

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2011 年 7 月 7 日 (07.07.2011)



PCT



(10) 国际公布号
W O 2011/079716 A 1

- (51) 国际分类号 : G10L 21/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN20 10/0798 14
- (22) 国际申请日 : 2010 年 12 月 15 日 (15.12.2010)
- (25) 申 请 言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 : 2009 10265426.9 2009 年 12 月 28 日 (28.12.2009) CN
- (71) 申请人 (除美国外的所有指定国): 歌尔声学股份有限公司 (GOERTEK INC.) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路 268 号, Shandong 26103 1 (CN)。
- (72) 发明人 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国) 李波 (LI, Bo) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路 268 号, Shandong 261031 (CN) 。 刘崧 (LIU, Song) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路 268 号, Shandong 26103 1 (CN) 。 楼厦厦 (LOU, Shasha) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路 268 号, Shandong 261031 (CN) 。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW 。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG) 。
- 本国际公布 : 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3)) 。
- (74) 代理人: 北京鸿元知识产权代理有限公司 (BEI - JING GRANDERIP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR NOISE REDUCTION CONTROL USING MICROPHONE ARRAY

(54) 发明名称: 一种使用麦克风阵列的降噪控制方法和装置

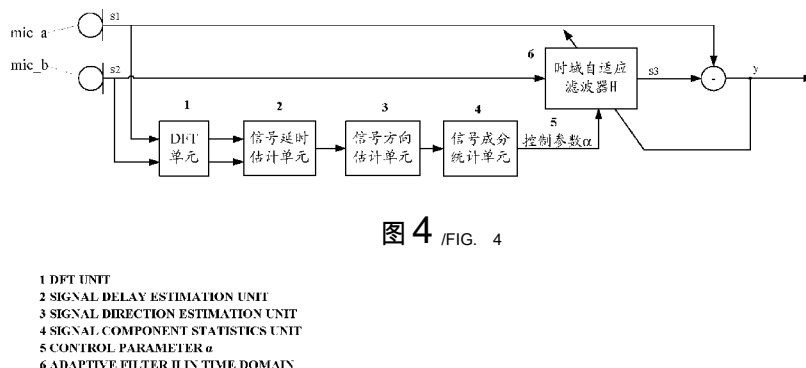


图 4 /FIG. 4

(57) Abstract: A method and an apparatus for noise reduction control using a microphone array are provided in the present invention, wherein the method includes the following steps: S1, collecting sound signals by the microphone array; S2, determining incidence angles of all the sound signals collected by the microphone array; S3, doing statistics of signal components according to the incidence angles; S4, controlling an adaptive filter according to the statistics results. The present invention utilizes the microphone array to obtain the spatial location information of the voice directly, fully takes advantage of the obtained location information to control the update and filtering of the adaptive filter more accurately, so as to eliminate the noise, promote the signal noise ratio, and protect the voice quality simultaneously.

[见续页]

(57) 摘要：

本发明提供一种使用麦克风阵列的降噪控制方法和装置，其中方法包括以下步骤：S1，麦克风阵列采集声音信号；S2，确定麦克风阵列采集的所有声音信号的入射角度；S3，根据入射角度进行信号成分的统计；S4，根据统计结果对自适应滤波器进行控制。本发明利用麦克风阵列直接得到声音的空间方位信息，充分利用得到的方位信息更准确的控制自适应滤波器更新和滤波，以便消除噪声，提高信噪比，同时很好的保护语音质量。

说明书

一种使用麦克风阵列的降噪控制方法和装置

5 技术领域

本发明涉及麦克风阵列自适应降噪控制技术领域，具体地说，涉及一种麦克风阵列降噪控制方法及装置。

背景技术

10 无线移动通讯技术和设备在人们的寻常生活和工作 中已经得到了广泛应用，解除了人们通讯的时空约束，为人们提供了极大的便利。但是由于没有了时空的限制，因此通讯的环境会是复杂多变的，其中包括吵杂的环境，其中的噪声会使得通话的语音质量严重下降，因此抑制噪声的语音增强技术在现代通讯中有重要的应用。

15 目前常用的语音增强技术中有单麦克风谱减语音增强技术，也叫单通道谱减语音增强技术，比如专利文献 1（CN1684143A）和专利文献 2（CN101477800A）中所公开的语音增强技术。这种技术有以下缺陷：首先只能抑制稳态的噪声，对非稳态的噪声（如商城超市里的周围人的说话声）没有明显的抑制效果；其次在信噪比较低时，不能准确统计出噪声能量，从而会对语音造成损害；最后此技术对噪声能量的估计需要一段较长的统计时间，
20 从而在噪声出现一段时间后降噪才会有效。

专利文献 3 中提供了另一种更优的两个或多个麦克风组成的麦克风阵列语音增强技术，通过自适应滤波器用 一个麦克风接收到的噪声抵消另一个麦克风接收到的信号中的噪声成分，保留语音成分。由于实际中两个麦克风接
25 收的信号都有语音成分，降噪的同时也会损害到语音，因此这种技术的一个关键难点是如何控制自适应滤波器的收敛和滤波，以保证有效的抑制噪声同时保护一个麦克风中的语音不会被另一个麦克风中的语音抵消。

在专利文献 4 中，通过设计特定的麦克风位置使得麦克风阵列具有指向

性，而在专利文献 3 中则直接使用指向性麦克风，这样对来自不同方向信号的能量响应不一样，因此通过比较能量差异来判断信号的方向，从而控制噪声的消除。但是，这种方法首先对麦克风有严格要求，如麦克风的一致性要求，或指向性麦克风需要严格设计以有明显的指向性，从而有较大限制；其次此方法无法在大噪声情况下准确判断语音状态，也就不能准确控制自适应滤波器的降噪，因此在降噪的同时会损害到语音。

