



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480010388.8

[43] 公开日 2006年5月17日

[11] 公开号 CN 1774871A

[22] 申请日 2004.4.15

[21] 申请号 200480010388.8

[30] 优先权

[32] 2003.4.15 [33] US [31] 60/462, 570

[32] 2003.5.12 [33] US [31] 60/469, 221

[32] 2003.8.8 [33] US [31] 60/493, 441

[86] 国际申请 PCT/US2004/011972 2004.4.15

[87] 国际公布 WO2004/093488 英 2004.10.28

[85] 进入国家阶段日期 2005.10.17

[71] 申请人 专利创投公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 张国伟 唐炳德 C·D·托马斯

[74] 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司
代理人 陈 霁

权利要求书 4 页 说明书 76 页 附图 74 页

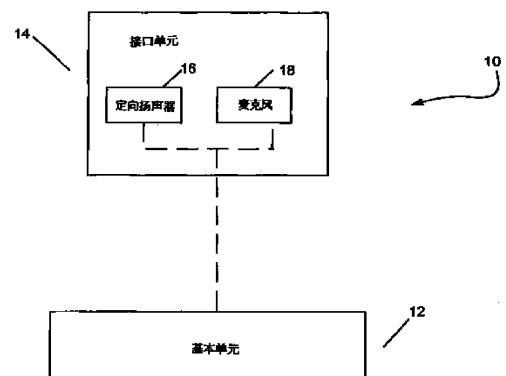
[54] 发明名称

定向扬声器

[57] 摘要

本发明的一些实施例是建立在定向扬声器的基础上的。该扬声器发出的音频信号可以通过超声波信号在空气中的转换而产生。这些实施例能应用在众多不同领域，例如手机、助听器、便携式电子设备，娱乐系统以及计算系统。这些实施例能够针对使用者的听力特点，或者针对使用环境的环境噪声水平被个人化。当应用于手机或便携式电子设备时，一些实施例的输出可以以一种方向限制的方式被发送，从而获得某种程度的隐私性，而不需要佩戴头戴式耳机或耳机，也不需要把扬声器靠近耳朵，这样就使使用者的双手得以自由。当应用于听力辅助时，其中的一些实施例，使用者的耳朵可以不必被塞上任何物体。当应用于音频输出系统时，其中的一些实施例的定向音频发送目标可以是一个或多个希望听到该音频输出的人。音频输出的一些

属性，比如它的波束宽度、波束方向、隔离度以及音量，可以通过使用者或监控测试来控制。当应用于音频系统至个人音频设备的音频声音之无线发送时，其中的一些实施例允许个人音频设备的使用者即使在移动状态中也仍然能够获得音频声音。



1. 一种电子设备，其改进包括一个定向扬声器，该定向扬声器为使用者产生方向限制音频输出信号并按预定的方向引导该音频输出信号。

5 2. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
所述定向扬声器可以附着到使用者所穿的衣服上；
所述定向扬声器产生超声波信号，该超声波信号在空气中被转换以产生音频输出信号；以及
所述设备还包括：
10 一个麦克风；和
 一个与所述扬声器和所述麦克风都相连接的基本单元，以允许使用者利用所述设备与一个通信设备进行无线通信，
 其中，
 所述扬声器产生的音频输出信号被从所述扬声器的佩戴位置向使用者
15 者的耳朵引导；
 所述设备可以免持操作；并且
 所述方向限制音频输出信号使通信的隐私性增强。

3. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
所述设备是一个针对使用者的听力增强系统；以及
20 所述设备还包括一个麦克风；
 该麦克风接收音频输入信号，该音频输入信号被转换为超声波信号；
 所述扬声器传输该超声波信号；
 该超声波信号的至少一部分在空气中被转换以产生音频输出信号；
25 所述扬声器将该音频输出信号从所述扬声器的佩戴位置向使用者的耳朵引导；以及
 所述音频输入信号的一部分被放大甚于另一部分以增强使用者的听力。

4. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
30 所述设备是一个计算设备的外围设备；以及

所述方向限制音频输出信号针对该计算设备的使用者被按预定的方向引导。

5. 如权利要求1所述的电子设备还包括：

5 一个机顶盒，接收输入编码信号并提供解码音频信号；和
音频转换电路，根据由所述机顶盒提供的解码音频信号产生超声波
信号，

其中

所述设备用于家庭娱乐系统；

10 所述定向扬声器基于所述超声波信号输出一个超声波输出；以及
所述超声波信号的至少一部分在空气中被转换以产生音频输出信
号。

6. 如权利要求1所述的电子设备还包括：

一个传统音频设备，产生传统音频输出信号，

15 其中所述电子设备接收一个属性输入以选择所述定向扬声器或所述
传统音频设备来产生音频输出信号。

7. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，

所述音频输出信号在一个波束中；

20 所述设备接收一个波束属性输入，以确定所述音频输出信号的属
性；以及

所述波束属性可以是下列属性之一：波束宽度、波束方向、隔离度
或隐私性，以及所述音频输出信号的音量。

8. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，

25 一个与使用者相关的音频个人资料被接收，该音频个人资料包括至
少一个与使用者的听力相关的属性；以及

根据该音频个人资料，所产生的音频输出信号被针对使用者进行个
人化。

9. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，

至少一个与所述设备的环境有关的特性被接收；以及

根据所述至少一个环境特性对所产生的音频输出信号进行调整。

30 10. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，

所述设备在一个音频系统的遥控装置中；

来自该音频系统的无线信号被该遥控装置接收；以及
所述方向限制音频输出信号的至少一个属性取决于该无线信号。

5 11. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，所述方向限制音频输出信号在一个发散的波束中，而且该波束的发散取决于具有弯曲表面的定向扬声器，或者取决于包含多个扬声器单元的定向扬声器，在后者的情况下定向扬声器用不同的驱动信号控制来自所述多个扬声器单元的输出的相位。

12. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
10 所述扬声器具有一个以上的分段来发射音频输出信号，所述音频输出信号在一个波束中；以及

所述一个以上的分段可以被分别控制，用于发射音频输出信号来影响该波束的宽度或方向。

13. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
所述音频输出信号基于超声波信号；
15 所述音频输出信号在一个波束中；以及
可以通过调整所述超声波信号的频率来控制该波束的宽度。

14. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
所述音频输出信号基于超声波信号；以及
20 该超声波信号在针对使用者被发射到自由空间中作为方向限制音频输出信号之前，被至少两个反射表面反射。

15. 如权利要求1所述的电子设备还包括：
另一个定向扬声器，为使用者产生方向限制音频输出信号并按预定的方向引导该音频输出信号，

25 其中两个定向扬声器可以为使用者建立立体声效应。

16. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，
该设备包括一个无线接收器，该接收器用以接收来自一个无线发射器的无线信号；

该无线发射器在一个音频系统中；以及
该无线信号与该音频系统可以直接输出的音频信号有关。

30 17. 如权利要求1所述的电子设备，其特征在于，

该设备包括一个无线接收器，该接收器接收来自一个无线音频适配器的无线信号；

该无线音频适配器发射器连接在一个音频系统上；

所述无线信号与所述音频系统可以直接输出的音频信号有关；以及

5 所述无线音频适配器是所述音频系统的售后市场产品（after market product）。

18. 一个用于增强音频系统的系统，所述音频系统发送音频输出到一个音频输出终端，所述系统包括：

10 一个无线发射器，与所述音频输出终端相连接，并以无线方式传输由所述音频系统提供的音频输出；和

可由使用者适用的个人电子设备，该个人电子设备至少包括：

一个能够接收由所述无线发射器传输的音频输出的无线接收器；

一个存储使用者信息的数据存储器；

15 一个可操作地连接到所述数据存储器 and 所述无线接收器的控制器，该控制器运行以基于所存储的使用者信息通过调整所述无线接收器接收到的音频输出来将音频输出用户化；和

一个可操作地连接到所述控制器的扬声器，所述扬声器根据所述控制器对音频输出进行的用户化产生用户化音频输出信号。

定向扬声器

发明背景

5 发明领域

本发明主要与音频输出的电子设备相关，特别是定向扬声器。

相关技术说明

手机和其它无线通信设备已成为我们生活中不可或缺的一部分。然而，伴随这些设备的迅速激增而来的还有各种问题和挑战。

10 例如，仍然需要改进使诸如手机这样的无线通信设备能被免持使用的方法。让手机使用者能更方便地进行对话，而不需要在耳朵上放置耳机，同时还保持一定程度的隐私性。

我们有相当大一部分人口有某种程度的失聪。故仍需要提高技术水平来帮助那些有轻度或中度听力障碍的人们。

15 音频系统，如立体声系统(stereo system)、DVD 播放器以及电视，一般而言是向一个以上的用户提供音频声音。对这些系统来说，也需要改良方法只面向特定的接收者提供声音，而减少对周围其它不希望听到这些声音的人群的干扰。

20 此外，还需要增强在音频系统到离系统有段距离的个人音频设备间进行音频声音的无线传送之方法。

发明内容

25 本发明的一些实施例是建立在定向扬声器的基础上的。该扬声器发出的音频信号可以通过超声波信号在空气中的转换来产生。不同的实施例能应用在众多不同领域，例如手机、助听器、便携式电子设备，以及娱乐系统。这些实施例能够针对使用者的听力特点被个人化，或者针对使用环境的环境噪声水平进行调整。

30 一个实施例可适用于无线通信系统，如手机。这一系统可以包括一个接口单元和一个基本单元。从扬声器发出的音频信号可以通过免持方式接听，同时还增强了隐私性保护。该接口单元可以附着在使用者肩膀处衣服上或直接在衣服里面，这样扬声器发出的音频信号就能传入到用户的一只耳朵。

另一实施例是提供一个听力增强系统，其以一个定向扬声器位基础，实现使用者的听力增强。该系统可以包括一个具有定向扬声器和麦克风的接口单元。其中，麦克风捕捉输入音频信号，再转换为超声波信号。扬声器则传送这些超声波信号，再在空气中转换为音频输出信号。

5 为了提高使用者的听力，至少一部分音频输出信号的功率应该比输入信号的为高。基于这一系统，使用者的耳朵可以不必被塞上任何物体，从而避免了烦人的耳朵闭塞感。和现有的助听设备相比，这一系统相当便宜。例如，它不需要为个人量身度制耳模。

10 还有一个实施例是在便携式电子设备，如掌上游戏机，中使用定向扬声器，以一种方向限制的方式来引导音频输出。故音频输出获得某一种程度的隐私，另外用户不需要佩戴听筒或耳机，也不需要把扬声器贴着耳朵，这样就使使用者的双手得以自由。定向扬声器可以和便携式电子设备集成在一起，也可选择附着或连接到便携式电子设备。

15 一个实施例是涉及定向音频设备，如娱乐系统，它针对那些愿意收听音频输出的人(一个或多个)提供音频输出的定向传送。这样，其他不希望听到这些音频输出的人则不会明显接收到音频输出，故几乎不受这些他们不需要的音频声音的干扰。这种定向音频设备包含一个定向扬声器。音频输出的许多属性可以通过使用者或监控测量来控制。这些属性包括波束宽度、波束方向、隔音程度或隐私性，以及音频输出的音量。

20 音频输出还可以被个人化或根据设备周围的音频条件调整。可以采用多种方法来控制这些属性或特性。例如，分段或弯曲扬声器的表面，改变超声波频率，调节各个扬声器部件的相位，或者拉长扬声器发射表面到自由空间之前超声波路径长度。此外，也可以利用一个以上的扬声器来产生立体效应。

25 本发明另一个实施例，包括以无线方式从音频系统向个人音频设备传送音频声音的技术。这些技术让个人音频设备使用者在移动状态中也仍然能够获得音频声音。根据本发明的一方面，无线适配器可以用作音频系统的售后市场修正(after market modification)。

30 下面将结合示图，通过举例阐明本发明的原理，详细描述本发明的其它方面和优势。

附图简述

通过下面的详细描述，辅以示意图，其中包括参考数字标定、结构要素等，将可以更容易地理解本发明的原理，

5 图1显示了本发明的一个实施例，一个基本单元与一个定向扬声器及一个麦克风相连接。

图2是本发明之定向扬声器的特性例示。

图3是本发明的音频信号方向设置的机制例示。

图4A显示了本发明的一个闪耀式光栅（Blazed grating）实施例。

图4B显示了本发明中引导音频信号传播角度的一个楔片实例。

10 图5显示了本发明中产生定向音频信号之设备的可控相位阵列 (steerable phase array)的一个例子。

图6是本发明中附着在用户衣服上的接口单元的一个例子。

图7例示了本发明中将接口单元连接在用户衣服中的机制原理。

15 图8例示了本发明中在接口单元和基本单元之间的各种不同连接技术。

图9例示了本发明中无线通信系统的各种附加属性。

图10例示了本发明使用的电源之属性。

图11A是采用本发明实施例的免持电话或普通电话图示。

20 图11B是采用本发明的双模式电话的模式自动选择的不同技术示例。

图12显示了本发明的接口单元的不同实施例。

图13例示了本发明的各种附加应用。

图14图示了本发明的另一个实施例。

图15显示的是佩戴本发明某实施例的一个用户。

25 图16显示的是本发明的关于频率相依放大的不同实施例。

图17显示了本发明的关于校准的一些实施例。

图18A显示了本发明的关于功率管理的一些实施例。

图18B显示了具有电连接的接口单元的实施例。

图19A-19C显示了本发明中关于麦克风的不同实施例。

30 图20例示了本发明的实施例，它们也可当作电话使用。

图21是本发明一个实施例的呼叫处理流程图。

图22是本发明有关提高隐私性的一些实施例。

图23例示本发明通过无线或有线连接从其它仪器接收音频信号的多个实施例。

5 图 24A 是根据本发明的一个实施例，集成有定向扬声器的移动电话的示意图。

图 24B 是根据本发明的另一个实施例，具有集成定向扬声器的翻盖式移动电话的透视图。

图 25 是根据本发明的一个实施例，集成有定向扬声器的掌上电脑 (personal digital assistant, PDA) 的透视图。

10 图 26 根据本发明的一个实施例，具备无线通信功能的电子设备之方框图。

图 27A 是根据本发明的一个实施例，定向音频转换装置的方框图。

图 27B 是根据本发明的一个实施例，一个预处理器的方框图。

15 图 27C 是根据本发明的一个实施例，一个预处理器的评估电路的方框图。

图 28 例示了根据本发明，定向扬声器特性的不同实施例。

图 29 是根据本发明的一个实施例，音频信号处理的流程示意图。

20 图 30 是根据本发明的一个实施例，扬声器选择处理的流程示意图。

图 31 的示意图列出了一些作为扬声器选择依据典范条件的例子。

图 32A 是依据本发明的一实施例，具有可附接定向扬声器的掌上电脑的透视图。

25 图 32B 是依据本发明的另一实施例，具有可附接定向扬声器的掌上电脑的透视图。

图 33 依据本发明的一个实施例，具有另一个可附接定向扬声器的移动电话的透视图。

图 34 是一描述与本发明相关的附加应用之多个例子的示意图。

30 图 35 是根据本发明的一个实施例，与一个音频系统相连接的定向音频发送设备的方框图。

图 36A 是根据本发明的一个实施例，定向音频发送设备的方框图。

图 36B 是根据本发明的另一个实施例，定向音频发送设备的方框图。

5 图 37A 的示意图阐释了适用于本发明的不同实施例的装置的例子。

图 37B 是一个具代表性的平面示意图，显示了本发明的一个应用。

10 图 38 是根据本发明的一个实施例，定向音频发送处理的流程示意图。

图 39 是根据本发明，受限音频输出信号的属性例示。

图 40 是另一个平面示意图的例子，显示了本发明的一个应用。

图 41 是根据本发明的另一个实施例，定向音频发送处理的流程示意图。

15 图 42A 是根据本发明的又一个实施例，定向音频发送处理的流程示意图。

图 42B 是根据本发明的一个实施例，环境调适处理的流程示意图。

20 图 42C 是根据本发明的一个实施例，音频个性化处理的流程示意图。

图 43A 是根据本发明的一个实施例，超声波换能器的透视图。

图 43B 的示意图阐释了根据本发明的一个实施例的超声波换能器，其产生波束作为音频输出。

图 43C-43D 图示了本发明的定向扬声器被分段的两个实施例。

25 图 43E-43G 显示了根据本发明的一个实施例，不同载波频率的波束宽度的变化。

图 44A-44B 是本发明的两个实施例的示意图，弯曲定向扬声器表面以扩展波束。

30 图 44C 显示了根据本发明的一个实施例，基于一凸面反射镜的波束扩展。

图 45A-45B 显示了本发明的两个实施例，其定向扬声器具有分段的弯曲表面。

图 46A 和 46B 示意了根据本发明的不同实施例，在一个机顶盒环境中，具有定向音频发送设备的音频系统的透视图。

5 图 47 是根据本发明的一个实施例，一个遥控设备的透视图。

图 48A-48B 显示了本发明的两个实施例，它们允许超声波信号在发射入自由空间以前多次来回弹射的定向音频发送。

图 49 显示了根据本发明的一个实施例，两个间隔开来的产生立体效应的定向音频发送设备。

10 图 50 是根据本发明的一个实施例，一个遥控音频发送系统的方框图。

图 51 是根据本发明的另一个实施例，一个遥控音频发送系统的方框图。

15 图 52 是根据本发明的又一个实施例，一个遥控音频发送系统的方框图。

图 53 是例示本发明不同实施例的使用的构建配置示意图。

图 54 是根据本发明的一个实施例，一个遥控音频发送系统的流程示意图。

20 图 55A 是根据本发明的一个实施例，一个环境调适处理的流程示意图。

图 55B 是根据本发明的一个实施例，音频个性化处理的流程示意图。

图 56A-B 例示的是根据本发明一个实施例的超声波换能器。

25 图 57 是向感兴趣的用户提供定向音频发送的音频系统之透视图。

具体实施方式

下面讨论本发明的各个实施例，参见图1至57。然而，本领域的技术人员将能很容易地认识到这里给出的关于这些示图的详细描述是出于解释目的，本发明是超出这些有限的实施例的。

30 本发明的一个实施例是提供更好的免持使用方法的无线通信系统。这一无线通信系统可以是，例如，手机。图1显示了根据本发明的一个实施例，无线通信系统10的方框图。该无线通信系统10具有基本单元12，

它与接口单元14相连接。接口单元14包括定向扬声器16和麦克风18。定向扬声器16产生定向音频信号。

5 根据基本小孔天线理论(aperture antenna theory), 象定向扬声器这样的声源的角波束宽度 θ 大约为 λ/D , 这里 θ 是角半幅全宽(FWHM), λ 是波长, D 是小孔直径。为简化起见, 假设小孔是圆形的。

对于普通的可听信号来说, 频率从几百赫兹, 如500赫兹, 到几千赫兹, 如5000赫兹。由于声音在空间中的速度 c 为340米/每秒, 普通可听信号的波长 λ 大约在70厘米至7厘米之间。对个人应用或便携式应用而言, 扬声器的大小可在几厘米数量级内。根据声波波长远大于几厘米, 10 这样的扬声器就差不多是全方向的, 也就是说, 该声源几乎向所有方向均匀地发射能量。若使用者需要隐私, 这就不是期望的结果, 因为一个全方位声源意味着在任何方向上都可能被人截取音频信号。

要增强声源的定向性(directionality), 一种解决方案是减小声波波长, 但这可能使声频超出可听范围。另一种技术被称为参数声学(parametric 15 acoustics)。

参数声学运算(Parametric acoustic operation)已有前人论述, 例见下列出版物: “Parametric Acoustic Array (参数声学阵列)”, P. J. Westervelt, in J., Acoust. Soc. Am., Vol. 35 (4), pp. 535-537, 1963;

20 “Possible Exploitation of Non-Linear Acoustics in Underwater Transmitting Applications (水下传输应用中的非线性声学的可能开发)”, H. O. Berkta, in J. Sound Vib. Vol. 2 (4):435-461 (1965); 以及, “Parametric Array in Air (空气中的参数阵列)”, Bennett et al., in J. Acoust. Soc. Am., Vol. 57 (3), pp.562-568, 1975。

在一个实施例中, 假设可听声波信号为 $f(t)$, 这里 $f(t)$ 是一带限信号, 比如频率从500Hz到5,000 Hz。通过正弦调制产生调制信号 $f(t) \sin \omega_c t$ 来驱动声波换能器。载波频率 $\omega_c/2\pi$ 应该比 $f(t)$ 的最高的频率成份大得多。在一个载波是超声波的例子中, 其声波换能器应该在 ω_c 点有足够的带宽来覆盖输入信号 $f(t)$ 的频带。信号 $f(t) \sin \omega_c t$ 从换能器发射出之后, 在空气中进行非线性解调, 得到一个可听信号 $E(t)$, 这里,

30

$$E(t) \propto \partial^2/\partial t^2 [f^2(\tau)]$$

其中 $\tau = t - L/c$ ， L 是声波发生源和声波接收处之间的距离。在本例中，被解调的音频信号与调制包络 $f(t)$ 平方的二次时间导数成正比。

5 为了更准确地求得音频信号 $f(t)$ ，在将信号输入到换能器之前，可采用各种方法对原始音频信号进行预处理。每一种方法皆有其特点和优势。B. A. Davy在1972年他的德州大学奥斯丁分校(U. T. Austin)硕士论文“Acoustic Self-demodulation of Pre-distorted Carriers (预先失真载波的声自解调)”中阐述了其中一种预处理方法。该文介绍的技术对信号 $f(t)$ 求两次积分，再对结果求平方根，然后再乘以正弦载波 $\sin \omega_c t$ ，最后得到的信号被应用到换能器中。在这样的处理过程中，可能产生 $f(t)$ 的无限次谐波，而且有限传输带宽可能产生失真。

10 另一种预处理方法的描述见“The audio spotlight: An application of nonlinear interaction of sound waves to a new type of loudspeaker design (聚音器：声波的非线性交互作用在一种新型扬声器设计中的应用)”一文(由Yoneyama et al.著，美国声学协会杂志1983年5月Vol. 73 (5), pp. 1532-1536)。这种预处理方法依赖双边带(DSB)调制。假设 $S(t) = 1 + m f(t)$ ，这里 m 是调制因子。 $S(t) \sin \omega_c t$ 被用来代替 $f(t) \sin \omega_c t$ 驱动声波换能器。故有下式成立，

$$20 \quad E(t) \propto \partial^2 / \partial t^2 [S^2(\tau)] \propto 2 m f(\tau) + m^2 \partial^2 / \partial t^2 [f(\tau)^2] .$$

第一项提供原始音频信号。但作为DSB调制的结果，第二项将产生不希望出现的失真。减小失真的方法之一是降低调制因子 m 。不过，降低调制因子 m 也可能会使系统的总体功率效率(power efficiency)降低。

25 在1984年第10届国际非线性声学会议文献中，Kamakura et al所著的“Development of a parametric loudspeaker for practical use (实际应用上的参数扬声器开发)”(pp. 147-150)一文介绍了另一种预处理方法，它可以消除那些不合乎要求的项。它通过定义 $S(t) = [1 + m f(t)]^{1/2}$ ，使用一种修正调幅(modified amplitude modulation, MAM)技术。也就是说，解调信号 $E(t) \propto m f(t)$ 。MAM信号的平方根包络运算可以增加 $S(t)$ 的带宽，并且可能需要一个无限传输带宽来进行无失真解调。

在“Suitable Modulation of the Carrier Ultrasound for a Parametric Loudspeaker (参数扬声器的超声载波的适当调制)”

(Acoustica, Vol. 23, pp. 215-217, 1991)一文中, Kamakura et al.介绍了另一种预处理方案, 称为“包络调制”。在这种方案中, $S(t) = [e(t) + m f(t)]^{1/2}$, 这里 $e(t)$ 是 $f(t)$ 的包络。采用这种方案, 发射功率降低了64%以上, 并且失真比双边带(DSB)或单边带(SSB)调制更好, 详见“Self-demodulation of a plane-wave — Study on primary wave modulation for wideband signal transmission (平面波的自解调—宽带信号传输中的主波调制研究)”一文(由Aoki et al., J. Acoust. Soc. Jpn.著, Vol. 40, pp. 346-349, 1984)。

回到方向性话题, 与原始声波信号 $f(t)$ 相比, 被调制的信号 $S(t) \sin \omega_c t$ 或 $f(t) \sin \omega_c t$ 具有更好的方向性, 因为 ω_c 高于可听频率。例如, ω_c 可以等于 $2\pi \times 40$ kHz, 但实验显示 ω_c 的取值范围为可从 $2\pi \times 20$ kHz到超过 $2\pi \times 1$ MHz。不过一般而言, 由于在较高载波频率处, 声波吸收也较高, 故 ω_c 不宜选择得过高。总之, 当 ω_c 等于 $2\pi \times 40$ kHz时, 被调制信号的频率比可听频率高大约10倍。这就使得小面积的发射源(例如直径为2.5厘米)成为适合于宽范围音频信号的定向器件。

在一个实施例中, 选择正确的工作载波频率 ω_c 需要考虑到诸多因素, 例如:

- 为了降低大致与 ω_c^2 成正比的声波衰减 (Acoustic attenuation), 载波频率 ω_c 不应当太高。
- 超声波束的FWHM应该足够大, 例如25度, 以足够覆盖佩戴便携式设备的使用者的头部动作范围, 并通过波束扩展降低超声波强度。
- 为了避免可能导致振幅波动的近场效应, 发射设备和接收处之间的距离 r 应该大于 $0.3 \times R_0$, 这里 R_0 是瑞利距离, 定义为(发射面积/ λ)。

例如, 当FWHM等于20度时,

$$\theta = \lambda / D = (c / \omega_c) / D \sim 1/3.$$

假设 D 等于2.5厘米, ω_c 为 $2\pi \times 40$ kHz。从上式的关系中能够看出, 超声波束的定向性可以通过改变载波频率 ω_c 来调节。如果选择孔径

较小的声波换能器，定向性可能降低。此外还需注意，由声波换能器产生的功率一般与孔的面积成正比。在上述例子中，瑞利距离 R_0 为57毫米左右。

5 因此，在一个实施例中，孔径较小的扬声器16通过调制过的超声波信号也可以产生定向音频信号。这些调制过的信号可以在空气中被解调，从而产生音频信号。这样，即使是从一个数厘米量级的小孔发射，扬声器也可产生定向音频信号。这样就使得定向音频信号可以被指定在需要的方向上。

10 以上已经有一些描述关于经解调超声波信号产生音频信号的例子。不过音频信号也能通过混频两个超声波信号来产生，二者的差频即是该音频信号。

15 图2例示了一个定向扬声器的各种特性。例如，该定向扬声器可以是图1中示意的定向扬声器16。它可以采用一种压电薄膜。这一压电薄膜可以被淀积在一块由许多圆柱管组成平板上。美国专利号No. 6,011,855描述了该种器件的一个实例，此实例可作为参考之用。此薄膜可以是聚二氟乙烯 (polyvinylidene di-fluoride, PVDF)膜，并可通过金属电极偏置(biased)。这层薄膜可以贴在或粘合在带圆柱管的整个平板上。所有这些管子的总发射表面积的大小在载波或超声波信号的几个波长的数量级内。通过电极将适当的电压加到压电薄膜上，使薄膜振动产生被调制过的超声波信号。这些信号引起封闭的圆柱管谐振。超声波信号从薄膜发射出去后，通过非线性混合在空气中自我解调，产生音频信号。

20 举一个例子，压电薄膜厚度可以为28微米左右；圆柱管的直径是9/64英寸，圆柱管中心间隔0.16英寸，形成的谐振频率约为40 kHz。当超声波信号主要在40 kHz左右时，定向扬声器的发射表面面积大约为2厘米×2厘米大小。由定向扬声器产生的超声波功率实际上绝大部分都可以被限制在一个圆锥体的范围中。

30 为了计算这个圆锥体内的超声波能量的大小，例如，粗略估算，假设(a)发射表面是一个直径为2.8厘米的均匀圆孔，(b)该超声波信号波长为8.7毫米，(c)所有的能量都集中在前半球，那么包含在这一主瓣的半幅全宽(FWHM)内的量大约为超声波能信号总能量的97%，而主瓣的从零值到零值(from null to null)范围间包含的能量大约为超声波能信号总能

量的97.36%。类似地，仍然是粗略估算，如果孔的直径减小到1厘米，则包含在主瓣的半幅全宽内的能量大约是超声波能信号总能量的97.2%，而主瓣的从零值到零值范围间包含的能量大约为超声波能信号总能量的99%。

5 回头参考压电薄膜的例子，信号波束的半幅全宽(FWHM)大约为24度。假设这样一个定向扬声器16被安置在使用者肩膀的衣服上。扬声器的输出指向使用者一边耳朵的方向，假设使用者肩膀与耳朵间距离为8英寸。由定向扬声器发射表面产生的音频信号的能量，实际上有75%以上被限制在一个圆锥体的范围中。这个圆锥体的顶端在扬声器上，开口端
10 在使用者耳朵的位置处。圆锥体开口端的直径，或者说在耳朵附近的圆锥体的直径，小于4英寸。

 在另一个实施例中，定向扬声器可以由双晶压电换能器(bimorph piezoelectric transducer)制作而成。该换能器可以具有直径大约1厘米的圆锥体。在又一个实施例中，定向扬声器可以是一个磁换能器。此外，
15 还有一个实施例，其定向扬声器不产生超声波信号，而是直接产生音频信号；这一扬声器包括一个喇叭或者圆锥体的实体来引导音频信号。

 在另一个实施例中，定向扬声器的功率输出通过提高传输效率(例如解调或混频效率)而提高。如“Possible exploitation of Non-Linear Acoustics in Underwater Transmitting Applications (水下传输应用中非线性声学的可能性开发)”(H. O. Berklay, in J. Sound Vib. Vol. 2
20 (4):435-461, 1965)一文所描述的，根据Berklay的推算公式，输出音频功率与混频或解调媒质(demodulation medium)的非线性系数成正比。

 如前面所解释，在一个实施例中，基于参数声学技术，定向音频信号是可以产生的。图3展示了将超声波信号定向的机械结构原理的一些例子。
25 它们代表着不同的引导方法，例如，可以利用光栅、韧性导线(malleable wire)或楔片(wedge)。

 图4A显示了一个具有一个闪耀式光栅的定向扬声器50的一个实施例。例如，扬声器50适合用作定向扬声器16。扬声器50的每一个发射器件，比如52和54，都可以是压电器件或其它类型的扬声器，被置于各个阶梯
30 上。在一个实施例中，各个发射器件的所有发射表面的总和可以达到超声波信号的几个波长的数量级大小。

在另一个实施例中，每一个发射器件可以被完全相同的超声波信号所驱动，该超声波信号具有适当的延迟，使发射波在闪耀法线方向56产生有益的干涉，这个方向与光栅正交垂直。这类似于相位阵列的波束控制(beam steering)运作，可以通过一个延迟矩阵(delay matrix)来实现。

5 在相邻发射表面之间的这种延迟可以近似表示为 h/c ，这里 h 为光栅每一个阶梯的高度。简化信号处理的一种方法是把每一个光栅阶梯的高度设置为超声波或载波波长的整数倍，而且所有的发射器件都由同一个超声波信号来驱动。

10 基于光栅结构，虚拟音频源的阵列方向是闪耀法线方向56。换言之，这种阶梯式的结构能够设置音频信号的传播方向。在图4A所示的例子中，有三个发射器件或扬声器，每一阶梯上一个。总的发射表面是这三个器件的发射表面相加之和。传播方向与水平面方向近似成45度角。每一个扬声器的厚度都可以小于超声波波长的一半。如果超声波的频率为40 kHz，则该厚度可为大约4毫米。

15 把音频信号指向特定方向的另一种方法是把本发明的一个定向扬声器定位在一根韧性导线的末端。使用者可以弯曲该导线来调节音频信号的传播方向。例如，如果扬声器被放置在使用者的肩膀上，这一使用者就可以弯曲导线以使扬声器产生的超声波信号指向使用者与扬声器相近的耳朵处。

20 还有另一种方法，即把扬声器器件定位在一块楔片上。图4B显示了带扬声器77的楔片75的例子。楔片与水平方向的角度大约在40度左右。这就使得音频信号的传播方向79被设置为与水平方向成大约50度。

25 在一个实施例中，超声波信号通过各个单独器件的可控相位阵列产生，例示参见图5。它们通过器件的有益干涉产生定向信号。通过改变器件阵列间的相对相位来对信号波束进行控制。

改变一个方向上的相位的方法之一是利用一维移位寄存器阵列。每一个寄存器对超声波信号的移位量或延迟量都是相同的。这一阵列能够通过改变移位寄存器的时钟频率来控制波束。这些移位寄存器被称作“x”移位寄存器。为了也能在一个正交的方向上独立控制波束，一种方法
30 是设置第二组移位寄存器，这组寄存器由第二个可变频率时钟来控制。这第二组寄存器，称作“y”移位寄存器，被分为许多个寄存器子

集。每一个子集都可以是一个移位寄存器阵列，每一个阵列都与一个“x”移位寄存器相连接。通过改变第二个可变频率时钟的频率，可以控制在正交方向上的波束。

例如，如图5所示，该声相位阵列(acoustic phase array)为 4×4 的扬声器设备阵列。在这个声相位阵列中，各个器件都是相同的。比如，这些器件可以是直径7毫米的发射器双晶压电器件，或是直径7毫米的发射器。这一阵列的总体尺寸可以在2.8厘米 \times 2.8厘米左右。载波频率可以设置为100 KHz。每一个双晶压电器件的驱动功率都低于0.1W。该阵列是平面的，但每一个双晶压电器件都指向使用者的耳朵，例如，其方向与阵列的法向方向成45度角。每一个独立的双晶压电器件的主瓣半幅全宽(FWHM)大约在0.5弧度左右。

可以有4个“x”移位寄存器。每一个“x”移位寄存器都能被连接到一个有4个“y”移位寄存器的阵列中，从而建立起一个 4×4 的移位寄存器阵列。其时钟运行频率可以为大约10 MHz(每一移位100纳秒)。超声波信号可以以数字格式被传输，并通过一定数量的移位寄存器被延时。

假定从耳朵到阵列的距离大约是20厘米，阵列中每一个器件的主瓣在耳朵周围的覆盖面积范围粗略为10厘米 \times 10厘米。因为使用者头部的活动范围可能超过10厘米 \times 10厘米，信号波束在每一个方向上大约可以调0.5弧度。这等效于该相位阵列一个方向上最大相对时间延迟为40微秒，或者是每一器件的延迟为5微秒。

对一个 $n \times n$ 阵列而言，从每一个阵列元件发出的超声波波束与其它波束相互发生干涉，产生一个波束宽度只有原波束的 $1/n$ 的最终波束。在上述例子中， n 等于4，在每个方向上相位阵列的波束形状变窄到 $1/4$ 。这就是说，半幅全宽(FWHM)小于8度，能覆盖的耳朵周围的面积为大约2.8厘米 \times 2.8厘米。

由于能量集中在较小的范围内，功率要求降低到 $1/n^2$ ，大大提高了功率效率。在一个实施例中，上述阵列能够提供超过90 dB SPL(声压级)的功率。

在上述例子中，也可以使用一个压电薄膜器件阵列来代替双晶压电器件。

在一个实施例中，接口单元也可以包括一个能够对耳朵或耳道(ear canal)进行识别并定位的模式识别器件。这样，如果耳朵或耳道能够被识别的话，波束可以更准确地向耳朵或耳道的开口处传播。基于闭环控制，超声波信号的传播方向可以根据模式识别方法的结果来控制。

5 一种模式识别方法是根据热映象来确定耳道入口。热映象可以通过红外传感器来实现。另一种模式识别方法则是基于一个脉冲式红外LED和一个用于探测的Reticon或CCD阵列。该Reticon或CCD阵列顶端可设置一个宽带干涉滤波器以过滤光波，该宽带干涉滤波器可以是一片镀膜玻璃。

10 请注意，如果系统不能识别耳朵或耳道的位置，则系统可以扩大圆锥体的范围，或者是降低它的定向性。例如，所有的阵列元件都能发射相同的超声波信号，无延时，但频率降低。

隐私性常常是手机使用者的关注焦点之一。不象音乐或视频播放器，这些设备的使用者是被动地接收信息或娱乐节目，而使用手机的时候则是双向通信的。在大多数情况中，手机使用者已经习惯了被其他人听到自己那一部分的谈话的内容。至少，他们可以控制或调节通信中他们自己那一部分。然而，手机使用者一般不希望其他人明白他们的整个对话。因此，对许多应用来说，至少手机的声音输出部分应该提供一定级别的隐私性。使用这里讨论的定向扬声器，音频信号就是定向性，因而该无线通信系统能够提供某种程度的隐私性保护。

20 图6显示了附着在使用者夹克衫上的接口单元100的一个例子。该接口单元100包括了一个定向扬声器104和一个麦克风106。这个定向扬声器104沿常规方向向使用者的耳朵发射超声波信号。超声波信号在扬声器至耳朵之间的空气中通过混合或解调进行转换。这种定向超声波信号把大部分音频能量限制在一个指向使用者耳朵的圆锥体108中。当圆锥体108到达使用者头部时，它的表面面积可以被调整得比使用者的头部更小。这样，定向超声波信号就能够提供一定程度的隐私性保护了。

30 在一个实施例中，或在定向扬声器内部，或贴近该定向扬声器，或围绕该定向扬声器，有一个或多个附加的扬声器器件。使用者的头部可能会散射掉一部分接收到的音频信号。邻近使用者的其他人也许能够接收到这些散播的信号。附加的扬声器器件(如可以是压电器件)发射随机

信号干扰或破坏这些散播的信号或者其它可能被发射到定向信号的圆锥体108以外的信号，以降低其他人截取到这些散播信号的机会。

5 图7例示了如何将接口单元连接在使用者衣服上的机制原理。例如，接口单元可以被集成在使用者的衣服内，如在衣服的外层和内层衬里之间。为了接收外界的功率或其它信息，该接口单元可以具有一个从衣服的内里突出出来的电子突起(electrical protrusion)。

在另一个实施例中，代替集成到衣服中的方法，接口单元可以被附着在使用者的衣服上。例如，使用者可以把接口单元附着在自己的衣服上，然后开机。一旦固定好，接口单元就可以进行免持操作了。这个接口单元可以附着在衣服的一条带子，如夹克衫的肩带上。可以利用夹子、别针或挂钩进行附着。接口单元也可以放在一个小口袋中，这个小口袋在比如衣服的锁骨区域或肩膀部位，利用某一种机制(如一种钮扣)来进行开关操作小口袋。在另一个例子中，接口单元和衣服上均有尼龙搭扣(Velcro)，可以实现附着。接口单元也可以通过一条有弹性的带子(如弹性臂带)来附着。或者，接口单元也可以用一条链子挂在使用者的脖子上，象装饰性的项链一样。在又一个实施例中，该接口单元中可以装有一块磁性物体，衣服中装有磁铁，可以吸附住带磁性的接口单元。值得注意的是，可以把一个或多个这样的装置结合起来以确保附着的更加安全。还有另一个实施例，其接口单元是一次性使用的。例如，一旦能量用完了，接口单元就可以被丢弃掉。

至于接口单元和基本单元之间的连接，图8例示了多种不同连接技术。接口单元可以被无线或有线连接到基本单元。在无线连接的实施例中，接口单元可以通过蓝牙、WiFi、超宽带(UWB)或其它无线网络/协议被连接。

25 图9例示了本发明的无线通信系统的各种附加属性。该系统可以包括附加的信号处理技术。典型地，可以用带补偿或不带补偿的单边带(SSB)或下边带(LSB)调制可以准确。如果使用补偿，可以根据已知技术配置一个处理器(如，数字信号处理器)。其它元件或功能也可以和该处理器集成在一起。这可以是用于上或下转换的本地振荡以及阻抗匹配电路。回波消除技术也可以包含在该电路中。不过，由于扬声器是定向

30

的,可能不需要回波消除电路。这些附加的功能也可以通过由处理器执行的软件(如,固件或微码)来实现。

基本单元可以拥有一根或多根天线,用来与基站或其它无线设备进行通信。额外的天线可以提高天线的效率。在接口单元与基本单元无线连接的实例中,基本单元上的天线也可以被用于和接口单元进行通信。5 在这种情况下,接口单元可能具有一根以上的天线。

天线可以被集成到衣服中。例如,天线和基本单元可以一起被集成到衣服中,它可以位于衣服的后部。

系统可以具有一个最大功率控制器,以控制从接口单元发射出的最大功率量。例如,平均输出音频功率可以被设置在60dB左右,最大功率控制器限制最大输出功率在70dB以下。在一个实施例中,最大功率在接口单元中,并是可调节的。10

无线通信系统可能是声音启动(voice activated)的。例如,一个使用者可以用声音指令(voice command)来输入电话号码。信息,例如电话号码,也可以被输入到一个分开的计算机中,然后再下载到通信系统中。15 使用者可以使用声音指令来与其它电话建立连接。

无线通信系统可以有一个表示“使用中”的显示器件(in-use indicator)。例如,如果一个系统,比如说是一部手机,正在运行中,并且若使用者正在电话上通话,则可以在接口单元处采用一个发光二极管作闪光显示。这种“使用中”显示器件使其他人能够知道使用者正在电话中。20

还有一个实施例,无线通信系统的基本单元也可以被集成到衣服中。这个基本单元可以有一个用来交换信息的数据端口,以及一个接收供电的电源插头。这样的—个或多个端口可以从衣服中突出来。

图10例示了电源的各种属性。电源可以是一个充电电池或非充电电池。例如,双晶压电器件,如日本Nicera/Nippon Ceramic公司的AT/R40-12P,可以被用作形成扬声器的扬声器器件。它具有1000欧姆的阻抗,功耗在毫瓦范围。一种能够可储存数百毫安小时(mAHour)能量的钱币型电池有充足的能源在限定的长时间内为这一单元供电。也可以应用其它类型的电池。25 30

电源可以使用直流电源。电源可以是可附着的，或是可被集成或嵌入到使用者所穿的衣服中的。电源可以是充电电池。在一个实施例中，一个充电电池被集成到衣服中，其充电端口暴露在外。使用者可以在路途中给电池充电。例如，如果使用者正在开车，他可以使用一个打火机型的充电器来为这种电池重充电。在另一个实施例中，电源是一个燃料

5 电池。该电池充满燃料，比如甲醇。

已有一些关于无线通信系统是电话，特别是能够免持使用的手机的实施例被描述。在一个实施例中，无线通信系统被设想为一个免持模式电话。图11A显示了一个双模电话的实施例。在一个普通模式电话中，

10 音频信号直接通过与电话集成在一起(如在电话机箱中)的扬声器中产生。这样一个扬声器通常都是非定向的，或不是通过超声波信号在空气中转变而产生音频信号。在双模电话中，一种模式是免持模式电话，如上所述，另一种模式是普通模式电话。

模式选择可以通过电话上的开关来设置。在一个实施例中，模式选择

15 可以是自动的。图11B显示了自动选择双模电话模式的不同技术。例如，如果这部电话附着在衣服上，接口单元的定向扬声器可以被自动启动，该电话就成为免持模式电话。在一个实施例中，可以通过一个集成到电话中的开关来实现自动启动。这个开关可以是一个磁启动开关。例如，当这个接口单元被附着到衣服上(免持使用)时，衣服中的一块磁铁

20 或一片磁化材料可以使电话工作在免持模式下。当把电话从衣服上取下时，这个磁启动开关可以将电话转为普通电话模式。在另一个实施例中，这一开关是机械式的。比如，一旦接口单元被附着上，可以用单元上的一个开/关按钮进行机械启动。例如，这可以通过一个杠杆来实现，当接口单元被附着上时，该杠杆将被自动压下。在另一个例子中，启动

25 可以建立在方向性的基础上。若接口单元基本在水平方向上(如，与水平方向的夹角在30度以内)，则电话将以免持模式工作。反之，如果接口单元大概在垂直方向上(如，与垂直方向的夹角在45度以内)，则该电话将作为普通模式的电话工作。可以利用一个陀螺仪在接口单元中来测定接口单元的方向。

已有一些关于无线通信系统是具有定向扬声器和麦克风的电话的实施例被描述。不过，本发明也可以应用到其它领域中。图12显示了接口单元的其它实施例的例子，图13显示了各种附加应用的例子。

5 接口单元可以拥有两个扬声器，每一个将音频信号定向传播到使用者的一边耳朵。例如，一个扬声器可以放在使用者的一边肩膀上，另一个扬声器放在另一边肩膀上。这样，两个扬声器就可以为使用者提供立体声效应。

10 已有一些关于麦克风和扬声器被一起集成到单个封装里的实施例被描述。在另一个实施例中，麦克风可以是一个单独的元件，并且也可以被附着在衣服上。对于有线连接而言，来自基本单元的引线可以连接到扬声器上，而且至少有一根引线可以被分离开来并连接到使用者头部附近的麦克风上。

15 接口单元可以不包含麦克风。这样的无线通信系统可以被用作音频单元，例如MP3播放器，CD播放器或者是无线电收音机。这种无线通信系统可以被认为是单向通信系统。

20 在另一个实施例中，接口单元可以被用作一些系统的音频输出，比方说立体声系统、电视或视频游戏机。例如，使用者正在玩视频游戏。不用普通扬声器发射音频信号，而是通过无线的形式把音频信号或音频信号的表达，传输到一个基本单元或接口单元。这样，使用者可以以定向的方式听到音频信号，从而减小了对使用者周围环境里的人造成干扰的机会。

在另一个实施例中，基本单元和接口单元都一起被集成到一起，再用和前面介绍过的接口单元同样的技术附着在衣服上。

25 在又一个实施例中，接口单元可以包括一个监控器或显示器。使用者可以在公共场合收看电视或视频节目，由于音频信号是定向的，可以降低对周围环境的干扰。对无线应用而言，视频信号可以用UWB(超宽带)信号从基本单元传输到接口单元。

30 基本单元也可以具有计算系统的能力，比如在掌上电脑(PDA)或笔记本电脑中。例如，当一个使用者在计算系统上进行各种操作时，他可以同时利用接口单元以免持方式与另一个通信，手不必离开计算系统。使用者在该计算系统上运行软件应用程序产生的数据可以通过语音信号

以数字传输到远程设备中(如, 另一个基站或单元)。在这个实施例中, 定向扬声器不必集成或附着在使用者的衣服上, 而是可以被集成或附着在计算系统上, 后者可以如同话机一样工作。使用者可以一边从手机中接收定向音频信号, 一边仍然能够用双手操作计算系统。也就是说, 使用者可以同时打电话和使用计算系统。在本实施例的另一个方案中, 计算系统也能够无线连接到一个局域网中, 比如WiFi或WLAN网络, 通过这些网络能够实现高速数据和语音通信。例如, 使用者可以通过拨打IP电话。在一个实施例中, 高速数据和语音通信允许信号以超过1GHz的频率被无线传输。

10 在又一个实施例中, 这种无线通信系统可以是一个个人化的无线通信系统。可以针对系统使用者的听力特征将音频信号个人化。这种个人化的处理可以定时性地完成, 比方说每年一次, 类似于定期重新校准。这样的重新校准可以由另一个设备来完成, 其结果可以被储存在一个存储器里。这个存储器可以是可移动式媒体卡(removable media card), 该卡能够被插入到无线通信系统中, 将定向扬声器的放大特性按频率的函数个人化。这一系统也可以包括一个均衡器, 让使用者能够将扬声器音频信号幅值按频率的函数个人化。

该系统也可以基于使用者周围环境的噪声级来个人化。它可以感测周遭环境的噪声水平, 并按噪声水平的函数改变音频信号的强度。

20 接口单元的外形尺寸(form factor)可以相当紧凑。在一个实施例中, 接口单元的形状是矩形状。例如, 它的宽度为“x”, 长度为“2x”, 高度小于“x”。“X”可以为1.5英寸或小于3英寸。在另一个例子中, 接口单元的高度小于1英寸。又一个例子中, 接口单元可以不是平的, 它能够弯曲以符合使用者的身体轮廓曲线。

25 已有一些关于扬声器被定向的实施例被描述。在一个实施例中, 如果一个扬声器的超声波信号的半幅全宽(FWHM)小于大约1弧度或约57度, 则该扬声器可被认为是定向的。在另一个实施例中, 若扬声器的超声波信号的半幅全宽(FWHM)小于大约30度, 则该扬声器可被认为是定向的。在又一个实施例中, 一个扬声器比如从使用者的肩膀发射信号, 或者扬声器发射信号到使用者的耳朵处; 如果在使用者耳朵附近或在扬声器6至8英寸范围内, 在不到50平方英寸面积之内音频信号能量达到

75%，则该扬声器可以被认为是定向的。还有一个实施例，如果在耳朵附近或在扬声器若干英寸范围内，比方说8英寸，扬声器音频信号能量的75%集中在不到20平方英寸的面积内，则该扬声器被认为是定向的。在另一个实施例中，如果在耳朵附近或在扬声器若干英寸范围内，比方说8英寸，扬声器音频信号能量的75%集中在不到13平方英寸的面积内，则该扬声器被认为是定向的。

此外，回溯到图6，在一个实施例中，如果扬声器音频信号的大部分能量按一个方向传播，并且能量被限制在一个虚拟的圆锥体内，比如图6中的圆锥体108，图6所示圆锥体的两边间的角度，或者说是圆锥体的顶角小于60度，则该扬声器被认为是一个定向扬声器。在另一个实施例中，圆锥体的两边间的角度，或者是圆锥体的顶角小于45度。

