



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96195459.0

[43]公开日 1998年8月19日

[11] 公开号 CN 1191060A

[22]申请日 96.5.31

[30]优先权

[32]95.6.7 [33]US[31]08/479,629

[86]国际申请 PCT/US96/08248 96.5.31

[87]国际公布 WO96/41498 英 96.12.19

[85]进入国家阶段日期 98.1.12

[71]申请人 詹姆斯C·安德森

地址 美国马萨诸塞

[72]发明人 詹姆斯C·安德森

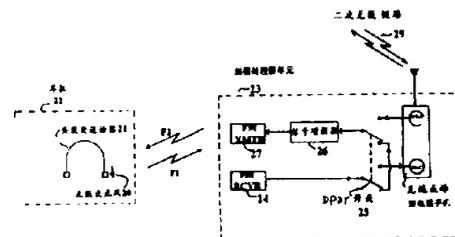
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标  
事务所  
代理人 张维

权利要求书 4 页 说明书 32 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 具有无线远程处理器的助听器

[57]摘要

一种助听系统或音频通信系统包括可以隐藏在耳道内的并和远程处理器单元或 RPU16 进行无线通信的耳机 10, RPU16 用于增强音频信号并可以隐藏在衣服下面。来自环境的声音由耳机内的麦克风 12 拾取并通过双向无线链路 17 和其它信息一道送到 RPU16。无线链路 17 使用微波, 以便使元件小型化。因此, 使用射频技术实现无线链路 17, 利用 RPU16 的询问器和耳机 10 的转发器, 减少耳机的尺寸和功率, 从而使得在耳机 10 内不需微波振荡器。在 RPU16 和蜂窝电话系统和其它信息源之间可以使用选择的二次无线链路电路 19。电子语音识别和回答可以看作系统的操作。



## 权 利 要 求 书

---

1. 一种助听系统，包括适用于戴在用户头上的耳机和处理器单元，所述耳机包括：

    麦克风，用于响应来自环境的出现在所述麦克风输入端的第一声音，提供第一电信号，

    第一无线发送机，用于响应所述第一电信号进行第一无线发送，

    第一无线接收机，用于接收第二无线发送，从而产生第二电信号，所述第二电信号是所述第一电信号的增强形式，

    扬声器传感器，用于响应所述第二电信号把所述第二电信号转换成第二声音，

    所述处理器单元包括

        第二无线接收机，用于响应所述第一无线发送，提供作为所述第一电信号的复制品的第三电信号，

        信号处理器，用于响应所述第三电信号提供第四电信号，所述第四电信号是所述第三电信号的增强形式，

        第二无线发送机，用于响应所述第四电信号提供所述第四电信号的所述第二无线发送，所述第二电信号是所述第四电信号的复制品。

2. 如权利要求1所述的助听系统，其中

    所述耳机和所述处理器是隔开的，彼此隔开一个不大于最大可用通信范围的距离。

3. 如权利要求1所述的助听系统，其中

    所述耳机包括左右耳机，所述左右耳机的每一个分别产生一个左右所述第三信号，

    所述信号处理响应所述左右所述第三信号以分别提供左右所述第四信号，

    左右所述耳机分别响应左右所述第四信号。

4. 一种适用于戴在用户头上的耳机，包括，

    麦克风，用于响应来自环境的出现在所述麦克风输入端的第一声音，

提供第一电信号，

无线发送机，用于响应所述第一电信号进行第一无线发送，

无线接收机，用于接收第二无线发送，从而产生第二电信号，所述第二电信号是所述第一电信号的增强形式，

扬声器传感器，用于响应所述第二电信号把所述第二电信号转换成第二声音。

5. 如权利要求4所述的耳机，包括

适合于插入耳道内的壳体，所述麦克风，所述无线发送机，所述无线接收机和所述扬声器都被包含在所述壳体内。

6. 一种蜗形植入系统，包括适合于戴在用户头上的耳机，处理器单元和适合于戴在用户头上的电极驱动单元，所述耳机包括

麦克风，用于响应来自环境的出现在所述麦克风输入端的第一声音，提供第一电信号，

第一无线发送机，用于响应所述第一电信号进行第一无线发送，

所述处理器单元包括

第一无线接收机，用于响应所述第一无线发送，提供作为所述第一电信号的复制品的第二电信号，

信号处理器，用于响应所述第二电信号提供第三电信号，

第二无线发送机，用于响应所述第三电信号提供所述第三电信号的第二无线发送，

所述电极驱动单元包括

第二无线接收机，用于接收所述第二无线发送，从而产生第四电信号，所述第四电信号是所述第三电信号的复制品，

电极驱动器，用于响应所述第四电信号提供适合于激励蜗形植入电极的信号。

7. 如权利要求6所述的蜗形植入系统，其中

所述耳机包括左右耳机，所述左右耳机的每一个分别产生一个左右所述第二信号，

所述信号处理器响应左右所述第二信号以提供所述第三信号。

8. 一种适合于戴在用户头上的电极驱动单元，包括

能够接收无线发送从而产生电信号的无线接收机，  
电极驱动器，用于响应所述电信号产生适用于激励蜗形植入电极的信号。

9. 如权利要求 1 所述的助听系统，其中所述信号处理器包括从下述的用于产生人造声音和其它声音的电表示的多个装置中选择的一种装置：用于输入莫尔斯码数据的装置，用于从键盘输入数据的装置，用于使用声音识别输入数据的装置，用于和其它装置进行有线通信的装置，用于和其它装置进行无线通信的装置，用于频率相关放大的装置，用于多带幅值压缩的装置，用于进行自适应增益控制的装置，和用于声音反馈减少的装置，

用于选择地激励所述所选的装置的装置，其响应所述第三信号，以及用于选择地激励其它选择的装置的装置，两者都用于产生所述第四信号。

10. 如权利要求 3 所述的助听系统，其中所述信号处理器包括从下述的用于产生人造声音和其它声音的电表示的多个装置中选择的一种装置：用于输入莫尔斯码数据的装置，用于从键盘输入数据的装置，用于使用声音识别输入数据的装置，用于和其它装置进行有线通信的装置，用于和其它装置进行无线通信的装置，用于频率相关放大的装置，用于多带幅值压缩的装置，用于进行自适应增益控制的装置，用于声音反馈减少的装置，用于消除竞争说话者的装置，用于消除背景噪声的装置，用于听力保护的装置，和用于提供音频定向的装置，

用于选择地激励所述所选的装置的装置，其响应左右所述第三信号，以及用于选择地激励其它选择的装置的装置，两者都用于产生左右所述第四信号。

11. 如权利要求 7 所述的蜗形植入系统，其中所述信号处理器包括从下述的用于产生人造声音和其它声音的电表示的多个装置中选择的一种装置：用于输入莫尔斯码数据的装置，用于从键盘输入数据的装置，用于使用声音识别输入数据的装置，用于和其它装置进行有线通信的装置，用于和其它装置进行无线通信的装置，用于进行自适应增益控制的装置，用于消除竞争说话者的装置，用于消除背景噪声的装置，和用于提供音频定向的装置，

用于选择地激励所述所选的装置的装置，其响应左右所述第二信号，

以及用于选择地激励其它选择的装置的装置，两者都用于产生所述第三信号。

12. 如权利要求 1 所述的助听系统，其中所述处理器单元还包括视觉指示装置，所述视觉指示装置响应所述第三信号的存在提供显示。

13. 如权利要求 1 所述的助听系统，其中所述处理器单元还包括在所述第三信号不存在的一个预定间隔之后响应所述第三信号的存在而用于提供一个有区别的所述第四信号的装置。

14. 如权利要求 1 所述的助听系统，其中所述耳机借助于响应所述第二无线发送的编码部分被选择，所述处理器单元提供所述编码信号，用于选择所述耳机借以允许所述耳机和所述处理器单元通信，

所述编码信号允许所述耳机和所述处理器单元的操作不受附近的类似的耳机和具有不同编码信号的类似的处理器的干扰。

# 说明书

## 具有无线远程处理器的助听器

本发明涉及一种助听器，尤其涉及一种具有戴在耳内或耳上的耳机罩和远程处理器单元（RPU）的助听器，由用户佩戴或放在用户附近用来以无线方式接收来自耳机的信号并向耳机发送信号。本发明还涉及使用助听系统作为无线电通信装置，用于免提蜂窝电话和移动无线电通信“手机”，助听器的隐藏操作和控制，听力保护和噪声消除，同时具有双耳助听功能，听力试验设备，错放助听系统元件的定位和无线电蜗形植入器件。

在现有技术中，没有遥控的基本助听器是一种包括麦克风，扬声器和有关处理器电子电路的自含的耳机。在这种助听器中，耳机麦克风把声波转换成其电信号，电信号被耳机处理器电子电路放大，并由耳机扬声器转换成声波。在现有技术中有时使用一种通过从远程控制到耳机的单向无线电链路控制耳机放大功能（例如音量）的远程控制（例如见美国专利4,918,736），但是，不论是否使用远程控制，代表声波的电信号所取的路径（在本领域中叫做“音频路径”）是相同的，即音频路径是从麦克风通过耳机电子电路到扬声器。

使用单向射频（RF）传输路径的无线助听器包括无线麦克风发送机（一般不戴在耳上）和无线接收机（一般戴在耳上），这在现有技术中是熟知的。这种装置通常使用73MHz附近的RF频带的“听力辅助器件”（见U. S. Code of Federal Regulation, 47 CFR Ch.1, Para. 15.237），并已经证明在教室中对于有听力障碍的学生用作教学辅助装置是有效的。因而，在现有技术中，RF传输是从手持的无线麦克风（不是位于耳机内的麦克风）向耳机内或其附近的无线接收机发送，从而提供一个对于音频路径的单向的无线电发送机和接收机系统。

本发明使用和现有技术中的装置使用的音频路径不同的音频路径。本发明使用在戴在用户耳中或耳上的耳机和由用户佩戴的或放在用户附近的RPU之间的一次（primary）双向无线链路（不是现有技术中的单向链路）。

在本发明中，来自环境中的无线电信号由耳机中的麦克风（不是现有技术中使用的手持麦克风）拾取，并通过一次双向无线链路发送给 RPU（代替现有技术中已知的基本助听器中的发送给耳机中包含的处理器电子电路），其中在通过一次无线链路向耳机发送之前，按照用户的需要使无线电信号增强。在 RPU 中进行信号处理而不是在耳机中进行信号处理，具有放宽体积和功率限制的优点。这种新的方法不需要耳机中的体积最大功率消耗最多的电子电路，不需要常规的远程控制，并提供了现有技术中没有的各种可选的特点（例如通过二次双向无线链路的电话通信能力）。注意本发明还保持了现有技术装置的所有能力（例如声反馈衰减和自适应音量控制）。

虽然在现有技术中熟知的无绳和蜂窝电话手机（以及无线通信手机）含有麦克风，无线电收发机（发送机和接收机）和扬声器，但这种装置不是按照助听应用被用于从周围环境中接收，放大并再现音频信号。这种装置不作为助听器，因为它不从用户的直接的环境中提供增强的声音而仅仅提供来自另一个用户的声音。

本发明的目的在于，通过从耳机中除去音频信号增强功能，并将其放在 RPU 中，为有听力障碍（即具有一些残余听力）的人提供一种新的实用的助听器。使用 RPU 比试图把全部系统能力都放在耳机内的系统提供了若干优点。RPU 方法允许简单的耳机设计，其中包括小型的低功率无线收发机，麦克风和扬声器。注意扬声器在助听器领域中作为“接收机”也是熟知的，但本文使用术语“扬声器”是为了避免混淆（类似地，使用术语“讲话者”而不是“扬声器”表示发出语音的人）。所得耳机非常小，如果需要，可以藏在耳道中以免从外部被看见，并当使用对 RPU 的一次双向无线链路时，允许完全自由地运动。对于所有主要系统能力的处理，例如放大和信号增强的其它形式，都在体积和功率限制很宽松的 RPU 中进行，从而导致一种成本效益设计。

本发明的另一个目的在于对用户通过助听系统提供补充的音频信息（例如来自 RPU 的语音警告耳机电池低）和通信服务（例如蜂窝电话和寻呼业务）。如果需要，这种业务可以以随机的观察者察觉不到的方式被接收。RPU（其中含有数字信号处理器或其它形式的计算机）例如通过使用

合成的话音信息报时，从而作为一个信息源，并且 RPU 还可以用于把二次无线链路接通一般用户电话网络或话音寻呼业务。通过使用位于 RPU 上的按钮（包括适用于以隐藏方式输入数据的按钮）可以完成助听参数和信息请求的用户控制。许多检测器和外围装置可被置于 RPU 中或通过有线或无线方式和 RPU 相连，并且作为用户耳机中的音频信号可以提供不同用途的各种信息（例如心脏跳动速率）。

本发明的另一个目的在于，在同时具有噪音消除能力和双声道处理能力（例如方向性）的无线助听系统中，为听力障碍用户的残余听力（或希望避免损伤的未受损用户）提供某种程度的保护。本发明的其它目的在于提供一种方便的装置，用于测试用户的听力而不需要附加的设备，帮助用户进行错置的助听系统元件的定位，并为极度耳聋蜗形植入病人提供无线系统，和现有的线路连接的系统相比，具有改进的运动自由度。

本发明的这些和其它的目的，特点和优点通过下面结合附图进行的详细说明将得到更好的理解。

图 1 是整个系统的方块图，说明耳机（包括麦克风，RF 收发机，双用天线/提取器和扬声器）如何被戴在耳中，如何通过一次双向 RF 链路和 RPU 通信，以及如何通过选择的二次无线链路和电话系统通信。

图 2 是一个方块图，用于说明使用市场上现有的系统元件的本发明的有限特征的较佳实施例。

图 3 是一个相对频谱幅值曲线，说明在本发明的全特征的较佳实施例中使用的无线链路的频域特征。

图 4 是耳机转发器（发送机应答器）RF 电路的简化示意图，用于说明本发明的全特征较佳实施例的操作。

图 5 是一个波形时序图，表示来自 RPU 询问器的一般询问的特征，其后是来自耳机转发器的相应的一般回答。

图 6 是用于说明本发明的许多用户彼此距离很近时的 RF 相互干扰的几何结构的概图。

图 7 是示出了本发明的全特征较佳实施例的一般 RPU 的正视图。

图 8 是一个方块图，表示本发明的全特征较佳实施例的耳机的细节。

图 9 是一个方块图，表示本发明的全特征较佳实施例的 RPU 的细节。

图 10 是一个方块图，表示无线蜗形植入系统的细节。

图 11 是一个方块图，表示无线蜗形植入电极驱动器单元的细节。

在图 1 中以方块图的形式说明本发明的一个较佳实施例。在该图中，戴在耳 11 中的耳机 10 使用在本领域中熟知的标准的全部在耳道中的 (CI C) 外壳，但也可以使用在本领域熟知的许多其它已知形式的耳机外壳 (例如，耳后的，或 BTE)。图 1 所示的耳机包括麦克风 12，具有还被用作耳机提取器 14 的天线的 RF 收发机 13，和扬声器 15。虽然图 1 所示的两用天线/提取器装置通常是合适的，但也可以使用单独的一个天线或几个天线，另加适用于特定用途的许多不同形式的耳机提取器。几个天线或几个提取器可以伪装为耳毛或装饰物 (例如耳环)，或通过使用类似于穿耳的方法把导电丝永久地植入耳软骨中作为天线。耳机 10 通过一次双向 RF 链路 17 和远程处理器单元 RPU 通信，也可以使用许多其它无线链路介质 (例如超声波或红外线)。RPU 一般被戴在衣服下面 (例如钱包或口袋中)，但如果需要，也可以戴在明处 (例如在皮带上)。RPU16 可以连接 (通过有线或无线装置 18) 选择的二次无线链路电路 19，从而通过二次无线链路可以在 RPU 和其它信息源 (例如一般用户电话网络) 之间进行无线通信。注意选择的二次无线链路电路 19 可以包含在或不包含在图 7 的 RPU 外壳 70 内。

显然，本领域的技术人员应该理解，图 1 所示的系统可以有許多改变，这里详细说明本发明的两个实施例。第一个较佳实施例是使用市场上现有的系统元件组装的有限特征实施例，说明具有无线远程处理器和通过二次无线链路进行通信的能力的助听器的基本特征。第二个较佳实施例是供一般应用的复杂得多的全特征实施例。