专利文献 1：中国发明专利公告 第 CN1684143 号

专利文献 2：中国发明专利公告 第 CN101477800 号

专利文献 3：中国发明专利公告 第 CN101466055 号

10 专利文献 4：中国发明专利公告 第 CN101466056 号

发明内容

针对现有技术中所存在的上述问题，本发明要解决的问题就是如何利用两个或多个麦克风组成的麦克风阵列来准确判断语音状态，从而有效控制自适应滤波器消除噪声，提高信噪比，同时很好的保护语音质量。

为了解决上述技术问题，本发明提供一种麦克风阵列自适应降噪控制方法，包括如下步骤：如下步骤：

S1：麦克风阵列采集声音信号；

S2：确定麦克风阵列所有声音信号的入射角度；

20 S3：根据入射角度进行信号成分的统计；

S4：根据统计结果对自适应滤波器进行控制。

进一步，确定声音的入射角度的步骤包括：

S201：把声音信号进行频域变换，或进行子带变换；

25 S202：计算出麦克风阵列信号各个频率子带的相位差，并由相位差计算出麦克风阵列信号各频率子带的相对延时；

S203：根据各频率子带的相对延时计算出麦克风阵列信号的入射角度。

其中，在步骤 S4 中，在只有噪声时，自适应滤波器快速更新；在存在目标信号时，自适应滤波器缓慢更新。

优选的，利用控制参数 α 来控制自适应滤波器的更新速度，其中， α 的值由统计结果中噪声成分所占的比率确定； α 越小，自适应滤波器更新越慢； α 为 0 时，声音信号全部为目标语音信号，自适应滤波器不更新；反之， α 为 1 时，声音信号全部为噪声信号，自适应滤波器以最快速度更新。

5 优选的，在步骤 S2 之后，进一步包括：设置一角度过渡范围，根据目标语音信号的多少将整个空间区分为若干区域，根据所述入射角度所在的区域计算出参数 β ，并将 $\beta * \alpha$ 是作为自适应滤波器的控制参数。

进一步，将整个空间区分为保护区域、过渡区域和抑制区域，入射角在保护区域内 $\beta=0$ ；入射角在过渡区域内 $0 < \beta < 1$ ，入射角在抑制区域 $\beta=1$ 。

10 其中把声音信号进行频域变换的步骤进一步包括：

S2011: 对声音信号进行分帧处理；

S2012: 将分帧处理后的每帧信号进行加窗处理；

S2013: 将加窗后的数据进行 DFT 转换到频域。

进一步，在步骤 S2011 中，对声音信号 s_i 进行分帧处理 ($i=1,2$)，每帧
15 N 个采样点，或帧长 10ms ~ 32ms，设第 m 帧信号是 $\langle(m, n)\rangle$ 其中 $0 \leq n < N$ ， $0 \leq m$ ；相邻两帧有 M 个采样点的混叠，每帧有 $L=N-M$ 个采样点的新数据；第 m 帧数据为 $d_i(m, n) = s_i(m * L + n)$ 。

另一方面，本发明还提供一种麦克风阵列降噪控制装置，包括：麦克风阵列，用于采集声音信号；滤波控制单元，用于确定麦克风阵列所有声音信号
20 的入射角度，并根据入射角度进行信号成分的统计，然后根据信号成分的统计结果对自适应滤波器进行控制；自适应滤波器，用于滤除噪声。

其中，滤波控制单元包括：DFT 单元，用于把声音信号进行离散傅里叶变换变换到频域；信号延时估计单元，用于计算麦克风阵列信号各个频率子带的相位差，并由相位差计算出麦克风阵列信号各频率子带的相对延时；信号方向估计单元，用于根据各频率子带的相对延时计算出麦克风阵列信号的
25 入射角度；信号成分统计单元，用于根据所述入射角度进行目标信号成分的统计，区分得到目标信号成分和噪声成分。

进一步，DFT 单元包括：分帧单元；用于对声音信号进行分帧处理；加

窗单元，用于将分帧处理后的每帧信号进行加窗处理；DFT 转换单元，用于将加窗后的数据进行 DFT 转换到频域。

此外，优选的，本发明所提供技术方案中的麦克风阵列全部由全指向麦克风组成或者由全指向麦克风和单指向麦克风组成或者全部由单指向麦克风组成。

采取了以上的技术后，利用麦克风阵列直接得到声音的空间方位信息，充分利用方位信息更准确控制自适应滤波器的更新滤波，有效降低噪声同时很好的保护语音。另外，本技术不需要信号的能量信息，不会对两个麦克风一致性有严格要求，也不会受能量变化的影响。

附图说明

通过下面结合附图对其实施例进行描述，本发明的上述特征和技术优点将会变得更加清楚和容易理解。

图 1 是表示本发明提供的一种实施方案的两个麦克风阵列的位置示意图；

图 2 是本发明提供的一种双麦克实施方案的简单原理示意图；

图 3 是本发明提供的一种麦克风阵列实施方案的简单原理示意图；

图 4 是本发明提供的一种双麦克时域自适应滤波器降噪实施方案的原理示意图；

图 5 是本发明提供的一种双麦克频域（子带）自适应滤波器降噪实施方案的原理示意图；

图 6a 是本发明提供的一种实施方案降噪处理前的带噪语音信号波形图；

图 6b 是本发明提供的一种实施方案降噪处理后的语音信号波形图；

图 7 是本发明提供的一种两个麦克风阵列的位置示意图；

图 8 是本发明提供的一种适用于双麦克耳机的两个麦克风阵列的位置示意图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细的描述。

在现有的麦克风降噪处理技术中，以两个麦克风组成的麦克风阵列为例，一般是利用两个麦克风采集到的声信号和一个自适应滤波器进行降噪处理，其中将两个麦克风采集到的声信号分别作为带噪语音信号 s_1 和参考信号 s_2 。首先把参考信号 s_2 输入到自适应滤波器进行滤波，输出信号噪声信号 s_3 ，带噪语音信号 s_1 信号减去 s_3 得到信号 y ，同时 y 反馈回自适应滤波器更新滤波器权值。当 y 能量大时，自适应滤波器快速更新，以使得 s_3 不断接近 s_1 ，然后 s_1 和 s_3 相减得到的 y 能量不断变小；当 $s_3=s_1$ 时， y 能量最小，自适应滤波器停止更新，从而达到用 s_2 抑制 s_1 的效果。

