[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H04L 7/02
H04B 7/26

# [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01111483.5

[43]公开日 2001年9月26日

[11]公开号 CN 1314752A

[22]申请日 2001.3.15 [21]申请号 01111483.5

[30]优先权

[32]2000.3.17 [33]US [31]09/527,289

[71]申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 萨姆纳特·班尼克

杰弗里·P·格伦维格

理查德·L·麦克道尔

卡尔·R·史蒂文森

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

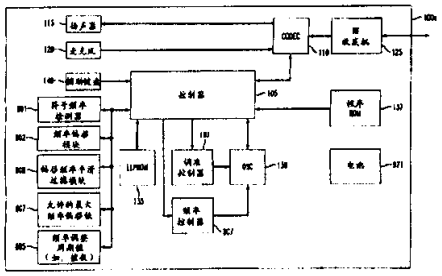
代理人 鄢 迅

权利要求书4页 说明书15页 附图页数13页

[54]发明名称 无线设备接收机本机振荡器之频率跟踪的修正方法

[57]摘要

一种利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本 机振荡器的方法,所述方法包括:确定从第一无线设备发送到第二无 线设备的数据符号长度期间的时钟周期数;将所确定的发送符号的长 度期间的时钟周期数与期望的发送符号期间的时钟周期数进行比较; 以及根据比较调整所述本机振荡器的频率。



ISSN1008-4274

# 权 利 要 求 书

1. 一种利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，所述方法包括:

确定从第一无线设备发送到第二无线设备的数据符号长度期间的时钟周期数;

将所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与期望的发送符号期间的时钟周期数进行比较; 以及

根据比较调整所述本机振荡器的频率。

2. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中所述比较包括:

对所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与期望的发送符号期间的时钟周期数的差进行确定。

3. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中所述比较包括:

对所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与期望的发送符号期间的时钟周期数的比率进行确定。

4. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，还包括:

根据所述比较，计算所述本机振荡器的频率偏移。

5. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中:

对发送的符号执行所述比较。

6. 根据权利要求 5 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，还包括:

对所述多个发送符号的各个符号上执行的所述比较的结果进行平滑处理。

7. 根据权利要求 6 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中:

如果任何一个所述比较导致超过预定阈值的帧错误，则重新启动与多个新发送符号进行所述比较的步骤。

8. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中：

所述第一无线设备为无绳电话的远程手机；以及

所述第二无线设备为所述无绳电话的基本部件。

9. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，还包括：

恢复所述发送符号；以及

确定所述符号的边界。

10. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中：

仅当所述比较导致帧错误大于预定阈值时，才执行根据所述比较，调整所述本机振荡器的所述频率的所述步骤。

11. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中：

以逐帧为基础执行所述振荡器的所述频率的所述调整。

12. 根据权利要求 1 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的方法，其中：

根据其各帧都包含多个符号的多个数据帧的累积基础，确定所述振荡器的所述频率的所述调整。

13. 一种利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，包括：

一个位于所述第一无线设备内的本机振荡器；以及

一个控制器，其中仅当接收的符号边界之间的时钟周期数的比较结果与时钟周期的期望数的差大于某个阈值时，控制器才运行一个适合于调整所述本机振荡器的频率的软件模块，所述预定阈值非零。

14. 根据权利要求 13 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中：

所述差值是利用所述接收符号的边界之间的所述时钟周期数与时钟周期的所述期望数的比率得以确定的。

15. 根据权利要求 13 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中:

所述差值是通过在所述接收符号的边界之间的所述时钟周期数与时钟周期的所述期望数之间执行减法而确定的。

16. 根据权利要求 13 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中:

所述第一无线设备为无绳电话的远程手机；以及

所述第二无线设备为所述无绳电话的基本部件。

17.一种利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，包括:

用于确定从所述第一无线设备发送到所述第二无线设备的数据符号长度期间的时钟周期数的装置;

用于对所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与所期望的发送符号期间的时钟周期数进行比较的装置；以及

用于根据所述比较调整所述本机振荡器的频率的装置。

18. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中用于比较的装置包括:

用于对所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与所期望的发送符号期间的时钟周期数的差进行确定的装置。

19. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中用于比较的装置包括:

用于对所确定的发送符号的长度期间的时钟周期数与所期望的发送符号期间的时钟周期数的比率进行确定的装置。

20. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，还包括:

用于根据所述比较，计算所述本机振荡器的频率偏移的装置。

21. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪

第一无线设备的本机振荡器的装置，其中：

用于比较的装置比较多个发送符号中的每个符号。

22. 根据权利要求 21 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中如果用于比较的装置的任何一个所述比较，导致超过预定阈值的频率跟踪错误，则还包括：

用于重新启动与多个新发送的符号进行比较的所述装置的装置。

23. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，其中：

所述第一无线设备为无绳电话的远程手机；以及

所述第二无线设备为所述无绳电话的基本部件。

24. 根据权利要求 17 的利用第二无线设备的时钟信号按频率跟踪第一无线设备的本机振荡器的装置，还包括：

用于恢复所述发送符号的装置；以及

用于确定所述符号的边界的装置。

# 说　　明　　书

## 无线设备接收机本机振荡器之频率跟踪的修正方法

本发明一般涉及无线设备。更具体地说，本发明涉及无线接收设备中本机时钟信号频率的智能软件控制的修正。

在过去几年中，普通无线设备已经日益普及，现在可以在许多（若不是大部分）家庭或生意场中看到它们。例如，现在在许多家庭或小办公室中，数字无绳电话很普遍。无绳电话是一种不使用电线将手机连接到其基本部件的电话，而是在远程手机与其基本部件之间使用无线通信技术。尽管早期的无绳电话传送模拟信号，但技术方面的最新进展已经引入了数字无绳电话，其中数字化无线设备之间的语音信号，并使用数字信号传输技术（如频移键控（FSK）或正交调幅（QAM））传送它。

图 8A 表示数字无绳电话的典型远程手机 800。

远程手机 800 包括一个控制器 805，一个编码解码器（CODEC）810，一个扬声器 815，一个麦克风 820，一个射频（RF）收发机 825，一个本机振荡器 830，一个 EEPROM 835，一个辅助键盘 840，一个定时恢复电路 845 和一个程序 ROM 837。

在发送方向上，麦克风 820 向 CODEC 810 输出模拟信号，CODEC 810 将麦克风输入信号转换为数字麦克风信号。作为转换过程的一部分，从本机振荡器 830 向 CODEC 810 提供一个时钟信号，以便对麦克风信号进行采样。然后将该数字麦克风信号传送到 RF 收发机 825，从而编码为射频（RF）信号，以传送到补充基本部件。控制器 805 还从 EEPROM 835 中检索频率控制信息，以选择 RF 收发机 825 发送的频率。程序 ROM 837 还提供用于软件和安全字的存储介质，其中软件操纵远程手机 100。

在接收方向上，RF 收发机 825 接收来自补充基本部件的 RF 信号。

RF 收发机 825 将该 RF 信号转换为数字信号，再将该数字信号传送到 CODEC 810 以便解码。定时恢复电路 845 向控制器 805 提供修正信息，以便为数字信号的解码而调整本机振荡器 830。CODEC 810 的输出为模拟信号，以供扬声器 815 输出。

图 8B 表示数字无绳电话的基本部件 850。基本部件 850 包含作为远程数字手机 800 中包含之电路的补充的电路，即补充 RF 收发机 870，控制器 855，CODEC 860，EEPROM 880，程序 ROM 882，定时恢复电路 885 以及一个本机振荡器 875。基本部件 850 还包含一个电话线路接口 865 和一个振铃检测电路 890，电话线路接口 865 与公用电话交换网接口，而振铃检测电路 890 检测与入站电话呼叫相对应的振铃信号。

为了在远程手机 800 和基本部件 850 之间获得最佳性能，通常需要调准两个本机振荡器 830 和 875 的频率。特别是当 RF 频率是从较低频率的主时钟信号生成时更如此。在此种情况中，必须非常精确地调整主时钟信号，这是由于基带偏移误差将增加几个数量级，从而引起比正在 RF 链路上之另一端使用的 RF 频率偏移大得多的 RF 频率偏移。对于此类任务，通常使用电压控制的振荡器（VCO），其中利用诸如锁相环（PLL）之类的硬件电路，将控制电压保持在所需水平。

在典型应用中，通常需要利用基本部件的本机振荡器 875，将手机的本机振荡器 830 频率调准到几百万分之一（ppm）内，以获得可靠的无噪声通信。然而，在现实世界中，本机振荡器会由于各种原因而漂移。温度改变、电压改变或数字无绳电话中所使用组件的公差改变，均会导致本机振荡器漂移。

有多种修正本机振荡器漂移的方法。一种方法称为粗频（coarse frequency）搜索。粗频搜索中的无绳电话的远程手机，将远程手机的振荡器调准到 5 ppm 到 300 ppm 的范围内。可以在任意时刻执行粗频搜索，但是其目的是最好把频率调准到 5 ppm 之内。粗频搜索是非常费时的，例如 12 秒，并且如果在无绳电话挂机时进行粗频搜索，将消耗远程手机的电源。

修正本机振荡器漂移的另一种方法是使用同步位或帧。在典型无绳电话中，远程手机与基本部件通过使用包或帧，在 RF 链路上通信。作为帧的一部分，保留若干位作为同步位。

图 9 表示具有同步字段的常规帧 900，其中在远程手机与数字无绳电话的基本部件之间的 RF 链路上使用同步字段。

具体而言，正如图 9 所示，帧 900 包括一个数据字段 910，一个纠错码（ECC）字段 920 以及一个同步字段 930。各字段包括许多位。各字段的位数依赖于该字段的功能。

帧 900 的数据字段 910 通常包含编码的语音信号。

帧 900 的 ECC 字段 920 通常包含数据字段 910 的纠错码。通常，在对语音信号编码时，将纠错码包含到帧 900 中，以确保正确发送和接收语音信号。

同步字段 930 为远程手机和基本部件提供利用该同步字段进行频率调准的方法，以便修正正在接收的本机振荡器或导出一个时钟信号。

尽管此方法是有效的，但同步字段技术需要时间，以供正在接收的远程手机或基本部件进行频率调准。此外，此同步时间可能会在基本部件与远程手机之间的通信中引入不必要的延迟。

