



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102474279 B

(45) 授权公告日 2015.03.25

(21) 申请号 200980160582.7

JP 2007288639 A, 2007.11.01,

(22) 申请日 2009.07.23

JP 2007243514 A, 2007.09.20,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

EP 0627836 A2, 1994.12.07,

2012.01.19

WO 0225826 A3, 2002.03.28,

(86) PCT国际申请的申请数据

US 7505795 B1, 2009.03.17, 全文.

PCT/IB2009/006351 2009.07.23

EP 1223680 A2, 2002.07.17,

审查员 刘焕玲

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/010181 EN 2011.01.27

(73) 专利权人 诺基亚公司

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 K·凯劳伊 J·登特

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 宛丽宏 杨晓光

(51) Int. Cl.

H04B 1/16(2006.01)

H04W 52/02(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2007288639 A, 2007.11.01,

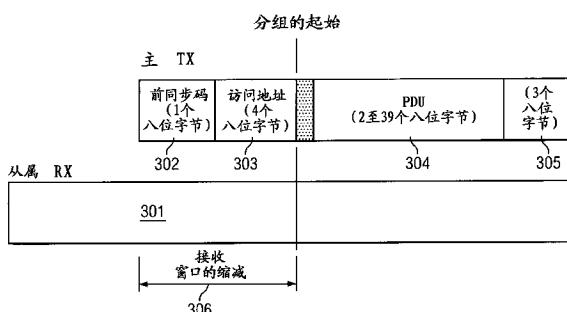
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

当作为蓝牙低功耗设备运行时用于降低功耗的方法和装置

(57) 摘要

公开一种用于蓝牙通信收发器的装置，方法和计算机程序产品。蓝牙通信收发器被配置作为蓝牙低功耗设备，其执行将被用于功率节省的定时测量。至少部分地根据定时测量，调整蓝牙通信收发器的接收活动定时。另外，装置的休眠时钟可被用于校准接收活动定时。



1. 一种用于降低蓝牙低功耗设备的功耗的装置，包括：

蓝牙通信收发器，其被配置作为蓝牙低功耗设备，用于接收通信分组，所述通信分组包含访问地址字段、逻辑链路标识符字段和冗余循环校验值中的至少一个；

定时器，其被配置为执行至少一个定时测量以用于功耗节省；和

处理器，其被配置为至少部分地基于所述至少一个定时测量和所接收的通信分组中包含的所述访问地址字段、所述逻辑链路标识符字段和所述冗余循环校验值中的所述至少一个来调整所述蓝牙通信收发器的接收定时。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述定时器被配置为对所述蓝牙通信收发器的连接间隔执行所述至少一个定时测量，和

其中所述处理器还被配置为调整所述蓝牙通信收发器的所述接收定时的起始时间。

3. 如权利要求 2 所述的装置，其中所述处理器被配置为使用用于所述蓝牙通信收发器的唯一访问地址的定时作为所述蓝牙通信收发器的所述接收定时的起始时间。

4. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述处理器被配置为检测由所述蓝牙通信收发器接收的分组的头部中的逻辑链路标识符字段，和

其中所述处理器还被配置为根据所述逻辑链路标识符字段的内容来调整所述蓝牙通信收发器的所述接收定时的结束时间。

5. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述处理器被配置为检测连接是否是固定数据长度从而使得冗余循环校验值是已知的，和

其中所述处理器还被配置为将所述蓝牙通信收发器的接收活动窗口定时的起始时间偏移到恰在接收所期望的冗余循环校验值之前的定时。

6. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述处理器被配置为确定到通信设备的距离是否处于预定范围内，和

其中所述处理器还被配置为通过在给定时间周期内减少所述蓝牙通信收发器被启动的次数，来调整所述蓝牙通信收发器的所述接收定时。

7. 一种用于降低蓝牙低功耗设备的功耗的方法，包括：

在被配置作为蓝牙低功耗设备的蓝牙通信收发器处，接收通信分组，所述通信分组包含访问地址字段、逻辑链路标识符字段和冗余循环校验值中的至少一个；

在所述蓝牙通信收发器处，执行至少一个定时测量以用于功耗节省；和

至少部分地基于所述至少一个定时测量和所接收的通信分组中包含的所述访问地址字段、所述逻辑链路标识符字段和所述冗余循环校验值中的所述至少一个来调整接收定时。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其中所述至少一个定时测量是连接间隔的测量，并且还包括

为至少一个后续间隔调整所述接收定时的起始时间。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其中用于所述蓝牙通信收发器的唯一访问地址的定时被用作所述蓝牙通信收发器的所述接收定时的起始时间。

10. 如权利要求 7 所述的方法，还包括检测在所接收分组的头部中的逻辑链路标识符字段，和

根据所述逻辑链路标识符字段的内容来调整所述蓝牙通信收发器的所述接收定时的

结束时间。

11. 如权利要求 7 所述的方法,还包括检测连接是否是固定数据长度从而使得冗余循环校验值是已知的,和

将所述蓝牙通信收发器的接收活动窗口定时的起始时间偏移到恰在接收所期望的冗余循环校验值之前的定时。

12. 一种蓝牙低功耗装置,包括:

通信收发器,其被配置成接收通信分组,所述通信分组包含访问地址字段、逻辑链路标识符字段和冗余循环校验值中的至少一个;

处理器,其被配置为

判定能够做出多个时间节点的后续传输的接收活动;

基于至少两个所接收的传输的测量定时,应用权利要求 7 至 11 中任意一项所述的方法;和

至少部分地基于所述至少两个测量定时和所接收的通信分组中包含的所述访问地址字段、所述逻辑链路标识符字段和所述冗余循环校验值中的所述至少一个,调整所述接收活动的窗口。

13. 一种用于降低蓝牙低功耗设备的功耗的装置,包括:

至少一个处理器;和

至少一个存储器,其包括计算机程序代码,

所述至少一个存储器和所述计算机程序代码被配置为,通过所述至少一个处理器,使得所述装置执行至少以下操作:

在被配置作为蓝牙低功耗设备的蓝牙通信收发器处,执行至少一个定时测量以用于功耗节省;

接收通信分组,所述通信分组包含访问地址字段、逻辑链路标识符字段和冗余循环校验值中的至少一个;和

至少部分地基于所述至少一个定时测量和所接收的通信分组中包含的所述访问地址字段、所述逻辑链路标识符字段和所述冗余循环校验值中的所述至少一个来调整接收定时。

14. 一种用于降低蓝牙低功耗设备的功耗的装置,包括:

用于在被配置作为蓝牙低功耗设备的蓝牙通信收发器上,执行至少一个定时测量以用于功耗节省的模块;

用于接收通信分组的模块,所述通信分组包含访问地址字段、逻辑链路标识符字段和冗余循环校验值中的至少一个;和

用于至少部分地基于所述至少一个定时测量和所接收的通信分组中包含的所述访问地址字段、所述逻辑链路标识符字段和所述冗余循环校验值中的所述至少一个来调整接收定时的模块。

当作为蓝牙低功耗设备运行时用于降低功耗的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明大致涉及蓝牙通信技术领域,更准确地说,涉及蓝牙低功耗设备(BLE)。

背景技术

[0002] BLE 规范(版本 0.9)可以从蓝牙特别兴趣小组(BT SIG)的网站 <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/SIG/> 上找到。

[0003] 蓝牙低功耗(BLE)技术针对需要低功耗的设备,例如用一个或多个纽扣电池来运行的设备,诸如传感器、智能钥匙链,等等。由于这种技术已在市场上占据一席之地,所以期望例如当设备运行于如 BLE 规范中所定义的从属模式下,这种电池应当持续超过一年的时间。

[0004] 这种 BLE 规范具有用于设备的一些状态和角色,如下:

[0005] ●通告状态

[0006] - 可发现 / 可连接 / 广播

[0007] ●扫描状态

[0008] - 主动或被动扫描

[0009] ●启动状态

[0010] - 启动到通告者的连接

[0011] ●连接状态

[0012] - 启动者变成主角色

[0013] - 广告者变成从属角色

[0014] 为了简化起见,让我们考虑一个传感设备的例子,其可以按照要求的时间间隔或无需专门要求(例如以通告模式)来发送数据。主 / 采集设备和提供数据的从属传感器之间的链路可以低工作周期运行,以用来延长这种电池的生命周期。低工作周期在本上下文中意思是在每秒或甚至每许多秒采集仅仅一个样本数据,诸如温度。