当麦克风阵列接收到的 s_1 、 s_2 中只有噪声信号时，通过自适应滤波器可以把噪声很好的抑制。但当 s_1 、 s_2 中有语音信号时，自适应滤波器为了使 s_3 和 s_1 抵消后的 y 能量最小也会把其中的语音信号抵消掉，从而造成语音的损害。因此为了保证语音不会被抑制，本发明提供了一种利用声音入射方向控制自适应滤波器更新和滤波的方法，能够使得自适应滤波器在语音出现时不会损害语音。

图 1 是表示本发明提供的一种实施方案的两个麦克风阵列的位置示意图。如图 1 所示，在本实施方案中，麦克风阵列由两个全指向性麦克风 mic_a、mic_b 组成，麦克风的间距 $D=2\text{cm}$ ，使用者在图 1 中所示的-45 度与 45 度间的范围内说话。

图 2 是本发明提供的双麦克风语音增强控制实施方案的简单原理示意图。如图 2 所示，两个全指向性麦克风 mic_a、mic_b 分别采集到声信号 s_1 、 s_2 。需要说明的是，在本实施方案的进行降噪处理的过程中，将声音信号 s_1 作为期望语音信号，将声音信号 s_2 作为参考信号处理。首先通过一个滤波控制单元对声信号 s_1 、 s_2 进行处理得到控制参数 α ；然后自适应滤波器 H 根据控制参数 α 调整更新速度，并计算出噪声信号 s_3 ；期望语音信号 s_1 减去噪声信号 s_3 即得到降噪后的语音信号 y ，同时 y 反馈回自适应滤波器更新滤波器权值，以使得 y 中噪声的能量最小，语音能量不变，从而达到在抑制噪声的同时保护语音的效果。

图 3 是本发明提供的一种由多个麦克风组成麦克风阵列实施方案的简单

原理示意图。如图 3 所示， $n+1$ 个全指向性麦克风 mic_a 、 mic_{b1} mic_{bn} 组成一个麦克风阵列，在本实施例的进行降噪处理的过程中，将麦克风 mic_a 所采集到得声音信号作为期望语音信号 s_1 ，将 mic_{b1} mic_{bn} 所采集到得声音信号作为参考信号处理。

5 图 3 所提供的麦克风阵列实施方案与图 2 的双麦克风实施方案不同的是，麦克风阵列中提供参考信号的麦克风有 n 个 (mic_{b1} mic_{bn})，自适应滤波器控制模块分别将这 n 个麦克风所采集的声音信号与 mic_a 所采集的声音信号进行处理，得出 n 个控制参数 α_i ， n 个 (H_1 H_n) 自适应滤波器 $H_i(i=1 \dots n)$ 根据控制参数 α_i 调整更新速度，并计算 n 个出噪声信号，这 n 个噪声信号累加，得到最终的噪声信号 s_3 ；然后从期望语音信号 s_1 减去噪声信号 s_3 即得到降噪后的语音信号 y 。同时 y 反馈回自适应滤波器更新滤波器权值，以使得 y 中噪声的能量最小，语音能量不变，从而达到抑制噪声保护语音的效果。

在上述图 2 以及图 3 所示的实施方案中，自适应滤波器均可选用时域自适应滤波器或者频域自适应滤波器。下面分别以时域自适应滤波器和频域自适应滤波器为例来对本发明的降噪实施方案进行详细的说明。

图 4 是本发明提供的一种双麦克时域自适应滤波器降噪实施方案的原理示意图。如图 4 所示，麦克风阵列由两个全指向性麦克风 mic_a 、 mic_b 组成；首先两个麦克风以 $f_s = 8\text{kHz}$ 的采样频率接收到信号 s_1 、 s_2 ，其中将信号 s_1 作为期望语音信号，将信号 s_2 作为参考信号。然后由滤波控制单元对信号进行处理，输出控制参数 α 给自适应滤波器。自适应滤波器根据控制参数 α 对其权值进行约束，来进行相应速度的更新和滤波，并输出噪声信号 s_3 ；将噪声信号 s_3 与期望语音信号 s_1 中的噪声抵消，就得到最终的降噪语音信号 y 。

其中滤波控制单元包括 DFT 单元、信号延时估计单元、信号方向估计单元和信号成分统计单元，DFT 单元把两路信号分别进行离散傅里叶变换到频域；转换到频域后的信号输入到麦克风信号延时估计单元算出两路信号每个频率子带的相位差，然后根据相位差计算出两路信号各频率子带的相对延时；设置目标语音来自 0 度方向，信号方向估计单元把两路信号各个频率子带的

相对延时换算出它们的入射角度，根据入射角度就可以区分保护角内的目标语音成分和保护角外的噪声成分；信号成分统计单元统计入射角在保护角内的目标语音信号的成分，并计算出控制参数 α ($0 < \alpha < 1$)。

其中，保护角外的噪声成分越多，说明控制参数 α 越大，则自适应滤波器更新越快；当接收到的信号全是保护角外的噪声成分时， $\alpha=1$ ，自适应滤波器在噪声段进行最快更新，从而抑制噪声信号。

反之，在保护角内的目标信号成分越多， α 越小，自适应滤波器更新越慢；当信号全是目标语音成分时， $\alpha=0$ ，自适应滤波器约束滤波器的权值在语音段停止更新以保护期望语音信号 s_1 中的语音不会被抵消，从而很好的保护目标语音不受到损害。

在图4中，降噪语音信号 y 被反馈回时域自适应滤波器 H ，当 y 能量大时，自适应滤波器快速更新，以使得 s_3 不断接近 s_1 ，然后 s_1 和 s_3 相减得到的 y 能量不断变小，当 $s_3=s_1$ 时， y 能量最小，自适应滤波器停止更新，从而达到用 s_2 抑制 s_1 的效果。

