



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112351365 B

(45) 授权公告日 2023.02.24

(21) 申请号 202010787671.2

(22) 申请日 2020.08.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112351365 A

(43) 申请公布日 2021.02.09

(30) 优先权数据
102019211943.3 2019.08.08 DE

(73) 专利权人 西万拓私人有限公司
地址 新加坡新加坡城

(72) 发明人 E.费希尔 H.卡姆卡-帕西
J.海恩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
专利代理师 侯宇

(51) Int.Cl.

H04R 1/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109474876 A, 2019.03.15
CN 108737931 A, 2018.11.02
US 2006115097 A1, 2006.06.01
US 2016112811 A1, 2016.04.21
CN 108235208 A, 2018.06.29
CN 109474876 A, 2019.03.15

审查员 林鸿

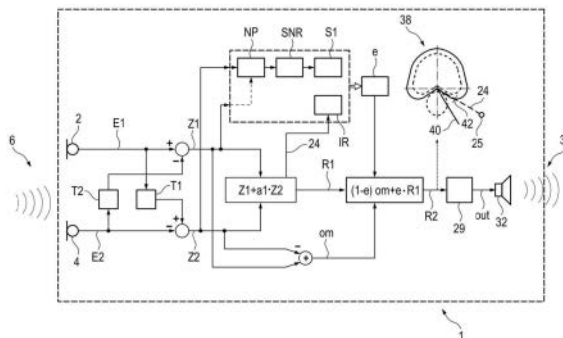
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

用于听力设备的定向信号处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于听力设备的定向信号处理方法,其中,通过第一输入转换器,根据环境中的声音信号,生成第一输入信号,其中,通过第二输入转换器,根据声音信号,生成第二输入信号,其中,分别根据第一输入信号和第二输入信号,生成前向信号和后向信号,其中,确定第一定向参数,来作为前向信号与后向信号的线性组合的线性因数,使得由该线性组合形成的第一定向信号在第一方向上具有最大衰减,其中,确定校正参数,使得第二定向信号在第一方向上具有定义的相对衰减,其中,由前向信号和后向信号根据第一定向参数和校正参数,或者由第一定向信号和全向信号根据校正参数,生成第二定向信号,以及其中,根据第二定向信号,生成听力设备的输出信号。



1. 一种用于听力设备(1)的定向信号处理方法,

其中,通过所述听力设备(1)的第一输入转换器(2),根据环境中的声音信号(6),生成第一输入信号(E1),

其中,通过所述听力设备(1)的第二输入转换器(4),根据所述环境中的声音信号(6),生成第二输入信号(E2),

其中,分别根据所述第一输入信号(E1)和所述第二输入信号(E2),生成前向信号(Z1)和后向信号(Z2),

其中,确定第一定向参数(a1),来作为所述前向信号(Z1)与所述后向信号(Z2)的线性组合的线性因数,使得由该线性组合形成的第一定向信号(R1)在第一方向(24)上具有最大衰减,

其中,确定校正参数(e),使得第二定向信号(R2)在所述第一方向(24)上具有定义的相对衰减,所述第二定向信号是由所述第一定向信号(R1)和全向信号(om)以所述校正参数(e)形成的线性组合,

其中,通过以第二定向参数(a2)作为线性因数的所述前向信号(Z1)与所述后向信号(Z2)的线性组合,生成所述第二定向信号(R2),以及

-通过预先给定的函数关系,由所述第一定向参数(a1)和所述校正参数(e),来确定所述第二定向参数(a2),使得所述第二定向信号(R2)在所述第一方向(24)上具有所述定义的相对衰减(42),或

-确定所述第二定向参数(a2),使得所述第二定向信号(R2)在第二方向(40)上具有最大衰减,所述第二方向(40)通过将所述第一方向(24)偏转一定的角度来产生,依据所述校正参数(e)将所述角度制成表格,

或者

其中,通过所述第一定向信号(R1)与所述全向信号(om)的如下形式的凸叠加,

$$R2 = (1-e) \cdot om + e \cdot R1,$$

来生成所述第二定向信号(R2),其中校正参数e是凸性参数、om是全向信号并且R1是第一定向信号,以及

其中,根据所述第二定向信号(R2),生成所述听力设备(1)的输出信号(out)。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中,由所述第一定向参数(a1),通过以所述校正参数(e)进行缩放,并且通过预先给定的偏移,得出所述第二定向参数(a2)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,

其中,借助自适应定向麦克风由所述前向信号(Z1)和所述后向信号(Z2)的线性组合,通过使信号能量最小,来生成所述第一定向参数(a1)。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,

其中,依据表征声音信号(6)的以下参量中的至少一个,来确定所述校正参数(e):基本噪声水平(NP)和/或信噪比(SNR)和/或稳定性参数(S1)和/或方向信息(IR)。

5. 根据权利要求4所述的方法,

其中,通过表征声音信号(6)的所述基本噪声水平(NP)的单调函数,来形成所述校正参数(e),其中,所述单调函数在上边界值(Th_{hi})以上,将所述基本噪声水平(NP)映射到所述校

正参数(e)的值范围的第一端点上,对于所述第一端点,所述第二定向信号(R2)转变为所述第一定向信号(R1)。

6. 根据权利要求5所述的方法,

其中,依据所述信噪比(SNR),和/或依据所述稳定性参数(S1),结合所述方向信息(IR),来对表征声音信号(6)的所述基本噪声水平(NP)的所述单调函数进行校正。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,

其中,根据借助第一延迟参数(T1)实现的所述第一输入信号(E1)与所述第二输入信号(E2)的时间延迟的叠加,来生成所述前向信号(Z1),和/或

其中,根据借助第二延迟参数(T2)实现的所述第二输入信号(E2)与所述第一输入信号(E1)的时间延迟的叠加,来生成所述后向信号(Z2)。

8. 根据权利要求7所述的方法,

其中,作为前向心形线信号(16)来生成所述前向信号(Z1),以及

其中,作为后向心形线信号(18)来生成所述后向信号(Z2)。

9. 一种听力系统,其具有:

-听力设备(1),所述听力设备具有:第一输入转换器(2),用于根据环境中的声音信号(6),生成第一输入信号(E1);以及第二输入转换器(4),用于根据所述环境中的声音信号(6),生成第二输入信号(E2),以及

-控制单元,所述控制单元被配置为用于执行根据上述权利要求中任一项所述的方法。

用于听力设备的定向信号处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于听力设备的定向信号处理方法,其中,通过听力设备的第一输入转换器,根据环境中的声音信号,生成第一输入信号,其中,通过听力设备的第二输入转换器,根据环境中的声音信号,生成第二输入信号,其中,根据第一输入信号以及根据第二输入信号,生成第一定向信号,第一定向信号在第一方向上具有最大衰减,并且其中,根据第一定向信号,生成听力设备的输出信号。

背景技术

[0002] 在听力设备中,借助至少一个输入转换器,将环境声音转换为至少一个输入信号,依据要校正的佩戴者的听力障碍,以特定于频带的方式,并且在此特别是以与佩戴者单独协调的方式,对输入信号进行处理,并且在此还进行放大。经由听力设备的输出转换器,将处理后的信号转换为输出声音信号,将输出声音信号引导至佩戴者的听觉器官。

[0003] 在此,具有两个或者更多个输入转换器的听力设备是一个有利的扩展方案,在这些听力设备中,根据环境声音,生成两个或者更多个对应的输入信号,用于进一步处理。在此,对输入信号的这种进一步处理通常包括定向信号处理,即,根据输入信号形成定向信号,其中,通常使用不同的方向性,来突出有用信号源(通常是听力设备佩戴者的环境中的说话人),和/或抑制干扰噪声。

