



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03824415.2

[43] 公开日 2005 年 10 月 26 日

[11] 公开号 CN 1689346A

[22] 申请日 2003.9.3 [21] 申请号 03824415.2

[30] 优先权

[32] 2002.10.22 [33] US [31] 10/279,741

[86] 国际申请 PCT/IB2003/003686 2003.9.3

[87] 国际公布 WO2004/039102 英 2004.5.6

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.19

[71] 申请人 诺基亚有限公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 A·拉佩特莱宁 T·吕海宁

M·洪卡宁 J·海吕莱宁

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

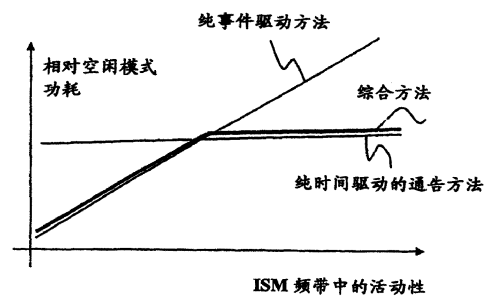
代理人 杨凯 刘杰

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 7 页

[54] 发明名称 用于低功率无线电设备的应答器辅助唤醒的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及用于在两个低功率设备之间建立连接的方法和设备。根据本发明的用于低功率无线电设备的应答器辅助唤醒和连接建立的方法包括在一个设备上执行如下步骤：检测唤醒事件；激活所述设备发送通告消息。所述方法的特征在于：如果没有收到所述发送的至少一个通告消息，则使所述低功率无线电设备进入被动模式预定的一段时间。由此，本发明将时间驱动方法和事件驱动方法的优势特征结合用于应答器辅助唤醒。这样在活动稀疏的区域中，系统可以以与纯事件驱动方法一样的功率效率工作；而在活动密集的区域中，系统可以以与纯时间驱动方法几乎一样的功率效率工作。



1. 一种用于低功率无线电设备的应答器辅助唤醒和连接建立的方法，包括如下步骤：
- 5 在所述低功率无线电设备的休眠模式下检测唤醒事件；
 使所述无线电设备进入工作状态；
 通过无线电发射发送至少一个通告消息；
 其特征在于：
 如果没有收到响应所述发送的至少一个通告消息的应答，则使
- 10 所述低功率无线电设备进入被动模式预定的一段时间。
2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：
 如果从所述设备接收到应答，则建立连接并向所述设备发送数据。
3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：
- 15 在所述低功率无线电设备的所述被动模式下检测第二唤醒事件；判断所述设备是否处于被动模式；以及保持所述被动模式，忽略所述唤醒事件。
4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：在检测所述唤醒事件的所述步骤之前，只激活必需的无线电组件，这些必需的
- 20 无线电组件是检测所述唤醒事件所需要的；测量所述低功率无线电设备的整个工作频带上的所述能级。
5. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：
 在所述预定的一段时间届满之后，使所述无线电设备进入工作状态。
- 25 6. 如权利要求5所述的方法，其特征在于还包括：
 在使所述无线电设备进入工作状态之后发送通告消息。
7. 如权利要求1所述的方法，其特征在于：检测所述唤醒事件的所述步骤包括在确定的频带中接收从另一个设备发送的能量，并

将所述接收到的能量放大；以及

在放大后检测所述提高的能级。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：检测所述唤醒事件的所述步骤包括接收从另一个设备发送的能量；以及

5 利用所述接收到的能量使所述设备进入工作状态。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：检测所述唤醒事件的所述步骤包括响应某人或另一个设备的物理接触而从所述无线电设备中配备的传感器接收传感器输出。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：检测所述唤醒事件的所述步骤包括响应某人或另一个设备的接近而从所述无线电设备中配备的接近传感器接收传感器输出。

11. 包括存储在计算机可读介质上的程序代码模块的软件工具，所述程序代码模块在所述软件工具运行于计算机或网络设备上时用于执行如权利要求 1 至 10 中任何一项所述的方法。

15 12. 包括存储在计算机可读介质上的程序代码模块的计算机程序产品，所述程序代码模块在所述程序产品运行于计算机或网络设备上时用于执行如权利要求 1 至 10 中任何一项所述的方法。

20 13. 包括可从服务器下载的程序代码的计算机程序产品，所述程序代码在所述程序产品运行于计算机或网络设备上时用于执行如权利要求 1 至 10 中任何一项所述的方法。

14. 包含在载波中且表示指令计算机执行如权利要求 1 至 10 中任何一项所述方法步骤的程序的计算机数据信号。

15. 具有应答器辅助唤醒和连接建立能力的低功率无线电设备，包括：

25 适于响应接收到的无线电发射，以建立用于发送数据的无线电连接的应答器，所述应答器包括：

适于发送和接收数据的收发器和与所述收发器连接的应答器控制器；

适于控制所述低功率无线电设备的工作状态的状态控制器；所述状态控制器包括：

5 检测器，适于在所述低功率无线电设备的休眠模式下检测唤醒事件，以及如果检测到唤醒事件，则通知所述状态控制器使所述设备进入工作状态；

其中所述状态控制器连接到所述应答器，并适于根据从所述应答器接收到的信号使所述低功率设备进入工作状态；

其特征在于：

10 所述状态控制器还包括定时器；所述定时器适于在预定的一段时间内处于激活状态；其中所述定时器适于当所述低功率设备进入被动模式时由所述状态控制器激活；以及

所述状态控制器适于在所述定时器处于激活状态的时候处于非激活状态。

15 16. 如权利要求 15 所述的低功率无线电设备，其特征在于还包括：与所述应答器控制器连接的数据接口，该数据接口适于与连接到所述应答器控制器的组件交换数据。

17. 如权利要求 15 所述的低功率无线电设备，其特征在于还包括：电池和连接到所述状态控制器和所述电池的电源开关，其适于将电池与所述低功率无线电设备接通和断开。

20 18. 如权利要求 17 所述的低功率无线电设备，其特征在于：所述低功率无线电设备包括完全工作状态、完全断电状态和至少一个部分工作状态。

19. 如权利要求 15 所述的低功率无线电设备，其特征在于：所述状态控制器还包括响应物理接近的至少一个传感器。

25 20. 如权利要求 15 所述的低功率无线电设备，其特征在于：所述收发器还包括连接在所述收发器、所述检测器和所述收发器的天线之间的天线开关，其适于将所述天线与所述收发器或所述检测器连接；以及所述状态控制器连接到所述天线开关以操作所述天线开

关。

21. 如权利要求 20 所述的低功率无线电设备，其特征在于还包括：连接在所述天线和所述天线开关之间的放大器。

用于低功率无线电设备的 应答器辅助唤醒的方法和设备

5

本发明涉及在两个低功率设备之间建立连接。当两个设备希望彼此连接时，必须发出连接所需的某种通知。设备可能总是或不时用信号通知它们的需求。另外必须就节省电池电量进行一些折中，尤其是在旨在用作出售商品的小型的简单设备中。例如，CD 光盘可能在其封面中设有小的电子芯片，当顾客想要了解有关该 CD 的详细信息时，他可以从该芯片中获取 URL 放到他的蓝牙设备中。

此问题还可以通过一种系统来解决，在这种系统中，所有设备周期性地发送通告信号，并在同一个频率上监听一会儿，看是否有应答（时间驱动）。在此情况中，设备在发送应答消息的时候发送连接的需求。这种类似信标的解决方案的缺点在于，与实际使用无关，工作时间受限于电池电量和信标操作的平均功耗。

功耗是采用短距离无线电链路的电池供电设备的关键指标。连接建立要求低功率无线电模块进行自我通告或周期性地监听其它的通告设备。因此，无线电系统需要周期性地被激活，通常占空比低于 1%。因此，即使附近没有其它设备，该设备也会不断耗用一定的能量来尝试建立连接，从而使电池使用时间成为一个限制因素。

两个电池驱动（非拔插式）设备之间的无线通信提出了特殊的设备发现准则（从无线电角度的空闲模式操作），因为两个设备常常可能不是一直处于激活状态。因此，在连接建立、功率效率和距离范围之间进行折中是不可避免的。在蓝牙（BT）技术中，此折中是通过连接建立延迟和空闲模式的空占比进行折中来实现的。参见 BT 基带规范。