#### 有限特征实施例

图 2 所示的有限特征的助听器的实施例可以使用低成本的市场现有的 RF 系统元件制成，工作频率为标准的 88MHz 至 108MHz (频率调制) 广播波段。虽然所示的系统为单耳的，但本领域的技术人员会懂得，可以根据单声道系统的原理制成双声道 (立体声) 的系统。注意图 2 中的耳机 22 在实质上 and 图 1 所示的耳机 10 不同，但两个耳机的功能相同。一个 FM 无线麦克风 20 发送机例如 Radio Shack (R) 型 33 - 1076 被装在 FM 头戴

送受话器 21 的接收机上, 例如 Radio Shack (R) 型 12 - 103, 从而形成一个不需要看不见的耳机 22。耳机无线麦克风 20 发送机被调谐到无本地干扰的固定频率 F1, 例如  $F1 = 106\text{MHz}$ , 而耳机的头戴送受话器 21 的接收机被调谐到无本地干扰的一个不同频率 F2, 例如  $F2 = 90\text{MHz}$ 。RPU 23 包括 FM 接收机 24, 例如 Radio Shack (R) 型 12 - 210, 被调谐到耳机无线麦克风 20 发送机频率 F1 (本例中为  $106\text{MHz}$ ), 并以单声道方式工作 (见关于 Radio Shack (R) 型 12 - 210 FM 接收机操作说明书)。FM 接收机 24 扬声器被除去, 并装上一条导线代替一个扬声器, 连接 FM 接收机 24 输出到双极双掷 (DPDT) 开关 25, 如图 2 所示。当 DPDT 开关 25 处于图 2 所示的下方位置时, 便在 FM 接收机 24 的输出和信号增强器 26 信号处理装置的输入之间提供直接连接。信号增强器 26 例如可以是一个 OKI Semiconductor MSM6322 “pitch control LSI for the soeoch signal”, 它已被常规地封装用于电池供电操作, 如在 Questech International Inc. Transition 2001 电话语音改变附件中那样 (见这些装置的操作说明)。信号增强器 26 的输出连接到被调谐到耳机的头戴送受话器 21 的接收机频率 F2 (本例中为  $90\text{MHz}$ ) 的 RPU FM 发送机 27 的输入, RPU FM 发送机 27 可以是一个在耳机中使用的相同型号的无线麦克风, 但已被通过断开麦克风传感器并在其位置上连接信号增强器 26 作了修改。

在正常操作期间, 来自附近说话者的语音信号 (和在周围的音频环境中的其它信号) 被耳机无线麦克风 20 拾取, 并被发送到 RPU FM 接收机 24。RPU FM 接收机 24 的输出电平可以使用 RPU FM 接收机 24 的音量控制进行调整。表示来自附近说话者的信号的所得电波形通过如图 2 所示被设为下方位置的 DPDT 开关 25 输入到信号增强器 26。信号增强器 26 例如可以是一个语音改变装置, 它按照位于 RPU 信号增强器 26 上的按钮控制的设置改变接收的语音信号的音调。然后, 语音信号的音调可以按照需要被升高或降低, 以便帮助补偿相对于特定说话者的语音特征的用户听力损失。修正的语音信号从 RPU 信号增强器 26 输入到 RPU FM 发送机 27, 最后到达耳机的头戴送受话器 21 的接收机, 把信号转换成由用户听到的声波。

用户不需要对耳机 22 的元件进行调整, 并且所有必须的用户调整都使用位于 RPU 23 的控制进行 (例如使用 RPU FM 接收机 24 的音量控制调整音

量达到舒适的听觉电平，而不用耳机的头戴送受话器 21 的音量控制)。因为耳机 22 不需要用户调整，用于耳机 22 的市场上的无线麦克风 20 的发送机和头戴受送话器 21 的接收机设计可被修改，消除不需要的耳机调整控制，从而大大减少体积。这种小型化技术在本领域中是熟知的，对于本例中使用的的设计，从 Radio Shack (R) 可以得到原理图 (见 Radio Shack (R) 型号 33 - 1076 无线麦克风和型号 12 - 103 头戴受送话器服务手册)。可以使用一组固定值的元件代替耳机 22 中的笨重的可变元件 (例如在耳机的头戴受送话器 21 上的音量控制以及在耳机的头戴受送话器 21 和在耳机的无线麦克风 20 上的频率控制)。通过把温度敏感元件放在其温度可由相对恒定的 37C (98.6F) 的人体的温度调节的位置，可以使在耳机 22 的元件中产生的频率漂移效应减小。这种元件可被粘接到耳机的头戴受送话器 21 的扬声器，以便提供所需的热量。可以使用在助听器中通常使用的微型扬声器代替市场上供应的耳机的头戴受送话器 21 的扬声器，并可以使用在助听器中通常使用的微型麦克风代替市场上供应的耳机无线麦克风 20 的麦克风传感器。耳机的头戴受送话器 21 和耳机无线麦克风 20 可以用同一个 1.5V 电池操作，并且如果需要，整个耳机 22 可被封装在标准的 BTE 助听器壳体中。这种微型化提供了一种耳机，在任何情况下，可以隐藏不被随机的观察者看到 (例如如果用户具有长发)，尤其是在使用微型铁质天线时。当把 RPU23 带在口袋或钱包中并操作时，可以隐藏不被随机的观察者看到。

作为选择的特征，图 2 所示的 RPU23 还包括可以是无绳头戴送受话器 (例如 Panasonic model KX-T3710H) 的电话头戴送受话器 28，蜂窝电话手机 (例如 NEC model P120)，或具有语音拨号能力的无绳或蜂窝手机，或任何能够通过任何类型的二次无线链路 29 (例如 RF 或红外线) 进行通信的其它装置 (例如 “walkie talkie”)。在这种应用中手机 28 不拿在用户手中，而是形成带在用户身上或位于其附近的 RPU23 的一部分。手机 28 的按钮和其它手机 28 的控制可在 RPU23 的表面上得到，并以通常的方式操作。当需要通过二次无线链路 29 通信时，DPDT 开关 25 处于上方位置 (即图 2 所示的另一位置)。用户的语音 (和在周围音频环境中的其它信号) 被耳机的无线麦克风 20 拾取，被发送到 RPU23 的 FM 接收机 24，通过 DPDT 开关 25 送到手机 28 (可以除去手机的麦克风传感器) 的麦克风输入并在

二次无线链路 29 上例如向一般用户电话网络发送。来自二次无线链路 29 的信号被手机 28 接收，从手机 28 的扬声器输出（手机的扬声器可以除去）通过 DPDT 开关 25 向信号增强器 26，FM 发送机 27 发出，最后到达耳机头戴送受话器 21 的接收机，把信号转换为被用户听到的声波。注意 RPU23 也可以包括到“个人数字辅助”计算机或图 2 未示出的和 FM 接收机 24 的输出相连的语音操作装置的直通连接。

耳机无线麦克风 20 和 RPU FM 发送机 27 的 RF 输出功率可能被 FCC 规定限制于 -47dbm 或相对于 1 毫瓦的功率或 -47dB 的电平（见 47 CFR Ch. 1, Para. 15.239, 关于场强的限制，以及后面讨论的关于全特征实施例的场强和发送机功率之间的关系），在 88MHz 到 108MHz 波段，这比在相同波段操作的商业广播电台的 RF 输出低。因此，在进行操作之前，必须根据用户的位置选择耳机 22 和 RPU23 的“清楚的”操作频率（即具有合适的低的干扰电平的操作频率），并允许操作许多接近的装置而没有相互干扰。通过在 73MHz 附近的“助听器”波段操作该系统，此时 RF 发送机的功率可以达到 +2.8 dB（见 47 CFR Ch. 1, Para. 15.237），可以减轻干扰问题和 RF 发送机的功率限制问题。

### 全特征实施例

所需的特征：对于本发明的全特征较佳实施例，许多特征被认为是需要的。为了广泛应用，最好该系统允许操作互相接近的多个装置而没有干扰。来自自然或人为干扰源的偶尔的干扰是可接受的，只要这种干扰不引起收听质量的显著变差。最好把耳机的功率消耗降至最低，以延长电池寿命，并最好使用充电电池。耳机最好小于棉签头，从而能隐藏大多数用户使不被看见。图 1 说明一种提供所需的 CIC 形状系数的耳机 10。较佳实施例应该在耳机 10 和 RPU16 离开 0.6 米（2 英尺）时能够进行操作，并希望有较大的范围。为使得唇音读出，周围声音信号到达耳机麦克风 12 和在耳机扬声器 15 产生相应的被处理过的声音信号之间的总延迟最好小于 50 毫秒。为了使用户知道声音来自何处（双耳定位），随机的左/右耳机的定时改变最好小于 20 毫秒。注意可以允许较大的，固定的左/右耳机的定时改变。麦克风最好装在耳机内（而不戴在身上），以便允许在耳机 10 和 RPU 16 之间的一次通信链路 17 中断时，耳机可独立地操作，并且保留用户借助

于头的运动测定方向的能力，同时减少来自临界音频路径的风和衣服的噪声。注意可以使用辅助的身体佩戴的麦克风测量背景噪声，以便自动设置助听参数。系统的音频带宽（即保留的为每个耳机 10 的扬声器 15 处理和利用的所有的音频信号的带宽）最好大于 6KHz，使得保留所有的基本的语音信息。见在“Reference Data for Radio Engineers”中关于清晰度指数的使用，以便评价使用小于 6KHz 的带宽的后果。

无线介质的选择：在本发明中可以使用各种无线介质，例如光学的（包括红外线的），声波（包括超声波），感应回路和电容耦合。可以使用这些无线通信形式的任何一种，以及本文未详细说明的其它形式（例如声磁共振技术）实施本发明。因为感应回路和电容耦合无线通信技术一般更适用于单向而不是双向通信系统，所以这些技术不再参照较佳实施例的说明进一步讨论。同样，光学和声波方法由于在提供可以有效地穿透衣服的系统时涉及的困难，也不再进一步讨论。因此，RF 方法是唯一的对于全特征的较佳实施例需要详细说明的方法，并且在有限特征实施例中已经讨论了一种 RF 方法。

射频的选择：在 900MHz 到 6GHz 范围内的操作频率一直被用于电子物品监视（EAS）防窃系统和 RF 识别标记（见用于说明这种系统和相关元件的 Hewlett Packard “Communications Components Catalog”）。EAS 技术已经被证明能够穿透衣服并提供一种短程的无线通信链路。在这频率范围内的本发明的全特征较佳实施例的操作由于可利用低成本元件而是所需的。在 EAS 和其它系统中，一种设计 RF 天线的简单方法是提供一种在 RF 操作频率下  $1/4$  波长的导体（见用于说明 Marconi 天线的“*The ARRL Handbook for the Radio Amateur*”中的天线基础的讨论）。因为在 6GHz 下  $1/4$  波长天线的长度为 1.27cm（一个半英寸），所以在这一频率下的天线可以容易地伪装为耳发，并可以作为助听器提取器 14（虽然不需要天线作为提取器也不需要伪装成耳发）。注意可以使用低于 6GHz 的频率（例如以前有限特征实施例所述），但是元件和天线一般要作得较大。同样，也可以使用高于 6GHz 的频率，但是元件不容易买到。因此，较佳实施例选择接近 6GHz 的频率范围，这是由于 6GHz 是对于作为提取器或耳发的天线长度的最低频率，并且在 6GHz 附近操作的最小元件也容易买到。

RF 路径效应：耳机和 RPU 之间的路径最好是但不一定是视距路径。为了说明可以是视距路径，假定 RPU 被放在用户的肚脐附近，一个 0.6 米长（2 英尺）的可伸缩指针当完全伸开时，通过把指针的一端放在肚脐，另一端放进耳道，可用于说明对于头和身体的所有位置，在 RPU 和两个耳机之间存在直接的视距路径。当用户运动时，指针改变长度，但总是确定 RPU 和耳机位置之间的视距路径。由在视距路径中（例如在 RPU 上方）添加衣服层引起的传输损失最小，并且 RF 信号在 6GHz 也能穿透一薄层人体组织。特别是，被确定为入射的 RF 平面波的功率是其在皮肤表面上的功率的 0.135 倍（即 8.7db 损失）的皮肤深度在 6GHz 时大约为 7mm（见“Radiofrequency Radiation Dosimetry Handbook,” DTIC ADA 180678）。因而，虽然在 6GHz 时人体有效地阻断 RF 信号，并且大部分能量被皮肤表面吸收，但在某种程度上，RF 信号穿透相当薄的外耳耳骨。

自由空间路径损失：即使在假定在耳机和 RPU 之间存在视距路径的情况下，6GHz 的 RF 信号的传输功率损失是相当高的。用 dB 可把自由空间路径损失表示为  $96.58+20[\log(\text{范围英里} \times \text{频率 GHz})]$ ，或  $92.4520[\log(\text{范围公里} \times \text{频率 GHz})]$ 。其推导见“Reference Data for Radio Engineers”中的空间通信路径损失的讨论。在 6GHz 时的自由空间路径损失近似值是在 0.9m（3ft）为 4/dB，在 3m（9ft）为 58dB，和在 9m（30ft）为 67dB。因为 3dB 的损失相应于一半的信号功率损失，并且低于另一信号的功率电平 20dB 的信号只有另一信号的功率的 1%，在 9m（30ft）的范围内接收的 6GHz 信号，只具有当在接收机和发送机中使用各向同性（全向）天线时，在 0.9m（3ft）的范围接收的信号功率的 1%。在许多系统中，通过使用提供附加增益的高度定向的天线（一般每个天线 + 28dB，一个天线在链路的发送端，另一个天线在链路的接收端）克服路径损失。然而，对于本发明的应用，体积大的高增益天线是不能接受的。使用小的天线减少传输路径损失的技术对于本发明是适用的，尤其是在 RPU 中，并且许多方案是可行的。例如，图 9 表示一种简单的方法，其中三个天线在 RPU 中处于不同的方位，如果需要，可以使用更多的天线。天线 900 由开关 902 选择（通过控制信号 966 在数字信号处理器 DSP 948 的控制下），而天线 960 由开关 962 解除选择（通过控制信号 964 在数字信号处理器 DSP 948 的控制

下)，并且天线 970 由开关 904 解除选择（通过控制信号 968 在数字信号处理器 DSP 948 的控制下）。RF 开关 902，904，和 962 例如可以使用本领域中熟知的 PIN 二极管制造。在本领域中被称为“分集切换”的天线选择方法被 DSP 948 自动控制，并且由 DSP948 选择产生最好链路可靠性的天线以供使用。也可以使用本领域中熟知的其它技术，例如电子控制的相控阵。

**操作功率限制：**只要满足应用要求，便可以在许多频带操作。这里使用稍微低于 6GHz，5725 到 5875MHz ISM（工业的，科学的，和医学的）的频带，用于说明全特征较佳实施例的操作。在这频带内的非许可操作在美国由 47 CFR Ch. 1 Para. 15.249 控制，根据应用本发明的国家可以采用其它限制。对于本讨论，只考虑由 United States Federal Communications Commission 对操作施加的限制。在 5725 到 5875MHz 波段，在 3 米的平均场强必须小于 50mv/m。对于非定向辐射体，以瓦计的功率被表示为以 v/m 计的场强和以米表示的范围之积的平方的 3.33%。其推导见“Reference Data for Radio Engineers,” 中的天线部分，特别是关于在自由空间的来自天线的场强和辐射功率部分，以及“Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management”的 Annex K。对于所述的 3 米的范围和 50mv/m 的场强。平均功率限制为 0.75mW (-1.25dBm)。允许 (500mv/m) 的较高的峰值场强为 20dB (10 倍)，其导致 75mW (+18.75dBm) 的峰值功率限制。也适用于其它限制，但通过标准设计这些限制容易满足 (见 47 CFR Part 15, Subpart C--Intentional Radiators)。

