[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04R 25/00 (2006.01)
A61F 11/04 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02813554.7

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100345464C

[22] 申请日 2002.7.4 [21] 申请号 02813554.7
[30] 优先权
[32] 2001. 7. 9 [33] US [31] 09/899,990
[86] 国际申请 PCT/DK2002/000465 2002.7.4
[87] 国际公布 WO2003/007654 英 2003.1.23
[85] 进入国家阶段日期 2004.1.5
[73] 专利权人 威德克斯公司
地址 丹麦瓦洛斯
[72] 发明人 C·卢德维格森
[56] 参考文献
US4813417 1989.3.21
WO99/34642A1 1999.7.8
US5903655A 1999.5.11
US5832097A 1998.11.3
CN1254454A 2000.5.24
CN2072398U 1991.3.6
审查员 张明霞
[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 赵蓉民

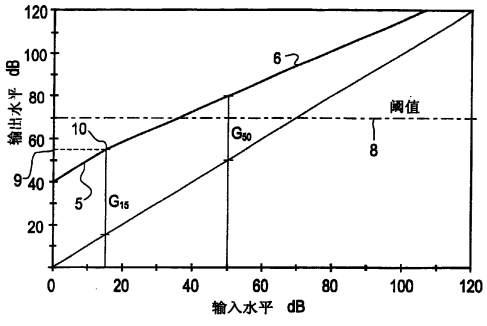
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 5 页

[54] 发明名称

助听器和一种声信号的处理方法

[57] 摘要

一个多通道助听器(20)至少包括一个带有压缩器(38)的频道，该压缩器在低于听觉阈值的输出电平具有压缩阈值，和高于 0.5 秒的启动时间，从而可以在稳定声音环境中听到一个突发声音。 与现有技术相比，借助这个压缩器，可以增加低信号电平的放大，因为压缩器通常可用来抑制稳定噪音。 增益一般可以增加到麦克风基线噪音可允许的高度，最好是把噪音维持在听觉阈值之下。 这样，与现有技术的助听器相比，该助听器用户将普遍具有较高增益的选择。



1.一个具有麦克风、输出换能器和信号处理器的多通道助听器，其中信号处理器具有至少一个具有压缩器的频道，其中该压缩器在低于听觉阈值的输出水平具有压缩阈值，具有位于低于25 dB SPL输入水平的拐点，和高于0.5秒的启动时间，从而，在稳定声音环境中容易听到一个突发声音。

2.如权利要求1所述的助听器，其中所述压缩器有一个拐点，其位于低于20 dB SPL的输入水平处。

3.如权利要求1所述的助听器，其中所述压缩器有一个启动时间，其高于1秒。

4.如权利要求1所述的助听器，其中所述压缩器有一个启动时间，其高于2秒。

5.如权利要求 1 所述的助听器，其中压缩器有一个释放时间，其高于 5 秒。

6.如权利要求 1 所述的助听器，其中压缩器有一个释放时间，其高于 10 秒。

7.如权利要求1所述的助听器，其中所述压缩器有一个压缩比，其高于1.4。

8.如权利要求 1 所述的助听器，其中所述压缩器具有约为 2.0 的压缩比。

9.如权利要求1所述的助听器，其中所述信号处理器包括一组压缩器和偏移放大器，其中的每一个连接到各自带通滤波器，用于相应带

通滤波信号的衍生信号的个体压缩。

10.如权利要求9所述的助听器，其中所述信号处理器包括多个通道。

11.如权利要求9所述的助听器，其中所述信号处理器包括多于6个的通道。

12.一种在助听器中处理声音信号的方法，其包括以下步骤：

把声音信号转换成电信号，

在单个信号处理器中处理所述电信号，该信号处理器至少在一个频道中有一个压缩器，以及

把处理的信号转换成声音信号，其中

所述压缩器在低于听觉阈值的输出水平具有压缩阈值，具有位于低于25 dB SPL输入水平的拐点，和高于0.5秒的启动时间。

13.如权利要求12所述的方法，其包括压缩位于低于15dB SPL的拐点之上的电信号。

14.如权利要求12所述的方法，其包括一旦高于1秒的启动时间终止，就压缩所述电信号。

15.如权利要求12所述的方法，其包括一旦高于2秒的启动时间终止，就压缩所述电信号。

16.如权利要求12所述的方法，其包括一旦高于5秒的释放时间终止，就放弃压缩所述电信号。

17.如权利要求 12 所述的方法，其包括一旦高于 20 秒的释放时间终止，就放弃压缩所述电信号。

18.如权利要求12所述的方法，其包括以大于1.4的压缩比压缩所述

电信号。

19.如权利要求12所述的方法，其包括以约2.0的压缩比压缩所述电信号。

20. 如权利要求12所述的方法，其包括在信号处理器中处理所述电信号，该信号处理器有一组压缩器和偏移放大器，每一个连接到各自的带通滤波器，用于相应的带通滤波信号的衍生信号的个体压缩。