在上面描述的一些实施例中，定向扬声器产生的超声波信号频率在40kHz范围以内。选择这一频率段的原因之一是考虑到功率效率。不过，为了减少泄漏和串扰或增强隐私性，在一个实施例中，超声波信号的频率在200kHz到1MHz之间，是通过多层压电薄膜或其它类型的固态器件来产生的。由于载波频率在高于40kHz的较高频率范围，空中的吸收/衰减系数较高。例如，在某个计算中，在500kHz处的衰减系数 α 可以达到大约4.6左右，表明这一超声波将以 $\exp(-\alpha \cdot z)$ 或40 dB/m的速度衰减。结果，该超声波急剧衰减，在超声波的传播方向上降低了扬声器的作用范围。另一方面，隐私性则被增强，对其他人的可听性干扰得以降低。

一些关于超声波的合成传播方向与水平方向不是成正交而是成比如45度角的定向扬声器的实施例被描述。这些超声波信号可以是倾斜的，以使超声波的主波束可以粗略指向使用者的一只耳朵。在一个实施例中，超声波的传播方向与水平方向近似成直角。这样扬声器不需要被定位在楔片或阶梯上。它可以位于一个与水平方向基本平行的表面上。比如说，该扬声器可以被放置在使用者的肩膀上，而且，该超声波向上传播到，而不是倾斜地指向，该使用者的耳朵处。如果超声波的功率足够高，即使扬声器不是准确地指向耳朵，声波的功率也足够。

声波能量中的这种充足性(sufficiency)的一种解释是，超声波扬声器在传播方向上产生虚拟源。这些虚拟源不仅沿着传播方向，而且在众

多方向再产生第二级声波信号。这类似于天线模式，该模式即在传播方向以外的许多方向上散射能量。在一个这样的实施例中，假若：(a)超声波的载波频率为500kHz；(b)音频频率为1kHz；(c)扬声器的发射器尺寸为3厘米×3厘米；(d)发射器功率(峰值)为140dB SPL；(e)发射器位于距耳朵10厘米到15厘米处，比如放置在使用者的肩膀上；(f)超声波束朝上，而不是向着耳朵，超声波束的中心点离耳朵距离大约2-5厘米。在上述条件下计算得出声波能量为45到50dB SPL。

在一个实施例中，只要超声波束或波束圆锥体的任何一部分十分贴近耳朵例如，距离在7厘米以内，该超声波束就被认为是直接传播到耳朵。波束的方向不必直接指向耳朵，它甚至可以和耳朵垂直，比方说从使用者的肩膀传播过来，基本与该使用者的面部平行。

还有另一个实施例，其中，超声波扬声器的发射表面可以不是平坦的。它能够被设计成凹入的或凸出的，这样最终产生发散的超声波束。例如，如果凸面的焦距为 f ，在距发射表面 f 处超声波束的能量衰减6dB。比方说，若 f 等于5厘米，那么在50厘米以外，超声波信号将衰减到20dB。

已有一些关于设备被附着在使用者所穿衣服上的实施例被描述。在一个实施例中，附着在使用者所穿的衣服上意思是指由使用者佩戴。例如，使用者可以把一个扬声器挂在脖子上，象项链上的垂饰(或坠子)一样。这也可被视作是别种意义的附着在使用者所穿的衣服上。或者从另一个角度来看，项链可以被看作是使用者所穿的“衣服”，该设备可附着在项链上。

上面描述的一个或多个实施例可以结合起来。例如，两个定向扬声器可以被放置在一台笔记本电脑的两侧各一个。当使用者在笔记本电脑上玩游戏时，双手不必离开键盘或游戏机控制板，就可以利用这台笔记本电脑上的麦克风和定向扬声器与其他玩家交流。由于这个扬声器是定向的，音频信号大多被限制为直接指向笔记本电脑面前的使用者。

听力增强

本发明有一些实施例是关于听力增强系统的，这些系统可以提高人们的听力，尤其是那些有轻度或中度听力障碍的人群。

图14显示了本发明的一个听力增强系统2010的实施例。这个听力增强系统2010包括一个接口单元2014，此接口单元又包括一个定向扬声器2016和一个麦克风2018。该实施例还可以包含一个基本单元2012，这一单元具有一个电源，或者是与一个电源相连接。接口单元2014可以电连接到基本单元2012。在一个实施例中，基本单元2012可以被集成在接口单元2014中。这种连接可以是有线的(如通过电缆)，也可以是无无线方式的(如通过蓝牙技术)。

图15显示的是一个人在他的夹克衫2012上佩戴了本发明的接口单元2100。这个接口单元2100可以是，例如，图14中所示的接口单元2014。同样地，该接口单元2100包括一个定向扬声器2104和一个麦克风2106。扬声器2104可以在该使用者的一只耳朵的视觉直线(line of sight)上。

设想使用者正与一位朋友说话的这样一种情形。在一种方案中，麦克风2106捕获该位朋友的话音，也就是音频信号。一个根据本发明制作的听力增强系统可以用这些音频信号来调制超声波信号。然后，定向扬声器2104将被调制的超声波信号从空气中传输向使用者的耳朵。这些被传输的信号在空气中被解调，从而产生音频输出信号。基于超声传输，扬声器2104产生定向音频信号并以圆锥体(虚拟圆锥体)108形状把信号传送到使用者的耳朵中。在另一种方案中，定向扬声器2104包括了一个直接传输定向音频信号的实体圆锥体或喇叭状的角。在又一种方案中，扬声器发出的音频信号可以被控制着传向耳朵或耳道，其位置可以通过一些机制(例如模式识别)来确定。关于定向扬声器的一些不同实施例在本申请的前面已有描述。

一般而言，两边耳朵的听力是一起下降的。在某种意义上，这类似于我们佩戴近视眼镜的情况。很少见到某个人的一只眼睛需要佩戴眼镜，而另外一只眼睛视力却达20/20。因此，可以有两个接口单元，一个用于左耳，另一个用于右耳。用于左耳的单元可以放在左边肩膀上，用于右耳的单元放在右边肩膀上。这两个接口单元可以电连接在一起，或者是连接到一个基本单元上。此外，这种连接可以是有线的或无无线的。在另一种方案中，该接口单元可以被使用者作为项链的垂饰悬挂在胸前。音频输出信号可以被传播到两边耳朵。

在一个实施例中，系统被设计来工作在500Hz到8kHz间的频率范围。典型地，听力的下降程度在各个音频频率上是不一样的。例如，在英语中，使用者也许能够很容易地听到元音的声音，但辅音如“S”和“P”就不容易听到了。图16显示了本发明关于对收到的音频信号的频率响应放大的不同实施例。需注意，放大不仅限于直接放大接收到的音频信号。例如，在一个使用超声波信号来产生音频输出信号的实施例中，放大可以意指音频输出信号的功率水平比接收到的音频信号高。这可以通过提高超声波信号的功率来实现。

在频率响应放大的一种方案中，假设听力一般在高频处开始降低，比如在2到3 kHz处。那么，在高频范围听力可能需要更多辅助。在该种方案中，实施例放大了音频信号，使得耳朵入口处周围，在2 kHz到4 kHz间，信号能达到大约80dB的声压水平(SPL)。对2kHz以下的频率来说，声压水平(SPL)较低，比方说，若频率低于500Hz，最大SPL可能在55dB以下。在一个实施例中，在1.5 kHz到4 kHz之间音频输出信号的SPL为70dB，3dB截止点(3dB cutoff)也在1.5kHz处。当滚降在750Hz处为12 dB/octave(分贝/八度音程)时，SPL变为58dB左右。

在另一个频率相依放大的方案中，假设音频信号中的大部分信息集中在某一频段内。例如，音频信号中大约70%的信息可能集中在1到2kHz的频率范围内。由于耳道是开放的，而使用者可能只是轻度或中度听力障碍，因此使用者可以直接听到发话者(如，没有通过听力增强系统的辅助)发出的音频信号。在这种方案中，系统过滤某一确定频率范围内(比如1到2kHz)的音频信号，再对它们进行处理，以便放大并传输给使用者。对不在频段内的频率，就不做处理和放大，使用者可以直接从发话者那里获取。

在低频或中频，比如在2kHz以下的频率上，信号声音一般较大。由于听力增强系统不需要在耳朵中插入任何助听器，低频或中频信号可以不加改变地进入耳朵。中频到高频范围(比如从2000-3000Hz间)是耳道的自然共振频率范围，典型值在2700Hz左右。因此，这些频率可以被增加大约15dB。由于耳朵中没有插入助听器，音频信号没有插入损耗，也没有由使用者自己的声音引起的阻塞效应。

在第三种方案中，各频率上信号的放大被直接调整来满足使用者的听力需求。这可以通过校准来完成。这第三种方案也可以与第一种方案或第二种方案相结合。

图17显示了关于在不同的频率上校准使用者听力的一些实施例。这种校准让系统能够确定(如评估)使用者的听力敏感性。通过校准，可以获知使用者的听力特性。该使用者可以自己进行校准。例如，音频频率被分为不同的频段。系统在每一个频段上产生不同声压水平(SPL)以测试使用者的听力。使用者感觉最舒服的特定功率水平就是该频段上最适合他的功率水平。在对所有的频段都进行了测试之后，基于每一个频段上的功率水平，系统可以完成使用者的个人听力特性的建立。在这种校准当中，通过一个交互式的校准流程系统能够给予使用者提示和引导。

在另一个实施例中，该校准还可以通过一个网站来远程执行。这个网站能够在整个校准流程中给予使用者指导。比如，让使用者坐在一台通过互联网与该网站相连的计算机终端旁边就可以完成校准任务，这台终端具有一个扬声器或头戴式耳机产生音频声音作为校准流程的一部分。

这种校准过程也可以由第三方(比方说一个听力学家(audiologist))为使用者进行。

使用者的听力特性可以被存储在听力增强系统中。如果校准是通过一台计算机终端来完成的，那么听力特性可以被无线(如通过蓝牙技术或红外技术)下载到听力增强系统中。或者，该听力特性也能被存储在便携式的媒体存储器件里，比方说一个记忆棒里。记忆棒可以被插入到听力增强系统中，或其它音频产生器件中，这些器件需要接收听力特征以便按频率将系统的放大特性个人化。

系统还可以定期提醒使用者进行重新校准。比如周期为一年。校准也可以分阶段完成，这样执行听力评估的任务就没有那么繁重，也不太明显。

频率相依放大有一个附加优点是节省能量，因为某些频段可能不需要放大或没有放大。

在一个实施例中，使用者能够选择用手动改变系统放大。系统也可以具有一个普通的音量控制器，允许使用者调节扬声器的输出功率。这种调节也可以跨越某些频段。

5 由于耳道是开放的，使用者可以听到来自发话者和系统两者的音频信号。在一个实施例中，为了预防回波效应，系统的信号处理速度不能过低。典型地，使用者将无法区别出两套相同的音频信号，如果这两个信号到达的时间差低于某一延迟时间的话，比方说10毫秒。在一个实施例中，系统的信号处理速度比上面提到的延迟时间要快。把这些音频输入信号转换为超声波信号的方法之一是通过模拟信号处理。

10 由于系统可能在很长的持续时间内一直处于工作状态，而且在广大范围的音频频率上被放大，故功耗成为一个问题。图18A显示了一些关于系统功耗管理的实施例。其中一个实施例包括了一个人工的开关键 (on/off switch)，让使用者在需要时能够人工地关闭系统。这个开关键可以在基本单元上、接口单元上，或者遥控器件上。这个开关键也可以通过声音来激活启动。例如，可以让系统识别特定的诵读，比方说某些句子或词组，以及/或使用者的声音。举例说明，当使用者说出类似于下列任何一个的句子时，系统就会自动打开：你说什么？什么？请大声一些。你说什么？

20 系统可以在待选 (on-demand) 状态。在一个实施例中，系统能够识别噪声(比如背景噪声)，有别于带有信息的音频信号。举例说明，如果在很宽的音频频率范围上音频信号是平坦的，系统可以假设音频输入信号是噪声。在另一种方案中，如果音频输入信号的平均声压水平(SPL)低于某一水平，比方说40dB，则系统会认为没有音频信号值得放大。当系统识别出信号不用被放大时，系统就不被启动，而是比如进入睡眠模式、功率减少模式(reduced power mode)或待机模式。

25 由于系统有待选操作，当发话者停止说话持续一段时间时，系统就进入不活动状态。这段持续时间是可以调整改变的，比如可以是10秒或10分钟。在另一种方案，仅当音频信号的信噪比大于一个预先设置好的阈值时，系统才会被启动(即从睡眠模式、功率减少模式或待机模式中苏醒过来)。

30

功耗管理的另一个方案是使用一个定向麦克风。这种方案可以提高信噪比。这样的一个麦克风在某一特定方向上的增益能够比全方向(omni-directional)麦克风高20 dB或以上。此定向麦克风的指向可以随应用而变化。在一个实施例中，使用者面前的定向麦克风的指向可以向前，或者向后。假设一般而言使用者是面对跟他谈话的人的，那么从他面前那个谈话人发出的音频信号就因而得以增强。

这个系统，也就是接口单元，可以具有一个以上的定向麦克风，每一个麦克风指向一个不同的方向。图19A显示了一个具有4个定向麦克风的接口单元2202，这4个定向麦克风指向4个互相正交的方向。如果使用者把该接口单元附着在他衣服的某一位置上，由于这些麦克风是对称排列的，该使用者可以不必考虑麦克风的指向性。

图19B-19C示意了接口单元2204和2206，每个单元都具有两个分别指向两个相互正交方向的定向麦克风。对图19B-19C所示的这两个接口单元2204和2206来说，可以把其中一个放在使用者的左肩上，另一个放在右肩上，让使用者的头部处于图19B和图19C的接口单元之间。

这个系统的放大也可以由周围的功率水平，或者是系统环境的噪声水平来决定。测量噪声的一种方案是按音频信号的间歇(gap)测量平均声压水平(SPL)。例如，某人问使用者下面的问题，“你把你的心遗留在旧金山了吗？”一般而言，在每两个单词之间或每两个句子或词组之间都存在着间歇。比如，系统测量每一个间歇的功率的均方根(rms)值，然后可以计算所有这些均方根值的平均值以确定噪声水平。在一个实施例中，系统提高了增益以确保音频输出信号的平均功率比噪声水平高出某一程度。比方说，音频输出信号的平均SPL可以比噪声水平高10dB。

在另一个实施例中，如果环境的平均功率水平或周围噪声水平高于某一个阈值，信号放大将被降低。这种环境平均功率水平可以包括与使用者对话的那个人的音频信号。其基本原理是，如果环境非常嘈杂，对使用者而言，要听到其他人发出的音频信号是很困难的。因此，系统不应该不考虑周围环境地放大音频信号。例如，如果环境的平均功率水平高于75dB，那么系统的放大被降低到如0dB。

还有一种功率管理方案是增加音频信号的功率。一个实施例是通过增加负责产生音频输出信号的媒介的表面面积来提高功率。比方说，如

果音频信号由压电薄膜产生，则可以通过增加薄膜的表面面积来提高信号的功率。

有一些实施例是建立在超声波解调或混频的基础之上的。对这类实施例，仍可以通过增加产生超声波信号的媒介的表面面积来提高输出功率。举例说明，一个直径1厘米的双压电晶片元件(bimorph)可以提供140dB的超声波SPL。该器件可能需要大约0.1W的输入功率。10个这样的器件可以将输出功率提高大约20dB。

提高功率的另一种方案是使至少一部分转换在媒介中而不是在空中完成，从而提高超声波信号的解调或混频效率。视媒介而定，这可能使定向扬声器的功率效率更高。这种应用中的这些方案前面已进行了描述。

该系统(接口单元和/或基本单元)可以包括一个或多个充电电池(rechargeable battery)。通过把系统和电池充电器相连接可以对这些电池进行再充电。该系统可能提供的另一项特性是系统上具有一个或多个电连接，使其与电池充电器的电连接十分方便。例如，当系统的电源是一个充电电池时，不必将电池从系统中卸下来就可以直接对之进行充电的能力是十分有利的。故而，在一个实施例中，系统至少包括一个连接器或传导元件(conductive element)(如接线端、引脚、垫片(pad)、电路板线迹(trace)等)，以实现充电电池和充电器之间的电连接。在这一点，系统上提供了电连接器或传导元件，可被连接到电池上。系统上电连接器或传导元件的配置使得系统可以被简单地放置在充电器中。因此，电连接器或传导元件可以与充电器中与之相配对的电连接器或传导元件进行电接触。

图18B显示了具有一个电连接2152和一个盖子2154的接口单元2150的一个实施例。这个接口单元2150可以是图14中所示的接口单元2014。电连接2152可以是一个USB连接器。当盖子2154被移去时，连接2152可以被用来，例如，连接到电池充电器以对接口单元2150进行充电。

在一个实施例中，该充电器可以被看作是一个连接底座(Docking Station)，系统被连接其上，以使系统中的电池能够被充电。因而，系统可以同样地包含一个电连接器或传导元件，当被放到底座上时，方便电连接到这个连接底座上。

由于耳道是开放的，使用者可以仍然直接使用电话。不过，在一个实施例中，包含基本单元的系统也可以具有用作手机的电子装置。图20展示了这样一个实施例。当有电话呼叫进来时，系统可以改变自己的工作模式，作为一部手机工作。系统可以提示使用者有电话进来，比方说，经由响铃、振动或闪灯方式来提示。使用者可以通过，比如按下接口单元上的某个按键来接通电话。电话接通也可以通过基本单元上的或者是遥控设备上的一个启动机制来实现。

图21是本发明一个实施例的呼叫处理2400的流程示意图。呼叫处理流程2400可以利用该系统，例如此系统可以是图14中所示的系统。

呼叫处理流程2400的第一步是确定是否有电话呼叫进来的判断处理(decision)2402。当判断处理2402判断出没有电话呼叫进来时，呼叫处理2400继续等待。一旦判断处理2402判断出有电话呼叫进来，系统就启动2408。这里，系统的无线通信能力被启动(比如上电、被启动或被唤醒)。于是，系统的使用者被通知2410有电话呼叫进来。在一个实施例中，可以通过系统产生的音频声音(通过一个扬声器)来通知使用者有电话呼叫进来。另一种方案是可以通过系统的振动，或系统提供的视觉显示(比方说灯闪)来通知使用者。或者，基本单元也可以包括一个提供音频声音的响铃装置(ringer)和/或显示来电的振动指示。

第二步是确定来电是否已被应答的判断处理2412。当判断处理2412判断出来电尚未被应答时，基本单元可以启动2414语音信息，通知呼叫者留下信息或让呼叫者知道接收方无法应答。

另一方面，当判断处理2412判断出来电将被应答，则呼叫可以在基本单元被应答2416。于是，在接口单元和基本单元之间一个无线连接被建立2418。该无线连接可以是，例如，利用蓝牙或WiFi网络的无线电通信连接。然后，与该呼叫相关的通信信息可以通过这一无线连接被交换2420。这里，基本单元接收来电，并与接口单元无线通信，这样就通过系统把通信信息提供给了使用者。系统使用者因此能够经由系统以免持的方式和呼叫者交流。

下一步，判断处理2422判断呼叫是否已结束。如果判断处理2422判断出呼叫尚未结束，呼叫处理2400返回重复2420操作及其后续操作，以使呼叫能够继续。另一方面，若判断处理2422判断出呼叫已经结束，那

么系统就进入不活动状态2424，无线连接和呼叫终止2426。系统进入不活动状态2424可以将系统置于功率减少模式。例如，不活动状态2424可以使系统无线通信能力(如电路)处于省电、禁止使用或休眠状态。在操作2426以及操作2406和2414之后，针对某一特定呼叫的呼叫处理2400结束。

如果系统也作为一部电话工作，则该系统可以具有一个指向使用者头部的定向麦克风。图19A显示了这样的一个实施例。

把该系统象电话一样地操作运用不同于把该单元作为一个听力增强系统来使用，可能需要考虑不同的因素。因为音频信号是在一个开放式的环境中传输，使用者邻近周围的人可能截取到部分音频信号。如果当信号到达使用者头部时，声压水平SPL为80dB，从头部反射回的信号可达60dB。这样一个声压水平别是可能被使用者四周的人们听到的。但使用者也许不希望人们听到他正在倾听的内容。换言之，使用者希望有更多的隐私性。

图22显示了一些关于提高本发明隐私性的实施例。音频信号的传播角度本身可以提高隐私性。为了到达使用者的耳朵，音频信号的圆锥体一般是从低到高传播的。例如，从使用者的肩膀到使用者的耳朵，这个仰角可以为45度。这样一种传播方向的优势之一是大部分从使用者头部反射回来的音频信号是向头部上方的空中传播的。这就减小了音频信号被偷听到的几率，尤其是当信号功率按传播距离的平方衰减时。

隐私性可以由频率相依放大来增强。由于某些音频频率可能没有被放大，其SPL也许相当低，它们的反射信号可以极低。这就降低了整个音频信号被其他人听到的可能性。

另一个提高隐私性的方案是把音频输出信号的最高功率水平降低到某一特定阈值以下，比方说70dB。对提高那些有轻度听力障碍的人的听力，这个水平数可能已经足够了。

还有另一种增强隐私性的方案，就是进一步聚焦音频信号的波束。对基于转换超声波频率的实施例，可以通过，例如提高音频信号的载波频率来使圆锥体变窄。典型地，载波频率越高，圆锥体越窄，比方说，由100kHz信号产生的圆锥体一般比由40kHz信号产生的圆锥体要窄。不

仅圆锥体会变窄，副瓣也可以被抑制。使圆锥体变窄的另一种方案是提高产生音频信号的圆锥体或喇叭状角的增益。

聚焦的波束有一个额外的优点，即更好地节省功率。由于音频信号被限制在一个较小的圆锥体内，故需要用来产生音频信号的功率更少。

5 在私人场所，如家里，听力受损的人们有时可能喜欢把音频或视频设备的音量开得太大。另一方面，在公共场所，听力受损的人们又常常可能有听力困难。在一个实施例中，系统被进一步设计来获取、捕获或接入便携式或非便携式设备发出的音频信号，接口单元被作为个人化听力单元来使用。。

10 这些设备发出的音频信号可以通过连接到系统的电线(wire)来传输。接口单元可以提供一个电输入接口，以便以电线连接到设备。

如果传输是无线的，系统设计中可包括某些电子器件(如WiFi或蓝牙)，用以通过无线发展局域网捕获这些设备发出的音频信号。这些设备发出的音频信号可以上转换(up-convert)为WiFi信号被系统所获取，系统再下转换(down-convert) WiFi信号重新产生音频信号为使用者所接收。

15 图23显示了这类便携式或非便携式设备的其它例子。这些设备可以被用于私人环境，比方说家里，或者是由使用者随身携带。它可以包括娱乐单元，比如电视、立体声系统、CD播放器或电收音机。举例说明，假设使用者正在后院工作，而立体声系统放在起居室里。基于上述技术，使用者不需要将音量提高就可以欣赏音乐。私人性使用可以包括电话，该电话可以是带会议功能扬声器(conference speaker)的桌面电话(desktop phone)，或是一部手机。在另一个例子中，系统作为一部电话的头戴式耳机使用，它可以通过无线方式(比如蓝牙)被连接到这部电话上。

25 至于在公共场所的使用，使用者可以是在会议上或剧院中。系统可以被无线连接到会议的麦克风或剧院的扬声器上，从而能够捕获并且增强那里发出的音频信号。

在上面描述的一些实施例中，定向扬声器产生的超声波信号频率在40kHz范围以内。选择这一频率段的原因之一是考虑到功率效率。不过，为了减少泄漏和串话或增强隐私性，在一个实施例中，超声波信号的频率在200kHz到1MHz之间，可以通过多层压电薄膜或其它类型的固

30

态器件来产生。由于载波频率在高于40kHz的较高频率范围，空中的吸收/衰减系数较高。另一方面，隐私性则被增强，对其他人的可听性干扰得以降低。

5 一些关于超声波的合成传播方向与水平方向不是成正交而是成比如45度角的定向扬声器的实施例被描述。这些超声波可以是倾斜的，以使超声波的主波束可以粗略指向使用者的一只耳朵。在一个实施例中，超声波的传播方向与水平方向近似成直角。这样的—个扬声器不需要被定位在楔片或阶梯上。它可以位于一个与水平方向基本平行的表面上。比如说，该扬声器可以被放置在某个使用者的肩膀上，而且，该超声波向上传播到，而不是倾斜地指向该使用者的耳朵。如果超声波能量充足，
10 即使扬声器没有准确指向使用者的耳朵，信号波也具有足够的声波能量。

在一个实施例中，只要超声波束的任何一部分，或者是波束的圆锥体，很接近耳朵，例如距离耳朵7厘米以内，该超声波束就被认为是直接传播到耳朵。波束的方向不必直接指向耳朵，它甚至可以和耳朵垂直，
15 比方说从使用者的肩膀传播过来，基本与该使用者的面部平行。

便携式插件(Add-On)

本发明有一些实施例是有关用于便携式电子设备的定向扬声器的。这个定向扬声器可以和该电子设备一起使用，以方向限制的方式引导音频输出。由此，该电子设备的使用者不必佩戴头戴式耳机或耳机，或者
20 不必把扬声器对着耳朵就可以获得关于音频输出的某种程度的隐私性。这种定向扬声器可以和电子设备集成在一起，或者，可以是该电子设备的附件(或外围设备)。

这种电子设备可以是计算设备，比方说个人电脑，便携式电脑，或是个人掌上电脑(PDA)。它也可以是CD播放器，便携式无线电收音机，通信设备，或者电子乐器如电子钢琴。通信设备的一个例子是移动电话，比如2G、2.5G或3G电话。
25

图24A例示了一个移动电话3100，其具有一个依照本发明一个实施例的集成式定向扬声器。假设该移动电话3100是一部手机，它包括了一个机箱(housing)3102，用以容纳该移动电话3100的主机体。该移动电话3100包括一个显示屏3104，还包括允许使用者进行文字数字信息输
30

入或作功能请求用的众多按键 3106, 以及一个可以定向导航的导航控制 (navigational control)3108 用于显示屏 3104。为了支持无线通信, 该移动电话 3100 还包括一根天线 3110。此外, 该移动电话包括有用于声音获取的麦克风 3112, 和用于音频输出的耳附扬声器(ear speaker)3114。

5 这个耳附扬声器 3114 也可以被视作一个耳塞型(earpiece)。

另外, 根据本发明, 该移动电话 3100 也可以包括一个定向扬声器 3116。这个定向扬声器 3116 为移动电话 3100 的使用者提供定向音频声音。即使说话者的两只耳朵都没有靠近移动电话 3100, 移动电话 3100 的使用者也能够听到由定向扬声器 3116 产生的定向音频声音。不过, 定向声音输出的定向特性是朝向使用者, 这样, 通过把音频声音限制在一个有限的定向面积内就能够提供隐私性了。换言之, 使用者旁边的人不在这个受限定向面积之内, 就无法直接听到由定向扬声器 3116 产生的音频声音。使用者旁边的人或许能够因此听到一些经表面反射后减小了的音频余音。这些被反射回的音频余音, 如果有的话, 到达时分贝水平降低(如至少降低 20dB), 旁边的人就很难听到听懂那些音频声音了。

图 24B 是一个具有本发明另一个实施例的集成定向扬声器的翻盖式移动电话 3150 的透视图。假设该移动电话 3150 是一部手机。图 24B 所示的移动电话 3150 类似于图 24A 中所示的移动电话 3100。尤为特别的是, 该移动电话 3150 包括一个机箱 3152, 用以容纳移动电话 3150 的机体。该移动电话 3150 包括一个显示屏 3154, 一些按键 3156, 以及导航控制 3158。为了支持无线通信, 该移动电话 3150 还包括有一根天线 3160。此外, 该移动电话 3150 包括有用于声音获取的麦克风 3162, 和用于音频输出的耳附扬声器 3164。

而且, 根据本发明, 该移动电话 3150 包括一个定向扬声器 3166。在这个实施例中, 定向扬声器 3166 位于移动电话 3150 的机箱 3152 的前盖部分的较低区域。这个定向扬声器 3166 以定向的方式将音频输出指向移动电话 3150 的使用者处。定向声音输出的定向特性是朝向使用者, 这样就通过把音频声音限制在一个受限的定向区域来提供隐私性。

定向扬声器 3116、3166 的音频输出的方向可以被估算, 从而能够事先固定好。因此, 在一个实施例中, 图 24A 和 24B 中所示的定向扬声器 3116、3166 可以一开始就在结构上固定其定向音频输出。例如, 可以

设置角度和方向假设使用者把移动电话 3100、3150 放在自己面前以便于查看显示屏 3104、3154 上的信息，使得定向扬声器 3116、3166 沿着使用者耳朵的方向输出音频。

5 在另一个实施例中，定向扬声器 3116、3166 在结构上可以移动，于是使用者能够根据自己的需要改变定向音频输出的方向。定向扬声器 3116、3166 可以，例如是可重新配置(repositionable)的，以便重新配置定向扬声器 3116、3166 的输出方向。定向扬声器 3116、3166 可以，例如通过安装在枢轴、软缆线(flexible wire)或其它可转动的或柔韧的东西上来被重新定位。

10 在又一个实施例中，移动电话 3100、3150 包含有一个旋钮或一个开关，可以电控制音频输出的方向。例如，假设在图 24B 中所示的移动电话 3150 上的按键群位于 x-y 平面，x 方向近似沿着电话铰链(hinge)的方向。通过旋转旋钮，使用者可以调节 y-z 平面上定向扬声器 3166 发出的音频信号的输出方向。

15 此外，定向扬声器 3116、3166 在机箱 3102、3152 的放置可以因具体实现而变化。不过，一般而言，设计放置方式的目的是为了更方便将音频输出方向指向收听这些音频声音的人。总之，定向扬声器 3116 的机箱 3102 的放置(如图 24A 所示)与定向扬声器 3166 的机箱 3152 的放置(如图 24B 所示)只是具代表性的放置方式，还可以有其它多种放置方式。例如，定向扬声器可以放置在耳附扬声器的附近，靠近显示屏，在机箱的外部或背面等。

25 图 25 是一部个人掌上电脑 3200 的透视图，它具有依据本发明一个实施例的集成式定向扬声器。该个人掌上电脑 3200 包括一个提供机体的机箱 3202，一个输入端接口(input pad)3206，导航按键 3208 和其它按键 3210。显示屏 3204 可以显示供个人掌上电脑 3200 使用者查看的信息。例如，输入端接口 3206 可以让使用者选择软键(soft button)或者通过不同的手势输入字符。导航按键 3208 允许使用者与显示屏 3204 显示的信息互动。按键 3210 可以提供各种功能，比如启动某个操作，数据输入，或者项目选择等。

30 此外，个人掌上电脑 3200 包括一个定向扬声器 3212。该定向扬声器 3212 为个人掌上电脑 3200 的使用者提供定向音频输出。定向扬声器

3212产生的音频输出不仅指向预定的方向，而且被基本限制在预定的方向上。因此，定向扬声器3212的音频输出能被个人掌上电脑3200的使用者听到，而不容易被其他人听到。

5 定向扬声器3212的安置可以是固定的或是可调节的，如图24A和图24B所示。如果是可调节的，音频输出的方向能够被改变。如图25所示的定向扬声器3212的放置只是一种可能的实施例；因此，应该认识到定向扬声器3212可以被安放在个人掌上电脑3200的许多不同的位置上。但一种的选择是，定向扬声器3212被放置在机箱3202的前端。

个人掌上电脑3200可以具有或不具有无线通信能力。不过，如果
10 个人掌上电脑3200具有无线通信能力，它就可能也包括一个或多个麦克风和传统扬声器。在另一个实施例中，个人掌上电脑3200还包括了一个照相机。如果个人掌上电脑3200具有这些元件，那么其使用者可以，比如，把个人掌上电脑3200用作视频电话或利用个人掌上电脑3200参与视频会议。用定向扬声器3212代替传统扬声器，个人掌上电
15 脑3200产生的音频输出可以主要被引导到它的使用者处。因此，不需要使用者把个人掌上电脑3200靠近耳朵或是戴上头戴式耳机，音频输出就具有一定的隐私性。故而，个人掌上电脑3200的使用者能够一边查看显示屏3204，一边以一种相当具隐私性的方式收听音频输出。

图26显示的是依据本发明的一个实施例的一个无线通信设备3300
20 的方框图。从更一般地说，该无线通信设备3300是一个具有无线通信能力的器件。无线通信设备3300可以是，例如，图24A中所示的移动电话3100、图24B所示的移动电话3150、或者是图25中所示的个人掌上电脑3200(具有这种支持无线通信的电路)。

该无线通信设备3300包括一个控制器3302，它控制无线通信设备
25 3300的总体运作。用户输入设备3304可以是一个或多个按键或者是一个键盘，能够让使用者与无线通信设备3300进行交互作用。显示器设备3306可让控制器3302向无线通信设备3300的使用者提供视觉信息。控制器3302还与只读存储器(ROM)3308以及随机存储器(RAM)3310相连接。该无线通信设备3300还包括了一个无线通信接口3312，用于连接
30 无线通信设备3300和一个无线链接3314，使得信息能够在无线通信设备3300和另一个通信设备之间传输。

无线通信设备 3300 还包括有一个麦克风 3316 以及一个定向扬声器 3318。麦克风 3316 可以被设计来获取从某一特定方向传来的音频输入信号。定向扬声器 3318 则特别被设计来在一受限方向上输出音频声音。在一个实施例中，定向扬声器 3318 输出超声波声音，并将其转变成音频信号，使得无线通信设备 3300 的使用者能够听到该音频输出。不过，由于利用了定向扬声器 3318，无线通信设备 3300 邻近周围的其它人(使用者旁边的)就难听到这一由无线通信设备 3300 产生的音频输出。

此外，无线通信设备 3300 还可以包括一个传统扬声器 3320 和一个照相机 3322。当无线通信设备 3300 的使用者不注重隐私性，而是希望其他人听到音频输出时，或者是当他把设备靠近自己的一只耳朵时，就可以使用传统扬声器 3320。照相机 3322 可以允许无线通信设备 3300 通过无线链接 3314 把视频(或至少是静态图像)传输给其它的设备。

如图 26 中所示，麦克风 3316、定向扬声器 3318、传统扬声器 3320，或照相机 3322，是无线通信设备 3300 的配件或者集成在 3300 上。不过，应该认识到，麦克风 3316、定向扬声器 3318、传统扬声器 3320 或，照相机 3322 中的任何一个也都可以从外部以有线或无线的连接方式提供给无线通信设备 3300。

图 27A 是依据本发明的某实施例的一个定向音频转换装置 3400 的方框图。该定向音频转换装置 3400 把音频输入信号转换成为定向音频输出信号。该定向音频转换装置 3400 包括一个预处理器 3402 和一个超声波扬声器 3406。这个预处理器 3402 可以通过硬件或软件来实现。在一个实施例中，预处理器 3402 至少有一部分可以在图 26 所示的控制器 3302 内部而成为其一部分。在另一个实施例中，预处理器 3402 可以是一个单独的电路，位于无线通信设备 3300 的内部或外部。这个单独的电路可以是一块集成电路。

超声波扬声器 3406 是定向扬声器的一种(如定向扬声器 3318)。预处理器 3402 接收音频输入信号 3408，并把它转换为超声波驱动信号 3410。该超声波驱动信号 3410 被提供给超声波扬声器 3406 以产生超声波输出信号 3412。超声波输出信号 3412 随后被转换，例如，在空气 30 中被转换成为音频输出信号 3414。通常希望使音频输出 3414 的频谱尽可能地接近音频输入 3408。

在一个实施例中，为了以数学方式表示音频转换装置 3400 的不同运算，假设其音频输出为 $f(t)$ ，超声波载波信号为 $\omega_c t$ ，驱动信号为 $f_1(t)$ ，超声波扬声器或换能器的脉冲响应为 $h(t)$ ，超声波输出为 $g(t)$ ，音频输出为 $y(t)$ 。那么， $(\int\int f(t) dt^2)^{1/2} * \cos \omega_c t$ 代表由预处理器预处理运算的一个实施例以产生 $f_1(t)$ 。这可被认为是由基本预处理电路执行的基本预处理。此外， $f_1(t) \otimes h(t)$ 代表由超声波扬声器执行的运算以产生 $g(t)$ ，这里符号 \otimes 表示信号的卷积运算。最终， $\partial^2/\partial t^2 [g^2(t)]$ 代表超声波输出 $g(t)$ 在空中自解调产生音频输出 $y(t)$ 。

在将驱动信号 3410 馈送入扬声器之前，预处理器可以进一步执行一些额外的运算，对这些信号进行调整。这种额外预处理的目标之一是使音频输出信号 3414 的频谱尽可能地与音频输入 3408 的频谱相似。

图 27B 是根据本发明的一个实施例的预处理器 3402 的方框图。在这个实施例中，预处理器 3402 包括一个基本预处理电路 3450 和一个估算电路 3452。这个估算电路 3452 在一个由基本预处理电路 3450 形成的反馈回路中。图 27B 中， $D(t - \Gamma)$ 表示将音频输入 3408 时间延迟 Γ ，这也是总回路延迟。

图 27C 显示了估算电路 3452 的一个实施例。在这个例子中， $H(t)$ 表示估算出的超声波扬声器的脉冲响应， $G(t)$ 表示估算出的超声波输出，二者都受系统的有限传输带宽限制。LPF1 和 LPF2 分别表示低通滤波器 1 和低通滤波器 2。

基本的预处理电路 3450 可以有不同的实施例。假设 $F(t)$ 表示被移位 90 度的音频输入 $f(t)$ 。对于一个调幅信号预处理方案来说，基本预处理电路 3450 的各种实施例可以执行以下运算中的任一个：

- $(1 + m * f(t)) * \cos \omega_c t$ ，适合大载波双边带；
- $f(t) * \cos \omega_c t$ ，适合双边带抑制载波；
- $(1 + m * f(t)) * \cos \omega_c t - m * F(t) * \sin \omega_c t$ ，适合大载波单边带；
- $f(t) * \cos \omega_c t - F(t) * \sin \omega_c t$ ，适合单边带抑制载波；
- $(1 + m * f(t))^{1/2} * \cos \omega_c t$ ，适合修正调幅；
- $(e(t) + m * f(t))^{1/2} * \cos \omega_c t$ ，适合包络调制，这里 $e(t) = \text{LPF}(f(t))$ ，或 $f(t)$ 的包络。

对一个相位调制信号预处理方案而言，基本预处理电路 3450 的各种实施例可以执行以下运算中的任一个：

$\cos \omega_c t + \cos (\omega_c t + \iint f(t) dt^2)$ ，适合载波相位调制；

$\cos (\omega_c t + \iint f(t) dt^2)$ ，适合抑制载波相位调制。

5 图 28 例示了根据本发明，定向扬声器特性的不同实施例。例如，该定向扬声器可以是图 24A、24B、25、26 和 27A 分别所示的定向扬声器 3116、3166、3212、3318 和 3406 中的任何一个。

10 根据一个实施例，该定向扬声器可以利用压电薄膜来实现。此压电薄膜可以被淀积在一块由许多圆柱管组成的平板上，例如，象前面所述的例子。由定向扬声器的发射表面产生的超声波/音频输出的能量实际上有相当大一部分可以被限制在一个圆锥体中(虚拟的或实体的)。

15 回头参考前面所描述的压电薄膜的例子，信号波束的半幅全宽 FWHM 可以为大约 24 度。假设使用者持有这样一个定向扬声器，比如由使用者手持放在其面前。该扬声器产生的输出可以指向预计为使用者头部的方向，手和头部之间的距离，大约为，比方说是 10 到 30 英寸。由该定向扬声器的发射表面产生的音频输出的能量的 75% 以上事实上被限制在一个虚拟的圆锥体中。这个圆锥体的顶端在扬声器处，开口处在使用者的头部位置。该圆锥体开口处的直径，或者说是使用者邻近周围的圆锥体的直径，可以为大约 4 到 12 英寸。

20 在另一个实施例中，超声波频率为 100kHz，具有用以扩展波束的凸面，例如，如下所述。定向扬声器的发射表面面积大约为 5 厘米乘 1 厘米。

25 在一个实施例中，定向扬声器产生的音频输出的方向是可以被电调节的。一种方案是把扬声器连在一个可以电转动的基座上。该基座的方向可以通过转动一个(例如在电话 3150 上的)旋钮来设置。在另一个实施例中，该扬声器由一些定向扬声器组成。这些定向扬声器产生的信号间的相位可以被调整以调节合成波束(resultant beam)的方向。这类似于相位阵列天线中用来调节波束方向的技术。

30 在另一个实施例中，定向扬声器可以利用一个弯曲的发射表面(比方说，凸起的发射表面)或者是一个曲面的反射镜(reflector)。这个弯曲的发射表面或反射镜可以使波束的宽度增加。

图 29 是根据本发明的一个实施例，音频信号处理 3600 的流程示意图。这里，假设无线通信设备不仅包括了一个定向扬声器，还包括了一个传统的扬声器(如耳附扬声器)。音频信号处理 3600 是，例如由一个无线通信设备来执行的。举例说明，图 26 所示无线通信设备 3300 的控制器 3302 就能够执行音频信号处理 3600。

这个无线通信设备可以是一部移动电话。这样的一部移动电话可以具有双工作模式，即一个普通的或传统的模式，一个双向或定向扬声器模式。在普通模式中，音频声音直接由传统的(或典型的)扬声器(如一个耳附扬声器集成在移动电话的机箱中)产生。这样一个扬声器基本上是非定向的(而且不会通过在空气中转换超声波信号而产生音频声音)。在双向模式中，音频声音有一个定向扬声器产生。在双向模式中，该移动电话可以是，例如，作为无线对讲机 walkie-talkie，发送型的通信器(dispatch type communicator)，或视频电话而工作的。

该移动电话也可能具有一个扬声器电话(speakerphone)模式，在这种模式中，音频输出由一个扬声器产生，允许在移动电话邻近周围的人提听到该音频输出。本例中的这个扬声器比耳附扬声器功率更高，但基本上也是非定向的。模式选择，不管是人工的还是自动的，都可以被用于选择扬声器电话模式。

回头参考图 29，音频信号处理 3600 首先经由无线通信路径接收 3602 音频输入信号。下一步，判断 3604 判断定向扬声器是否已启动。当判断 3604 判断出定向扬声器是未启动的，那么音频输入信号输出 3606 无线通信设备的传统扬声器的。当该无线通信设备是一部移动电话时，这个传统扬声器是，例如，一个耳附扬声器(耳机)。另一方面，当无线通信设备是一台个人掌上电脑或便携式电脑时，该传统扬声器可以简单的是一个典型音频扬声器。

另一方面，当判断 3604 判断出定向扬声器是已启动的，则音频输入信号可以被预处理 3608。例如，这种预处理可以采用在图 27A-C 中所描述的技术。在音频输入信号被预处理 3608 之后，经过预处理的信号被转换 3610 为超声波驱动信号。于是，定向扬声器根据这些超声波驱动信号被驱动 3612。

在步骤 3606 和 3612 之后，判断 3614 判断此时是否有更多音频输入信号需预处理。当判断 3614 判断出有更多音频输入信号需预处理时，音频信号处理 3600 返回重复执行步骤 3602 及其后续步骤，使其它音频输入信号可以同样地被预处理。当判断 3614 判断出此时没有更多音频信号被预处理时，音频信号处理 3600 流程完成并终止。

除了步骤 3604 和 3606 (当不可进行扬声器选择时，则不需要此步骤)外，图 27A 中例示的定向音频转换装置 3400 也可以执行音频信号处理 3600。

图 30 所示的是根据本发明的一个实施例，扬声器选择处理 3700 的流程图。该扬声器选择处理 3700 可以由一个无线通信设备来执行的。例如，图 26 所示的无线通信设备 3300 的控制器 3302 可以执行扬声器选择处理 3700。

这种扬声器选择处理 3700 的第一步是，判断 3702 判断是否已进行了人工扬声器选择。当判断 3702 判断出已进行了人工扬声器选择时，被选择的扬声器按照人工请求被启动 3704。人工扬声器选择可以，如，由使用者通过多种方法来完成，比方说通过(a)设备上的某个键，(b)根据显示屏上的用户界面进行用户选择，(c)符合特定感测条件的传感器，或者是(d)其它方法。

另一方面，当判断 3702 判断出没有进行人工扬声器选择时，设备状态信息被获得 3706。这种设备状态信息可以经由集成在或连接在该设备上的一个或多个传感器得到。然后，根据该设备状态信息判断 3708 选择出适当的扬声器。例如，如果无线通信设备放在使用者的耳朵旁边，则传感器可以检测到(如估算)其位置，并因此选择使用一个耳机类型的扬声器。另一方面，如果该设备被判断出(如估算)离目标物(比如使用者的头部或耳朵)至少有一段距离，那么可以采用定向扬声器。总而言之，适当的扬声器被启动 3710。在步骤 3704 或 3710 之后，选择处理 3700 完成终止。

图 31 的示意图列出了一些可以用于选择适当扬声器的典型条件。该扬声器选择处理 3700 和图 31 中所示的典型条件假设该无线通信设备具有多个可供选择的扬声器，其中至少有一个是定向扬声器，且至少有一个是传统扬声器。

再假设该无线通信设备是一部移动电话。在普通模式或传统模式与双向或定向扬声器之间的模式选择可以人工或自动地完成。图 31 显示了实现该移动电话模式选择的不同技术的一些例子。在一个实施例中，模式选择可以通过集成到该移动电话上的一个开关来进行。这个开关可以是电子的、机械性的或电子机械性的。比如说，一个机械开关可以正好位于传统扬声器的旁边。当这个传统扬声器贴着使用者的耳朵时，该开关被按下，传统扬声器被启动。

在另一个例子中，可以根据距离来进行模式选择。该移动电话可以包括一个感测这个移动电话(如它的耳附扬声器区域)到一个表面的距离的传感器。例如，这种传感器可以利用一个光束(如红外光束)来感测这一距离。当这个距离非常短时，普通模式被自动选择；而当这个距离比较大时，该移动电话被认为没有贴着使用者的耳朵，于是双向模式被自动选择。用红外光束检测距离的一种方法是测量被反射光束的强度。如果反射表面非常接近红外光源，被反射光束的强度将很高。不过，如果反射表面为 12" 或更远，被反射光束的强度就会低得多。因此，通过测量被反射光束的强度，可以推断出距离。

在又一个实施例中，模式选择还可以根据方向来进行。如果移动电话大致位于竖直方向上(比方说，在竖直方向的 45 度以内)，该移动电话将工作在双向模式下。但是，如果移动电话大致位于水平方向上(比方说，在水平方向的 30 度以内)，则移动电话将工作在普通模式下。可以利用移动电话中的一个陀螺仪来判断移动电话的方向。在另一个例子中，模式选择可以根据使用方法来进行。例如，如果移动电话是通过它的整体键盘来接收输入，作为一部视频电话工作，或者在播放视频节目，那么该移动电话的工作模式可以设置为双向模式。

根据本发明的另一个实施例，图 32A 是一个个人掌上电脑 3900 的透视图。个人掌上电脑 3900 大致类似于图 25 中所示的个人掌上电脑 3200。不过，个人掌上电脑 3900 另外包括了插入到该设备的一个卡槽中的卡 3902。

卡 3902 是一个插件卡，为个人掌上电脑 3900 提供无线通信能力以及音频和视频能力。更特别的是，卡 3902 包括了一个定向扬声器 3904，一个照相机 3906，一个麦克风 3908 以及一根天线 3910。该定向

扬声器 3904 提供在特定方向上的受限音频输出，如同前面的其它实施例提到的一样。照相机 3906 为个人掌上电脑 3900 提供视频输入能力。麦克风 3908 提供音频输入。天线 3910 被用于无线通信。因此，卡 3902 使个人掌上电脑 3900 能够作为视频电话工作或参与视频会议，否则个人掌上电脑 3900 就不能支持无线通信或音频视频功能。在这方面，麦克风 3908 可以捕获使用者的音频输出(声音)，而照相机 3906 可以获取使用者的面容或其它需要的图像或视频。个人掌上电脑 3900 的使用者因此经由定向扬声器 3904 可以听到进来的音频信号，定向扬声器 3904 通过它的定向特性向使用者提供了某种程度的隐私性。此外，视频输入可以被显示在显示屏 3204 上，方便使用者查看。

卡 3902 可以在其机体内包括一个电路来支持由卡 3902 提供的功能性。该电路可以跟各种分立电子器件和/或集成电路有关。从而，这一电路可以对个人掌上电脑 3900 的电路进行补充。

尽管卡 3902 包含有无线通信能力，包含有一个麦克风，一个定向扬声器和一个照相机，但应该了解其它以类似方法使用的卡不必支持上述每一项功能。例如，在一个实施例中，这种插件卡可能简单地只与定向扬声器 3904 及其相关电路有关(比如音频转换装置)。

图 32B 是根据本发明的另一个实施例，个人掌上电脑 3920 的透视图。个人掌上电脑 3920 也大致类似于图 25 中所示的个人掌上电脑 3200。不过，个人掌上电脑 3920 进一步包括了插入到该设备的一个卡槽中的卡 3922。

卡 3922 是一个插件卡，为个人掌上电脑 3920 提供定向音频功能。卡 3922 包括了一个定向扬声器 3904。该定向扬声器 3904 提供在特定方向上的受限音频输出，如同前面的其它实施例提到的一样。个人掌上电脑 3920 可以支持也可以不支持其它各种通信能力，比如音频或视频输入、无线语音通信以及无线数据传输。卡 3922 可以在其机体内包含一个电路来支持定向扬声器 3924。该电路可以跟各种分立电子器件和/或集成电路有关。这一电路因而可以补充个人掌上电脑 3900 的电路。可选择地，卡 3922 可以很大程度上依赖于个人掌上电脑 3920 内部的电路。

卡 3902、3922 也可以具有不同的外形(form)。在一个例子中，卡 3902、3922 是长方形卡，通常是 PC-CARD 或 PCMCIA 卡。在另一个