**潜在干扰源：**虽然在 6GHz 附近的 ISM 波段管理装置操作的规定把 RF 发送功率限制在相当低的值，但这种限制能够确保其它设备不受干扰。通过在本节中后面说明的时分多路复用方法可消除来自附近其它助听器的干扰。通过往返行程自由空间路径损失可以消除来自离开远方表面 (在本领域中称为“多路径”) 的信号的反射干扰。本发明中使用的相对低的数据速率对来自附近表面的反射产生抗扰性。通过上面上面的自由空间路径损失把来自附近低功率设备的干扰减到最小。通过使用户离开窄的高功率束可消除来自高功率的 ISM 设备 (一般是具有高增益天线的点对点的通信链路) 的干扰。提出的一种欧洲汽车电子收费系统将使用 5.8GHz 的高功率

脉冲，但汽车在运动中，并且提供有屏蔽。高功率气象雷达例如在机场和电视台使用的那些在低于 5650MHz 下操作，为 75MHz，在所感兴趣的 ISM 波段以下。因而，在目前为这种非允许的设备的操作选择 6GHz 附近的 ISM 波段是合理的。

RF 系统操作：航空控制系统的设计知识，特别是 S 方式的空中交通管制二次雷达系统（见“U.S. National Aviation Standard for the Mode Select Beacon System, Appendix 1 to DOT FAA Order 6365.1A”）有助于理解本发明的全特征实施例。在 S 方式下的空中交通管制系统中，在本领域中称为询问器的基于地面的设备向在本领域称为转发器（发送机应答器）的由飞机携带的各个询问装置发送在本领域称为询问的信号。转发器接收正确地址（即在询问中的和转发器的内部地址一致的地址位）的询问，产生一个由转发器发送并由在询问器中的回答处理电路接收的在本领域中称为回答的信号。因此，转发器是一种特殊类型的收发机，其仅在成功地收到合适的询问之后才发送（回答）信号。在图 1 所示的助听器系统中，除其它电路之外，RPU16 含有询问器系统和适用于用来产生和接收数字微波信号的回答处理器。注意虽然在本领域中熟知的模拟调制技术（例如在有限特征实施例中使用的频率调制）也可以用于全特征实施例中，但本文只详细说明数字技术。每个耳机 10 具有一个转发器（在本例中为收发机 13），其响应正确地址的询问产生一个回答。从 RPU16 的询问器经过一次 RF 链路到耳机 10 的转发器 13 的询问包括同步脉冲，左/右（L/R）选择位，转发器地址，从 RPU16 到耳机 10 的音频数据，辅助位（在本节的后面说明），和未调制的载波间隔。从耳机 10 的转发器 13 到 RPU16 的回答处理器的回答包括同步脉冲，从耳机 10 到 RPU16 的音频数据，辅助位，和奇偶位。使用本文所述的技术，不需要询问器地址，转发器通过调制来自询问器的未调制的载波产生回答，并在耳机 10 的转发器 13 中不需要微波（6GHz）振荡器和放大器。虽然实际上可以在耳机 10 的转发器 13 内使用微波振荡器或放大器，并且这样在某些情况下有一些优点但本文所述的全特征较佳实施例避免把这些装置放入耳机 10 中，以便使体积和功率消耗最小。注意图 2 的有限特征实施例在耳机 22 的无线麦克风 20 和头戴送受话器 21 中使用振荡器和放大器。在一些应用中，可能需要使用相互通信的多个 RPU。在

这种应用中，每个 RPU 可以包括例如可完全寻址的转发器作为 RPU 内部电路的一部分。此时 RPU 之间的通信以本文所述的 RPU 和耳机之间的通信相同的方式实现。

询问和回答频带：S 方式系统和助听器系统的全特征较佳实施例之间的许多区别之一是操作频率。虽然 S 方式系统对询问使用 1030MHz 的中心频率，对回答使用 1090MHz 的频率，但本发明的助听器对询问使用 5760MHz，对回答使用 5820MHz，如图 3 的相对频谱幅值曲线所示。不过，在一般的助听和 S 方式系统中，中间频率（IF）是 60MHz（询问和回答的中心频率之间的差），从而可以使用标准的微型元件。另一个区别是，S 方式的回答使用 PPM（脉冲位置调制），数据速率为 1MHz，从而产生 2.6MHz 3dB 带宽和 14MHz 20dB 带宽，而助听器的询问使用 5MHz 数据速率的 PPM（为了简化耳机转发器的 RF 设计），从而产生 13MHz 3dB 带宽和 70MHz 20dB 带宽，如图 3 所示。注意所述的带宽在本领域中称为信号带宽，并且使用减小这些带宽的 RF 或 IF 滤波器可能引起信号波形变差，而使用较大的带宽则由于噪声和干扰会增加变差的可能性。S 方式的询问使用 4MHz 的数据速率的 DPSK（微分相移键控）产生 8MHz 6dB 带宽和 20MHz 19dB 带宽，而助听器的回答使用 20MHz 的数据速率的 DPSK（在低功率值下提供优异的噪声抗扰性），产生 40MHz 6dB 带宽和 100MHz 19dB 带宽，如图 3 所示。注意在耳机的转发器的回答期间，RPU 询问器以 5760MHz 发送未调制的载波脉冲，它由于其窄的带宽而不干扰包含在 5770 到 5870MHz 19dB 的信号带宽中的回答信号信息。其它调制技术（例如频移键控）可以容易地用来代替此处所述的技术，不过此处所述的调制技术是根据应用的广泛性，提供的文件的数量和可得到的元件而选择用于说明全特征较佳实施例的。类似地，和此处所述的数据速率，功率值，询问频率，回答频率和中间频率也可以使用。

耳机转发器 RF 电路的简化原理图及其操作：图 4 所示为一般的耳机转发器 RF 电路的简化原理图。图 4 的电路的功能在图 8 中的整个耳机的方块图中表示为 RF 解调器和调制器 805。虽然 RF 解调器和调制器 805 的功能可以使用本领域熟知的电路实现，但此处只用图 4 的电路进行说明。为了简化，阻抗变换器匹配部分没有示出（见“*The ARRL Handbook for the*

Radio Amateur”关于1/4波长变换器的讨论)，并且这种变换器不占大的体积。一个具有水平极化（由于其定向于出耳道的方向）的四分之一波长 Marconi 天线 40（如图 4 和图 8 所示）被询问器和应答器使用，虽然也可以使用其它的天线配置。在本例中，天线 40 是 5790MHz 下的四分之一波长，其为询问中心频率 5760MHz 和回答中心频率 5820MHz 之间的中间值，这产生一个失配损失。如果需要，天线 40 的长度使得可用作耳机提取器。串联谐振电路 41 和 42 实际上是高 Q 的介电谐振器，在谐振时呈现低阻抗，否则呈现高阻抗。这些谐振器可用高介电常数的材料用常规方法制造，并适用于直接安装在微带线电路中（见 Dielectric Laboratories CAPCAD catalog for design information）。谐振器一般尺寸为 0.25mm（0.01 英寸）的厚度，0.5mm（0.02 英寸）的宽度和 2.5（0.1 英寸的长度）。为说明电路的操作，首先假定耳机转发器不检测任何询问，也不处于发送回答的处理状态。特别是参照图 5，假定耳机电路处于其在既不是询问间隔 50 也不是回答间隔 52 的时间间隔的静止状态。在其静止状态，转发器 RF 电路只需要少量的功率，并且在这一状态下，转发器连续地来自 RPU 询问器的同步脉冲。中间隔离 Schottky 二极管 43（例如 HP 5082 - 2207）被通过相关的 RL（电阻 - 电感）网络 45 施加于二极管 43 上的固定偏压 44 稍微正向偏置。注意如果需要，可使用零偏压二极管（例如 HP - HSMS - 0005），从而不需偏压 44 和其相关的 RL 网络 45。通过另一 RL 网络 46 施加的 V1 的电压在除去回答间隔 52 的所有期间内具有接近于地（0 伏）的值。当接收询问 PPM RF 脉冲时，它们被 Schottky 二极管 43 检测，然后作为基带视频脉冲通过电感 47 出现在电压点 V2 上。出现在 V2 的一般脉冲在图 5 中表示为 RPU 的询问 51 的询问间隔 50 的部分。PPM 询问基带视频脉冲由视频放大器 810 和其后的视频脉冲量化器电路 815 处理，这在本领域中是熟知的，此处不再详述（为详细说明在 S 方式系统中使用的这种电路的细节见“TCAS Experimental Unit Hardware Description,” NTIS ADA-169870），以便获得供在询问数据寄存器 820 中存储的位。由于视频放大器 810 所需的相当有限的动态范围，在助听器应用中以便不需要在 S 方式系统中通常使用的对数放大，可使用自动增益控制（AGC）代替。在完成询问间隔 50 之后，RPU 询问器在回答间隔 52 的期间发送未调制的 5760MHz 的载

波脉冲。在回答间隔 52 期间，调制的（通过调制器 830）小功率的 60MHz 的振荡器 835 提供给电压点 V1，使得二极管 43 作为混频器以 60MHz 的速率导通与截止。混频器二极管 43 产生中心在差频 5700MHz 和和频 5820MHz 的频率分量。5820MHz 的和频分量通过谐振器 42，并形成从耳机转发器天线 40 向 RPU 回答处理器电路以无线方式发送的回答。仅在回答间隔接通的耳机的 60MHz 振荡器 835 在特定的时刻改变相位，从而产生 DPSK 回答数据。这种操作的细节示于图 8，其中 60MHz 的振荡器 835 的输出在施加于 RF 调制器电路之前，被调制器 830 进行相位调制（即使用后面说明的编码技术，根据存储在回答数据寄存器 825 中的 DPSK 编码位的值，乘以 +1 或 -1）。注意所有耳机的功能（例如对 60MHz 的振荡器 835 的功率控制）被定制的专用集成电路（ASIC）845 控制。ASIC845 可以是一种小功率的低压器件，例如类似于 ECI Semiconductor P576 定制的可编程的线性/数字门阵列。为清楚起见在图 8 中许多功能被表示为单独的方块，例如回答数据寄存器 825，其可以在 ASIC 845 内实现。

远程处理器单元的询问器和回答处理器：图 9 所示的 RPU 可以使用现有技术中熟知的任何广泛使用的元件。DSP948 可以含有几个集成电路，例如 Motorola DSP 56L002 单片数字信号处理器，Motorola DSP56200 可串接自适应数字滤波器芯片和本领域中熟知的支持存储器件。微型元件例如介电谐振振荡器可用于微波振荡器 908，并且 DPSK 回答可使用表面声波（SAW）或在标准延迟和乘法解调器电路 934 中的玻璃体声波（BAW）延迟线 936 译码。实现良好的噪声抗扰性的另一种解调器可以使用用于载波恢复的矩形环路结构的锁相环实现而不使用延迟和乘法电路 934。使用这种相干检测技术对 DPSK 波形解码在本领域中被称为微分编码的相干相移键控，或 DECPSK。根据需要（例如在循环器 906 和路径开关 922 之间），可以使用采用低噪假象高电子移动性晶体管（例如 HP ATF 36077）的放大器。这种放大器在图 9 中没有单独示出。图 9 中所示的所有开关都是可以使用例如 PIN 二极管实现的 RF 开关。为清楚起见，图 9 中示出了从 DSP948 到 RF 开关的开关控制连接并且所有开关保持在图示的设置状态直到提及被改变为止。当 RF 回答通过选择的天线 900，天线选择开关 902，循环器 906，路径开关 922（在由 DSP 948 进行的回答间隔期间通过控制信号 976 设置为

和图 9 所示的相反的位置), 带通滤波器 928 和 IF 混频器 930 时, 图 9 所示的系统解调接收的回答。IF 混频器 930 通过使回答和通过开关 910 (在由 DSP 948 进行的回答间隔期间通过控制信号 972 设置为和图 9 所示的相反的位置) 和功率分割器 920 的来自 5760MHz 振荡器 908 的少量的 RF 功率混合, 对其进行向下变换。所得 DPSK 回答具有 60MHz 的中心频率, 100MHz 的带宽, 并通过带通滤波器 932 到达例如由 50nsec 的延迟线 936 和乘法器 938 构成的 DPSK 解调器 934。所得的位被存储在回答数据寄存器 940 中用于由 DSP948 处理。

时分多路复用: 在此处详述的本发明的实施例中, 所有 RPU 询问器共用一个中心频率为例如 5760MHz 的频带进行询问, 而所有的耳机转发器共用另一个例如中心频率为 5820MHz 的频带回答。在此处详述的实施例中询问 (因此回答也如是) 通过使用时分多路复用技术被定时以避免“冲突”。每个 RPU 含有一个在本领域中称为“取样器”的电路, 仅当 RPU 询问器不发送时才操作, 用于检测其它询问器的存在。这种处理在本领域中称为“无干扰信道判断”。取样器电路 (在本例中可以主要由 Schottky 二极管和其它类似于耳机转发器中使用的电路构成) 使 RPU 能够确定其它询问器是否在附近, 以及附近的询问器正在发送的时间间隔。如图 9 所示, 当来自其它单元的 RF 询问从选择的天线 900 通过天线选择开关 902, 循环器 906, 路径开关 922, 和带通滤波器 924 向着取样器 926 行进时便实现这种结果, 它表示对于 DSP948 存在其它的询问器。时间被分为“时隙”, 时隙被定义为一个特定长度的时间间隔, 在一个时隙中发生一个询问/回答周期。参看图 5, 一个时隙由询问间隔 50 和相应的回答间隔 52 构成。在可能时, 一个询问器以取决于音频信号采样速率 (本部分的后面说明) 的平均接收频率在某一占用时隙之后紧接的未占用的时隙中发送。使用这种方法, 许多询问器和转发器可以紧接着操作而不需共用任何时隙。由 RPU 检测到的干扰的存在由高的回答错误率 (奇偶错误或没有来自选择的转发器的回答) 表示。在某一数量的回答失败之后 (例如在任一 0.05 秒的间隔内有 1% 失败), 则询问器转向紧接随机选择的附近系统 (如果检测到任何附近系统的话) 的回答的未占用的时隙。如果没有未占用的时隙可被利用, 询问器便在随机选择的占用的时隙中发送一个询问, 直到和所需的转发器建立成

功的通信为止。也可以选择一个不同的 RPU 天线帮助在 RPU 询问器和所选耳机转发器之间建立可靠的链路。当 RPU 询问器必须和一个以上的耳机转发器通信时，时隙和天线选择信息被存储在单独地用于每个转发器的 RPU DSP948 中。时隙选择程序可以或不可以强制其它的询问器由于干扰而根据本部分后面说明的相对几何关系改变其时隙选择。然而，对于所有情况，刚才所述的程序即使在最坏的相互 RF 干扰的几何结构的条件下，仍允许大量的类似单元靠近地操作。

波形设计：本领域的人员应该理解，可以有大量的波形设计，并且各种技术（包括扩展频谱，码分割多址连接和跳频波形）都超出了本文的范围。本发明的操作最好通过考虑图 5 所示的波形的例子进行说明，虽然有许多其它可能的波形。在 5600nsce 的询问间隔 50 期间，RPU 发送 5Mbits/sec 的 PPM 询问波形，其幅值包络随时间的变化曲线 51 示于图 5。询问包括具有持续时间为 100 纳秒或 200 纳秒，中心频率为 5760MHz，功率电平为 +1.3dBm (1.35mW) 的一串脉冲。图 9 所示为用于产生所需询问波形的电路的方块图，其中 5760MHz 的振荡器 908 的输出通过开关 910 连接到设置询问电平的衰减器 912。询问波形 51 的 PPM 部分当在询问间隔 50 期间来自询问数据寄存器 942 的串行二进制数据使开关 914 接通与断开时被产生。所得 RF 波形被送到滤波器 916 通过开关 918 被送到循环器 906，并通过另一个开关 902 被送到选择的的天线 900。在询问间隔 50 期间没有信号从耳机发送。在回答间隔 52 期间，RPU 询问器发送一个持续间隔为 550 纳秒，中心频率为 5760MHz，功率电平为 +16.8dBm (48mW) 的未调制的 RF 脉冲。当 5760MHz 的振荡器 908 的输出被通过开关 910（在回答间隔由 DSP948 通过控制信号 972 设置为和图 9 所示的相反位置），功率分割器 920，另一开关 918（在回答间隔由 DSP948 通过控制信号 974 设置为和图 9 所示的相反位置）循环器 906，和天线选择开关 902 送到选择的的天线 900 时产生这一脉冲。被定义为一个询问/回答周期的持续时间的每个时隙是 6150 纳秒。在回答间隔 52 期间，耳机发送一个 20Mbits/sec DPSK 回答波形，其幅值包络对时间的曲线 53 如图 5 所示。该回答包括持续时间为 550 纳秒，以 50 纳秒的间隔可能反向，中心频率为 5820MHz，功率电平大约为 -37dBm (0.0002mW) 单个 RF 脉冲。对于单声道系统（一个 RPU 和一个耳机），询问/