21. 如权利要求12所述的方法，包括在信号处理器中处理所述电信号，该信号处理器有多个通道。

22. 如权利要求12所述的方法，包括在信号处理器中处理所述电信号，该信号处理器有多于8个的通道。

助听器和一种声信号的处理方法

技术领域

本发明涉及助听器及处理声信号的方法。该发明尤其涉及一个带有压缩器的助听器，该压缩器在很低的声音水平下就能处于活动状态。本发明尤其还涉及一个助听器，该助听器能在稳定的声音环境中警告用户突发声音的出现。

背景技术

本文中所使用的助听器可以这样理解，它一般包括一个具有以下功能的设备：一个输入换能器，用于把声音输入信号转换为一次电信号；一个信号处理器，用于产生一个基于一次电信号的二次电信号，一个输出换能器，用于把二次电信号转换成声音，和一个给信号处理器提供能源的电池。

典型地，助听器有一个支持输入和输出换能器、电池和信号处理器的外壳。该外壳适合佩戴在耳后、耳内或耳槽（ear canal），输出换能器以助听器技术领域所熟知的方式输出到耳鼓。该处理器通常用来处理电信号，产生声音输出信号以用来补偿用户的听力缺陷。

US-A-4,777,474 为听力受损的人提供了一个告警系统，该系统包含一个基站无线发送器，它依靠告警状态的检测，向便携单元传送信号。便携单元包括普通助听器的所有部件，以及接收基站所发送信号的无线接收器。

WO 99/34642 公开了一个具有自动增益控制的助听器，它是这样实现的，检测输入声音水平和/或输出声音水平，，并调整助听器所提供的输出声音水平，通过控制助听器的增益至实际需要输出声音水平值，而响应检测到的声音水平。通过分别以启动时间(attack time)和释放时间（release time）调整增益至实际需要的水平，增益控制分别在输入声音水平的增加和减少而起作用，该增益被调整至相对短的持续时间以响应所探测到的声音水平，该短持续时间提供快增益调整于高输入和/或输出声音水平，并被调整至相对长持续时间，该长持续时间提供慢

增益调整于低输入和/或输出声音水平。

提供一个带有压缩器的助听器，该压缩器的特征是在一个拐点处有两个直线段相连接，这是本领域的公知常识。该拐点通常在 50dB SPL 输入水平处，临近于正常的说话水平以便允许高水平的语音放大。在拐点以下，线性段实际上没有压缩，也就是说，这个增益是一个常量增益，适于补偿低输入信号电平的听力损耗。在拐点以上，线性段有一个大于 1 的压缩比，典型的是 2:1，用于补偿补充（recruitment）。补充（recruitment）是一种感觉神经听力损失，从而响度在刚刚高于听觉阈值时，随着声压增强而迅速增加，然后在高声压时就正常增加。

许多位于稳定声音环境中的助听器用户期望，在诸如突然出现微弱声音的环境中能够听到一个微弱的、突发的变化。例如，一个在家里的助听器用户期望能够听到，婴儿开始大哭，或水开始流动，有人正在门口，等等。助听器用户为达到这个目的，能够增加助听器的增益，但是然后，助听器用户可能在稳定的声音环境中受到如通风器声音、交通噪音等其它声音的干扰，还可能放大到超越听觉阈值。听觉阈值是指所察觉声音的最低水平。

发明内容

本发明的一个目标是，提供一个使用户能够听见稳定声音环境中出现的微弱的、突发的声音，而不干扰稳定声音的助听器。

根据本发明的第一方面，上述的和其它的目标可通过带有麦克风，输出转换器和信号处理器的多声道助听器来实现，其中信号处理器有至少一个具有压缩器的频率通道，其中该处理器在输出水平低于听觉阈值时有一个压缩阈值，和在 0.5 秒以上的启动时间，从而在稳定声音环境中容易听到一个突发声音。

