

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04M 1/72 (2006.01)

H04M 1/60 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780022132.2

[43] 公开日 2009 年 6 月 24 日

[11] 公开号 CN 101467431A

[22] 申请日 2007.1.4

[21] 申请号 200780022132.2

[30] 优先权

[32] 2006. 7. 6 [33] US [31] 11/428,850

[86] 国际申请 PCT/EP2007/050074 2007.1.4

[87] 国际公布 WO2008/003525 英 2008.1.10

[85] 进入国家阶段日期 2008.12.15

[71] 申请人 索尼爱立信移动通讯股伦有限公司

地址 瑞典隆德

[72] 发明人 M·汉森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘 鹏 刘 红

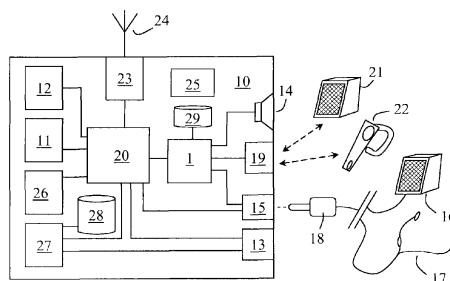
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称

通信终端中的音频处理

[57] 摘要

无线通信终端以及用于调节所述终端的音频特性的方法。所述终端(10)包括音频信号输出端,例如扬声器(14)或到外部扬声器(16, 17, 21, 22)的通信接口(15, 19),其被配置用于向用户提供声音。所述终端还包括音频调节单元(1),该音频调节单元被配置用于响应于用户输入(11)而将预定的音频特性分配给音频信号,从而可以将音频特性的选定设置分配给随后提供的音频信号。音频调节单元(1)优选地包括一个或多个滤波器,其可被配置用于不同地放大或衰减不同频率下的音频信号,从而补偿听力损伤。



1、一种无线通信终端，包括：

音频信号输出端，其被配置用于向用户提供声音；

音频调节单元，其被配置用于将预定的音频特性分配给音频信号，所述音频调节单元连接到所述音频信号输出端；

用户输入接口，其连接到所述音频调节单元上，可操作来为随后提供的音频信号设置音频特性。

2、根据权利要求1的无线通信终端，包括：

音频信号发生器，其被配置用于生成不同频率和幅度级别下的音频信号。

3、根据权利要求2的无线通信终端，其中所述音频信号发生器被配置用于通过所述音频输出端来输送测听序列。

4、根据权利要求2的无线通信终端，其中所述用户输入接口可操作来输入命令，该命令指示用户已经听到了输出音频信号。

5、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频调节单元包括频率选择滤波器。

6、根据权利要求5的无线通信终端，其中所述频率选择滤波器包括用于不同音频频率的多个通道，每个通道具有滤波器系数，所述滤波器系数被配置用于影响对应频率的音频信号幅度。

7、根据权利要求6的无线通信终端，包括：

控制单元，其被配置用于响应于所述用户输入接口上的输入而设置所述频率选择滤波器的滤波器系数。

8、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频调节单元包括滤波器开关，该滤波器开关可有选择地被配置来将音频信号传递到多个滤波器中的一个或多个，其中每个滤波器被配置来根据预定的频率分布影响音频信号幅度。

9、根据权利要求8的无线通信终端，包括：

控制单元，其被配置来响应于所述用户输入接口上的输入而设置所述滤波器开关。

10、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频调节单元包括滤波器，该滤波器可被配置来在音频频率范围内用不同的滤波曲线对音频信号进行滤波，该音频调节单元还包括：

存储器，其用于保存多个不同的滤波曲线，和
控制单元，其被配置来控制所述滤波器应用如所述用户输入接口上的输入所指示的、来自所述存储器的所述滤波曲线中的选定滤波曲线。

11、根据权利要求10的无线通信终端，包括：

媒体播放器，其通过所述滤波器连接到所述音频输出端上；和
音频存储器，其用于保存音频文件，连接到所述媒体播放器上。

12、根据权利要求11的无线通信终端，其中所述媒体播放器连接到音频输入端，并且还可操作作为将音频信号记录为所述音频存储器中的音频文件的媒体记录器。

13、根据权利要求1的无线通信终端，包括：

无线信号收发器，其用于远程接收无线信号，包括被配置用于从接收的无线信号提取音频信号的信号解码器，所述无线信号收发器通过所述音频调节单元连接到所述音频信号输出端上。

