



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102625440 A

(43) 申请公布日 2012.08.01

(21) 申请号 201210026894.2

(22) 申请日 2012.01.29

(30) 优先权数据

11152178.7 2011.01.26 EP

(71) 申请人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 诺伯特·菲利普 瓦伦丁·克利森

史蒂文·托恩 蒂埃里·沃尔伦特

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王波波

(51) Int. Cl.

H04W 56/00 (2009.01)

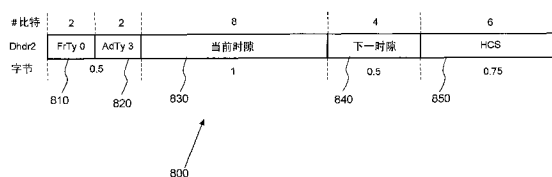
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

## (54) 发明名称

同步无线设备

## (57) 摘要

提出了一种经由无线网络将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步的方法。所述方法包括：经由专用的同步信道从第二无线设备向第一无线设备传输专用同步帧；在第一无线设备处接收所述专用同步帧；以及基于所接收的专用同步帧，将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。



1. 一种经由无线网络将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步的方法,所述方法包括:

经由专用的同步信道从第二无线设备向第一无线设备传输专用同步帧;

在第一无线设备处接收所述专用同步帧;以及

基于所接收的专用同步帧,将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括步骤:

基于所接收的数据帧或信标帧,将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。

3. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中当第一无线设备和第二无线设备之间的帧传输速率小于预定阈值时,执行经由专用同步信道传输专用同步帧的步骤。

4. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述专用同步帧包括没有数据字段的媒体访问控制 MAC 数据帧。

5. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述专用同步帧包括对由所述专用同步帧使用的时隙进行定义的信息,参考所述主基准时钟得出所述时隙。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中所述专用同步帧还包括对用于传输另一专用同步帧的时隙进行定义的信息。

7. 根据任一前述权利要求所述的方法,还包括步骤:

从所述第二无线设备传输信标帧,所述信标帧表示包括多个帧的超帧的开始;

在所述第一无线设备处接收所述信标帧;以及

基于所接收的信标帧来修改所述第一无线设备的基准时钟。

8. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述无线网络是基于磁感应 MI 的无线网络,并且其中所述第一无线设备和第二无线设备是基于 MI 的无线网络设备。

9. 一种具有基准时钟的无线设备,所述基准时钟经由无线网络与主基准时钟进行同步,所述无线设备包括:

接收单元,适用于经由专用同步信道接收专用同步帧;以及

处理器,适用于基于所接收的专用同步帧将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。

10. 根据权利要求 9 所述的无线设备,其中所述处理器还适用于基于所接收的数据帧或信标帧,将所述第一无线设备的基准时钟与所述第二无线设备的主基准时钟进行同步。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的无线设备,其中所述无线设备还包括:

传输单元,适用于经由所述专用同步信道传输专用同步帧。

12. 根据权利要求 11 所述的无线设备,其中所述传输单元还适用于当所述无线网络中的帧传输速率小于预定阈值时,经由所述专用同步信道传输专用同步帧。

13. 根据权利要求 9 至 12 中任一项所述的无线设备,其中所述专用同步帧包括没有数据字段的媒体访问控制 MAC 数据帧。

14. 根据权利要求 9 至 13 中任一项所述的无线设备,其中所述专用同步帧包括对由同步帧使用的时隙进行定义的信息,参考所述主基准时钟得出所述时隙。

15. 一种包括计算机程序代码装置的计算机程序,所述计算机程序代码装置适用于当

运行计算机时执行根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的步骤。

## 同步无线设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及同步无线设备,更具体地,涉及对无线网络中的无线设备进行同步。

### 背景技术

[0002] 无线网络设备典型地需要彼此同步以便避免可能会影响无线数据的正确接收的较大时间偏移。因此,从本地主时钟得出用于网络通信协议的定时是已知的。

[0003] 在无线网络设备中,例如基于磁感应 (MI) 的无线网络设备中,本地主时钟可以是 (MI) 物理层的 RC 振荡器、音频接口或外部晶体振荡器的主时钟。然后,将设备的协议处理器的芯片上本地振荡器锁定到这一主时钟,并且用于确定所述定时网络通信。典型地,将 MI 物理层的 RC 振荡器用作设备本地主时钟,以便限制功耗并且节省要求的物理空间 (换句话说,不要求外部的晶体振荡器)。

[0004] 由于诸如电压变化和本地芯片上温度变化之类的因素,MI 物理层的 RC 振荡器 (用作设备本地主时钟) 可以与其标称值偏离最大 1%。因此,不同网络设备的振荡器频率典型地需要进行同步,以避免影响无线帧的正确接收的较大定时偏移。

[0005] 将无线帧典型地分为特定部分和标准部分。作为示例,无线帧典型地具有 MAC 报头、有效载荷和帧校验序列 (FCS)。可以将无线帧组织为较大的结构,可以将所述较大的结构识别为超帧。可以将超帧划分为多个时隙,并且无线帧可以占据这样的超帧中的一个或多个时隙。超帧也可以包含信标帧来表示超帧的开始。

[0006] 用于保持网络设备同步的传统方法是频繁地发送信标帧。然而,频繁的信标帧传输消耗了带宽,减小了协议流效率。另外,如果只将信标帧用于时间同步,例如 0.5% 的频率偏差将在具有 256 个时隙的典型超帧的末端引起整个时隙失配 (miss-alignment)。

### 发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面,提出了一种经由无线网络将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步的方法,所述方法包括:经由专用的同步信道从第二无线设备向第一无线设备发送专用同步帧;在第一无线设备处接收所述专用同步帧;以及基于所接收的专用同步帧,将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。

[0008] 所提出的方法可以包括经由所述专用同步信道从第二无线设备到第一无线设备的同步信道的有条件安装和专用同步帧的有条件传输。同步信道可以只在用于同步目的的网络内传输的诸如数据和信标帧之类的其他帧的密度小于预定阈值时 (即对于适当的同步精度来说太低),才用于传输专用同步帧。

[0009] 提出了一种用于无线网络的同步信道的实现方式,对用于同步目的的其他无线帧 (例如信标帧、数据帧) 进行补充。同步信道能够在需要的任何时间实现专用同步 (sync) 帧的传输。可以只在其他无线帧的密度对于保持网络设备同步来说太低时才使用同步信道。同步帧的这种传输可以确保足够的帧密度来使得接收设备能够获得并且保持同步。

[0010] 所提出的方法可以排除更加频繁（持久）的信标的使用，信标的使用在可用带宽方面减小了网络通信协议的效率。当可以用于同步的其他无线帧的密度足够高时，也可以排除同步帧的使用。

