(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102696240 B
(45)授权公告日 2016.02.24

(21)申请号 201080040075.2
(22)申请日 2010.09.10
(30)优先权数据
61/276,266 2009.09.10 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/048337 2010.09.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/031910 EN 2011.03.17
(73)专利权人 美国高思公司
地址 美国威斯康星
(72)发明人 M·C·迪尼斯库 J·马扎 A·库简斯基 B·加扎 M·萨甘
(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 11038
代理人 高青
(51)Int.Cl.
H04R 5/033(2006.01)
(56)对比文件
US 2009052667 A1,2009.02.26,
CN 101004934 A,2007.07.25,
US 2009083372 A1,2009.03.26,
US 7277692 B1,2007.10.02,
US 2009106357 A1,2009.04.23,
US 2008226094 A1,2008.09.18,
审查员 刘柳群

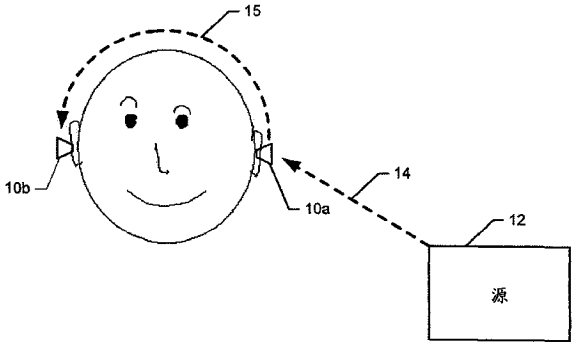
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

同步无线耳机

(57)摘要

同步播放从源接收的音频的电声扬声器设备。在一个实施例中,一个扬声器充当主扬声器,另一个扬声器充当从属扬声器。主扬声器从源接收数字音频数据,并且除了播放从源接收的数字音频之外,主扬声器还把数字音频转发给从属扬声器。主扬声器另外向从属扬声器发送同步数据,诸如指示主扬声器的缓冲器状态或重放位置的数据。从属扬声器利用来自主扬声器的同步数据来调整例如其缓冲器状态或者重放位置,使得这两个扬声器同步(例如,在30毫秒内)播放音频。在一个实施例中,主扬声器利用面向连接的协议,比如TCP/IP把缓存的音频数据发送给从属扬声器,并使用无连接协议,比如UDP或ICMP用于同步数据。另外,扬声器可以转变作为主扬声器和从属扬声器的角色。



CN 102696240 B

1. 一种用于保持第一和第二声扬声器设备的音频重放的同步的装置，包括：

包括第一声换能器和第一收发器的第一声扬声器设备，其中，第一收发器接收和发送无线信号；和

包括第二声换能器和第二收发器的第二声扬声器设备，其中，第二收发器接收和发送无线信号，其中，第一和第二扬声器设备无线地通信，并且其中：

第一声扬声器设备和第二声扬声器设备用于同时播放音频；

第一声扬声器设备和第二声扬声器设备通过以下方式保持同步：

在第一声扬声器设备和第二声扬声器设备同时输出音频的时间段期间，第一声扬声器设备向第二声扬声器设备无线地发送包含 (1) 用于同时输出的音频的数字音频数据和 (2) 同步数据的数据；

第一声扬声器设备经由面向连接的通信协议向第二声扬声器设备无线地发送数字音频数据；

第一声扬声器设备经由无连接通信协议向第二声扬声器设备无线地发送同步数据；以及

第二声扬声器设备使用所述同步数据来保持与第一声扬声器设备的同步。

2. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，经由面向连接的通信协议发送的数字音频数据包括 TCP/IP 协议数据分组。

3. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，经由无连接通信协议发送的同步数据包括 UDP 协议数据分组。

4. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，经由无连接通信协议发送的同步数据包括 ICMP 消息。

5. 按照权利要求 1 所述的装置，其中：

经由面向连接的通信协议发送的数字音频数据包括 TCP/IP 协议数据分组；以及

经由无连接通信协议发送的同步数据包括 UDP 协议数据分组。

6. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，第一声扬声器设备包括第一耳机，以及第二声扬声器设备包括第二耳机。

7. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，第一声扬声器设备发送给第二声扬声器设备的数字音频数据包括经由第一无线通信链路从无线数字音频源接收并缓存在第一声扬声器设备的第一缓冲器中的接收数字音频数据。

8. 按照权利要求 7 所述的装置，其中，第一声扬声器设备经由第二无线通信链路向第二声扬声器设备无线发射。

9. 按照权利要求 8 所述的装置，其中：

第一无线通信链路包括 Wi-Fi 通信链路；以及

第二无线通信链路包括 Wi-Fi 通信链路。

10. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，所述同步数据包含第一声扬声器设备的音频重放数据。

11. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，所述同步数据包含时钟同步数据。

12. 按照权利要求 11 所述的装置，其中，所述时钟同步数据包含心跳信号。

13. 按照权利要求 7 所述的装置，其中，所述同步数据包含第一声扬声器设备的第一缓

冲器的缓冲器状态数据。

14. 按照权利要求 7 所述的装置，其中，第二声扬声器设备包含用于缓存从第一声扬声器设备接收的数字音频数据的第二缓冲器。

15. 按照权利要求 14 所述的装置，其中，第一声扬声器设备定期地向第二声扬声器设备发送所述同步数据。

16. 按照权利要求 15 所述的装置，其中，第二声扬声器设备被配置成跟踪从第一声扬声器设备接收所述同步数据之间的时间间隔。

17. 按照权利要求 16 所述的装置，其中，第二声扬声器设备被配置成根据所跟踪的从第一声扬声器设备接收同步数据之间的时间间隔，计算对于第二声扬声器设备的第二缓冲器的状态调整。

18. 按照权利要求 1 所述的装置，其中，第一和第二声扬声器设备被配置成使得在一段工作时间之后，第二声扬声器设备 (1) 经由面向连接的通信协议向第一声扬声器设备无线地发送数字音频数据，以及 (2) 经由无连接通信协议向第一声扬声器设备无线地发送同步数据。

