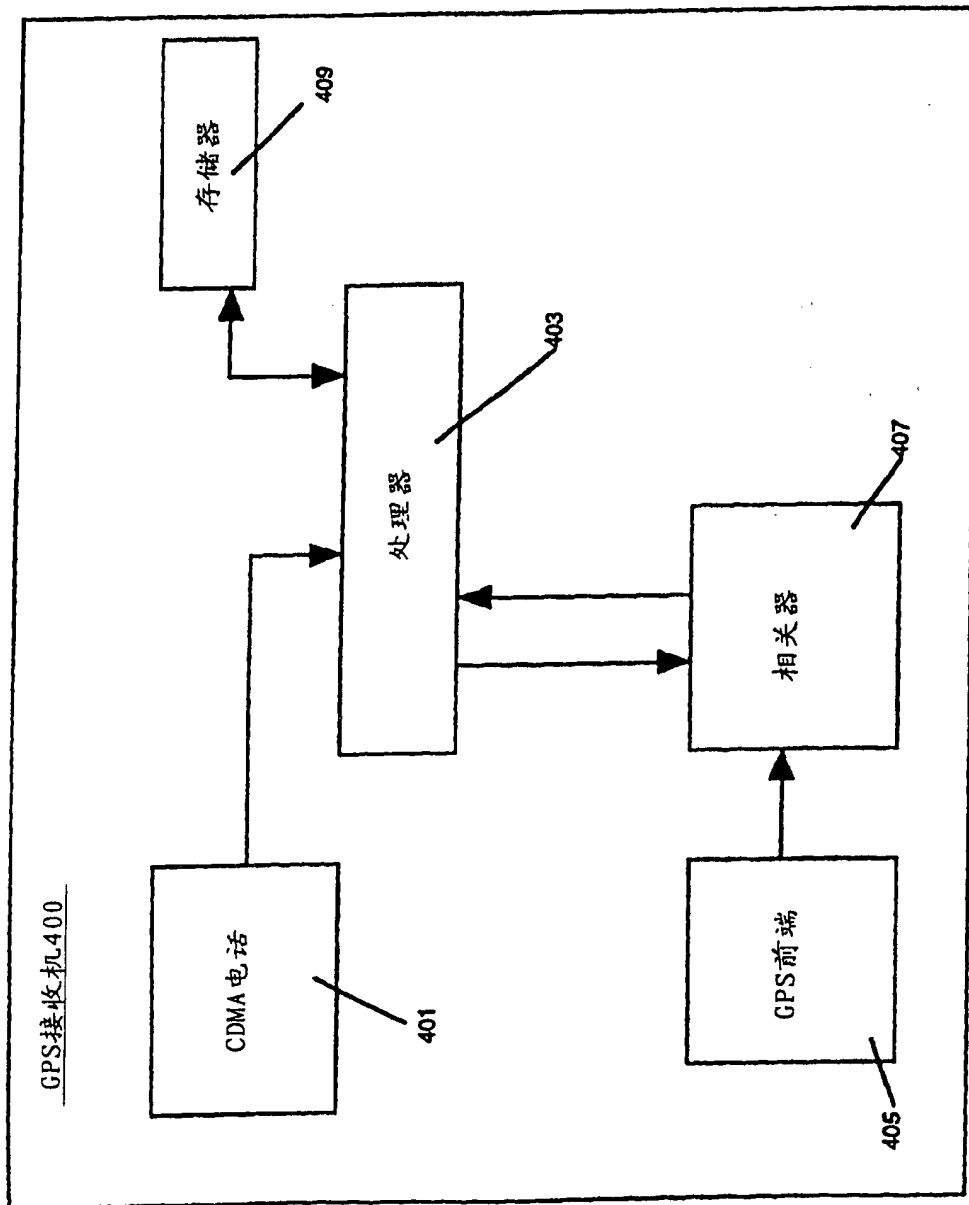