回答周期每 80 毫秒发生一次 ( 12.5KHz 的接收频率)。对于双声道系统(一个 RPU 和两个耳机), 在每 80 毫秒的间隔内, 发生两个询问/回答周期(每个耳机一次), 每 40 毫秒是一个平均询问/回答周期( 25KHz 的平均接收频率)。为使设计简化, 在本发明的说明中所有定时都和 60MHz 的 IF 有联系。特别是, 60MHz 的波形的三个周期的总的持续时间为 50 纳秒, 并在 PPM 和 DPSK 数据的定时中, 使用 50 纳秒的间隔的倍数。平均接收周期是  $1600 \times 50 = 80$  毫秒。询问中心频率是  $60\text{MHz} \times 96 = 5760\text{MHz}$ , 并且回答的中心频率是  $60\text{MHz} \times 97 = 5820\text{MHz}$ 。因而, 给定一个具有合适频率的振荡器(例如 1MHz), 便可以通过合适的频率除法(例如 0.25MHz 是 1MHz 除以 40)或频率乘法(例如 60MHz 是 1MHz 乘以 60)产生所有其它所需的系统频率。

询问数据格式: 询问 51 以 100 纳秒的“间隙”或防护间隔开始, 在此期间在第一脉冲之前没有 RF 发送发生。该间隙确保可清楚地检测到第一询问脉冲的前沿, 并允许有足够的时间使来自任何附近系统的领先的回答脉冲衰减到一个检测不到的电平。第一询问脉冲具有 100 纳秒的持续时间, 其后是 300 纳秒的不发生 RF 发送的时间间隔。这形成一个独特的脉冲序列, 在本领域中称为同步脉冲, 用于 PPM 同步。其余的 PPM 数据脉冲发生在规则的均匀的 200 纳秒位间隔内。如果数据位的值是逻辑“1”, 则在位间隔的第一个 100 纳秒内而不在最后的 100 纳秒发送一个 RF 脉冲。类似地, 如果数据位的值是逻辑“0”, 则在位间隔的最后的 100 纳秒内而不在第一个 100 纳秒内发送 RF 脉冲。第一个数据位用 L/R 表示, 指示是左耳机还是右耳机被寻址。如果 L/R 位是逻辑“1”, 则左耳机被寻址, 如果 L/R 位是逻辑“0”, 则右耳机被寻址。注意右(左)耳机在检测到对左(右)耳机寻址的询问之后将立即停止处理, 并然后开始检索另一个同步脉冲。如图 8 所示, 在询问数据寄存器 820 中的位处理例如发生在耳机 ASIC845 中。通过把 L/R 位首先放在数据流内可以使得在给定的询问器的范围内的所有耳机的 50% 在尽可能早的时机停止处理。L/R 位后面是 15 位地址, 其最高有效位首先被发送。耳机 ASIC 845 对 L/R 位和地址译码, 并当检测到和其内部预先设置的 L/R 位或地址(被存储在缺省参数存储器 870 中)不一致时, 在尽可能早的时机停止处理询问。15 位地址相应于用户的生日

和“以 89 为模的年”，以便在整个人口当中获得相对均匀的地址代码分布。不允许有所有的位都是 0 或都是 1 的地址，因为都是 0 或都是 1 的状态通常表示系统故障。出生在 1969, 7, 20 的用户将有一个 1 的地址，出生在 1969, 7, 21 的用户将有 2 的地址，依此类推直到 32, 508 天（大约 89 年），到时该序列重新开始。因为 5 个地址位可以表示 32, 768 个不同的数，258 个其它不用的地址码可被保留用于特殊功能，例如来自固定位置的 RF 发送机的“广播方式”询问，以便向有障碍的用户提供特殊信息服务。注意保留的码也可以在错置的系统元件例如蜗形植入电极驱动单元的无线定位的程序（在本部分后面说明）中使用，在正常操作状态下，它可以不发送信号。虽然此处所述的寻址方法不能确保全部保密，但 15 位地址和短的通信范围的组合使得系统比使用 8 位地址的大部分无绳电话更具有保密性（见 47 CFR Ch. 1, Para. 15.214）。注意如果需要，地址可由用户使用本部分后面所述的涉及一个保留的地址码的程序改变。15 位地址后面是 8 位音频数据段，其最高有效位被首先发送。音频数据是一种 8 位的压扩（压缩/扩展）采样，代表以上述的 12.5KHz 的接收频率采样的，从而在 RPU 和耳机之间产生 100Kbit/sec 有效的音频数据速率的音频波形的一个值。本领域的人员应该理解，可以有許多其它的音频波形数据格式，其范围从 Federal Standard 1016 的 4.8 Kbit/sec 码激励的线性预测（CELP）技术到 CD 唱片播放器中通常使用的 2.1168 Kbit/sec 格式。对于为全特征较佳实施例的说明而选择的 100 Kbit/sec 数据格式允许使用适用于包括话音和音乐的所有声音的简单的数据编码方法。和使用较复杂的电路实现较低数据速率的系统不同，压扩技术允许在耳机中使用简单的编码器和译码器（见“Digital Processing of Speech Signals” L.R. Rabiner and R.W. Schafer, Prentice-Hall, Inc., 1978 中关于瞬时压扩的讨论）。8 位压扩的音频数据一般提供 11 位均匀量化的的感觉等效。系统的细节示于图 8，其中麦克风 875 和 8 位压缩模数转换器（A/D）880 相连，并且所得的数字采样被输入到 ASIC845 用于扩展耳机的功能。ASIC845 接着将数据采样放入回答数据寄存器 825 中。类似地，ASIC845 从询问数据寄存器 820 中读出数据并把采样传递到和耳机扬声器 855 相连的 8 位扩展数模转换器（D/A）850。12.5KHz 的接收频率允许忠实地再现低于 6KHz 的所有音

频分量,同时提供附加的 250Hz (即 4%) 的防护频带用于抗扰滤波器(设置在 A/D880 和 D/A850 转换器中)。注意偶然的数据错误一般人的听觉系统检测不到,因此,不需要错误校正或重发音频数据。在 8 位的音频数据段之后是 1 位的用于低速率临界非音频数据的辅助数据字段。来自许多连续的询问中的辅助数据位值在耳机 ASIC845 的内部寄存器中组合,形成任何所需长度(即任何合理的位数)的信息,并且这种信息可以从耳机转发器返回 RPU 询问器(和 DSP948)(在 ASIC845 的控制下),用于确认是否需要并且在需要时重新发送。例如如后所述的关于耳机的缺省设置的信息通过询问辅助链路通信。在较佳实施例的这一特定的实施中,辅助链路数据的格式类似于 PPM 数据传输使用的脉冲格式。具体地说,当同步序列“1, 0, 0, 0”作为 ASIC845 装配来自 4 个连续的询问的辅助位的结果而被接收时,辅助链路信息开始。通过装配来自下两个询问的辅助位而收到“1, 0”(“0, 1”)表示逻辑“1”(“0”)用于第一辅助链路信息位,对于其它位也是如此,直到遇到下一个同步序列。本领域的技术人员应该理解,许多工业标准数据链路协议可在辅助数据链路上使用,但这种协议的讨论超出了本文的范围。在发送辅助位之后,询问器插入一个 100 纳秒的间隙,在此期间,较高 RF 功率的输出电路被选通,用于未调制的回答间隔 52 的脉冲(即开关 914 打开而开关 910, 918 和 912 都被设置为和图 9 所示的位置相反的位置)。在询问间隔 50 的最后的 100 纳秒的间隙也允许耳机转发器中的 60MHz 的振荡器 835 如同由 ASIC845 控制一样导通一段时间。

回答数据格式:来自正确寻址的耳机转发器的回答 53 以 50 纳秒的用于 DPSK 数据同步(DPSK 同步)的发送开始。具体地说,如果在 RPU 的回答处理器中使用延迟乘法解调器 934,则延迟线 936 必须被 DPSK 同步发送初始化,以便正确地译码随后的 DPSK 数据。DPSK 同步位和随后的数据位出现在规则的均匀的 50 纳秒的位间隔中。在这种特定的实施中使用的 DPSK 数据位编码技术如下:如果前面为反向,则位间隔代表逻辑“1”(否则位间隔代表逻辑“0”)。8 位音频数据字段跟在 DPSK 同步位的后面,并且首先发送最高有效位,以便减少由于干扰脉冲引起的任何错误的冲击。8 位的音频数据按照前述被压扩,以便用于询问数据格式。音频数据后面是

辅助数据位，在形式上和功能上和前述的询问辅助数据位类似。例如耳机电池电压电平的信息通过回答辅助链路间隙通信。例如，耳机电池 860 的电压可以使用 4 位 A/D 转换器 865 采样，所得数据被输入到 ASIC845，以便被包含在包括在许多顺序回答中的辅助数据位的回答辅助链路中。每个回答的最后位是奇偶位，用于干扰检测（如前所述），通过耳机的 ASIC845 中的逻辑计算。使用在询问 51 中接收的并在回答 53 中发送的所有音频和辅助数据位计算奇偶位的值。使用奇数奇偶校验以确保至少一个回答位的值为逻辑“1”，使得没有任何反相的回答表示耳机故障。当在使用在询问 51 发送的和在回答 53 接收的所有音频和辅助数据位在 RPU DSP948 中产生的奇数奇偶校验位和接收的回答奇偶校验位不一致时，出现奇偶校验错误。注意虽然在每个询问/回答周期发送了等效的 39，但只有 18 位用于数据传递，从这种观点看来，此处所述的询问和回答模式的效率是相当低的。本领域的人员应该理解，可能有许多更有效的格式。例如，用于询问 51 和回答 53 的 8 位的音频数据段可被加倍，增加到 16 位音频数据段，使每个字段含有两个 8 位采样，并且所得的询问/回答接收频率可被减少一倍（同时保持音频采样频率为常数 12.5MHz）。然而，此处使用的格式是用于说明的目的，并且使得全特征的 较佳实施例的实施简单。

RF 发送功率限制：此处所述的本发明的全特征实施例被设计用于在 47 CFR Ch. 1, Para. 15.249 下非许可操作。如前所述，从系统发送的 RF 功率必须不超过 0.75mW 的平均值和 75mW 的峰值。从耳机转发器发送的功率在这种全特征实施例中一般为 0.2mW，可以被忽略。48mW 的峰值 RPU 发送功率也在 75mW 的限制以下。注意加在 50 欧姆负载上的峰值对峰值为 4.5V 的正弦波电压消耗 50mW 的功率，因此可广泛地得到适用于 RPU 询问器的电池（例如 9V）。对于双声道操作的最为严重的情况，RPU 平均每 0.04 毫秒发送一次询问。因此，在每个询问/回答周期允许的能量是  $0.75 \times 0.04 \text{ msec} = 0.03$  微焦耳。实际上被 RPU 发送的能量在询问间隔期间为  $26 \times 0.0001 \text{ msec} \times 1.35 \text{ mW} = 0.00338$  微焦耳，在回答间隔期间为  $0.00055 \text{ msec} \times 48 \text{ mW} = 0.0264$  微焦耳，在每个询问/回答周期共 0.02978 微焦耳（小于允许的限制 0.03 微焦耳）。因此，在最严重的情况下，RPU 的平均传输功率为  $(0.02978 \text{ 微焦耳}) / (0.04 \text{ msec}) = 0.7445 \text{ mW}$ ，在 0.75mW 的平均功率限制以

下。按照 ANSI/IEEE Standard C95.1-1991，对于 6GHz 的 RF 辐射的最大允许暴露为在 15 分钟平均每平方厘米 4mW，并应避免对眼睛的暴露和试验。来自此处所述系统的暴露当遵守本领域中熟知的标准设计方法时，远低于允许的限制。暴露还远低于据信是绝对安全的每平方厘米 1mW（见 Microwave Radiation Hazards section of “Reference Data for Radio Engineers”）。

RF 链路功率预算：使用前述的公式对于 5760MHz 的询问在 0.6 米（2 英尺）距离内的自由空间路径损失大约为 43dB。因为在 RPU 发送的询问功率电平为 + 1.3dBm，所以在耳机转发器接收到的询问功率电平大约为 + 1.3dBm - 43dB = -41.7dBm。为了确保可利用的链路处于所有可能的物理结构之下，通过分集转换从而处于不同方位的多路 RPU 偶极天线是理想的（即如图 9 所示，在 DSP948 的控制下由开关 902 选择可和耳机最好地进行通信的天线 900）。根据耳机相对于 RPU 的方向（即把 RPU 带在肚脐附近的皮带上相对于带在口袋中）也可以表明环形天线技术是适用的。其细节可见“The ARRL Handbook for the Radio Amateur”中关于环形极化的讨论。这种在本领域内是熟知的 RPU 天线的考虑是需要的，以便确保链路损失不超过可接受的值，并且及其希望把从 RPU 辐射的能量引向耳机并最大程度地远离用户身体。对于在耳机转发器接收的 PPM 脉冲，- 42dBm 的询问电平对于操作一般具有 - 54dBm 切向灵敏度的转发器的检测二极管（图 4 的二极管 43）是过量的，对该询问产生 12dB SNR（信噪比）。在回答期间，检测器的二极管 43 使用 on/off 调制起混频器作用。可以证明 on/off 调制产生 10dB 的转换损失，即所需的输出信号电压比输入信号电压少大约 3.14 倍（其推导见用于三角测量中的函数积关系式和“CRC Standard Mathematical Tables”中的方波的富氏展开）。虽然这损失比一般和双平衡混频器有关的 7 dB 的转换损失相当大，但此处使用的单二极管方法能够使用非常低的功率驱动电平操作（和通常使用的双平衡混频器不同）。因为在回答间隔期间 RPU 发送 + 16.8 dBm 的未调制的载波脉冲，所以在转发器的回答发送的 RF 功率电平大约是 + 16.8dBm - 43dB - 10 dB = - 36.2 dBm，5820MHz。对于从耳机转发器到 RPU 的回答的自由空间路径损失和询问的相同即 43 dB。在 RPU 接收的最终回答电平是 - 36.2 dBm - 43 dB = - 79.2

dBm。在 RPU 的最小可检测的回答电平由系统热噪声确定，表示为  $P = KTB$  F，其中 P 是以 W 计的噪声功率，K 是 Boltzmann 常数 ( $1.38E - 23$  焦耳/K)，T 是系统噪声温度 (室温或 290K)，B 是回答信号带宽，(图 3 取为  $30E + 6\text{Hz}$ )，F 是噪声系数 (细节见 “Phaselock Techniques” by F.M. Gardner, JOHN Wiley & Sons, 1979 关于噪声原理的讨论或见 “Reference Data for Radio Engineers” 中的空间通信部分)。可用于 6GHz 操作的现代低噪声元件例如前述的 HP ATF - 36077 具有接近于 1 的噪声系数 ( $F = 1$ ，或 0 dB)。最终的系统噪声是  $P = 1.2E-13\text{W}$ ，或 -99 dBm，对于回答产生 20 dB 的 SNR。注意对于回答的 SNR 选择得大于询问的 SNR，因为对于此处说明的实施例，插入链路路径中的任何损失对回答的影响大于对询问的影响。例如，如果路径损失增加 8 dB，对于询问链路的 SNR 减少 8 dB (从 12 dB 到 4 dB)，而对于回答链路，SNR 减少 16 dB (从 20 dB 到 4 dB)。