19. 一种用于保持第一和第二声扬声器设备的音频重放的同步的方法，其中，第一和第二声扬声器设备无线地通信，所述方法包括 ：

在第一声扬声器设备和第二声扬声器设备同时输出音频的时间段期间，第一声扬声器设备向第二声扬声器设备无线地发送包含 (1) 数字音频数据和 (2) 同步数据的数据，其中 ：

第一声扬声器设备经由面向连接的通信协议向第二声扬声器设备无线地发送数字音频数据 ；

第一声扬声器设备经由无连接通信协议向第二声扬声器设备无线地发送同步数据 ；以及

第二声扬声器设备使用所述同步数据来保持与第一声扬声器设备的同步。

20. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，经由面向连接的通信协议发送的数字音频数据包括 TCP/IP 协议数据分组。

21. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，经由无连接通信协议发送的同步数据包括 UDP 协议数据分组。

22. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，经由无连接通信协议发送的同步数据包括 ICMP 消息。

23. 按照权利要求 19 所述的方法，其中 ：

经由面向连接的通信协议发送的数字音频数据包括 TCP/IP 协议数据分组 ；以及

经由无连接通信协议发送的同步数据包括 UDP 协议数据分组。

24. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，第一声扬声器设备包括第一耳机，第二声扬声器设备包括第二耳机。

25. 按照权利要求 19 所述的方法，进一步包括 ：

第一声扬声器设备经由第一无线通信链路从无线数字音频源无线地接收数字音频数据 ；以及

第一声扬声器设备把来自无线数字音频源的数字音频数据缓存在第一声扬声器设备

的第一缓冲器中，其中，

第一声扬声器设备发送给第二声扬声器设备的数字音频数据包含缓存在第一声扬声器设备的第一缓冲器中的数字音频数据。

26. 按照权利要求 25 所述的方法，其中，第一声扬声器设备经由第二无线通信链路向第二声扬声器设备无线发射。

27. 按照权利要求 26 所述的方法，其中：

第一无线通信链路包括 Wi-Fi 通信链路；以及

第二无线通信链路包括 Wi-Fi 通信链路。

28. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，所述同步数据包含第一声扬声器设备的音频重放数据。

29. 按照权利要求 19 所述的方法，其中，所述同步数据包含时钟同步数据。

30. 按照权利要求 29 所述的方法，其中，所述时钟同步数据包含心跳信号。

31. 按照权利要求 25 所述的方法，其中，所述同步数据包含第一声扬声器设备的第一缓冲器的缓冲器状态数据。

32. 按照权利要求 25 所述的方法，其中，第二声扬声器设备包含用于缓存从第一声扬声器设备接收的数字音频数据的第二缓冲器。

33. 按照权利要求 32 所述的方法，其中，第一声扬声器设备定期地向第二声扬声器设备发送所述同步数据。

34. 按照权利要求 33 所述的方法，进一步包括：第二声扬声器设备跟踪从第一声扬声器设备接收所述同步数据之间的时间间隔。

35. 按照权利要求 34 所述的方法，进一步包括：第二声扬声器设备根据所跟踪的从第一声扬声器设备接收所述同步数据之间的时间间隔，来计算对于第二声扬声器设备的第二缓冲器的状态调整。

36. 按照权利要求 19 所述的方法，进一步包括：在一段工作时间之后，第二声扬声器设备 (1) 经由面向连接的通信协议向第一声扬声器设备无线地发送数字音频数据，以及 (2) 经由无连接通信协议向第一声扬声器设备无线地发送同步数据。

同步无线耳机

背景技术

[0001] 无线耳机或头戴式送受话器已为人们所知。例如，在此整体通过引用而并入的PCT申请PCT/US09/39754公开了一种接收和播放流式数字音频的无线耳机。当用户把无线耳机戴在他/她的双耳上时，为了减小或消除哈斯效应，最好使数字音频流的播放同步。哈斯效应是一种与一组听觉现象有关的心理声学效应，被称为优先效应或者第一波前定律。这些效应和对感知声音之间的其它物理差异（比如相差）的感觉反应一起决定着具有双耳的听者精确定位来自他们周围的声音的能力。当两个同样的声音（即，相同感知强度的同样声波）发源于离听者不同距离的两个源时，在最近的位置产生的声音首先被听到（到达）。对听者来说，由于可被描述成“无意识感觉抑制”的现象，这产生声音仅仅来自所述最近位置的印象，因为一个人对后到达的声音的感觉受到抑制。当声音的到达时间相差多于30-40毫秒时，出现哈斯效应。当两个音频源（相对于听者的）到达时间逐渐增加到相差超过40毫秒时，将开始分开地听到声音。当用一对耳机收听音频时，这不是所期望的效果。

发明内容

[0002] 在一个方面，本发明目的在于同步地播放从源接收的音频的电声扬声器设备，比如耳机或其它类型的扩音器。在一个实施例中，一个扬声器（例如，耳机）充当主扬声器，而另一个扬声器（例如，耳机）充当从属扬声器。主扬声器从源接收数字音频数据，并且除了播放从源接收的数字音频之外，主扬声器还把数字音频转发给从属扬声器。主扬声器另外向从属扬声器发送同步数据，诸如指示主扬声器的缓冲器状态或重放位置的数据。从属扬声器利用来自主扬声器的同步数据来调整其缓冲器状态或重放位置，使得这两个扬声器同步地（例如，在30毫秒内）播放音频。在一个实施例中，主扬声器利用面向连接的协议，比如TCP/IP把缓存的音频数据发送给从属扬声器，并使用无连接协议，比如UDP、ICMP、或者任何其它快速低开销协议用于同步数据。另外，扬声器可以转变作为主扬声器和从属扬声器的角色。

附图说明

[0003] 结合附图，举例说明本发明的各个实施例，附图中：

[0004] 图1图解说明了按照本发明的各个实施例的一对无线耳机；

[0005] 图2A-2D图解说明了按照本发明的各个实施例的无线耳机的各个实施例；以及

[0006] 图3是按照本发明的各个实施例的无线耳机的方框图。

具体实施方式

[0007] 本发明的各个实施例目的在于交换同步数据，使得扬声器设备同步地播放从源接收的音频的电声扬声器设备。这里关于作为扬声器设备的无线耳机说明了本发明的各个实施例，不过应认识到本发明并不局限于此，在其它实施例中，可以使用除耳机之外的不同类型扬声器。另外，耳机（或者其它类型的扬声器）不必是无线的。