[0004] 在此,所谓的自适应定向麦克风具有特殊的意义,在自适应定向麦克风中,生成定向信号,使得定向信号在假设的可定位的干扰信号源的方向上具有最大衰减。为此使用的假设通常是,原则上将从听力设备佩戴者后方的区域(即在其后半空间)出现的噪声视为干扰噪声。基于这种假设,为了生成具有期望的衰减特性的定向信号,传统的定向麦克风算法通常使来自后半空间的信号能量最小。特别是,定向信号在最大衰减的方向上,具有所谓的“陷波(Notch)”,即,总(“无限”)衰减。由此,在理想情况下,所定位的干扰噪声源的声音从定向信号中完全隐去。

[0005] 然而,在某些情况下,例如当另外的人从侧面或者从后面向坐着的听力设备的佩戴者讲话时,将从后半空间出现的噪声仅仅视为干扰噪声的假设是不恰当的。当特定的日常噪声、例如救援车辆的警笛声来自听力设备佩戴者的后半空间时,因为这些特定的日常噪声的警告作用,听力设备佩戴者也必须能够感知这些特定的日常噪声。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是,给出一种用于听力设备的信号处理方法,借助所述信号处理方法,在使用定向麦克风时,不完全消除来自非正面方向的、特别是来自后半空间的潜在的相关声音信号。

[0007] 根据本发明,所提到的技术问题通过用于听力设备的定向信号处理方法来解决,其中,通过听力设备的第一输入转换器,根据环境中的声音信号,生成第一输入信号,其中,通过听力设备的第二输入转换器,根据环境中的声音信号,生成第二输入信号,其中,分别

根据第一输入信号和第二输入信号,生成前向信号和后向信号,以及其中,确定第一定向参数,来作为前向信号与后向信号的线性组合的线性因数,使得由该线性组合形成的第一定向信号在第一方向上具有最大衰减。在此设置为,确定校正参数,使得第二定向信号在第一方向上具有定义的相对衰减,第二定向信号是由第一定向信号和全向信号以校正参数形成的线性组合,其中,由前向信号和后向信号根据第一定向参数和校正参数,或者由第一定向信号和全向信号根据校正参数,生成第二定向信号,以及其中,根据第二定向信号,生成听力设备的输出信号,优选通过听力设备的输出转换器,将输出信号转换为输出声音信号。部分本身视为具有创造性的有利的设计方案是下面的描述的主题。

[0008] 在此,输入转换器特别是包括电声转换器,电声转换器被配置为,根据声音信号,来生成对应的电信号。优选在通过相应的输入转换器生成第一输入信号或者第二输入信号时,还例如以线性前置放大和/或A/D转换的形式进行预处理。

[0009] 根据第一输入信号和第二输入信号生成前向信号或者后向信号优选包括:使第一输入信号和第二输入信号的信号部分,进入前向信号或者后向信号中,因此特别是第一输入信号和第二输入信号不二者同时仅用于生成应用于其它信号的信号部分的控制参数等。在此,优选至少第一输入信号的信号部分线性地进入前向信号或者后向信号中,特别优选第二输入信号的信号部分也线性地进入前向信号或者后向信号中。类似的内容适用于根据前向信号和后向信号生成第二定向信号,以及必要时适用于其它信号和其它信号的对应的生成。

[0010] 在此,也可以以如下方式,根据生成信号、例如前向信号和后向信号,来进行信号、例如第二定向信号的生成,即,在信号处理的范围内,首先根据所述生成信号,形成一个或多个中间信号,然后根据一个或多个中间信号来形成所生成的信号(即例如第二定向信号)。然后,生成信号(在当前的示例中即前向信号和后向信号)的信号部分首先进入相应的中间信号中,随后相应的中间信号的信号部分进入所生成的信号(即当前为第二定向信号)中,从而生成信号(即例如前向信号和后向信号)的信号部分,经由相应的中间信号,被“传递”到所生成的信号(即例如第二定向信号)中,并且在此,必要时对其进行逐频带的放大,部分相对于彼此延迟,或者相对于彼此不同地进行加权等。

[0011] 在此,前向信号特别是包括具有非一般的(nicht-triviale)方向特性的定向信号,与在后半空间中相比,该定向信号在听力设备的前半空间中,相对于预先给定的水平的标准化测试声音,平均具有更高的灵敏度。在此,优选前向信号的最大灵敏度的方向同样位于前半空间中,特别是位于前向方向上(即相对于听力设备的优选方向(Vorzugsrichtung)为 0°),而前向信号的最小灵敏度的方向位于后半空间中,特别是位于后向方向上(即相对于听力设备的优选方向为 180°)。优选对应的内容适用于后向信号,即将前半空间与后半空间以及前向方向与后向方向交换。在此,优选通过听力设备的优选方向,来定义听力设备的前半空间与后半空间以及前向方向与后向方向,在佩戴者按照规定佩戴听力设备时,优选方向优选与佩戴者的正面方向一致。在此,由于佩戴时的不准确的调整而造成的从其偏离应当保持不受影响。

[0012] 特别是,前向信号和后向信号相对于彼此,关于垂直于所述优选方向的对称平面对称。在一个有利的设计方案中,前向信号的方向特性例如由心形线给出,而在该设计方案中,后向信号的方向特性由反心形线给出。

[0013] 在此,为了确定第一定向参数,不一定需要实际针对第一定向信号的信号部分的进一步信号处理,生成第一定向信号。相反,例如可以借助使线性组合 $Z1+a1 \cdot Z2$ (其中, $Z1$ 为前向信号,并且 $Z2$ 为后向信号)的信号能量最小,或者通过其它优化方法或者自适应定向麦克风(Richtmikrofonie),来确定第一定向参数 $a1$,而与第一定向信号对应的、由线性组合形成的信号在进一步的方法的过程中将不经历进一步使用。在这种情况下,直接根据前向信号和后向信号生成第二定向信号。在此,通过所述信号能量的最小化或者通过其它优化方法来设置第一定向参数,使得即使所形成的第一定向信号不经历进一步的使用,所形成的第一定向信号如所要求的,也在第一方向上具有最大衰减,特别是当其由占优势的声源的方向给出时。

[0014] 在此,第一定向信号的最大衰减特别是应当理解为,相关方向特性在相应的方向上具有如下灵敏度,该灵敏度具有局部的、优选全局的最小值。换言之,由此,第一定向信号具有非一般的方向特性,由此相对于预先给定的水平的标准化测试声音,具有在空间上可变的灵敏度。在此,优选第一定向信号在第一方向上具有“陷波(Notch)”,陷波具有全衰减或者准全衰减,即至少15dB、优选至少20dB的衰减。然而,与此不同,优选全向信号相对于标准化测试声音,具有与角度无关的灵敏度。

[0015] 同样,为了确定校正参数,不一定需要实际作为以校正参数作为线性因数或者凸性参数的第一定向信号和全向信号的线性组合、特别是凸叠加,来形成第二定向信号。相反,选择校正参数,使得根据需要生成的第二定向信号在第一方向上具有所需要的定义的相对衰减。

[0016] 在此,特别是通过所描述的根据校正参数的全向信号与第一定向信号的线性组合或者凸叠加,或者作为其替换,通过前向信号与后向信号的线性组合,来进行信号部分进入输出信号的第二定向信号的实际生成。

[0017] 在此,针对第二定向信号 $R2$ 的凸叠加特别是应当理解为如下形式的叠加:

$$[0018] \quad (i) R2 = (1-e) \cdot om + e \cdot R1,$$

[0019] 其中,校正参数 e 是凸性参数, om 是全向信号,并且 $R1$ 是第一定向信号。在这种情况下,隐含地经由第一定向信号来实现第二定向信号与第一定向参数的依赖性。