14、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频信号输出端包括扬声器。

15、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频信号输出端包括用于外接外部扬声器的连接器。

16、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述音频信号输出端包括用于可通信地连接到外部扬声器的短距无线信号发射器。

17、根据权利要求1的无线通信终端，其中所述用户输入接口包括键盘，并且其中所述音频调节单元被配置用于将该键盘中一个按键的输入解释为所提供的声音已经被用户感知这一确认信号。

18、一种用于调整无线通信终端的音频特性的方法，包括步骤：

通过该终端的音频信号输出端，重复地传递具有不同音频特性的音频信号，以向用户提供声音；

检测响应于所提供声音的用户的输入；

响应于用户的输入，设置要用于随后传递的音频信号的音频特性。

19、根据权利要求18的方法，其中重复传递音频信号并检测用户输入的步骤涉及测听序列，所述方法包括步骤：

传递不同频率和幅度级别下的音频信号；

对于每个频率和幅度级别监视指示用户已经感知到提供的声音的用户输入；

比较感知的幅度级别和参考级别；和
有选择地为随后传递的音频信号调整频率选择滤波器。

20、根据权利要求 18 的方法，其中所述终端包括频率选择滤波器和存储器，所述频率选择滤波器具有用于不同音频频率的多个通道，所述通道具有单独的滤波器系数，所述存储器用于保存用于所述频率选择滤波器的多个不同设置，其中重复地传递具有不同音频特性的音频信号的步骤包括：

通过根据所述不同设置配置的滤波器传递所述音频信号；并且其中设置要使用的音频特性的步骤包括

随后使用通过用户输入表示为优选的设置。

21、根据权利要求 20 的方法，包括步骤：

通过媒体播放器重复地播放音频文件，所述媒体播放器通过根据所述不同设置配置的频率选择滤波器连接到所述音频输出端。

22、根据权利要求 21 的方法，包括步骤：

通过使用麦克风记录音频信号，生成要播放的音频文件。

23、根据权利要求 18 的方法，其中将所述音频信号传递到所述终端的音频信号输出端以向用户提供声音的步骤包括

将该音频信号传递到该终端的扬声器。

24、根据权利要求 18 的方法，其中将所述音频信号传递到所述终端的音频信号输出端以向用户提供声音的步骤包括

将该音频信号传递到连接到该终端的外部扬声器。

25、根据权利要求 18 的方法，其中将所述音频信号传递到所述终端的音频信号输出端以向用户提供声音的步骤包括

通过该终端的短距无线信号发射器将该音频信号传递到外部扬声器。

通信终端中的音频处理

发明领域

本发明涉及通信终端和方法，所述方法用于在所述通信终端中调节要呈现给通信终端用户的音频信号的音频特性。更特别的是，本发明涉及用于使嵌入的或外部扬声器的音频特性适应用户的听觉性能或个人喜好的交互过程。

背景技术

最初的具有商业吸引力的蜂窝电话或终端于20世纪80年代末在市场上引进。从此之后，移动电话行业在业务质量和传输能力方面以及在用于生产先进通信终端的技术方面都有了巨大的发展。在制造更小终端方面已经作出了许多的努力，许多帮助来自于电子部件的小型化和更有效电池的发展。在仅仅数十年间，通信系统已经从模拟发展为数字，并且与此同时通信终端的尺寸已经从公文包的大小变为今天的袖珍大小的电话。如今，大量制造商提供具有各式各样能力和业务的袖珍型终端，例如面向分组的传输和多无线频带覆盖。现有技术移动电话能够譬如以SMS（短消息业务）或电子邮件的形式接收、存储和发送文本消息。对于更先进的数据片段，可以使用MMS（多媒体消息业务）。MMS是用于移动电话的增强的短消息业务，其能够传输图形、视频剪辑和声音文件。

然而，很多用户仍然认为移动通信终端最重要的功能是语音通信功能。由于终端变得更小，并且电子设备需要终端中更多的空间，因此在嵌入的扬声器上出现了限制。出于紧凑和成本的双重原因，用于语音会话的耳用扬声器和例如用于播放振铃信号的其他潜在扬声器，将在某种意义上具有受限制的性能，并且将被调整用于某种标准耳朵形状和听觉性能。然而，特别地，设置在终端中用于语音会话的扬声器典型地将用于相对于用户耳朵的不同方向，这依赖于背景噪音，还依赖于讨论中的用户的特定外形。此外，很多用户将经历到年龄引起的、暴露于高声级中造成的或者是由于出生缺陷而引起的听力降低。由于可懂度下降，听力障碍使移动电话的使用更加困难。