[0008] 图 1 是戴着两个无线耳机 10a、10b（每只耳朵一个无线耳机）的用户的示图。如这里所述，耳机 10a、10b 可接收并同步地播放数字音频数据，诸如流式或非流式数字音频。在本发明的各个实施例中，在工作期间的任何给定时间，耳机之一可充当主耳机，而另一个耳机可充当从属耳机。在这样的实施例中，主耳机，比如说本说明中的耳机 10a 通过通信链路 14 从数字音频源 12 接收数字音频数据。通信链路 14 可以是无线或有线通信链路。主耳机 10a 随后通过无线通信链路 15 把接收的流式音频无线地发送给从属耳机 10b。所述两个耳机 10a、10b 为用户近似同步地播放音频，即，优选到达时间相差 40 毫秒或更少，更优选相差 30 毫秒或更少。

[0009] 在各个实施例中，如在此整体通过引用并入的 PCT 申请 PCT/US09/39754 中所述，源 12 可以是保存和 / 或播放数字音频文件，并通过数据通信链路 14 与主耳机 10a 通信的数字音频播放器 (DAP)，比如 mp3 播放器或者 iPod，或者数字音频的任何其它适当源，比如膝上型计算机或个人计算机。对数据通信链路 14 是无线链路的实施例来说，可以使用任何适当的无线通信协议。优选地，无线链路 14 是 Wi-Fi（例如 IEEE 802.11 a/b/g/n）通信链路，不过在其它实施例中，可以使用不同的无线通信协议，比如 WiMAX(IEEE 802.16)、蓝牙、Zigbee 和 UWB。对数据通信链路 14 是有线链路的实施例来说，可以使用任何适当的通信协议，比如以太网协议。另外，源 12 可以是比如通过无线网络的接入点或者通过有线连接连接到主耳机 10a 的远程服务器，比如连接到因特网上的（流式或非流式）数字音频内容服务器。对数据通信链路 14 是无线链路的实施例来说，主耳机 10a 和从属耳机 10b 之间的无线通信链路 15 可以利用与无线通信链路 14 相同的网络协议把音频从音乐耳机 10a 转发给从属耳机 10b。

[0010] 在一个实施例中，在工作过程中，耳机可切换作为主耳机和从属耳机的角色。即，例如，耳机 10a、10b 可被编程，使得如果在任意给定时间，耳机 10a 充当主耳机，而耳机 10b 充当从属耳机，那么在随后的时间，耳机 10a 可切换成从属耳机，而耳机 10b 可承担主耳机的角色。由于发射（例如，主）耳机一般比从属耳机消耗更多电力，因此切换角色可具有使两个耳机 10a、10b 的电源（例如，电池）消耗均等的效果。

[0011] 在更详细地说明如何实现音频重放的同步之前，首先说明关于按照本发明的各个实施例的例证耳机 10a、10b 的一些细节。图 2A 和 2B 示出了耳机 10 的两个不同实施例。图 2A 和 2B 中示出的例子不是限制性的，其它结构也在本发明的范围之内。如图 2A 和 2B 中所示，耳机 10 包含本体 20。本体 20 可包含耳机的耳道部分 22，耳道部分 22 被插入用户的耳道中。在各个实施例中，本体 20 还包含未被插入用户的耳道中的外部部分 24。外部部分 24 可包含用于调整耳道部分 22 的形状的旋钮 26 或者某种其它用户控件（比如转盘、压力触发开关、控制杆等）。即，在各个实施例中，旋钮 26 的触发（例如，旋转）可使耳道部分 22 改变形状，以便例如径向扩展，从而舒适地贴合用户的耳道的所有侧面。在 2008 年 12 月 31 日提交的名称为“Adjustable Shape Earphone”的申请 PCT/US08/88656 中说明了关于形状变化的耳塞耳机的更多细节，该申请在此整体通过引用而并入。耳机 10 还包含置于本体 20 内的收发器电路。下面进一步说明的收发器电路可发射和接收无线信号。收发器电路可被置于耳机 10 的外部部分 24 中和 / 或置于耳道部分 22 中。

[0012] 虽然图 2A 和 2B 中示出的例证耳机 10 包括用于调整耳道部分 22 的形状的旋钮 26，本发明并不局限于此，在其它实施例中，除旋钮 26 外的不同装置可被用于调整耳道部

分 22。另外，在其它实施例中，耳机 10 可不包含形状变化的耳道部分 22。

[0013] 在其它实施例中，如在图 2C 和 2D 的例示实施例中所示，耳机 10 可包含使耳机 10 夹到或者挂在用户的耳朵上的挂杆 17。图 2C 是耳机的立体图，图 2D 是按照一个实施例的侧视图。如在例示的实施例中所示，耳机 10 可包含双扬声器元件 30、32。使扬声器元件之一（较小者）30 的大小适合于听者耳朵的耳甲腔，另一个扬声器元件（较大者）32 则不如此。听者可以使用挂杆把耳机置于听者的耳朵上。就此而论，挂杆可包含水平部分，所述水平部分搁在听众耳朵的耳廓（或者耳壳）的上部后面的上部外部弯曲部分上。耳机可包括滚花的旋钮，该旋钮使用户可以细微地调整挂杆的水平部分和扬声器元件之间的距离，从而在这样的实施例中，向用户提供另一种可调整措施。在 PCT 专利申请 PCT/US09/44340 中可找到关于这种双元件可调耳机的更多细节，该专利申请在此整体通过引用而并入。

[0014] 图 3 是按照本发明的各个实施例的耳机 10a、10b 之一的方框图。在各个实施例中，由于耳机 10a、10b 被编程具有切换作为主耳机和从属耳机的角色的能力，因此耳机 10a、10b 的组件可以相同。在例示的实施例中，耳机 10 包含收发器电路 100 和相关的外围组件。耳机 10 的外围组件可包含电源 102、一个或多个声换能器 106（例如，扬声器）、以及一个或多个天线 108。收发器电路 100 和一些外围组件（比如，电源 102 和声换能器 106）可被置于耳机 10 的本体 12 内（参见图 2A-2D）。在其它实施例中，耳机可包含另外的外围组件，比如麦克风。