[0020] 在此,替换地根据校正参数 e 和第一定向参数由前向信号 $Z1$ 和后向信号 $Z2$ 生成第二定向信号 $R2$,特别是具有如下形式:

$$[0021] \quad (ii) R2 = Z1 + a2 \cdot Z2, \text{ 其中, } a2 = f(a1, e), \text{ 其中, } a2 \text{ 是第二定向参数,其与第一定向参数 } a1 \text{ 和校正参数 } e \text{ 有关。}$$

[0022] 在例如作为心形线信号和反心形线信号适当地选择前向信号 $Z1$ 和后向信号 $Z2$ 的情况下,也可以根据前向信号和后向信号由等式(i)表示全向信号 om 和第一定向信号 $R1$ (对于全向信号 om),或者借助自适应定向麦克风生成全向信号 om 和第一定向信号 $R1$ (对于第一定向信号 $R1 = Z1 + a1 \cdot Z2$)。在这种情况下,对于第二定向信号 $R2$ 的生成,存在两种彼此等的可能性或者表示,其由等式(i)和等式(ii)给出。

[0023] 在此,第二定向信号在第一方向上所具有的定义的相对衰减(第一定向信号在该方向上恰好具有最大衰减),特别是应当理解为,第二定向信号在第一方向上具有如下灵敏度,该灵敏度比最大灵敏度小一定的因数,该因数特别通过校正参数来确定。也就是说,定义的相对衰减特别是意味着一定因数或者以dB为单位的衰减,其在知道校正参数的情况

下,优选可以直接给出。

[0024] 例如,如果第一方向位于后半空间中 120° 处(零度在正面方向上),并且第二定向信号以相同的部分由全向信号和第一定向信号混合而成,则由此也相对于信号的最大灵敏度,确定 120° 处、即第一方向处的第二定向信号的相对衰减的值。

[0025] 在例如根据等式(i)根据全向信号和第一定向信号生成第二定向信号,或者对于按照等式(ii)根据前向信号和后向信号进行的实际生成,存在至少一个与其等同的根据等式(i)的表示的情况下,校正参数 e 直接给出第二定向信号上的第一定向信号的计算部分。因为其在第一方向上的衰减在理想情况下是完全的,即是无限的,因此第二定向信号在第一方向上的灵敏度在理想情况下完全由全向信号 o_m 的部分 $(1-e)$ 来确定。例如,如果要在第一方向上仅抑制6dB,则由于在按照等式(i)形成的(或者与此等同的)第二定向信号中通过第一定向信号在第一方向上进行完全抑制,将选择直到50%的全向信号的部分,即选择 $e=0.5$ 。如果第一定向信号在第一方向上的衰减是有限的,即例如15dB或者20dB,则在知道第一方向上的衰减的值的条件下,可以对计算进行对应的调整。

[0026] 在此,特别是依据声学特征参量,来确定校正参数,可以根据两个输入信号,或者根据由输入信号推导出的信号、例如前向信号和后向信号,一般地说,可以根据表征环境中的声音信号的信号,来监视声学特征参量,并且声学特征参量关于非正面的声音信号、即特别是还有来自后半空间的声音信号的干扰噪声特性,具有特别是也可以量化的表现(Aussagekraft)。

[0027] 这种表现例如可以由要检查的噪声的基本噪声水平、信噪比(SNR)或者稳定性来给出,其中,在检查稳定性时,优选还伴随对占优势的非正面声源所在的半空间的检查。

[0028] 现在,如果借助自适应定向麦克风,根据前向信号和后向信号,形成第一定向信号,使得第一方向(即第一定向信号的最大衰减的方向)位于后半空间中的主要局部声源的方向上,则可以通过所述方法,与全向信号进行混合,使得由此所形成的第二定向信号在第一方向上以定义的因数衰减,由此不再最大或者完全地抑制该声源的声音,而是保持听力设备的佩戴者可听到。

[0029] 例如,如果根据后向信号确定,在那里存在相当的程度上不稳定的信号,该信号还具有值得注意的声音水平,并且显著超过所确定的基本噪声("noise floor"),即还呈现高的SNR,则这可以被评价为主要声源由说话人给出的指示。在这种情况下,全向信号与第一定向信号的混合可以被设计为,使前者的特别大的一部分进入第二定向信号中,以便不通过第一定向信号来抑制在佩戴者后方的说话的该说话人的信号贡献。如果第一定向信号被设计为用于第一方向与这种主要声源的方向的动态或者自适应的适配,则这特别适用。

[0030] 然而,另一方面,如果SNR相当低,则不使这种信号的过大的部分进入第二定向信号中可能是有利的,因为否则这可能以不期望的方式使第二定向信号的SNR恶化。相反,如果在后半空间中存在具有高SNR和相对高水平的明显稳定的信号,则例如可以假设该信号是局部的干扰噪声。对应地,这里,也可以像在第一定向信号中进行的那样,减小第二定向信号上的全向信号的部分,以便更好地抑制干扰噪声。

[0031] 在此,在极限情况下,也可以在完全不附加地增加第一定向信号的信号部分的情况下,生成第二定向信号,以防止对后半空间中的强定向声源的消除。相反,如果决定尽可能地抑制来自后半空间的定向声音信号,则也可以完全由第一定向信号得到第二定向信

号,即,完全不附加地增加全向信号的信号部分。特别是,这些极限情况由校正参数的值范围的端点形成。换言之,也就是说,特别是可以通过全向信号与第一定向信号的混合,来表示第二定向信号(即使具体的信号技术上的生成必要时可以以另外的、然而等同的方式进行),其中,混合也包括如下极限情况,即,两个生成信号中的一个的信号部分被完全隐去。

[0032] 以有利的方式,通过以第二定向参数作为线性因数的前向信号与后向信号的线性组合,来生成第二定向信号,其中,通过预先给定的函数关系,根据第一定向参数和校正参数,来确定第二定向参数,使得第二定向信号在第一方向上具有定义的相对衰减。例如,如果通过自适应定向麦克风,根据前向信号和后向信号 Z_1 和 Z_2 ,即以如下形式,来确定第一定向信号 R_1

[0033] (iii) $R_1 = Z_1 + a_1 \cdot Z_2$,其中, a_1 为第一定向参数,则可以作为下式来生成第二定向信号 R_2

[0034] $R_2 = Z_1 + a_2 \cdot Z_2$,其中, $a_2 = f(a_1, e)$ 为第二定向参数(参见等式ii)。

[0035] 在此,优选相对于听力设备的优选平面(特别是佩戴者的正平面)对称地生成前向信号 Z_1 和后向信号 Z_2 ,其中,特别优选这些信号也可以再现全向信号 om ,例如作为 $om = Z_1 - Z_2$ 。在此,特别是, Z_1 通过心形线给出,并且 Z_2 通过反心形线给出。通过生成第二定向信号的这种方式,生成可以在前向信号和后向信号的平面上进行,同时确定第一定向参数 a_1 仅需要第一定向信号 R_1 (第二定向信号的第二定向参数 a_2 ,在函数上以定义的函数 f 作为 $a_2 = f(a_1, e)$,与第一定向参数 a_1 有关)。

[0036] 在此,适宜的是,通过以校正参数进行缩放,并且通过预先给定的偏移,根据第一定向参数,来得出第二定向参数。这意味着:

[0037] (iv) $a_2 = f(a_1, e) = e \cdot a_1 + d$,其中 $e < 1$ 作为校正参数,其中,可以将校正参数 e 和偏移 d 的值,例如作为制成表格的值,存储在听力设备中,以便可以依据第一方向,在那里通过对 e 和 d 进行对应的参数选择,来实现期望的相对衰减。通过所示出的第二定向参数与第一定向参数的函数依赖性,可以特别简单地在第一方向上实现相对的并且在此定义的程度来限制的衰减。在此,优选对于前向信号和后向信号通过心形线信号或者反心形线信号给出的情况,将偏移 d 选择为 $e - 1$ 。