[0011] 所提出的同步信道的使用可以只在需要的任何时间补充规则的帧。也就是说，可当帧密度足够高时可以修改同步信道以避免消耗带宽。

[0012] 实施例也允许使用 RC 振荡器，RC 振荡器减小了功耗并且有助于小型化。

[0013] 根据本发明的另一个方面，提出了一种具有基准时钟的无线设备，所述基准时钟用于经由无线网络与主基准时钟进行同步，所述无线设备包括：接收单元，适用于经由专用同步信道接收专用同步帧；以及处理器，适用于基于所接收的专用同步帧将第一无线设备的基准时钟与第二无线设备的主基准时钟进行同步。

[0014] 无线网络可以是基于磁感应 MI 的无线网络，并且所述第一和第二无线设备可以是基于 MI 的无线网络设备（例如无线助听设备）。

[0015] 在其他实施例中，无线网络可以是基于射频（RF）的网络。

## 附图说明

[0016] 现在将参考附图详细描述本发明的示例，其中：

[0017] 图 1a 示出了根据本发明实施例的单簇（single cluster）无线网络的示例；

[0018] 图 1b 示出了根据本发明实施例的多簇（multi-cluster）无线网络的示例；

[0019] 图 2 示出了根据本发明实施例的网络拓扑；

[0020] 图 3a 和 3b 示出了用于根据本发明实施例的无线助听应用的网络结构；

[0021] 图 4 示出了对于图 3a 和 3b 的结构进行修改，其中用植入耳蜗（Cochlear Implants）扩展了助听应用；

[0022] 图 5 是根据本发明实施例的无线助听设备的体系结构的方框图；

[0023] 图 6 说明了根据本发明实施例的媒体访问控制（MAC）帧的不同字段；以及

[0024] 图 7 说明了根据本发明实施例的同步帧。

## 具体实施方式

[0025] 在不同的图中已经将相同的参考数字用于表示相同的部件和层，并且不再重复其描述。

[0026] 将在供无线助听设备的家庭使用的所提出的网络协议的上下文中描述本发明的实施例。与用于无线助听设备的传统网络协议相比较，所提出的实施例可以提供改进的灵活性来建立连接。实施例也可以操作用于不同类型的物理层或者在多簇无线网络中操作。

[0027] 将基于所提出的网络协议的网络组织为具有分布智能和分布职责的网状网络。网状网络是一种用于在节点之间路由数据的方法。其通过在达到目的之前从节点到节点的“跳（hop）”，允许在彼此不在范围之内的设备之间建立连接。其通过修改跳序列来允许在断开或阻塞的路径周围重建连接。网状网络是自愈（self-healing）的：当节点断开或者连接变差时，将使用去往目的地的替代路径（当可用时）。结果，这种网络是非常可靠的。

[0028] 在与网络内的其他设备通信之前，设备首先必须加入网络。可以通过网络接入点（AP）来授权对于网络的接入。典型地，将在超帧的所谓随机接入通信（RAC）时隙中传输加

入请求。在设备能够向网络接入点发送加入请求之前,其必须找到指示超帧开始的信标帧,并且必须将其本地时钟与网络 AP 使用的主时钟进行同步,使得其可以正确地估计超帧的长度,并且确定 RAC 时隙的位置。为了实现快速准确的时钟和超帧同步,优选地,网络 AP 应该提供足够高密度的无线帧,适用于获得这种同步。根据本发明的一个方面,当需要时,可以通过安装允许附加同步帧的传输的专用同步信道来提供附加的同步帧。当网络 AP 已经传输了足够高密度的可以用于同步的其他无线帧(例如信标帧、数据帧)时,可能不需要这种专用信道的安装。

[0029] 根据典型实施例,将网络中的设备之间的通信组织为超帧结构,通过称作网络管理器(NWM)的中央设备来调度通信。这种设备创建网络,授权加入请求,并且确定将超帧的哪个时隙分配给所请求的通信信道。设备之间的通信可以是对等的,即直接从设备到设备(最终经由一个或多个跳),而不必经由网络管理器。

[0030] 在以下部分中将提供与典型网络协议有关的另外细节。

[0031] 网络创建观点

[0032] 从网络创建的观点来看,在本说明书中使用以下设备分类:

[0033] 从设备-从设备是可以加入已有无线网络的设备,但是从设备本身不能创建网络。如果没有发现网络,从设备可以在给定时间段内切换为待机,然后在其邻近范围再次搜索现用(active)网络。从设备典型地(但并非总是)是接收的数据比不得不发送的数据更多的设备。从设备典型地也是具有有限功率能力的设备。

[0034] 混合设备-混合设备是在其范围内没有找到已有无线网络的情况下可以创建新网络的设备。混合设备典型地(但并非总是)是一种发送的数据比不得不接收的数据更多的设备。当混合设备在其邻近范围检测到已有网络时,混合设备首先将按照与从设备类似的方式尝试加入这一网络。

[0035] 网络协议观点

[0036] 从网络协议的观点来看,可以将设备识别如下:

[0037] 网络管理器-NWM 是一种在给定的无线网络内用于以下处理的设备:处理加入请求,向想要加入网络的新设备分配网络专用地址,并且向请求的连接分配超帧时隙。缺省地,创建新无线网络的设备成为网络管理器。当更多的设备已经加入网络时,将 NWM 功能任选地移交给另一个设备。只有混合设备可以成为网络管理器。

[0038] 时钟主机(master)(CLM)-CLM 是向设备之间的无线通信提供基准时钟的设备。从由该设备传输的帧中得出时钟基准。无线网络的所有其他设备将其本地基准振荡器与该时钟标准进行同步。缺省地,创建新无线网络的设备成为时钟主机。当更多的设备加入网络时,可以将 CLM 功能移交给另一个设备。CLM 典型地是位于网络簇内部中心的源设备。只有混合设备可以成为时钟主机。时钟主机典型地也是网络管理器,尽管这不是强制的。

[0039] 接入点(AP)-AP 是使得新设备能够与无线网络的时钟主机进行同步的设备。AP 也处理这些设备的加入请求。只有混合设备可以成为接入点。缺省地,创建新无线网络的设备成为针对该网络的接入点。加入网络的其他混合设备也可以支持接入点功能。

[0040] 路由器-路由器是支持在彼此不能直接交谈的设备之间的消息和数据流的路由的设备,因为这些设备在彼此的范围之外,因此彼此不能直接交谈。在多簇网络中需要这种功能(如在以下标题为“网络拓扑”的部分中解释的)。只有混合设备可以用作路由器。