在根据本发明的助听器中，考虑到麦克风的基线噪声，增益通常可增加到尽可能的高，该基线噪声应优选保持低于听力阈值。因此和现有技术的助听器相比，根据本发明的助听器的用户通常可选择低水平声音的较高增益。

根据本发明的第二方面，上述的和其它的目标可通过在助听器中提供一个声音信号的处理方法来实现，包括以下步骤：把声音信号转

换为电信号；在信号处理器中处理电信号，该处理器至少在一个频率通道里具有一个压缩器，该压缩器在低于听觉阈值的输出水平时具有一个压缩阈值，和高于 0.5 秒的启动时间，且把被处理的信号转换为声音信号。

压缩器有一个缓慢启动时间，如高于 0.5 秒的启动时间。该缓慢启动时间允许声音被放大而不会扭曲，使用户能清晰地听到。在有优势的实施例中，启动时间超过 1 秒，如 2 秒或更高。

压缩器可以有一个长释放时间，例如，10 倍的启动时间，用于在高电平声音消失时恢复增益。

本发明的一个重要优势是，助听器的增益在低信号水平时高，而麦克风噪音仍恰恰保持在听觉阈值以下。当出现突发声音时，用当前大增益放大声音，提供一个高于听觉阈值的输出信号，以便助听器用户能够听到。如果突发声音的持续时间长于压缩器的启动时间，那么该增益将随着时间下降，在压缩比所允许的范围内，逐渐尽可能降低助听器的输出信号，并可能导致在听觉阈值以上不再放大微弱突发声音。因此，助听器用户能听到这个突发声音，因为有充分的压缩器启动时间，这对于用户得到声音警告是一个足够的时间周期。

根据一个有优势的实施例，助听器信号处理器可能有多个通道，优选多于 6 个，更优选地多于 8 个，最优选多于 10 个，例如 15 个。

根据本发明的另一个有优势的实施例，拐点位于 10 dB SPL 输入水平处。典型地，拐点低于 25 dB SPL 输入水平，常常低于 20 dB SPL 输入水平，例如低于 15 dB SPL。在声音水平接近正常听觉的人所能听到的最低水平时，这允许最大增益。为特定用户选择的最大增益将取决于其特定听觉缺陷和装配原则。一般来说，听觉缺陷的完全补偿不适合诸如用户舒适的前提。可充分放大到用户可听到的微弱声音度随着具体环境而变化。然而，25 dB SPL 输入的声音将通常甚至于不被放大到一个使用助听器的听力受损者可听到的范围，这个助听器根据标准装配原则进行调节。

本发明的其它有优势的实施例在附加的权利要求书中公开。

根据下文描述，其中本发明将得到较详细的解释，本发明的其它目标对本领域的技术人士而言，将变的显而易见。以实例的方式，对

本发明的优选实施例进行了说明和描述。也将认识到，本发明可以有其它不同实施例，在不脱离本发明的前提下，其各自细节能够在各种明显方面进行修改。

附图简单说明

本发明将于下面结合几个实施例合附图进行详细说明，其中：

图1示出一个现有技术的压缩器特性，

图2示出根据本发明的一个压缩器特性，

图3示出根据本发明在稳定声音环境中助听器对突发声音的放大，

图4示出根据本发明的一个助听器框图，

图5示出根据本发明的处理声音刺激的示例，示意了一个压缩器特性的放大图。

具体实施方式

图1示意一个现有技术压缩器的特性图，即压缩器输出水平与输入水平的函数图，都是以SPL的形式。这一特性曲线可适用于助听器信号处理器中通用压缩器或一组窄带压缩器中的其中一个。特殊特性可能取决于特定用户的装配原则。图中的例子假定，助听器已调整到补偿特定听力缺陷，部分地，由如70dB的听觉阈值线所示意。其它用户的装配可由助听器装配领域中的技术人员来建议。