在此方案中，所有设备在预定义的频率中发送设备通告消息，

之后在同一个频率中监听可能响应一段短暂的时间。换言之，低功率设备的无线电部分将以时间驱动的方式被激活，其中，激活间隔是应用驱动的，它基于连接建立延迟和设备的功率效率要求。然而，对时间驱动通告消息的响应是事件驱动的，即响应设备有需要与通告设备建立连接。

该发现方案的一项自然增强措施是，由需要建立连接的设备发送唤醒消息，以避免不必要的周期性通告，因为这会消耗功率。实现此目的的方法是，休眠中的设备有规律地开启它的 RF 前端 LNA（低噪声放大器）和 RSSI（相对信号强度指示器）测量装置（即具有应答器）来检测接收到的能级是否超过阈值，如果是的话，则将其视为唤醒消息。较之需要增加总发送和接收链的周期性通告，本方案显然更有功率效率。不幸的是，如果只激活 RF 前端和 LNA，则频带滤波器内的所有能量将包含在 RSSI 测量值中，并且例如在 2.4 GHz 的 ISM 中，微波炉可能使该设备保持激活状态，即丧失了功率效率获益。

已提出了如下基本技术：

- 应答器体系结构（参见图 2）；
- 用于无线传感器的利用 RF 场能量的应答器（参见图 3）；以及基于此概念的合适功率检测器的技术实施方案（参见图 4）。

现有技术中已有一种连接建立协议，其包括供设备或人用于广播其存在的预定义信道。

要改进的是，由希望建立连接的设备来采取主动步骤。现在，旨在建立连接的休眠设备利用应答器或其它适合的传感器监听唤醒信号（事件驱动）。这样就不需要周期性的通告信号，从而可以节省电力。类似的解决方案还有海事导航中已知的“雷达信标”系统。

一个问题是，应答器（或其它传感器）可能因诸如其它蓝牙设

备/WLAN（无线局域网）设备/ISM（2.4 GHz 上的工业、科学和医用频率）设备、微波炉等设备频带上的任何能量而被激活。

5 第一种时间驱动的系统在无线电电平提高的区域，如具有大量射频发送设备（如小型电话、低功率无线电对讲机、汽车的无线电控制中央锁等）的城镇中适用。

第二种事件驱动的系统在无线电电平降低的区域，如几乎没有射频发送设备的乡村中适用。

现有技术中并没有提出一种可以同时适用城市和乡村（即充满高射频和低射频的区域）的解决方案。

10 所有上述用于唤醒和通信建立的方法不适用于不了解 ISM 频带活动性的使用环境。因此，需要一种能够克服这些问题的唤醒和通信建立方法及设备体系结构。

因此希望有一种能够独立于实际环境条件，以可能的最低功耗工作的低功率电子设备解决方案。

15 还希望有一种方法，用以独立于实际环境条件，以可能的最低功耗操作具有应答器辅助唤醒和连接建立功能的低功率电子设备。

20 在本发明的一个实施例中，提供了一种用于低功率无线电设备的应答器辅助唤醒和连接建立的方法。该方法包括：在所述低功率无线电设备的休眠模式下检测唤醒事件，例如场强指示信号，使所述无线电设备进入工作状态，在工作状态下，所述设备通过无线电发射发送至少一个通告消息。该方法的特征在于：如果没有响应所述发送的至少一个消息的应答，则使所述低功率设备进入被动模式预定的一段时间。

25 要注意的是，所述至少一个通告消息的发送可以包括在某个信道上多次发送若干通告，例如发送一个通告五次或更多次。意图并不在于使本发明仅限于一个发送通告。发送所述至少一个通告消息可包括一段时间，其中采用时间驱动通告。还可以将设备等待应答的时间设为预定的一段时间。

被动模式是根本不检测唤醒事件的模式，或者检测唤醒事件但不基于唤醒事件执行连接建立操作。被动模式可以区分不同类型的唤醒事件，例如测得的能量，以及例如通过使被动模式无效的开关激活设备而实现的直接输入。

- 5 根据本发明连接建立过程，唤醒事件的检测可以与不同的时间帧相关联，如所述低功率设备的通告重复持续时间、能量扫描持续时间和能量测量持续时间。通告重复持续时间是与连接建立期间要由设备接收的两次连续通告或能量发送之间的时间相关的值。通告重复持续时间可以比两次预期的连续通告之间的时间短，以确保至少每第二个通告可以被接收到并被检测为唤醒事件。通告重复持续时间可以比一个预期通告的周期短，以确保每个发送的通告可以被检测为唤醒事件。通告重复持续时间表示使设备进入所述被动模式的时间间隔。

- 能量测量持续时间表示扫描持续时间内检测能量的采样时间。
- 15 能量测量持续时间应与预期唤醒事件的特性相关，例如与能量突发的持续时间或对方设备的通告的持续时间相关联。能量测量持续时间可以与低功率无线电设备的物理测量精度相关。

- 扫描持续时间与设备进入被动模式之前可以进行测量的时间相关。为了减少能量测量的次数，每个扫描周期只可以执行一次能量测量。为了能够进行一组测量，设备可以利用多个连续的扫描持续时间来执行多次能量测量。
- 20

- 显然，这三个值定义的时间几乎可以是随意选择的。但如上所述，通告重复持续时间应该比两次预期的连续通告之间的时间短。能量扫描持续时间应该比能量测量持续时间长，以允许至少一次完整的测量。为了最大程度地节省电力，通告重复持续时间应该比扫描持续时间长。通告重复持续时间和扫描持续时间之间的关系定义具有高 ISM 活动性的环境中的设备的空占比。扫描持续时间和通告重复持续时间的总和表示具有高 ISM 活动性的环境中设备在时间驱
- 25

动模式下的空占比。

唤醒事件可以通过 RF 能量接收来定义，例如通过 RF 检测器的输出电压来定义。唤醒事件还可以包括阈值，以确保通告或发送设备实际上接近。利用阈值，可以在一组能量扫描或命令测量持续时间内测得的能量超过所述能量阈值时定义唤醒事件。所述能量阈值可以相对于所述低功率无线电设备的期望工作范围来定义。该阈值还可以调整，以使设备能够排除远距离低能量源触发唤醒事件。

所以，在本发明中，纯应答器操作的（事件驱动的）连接建立扩展为具有静寂时间的驱动方法。静寂时间为所述方法增添了时间驱动特征，如果无线电源如微波炉产生连续的唤醒事件，该方法便可以防止连续发送通告消息。因此，与在导致某些应用功率使用效率低的预定义信道上发送周期性通告相比，在附近有很少的其它设备的情况下，本发明的方法仅在检测到唤醒事件的情况下才发送。

与应答器可能对非期望设备（如微波炉、WLAN、蓝牙等）的能量作出反应的事件驱动的唤醒方法相比，根据本发明的方法防止了低功率无线电设备浪费能量来尝试联系实际并不存在的设备。

可以看出，本发明结合了时间驱动和事件驱动方法的优势特征。因此：

20 - 在活动稀疏的区域（几乎没有任何 ISM 频带活动）中，系统可以以与纯事件驱动方法一样的功率效率工作；以及

- 在活动密集的区域（存在大量 ISM 频带活动）中，系统可以以与纯时间驱动方法几乎一样的功率效率工作。

图 1 说明了此优点。

25 在另一个示范实施例中，本发明方法还包括在从某设备接收到应答时，与所述设备建立连接并向其发送数据。这允许应答器象常规应答器一样建立连接。本发明方法甚至在成功唤醒并建立连接之后仍可以通过应答器静寂时间来加以扩展，以便延长工作时间。

应注意，如果例如定时器或其它部件已激活，则可以跳过使设备进入工作状态的步骤。

在另一个实施例中，本发明方法还包括在所述低功率无线电设备的所述被动模式下检测第二唤醒事件，确定所述设备是否处于被动模式，以及保持在被动模式，废弃所述唤醒事件。这可以例如通过请求在进入所述被动模式的第一次未成功连接建立尝试期间开始的定时器来实现。

在所述低功率无线电设备的所述被动模式下检测第二唤醒事件还可以导致所述无线电设备转换到部分工作状态，以判断所述设备是否仍处于被动模式，例如，判断所述预定的一段时间是否届满，如果所述预定的一段时间尚未届满，则返回到所述被动模式。