图4

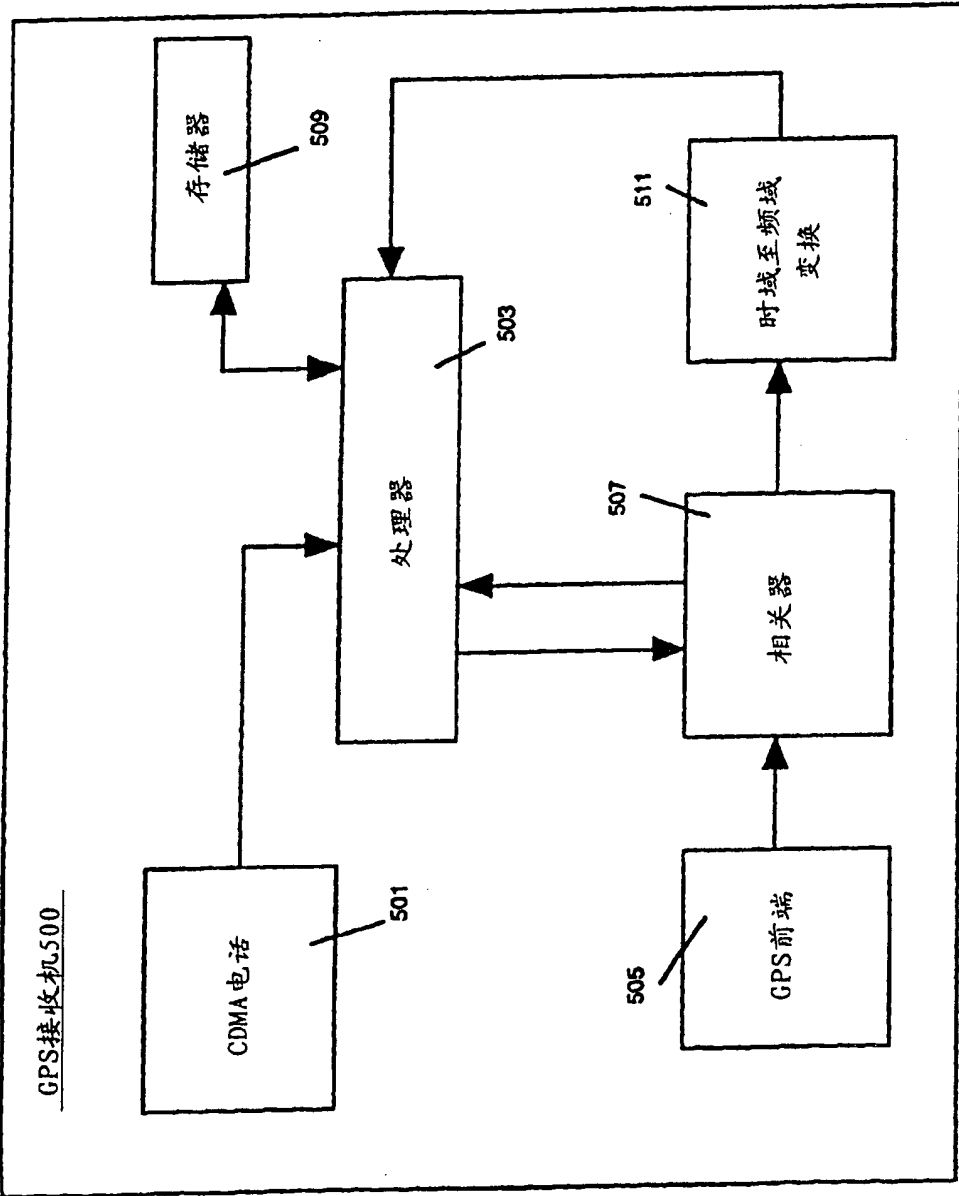