[0041] 邻居 – 当两个设备在彼此的传输范围和接收范围内时将这两个设备称作邻居。这意味着它们可以彼此双向通信,而无需路由器。否则它们彼此是隐藏的。

[0042] 网络拓扑

[0043] 创建无线网络的目的是为了在已经加入网络的不同设备之间实现双向通信。

[0044] 当无线网络内的所有设备 5 可以彼此直接通信时,将其称作单簇无线网络 10。这种网络 10 的示例如图 1a 所示。已经加入网络 10 的设备 5 用字母 A、B 和 C 来识别。双向箭头表示可能的通信流。对于该示例,假设设备 A 已经创建了无线网络。因此,设备 A 已经成为网络的网络管理器 (NWM)、时钟主机 (CLM) 和接入点 (AP)。

[0045] 将簇定义为可以沿两个方向彼此直接交谈的设备的集合。这种性质依赖于物理层的特性、设备之间的距离和无线信道中的可能障碍。簇概念可以用于如图 1a 所示的图形表示,以表示哪个设备在彼此的范围内,以及哪个设备在范围外。

[0046] 设备 B 和 C 可以成为针对网络簇 1 的附加接入点。当激活这一功能时,对于设备 A 范围之外的设备仍然可以经由设备 B 和 C 加入网络。这种网络结构的示例如图 1b 所示。在这种情况下,设备 D 可以经由接入点 B 加入网络 10,而设备 E 可以经由接入点 C 加入网络。当授权它们的加入请求时,获得了由 3 个网络簇组成的多簇无线网络 20。簇 1 包含设备 A、B 和 C,簇 2 包含设备 B 和 D,以及簇 3 包含设备 C 和 E。在这种情况下,设备 B 可以是用于在设备 A 和 D 之间传输消息的路由器,而设备 C 可以是用于在设备 A 和 E 之间传输消息的路由器。

[0047] 当设备 D 想要向设备 E 发送消息时,需要两个路由器:设备 B 和设备 C。

[0048] 设备 B 和 C 将它们的本地基准振荡器和时基与时钟管理器 (设备 A) 的主时钟进行同步。设备 D 和 E 将它们的本地基准振荡器和时基与分别由设备 B 和 C 传输的帧进行同步。作为结果,它们也与网络管理器 (CLM) 的主时钟 (间接地) 同步。

[0049] 如图 1b 所示的多簇网络也可以是异质无线网络。例如,这是当簇 1 使用具有 RF 无线电的物理层而簇 2 和 3 使用具有 MI 无线电的物理层的情况。当设备 B 和 C 都具有物理层时,它们可以用作桥,使得可以按照与多簇网络类似的方式获得互连设备的一个总网络。

[0050] 网络协议层可以将 PHY- 专用网络抽象 (abstraction) 识别为单簇、多簇或异质网络。代替地,可以在邻居、下一跳和跳计数方面对设备之间的通信关系进行特征化。可以将不同设备之间的可用通信链接明显地示出和特征化为对称或非对称。按照这种方式,除了将路由器设备识别为路由器或桥之外,不必在多簇网络和异质网络之间进行区分。根据这种观点,可以将图 1b 的网络拓扑表示为如图 2 所示。

[0051] 双箭头线表示链接是对称的,例如设备 D 可以从设备 B 接收数据,并且设备 B 可以从设备 D 接收数据。当链接是非对称的时,使用单箭头线,例如设备 D 可以从设备 A 接收数据,但是设备 A 不能从设备 D 接收数据。这种链接不能用于建立连接。虚线用于表示链接不是可靠的。这意味着设备 D 可能 (偶尔) 会从设备 A 接收有效信标,但是从 A 到 D 的数据流可能包含错误、或者甚至可能规律地中断。

[0052] 信标信道可以在超帧的时隙 0 开始。信标信道可以用于传输信标帧,信标帧包含传输信标的设备地址、网络管理器地址和分配给随机接入信道和控制信道的时隙。控制信道可以是无连接通信 (CLC) 信道,CLC 信道可以用于按照有组织的方式在网络内的设备之间发送控制消息,例如目的在于避免控制消息的冲突。想要加入网络的设备可以要求这种

信标信息。信标帧也可以用于监测设备的存在。

[0053] 当同步信道没有传输足够量的数据帧以使得邻居设备能够得到同步并且保持同步时,可以由网络接入点使用同步信道来传输同步帧。这种同步信道可以在新网络的创建和设置期间使用。

[0054] 随机接入通信 (RAC) 信道可以由设备用于向网络接入点发送加入请求。RAC 信道也可以由加入的设备来使用,加入的设备还没有接入控制信道来向网络内的其他设备发送消息。

[0055] 同步

[0056] 在每一个设备中,从本地主时钟得出用于通信协议的定时。本地主时钟可以是 MI 物理层的 RC 振荡器、音频接口的主时钟或外部晶体振荡器。将协议处理器的芯片上本地振荡器锁定到这一主时钟,并且用于确定针对帧和超帧的定时。在要求低功率和小形成因子 (form factor) 的一些实施例中,可以使用芯片上 RC 振荡器。这种 RC 振荡器可以与其标称值偏离最高 1%。在基于 MI 网络用途的设备使用这一 RC 振荡器作为协议处理器的时钟基准的情况下,需要将不同设备的振荡器频率与网络主时钟进行同步,以便避免较大的时间偏移。

[0057] 缺省地,网络管理器 (NWM) 的 RC 振荡器成为整个无线网络的主时钟。因此,将其用标称设置来配置。

[0058] NWM 利用从其本地 RC 振荡器得出的定时和载波频率来传输信标帧、同步帧和 / 或数据帧。优选地,将这些帧的密度设置为足够高以保持其他设备同步。

[0059] 每一个设备的协议处理器知晓像信道速率、时隙大小和超帧大小之类的基本通信参数。当检测到载波并且发现帧同步时,MAC 层可以按照以下方式调节其时基的相位:使得将本地产生的时隙与在时隙开始处接收到的帧同步对齐。

[0060] 当集成相位误差偏离 0 时,本地时钟基准运行地或者太快或者太慢。因此,MAC 层可以产生用于其本地主时钟 (即 RC 振荡器) 的频率校正信号,以将集成相位误差的平均值减小为零。除了这种较慢的反馈回路之外,MAC 处理器还可以在数字时基中提供附加的相位校正,以保持其本地时基基准与接收到的帧对齐。按照这种方式,网络的每一个无线设备可以将其本地 RC 振荡器及其超帧时基与网络管理器的 RC 振荡器和时基进行同步。

[0061] 可选地,设备可以向无线网络的时钟主机偶然地发送“时钟信息”消息,包含其本地 RC 振荡器的频率控制值。按照这种方式,时钟主机可以验证所有控制值是否在优选的工作范围内,并且如果需要可以 (逐渐地) 改变其本地振荡器控制值。