因此，需要一种利用基本部件的本机振荡器，将远程手机的本机振荡器的频率调准到一个更高程度（如在 1 ppm 以内）的改进方法和/或装置，以便获得可靠的无噪声通信。

根据本发明的原理，利用第二无线设备的时钟信号，对第一无线设备的本机振荡器进行频率跟踪的方法包括，确定在从基本部件到远程手机发送数据符号期间的时钟周期数。比较确定的发送信号期间的时钟周期数与发送符号期间的时钟周期的期望数。根据上述比较调整本机振荡器的频率。

根据本发明的另一方面，利用第二无线设备的时钟信号，对第一无线设备进行频率跟踪的本机振荡器的装置包括，一个位于第一无线设备内的本机振荡器。仅当在接收的码元边界之间的时钟周期数的比较结果由于大于某个阈值而与时钟周期的期望数不同时，运行软件模

块的控制器才调整本机振荡器的频率。预定阈值非零。

通过参照附图阅读以下说明书，熟练技术人员将更加了解本发明的特征和优点，其中附图为：

图 1A 表示实现本机振荡器之实时漂移修正的数字无绳电话的远程手机的框图。

图 1B 表示实现图 1A 的远程手机的本机振荡器之实时漂移修正的数字无绳电话的基本部件的框图。

图 2 表示远程手机的本机振荡器的实时漂移修正的示范高级流程图。

图 3 表示图 2 的本机振荡器的实时漂移修正的频率调准阶段的示范高级流程图。

图 4A 表示用于频率调准的远程手机振荡器的定时恢复状态的定时图。

图 4B 表示用于漂移的远程手机振荡器的定时恢复状态的定时图。

图 5 表示根据本发明之另一方面的、实现本机振荡器之频率的智能软件修正的数字无绳电话的远程手机的框图。

图 6A 和 6B 为波形，分别表示发送符号与数据时钟以及对应的接收符号和数据时钟之间的关系。

图 7A 和 7B 根据本发明之一方面的原理，基于接收符号与其数据时钟之间的关系，实现本机振荡器的智能软件调整的的示范过程流程图。

图 8A 表示数字无绳电话的常规远程手机的框图。

图 8B 表示数字无绳电话的常规基本部件的框图。

图 9 表示具有同步字段的常规帧，其中在数字无绳电话之远程手机与基本部件之间的 RF 链路上使用同步字段。

本发明利用数字无绳电话内的基本部件的本机振荡器，调准远程手机的本机振荡器的频率。

具体而言，当远程手机处于待机（检测）模式时，本发明以远程手机之本机振荡器的标准间隔，提供周期精调。其优点在于，频率调

准操作不会超过每分钟 400 ms，从而在连续保持频率调准时，不会干扰数字无绳电话的正常操作。

作为选择，可以根据假设温度和电压条件下的振荡器漂移特征，偶尔进行链路验证。更长的链路验证持续时间也可存在，以便为预设验证之间的更多时间创造条件。

根据本发明的原理，远程手机的本机振荡器的实时漂移修正，从远程手机处于待机（检测）模式开始。远程手机周期地从睡眠模式中唤醒，例如每一分钟（或某些其他预定间隔）唤醒一次，然后进入正常链路验证模式。

一旦处于链路验证模式，远程手机就进入时分复用（TDD）模式，并试图建立与基本部件的链路。

在远程手机建立了与基本部件的链路之后，远程手机向基本部件请求安全字。一旦接收到请求的安全字，远程手机就确定所请求的安全字是否与该远程手机的安全字匹配。在远程手机与基本部件交换命令期间，远程手机连续调整其本机振荡器，以便在基本部件的本机振荡器频率的例如百万分之一（ppm）内实现频率调准。作为选择，可以在用户定义的 ppm 值内实现频率调准。

通过在远程手机控制器中实现其本机振荡器的软件频率调整，远程手机在命令交换期间实现频率调准。由于一条命令占用一帧，所以一旦帧处于其当前定时与前一定时进行比较的期间，远程控制器的手机就进入定时恢复状态。当累积定时片大于指定阈值时，进行频率调整。因此，能以快速方式实现频率调准。

图 1A 表示实现本机振荡器之实时慢速漂移修正的数字无绳电话的远程手机 100 的实施方式。

具体而言，图 1A 表示实现本机振荡器之实时慢速漂移修正的远程手机 100 的框图。远程手机 100 包括一个控制器 105，一个编码解码器（CODEC）110，一个扬声器 115，一个麦克风 120，一个射频（RF）收发机 125，一个本机振荡器 130，一个 EEPROM 135，一个程序 ROM 137，一个辅助键盘 140，一个调整控制器 197，一个电池 971 和一个

链路验证周期设置器 972。

控制器 105 可以为一个数字信号处理器（DSP）、微处理器、微控制器或组合逻辑。控制器 105 提供一个执行平台，以执行操作远程手机 100 的适当软件程序。

CODEC 110 提供模拟语音信号和数字语音信号之间的转换方式。CODEC 110 是一个电子设备，该设备通过模数转换器，将模拟语音信号转换为数字语音信号。同时，COEDC 110 通过数模转换器，将接收的数字语音信号转换为模拟语音信号。

CODEC 110 根据本机振荡器 130 提供的时钟信号，在模拟和数字信号之间转换。本机振荡器 130 可以是一个电压控制的振荡器（VCO），其中控制电压在控制器 105 的控制下，通过调准控制器 197，改变本机振荡器 130 的输出频率。

麦克风 120 为用户提供将语音信号输入到远程手机 100 的方法。

扬声器 115 为用户提供接听远程手机 100 的输出语音信号的方法。

RF 收发机 125 提供远程手机 100 和补充基本部件之间的 RF 接口。远程手机 100 通过 RF 链路中继基本部件之间的语音信号。RF 收发机 125 提供 RF 信号和数字化语音信号之间的转换。

程序 ROM 137 提供存储介质，用于存储操作远程手机 100 的软件。EEPROM 135 存储诸如频率之数模转换（DAC）值之类的频率控制信息和安全字。DAC 值用于控制远程手机的本机振荡器 130 的频率。在例如远程手机及其基本部件的专用匹配集之间的交换期间，使用安全字。

辅助键盘 140 为用户提供操作数字无绳电话的方法。

电池 971 为远程手机 100 提供电源。

链路验证周期设置定时器 972，对远程手机 100 多长时间修正一次其本机振荡器 130 的漂移，提供编程的方法。

在发送方向上，麦克风 120 向 CODEC 110 输出模拟信号，CODEC 110 将麦克风输入信号转换为数字麦克风信号。将该数字麦克风信号输入到 RF 收发机 125，编码为数字信号，以传送到补充基本部件。控

制器 105 控制来自本机振荡器 130 的输出，以便对数字麦克风信号进行编码。控制器 105 还从 EEPROM 135 中检索频率控制信息，以选择 RF 收发机 125 发送的频率。

在接收方向上，RF 收发机 125 接收来自补充基本部件的 RF 信号。RF 收发机 125 将所接收的信号转换为数字信号，然后将该数字信号传送到 CODEC 110 以便解码。本机振荡器 130 通过控制器 105 向 COEDC 110 提供时钟信号。CODEC 110 的输出为模拟语音信号，以供扬声器 115 输出。

图 1B 表示数字无绳电话的基本部件 150。基本部件 150 包含作为远程数字手机 100 中包含之电路的补充的电路，即补充 RF 收发机 170，控制器 155，CODEC 160，EEPROM 180，程序 ROM 182，以及本机振荡器 175。基本部件 150 还包含一个电话线路接口 165，电话线路接口 165 与公用电话交换网接口。振铃检测电路 190 检测与入站电话呼叫有关的振铃电压。

图 2 表示在图 1 所示的数字无绳电话的远程手机 100 中使用的本机振荡器 130 的实时慢速漂移修正的实施方式。

具体而言，图 2 表示受由图 1A 所示的远程手机 100 之控制器 105 实现的、本机振荡器 130 的实时慢速漂移修正影响的、软件状态模块 200 的示例。

在步骤 210 中，控制器 105 使远程手机 100 处于检测模式。检测模式是远程手机操作的待机模式。当处于检测模式时，远程手机 100 能够保存电源，同时监视来自基本部件 150 的入站传输的 RF 链路。

如步骤 220 所示，远程手机 100 的控制器 105 周期地离开保存电源的睡眠模式或待机模式，以开始正常链路验证。控制器 105 可以以诸如每一分钟或其他预定间隔之类的预先确定的间隔，发起正常链路验证。

如步骤 230 所示，一旦进入正常链路验证，远程手机 100 就进入时分复用（TDD）模式。

如步骤 240 所示，一旦进入 TDD 模式 230，远程手机 100 就试图

建立与基本部件 150 的 RF 链路。通过由控制器 105 写入的 DAC 值，控制远程手机 100 的本机振荡器 130。控制器 105 从 EEPROM 135 中检索上次使用的与频率定时有关的 DAC 值，然后发起链路验证。在进入检测模式之前，将上次使用的 DAC 值存储在 EEPROM 135 中。

步骤 250 表示频率调准阶段。在建立 RF 链路后，远程手机 100 向基本部件 150 请求唯一安全字。在远程手机 100 接收到唯一安全字后，控制器 105 确定接收到的安全字是否与远程手机的安全字匹配。在上述命令交换期间，远程手机 100 的控制器 105 连续调整其本机振荡器 130，以获得 1ppm（或其他预定 ppm）内的频率调准。

本发明的一个方面在于本机振荡器 130 的修正，以在不使用特定电路的情况下实现频率调准。作为替换，本机振荡器 130 的频率修正是使用由控制器 105 实现的软件模块实现的。

图 3 为一个更详细的流程图，表示根据本发明之原理的、图 2 所示的远程手机 100 的本机振荡器 130 之调准的实时慢速漂移修正的频率调准阶段 250。

在频率调准阶段（步骤 250）内有命令交换，这允许远程手机 100 的本机振荡器 130 进行频率调准。在典型数字无绳电话中，交换的命令是预定的固定大小的帧。

如步骤 300 所示，在远程手机 100 的控制器 105 处于频率调准阶段 250 后，控制器 105 一接收到来自基本部件 150 的命令，就进入定时恢复状态。