相互的 RF 干扰：在此处说明的全特征实施例的实施中，一个询问/回答周期平均每 80 毫秒在 RPU 和每个耳机之间发生一次。因为每个询问/回答周期具有 6150 纳秒的持续时间，固有 13 个不重叠的时隙可被利用进行时分复用，以便阻止接近的用户之间的相互 RF 干扰。因为每个双声道用户需要两个时隙 (每个耳机一个)，所以此处所述的系统足够用于 6 个接近的用户。如果来自其它用户的 RPU 的最大脉冲电平低于来自用户本身的 RPU 的所有脉冲电平至少 6 dB，来自另一个用户的 RPU 的询问一般不干扰来自用户本身的 RPU 的询问。例如，如果用户本身的 RPU 在用户耳机转发器的检测器二极管处产生 -42 dBm 的 PPM 询问脉冲，则由离开某一距离的另一 RPU 的发送引起的在同一检测器二极管处的 -48 dBm 的脉冲电平一般不会由于 PPM 同步检测错误而影响正确操作，也不会引起 PPM 数据错误。这样，来自距离 7.3 米 (24 英尺) 以上的 RPU 的 +16.8 dBm 的自由空间路径损失为 65 dB 的脉冲一般不会干扰用户的系统，因为在检测器二极管处测量的最终脉冲电平是  $16.8\text{ dBm} - 65\text{ dB} = -48.2\text{ dBm}$ 。因而，距离 7.3 米 (24 英尺) 以上的类似的单元的操作不需要通过使用时分多路复用相互同步。注意距离 1.2 米 (4.3 英尺) 以上的使用时分多路复用的两个类似单元可以共用具有重叠的 PPM 和 DPSK 脉冲的同一时隙，因为在这一距离

自由空间路径损失是  $50 \text{ dB}$  和  $+ 13 \text{ dBm} ( 1.35\text{mW} ) - 50 \text{ dB} = - 48.7 \text{ dBm}$ 。

最严重干扰情况下的几何结构：由于人体和座位的屏蔽效应，人群及大会堂的座位不代表最严重干扰的几何结构。此外，站在一个圆圈中的双声道用户，由于当更多的用户加入圆圈时圆圈直径的增加和头部屏蔽效应，也不代表最坏情况下的干扰几何结构。已知的最坏情况发生在教师 60，如图 6 的鸟瞰图所示，此时有 7 个学生 61 到 67 肩并肩地站在教师前面形成一个半圆。为了分析的目的，假定教师和学生都是双声道用户，具有位于肚脐附近的 RPU。教师的耳廓（外耳耳骨）对来自可能站在教师后面的任何学生提供屏蔽。具有 0.46 米（2.8 英尺）肩宽的 7 个学生可以站在距离教师 0.86 米处。学生增加使得增加和教师之间的径向距离并减少相互干扰。注意因为图 6 所示为 8 个双声道用户，如果不能共用系统提供的 13 个时隙，则需要 16 个时隙。因为许多用户之间的距离大于 1.2 米，这些用户可以如前所述共用一个相同的时隙，虽然此处不考虑这种可能性。存在许多解决方法（即无干扰时隙分配），对于图 6 所示的几何结构，一些方法需要小于 10 个时隙。作为一个例子，考虑一种方法，其中只使用头屏蔽为多个 RPU 提供共用一个时隙的能力，并且使用所有 13 个时隙。在图 6 中，实线用于表示耳机和 RPU 之间的视线路径，而虚线表示由于头屏蔽的高损失而导致的无干扰路径。用户的左耳用字母 L 表示，而右耳用字母 R 表示。图 6 说明这样一种情况，其中教师 60 的左耳（右耳）使用 1 #（2 #）时隙，学生 67 的左耳（右耳）使用 3 #（4 #）时隙，学生 61 的左耳使用 5 # 时隙，学生 62 的右耳使用 6 # 时隙，学生 63 的左耳使用 7 # 时隙，学生 64 的右耳使用 8 # 时隙，学生 65 的左耳使用 9 # 时隙，学生 66 的右耳使用 10 # 时隙，11 # 时隙由学生 61 的右耳和学生 62 的左耳共用，12 # 时隙由学生 63 的右耳和学生 64 的左耳共用，13 # 时隙由学生 65 的右耳和学生 66 的左耳共用。注意时隙号的命名是任意的。因为有许多解决方法，使所有单元达到可接受的稳态解所需的时间最小。当用户移动时，通过使用前述的时域多路复用技术连续寻找新的可接受的稳态解使其助听系统自动适应。这一分析表明，大多数用户可以接近地操作而中断性的相互干扰。

RPU 形状因数：远程处理器单元可以具有各种形状因数，在此说明其中

的几个。RPU 可以作为手表佩戴或作为其它不引人注意的饰物带在口袋或钱包里，或带在皮带上或带在衣服下面。当需要 RPU 功能的手动操作（例如参数设置的控制或数据输入）时，可以使用和其相连或装在其壳体内部的键盘。键盘可以包括全部微型字母数字键盘，或可以包括几个简单的控制，具有很大的按钮由不甚熟练的用户使用。如果需要，键盘可以隐蔽地操作，例如位于用户的口袋中。一种可能的感兴趣的形状因数示于图 7，其中 RPU 壳体 70 是 54mm 宽，85.6mm 长，10.5mm 厚的 PCMCIA（Personal Computer Memory Card International）Type III PC Card。该单元具有字母数字液晶显示 71，一对大按钮 72，用于通过莫尔斯码（或借助于对一个或几个 RPU 键按顺序施加压力由用户进行数据输入的任何其它的码），和全部微型字母数字键盘进行快速而隐秘的数据输入。莫尔斯码数据输入速率范围从每分钟 5 个字（新手）到每分钟 50 个字（熟练），并且用户只发出莫尔斯码（一般比接收容易）。关于莫尔斯码的说明，电子键和使用计算机进行莫尔斯码的自动接收参见“*The ARRL Handbook for the Radio Amateur*”。为了操作字母数字键盘，用户按下所需字符键，然后根据需要按下 LFT 或 RHT 键。例如，通过按下 ABC 键 73，在显示器 71 上显示字母 B，接着按 LFT 键 74，使显示的字母 B 改变为字母 A。12 个其它的字符（句号，逗号等）被印在壳体 70 上，在每个字符键的上方有一个（未示出）。当按下相应的字符键然后按下 ALT 键时，其它的字符出现在显示器上。注意输入一个字符不超过两次击键。当显示的信息准备从用户发送到 RPU DSP 时按下 ENT 键 76，左右箭头（图 7 中艰难 77）用于编辑信息，电源接通和清除键（ON/C）以及电源断开键（图 7 中 OFF 键 78）用于控制 RPU 的电源。如图 9 所示，DSP948 例如摩托罗拉 DSP56L002 集成电路可以提供用于键盘 946，显示器 954，莫尔斯码键 936 以及前述的和后面将要说明的其它 RPU 特征所需的处理器的功能。

错放系统元件的定位：在本发明中可以使用的这种现代 CIC 助听耳机 10 可以比棉签头还小，因而容易错放（如小的 RPU16）。如果耳机和 RPU17 之间的双向无线链路在某一时间间隔中断，如 RPU 被错放时发生的那样，耳机则自动模拟独立的 CIC 助听操作，并且 RPU 按前述方法检测链路中断，通过减少其与耳机通信的次数节省功率。如果在某个时间间隔（例如 0.1

秒) 耳机 10 没有收到来自 RPU16 的询问, 例如由耳机 ASIC 845 中的可重触发单稳多谐振荡器电路 (在现有技术中也称为“单触发”) 确定的, 则 ASCI 开始模拟独立的 CIC 助听耳机。当 ASIC 845 使通过 8 位压缩 A/D880 来自麦克风 875 的信号通过 8 位扩展 D/A850 输入到扬声器 855 时, 则提供独立操作。在最简单的情况下, ASIC 845 从 A/D 880 中读出数据, 由一常数 (从缺省参数存储器 870 中读出) 乘以读出的数据, 从而被放大, 并使结果和最大的允许值 (从缺省参数存储器 870 中读出) 比较, 把结果写入 D/A850 中。ASIC 还可以进行其它的处理 (例如自适应音量控制)。虽然在独立方式中没有远程处理器和通信特征可以利用, 其使用来自耳机中的缺省参数存储器 870 中的预选的助听参数设置, 但耳机提供一个从麦克风到扬声器的有用的放大的音频路径。当耳机和 RPU 之间的通信恢复时, 由 RPU DSP948 产生的语言信息 (例如使用合成的或预先存储的数字化语音) 被送到耳机, 通知用户系统功能已经恢复。因而, 为了定位错放的 RPU, 用户可简单地戴上耳机同时移动搜索 RPU。当耳机听到来自 RPU 的信息时, 便可以在附近找到 RPU。反之, 如果耳机错放, 则用户手动地启动 (例如使用键盘 946) RPU 中的搜索方式程序 (即在显示器 954 上表示和耳机已经建立通信的 DSP948 程序) 并观察 RPU 显示器 954, 同时移动搜索耳机。在具有多个耳机的系统中, 对每个耳机可以给出一个不同的显示器 954 的指示。

**独立耳机操作:** 如果耳机因任何原因不能和 RPU 通信, 一般需要作为 CIC 助听器的独立耳机操作。其中的例子包括必须按下 RPU 的关断电源键 78 关断 RPU (例如飞机起飞或保密军事通信而禁止无线发送机操作的情况), RPU 电池或 RPU 其它的电子电路故障, RPU 的误移动, 以及一次无线链路 17 干扰的场合。注意位于耳机 10 内的麦克风最坏是带在身上的麦克风, 因为只有耳机麦克风 12 可用于提供所需的缺省 CIC 助听功能 (当麦克风随用户的头运动时耳机麦克风还提供良好的听觉定位能力, 和带在身上的麦克风相比, 还提供减低的风的噪声和衣服的噪声)。控制耳机独立操作的参数被存储在耳机 CIC 缺省参数存储器 870 中, 其被 ASIC 845 访问以便实现上述所需的独立功能。CIC 缺省参数包括但不限于正常的和最大的可允许耳机音量设置。在缺省参数存储器 870 中包含的其它信息包括但不限于通

信地址和L/R（左/右）选择位。为确保CIC缺省参数存储信息不能无意中被改变，只有在耳机不被使用时，例如在耳机电池860充电时才允许改变。电池充电检测器840对通常用于耳机电池充电的高电平的磁场敏感，当收到来自RPU的合适的指令时，向ASIC845表明缺省参数存储器870的值可以改变。详细地说，为了改变耳机CIC缺省参数存储器870中的信息，用户首先启动耳机电池充电系统，例如通过把耳机放在现有技术中熟知的充电器/存储器托架上。然后使用RPU键盘946向DSP948输入指令表明用户需要改变缺省参数存储器870中的信息，接着存储新的信息。DSP948使RPU发送一个具有保留的地址码的询问，在RPU的通信范围内，所有正在被充电的耳机对该地址码都能接收。然后通过RPU使用许多连续询问的辅助位字段发送最终要被输入给耳机缺省参数存储器870的信息，所述询问被耳机接收，在ASIC845的控制下把所需信息输入CIC缺省参数存储器870中。

正常系统操作的细节：在具有无线远程处理器的助听器的正常操作期间，来自周围环境的聲音被耳机内的麦克风拾取，并通过一次双向无线链路17向RPU16和其它信息（例如表示耳机电池电压的由A/D865的转换器获得的并在许多连续的回答中的辅助位的耳机ASIC845的控制下发送的数据）一起发送，其中音频信号按照用户的需要被放大。信号放大由在通常使用RPU DSP948现有技术中的许多方法之一实现。放大的音频信号可以和其它信息（例如在DSP948中产生的合成语音，通知上述的耳机电池电压低）结合，通过一次无线链路17从RPU16向耳机10发送，其中它们被扬声器5转换成只能被用户11听见的声音。在RPU16中可以提供一个辅助扬声器作为外围950的器件，使用户之外的人可以听到和耳机扬声器15产生的声音相同的聲音，如果需要的话（例如当用户之外的人希望使用系统的选择的蜂窝电话功能时）。一个不同的选择的二次双向无线链路（图9中示为作为二次无线链路电路944的RPU的一部分，或者通过线路或其它装置例如红外线无线链路18和RPU相连，并示为图1的选择的二次无线链路电路19）可用于在RPU和蜂窝电话系统或其它信息源之间通信。如果需要，可以以偶然观察者不能察觉的方式，利用适用于隐秘数据输入或RPU中语音识别功能的RPU键盘（例如使用现有技术中任何通用的RPU948的技术）控

制助听器参数(例如由 RPU DSP 948 进行的放大电平设置)和电话拨号功能(例如使用存储在 RPU DSP 948 中的信息对预定电话号的自动拨号)。

具有听力保护的双向定向噪声消除的助听系统: 两个耳机(敏感耳朵一个)和 RPU 可用于具有听力保护特征的双向定向噪声消除的助听系统。这种系统在助听的同时为听力损伤用户的残余听力提供某些保护措施。注意本发明提供的听力保护目前未被确认作为被批准供高噪声环境使用的 OSHA (Occupational Safety and Health Administration) 的替代物。本发明的听力保护特征也可被没有听力损伤而希望避免损伤的用户利用。在用作具有高危险听力损伤的人员例如救火队员, 猎手和步兵的辅助装置时, 该系统也可以提供听力增强(例如放大)功能, 用于良好的音频检测和测向能力, 以及为大声设备肩射武器或短程炮兵提供听力保护。该系统也能掩盖耳鸣并进行有效的噪声消除, 从而通过使用在本领域中熟知的并在 RPU DSP 948 中实施的技术可以增强用户的精神集中的能力。通过限制耳机产生的音频信号的大小(这种限制在 ASIC845 的控制下在耳机中进行)并且通过使耳机产生和环境声音相反的声波而有效地消除大的声音(使用在本领域中熟知的并在 RPU DSP 948 中实施的技术), 从而提供听力保护功能。使用在本领域中熟知的技术和电路的任何一种, 例如在摩托罗拉 DSP56200 LMS 滤波器集成电路中实施的 Variations of the Least Mean Squares (LMS) 技术, 或在通用的 RPU DSP 948 中实施的等效函数, 可以实现消除背景噪声和竞争的谈话者。注意为提供所有的双声道信号处理功能, 在来自左耳机的回答中包含的数据(即来自左耳麦克风的音频数据)在 RPU DSP 948 中和来自右耳机的回答中包含的其它数据(即来自右耳麦克风的音频数据)联合处理。因此, 从 RPU 通过 RPU 询问向左右耳机扬声器发送的处理的音频数据是通过耳机的回答从左右耳机麦克风接收的数据的函数。

非请求的信息: 如果需要, 本发明可以用不为偶然的观察者所察觉的方式对系统用户提供有用的非请求信息(即由系统自动地提供给用户的信息, 而不是用户请求得到的信息)。关于助听系统本身的状态的信息, 例如语音警告耳机或 RPU 的电池电压低, 被提供给用户, 如前所述。心跳速率的自动测量, 体温和散步走的距离, 都可以由 RPU16 或耳机 10 中的传感

器 950 拾取, 并被存储在 RPU DSP 948 中。传感器测量可通过在 RPU DSP 948 中使用在现有技术中熟知的任何合成技术, 包括预先记录的数字化语音的重放, 用合成的语音向用户报告。在 RPU DSP 948 中产生的语音信号然后被加到已经从 RPU 向耳机发出的处理的音频信号上。RPU 还可以在 DSP 中含有信息的本地数据库, 包括表示一天时间的时钟, 能使用户知道何时服药以及服用何种药物, 给用户以语音指示。一个连接于 RPU 的传感器 950 可以连续地监视糖尿病用户的血糖含量, 使系统提供关于胰岛素注射量的语音指示。通过使用在 RPU DSP 948 中实施的程序, 该系统还可以提醒用户在给定时间处于某一位置 (约会提醒器) 并提供当前位置信息 (根据来自传感器 950 的输入) 并对个人例如住疗养院者提供指示。