该特性包括两个线性段5、6，它们通常在50 dB SPL处的拐点10（CT-压缩阈值）互连。如线性段5所表明的，在声音水平低于拐点10时，基本没有压缩，也就是说，增益是一个常量增益，适合低输入信号水平的听觉损失补偿。图1中，如在15 dB输入水平时直线G_{15}所示意的，这个增益是30 dB，同样地，如在50 dB输入水平时直线G_{50}所示意的，这个增益也是30 dB。正常说话大约是50 dB输入水平。如线段6所表明的，高于拐点10时，压缩比大于1，典型的是2:1，在高输入水平时降低增益，适当的补偿补充。一个线段的压缩比等于这个线段斜率的倒数。假定一个30 dB的低档增益和一个70 dB的听觉阈值，这个助听器用户将听不见低于40 dB的输入水平。

为了能在声音环境中听到一个微弱的突然变化，如一个微弱声音

的突发，助听器用户可以增加助听器的增益，从而在y轴方向上向上移动的图1中所示意的特性。在那种情形下，然而，稳定声音环境中其它微弱声音，如通风机声音，交通噪声，等等，也将可能被放大到高于听觉阈值的一个水平，引起用户烦恼或不安。

图2示意一个根据本发明的压缩器的压缩器特性。在图2中，线段5、6对应于图1中的线段5、6。最好，线段6有一个大于1.4的压缩比，并且，更优选地，有一个等于2的压缩比。如果合适也可使用其它压缩比值。拐点处的输出水平9或压缩阈值低于听觉阈值8，这是本发明的主旨。图2中，拐点位于大约15dB输入水平处，即，在正常听觉者可听见的低端范围内。拐点处以及拐点以下的增益大约是40dB，如在15 dB输入水平处G_{15}所示意的。高于拐点的增益浮动由压缩器控制，在50 dB输入水平时达到30 dB，如G_{50}所表示的。因此，正常说话水平的增益与图1所示意的类似。另一方面，低信号水平的增益实际比现有技术的压缩器高。

根据本发明，助听器可能有一个麦克风，它产生低水平麦克风噪音。助听器信号处理器可有多个通道，优选多于6个，更优选地多于8个，最优选地多于10个，例如15个。由于每个通道的噪音基本与通道带宽成比例，所以通道数的增加就导致了每个通道的噪音减少。因此，尽管增益增加了，一个通道中的噪音仍然维持在听觉阈值以下。在本实例中，拐点位于15dB SPL输入水平处。典型地，拐点水平位于低于25dB SPL输入水平处，通常低于20dB SPL输入水平，例如低于15dB SPL。

图3根据本发明示意在其他稳定声音背景11中助听器对突发声音的放大。突发声音由在12上升和在13消失的方波脉冲来示意。稳定声音背景在助听器中进行处理，以低于听觉阈值的水平A产生输出信号。压缩器有一个慢速启动时间，如1秒或2秒。瞬态信号成线性放大。当声音脉冲出现在12时，声音脉冲以当前大增益进行放大，以便开始产生以水平B输出的声音信号。在实例中，B超过听觉阈值14，就意味着助听器用户确实能听见信号。

如果声音脉冲持续时间长于压缩器的启动时间16，压缩器将随着时间降低增益18，逐渐到达低于听觉阈值的输出水平C。因而，依赖于

信号的大小，突发声音在高于听觉阈值14时实际上可能就不再进行放大。在实例中，突发声音13能够被助听器用户听到，因为助听器的压缩器启动时间16对于用户得到警告是一个足够的时间周期。于13处方波声音脉冲的消失产生了向下阶跃，把输出水平降到了点D。压缩器仅从这个新的较低水平缓慢地恢复。根据压缩器的释放时间，增益渐渐地增加，使输出水平返回初始水平A。

参照图5的输入-输出图中点A、B、C和D所构成的图形。这个图形示意，压缩器曲线上的点A和C表示稳定状态情形，而点B和D表示瞬时状态，它们都由各自的起始点和阶跃高度（向上或向下）来定义。

一般来说，可以假定人的听觉有一个大约0.2到0.3秒的响度感觉（loudness perception）时间常数。这是人的听觉对信号响度充分感知所要求的最小时间。较短信号也可被察觉，然而较短信号的响度往往被低估。

图4根据本发明示意一个助听器20的框图。图6表示的电路可以利用数字或模拟电路或任意组合来实现，这对于本领域的技术人士是显而易见的。在本实施例中，使用数字信号处理，因而处理器28由数字信号处理电路组成。在本实施例中，助听器20的所有数字电路可以装配在一个单一数字信号处理芯片上，电路也可以另一种方式分布在多个集成电路芯片上。