[0015] 示例性 BLE 传感器设备可被配置为醒来并与一个主 / 采集设备进行通信。在一个示例性实施例中,BLE 传感器被配置为与主 / 采集设备连接一个时间段,以指示或传递某些信息,而在剩余时间段内休眠。当从属或主设备进行通信时,它从电池消耗大量的功率。当从属或主设备休眠时,消耗较小的功率。可使用休眠时钟来对休眠时间段定时。可通过从属设备或主设备在分组中发送数据。如图 1 所示,当前蓝牙低功耗规范 0.9 版定义了分组结构。下面更详细描述分组结构。

[0016] 在示例性实施例中,分组包括前同步码,其后跟着访问地址。根据访问地址第一比特,前同步码是固定模式的“01010101”或“10101010”。当访问地址的第一比特是“1”时,前同步码是“10101010”,否则,前同步码是“01010101”。在图 1 中可以看到消息结构的可能的例子。

[0017] 图 1 示出在数据信道上与从属设备进行通信的主设备的示例性消息 1。主设备可启动通信。从属设备接收分组并可在来自主设备的分组结束后的较短时间内进行响应,例

如 $150 \mu s$ 。为了从主设备接收分组，从属设备开启接收器。由于发射器和 / 或接收器上定时不准确，从属设备可能必须在来自主设备的分组的正常接收时间之前的一个时间处启动接收器。从属设备启动接收器的时间可被称为接收窗口。在示例性实施例中，由于休眠时钟的不准确性，接收窗口包括被添加到接收分组的时间中的额外的唤醒提早时段。

[0018] 对于消息结构内容存在多种可能。例如再次参照图 1，分组结构中的 PDU 字段可包括 16 比特的头部和一些（用户）数据。如图 1 的消息 2 所示，在另一个空数据的分组的示例性实施例中，PDU 字段仅包括 16 比特的头部。在又一个例子中，诸如接近性使用实例，如图 1 所示，例如图 1 消息 2 所示的例子的空分组可被用于维持通信链路。通信设备发送和接收 80 比特的空分组。

[0019] 16 比特的头部可包括：

- [0020] 有效载荷数据单元 (PDU)
- [0021] 循环冗余校验 (CRC)
- [0022] 逻辑链路标识符 (LLID)
- [0023] 下一个期望序列号 (NESN)
- [0024] 序列号 (SN)
- [0025] 更多数据 (MD)
- [0026] 保留将来使用 (RFU)

发明内容

[0027] 在权利要求中说明本发明示例的多个方面。

[0028] 根据本发明的第一个方面，公开一种装置，其包括蓝牙通信收发器。该装置被配置作为 BLE 从属设备，其还包括处理器，该处理器被配置为至少执行定时测量。定时测量可以被用于节省功耗，并且处理器可基于这组测量来至少调整所述装置的 Rx 接收启动定时。这样，从属设备的休眠时钟的同步可以按照定期或不定期的间隔被检查。这种方法可以结合后面所述的几个方面来使用。在示例性实施例中，BLE 从属设备可以是 BLE 从属传感器，或被配置作为 BLE 系统的从属设备的装置，或者在某些实施例中，其被配置作为 BLE 系统的主设备。可由电池来给装置提供功率，因此需要低的功耗。装置可以是移动装置、传感器装置 / 包括传感器的装置，等等。

[0029] 根据本发明的另一个方面，上述装置可使用定时器来测量连接间隔。该装置可以提供这样的偏移值，该偏移值是从对连接间隔的测量中被计算的，并被用于至少部分地缩减至少用于后续间隔的活动窗口的大小。

[0030] 根据本发明的另一个方面，所述装置的处理器可将对从属设备的唯一访问地址的检测用作活动窗口的起始点。

[0031] 根据本发明的另一个方面，上述装置的处理器可检查头部中的逻辑链路标识符 (LLID) 字段，并用这个来提早地关闭活动窗口。

[0032] 根据本发明的再一个方面，上述装置的处理器可检测连接包括固定数据长度的分组。在示例性实施例中，分组包括循环冗余校验 (CRC) 值，例如在接收到第一个分组后，它是已知的或可预测的。至少部分地基于来自 CRC 值的检测方法的信息，来开始活动窗口。若 CRC 值本身的值是如预期那样，则其可被用于代替前同步码以用于开始随后的活动窗口。如

之前例子所示,可以基于设备类型、功能和 / 或激活的配置文件,作出活动时间节省。

[0033] 根据本发明的另一个方面,被配置作为从属设备和主设备的装置之间的距离可以是常数。因此,装置和主设备之间传输的延迟也可以是个常数。当装置的处理器确定延迟是固定的时,它可至少部分地降低当响应来自主设备的请求时的次数。

[0034] 根据本发明的另一个方面,上述装置也可以执行一种方法。该方法可包括利用处理器来执行至少一个定时测量,以用于针对所接收主设备传输的功耗节省。接着,根据至少一个定时测量,该方法还包括执行装置的接收活动窗口的调整。

[0035] 根据本发明的另一个方面,其中测量连接间隔的前述方法还可以根据至少一个定时测量来确定偏移值。所确定的偏移值还被用于缩减用于后续间隔的活动窗口的大小。

[0036] 根据本发明的另一个方面,该方法还包括检查头部中的逻辑链路标识符 (LLID) 字段。根据 LLID 字段的所检测的值,处理器可提早地关闭活动窗口。

[0037] 根据本发明的再一个方面,公开一种方法,其中处理器可检测连接是固定数据长度的连接。这可例如是其中 CRC 值是已知的一个消息结构。从而在这个例子中,恰在接收 CRC 值之前的时间可代替前同步码被处理器用于开启活动窗口。

[0038] 所描述的上述方面可在根据设备类型、功能、激活的配置等的时间处被启动。

[0039] 根据本发明的一个或多个方面,公开一种 BLE 装置,其包括处理器,处理器被配置为采样主设备传输的一个或多个定时,根据有效的消息类型,功能和配置中的至少一个,确定可以进行所述活动时间节省的方法或方法组中的哪一个。从而根据这个,处理器可相应调整从属设备接收活动窗口。

[0040] 根据本发明的另一个方面,在第一个方面中描述的装置可包括处理器和至少一个存储器,存储器包括可执行指令,当由处理器执行时,使得装置采样主设备传输的定时信息,和决定可以做出何种活动时间节省,并且相应调整从属设备的接收活动窗口。

[0041] 根据本发明另一个方面,公开一种计算机程序,其包括当计算机程序在处理器上运行时,用于采样主设备传输的定时信息的代码,用于确定可以做出何种活动时间节省的代码,和用于相应调整从属设备的接收活动窗口的代码。

[0042] 根据本发明前述方面的多个实施例,根据上述方面的计算机程序可在计算机程序产品中实现,计算机程序产品包括有形计算机可读媒体,其上面装载有可被处理器用于实现上述功能的计算机程序代码。

[0043] 根据本发明另一个方面,公开用指令编码的计算机可读媒体。当由处理器执行时,指令可以执行或使得能够:采样主设备传输的定时信息,确定可以做出何种活动时间节省,以及相应调整从属设备的接收活动窗口。计算机程序指令可以通过电磁载波信号到达装置或者从物理实体上复制,所述物理实体诸如计算机程序产品、诸如但不局限于 CD-ROM 或 DVD 的存储设备或记录媒体,和 / 或可有形包含计算机程序的制造品。

[0044] 提及“计算机可读存储媒体”、“计算机程序产品”、“有形包含计算机程序”等,或“处理器”或“处理电路”等应当被理解为不仅包括具有不同体系结构的计算机,诸如单 / 多处理器体系结构和串行 / 并行体系结构,而且包括专用电路,诸如现场可编程门阵列 (FPGA)、专用电路 (ASIC)、信号处理设备或其他设备。提及计算机程序、指令、代码等应当被理解为表示用于可编程处理器固件的软件,诸如硬件设备的可编程内容,如处理器用的指令,或用于固定功能设备、门阵列、可编程逻辑设备等的配置设置。