在图4中，滤波控制单元的具体处理过程如下：

DFT 单元对信号 s_1, s_2 做离散傅立叶变换：首先对 s_i 进行分帧处理 ($i=1,2$)，每帧 N 个采样点，或帧长 $10\text{ms} \sim 32\text{ms}$ ，设第 m 帧信号是 $d_i(m,n)$ ，其中 $0 \leq n < N$ ， $0 \leq m$ 。相邻两帧有 M ($M=128 \sim 192$) 个采样点的混叠，即当前帧的前 M 个采样点是前一帧的最后 M 个采样点，每帧只有 $L=N-M$ 个采样点的新数据。因此第 m 帧数据为 $d_i(m,n) = s_i(m \cdot L + n)$ 。本实施方案取帧长 $N=256$ ，即 32ms ，混叠 $M=128$ ，即 50% 的混叠。分帧处理后对每帧信号用窗函数 $\text{win}(n)$ 进行加窗处理，加窗后的数据为 $g_i(m,n) = d_i(m,n) \cdot \text{win}(n)$ 。窗函数可选择汉明窗，汉宁窗等窗函数，本实施方案选取汉宁窗

$$\text{win}(n) = 0.5 \left(1 - \cos \left(\frac{2\pi n}{N-1} \right) \right),$$

加窗后的数据最后进行 DFT 转换到频域

$$G_i(m,k) e^{-j\hat{\phi}_i(m,k)} = \frac{2}{N} * \sum_{n=0}^{N-1} g_i(m,n) e^{-j2\pi nk/N}$$

其中 $0 \leq k \leq \frac{N}{2}$ 是频率子带, $G_i(m, k)$ 是幅度, $\angle G_i(m, k)$ 是相位。

信号延时估计单元: 计算两信号的相对延时

$$\Delta T(m, k) = \frac{\phi_1(m, k) - \phi_2(m, k)}{2\pi f_s}$$

信号方向估计单元: 根据信号的相对延时 $\Delta T(m, k)$ 与保护角 $\pm 45^\circ$ 的延时

5 $\Delta T(\pm 45^\circ)$ 进行比较可知道信号的入射角范围:

$$\Delta T(m, k) \begin{cases} \leq \Delta T(\frac{\pi}{4}) & \text{保护角外} \\ > \Delta T(\frac{\pi}{4}), & \text{保护角内} \end{cases}$$

信号成分统计单元: 根据 $\Delta T(m, k)$ 统计在保护角内的成分得到自适应滤波器更新的控制参数 α , α 是 0~1 之间的数, 由频率成分在保护角内的多少决定。频率成分在保护角内的个数是 0 时, $\alpha=1$; 频率成分在保护角外的个数为 0 时, $\alpha=0$ 。

时域自适应滤波器: 在本实施例中, 时域自适应滤波器是一个阶长为 P ($P \geq 1$) 的 FIR 滤波器 (有限长脉冲响应滤波器), 滤波器的权值是 $\bar{w} = [w(0), w(1), \dots, w(P-1)]^T$ 。本实施例中 $P=64$ 。自适应滤波器输入信号为 $s_2(n)$, 滤波输出的信号是 $s_3(n)$:

$$15 \quad s_3(n) = w(0) * s_2(n) + w(1) * s_2(n-1) + \dots + w(P-1) * s_2(n-P+1)$$

$s_3(n)$ 与 $s^{\wedge}(n)$ 相减得到抵消后的信号 $y(n)$: $y(n) = s_1(n) - s_3(n)$,

$y(n)$ 反馈回自适应滤波器进行滤波器权值的更新:

$$\bar{w}(n+1) = \bar{w}(n) + \mu * y(n) * \bar{X}(n), \quad \bar{X}(n) = [x(n), x(n-1), \dots, x(n-P+1)]^T,$$

其更新速度 μ 受参数 α 的控制。当 $\alpha=1$, 即 $s_1(n)$, $s_2(n)$ 中全是噪声成分, 自适应滤波器快速收敛, 使得 $s_3(n)$ 与 $s_1(n)$ 相同, 抵消后的 $y(n)$ 能量最小, 从而消除噪声。当 $\alpha=0$, 即 $s_1(n)$, $s_2(n)$ 中全是目标语音成分, 自适应滤波器停止更新, 从而自适应滤波器的输出信号 $s_3(n)$ 不会收敛到 $s_1(n)$, $s_3(n)$ 与 $s^{\wedge}(n)$ 不同, 从而相减后的语音成分不会被抵消, 输出 $y(n)$ 保留了语音成分。当 $0 < \alpha < 1$ 时,

即麦克风采集到的信号中同时有语音成分和噪声成分，这时自适应滤波器更新速度由语音成分和噪声成分的多少来控制，以保证消除噪声的同时保留语音成分。

图 6a 和图 6b 分别表示本发明提供的上述实施方案降噪处理前、后的带噪语音信号和降噪语音信号波形图。如图 6a、图 6b 所示，其中目标语音来自 0° 方向，音乐噪声来自 90° ，图 6a 是麦克风 mic_a 采集到的原始带噪语音信号 s_1 波形，图 6b 是经过本发明降噪处理后的信号 y 波形。可见本发明提供的利用声音入射角度进行降噪处理的技术方案在消除目标语音中的噪声的同时很好的保护了目标语音，具有很好的降噪效果。

另外，上述实施方案中，把整个信号采集空间分为了保护区域和抑制区域两个区域，进一步也可增加过渡区域，得到参数 β ($0 \leq \beta \leq 1$)，信号入射角在保护区域内 $\beta=0$ ，在过渡区域内 $0 < \beta < 1$ ，越接近抑制区域 β 越大，在抑制区域内 $\beta=1$ 。 $\beta * \alpha$ 是作为自适应滤波器的控制参数。这样能够使自适应滤波器的控制参数更为精确，从而增强语音的降噪效果。