[0015] 在各个实施例中，收发器电路 100 可被实现成单个集成电路 (IC)，比如片上系统 (SoC)，这有益于使耳机 10 的组件小型化，如果耳机 10 的尺寸较小，比如是入耳式耳机（参见图 2A-2B），那么这是有利的。然而，在备选实施例中，可用两个或多个分离的 IC，比如用于处理器、存储器和 Wi-Fi 模块的独立 IC 来实现收发器电路 100 的组件。

[0016] 电源 102 可包括例如可再充电电池或者不可再充电电池（或多个电池）。在其它实施例中，电源 102 可包括由主电源充电的一个或多个超级电容器。在电源 102 包括可再充电电池组或超级电容器的实施例中，当耳机 10 以有线或无线连接连接到坞站时，视情况而定，电池组或超级电容器可被充电以供使用。坞站可以与计算机设备，比如膝上型计算机或 PC 连接，或者是其一部分。除了对可再充电电源 102 充电之外，坞站可便利把数据下载到耳机 10 和 / 或从耳机 10 下载数据。在其它实施例中，电源 102 可包括用 RF 辐射无源地充电的电容器，如在美国专利 No. 7,027,311 中所述。电源 102 可与收发器电路 100 的用于控制和监视电源 102 的电源控制模块 103 耦接。

[0017] 声换能器 106 可以是把声音传送给耳机 10 的用户的扬声器元件。按照各个实施例，耳机 10 可包括一个或多个声换能器 106。对具有不止一个换能器的实施例来说，一个换能器可大于另一个换能器，交叉电路（未示出）可向较小的换能器发射较高的频率，以及可向较大的换能器发射较低的频率。在转让给 Koss 公司的美国专利 5,333,206 中提供了关于双元件耳机的更多细节，该专利在此整体通过引用而并入。

[0018] 就主耳机来说，天线 108 可通过无线通信链路 14 从源 12 接收无线信号。天线 108 还可通过无线通信链路 15 向从属耳机辐射信号。在其它实施例中，可以使用分离的天线。

[0019] 对其中通信链路 14、15 是 Wi-Fi 链路的实施例来说，除了其它之外，与天线 108 通信的收发器电路 100 的 Wi-Fi 模块 110 可调制和解调从天线 108 发射和由天线 108 接收的信号。Wi-Fi 模块 110 与基带处理器 112 通信，基带处理器 112 实现耳机 10 利用 Wi-Fi（或

者其它通信）协议进行通信所需的其它功能。

[0020] 基带处理器 112 可与处理器单元 114 通信，处理器单元 114 可包括微处理器 116 和数字信号处理器 (DSP)118。微处理器 116 可控制收发器电路 100 的各个组件。DSP 例如可以对由基带处理器 112 接收的数字音频信号进行各种音质增强，包括噪声消除和声音均衡。处理器单元 114 可与易失性存储器单元 120 和非易失性存储器单元 122 通信。存储器管理单元 124 可控制处理器单元对存储器单元 120、122 的存取。易失性存储器 120 可包括随机存取存储器 (RAM) 电路。非易失性存储器单元 122 可包括只读存储器 (ROM) 和 / 或闪速存储器电路。存储器单元 120、122 可保存由处理器单元 114 执行的固件。处理器单元 114 对固件的执行可为耳机 10 提供各种功能，包括这里所述的那些功能，包括同步一对耳机之间的音频重放。

[0021] 数 - 模变换器 (DAC)125 可把来自处理器单元 114 的数字音频信号变换成模拟形式，以便耦接到声换能器 106。I^2S 接口 126 或者其它适当的串行或并行总线接口可提供处理器单元 114 和 DAC 125 之间的接口。

[0022] 收发器电路 100 还可包括允许耳机 10 通过 USB 电缆或者其它适当链路连接到外部设备的 USB 或其它适当接口 130。

[0023] 充当主耳机的耳机 10a 可在把所述数字音频数据发送给换能器 106 以便播放之前，把输入的数字音频数据缓存在缓冲器 140 中。缓冲器 140 可以是易失性存储器单元 120 的一部分，如图 3 中所示，或者缓冲器 140 可以是独立的。在各个实施例中，几秒的音频，比如 3 秒或者某个其它量的音频的数据（以字节为单位）可被缓存在缓冲器 140 中，缓冲器 140 可以是循环缓冲器。主耳机 10a 还通过通信链路 15，把输入的数字音频转发给从属耳机 10b。待转发给从属耳机 10b 的数据可以传送自发送缓冲器，所述发送缓冲器可以与缓冲器 140 相同或不同。

[0024] 另外，主耳机 10a 可向从属耳机 10b 发送同步数据，诸如主耳机 10a 的缓冲器 140 的当前字节位置，所述同步数据使从属耳机 10b 可以使其数字音频的播放与主耳机的数字音频的播放同步。同步数据可包含表示主耳机 10a 的缓冲器 140 的缓冲器状态或重放位置的数据。例如，缓冲器状态数据可包括例如指示缓冲器的读取和 / 或写入计数的指标的数据。

[0025] 在一个实施例中，主耳机 10a 利用面向连接的协议来发送缓存的音频数据，而对于同步数据使用无连接协议。例如，主耳机 10a 可利用 TCP/IP 协议把缓存的音频数据的数据分组发送给从属耳机 10b。主耳机 10a 可利用 UDP 协议把同步数据的数据分组发送给从属耳机 10b。主耳机 10a 可定期地，比如每 0.5 秒、1 秒、3 秒、5 秒或 10 秒、或者其它某个周期，发送 UDP 数据分组。可用保存在主耳机 10a 的存储器单元，诸如非易失性存储器单元 122 中的代码或固件对主耳机 10a 的处理器单元 114 进行编程，以把音频 TCP/IP 分组和 UDP 同步数据分组发送给从属耳机 10b。