例子中，卡 3902、3922 比 PC-CARD 或 PCMCIA 卡的尺寸小，比如是一种迷你卡。还有一个例子，卡 3902、3922 是一个直接插入到外围端口(比方说 USB 或 FireWire 接口)的外围设备，或者是通过电线(如图 33 所示)连接到个人掌上电脑上的一个外围设备。

5 图 33 是移动电话 4000 和外围附件 4002 的透视图。该移动电话 4000 包括一个麦克风 4004 和一个耳附扬声器 4006。外围设备 4002 是移动电话 4000 的一个插件，使移动电话 4000 的使用者能够进行外部扬声器安排。更特别的是，这个外围附件 4002 包括了一个支撑定向扬声器 4010 并将其定位的基座 4008。该定向扬声器 4010 具有如前所述的特
10 性，即定向限制音频声音输出。基座 4008 支撑定向扬声器 4010。通过对基座 4008 进行重新定位，可以改变受限音频输出的特定方向。音频输出的方向也可以通过前面描述的技术被电子调节。

基座 4008 也与电线 4012 相连接，后者具有一个连接器 4014。该连接器 4014 可以插入到移动电话 4000 的插座(receptacle)4016 中。在一个例子中，插座 4016 可以是或是与移动电话 4000 相关的头戴式耳机插孔或外部扬声器插座。机箱 4008 包含了转换普通音频信号的电子器件，
15 这些标准音频信号将经由移动电话 4000 的插座 4016 被传送到机箱 4008 的。然后，电子电路(例如图 27A 中的预处理电路)将音频信号转换为将用于驱动定向扬声器 4010 的超声波驱动信号。基座 4008 内电路所需的
20 功率可以由电池供电，也可以通过连接一个电源来供电。该连接可以是连接到单独的电源或连接到与移动电话 4000 一起的电源。这种连接可以通过电线 4012 或其它电线完成。在另一个例子中，插座 4016 可以是一个外围端口(比如说是通用串行总线(USB)或 FireWire 等)。如果这个端口既提供数据又提供功率，则可以经由该外围端口的电线对基座 4008 中
25 的电子器件供电。此外，这样的端口可以传输数据信号到基座 4008，为定向扬声器 4010 产生驱动信号。换言之，至少一部分预处理步骤可以通过移动电话 4000 来执行。在这样的一个实施例，基座 4008 中所需的电子器件的数目可以比其它实施例中的少，因为移动电话 4000 中的电子功能(如电路)可以被用于执行运转外围附件 4002 中的定向扬声器 4010
30 所需的一些操作步骤。

图 34 是描述与本发明相关的附加应用的示意图。

一些关于具有定向扬声器的便携式电子设备是移动电话的实施例已被描述。不过，本发明还适用于各种其它应用，图34显示了一些例子。这些不同的实施例可以被单独使用或结合起来使用。

5 在一个实施例中，该设备可以是音频单元，比如是MP3播放器、CD播放器或收音机。这种系统可被认为是单向通信系统。

在另一个实施例中，该设备可以是音频输出设备，比如应用于立体声系统、电视或视频游戏机。在这个实施例中，该设备也可能不是便携式的。例如，使用者可能在玩视频游戏，代替由普通扬声器发射音频信号，而是把这些音频信号或音频信号的表达送到一个定向扬声器。这
10 样，使用者可以以定向的方式接收到这些音频信号，从而降低了对使用者周围环境中的其他人造成干扰的机会。

在另一个实施例中，此设备可以，例如，用来作听力辅助器。关于通过根据使用者的听力进行个人化或调整来增强听力的不同实施例在本应用中已有描述。

15 在一个实施例中，该无线通信设备可以同时作为助听器和手机工作。当没有电话呼叫进来时，系统是一个助听器。另一方面，当有电话呼叫进来时，该系统通过定向扬声器把来话传输给使用者，而不再接收它周围的音频信号。

在又一个实施例中，该设备可以包含一个监控器或显示器。使用者
20 可以在公共场所收看电视或视频节目，由于这些音频信号是定向的，减少了干扰周围人群的可能性。

该设备也可以具有计算系统的功能，比如在个人掌上电脑(PDA)或笔记本电脑中。例如，当使用者在计算系统上运行多个任务时，他可以同时以手持方式与另一个人通讯。使用者利用该计算系统运行软件应用
25 程序产生的数据可以和语音信号一起被数字化地传输到一个远程设备中。

在另一个实施例中，该设备可以是一个个人化系统。该系统能够根据使用者的喜好或使用者的听力特征有选择性地放大不同的音频频率不同的程度。换言之，该音频信号可以被调整来适合使用者的听力。这
30 种个人化的处理可以定时性地完成，比方说一年一次，类似于重新校准。这样的重新校准可以由另一个设备来完成，其结果可以被储存在一

个存储器里。这个存储器可以是可移动式媒体卡，该卡能够被插入到系统中，以将定向扬声器的放大特性按频率的函数个人化。这一系统也可以包括一个均衡器，让使用者能够将扬声器音频信号的幅值按频率的函数个人化。

- 5 该设备也可以基于使用者周围环境的噪声水平或声音水平来个人化。它可以感测周遭环境的噪声水平或声音水平，并按噪声水平或声音水平的函数改变音频信号的幅值特性。

关于扬声器是定向的一些实施例已有描述。在一个实施例中，如果扬声器是由超声波信号驱动的，它就被认为是定向的。这样的定向
10 扬声器也可以被视作超声波扬声器。一般而言，这种超声波扬声器产生超声波输出，然后在空气中通过混频被转换成为音频输出。例如，通过用音频输出调制到超声载波来产生超声波输出，然后超声波输出在空所中通过非线性混频来自解调，从而产生音频信号。

该设备也可适用于移动的工具，比如汽车，轮船或飞机。而且，可以把定向音频转换装置集成到或附着在该移动的工具上。例如，
15 这个移动的工具可以是小汽车。在汽车的前板面(front panel)或仪表盘上，可以有一个 USB、PCMCIA 或其它类型的介面接口。该定向音频转换装置可以被插入到这个接口，以产生定向音频信号。

在另一个实施例中，一个或多个定向扬声器被集成到一辆移动的工具中。这些扬声器可被用于该工具的大量应用中，比如个人娱乐和通信应用。
20

在一个实施例中，定向扬声器发射超声波束。该超声波束的频率可以在，比如 40 kHz 左右以内，而且该波束可以是发散的。例如，直径 3 厘米的发射器产生的超声波束，在传播了 20 到 40 厘米的距离以后，发
25 散为一个直径为 30 厘米的圆锥体。若该波束的直径增加 10dB，超声波的强度就减小大约 20dB。在另一个实施例中，超声波束的频率在更高范围内，比如在 200kHz 到 500kHz 左右内。这种较高频的超声波束在空中衰减得更快，例如衰减率为 8 到 40dB/m，视频率而定。在又一个实施例中，该波束的超声波频率更高，如 500kHz，也是发散波束。这种具有较
30 高频率和发散性波束的实施例也适用于其它应用，例如扬声器和耳朵之间的传播距离很短(例如为 20 厘米)的应用。

至于扬声器的位置，它可以被安装在车中使用者的正上方，比方说在座位上方的车顶(rooftop)上。该扬声器的位置可以稍远离座位前端，而更靠近座位后端，因为当一个人坐下时，他一般会靠在座椅背上。在另一个实施例中，这个定向扬声器被安装得稍远一些，比如在车顶灯(dome light)处，这样超声波束大约指向车内使用者座位的靠枕处。例如，一个扬声器放在车顶灯靠驾驶员一边的角位，则信号大约指向驾驶员头部附近位置。那些没有被预期的接收者(比如驾驶员)直接接收的信号，可能被驾驶员和/或座椅结构散射掉，被车内其它乘客接收到的反射信号的强度因而得以减小。

在一个实施例中，扬声器可以发射音频波束而不是超声波信号，其方向性由该扬声器的物理结构决定。例如，该扬声器可以是喇叭或圆锥体或其它类似的结构。这样的一个扬声器的定向性依赖于其结构的孔径尺寸。例如，一个10厘米的喇叭的 λ/D 值在3kHz时大约为1，在10kHz时 λ/D 值大约为0.3。因此，在低频处，这种声波扬声器提供的定向性相当差。而且，波束的强度为 $1/R^2$ ，这里R代表测量距离，例如到喇叭顶点的距离。为了获得隔离性，近程(proximity)变得尤为重要。在这样的实施例中，扬声器的位置离使用者很近。假设该扬声器被直接放在乘客耳朵的背后，比方说距离10到15厘米左右。该扬声器可以放在使用者座椅的靠枕处或头垫处。或者，该扬声器可以放在使用者的座椅中，波束指向使用者。如果车上的其它乘客距离使用者至少1米远，根据传播衰减(或信号在空气中传播时的衰减)，声音隔离效应(isolation effect)大约为16到20dB。喇叭或圆锥体的结构可以提供额外的隔离效应，比如多6到10dB。

在一个实施例中，使用者可以控制波束的一个或多个特性。例如，使用者可以控制波束的功率、方向、距离或作用范围(coverage)。

至于这些控制装置的位置，如果该车辆是一辆小汽车，可以位于汽车的仪表板上。在另一个实施例中，控制装置在使用者就座座椅的扶手上。

这些控制装置可以是机械性的。比如，扬声器位于车顶灯处，在车顶灯区域可以安放一个可转动的机械装置。这个可转动的机械装置使使用者能够按照自己的需要调节波束的方向。在一个实施例中，这种可转

动的机械装置可作二维转动。例如，波束以与车顶成30度的角度发射，该可转动机械装置允许波束围绕汽车前部作180度转动。在另一个实施例中，这个仰角还可以被调节，比如调节范围可以在20到70度之内(与车顶所成角度)。

5 另一个机械性控制装置可用于关闭扬声器。比如，当使用者离开座位超过一预先设定的时间(如3秒钟)之后，扬声器将自动关闭。

该控制装置也可以安装在一个遥控器中。这个遥控器可以利用蓝牙、WiFi、超声波、红外线或其它无线技术。该遥控器也可以包括一个固定的或可拆卸的显示器。该遥控器可以是一个便携式设备。

10 考虑波束的其它特性，如信号的功率水平，声音水平不必太高。例如，距离扬声器5厘米处，声音水平可以为大约60 dB SPL。

扬声器发送的信号内容可以通过多种方式获得。在一个实施例中，该内容可以来自无线电台，被扬声器无线地接收。例如，该内容可以通过互联网、WiFi网络、WiMax网络、手机网络或其它类型的网络被接收。

15 该扬声器不必直接从广播电台或信息源接收节目内容。在一个实施例中，交通工具从信息源无线接收内容，并通过有线或无线连接方式把这些内容传输给扬声器。

20 在另一个实施例中，可以从汽车的一个多媒体播放器，比方说CD播放器中，选择这些内容。这个多媒体播放器可以从多个频道接收内容以支持汽车中的多个使用者。此外，这些被接收的内容或频道可以来自某广播电台，并在本地进行选择。或者，也可以通过一个无线服务器工作站(wireless server station)以互动方式选择内容并传送给使用者。在又一个实施例中，这些内容可以在播放之前全部从一个高速无线网络下载到多媒体播放器中。

25 另一种类型的控制是在一个多媒体播放器上选择无线电台或一段音乐。而且，这些类型的选择控制装置可以安置在汽车的某个固定位置上，比如可以在汽车的仪表盘、控制台、座椅扶手、门或座位上安装控制旋钮。或者，象另一个例子中的一样，该选择控制器可以是一个便携式设备。

30

关于一个扬声器的应用已有一些实施例被描述。在另一个实施例中，使用者可以用一个以上的扬声器。多个扬声器可以建立立体声或环绕声响效应(surround sound effect)。

关于多媒体播放器如前所述，它可以接收来自多个通道的信号以支持车内的多个使用者。如果车内有一个以上的使用者，每个使用者都可以拥有一个或一套定向扬声器。至于这些针对多个使用者的扬声器的位置，在一个实施例中，它们是集中的。例如，所有的扬声器都位于汽车的顶灯处。每个使用者都有一套对应的定向波束，从车顶向使用者传播。或者，这些扬声器也可以分布式安装。例如，在每一个使用者座位10 上方的车顶处或使用者的靠枕处(headrest)安装一个扬声器。至于控制，每一个使用者都可以独立控制传送给他的信号。例如，一个使用者的控制器可以控制该使用者自己的一套波束，或选择他自己希望听到的内容。每个使用者都可以有一个遥控器。在另一个实施例中，使用者的控制器被安置在该使用者的座椅扶手、座椅或靠近他的车门处。

15 机顶盒

本发明的一些实施例是关于用于音频系统的定向音频发送设备的。此音频系统可以是立体声系统、DVD 播放器、CD 播放器、音乐放大器或乐器、VCR、电视、家庭娱乐系统，或其它音频系统。一般地，它基于某一音频信号或与某一音频信号相关发送音频输出。这些音频信号可20 以是由该音频系统产生的，也可以是被发送到该音频系统并被其接收的。这种接收可以以无线或有线的形式(如通过电线)进行。没有定向音频发送设备，音频系统产生的音频声音在它四周的人都可以听到。定向音频发送设备将音频信号转换为定向音频输出，此音频输出主要被限制在一个具有一定波束宽度的波束中。该定向音频输出的目标对象为一个或多个愿意收听这一音频输出的人。在一个实施例中，这些目标对象还25 可以对该波束的一些属性进行控制。附近不愿意听到该音频输出的那些人听到的只是较低的信号。因此，他们较少被这些他们不需要的音频声音所干扰。

具有相应定向音频发送设备的音频系统可被视作一个定向音频设备。这种定向器件可以被结合到音频系统中，或被限制在一个单独的机体中，比如一个机顶盒中。该机顶盒可以有线或无线地连接到音频系30

统。在这个实施例中，如果相应的音频信号不是由音频系统产生，而是从外部接收的，则音频信号既可以通过机顶盒又可以通过音频系统来接收。

5 图 35 是根据本发明的一个实施例，定向音频设备 5100 的方框图，该设备具有一个音频系统 5102 和一个定向音频发送设备 5104。

图 36A 是根据本发明的一个实施例，定向音频发送设备 5200 的方框图。例如，该定向音频发送设备 5200 适用于，例如图 35 中所示的定向音频发送设备 5104。

10 定向音频发送设备 5200 包括了音频转换电路 5202 和定向扬声器 5204。这个音频转换电路 5202 用于接收音频信号(音频输入)，可以从音频系统 5102 接收，也可以从其它设备处接收。该音频信号可以是，例如来自音频系统 5102 的电子信号，或者是无线发射到音频转换电路，并被其接收的音频波。被接收的音频信号可以先被预处理，然后再转换为用于定向扬声器 5204 的超声波信号。在一个实施例中，定向扬声器 5204
15 是一个超声波扬声器，产生超声波输出以生成音频输出。以这种超声波输出为载波，音频输出以方向限制方式(directionally constrained manner)被发送。因此，定向扬声器 5204 使得音频输出可以被定向限制，并发送到需要的区域。

20 图 36B 是根据本发明的另一个实施例，一个定向音频发送设备 5200 的方框图。例如，该定向音频发送设备 5200 适用于，例如图 35 中所例示的定向音频发送设备 5104。

定向音频发送设备 5200 包括了音频转换电路 5222，一个波束属性控制单元 5244 和一个定向扬声器 5226。音频转换电路 5222 用于把接收到的音频信号转换为超声波信号。波束属性控制单元 5244 控制音频输出的一个或多个属性。
25

属性之一可以是波束方向。波束属性控制单元 5224 接收一个波束属性输入，在本例中，它与波束方向相关，可被称为方向输入。该方向输入向波束属性控制单元 5224 提供有关超声波输出传播方向的信息，该超声波输出由定向扬声器 5226 产生。这个方向输入也可以是位置参考
30 (position reference)，比如说定向扬声器 5226(相对于其机箱)的位置，希望听到该音频声音的某个人的位置，或者是外部电子设备(例如遥控器)

的位置。因此，波束属性控制单元 5224 接收该方向输入并判断音频输出的方向。

5 另一个属性可以是波束需要传播的距离。这可被称为距离输入。在一个实施例中，超声波输出的超声波频率可被调节。通过控制超声波频率，可以按需要调节波束传播距离。下面将对此作进一步解释。这样，利用适当的控制信号，定向扬声器 5226 产生所需要的音频输出。

图 37A 的示意图例示了使用本发明时适用的一个典型的安排 5300。该典型的安排 5300 使用了一个定向音频设备 5302 来发送音频输出，此音频输出可以是朝向第一位使用者(使用者 1)的超声波输出的超声波圆锥体 5304(或波束)。该定向音频设备 5302 可以利用任何一种定向音频发送器件，例如，定向音频设备 5100。注意，在这个典型的装置 5300 10 中，第二位使用者(使用者 2)和第三位使用者(使用者 3)也在该定向音频设备 5302 的附近。然而，在这个例子中，假设只有第一位使用者(不是第二位和第三位使用者)希望听到该音频声音。结果，定向音频设备 5302 通过一种方向限制的方式来产生超声波输出，比如它的圆锥体 5304(或波束)指向第一位使用者(使用者 1)。超声波输出在空气中被混频或解调之后，产生的音频声音(resultant audio sound)被传送到第一位使用者(使用者 1)。仅有明显低很多的音频声音被第二位使用者(使用者 2)和第三位使用者(使用者 3)接收到。这样，他们就不会被第一位使用者听到的音频声音所干扰了。 15 20

控制其他使用者接收到的音频输出水平的另一种方法是利用距离输入。通过控制超声波输出的传播距离，定向音频发送设备 5302 能够把可能传到位于下列位置的其他人的音频输出降低(i)位于第一位使用者(使用者 1)背后，本图中未显示，或者是(ii)位置所在可以接收到从第一位使用者(使用者 1)背后的表面反射过来的音频输出。 25

图 37B 图示本发明的一个应用的典型的结构布局平面图(building layout)5320。这一典型的结构布局平面图 5320 图解说明了可以如何使用根据本发明的定向音频设备 5328。该典型的结构布局平面图 5320 包括了第一个房间 5322，第二个房间 5324 和第三个房间 5326。第一个房间 5322，例如，可以是一个家庭起居室。它装有一个定向音频设备 5328。第一位使用者(u-1)、第二位使用者(u-2)和第三位使用者(u-3)都在第一个 30

房间 5322 中。定向音频设备 5328 可以按定向限制的方式发送音频声音。该定向音频设备 5302 可以利用本发明中的任何一种定向音频发送器件，例如，定向音频设备 5100。

5 如图 37B 所示，定向音频设备 5328 将音频输出或音频声音按一个被控制的圆锥体 5330(波束)发送向第一位使用者(u-1)。注意，音频输出主要被限制在圆锥体 5330 中。因此，第二位使用者(u-2)和第三位使用者(u-3)不会明显地听到由定向音频设备 5328 产生的音频输出。来自圆锥体 5330 的部分声音可能被后面的表面反射或散射，从而被第二位使用者和第三位使用者所接收到。如果这样，则声音已衰减到较低的水平。在
10 一个实施例中，声音的圆锥体 5330 的覆盖距离是可以被调节的。

图 38 是根据本发明的一个实施例定向音频发送处理 5400 的流程示意图。该定向音频发送处理 5400 是，例如，通过一个好象图 35 中所示的定向音频发送器 5104 那样的定向音频发送器来完成的。更特别地，该定向音频发送处理 5400 尤其适合于图 36B 中所例示的定向音频发送设
15 备 5220。

定向音频发送处理 5400 首先接收 5402 用作定向发送的音频信号。该音频信号可以由一个音频系统提供。此外，一个波束属性输入被接收 5404。前面已经注意到，该波束属性输入是关于被发送的音频输出的一个或多个属性的参考或标识之一。在波束属性输入被接收 5404 之后，
20 根据该属性输入确定 5406 该波束的一个或多个属性。如果这个属性是有关波束方向的，则该输入可以设置波束的受控发送方向。这个受控发送方向就是输出被发送的方向。接收到的音频信号被转换 5408 为具有适当属性的超声波信号，可以包括一个或多个被确定的属性。最终，定向扬声器被驱动 5410 产生出具有适当属性的超声波输出。在波束方向被设置
25 的情况下，超声波输出指向受控发送方向。在步骤 5410 后，定向音频发送处理 5400 完成并终止。需注意，受控发送方向可以按需要动态地或周期性地被改变。

图 39 显示了根据本发明，受控音频输出信号的属性 5500 的例子。这些属性可以用于波束属性控制单元 5224。其中一个属性，前面已经予以描述，即波束的方向 5502。另一个属性可以是波束宽度 5504。换言之，
30 超声波输出的宽度是可以被控制的。在一个实施例中，波束宽度是

指所预定的位置上的波束宽度。例如，如果这个预定的位置在定向音频设备的前方 10 英尺处，则波束宽度就是指该位置上的波束宽度。在另一个实施例中，波束宽度 5504 被定义为在它的半幅全宽(FWHM)处的波束宽度。

5 预定的波束覆盖距离 5506 也可以被设置。在一个实施例中，可以通过控制超声波输出/音频输出的衰减速度(rate of attenuation)来设置这一预定的距离。在另一个实施例中，可以通过改变波束的音量或放大率(volume or amplification)来控制这一被覆盖的距离。通过控制该预定距离，在接收音频信号者附近的其他人(但不是贴近)将只能听到很小的声音或根本听不到声音。即使声音被这些人听到，它的声音水平也已大幅
10 衰减了(如，任何被听到的声音都很微弱，几乎是无法辨别的)。

可以有一个以上的波束。故而，波束属性之一是使用的波束数目 5512。可以采用多个波束，这样就有多个人能够通过定向扬声器(或多个定向扬声器)产生的超声波输出接收到这些音频信号。每一个波束都可以
15 有自己的属性。

这些属性输入可以被自动提供，比如周期性地，也可以人工提供，比如应使用者的要求。

也同样可以是双工作模式，5514—定向模式和普通模式。定向音频设备可以包括一个普通扬声器。例如，在某些情况中，使用者希望让房间里的每一个人都听到音频输出。在这种情形下，使用者可以使设备的
20 定向发送机制处于不活动状态，或是让该定向音频设备把这些音频信号引导至普通扬声器以产生音频输出。在一个实施例中，一个普通扬声器根据音频信号产生音频输出，而不需要产生超声波输出。然而，定向扬声器则需要由超声波信号来产生音频输出。

25 也存在有其它类型的波束属性输入。例如，这些输入可以是波束的位置 5508，波束的尺寸 5510。位置输入可以与希望听到音频声音的某个人的位置相关，或是与电子设备的位置(比方说遥控器)相关。这样，波束属性控制单元 5504 接收波束位置输入和波束尺寸输入，然后决定如何驱动定向扬声器 5506，以适当的波束宽度将音频声音输送到特定位置。
30 然后，波束属性控制单元 5504 产生出驱动信号，比如超声波信号和其它

控制信号。这些驱动信号控制定向扬声器 5506 产生超声波输出，以特定波束尺寸发送到特定位置。

图 40 例示了本发明的一个应用的另一典型的结构布局图 5600。这个典型的结构布局图 5600 一般类似于图 37B 所示的典型结构布局平面
5 图 5320。在本例中，典型的结构布局平面图 5600 包括第一个房间 5602，第二个房间 5604 和第三个房间 5606。尽管第一位使用者(u-1)，第二位使用者(u-2) 和第三位使用者(u-3)都在第一个房间 5602 里，却只有第一位使用者(u-1)和第二位使用者(u-2)希望听到音频系统发出的音频声音。同样，第一个房间 5602 包括一个定向音频设备 5608，它向第一
10 位使用者(u-1) 和第二位使用者(u-2)输出超声波圆锥 5610 (或波束)。注意，圆锥体 5610 的宽度或横截面积(footprint)可以比图 37B 中所示的圆锥体 5330 更大，以使它能够把第一位使用者(u-1)和第二位使用者(u-2)都基本上覆盖在内。不过，通过上述的经由定向音频设备 5608 产生超声波输出的方法，第三位使用者(u-3)不会明显地被第一位使用者(u-1)和
15 第二位使用者(u-2)听到的音频声音所干扰。

需注意，圆锥体 5610 或波束不必直接传送到第一位使用者(u-1)和
第二位使用者(u-2)处。在一个实施例中，该波束可以传播到房间的天花板上，再反射向地板以被使用者所接收。这样一个实施例的优点在于延长了传播距离，从而在波束到达使用者处时，波束宽度得以加宽。这一
20 实施例的另一个特点是，使用者的位置不必处于定向音频设备的视觉直线上。

图 41 是根据本发明的另一个实施例，定向音频发送处理 5700 的流程示意图。该定向音频发送处理 5700 可以，例如，通过图 35 中所示的定向音频发送设备 5104 来完成。更特别地，该定向音频发送处理 5700
25 尤其适用于图 36B 中所示的定向音频发送设备 5220。

定向音频发送处理 5700 接收 5702 音频信号以作定向发送。音频信号由一个音频系统提供。此外，两个波束属性输入被接收，分别是位置输入 5704 和波束尺寸输入 5706。接下来，定向音频发送处理 5700 根据位置输入和波束尺寸输入确定 5708 发送方向和波束尺寸。预定波束覆盖
30 的距离也可以被确定。于是音频信号经转换 5710 成为具有适当属性的超声波信号。例如，可以设定超声波信号的频率和/或功率水平以预设波束

的传播距离。此后，一定向扬声器(比如超声波扬声器)被驱动 5712 以产生符合发送方向和波束尺寸要求的超声波输出。换言之，当该定向扬声器被驱动 5712 时，它产生超声波输出(载有音频声音)至某一特定位置，以特定的波束尺寸到达该位置。在一个实施例中，超声波信号由音频信号决定，而发送方向和波束尺寸被应用于控制定向扬声器。在另一个实施例中，超声波信号不仅由音频信号决定，还由发送方向和波束尺寸决定。在步骤 5712 之后，定向音频发送处理 5700 完成并终止。

图 42A 是根据本发明的又一个实施例，定向音频发送处理 5800 的流程示意图。该定向音频发送处理 5800 适用于，例如，图 35 中所示的定向音频发送设备 5104。更特别地，该定向音频发送处理 5800 尤其适用于图 36B 中所示的定向音频发送设备 5220，其波束属性输入为从一个遥距设备接收到的波束位置和波束尺寸。

定向音频发送处理 5800 首先启动一个定向音频设备，此设备能对音频声音进行方向限制传送。判断 5804 判定是否已接收到波束属性输入。这里，音频设备具有相关的遥控设备，该遥控设备可以提供这些波束属性。一般而言，该遥控设备让使用者在较远的地方(比如，但是在视觉直线之内)就能够改变音频设备的设定或特性。波束属性之一是预设的波束位置。另一个属性是波束的尺寸。根据本发明，音频设备的使用者可能持有遥控设备，可以向该定向音频设备发送信号作位置坐标。例如，这可以由使用者通过选择遥控设备上的按键来完成。这个按键可以就是设置波束尺寸的按键，因为在发射波束尺寸信息时，位置信号可以被同时发送。波束尺寸的信号可以利用遥控设备通过各种方式发出，诸如通过一个按钮、拨键或按键(dial or key press)。当判断 5804 判断出没有从遥控设备接收到属性时，它就等待一个输入。

当判断 5804 判断出某个来自遥控设备的波束属性输入被接收时，用于定向扬声器的控制信号根据接收到的属性被确定 5806。如果该属性是一个位置坐标，发送方向就可以根据这个位置坐标被确定下来。如果该属性是用于波束尺寸的调节的，则设置特定波束尺寸的控制信号被确定。于是，基于这些被确定的控制信号，产生 5812 出预定的受控超声波输出。

接下来,判断 5814 判断是否还有额外的属性输入。例如,可以提供一种额外的属性来逐渐增加或减小波束的尺寸。使用者可以调节波束尺寸,再根据听到的效果进一步调节,如此反复。当判断 5814 判断出存在额外的属性输入时,适当的控制信号被确定 5806 以调节相应的超声波输出。当判断 5814 判断出没有额外的属性输入时,定向音频设备可以被设置为非活动状态。当判断 5816 判断出音频系统没有处于非活动状态时,定向音频发送处理 5800 返回继续输出受控音频输出。另一方面,当判断 5816 判断出音频系统处于非活动状态时,定向音频发送处理 5800 完成并终止。

除了向某个使用者发送定向受控音频声音以外,音频声音还能根据使用者的听力特征或喜好,或者是按照该使用者邻近周围的音频状态被进一步改变或修改。

图 42B 是根据本发明的一个实施例,环境调适处理(environmental accommodation process)5840 的流程示意图。该环境调适处理 5840 判断 5842 环境的特性。在一种实施中,这些环境特性可以是指在使用者邻近周围的被测量的声音(比如噪声)水平。该声音水平可以通过使用者邻近周围的一个接收器(如麦克风)来测量。这个捕获器可以在使用者手持的遥控器上。在另一个实施中,这种环境特性可以是指在使用者邻近周围的估计声音(比如噪声)水平。使用者邻近周围的声音水平可以基于使用者/设备的位置以及特定环境的估计声音水平来估算。例如,一家百货公司的声音水平要高于野外的声音水平。使用者的位置,比如,可以通过全球定位系统(GPS)来确定,也可以通过其它三角测量技术,诸如根据至少具有三个不共线接收点的红外线、射频(RF)或超声频率来确定。可以有一个关于不同位置的典型声音水平的信息数据库。能够找到该数据库以得到特定位置的估算声音水平。

在环境调适处理 5840 对环境特性进行判断 5842 之后,根据这些环境特性修改音频信号。例如,如果使用者处在一个有许多噪声(如环境噪声)的区域,比如在人群繁杂的有限空间中,或者是在一个有建筑噪声(construction noise)的环境中,这些音频信号可以经过处理以尽量抑制不希望的噪声,而且/或者音频信号(如,在希望的频率范围内)可以被放大。抑制不希望的噪声的方案之一是引入与不希望的噪声相位相反的音

频输出以消除噪声。在放大的情况中，如果噪声水平过大，由于使用者也许无法安全地收听音频输出，故可能不对音频输出进行放大来覆盖噪声。换言之，放大量可能存在一个限值，而且，当噪声水平过大时，音频输出可能负放大(甚至是完全抑制)。噪声抑制和放大可以通过传统的数字信号处理、放大和/或滤波技术来实现。环境调适处理 5840 可以，例如，周期性地或如果音频信号有超过预定时间的中断，该中断可能表示有新的音频流进入。

一个使用者的听力个人资料包括他的听力特征(hearing characteristics)。通过按照使用者的听力特征改变或修改音频声音，提供给使用者的音频声音可以针对使用者进行定制化或个人化。通过定制化或个人化这些传送给使用者的音频声音，可以按更有利于使用者的娱乐享受的方式改进音频输出。

图 42C 是根据本发明的一个实施例，音频个人化处理 5860 的流程示意图。该音频个人化处理 5860 取得 5862 与使用者相关的音频个人资料。该听力个人资料包含了那些详细说明了使用者的听力特征的信息。例如，可以通过让使用者接受听力测试来获得其听力特征。然后，音频信号可以根据与使用者相关的音频个人资料被修改 5864 或预处理。

可以经由各种不同的方式把听力个人资料提供给执行个人化处理 5860 的定向音频发送设备。例如，可以通过一个网络把音频个人资料电子化提供给定向音频发送设备。另一个例子是，可以通过一个可移动的数据存储设备(如存储卡)把音频个人资料提供给定向音频发送设备。关于音频个人资料和个人化以增强听力的其它细节请参见本专利申请的其它部分。

环境调适处理 5840 和/或音频个人化处理 5860 可以与上面讨论的任一个定向音频发送设备或处理过程一起执行。例如，环境调适处理 5840 和/或音频个人化处理 5860 可以选择和前面图 38、41 与 42 讨论过的定向音频发送处理 5400、5700 或 5800 实施例一起实现。环境调适处理 5840 和/或音频个人化处理 5860 一般在图 38 中的步骤 5408、图 41 中的步骤 5710 和/或图 42A 中的步骤 5812 之前进行。

图 43A 是根据本发明的一个实施例，超声波换能器 5900 的透视图。该超声波换能器 5900 可以实现这里讨论的定向扬声器。超声波换能

器 5900 产生前面提到的被利用的超声波输出。在一个实施例中，该超声波换能器 5900 包括一些共振管(resonating tubes)5902，上面覆盖着加上电压的压电薄膜，例如 PVDF，参见本申请的另一部分描述。

5 数学上，一个圆膜的每一个特征模式(n,s)的共振频率 f 可以用下列数学式表示：

$$f(n,s) = \alpha(n,s)/(2\pi a) * \sqrt{(S/m)}$$

这里

a 代表圆膜的半径，

S 代表每单位边界长度的均匀压力(uniform tension)，

10 M 代表圆膜每单位面积的质量。

对于图 43A 中所示的管子结构的不同特征模式，

$$\alpha(0,0) = 2.4$$

$$\alpha(0,1) = 5.52$$

$$\alpha(0,2) = 8.65$$

15 ...

假设 $\alpha(0,0)$ ，基本共振频率，被设定为 50KHz。那么， $\alpha(0,1)$ 为 115 kHz， $\alpha(0,2)$ 为 180 kHz 等等。n=0 的模式都是轴对称模式。在一个实施例中，通过在适当的频率下驱动薄膜，比如在任一个轴对称模式频率

20 下，该结构发生共振，产生这个频率的超声波。

在另一个实施例中，代替在共振管上使用圆膜，超声波换能器由许多扬声器元件组成，比如单压电晶片(unimorph)、双压电晶片或其它类型的多层压电发射元件。这些元件可以安装在一个固体表面上形成一个阵列。这些发射器可以在很宽的连续频率范围内工作，比方说从 40kHz

25 到 200kHz。

在一个实施例中，通过改变载波频率，比如从 40kHz 到 200kHz，来控制超声波输出的传播距离。200kHz 范围内的频率在空中的声衰减比 40kHz 范围的要大得多。于是，超声波输出在较高频处会以快得多的速度衰减，从而减小了超声波对健康造成危害的潜在风险，如果有危害的话。需注意到，衰减的程度可以连续地被改变，比如在多层压电薄膜器件中可以连续改变载波频率来连续改变衰减程度。在另一个实施例中，

30

可以非连续地改变隔离度，比如通过从具有压电圆膜的管子共振器(tube resonator)的一个特征模式变换到另一个特征模式来进行改变。

图 43B 是超声波换能器 5900 产生超声波输出波束 5904 的示意图。

可利用各种不同方式改变波束 5904 的宽度。例如，通过减小换能器 5900 的面积或仅使用它的一部分可以减小波束 5904 的宽度。在共振管上覆盖圆膜的这个例子中，可以有两个同圆心的圆膜，里面的一个是 5910，外面的一个是 5912，如图 43C 所示。使用者可以只接通里面的圆膜，或用相同的频率同时接通两个圆膜，以控制波束宽度。图 43D 图示了另一个实施例 5914，这里换能器被分为四个象限(quadrant)。每一象限的圆膜可以被单独控制。它们可以被单独接通，或以任意结合的方式控制波束宽度。在使用双压电晶片元件阵列的定向扬声器的例子中，可以通过减少元件数目来减小波束宽度的尺寸。另一种方案是激活特定部分的元件来控制波束宽度。

在又一个实施例中，可以通过提高超声波输出的频率来增加波束宽度。为了示范该实施例，定向扬声器的尺寸比超声波波长大得多。因此，由小孔衍射(aperture diffraction)造成的波束发散较小。在本实施例中，波束宽度增加的原因之一是由于与超声波频率密切相关的衰减的增加。例见图 43E-43G，其中超声波频率分别为 40 kHz、100 kHz 和 200 kHz。这些图显示了音频输出的波束模式(beam pattern)，该模式通过在音频频率 1kHz 处对非线性 KZK 方程求积分而求得。假定定向扬声器的发射表面是 20 厘米乘以 10 厘米的平坦表面。对这些方程式的描述例子可参见“Quasi-plane waves in the nonlinear acoustics of confined beams (受限波束的非线性声学中的准平面波)”一文，E. A. Zabolotskaya 与 R. V. Khokhov 合著，Sov. Phys. Acoust., Vol.15, pp.35-40, 1969；以及“Equations of nonlinear acoustics (非线性声学方程)”一文，V. P. Kuznetsov 著，Sov. Phys. Acoust., Vol.16, pp.467-470, 1971。

在图 43E-43G 所示的例子中，假设频率为 40kHz 时的衰减为每米 0.2，100kHz 时每米 0.5，200kHz 时每米 1.0。所计算的这些波束模式位于距离发射表面 4 米处并与传播轴线相垂直。X 轴的数值代表测试点距轴线(从 -2 米到 2 米)的距离，Y 轴的数值代表在各测试点计算出的音频输出的 dB SPL 声压水平。三个例子的发射功率被标准化，以使被接

收到的三个同轴(on-axis)音频输出的功率基本上相同(如4米远处56 dB SPL)。比较这些数值,可以看出载波频率最低时(图43E中的40kHz)波束最窄,载波频率最高时(图43G中的200kHz)波束最宽。一种解释是,较高的声衰减降低了扬声器元件的虚拟阵列(virtual array)长度,而这可以加宽了波束模式。总之,在这个实施例中,较低的载波频率提供较好的波束隔离,增强了隐私性。

如前所解释的,音频输出在被控制的波束中传播,从而增强了隐私性。有时,尽管使用者不愿意对四周的其他人造成干扰,但他可能希望波束更宽或更发散。比方说,一对夫妇坐在一起看电影。如果由于波束太窄,其中一位无法听到电影的声音,他们的享受就会大打折扣。在下面描述的一些实施例中,波束的宽度可以通过一种受控方式,基于弯曲的结构表面或其它相位修改波束形成技术(phase-modifying beam forming techniques)被拓宽。

图44A图示了一种方案,其基于一个具有弯曲凸起发射表面的超声波扬声器使波束发散。该表面可以在结构上以凸起的方式弯曲以产生一个发散的波束。图44A所示的实施例具有一个球形的超声波扬声器6000,或者是超声波扬声器的超声波输出发射表面是球形的。在球形装置6000中,球形表面6002上有一些附贴(如双压电晶片)的或集成的超声波元件6004。具有球形表面6002的超声波扬声器形成了一个球形发射器,在一个圆锥体(或波束)6006中输出一个超声波输出。虽然由于球形表面6002的弯曲,通常该圆锥体会发散,但圆锥体6006仍然将保持方向限制性。

在一个实施例中,扬声器元件被固定或连接到一个球形表面上,每一个超声波元件6004都指向球形表面6002所属的球体的球心。在一个这些元件被集成到球形或弯曲表面的实施例中,可以有一些共振管6026,如图44B所示。每一个共振腔6026的纵向轴(length-wise axis)都指向球形表面6002所属的球体的球心。共振管6026可以用单一制造步骤来形成以便确保它们的一致性。例如,这可以通过同时加压成形所有的腔孔。

在一个实施例中,超声波扬声器包括许多共振管,在这些管子的某一面安装有一个薄膜压电圆膜。它可以在凸面一边6034或是凹面一边

6036, 如图 44B 所示。在图 44B 所示的实施例 6010 中, 该圆膜假定是安装在凹面一边。圆膜安装好之后, 形成真空把圆膜压在管子上。可以在圆膜上施加电压以产生超声波输出。这就建立了一个发射表面, 该表面在结构上以凹入的方式弯曲。如图 44B 所示, 产生的波束 6040 开始时

5 会聚然后再发散。

例如, 发散度由表面 6002 或 6003 的弯曲度来决定。在一个实施例中, 回溯参考图 44A, 球面的半径大约在 40 厘米左右, 它的高度 6006 大约为 10 厘米, 宽度 6008 在 20 厘米左右。

即使超声波扬声器的发射表面是平坦面, 也能够产生发散的波束。例如, 如图 44C 所示, 可以利用一个凸面反射器 6050 把波束 5904 反射为一个发散波束 5918(这样增加了波束宽度)。在这个实施例中, 超声波扬声器可被定义为包括有凸面反射器 6050。

10

调整波束形状(比如发散或会聚该波束)的另一种方法是通过控制相位来实现的。在一个实施例中, 定向扬声器包括一些扬声器元件, 比如双压电晶片。扬声器的每一个元件的相位移(phase shift)可以被分别控制。利用适当的相移, 可以产生二次相位波前(quadratic phase wavefront)的超声波输出以生成一个会聚的或发散的波束。例如, 用 $k \cdot r^2 / (2F_0)$ 对每一个发射元件的相位进行修改, 这里(甲) r 是发射元件的径向距离, 该半径的起点看起来是发散波束的始发点, (乙) F_0 是预设的焦距, (丙) k 是音频频率 f 的传播常数, 等于 $2\pi f / c_0$, c_0 为声速。

15

20

在又一个例子中, 通过修改波束的焦点和焦距, 或者是使波束失焦(de-focusing), 可以改变波束宽度。这可经由电子调节激发不同定向扬声器元件的超声波信号的相对相位来实现。

也可以通过将弯曲的表面分段来控制波束宽度或波束的传播方向。图 45A 例示了根据本发明的一个实施例, 一个圆柱状的超声波扬声器 6100。在本实施例中, 定向扬声器的发射表面是圆柱形的, 并被分段。在圆柱形装置 6100 中, 圆柱形表面 6102 上固定(如双压电晶片)或集成有(如被一片薄膜覆盖的一些管子)许多超声波元件 6104。每一个超声波元件 6104 都是水平朝向的, 但指向圆柱形表面 6102 所属的圆柱体的中轴线。在这些元件为共振管的情况下, 每一个管子的纵向轴是水平方向的, 并指向圆柱形表面 6102 所属的圆柱体的中心线。此外, 尽管超声

25

30

波输出6106的圆锥体会正常发散，但该圆锥体仍然将保持定向性。在一个实施例中，圆柱形表面的半径6108大约为40厘米，其高度6110约为10厘米，宽带6112约为20厘米。

在图45A所示的扬声器实施例中，换能器表面6102可以被分段，
5 比如分为三个单独的可控制的段6102、6104和6106。每一个分段(segment)都可独立地被启动来控制超声波输出的方向和/或宽度。对扬声器是由薄膜覆盖的管子组成的实施例来说，每一个分段都有它自己的薄膜。为了产生最宽的波束，三个分段同时被具有基本上相同频率、相位和幅度的信号启动。

10 图45B显示了根据本发明，发射表面分段的另一个例子。换能器表面6140具有弯曲结构6142，包括四个可控制的分段6144、6146、6148和6150。弯曲结构6142的每一个分段都可独立地被选择启动来控制超声波输出的方向和/或宽度。例如，分段6144产生的超声波输出在受限区域6152中。分段6146产生的超声波输出在受限区域6154中。
15 分段6148产生的超声波输出在受限区域6156中。分段6150产生的超声波输出在受限区域6158中。通过独立地控制弯曲结构6142的这些可控制的分段，可以控制超声波输出的宽度(从而控制因此生成的音频输出的宽度)。

20 图45B中所示的换能器表面的分段可以通过接通不同分段单元来完成。为说明这一点，请参见图44A，可以启动超声波元件6004的一个子集。例如，球形发射器有64个超声波单元6004，它们可以是双压电晶片。例如，如果只启用内部的16个超声波元件，可以发射出一个较小的波束。

25 此外，超声波束的传播方向，比如图44A中的波束6006，图44B中的波束6040，或图45A中的波束6106，还可以通过电子和/或机械机制改变。为了例示图44A中所示的球形超声波扬声器，使用者可以改变该球形表面6002的位置，以改变它的波束方位或方向。也可以使一个电机与球形表面6002机械连接以改变它的方位或超声波输出的传播方向。在另一个实施例中，波束方向可以基于相位阵列技术被电子改变。

30 可以跟踪使用者的活动来移动球形表面6002以调节发送方向。这种跟踪可以动态执行。可以通过不同的机制来完成，比如通过全球定位

系统(GPS)或其它三角测量技术。使用者的位置被反馈给定向音频设备,或是由定向音频设备来计算。这个位置因此变成一个波束属性输入。波束属性控制单元将把该属性输入转换为适当的控制信号,来调节音频输出的发送方向。球形表面 6002 的移动也可以是对使用者输入的响
5 应。换言之,波束 1006 的这种移动或者定位可以自动进行,也可以根据使用者的指示进行。

图 46A 和 46B 是定向音频设备的一个实施例的透视图,该定向音频设备向感兴趣的使用者提供定向音频输出。图 46A 例示了一个定向音频设备 6200,它包括一个娱乐中心,比如电视 6202、机顶盒 6204 以及
10 定向扬声器 6206。电视 6202 放影,例如,通过卫星线路或经机顶盒的有线连接提供的视频信号。通常,机顶盒 6204 对通过卫星线路或有线电视传输的、经编码的视频和音频信号进行解码。一旦解码,适当的视频和音频信号被传送到电视 6202。电视 6202 可以具有传统的或普通的扬声器以提供音频输出。这些扬声器一般不会产生超声波信号,再在空中
15 转换为音频频率范围的方法来产生音频输出。但音频设备 6200 包括定向扬声器 6206。该定向扬声器 6206 接受限的方向发送音频信号。此外,定向限制的音频输出可被控制以传送到使用者的目标距离,同时,生成的音频波束的宽度也可被控制。定向扬声器 6206 通过发射表面 6208 产生超声波输出。该发射表面 6208 可以包含单个或多个分段的超声波或扬
20 声器单元。

此外,定向扬声器 6206 被装在机顶盒 6204 上,如此一来,它的位置可以视机顶盒 6204 以及电视 6202 的情况而被调节。例如,定向扬声器 6206 可以旋转以改变定向控制音频输出的发送方向。在一个实施例中,音频系统 6200 的使用者可以人工地调节(如旋转)定向扬声器 6206
25 的方位以调节发送方向。在另一个实施例中,可以通过机顶盒 6204 或定向扬声器 6206 内部提供的一个电机对定向扬声器 6206 进行方位调节(如旋转)。这样的电机可以通过常规控制电路来控制,并可以经由机顶盒 6204、定向扬声器 6206 或遥控设备上的一个或多个按钮来执行。

图 46B 是根据本发明的另一个实施例,在机顶盒环境中的另一个
30 定向音频设备 6220 的示意图。该音频设备 6220 包括了一个娱乐系统,比如电视 6222、机顶盒 6224 和定向扬声器 6226。该机顶盒 6224 一般连

接到卫星线路或有线电视电缆 (cable line) 上以接收音频和视频信号。机顶盒 6224 对音频和视频信号进行解码, 并把由此生成的音频和视频信号提供给电视 6222。电视 6222 显示这些视频信号并可用它的传统扬声器来生成音频声音。然而, 当需要定向发送音频声音时, 就不采用电视 5 6222 的传统扬声器。而是以定向扬声器 6226 代之。定向扬声器 6226, 例如, 可以通过按钮、开关或其它方法来启动。一旦被启动, 定向扬声器 6226 就以一种定向限制的方式输出音频信号。在一个实施方案中, 电视 6222 具有一个与机顶盒 6224 相连接的音频输出连接。如果选择传统扬声器, 音频输出连接的信号线被断电, 由电视 6222 直接输出普通音频输出。但如果希望获得方向限制音频输出, 电视 6222 产生的音频信号被 10 发送至机顶盒 6224, 而电视 6222 的普通音频输出则不被启动。在另一个实施例中, 若选择方向限制音频输出, 还可以调小电视 6222 的音量控制。

更进一步, 对于那些被传送给一个或多个感兴趣的使用者的音频输出, 机顶盒 6224 和/或定向扬声器 6226 可以控制传送的距离和/或宽度。 15 在本实施例中, 定向扬声器 6226 的位置相对于机顶盒 6224 被固定。在一个实施例中, 定向扬声器 6226 是固定在机顶盒 6224 上的。在另一个实施例中, 定向扬声器 6226 与机顶盒 6224 集成为一体。方向限制音频输出的方向可以通过各种不同的技术进行电子控制。一种技术是只启动 20 定向扬声器 6226 的发射表面 6228 的某些分段。另一种技术是利用基于相位控制输入的波束控制操作 (beam-steering operation)。

图 46A 和 46B 中例示的定向音频设备 6200 和 6220 可以采用上面讨论的各种方法和处理。图 46A 和 46B 中所示的带定向扬声器的机顶盒能够把电视中的传统音频系统转换为本发明所说明的具有定向音频发送 25 性能的音频系统。

举例说明, 图 45B 中所示定向扬声器的发射表面 6140 可以被用作图 46B 中所例示定向扬声器 6226 的发射表面 6228。例如, 开始时只有分段 6146 在工作。使用者向机顶盒发送信号通知它应该增加波束宽度。于是再启动分段 6148, 藉此增加超声波输出(它再产生音频输出)的宽度 30 或相关的面积。在另一个应用中, 非相邻的分段可以同时被启动来产生多个分开的波束。比方说, 使用者可用信号通知机顶盒启动最外面的两

个波束 6152 和 6158。这将为两个分开的使用者产生两个分开的波束。故而，在这两个使用者之间的人将只会听到已经大大衰减的输出水平。

在另一个例子中，有一个以上的使用者坐在电视 6200 附近，如图 46A 所示。这时，覆盖距离较短但较宽的波束是有优点的。在某实施例中，使用一个工作在较高频率的定向扬声器 6206，如在图 43G 中所示的工作在 200kHz 的定向扬声器。其波束宽度比图 43E 中所示的要宽，不过由于衰减较大，它的覆盖距离较短。

图 47 是根据本发明的一个实施例，遥控设备 6300 的透视图。遥控器 6300 是定向音频设备的一个实施例。和普通遥控器一样，该遥控设备 6300 的上表面 6302 具有许多按键 6304。其中一部分按键对应着各种定向功能选择，通过这些按键，使用者可以通过遥控设备操纵定向音频设备。这些功能选择包括启动、停止、播放、频道选择、音量控制等。在一个实施例中，遥控设备 6300 还包括了波束属性输入的选择，比如三档波束宽度(大、中及小)，以及三档覆盖距离(长、中及短)。