如果所述时间届满或已经不在被动模式，则该设备可以自行直接进入工作状态。

在另一个示范实施例中，本发明方法还包括在所述预定的一段时间届满之后使所述无线电设备进入工作状态。此唤醒过程为低功率设备增添了时间驱动唤醒特征，该过程在连接建立尝试未成功之后开始。

另一个示范实施例中，本发明方法还包括只激活必需的无线电部件，即检测所述唤醒事件所需的无线电部件。此激活操作将在检测所述唤醒事件的所述操作之前执行。如果唤醒事件是在所述低功率设备的整个工作频带上测得的能级，则所述必需的无线电部件包括天线、功率检测器和用于将所述接收到的能级信息发送到无线电控制单元的装置。所述必需的无线电部件还可以包括滤波器和低噪声放大器，可用于检测超过几毫米的距离上发送的 RF 能量。当所述必需无线电部件处于激活状态以检测唤醒事件表示时，所述设备处于休眠模式。

在又一个示范实施例中，本发明方法还包括在使所述无线电设备进入工作状态之后发送通告消息。连同时间驱动的唤醒操作过程，

该设备还可以提供现有技术已知的时间驱动的唤醒和连接建立操作过程。因此，控制器或另一个逻辑单元可以决定要采用这两种模式中的哪一种模式来操作该低功率无线电设备。这可以通过例如对唤醒事件和未成功的通信建立尝试计数并比较这两个数字来实现，如果该关系在某个阈值之上或之下，则使该设备在时间驱动模式下工作一定时间间隔。

在又一个示范实施例中，检测所述唤醒事件的所述步骤包括接收从另一个设备发送的能量，将所述接收到的能量放大并在放大之后检测提高的能级。检测所述唤醒事件只需要放大器，而一个放大器的功耗远低于整个接收器的功耗。为了降低误解的风险，可以通过插在天线和放大器之间的滤波器对接收到的能量滤波，以实现频率预选。此滤波器可以是无源滤波器，它不消耗任何功率。

在再一个示范实施例中，检测所述唤醒事件的所述步骤包括在确定的频带中接收从另一个设备发送的能量，以及利用所述接收到的能量来唤醒所述设备。这可以通过图 4 所示的检测器电路来实现。利用这种唤醒方法，该设备在休眠模式下根本不消耗功率，而可以通过接收无线电能量来唤醒。在一个简单情况中，检测器连接到电池开关，如果接收到辐射的能量，则使该设备上电。

在又一个实施例中，所述唤醒事件包括响应物理接触而从所述无线电设备的传感器接收传感器输出。这使该设备能够通过例如电接触（galvanic touching）空闲模式下的设备或按下所述设备上的按钮来进入工作状态，以唤醒所述低功率电子设备。按钮或开关提供了两个有用的功能特征。该设备可以通过触摸从休眠模式唤醒，即便电池电量太低而不能提供事件驱动的或时间驱动的唤醒和连接建立模式。仅在低功率设备被带入工作环境中时可以利用开关来启动该设备。因此低功率设备可以关机状态存放，而如果带到商店销售时则可以进入工作状态。

在另一个示范实施例中，所述唤醒事件包括从所述无线电设备

中的接近传感器接收传感器输出。接近传感器可以采用电容方式或光学方式检测移动或存在。传感器可以实现为光电二极管、电容面等。

5 根据本发明的又一个方面，提供了一种软件工具，它包括程序代码模块，用于在所述程序产品运行于计算机或无线电设备上时执行上述应答器辅助唤醒和连接建立的方法。

10 根据本发明的另一个方面，提供了一种可从服务器下载的计算机程序产品，用于执行上述应答器辅助唤醒和连接建立的方法，该计算机程序产品包括程序代码模块，用于在所述程序运行于计算机或网络设备上时执行上述方法的所有步骤。

根据本发明的再一个方面，提供了一种计算机程序产品，它包括存储在计算机可读介质中的程序代码模块，用于在所述程序产品运行于计算机或无线电设备上时执行上述应答器辅助唤醒和连接建立的方法。

15 根据本发明的另一个方面，提供了一种计算机数据信号。该计算机数据信号包含在载波中，表示在所述计算机程序运行于计算机或网络设备上时用于使计算机执行上述说明所含方法步骤的程序。

20 如果用在多用途低功率无线电设备中，这种软件是有用的，其可将软件工具用作例如定时器，以提供所述预定的一段时间，或者将软件工具用作一般制作成硬件组件的其它组件。

25 根据本发明的另一个方面，提供了一种低功率无线电设备，其可以实现应答器辅助唤醒和连接建立。该低功率无线电设备包括应答器和状态控制器。该应答器适于响应接收到的无线电发射，以建立用于发送数据的无线电连接，所述应答器电路包括收发器和连接到所述收发器的应答器控制器。该应答器包括收发器和应答器控制器，其中所述应答器控制器适于控制所述收发器并响应接收到的无线电发射以发送数据。

该状态控制器适于控制所述低功率无线电设备的工作状态，它

包括适于在所述低功率无线电设备的休眠模式下检测唤醒事件，以及如果检测到唤醒事件，则通知所述状态控制器使所述设备进入工作状态。所述状态控制器连接到所述应答器，并适于根据从所述应答器接收到的信号使所述低功率设备进入被动模式。所述信号可以

5 指示不可进行任何数据传输或数据传输被终止。所述低功率无线电设备的特征在于连接到所述状态控制器的定时器。在所述控制器将所述低功率设备断电或使所述低功率电子设备进入被动模式的情况下，所述定时器适于由所述控制器激活。所述定时器适于在预定的一段时间内处于激活状态，并适于在所述定时器处于激活状态时防

10 止来自所述检测器的通知使所述设备进入工作状态。

收发器通常包括天线、用于发送和接收的天线接口。收发器可以实现为无线电基带功能块，以供所述设备和应答器用于通信。检测器可以是 RF 至 DC 转换器，即基于肖特基二极管的转换器，如图 4 所示。所述状态控制器可以包括例如比较器，用于将检测器传来的

15 电压与预选的阈值电压进行比较，如果超过所述阈值，则唤醒所述设备。应注意的是，所述应答器控制器和状态控制器可以在一个集成电路或一个芯片中实现。

在另一个示范实施例中，所述低功率无线电设备还包括与所述控制器连接的数据接口，用于与连接到所述应答器控制器的所述低

20 功率无线电设备的组件交换数据。这些组件可以是传感器、激励器或仅是用于检索存储在所述低功率电子设备中的信息或数据的存储器。对其它组件未作详细说明，以免对仅取决于所述低功率电子设备的具体使用情况的细节的描述不够清楚。

在又一个示范实施例中，所述低功率设备还包括电池和电源开关，该电源开关用于将所述电池与所述低功率无线电设备接通和断

25 开。该电源开关与要操作的所述状态控制器连接。取决于实际的实施例，所述定时器可以包括使电源开关去激活的输出，用于在所述定时器处于激活状态的时候防止从被动模式唤醒。

所述定时器可以连接到电源开关的输入，用于将唤醒电路与所述电源开关断开以在所述定时器处于激活状态的时候防止所述设备上电。所述定时器可以连接到所述检测器，以将所述检测器的输出或输入短路。

- 5 在另一个示范实施例中，所述低功率无线电设备包括完全工作状态、完全断电状态和至少一个部分工作状态。这可以通过例如一个选择性电源开关来实现，该电源开关可只将所述低功率设备的某些部分上电。因此，取决于实际的休眠模式或被动模式，可以将所述低功率无线电设备的不同组件与电源断开，例如，在休眠模式下，
- 10 仅为所述检测器提供偏置电压。第一部分工作状态包括工作的定时器，第二部分工作状态包括上电的工作状态控制器。第三部分工作状态包括活动的应答器和/或活动的收发器，以及完全工作状态包括所述低功率无线电设备的上电的其它组件，例如存储器、存储装置、传感器和激励器。