在助听器20中，麦克风22提供声音信号的接收和声音信号到相应电信号的转换，这个电信号表示所收到的声音信号。助听器20可包括多个输入换能器22，它们具有适当输入级处理，以实现附加功能，例如，提供方向感知能力。麦克风22把声音信号转换成模拟电信号。为助听器20的数字信号处理，模拟电信号通过A/D转换器24进行采样并数字化为数字信号26。数字信号26流入数字信号处理器28，根据期望频率特性和压缩器功能进行麦克风输出信号26的放大，提供一个适合补偿用户听觉不足的输出信号30。输出信号30流入一个D/A转换器32，并进一步流入输出换能器34，即一个接收器34，它把输出信号30转换成声学输出信号。

信号处理器28包括一个具有带通滤波器36_i的第一滤波器组36，把电信号26分成一组带通滤波的第一电信号的衍生信号26_1、26_2...26_i。进

一步说，信号处理器28包括一个压缩器和偏移放大器38_1、38_2...38_i组38，每个连接到不同的带通滤波器36_1、36_2...36_i，以便相应的带通滤波信号的衍生信号26_1、26_2...26_i的个别压缩。图4示意根据本发明具有压缩器特性的各个频带36_1、36_2...36_i中的压缩器和偏移放大器38_1、38_2...38_i。

示意的压缩器特性38_1和38_2对应于图2所示的特性。在本实例中，36_1和36_2都是低频带通滤波器，例如，具有低于500Hz的通频带。36_1可有一个低于300Hz的通频带，以及36_2可有一个介于300Hz和500Hz之间的通频带。为简单起见，这里没有列举每个频带的压缩器。根据本发明，具有特性的压缩器可以包括在任何恰当的频道中。