[0026] 当充当从属耳机时，耳机 10 可根据保存在从属耳机 10b 的非易失性存储器单元 122 中的代码或固件被编程，以把从主耳机 10a 接收的音频 TCP/IP 分组保存在从属耳机 10b 的缓冲器 140 中。当从属耳机 10b 从主耳机 10a 收到 UDP 同步数据时，从属耳机 10b 可更新或调整其缓冲器状态或者缓冲器 140 中的重放位置，以匹配主耳机的缓冲器状态。在调整其缓冲器位置之后，从属耳机 10b 利用调整后的缓冲器位置来播放保存在缓冲器 140

中的缓存音频。

[0027] 由于从主耳机 10a 到从属耳机 10b 的 UDP 缓冲器状态分组的传送时间并不总是统一，因此在各个实施例中，从属耳机 10b 可通过执行保存在非易失性存储器单元 122 中的代码或固件，来跟踪从主耳机 10a 接收 UDP 缓冲器状态分组之间的时间间隔。时间间隔的历史（或日志）可被保存在从属耳机 10b 的易失性存储器单元 120 中，以及处理器单元 114 可计算和保存关于时间间隔的正在进行中的统计数字，诸如绝对和滚动平均时间间隔、绝对和滚动中值时间间隔、绝对和滚动标准偏差等等。

[0028] 从属耳机 10b 可以利用时间间隔统计数字来确定把其缓冲器状态调整多少。例如，如果明显长于 UDP 缓冲器状态分组之间的平均时间间隔接收到来自主耳机 10a 的特定 UDP 缓冲器状态分组，那么从属耳机 10b 可比如果接近于平均时间间隔接收到 UDP 缓冲器状态分组那么从属耳机 10b 将具有的较少地调整其缓冲器状态。另一方面，如果同步数据明显不同于计划的或者预期的间隔，那么从属耳机 10b 可删除来自主耳机 10a 的同步数据。

[0029] 在另一个实施例中，除了跟踪时间间隔统计数字之外，从属耳机 10b 可跟踪和记录它每次对其缓冲器进行的调整。从属耳机 10b 随后可根据来自主耳机 10a 的下一个待接收的 UDP 缓冲器状态分组，估计将要求它做出的调整量，并在接收下一个 UDP 缓冲器状态分组之前的时期内调整其缓冲器位置，以减小当从主耳机 10a 接收下一个 UDP 缓冲器状态分组时所需的调整量。例如，如果在一段工作时间内，每次从属耳机 10b 从主耳机 10a 收到 UDP 缓冲器状态分组时，从属耳机 10b 都需要连续地把其在其缓冲器 140 中的位置调整大约 N 个单位（例如，数据字节），那么从属耳机 10b 可计算在 UDP 缓冲器状态分组之间的平均 x 秒内，它能够每秒把其缓冲器位置调整 N/x 个位置，使得当收到来自主耳机 10a 的下一个 UDP 缓冲器状态分组时，从属耳机 10b 需要对其缓冲器位置做出的调整量被减小。

[0030] 除 UDP 之外，可以利用任何适当的低开销协议把同步数据从主耳机发送给从属耳机。例如，在另一个实施例中，代替把 UDP 缓冲器状态分组发送给从属耳机 10b，耳机 10 可交换强制回应消息，比如因特网控制消息协议 (ICMP) 消息。例如，ICMP 消息可以是“回声请求”和“回声应答”消息。例如，主耳机 10a 可传送“回声请求”ICMP 消息，作为应答，从属耳机 10b 可向主耳机 10a 传送“回声应答”ICMP 消息。从属耳机 10b 可根据 ICMP 消息来调整其缓冲器位置，从而与主耳机同步。在另一个实施例中，对主耳机来说，耳机可根据当它发送其消息时和当它从从属耳机收到应答时之间的时间差，来计算对其内部时钟的调整。从属耳机可根据当它发送其应答时和从主耳机收到下一个请求时之间的时段，来调整其内部时钟。

[0031] 如上所述，在工作期间，主耳机和从属耳机可转变作为主耳机和从属耳机的角色。在一个实施例中，耳机之一被编程为当被通电时，开始作为主耳机，而充当从属耳机的另一个耳机当被通电时，寻找主耳机 10a 的地址，诸如 IP 地址。在一个实施例中，耳机可在某个预定工作时段之后，在主耳机和从属耳机之间转变角色。在这样的实施例中，在预定时段之后，从属耳机可承担主耳机的角色，而主耳机可承担从属耳机的角色。在另一个实施例中，耳机用户的动作可以触发所述转变。例如，如果用户操作耳机之一的控件以改变源，那么用户对该控件的启动可使耳机转变角色。在另一个实施例中，耳机可包括实时监测耳机电源（例如，电池单元）的电池寿命或电池电压的电路。耳机 10a、10b 可根据耳机的剩余实时电池寿命来转变角色。使耳机能够转变角色的代码或固件可被保存在耳机的非易失性存储器

单元 122 中，并由处理器单元 114 执行。

[0032] 在另一个实施例中，为了使耳机同步，代替从主耳机向从属耳机发送缓冲器状态分组，通过使它们的内部时钟同步并利用同步的时钟在公共的预定时间开始重放，耳机将实现数字音频的同步重放。如果在相同的时间开始重放，那么耳机将保持同步，因为在重放的持续时间内，它们的内部时钟被保持同步。对于同步数字音频重放的目的，如果时钟之间的时间差小于 30ms，那么时钟应当被视为同步，但时间差优选小于 500 微秒。

[0033] 可通过利用由外部源或者耳机之一以高于两个时钟之间的期望时间差（最好高一个数量级）的频率广播的数字或模拟“心跳”无线电脉冲或信号来实现时钟同步。在一个实施例中，可由用于在耳机之间发送音频数据的同一个无线电模块来发送该心跳信号，但在其它实施例中，每个耳机可包含另一个无线电模块 - 一个用于心跳信号，一个用于数字音频。用于心跳信号的无线电模块最好是低功耗、低带宽的无线电模块，并且最好是短程无线电模块。在前面给出的 Wi-Fi 实施例中，主耳机 10a 可在由第二个无线电模块提供的与 Wi-Fi 无线电信道不同的第二个无线电信道上，向从属耳机 10b 发送心跳信号。