[0038] 也证明有利的是,通过以校正参数作为凸性参数的第一定向信号与全向信号的凸叠加,来生成第二定向信号。于是,第二定向信号 R_2 与全向信号 om 和第一定向信号 R_1 有关:

[0039] $R_2 = (1 - e) \cdot om + e \cdot R_1$ (参见等式i),

[0040] 其中,以校正参数 e 作为凸性参数。优选依据环境中的声音信号的基本噪声水平和/或SNR和/或稳定性,来确定凸性参数。

[0041] 在此,优选相对于听力设备的优选平面(特别是佩戴者的正平面)对称地生成前向信号和后向信号,特别优选前向信号和后向信号也可以再现全向信号 om ,例如作为 $om = Z_1 - Z_2$ 。在这种情况下,在上面的等式(i)中,可以借助前向信号和后向信号 Z_1 、 Z_2 ,将全向信号 om 和第一定向信号 R_1 表示为

[0042] (v) $R_2 = Z_1 + (e + e \cdot a_1 - 1) \cdot Z_2$,因此

[0043] (vi) $a_2 = (e + e \cdot a_1 - 1)$

[0044] 在此,从等式(vi)可以看出,以因数 $e < 1$ 对第一定向参数 a_1 进行缩放,并且以偏移

e-1将第一定向参数a1移位。在此,优选前向信号Z1由心形线信号给出,而后向信号Z2由反心形线信号给出。

[0045] 证明进一步有利的是,通过将第一方向偏转一定的角度,来产生第二方向,依据校正参数将角度制成表格,其中,通过以第二定向参数作为线性因数的前向信号与后向信号的线性组合,来生成第二定向信号,以及其中,确定第二定向参数,使得第二定向信号在第二方向上具有最大衰减。这意味着:首先,确定第一方向,在第一方向上,第一定向信号具有最大衰减,第一定向信号根据前向信号和后向信号优选借助自适应定向麦克风来形成。然后,例如依据环境中的声音信号的基本噪声水平、SNR或者稳定性,来确定校正参数。

[0046] 然后,依据校正参数,以及必要时依据第一方向本身,将第一方向移位制成表格的角度,使得与第一定向信号类似地生成的第二定向信号,在通过将第一方向移位所述角度而形成的第二方向上,具有最大衰减,而在第一方向上具有定义的相对衰减。在此,借助优选制成表格的第二定向参数,来生成第二定向信号,在将前向信号和后向信号线性组合时,第二定向参数使得第二定向信号正好具有所要求的衰减特性。

[0047] 以有利的方式,借助前向信号和后向信号的线性组合的自适应定向麦克风,特别是通过最小化信号能量,来生成第一定向参数。以这种方式,可以特别简单地确保第一方向位于主要声源的方向上。在许多用于在听力设备中进行定向噪声抑制的方法中使用以这种方式生成的第一定向信号,从而这里描述的方法特别适合用于不过度或者甚至完全消除特别是听力设备佩戴者的后半空间中的不稳定声源。

[0048] 有利地,依据表征声音信号的以下参量中的至少一个来确定校正参数:基本噪声水平和/或SNR和/或稳定性参数和/或方向信息。在此,优选确定校正参数,使得对于相对高的基本噪声水平或者相对低的SNR,通过对第一定向信号进行相对小的校正,来形成第二定向信号,而对于相对低的基本噪声水平或者相对高的SNR,第二方向信号具有相对低的方向性。在此,特别是也可以逐步应用所提到的标准,使得例如对于高的SNR,即使在基本噪声水平高的情况下,第二定向信号仍然也与第一定向信号有相当的差异。在此,特别是可以根据两个输入信号中的至少一个,或者根据前向信号和/或后向信号,来确定基本噪声水平、SNR和稳定性参数。

[0049] 在此,以有利的方式,通过表征声音信号的基本噪声水平的单调函数,来形成校正参数,其中,单调函数在上边界值以上,将基本噪声水平映射到校正参数的值范围的第一端点上,对于该值范围,第二定向信号转变为第一定向信号中。在此,对于例如以下形式的校正参数 $e \in [0, 1]$,可以是基本噪声水平NP的函数:

[0050] (vii) 对于 $NP \geq Th_{Hi}$, $e = 1$,

[0051] 对于 $NP < Th_{Hi}$, $e = NP / Th_{Hi}$,

[0052] 其中, Th_{Hi} 为基本噪声水平NP的上边界值(以dB为单位)。在此,与在等式(vii)的第二行中示出的e和NP之间的线性关系不同的函数依赖性同样是可以的,只要在此增加线性地进行即可。特别是,也可以给出基本噪声水平的下边界值 Th_{Lo} ,在下边界值 Th_{Lo} 以下,即对于 $NP \leq Th_{Lo}$,设置 $e = 0$ 。在这种情况下,对于 $Th_{Lo} < NP < Th_{Hi}$,可以设置 $e = (NP - Th_{Lo}) / (Th_{Hi} - Th_{Lo})$ 。

[0053] 在此,优选依据SNR,和/或依据稳定性参数,结合方向信息,对表征声音信号的基本噪声水平的单调函数进行校正。例如,这种校正的一种可能性在于,在SNR足够高的情况

下,即例如对于 $SNR \geq Th_{SNR}$ (其中, Th_{SNR} 为对应地定义的SNR的边界值),必要时利用与在那里给出的线性的依赖性不同的针对范围 $NP < Th_{Hi}$ 的函数单调依赖性,使根据等式(vii)定义的函数,在其针对e的值范围内减小,即例如:

[0054] (viii) 对于 $SNR \geq Th_{SNR} : e \leq e_{max}$

[0055] 其中,当对于 $SNR < Th_{SNR}$,e的实际值范围为从0到1时, e_{max} 例如为0.7或者0.5。这意味着:对于 $SNR < Th_{SNR}$,根据NP的正常函数依赖性,例如根据等式(vii),来确定e。对于 $SNR \geq Th_{SNR}$,e的值范围由 e_{max} 来限制,从而在这种情况下,特别是当根据等式(i)来生成第二方向信号时,第二定向信号也仍然总是与第一定向信号具有显著的差异。

[0056] 特别是在抑制稳定的干扰噪声的过程中,使用稳定性参数,因此可以从稳定的干扰噪声中获得稳定性参数,替换地也可以通过自相关函数来确定稳定性参数。这种参数通常具有0(完全不稳定)与1(完全稳定)之间的值范围。现在,如果这种稳定性参数S1低于相应的边界值,即 $S1 \leq Th_S$,并且根据方向信息,可以识别出相应的噪声主要来自后半空间,则在将对基本噪声水平映射到校正参数上的单调函数进行校正时,可以在校正参数的中间范围内,即例如对于 $0.4 \leq e \leq 0.6$,优选也对于 $0.25 \leq e \leq 0.27$,选择单调函数的更平坦的斜率。特别是可以在e方面尽可能连续地(stetig)将这种校正与按照等式(viii)的校正组合。

[0057] 证明进一步有利的是,在校正参数的值范围的第二端点的定义的周围,将第二定向信号与第三定向信号叠加,第三定向信号被设计为模拟人耳的自然定向效果,以及其中,当校正参数取其值范围的第二端点时,叠加转变为第三定向信号。这意味着,例如对于 $e \leq M$,其中, $M=0.1$ (可以是不同的值,例如0.05),如下形成输出信号out:

[0058] (xi) $out = (e/M) \cdot R2 + [(M-e)/M] \cdot R3$ 。

[0059] 因此,在优选对应于如下区域的校正参数的值范围的第二端,对于该区域,第二定向信号具有尽可能小部分的第一定向信号或者尽可能小的方向性,越来越多地将第二定向信号与第三定向信号叠加,并且在校正参数的第二端点处,优选第二定向信号完全转变为第三定向信号。由此,听力设备的佩戴者具有耳廓(Pinna)在正常的听者中引起的自然的听觉印象。特别是可以做到这一点,因为在该区域中,对于校正参数假设,基本噪声水平足够低,和/或SNR足够高。

[0060] 优选根据借助第一延迟参数实现的第一输入信号与第二输入信号的时间延迟的叠加,来生成前向信号,和/或其中,根据借助第二延迟参数实现的第二输入信号与第一输入信号的时间延迟的叠加,来生成后向信号。在此,特别是第一和第二延迟参数可以被选择为彼此相同,并且特别是可以相对于听力设备的优选平面与后向信号对称地生成前向信号,其中,优选平面与优选在佩戴听力设备时佩戴者的正平面相关联。第一定向信号与佩戴者的正面方向对齐使信号处理变得容易,因为由此考虑佩戴者的自然视线方向。

[0061] 在此,证明有利的是,作为前向心形线信号来生成前向信号,并且作为后向心形线信号(反心形线)来生成后向信号。可以通过将两个输入信号,以与输入转换器的距离对应的声学运行时延迟(akustischen Laufzeitverzögerung),彼此叠加,来形成心形线信号。由此,依据在进行叠加时该运行时延迟的符号,最大衰减的方向位于正面方向上(后向心形线信号),或者与此相反的方向上(前向心形线信号)。

[0062] 最大灵敏度的方向与最大衰减的方向相反。这使进一步的信号处理变得容易,因为由于正面方向或者与正面方向相反的方向上的最大衰减,这种中间信号特别适合于自适

应定向麦克风。此外,可以通过前向心形线信号和后向心形线信号的差,来表示或者再现全向信号,从而所述方法可以在心形线信号和反心形线信号的平面上运行,并且仅为了确定对应的自适应定向参数,来生成第一定向信号。

[0063] 合适的是,借助自适应定向麦克风,来生成第一定向信号。由此,可以以特别简单的方式,实现第一定向信号具有最大衰减的第一方向,与定位在后半空间中的主要声源的方向一致。

[0064] 在一个有利的设计方案中,在生成第一定向信号时,确定第一定向参数,第一定向参数表征用于生成第一定向信号的第一中间信号与第二中间信号的叠加,其中,通过将第一中间信号与第二中间信号叠加,来生成第二定向信号,该叠加通过第二定向参数来表征,并且其中,根据第一定向参数来确定第二定向参数,使得第二定向信号在第一方向上具有相对于最大灵敏度定义的相对衰减。

[0065] 本发明还涉及一种听力系统,听力系统具有听力设备和控制单元,听力设备具有:第一输入转换器,用于根据环境中的声音信号,生成第一输入信号;以及第二输入转换器,用于根据环境中的声音信号,生成第二输入信号,控制单元被配置为用于执行按照本发明的方法。特别是,控制单元可以集成在听力设备中。在这种情况下,听力系统直接由听力设备给出。听力系统共享根据本发明的方法的优点。在此,针对方法以及针对其扩展方案提到的优点可以类似地转用于听力系统。

附图说明

[0066] 下面,根据附图更详细地说明本发明的实施例。在此:

[0067] 图1相应地示意性地以框图示出了按照现有技术的听力设备,在该听力设备中,借助自适应定向麦克风,来生成在第一方向上具有最大衰减的定向信号,

[0068] 图2相应地示意性地以框图示出了按照图1的听力设备的根据本发明的变形,其中,在第一方向上,以定义的方式减小衰减,

[0069] 图3相应地示意性地以函数曲线图示出了用于依据基本噪声水平的根据图2的衰减减小的校正参数,

[0070] 图4相应地示意性地以框图示出了按照图2的听力设备的替换设计方案,以及

[0071] 图5相应地示意性地以曲线图示出了依据定向参数的、针对第一定向信号和根据图2或图4变形的定向信号的最大衰减的方向。

[0072] 在所有附图中,对彼此对应的部分和参量,分别设置相同的附图标记。

具体实施方式

[0073] 在图1中,示意性地以框图示出了在按照现有技术的听力设备1中进行定向信号处理的方法。听力设备1具有第一输入转换器2和第二输入转换器4,其根据环境中的声音信号6,生成第一输入信号E1和第二输入信号E2,并且例如可以分别由麦克风给出。在此,相对于听力设备1的正面方向7(其通过在运行中按照规定的佩戴来定义),第一输入转换器2相对于第二输入转换器4布置在更前面。

[0074] 现在,将第二输入信号E2延迟第一延迟参数T1,并且从第一输入信号E1中减去如此延迟的第二输入信号,以生成前向信号Z1。以类似的方式,将第一输入信号E1延迟第二延

迟参数T2,并且从如此延迟的第一输入信号中减去第二输入信号E2,以生成后向信号Z2。在此,除了数字化中的可能的量化误差之外,第一延迟参数T1和第二延迟参数T2由运行时间T给出,运行时间T准确地对应于第一输入转换器2与第二输入转换器4之间的空间上的声音路径d。因此,前向信号Z1由前向心形线信号16给出,并且后向信号Z2由后向心形线信号18(即反心形线)给出。

[0075] 现在,借助自适应定向麦克风20,根据前向信号Z1和后向信号Z2,通过经由第一定向参数a1使信号 $Z1+a1 \cdot Z2$ 的信号能量最小,来实现第一定向信号R1。在此,第一定向信号R1具有在第一方向24上具有最大衰减的方向特性22。因为借助自适应定向麦克风20来选择第一定向参数a1,因此第一方向24落在后半空间26中的主要局部声源25的方向上。在图1中示出的示例中,第一方向相对于正面方向7旋转了大约 120° ,在按照规定佩戴听力设备1时,正面方向7与听力设备1的佩戴者的正面方向(未示出)重合。在此,最大衰减意味着,在理想情况下,完全消除来自第一方向24的声音(即“无限”衰减)。换言之,第一定向信号1在第一方向24上具有所谓的“陷波”。

[0076] 现在,根据第一定向信号R1的信号贡献,必要时还通过另外的非定向信号处理29,生成输出信号out,通过听力设备1的输出转换器32,将输出信号out转换为输出声音信号34。在此,输出转换器32当前可以由扬声器或者也可以由骨传导听筒给出。

[0077] 现在,如果后半空间26中的主要声源25例如由说话人给出,则当前进行的对说话人的说话贡献的最大衰减,对于听力设备1的佩戴者经常可能是不期望的。在这种情况下,将有利的是,使用具有如下方向特性的输出信号out,该方向特性在第一方向24上不具有最大衰减。

[0078] 借助图2来示出可以实现该目标的对应的方法。以框图示出了听力设备1,该听力设备1直到第一定向信号R1的生成都与按照图1的听力设备相同。现在,在根据图2的示例中,根据前向信号Z1和后向信号Z2,形成全向信号om,根据要进一步描述的规则,将全向信号om与第一定向信号R1叠加。根据校正参数e来进行该叠加,校正参数e可以依据基本噪声水平NP以及声音信号6的SNR来确定,但是此外也可以根据声音信号6的稳定性参数S1和方向信息IR来确定。在此,所述参量可以根据输入信号E1和E2,或者可以根据前向信号和后向信号Z1、Z2来确定。

[0079] 根据

[0080] $R2 = (1-e) \cdot om + e \cdot R1$ (参见等式i)

[0081] 由所述叠加形成第二定向信号R2。

[0082] 根据第二定向信号R2,必要时通过另外的非定向信号处理29,与在图1中示出的方法类似地生成输出信号out,非定向信号29处理尤其是可以包括与频带有关的放大和/或压缩,输出信号out由输出转换器32转换为输出声音信号34。现在,第二定向信号R2的方向特性38在第二方向40上具有其最大衰减,而在第一方向24上存在相对衰减42。