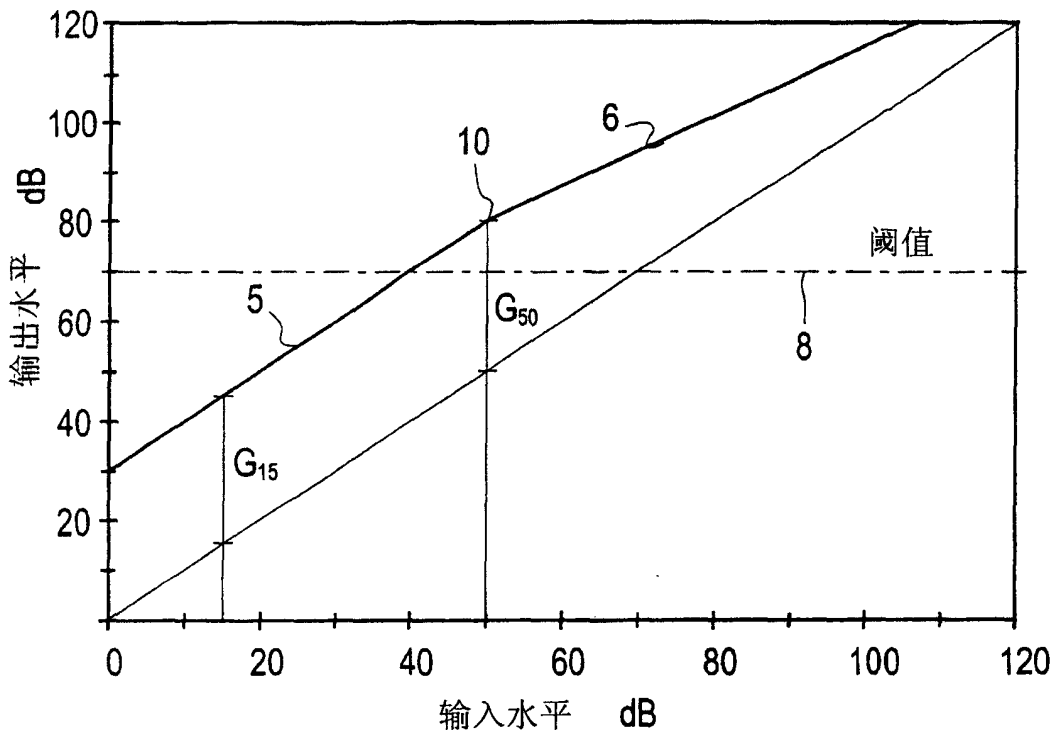

120
100
80
60
40
20
输出水平 dB
0
20
40
60
80
100
120
输入水平 dB
10
6
5
阈值
8
G50
G15

图1

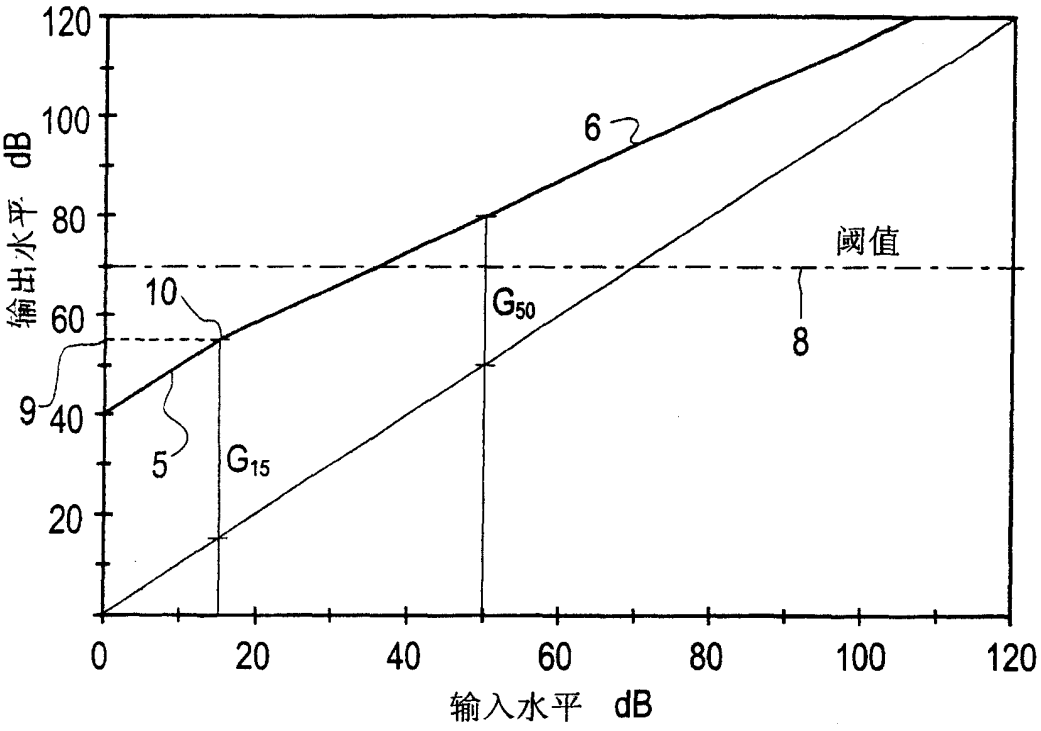

120
100
80
60
40
20
输出水平 dB