[0062] 同步帧的使用

[0063] 在以上部分中 (标题为“同步”) 提到了可以将 MI 物理层的 RC 振荡器用作基于 MI 的无线网络 (例如,网络管理器的 RC 振荡器) 的主时钟。MI 物理层的 RC 振荡器的频率不像由晶体振荡器产生的频率那样稳定,并且其可能在例如电源电压变化和本地芯片上温度变化的影响下相当快地变化 (在典型地 1% 的容限范围内)。

[0064] 如果仅将信标帧用于时间同步,例如 0.5% 的频率偏差将引起在具有 256 个时隙的典型超帧末端处的完全时隙失配。这种较大的偏差是不可接受的。

[0065] 在一些实施例中,目的设备可以接收进度表,用于接收数据帧,并且目的设备可以使用在这些时隙中接收到的帧的位置作为时间基准。不是网络管理器的设备可以调度专用



接收时隙来保持与另一个网络设备（例如 NWM）同步。可以只检测帧 sync 字的位置，并且可以验证帧报头校验和来减小错误 sync 字检测的概率。因为帧的有效载荷与获得同步信息无关，可以忽略帧的有效载荷。将这种位置与从时基获得的期待位置（=时隙的开始）进行比较，并且然后可以对时基的偏差进行校正。

[0066] 当网络管理器想要创建网络时，还没有数据帧进行传输，并且信标帧的密度可能对于实现其他设备的同步而言太低。因此，根据所提出的实施例，网络管理器可以传输具有足够高密度的附加同步帧，所述密度高到足以保持其他设备在其传输范围内同步。所提出的同步帧可以是无数据的（即，没有数据字段并且没有数据校验和字段），或者所提出的同步帧可以包含特定的同步信息，例如超帧中的时隙个数以及传输特定同步帧的时隙索引（index）。按照类似的方式，网络接入点也可以当需要时传输附加的同步帧，例如在其传输的信标帧和数据帧的密度太低以至于不能将其他设备保持在其传输范围内进行同步的情况下。

[0067] 当网络管理器或网络接入点开始传输数据时，同步帧的一部分或全部可以用数据帧来代替。如果所传输的数据帧的密度太低，可以插入附加的同步帧。如果它们传输的数据帧的密度（速率）太低（即小于预定阈值），其他网络接入点也可以从 NWM 接收针对附加同步帧信道的调度。

[0068] 现在将进一步基于一些典型的使用示例来描述针对所提出的通信协议的功能的概述。这种概述并没有覆盖所有可能的使用情况。概述简单地用于强调一些典型的目标应用。对于物理层，将像“无线助听收发机”和“助听网络”的上位名称用于提供对可以使用的无线系统（MI 或 RF）的类型的抽象。

[0069] 基本无线配置

[0070] 在图 3A 和 3B 中示出了用于基本无线助听应用的典型网络配置。包括以下设备：

[0071] - 两个“耳后”（BTE）听力装置 50；

[0072] - 移动电话（MPH）55 或遥控器（RC）55；以及

[0073] - 音乐中心（MC）60 或适配站（FS）60。

[0074] 假设所有设备具有集成无线助听收发机和集成 MAC 协议处理器。

[0075] 在图 3A 中，示出了多个典型的视频流，而图 3B 示出了在相同设备之间的一些典型数据流。在只考虑数据的情况下，可以用 RC 来代替 MPH 55。协议可以同时支持音频和数据。数据流可以是低速率（例如用户接口信息、链路状态和控制）或者高速率（例如连接设置、固件上载、适配数据），但是数据流典型地不像视频流那样是时间限制的。

[0076] 扩展的无线配置

[0077] 可以将基本无线配置看作是单簇助听无线网络，支持在前述部分中的目标应用。

[0078] 在一些实施例中，可以利用针对左耳和 / 或右耳的植入耳蜗（CI）来扩展无线助听应用。这种设备的功耗需要非常低，并且因此这些设备的传输范围也将非常低。期待的是 CI 只能够与特定耳朵的 BTE 通信，尽管不能确保其信号不会被其他设备捕捉到，例如其他耳朵的 BTE。

[0079] 在图 4 中示出了这种扩展配置的典型设置。

[0080] 基本无线配置是簇 3（CL3），其中两个 BTE 50 是现有的并且一个无线助手 65（WA2）。例如，WA 可以是音乐中心和遥控器的组合。这种基本无线助听系统可以用两个

植入耳蜗 CI1 和 CI2 来扩展。这些植入物具有分别由第一簇 (CL1) 和第二簇 (CL2) 表示的传输范围。

[0081] 期待的是在典型的使用情况下,植入耳蜗将不能够按照可靠的方式从簇 3 将接收数据帧,它们也不能够将数据传输给除了附近的 BTE 设备之外的其他设备。因此,设备 BTE1 和 BTE2 不得不将音频流 a1、a2 和数据流 d1、d2 经由流 a3、a4 和 d3、d4 分别转发至 CI1 和 CI2。它们也不得不沿相反的方向转发数据分组,即从 CI 设备到 WA 设备。

[0082] 不能确保不同的簇将不会彼此干扰。簇 3 可能与第一簇 (CL1) 和第二簇 (CL2) 重叠。因此,这种配置可能要求必须由无线链路的物理层提供的额外数据容量。这可以通过提高链路的数据率、或者通过按照不同的频率操作不同的簇、或者通过使用不同的物理层 (参见以下标题为“异质无线配置”的部分) 来获得。

[0083] MAC 层可以支持数据分组 (音频流和异步数据) 的转发,并且优选地 MAC 层能够将不同簇中的数据流进行同步,考虑了上述的不同物理层实现方法。

[0084] 异质无线结构

[0085] 像图 4 所示的扩展无线配置可以对所有簇使用相同的物理层 (例如磁感应),但是也可以对簇之一选择不同的物理层。

[0086] 已知 MI 链路具有有限的范围,这可能会引起在无线助手和 BTE 设备之间的连接问题。因此,替代的方法可以是簇 3 使用 RF 物理层来代替 MI 物理层,因为 RF 链路可以提供更大的范围。如果簇 1 和 2 使用 MI 物理层,BTE 设备必须包括两个物理层 (MI 和 RF)。这些设备也必须在两个域之间按照与所有簇使用相同物理层的类似方式桥接数据。

[0087] 对于这种配置,优选的是对于两个物理层域使用单独的 MAC 控制器。这意味着必须对两个 PHY 提供接口。优选地,MAC 层应该支持在两个域之间的数据分组 (音频流和异步数据) 的转发,并且还能够不同簇之间同步数据帧,以便保持用于音频应用的总等待时间较低并且可控。