本实施方案是利用控制参数 α 控制时域自适应滤波器进行降噪，但不限于时域自适应滤波器，也可利用控制参数 α 控制频域（子带）自适应滤波器降噪。时域与频域的区别在于：时域的信号成分统计单元通过统计目标信号的多少或比例来得到一个控制参数 α ；频域的信号成分统计单元通过统计每个频率子带的入射角度得到 N 个频率子带的控制参数 α 。

图 5 是本发明提供的一种双麦克频域（子带）自适应滤波器降噪实施方案的原理示意图，如图 5 所示，DFT 单元把两个全指向性麦克风 mic_a、mic_b 将采集到的信号 s_1 、 s_2 变换到频域，转换到频域后的信号输入到麦克风信号延时估计单元算出两路信号每个频率子带的相对延时；信号方向估计单元把每个频率子带信号的相对延时换算成每个频率子带信号的入射角度；信号成分统计单元统计每个频率子带的入射角度在保护角内的位置，并计算出相应的控制参数 α_i ($i=1 \dots n$ ，表示频率子带)。

频域（子带）自适应滤波器根据分频率子带的特点在信号成分统计后对每个频率子带分别进行更新控制。每个频率子带的入射角度换算为自适应滤波器的控制参数 α_i （ i 表示频率子带），入射角度越大，说明该频率子带的语音越偏离0度方向的目标语音，则 α_i 就越大，该频率子带的更新速度越快。

- 5 第 i 个频率子带入射角度在保护角内0度方向时 $\alpha_i=0$ ，该子带自适应滤波器不更新，保护该子带的目标语音成分；第 i 个频率子带入射角度在保护角外时最偏离0度方向的目标语音， $\alpha_i=1$ ，该子带自适应滤波器最快更新，抑制该子带的噪声成分。

10 通过控制频域（子带）自适应滤波器降噪，可进一步得到每个频率子带的控制参数 α_i ，并独立控制频率自适应滤波器每个频率子带的更新，其降噪效果更加突出。

同样，在本实施方式中，也可以进一步增加了过渡区域，得到参数 β （ $0 < \beta < 1$ ），生成新的控制参数 $\alpha_i^* \beta$ 。信号入射角在保护区域内 $\beta=0$ ，在过渡区域内 $0 < \beta < 1$ ，越接近抑制区域 β 越大，在抑制区域内 $\beta=1$ 。将 $\alpha_i^* \beta$ 作为自适应滤波器的控制参数，这样同样能够使自适应滤波器的控制参数更为精确，从而增强语音的降噪效果。

更进一步，增加过渡区域，计算出每个频率子带的参数 β_i （ $0 \leq \beta_i \leq 1$ ），入射角在保护区域内 $\beta_i=0$ ，在过渡区域内 $0 < \beta_i < 1$ ，越接近抑制区域 β_i 越大，在抑制区域内 $\beta_i=1$ 。生成新的控制参数 $\alpha_i^* \beta_i$ ，并将 $\alpha_i^* \beta$ 作为自适应滤波器的控制参数信号。这样使自适应滤波器的控制参数的精确度得到进一步，从而使语音的降噪效果得到进一步增强。

上述实施方案选取的保护范围是 $-45^\circ \sim 45^\circ$ ，但在实际中可根据用户的实际位置与需求做调整。两麦克风与用户的相对位置也不限于图1所示的位置，可以是任意位置，只要麦克风与人嘴或目标声源之间没有障碍物阻挡声信号传播即可，如图7所示的两个麦克风阵列的位置、图8所示的适用于双麦克耳机的两个麦克风阵列的位置。

此外，需要说明的是，由于本技术方案的降噪处理过程中不需要信号的能量信息，因此不会对两个麦克风一致性有严格要求；也不会受声音信号能量变化的影响，对麦克风的指向性也没有严格要求。故较之于现有的麦克风降噪技术，本发明在实施过程中也更加易于实现。虽然在本发明提供的上述
5 实施方案中，均采用全指向麦克风组成麦克风阵列，但也可以选用全指向麦克风和单指向麦克风组成麦克风阵列，或者全部采用单指向麦克风组成麦克风阵列。

在本发明的上述教导下，本领域技术人更可以在上述实施例的基础上进
10 行各种改进和变形，而这些改进和变形，都落在本发明的保护范围内，本领域技术人员应该明白，上述的具体描述只是更好的解释本发明的目的，本发明的保护范围由权利要求及其等同物限定。

权 利 要 求 书

1、一种麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

S1: 麦克风阵列采集声音信号；

5 S2: 确定麦克风阵列所有声音信号的入射角度；

S3: 根据入射角度进行信号成分的统计；

S4: 根据统计结果对自适应滤波器进行控制。

2、按照权利要求 1 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，所述确定声音的入射角度的步骤包括：

10 S201: 把声音信号进行频域变换，或进行子带变换；

S202: 计算出麦克风阵列信号各个频率子带的相位差，并由相位差计算出麦克风阵列信号各频率子带的相对延时；

S203: 根据各频率子带的相对延时计算出麦克风阵列信号的入射角度。

3、按照权利要求 1 或 2 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，
15 在步骤 S4 中，具体的，

在只有噪声时，自适应滤波器快速更新；在存在目标信号时，自适应滤波器缓慢更新。

4、按照权利要求 3 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，

利用控制参数 α 来控制自适应滤波器的更新速度，其中， α 的值由统计结果中噪声成分所占的比率确定；
20

α 越小，自适应滤波器更新越慢； α 为 0 时，声音信号全部为目标语音信号，自适应滤波器不更新；反之， α 为 1 时，声音信号全部为噪声信号，自适应滤波器以最快速度更新。

5、按照权利要求 4 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，在步骤 S2 之后，进一步包括：
25

设置一角度过渡范围，根据目标语音信号的多少将整个空间区分为若干区域，根据所述入射角度所在的区域计算出参数 β ，并将 $\beta * \alpha$ 是作为自适应滤波器的控制参数。