遥控设备 6300 也可以包括一个定向扬声器 6306，产生定向音频发送给一个或至多几个愿意听到该音频输出的使用者。定向扬声器 6306 可以基本上与上表面 6302 齐平或相对凹入。在定向扬声器 6306 上方可以按需要选择安装光栅 6308。此外，该定向扬声器还可以相对于表面 6302 成一定角度安装，或者是可移动式安装，以便灵活操控发送方向。如果需要的话，还可以选择在定向扬声器 6306 上覆盖一薄层材料(如塑料机壳)以提供保护，但仍然可让声音穿过。关于定向扬声器 6306 的进一步的细节请参见本申请的其它部分。无线连接窗口(wireless link window)6310 提供了一个窗口，使遥控设备 6300 能够以无线的方式(如无线电或光)与音频系统进行通信，后者可能具有或不具有定向音频能力。音频信号于是可以被接收并经由定向扬声器 6306 引导至一个或至多几个在遥控设备 6300 附近的使用者。

有时，降低其在自由空间的功率水平对避免任何潜在的健康危害(如果有的话)可能是很有益的，视超声波信号的功率水平而论。图 48A-48B 显示了两个可以用于这种目的的实施例。图 48A 图示了一个具有平坦的超声波输出发射表面 6404 定向扬声器。该平坦表面的尺寸可以比超声波信号的波长大得多。例如，超声波频率为 100kHz，该平坦表面尺寸

为 15 厘米，比超声波波长大 50 倍。因为尺寸大得多，所以从该表面发射出的超声波是受控在外壳 6402 之内不会显著发散。在图 48A 所示的例子中，定向音频发设备 6400 包括了一个具有至少两个超声波反射表面的外壳 6402。发射表面 6404 产生超声波，其在波束 6406 中传播。该波束在外壳 6402 中被反射表面 6408 来回反射至少一次。在多次反射之后，波束从外壳的开口处 6410 发射出去成为输出音频 6412。开口处 6410 的尺度可以与发射表面 6404 的尺度相约。在一个实施例中，最后的反射表面可以不是平面反射器，而是凹面或者凸面 6414，分别产生会聚的或发散的音频输出 6412 波束。而且，在开口处 6410，还可以安装一个超声波吸收器以进一步降低自由空间的超声波输出的功率水平。

图 48B 显示了定向音频发送设备 6450 的另一个实施例，这个实施例中，让超声波在发射到自由空间之前，通过超声波反射表面来回反射至少一次。在图 48B 中，定向扬声器具有一个凹面的发射表面 6460。如同图 44B 所解释的，这个凹面首先将波束会聚。例如，凹面 6460 焦点 6464 位于外壳内部的波束路径的中点处。由于最后的反射表面 6462 可以是平坦的、凹入的或凸起的，在外壳的开口 6466 处的波束宽度可以不比发射凹面 6460 的波束宽度大很多。不过，在发射表面 6460，波束是会聚的。而在开口 6466 处，波束是发散的。发射和反射表面的弯曲度可以根据需要的焦距或波束发散角来计算，类似于光学中所用的技术，比如望远镜结构中的技术。

可以通过配置一个以上的定向音频发送设备来提供立体声效应。图 49 用结构布局平面图 6500 显示了这样的一个实施例。一个音频系统 1506 与两个彼此分隔开的定向音频设备 6502 和 6504 相连接。在一种方案中，音频系统以有线或无线的方式传送不同类型的音频信号到这两个定向音频发送设备 6502 和 6504 中。例如，不同类型的音频信号可以分别代表左声道和右声道。这两个定向音频发送设备 6502 和 6504 产生两个方向限制的音频输出波束 6510 和 6512，它们直接指向使用者 6508 并为其所接收。注意，定向音频发送设备的数目并不限于两个。比如，利用两个以上的定向音频发送设备可以获得一种环绕声响的配置。

受限音频输出的众多属性都可被调节，既可由使用者调节，也可以根据某种监控或跟踪测量(比如对使用者的位置的测量)自动且动态地调节。

5 可被调节的属性之一是受限音频输出的方向。它能够通过，例如以下几种方式被控制：(a)启动平坦或弯曲的扬声器表面的不同分段，(b)利用一个电机，(c)人工移动定向扬声器，或是(d)通过相位阵列波束控制技术。

10 另一种可被调节的属性是受控音频输出的波束宽度。它能够通过，例如以下几种方式被控制：(a)调节超声波信号的频率，(b)启动扬声器表面的一个或多个分段，(c)利用相位阵列波束形成技术，(d)采用弯曲的扬声器表面来发散波束，(e)改变波束的焦点，或者是(f)使波束散焦。

15 隔离度或隐私性也可以独立于波束宽度被控制。例如，通过提高超声波信号的频率可以得到覆盖距离较短但比较宽的波束。隔离度或隐私性还可以通过一些方式被控制，例如，(a)相位阵列波束形成技术，(b)调节波束的焦点，或者是(c)使波束散焦。

音频输出的音量可以通过一些方式被调整，例如，(a)改变驱动定向扬声器的超声波信号的幅度，(b)调节超声波频率以改变它的覆盖距离，或者是(c)启动平坦或弯曲的扬声器表面的更多分段。

20 音频输出也可以根据定向音频设备周围的音频环境被个人化或被调节。可以将信号预处理技术应用于音频信号来实现这种个人化和调节。

25 在超声波发射到自由空间之前，增大它的路径长度(从定向扬声器到自由空间)可以把超声波的危害减小，如果有危害的话。也可以利用一个超声波吸收器在超声波发射到自由空间以前使其衰减。另一种减少潜在危害(如果有的话)的方法是提高超声波信号的频率以减小它们的覆盖距离。

立体声效应还能够通过利用一个以上的彼此分开的定向音频发送设备来获得。这将产生多个不同的受限音频输出，从而为使用者建立立体声效应。

30 定向控制音频输出不限于由机顶盒产生，它们也可以由遥控装置产生。

本发明的一些实施例利用结构布局平面图说明，应用于室内环境。然而，本发明的许多实施例也非常适合于室外应用。例如，使用者可以一边坐在院子里看书，一边聆听从本发明的定向音频设备播放出的音乐。该设备可以放置在室外，距使用者10米开外。由于音频输出的方向限制特性，声音可以被限制在使用者的邻近周围。这样，大幅度降低了对使用者邻居的噪声污染程度。

此外，也可以利用上面描述的任一个机顶盒来对现有的音频系统进行修改，产生方向限制音频输出。使用者能够按需要选择音频系统的定向控制音频输出或普通音频输出。

无线音频

本发明的一些实施例是与音频系统产生的音频声音的无线发送技术有关，它可以是固定的，但对个人音频设备而言，一般是便携式的。这些技术可以让个人音频设备的使用者在移动状态下仍然能够获得音频声音。根据不同的实施例，音频系统可以很容易地适用于提供音频声音的无线发送。这些技术也能够针对使用者的听力按需要选择提供音频声音的用户化(或个人化)，和/或根据环境条件对音频声音进行修正。

根据本发明的一方面，音频系统产生的音频输出可以被发送到一个或多个希望听到该音频输出的人那里。每个人都有一个个人音频设备。该设备使对应于音频系统产生的音频输出的音频声音能够以一种方向限制的方式被个人化输出。这样，那些不希望听到该音频输出的人不会接收到大量的该音频声音。因而，他们就较少被不需要的音频声音所干扰。

根据本发明的另一方面，一个无线适配器可以作为对音频系统的一种售后修正(after market modification)。该无线适配器使音频系统产生的音频输出能够以无线方式被传输到一个或多个个人音频设备中。每一个个人音频设备都为它的使用者产生音频声音。

图50是根据本发明的一个实施例，遥控音频发送系统7100的方框图。该遥控音频发送系统7100包括一个音频系统7102，用以产生音频输出。该音频系统7102是，例如，电视、CD播放器、DVD机、立体声系统、带扬声器的计算机等等。在一个实施例中，音频系统7102也可以是指一个娱乐系统。在另一个实施例中，音频系统7102是固定的。音频系

统7102产生的音频输出被提供给无线传输装置7104。在一个实施中，无线传输装置7104被连接到音频系统7102的一个音频输出端口上(如终端、连接器、插座等)。这种连接可以是两者间的直接端接，也可以是通过电缆线来实现。在一个实施例中，无线传输装置7104也可以被作为一个无线音频适配器使用，因为它能够使音频系统7102不需要作任何改变就适用于无线音频发送。

无线传输装置7104接收音频系统7102产生的音频输出，并通过无线频道7105(或无线连接)将该音频输出传输到个人音频设备7107的无线接收器7106。该无线频道7105一般是一种不在该音频频率范围内的短程无线连接，例如，可以利用蓝牙、WiFi或其它专用频率(如900 MHz、2.4 GHz)技术获得。无线接收器7106接收由无线传输装置7104通过无线频道7105传输的音频输出。然后，再把接收到的音频输出提供给控制电路7108。控制电路7108把接收到的音频输出转换成扬声器驱动信号。接下来，这个扬声器驱动信号被作用于启动定向扬声器7110以产生输出声音。定向扬声器7110产生的输出声音被定向限制以增强隐私性。象下面将详细讨论的，控制电路7108也可以针对个人和/或环境，按需要提供用户化或个人化。

由定向扬声器7110产生的定向受限输出声音让个人音频设备7107的使用者即使在两只耳朵都没有接触定向扬声器7110或与其相连接的情况下，也能听到该音频声音。不过，输出声音的方向特性是指向使用者(如使用者的耳朵)，因而通过把输出声音限制在一个受限的定向区域实现了隐私性。换言之，在个人音频设备邻近周围，但不在该受限定向区域内的旁人将不会直接听到由该定向扬声器产生的输出声音或其大部分。这些旁人也许会听到输出声音经过表面反射后降低了的部分。经反射过的输出声音，如果存在的话，传输到这些旁人时，分贝级也被降低了(例如，至少降低20dB)，旁人很难再听清楚。

在一个实施例中，定向扬声器7110是一个超声波扬声器，控制电路7208把接收到的音频输出转换为超声波驱动信号以驱动超声波扬声器。这些超声波驱动信号被提供给超声波扬声器产生超声波输出。随后，该超声波输出被转换，比如，在空气中转换为音频输出。在一个实施例中，最后生成的音频输出(在这种转换之后)的频谱类似于音频系统7102

产生的音频输出。在另一个实施例中，最后生成的音频输出的频谱被调节以提供听力用户化(如，增强听力)，或使之适应使用者的环境条件或身体条件。

图51是根据本发明的另一个实施例，一个遥控音频发送系统7200的方框图。该遥控音频发送系统7200包括音频系统7202和无线发射器7204。在一个实施例中，无线发射器7204也可以当作无线音频适配器。它使音频系统7202不需作改动就能够适用于无线音频发送。在一个实施例中，无线发射器7204经由音频系统7202的一个音频输出端口与音频系统7202相连接。这种连接可以单独通过一个连接器或者是结合一根电线来实现。在另一个实施例中，无线发射器7204被集成到音频系统中，成为其一部分，此时就不需要连接器或电线了。音频系统7202和无线发射器7204一起组成一个无线音频发送系统。

通过音频系统7202的音频输出端口或其它方法，音频系统7202产生的音频输出被提供给无线发射器7204。然后，无线发射器7204通过一个无线频道(无线链接)7205把该音频输出传输到个人音频设备7207的无线接收器7206。然后，无线接收器7206接收到的音频输出被提供给控制电路7208。该控制电路7208可以从数据存储器件7202接收有关使用者的用户信息。例如，这些信息可以是与使用者有关的音频个人资料。一份音频个人资料包括或是基于相关使用者的听力特征。该使用者信息可以被存储在一个数据存储设备7210中。该数据存储设备7210可以是一个专用的或可移动的数据存储媒介。可移动数据存储媒介的例子有存储卡(闪存卡、存储棒、带数据存储的信用卡、PC卡(PCMCIA)等)。

控制电路7208产生用于驱动扬声器7212的扬声器驱动信号。在本实施例中，控制电路7208不仅根据接收到的音频输出而且还根据使用者信息来产生扬声器驱动信号。换言之，控制电路7208可以根据使用者信息对作用于扬声器7212的驱动信号进行调整。因此，由扬声器7212产生的音频输出可以针对使用者用户化(或个人化)。例如，当使用者信息是关于使用者的听力特征和/或使用者的喜好时，控制电路7208能够产生用于扬声器7212的用户化的驱动信号，使扬声器7212最终产生的音频输出可以按照使用者的听力特征和/或喜好用户化。

图51中所示的遥控音频发送系统7200利用用户化了的个人音频设备7207音频输出。需注意，如图51所示，个人音频设备7207可以包括无线接收器7206、控制电路7208、数据存储器件7210和扬声器7212。不过，仍应该提到的是，这种用户化也可以在别的地方被完成。例如，音频系统7202或无线发射器7204可以另外包含控制电路(图中未显示)，用来获得使用者信息，并在音频输出传输到个人音频设备7207之前，根据此信息对音频输出进行用户化。这样的一种实施方式可以为一个或多个个人音频设备提供音频输出的集中用户化。

图52是根据本发明的另一个实施例，遥控音频发送系统7300的方框图。该遥控音频发送系统7300包括音频系统7302、无线网络7304，以及个人音频设备7306和7308。该无线网络7304可以是无线局域网，比如蓝牙或WiFi网络。这里，遥控音频发送系统7300例示音频系统7302能够通过无线网络7304为一个或多个个人音频设备7306和7308提供音频输出。无线网络7304可以，例如，用于家庭或商业环境。音频系统7302产生的音频输出可以是无线网络7304上的广播、多点播送(multicast)或单点播送(unicast)。换言之，音频系统7302产生的音频输出可以被传送至一个或多个个人音频设备7306和7308。在一个实施中，每一个个人音频设备都和不同的网址相关联，于是利用这些相关联的网址，通过无线网络7304，该音频输出能够被传送到适当的一个或多个个人音频设备中。尽管图52只例示了个人音频设备7306和7308，应该了解遥控音频发送系统7300可以支持很多个人音频设备，而且这些个人音频设备可以是相同的类型，或不同类型。

如上所述，无线音频适配器7204可以与个人音频设备7207相匹配。换言之，每一个无线音频适配器都可以有一个与之相对应的个人音频设备。

在另一个实施例中，无线音频适配器7204产生的无线信号可以被多个个人音频设备所接收。这可以通过，例如，播送信号并要求所有个人音频设备都调到该广播无线频道。该广播可以在模拟或数字范围执行。对后者，该广播可以在第三层(如IP 多点播送)或第二层(如IEEE 802.11)中执行。若需要接收器的个人用户化，每一个个人音频设备7307可以首先用无线音频适配器7204进行初始化。这种初始化过程可以是，

要求每一个音频设备以无线或有线连接方式传输一个标识符到适配器。然后，该适配器根据这个标识符将个人化信息传输到相应的个人音频设备中。在个人化信息被接收到之后，可以据此配置个人音频设备，随后开始接收音频输出。

5 在又一个实施例中，可以配置一个个人音频设备，用于某个特定的无线音频适配器或音频系统。这种配置适用于售后销售(after-market sale)，可以通过多种方案来实现。比如，可以在设备和适配器上都有开关，或让两者都拥有一些频道。这些开关或频道可以由使用者来选择。当二者的对应开关或频道匹配时，该设备为这个无线音频适配器而配
10 置。另一种方案是根据媒体地址控制(media address control, MAC)层的地址、IP地址或TCP 或 UDP 端口号。例如，个人音频设备和无线音频适配器可以同时认可一个特定的TCP 或 UDP 端口号。因此，它们可以被配置为只从该端口接收数据包(packet)或信号。也可以通过特定的IP地址，或MAC层地址来识别该个人音频设备和无线音频适配器。

15 图53是例示本发明的各个不同实施例的结构布局平面图7400之示意图。该结构布局平面图7400图示了一个平面布局图的例子，有第一间房间7402，第二间房间7404和第三间房间7406。第一间房间7402内有一个音频系统(AS)7408，该音频系统包括一个与之相连的无线传输装置7410或无线音频适配器。音频系统7408可以有传统的扬声器和/或定向扬声器
20 来，用以向位于第一间房间中一位或多位的第一个使用者(u-1)和第二个使用者(u-2)传送音频声音。此外，利用无线音频适配器7410，音频系统7408产生的音频输出也可以通过一个无线频道(连接)传输给在无线传输装置7410附近的一个或多个其它使用者。换言之，由无线频道的类型决定范围。一般而言，这种范围比较短，比如小于400米。因此，利用该无线
25 频道，使用可从无线频道接收音频输出的个人音频设备，一位或多位的第三个使用者(u-3)、第四个使用者(u-4)和第五个使用者(u-5)能够听到该音频输出。如图53所示，第五个使用者(u-5)拥有一个个人音频设备7412，该设备可以是附着的或贴近第五个使用者(u-5)的。在一个实施例中，第五个使用者(u-5)佩戴着便携式音频设备，即使在屋外，比方说在
30 后院里，也能够听到音频系统7408产生的音频输出。故而，个人音频设备7412可以让一个远程使用者(如u-5)听到音频系统7408产生的音频输

出，即使他不在音频系统7408所在的房间里。只要该远程使用者在该无线频道的通信范围之内，即使他在移动中，也能听到音频输出。由于第三个使用者(u-3)和第四个使用者(u-4)没使用个人音频设备，他们将不会听到音频系统7408产生的音频输出，除非音频系统7408的传统扬声器(如果有的话)产生的音频输充满图53所示的整个结构布局平面图。

在一个实施例中，该个人音频设备可以由使用者佩戴。关于个人音频设备的详细情形，在本专利申请的其它部分已有描述。

除了发送给使用者的方向限制音频声音外，还能根据使用者的听力特征或喜好，或者根据使用者邻近周围的环境情况，对音频声音进行进一步的改变或调整。

图54是根据本发明的一个实施例，遥控音频发送处理7500的流程示意图。该遥控音频发送处理7500是，例如，通过一个遥距音频发送系统(比方说遥距音频发送系统7100、7200或7300)来执行的。

遥距音频发送处理7500的第一步是，用一个无线音频适配器或一个无线传输装置接收7502音频信号。不过，一般而言，在接收7502音频信号之前，该无线音频适配器应该已经附接在首先提供音频信号的音频系统之上。总之，接收7502到的音频信号接下来被无线传输7544到一个个人音频设备。典型地，由预定的个人音频设备以无线的方式接收音频信号。换言之，无线音频适配器可以被配置来传输音频信号，再经由预定的个人音频设备无线接收该音频信号。然而，该音频信号也可以被传输给多个预定的个人音频设备。为了引导这些音频信号为适合的一个或多个个人音频设备所接收，可以采用多种方法，比如，预定频率，编码和/或网络标识符(如地址)。

在音频信号被无线传输7504之后，该音频信号由个人音频设备接收7506。在这里，可以进行额外的处理来增强产生的音频声音，最终将其发送给该个人音频设备的某个使用者。判断7508确定是否将执行用户个人化。当判断7508确定执行用户个人化时，根据用户信息调整7510音频信号。例如，用户信息可以通过一个数据存储器来提供，例如，图51中例示的数据存储器7212。

在一个实施中，用户信息与一个与使用者的听力特征有关的音频资料相关。在另一个实施中，用户信息与使用者的身体状态相关。这种身

体状态可以经由传感器来检测，该传感器可以被包含在或者无线连接到个人音频设备中。举例说明，如果使用者正在睡觉，输出声音的音量应当被调小或甚至被关掉。这种身体状态的确定可以动态执行。例如，一个传感器可以跟踪使用者的心跳节奏，并据此确定其模式。

5 在调整7510之后，或者直接在判断7508确定不执行用户个人化之后，判断7512决定是否进行环境调节。当判断7512确定将进行环境调节时，音频信号根据环境特性被调整7514。这种环境特性可以由个人音频设备检测或感测，该个人音频设备包括一个或多个环境传感器。举例说明，一个或多个环境传感器能够测试周围环境噪声或背景噪声。环境特性也可以无线方式传输给个人音频设备。

10 在根据环境特性进行调整7514后，或直接在判断7512确定不进行环境调节后，音频信号被转换7516为超声波驱动信号。该超声波驱动信号被用来驱动7518一个定向扬声器，后者以一种方向限制的方式输出超声波声音。该超声波声音被传送至个人音频设备的使用者，并与空气相互作用，这样，当定向扬声器产生的声波输出到达使用者的头部(或耳朵)附近时，产生音频声音。不过，由于产生的超声波(以及因此产生的音频)声音是方向限制的，它以目标传送方式传输给使用者。故而，使用者邻近周围的其它使用者将不会听到音频声音的任何主要成份，因此不会被干扰。

20 图 55A 是根据本发明的一个实施例，环境调适处理 7600 的流程示意图。该环境调适处理 7600 确定 7602 环境特征。在一个具体实施中，这些环境特征可以与在使用者邻近周围被测量到的声音(如噪声)水平有关。该声音水平可以由使用者邻近周围的一个捕获设备(如麦克风)来测量。这个捕获设备可以是个人音频设备的一部分。在另一个实施中，这些环境特征可以是指使用者邻近周围的估算声音(如噪声)水平。使用者邻近周围的声音水平可以根据使用者/设备的位置，根据该位置估算声音水平在此环境。使用者的位置可以，例如，通过全球定位系统 GPS 或网络三角测量技术来确定。在环境调适处理 7600 确定 7602 环境特征之后，根据该环境特征对音频信号进行调整。例如，如果使用者所处的区域充满噪声(如环境噪声)，比如在人群繁杂的有限空间中，或者是在一个有建筑噪声的环境中，这些音频信号可以经过处理以尽量抑制(或消除)

不想要的噪声，而且/或音频信号(如，在希望的频率范围内)可以被放大。在放大的情况下，如果噪声水平过高，由于使用者也许不能安全地听到音频输出，故可能不对音频输出进行放大。换言之，可以有一个放大量的限值，而且，当噪声水平过高时，音频输出可以是负放大(甚至是完全抑制)。噪声抑制和放大可以通过传统的数字信号处理、放大和/或滤波技术来实现。环境调适处理 7600 可以，例如，被周期性地执行，或者是每当有新的音频流进入时被执行。

使用者可能有包含了他的听力特征的听力个人资料。因此，可以根据使用者的听力特征，通过改变或调整音频信号，对提供给使用者的音频声音进行用户化或个人化。经过对音频信号的用户化或个人化，音频输出可以被增强，使使用者受益。关于听力增强的其它细节在本专利申请的其它部分有描述。

图 55B 是根据本发明的一个实施例，音频个人化处理 7620 的流程示意图。该音频个人化处理 7620 获得 7622 与使用者相关的音频个人资料(audio profile)。此听力个人资料包含了使用者的听力特征的信息。例如，听力特征可以通过让使用者进行听力测试来获得。然后，根据与使用者相关的音频个人资料对音频信号进行修改 7624。

听力个人资料可以被提供给以各种方式执行个人化处理 7620 的个人音频设备或定向音频发送系统。例如，可以通过一个网络把音频个人资料以电子方式提供给该个人音频设备或该定向音频发送系统。另一个例子中，音频个人资料可以经由一个可移动的数据存储器件(如存储卡)被提供。关于音频个人资料和个人化的其它细节可以在本专利申请的其它部分找到。

环境调适处理 7600 和/或音频个人化处理 7620 可以选择性地与上面讨论的任何一种提供方向限制输出的处理一起执行。例如，环境调适处理 7600 和/或音频个人化处理 7620 可以选择与前面讨论过的图 50、51 或 52 中的遥距音频发送系统的实施例 7100、7200、7300，或前面讨论过的图 54 中的遥距音频发送处理 7500 中的任何一个一起执行。若是选择图 54 中所示的遥距音频发送处理 7500，环境调适处理 7600 或音频个人化处理 7620 可以分别在步骤 7514 或步骤 7510 时被执行。

图 56A 是根据本发明的一个实施例，超声波换能器 7700 的透视图。该超声波换能器 7700 可以实现这里讨论的一个定向扬声器。该超声波换能器 7700 产生如上述讨论中应用的超声波。

5 图 56B 是例示该超声波换能器 7700 的示意图，其波束 7704 被产生来输出超声波。该波束 7704 可以以各种不同的方式改变自己的属性，例如波束宽度。关于超声波换能器 7700 的其它细节请参见在本专利申请的其它部分。

10 本发明的音频系统可以包含一个机顶盒，或者是和一个机顶盒相连接，该机顶盒包含有无线音频适配器或是可以附接无线音频适配器。机顶盒让电视可以接收数字电视广播信号，并对其进行解码。一般而言，机顶盒的位置离电视机相当近。

15 图 57 是一个音频系统的透视图，该音频系统向感兴趣的使用者提供定向音频发送。该图例示了一个音频系统 7800，它包括一台电视 7802、一个机顶盒 7804 和一个定向扬声器 7806。该定向扬声器 7806 以一种方向限制方式发送音频信号。另外，还可以控制该方向限制音频信号到使用者的目标距离以及音频信号的宽度。定向扬声器 7806 经由一个发射表面 7808 输出超声波声音。该发射表面 7808 可以包含一个或多个超声波换能器。

20 此外，在一个实施例中，定向扬声器 7806 安装在机顶盒 7804 上。定向扬声器 7806 能够按机顶盒 7804 以及电视 7802 的情况被旋转。定向扬声器 7806 的旋转会引起方向限制音频信号发送方向的改变。关于这种或其它机顶盒的进一步资料请参见本专利申请的其它部分。

25 除了包含有可选择定向扬声器 7806 这一能力之外，图 57 所示的音频系统 7800 还可以利用前面讨论过的各种方法和处理来为个人音频设备提供无线音频发送。机顶盒 7804 还可以包含一个如前所述的无线音频适配器。例如，在一个实施例中，机顶盒 7804 可以包含无线传输装置 7104(可能还包含有音频系统 7102)。在另一个实施例中，机顶盒 7804 可以包含遥距音频发送系统 7200 的无线发射器 7204(可能还包含有音频系统 7202)。如图 57 所示的带有定向扬声器的机顶盒能够选择性地
30 把传统电视转变为带有具定向音频发送(以及无线发送到个人音频设备)的音频系统的电视。在一个实施例中，只要超声波波束或波束圆锥体的任一

部分，与使用者的耳朵非常接近，比如在耳朵附近7厘米范围内，该超声波波束就被认为是传到了使用者的耳朵处。波束方向不必直接指向耳朵，它甚至可以与耳朵垂直，比方说从使用者的肩膀传播过来，基本上与该使用者的面部平行。

5 在另一个实施中，音频系统7102是固定的 - 意味着音频系统7102尽管是可移动的，但通常停留在一个固定位置。

上述的本发明的各种实施例、具体实施和功能特性可以以不同的方式结合起来使用，也可以单独使用。通过本描述，本领域的技术人员将理解，本发明能够以在本描述给出的各种不同的结合方式、实施例、具
10 体实施或功能特性被同样应用到其它各种不同的设置中，或为其所使用。

本发明可以以软件、硬件或软、硬件结合的方式实施。本发明的一些实施例也可以被具体实现为一个计算机可读介质上的计算机可读代码。该计算机可读介质为任一种数据存储设备，该设备存储的数据能被
15 计算机系统读取。计算机可读介质的例子包括只读存储器、随机存储器、CD-ROM、磁带、光学数据存储设备，以及载波。该计算机可读介质也可以分布在网络连接的计算机系统上，以便于计算机可读代码以分布式形式被存储和执行。

本发明的优点很多。不同的实施例或具体实施可能产生不同的优点。
20

为了透彻的了解本发明，阐述了一些具体细节。不过，很显然，对于本领域的技术人员来说，没有这些具体细节，也可以对本发明进行实施。这里的描述和表述都是本领域的技术人员在就其工作实质与本领域的其他技术人员进行最有效的交流时所使用的普通含义。在其它实例
25 中，本申请没有对众所周知的方法、步骤、元件和电路予以详细描述以避免造成对本发明不必要的混淆。

在前面的描述中，提到“一个实施例”或“实施例”意味着与该实施例相关的一个特定的特征、结构或特性可以被包括在本发明的至少一个实施例中。词组“在某个实施例中”在本说明书的许多地方出现不
30 一定全都指同一个实施例，也不一定指与其它实施例相互排斥的单独的或不同的实施例。此外，在描述本发明的一个或多个实施例的处理流程图

或图表中，模块的顺序并非代表任何固有的特定顺序，也没有暗示本发明中的任何限制。

5 从前面的描述中，可以清楚地了解到本发明的众多特征和优点。后面所附的权利要求涵盖了本发明的所有这些特征和优点。此外，鉴于本领域的技术人员可以很容易地对此进行一些调整和改变，我们不希望将本发明限制为仅指本申请中所图示和描述的具体结构及操作。因此，所有适合的修改和等同物都被认为在本发明的范围之内。

