



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00805658.7

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1205486C

[22] 申请日 2000.3.28 [21] 申请号 00805658.7

[30] 优先权

[32] 1999. 3.29 [33] US [31] 09/280,337

[86] 国际申请 PCT/US2000/008539 2000.3.28

[87] 国际公布 WO2000/058750 英 2000.10.5

[85] 进入国家阶段日期 2001.9.27

[71] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 P·A·阿加谢 S·S·索利曼

A·H·瓦亚诺斯

审查员 陈 英

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

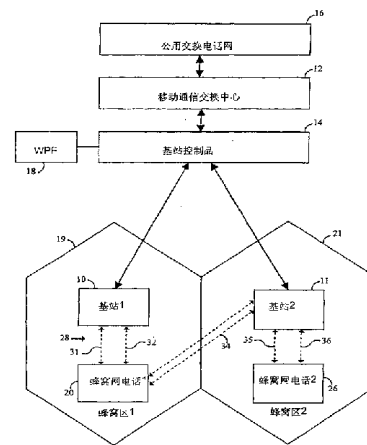
代理人 吴蓉军

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 8 页

[54] 发明名称 用于定位以模拟模式操作的配备 GPS 的无线装置的方法和装置

[57] 摘要

一种装置和方法，用于对在模拟模式中操作并且可能没有网络时间检测的远程站使用反向 GPS 方法进行定位。本发明还使在不知道真实 GPS 时间的模拟模式中操作的远程站能够确定它们自己的位置。把反映进行卫星距离测量的近似时间的的时间戳分配给在移动站处或在网络中任何地方的测量。真实 GPS 网络时间和测量时间的差值作为在测量中的变量“误差”来处理，它的长度是未知的。确定这个变量误差，并使用来确定远程站的物理位置。



1. 一种在使用无线链路的通信网络中对远程站进行定位的方法，所述通信网络具有网络时间，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

在所述远程站处，接收来自至少 5 个卫星的信号；

测量从所述远程站到所述至少 5 个卫星的每一个卫星的距离；

将取自一异步时间源的测量时间分配给每个距离测量结果；

确定所述至少 5 个卫星的每一个卫星的位置；并且

利用到达所述至少 5 个卫星的距离以及所述至少 5 个卫星的位置，确定所述远程站的位置。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，由所述远程站分配所述测量时间。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，在所述远程站处，确定所述至少 5 个卫星的每一个卫星的位置。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，由一无线定位功能装置分配所述测量时间。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，在所述无线定位功能装置处，确定所述至少 5 个卫星的每一个卫星的位置。

6. 一种用于确定远程站在通信网络中的位置的系统，所述通信网络包括至少具有 5 个卫星的全球定位网络，所述至少 5 个卫星与所述远程站通信连接，其特征在于，所述系统包括：

远程站，它包括远程站收发机，所述远程站收发机用于接收多个信号，所述多个信号至少包括从所述至少 5 个卫星发送的信号；

至少一个基站，它与所述远程站通信连接，并包括基站收发机，所述基站收发机用于向所述远程站发送信号；

所述远程站与所述通信网络通信连接，并被构造成用于确定从远程站到所述至少 5 个卫星的距离测量，把取自一异步时间源的测量时间分配给每个距离测量，确定所述至少 5 个卫星的每一个卫星的位置，并且使用到达所述至少 5 个卫星的距离以及所述至少 5 个卫星的位置，确定远程站的位置。

7. 一种用于确定远程站在通信网络中的位置的系统，所述通信网络包括至少具有 5 个卫星的全球定位网络，所述至少 5 个卫星与所述远程站通信连接，

其特征在于，所述系统包括：

远程站，它包括远程站收发机，所述远程站收发机用于接收多个信号，所述多个信号至少包括从所述至少 5 个卫星发送的信号；

至少一个基站，它与所述远程站通信连接，并包括基站收发机，所述基站收发机用于向所述远程站发送信号；

无线定位功能装置，所述无线定位功能装置与所述至少一个基站通信连接，并被构造成用于确定从远程站到所述至少 5 个卫星的距离测量，把取自一异步时间源的测量时间分配给每个距离测量，确定所述至少 5 个卫星的每一个卫星的位置，并且使用到达所述至少 5 个卫星的距离以及所述至少 5 个卫星的位置，确定远程站的位置。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的系统，其特征在于，所述至少一个卫星是全球定位网络卫星。

9. 如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述基站是码分多址基站。

## 用于定位以模拟模式操作的配备 GPS 的无线装置的方法和装置

### 发明背景

#### 发明领域

一般，本发明涉及通信网络。尤其，本发明涉及一种装置和方法，用于确定在蜂窝通信网络中的移动电话的物理位置。

#### 现有技术的描述

在全球定位卫星网络(GPS)和地面移动通信中的最近发展使之希望把 GPS 功能性集成到诸如移动电话之类的移动通信装置(这里更一般地把它称为移动站)中，以便支持各种位置定位功能和特征。无线链路存在于地面移动通信系统中的移动通信装置和在通信系统中的基站之间。一般，基站是固定的通信装置，它从无线移动通信装置接收无线通信和把无线通信发送到无线移动通信装置。基站还与通信网络进行通信，以完成移动通信装置和终点装置之间的连接，所述终点装置诸如另一个移动通信装置、传统的电话、计算机或任何其它如此的装置。可以使用无线链路来传递移动通信装置和基站之间的位置定位信息，以便改进在移动通信装置中的 GPS 接收机的性能。尤其，可以通过基站执行而不是通过通信装置执行某些功能，所述某些功能是为了根据 GPS 系统对移动通信装置的位置定位而必须执行的。通过把某些功能“卸载”到基站可以降低通信装置的复杂度。此外，由于基站是固定的，可以使用基站的位置来辅助通信装置位置的定位。

诸如 CDMA 分层(Tiered)服务(在行业标准 TR45.5.2.3./98.10.xx.xx, CDMA 分层服务阶段(Stage)2 说明中描述，版本 1.1，电信行业协会/电子行业协会(TIA/EIA)出版)之类的许多服务要求无线电话能够在空闲状态中确定它的位置。然后必须向用户显示位置。在空闲模式中，无线电话监测来自基站的发送，所述发送是基站在控制信道上广播的。例如，在行业标准 IS-95 CDMA 系统(如由 TIA/EIA 出版的行业标准 IS-95 所定义)中，基站发送一个寻呼信道。能够从特定基站接收信号的每个电话将监测在控制信道上的信息广播，以确定是否对该电话指定输入呼叫或其它数据。

一般，GPS 接收机测量至少 4 个 GPS 卫星的距离。如果在进行测量的当时已知卫星的位置和从电话到卫星的距离，则可以计算电话的位置。由于 GPS 卫星的轨道围绕地球，所以 GPS 卫星相对于地球的相对位置随时间而变化。通过得到卫星轨道的说明连同当要计算卫星位置时的时间，可以确定 GPS 卫星的位置。一般，使 GPS 卫星的轨道塑造成带有考虑各种干扰的修正项的经修改的椭圆形。

对装置的位置进行计算的某些方法要求在无线电话处测量到卫星的距离，然后把这些距离发送到连接到基站的服务器。基站使用这些距离连同在进行距离测量当时的卫星的位置来计算电话的位置。可以把所计算的位置向用户显示，或发送到需要该位置的任何其它整体。这个方法适用于具有专用话务信道的电话。然而，所述方法不适宜于在空闲状态中的电话，因为电话缺少用于在空闲状态期间把信息发送到基站的专用话务信道。

在缺少用于与基站进行通信的专用话务信道的情况中，电话可以使用共享接入信道，以把信息发送到基站。然而，在共享接入信道(是通常用于建立到和从电话的呼叫的一个信道)上把所测量距离发送到基站可能会明显地影响共享接入信道的容量，并影响给电话供电的电池寿命。因此，把所测量距离发送到基站是不现实的。既然是这样，电话必须计算它自己的位置。为了这么做，电话必须知道 GPS 卫星的位置以及在 GPS 卫星时钟中的误差，因为需要正确的 GPS 卫星时钟来正确地确定距离测量值。在控制信道上把这个信息发送到电话。然而，即使把这个信息发送到电话也在控制信道上产生明显的负担。

在传统情况下，控制信道必须携带大量接入信息。控制信道携带消息的容量极有限。因此，在控制信道上不可能传递过多的 GPS 信息。此外，必须以一种形式发送信息，这种形式允许在接收到所述信息之后相当长的时间中可以使用所述信息。