6、按照权利要求 5 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，

将整个空间区分为保护区域、过渡区域和抑制区域，入射角在保护区域内 $\beta=0$ ；入射角在过渡区域内 $0<\beta<1$ ，入射角在抑制区域 $\beta=1$ 。

7、按照权利要求 2 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，所述

5 把声音信号进行频域变换的步骤进一步包括：

S201 1: 对声音信号进行分帧处理；

S2012: 将分帧处理后的每帧信号进行加窗处理；

S2013: 将加窗后的数据进行 DFT 转换到频域。

8、按照权利要求 7 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，在步

10 骤 S201 1 中，

对声音信号 s_t 进行分帧处理 ($t=1,2$)，每帧 N 个采样点，或帧长 10ms ~ 32ms，设第 m 帧信号是 $d_i(m, n)$ 其中 $0 \leq n < N$ ， $0 \leq m$ ；相邻两帧有 M 个采样点的混叠，每帧有 $L=N-M$ 个采样点的新数据；

第 m 帧数据为 $d_i(m, n) = s_i(m * L + n)$ 。

15 9、按照权利要求 8 所述的麦克风阵列降噪控制方法，其特征在于，

取 $N=256$ ，混叠 $M=128 \sim 192$ 。

10、一种麦克风阵列降噪控制装置，包括：

麦克风阵列，用于采集声音信号；

20 滤波控制单元，用于确定麦克风阵列所有声音信号的入射角度，并根据入射角度进行信号成分的统计，然后根据信号成分的统计结果对自适应滤波器进行控制；

自适应滤波器，用于滤除噪声。

11、按照权利要求 10 所述的麦克风阵列降噪控制装置，其特征在于，所述滤波控制单元包括：

25 DFT 单元，用于把声音信号进行离散傅里叶变换变换到频域；

信号延时估计单元，用于计算麦克风阵列信号各个频率子带的相位差，并由相位差计算出麦克风阵列信号各频率子带的相对延时；

信号方向估计单元，用于根据各频率子带的相对延时计算出麦克风阵列

信号的入射角度；

信号成分统计单元，用于根据所述入射角度进行目标信号成分的统计，区分得到目标信号成分和噪声成分。

12、按照权利要求 11 所述的麦克风阵列降噪控制装置，其特征在于，所述 DFT 单元包括：

分帧单元；用于对声音信号进行分帧处理；

加窗单元，用于将分帧处理后的每帧信号进行加窗处理；

DFT 转换单元，用于将加窗后的数据进行 DFT 转换到频域。

13、按照权利要求 10 至 13 中任一项所述的麦克风阵列降噪控制装置，其特征在于，所述麦克风阵列全部由全指向麦克风组成或者由全指向麦克风和单指向麦克风组成或者全部由单指向麦克风组成。