[0034] 因此，按照各个实施例，本发明目的在于一种包括第一和第二声扬声器设备（例如，耳机）的装置。第一声扬声器设备包括第一声换能器和第一收发器，其中，第一收发器接收和发送无线信号。第二声扬声器设备包括第二声换能器和第二收发器，其中，第二收发器接收和发送无线信号。第一和第二扬声器设备无线地通信。第一声扬声器设备向第二声扬声器设备无线地发送包含 (1) 数字音频数据和 (2) 同步数据的数据。数字音频数据是经由面向连接的通信协议发送的，而同步数据是经由无连接通信协议发送的。

[0035] 按照各种实现，经由面向连接的通信协议发送的数字音频数据包含 TCP/IP 协议数据分组。经由连接通信协议发送的同步数据可包含 UDP 协议数据分组或 ICMP 消息。第一声扬声器设备发送给第二声扬声器设备的数字音频数据可包含经由第一无线通信链路从无线数字音频源接收并缓存在第一声扬声器设备的第一缓冲器中的接收数字音频数据。第一声扬声器设备可经由第二无线通信链路向第二声扬声器设备无线地发射。第一无线通信链路可包括 Wi-Fi 通信链路，以及第二无线通信链路可包括 Wi-Fi 通信链路。同步数据可包含第一声扬声器设备的音频重放数据或者时钟同步数据（诸如心跳信号）。同步数据可包含第一声扬声器设备的第一缓冲器的缓冲器状态数据。第二声扬声器设备可包含用于缓存从第一声扬声器设备接收的数字音频数据的第二缓冲器。第一声扬声器设备可定期地把同步数据发送给第二声扬声器设备。第二声扬声器设备可被配置成跟踪从第一声扬声器设备接收同步数据之间的时间间隔。第二声扬声器设备可被配置成根据所跟踪的从第一声扬声器设备接收同步数据之间的时间间隔，计算对于第二声扬声器设备的第二缓冲器的状态调整。第一和第二声扬声器设备可被配置成使得在一段工作时间之后，第二声扬声器设备 (1) 经由面向连接的通信协议向第一声扬声器设备无线地发送数字音频数据，和 (2) 经由无连接通信协议向第一声扬声器设备无线地发送同步数据。

[0036] 在其它各个实施例中，本发明目的在于一种用于同步第一和第二声扬声器设备（比如耳机）的音频重放的方法，其中，第一和第二声扬声器设备无线地通信。所述方法可包括第一声扬声器设备向第二声扬声器设备无线地发送包含 (1) 数字音频数据和 (2) 同步数据的数据。数字音频数据是经由面向连接的通信协议发送的，而同步数据是经由无连接通信协议发送的。

[0037] 按照各种实现，所述方法进一步包括下述步骤：第一声扬声器设备经由第一无线通信链路从无线数字音频源无线地接收数字音频数据；以及第一声扬声器设备把来自无线数字音频源的数字音频数据缓存在第一声扬声器设备的第一缓冲器中。第一声扬声器设备发送给第二声扬声器设备的数字音频数据可包含缓存在第一声扬声器设备的第一缓冲器中的数字音频数据。所述方法还可包括第二声扬声器设备跟踪从第一声扬声器设备接收同步数据之间的时间间隔。所述方法还可包括第二声扬声器设备根据所跟踪的从第一声扬声器设备接收同步数据之间的时间间隔，计算对于第二声扬声器设备的第二缓冲器的状态调整。所述方法还可包括在一段工作时间之后，第二声扬声器设备 (1) 经由面向连接的通信协议向第一声扬声器设备无线地发送数字音频数据，和 (2) 经由无连接通信协议向第一声扬声器设备无线地发送同步数据。

[0038] 这里给出的例子用来举例说明各个实施例的可能的具体实现。可以理解各个例子主要用于为本领域的技术人员进行举例说明。各个例子的任何一个或多个方面都不意图限制说明的实施例的范围。各个实施例的图形和说明被简化，以图解说明对清楚理解各个实施例来说有关的各个元件，同时为清晰起见，排除了其它元件。

[0039] 在这里公开的各个实施例中，单个组件可以用多个组件替换，而多个组件可以用单个组件替换，以实现一个或多个特定功能。除了这样的替代不起作用的情况之外，所有这样的替代在各个实施例的预期范围之内。

[0040] 虽然这里说明了各个实施例，但显然本领域的技术人员可以想到对这些实施例的各种改变、变更和修改，同时获得至少一些的优点。因此，公开的实施例意图包括所有这样的改变、变更和修改，而不脱离这里陈述的各个实施例的范围。