[0083] 在图3中示出了函数f,函数f将基本噪声水平NP映射到借助图2示出的方法的校正参数e上(实线)。在上边界值 Th_{hi} (在根据图3的示例中,其被选择为 $Th_{hi} = 80\text{dB}$)以上,将所有基本噪声水平映射到 $e = 1$ 上。这意味着:在图2中示出的方法中,对于80dB和更高的基本噪声水平NP,总是将第一定向信号R1完全转换为第二定向信号R2。在下边界值 Th_{lo} (在根据图3的示例中,其被选择为 $Th_{lo} = 40\text{dB}$)以下,将所有基本噪声水平映射到 $e = 0$ 上。这意味着:

在图2中示出的方法中,对于40dB和更低的基本噪声水平NP,总是将全向信号om完全转换为第二定向信号R2。在 $Th_{Lo} < NP < Th_{Hi}$ 的范围内,函数f具有线性斜率,该线性斜率可以通过

$$[0084] \quad e = f(NP) = (NP - Th_{Lo}) / (Th_{Hi} - Th_{Lo})$$

[0085] 来描述。同样可以想到与这里示出的线性关系不同的特征曲线,只要f(NP)在 Th_{Lo} 与 Th_{Hi} 之间保持单调增加即可。

[0086] 现在,如果SNR位于预先给定的边界值 Th_{SNR} 以上,即 $SNR \geq Th_{SNR}$,则截断由函数f(NP)给出的特征曲线,由此形成新的函数f'(虚线)。在这种情况下,这意味着:如果SNR位于 Th_{SNR} 以上,则对于基本噪声水平NP的相对低的值,特性与原始函数f相同。然而,在大约NP=65dB以上,总是将e映射到值 $e=0.675$ 上。这考虑到如下情况,即,在基本噪声水平NP高的情况下SNR本身高的情况下,必须不完全实现定向噪声抑制,并且出于更好的空间听觉的原因,可以保持混入较大部分的全向信号om。

[0087] 此外,如果确定声音信号6一方面足够不稳定(例如根据稳定性参数S1低于上限Ths),并且此外,相当大的部分来自后半空间(这根据方向信息IR来识别,方向信息IR例如给出从自适应定向麦克风20得到的第一方向24的半空间),则在基本噪声水平NP为55dB以上的范围内,减小函数f的斜率(点线),由此对于边界值 Th_{Hi} 以上的基本噪声水平NP,才实现 $e=1$ (在假设 $SNR < Th_{SNR}$ 的情况下,因为否则直接应用函数f')。

[0088] 在图4中示出了与根据图2描述的方法类似的处理方法。该处理方法以框图示出了听力设备1,该听力设备1与在图2中示出的听力设备1类似。然而,在此,不作为根据作为凸性参数的校正参数e的第一定向信号R1与全向信号om的叠加,来形成第二定向信号R2。相反,根据规则

$$[0089] \quad a_2 = e + e \cdot a_1 - 1 \text{ (参见等式vi),}$$

[0090] 将第一定向参数a1映射到第二定向参数a2上,在生成第一定向信号R1时由自适应定向麦克风20产生第一定向参数a1,通过以因数e(根据图2的凸性参数)缩放第一定向参数a1,以及以偏移 $e-1$ 移位,来形成第二定向参数a2。然后,与第一定向信号R1类似,由前向信号Z1和后向信号Z2形成第二定向信号R2:

$$[0091] \quad R_2 = Z_1 + a_2 \cdot Z_2 \text{ (参见等式v和vi)。}$$

[0092] 因为在相同的条件下,除了下面描述的针对 $e \leq 0.1$ 的扩展,在图4中示出的方法与在图2中示出的方法类似,因此方向特性38对应地与按照图2的第二定向信号R2的方向特性相同。现在,在第二方向40上进行最大衰减,而在第一方向24上存在定义的相对衰减42。

[0093] 对于如下情况,即,从根据图3的对校正参数e的计算,得到零附近的值,即e小于预先给定的边界值 $e_{Lo} = M$,其中,例如 $M = 0.1$,例如根据以下公式:

$$[0094] \quad out = (e/M) \cdot R_2 + [(M-e)/M] \cdot R_3 \text{ (参见等式xi), 通过将第三定向信号R3混入第二定向信号R2,来生成输出信号out。}$$

[0095] 在此,利用固定的方向特性,根据前向信号Z1和后向信号Z2,来生成第三定向信号R3。同样,可以想到不具有上述e的线性关系的R2与R3之间的替换的过渡。

[0096] 在图5中,以曲线图示意性地示出了表征第一定向信号R1的第一定向参数a1与按照图4的第二定向信号R2的第二定向参数a2之间的关系。在此,函数关系为 $a_2 = 0.7 \cdot a_1 - 0.3$ 。在图5中示出的示例中,由相应的第一方向24针对第一定向参数a1的参数值,形成下面的符号;而由第二方向针对给定的a1的参数值,给出上面的符号,即,由如下角度给出上面

的符号,在该角度下,在第二定向信号R2中,在应用第一定向参数R1到第二定向参数a2的映射之后,产生第二方向40,即最大衰减的方向。对于给定的a1的值,可以确定所述角度增大,其中,由于方向特性相对于正面方向轴对称,因此在与正面方向相反的180°的角度方向上进行削波(Clipping)。通过所示出的在从第一定向信号过渡到第二定向信号时最大衰减的方向的偏转,现在,在第一定向信号中仍然进行了最大衰减的第一方向上,产生相对于最大灵敏度定义的相对衰减,相对衰减通过校正参数e来控制。

[0097] 虽然在细节上通过优选实施例详细说明和描述了本发明,但是本发明不限于所公开的示例,本领域技术人员可以从中推导出其它变形方案,而不脱离本发明的保护范围。

[0098] 附图标记列表

[0099]	1	听力设备
[0100]	2	第一输入转换器
[0101]	4	第二输入转换器
[0102]	6	环境中的声音信号
[0103]	7	正面方向
[0104]	16	前向心形线(信号)
[0105]	18	后向心形线(信号)
[0106]	20	自适应定向麦克风
[0107]	22	方向特性
[0108]	24	第一方向
[0109]	25	主要声源
[0110]	26	后半空间
[0111]	29	非定向信号处理
[0112]	32	输出转换器
[0113]	34	输出声音信号
[0114]	38	方向特性
[0115]	40	第二方向
[0116]	42	相对衰减
[0117]	a1	第一定向参数
[0118]	a2	第二定向参数
[0119]	e	校正参数
[0120]	E1	第一输入信号
[0121]	E2	第二输入信号
[0122]	IR	方向信息
[0123]	om	全向信号
[0124]	out	输出信号
[0125]	NP	基本噪声水平
[0126]	R1	第一定向信号
[0127]	R2	第二定向信号
[0128]	R3	第三定向信号

[0129]	S1	稳定性参数
[0130]	SNR	信噪比
[0131]	Th _{Lo}	(基本噪声水平NP的)下边界值
[0132]	Th _{Hi}	(基本噪声水平NP的)上边界值
[0133]	Th _S	(SNR的)上边界值
[0134]	Z1	前向信号
[0135]	Z2	后向信号