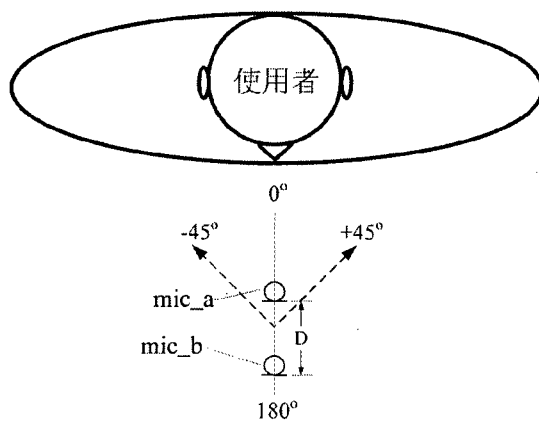


图 1

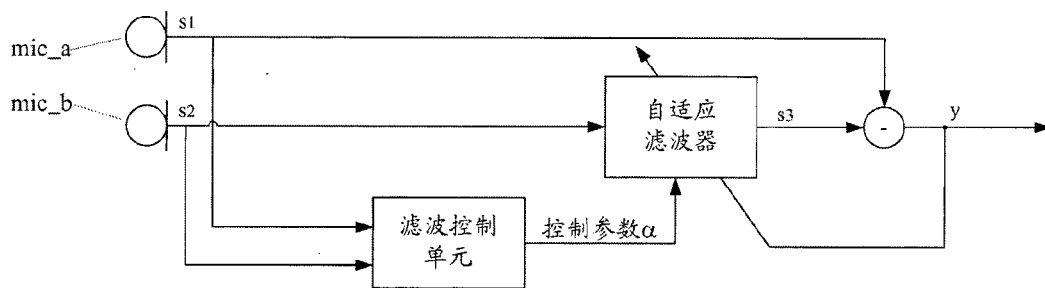


图 2

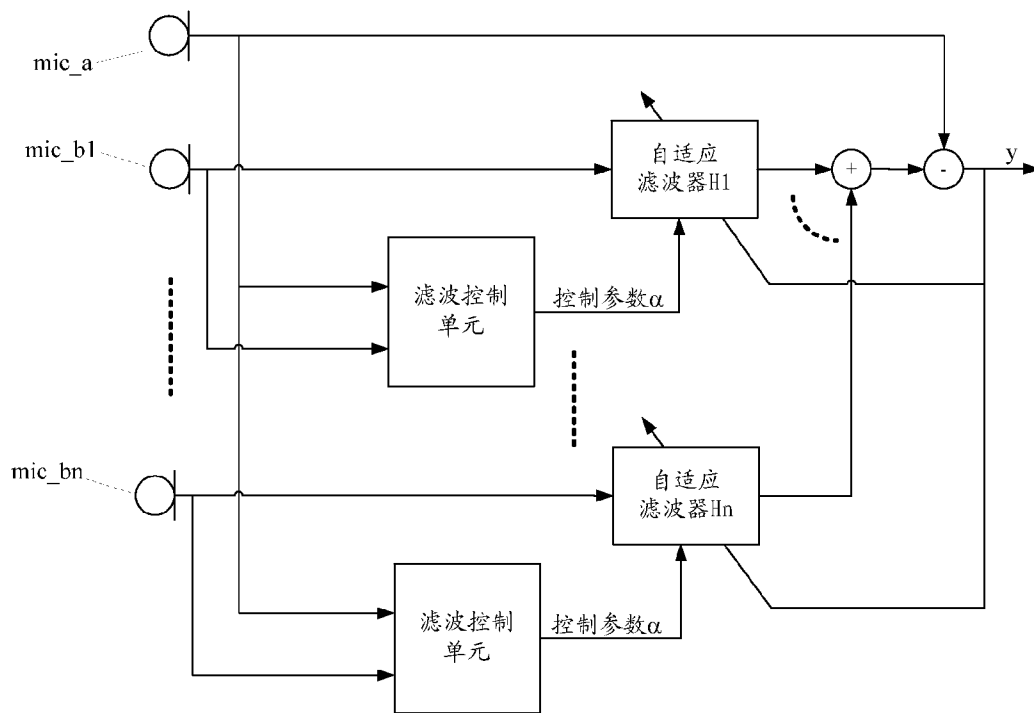


图 3

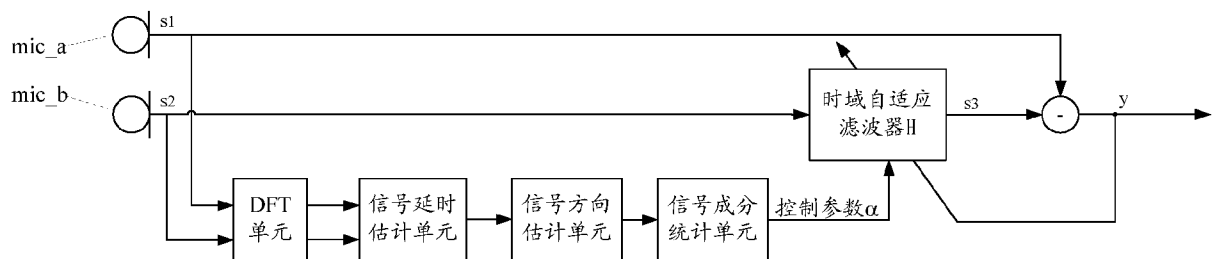


图 4

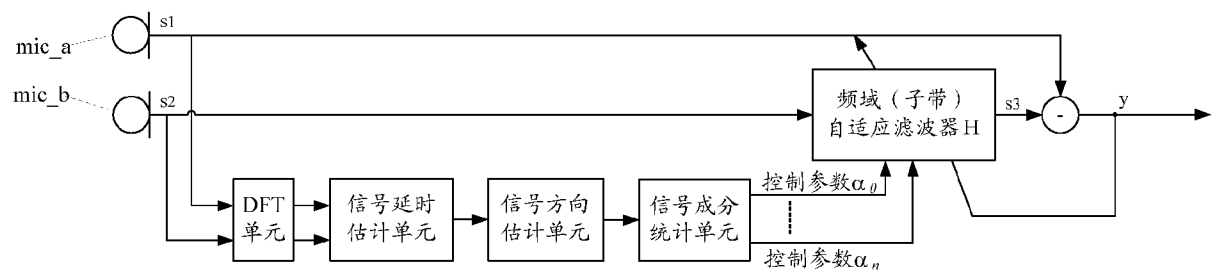


图 5

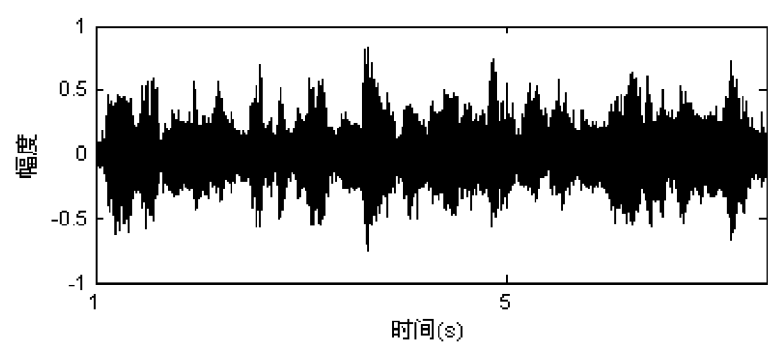


图 6a

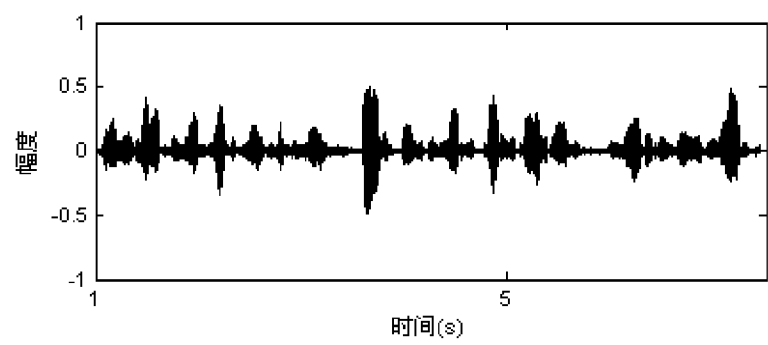


图 6b

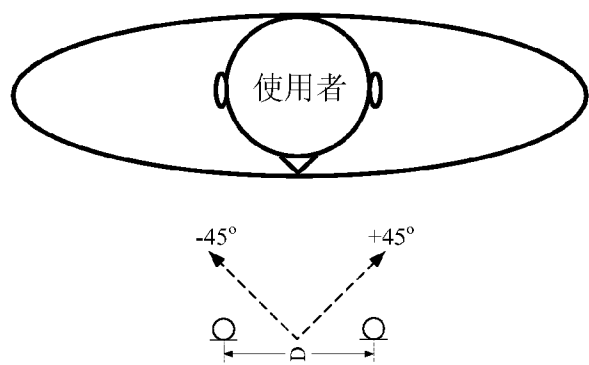


图 7

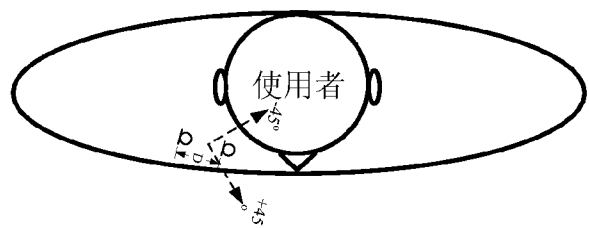


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 10/0798 14

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10L21/02(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:G10L21/-; G10L19/-; G10L15/-; H04R1/- ;