图 5

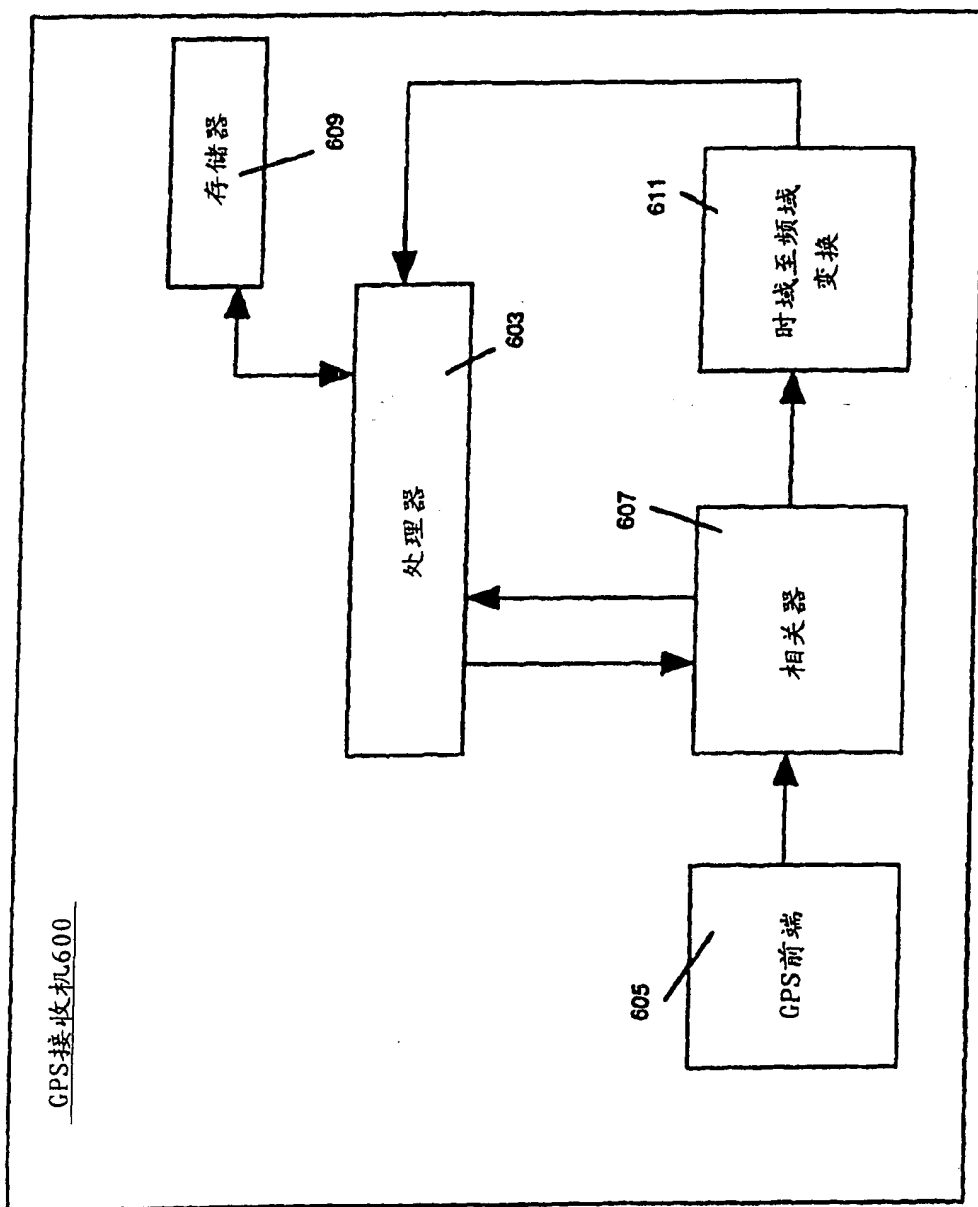