如步骤 310 所示，一接收到命令，远程手机 100 的控制器 105 就读取所接收帧的当前定时状态。

在步骤 320 中，比较所接收帧的当前定时状态与前一定时状态。

在步骤 330 中，如果在定时状态之间的定时差或定时片大于预定阈值，则远程手机 100 的控制器 105 调整本机振荡器 130，如步骤 340 所示。作为选择，可以进行一连串比较，以计算累积定时片，从而与预定阈值相比较。

否则，远程手机 100 的控制器 105 不调整本机振荡器 130，如步

骤 350 所示。随后，返回到图 2，控制器 105 完成频率调准阶段 250，然后进行到步骤 260 或步骤 270。

图 4A 以定时图的方式更好地表示图 3 中的定时恢复状态 300，该定时图表示前一读取操作期间的基本部件振荡器、数据帧以及远程手机振荡器。

具体而言，利用波形（1）所示的基本部件时钟信号 400 表示基本部件振荡器输出。

利用波形（3）所示的远程手机时钟信号 420 表示远程手机振荡器。

当远程手机 100 接收到命令时，远程手机 100 进入波形（3）所示的定时恢复状态 430。在定时恢复状态 430 中，远程手机 100 能够根据波形（3）所示的远程手机时钟信号 420 确定定时。

远程手机 100 的控制器 105，可以使用各种技术确定定时。例如，控制器 105 可以计算数据帧 410 中的零交叉，或在数据帧 410 的结尾监视子符号时钟计数器。由于定时恢复状态 430 是一个固定时间量，所以很容易导出数据帧 410 的定时。

随后，保留此定时值以便与下一条命令进行比较。

图 4B 表示当远程部件振荡器 130 从基本部件振荡器 175 漂移时，下一入站命令之基本部件振荡器（波形（1））、数据帧（波形（2））以及远程部件振荡器（波形（3））的定时图。

如图 4B 所示，利用波形（1）所示的基本部件时钟信号 440 表示基本部件振荡器。以波形（2）所示的数据帧 450 的方式表示命令。利用波形（3）所示的远程部件时钟信号 460 表示远程手机振荡器。

如图 4A 所示的那样，根据波形（1）所示的基本部件时钟信号 440，以基本部件 150 传输的波形（3）的方式，将命令表示为下一帧 450。然而，在此情况中，波形（3）所示的远程手机时钟信号 460 已漂移了定时片数量 480。

当远程手机 100 的控制器 105 进入波形（3）所示的定时恢复状态 470 时，控制器 105 确定下一帧 450 的定时。由于远程手机时钟信号 460 已漂移，所以下一帧 450 的定时值与定时片 480 的值不同。

如果两条命令之间的定时差大于某个预定阈值，则可以调整远程手机 100 的本机振荡器 130。作为选择，可以计算几个接收帧之间的定时差的总和，并与某个阈值比较，以根据平均值或累积值确定是否需要调整远程手机 100 的本机振荡器 130。

上述周期链路验证的目的在于，允许远程手机运行足够长的时间，以跟踪上次修正以来其本机振荡器相对于基本部件的慢速漂移。上次修正可以出现在链路验证期间，抑或出现在正常通信链路期间。如果手机不能在超时周期（例如 400 ms 或 800 ms）内建立与基本部件的链路，则手机将该条件标记为链路验证失败，LINK_VERIFY_NORM_FAIL。如果系统不能在建立链路的 400 ms 内启动，则也认为链路验证失败。

就另一方面而言，可以使用无线设备接收机中本机振荡器之频率的软件控制，在需要时智能地调整本机振荡器的频率，并且忽略需要在其他时间进行频率调整的符号。

具体而言，图 5 表示根据本发明之另一方面的、实现本机振荡器之频率的智能软件修正的数字无绳电话的远程手机的框图。

在图 5 中，诸如无绳电话之手机 100a 之类的无线设备包括，控制器 105 与本机振荡器 130 之间的一个频率控制模块 807。如图 1 所示，控制器 105 可以为任意合适的处理器（如微控制器、微处理器、或数字信号处理器（DSP））。根据控制器 105 的输入，控制器 105 通过频率控制模块 807，提供振荡器 103 的频率的软件控制。在图 5 所示实施方式的最佳实现中，利用软件反馈而不是只利用常规硬件反馈电路（如 PLL），控制本机振荡器 130。

所公开的实施方式涉及非相干的 FSK 数据通信。相干检测通常需要 PLL 设备或类似设备。然而，关于非相干检测，阶段并不重要，并且可以合适地实现图 5 所示的软件反馈控制。

控制器 105 包括各种基于软件的模块 801–805，这些模块用于确定与理想值的频率偏移，理想频率的判定以及偏移频率的实现，以控制本机振荡器 130 的频率。基于软件的模块 801-805 可以驻留在控制

器 105 的内部和/或外部，但是无论如何，仍然较好地与控制器 105 通信。

实现本机振荡器 130 之频率的智能软件反馈控制的基于软件的模块包括，例如一个符号边界检测器 801，一个频率偏移判定模块 802 以及一个偏移频率过滤模块 803。

除上述特定程序之外，控制器 105 还访问各种可编程值，以便可根据软件确定参数（如 CRC 误差），智能地控制本机振荡器 130 的频率跟踪。例如，控制器 105 可以建立一个存储单元，用于与所允许的最大频率偏移值 804 以及与频率调整周期值 805 相对应的可编程的值。

根据本发明的原理，通信系统中的两个远程点之间的跟踪是基于软件确定的频率偏移上的接收机的，而频率修正的编程需要性是基于给定的恢复定时和数据的。这样，可以在系统获得期间、在数据传送期间精调频率，和/或对频率进行编程，以基本上忽略或忽视频率偏移，否则可以根据错误接收的数据和/或定时（例如，根据帧误差信息），确定频率偏移。

因此，与参照图 1A 说明的实施方式一起，可以根据软件检测的帧与帧之间的本机振荡器的定时恢复漂移以及帧误差（或正确性）信息，或者根据软件检测的帧与帧之间的本机振荡器的定时恢复漂移以及帧误差或软件检测的本机振荡器的定时恢复漂移，调整本机振荡器的控制电压。

通信系统通常具有定时恢复电路，该电路自动跟踪入站数据流以恢复时钟信号。此定时恢复电路通常包含一个硬件反馈电路（如锁相环），以便进行精调和控制，从而跟踪入站数据时钟。根据本发明的原理，以智能为基础，利用软件程序，处理接收机的本机振荡器或其他时钟信号的调整和控制。这样，可以在需要时以高分辨率控制频率跟踪，在其他时间以低分辨率控制频率跟踪，还可以在其他时间完全忽略频率跟踪。因此，通过接收机的本机振荡器的软件控制，提供智能频率跟踪。

该软件根据所接收符号的边界内的时钟周期（如本机振荡器的时

钟周期），确定本机振荡器频率的调整要求。

通过使用本机振荡器的软件反馈控制，可以在某个延迟或滞后之后，立即调整频率，和/或在响应一些符号帧的一段时间后，周期地调整频率，以平滑实际频率的测量。

遵循上述测量间隔，可以根据定时恢复电路相对于本机时钟的漂移量，由软件模块计算相应的频率调整。依靠系统的频率精度要求和/或可能的频率漂移率，通过监视任意时长的间隔，或者每当检测到时间滑移时通过对频率控制进行任意微调，实现任意精度。

通过使用软件而不是硬件来控制频率，频率控制容易适合于针对不同的环境和条件而最佳地执行，和/或使用诸如帧误码率之类的多种条件作为算法的一部分，否则该算法难以利用。

例如，根据本发明的原理，通过使用软件方法来反馈控制频率，可以轻而易举地调整跟踪适应的速度以便在获取条件期间更积极，和/或在稳定状态条件期间更稳定。

根据本发明之原理的频率跟踪是基于定时恢复的。一般而言，当输入信号的质量很差时，根据定时恢复执行频率跟踪的系统可能会出现问题。在此种情况中，定时恢复电路也许不能计算准确或精确的频率修正。在此条件下，由于定时恢复也许错误地漂移，所以频率跟踪也会漂移。本发明能够确保不会出现此问题。

根据本发明的原理，当检测到错误数据时，使用简单判定机制来关闭或禁用频率调整。

可以使用各种合适技术，如使用帧 CRC 或 FEC 综合检测，来检测错误数据的出现。在此情况中，每当帧 CRC 或 FEC 综合检测导致发现错误时，最好放弃基于包含错误数据的数据帧的频率调整。

例如，以下是一种有效的容易实现的方法。由于通常将通信包放在帧中，所以基于软件的反馈频率控制可以周期或偶尔地，例如每帧一次地读取定时恢复的状态。每当执行上述读取操作时，可以比较定时恢复的当前状态与前一帧的定时恢复状态。作为上述比较的结果，每当基于软件的反馈频率控制检测到几帧上的累积定时片大于指定阈

值时，可以进行频率调整。因此，与常规基于硬件的反馈定时控制技术（如使用 PLL）不同，可以消除频率调整，或至少将频率调整抑制一段时间，而在常规技术中，相对于恢复的定时而言，频率调整实际上是立即进行的。

如果任何恢复的数据帧包含例如由循环冗余码校验（CRC）指示的错误数据，则可以将频率调整的累积值重新设置为零，从而重新开始基于的定时恢复，允许在一个甚至几个数据帧内在没有丢失数据位或其他数据错误的过度影响下，重新判定更精确的偏移频率（若有的话）。

可以编程地改变阈值和/或频率调整的步长，以便允许智能调整的反馈频率控制，从而导致和所需精度和准确度一样的接收系统，其中绝对精度以及抖动可以任意精确。

实际上，无绳电话应用中实现的基于软件的反馈频率跟踪控制，已经达到远在 1 ppm 以下的绝对频率和抖动精度。

图 6A 和 6B 为波形，分别表示在传送的符号与数据时钟之间以及以相应的接收符号与数据时钟之间的关系。

在图 6A 的波形（a）和（b）中，相对于发射机的基本时钟信号（波形（b））表示发送符号（波形（a））。以图 6B 中波形（a）的方式表示接收的符号，而以图 6B 中波形（b）的方式表示相应的接收定时。