在下述方法中，本发明认识并解决了这些问题和缺点。本发明与 CDMA 调制系统和在对许多系统用户进行服务的电信系统中使用的技术兼容。在题为“使用卫星或地面中继器的扩频多址通信系统 (SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS)”的美国专利第 4,901,307 号中可以找到这种类型的多址通信系统中的 CDMA 系统和技术的更加强的讨论，该专利已转让给本发明的受让人，并在此引用它所揭示的内容作为参考。此外，本发明可以理想地

适用于在其它通信系统(诸如时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)以及幅度调制(AM)方案)中使用的其它调制系统和技术。

### 发明概要

广义地说, 本发明涉及对在使用无线链路的通信网络中的远程站进行定位。尤其, 本发明使用反(inverted)GPS 方法对可能不具有网络时间检测的远程站进行定位。本发明还使不知道真实 GPS 时间的远程站能够确定它们自己的位置。

在一个实施例中, 本发明通过对进行卫星距离测量的近似时间打上时间戳(time stamp)而提供解决这个问题的一种方法。把时间戳分配到远程站处或在网络中的任何地方。把真实 GPS 网络时间和这个测量时间之间的差值作为在测量中的变量“误差”来处理, 其长度是未知的。然而, 本发明的方法允许确定和使用这个变量以寻找远程站的物理位置。

当然, 分配到测量值中的时间戳可以具有明显的误差: 数秒或更多。这个误差导致在远程站的计算位置中的误差。通过把在测量时间戳中的误差作为未知值来处理, 并解这个未知值, 就可以计算远程站的正确的位置而不管有误差的时间戳。这需要添加另一个卫星测量, 超出传统方法使用的 4 个卫星测量。

在另一个实施例中, 本发明提供一种制造的产品, 所述制造的产品(article)包括可以通过数字信号处理器件执行的并用于确定上述远程站的位置的数字信息。在另一个实施例中, 本发明产生用于确定远程站的位置的一种装置。所述装置可以包括远程站和至少五个卫星, 所述卫星部分地包括所使用的收发机, 以把信号发送到远程站。装置还可以包括至少一个基站, 所述基站尤其还具有用于把信号传递到远程站的一个收发机。这些信号包括用于建立基准网络时间的定时信号。明显地, 为了接收信号, 远程站还包括耦合到基站和卫星的, 可进行通信的收发机, 适用于接收卫星信号。装置还包括诸如微处理器之类的数字处理装置, 把所述装置通信地耦合到网络或它的元件部分之一。

本发明向它的用户提供许多优点。一个优点是它加速了移动站的定位过程。另一个优点是即使移动站没有网络时间的估计, 也可以确定移动站的位置。本发明还提供许多其它的优点和利益, 在阅读本发明的下述说明之后, 所述其它优点和利益将更为明了。

### 附图简述

从下面结合附图对本发明的详细描述进行研究之后，熟悉本技术领域的人员对本发明的特性、目的和优点将更为明了，在所有的附图中，用相同的标记作相应的识别，其中：

图 1 是示出同步通信系统的基站和远程站的示例实施例的图；

图 2 是示例 CDMA 蜂窝电话系统的方框图；

图 3 是根据本发明构成的基站的简化表示；

图 4 是用于确定本发明的无线收发机的位置的系统的远程站的方框图；

图 5 是示出本发明的远程站的一部分接收机、控制信号接口、数字 IF(中频)以及无线解调器电路的实施的方框图；

图 6 示出用于确定远程站的位置的功能模块；

图 7 是示出用于根据本发明对远程站进行定位的方法的流程图；以及

图 8 示出根据本发明制造的产品示例例子。

### 较佳实施例的详述

图 1 到图 8 示出本发明的各种方法和装置方面的例子。为了便于说明(但是不打算作为任何限制)，在结合无线链路的数字电信网络的情况下描述这些例子，下面描述其中的一个例子。

#### 装置元件和互连

在电子行业协会标准 TIA/EIA/IS-95-A 的题为“用于双模式宽带扩频蜂窝系统的移动站-基站兼容性标准(Mobile Station-Based Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Systems)”(在此引用该标准作为参考)和本技术领域众知的其它发送标准中可以找到有关对在电信系统中发送的信号进行处理的一般讨论。

图 1 是示出在同步 CDMA 通信网络中的基站 10 和远程站 20 的实施的视图。建作物 40 和基于地面的障碍物 50 包围所述网络。把基站 10 和远程站 20 放置在具有数个 GPS 卫星的 GPS 环境中，在图中示出其中的 4 个 GPS 卫星 60、70、80 和 90。众知这种 GPS 环境，例如，从 Hofmann-Wellenhof, B., 等人的 GPS 理论和实践，第二版，纽约，NY: Springer-Verlag Wien, 1993，可以看到这样的例子。在典型的现有技术 GPS 应用中，为了使 GPS 接收机确定它的位置，

至少需要 4 个卫星。对比之下，本发明提供用于确定远程站 20 的位置的一种方法和装置，在最简单的情况下，少到只要使用来自一个 GPS 卫星的信号，以及两个其它的基于地面的信号。

图 2 示出 CDMA 网络 30 的方框图。网络 30 包括具有基站控制器(BSC)14 的移动交换中心(MSC)12。公用电话交换网(PTSN)16 通过选择路由把呼叫从传统的基于地面的电话线和其它网络(未示出)发送到 MSC 12 并从 MSC 12 发送到传统的基于地面的电话线和其它网络。MSC 12 把来自 PTSN 16 的呼叫路由至/自与第一小区 19 相关联的源基站 10 以及与第二小区 21 相关联的目标基站 11。此外，MSC 12 在基站 10、11 之间通过选择路由发送呼叫。源基站 10 通过第一通信路径 28 把呼叫引导到在第一小区 19 中的第一远程站 20。通信路径 28 是具有前向链路 31 和反向链路 32 的双向链路。一般，当基站 10 已经建立与远程站 20 的话音通信时，链路 28 包括话务信道。

示出通信地耦合到 BSC 14 的无线定位功能(WPF)18，但是可以直接耦合或间接耦合到诸如 MSC 12 之类的其它网络单元。WPF 18 一般包括通常可以在这种装置中找到的数字处理装置、存储器和其它元件(全部未示出)。可以把 WPF 18 置于多种应用，诸如估计在基站 10 和远程站 20 之间发送的信号的单向时间延迟，或监测或计算基准时间和所有其它信号到达时间之间的时间偏移。下面进一步详述 WPF 18。

虽然每个基站 10、11 只与一个小区相关联，但是基站控制器通常管理或与在数个小区中的基站相关联。当远程站 20 从第一小区 19 移动到第二小区 21 时，远程站 20 开始同与第二小区相关联的基站进行通信。通常把这个称为到目标基站 11 的“越区切换”。在“软越区切换”中，远程站 20 除了与源基站 10 的通信链路 28 之外还与目标基站 11 建立第二通信链路 34。在远程站 20 越入第二小区 21 并且已经建立与第二小区的链路之后，远程站可以放弃第一通信链路 28。

在硬越区切换中，源基站 10 和目标基站 11 的操作有很大不同，在可以建立到目标基站的链路之前就必须放弃与源基站之间的通信链路 34。例如，当源基站在使用第一频带的 CDMA 系统中而目标基站在使用第二频带的 CDMA 系统中时，远程站将不可能同时保持到两个基站的链路，因为大多数远程站都没有可能同时调谐到两个不同的频带。当第一远程站 20 从第一小区 19 移动到第二小区 21 时，放弃到源基站 10 的链路 28，并且形成与目标基站 11 的新链路。



图 3 是根据本发明的基站 10 的示意表示。在另外的实施例中，基站 10 包括允许基站确定远程站 20 的位置的附加功能，下面提供的说明将使这变得清楚。传统基站 10 包括用于接收 CDMA 信号的接收 CDMA 天线 42 以及用于发送 CDMA 信号的发射 CDMA 天线。将通过天线 42 接收的信号路由到接收机 44。实际上，熟悉本技术领域的人员会理解，接收机 44 包括解调器、去交错器、解码器和其它电路。把所接收信号分配到合适的信道，速率检测器 61 与所述合适的信道相关联。控制处理器 62 使用所检测信号的速率来检测语音。如果在所接收帧中检测到语音，则控制处理器 62 通过开关 63 把所接收帧切换到声码器 64。声码器 64 对可变速率编码信号进行解码，并由此提供数字输出信号。通过数模转换器 65 和诸如扬声器之类的输出装置(未示出)把数字化的去声码(de-vocode)信号转换成语音。

通过模数转换器 66 使来自话筒或其它输入装置(未示出)的输入语音数字化，并通过声码器编码器 68 声码化。把声码化的语音输入发射机 69。熟悉本技术领域的人员会理解，实际上，发射机 69 包括调制器、交错器和编码器。把发射机 69 的输出馈送到发射天线 43。