请求信息: 如果需要, 系统可以响应用户要求 (例如通过 RPU 键盘 946, 莫尔斯码键 956 或使用在 RPU DSP 948 中实施的语音识别能力), 以使偶然观察者察觉不到的方式提供请求信息 (例如通过耳机扬声器 15)。在这个方面, 系统作为“虚拟手机”通信辅助装置, 在许多应用中替代常规的电话手机 (虽然用户另外可以以通常的方式和常规的手机或扬声器电话通信)。为实现虚拟手机功能 RPU16 配备有选择的二次无线链路电路 19, 以便和电话或其它通信网络通信。二次无线链路是和耳机与 RPU 之间的一次无线链路分开的, 不会对其进行干扰。在二次无线链路发送相当高的功率并且二次链路中的发送机被集成在 RPU 的应用中, 可把 RPU 设置在离开重要器官的腕部或肘部, 以便减少和常规无线手机有关的任何可能的损害健康的危险。注意耳机和 RPU 之间的一次链路 17 上的发送使用极低的功率电平, 该电平尚未发现带来损害健康的危险 (专门的建议见“Reference Data for Radio Engineers”中的微波辐射的危险部分和 ANSI/IEEE C95.1-1991)。此外, 一个不和 RPU 集成在一起的单独的蜂窝电话收发机可以戴在用户的腕部或肘部, 并通过有线或无线双向链路, 例如图 1 所示的链路 18, 和用户口袋中的 RPU (它又和一个或几个耳机通信) 通信。本领域的技术人员应该理解, 可以使用任何数量的这种链路支持本发明的操作, 并可以使用能进行线路连接的采用许多不同的无线传输介质 (例如红外线或超声波) 和频率的链路。

获得请求信息: 为了获得请求信息, 用户请求以在现有技术中各种已

知的方式被处理，包括通过在 RPU 上的一个或几个按钮输入，和在 RPU 电子电路中执行的语音识别计算机程序。如果需要，可以几乎只使用语音识别，从而几乎可以取消所有 RPU 按钮控制。由 RPU 识别的语音指令可以使 RPU 开始处理，例如改变助听参数设置（例如音量），或通过二次无线链路启动分散的无线网络中的设备与环境控制（例如帮助身体残疾者）。RPU 电路还可以使用户通过口述某个预定的指令对所需电话进行语音拨号。语音指令被耳机 10 作为音频信号接收，并发送给 RPU16。RPU 可以包括一个低成本的和说话者相关的不同语调有限词汇语音识别器，其能够进行简单的电话拨号和其它例如助听参数控制的简单功能。这种语音识别器包括在现有技术中熟知的一个集成电路，其可以连接作为外围设备 950 的 DSP 948。此外，可通过 DSP 948 本身实现语音识别功能。当合适的语音指令序列被识别时，RPU 通过二次无线链路电路 944 和电话系统正确地连接。电话连接可在 RPU 和蜂窝电话，卫星，或其它固定的或移动资源之间进行。在紧急情况下，除去通过二次无线链路电路 944 提供正常的电话语音通信之外，系统可以自动地拨通一个合适的紧急服务电话（根据用户预先在 RPU DSP 948 中存储的信息），发送关于位置，当前健康状况（例如心跳速率）和病历数据（被存储在 RPU DSP 948 中）的语音或数字信息。

**传感器和外围设备：**许多传感器和外围设备 950 可以设置在 RPU 内或通过有线或无线方式和其相连，并由用户控制（借助于通过键盘 946，莫尔斯码键 956 或语音识别向 RPU DSP 948 输入），以便提供请求的和非请求的信息。也可以通过二次无线链路或民用广播无线电接收机从预先存储的信息中提供音乐，其中包括磁带，CD 盘，电话服务业务。在疗养院应用中可以从在特定位置的发送机向 RPU 提供用户位置信息。也可以使用自含的用户携带的惯性导航装置（具有固态陀螺，加速度计和罗盘）或全球定位系统接收机。用于步兵的 RPU 传感器可以包括许多类型的检测器，例如 RF 检测器（例如雷达检测能力）。核/生物/化学武器检测器，红外或激光检测器和金属检测器。由 RPU DSP 948 发出的合适的语音警告或不同的警告音调从 RPU16 被送到耳机 10，最终由用户作为音频信号接收。

**二次链路应用：**在步兵或救火队员应用中，二次无线链路电路 19 可以包括直接访问其它用户的 RPU 或和无线电“基站”通信的能力，供使用

或不使用一般用户电话系统构成局部区域网络。在二次链路上的收发机允许许多单元互相接近地操作，如果需要保密，低概率的信号拦截和对故意干扰（人为干扰）的抗扰性，可以在所有的链路上（一次和二次）使用本领域中熟知的扩展频谱技术。在要求同声翻译和紧急命令例如救火或多国联合作战的情况下，可能需要通过二次链路电路 19 和中央控制人员连接。注意例如在救火的应用中，则不必要完全隐蔽助听系统，因而一个可见的 RPU 天线是可接受的。

**RPU 计算机应用：**在许多情况下可使用耳机 10 和 RPU16 相结合代替搭接型电脑或 个人数字辅助系统，并在实际上形成一种防窃系统。该系统帮助进行电子邮件和传真的语音翻译，其中通过二次链路接收信息并由 RPU DSP 948 处理。通过二次链路 19 的电路，利用在 RPU 和远方计算机之间交换的数字数据和语音信号，该系统容易地实现语音邮件信息和寻呼服务。RPU DSP 948 可以用数字方式产生语音，使得使用本发明的发声者可以不需外部参考例如音调管便可产生所需音调，并且二次链路的能力还可为演员和讲演者提词。如果需要和远方计算机连接以便访问数据库，可以在远方地点使用高能力的大词汇语音识别器，以便处理在二次无线链路上输入的音频信号。注意不像有限能力的 RPU 语音识别器，它只能识别少数语音指令，通过二次链路电话连接而访问的远方语音识别器不需要是小功率的和小型的，因而可以处理许多用户。远方语音识别器还可以包括说话者语音识别能力（在本领域中称为“自动语音分析”），以便阻止非法使用，对于某些应用，这种能力在 RPU 中也是所需的（并且也可以实现，例如在 RPU DSP 948 中）。

**二次链路音频考虑：**在某些应用中，用户可能不希望从周围的音频环境通过二次无线链路发送信号。在这种情况下，可使用一种辅助耳机麦克风，和正常的在用户的嘴和耳朵之间的“空气路径”相比，它更喜欢走“骨传导”路径。网络节省空间，辅助麦克风可以和一次耳机麦克风装在同一个微型壳体内。此外，当使用两个耳机时，可以通过本领域中熟知的数字信号处理技术（例如扬声器电话的等效电路）使不需要的周围声音被除掉。注意这种双声道信号处理技术也可以提供方向性和背景噪声消除，供在一耳有全听觉而另一耳有局部损伤的用户使用，如前面结合双声道助听系统

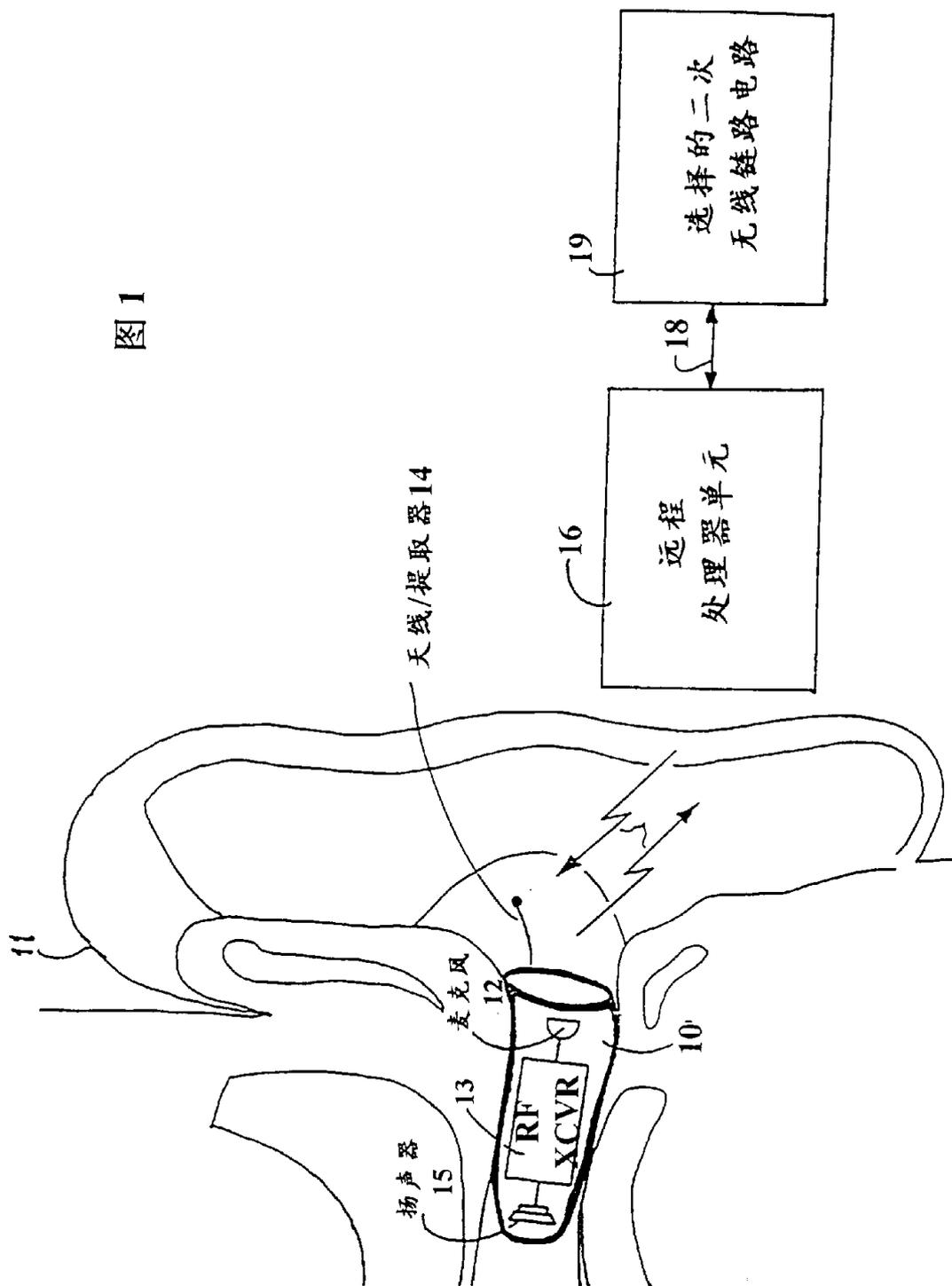
操作所讨论的。

**听力测试：**本发明允许通过用户正常佩戴的耳机进行听力测试，而不用另外的昂贵的测试设备。为进行听力测试所需的所有信号产生能力都可以在包括耳机 0 和 RPU16 的助听系统中得到。详细地说，RPU DSP 948 可用于产生各种频率和幅值的音调，以及其它为听力测试所需的信号（例如无意义音节），它们被耳机转换为声波。这种音调用于进行相对于频率参数确定合适的增益的听力测试，用于存储在 RPU DSP 948 中的实现信号增强以补偿用户的听力损失的程序。注意在听力测试期间用于控制 RPU DSP 948 的听力测试程序可以在测试期间被暂时存储在 RPU DSP 948 中，然后等测试完成之后将其消除，以便在正常操作期间允许再用 RPU DSP 948 的存储器资源。听力测试程序可通过二次无线链路 944 或有线的外围链路 950 装入 RPU DSP 948 中。

**蜗形植入件：**前述的具有无线远程处理器的，如果需要，包括通过二次链路通信的助听器的全特征较佳实施例的特征也可以用图 10 所示的无线蜗形植入系统实现。极度耳聋的蜗形植入病人可以配备和现有的有线连接系统相比具有改进的性能，外观和运动自由度的无线系统。蜗形植入件几乎总是单声道装置，理只有一个耳朵用于特定病人的植入。因此，在存在其它说话者或背景噪声时，病人经常有为理解说话者的烦恼（在本领域中称为“鸡尾酒会效应”）。病人也难于对照不同说话者的声音进行调整，使得即使在没有竞争的说话者和背景噪声时也会话困难。我解决这一问题，用户 100 配备一对 CIC 无线助听耳机（左 10 和右 10），RPU16 和无线 BET 植入电极驱动单元 104（其不必为偶然的观察者看不到）。注意系统可以只使用一个耳机，但此处说明使用两个耳机的更通用的系统。驱动单元 104 包括类似于耳机 10 的转发器（见图 11）中使用的收发机电路，其区别说明如下，以及现有技术中熟知的电极驱动器电路 112，用于驱动蜗形植入电极 113。在左右耳机中的扬声器 15 在蜗形植入应用中并无用处，因为病人极度耳聋，因而可以拆除，以节省功率。询问 RF 信号在路径 106 上从 RPU16 向左耳机 10 行进，相同的询问 RF 信号通过另一个路径 109 从 RPU 向驱动器单元 104 行进。左耳机 10 可以响应含在询问中的特定地址位图形，如前所述，驱动器单元 104 也可以响应相同的地址。在询问中的

音频和辅助数据位同时由左耳机 10 和驱动器单元 104 接收。左耳机 10 使用接收到的数据位计算用于随后的回答的奇偶位，同时驱动器单元 104 使用询问的音频数据位驱动蜗形植入电极，并使用辅助位用于同步，如后所述。如果所述询问具有通过路径 105 向 RPU16 行进的并含有外界音频及其它数据的逻辑值为 1 的 L/R (左/右) 位，但驱动器单元 104 不回答，则左耳机 10 响应正确寻址的询问发送一个回答。驱动器单元 104 的电路和耳机转发器的电路的略微的区别在于，驱动器单元 104 除去响应具有特定保留地址的询问之外，永不通过路径 110 回答，其中所述特定保留地址在处理定位一个错放的驱动器单元 104 的在 RPU DSP 948 中执行的程序期间使用，所述程序用于减少说话者关于音量电平，平均音调，音调范围和语调的可变性。然后对消除噪声的并被标称化的信号进行处理，例如通过在 RPU DSP 948 中执行的程序，以便产生合适的信号，用于通过植入的驱动器 104 接着驱动蜗形植入件的各个电极。电极驱动器信号的数量取决于植入件的类型和在给定病人中功能电极的数量。合适的信号通过路径 109 在 RPU 的音频数据字段中从 RPU16 向植入件驱动器 104 发送。然后，植入件驱动器 104 接收在询问音频数据字段中的数据，并在 ASIC 111 中把数据转换成供给电极驱动器 112 的信号，借助于在现有技术中熟知的装置用于激励蜗形植入件电极 113。从 RPU16 到植入件驱动器 104 的平均音频数据的速率是 200kb/sec。在现有技术中用于蜗形植入件的速率一般是 144 kb/sec(对 6 个电极中的每个在 2000 采样/秒的速率下 12 位/采样)，这一速率可以容易被此处所述的系统支持。在无线蜗形植入系统中，从 RPU16 到植入件驱动器 104 的 200 kb/sec 的速率例如通过询问辅助链路信息控制，所述信息提供由植入件驱动器 104ASIC 111 使用，以便把接收的串行数据流分成适用于电极驱动器 112 的例如以并行形式表示的数据，用于驱动各个电极 113。无线蜗形植入系统和前述的无线助听系统可以兼容，并且无线蜗形植入系统和无线双声道助听系统占用相同的询问/回答时隙数。