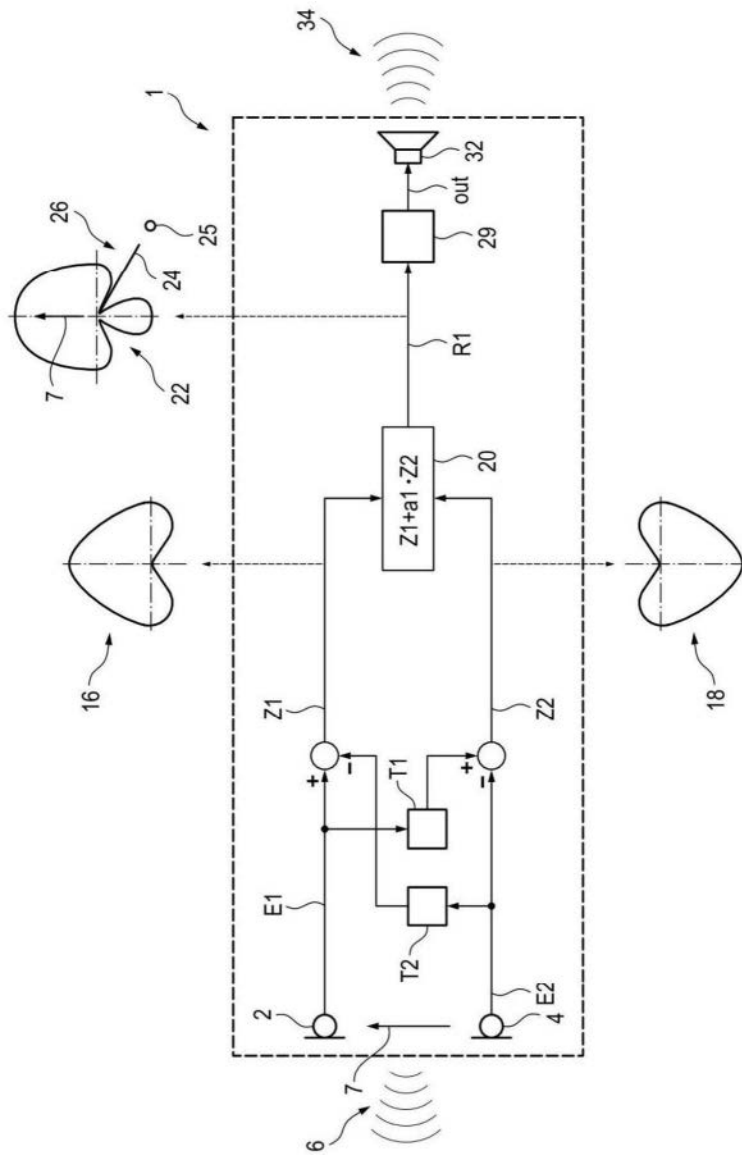


图1

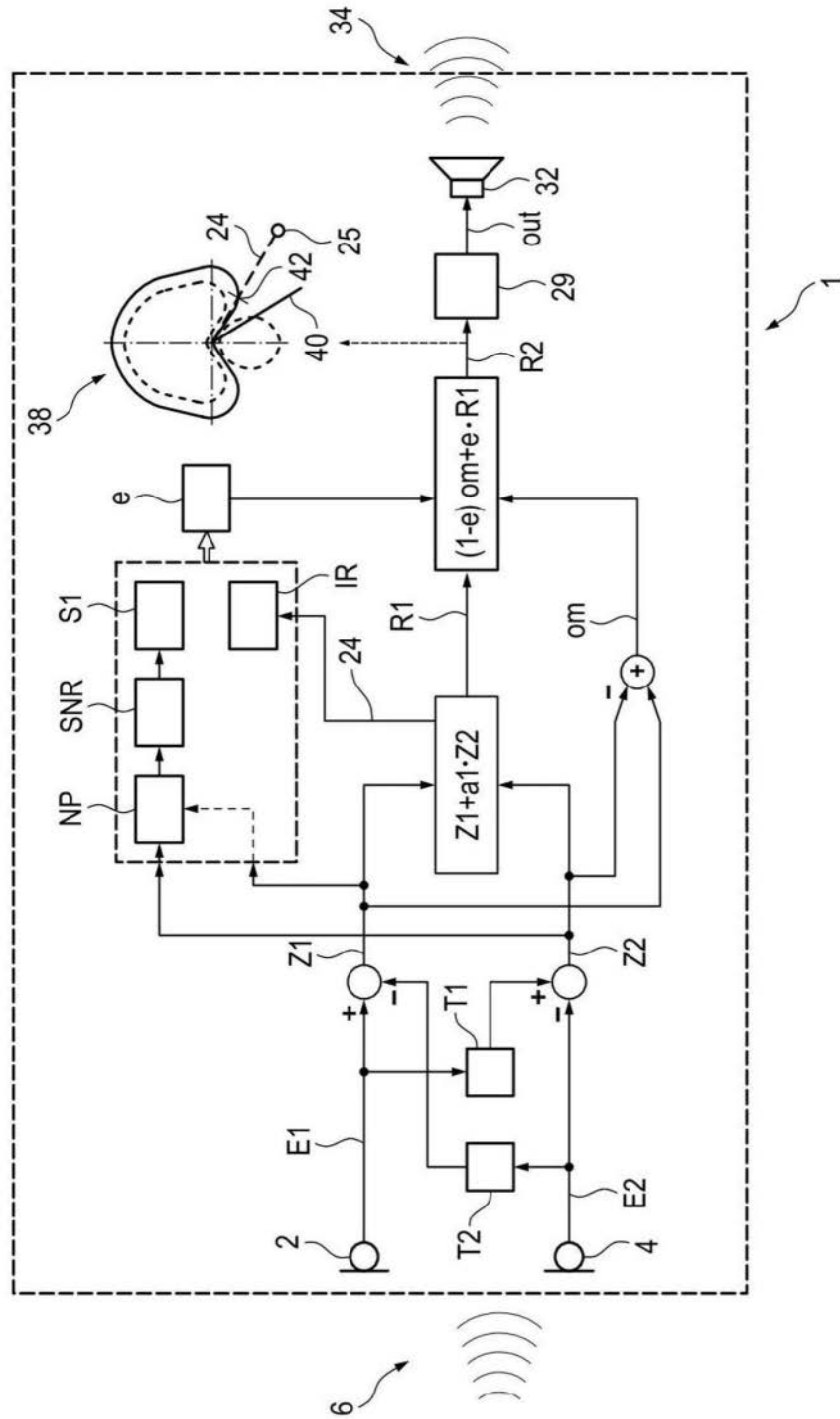


图2

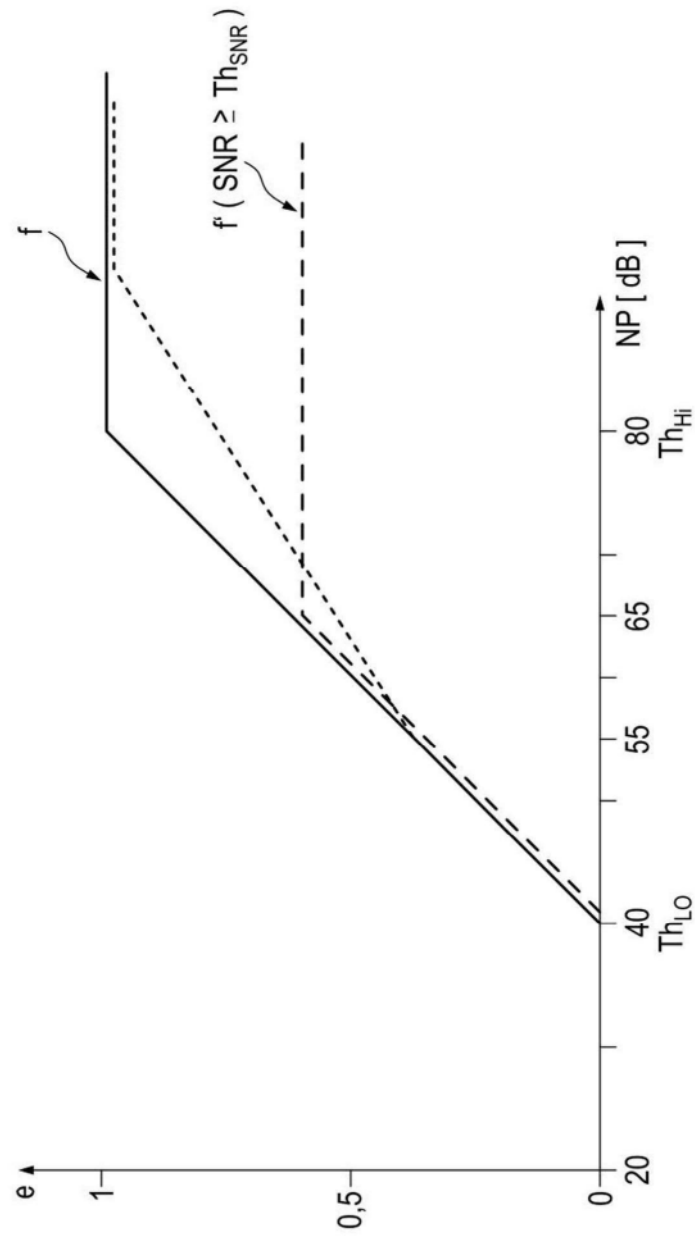