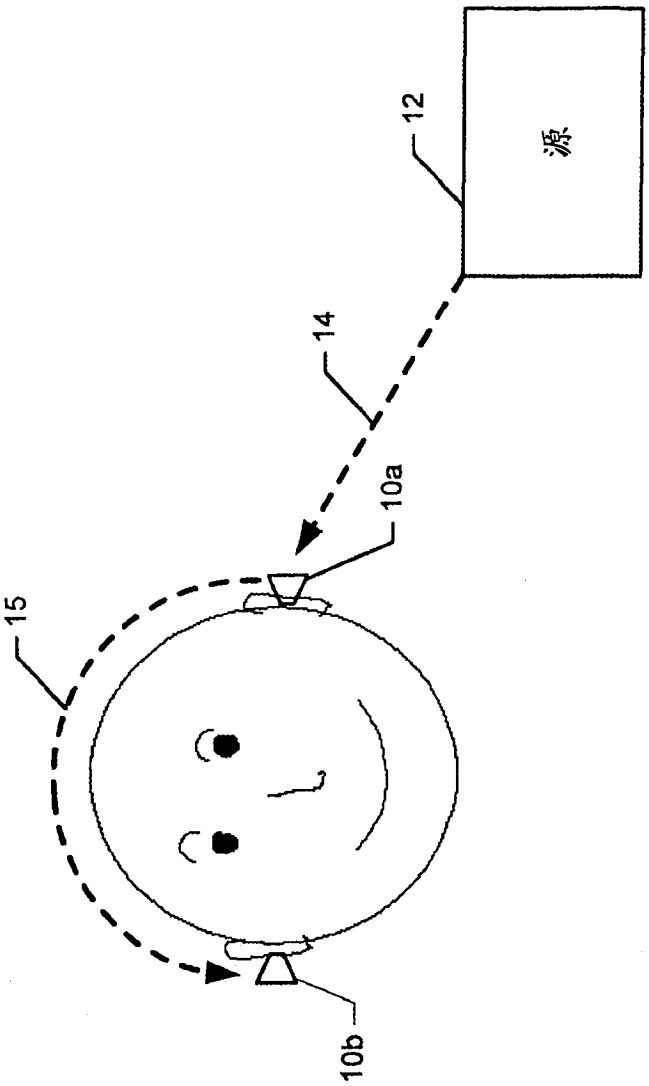


图 1

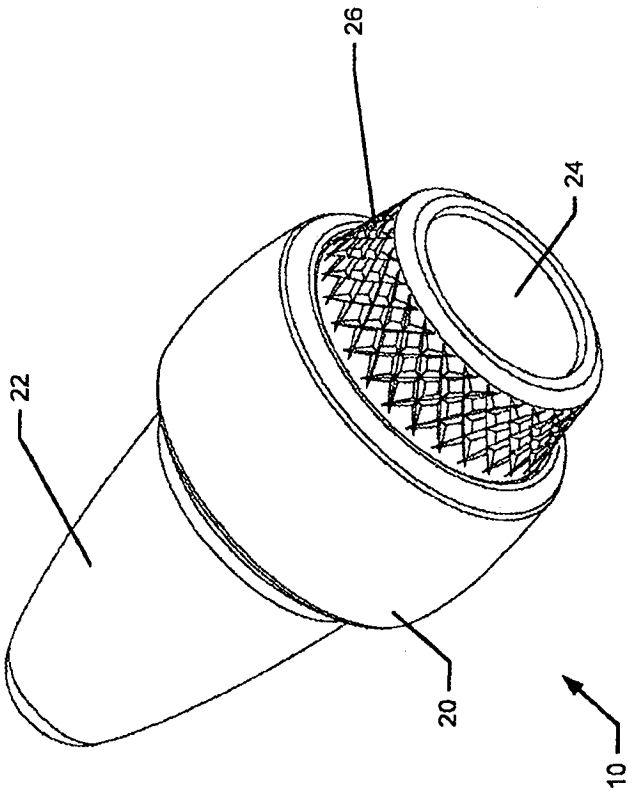


图 2A

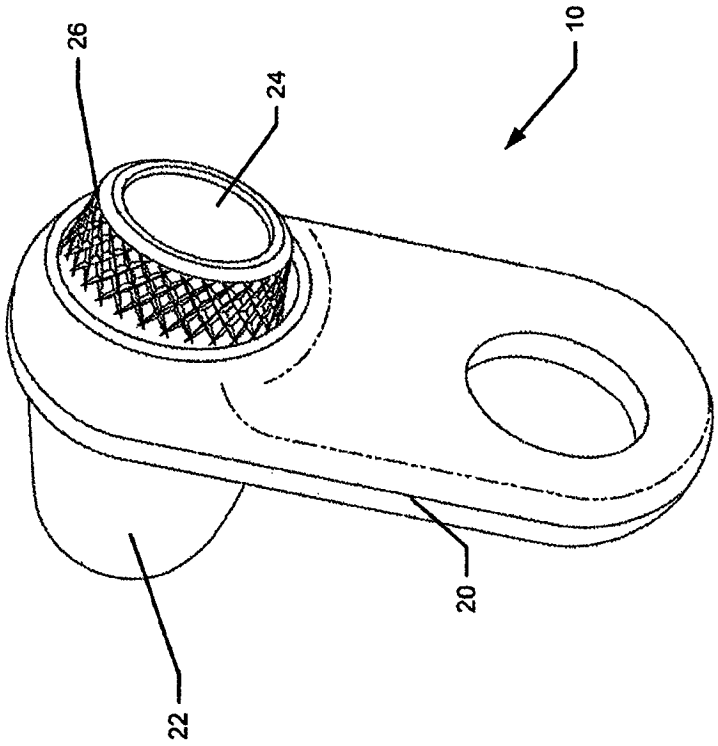


图 2B

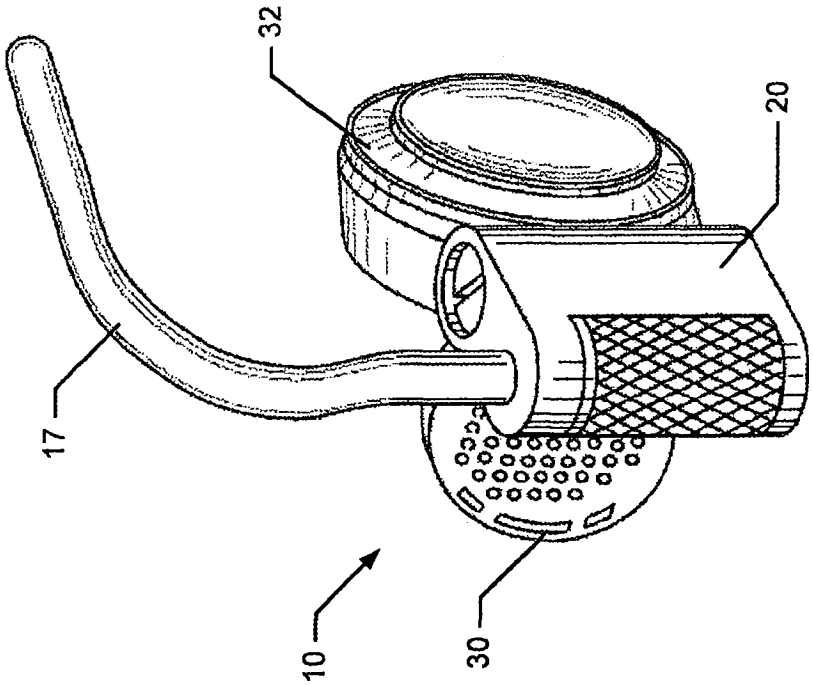


图 2C