至此说明了本发明的较佳的和另外的实施例。本领域的人员应该理解，对于此处所述的特定实施例会有许多其它的等效物，它们被包括在所附权利要求中。



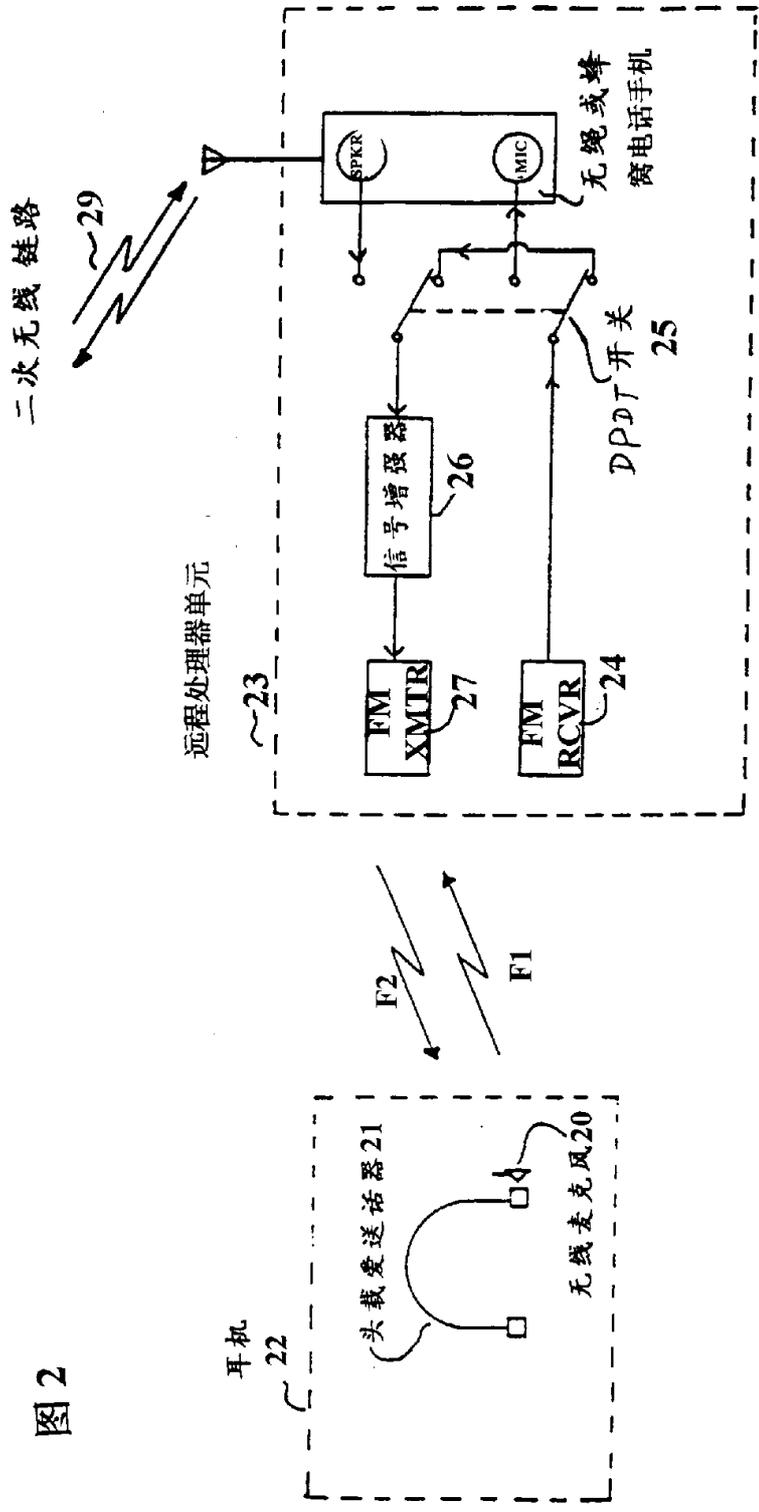


图 2

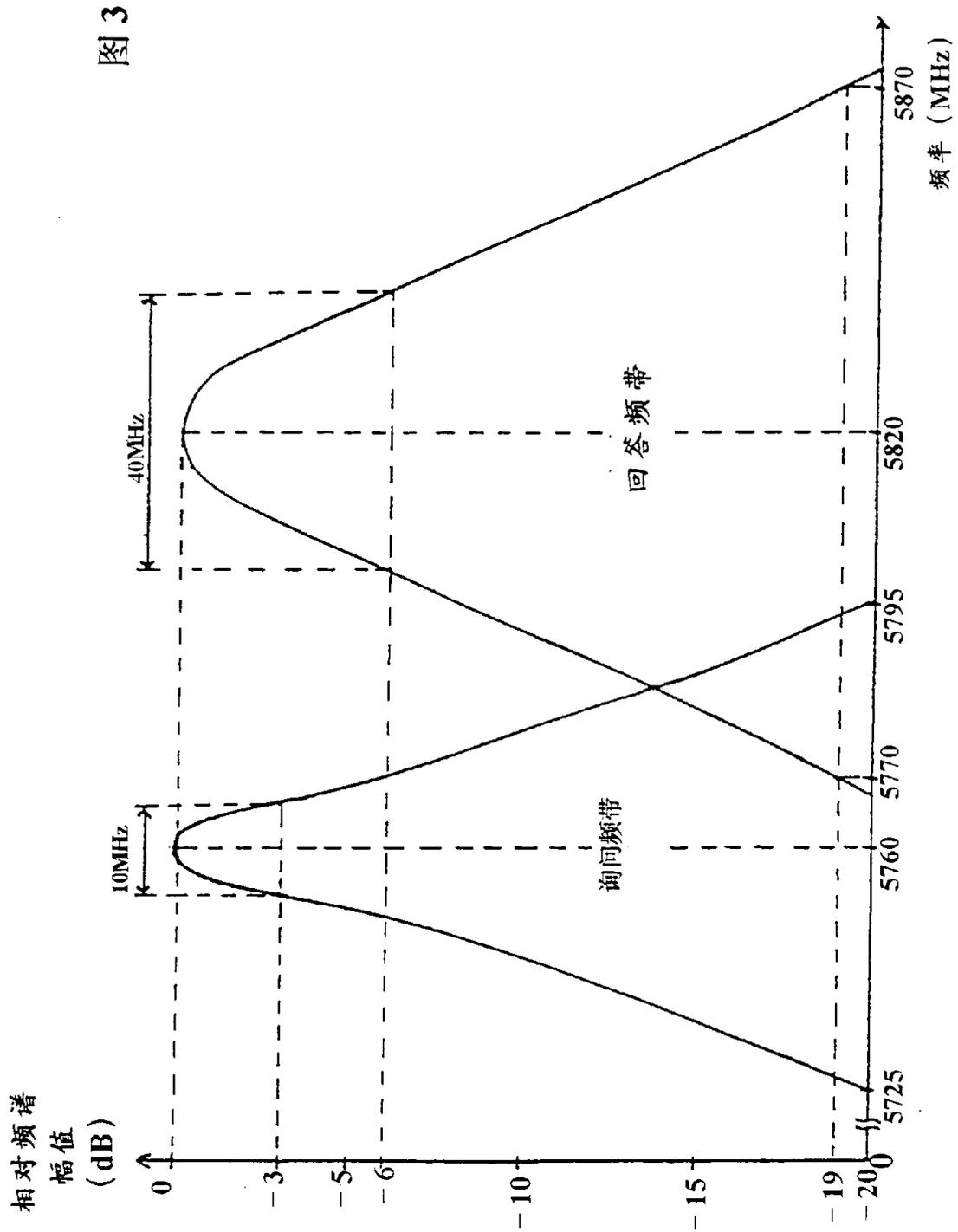


图 4

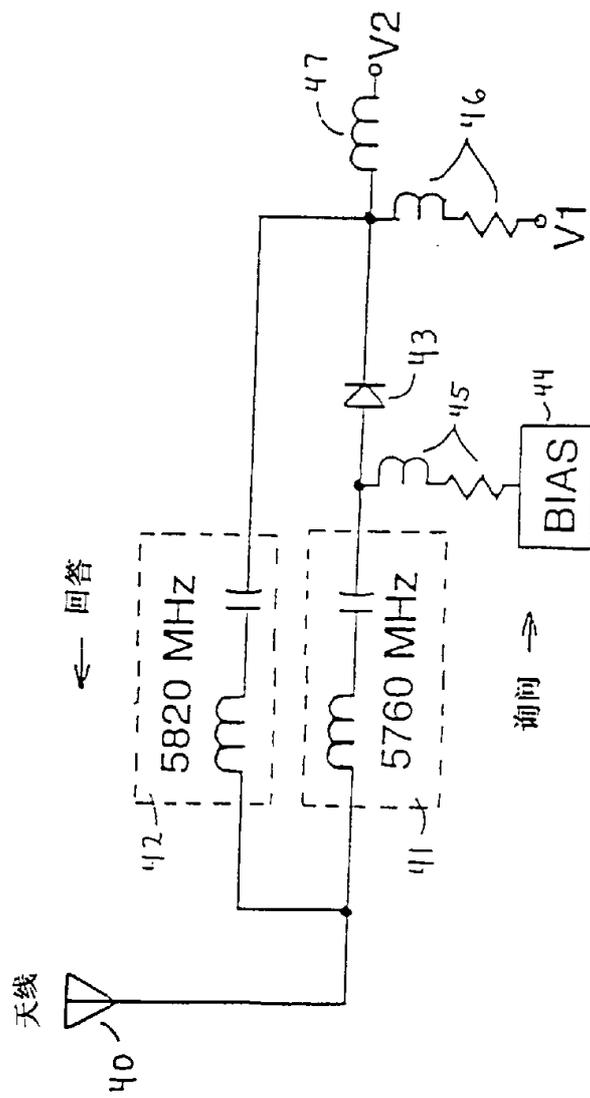


图 5

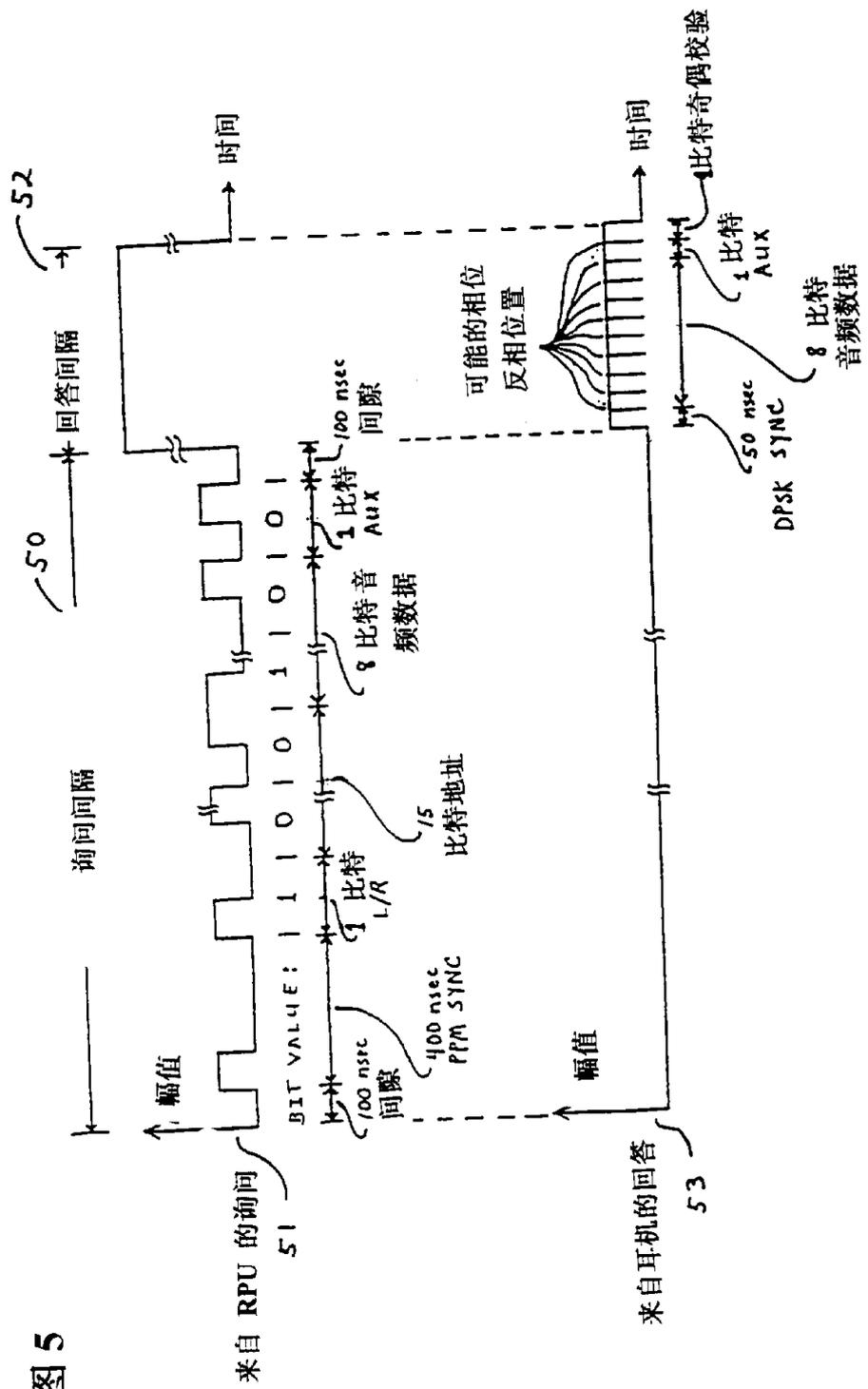


图6

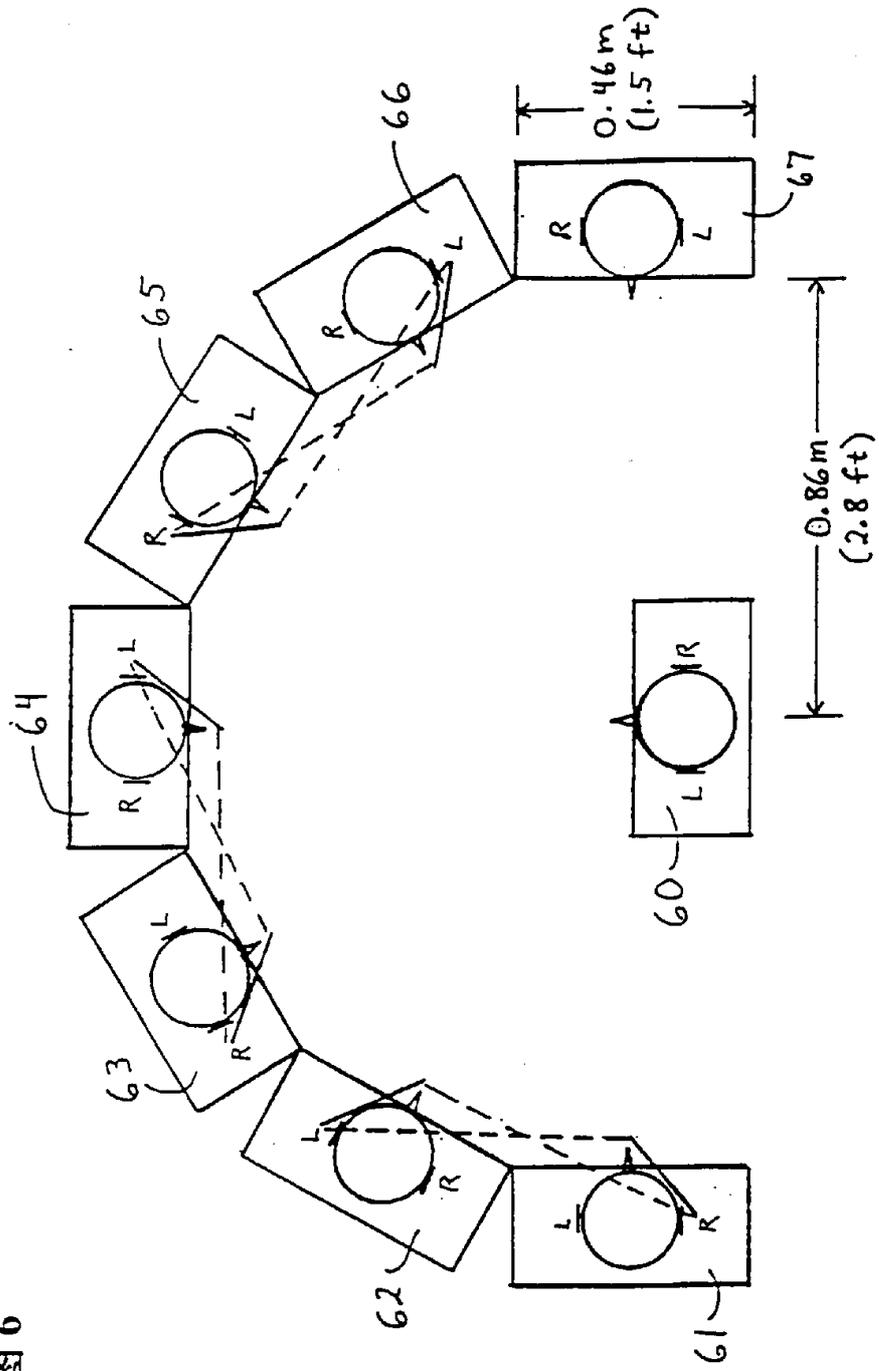
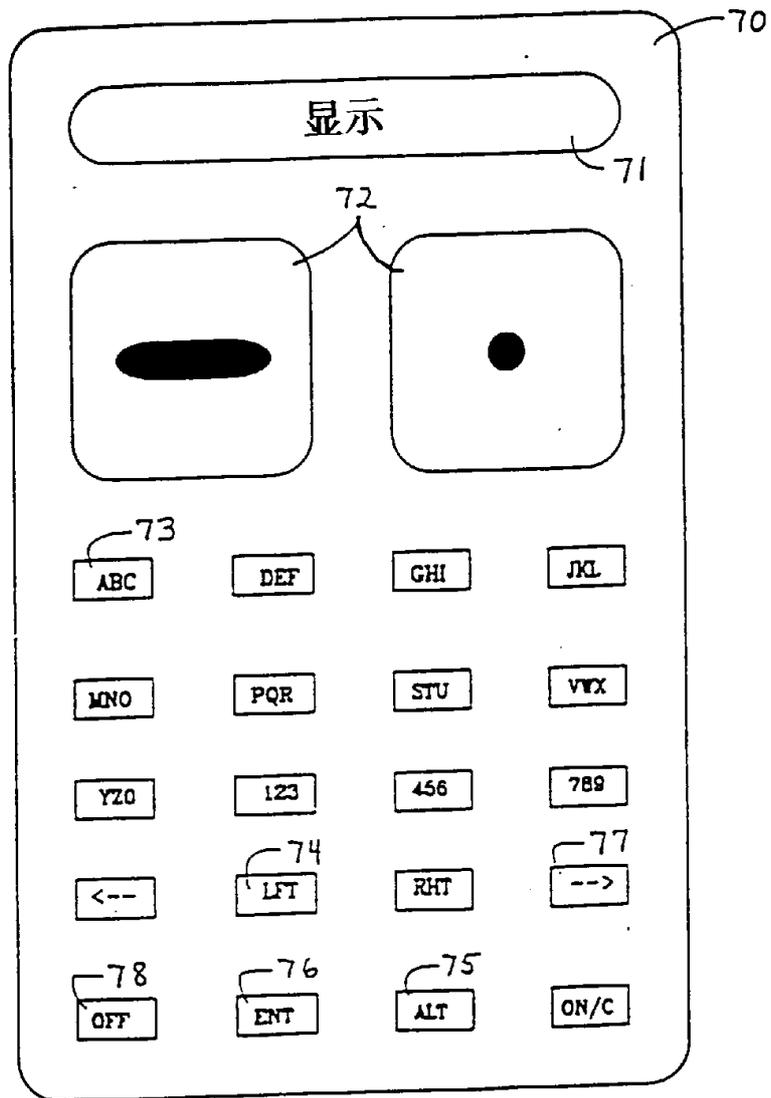