基站 10 还配备 GPS 天线 76、接收机 74 以及定时和频率单元 72。定时和频率单元从 GPS 接收机的 GPS 引擎(engine)接收信号，并使用所述信号，以产生用于 CDMA 系统的正确操作的定时和频率基准。相应地，在许多如此的 CDMA 系统中，每个区站使用一个 GPS 时基基准(time base reference)，从所述 GPS 时基基准得到所有时间严格的 CDMA 发送(包括导频序列、帧和沃尔什函数)。在 CDMA 系统中，这种传统定时和频率单元和 GPS 引擎是很普通的，而且在本技术领域是众知的。传统定时和频率单元提供频率脉冲和定时信息。与之对比，本发明的定时和频率单元 72 还输出仰角、伪距离、卫星识别(即，与每个卫星相关联的伪噪声(PN)偏移)以及与每个卫星相关联的多普勒频移，以便辅助远程站 20 捕获卫星(即，减少捕获卫星所需要的时间量)。一般在传统定时和频率单元中可以得到这个信息，但是一般不需要或不提供给外部装置。可以以与在基站中关于频率和定时信息所进行的不同方法把定时和频率单元 72 所提供的附加信息传递到 BSC 14。

图 4 是根据本发明的一个实施例的远程站 20 的方框图。最好远程站 20 包括适合于接收 CDMA 发送和 GPS 信号的双向天线 92。在另外的实施例中，可以使用分开的天线来接收和发送 GPS 信号、CDMA 信号以及诸如另外的系统

信号之类的其它信号。最好天线 92 馈送给双工器 94。最好双工器 94 馈送给接收机 100，而且最好通过发射机 200 馈送给双工器 94。熟悉本技术领域的人员会理解，时间频率子系统 102 提供用于接收机 100、控制信号接口 300 以及发射机 200 的数字基准信号。增益控制电路 104 提供 CDMA 功率控制。

在一个实施例中，控制信号接口 300 是数字信号处理器(DSP)。另一方面，控制信号接口可以是能够执行增益控制功能的另外的电路。控制信号接口 300 提供用于远程站 20 的控制信号。接收机 100 提供射频(RF)下变频和中频(IF)下变频的第一级。数字 IF 专用集成电路(ASIC)400 为 IF 的第二级提供基带下变频、取样和 A/D 转换。移动解调器 ASIC(专用集成电路) 500 搜索和相关来自数字 IF ASIC 400 的数字基带数据，以确定伪一距离，如下面更详细地描述。

移动解调器 500 把伪距离连同任何话音或数据传递到数字 IF 调制器 400。数字 IF 调制器 400 提供从移动解调器 500 接收到的数据的第一级 IF 上变频。发射机电路 200 提供这些信号的 IF 上变频和 RF 上变频的第二级。然后把这些信号发送到基站 10，并根据下述本发明的方法进行处理。应该注意，最好由远程站 20 通过数据脉冲串型消息(诸如由电话行业协会出版的行业标准 TIA/EIA/IS-167 定义的短消息服务(SMS))把在远程站 20 和 BSC 14 之间传递的位置信息(诸如远程站 20 接收到的伪一距离)传递到基站 10。通过基站 10 把这种消息发送到 BSC 14。另一方面，可以通过远程站 20 把新定义的脉冲串型消息发送到基站 10。

图 5 是本发明的远程站 20 的一部分接收机、控制信号接口、数字 IF 以及移动解调器电路的示例实施例的方框图。远程站 20 的发射机部分基本上与传统远程站的发射机部分相同，因此为了简单起见这里不再讨论。在较佳实施例中，分别用第一和第二路径 103 和 105(通过双工器 94，通过第一开关 106 把它们连接到天线 92)实现接收机 100。熟悉本技术领域的人员会理解，在双向通信装置和 GPS 接收机之间可能发生更高的集成化。另一方面，带有合适接口的两个分开的接收机可以达到本发明的目的。

第一路径 103 对接收到的 CDMA 信号进行下变频，并提供传统 CDMA RF 下变频输出信号。第一路径 103 包括低噪声放大器 108、第一带通滤波器 112、第一混频器 118 以及第二带通滤波器 126。第二路径 105 对来自图 1 的 GPS 卫星 60、70、80 或 90 的 GPS 信号进行下变频。第二路径 105 包括馈送第三带通滤波器 114 的第二低噪声放大器 110。把带通滤波器 114 的输出输入到第二混

频器 120。把第二混频器的输出馈送到第四带通滤波器 128。第一和第二本地振荡器 122 和 124 分别馈送到第一和第二混频器。第一和第二本地振荡器 122 和 124 在双锁相环(PLL)116 的控制下工作于不同的频率。双 PLL 保证每个本地振荡器 122 和 124 保持一个基准频率，在第一混频器 118 的情况下，对接收到的 CDMA 信号的下变频有效，在第二混频器 120 的情况下，对接收到的 GPS 信号的下变频有效。把第二和第四带通滤波器 126 和 128 的输出耦合到传统设计的第一 IF 部分 130。

把 IF 解调器 130 的输出输入到在数字 IF ASIC 400 中的第二开关 402。第一和第二开关 106 和 402 在控制信号接口 300 的控制下操作，以使接收到的信号转换成在传统 CDMA 方式中处理的，或通过第三混频器 404、第五带通滤波器 406、自动增益控制电路 408 以及模数转换器 410 进行的 GPS 处理的话音或数据输出。到第三混频器 404 的第二输入是本地振荡器输出。混频器 404 把所施加的信号转换到基带。把经滤波、增益控制的信号馈送到模数转换器 (“A/D”)410。A/D 410 的输出包括同相(I)分量的第一数字流和正交分量(Q)的第二数字流。把这些数字信号馈送到数字信号处理器 520，它处理 GPS 信号并输出位置确定所需要的伪距离信息。

在本发明的另外的实施例中，把来自两个带通滤波器 126、128 的输出馈送到基带和专用集成电路(ASIC)，它把来自基带滤波器 126、128 的 IF 频率信号输出数字地转换为基带，并输出表示正交和同相基带信号的数字流。然后把这些信号施加到搜索器。搜索器基本上与在 CDMA 解调器中使用的传统搜索器相同。然而，最好所使用的搜索器是可编程的，以允许搜索器搜索与从基站发送的 CDMA 信号相关联的 PN 码，或搜索与 GPS 卫星相关联的 PN 码。当从基站接收 CDMA 信号时，搜索器在 CDMA 信道之间进行鉴别，而当以 GPS 模式时，确定正在发送所接收到的 GPS 信号的 GPS 卫星。此外，熟悉本技术领域的人员会理解，一旦需要 GPS 信号，搜索器基本上以传统方式指示与 PN 码相关联的时间偏移，以便确定与卫星(正在从该卫星接收信号)相关联的伪距离。

熟悉本技术领域的人员会理解，可以采用诸如在图 5 中示出的双转换过程，或另一方面，采用单个转换和 IF 取样技术来产生所需要的 I 和 Q 取样。此外，可以以许多方法来改变在图 5 中示出的实施例的结构而不影响本发明的操作。例如，可以使用传统可编程处理器来代替在图 5 中示出的 DSP。如果数据流通

过系统的速率使之不需要缓冲器，则可以不需要存储器 510。在某些使用数字技术或模拟技术或另外技术实施的情况下，可以省略带通滤波器 406 和自动增益控制电路 408。可以对图 5 中示出的结构进行许多诸如此类的改变而不改变本发明。此外，应该注意，另外实施例的 GPS 和无线接收机之间的硬件和软件资源的共享可能会更多或更少。

图 6 是包括本发明的通信系统的部件的高级方框图。在操作中，根据本发明的方法，使用自己 GPS 接收机的 WPF 18 收集相对于它自己位置的信息，并预测相对于基站 10 的数据值。这些信息包括，但是不限于，GPS 收发机 74(图 3)当前正在观察的所有卫星，它们的仰角、多普勒频移、以及指定时间处的伪距离。注意在 WPF 18 处的 GPS 接收机有到达时间、频率以及在观察的每个卫星的 PN 频移的最新信息，因为它始终跟踪观察到的所有卫星。另一方面，假定 WPF 18 已经存储有关街道宽度和周围建作物高度的信息，则 WPF 18 可以预测相应于仅可能被远程站 20 观察到的那些卫星的子集的卫星信息。即，如果 WPF 18 有能力确定远程站对一个或多个卫星的观察将受到阻挡，则 WPF 18 将不预测有关受到阻挡的那些卫星的信息。

应该注意，传统 GPS 接收机注意接收卫星信号的时间，该时间是相对于接收机内部 GPS 时钟的。然而，接收机内部 GPS 时钟不是正确地与“真实”GPS 时间同步的。因此，接收机不能知道接收卫星信号的时刻在“真实”GPS 时间中的确切点。在 1998 年 3 月 12 日提出的题为“确定无线 CDMA 收发机的位置的系统和方法”的美国专利申请第 09/040,501 号中进一步描述这种情况并减轻这种情况，该专利已转让给本发明的受让人，并在此引用作为参考。