- 15 在另一个示范实施例中，所述低功率无线电设备还包括响应物理接近的至少一个传感器。因此所述设备可以通过接近传感器的输出来激活。该传感器可以是无源传感器，以免该传感器不在检测用户或另一个设备的接近时消耗功率。所述接近传感器可以是按钮，用于使定时器无效，以便使所述低功率无线电设备上电。所述接近
- 20 传感器的输出可以连接到所述检测器，以便利用该检测器将所述低功率无线电设备上电。所述传感器可以连接到定时器停止端或定时器复位端，以实现所述定时器的一种“手动超越控制”。

- 在再一个示范实施例中，所述收发器还包括天线开关，用以将天线连接到所述收发器或所述检测器。该天线开关允许该设备利用
- 25 接收到的无线电能量唤醒所述设备，而无需通过接收器迂回。这使所述设备能够检测唤醒事件而无需操作耗电的接收器。所述天线开关可以实现为三路开关，用以使所述天线在检测器（在休眠模式下）、所述收发器的发送器（发送信号时）和所述收发器的接收器（接收

信号时)之间切换。该三路开关通常连接到所述检测器,并由工作状态控制器控制,而所述收发器的发送器和接收器之间的连接由所述应答器控制器控制;在最简单的情况下,所述天线开关通常连接到所述检测器,且只由所述应答器控制器来操作,所述应答器控制器仅在工作状态下才可操作。

在另一个示范实施例中,所述低功率无线电设备还包括连接在所述天线和所述天线开关之间的放大器。本实施例允许该设备提高所述检测器对弱无线电信号的灵敏度,而无需操作所述收发器的接收器级。

10 下面,将参考附图详细描述本发明,附图中:

图 1 说明常规低功率无线电设备和根据本发明的低功率无线电设备的功耗与无线电频带中活动性之间的关系;

图 2 是根据现有技术的收发器的框图;

15 图 3 是根据现有技术可实现低功率唤醒操作过程的低功率无线电传感器应答器;

图 4 是根据现有技术的高频检测器;

图 5 说明根据本发明的一个实施例,检测器的输入 RF 功率与输出 DC 电压的关系;

图 6 是根据本发明一个实施例的唤醒方法的流程图;

20 图 7-14 描述适用于图 6 所示基本方法的各种变化方案;

图 15 显示根据本发明一个实施例的系统;

图 16 是说明图 15 所示系统的不同工作状态的表格;

图 17 说明所述系统的一种实施例,它基于使用功率检测器来初始化本地振荡器和混频器 RF 接收器以及基带功能。

25 在其它实例中,省略了对熟知的方法、接口、设备和信令技术的详细描述,以免不致使本发明不够清楚。

图 1 通过将纯时间驱动方法和纯事件驱动方法作比较来说明本发明的优点。这些曲线的实际形状以及之间的差异取决于不同的实

现参数、使用场合和环境。

图 2 是根据现有技术的收发器的框图。常规应答器 8 包括连接到天线接口的表示成线圈 6 的天线。天线接口连接到控制器，控制器又连接到数据存储器。该图中还显示了具有天线 4 的基站 2。该系统的标准操作为：应答器等待通过天线 6 接收的输入消息。控制器根据输入消息从存储器检索数据并通过天线 6 发送该数据。在本发明示例中，应答器由经由线圈 6 接收并在线圈接口中整流的无线电能量供电。这种应答器是从无钥匙接入系统、为识别目的植入宠物或有商业用途的动物的应答器等借鉴来的。此系统的范围局限于几厘米，而数据存储容量局限于几十个比特。要从应答器检测更多的数据，该存储容量是不够的。数据传输受限于可传递和可存储的能量数量以及平均传输功耗。

图 3 是可以实现低功率唤醒操作过程的低功率无线电设备。与图 1 所示的应答器相似，所示应答器可以采用接收到的射频功率来唤醒设备。接收到的无线电能量在 RF 至 DC 转换器中整流，以唤醒所述传感器 ASIC（专用 IC）。解调器对接收到的 RF 信号解调，并将解调的 RF 信号传递给传感器 ASIC。传感器 ASIC 可以在唤醒事件之后读取传感器，并生成包含传感器值的消息。该消息随后通过 RF 调制器、放大器和发送天线发送。自适应功率管理模块连接到放大器，用以为 RF 输出信号提供一定的功率。

与图 1 所示应答器的情况一样，无论每个接收到的信号确实在请求传感器数据，还是只是较强的背景信号或噪声信号，应答器都会作出响应。

图 4 是根据现有技术的高频检测器。该图在左边显示含内部电阻（图示为与 RF 源串联的电阻器）的高频源。检测器本身由阻抗 L、电容 C 和肖特基二极管构成。阻抗的值必须加以选择，以抑止检测器的 RF 侧的 DC 电压，以及电容 C 的值必须加以选择，以抑止检测器输出中的 RF 分量。通过选择电容和阻抗的值，检测器可以调谐到

某个频率。肖特基二极管可以将 RF 交流电压整流，因为这种二极管的接通时间非常短。图 5 显示了输入功率与输出电压的关系。

图 6 是根据本发明一个实施例的唤醒方法的流程图。与现有技术的情况一样，该方法从低功率无线电设备的休眠模式或空闲模式 40 开始。在本发明的第二步骤中，检测器检测唤醒事件 42。唤醒事件可以是例如，在天线上检测到超过预定阈值的能级。检测到所述唤醒事件之后，设备通过激活或唤醒控制器进入第一工作状态 44。控制器通过例如读取定时器的状态来判断该设备是否实际处于被动模式，如果该设备处于被动模式则抑止检测到的唤醒事件，并返回被动模式 54（不复位该定时器）。如果该设备不在被动模式，则控制器使整个低功率无线电设备进入完全工作状态，上电模式 II 48。在设备已进入完全工作上电模式 II 48 之后，激活定时器控制的延迟 49，以防止本设备与其它在场的设备同时开始发送通告。否则，例如有数百个此类设备的 CD 店中的一个唤醒事件会导致大量同时发送的通告，从而干扰应答频率，使连接建立不可实现。在延迟之后，本设备通过发送器发送至少一个通告消息 50，并在定义的时间帧内等待响应。如果收到响应，则该设备根据已知协议建立连接 56，并发送数据 58，然后返回初始休眠模式 40，而不进入被动模式 54。如果该设备没有收到对通告的响应 52，则该设备激活定时器 54，并进入被动模式 54，持续所述定时器活动的的时间。因此，如果该设备无法建立连接，则估计该设备响应了噪声信号，于是关闭接收器预定的一段时间，以防止浪费与发送非必要通告相关的能量。在定时器界满之后，该设备从被动模式 54 返回到初始休眠模式 40。

需要建立连接（或查询服务和其周边设备）的设备发送能量突发，其持续时间比所述定时器的运行时间长。该设备接着进行调谐，以监听发送通告的预定义频率。

处于空闲或休眠模式下的低功率设备可以至少在每次定时器届满时激活其应答器。在这种自动生成的通过之后，该设备返回到初

始休眠模式 40，以防止设备陷入被动模式循环中。如果测得超过预定阈值的能级，则激活一个通告，或使时间驱动的周期性通告过程激活一定的第二时间间隔。

5 此方法结合了时间驱动解决方案和事件驱动解决方案的最近特征。

- 休眠设备监听周围
- 如果检测到足够的能量，则发送通告消息
- 监听应答一些时间
- 关闭应答器

10 如果接收到对该通告的应答，则可以建立连接。如果没有收到应答，则设置定时器，其后再次启动应答器一些时间。

本发明将时间驱动方法和事件驱动方法的优点相结合。在活动稀疏的区域（ISM 频带中几乎没有任何活动）中，系统可以以与纯事件驱动方法一样的功率效率工作；而在活动密集的区域（有大量的 ISM 频带活动）中，系统可以以几乎与纯时间驱动方法一样的功率效率工作。

上述方法优化了空闲模式功率效率，因为 a) 可以减少不必要的设备通告；b) 空闲模式下的设备仍可以完全控制它的空闲模式占空比；即微波炉不能增加它的占空比；以及 c) 多个设备共存于预定义通告频率中得到保持，因为在发送“唤醒能量”之后，多个设备不能同时发出响应。