[0088] 在图 5 中示出了根据本发明实施例的无线助听设备的示例性体系结构。

[0089] MAC 帧概念

[0090] 在一些实施例中,MAC 协议可以使用在具有固定长度的多个时隙中细分的超帧。超帧可以包含帧的集合。帧可以具有一个或多个时隙的长度,并且在时隙的边缘开始。超帧可以包含不同的帧类型,像数据帧、音频帧、信标帧和同步帧。

[0091] 不管是信标帧、音频帧、数据帧还是同步帧,帧可以具有类似的结构。每一个帧可以包含前同步码 (preamble)、同步字、报头字段、数据字段和 CRC/FEC 字段。帧之前可以是起始间隙,用于激活所要求的硬件块。

[0092] 在图 6 中示出了帧的不同字段,并且下面将进行描述。

[0093] 起始字段 700

[0094] 起始字段 700 表示从待机模式切换到 RX 或 TX 模式所需的时间、或者从 RX 切换至 TX 所需的时间,反之亦然。起始字段也可以包括 PLL 电路达到“锁定”状态所需的时间。

[0095] 前同步码字段 710

[0096] 前同步码是用于将接收机中的数据时钟恢复系统与输入比特流同步的比特序列。前同步码是 PHY- 专用的,并且典型地可以是具有一字节长度,值为 01010101 或 10101010。

[0097] Sync 字段 720

[0098] Sync 字段用于表示帧的开始,并且用于表示获得正确的字对齐以对帧的后续序列进行解码。Sync 字段也可以用于识别目的地址或者用于识别帧类型。sync 字段可以是 PHY 专用的。

[0099] 报头字段 730

[0100] 报头字段可以包含帧专用信息,像帧尺寸、源地址、目的地址、数据字段的长度、有效载荷专用信息等。也可以添加报头专用的 CRC 字段。报头字段是应用专用的,并且优选地应该是 PHY 无关的。然而,MAC 层可能需要对其进行分析以确定帧的长度。

[0101] 数据字段 740。

[0102] 数据字段可以包含要传输的实际数据。典型的数据类型是(压缩)音频采样、用户接口数据、高速数据和 MAC 控制消息。数据字段是应用程序专用的并且应该是 PHY- 无关的。

[0103] 有效载荷字段 750

[0104] 有效载荷字段包括报头字段 730 和数据字段 740。这一字段可以是应用程序专用的,并且不能通过 MAC 层修改。

[0105] CRC/FEC 字段 760

[0106] 可以通过前向纠错(FEC)码来保护有效载荷 750,例如里德所罗门分块编码或者利用维特比解码的卷积编码。FEC 典型地用于对接收到的数据流中的比特误差进行校正。

[0107] 也可以添加覆盖数据字段并且最终也覆盖报头字段的循环冗余校验(CRC)。可以将其用于验证 CRC- 保护的数据块是否包含比特误差。基于接收机一侧的 CRC 测试结果,自动重复请求(ARQ)过程可以在检测到不匹配的情况下发起帧的重传。

[0108] 帧体字段 770

[0109] 帧体字段包括有效载荷字段 750 和 CRC/FEC 字段 760。

[0110] 空闲字段 780

[0111] 空闲字段 780 表示帧的末端与下一个时隙开始之间的间隙。在这一时间段期间,PHY 和 MAC 可以切换到待机模式以节能。

[0112] 数据帧可以用于携带需要保证的可靠数据递送,与 TCP/IP 数据分组类似。音频帧可以用于携带像音频那样的流数据,对于这样的流数据及时的递送比有保证(比特真实)的递送更加重要。信标帧可以用于表示超帧的开始,并且可以包含与超帧结构有关的数据。同步帧可以用于使得无线设备的物理层与无线网络中的其他设备同步,并且保持与这些设备同步。这些帧可以包含同步专用数据。

[0113] 同步帧可以用于使得当超帧近似为空时,接收机能够保持与发射机频率和发射机信道时钟同步。

[0114] 信标帧可以用于表示超帧的开始,并且提供与后续超帧的组织有关的特定信息。

[0115] 以下子部分提供与同步帧格式有关的更多详情。

[0116] 在正常工作条件下,接收设备通过测量信标帧之间以及调度的音频或数据帧之间的距离、并且通过当测量的距离(用基准时钟周期的个数来表达)偏离期待值时通过调节基准时钟来保持锁定到发送设备。

[0117] 可以在网络初始化期间使用同步帧,使得接收机能够迅速地锁定到建立网络的设备。也可以通过用于流传输(音频)数据的候选源设备来使用同步帧,以当超帧近似为空

时保持候选目的设备锁定。当接收设备使用内部基准振荡器时这可能是需要的,内部基准振荡器可以具有作为时间函数的相对较大的频率漂移,例如 RC 振荡器。

[0118] 根据所提出的实施例的同步帧是具有特定有效载荷的帧,特定有效载荷只具有报头字段。换句话说,所提出的同步帧可以看作是数据帧的特定情况,其中数据帧没有数据字段。

[0119] 在图 7 中示出了根据实施例的同步帧 800 的有效载荷字段。

[0120] 从图 7 中可以看出,同步帧 800 是具有特定帧类型(例如“0”)和特定地址类型(例如“3”)的数据帧。这一信息之后,报头字段 730 也包含以下字段:

[0121] - 当前时隙值 830,表示当前同步帧使用的时隙;

[0122] - 下一时隙值 840,参考当前时隙值+1,与其中将传输下一同步帧的时隙的偏移;

[0123] - 报头校验和 HCS 850,用于规则数据帧的报头。

[0124] 这种同步帧比规则数据帧更短,使得空闲时间段 780 可以较大。在这一时间段期间,发射机可以切换到待机模式,而接收机可以执行将其本地基准时钟及其 RF 调谐电路进行对齐所需要的任意调节。因为这种同步帧较短,其将典型地只占用一个时隙。

[0125] 可以通过搜索具有特定帧类型(例如“0”)和特定地址类型(例如“3”)的数据帧来检测同步帧。当发现匹配时,可以验证报头校验和 HCS。在没有检测到比特误差的情况下,已经发现有效同步帧的概率相当高。

[0126] 下一时隙字段表示多少个时隙之后将传输下一个同步帧。如果在这一位置也发现有效同步帧,可以假设接收机与发射机同步。

[0127] 接收机可以使用下一时隙值来在同步帧之间保持处于(低功率)待机模式。下一时隙偏移也指的是其中将传输信标帧的时隙(例如时隙 0)。

[0128] 在一些实施例中,网络管理器可以确定必须传输同步帧的重复率。在其他实施例中,设备可以通信在帧同步之间允许的最大距离以保持锁定。可以在设备的恢复过程期间来提供这一信息。