[0045] 选择不同时间节省的选项可依赖于和其他 BTE 设备的连接类型。它还可依赖于可定义一个或多个期望消息的类型和频率的设备的当前配置。

附图说明

[0046] 为了更完整地理解本发明的示例性实施例,现在结合附图来参考下面的说明书,其中:

- [0047] 图 1 示出一些 BLE 示例性消息结构;
- [0048] 图 2 示出主设备和从属设备接收和发送时隙的定时关系的示例性实施例;
- [0049] 图 3 示出当能够做出访问地址节省时,主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例;
- [0050] 图 4 示出用于 LLID 空分组的主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例;
- [0051] 图 5 示出当可应用固定数据长度的数据分组时,主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例;
- [0052] 图 6 示出当主设备在连接上发送空分组时,主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例;
- [0053] 图 7 示出根据本发明示例性实施例的恒定连接间隔处理的流程图;
- [0054] 图 8 示出用于连接访问地址的处理流程的示例性实施例;
- [0055] 图 9 示出用于连接具有固定数据长度分组的处理流程的示例性实施例;
- [0056] 图 10 示出当主设备在每个连接上发送空分组时,用于连接的处理流程的示例性实施例;
- [0057] 图 11 示出当连接接近性被确定时,连接间隔处理流程的示例性实施例;
- [0058] 图 12 示出用于从属设备 Rx 接收窗口定时控制的流程图的示例性实施例;
- [0059] 图 13 示出蓝牙从属设备的示例性实施例;
- [0060] 图 14 示出有形存储媒体的示例性实施例;以及
- [0061] 图 15 示出蓝牙从属设备示例性实施例的软件 (SW) 图。

具体实施方式

[0062] 图 1 示出一些 BLE 示例性消息结构。在本说明书的背景技术部分更详细地描述了示例性消息结构。

[0063] 尽管在前面说明书中努力将注意力带到被认为时本发明的特别重要的那些特征上,但应当知道的是,申请人要求保护在上文中提到和 / 或在附图中示出的任何可专利的特征或特征的组合,而不论是否对它们进行了特别的强调。

[0064] 通过参照附图中的图 2 至 15,可以理解本发明的示例性实施例以及它的潜在优点。

[0065] 图 2 示出主设备和从属设备接收和发送时隙的定时关系的示例性实施例。从主设备线开始,这个示例性实施例示出主设备发送作为短脉冲 (201) 的消息,例如对数据的请求,并接收用于从属设备的响应的时隙 (202)。从属设备提前很多打开接收窗口 (203),从而使得它不会错过起始接收。通过这样做,可以增加如果它处于主设备一个范围内它将检测到来自主设备的短脉冲 (201) 的可能性。从而,从属设备首先打开较大的接收窗口 (203)

以便不错过主设备的传输。因此，使用这种方法，从属设备可有更多机会连接到主设备。

[0066] 在示例性实施例中，连接间隔（例如图 2 中两个主设备传输之间的间隔）是已知的。从属设备可运行始终运行着的休眠时钟。这样，当主时钟停止时，例如当从属设备休眠时，休眠时钟在运行。因此，休眠时钟可以用于测量在两个主设备传输之间的时间。根据所测量的两个主设备传输之间的时间，从属设备可以导出校准值，以相对于主设备传输而校准它的主时钟。从属设备还可以使用根据该测量结果得到的校准值，来相对于主设备传输而调整休眠时钟。从属设备可以将接收窗口（204）缩减根据所测量的偏移（205）导出的量，结果产生缩减的接收窗口量（206）。这样，通过测量在唤醒和第一数据比特的到达时间之间的偏移（205），从属设备可校准休眠时钟。侦听窗口（206）中的该缩减可被应用于这个连接的持续期间内的后续时间间隔。

[0067] 这可通过将从属设备的休眠时钟校准 / 锁定到主设备的时钟上来实现。通过执行将从属设备的休眠时钟校准 / 锁定到主设备的时钟上的操作，可为后续连接突发的接收窗口的定时进行多个其他调整，所述后续连接突发包括逻辑上继续以限定的重复速率在这两个设备之间流动的消息。可以进行的调整的类型可至少部分地依赖于所期望的消息格式，将具有限定的重复速率的期望，等等。

[0068] 当主设备和从属设备以已知连接间隔连接时，从属设备可以通过测量在唤醒时间和主设备传输的第一个比特到达的时间之间的时间，校准休眠时钟。根据这个校准的数据可被用于提供时间偏移，以最小化在后续连接间隔中的唤醒时间。可以按照设定的间隔来进行休眠时钟校准，例如以补偿可致使主设备或从属设备中的振荡器频率发生偏移的温度变化。在示例性实施例中，定时器可被设置以确保以设定的间隔来进行校准。

[0069] 当新的连接建立时，这个过程被重复。诸如休眠时钟的测量值、校准值、和 / 或类似值的一个或多个检测参数可被传递给有关图 7 和在本文件后面的图 12 所述的处理中。

[0070] 图 3 示出当可以节省访问地址时，主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例。从主设备线开始，本示例性实施例示出当继续使用某个唯一访问地址时，数据分组的数据结构。在这个示例性实施例中，消息数据内容由下面部分组成：

[0071] 首先是前同步码（302）；

[0072] 其次是访问地址（303）；

[0073] 接着是有效载荷数据单元（PDU），它可以是 2 至 39 个八位字节（304）；

[0074] 最后是 CRC（305）。

[0075] 在示例性实施例中，消息数据内容同样被构造成许多分组。在访问地址字段结束时，根据对这个访问地址的检测，从属设备接收器可能知道该消息是否是由去往该从属设备接收器以由它处理并做出响应的消息。若该消息不是去往该从属设备接收器的，该从属设备接收器会关闭接收活动窗口。若该消息是去往该从属设备接收器的，则访问地址（303）的最后一部分可以用作所接收分组数据的开始，以代替前同步码（302）的开始。这样，当去往从属设备接收器的分组被接收时，Rx 接收活动时间（306）可以被节省。一个或多个检测参数可被传递给首先在图 8 接着在本文件后面的图 12 所描述的处理中。

[0076] 图 4 示出用于 LLID 空分组的主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例。从主设备 TX 发送线开始，这个实施例示出何时主设备在每个连接上发送至少一个空分组的条件。从主设备发送的分组包括：

- [0077] 首先是前同步码 (402)；
- [0078] 接下来是访问地址 (403)；
- [0079] 接着是头部 (404)；
- [0080] 最后是 CRC(305)。

[0081] 正常的从属设备接收活动窗口由 (401) 示出。在这个示例性实施例中,由于消息头部 (404) 中的 LLID 字段表示空分组,所以当检测到 LLID 值被设置为 1 来表示零个消息数据内容时(或很短时间之后),从属设备接收活动窗口会被截去一段时间。由于其余的消息可以被忽略,所以接收活动窗口节省在 (406) 中被示出。

[0082] 在示例性实施例中,可以在从从属设备到主设备的传输中,在主设备上实现类似的时间节省。一个或多个检测参数可被传递到首先在图 9 中接着在本文件后面的图 12 所描述的处理。对于具有由 LLID 值 = 1 表示的空分组的数据,这种方法可按照同样的方式被用于主设备中。

[0083] 图 5 示出当可应用固定数据长度的数据分组时,主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例。在这个示例性实施例中,再次从主设备 TX 发送线开始,数据分组的消息结构被示出具有:

- [0084] 首先是前同步码 (502)；
- [0085] 其次是访问地址 (503)；
- [0086] 接着是头部 (504)；
- [0087] 最后是 CRC(505)。