发明内容

因此，本发明的总的目的是提供一种解决方案，其用于调节无线通信终端的音频特性，以便补偿听力障碍或简单地满足个人用户喜好。

根据第一方面，该目的由无线通信终端实现，该无线通信终端包括：

音频信号输出端，其被配置用于向用户提供声音；

音频调节单元，其被配置用于向音频信号分配预定的音频特性，所述音频调节单元连接到音频信号输出端上；

用户输入接口，其连接到音频调节单元上，可操作用于为随后提供的音频信号设置音频特性。

在一个实施例中，所述无线通信终端包括：

音频信号发生器，其被配置用于生成不同频率和幅度级别下的音频信号。

在一个实施例中，音频信号发生器被配置用于通过所述音频输出端输送测听序列。

在一个实施例中，用户输入接口可操作来输入命令，该命令指示用户已听到输出的音频信号。

在一个实施例中，音频调节单元包括频率选择滤波器。

在一个实施例中，频率选择滤波器包括用于不同音频频率的多个通道，每个通道具有被配置用来影响对应频率的音频信号幅度的滤波器系数。

在一个实施例中，所述无线通信终端包括：

控制单元，其被配置用于响应于用户输入接口上的输入而设置频率选择滤波器的滤波器系数。

在一个实施例中，音频调节单元包括滤波器开关，该滤波器开关可有选择地被配置成将音频信号传递到多个滤波器中的一个或多个上，其中每个滤波器被配置为根据预定的频率分布来影响音频信号幅度。

在一个实施例中，所述无线通信终端包括：

控制单元，其被配置来响应于用户输入接口上的输入而设置滤波器开关。

在一个实施例中，音频调节单元包括滤波器，该滤波器可被配置来在音频频率范围上利用不同滤波曲线对音频信号进行滤波，该音频调节单元还包括：

存储器，其用于保存多个不同的滤波曲线，和

控制单元，其被配置来控制滤波器应用如用户输入接口上的输入所指示的、

来自存储器的所述滤波曲线中的选定滤波曲线。

在一个实施例中，所述无线通信终端包括：

媒体播放器，其通过滤波器连接到音频输出端上；和

音频存储器，其用于保存音频文件，连接到媒体播放器上。

在一个实施例中，媒体播放器连接到音频输入端上，并且还可操作作为将音频信号记录为音频存储器中的音频文件的媒体记录器。

在一个实施例中，所述无线通信终端包括：

无线信号收发器，其用于远程接收无线信号，包括被配置用于从接收的无线信号中提取音频信号的信号解码器，所述无线信号收发器通过音频调节单元连接到音频信号输出端上。

在一个实施例中，音频信号输出端包括扬声器。

在一个实施例中，音频信号输出端包括用于附接外部扬声器的连接器。

在一个实施例中，音频信号输出端包括短距无线信号发射器，用于可通信地连接到外部扬声器。

在一个实施例中，用户输入接口包括键盘，并且其中音频调节单元被配置用于将键盘按键之一的输入解释为提供的声音已经被用户感知这一确认信号。

根据第二方面，所述目的由用于调整无线通信终端的音频特性的方法实现，该方法包括步骤：

通过终端的音频信号输出端，重复地传递具有不同音频特性的音频信号，以将声音提供给用户；

检测响应于所提供的声音的用户输入；

响应于用户输入，设置要用于随后传递的音频信号的音频特性。

在一个实施例中，重复传递音频信号和检测用户输入的步骤涉及测听序列，所述方法包括步骤：

传递不同频率和幅度级别下的音频信号；

对于每个频率和幅度级别，监视指示用户已经感知到所提供的声音的用户输入；

比较感知的幅度级别和参考级别；和

有选择地为随后传递的音频信号调整频率选择滤波器。

在一个实施例中，所述终端包括频率选择滤波器和存储器，所述频率选择滤

波器具有用于不同音频频率的多个通道，所述通道具有单独的滤波器系数，所述存储器用于保存用于频率选择滤波器的多个不同设置，其中重复地传递具有不同音频特性的音频信号的步骤包括