如在图 2 中所示，这里描述的网络允许在任何时刻使用 WPF 18 确定远程站的位置，只要远程站 20 在通信网络的无线电覆盖范围内，而且只要在网络上有足够的服务质量。可以通过远程站 20、网络或诸如内部位置应用程序(ILA)17、外部位置应用程序(ELA)15 或紧急服务应用程序(ESA)13 之类的外部整体(全部如在图 6 中所示)来启动确定远程站位置的过程。这些部件 13、15、17 的每一个可以是能够请求和/或接收位置信息的硬件或软件。在一个实施例中，ILA 17 是耦合到 BSC 14 的一个终端，它允许操纵者不管远程站 20 而直接请求和接收位置信息。另一方面，ILA 17 是在 MSC 12 中的处理器执行的软件应用程序。

最好 WPF 18 是能够接收诸如基准导频信号、GPS 信号以及其它信号的到

达时间之类的原始数据的传统可编程处理器。WPF 18 使用这些测量值来确定远程站的位置。然而，可以使用能执行 WPF 18 的任务的任何装置。例如，可以以 ASIC、分立逻辑电路、状态机、或在另外网络装置(诸如 BSC 14)中的软件应用程序来实施 WPF 18。此外，应该理解，WPF 18 可以位于基站 10 中，如在图 2 中所示的 BSC 14 中，或在网络中的任何地方。从概念上来说，WPF 18 可以是在与 BSC 14 进行通信的专用处理器执行的软件应用程序。网络实施本发明，不需要大大地修改传统基站、BSC 或 MSC。

不管上述特定的说明，得到本发明的益处的熟悉本技术领域的人员会理解，可以在不同结构的同步电信系统中实施上述装置而不偏离本发明的范围。

### 操作方法

上面揭示了本发明的各种装置方面。为了进一步促进对本发明的理解，在本部分中讨论制造实施的方法和产品。

使用 GPS 接收机的传统无线通信网络使用来自 4 个卫星的到达时间(TOA)测量值来解 4 个未知数(x, y, z, t)，其中 t 是在用户终端时钟中的时间偏差。与之对比，大多数基于地面的网络使用到达时间差(TDOA)来解未知数(x, y, z)。每种方法都要求正在定位的移动站要识别近似的 GPS 时间。如在图 7 的方法 700 中所示，虽然远程站的近似 GPS 时间的知识可以增强本发明的性能，但是本发明不是这样做的。

在这种情况下，当远程站没有时间的估计时，把正确时间传递到远程站可能需要改变基础结构和/或在电话和服务器之间通过某些数据协议发送大量的数据。即使这样，时间传递过程的结果还可能不具有足够的正确度。结果，远程站不能够对测量值打上时间戳，或者只能提供极粗略的时间戳。如果时间戳不正确，则将把卫星定位计算成不正确的的时间。这将导致远程站所计算位置中的误差。

本发明提供在图 7 中示出的方法，在移动站处或在 WPF 18 处(图 2)，通过记录卫星距离测量所产生的近似时间，众知为打上时间戳，来解决这个问题。真实 GPS 网络时间和这个测量时间之间的时间差作为在测量中的变量“误差”来处理，所述时间差的长度是未知的。然而，本发明的方法允许确定这个变量，并用于寻找在模拟信号模式中操作的远程站的物理位置。

### 对一个测量值打上时间戳

如果远程站有时间的近似估计，则远程站可以在任务 708 中对一个卫星距离测量值打上时间戳，并在任务 720 中把它们发送到 WPF 18，或在任务 712 中由它自己单独地计算卫星位置。近似时间估计可以通过在任务 706 中把时间传递到远程站来获得，或通过远程站保留较早情况中当它处在便于传递正确时间的网络(例如，IS-95 CDMA 网络)上时的时间来获得。

如果远程站没有时间估计，则远程站可以把这些距离测量值发送到 WPF 18 而不带有时间戳。当在任务 722 中 WPF 18 接收测量值时，在任务 724 中，WPF 18 将把时间戳分配给测量值。在这个实施例中，将在从远程站接收测量值之后，在 WPF 18 处发生测量值打上时间戳。

### 解在时间戳中固有的变量误差

通过上述任何方法分配给测量值的时间戳可能具有明显的误差：数秒或更多。这个误差将导致远程站的计算位置中的误差。通过处理在测量值时间戳中的误差作为未知数，并对这个未知数求解，可以不管有误差的时间戳而计算远程站的正确位置。在如上所述的 4 个传统的卫星测量值上，这需要进行一个另外的卫星测量。即，本发明的方法可以使用来自至少 5 个卫星的测量值以确定远程站的 3-维位置。

确定在近似时间戳中固有的误差以及远程站的位置如下。以  $(x_m, y_m, z_m)$  为远程站的位置，而以  $(x_{s_i}(t), y_{s_i}(t), z_{s_i}(t))$  为在时间  $t$  处卫星  $S_i$  的位置。以  $t_m$  为当执行测量时的“真时 GPS 时间”，而以  $b$  为按模计算(modulo)PN 滚动(1 ms)的接收机偏差，其中  $t_n$  的值不相当于  $b$  的值。相应地，可以把对于每个卫星的测量， $\rho_i(t_m), i=1, \dots, n$ , 表示为：

$$\rho_i(t_m) = \sqrt{(x_{s_i}(t_m) - x_m)^2 + (y_{s_i}(t_m) - y_m)^2 + (z_{s_i}(t_m) - z_m)^2} + b, \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

可以使用这些测量值来解 5 个未知数  $x_m, y_m, z_m, b$  和  $t_m$ 。明显地，因为有 5 个未知数，所以必须有 5 个卫星测量值来对每个未知数求解。使用本技术领域广泛使用的一种算法，标准迭代最小均方(LMS)算法来求解。在第  $k$  个迭代处，对于每个测量值  $i$  的矩阵行将保持相对于每个变量的微商：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \rho_i}{\partial x} &= \frac{x_k - x_{S_i}(t_k)}{\sqrt{(x_{S_i}(t_k) - x_k)^2 + (y_{S_i}(t_k) - y_k)^2 + (z_{S_i}(t_k) - z_k)^2}} \\
\frac{\partial \rho_i}{\partial y} &= \frac{y_k - y_{S_i}(t_k)}{\sqrt{(x_{S_i}(t_k) - x_k)^2 + (y_{S_i}(t_k) - y_k)^2 + (z_{S_i}(t_k) - z_k)^2}} \\
\frac{\partial \rho_i}{\partial z} &= \frac{z_k - z_{S_i}(t_k)}{\sqrt{(x_{S_i}(t_k) - x_k)^2 + (y_{S_i}(t_k) - y_k)^2 + (z_{S_i}(t_k) - z_k)^2}} \quad i = 1, \dots, n \quad (2) \\
\frac{\partial \rho_i}{\partial b} &= 1 \\
\frac{\partial \rho_i}{\partial t} &= \frac{\left. \frac{\partial x_{S_i}}{\partial t} \right|_{t=t_k} (x_{S_i}(t_k) - x_k) + \left. \frac{\partial y_{S_i}}{\partial t} \right|_{t=t_k} (y_{S_i}(t_k) - y_k) + \left. \frac{\partial z_{S_i}}{\partial t} \right|_{t=t_k} (z_{S_i}(t_k) - z_k)}{\sqrt{(x_{S_i}(t_k) - x_k)^2 + (y_{S_i}(t_k) - y_k)^2 + (z_{S_i}(t_k) - z_k)^2}}
\end{aligned}$$

把完整的矩阵表示为：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial \rho_{S1}}{\partial x} & \frac{\partial \rho_{S1}}{\partial y} & \frac{\partial \rho_{S1}}{\partial z} & \frac{\partial \rho_{S1}}{\partial b} & \frac{\partial \rho_{S1}}{\partial t} \\ \frac{\partial \rho_{S2}}{\partial x} & \frac{\partial \rho_{S2}}{\partial y} & \frac{\partial \rho_{S2}}{\partial z} & \frac{\partial \rho_{S2}}{\partial b} & \frac{\partial \rho_{S2}}{\partial t} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\partial \rho_{Sn}}{\partial x} & \frac{\partial \rho_{Sn}}{\partial y} & \frac{\partial \rho_{Sn}}{\partial z} & \frac{\partial \rho_{Sn}}{\partial b} & \frac{\partial \rho_{Sn}}{\partial t} \end{bmatrix} \quad (3)$$