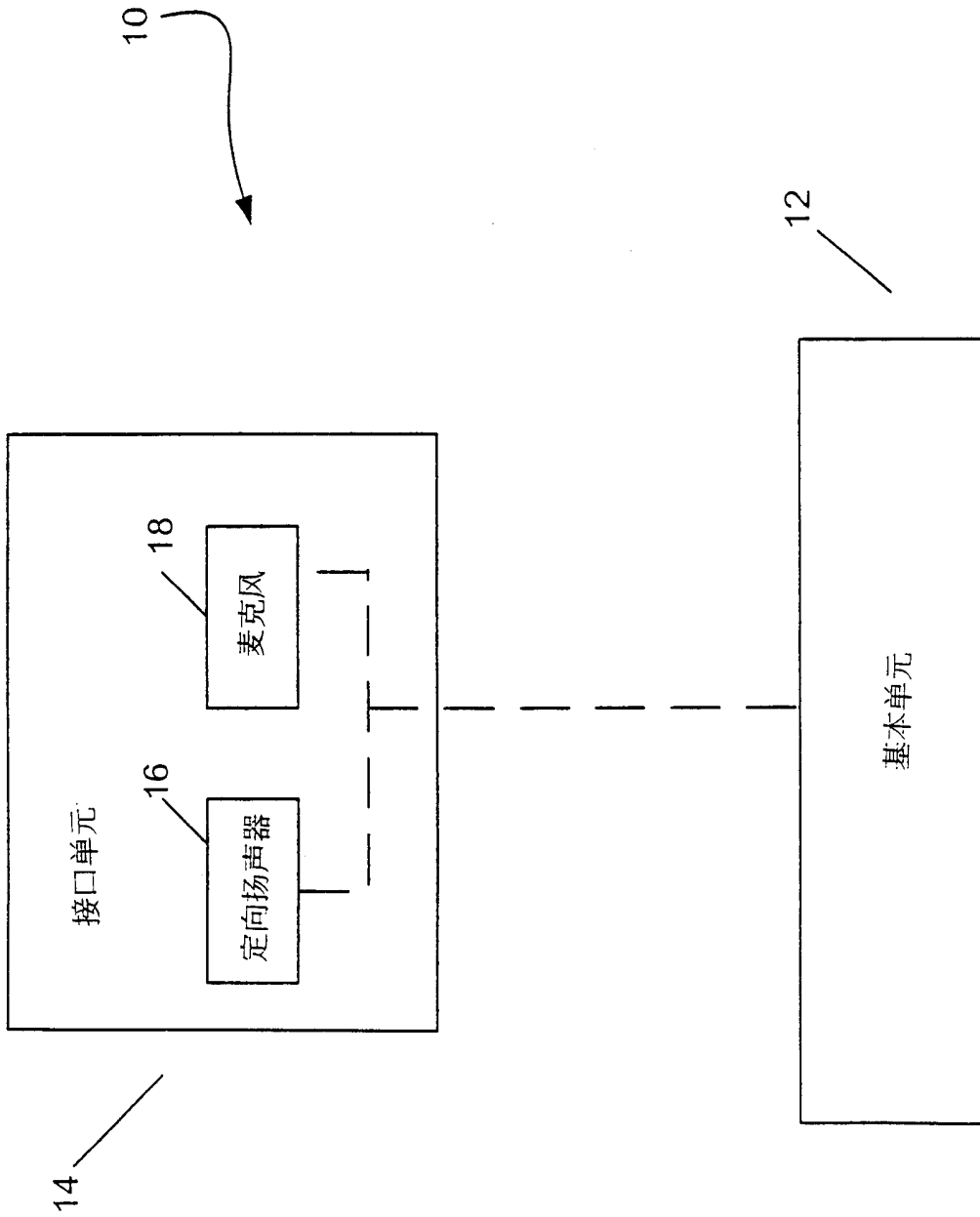


图1

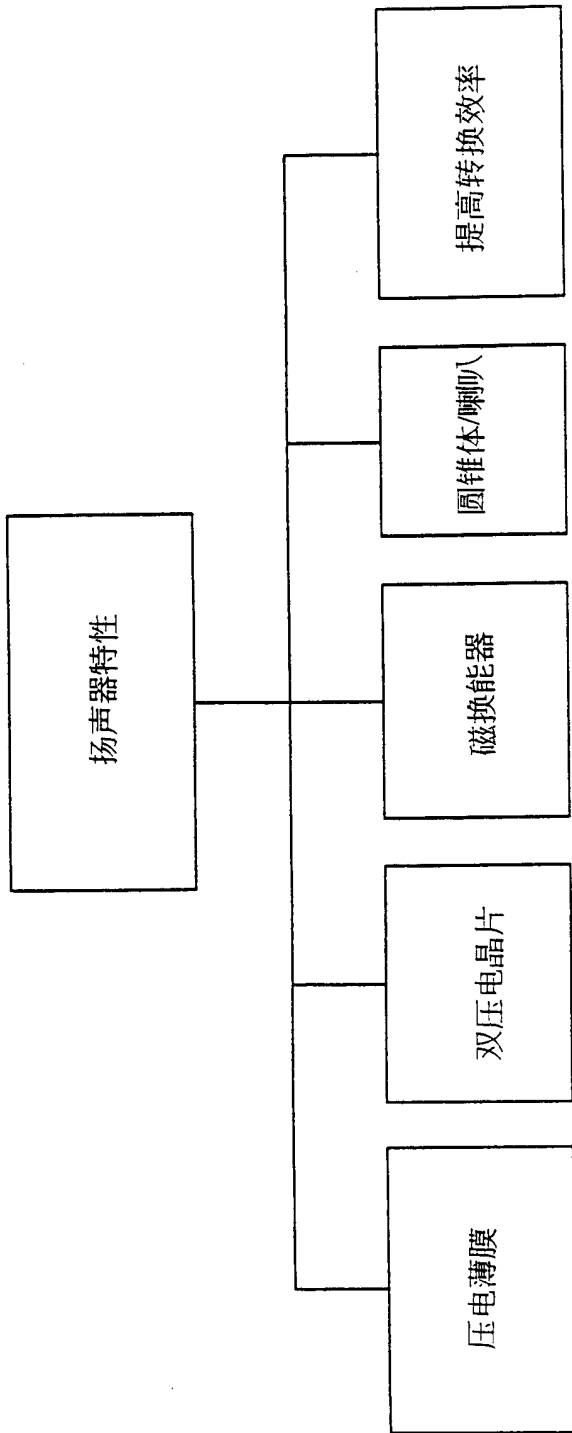


图 2

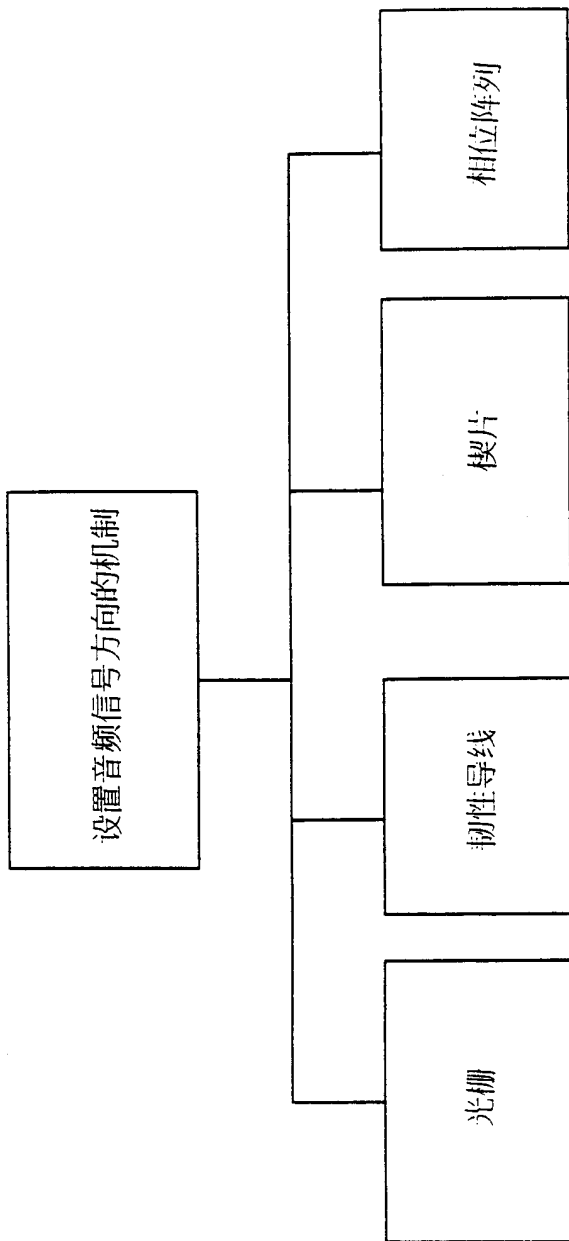


图 3

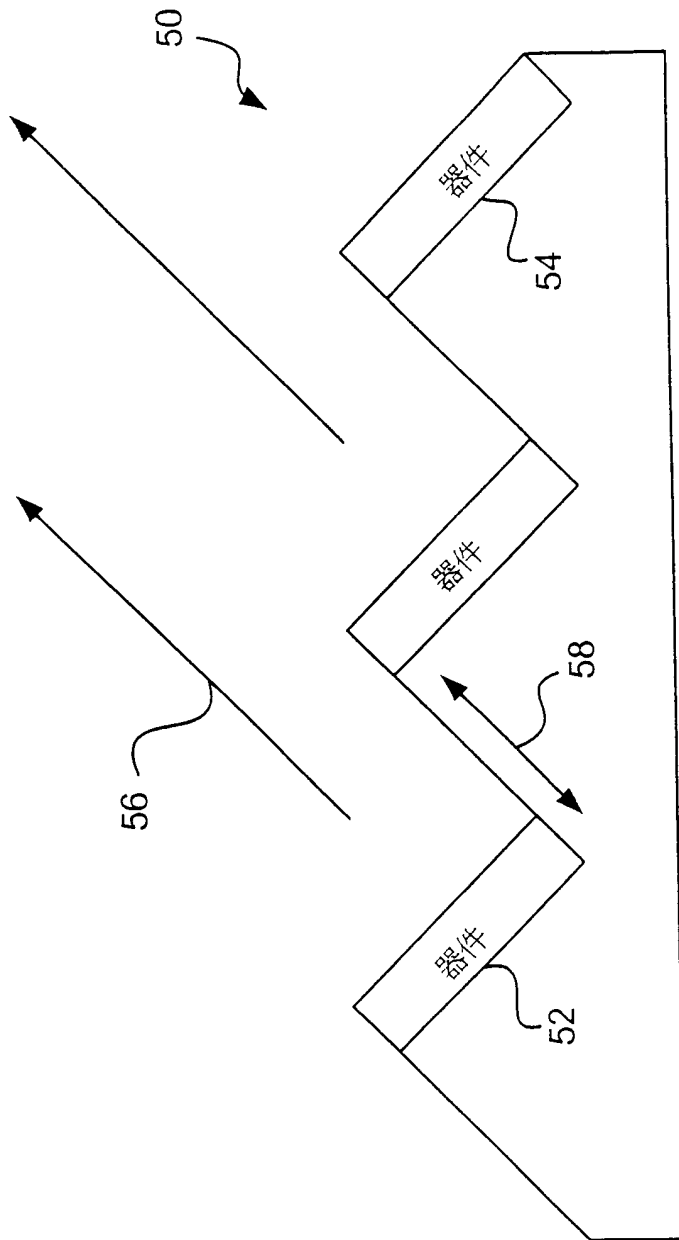


图 4A

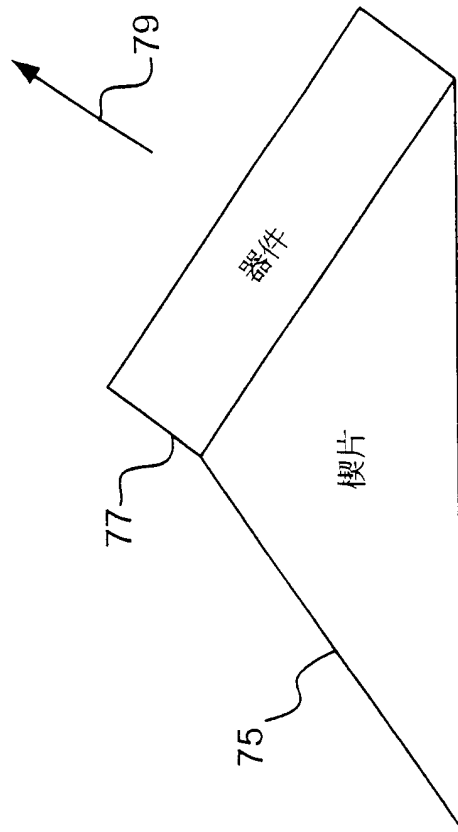


图 4B

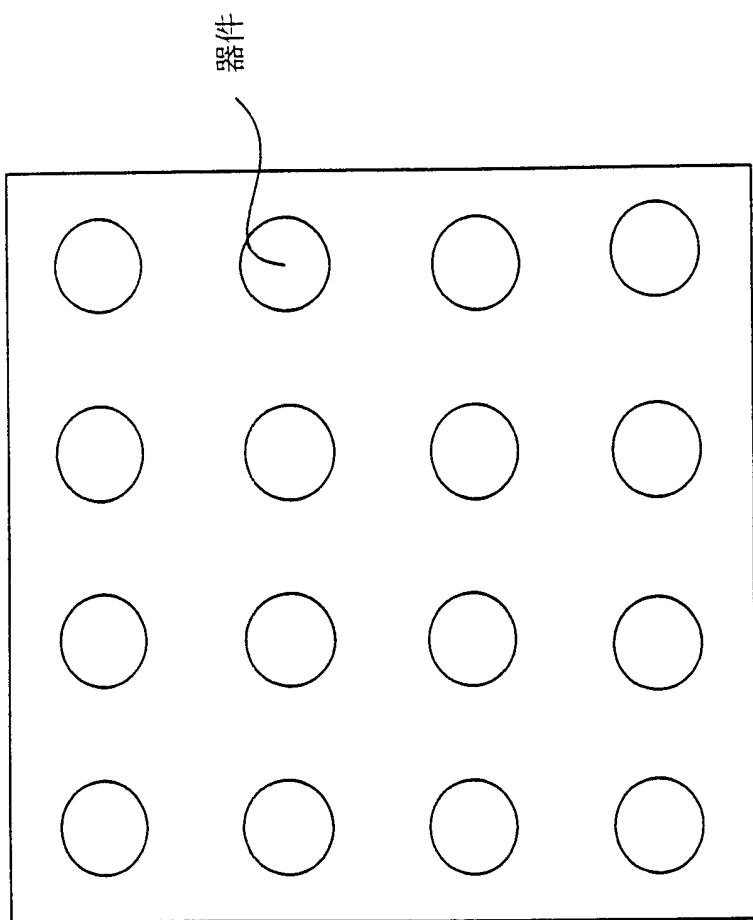


图5

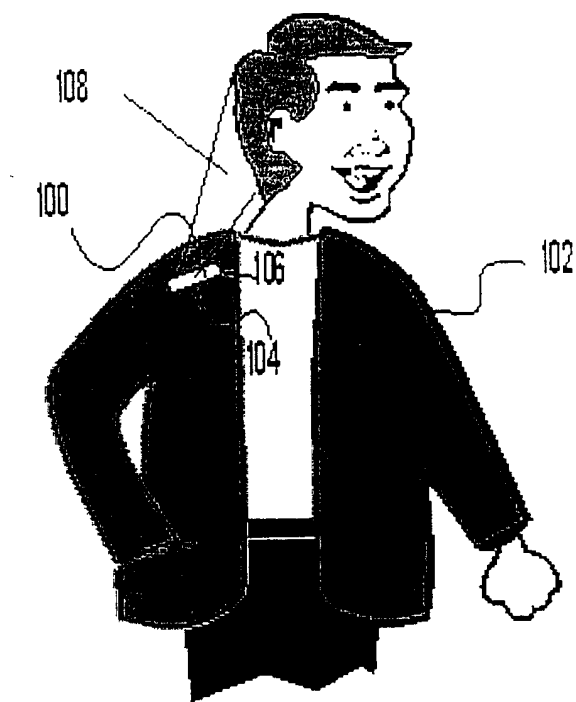


图 6

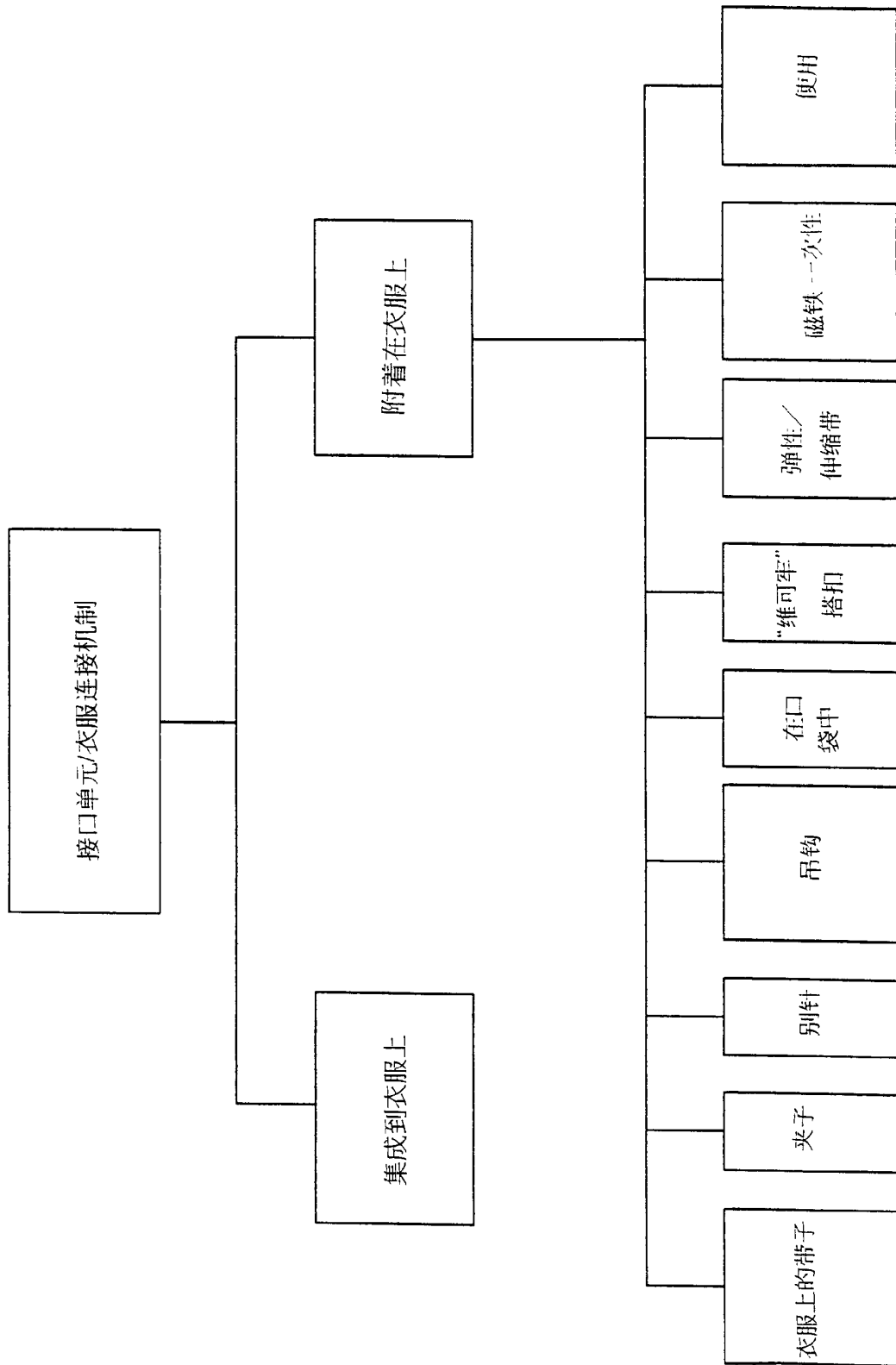


图7

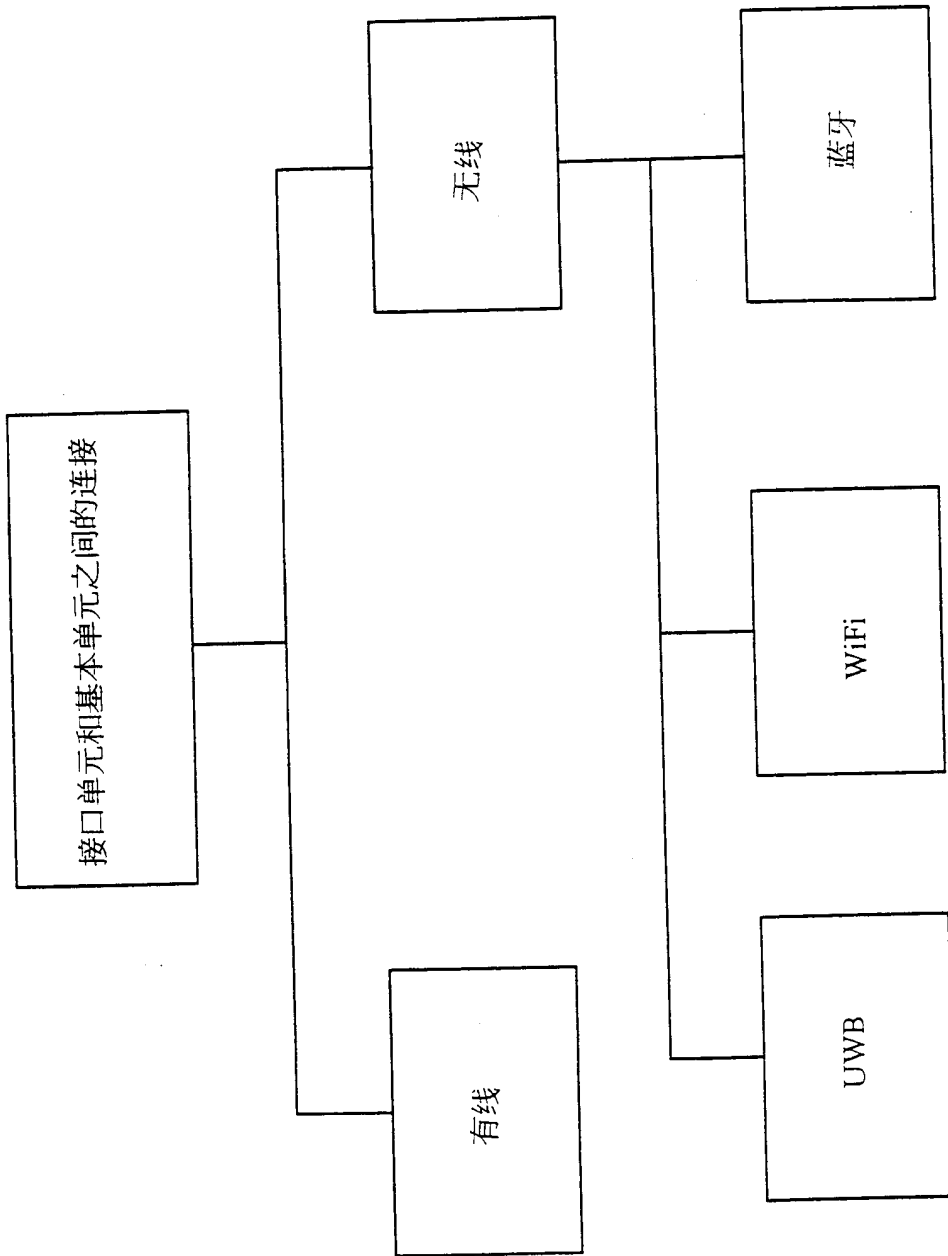


图 8

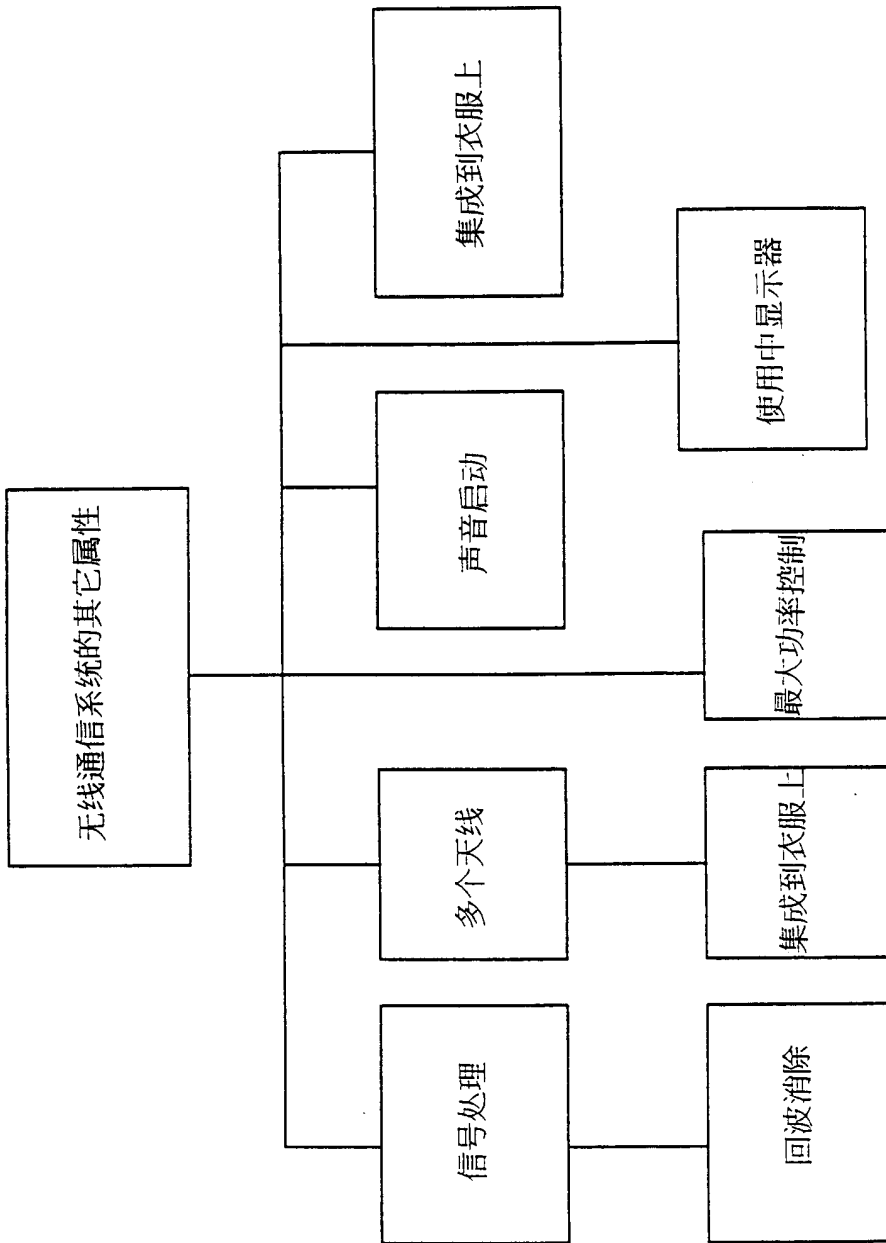


图9

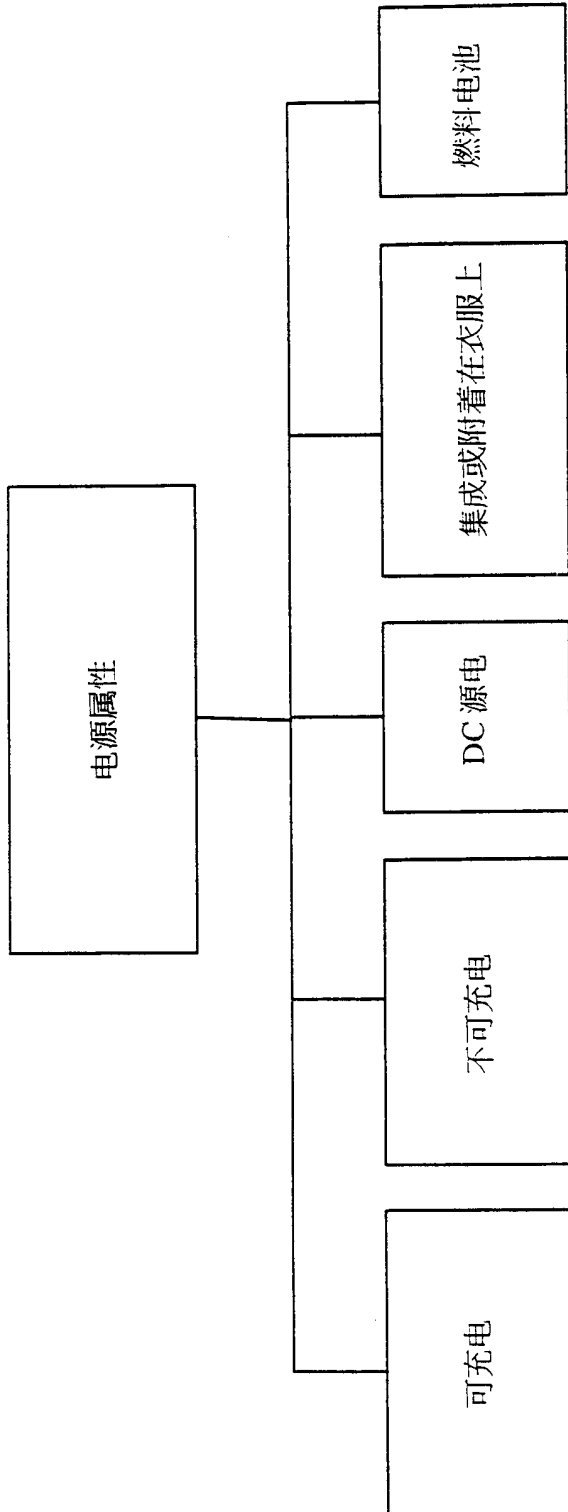


图 10

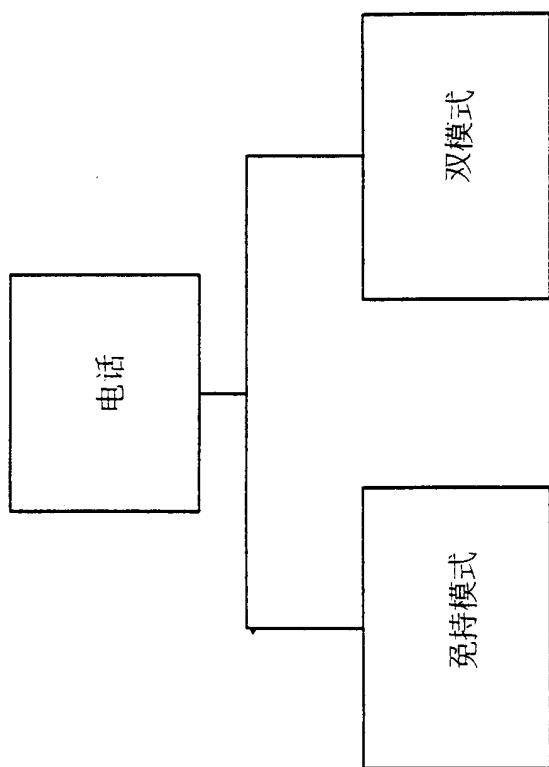


图 11A

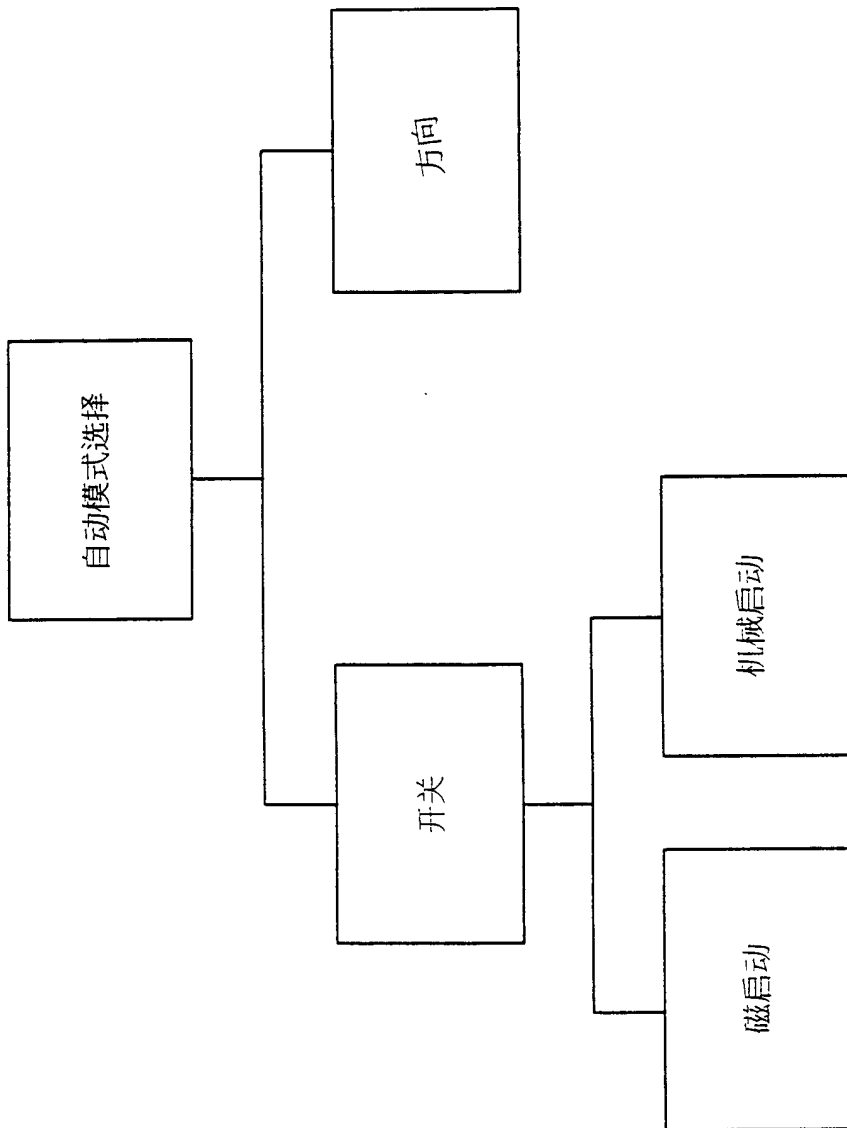


图 11B

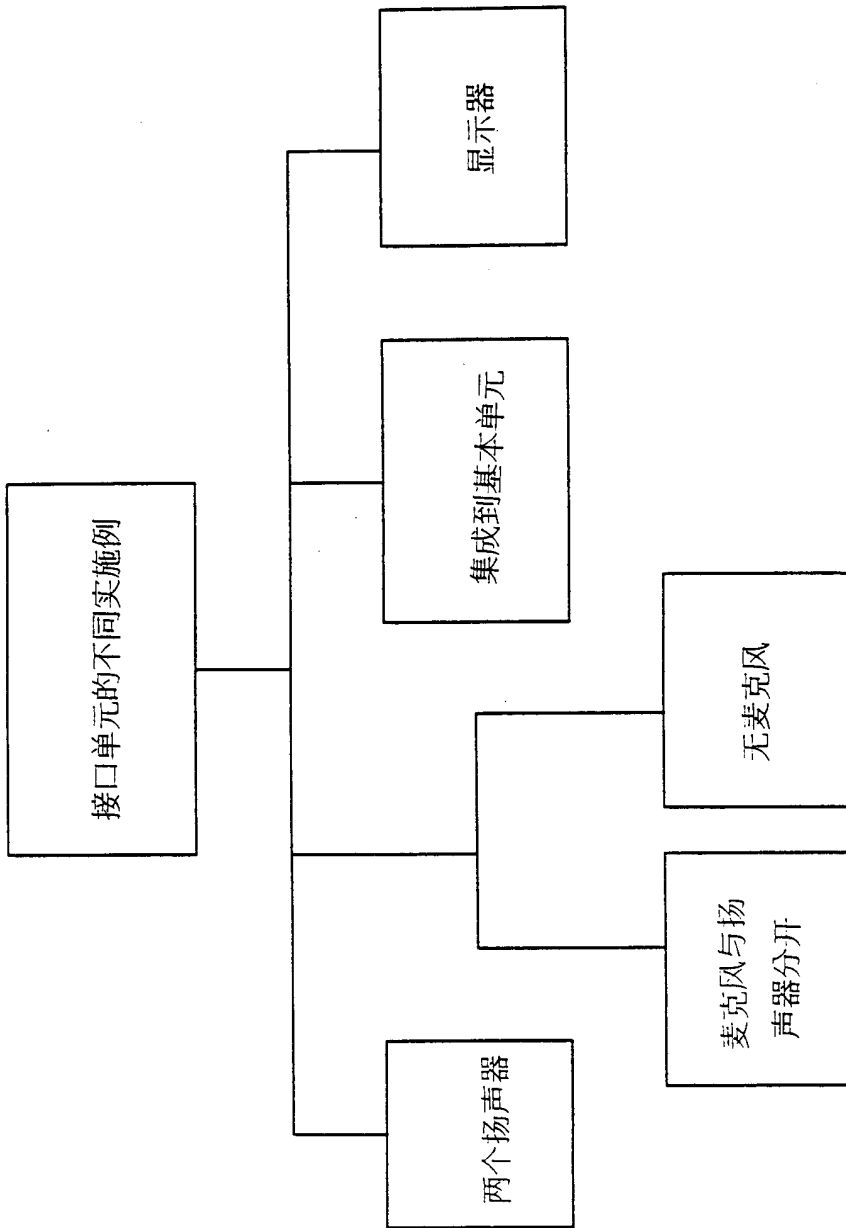


图 12

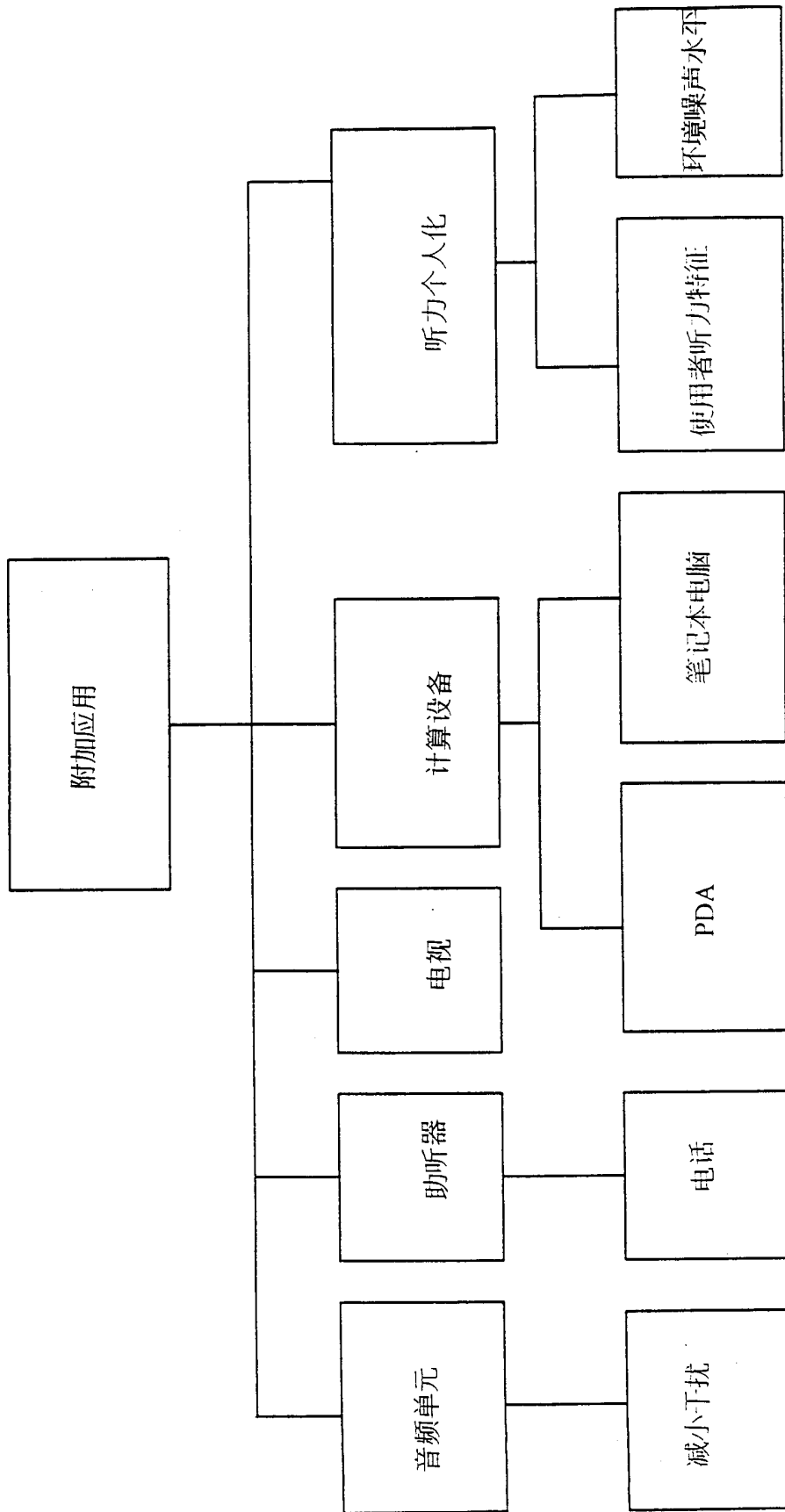


图13

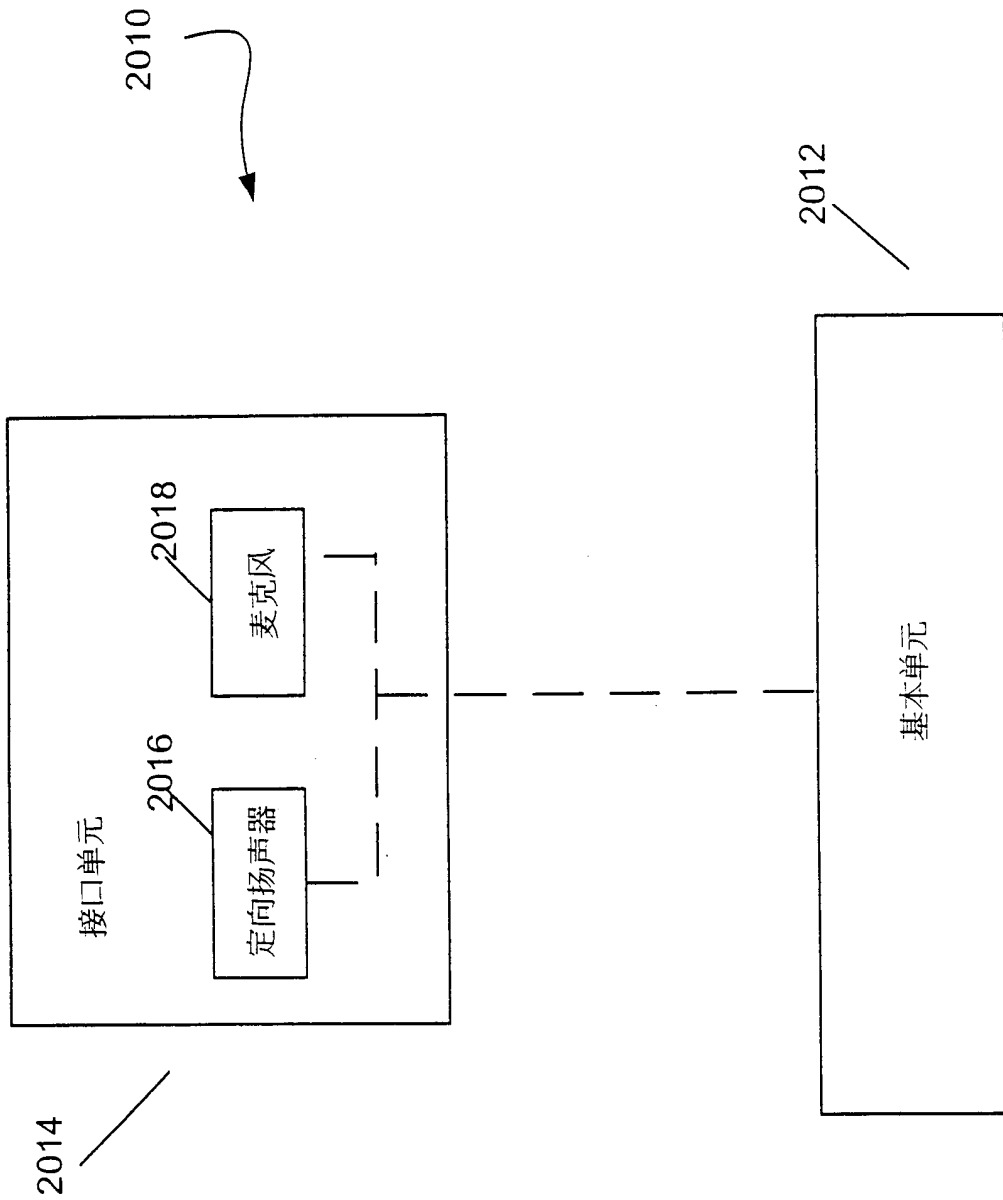


图 14

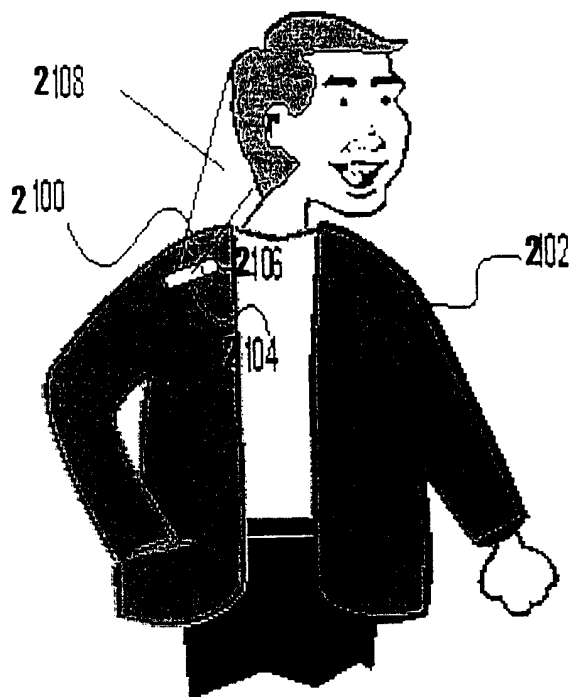


图 15

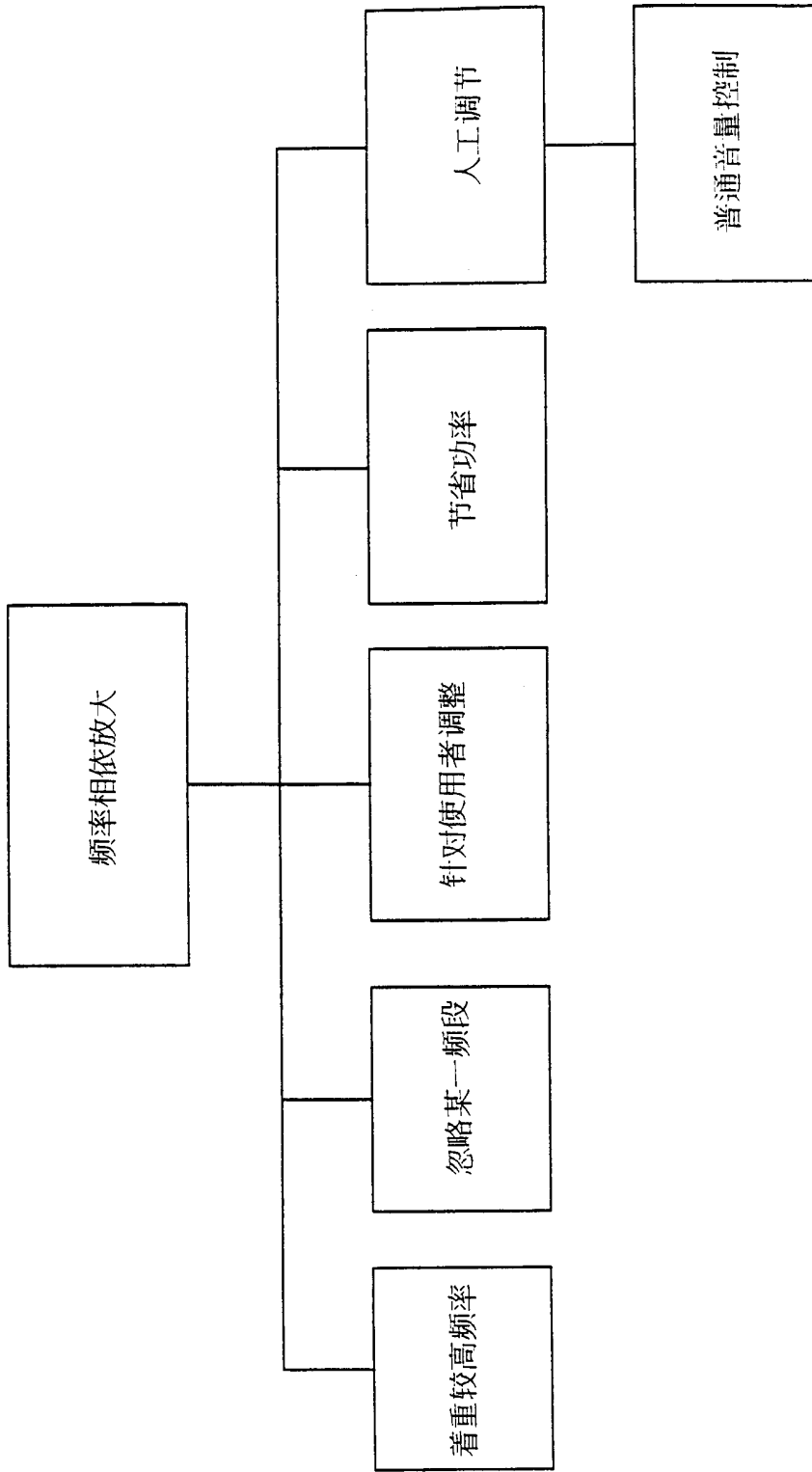