通过根据不同设置配置的滤波器传递音频信号；并且其中设置要使用的音频特性的步骤包括

随后使用通过用户输入表示为优选的设置。

在一个实施例中，所述方法包括步骤：

通过媒体播放器重复地播放音频文件，所述媒体播放器通过根据不同设置配置的频率选择滤波器连接到音频输出端。

在一个实施例中，所述方法包括步骤：

通过使用麦克风记录音频信号，生成要播放的音频文件。

在一个实施例中，将音频信号传递到所述终端的音频信号输出端以将声音提供给用户的步骤包括

将音频信号传递给该终端的扬声器。

在一个实施例中，将音频信号传递给所述终端的音频信号输出端以将声音提供给用户的步骤包括

将音频信号传递给连接到该终端的外部扬声器。

在一个实施例中，将音频信号传递给所述终端的音频信号输出端以将声音提供给用户的步骤包括

利用该终端的短距无线信号发射器将音频信号传递给外部扬声器。

附图简述

根据以下参考附图的优选实施例的描述，本发明的特征和优点将更加清楚明白，其中

图1示意性地示出了本发明的终端和方法的实施例可用于其中的系统设置；和

图2示意性地示出了本发明的通信终端实施例的功能框。

具体实施方式

本说明书涉及通信终端领域。术语“通信终端”在该公开文本中也简称为终

端，包括被设计用于与无线电台进行无线通信的所有移动设备，所述无线电台也可以是移动终端或例如固定的基站。因此，术语“终端”包括移动电话、DECT终端（数字增强无绳电话）、具有音频输入和传输能力的膝上型电脑以及可用于传递语音的任何其他类型无线通信终端。此外，本发明同样适用于固定的设备，例如 PSTN 电话和具有音频输入和传输能力的桌面计算机。而且，应当强调的是，当用于本说明书和所附的权利要求书中以指示包括的特征、元件或步骤时，措词“包括”或“包含”绝不应当被解释为不包括未明确地说明的其他特征、元件或步骤的存在。

现在将参考附图描述示例性的实施例。

本发明将通过移动电话形式的通信终端的实施例进行描述，其中图 1 示出了用于实现本发明的典型移动电话的外观，图 2 通过框图示意性地示出了移动电话的功能特征。要注意的是，图 2 中表示的元件不一定必须以示出的方式进行物理划分，而应主要关注于功能关系。而且，移动电话的外观不必采用图 1 中表示的形状，取而代之的是，移动电话可以是例如翻盖型（clamshell type）、折刀型（jack knife type）等等。

图 1 和图 2 示意性地示出了数字蜂窝无线通信终端或移动电话形式的通信终端 10。将参考图 1 和图 2 描述不同的实施例，所述实施例可在终端中单独地使用或结合使用，因此应该注意的是，并非图 2 中所示的所有元件必须包括在所有的实施例中。

终端 10 被配置用于通过与基站 31 的无线通信或通过与如步话机那样的另一个终端的直接无线通信而在无线通信网络 30 中进行操作。控制单元 20 在图 2 中示出，其表示具有相关存储空间、操作软件和用于进行内部处理的应用软件的微处理器系统，所述内部处理例如信号处理、数据编码和解码等等。终端 10 作为移动电话的实际功能对本发明来说不是至关重要的，因此除了那些与本发明有关联的功能之外，其余功能不进行详细的描述。

终端 10 包含用户接口，该用户接口包括用于输入用户输入信号的小键盘 11 和用于将信息输出给用户的显示器 12。可替换实施例包括触敏屏幕 12，其既可用于输入又可用于输出，或者甚至包括语音控制输入机制。为了典型地在与远程方进行语音通信期间输入音频信号，终端 10 还包括麦克风 13 形式的音频输入接口。音频输入接口还可包括连接器 15，该连接器用于连接到外部音频播放器或用于存