图 7A 和 7B 表示根据本发明之一方面的原理，基于在接收符号与其数据时钟之间的关系，实现本机振荡器的智能软件调整的示范流程图。

在图 7A 的步骤 1002 中，恢复接收的符号，并确定所接收的符号的边界。

在步骤 1004 中，通过计算步骤 1002 确定的所接收符号边界内的时钟周期数，确定所接收定时内的错误。在给定示例中，确定符号持续时间对本机振荡器时钟的比率。

在步骤 1006 中，确定在所接收符号的实际持续时间与所接收符号

的期望持续时间之间的差额。

可以利用在期望符号定时与实际符号定时之间的交替数学运算。例如，可以使用在期望符号定时与实际符号定时之间的比率，或在实际符号定时与期望符号定时之间的比率，代替步骤 1006 确定的差额。

在步骤 1008 中，如果需要，如需要平滑，则可以过滤步骤 1006 中计算的一连串差额的各个结果，以提供比较稳定的结果。

在步骤 1010 中，对由频率调整周期值 805 确定的数据符号或数据帧的可编程数，重复步骤 1002 中的符号恢复，步骤 1004 中的比率确定，步骤 1006 中的差额的计算，以及步骤 1008 中的结果过滤。如果软件检测到错误，如数据帧中的数据错误太多，包含数据错误的连续数据帧太多，则清除步骤 1010 中的累积，然后过程返回到步骤 1002。

在步骤 1012 中，确定最大频率偏移值，或从最大允许频率偏移值 804 的存储器中检索该值。

在步骤 1014 中，比较步骤 1010 中确定的累积差额与未经调整时允许的频率偏移的理想阈值，即允许的最大频率偏移值 804。

在步骤 1016 中，确定需要使用频率控制 807 进行修正的频率偏移（若有的话）。

在步骤 1018 中，控制器 105 根据在步骤 1016 中确定的软件确定频率偏移，将频率控制 807 控制到需要的新频率。

在步骤 1020 中，根据所需的时间表、所需周期等，重复图 7A 和 7B 中的过程。

很容易使用软件而无需使用专用于频率跟踪的额外硬件，实现图 8 到 9 所示的实施方式，从而节省成本，并将系统尺寸降到最低限度，同时在频率精度和抖动方面提供可编程的精确度和坚韧性。此外，利用通常由诸如 PLL 之类的硬件电路处理的频率调整的智能软件控制，容易实现用于不同应用和条件的定制。

尽管参照数字无绳电话，例如美国在 900 MHz 范围内操作的数字无绳电话，说明并描述了图 8 到 9 的实施方式，但本发明之上述方面的原理同样适用于任意形式的普通无线接收设备。

尽管参照其示范实施方式说明了本发明，但熟练技术人员可以对本发明之所述实施方式作出各种修改，而并不背离本发明的实质和范围。

图 1A

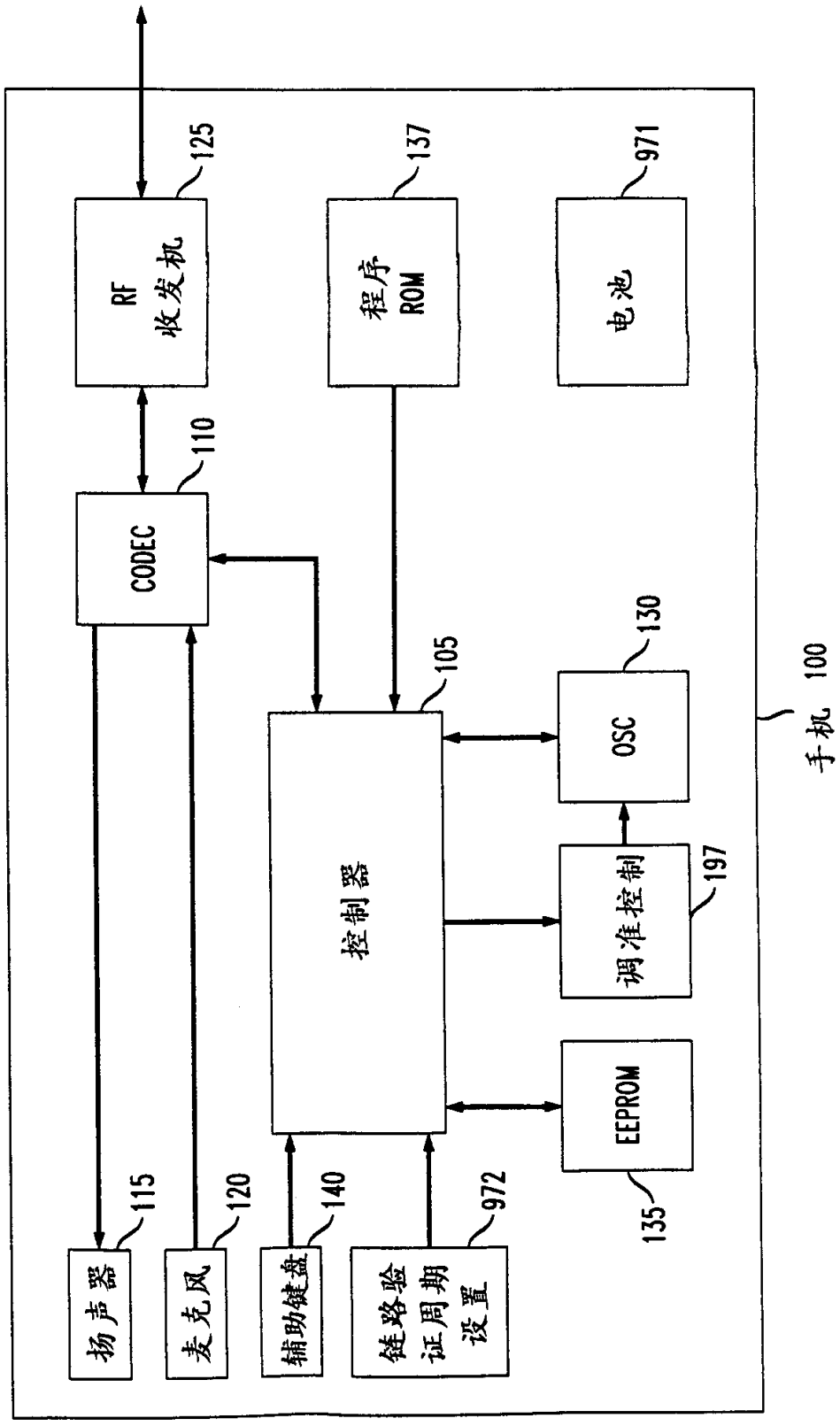

RF
收发机
125
程序
ROM
137
电池
971
CODEC
110
OSC
130
控制器
105
手机 100
调准控制
197
EEPROM
135
扬声器
115
麦克风
120
辅助键盘
140
链路验
证周期
设置
972

图 1B

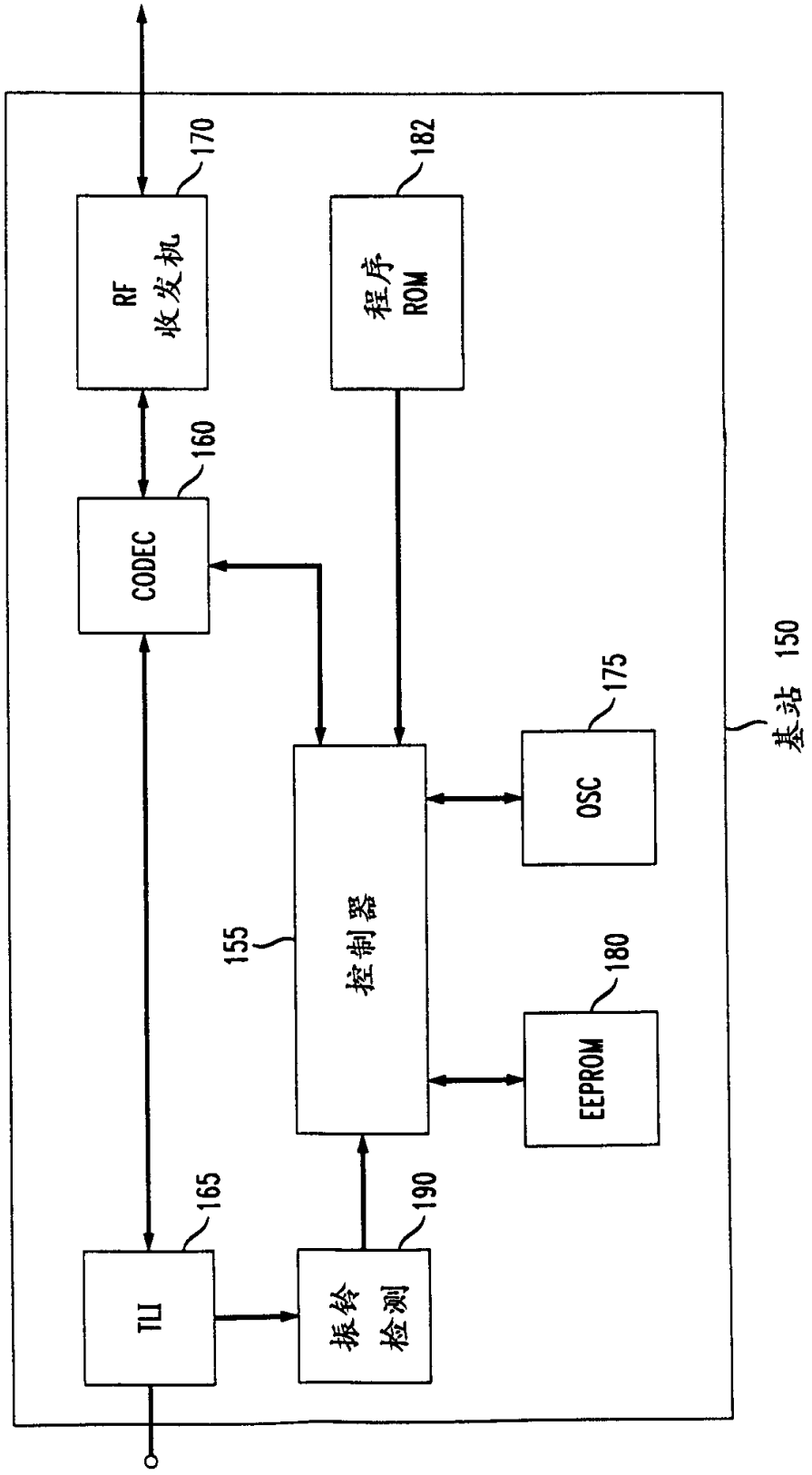

RF
收发机
170
程序
ROM
182
CODEC
160
OSC
175
基站 150
155
控制器
EEPROM
180
TLI
165
振铃
检测
190