图 16

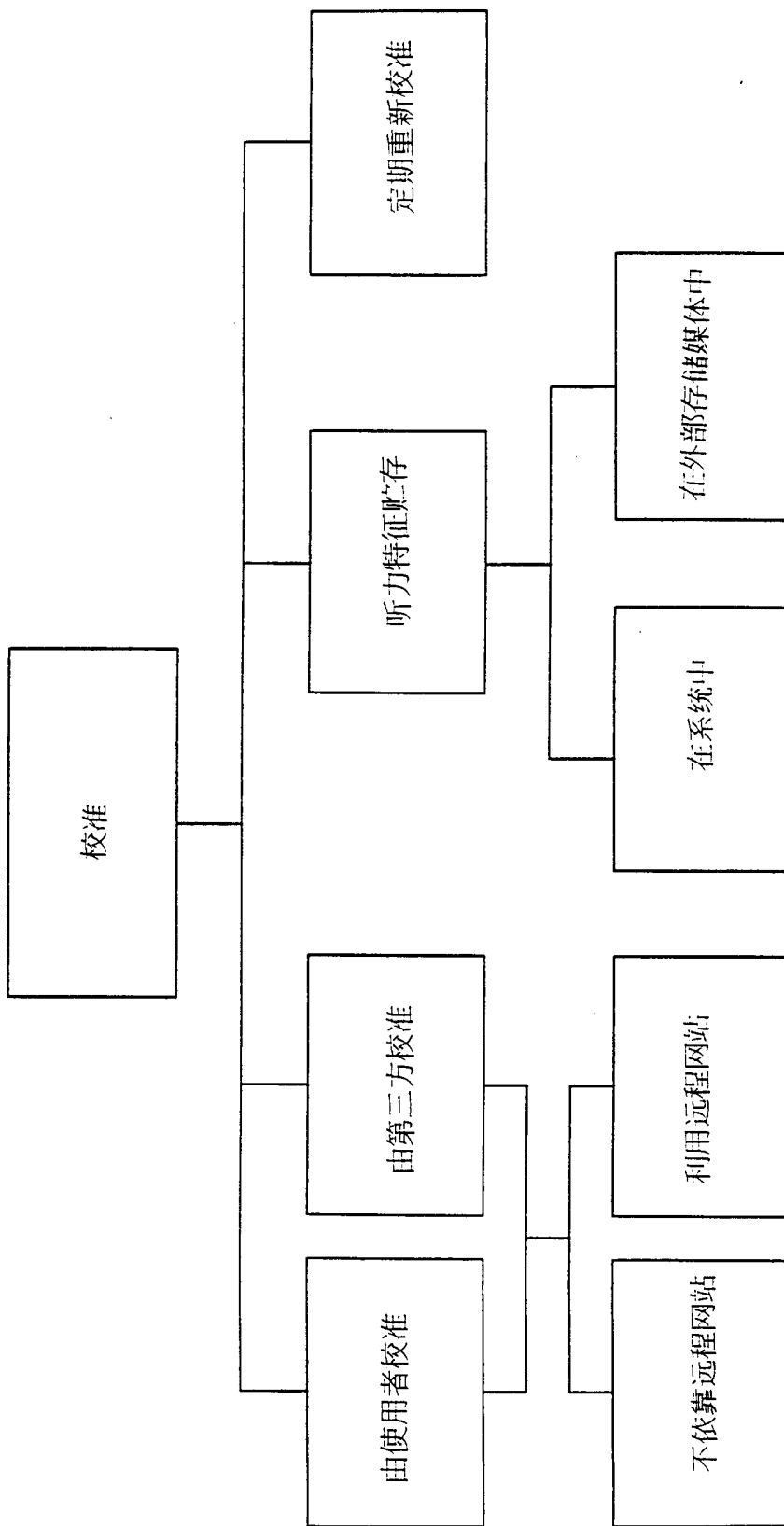


图 17

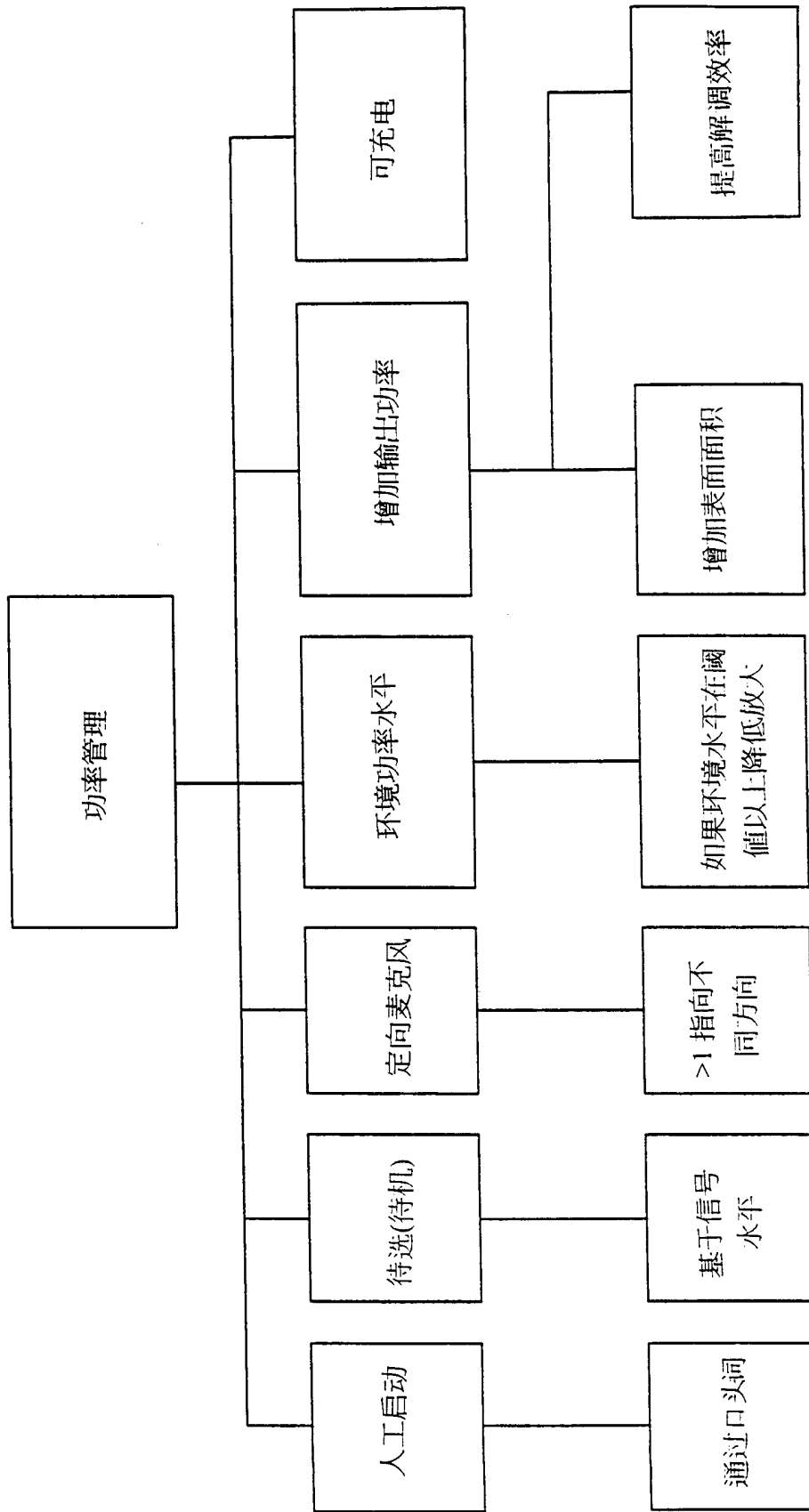


图18A

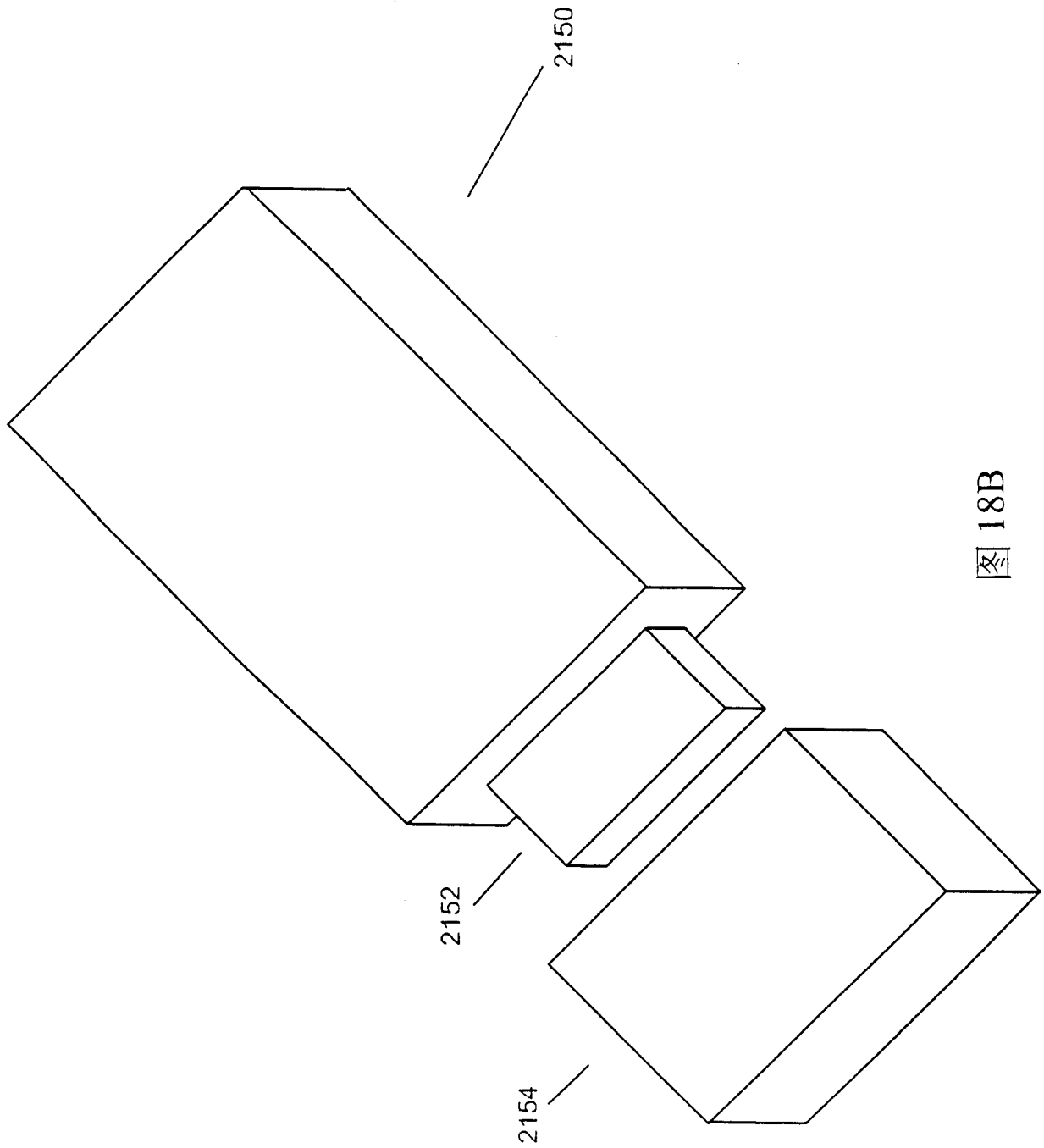


图 18B

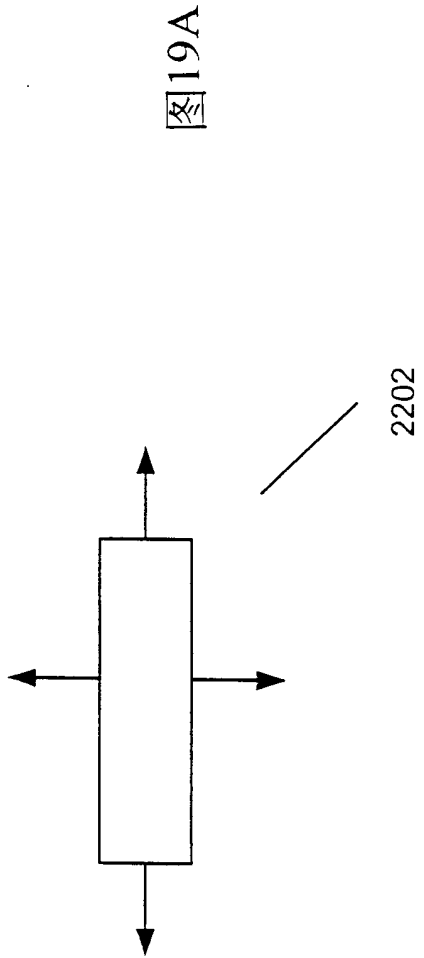


图19A

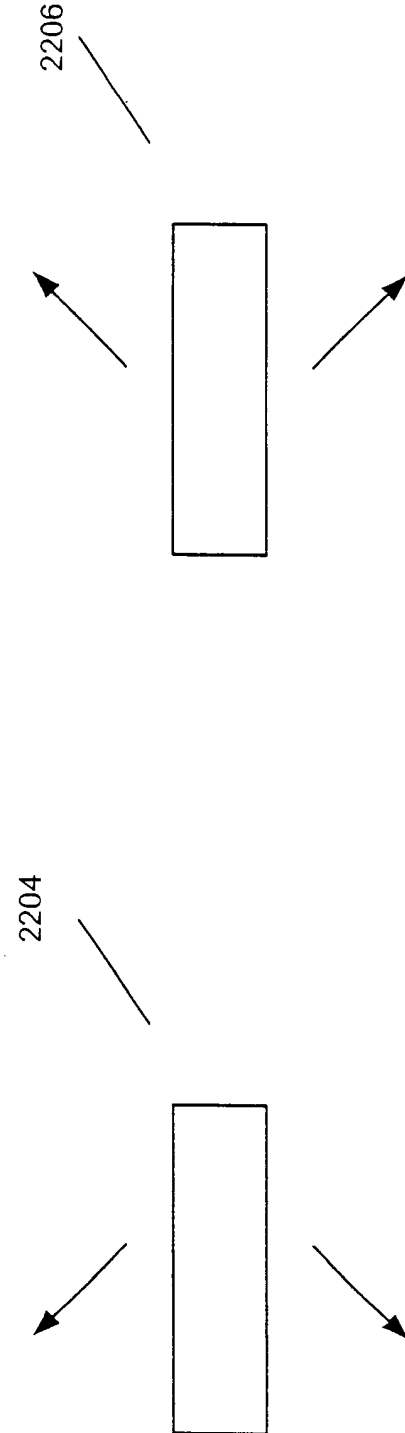


图19C

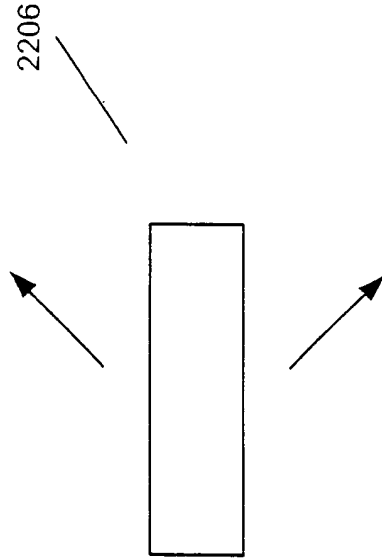


图19B

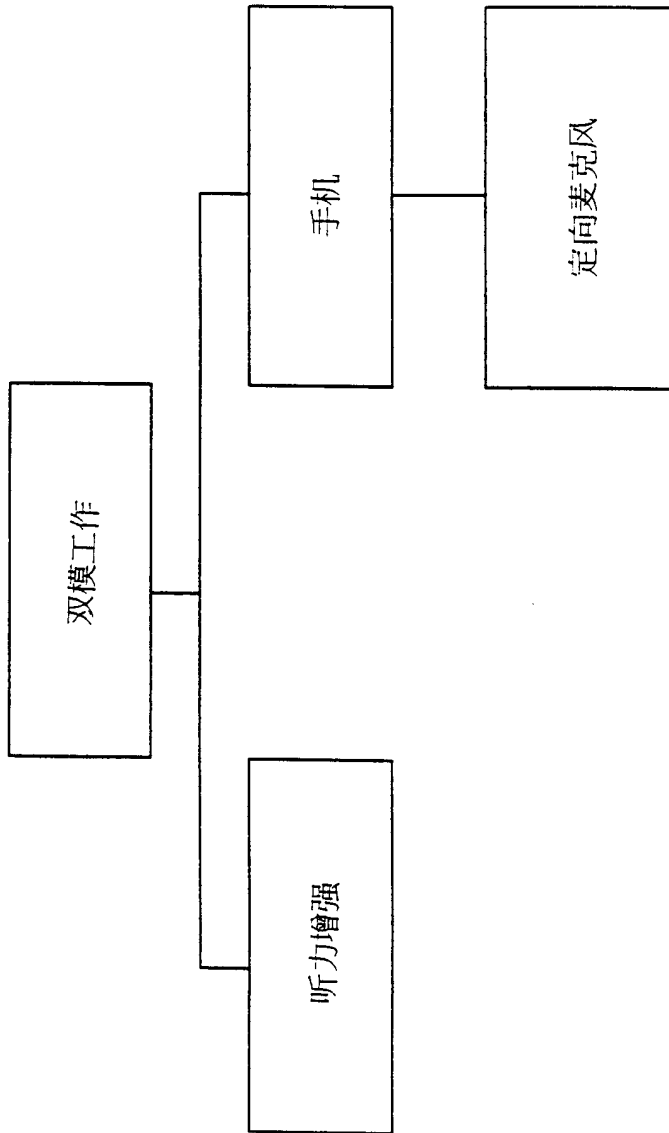


图 20

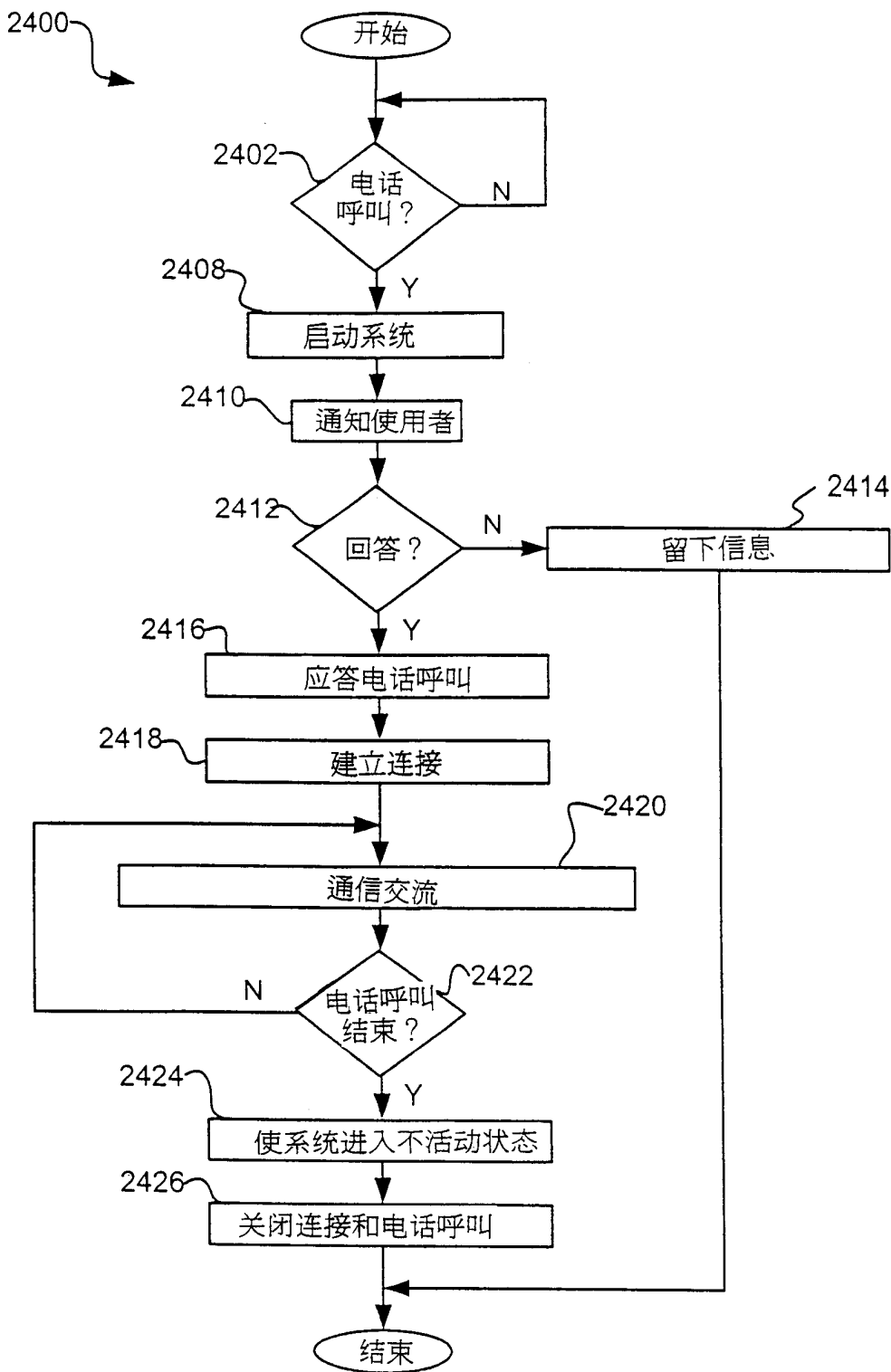


图 21

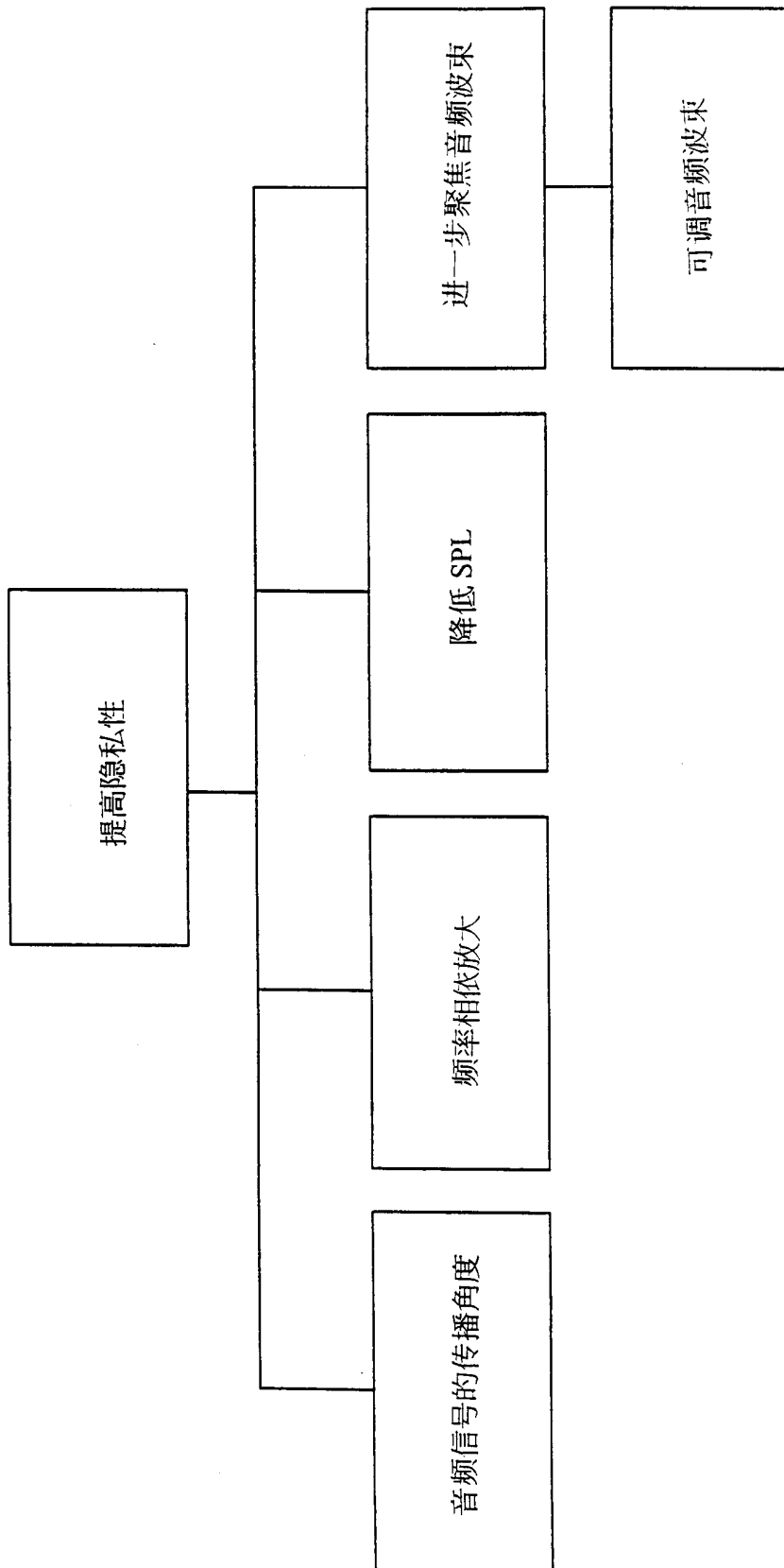


图 22

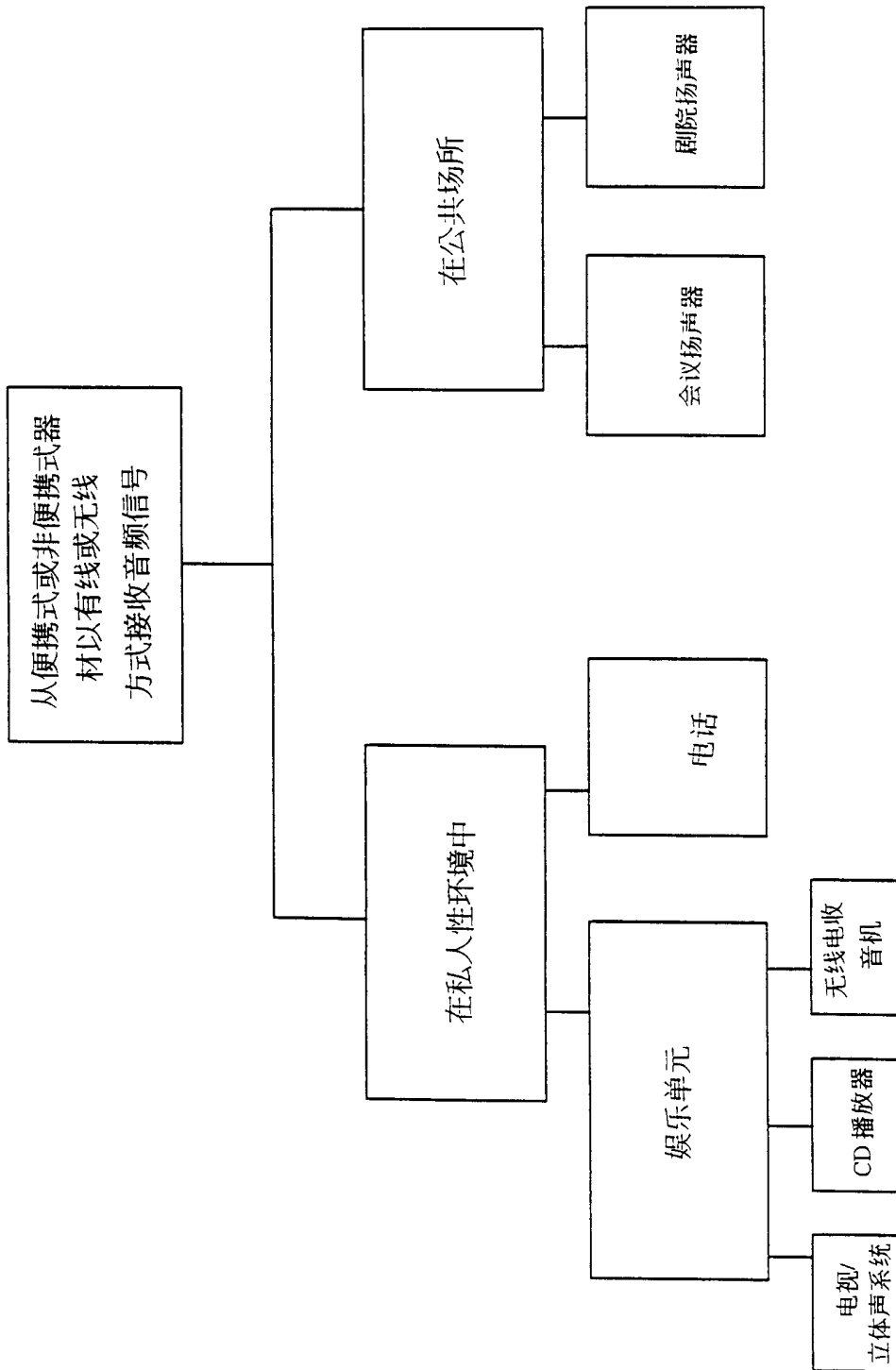


图 23

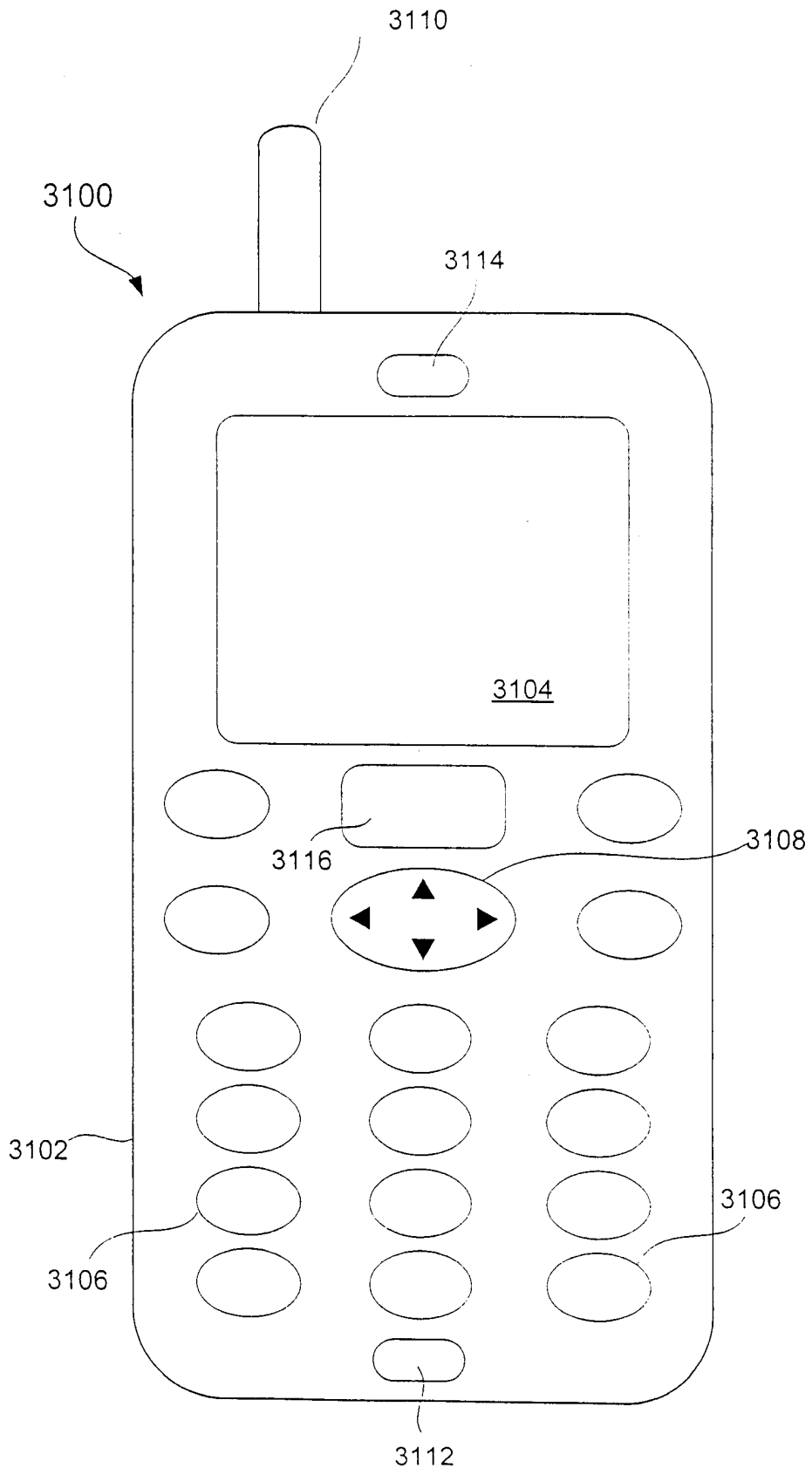


图 24A

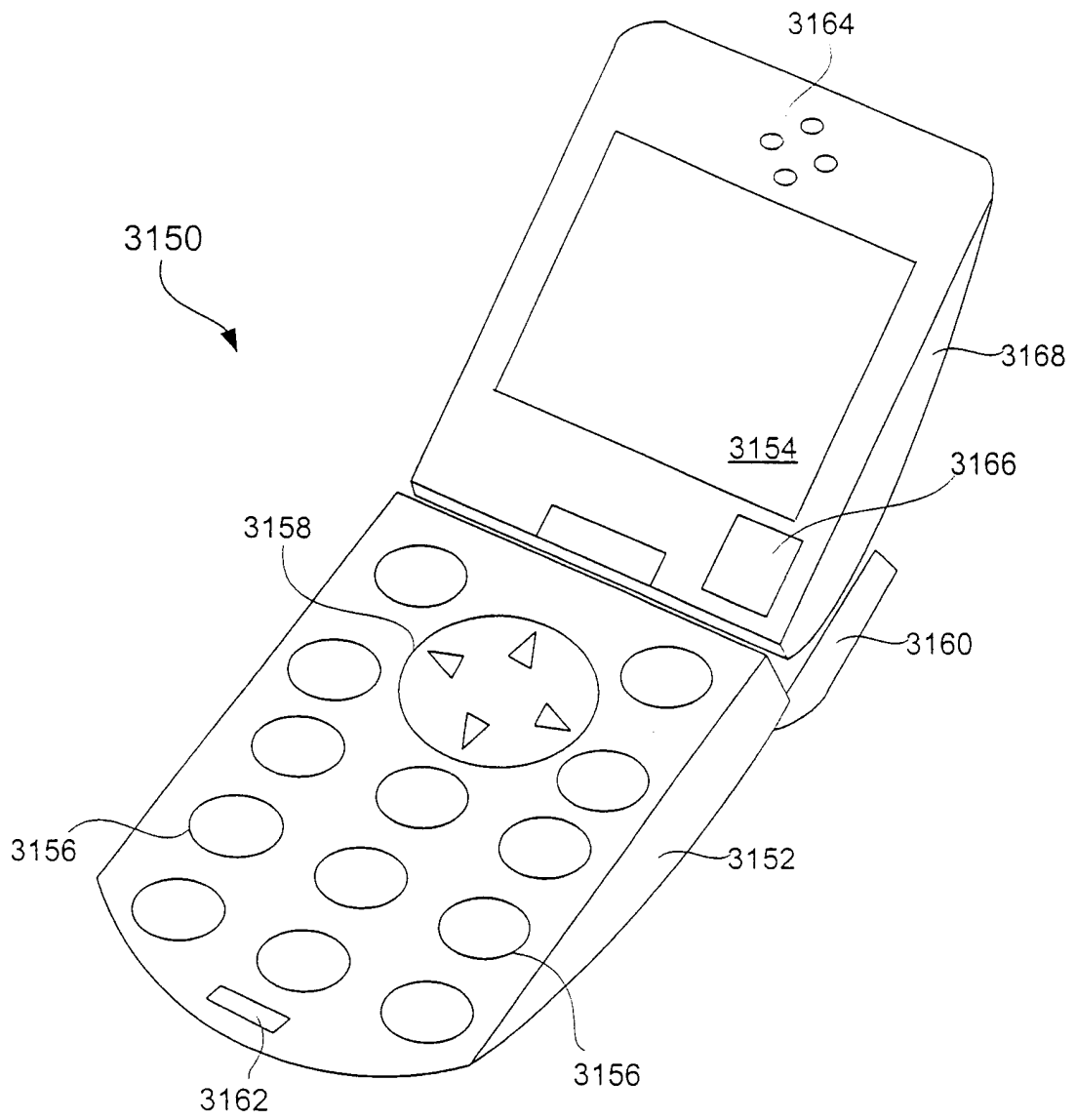


图 24B

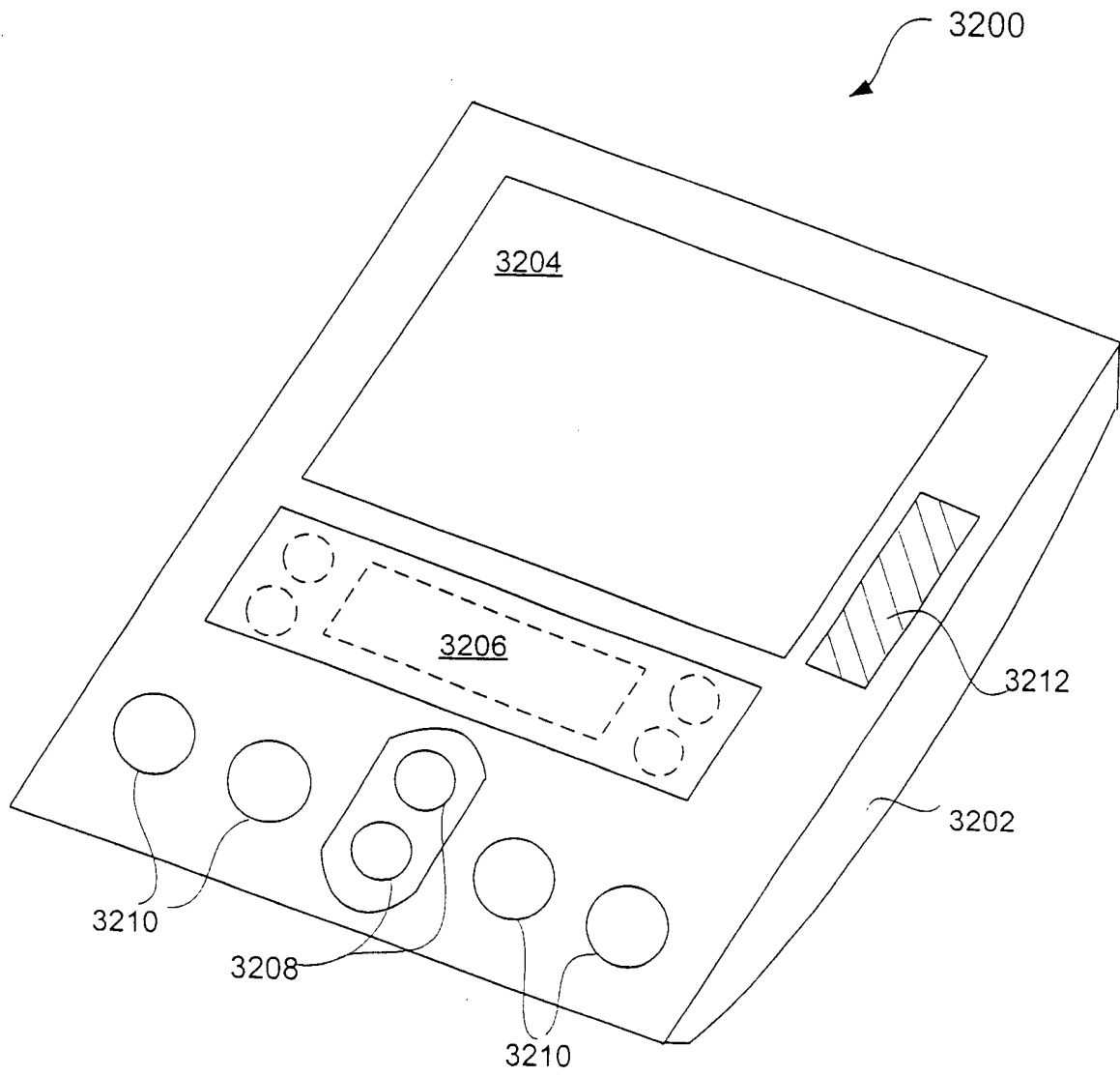


图 25

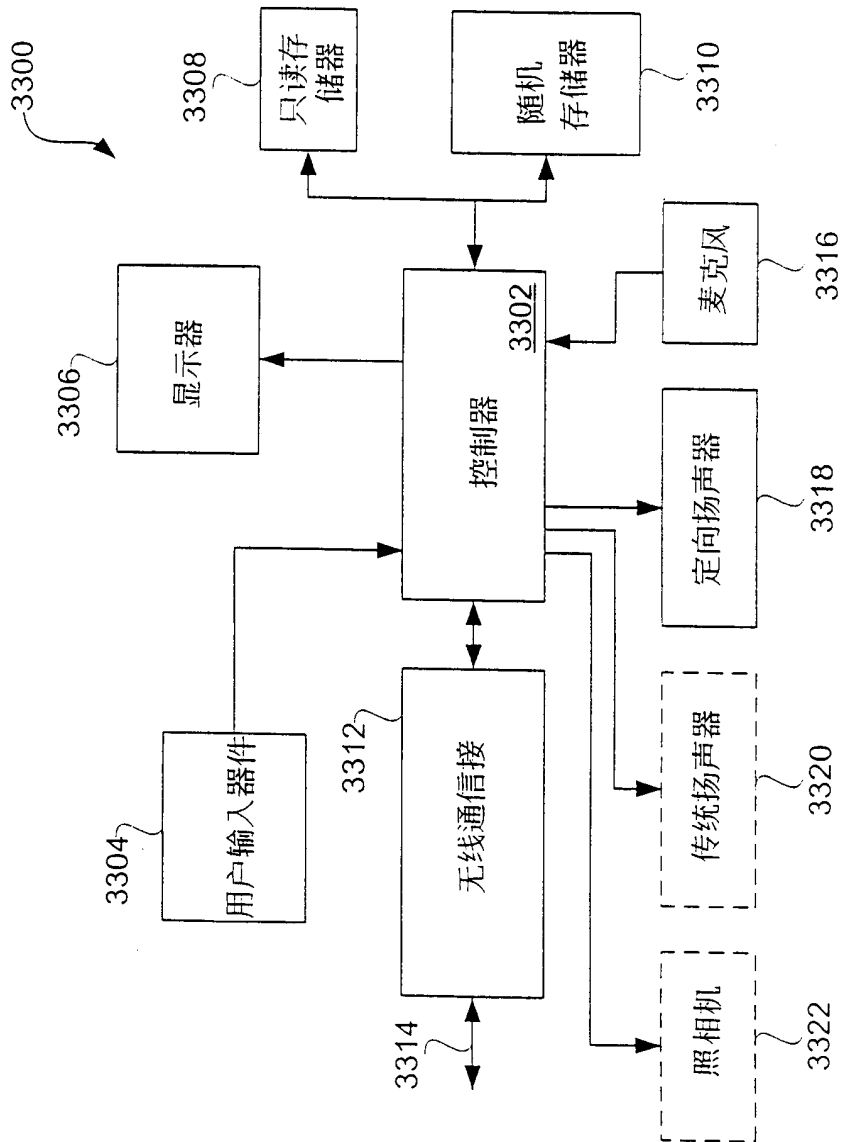


图 26

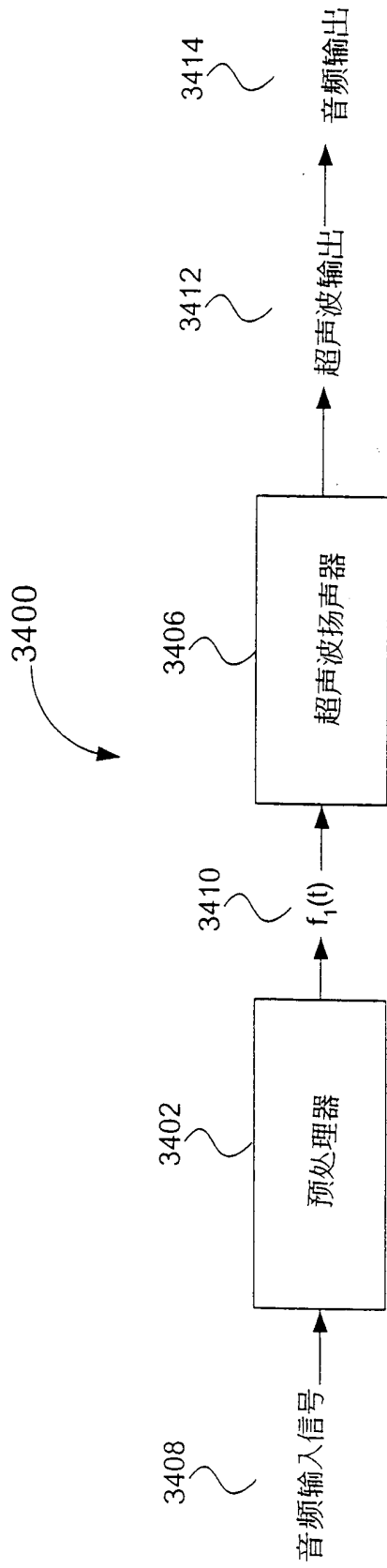


图 27A

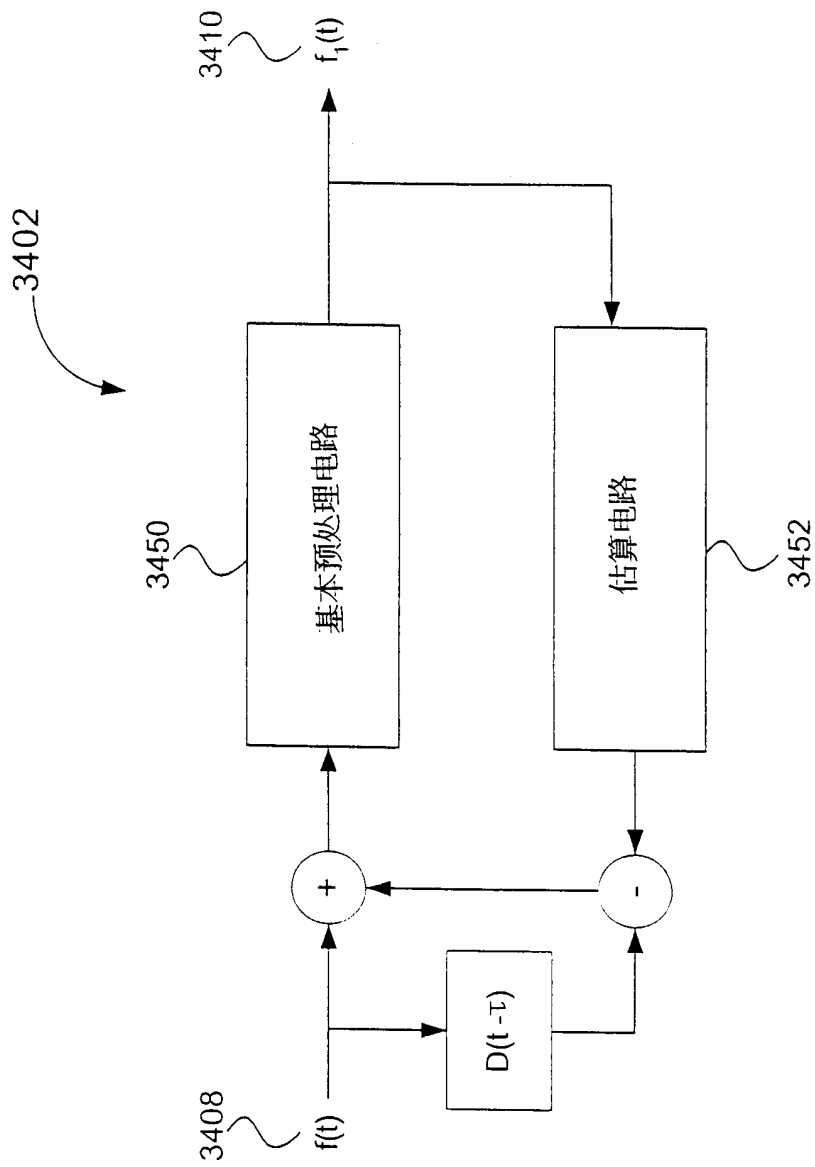


图 27B

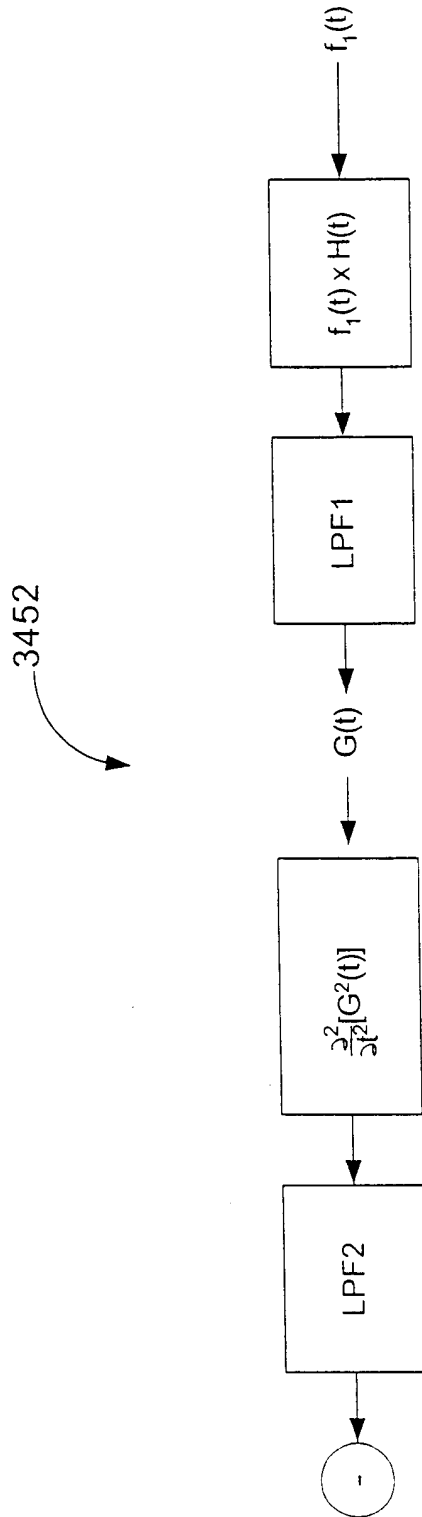


图 27C