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI;EPODOC;CPRS;CNKI;DWPI;SIPOABS;CPEA;CPRSABS;TWABS;CNABS;MOABS:MICROPHONE,MIC,MIKE, ARRA+,
 GROUP? ,MOUTHPIECE, MULTISYSTEM ,NOISE,INTERFERENCE,DISTURBANCE,REDUC+,LOWER,ANGLE?,DIRECTION,
 ORIENTATION, AZIMUTH,ADAPTIVE,FILTER,TIME,DELAY,PHASE,CANCEL+,CALCULAT+,ESTIMAT+,RATIO,RATE,
 PERCENTAGE.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN101510426A(BEIJING VIMICRO CORP) 19 Aug. 2009(19.08.2009) Description page 4 line 5-page 10 line 4, figs. 2-5	1,3,10,13
A	The same as above	2,4-9,11-12
A	CN101477800A(AAC ACOUSTIC TECHNOLOGY SHENZHEN CO LT et al.) 08 Jul. 2009 (08.07.2009) Description page 2 line 22-page 3 line 29	1-13
A	CN1 0 15877 12A(INST ACOUSTICS CHINESE ACAD SC et al.) 25 Nov. 2009(25.11.2009) The whole document	1-13
A	WO0030404A1(UNIV ILLINOIS et al.) 25 May 2000(25.05.2000) The whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 Feb. 2011 (18.02.2011)

Date of mailing of the international search report

31 Mar. 2011 (31.03.2011)

Name and mailing address of the ISA/CN

The State Intellectual Property Office, the P.R.China
 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
 100088

Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

CHEN, Shaobei

Telephone No. (86-10) 624113 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN20 10/079814

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101510426A	19.08.2009	US2010241426A1	23.09.2010
CN101477800A	08.07.2009	None	
CN101587712A	25.11.2009	None	
WO0030404A1	25.05.2000	A U 1624000 A	05.06.2000
		EP1 133899A1	19.09.2001
		US2001031053A1	18. 10.2001
		CN1333994A	30.01.2002
		AU748113B2	30.05.2002
		JP2002530966T	17.09.2002
		US6978159B2	20. 12.2005
		US6987856B 1	17.01.2006
		JP3745227B2	15.02.2006
		CA2348894C	25.09.2007
		EP1 133899B1	06.08.2008
		DE69939272D1	18.09.2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2010/079814

A. 主题的分类

G10L21/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G10L21/-; G10L19/-; G10L15/-; H04R1/-;

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))

WPI; EPODOC; DWPI;SIPOABS;CPEA:MICROPHONE,MIC,MIKE,MOUTHPIECE,ARRA+,GROUP?, NOISE. ,
MULTI,SYSTEM,INTERFEI RENCE,DISTURBANCE,REDUC+,LOWER,ANGLE?,DIRECTION,ORIENTATION,AZI
MUTH,ADAPTIVE,FILTEI Z,TIME,DELAY,PHASE,CANCEL+,CALCULAT+,ESTIMAT+,RATIO,RATE,PERCENTAGE
CPRS;CNKI;CPRSABS;TWABS;CNABS;MOABS: 麦克风,麦克,传声器,送话器,话筒,拾音,阵列,组,多,系统,噪声,干扰,
消除,降低,减,降噪,角,方位,位置,方向,计算,估计,统计,估算,概率,比率,分布,成分,百分比,时延,延时,相位,位相

C. 相关文件

类 型 *	引用文件,必要时,指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101510426A (北京中星微电子有限公司) 19.8 月 2009 (19.08.2009) 说明书第 4 页第 5 行-第 10 页第 4 行、附图 2-5	1,3,10,13
A	同上	2,4-9,1 1-12
A	CN101477800A (瑞声声学科技(深圳)有限公司等) 08.7 月 2009 (08.07.2009) 说明书第 2 页第 22 行-第 3 页 29 行	1-13
A	CN101587712A (中国科学院声学研究所等) 25.1 1 月 2009 (25.1 1.2009) 全文	1-13
A	WO0030404A1 (伊利诺伊大学评议会等) 25.5 月 2000 (25.05.2000) 全文	1-13

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当3/4之后公布但先于申请或专4

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件,或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件(如具体说明的)

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布,与申请不相抵触,但为了
理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件,单独考虑该文件,认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件,当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
18.2 月 201 1(18.02.201 1)

国际检索报告邮寄日期
31.3 月 2011 (31.03.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

陈少禧

电话号码: (86-10) 62411319

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2010/079814

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1015 10426A	19.08.2009	US2010241426A1	23.09.2010
CN101477800A	08.07.2009	无	
CN101587712A	25. 11.2009	无	
WO0030404A1	25.05.2000	A U 1624000 A	05.06.2000
		EP1 133899A1	19.09.2001
		US2001031053A1	18.10.2001
		CN1333994A	30.01.2002
		A U 74 81 13B2	30.05.2002
		JP2002530966T	17.09.2002
		US6978159B2	20.12.2005
		US6987856B1	17.01.2006
		JP3745227B2	15.02.2006
		CA2348894C	25.09.2007
		EP1 133899B1	06.08.2008
		DE69939272D1	18.09.2008