图 2

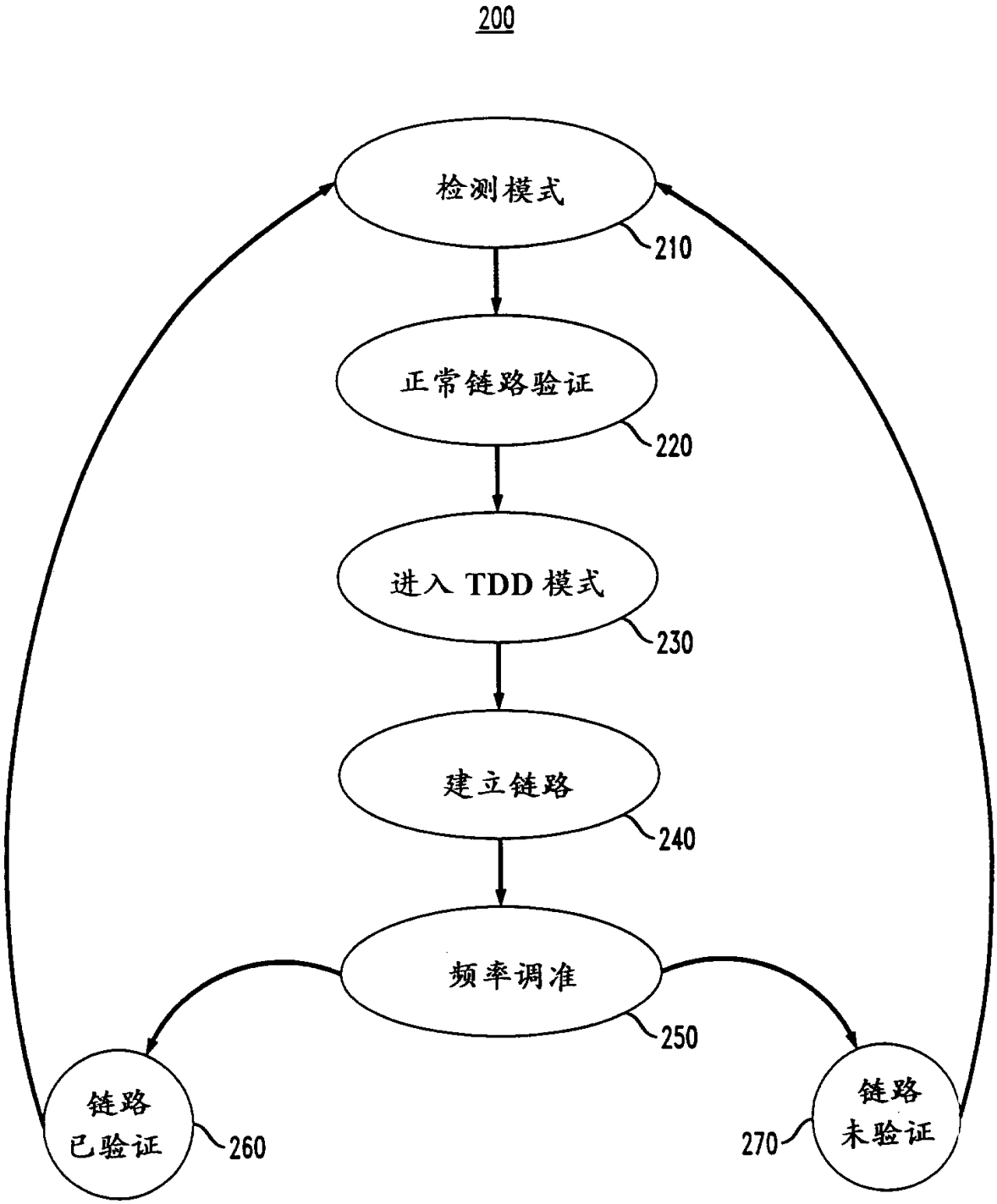

200
检测模式
210
正常链路验证
220
进入 TDD 模式
230
建立链路
240
频率调准
250
链路
已验证
260
链路
未验证
270

图 3

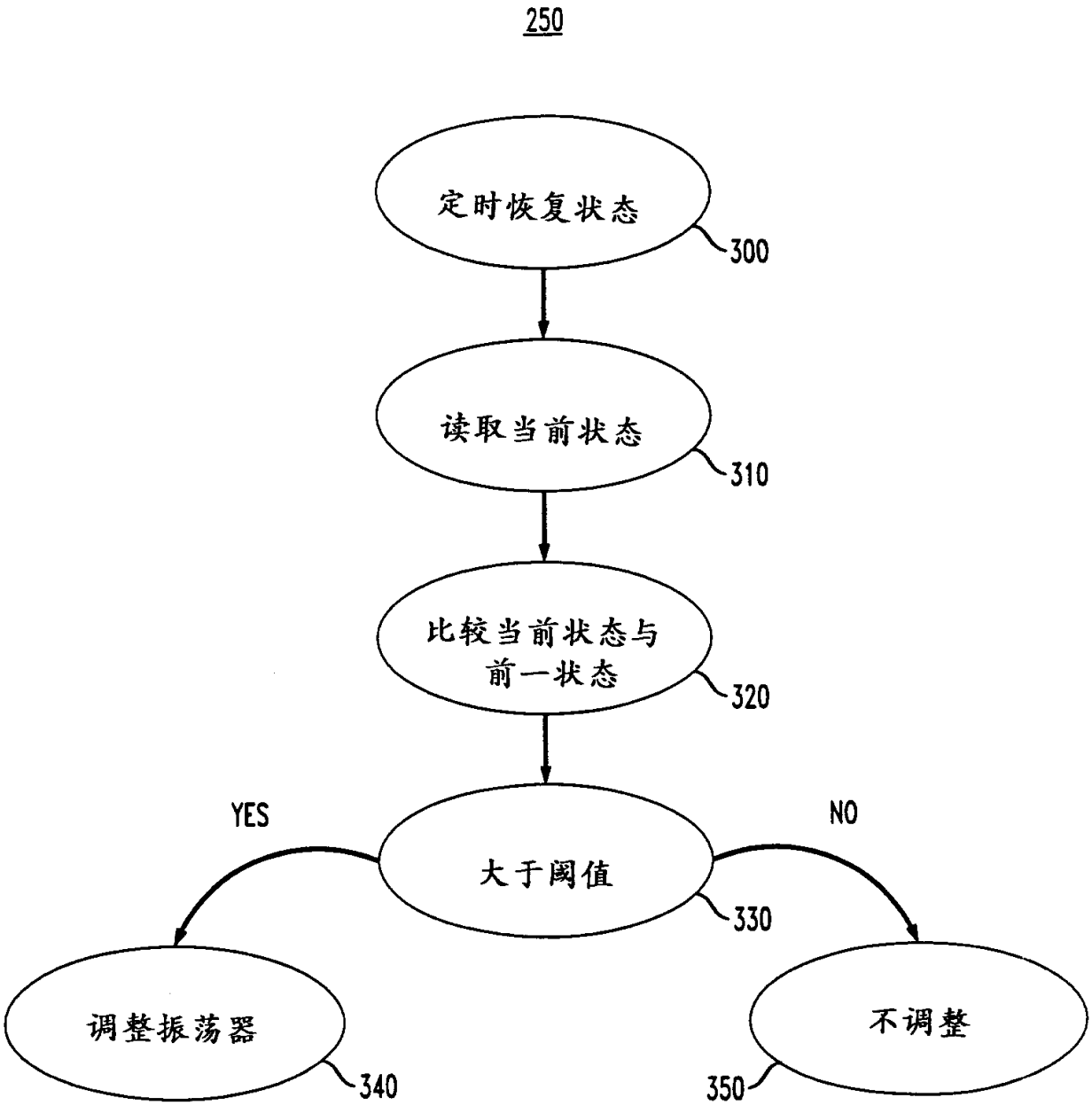

250
定时恢复状态
300
读取当前状态
310
比较当前状态与
前一状态
320
YES
大于阈值
NO
330
调整振荡器
340
不调整
350

图 4A

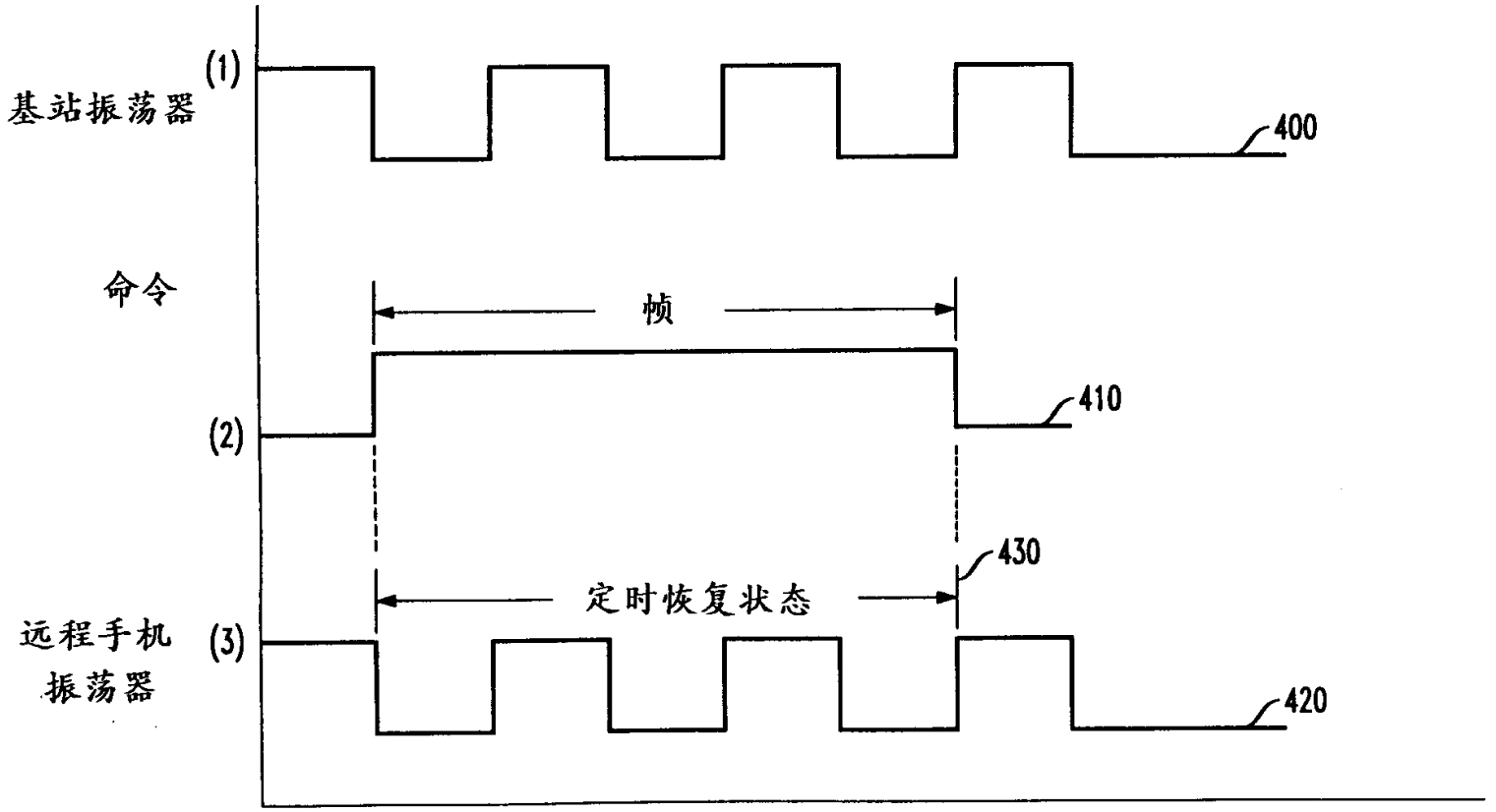