[0088] 正常的从属设备接收活动窗口由 (501) 示出。当主设备和从属设备连接上并且消息类型中的数据长度固定时,例如当分组具有固定格式和长度时,CRC(505) 值被用作开始从属设备的接收模式的触发点从而代替前同步码 (502) 的开始。在示例性实施例中,主设备向从属设备发送 80 比特固定长度的消息,而从属设备发送回另一个 80 比特的消息作为响应。如 (506) 所示,接收活动窗口被缩减至在期望的 CRC 将到达之前的小段时间,并且 CRC 内容被检查。如果 CRC 是像预期的那样的,则该过程可以重复。这样,由于某些定义的消息仅是重复,例如当格式恒定不变时,通过修正接收活动窗口定时信息,接收器的活动时间可以被缩减。若在消息序列中的任何时间,CRC 值未像期望的那样,那么接收活动窗口定时信息可被再次扩展到例如在接收活动窗口定时缩减被执行之前的长度,像接收活动窗口定时 (501)。这样,通过不查看前同步码、访问地址或头部内容,而仅查看 CRC 字段的内容,也可以实现时间节省,从而使得接收活动窗口能够缩减如 (506) 中所示的持续时间值。一个或多个检测参数可被传递到首先在图 10 中接着在本文件后面的图 12 所描述的处理中。对于消息序列中固定长度分组,同样或相同方法可应用于主设备中。

[0089] 图 6 示出当主设备在连接上发送空分组时,主设备和从属设备的定时关系的示例性实施例。在这个示例性实施例中,从主设备活动线开始,示出重复序列。主设备 TX 发送脉冲 (601) 后跟着是主设备 RX 接收脉冲 (602),例如当主设备正侦听从属设备对它在主设备 TX 发送脉冲 (601) 中发送的消息的响应时。在示例性实施例中,主设备和从属设备连接起来,在从属设备启动接近性检测功能。例如,从属设备保存在预定范围内对从主设备接收的信号的所接收信号强度指示器 (RSSI) 水平的跟踪。若 RSSI 水平在预定范围内是常数,从属设备可以假定对主设备的接近情况还未发生变化。

[0090] 当从属设备假定对主设备的接近情况还未发生变化时,如从属设备活动线所示,从属设备可以降低它发送的对来自主设备的请求的响应的次数。项(603)是从属设备RX接收脉冲,而项(604)是从属设备响应TX发送脉冲。当RSSI水平不发生变化时,如在持续时间(606)期间中示出的那样,从属设备并不对所有主设备的请求都做出响应。应用的从属设备延迟的量,诸如从属设备响应主设备请求的次数,可以被固定为两次中有一次、三次中有一次、四次中有一次、五次中有一次或类似情形,或可由应用程序动态地设置。在图6所示的示例性实施例中,从属设备延迟被设置成四次中有一次。一个或多个检测参数可被传递给首先在图11中接着在本文件后面的图12所描述的处理中。

[0091] 在这个示例性实施例中,RSSI可能在持续期间(607)的期间内发生变化,而从属设备延迟被关闭。从而,从属设备响应所有主设备的分组传输,例如空分组的传输。

[0092] 在另一个实施例中,从属设备可以完全地跳过接收活动,例如在适当容限范围内校准休眠时钟。在这个实施例中,对于一个或多个实例,接收活动窗口可以缩减到零,从而使得从属设备既不侦听也不响应下一个交互活动。

[0093] 在又一个实施例中,前述所述示例性实施例可以结合起来以控制对接收活动窗口定时的管理控制。

[0094] 图7示出根据本发明示例性实施例的恒定连接间隔处理的流程图。在这个示例性实施例中,主设备和从属设备通过已知的连接间隔来连接起来。根据连接类型和消息结构可以确定连接间隔。在模块(701),检测连接间隔是否是恒定的。若连接间隔是恒定的,则如图2(205)所示并在前面说明的那样,在模块(702),测量偏移。接着,在模块(703)做出对休眠时钟偏移的计算。这可以被定义为参数并在阶段(704)被传递给从属设备活动窗口控制处理。若遇到错误条件,则作为同一个或另一个参数传递消息的部分,它还在一组参数中被传递给图12中所述的下一个处理。若在模块(701)确定连接类型不提供恒定连接间隔,则处理结束。一个或多个检测的参数可以在阶段(704)被定义,并被传递给稍后在本文件图12中所述的处理。处理在阶段(705)结束。

[0095] 图8示出用于连接访问地址的处理流程的示例性实施例。在这个示例性实施例中,当阶段(801)中的地址匹配过程检测到恒定或唯一访问地址的条件时,处理被启动并移动到阶段(802)。在这个示例性实施例中,假定消息结构如图3所示,在块(802)计算时间节省值。下一个处理阶段(803)将时间节省值转换为可以做出的接收活动窗口缩减。在阶段(804),一个或多个参数,例如时间节省值,可以被传递给从属设备接收活动窗口控制处理。创建参数消息,该参数消息接着被传递给后面所描述的图12的处理。

[0096] 如果遇到任何类型的错误条件,它还可以作为同一个或不同参数消息的一部分,被传递给接下来的处理。如果连接间隔不是恒定不变的,或如果在阶段(801)检测到唯一访问地址,则通过改变被传递参数的值来结束该处理。一个或多个检测参数可以在阶段(804)被传递。可以创建参数消息,该参数消息接着被传递给后面所描述的图12的处理。在阶段(805),处理结束。

[0097] 图9示出用于连接具有固定数据长度的分组的处理流程的示例性实施例。在这个示例性实施例中,可通过具有固定数据长度的分组,例如具有被设置为“1”的LLID(其表明空分组)的分组,检测连接上的消息。从而,在模块(901),处理分支出“是”分支并进行阶段(902)。在阶段(902),设置期望节省的时间。在阶段(903),计算可能的接收活动窗口

缩减,例如关于图 4 描述的接收活动窗口的活动时间节省 (406)。一个或多个检测到的参数可以在阶段 (904) 被传递给在本文件后面的图 12 所描述的处理。若遇到任何类型的错误条件,它还可以作为同一个或不同参数消息的一部分,被传递给接下来的处理。若在阶段 (901) 连接类型不是具有恒定连接间隔的连接类型,例如具有被设置为“0”的 LLID 的分组的连接,则一个或多个检测参数可以在阶段 (904) 被传递给后面所描述的图 12 的处理。在阶段 (905),处理结束。

[0098] 图 10 示出当主设备在每个连接上发送空分组时,用于连接的处理流程的示例性实施例。在这个示例性实施例中,在块 (1001),检测在连接上发送的消息的长度是否恒定。若检测到长度恒定,则将值预设为“固定”设置上。在块 (1003),如之前关于图 5 所示的,可以计算可能的接收活动窗口缩减。在块 (1004),一个或多个参数被传递给后面所描述的图 12 的处理。若遇到如何类型的错误条件,它还可以作为同一个或不同参数消息的一部分,被传递给接下来的处理。若在块 (1001) 中,连接类型不是可被定义为具有恒定连接间隔的连接的连接类型时,则一个或多个检测参数可以在阶段 (1004) 被传递给后面所描述的图 12 的处理。在阶段 (1005),处理结束。

[0099] 图 11 示出当确定连接接近性时,连接间隔处理流程的示例性实施例。在这个示例性实施例中,在阶段 (1101) 执行 RSSI 测量,例如在图 6 所示的 RSSI 测量。在阶段 (1102) 执行第一检查来查看所测量的 RSSI 值是否处于定义的范围内。若所测量的 RSSI 值未处于定义的范围内,在阶段 (1103),在测试组中测试足够次数的 RSSI 测量,例如测试在给定时间内是否已经执行了超过预定次数的 RSSI 测量。若未执行足够的 RSSI 测量,则处理返回到阶段 (1101) 以执行更多 RSSI 测量。若已经执行足够的 RSSI 测量,则一个或多个检测参数在阶段 (1106) 被传递给后面所描述的图 12 的处理。在阶段 (1107),处理结束。

[0100] 当在阶段 (1102) 满足所需要条件时,例如当确定所测量 RSSI 值处于定义的范围内时,在阶段 (1104) 设置跳过值。在阶段 (1105),计算将被跳过的通信请求的次数。该次数可以如之前在对图 6 的说明中解释的那样被使用。在阶段 1106,一个或多个检测参数,例如跳过值、将被跳过的请求的次数等可以被传递给所描述的图 12 的处理。在阶段 (1107),处理再次结束。若遇到如何类型的错误情形时,这还可以作为同一个或另一个消息的一部分被传递给接下来的处理。在阶段 (1107),处理再次结束。