25 应该注意，本方法可以通过更改确定被动模式 46 和检测唤醒事件 42 的次序来修改。在修改的方法中，只有在定时器届满且设备已进入初始休眠模式 40 时，才可能检测唤醒事件。在此情况中，可以采用上电模式 I 44 来操作检测器，以检测唤醒事件。定时器延迟 49 可以包括固定的一段时间或随机生成的一段时间。定时器延迟还可以插入检测唤醒事件 42 和发送通告 50 之间的任何时候。固定的定时器延迟可以非常简单的方式实现，但随机延迟的优点则在于降低

了设备重复干扰其它设备发送的概率。如果可以预期设备工作在无其它类似低功率无线电设备的环境中，则可以忽略定时器延迟 49。

图 7-14 显示根据传输协议，图 6 所示基本方法的替代性方法实施例、各种扩展和变化。

- 5 图 7 显示基本方法的一种变化，其中从休眠模式 40 开始，然后根据对应于图 6 所示检测唤醒事件的无线电协议激活应答器 60，接着在返回到休眠模式 40 之前激活定时器 54。

- 10 图 8 显示对图 6 所示方法的扩展，所述扩展通过从休眠模式 40 开始的定时器复位操作来实现。将定时器复位，以允许例如通过手动或自动超越控制定时器来激活设备。超越控制事件是根据无线电协议 62 复位应答器，然后复位定时器 64，并返回休眠模式 40。

- 15 图 9 显示通过在图 6 中延长对唤醒事件 42 的检测而对本发明方法进行的另一种扩展。在此情况中，唤醒事件是唤醒定时器届满 66 和检测并测量接收到的 RF 能量 68 的组合。如果接收到的能量高于确定的阈值，则激活无线电协议 71，并发送通告。在发送通告并传送数据之后，设备返回休眠模式 40，同时可以激活定时器或不激活定时器。如果接收到的能量低于确定的阈值，则设备激活定时器 54，并立即返回休眠模式 40。

- 20 图 10 显示图 6 所示方法的另一种扩展。在此情况中，设备从应答器激活无线电协议 72，并发送通告 50。这种扩展允许设备独立于定时器状态在时间驱动模式下工作。这相当于在图 6 中不请求定时器而直接从休眠模式 40 或上电模式 I 42 进入上电模式 II 48。

- 25 图 11 显示图 6 所示方法的另一种变化，其中通告发送由第二定时器控制，以便为通告和连接建立提供时间帧。随着通告激活，启动第二定时器 74，以继续连接建立又一段预定时间，以防止设备不停地尝试建立连接。

图 12 显示本发明的另一种变化，其中，设备在返回空闲模式 41 之前，成功的数据传输 41 之后激活应答器 74。这相当于在图 6 中直

接从数据传输 58 进入上电模式 I 44 或上电模式 II 48。

图 13 显示本发明的另一种变化，其中，设备在返回空闲模式 41 之前，未收到对通告 80 的响应之后激活应答器 80。这相当于在图 6 中直接从响应请求 52 进入上电模式 II 48 和上电模式 I 44。

5 图 14 显示在另一个设备中与所述低功率无线电设备建立连接所需操作的说明性示例。该方法起始于空闲模式 140，其后是用户或上层激活 142。激活之后，该设备命令无线电硬件发送能量脉冲 144，以期被所述低功率无线电设备察觉为唤醒事件。此脉冲应该足够长，以确保被所述低功率无线电设备察觉到，即，比所述低功率设备的
10 定时器期间长（未显示）。此唤醒事件促使所述低功率无线电设备发送通告。为了接收该通告，请求该设备命令它的硬件在预定义信道中搜索通告 146，并设定“无响应”定时器期间 148 以打开一个时间帧，以便接收来自低功率设备的通告。该设备在所述时间帧内等待通告 150。

15 图 13 显示根据本发明一个实施例的系统。该系统包括如下功能块：

- 传感器及其接口电子组件 124-128;
- 用于传感器信号处理和系统控制的超低功率微控制器 120;
- 电源管理功能块 139; 以及
- 20 - 用于通信的无线电和基带功能块 110。

超低功率微控制器 120 连接到基带功能块 110，以便与其它设备通信。超低功率微控制器 120 连接到传感器接口 124，以读取这些传感器，处理传感器值并通过基带功能块 110 发送传感器数据。

25 所述传感器和接口 124 至 128 是低功率无线电设备应用的一个示例。作为传感器 126 和 128 及传感器接口 124 的替代，该低功率无线电设备还可以包括可由应答器辅助的低功率无线电设备操作的任何其它组件，如激励器、存储器、数据存储装置、相应的接口以及这些组件的组合。什么设备连接到低功率微控制器 120 仅取决于

所述低功率无线电设备的实际应用。

无线电和基带功能块 110 包括基带处理器 118、RF 接收器 112、RF 发送器 116 以及 RF 振荡器 114。与基带功能块相关联的有天线开关 98、基带选择滤波器 94 和天线 92。

- 5 天线开关 98 与基带功能块 110 和电源管理功能块 139 相关联。电源管理功能块 139 可以使天线在检测器 136 和基带功能块 110 之间进行切换。天线开关也可以单由基带功能块 110 来操作，因为基带功能块 110 与天线一样，处于工作状态时只可接收或发送，因此可以操作该开关。
- 10 该电源管理功能块 139 包括 RF 至 DC 转换器 139，即基于肖特基二极管的转换器、用于接通或断开电池的电源开关 134，以及调节器 130。关键功能设计电源开关 134，电源开关 134 可通过 RF 至 DC 转换器 139 由来自 RF 场的 DC 电压信号激活。RF 场能量激活电源开关 134，从而将电池 139 连接到调节器 130。于是该系统的电源管理逻辑 122 被激活。
- 15

- 该电源管理功能块 139 包括定时器（未显示）、用于去激活唤醒过程。该定时器由电源管理逻辑 122 响应来自超低功率信号处理器 120 的信号控制。如果电源管理逻辑 122 使所述设备进入休眠模式，则该定时器由电源管理逻辑 122 激活。该定时器的输出可以连接到所述 RF 至 DC 转换器 139 的输入（例如，通过切换天线开关 98 而将检测器与天线断开连接），连接到 RF 至 DC 转换器 139 本身以去激活检测器，或连接到 RF 至 DC 转换器 139 的输出以中断或短路与电源开关 134 的连接。在另一个实施例中，定时器输出可以连接到电源开关，以便在定时器届满时激活电源开关 134。在另一个实施例中，定时器可以嵌入电源管理逻辑 122 内，以便电源管理逻辑 122 在定时器工作期间处于激活状态，但防止电源管理功能块 139 使低功率设备的其它组件上电。
- 20
- 25

 该系统的功能模式可以划分成：

- 1) 深度休眠模式 (电池 138 断开) ;
- 2) 休眠模式 (电池 138 接通; 超低功率微控制器 120 处于休眠模式; 电源管理功能块 139 启用) ;
- 3) 超低功率微控制器 120 启用; 在空闲状态下测量传感器 126 和 128;
- 4) 测量模式: 测量接口 124 激活; 无线电模块 110 关闭;
- 5) 通信模式: 含基带处理器 118 的无线电模块 110 启用。

图 16 所示表中概括了这些不同的模式。

10 该实施例描述了一种利用从接近 (通常距离为仅几十厘米或更少) 低功率设备的另一个活动设备的 RF 场提取的能量唤醒系统的电池 138 来节省短距离无线电装置中的电力的方法。

图 17 显示本发明系统的另一个实施例。在此实施例中, 该系统包括前端功能块 90、电源管理功能块 99、本地振荡器和混频器 RF 接收器 102 以及基带功能块 104。该前端功能块包括天线 92、频带选择滤波器 94、低噪声放大器、模式选择开关 98 以及功率检测器 96。功率检测器 96 是前端功能块的一部分, 并且与电源管理功能块 99 相关联。

在此实施例中, 定时器由电源管理功能块 99 构成。该定时器可以连接到电源管理逻辑 100, 并可以连接到例如 LNA 95, 以进入除定时器外设备完全关闭的深度休眠模式 (或被动模式)。该定时器可以实现为与 LNA 相连的 MOSFET 电路, 此电路包括电容器、二极管和电阻器, 这样, 电容器可以通过二极管充电以及通过电阻器放电。电容器可以连接到 MOSFET 的栅极, 以便实现以时间控制方式中断对例如 LNA 95 的电源供给。