图 4B

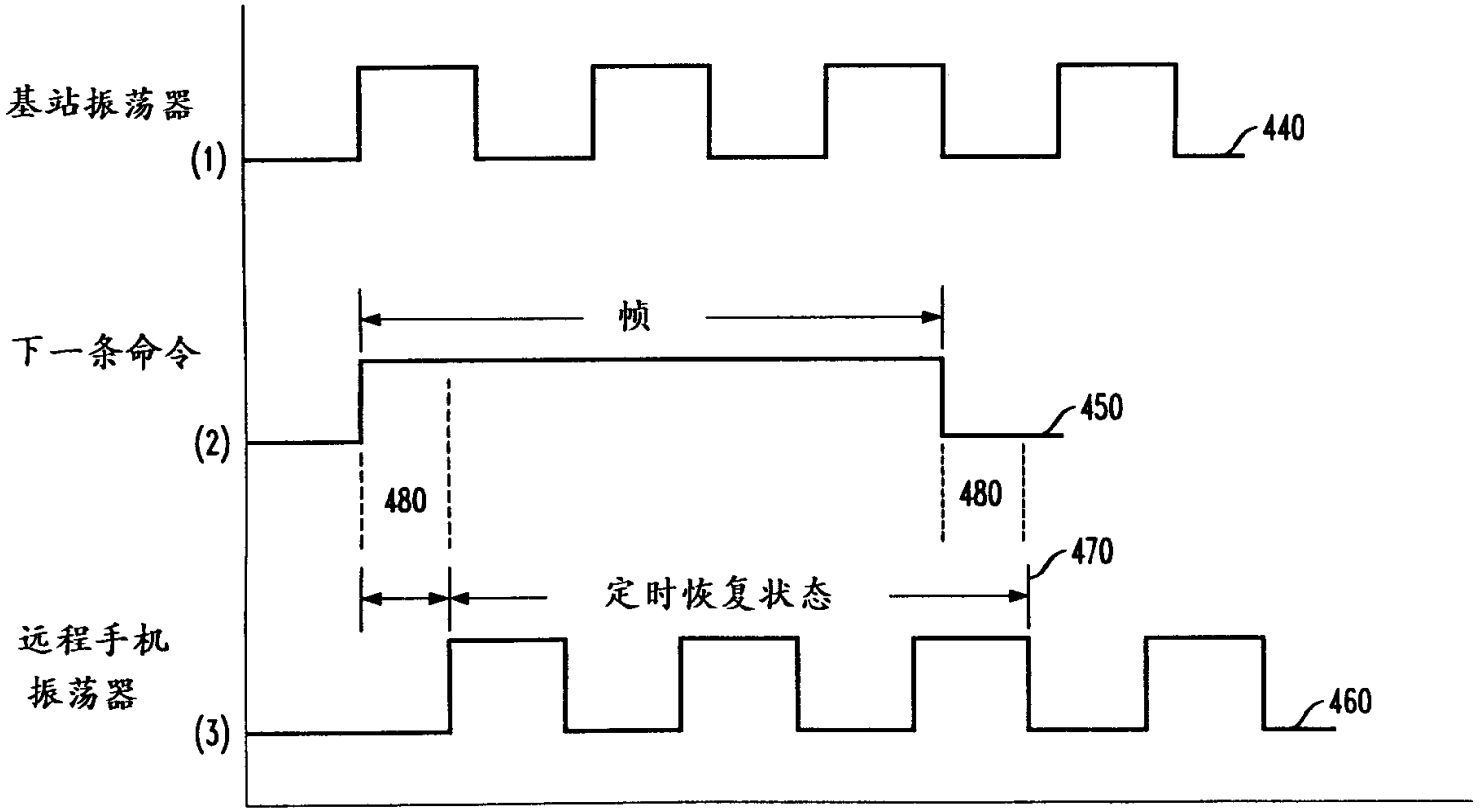


图 5

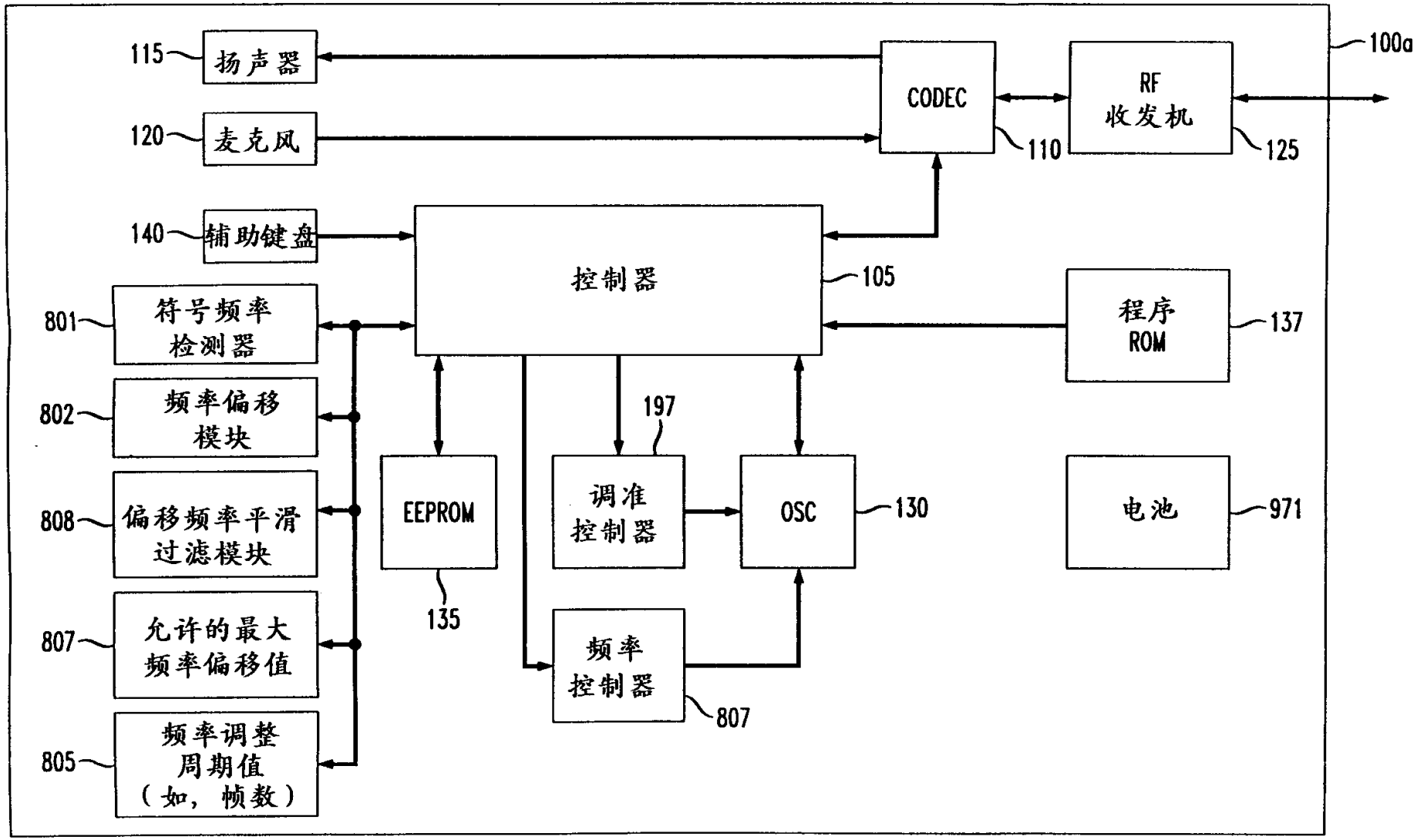

115
扬声器
120
麦克风
140
辅助键盘
801
符号频率
检测器
802
频率偏移
模块
808
偏移频率平滑
过滤模块
807
允许的最大
频率偏移值
805
频率调整
周期值
（如，帧数）
CODEC
110
RF
收发机
125
100a
控制器
105
程序
ROM
137
197
EEPROM
135
调准
控制器
OSC
130
电池
971
频率
控制器
807