[0101] 图 12 示出用于从属设备 RX 接收窗口定时控制的处理流程图的示例性实施例。这个处理可被用于设置或取消选择有关接收器的接收活动窗口的任何或所有可能的时间节省选项。第一阶段 (1201) 检查所传递的消息是否具有至少一个有效参数。若未提供任何参数,则处理在阶段 (1206) 结束。若提供了参数,则处理进行到阶段 (1202)。在阶段 (1202),检查是否已经识别错误条件,例如通过 CRC 计算检测到的错误。若已经识别出错误,则处理移动到阶段 (1203),根据已定义的错误响应,其重置一个或多个值。阶段 (1203) 的重置事件后,处理再次在阶段 (1206) 结束。

[0102] 当传递的数据在块 (1202) 还没有指示错误条件时,在 (1204),应用接收活动节省。接收活动节省可依赖于所指示条件的类型。在阶段 (1205),执行另一个检查。检查条件是否维持有效。若条件不再有效,则用于对在阶段 (1201) 所给出的至少一个参数应用接收活动节省的处理结束。

[0103] 图 13 示出蓝牙从属设备的示例性实施例。蓝牙设备 (1301) 可包括位于存储器单

元(1302)中的可执行形式的计算机代码,其中存储单元可包括RAM和/或ROM。存储单元(1302)可连接到一个或多个处理器(1304)上,在处理器上响应于来自收发器(1305)的所接收信息而执行指令。收发器(1305)可连接到天线上,用于从另一个蓝牙设备发送或接收分组。

[0104] 图14示出有形存储媒体的示例性实施例。媒体(1401)可以是根据本发明的具有程序内容的有形存储媒体。媒体(1401)可以是任何形式的存储媒体,诸如磁的,固态,光媒体,等等。

[0105] 图15示出蓝牙从属设备示例性实施例的软件(SW)图。这个图示出可在这种装置或设备上实现的主要软件组件的例子。

[0106] 在这个软件(SW)图中,装置具有操作系统(OS)(1503)和硬件(HW)驱动器(1505)。由OS功能使用的OS定时器在(1507)中被示出。在(1510)中示出人机接口(MMI),它可以是单个或几个按钮。

[0107] 接口特定的组件是蓝牙(BT)无线接口协议控制栈(1501),可由驱动器(1505)控制来选择Rx或Tx的实际无线接口(1502),以及控制蓝牙消息结构和队列的消息管理器(1504)。

[0108] 另外,装置可包括至少一个休眠定时器(1506),其之前已经在本说明书中被描述。根据在本发明某些示例性实施例中已描述的其他部分如何在特定SW结构中被实现,休眠定时器可以使用或不使用OS定时器(1507),或可单独地实现。装置可包括其他SW组件(1508),例如BT配置管理器。BT配置管理器可管理设备的模式,定义可被期望提供或响应的额外消息,等等。在示例性实施例中,设备可以是简单的并仅有一个配置。在另一个实施例中,设备可以是复杂的并具有或支持几个配置。

[0109] 设备还可包括可选SW组件,由于它们未与本发明的实施例进行直接的交互,所以未在本说明书中进行描述。

[0110] 本发明的实施例可以在软件、硬件、应用逻辑或软件、硬件和应用逻辑的组合中被实现。软件、应用逻辑和/或硬件可位于存储器(1302)上,或如(1401)作为例子示出的任何计算机程序媒体上。在示例性实施例中,应用逻辑、软件、或指令组被保存在多种传统计算机可读媒体中任何一种上。在本文件的上下文中,“计算机可读媒体”可以是任何可包含、保存、通信、传播或传输指令的媒体或装置,其中的指令可用于或结合于指令执行系统,装置或设备,诸如带有在图13中描述和说明计算机的例子的计算机。如图14所示,计算机可读媒体可包括计算机可读存储媒体,其可以是任何可包含或存储指令的媒体或装置,其中的指令可用于或结合于指令执行系统,装置或设备,诸如之前所定义的计算机。

[0111] 在需要情况下,这里所述的不同功能可以不同顺序和/或彼此同时地执行。另外,在需要情况下,一个或多个上述功能可以是可选的或可以被结合起来。

[0112] 尽管在独立权利要求中说明了本发明的多个方面,但本发明的其他方面包括来自所描述的实施例和/或具有独立权利要求特征的从属权利要求的特征的其他组合,而不是仅包括在权利要求中说明的明确组合。

[0113] 在这里应当知道的是,尽管以上描述了本发明的实施例,但这些描述不应当被视为限制含义。相反,在不脱离由后面权利要求所限定的本发明保护范围的情况下,可以做出几种变化和修改。