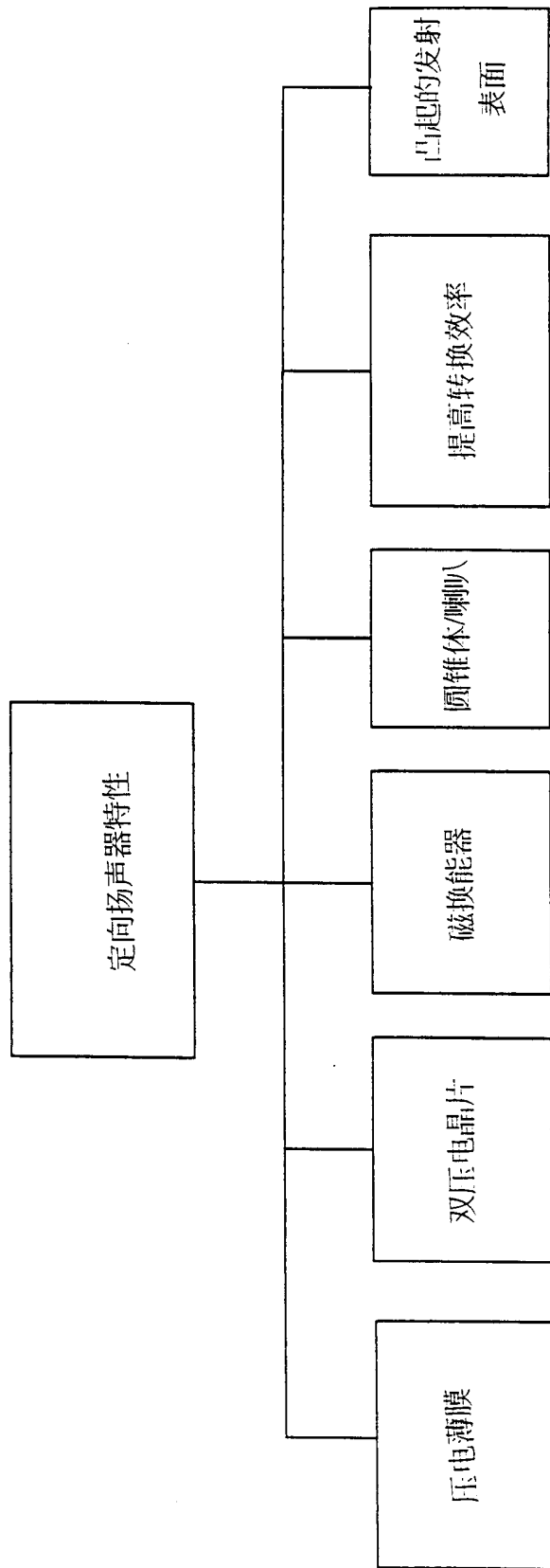


图 28

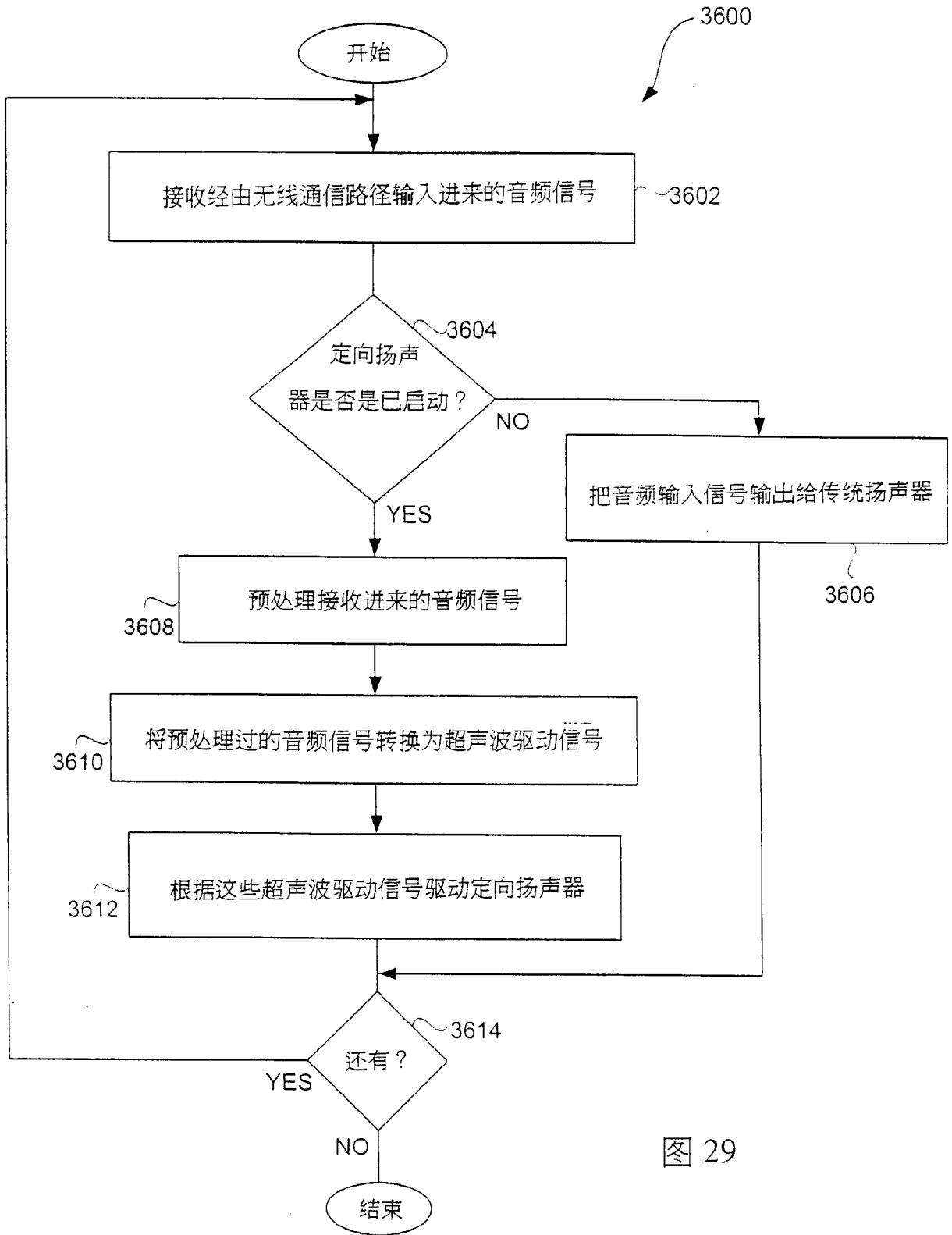


图 29

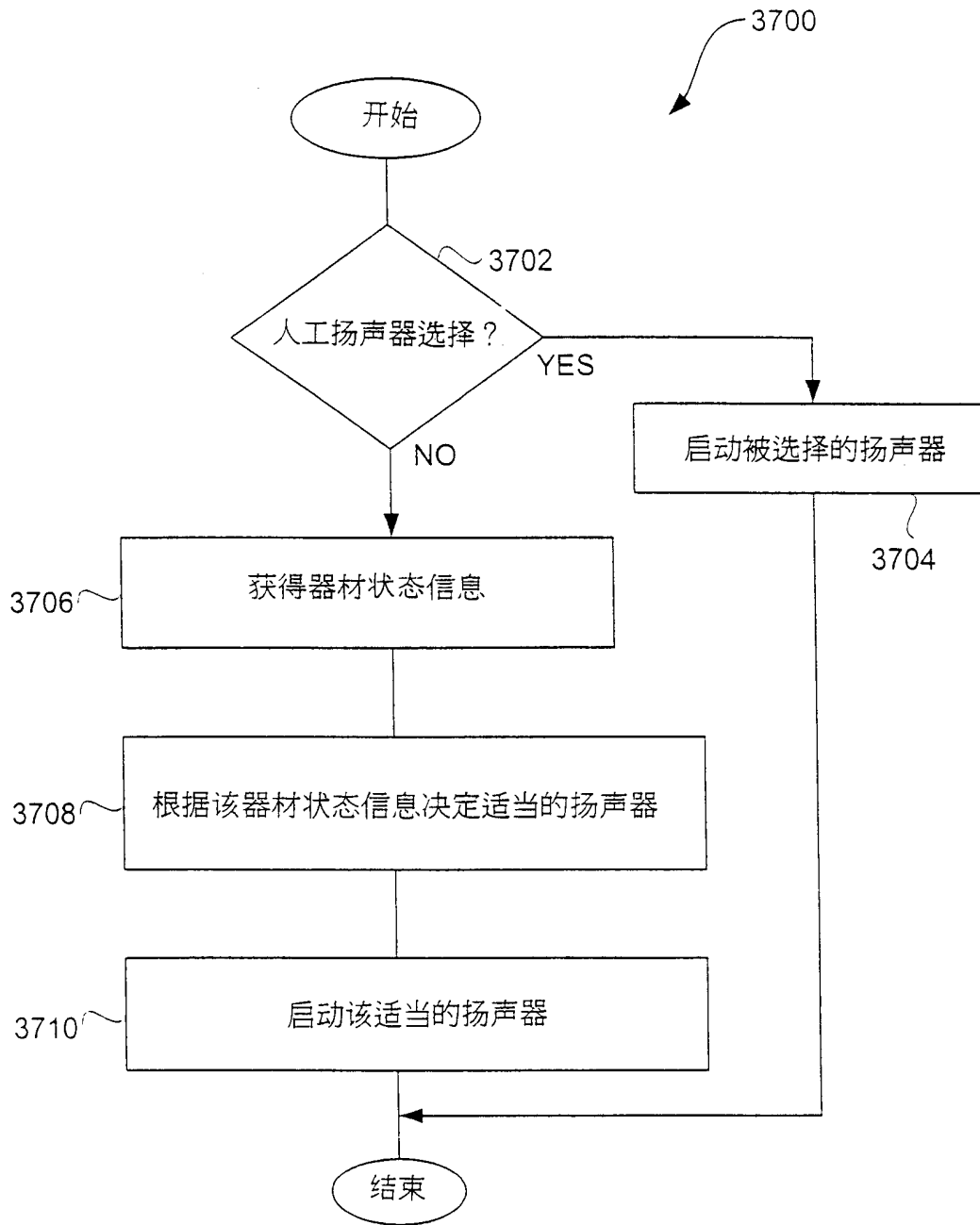


图 30

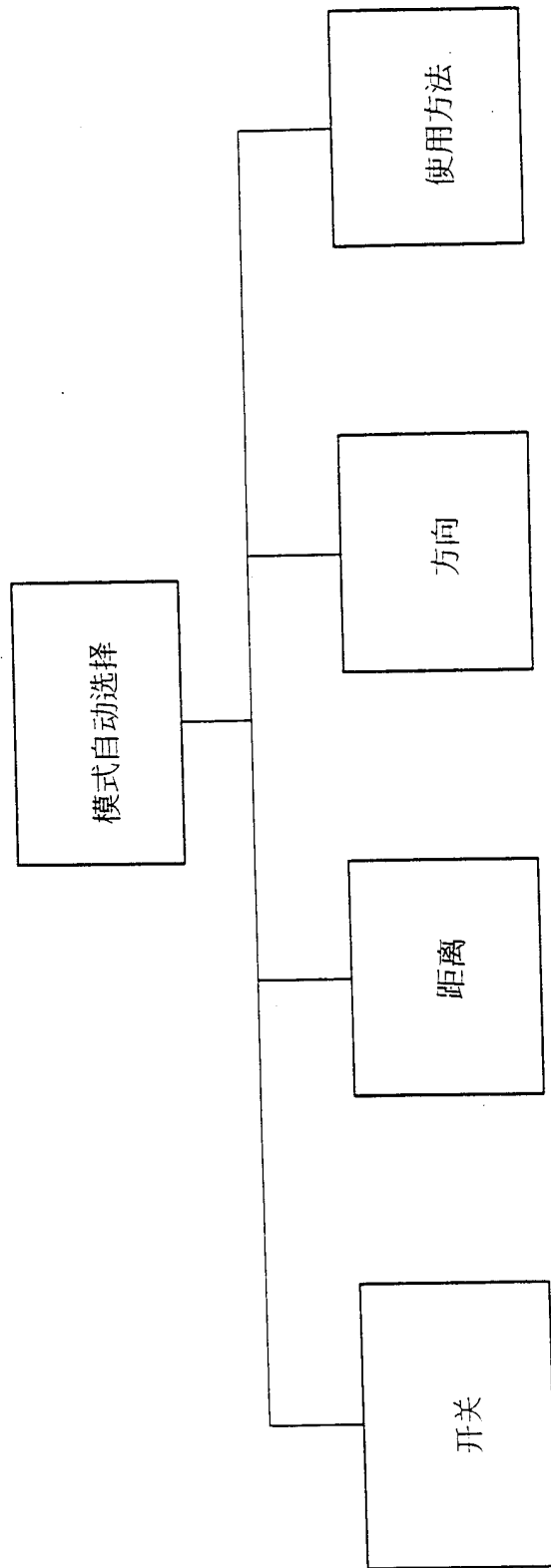


图 31

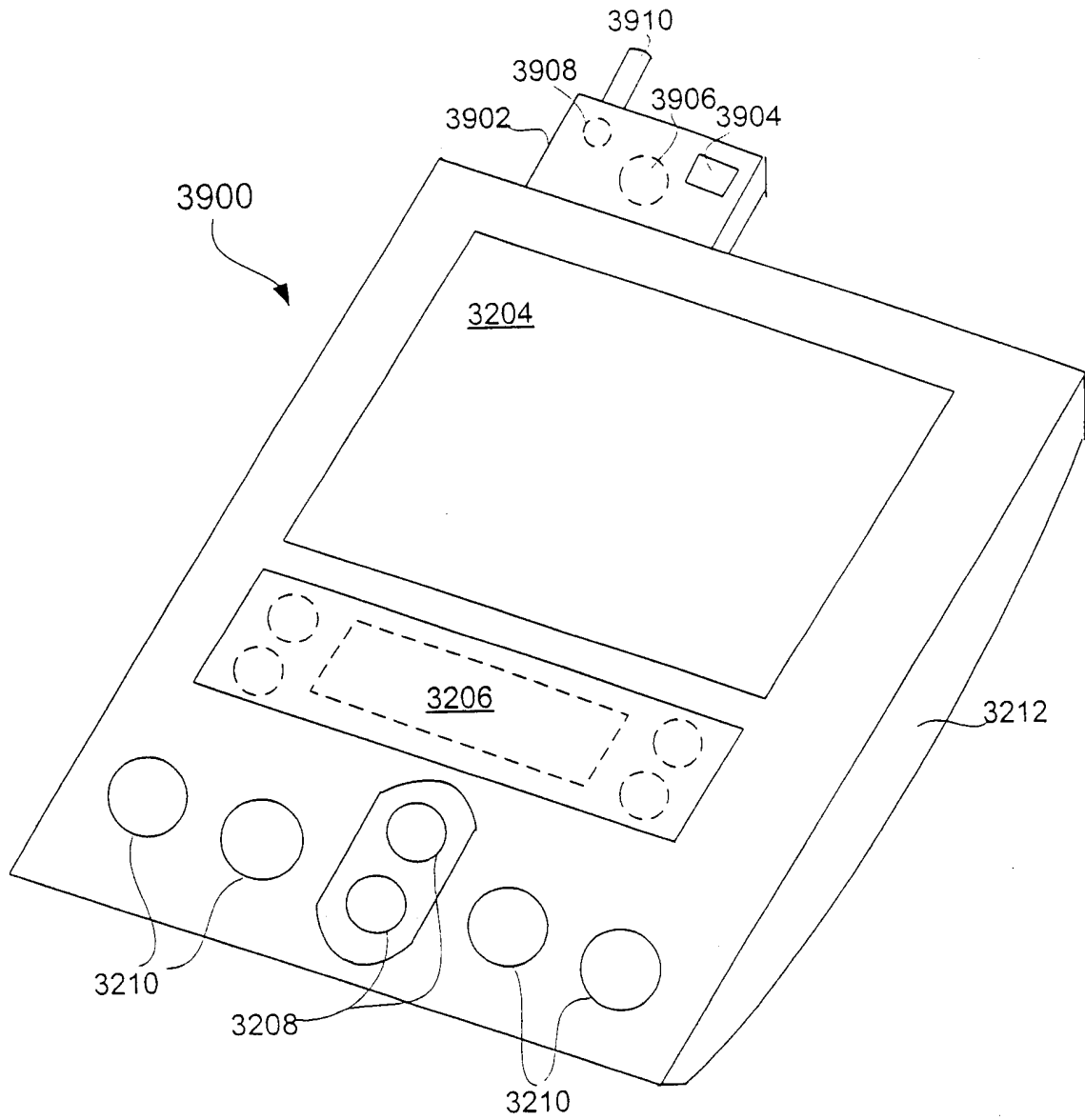


图32 A

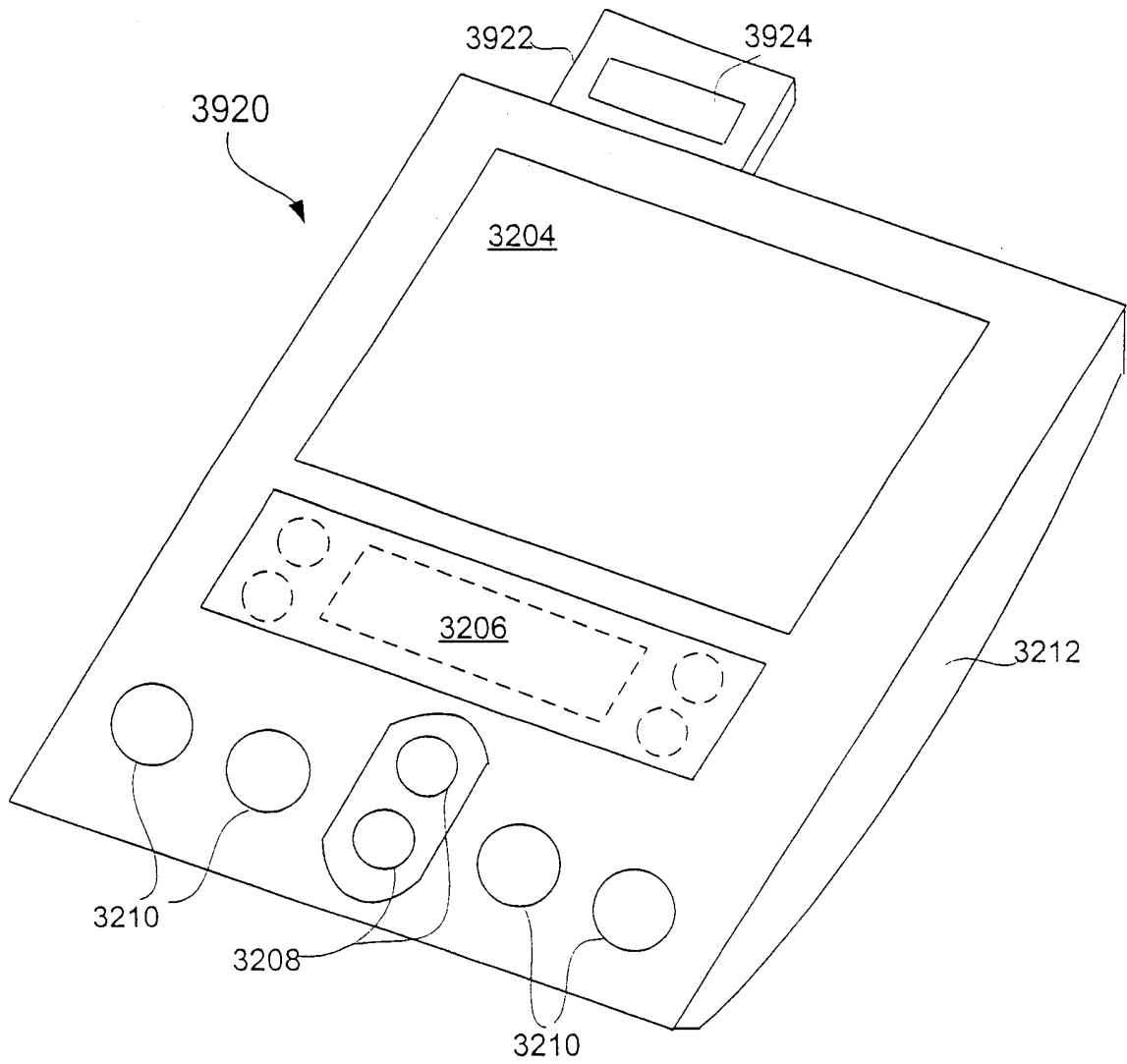


图32 B

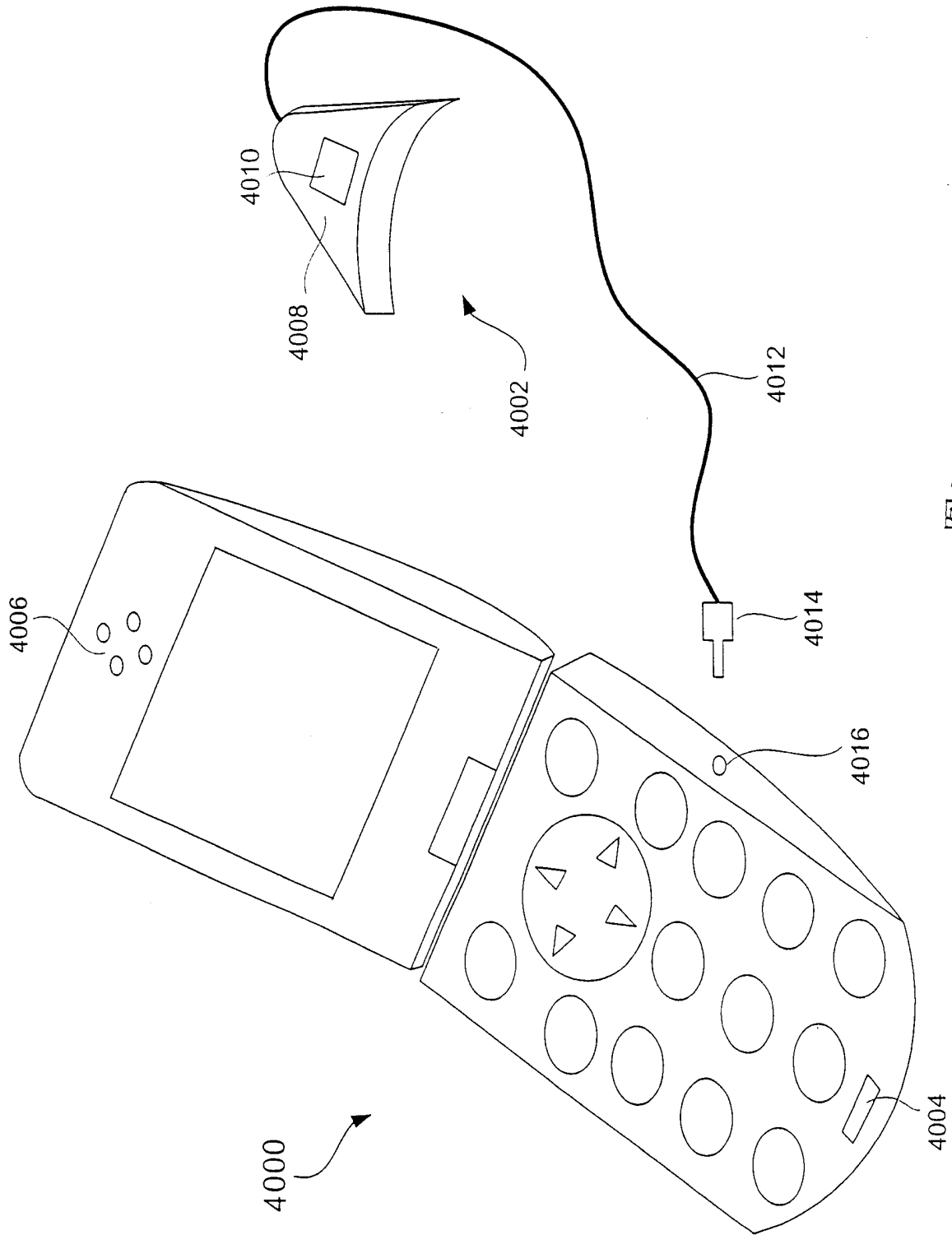


图 33

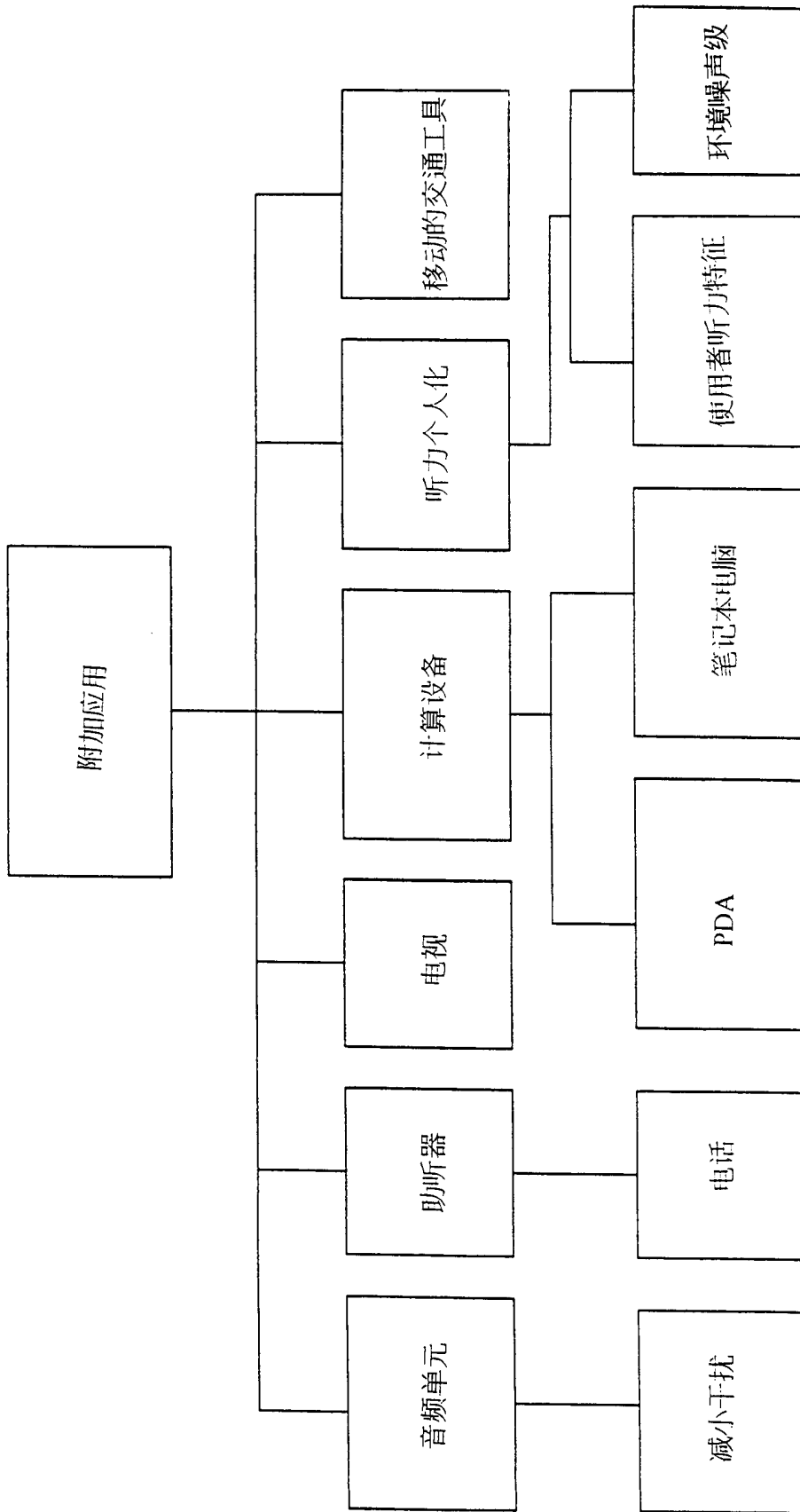


图 34

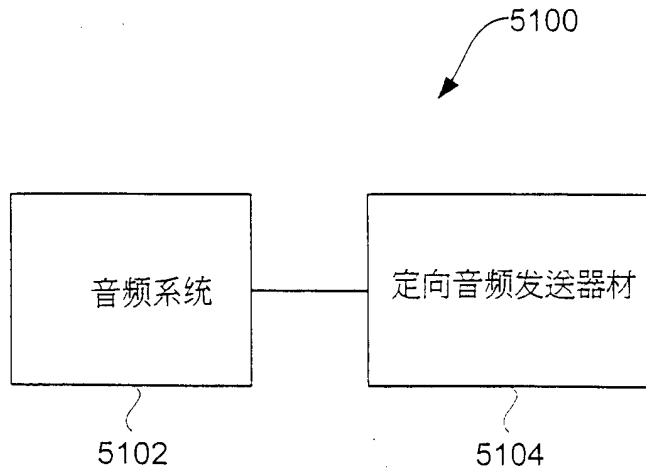


图 35

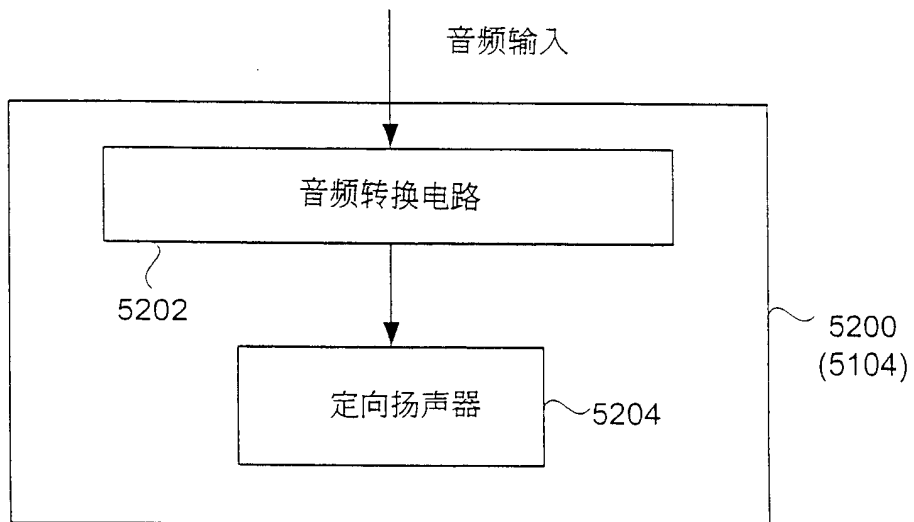


图 36A

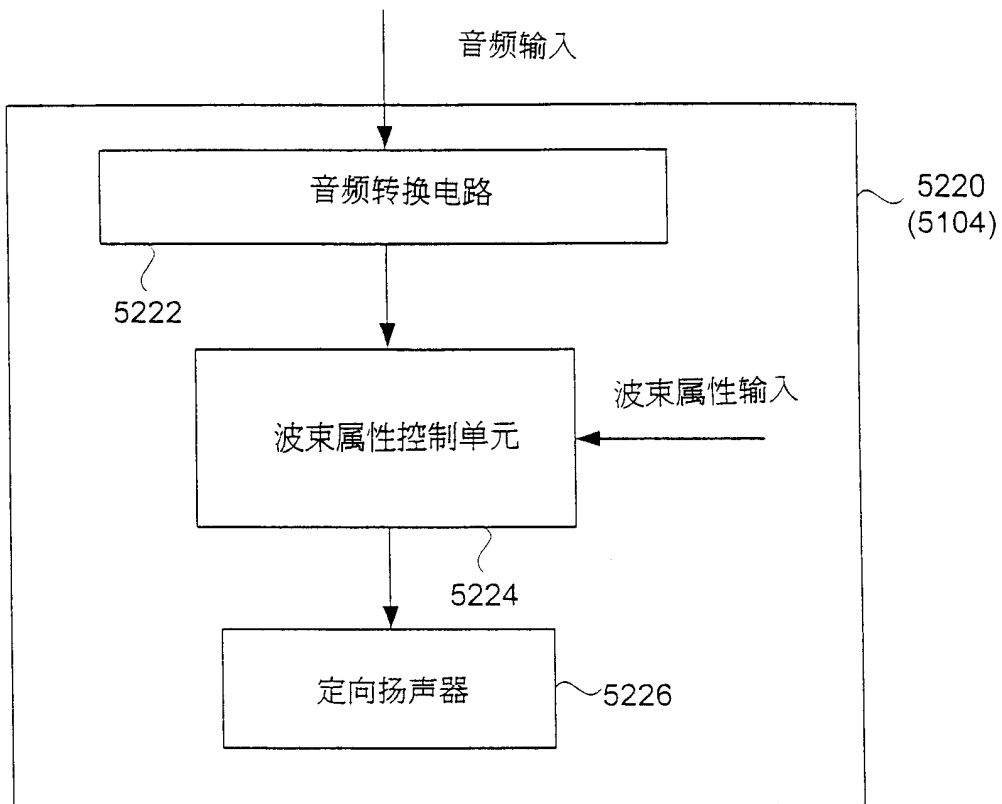


图 36B

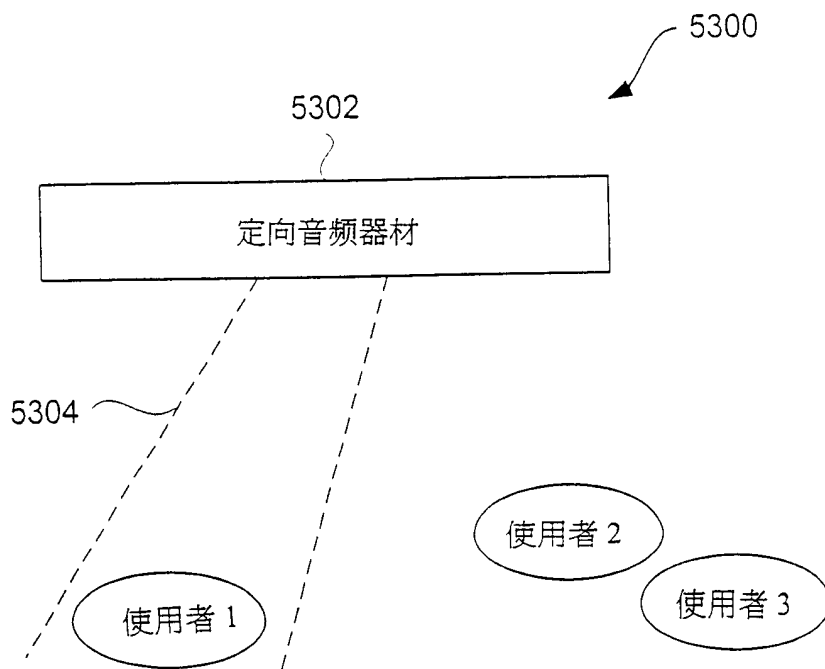


图 37A

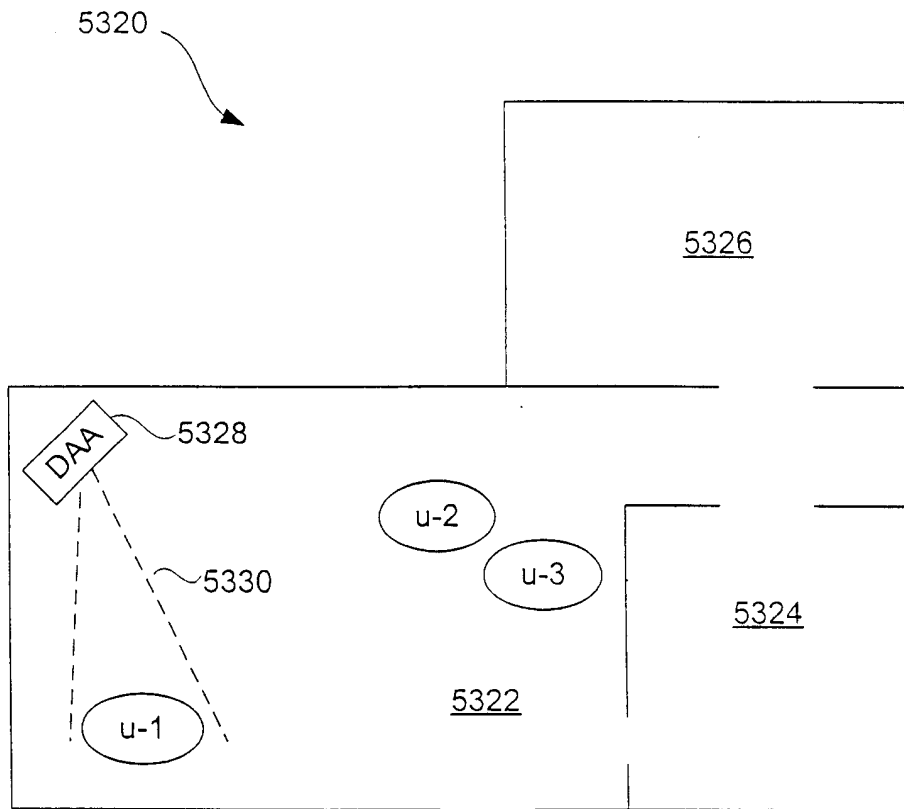


图 37B

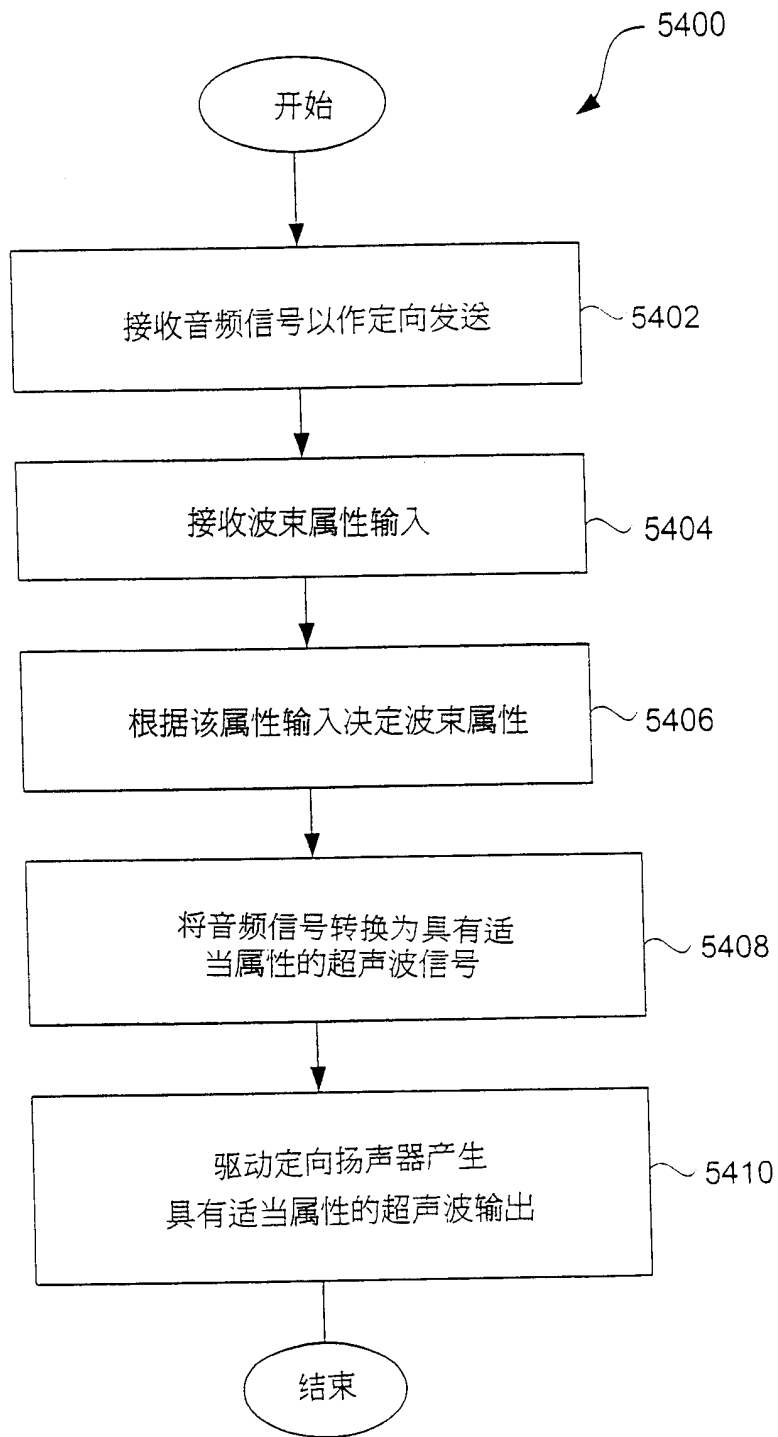


图 38

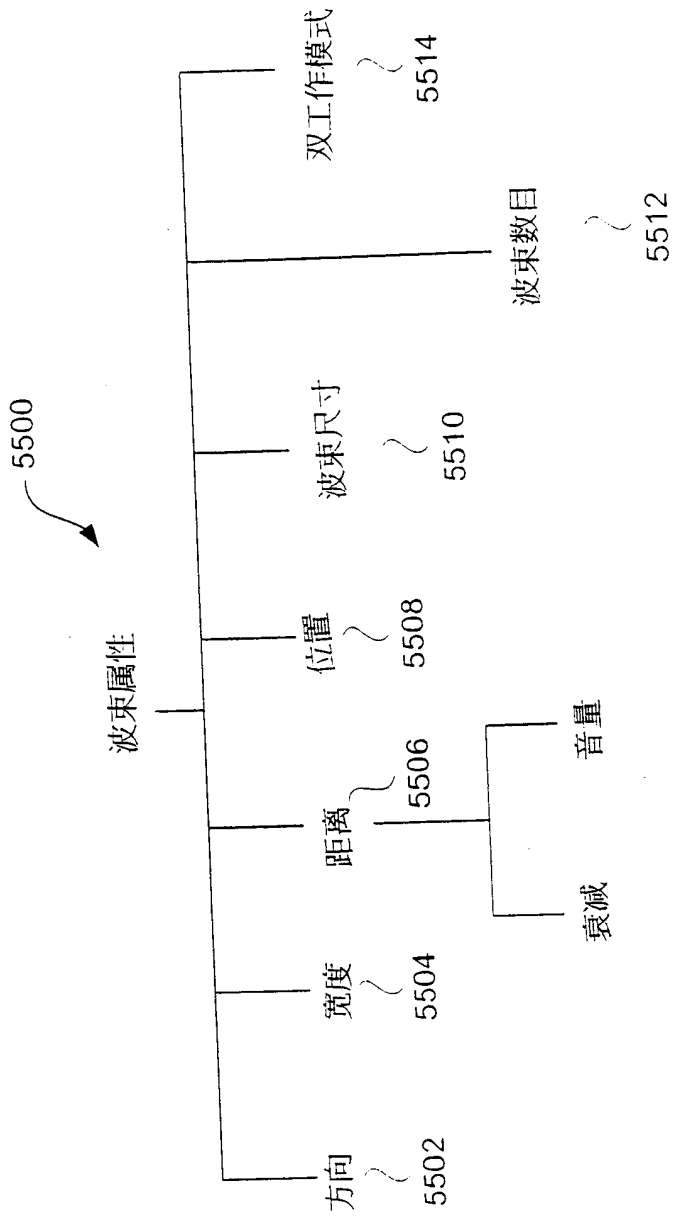


图 39

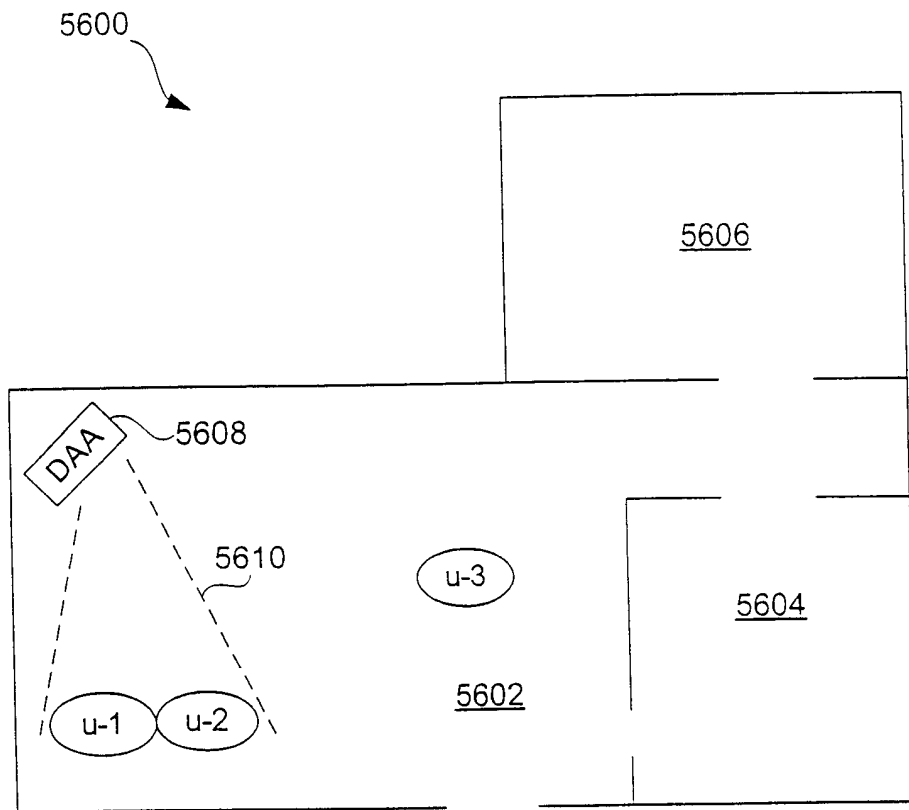


图 40

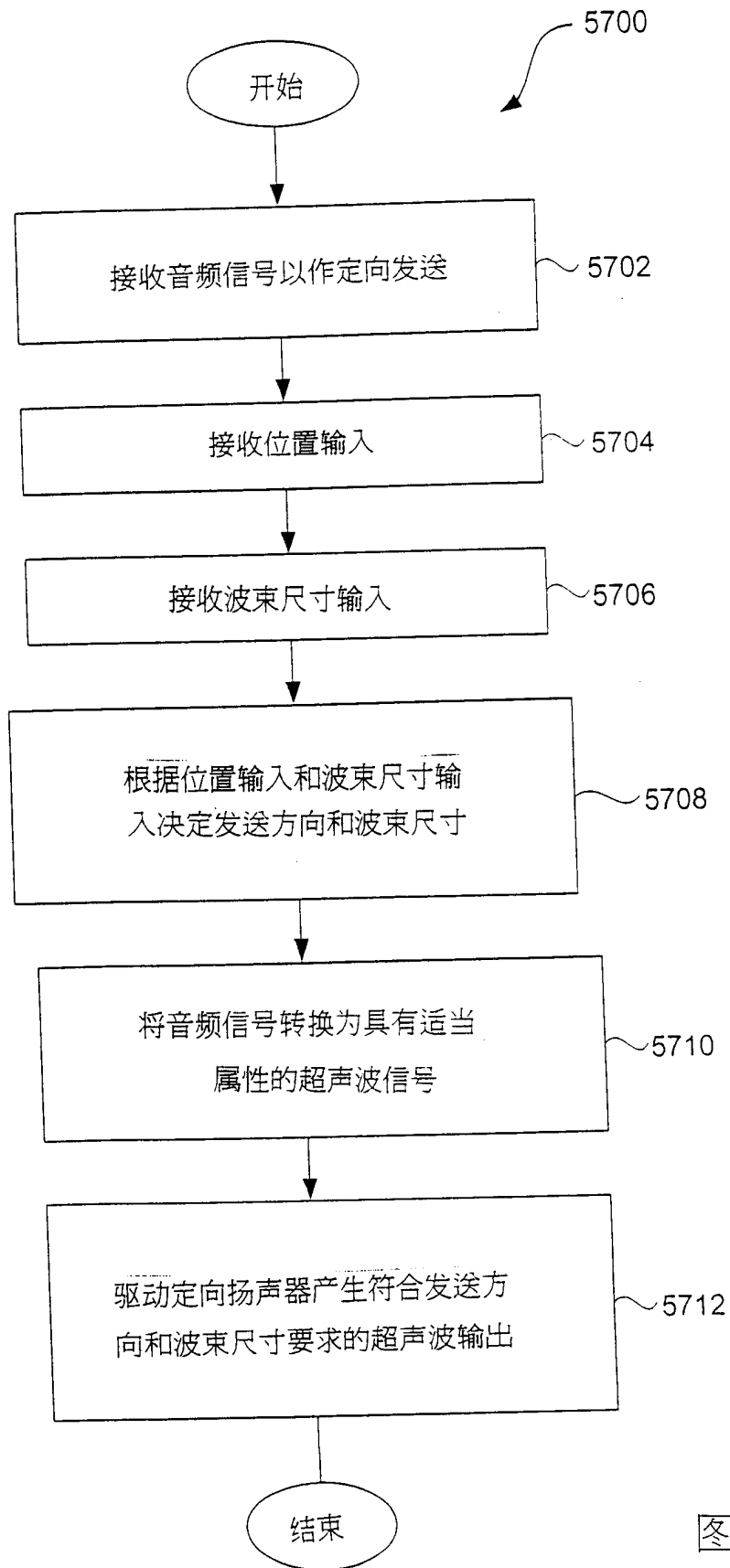
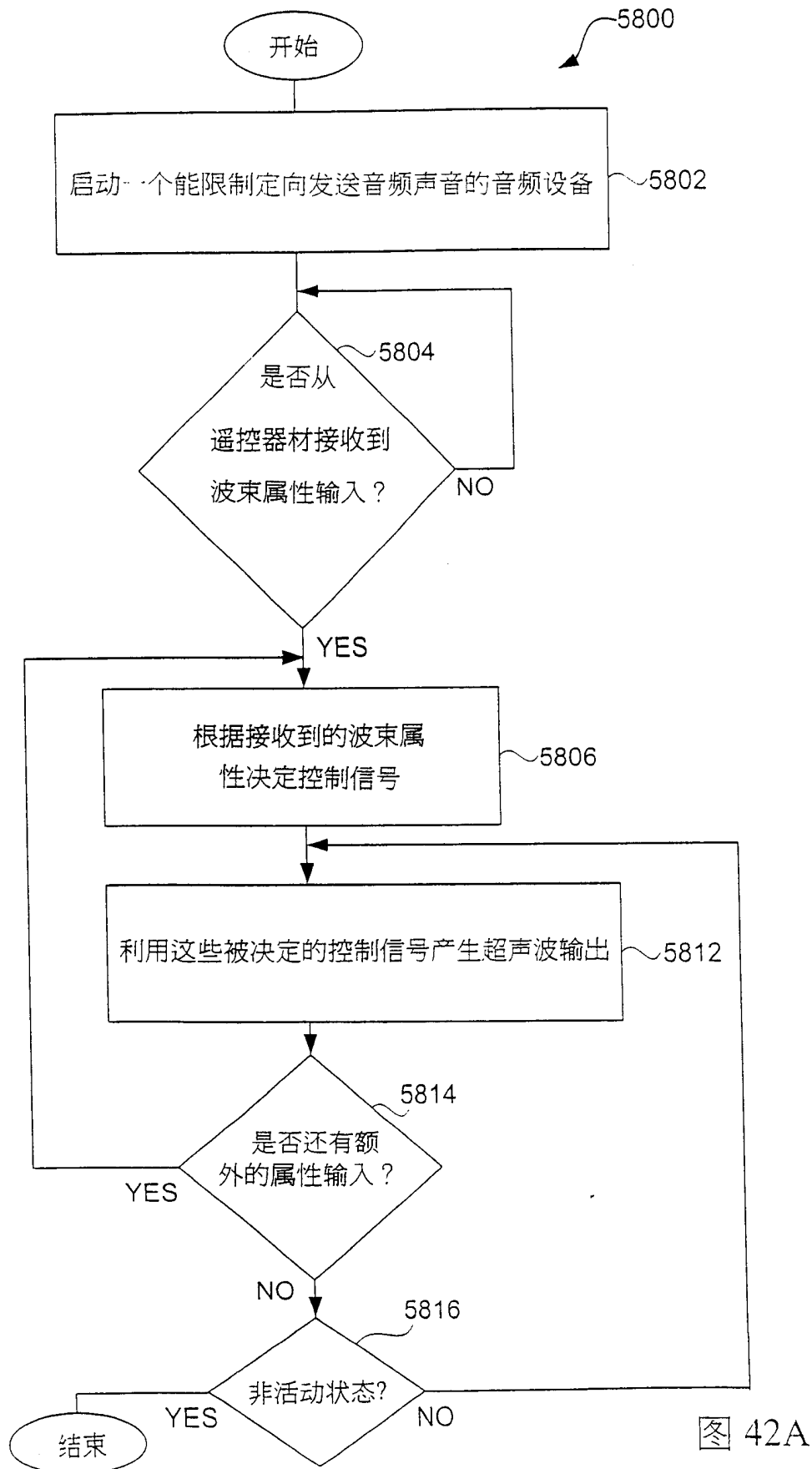