在一个实施例中，通过服务区站收集的信息已知对远程站位置的估计，以及已知时间  $t$  的近似估计，并用于进一步加速位置确定，如在任务 704 中所示。

### 小的固有时间戳误差

为了更进一步加速位置确定，如果已知时间戳误差是较小的，即，小于数秒，则可以用直线来近似卫星的轨道。让  $(x_m, y_m, z_m)$  为远程站的位置。让  $t_0$  为远程站或 WPF 18 分配给卫星距离测量值的时间戳。让  $t_1$  为当执行测量时的“真实 GPS 时间”。在时间戳中的误差将为  $\tau = (t_1 - t_0)$ 。让  $(x_{s_i0}, y_{s_i0}, z_{s_i0})$  为在时间  $t_0$  处卫星  $S_i$  的位置，而让  $k_{x_i}$  为  $x_{s_i}$  的变化速率。让  $k_{y_i}$  为  $y_{s_i}$  的变化速率，而让  $k_{z_i}$  为  $z_{s_i}$  的变化速率。然后可以把在 shik  $t_1$  卫星  $S_i$  的位置近似为

$$\begin{aligned}
x_{s_i1} &\cong x_{s_i0} + k_{x_i} \cdot \tau \\
y_{s_i1} &\cong y_{s_i0} + k_{y_i} \cdot \tau, \\
z_{s_i1} &\cong z_{s_i0} + k_{z_i} \cdot \tau
\end{aligned} \quad (4)$$

假定在时刻  $t_1$  远程站对  $n$  个卫星进行距离测量。可以把距离测量值写成：

$$\rho_i = \sqrt{(x_{s_i0} + k_{x_i} \tau - x_m)^2 + (y_{s_i0} + k_{y_i} \tau - y_m)^2 + (z_{s_i0} + k_{z_i} \tau - z_m)^2} + b, \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

其中， $b$  是在远程站时钟中的偏差，而  $\tau$  是在分配时间戳中固有的误差。在下面列出对于上述时间戳中固有的变量误差求解中的测量值和未知数：

到卫星的测量值:  $\rho_i, i=1, \dots, n$

未知数:  $x_m, y_m, z_m, b, \tau$

再次, 因为有 5 个未知数, 所以远程站必须测量至少 5 个卫星的距离。可以使等式(5)表示的系统线性化, 然后使用 LMS 求解。为了使用 LMS, 必须确定每个测量值相对于每个未知数的偏导数(partial derivation)。偏导数为:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_i}{\partial x_m} &= \frac{x_m - (x_{si0} + k_{xi}\tau)}{\sqrt{(x_{si0} + k_{xi}\tau - x_m)^2 + (y_{si0} + k_{yi}\tau - y_m)^2 + (z_{si0} + k_{zi}\tau - z_m)^2}} \\ \frac{\partial \rho_i}{\partial y_m} &= \frac{y_m - (y_{si0} + k_{yi}\tau)}{\sqrt{(x_{si0} + k_{xi}\tau - x_m)^2 + (y_{si0} + k_{yi}\tau - y_m)^2 + (z_{si0} + k_{zi}\tau - z_m)^2}} \\ \frac{\partial \rho_i}{\partial z_m} &= \frac{z_m - (z_{si0} + k_{zi}\tau)}{\sqrt{(x_{si0} + k_{xi}\tau - x_m)^2 + (y_{si0} + k_{yi}\tau - y_m)^2 + (z_{si0} + k_{zi}\tau - z_m)^2}} \quad i = 1, \dots, n \quad (6) \\ \frac{\partial \rho_i}{\partial b} &= 1 \\ \frac{\partial \rho_i}{\partial \tau} &= \frac{x_{si0}k_{xi} + k_{xi}^2\tau - k_{xi}x_m + y_{si0}k_{yi} + k_{yi}^2\tau - k_{yi}y_m + z_{si0}k_{zi} + k_{zi}^2\tau - k_{zi}z_m}{\sqrt{(x_{si0} + k_{xi}\tau - x_m)^2 + (y_{si0} + k_{yi}\tau - y_m)^2 + (z_{si0} + k_{zi}\tau - z_m)^2}} \end{aligned}$$

可以把在等式(4)和等式(5)中的问题表示为线性等式的系统:

$$Hx = \rho \quad (7)$$

其中,  $x$  是未知数的矢量:

$$x = \begin{pmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \\ b \\ \tau \end{pmatrix} \quad (8)$$

$\rho$  是测量值的矢量:

$$\rho = \begin{pmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_n \end{pmatrix} \quad (9)$$

而  $H$  是设计矩阵, 表示为:



$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial \rho_1}{\partial x_m} & \frac{\partial \rho_1}{\partial y_m} & \frac{\partial \rho_1}{\partial z_m} & \frac{\partial \rho_1}{\partial b} & \frac{\partial \rho_1}{\partial \tau} \\ \frac{\partial \rho_2}{\partial x_m} & \frac{\partial \rho_2}{\partial y_m} & \frac{\partial \rho_2}{\partial z_m} & \frac{\partial \rho_2}{\partial b} & \frac{\partial \rho_2}{\partial \tau} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial \rho_n}{\partial x_m} & \frac{\partial \rho_n}{\partial y_m} & \frac{\partial \rho_n}{\partial z_m} & \frac{\partial \rho_n}{\partial b} & \frac{\partial \rho_n}{\partial \tau} \end{bmatrix} \quad (10)$$

现在可以使用众知的 LMS 对线性等式  $Hx = \rho$  的系统求解。在这个实施例中，在使用直线近似卫星轨道的情况下对每个卫星进行距离测量。还可以把本发明使用于由更高阶的曲线近似卫星轨道的情况中。

使用所述方法，不管是否知道是否存在小的固有时间戳误差，可以在任务 716 中在移动站处或在任务 726 中在 WPF 18 处确定移动站的位置，即，值  $x_m$ 、 $y_m$  和  $z_m$ 。在任务 728 中结束所述方法。

### 制造的产品

例如，通过操作 WPF 18 以执行一个序列的机器可读指令可以实施上述方法。这些指令可以驻留在各种类型的承载信号的媒体中。在这个方面，本发明的一个方面关心一种包括承载信号的媒体的制造产品，切实包含可由数字信号处理器执行的机器可读指令的程序，以执行一种方法，对在使用无线链路的同步通信网络中使用的收发机进行定位。

例如，承载信号的媒体可以包括包含在通信网络中的 RAM(未示出)。另一方面，可以把指令包含在另一个承载信号的媒体中，诸如在图 8 中示出的数据存储磁盘 800，对在图 2 中所示的 WPF 18 可以直接或间接地存取。不管包含在通信网络中还是任何地方，可以把指令存储在许多机器可读的数据存储媒体上，诸如直接存取存储器件、磁带、电子只读存储器、光存储器件或其它合适的承载信号的存储媒体。在本发明的一个示例实施例中，机器可读指令可以包括汇编 C 或 C++ 的行，或熟悉编程技术领域的人员通常使用的其它合适的编制程序语言。