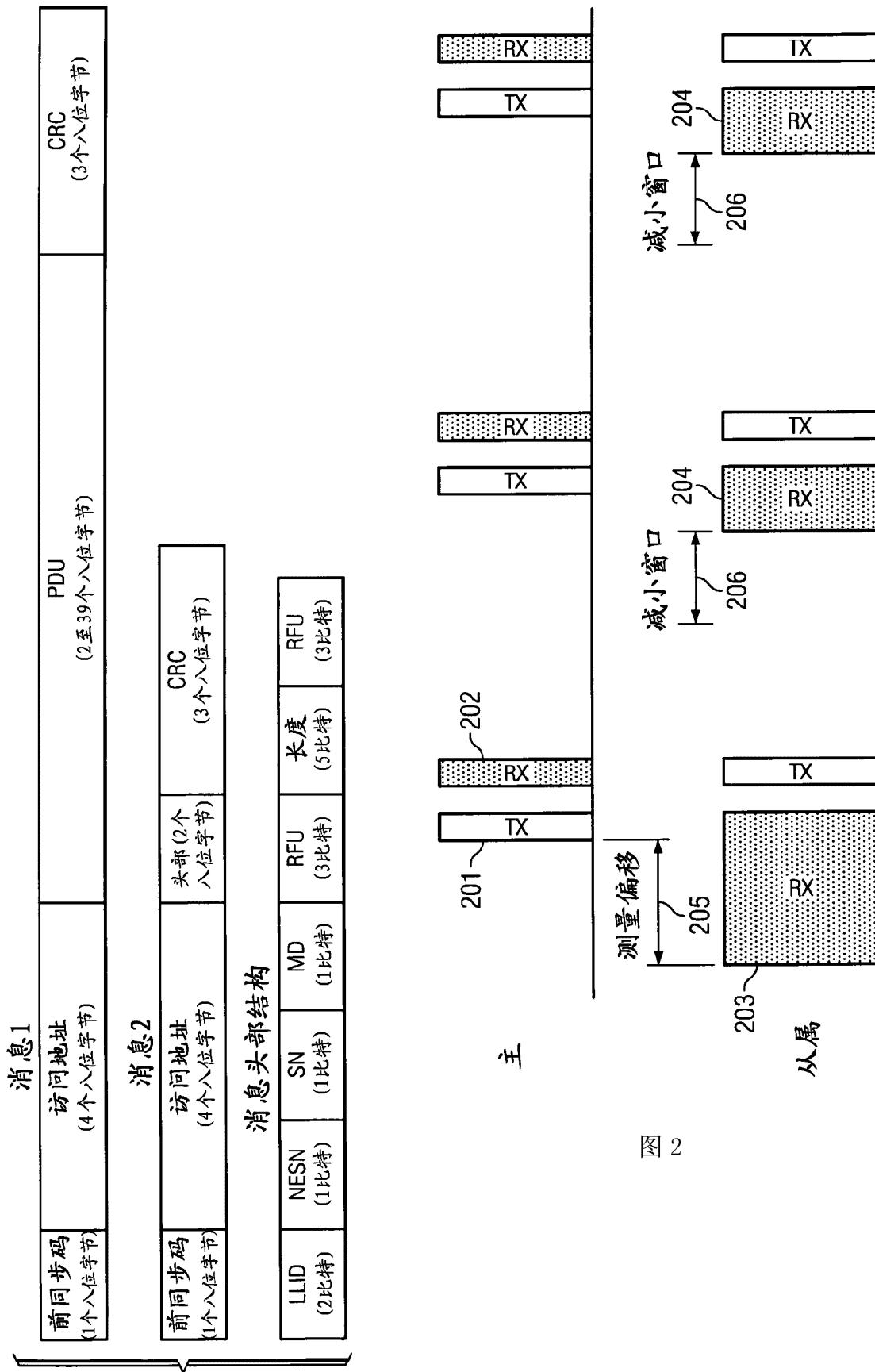


图 1

图 2

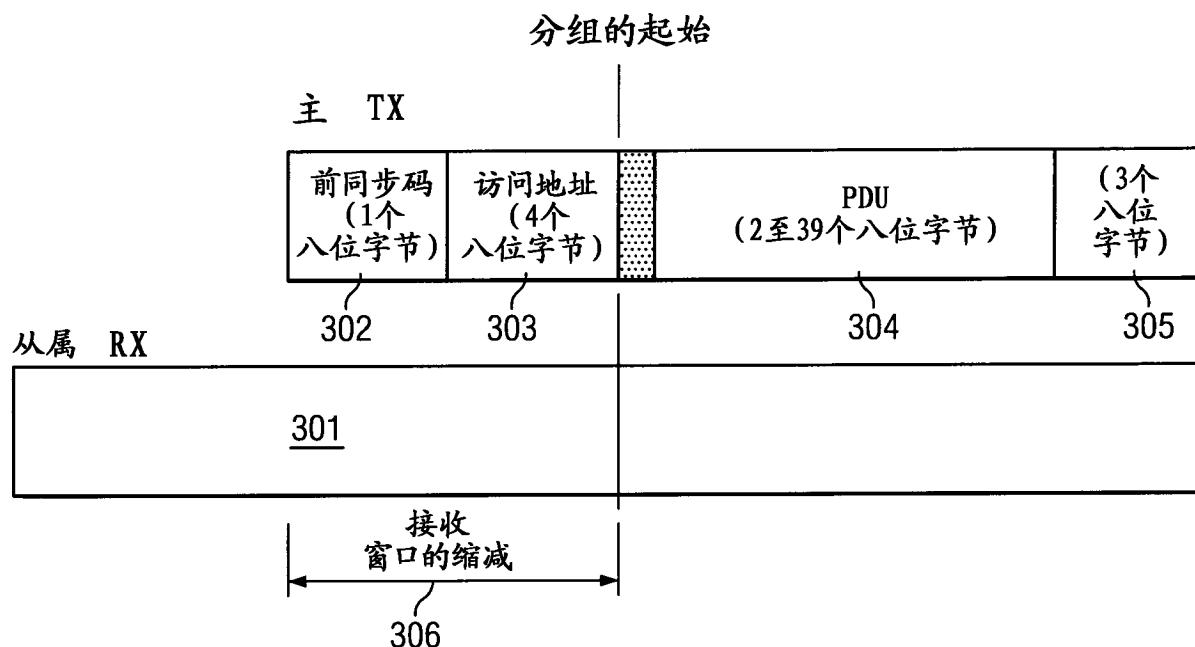


图 3

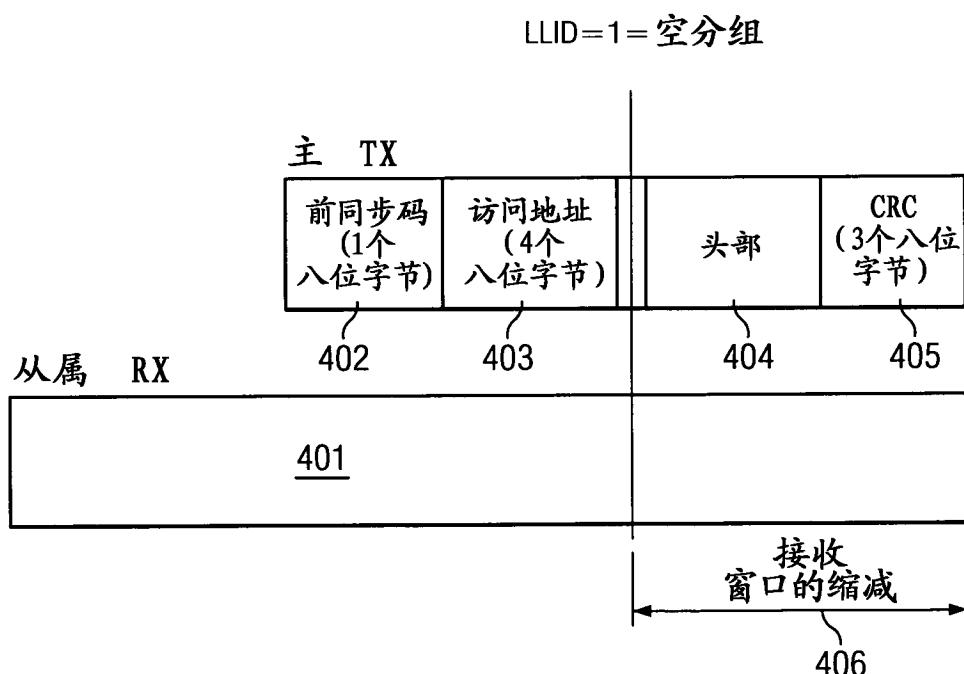


图 4

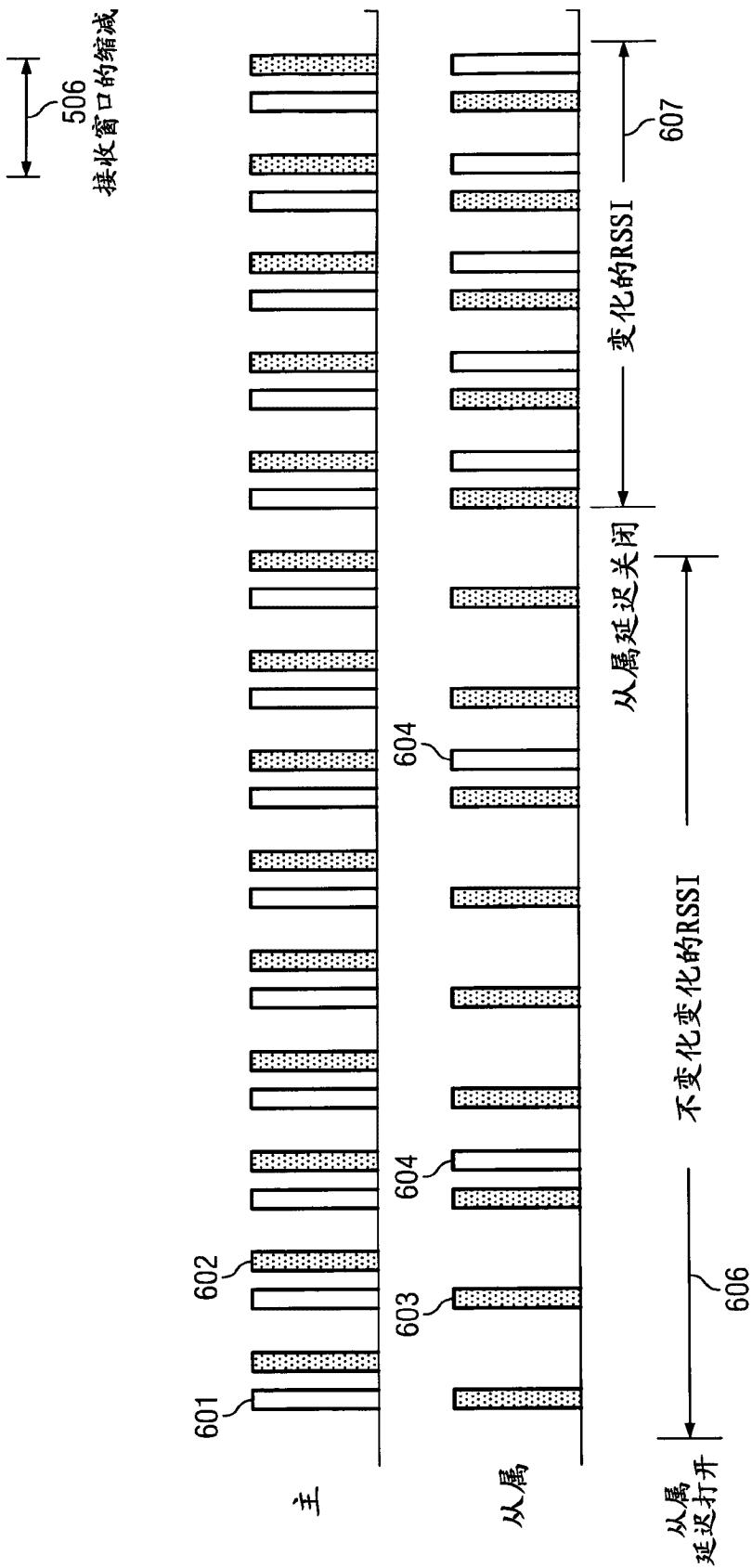
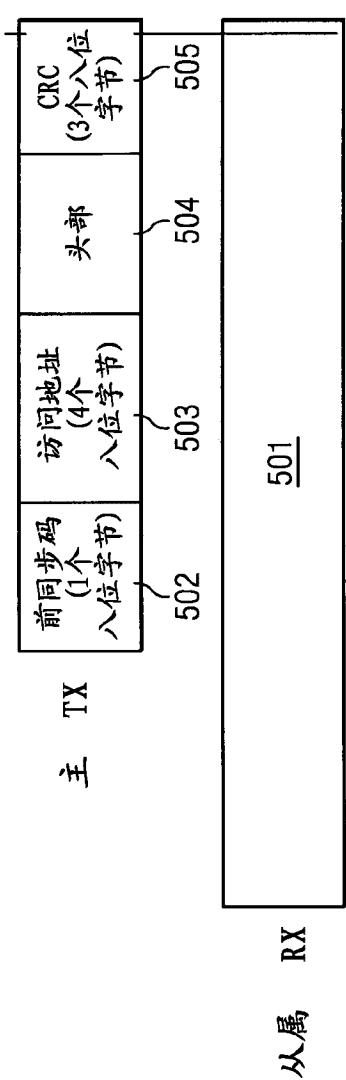