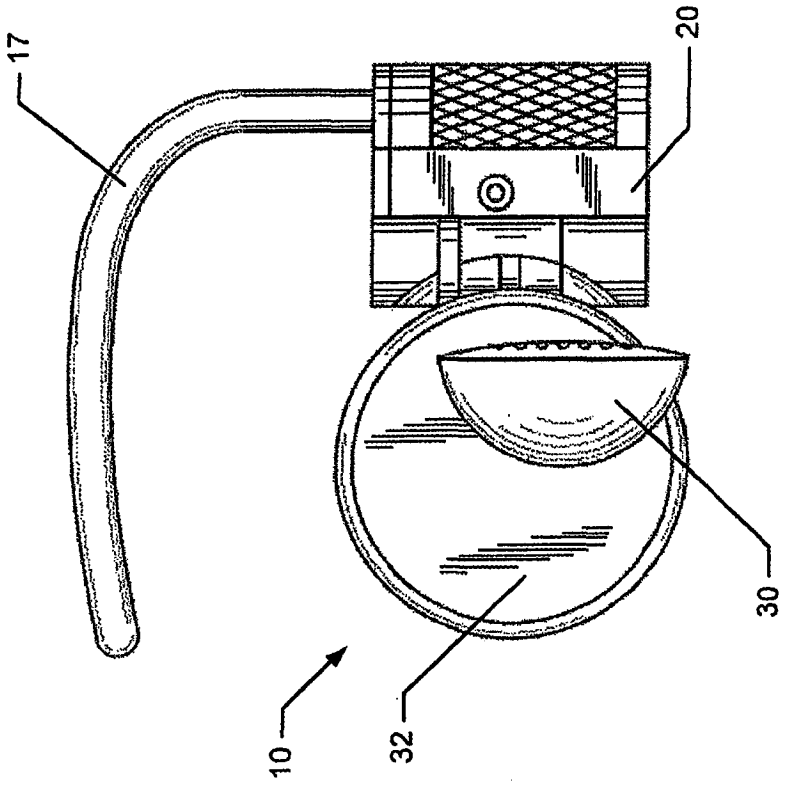


图 2D

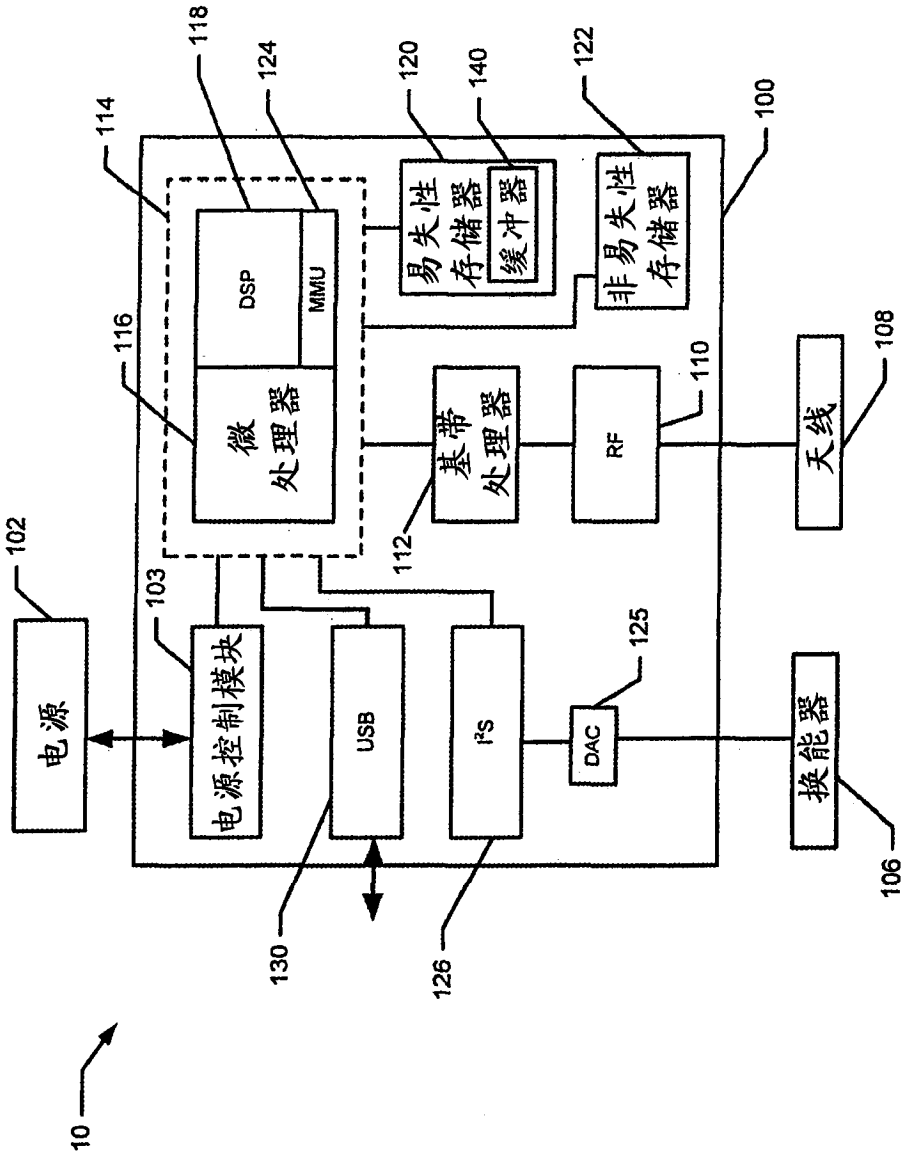

10
100
102
103
106
108
110
112
114
116
118
120
122
124
125
126
130
140
电源
电源控制模块
微处理器
DSP
MMU
易失性存储器
缓冲器
非易失性存储器
基带处理器
RF
天线
USB
I²S
DAC
换能器

图 3