图 41



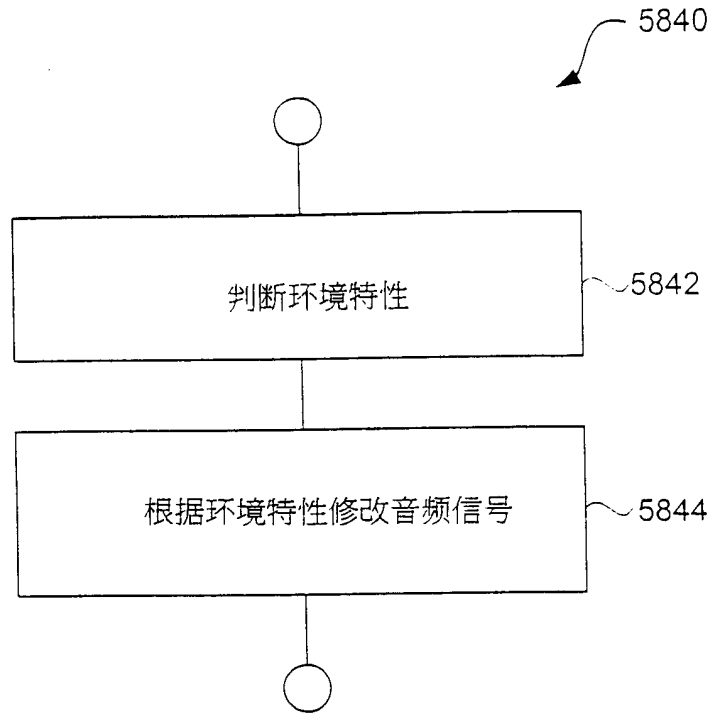


图 42B

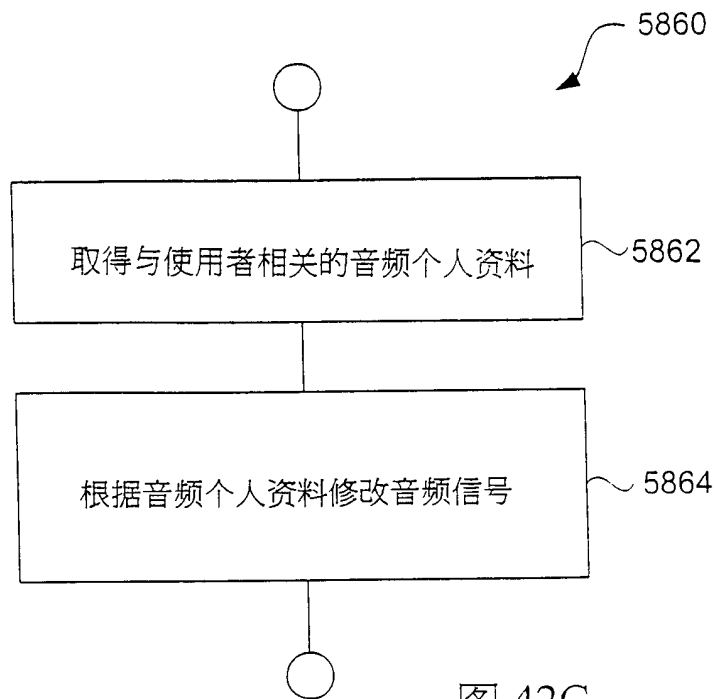


图 42C

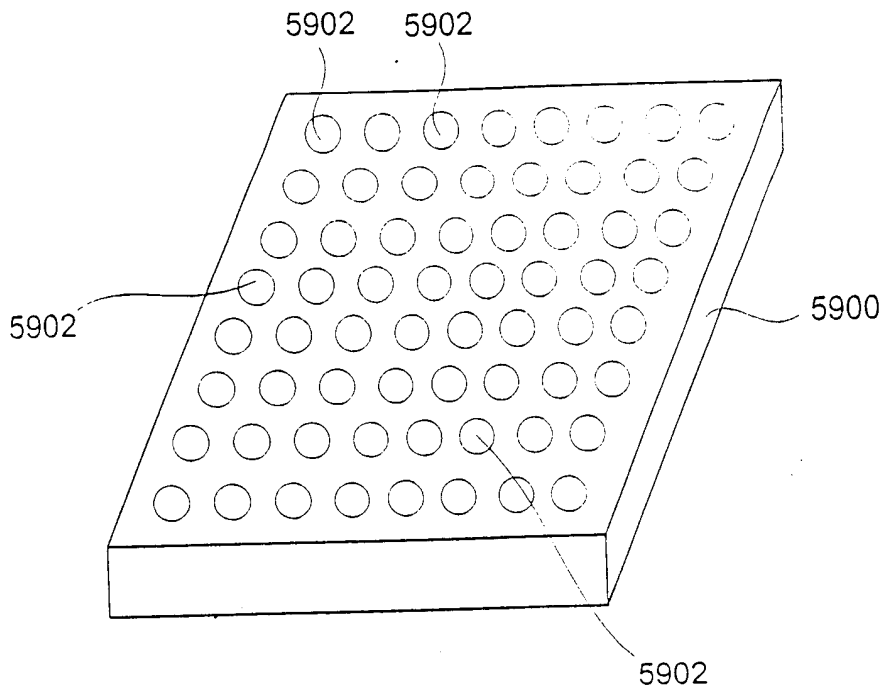


图43 A

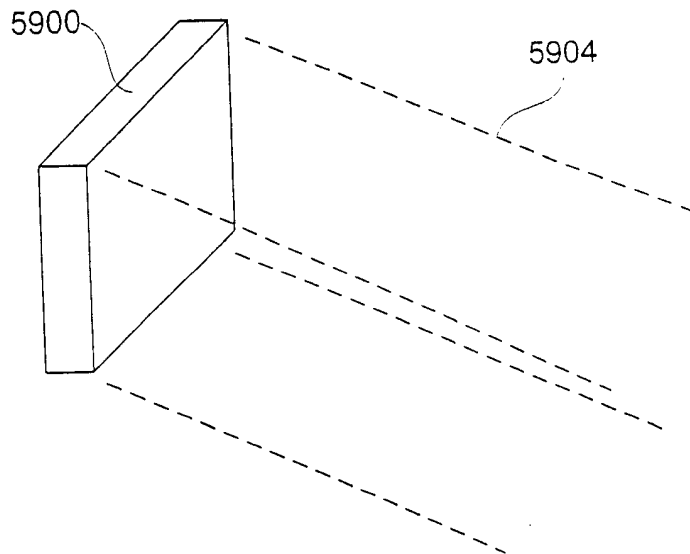


图43 B

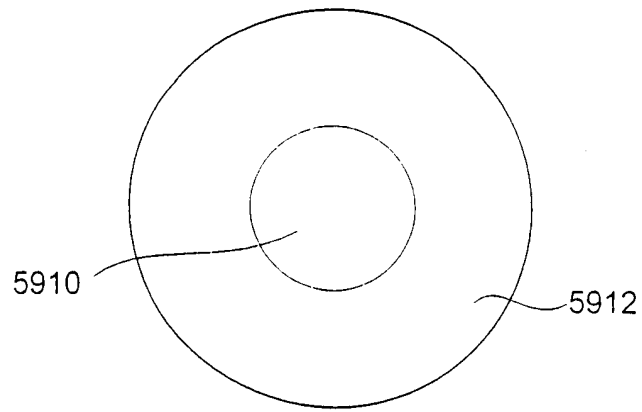


图43 C

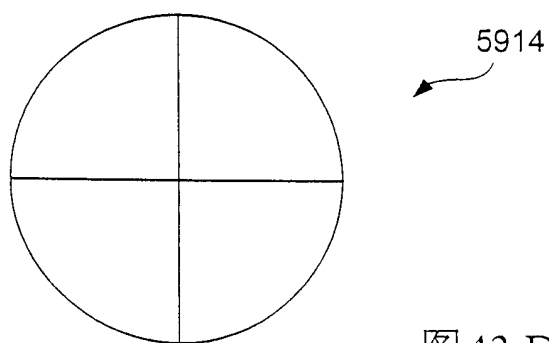


图43 D

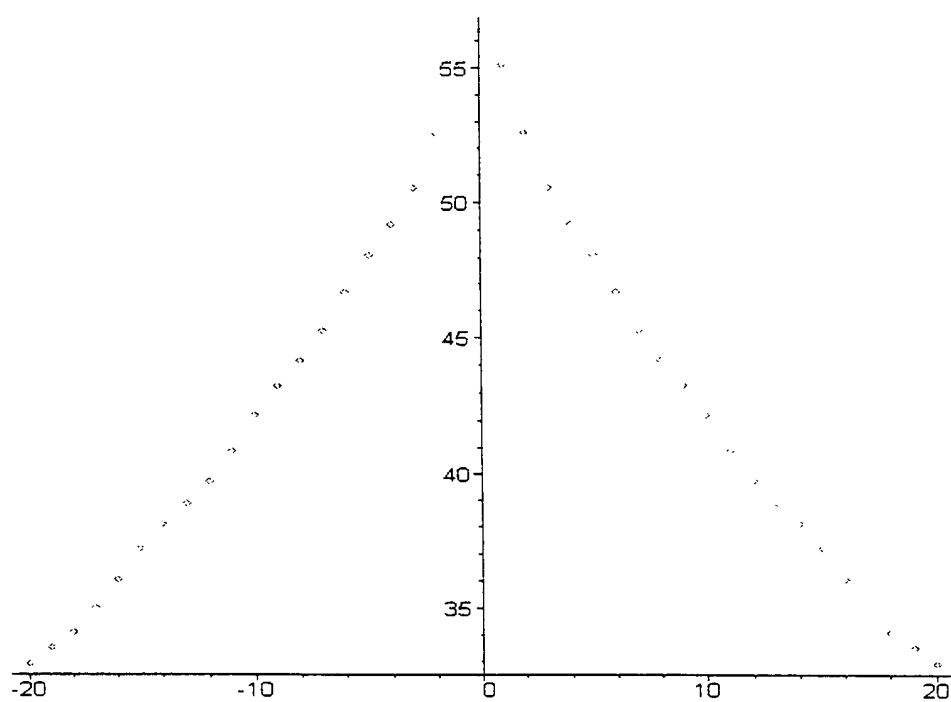


图43 E

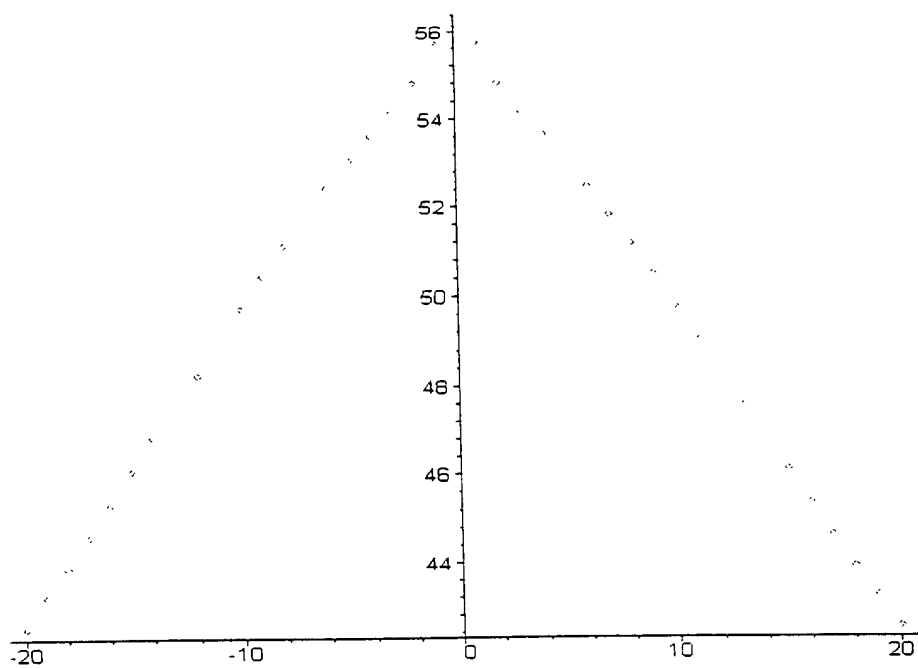


图43 F

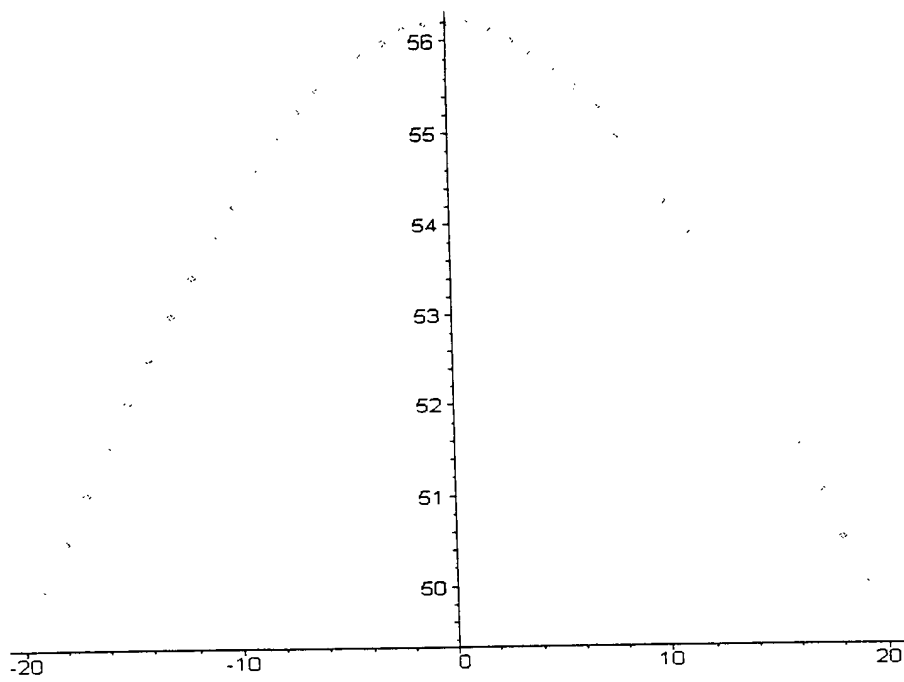


图43 G

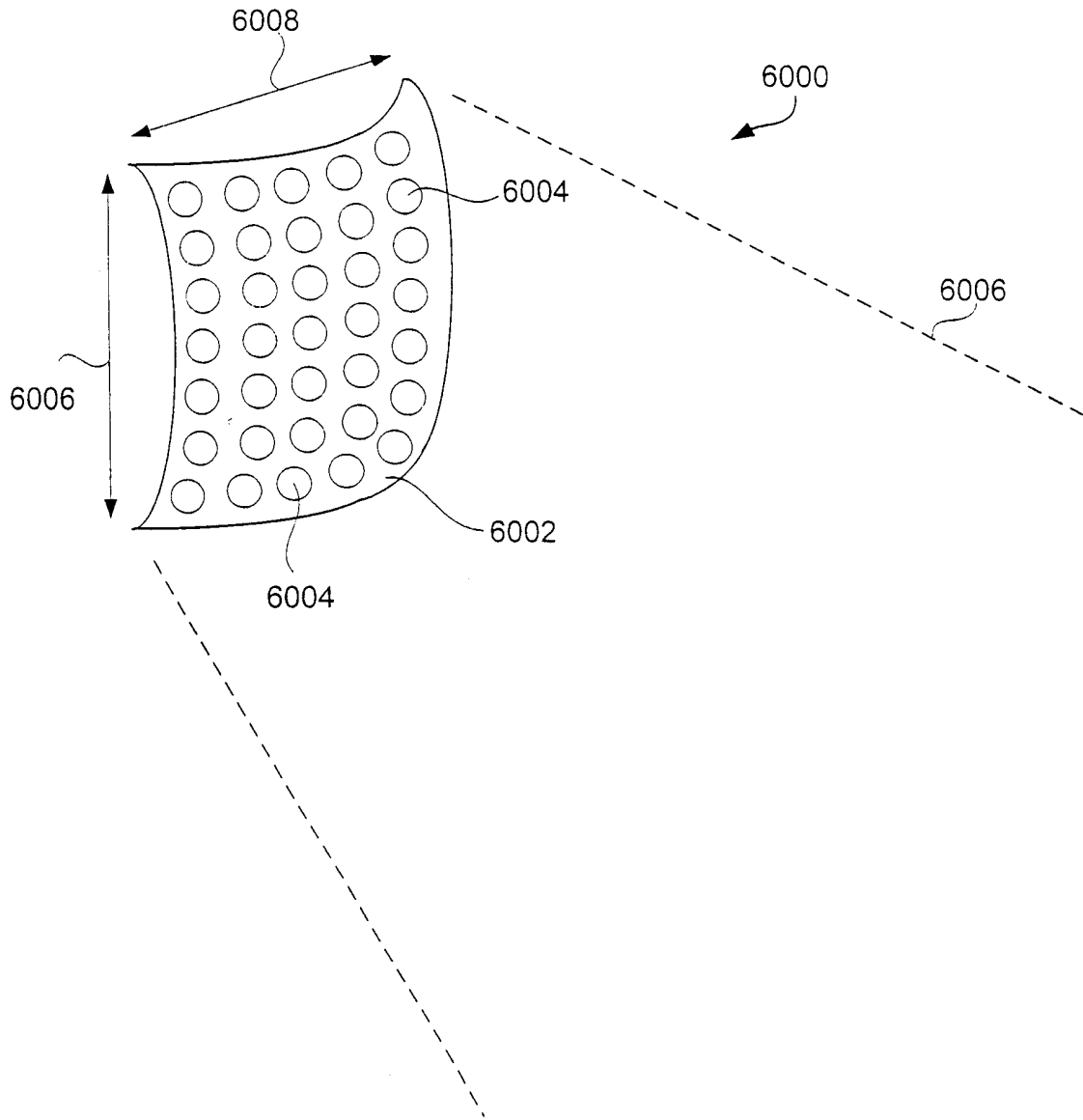


图44 A

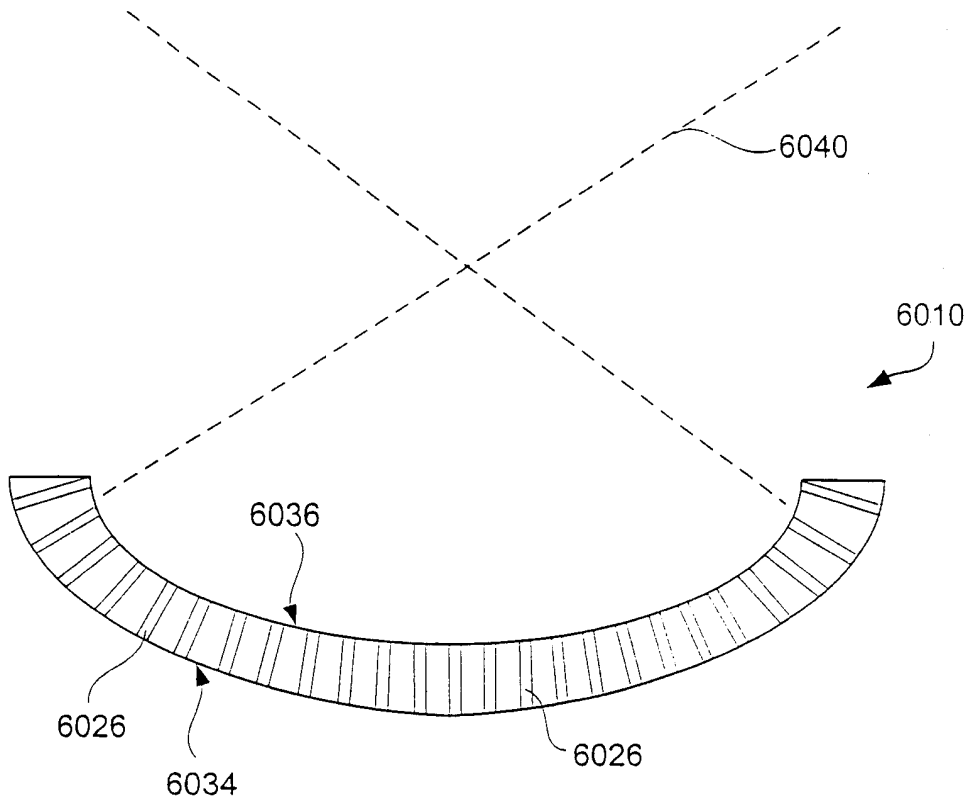


图44 B

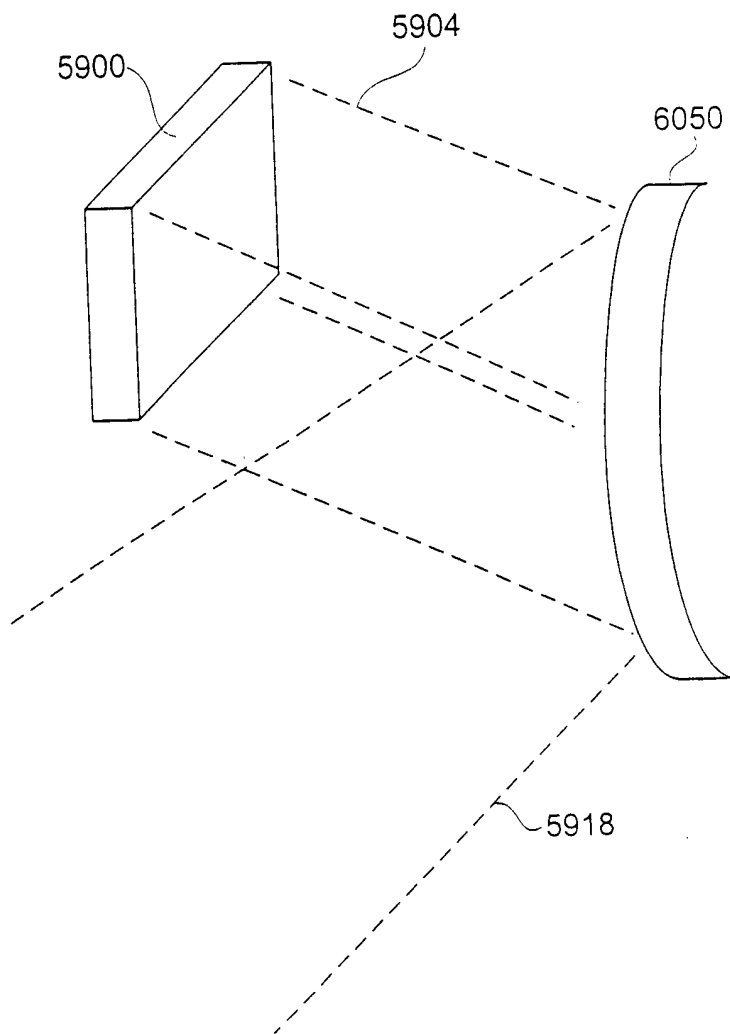


图44 C

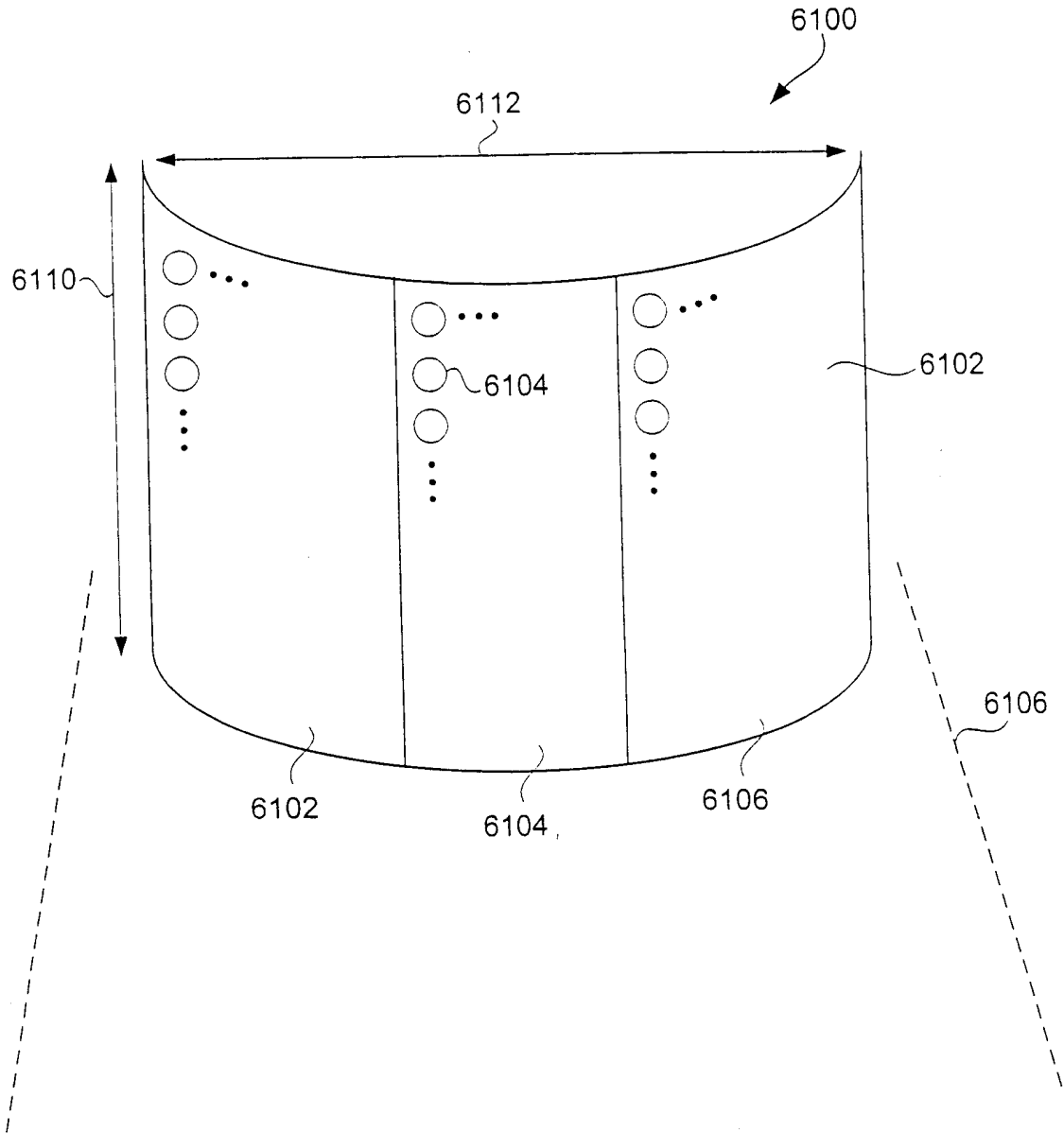


图45 A

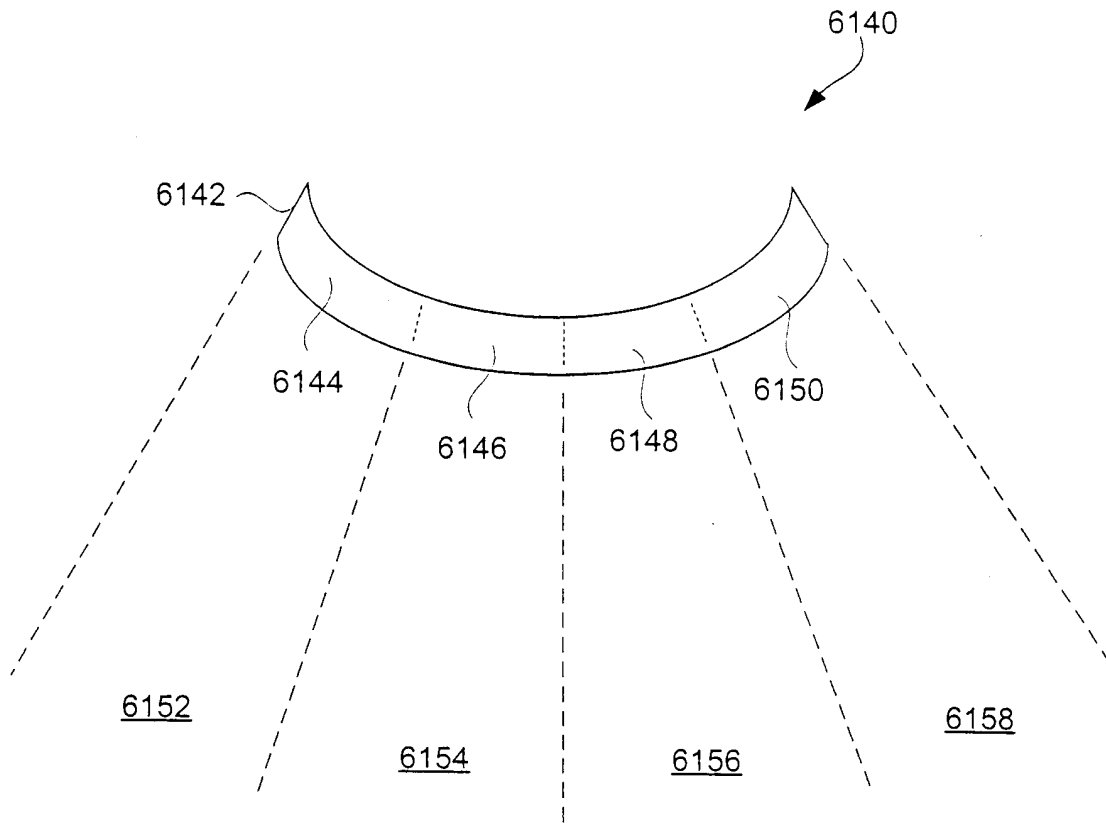


图45 B

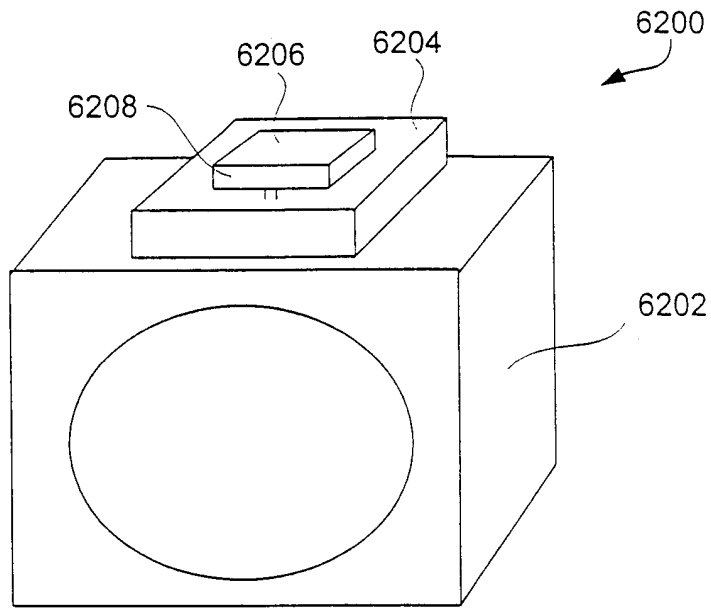


图46 A

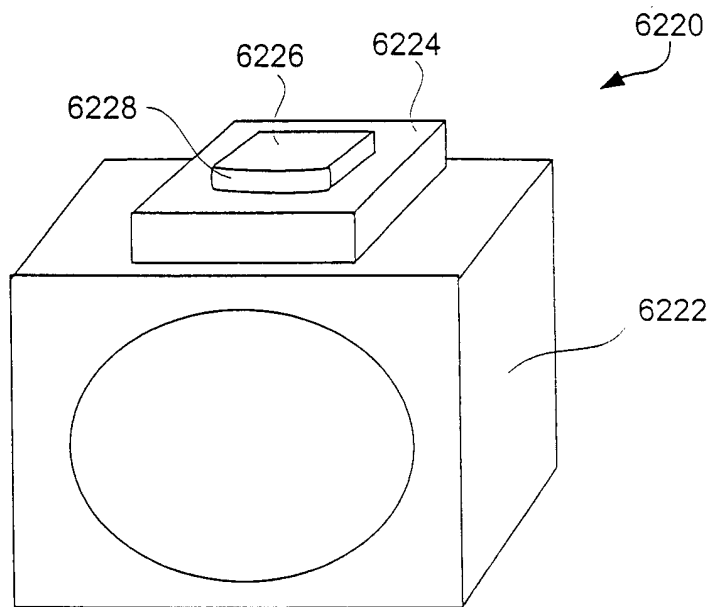


图46 B

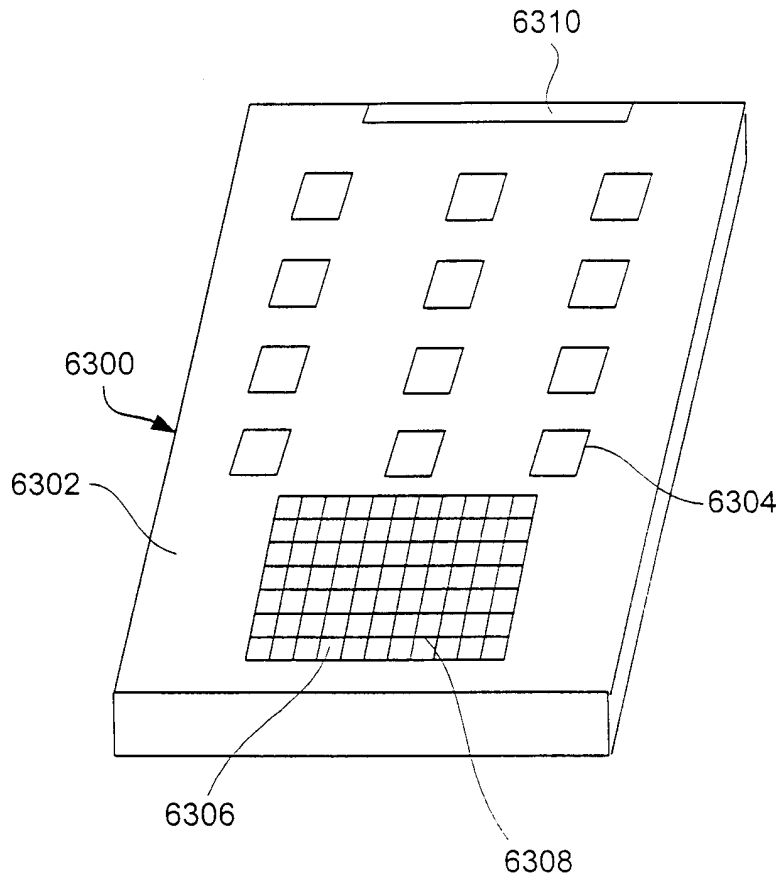


图47

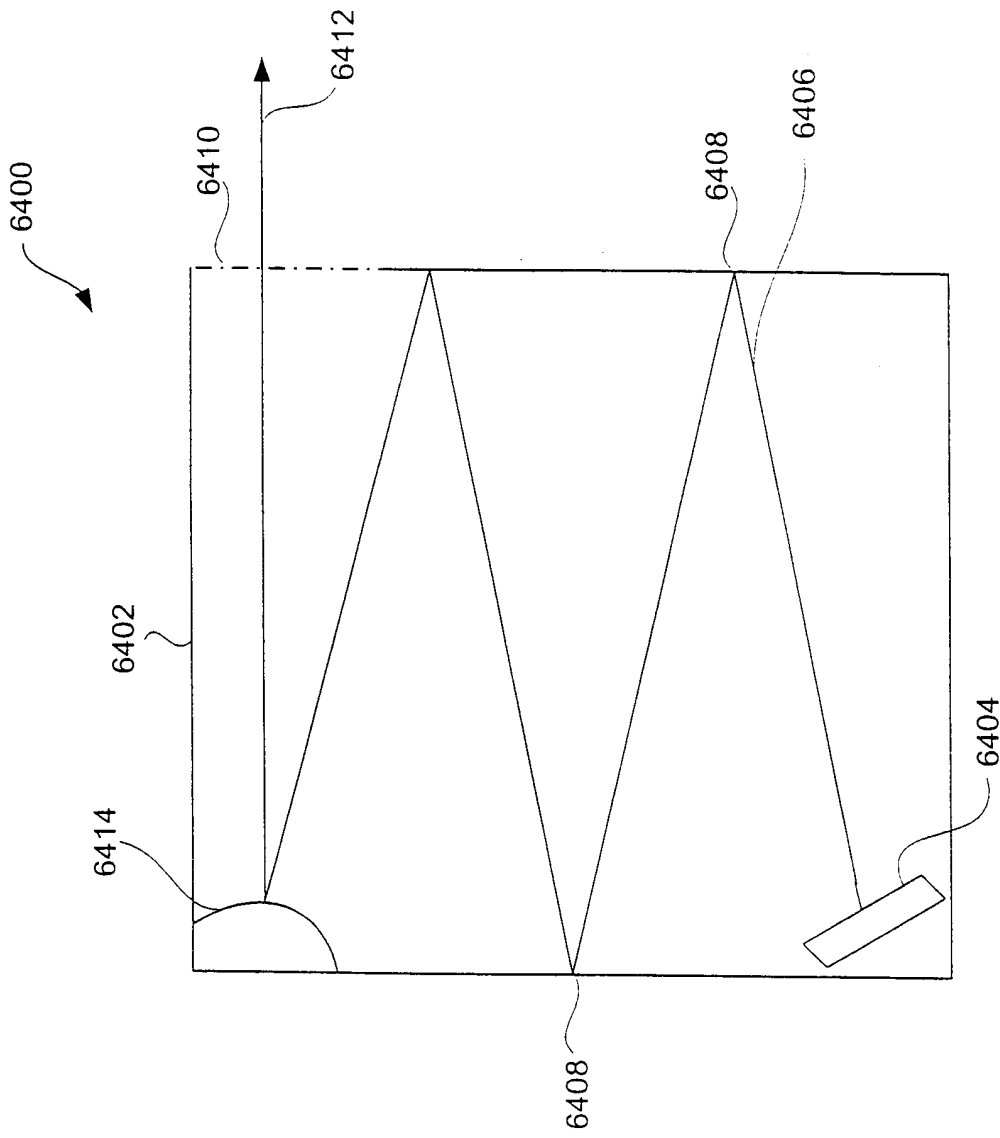


图48 A

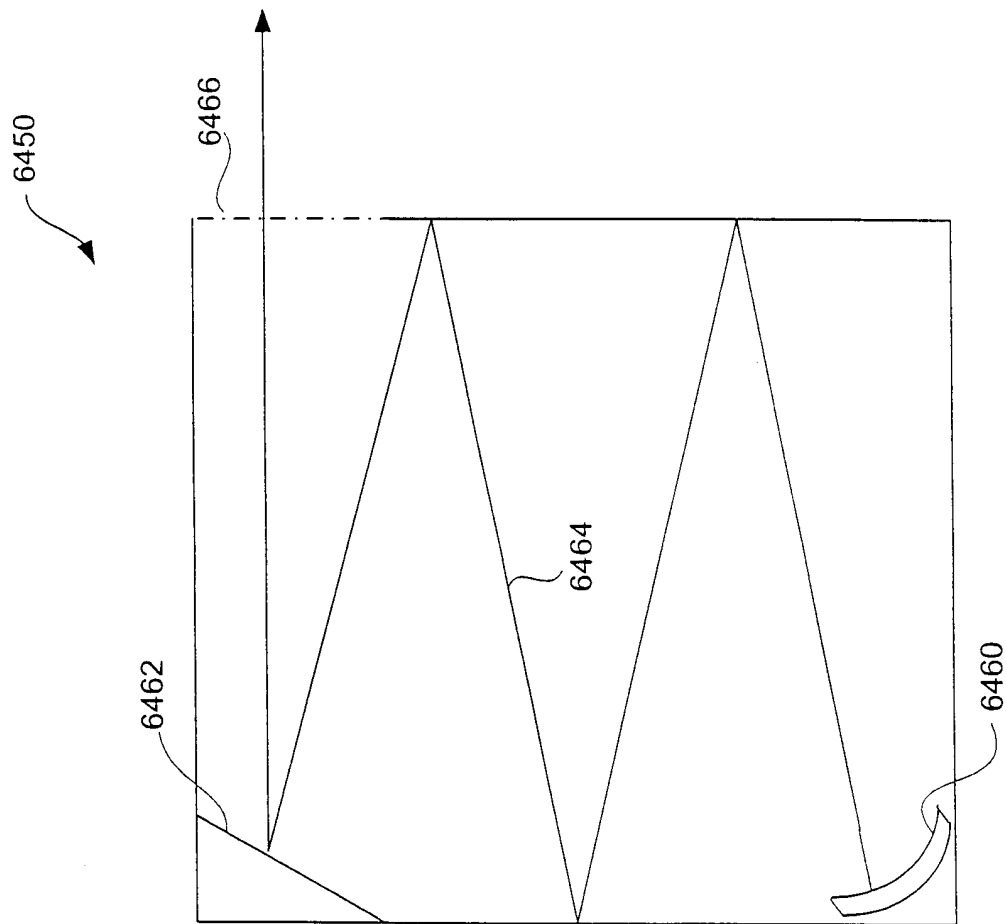


图48 B

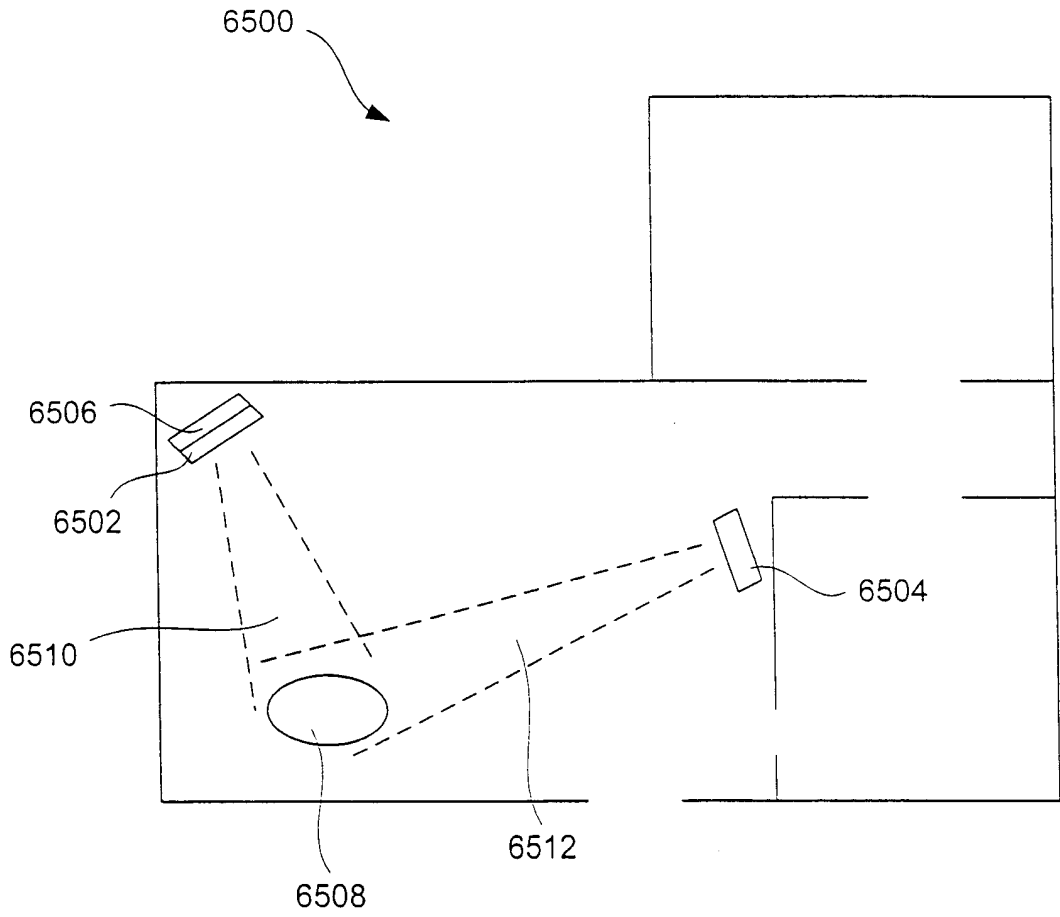


图49

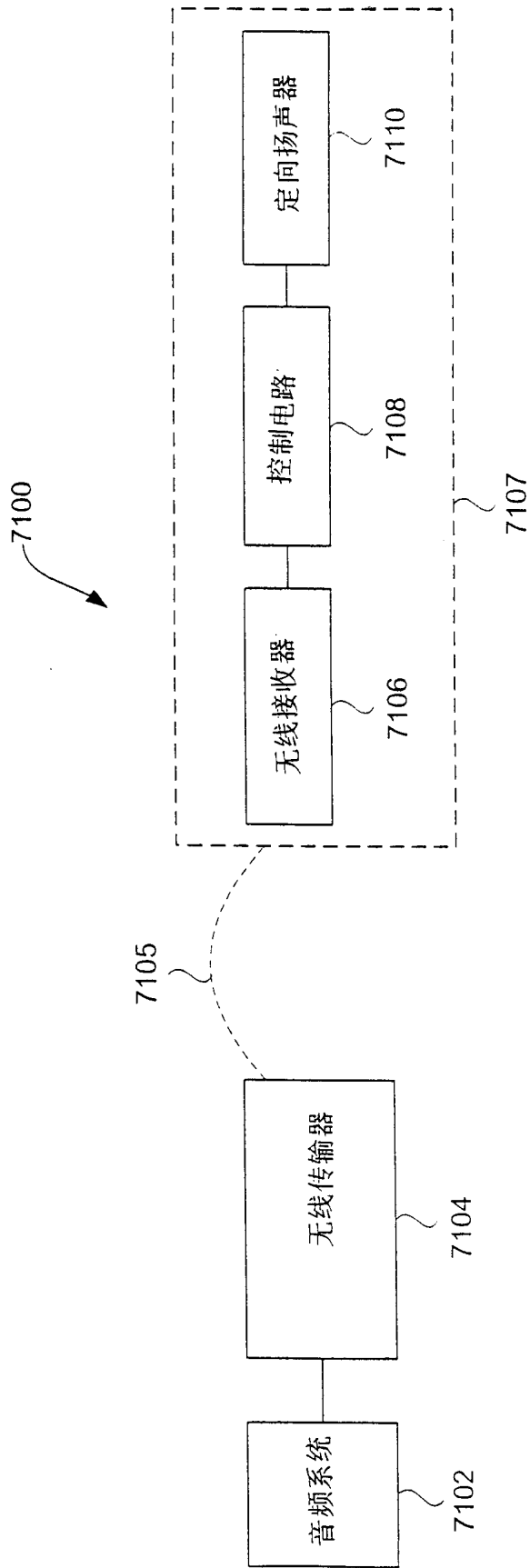


图 50

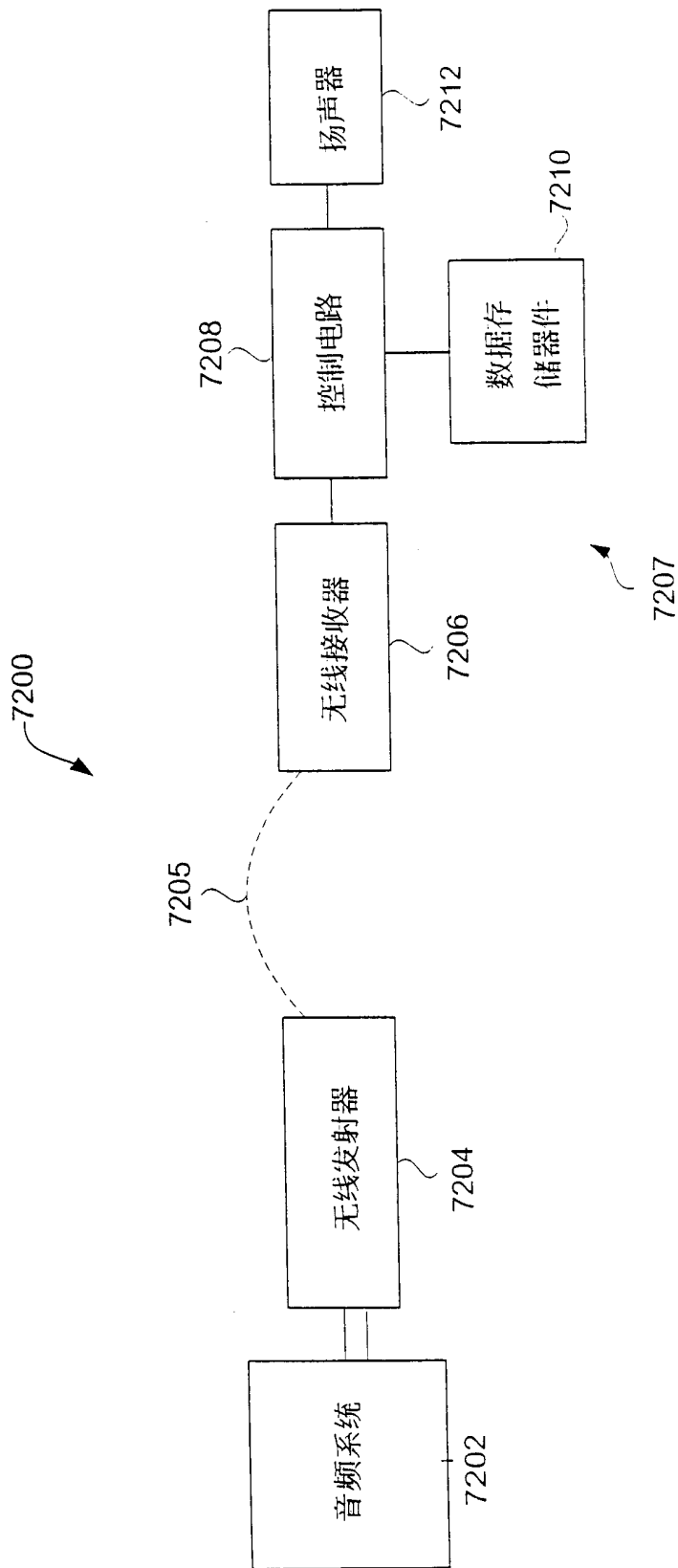


图 51

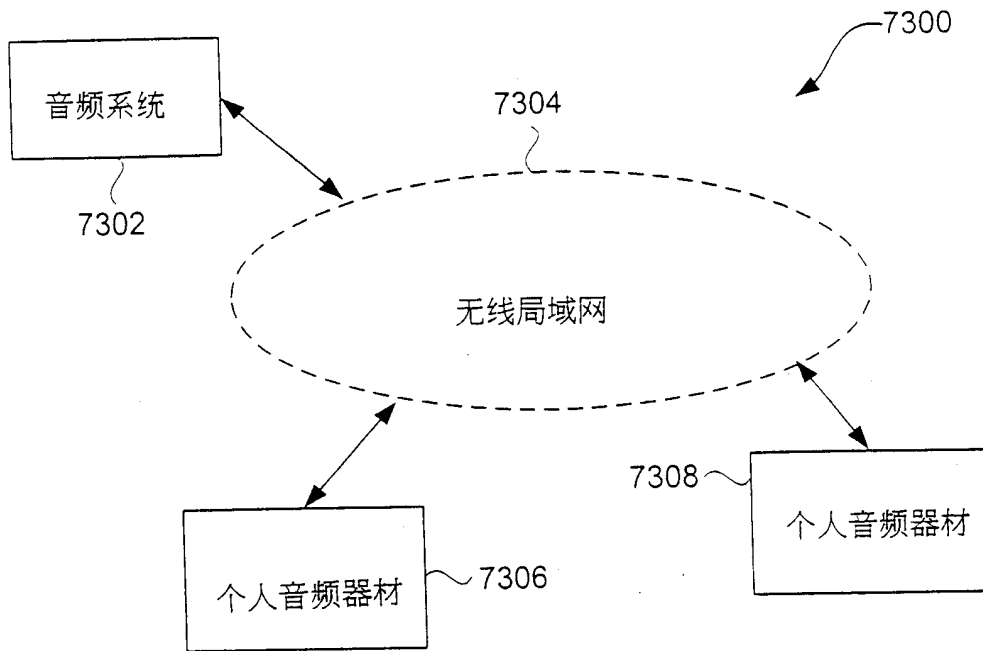


图 52

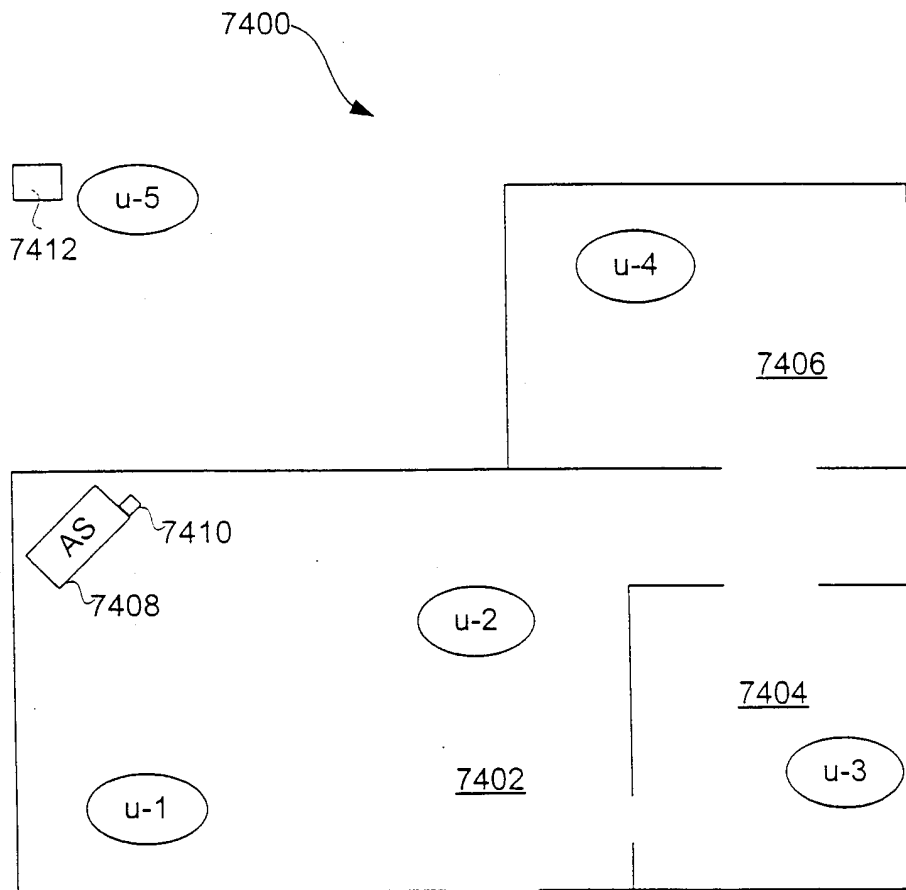


图 53

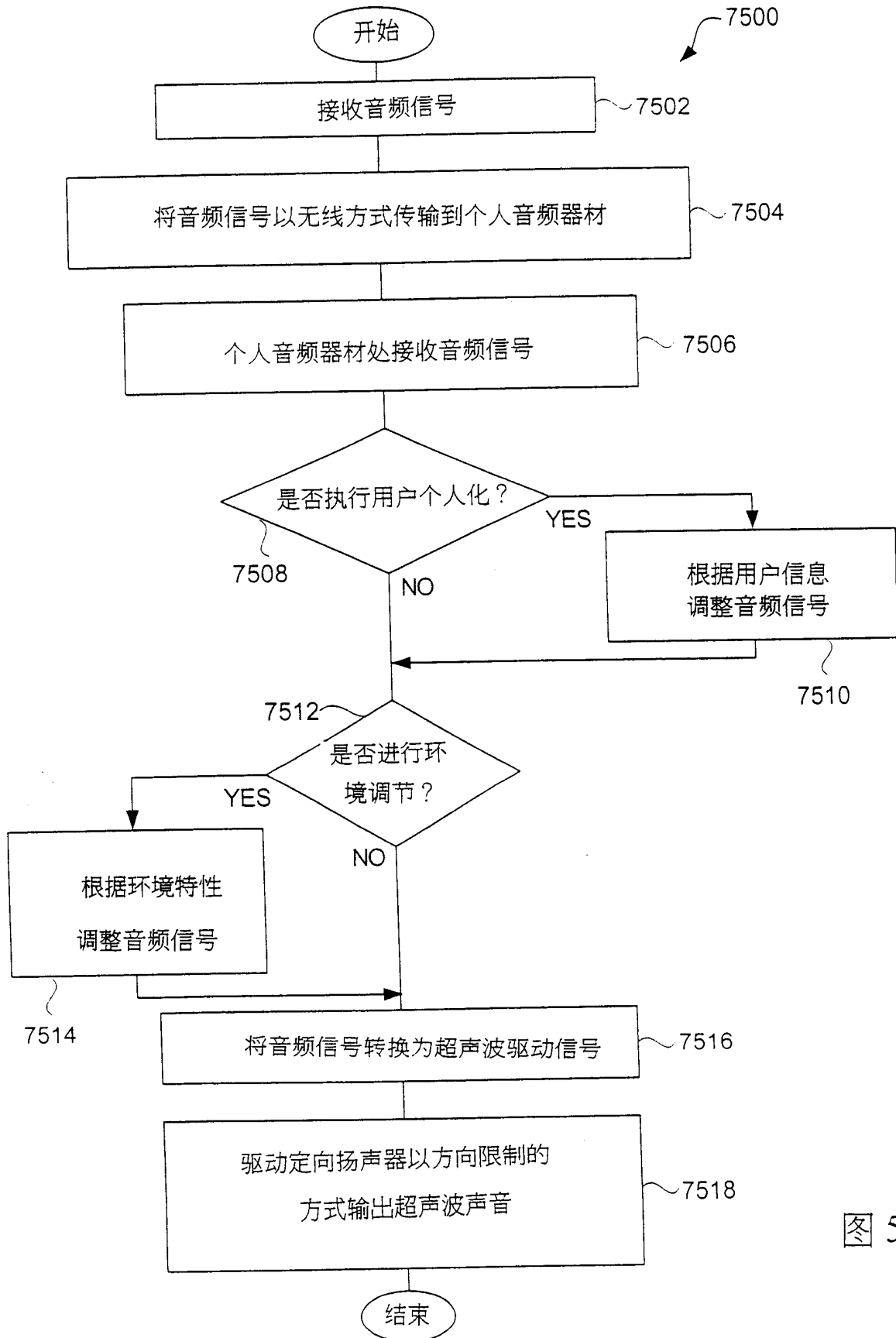


图 54

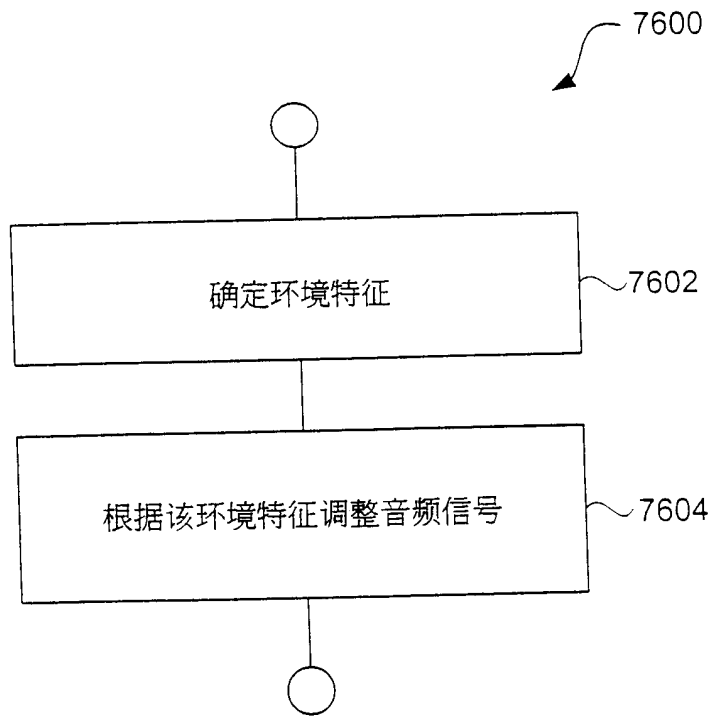


图 55A

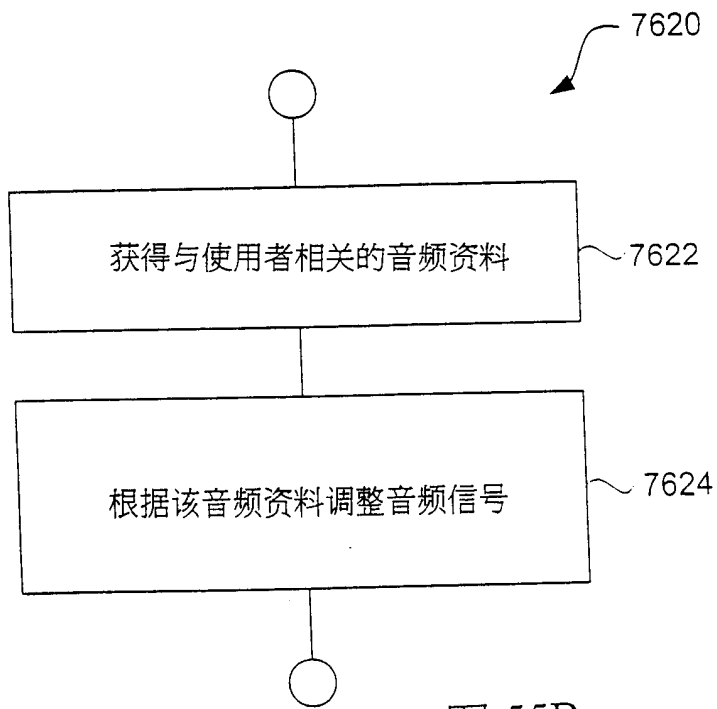


图 55B

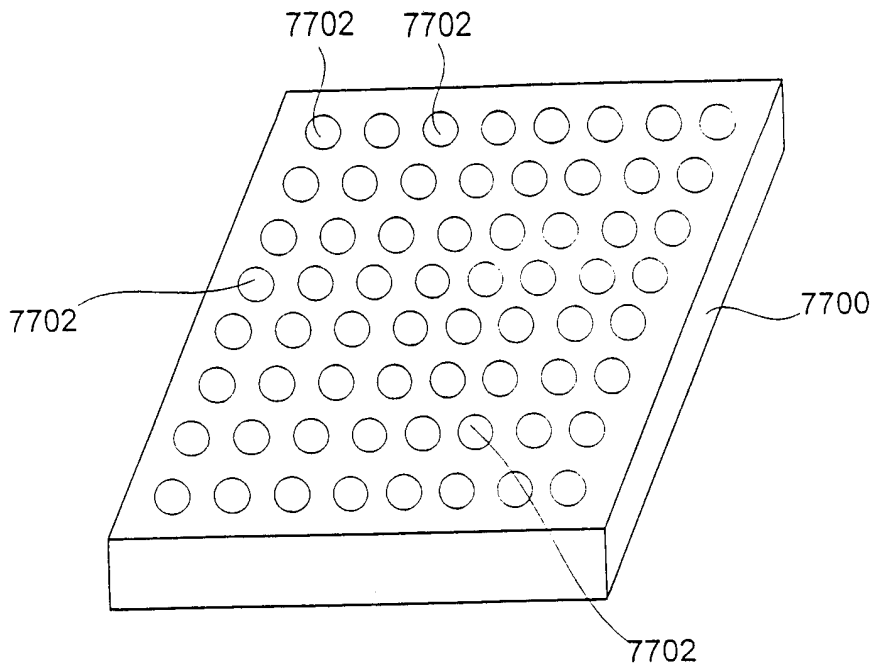


图56 A

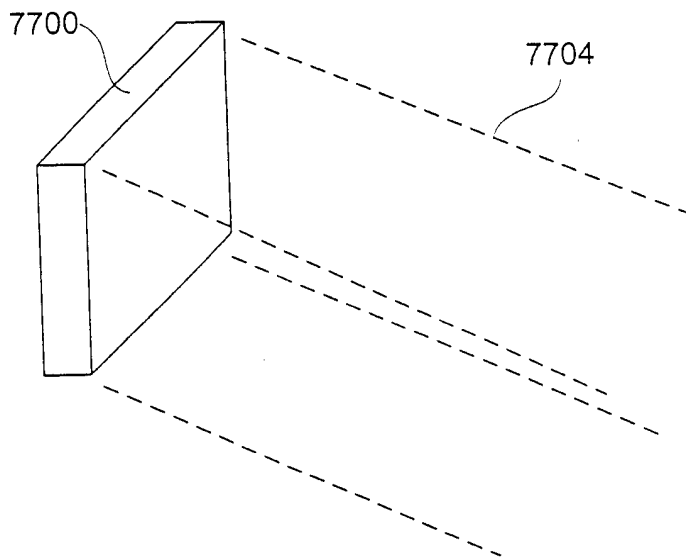


图56 B

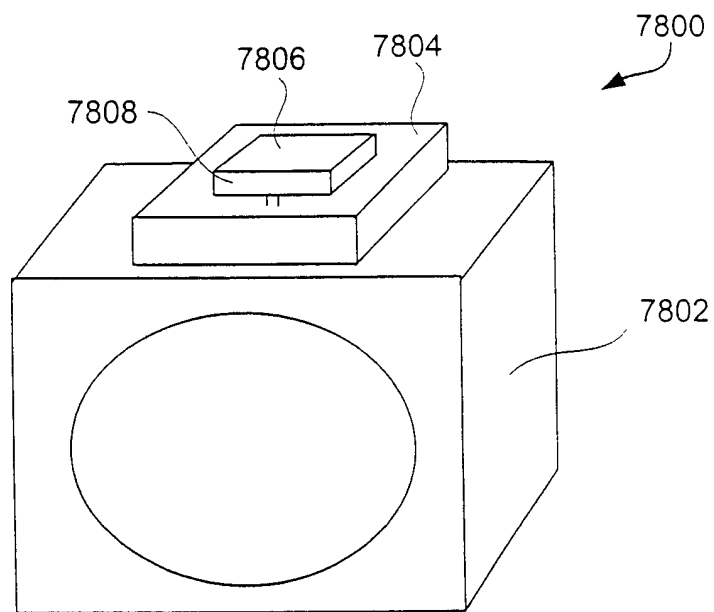


图 57