图 7



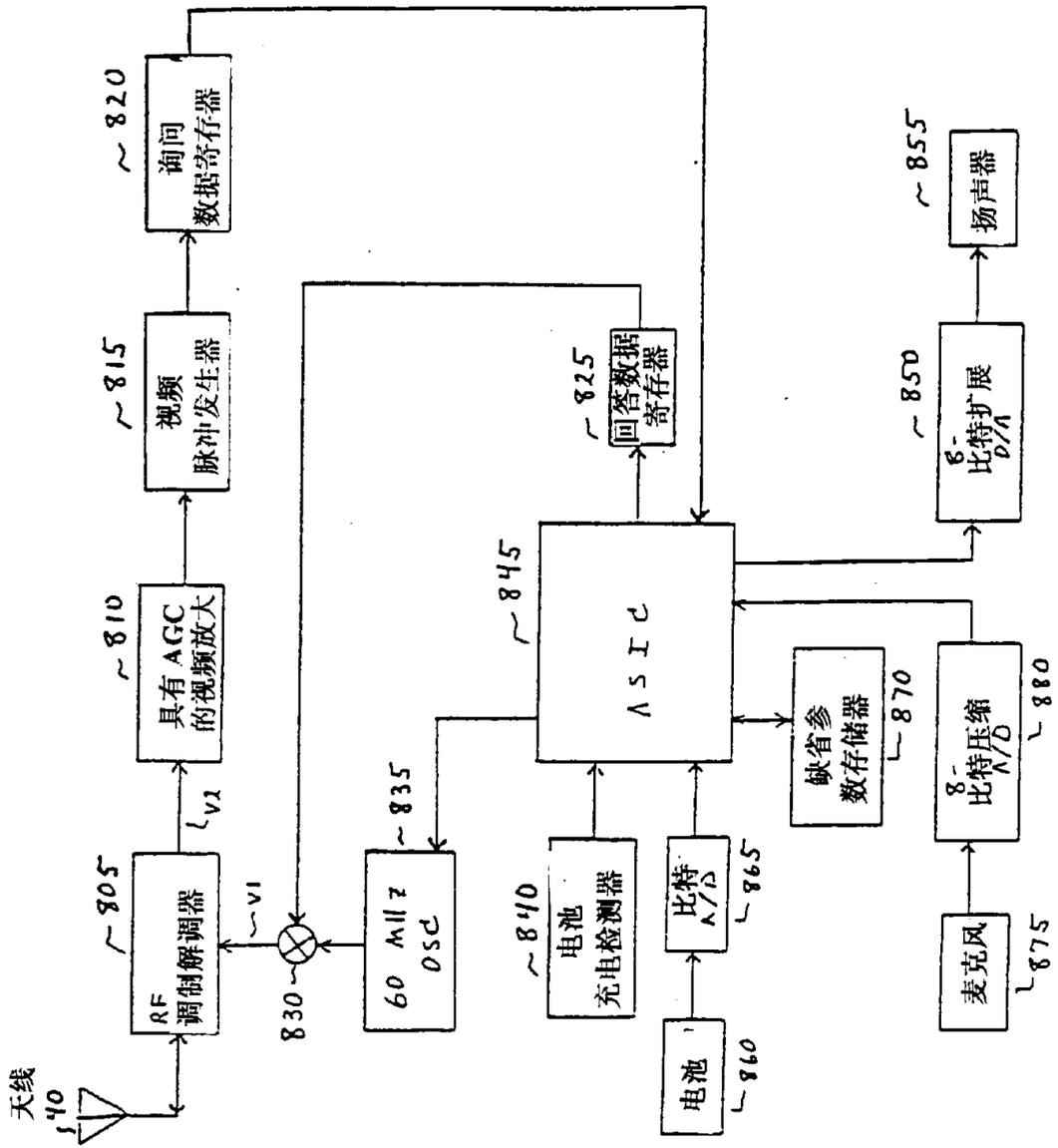


图 8

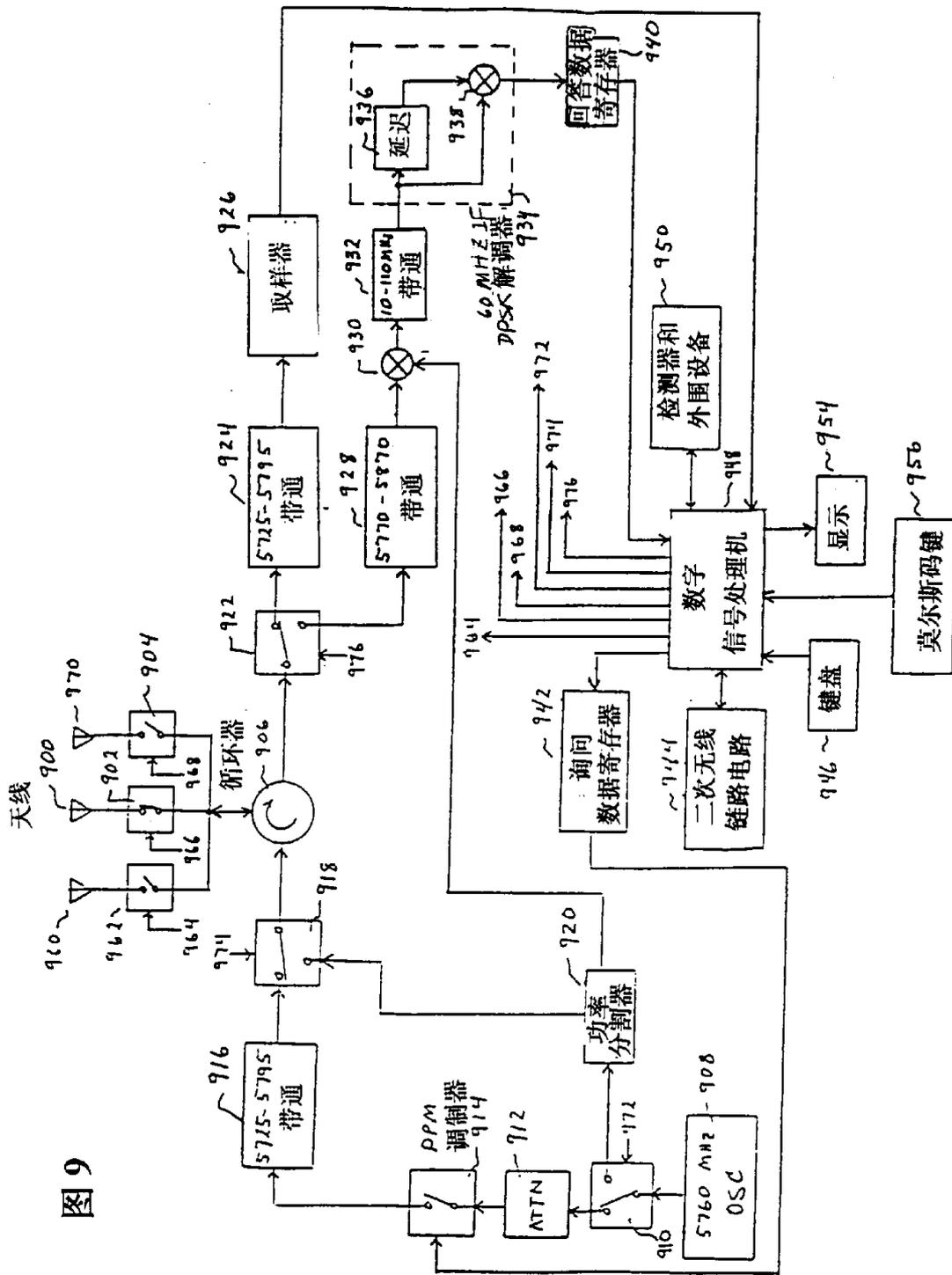
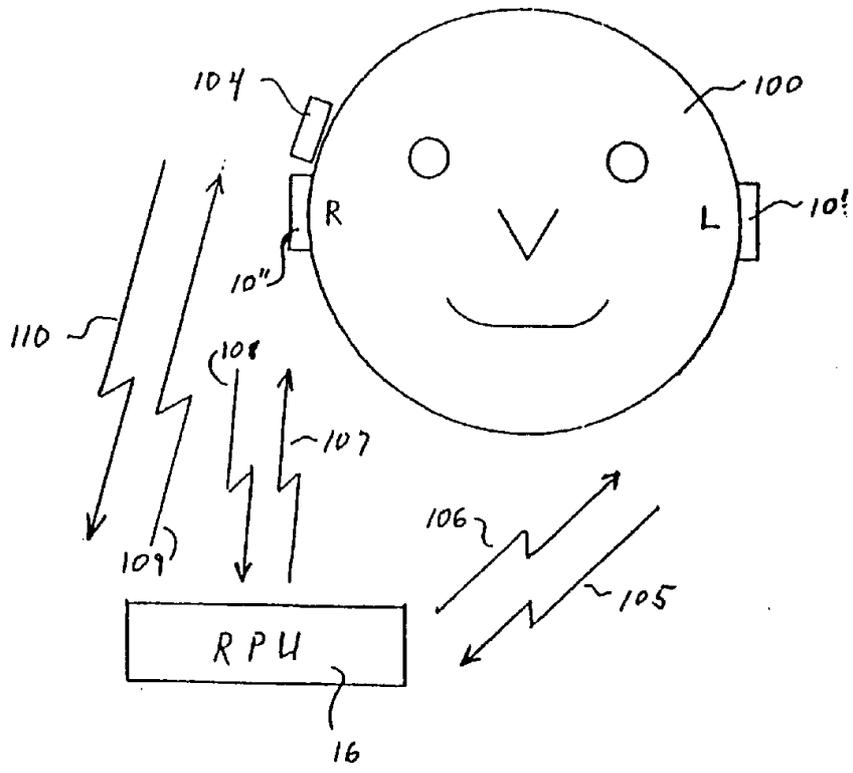


图 9

图 10



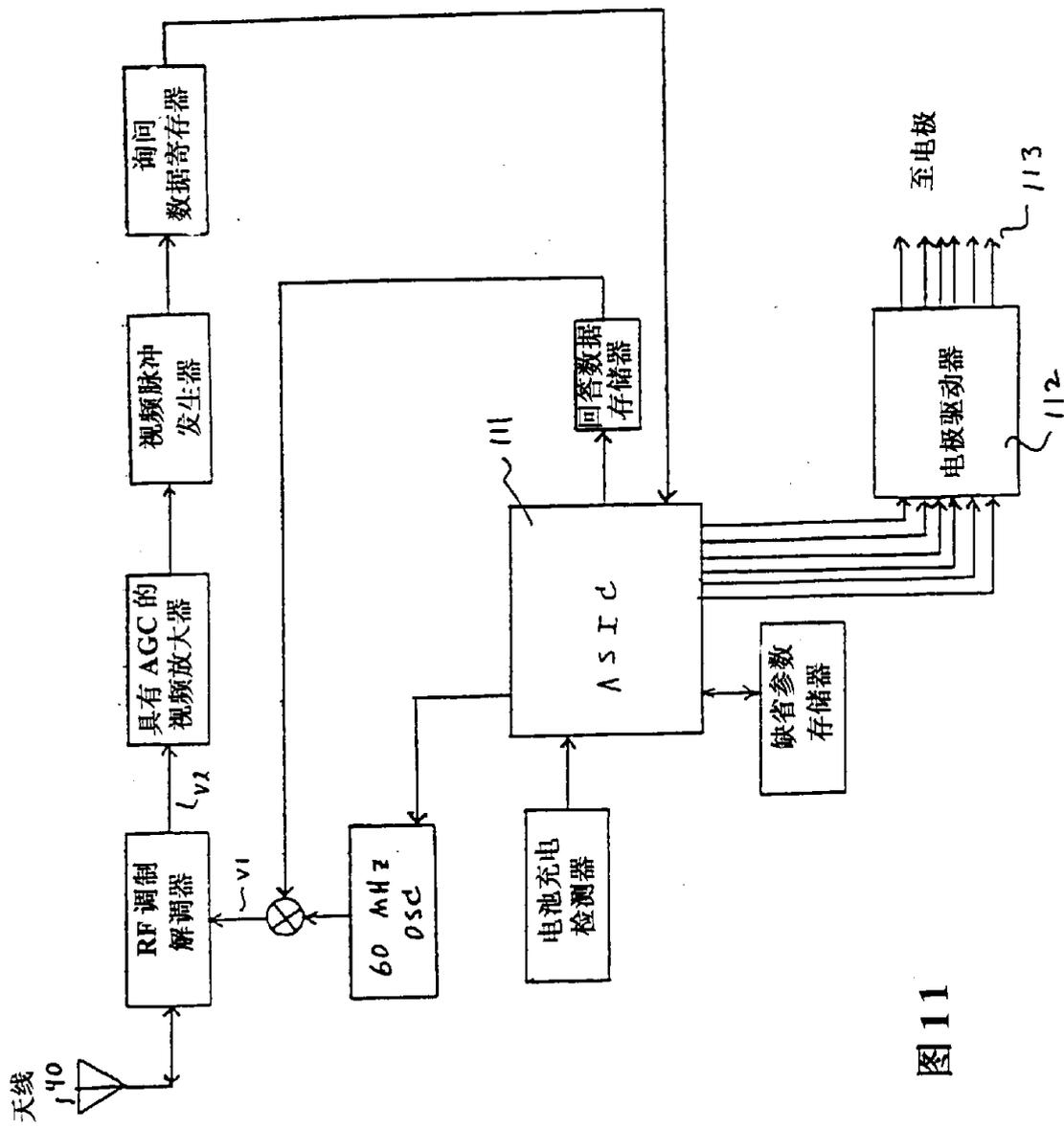


图 11