图 6A

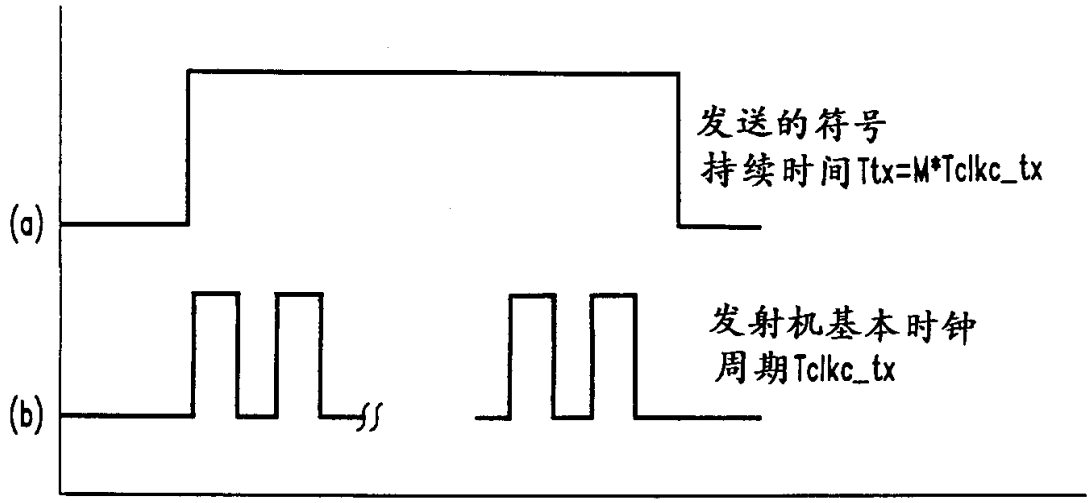

发送的符号
持续时间Ttx=M*Tclkc_tx
(a)
发射机基本时钟
周期Tclkc_tx
(b)

图 6B

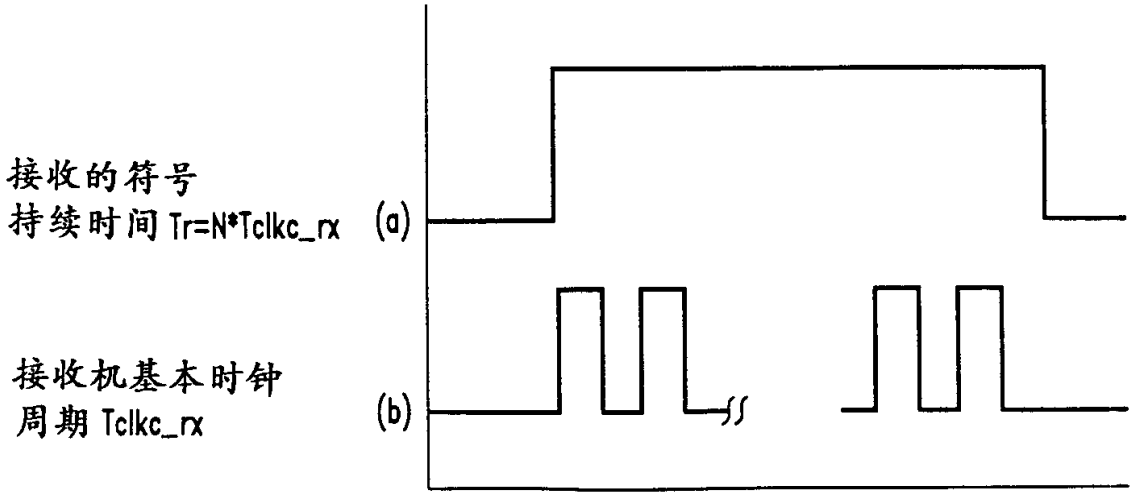
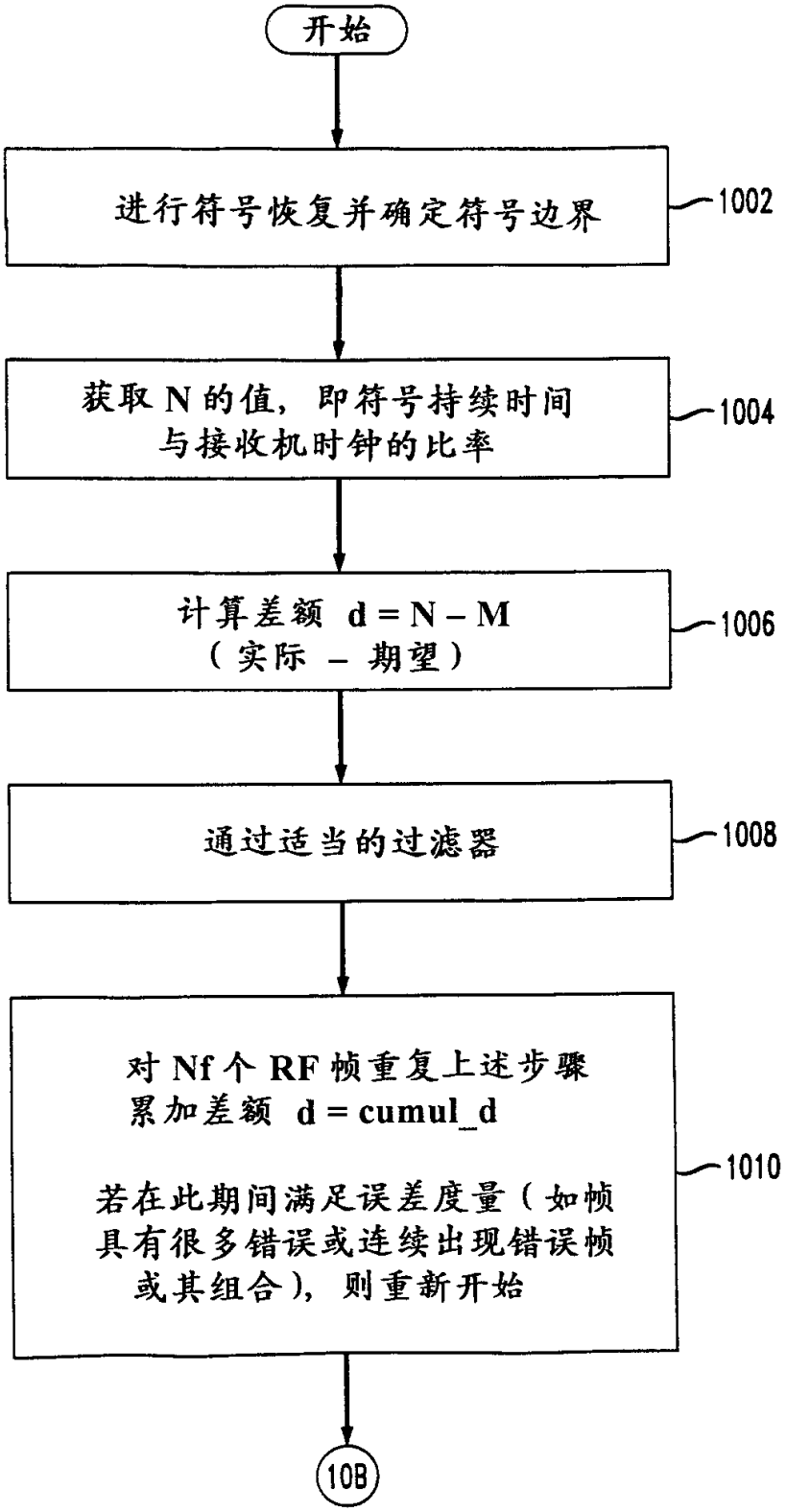

接收的符号
持续时间 Tr=N*Tclkc_rx
(a)
接收机基本时钟
周期 Tclkc_rx
(b)

图 7A


开始
进行符号恢复并确定符号边界
1002
获取 N 的值，即符号持续时间
与接收机时钟的比率
1004
计算差额 d = N – M
（实际 – 期望）
1006
通过适当的过滤器
1008
对 Nf 个 RF 帧重复上述步骤
累加差额 d = cumul_d
若在此期间满足误差度量（如帧
具有很多错误或连续出现错误帧
或其组合），则重新开始
1010
10B