图3

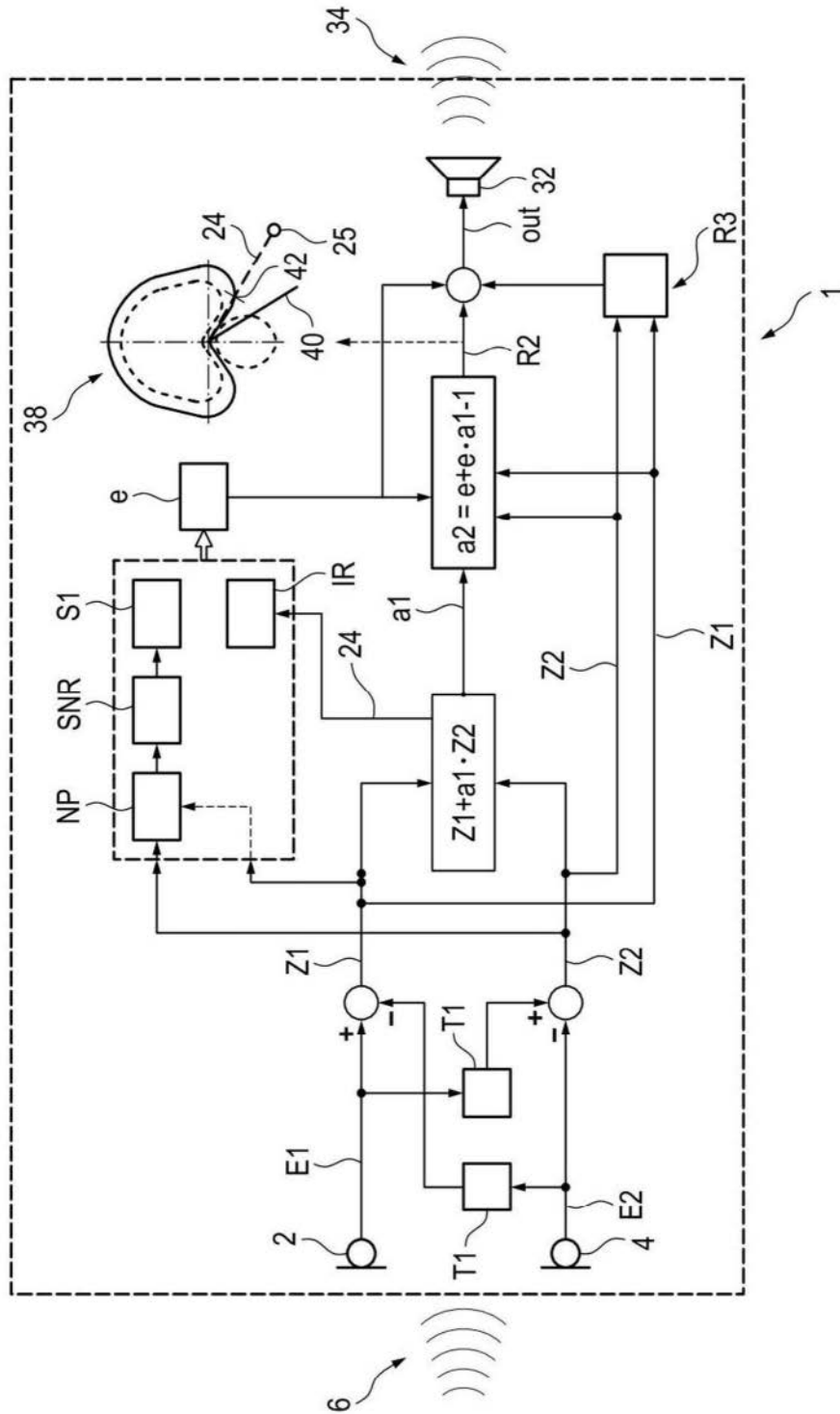


图4

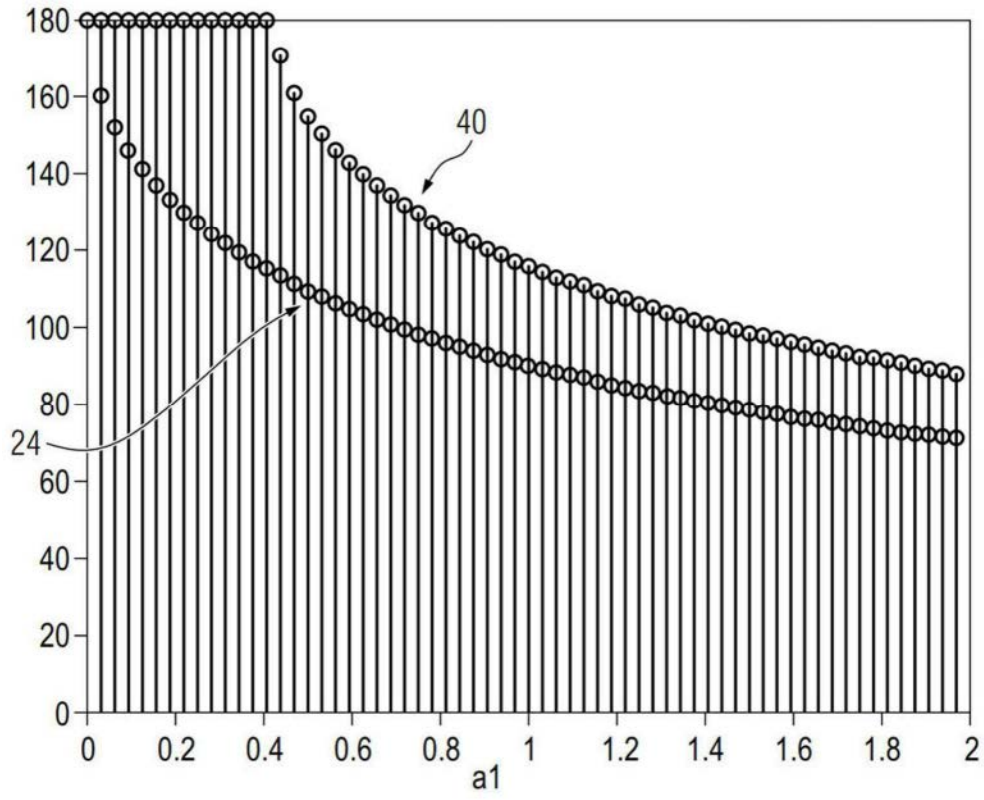


图5