储音频数据的外部存储器。所述终端还包括音频信号输出端，优选地包括扬声器 14。在不同的实施例中，音频信号输出端额外地或可选地包括插孔 15，该插孔用于通过插头 18 连接外部扬声器 16 或耳机 17，其中插孔 15 优选地被配置用于在后一种情况下还从耳机 17 的麦克风接收音频信号。音频信号输出端还可包括短距无线收发器单元 19，例如 IR 或蓝牙接口，用于与扬声器 21 或耳机 22 的无线通信。在终端 10 用于电话通信目的的普通使用中，用户将向麦克风 13 或耳机 17 或 22 的麦克风讲话，以便输入音频信号，所述音频信号由所述终端中的控制设备 20 处理和编码为无线信号。无线信号随后通过连接到天线 24 的无线收发器单元 23 被发送到接收方终端。终端 10 优选地还包括作为电源的电池 25。

根据本发明，终端 10 被配置用于调节和修改将要通过音频信号输出端 14、15 或 19 传递到用户的音频信号的音频特性。这样，用户可能调节终端扬声器 14 或辅助扬声器 16、17、21、22 的声音质量。优选地进行所述调节，以便为有听力障碍（即听力降低）的用户提高声音质量。通常，由年龄引起的或因为感染或外伤对耳朵引起的损伤所造成的听力障碍，倾向于对特定的频率范围比其他频率范围的影响更大。人类听力的正常范围是大约 20Hz 到 20kHz，其中低音音调范围是大概 50 到 60Hz，而尖锐的高音音调范围是 10,000Hz 左右或更高。特别是由于年龄造成的听力恶化，比起较低的区域，主要影响较高频率区域。

在一个实施例中，终端 10 包括用于测听（听力门限测试）的应用。不能听到低于 25dB 的纯音调典型地意味着某种程度的听力损失，并且在详细的测听术中，如果能够听到 25dB 或更低的从 250Hz 到 8000Hz 的音调，则通常认为听力是正常的。本发明的一个实施例被实现为真实的医学测听测试，其中回放不同级别和频率的音调，以确定不同频率的听力门限。该结果能够用于监视听力随着时间推移的变化，并通过对输出音频信号进行滤波来调节所述终端的音频特性以提高感知的声音质量，所述滤波典型地通过为与年龄相关的损失放大较高的频率或为由噪音引起的损失放大特定频带来实现。可以进行测听和补偿并将其用于所有可用的声音接口，像扬声器 14、耳机 17 或 22、辅助扬声器 26 或 22、汽车免提等等。

再次参考图 2，终端 10 包括音频调节单元 1，其连接到音频信号输出端上，并被配置用于给音频信号分配预定的音频特性。音频调节单元 1 优选地包括频率选择滤波器，该频率选择滤波器包括用于不同音频频率的多个通道，其中每个通道具有可配置的滤波器系数，所述滤波器系数确定当通过所述滤波器时音频信号

被影响到何种程度。每个通道可被配置用于给具有一定频带的信号部分分配特定的增益，或给具有一定频带的信号部分分配特定的衰减，所述增益或衰减由目前设置的滤波器系数决定。音频信号由此通过放大或衰减针对不同频带经过单独的处理，以便依赖于滤波器系数针对对应的频带修改音频信号幅度。包括不同频带的复杂信号然后被传递到音频输出端，例如扬声器 14。在可替换的实施例中，音频调节单元 1 包括开关，该开关可被配置用于通过多个不同滤波器中的任何一个或多个有选择地传递音频信号，每个滤波器具有不同的频率增益或衰减分布。这些不同的滤波器可以是宽带或窄带滤波器，其在频率方面部分或完全重叠。

根据本发明，存在用于控制音频调节单元 1 的不同实施例。一个实施例包括音频信号发生器 26，其被配置用于生成不同频率和幅度级别下的音频信号，并通过所讨论的音频输出端输送测听序列。在这种测听序列中，单独频率的预定组中的每一个通过发送不同幅度（通常递减）下的讨论中的频率音调并且监视来自用户的响应信号来进行研究。在一个实施例中，键盘 11 上一个按键的按压在测听应用中专用于充当目前发送的音调已经被用户感知这一确认信号。一旦在终端 10 中检测到用户的输入，则幅度降低预定步长，重复该序列直到已经达到最低接受的级别，或直到在终端 10 中检测不到来自用户的输入响应。相应的序列然后针对所述预定频率中的另一个进行重复，直到测试结束。然而，相同频率的音调连续地用不同幅度进行发送不是必需的，不同频率和幅度的音调也可以用随机的顺序进行发送。但是，两个连续音调发送之间的时间段优选地是变化的。