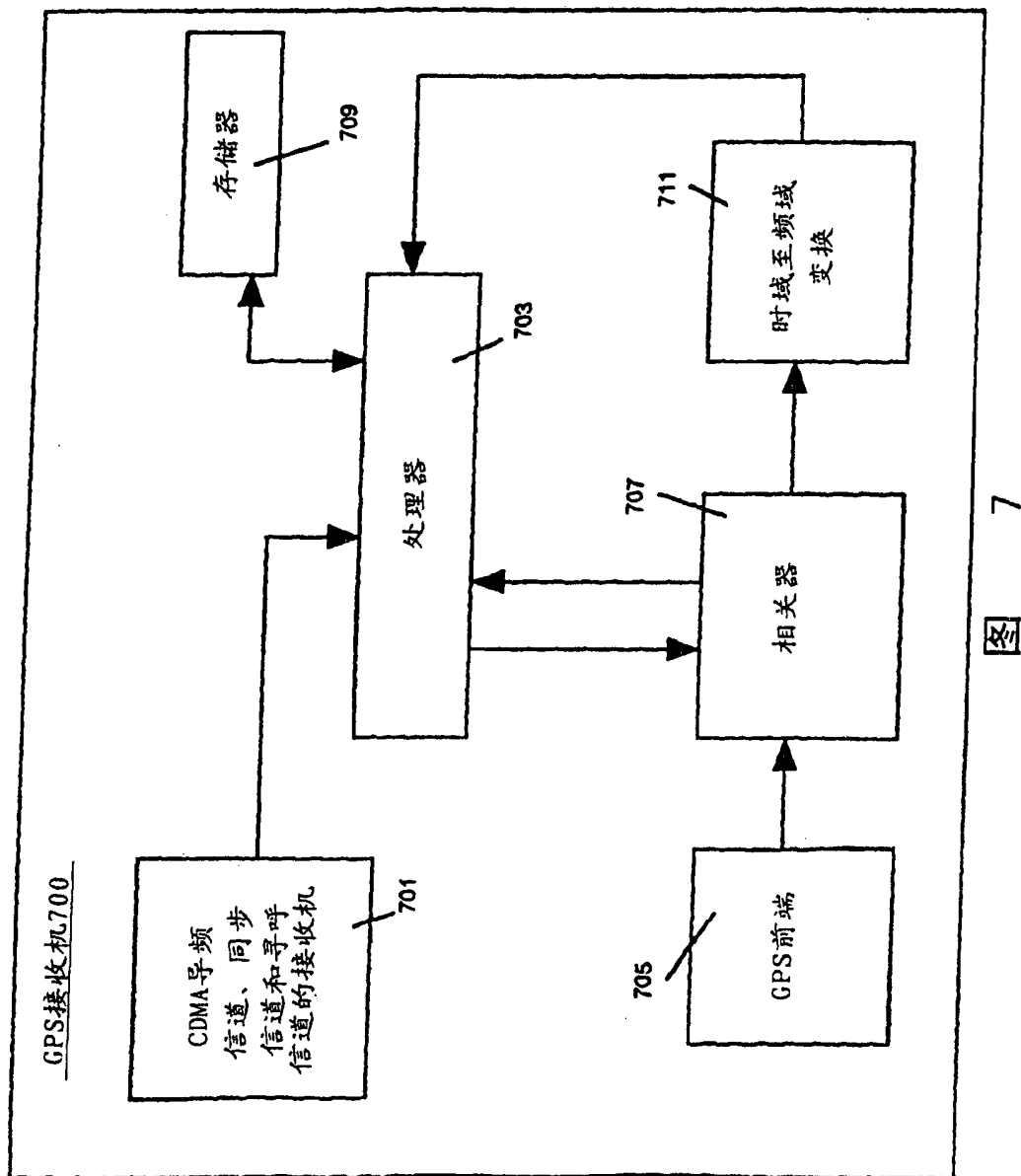