[0129] 可以在专用的同步信道中传输同步帧。当用音频帧和/或数据帧足够地填充了超帧时可以去掉这一信道,使得设备可以使用这些帧的同步字来保持同步。

[0130] 各种修改对于本领域普通技术人员是清楚明白的。

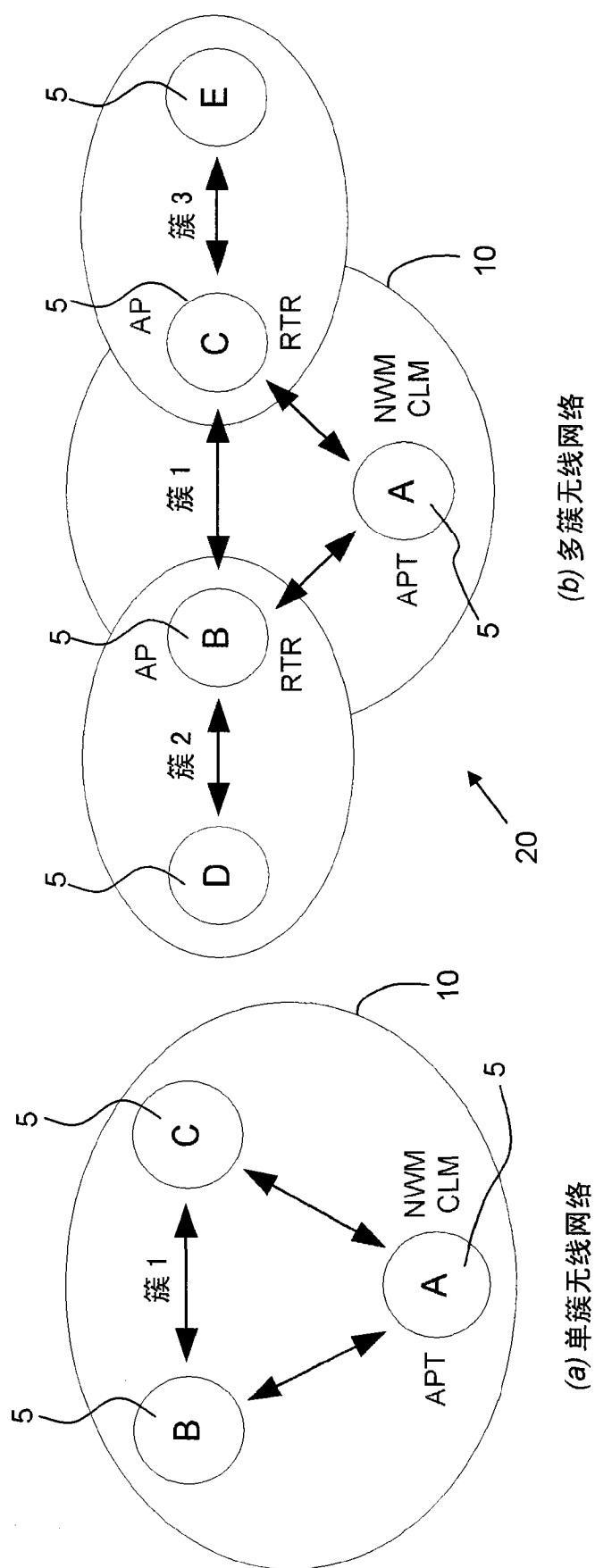