图 6

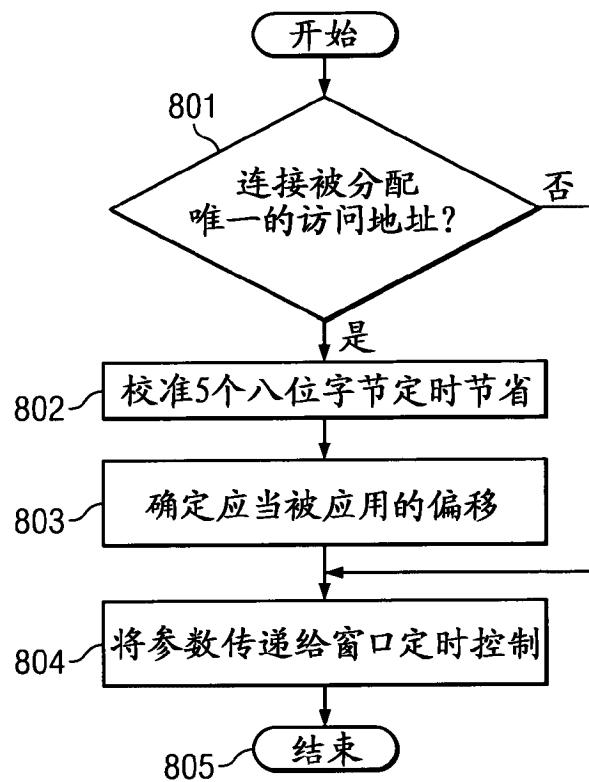
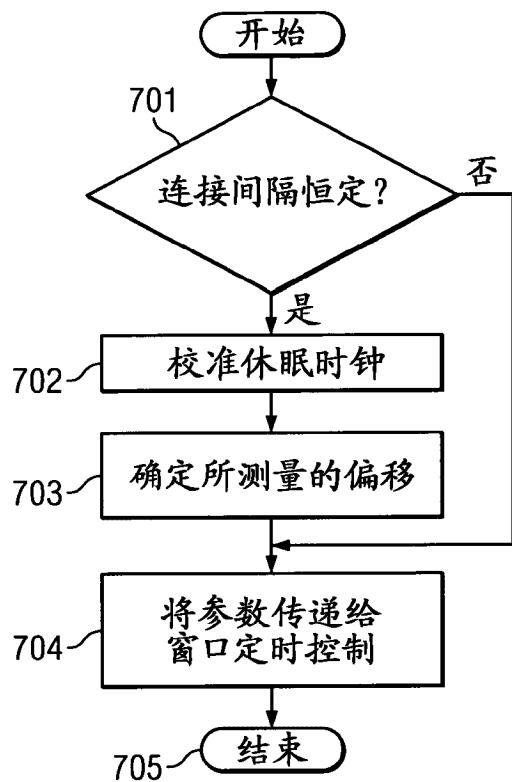


图 7

图 8

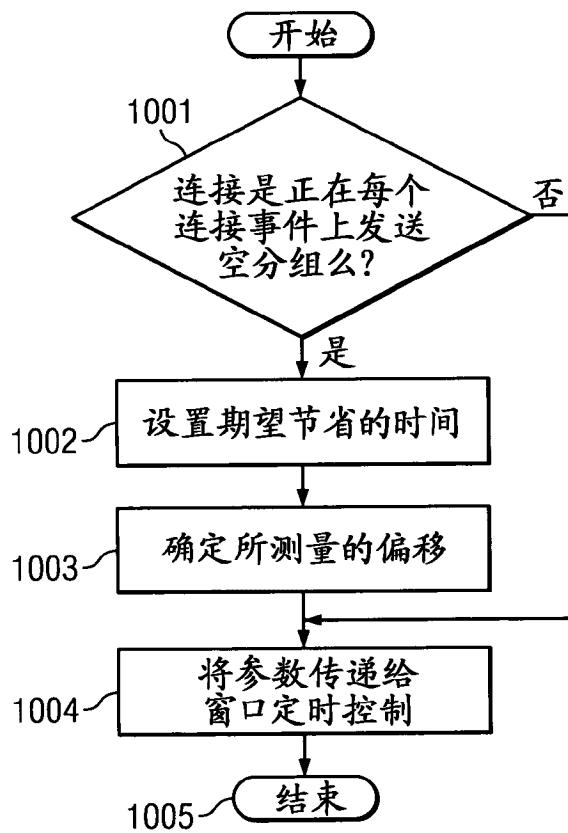
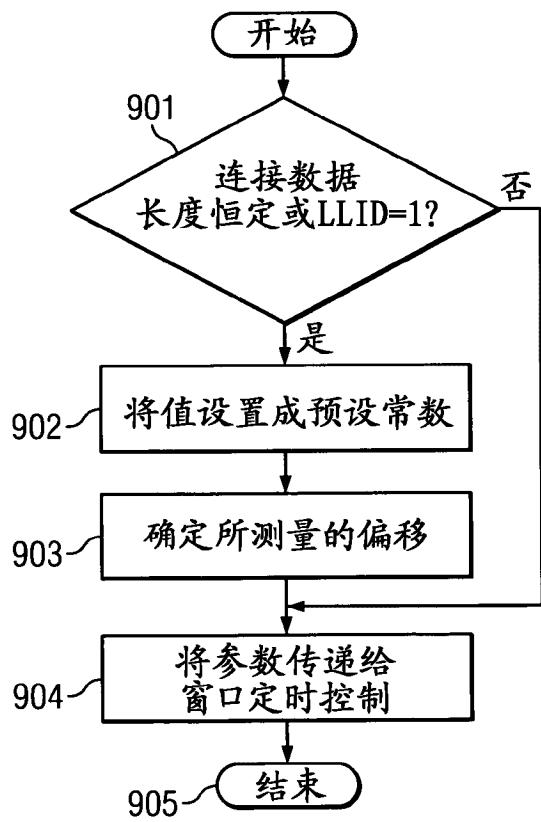