6
阈值
10
G50
8
9
5
G15
0
20
40
60
80
100
120
输入水平 dB

图2

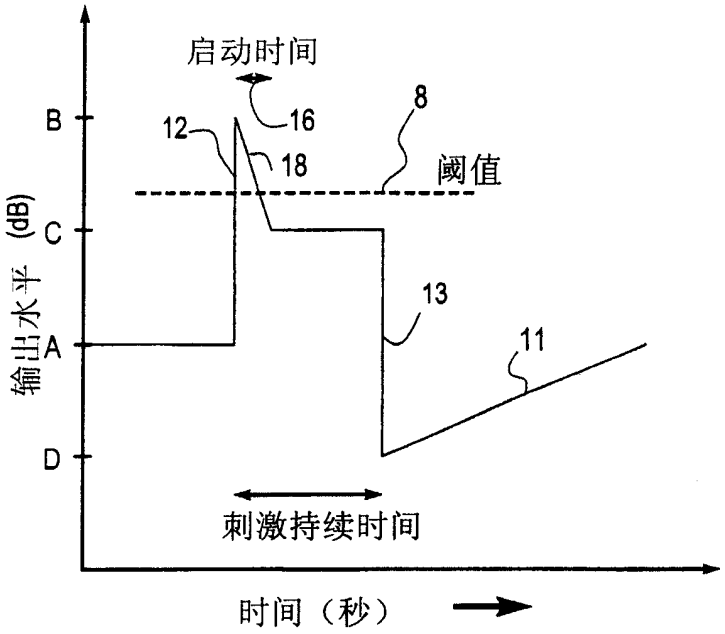


图3

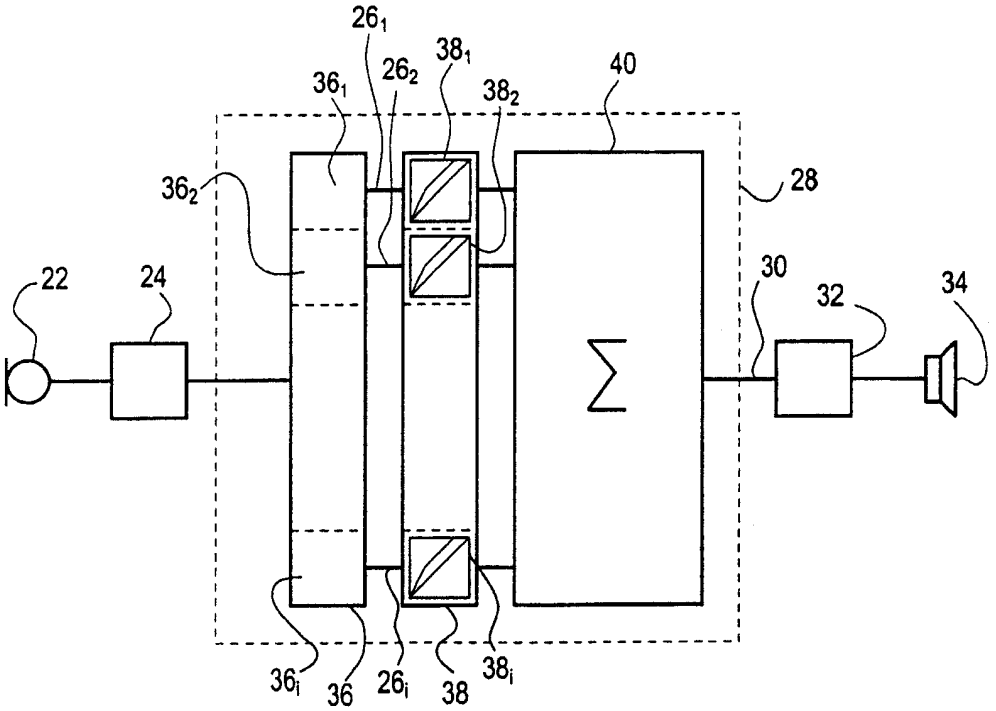


图4

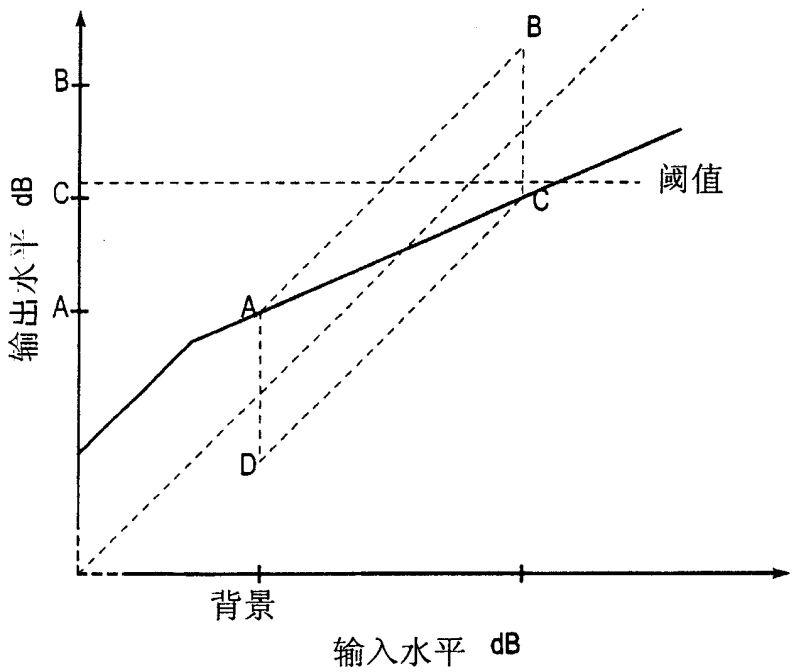


图5