在完整的测听序列之后，所述结果与存储在存储器 28 中的参考结果进行比较。该参考测量典型地是用于正常听力的标准级别组，例如对应不同频率的 dB 级别。另一种可替换方案是比较获得的结果与处于之前对相同用户执行的测试的形式的参考结果，由此可能跟随用户的听觉能力。所述比较优选地一次针对一个频率作出，如果最低感知级别高于参考级别，则将用于该频率的滤波器系数设置为增加用于所述通道的增益，或降低其衰减。所述增加/降低优选地依赖于感知级别和参考级别之间的差异进行设置，使得特定频带中听力损失越严重，所述频带与其他频带相比放大得越多。控制单元 20 被配置用于响应于由用户输入接口上的输入指示的听力级别而设置滤波器系数，并且讨论中的音频输出端的设置优选地也存储在存储器 29 中。由此频率选择滤波器 1 有选择地针对所有随后传递的音频信号而被调整，所述音频信号被发送到音频输出端，通过所述音频输出端作出所述

测试。存储器 29 由此可以包含不同音频输出端的设置，例如扬声器 14、耳机 17 和 22 以及外部扬声器 16 和 21 的设置。

可替换的实施例使用简化的方法，其能够使用频率选择滤波器或根据上述的滤波器开关形式的音频调节单元 1。在该实施例中，预定的典型滤波曲线存储在存储器 29 中，所述曲线可有选择地由音频调节单元 1 用在音频信号上。不同的滤波曲线或分布可例如适用于由年龄或噪音暴露造成的不同程度的典型受损听力。在一个实施例中，终端 10 包括媒体播放器和记录器 27，所述记录器 27 能够记录由收发器单元 23 或麦克风 13 接收的音频信号。通常，记录的信号是语音信号，所述信号是至少通过扬声器 14 最频繁使用的音频类型。然而，对于外部扬声器 16、17、21 而言，记录的音频可以例如是音乐。记录的音频信号然后能够用预置的滤波曲线中的任意一个进行回放，由此用户可通过键盘 11 上的输入指示这些滤波曲线中的哪一个给出最佳可懂度。针对其输入确认信号以指示喜好的那个滤波曲线此后由控制单元 20 设置为用于音频调节单元 1 的标准滤波器设置，用于讨论中的音频输出端，并且该滤波曲线存储或如此标记在存储器 29 中。如上所述，滤波曲线可以是若干频率选择滤波器通道的设置，或要应用的一个或多个宽带滤波器的设置。作为可替换方案，媒体播放器 27 不需要具有记录能力，它可以只是能够播放作为音频文件而存储在存储器 28 中的音频，所述音频文件例如 mp3 文件。作为另一个可替换方案，不同的滤波曲线可以在现场音频信号上试验，例如在通过无线通信网络 30 与远程方正在进行的语音会话的接收的音频信号上或者在接收的流式音频信号上试验。

另外的实施例可以基于上述的发明来实现。例如，通过存储在不同时间获得的测听结果，可以通知用户何时发生了显著的变化，这能够指示用户已经暴露在过高的声级中，应该采取预防措施避免进一步的听力退化。

优选地，在使用有线或无线的立体声耳机作为声音接口时，单独地对每只耳朵执行测听测试。当连接到立体声扩音器时，还应该针对每个通道执行单独的测听测试，但是这里所述差异由听音环境对每个扬声器的影响造成，所述听音环境包括反射表面的距离和位置以及其吸收特性。对于听力损伤的人，使用扩音器时滤波器将补偿听力损伤以及声音环境的影响。对于正常听力的人，滤波器将补偿声音环境的影响。声音环境影响明显的典型情况是相比于空的混凝土房间的具有地毯幕帘和软垫家具的房间。

本发明的原理已经通过实施例或操作模式的实例在上面进行了描述。然而，本发明不应该被解释为限于上面讨论的特定实施例。例如，感知的或优选的音频信号的指示不必通过键盘 11 的真实按键进行输入。可替换地，可以使用语音命令，其通过终端 10 的语音识别系统进行解释。此外，由信号发生器 26 生成作为音调的声音信号以及音频调节单元 1 的滤波器可以是数字或模拟的。

上述或多或少特定的实施例因此应该被认为是说明性的，而不是限制性的，并且应该理解的是，本领域技术人员可以在所述实施例中作出变化，而不背离由所附的权利要求所限定的本发明的范围。