25 该系统基于使用功率检测器 96 来初始化本地振荡器和混频器 RF 接收器 102 以及基带功能 104。在低噪声放大器 95 之后, 在与天线 92 连接的频带选择滤波器 94 限定的感兴趣频带上测量功率。

为了不限定工作范围，可以周期性地、无条件地执行通告发送，以便在应答器中检测能级。该周期可以是例如所述定时器期间的若干倍。

RF 模块的大部分功耗与本地振荡器的调整周期长有关。有效通信时间是设置本地振荡器所需时间的一小部分。

本发明实施例描述了一种利用 RF 前端的功率检测器在感兴趣频带上检测能量，而又无需使本地振荡器上电的节省电力的方法。因此，可以将功率检测期间限制为短得多的时间，从而节省能量。

应该注意，该低功率无线电设备可以配备对与空闲模式下设备的物理接触即电接触作出反应的传感器、电容或光学接近传感器或可通过传感器检测移动或存在情况，以提供备选的上电或唤醒操作过程。

根据另一个示范实施例，提供了一种用于低功率无线电设备的应答器辅助唤醒和连接建立的方法。该方法包括设置所述低功率无线电设备的通告重复持续时间、能量扫描持续时间以及能量测量持续时间。该方法还包括在每个所述能量扫描持续时间内设置一次能量阈值并测量接收能级。该方法的特征在于：如果所述通告重复持续时间之一届满且检测到唤醒事件，则使所述低功率无线电设备进入工作模式。

当在所述设定的能量扫描持续时间期间测得的能级超过所述能量阈值时，可以检测到所述唤醒事件。所述能量阈值可以相对于所述低功率无线电的期望工作接收范围来设置或定义。所述能量扫描持续时间可以设为比所述通告重复持续时间短。所述能量测量持续时间可以设为比所述能量扫描持续时间短。所述能量测量持续时间可以相对于所述低功率无线电设备的物理测量精度来设置。

在本发明的另一个示范实施例中，所述方法还定义了一种通过仅激活必需的无线电组件来测量接收能级的测量操作过程，其中所述必需的无线电组件是测量所述低功率无线电设备的整个工作频带

上的所述能级所需的。所述必需的无线电组件可以包括天线、滤波器、低噪声放大器、功率检测器和用于将所述接收能级信息传送给无线电控制单元的装置。

5 根据本发明的另一个示范实施例，提供了一种方法，用于唤醒第一低功率设备，并在所述第一低功率无线电设备与第二无线电设备之间建立连接，所述第二无线电设备具有初始化到所述低功率无线电设备的连接建立的硬件和软件能力。所述方法包括从所述第二低功率设备持续发送能量一段时间，使所述第一无线电设备进入接收模式以接收所述（通告）消息。其中，所述第二设备的所述发送持续时间可以定义为比所述第一设备的所述能量扫描持续时间与能量测量持续时间之和长。

10

本申请包含对本发明的实施方案和实施例的说明。本领域技术人员会理解，本发明不限于上述实施例的细节，在不背离本发明特征的前提下，本发明还可以另一种形式实施。上述实施例应该视为说明性而非限制性的。因此，实施和利用本发明的可能性仅由所附权利要求书限定。因此，如权利要求书所确定的实施本发明的各种可选方案，包括等效的实施方案也属于本发明的范围。

15

图 1

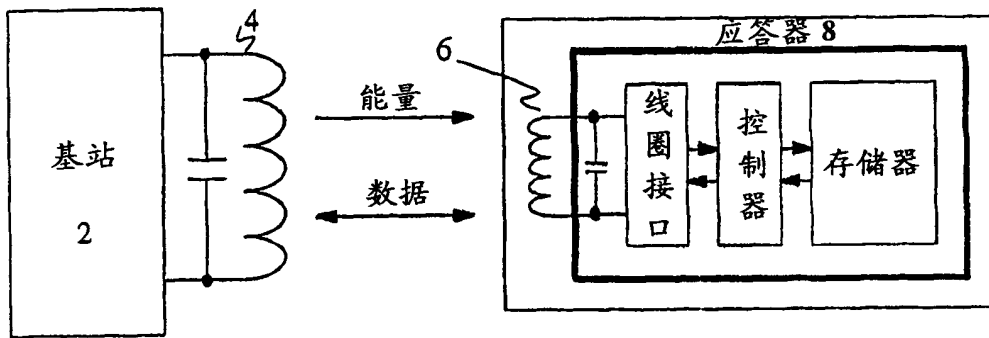
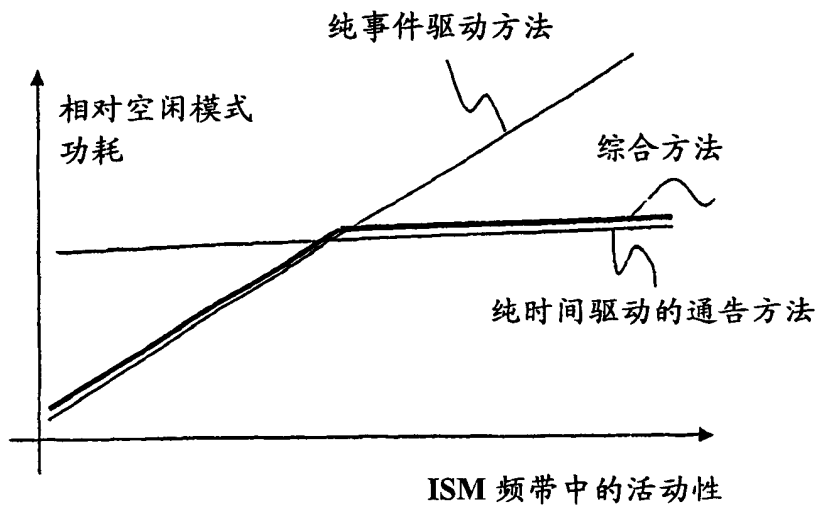


图 2 (现有技术)

图 3 (现有技术)

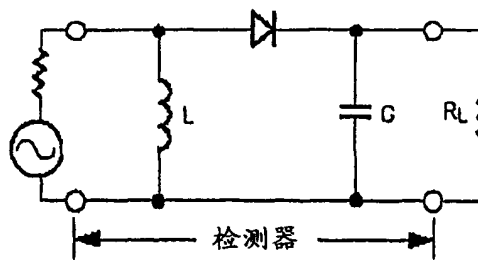
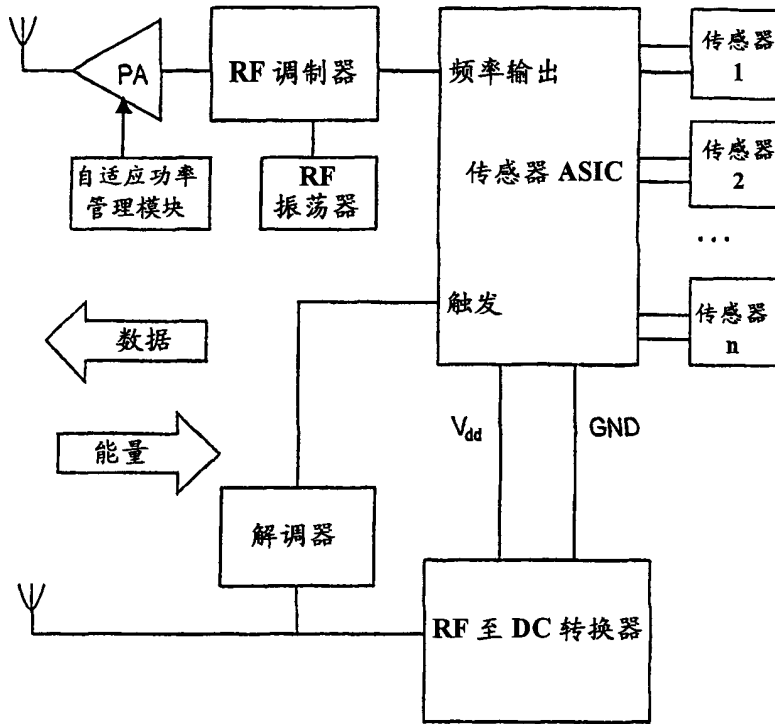