图 1

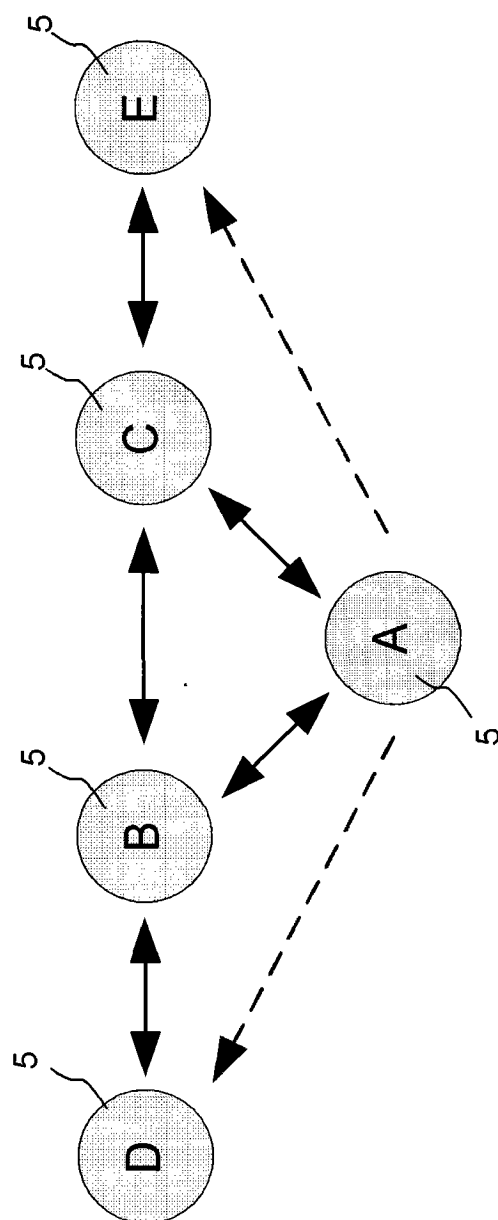


图 2

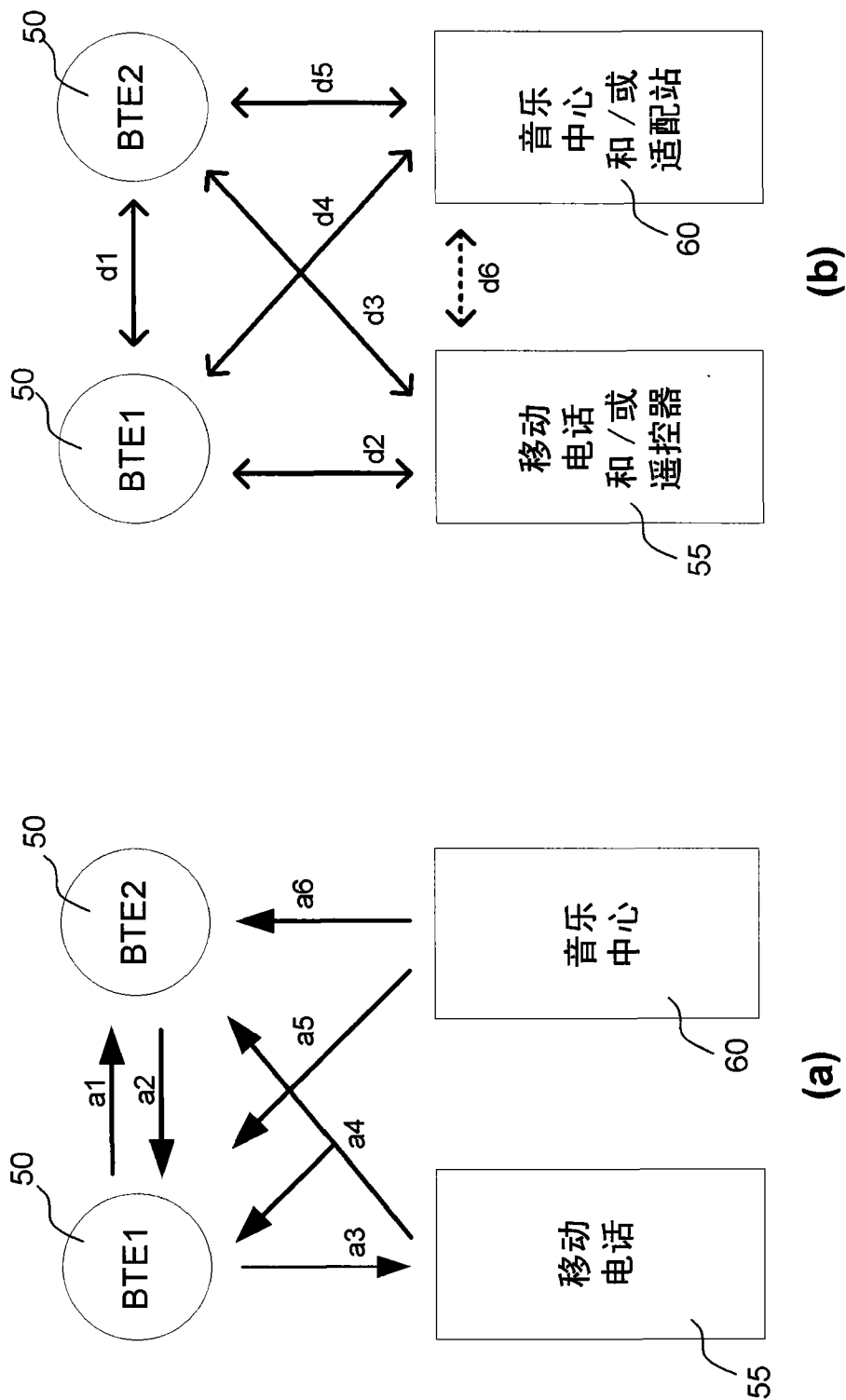


图 3

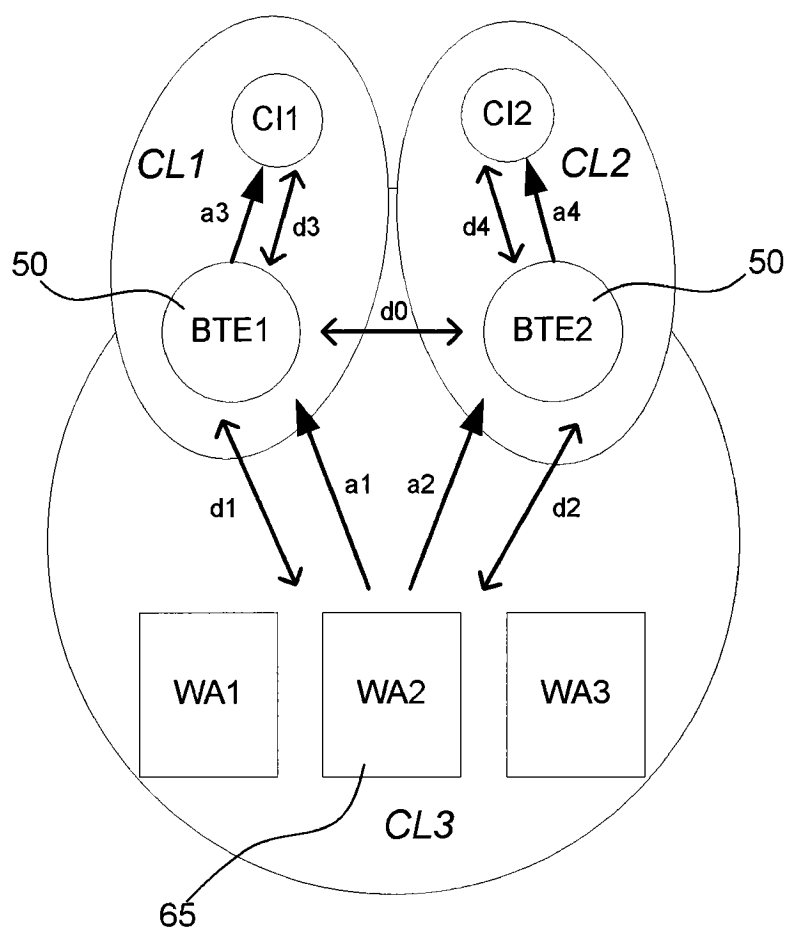