图 9

图 10

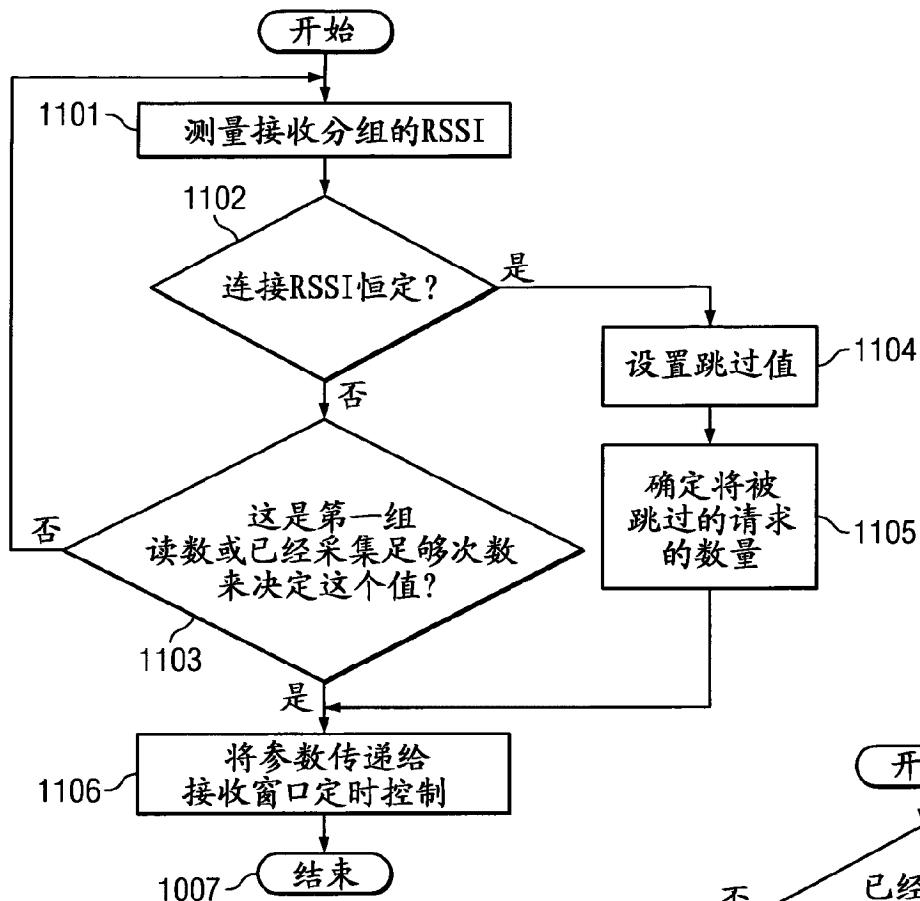


图11

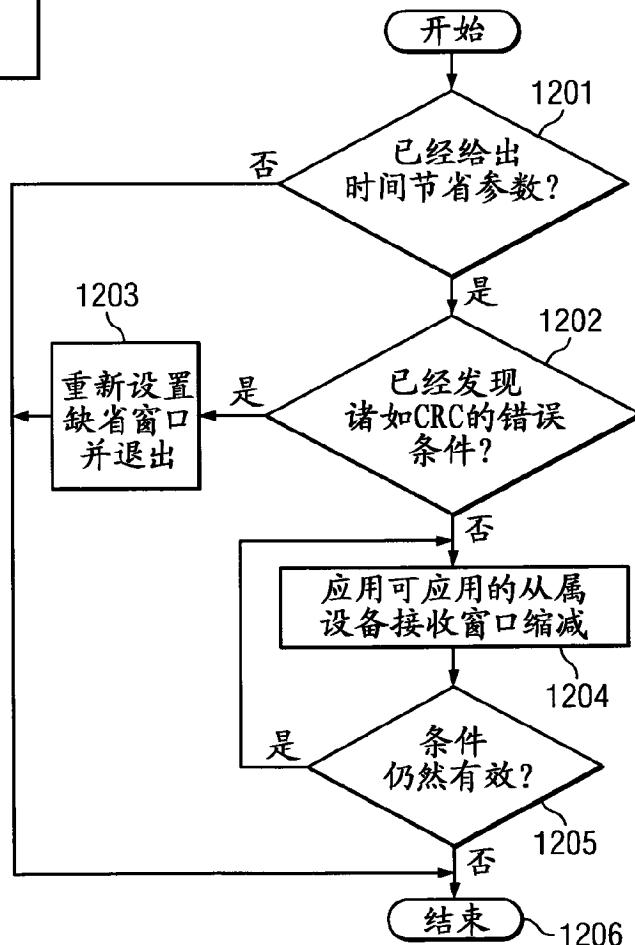


图12

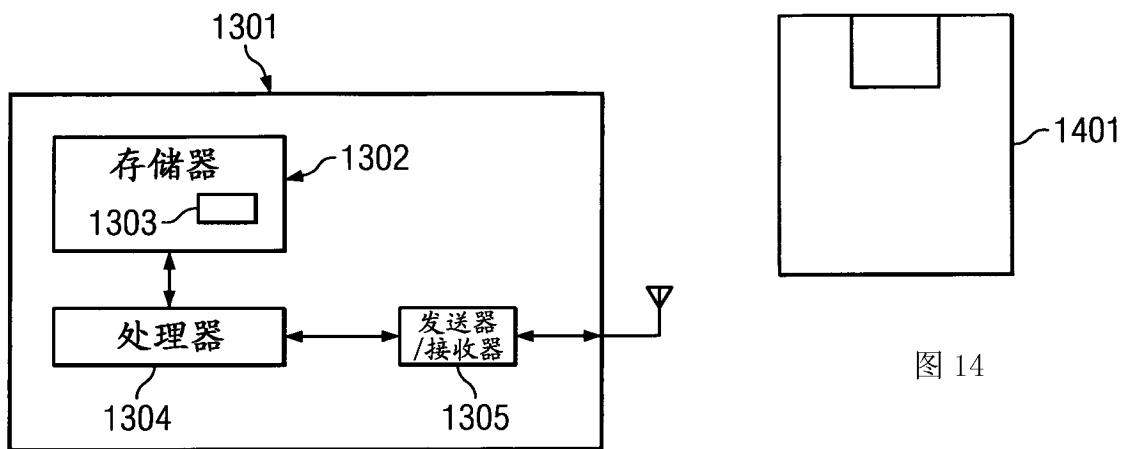


图 14

图 13

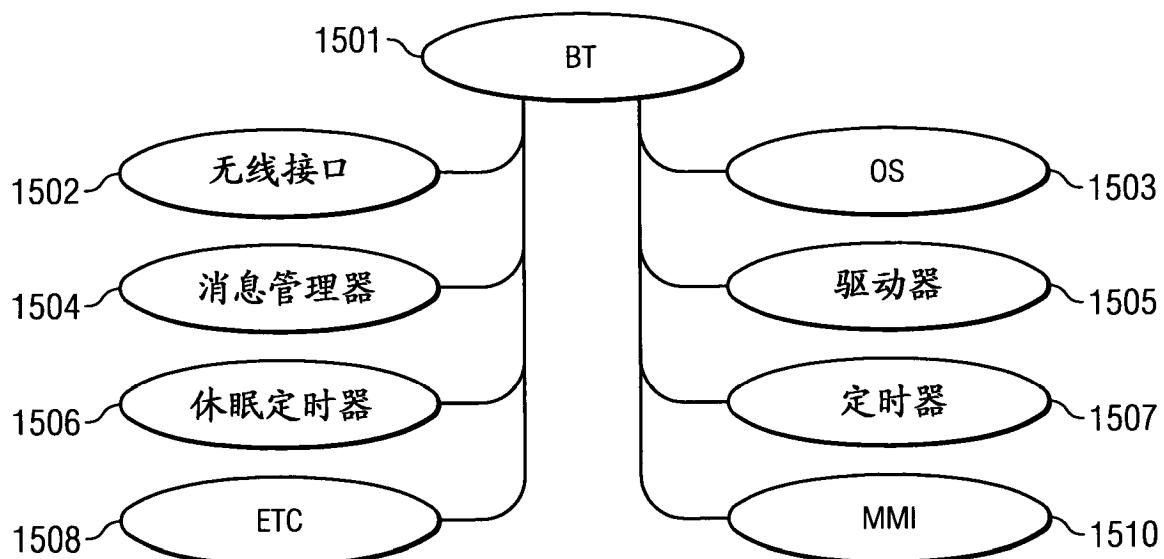


图 15