图 4 (现有技术)

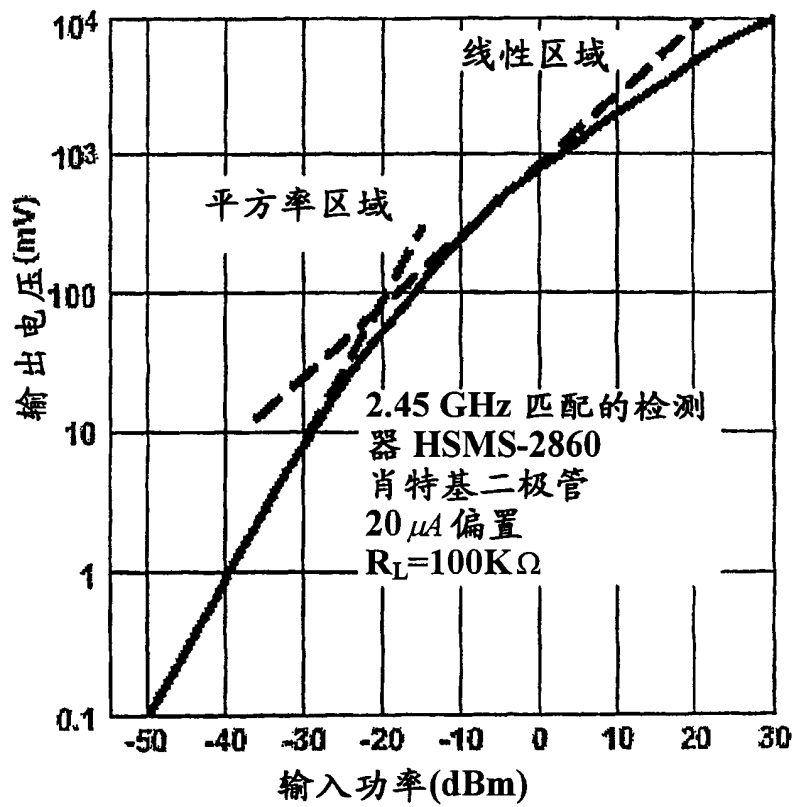


图 5 (现有技术)

图 6

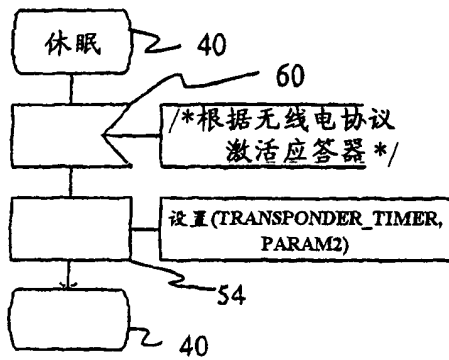
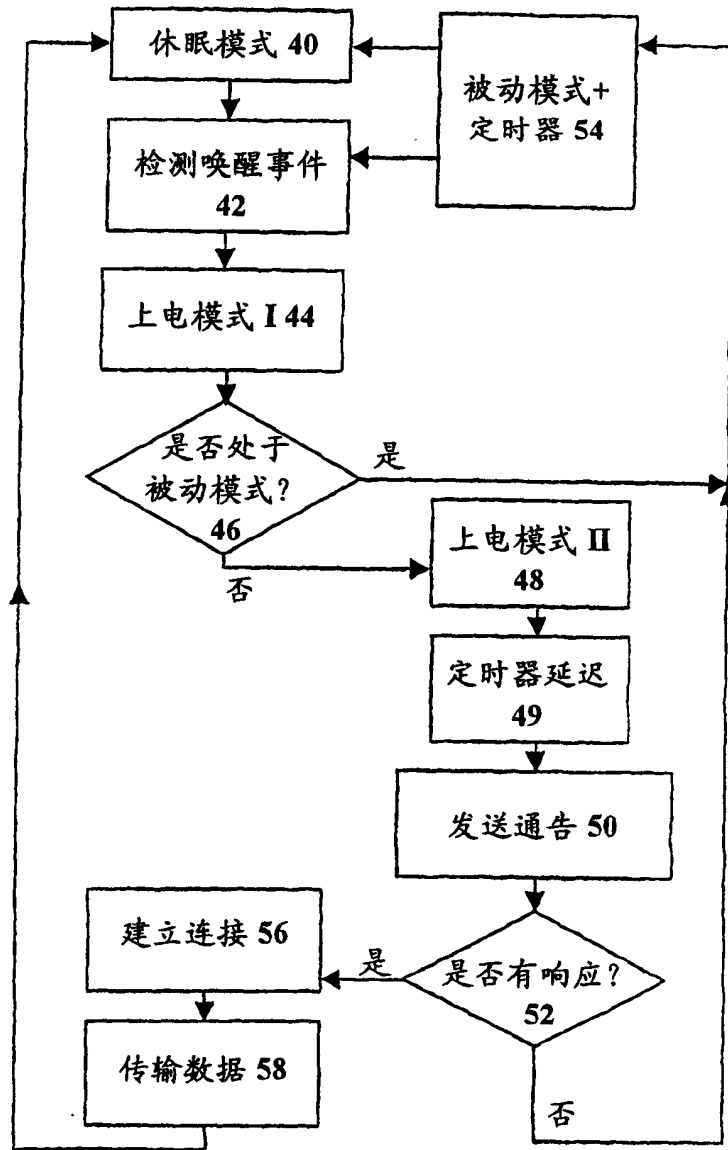


图 7

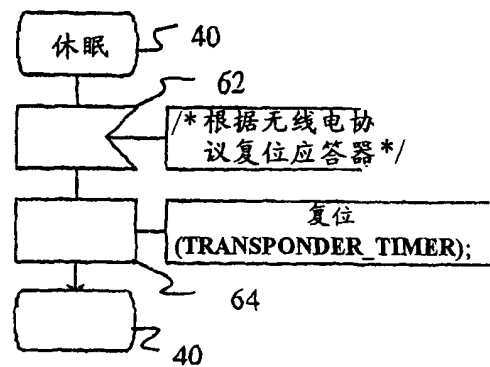


图 8

图 9

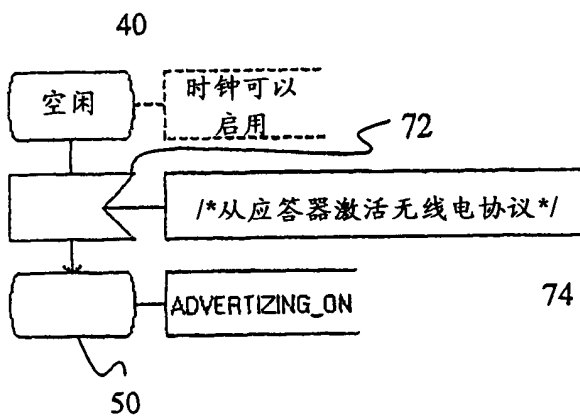
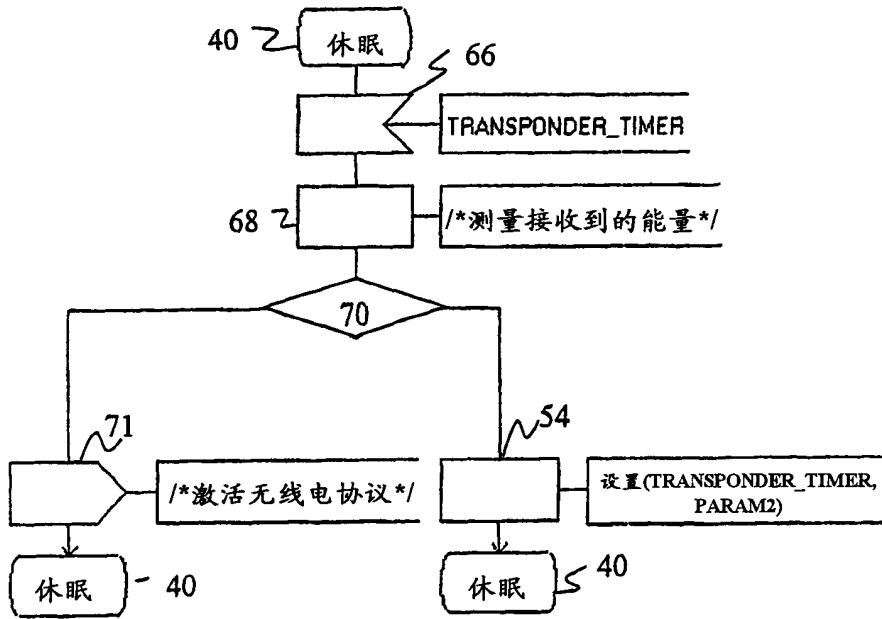