### 其它实施例

当已经示出当前认为本发明的较佳实施例是些什么时，熟悉本技术领域的人员会理解，可以进行各种变更和修改而不偏离如所附的权利要求书所定义的本发明的范围。

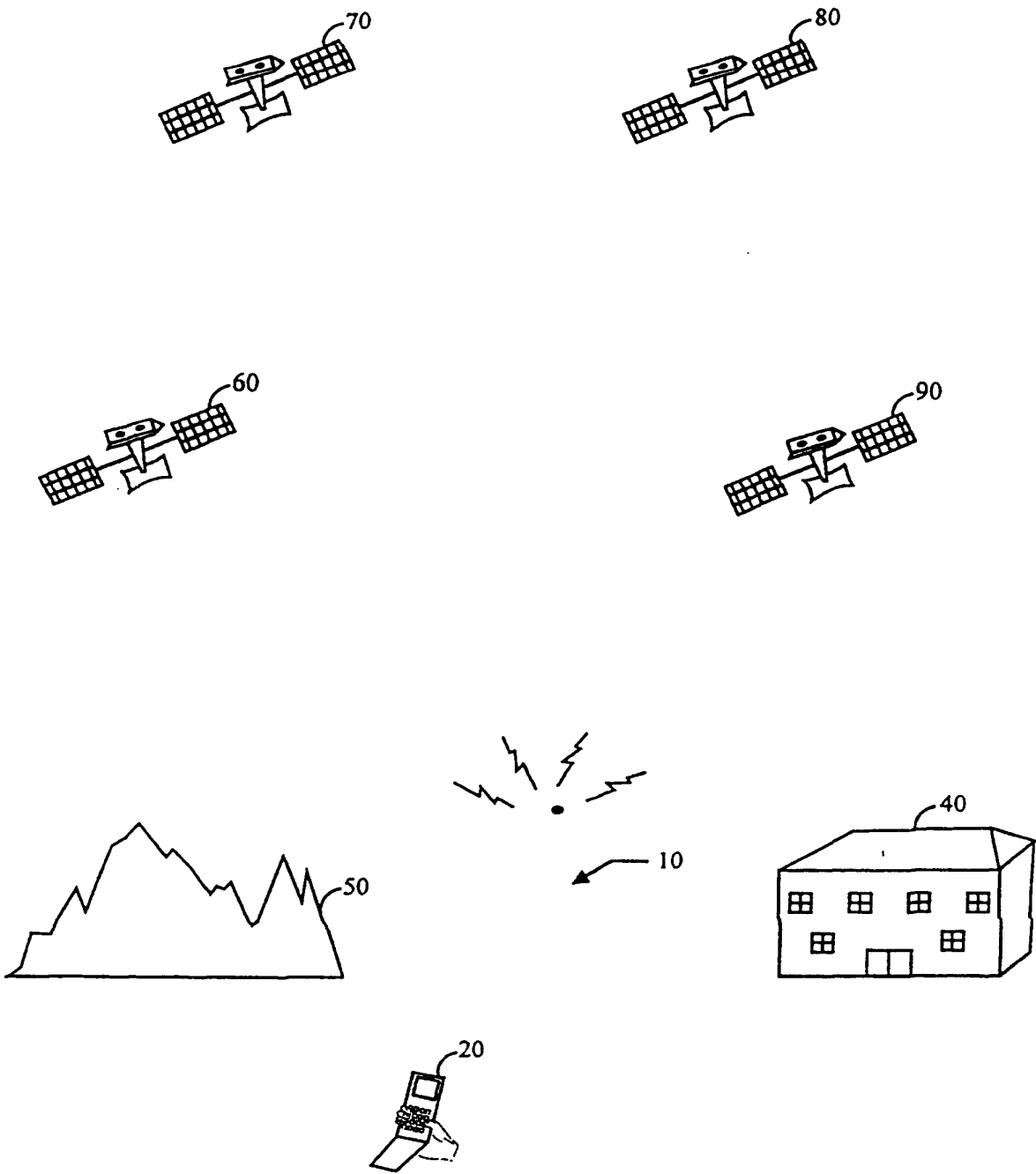


图 1

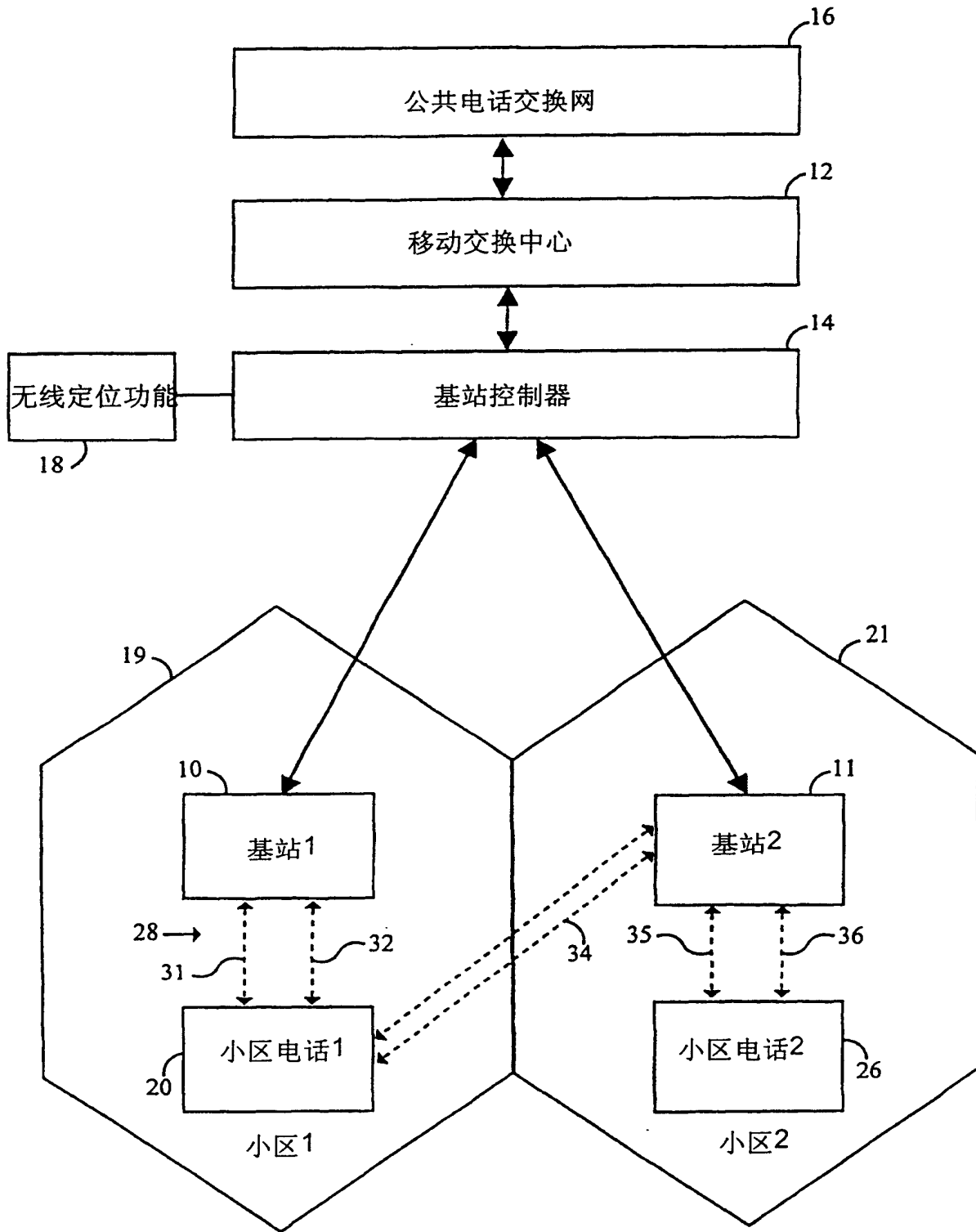