图 4



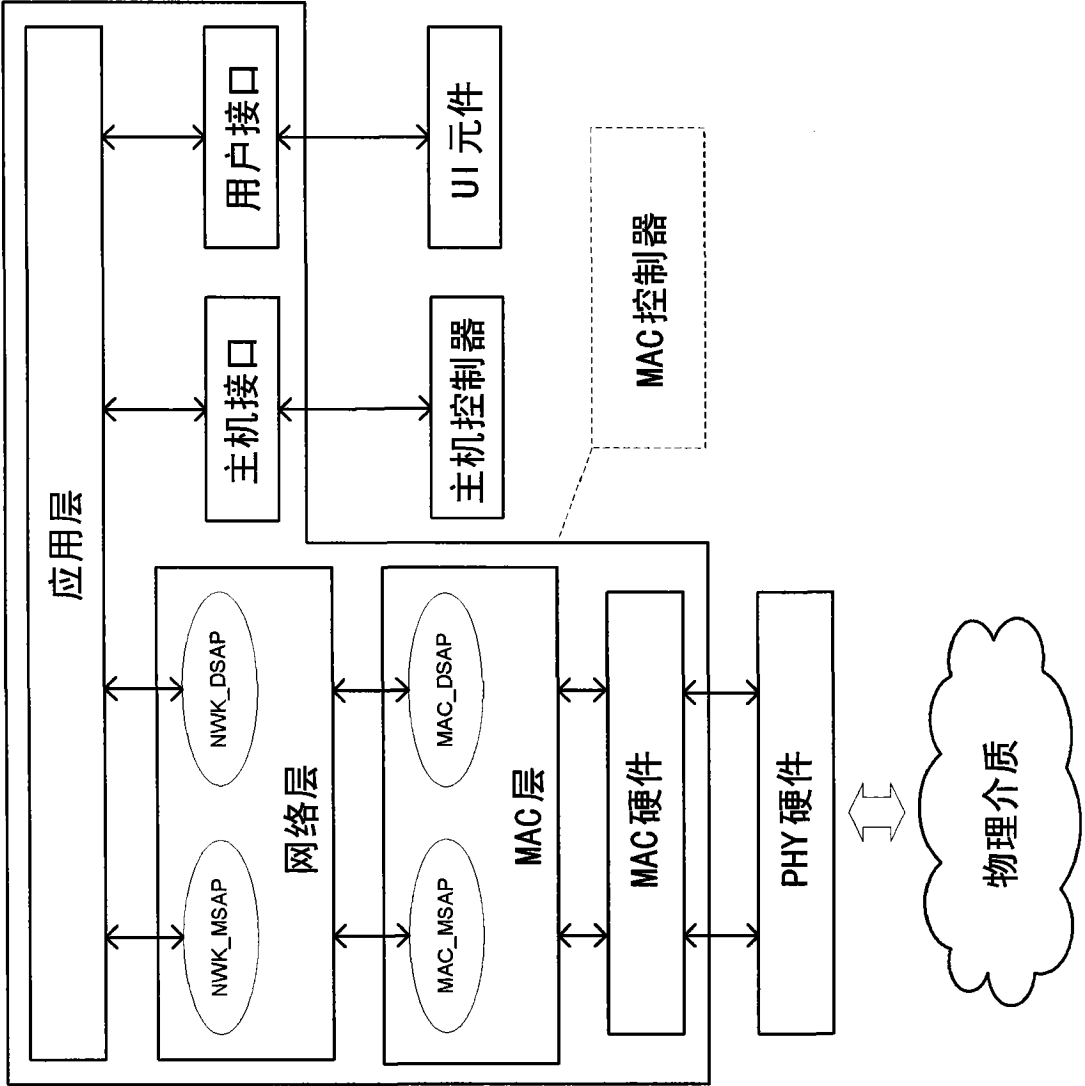


图 5

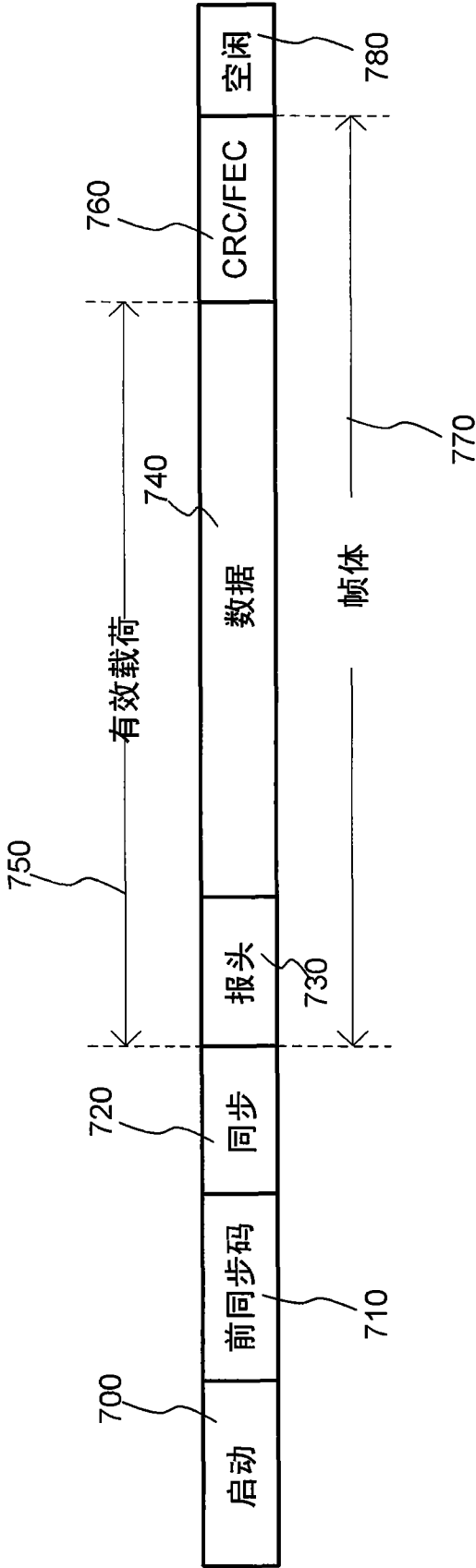


图 6

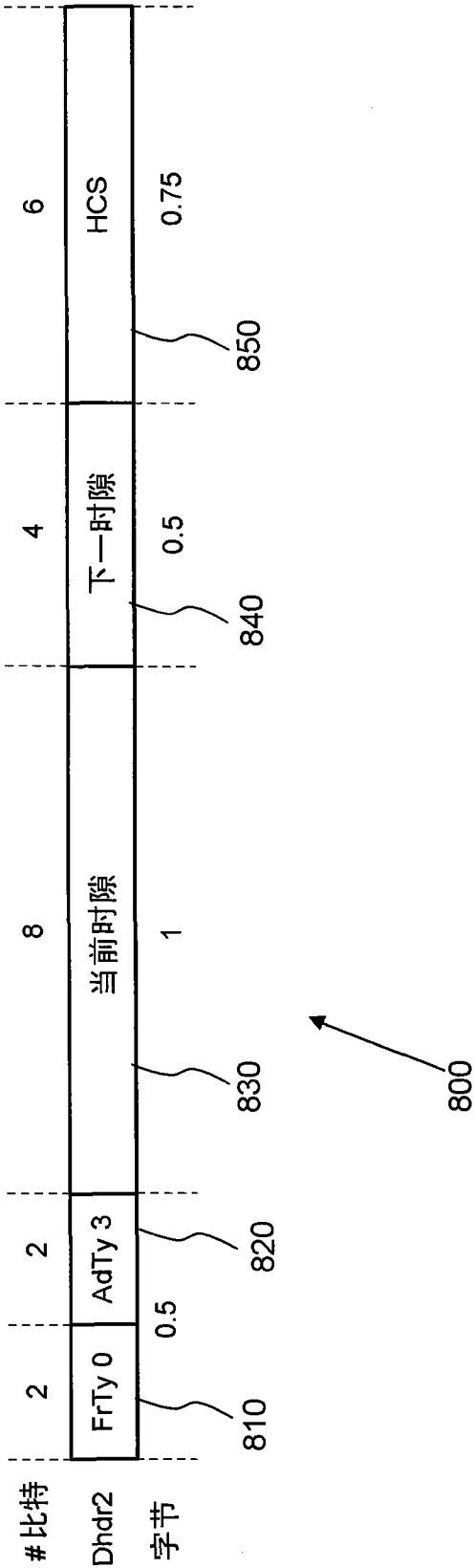


图 7