图 10

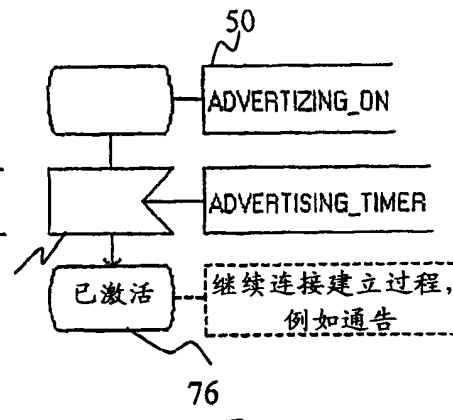


图 11

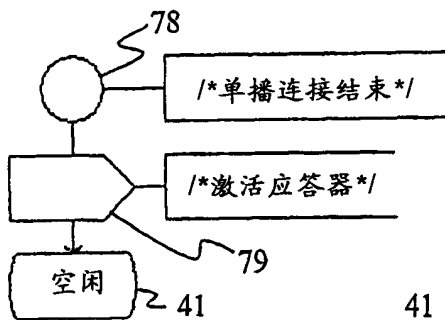


图 12

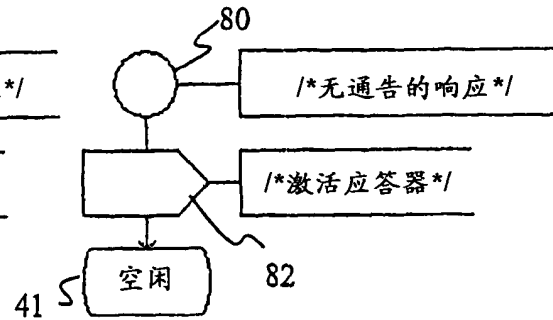


图 13

图 14

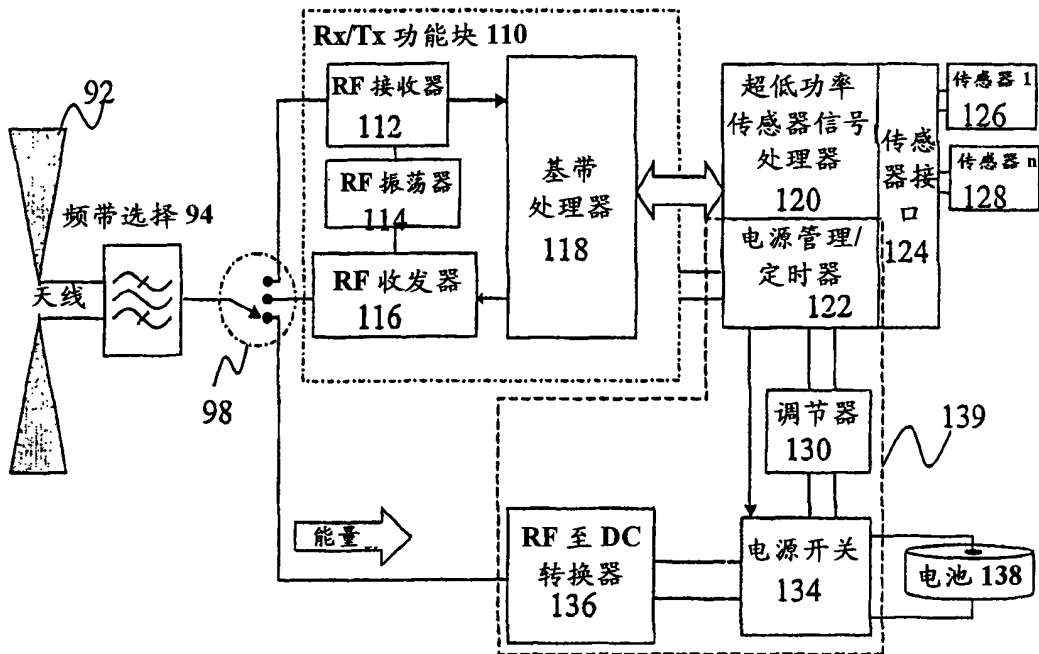
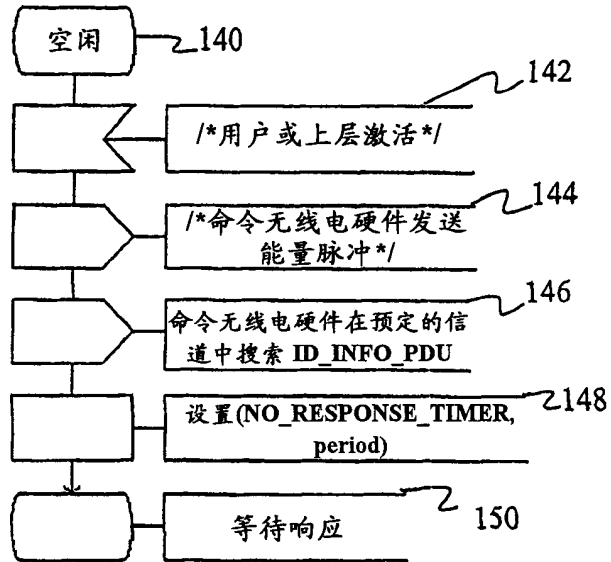


图 15

图 16

	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5
电池	关闭	启用	启用	启用	启用
电源管理功能块 139	关闭	启用	启用	启用	启用
超低功率微控制器 120	关闭	关闭	启用	启用	启用
测量接口 124	关闭	关闭	关闭	启用	启用
Rx/Tx 功能块 110	关闭	关闭	关闭	关闭	启用

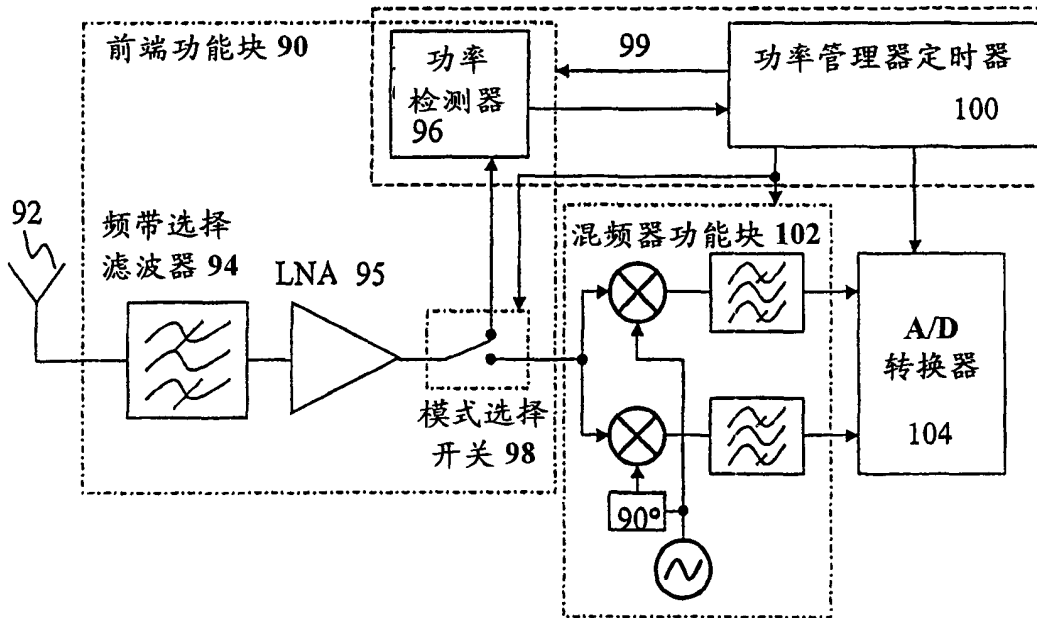


图 17