图 2

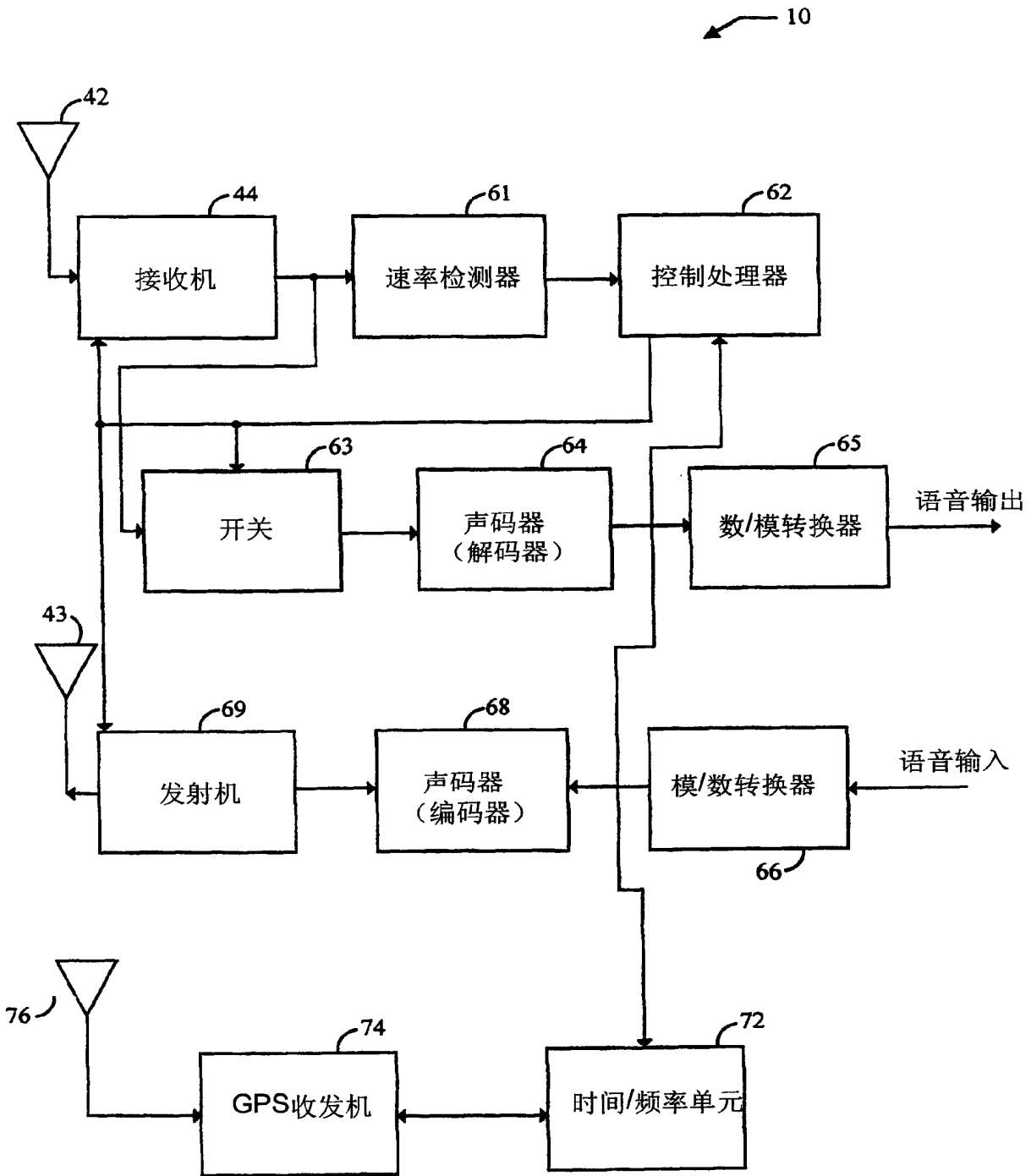


图 3

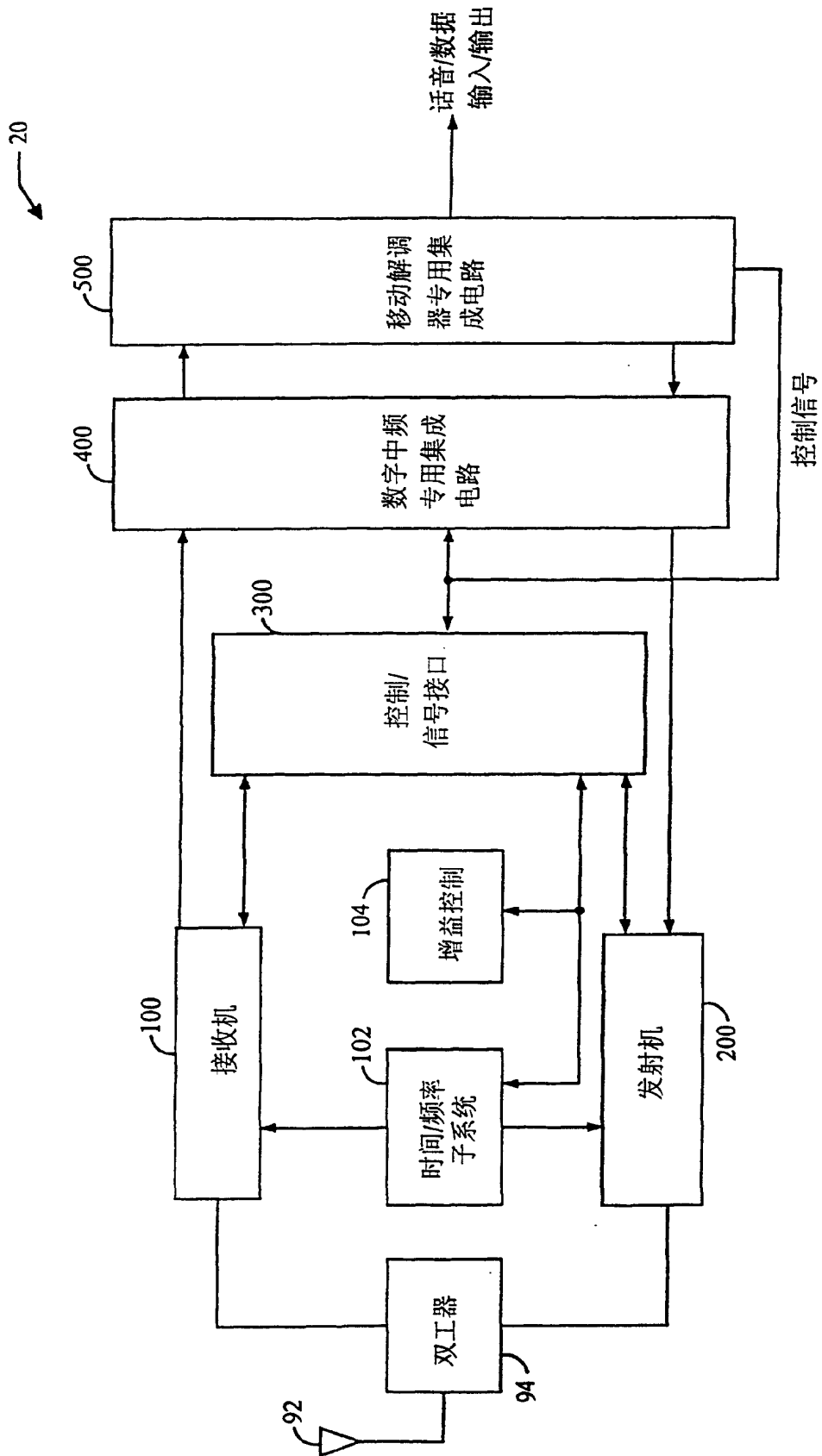


图 4

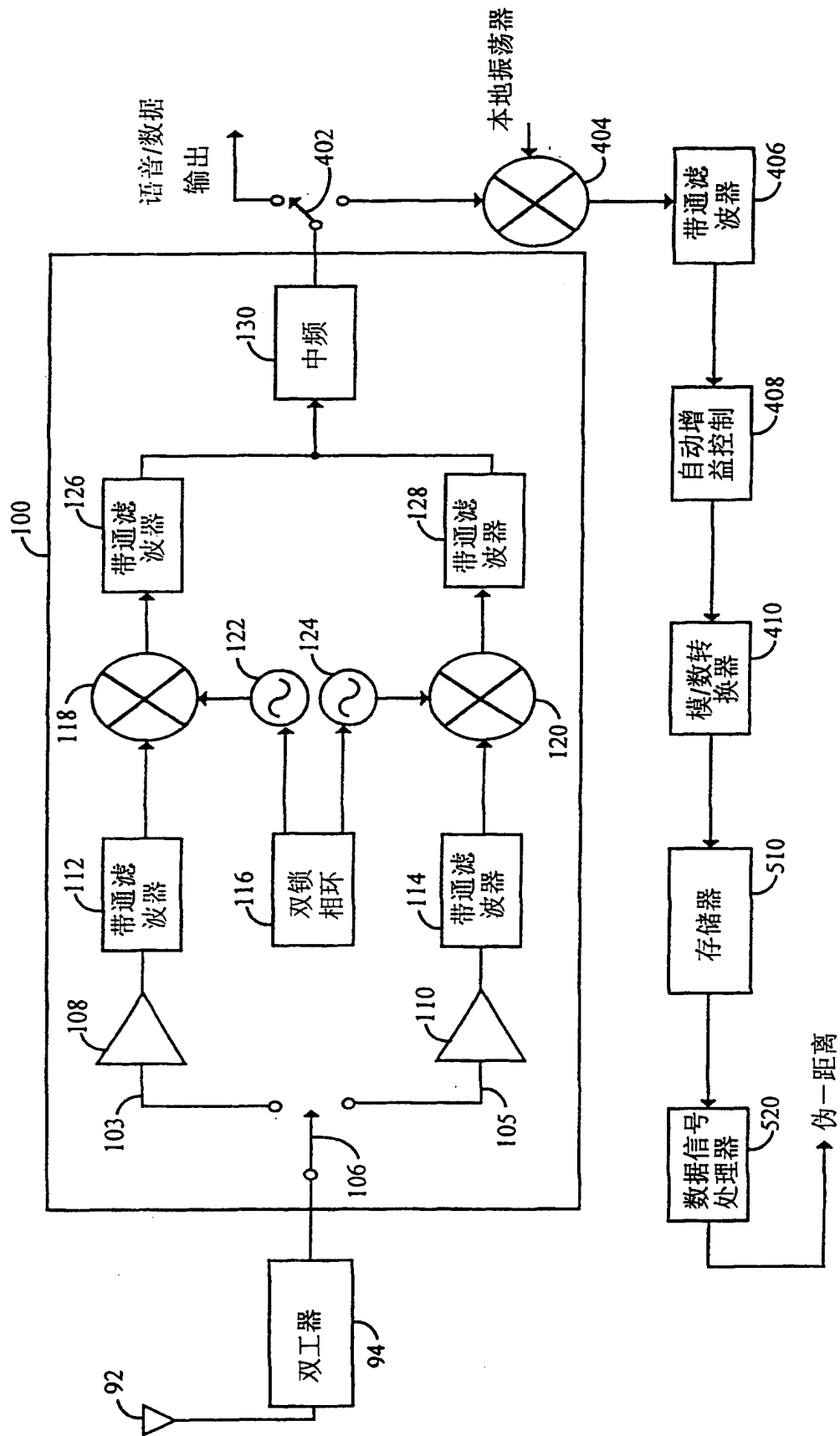