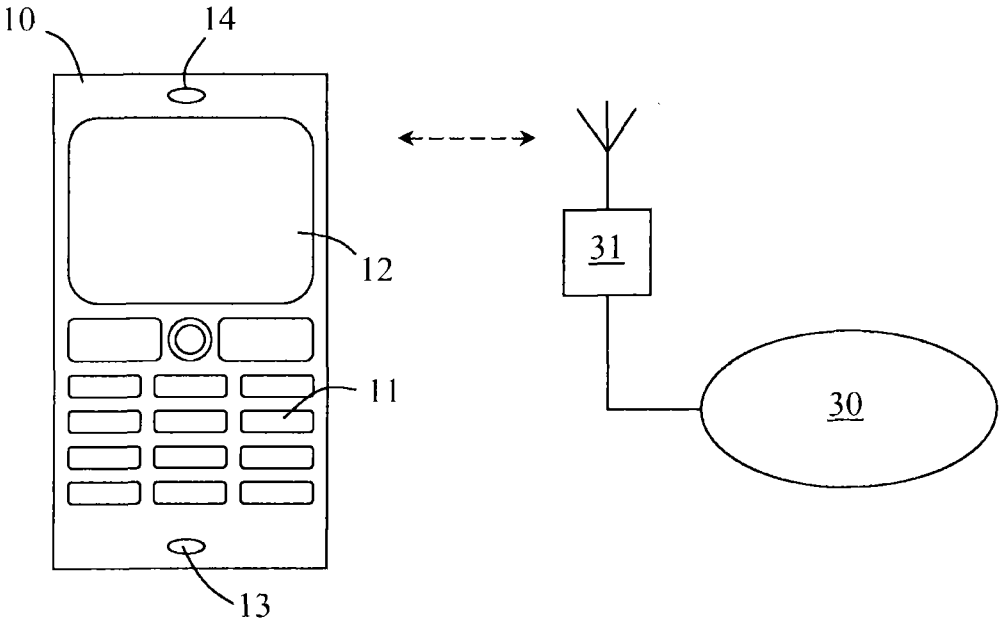


图 1

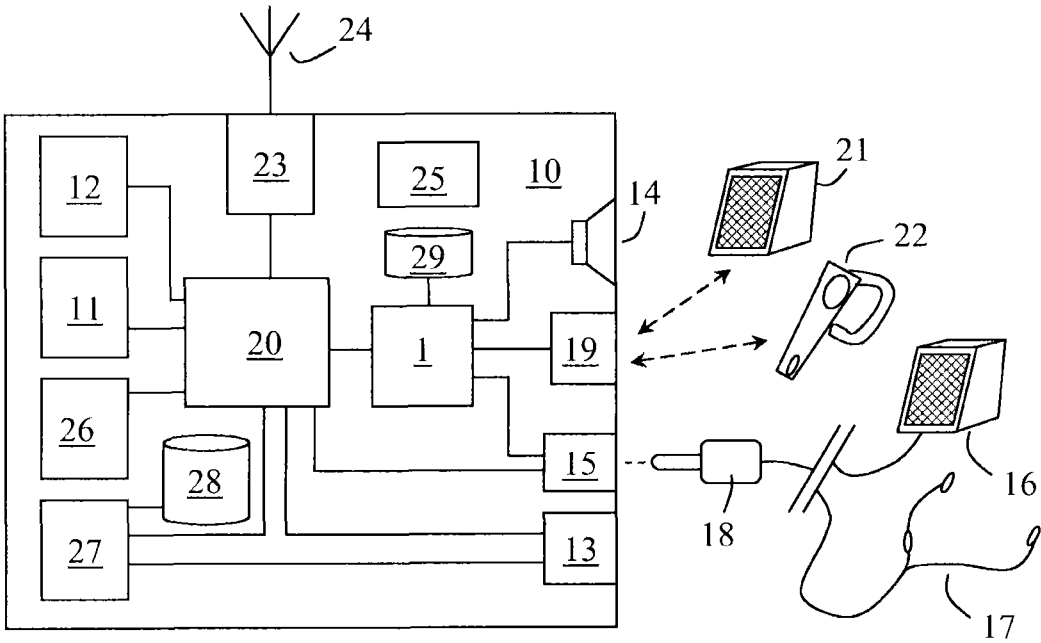


图 2