至图 7B

图 7B

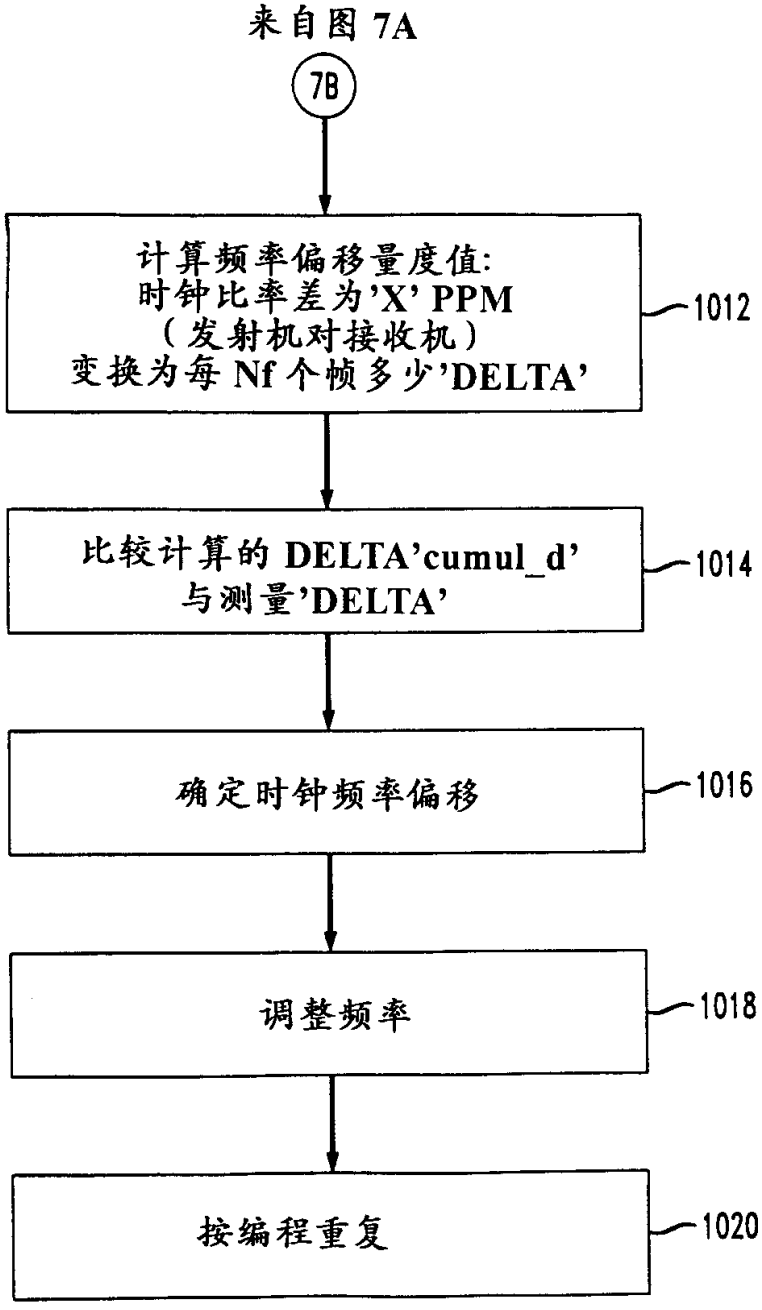
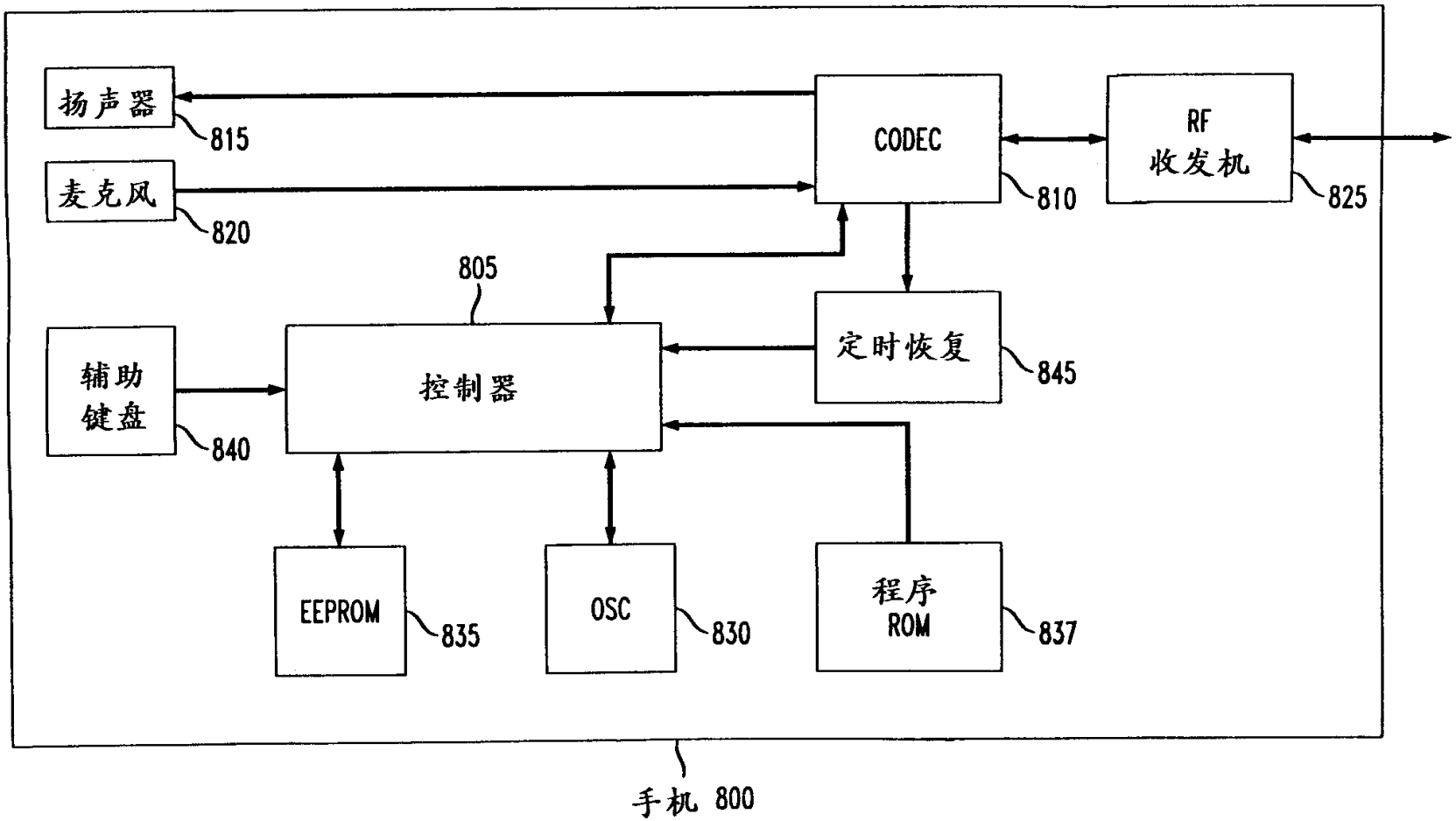

来自图 7A
7B
计算频率偏移量度值:
时钟比率差为'X' PPM
(发射机对接收机)
变换为每 Nf 个帧多少'DELTA'
1012
比较计算的 DELTA'cumul_d'
与测量'DELTA'
1014
确定时钟频率偏移
1016
调整频率
1018
按编程重复
1020

图 8A
现有技术


扬声器
815
麦克风
820
CODEC
810
RF
收发机
825
805
辅助
键盘
840
控制器
定时恢复
845
EEPROM
835
OSC
830
程序
ROM
837
手机 800

# 图 8B
现有技术

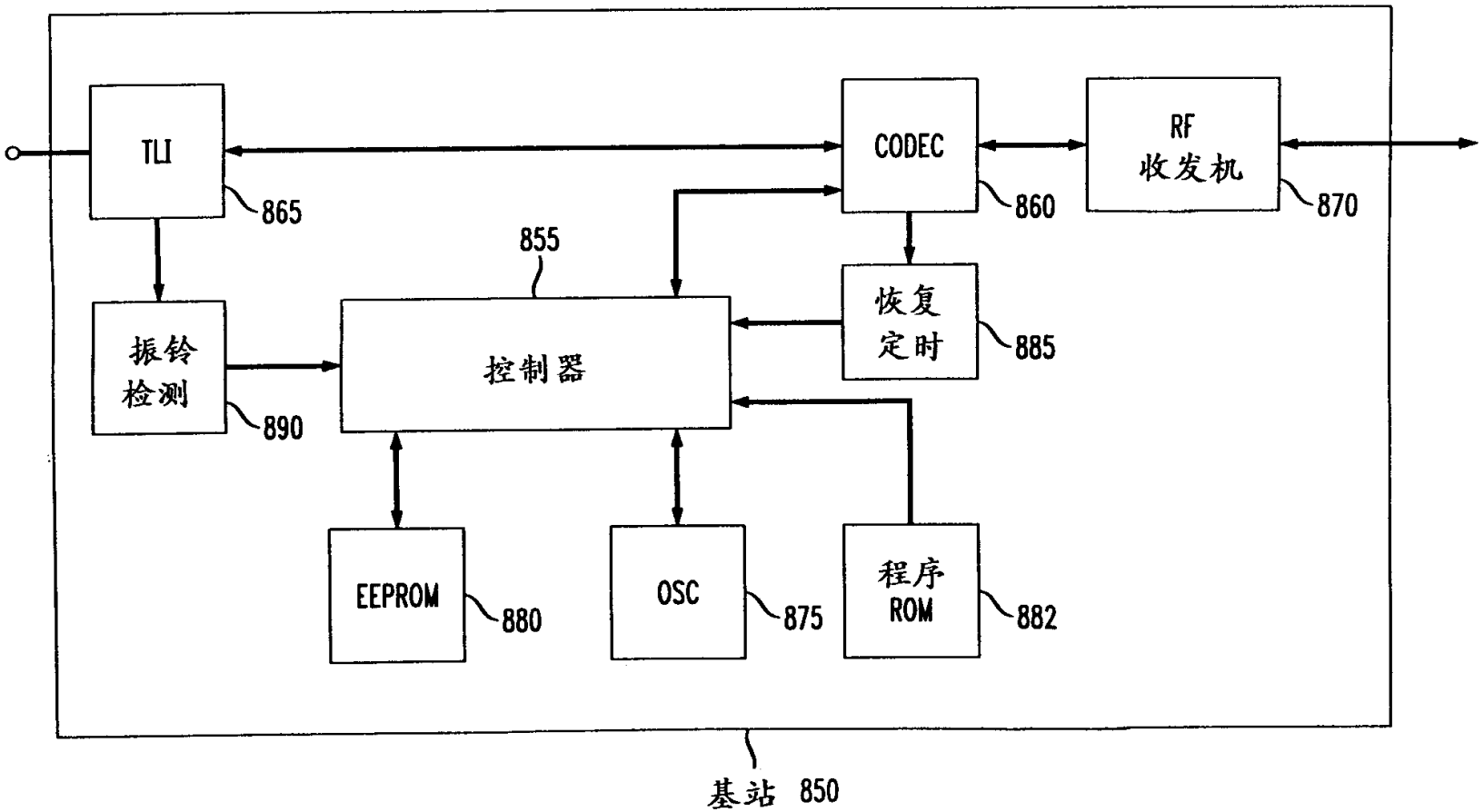

TLI
865
CODEC
860
RF
收发机
870
855
振铃
检测
890
控制器
恢复
定时
885
EEPROM
880
OSC
875
程序
ROM
882
基站 850

图 9
现有技术