图 5

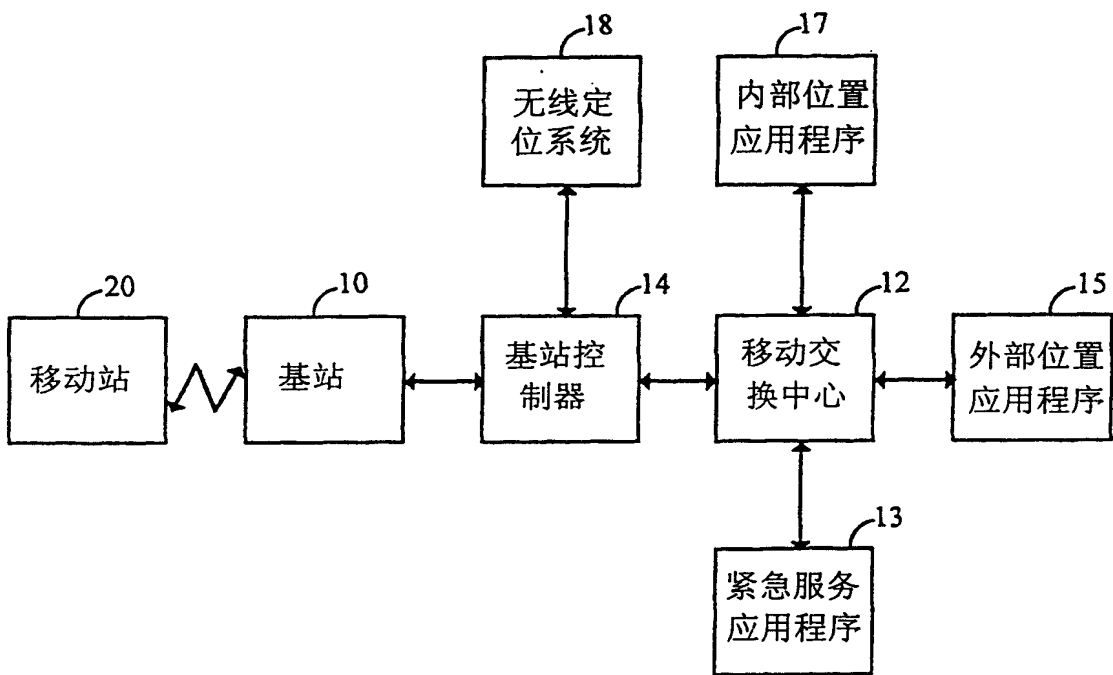


图 6

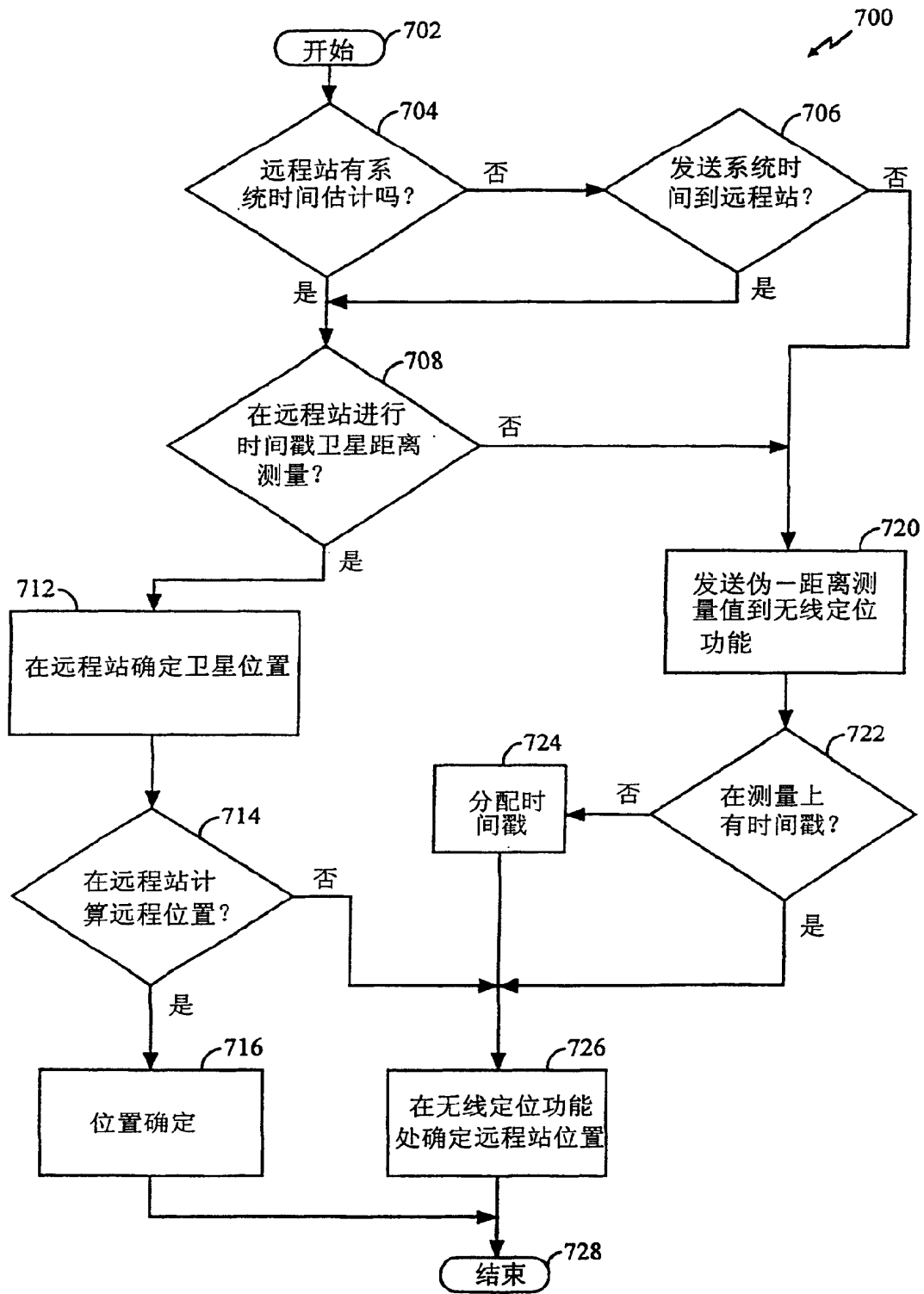


图 7



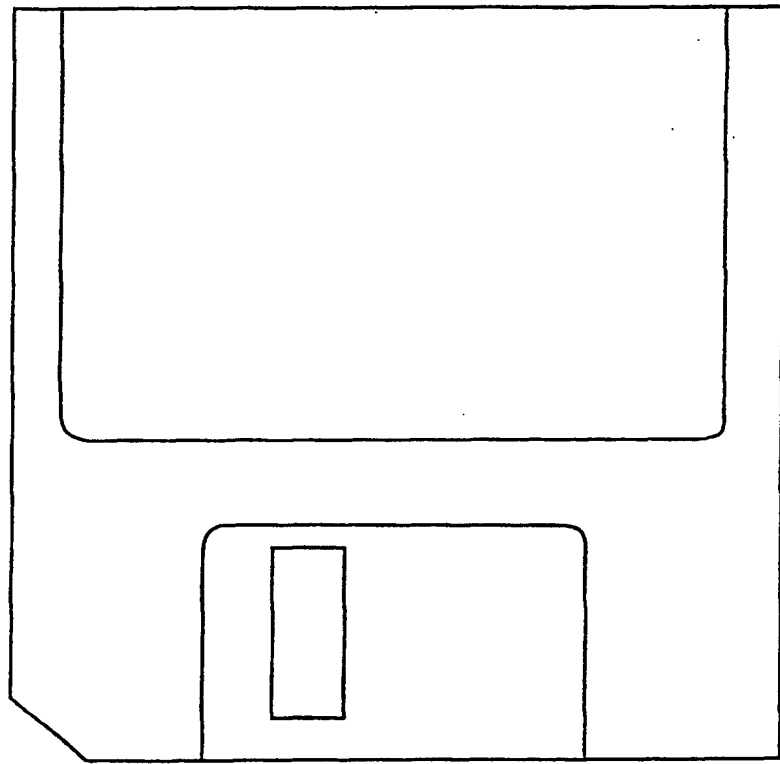


图 8