图 6



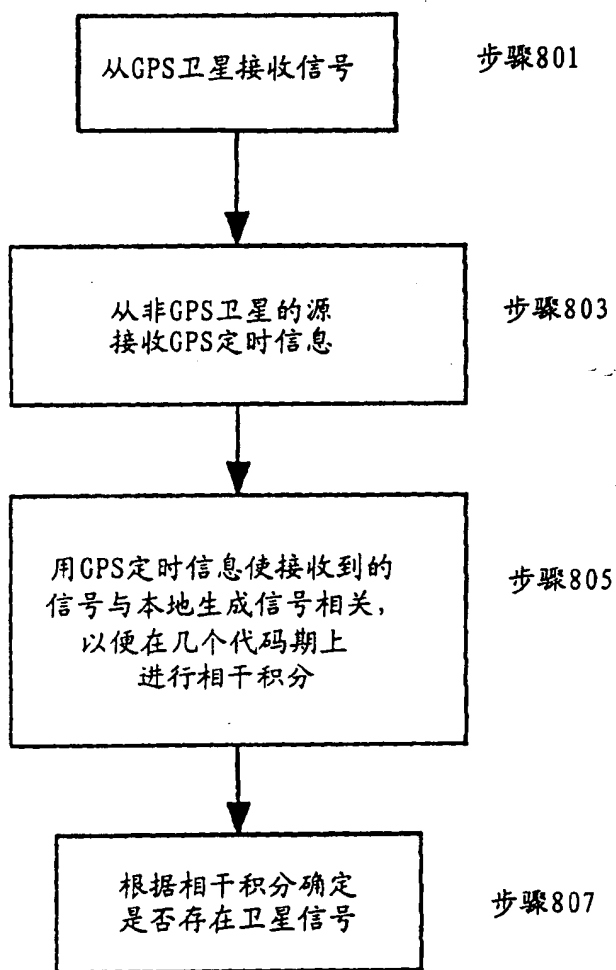


图 8

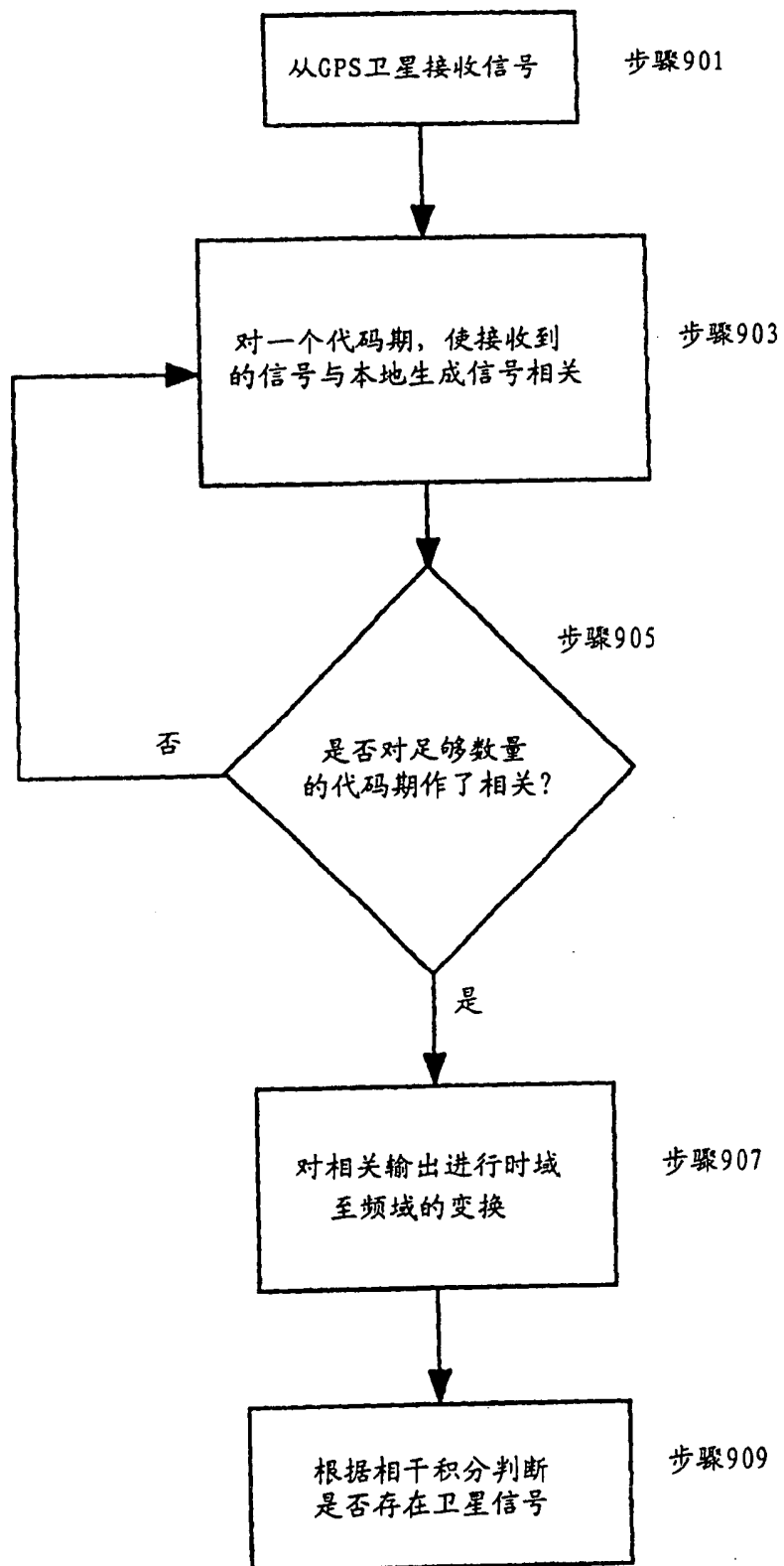


图 9