

(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
2021 年 6 月 17 日 (17.06.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/114733 A1

(51) 国际专利分类号:
G10L 21/0208 (2013.01) *G10L 21/0232* (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/111672

(22) 国际申请日: 2020 年 8 月 27 日 (27.08.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911278646.5 2019 年 12 月 10 日 (10.12.2019) CN

(71) 申请人: 展讯通信(上海)有限公司
(SPREADTRUM COMMUNICATIONS (SHANGHAI) CO.,LTD.) [CN/CN]; 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。

(72) 发明人: 于伟维(YU, Weiwei); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。 纪伟(JI, Wei); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。 潘思伟(PAN, Siwei); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。 董斐(DONG, Fei); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。 雍雅琴(YONG, Yaqin); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。 林福辉(LIN, Fuhui); 中国上海市中国(上海)自由贸易试验区祖冲之路 2288 弄展讯中心 1 号楼, Shanghai 201203 (CN)。

(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司
(SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市

(54) Title: NOISE SUPPRESSION METHOD FOR PROCESSING AT DIFFERENT FREQUENCY BANDS, AND SYSTEM THEREOF

(54) 发明名称: 一种分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统

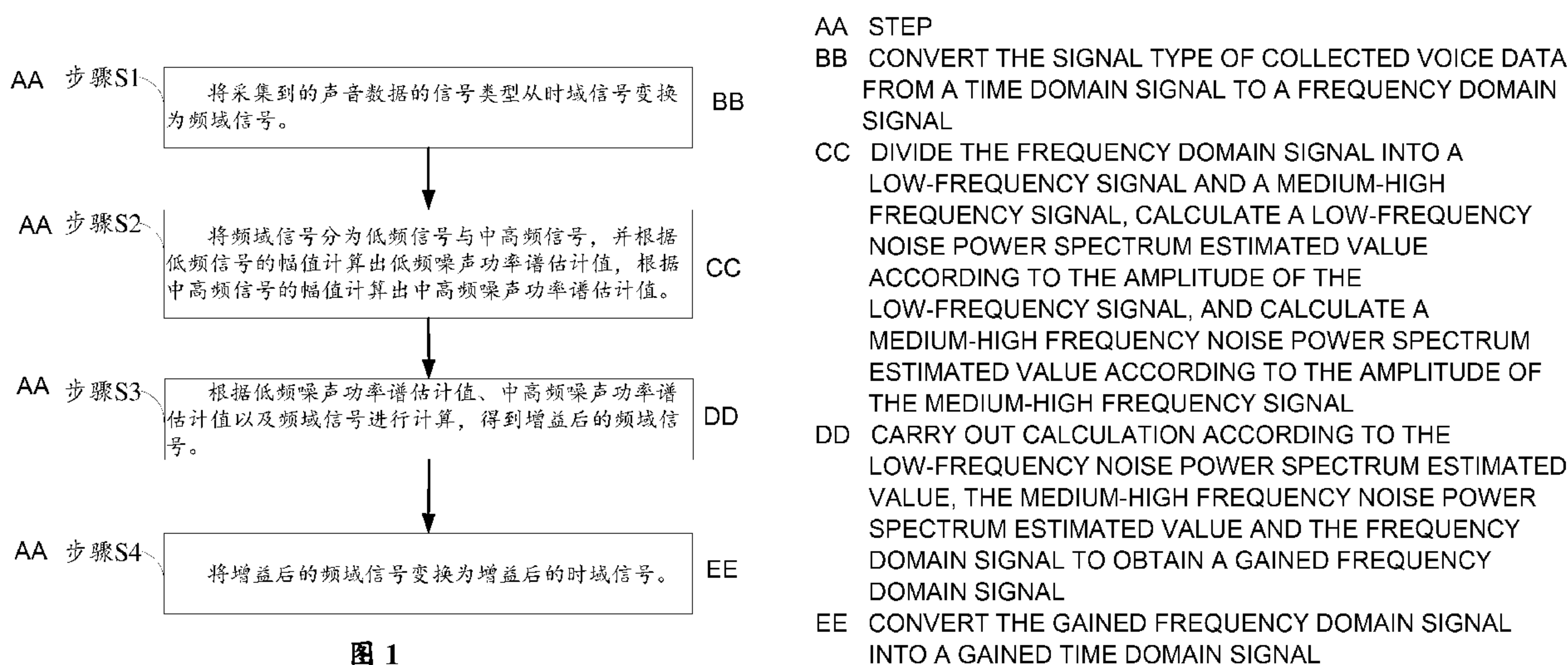


图 1

(57) Abstract: A noise suppression method for processing at different frequency bands. The method is used for carrying out suppression processing on noise in a call voice, and comprises the following steps: converting the signal type of collected voice data from a time domain signal to a frequency domain signal (S1); dividing the frequency domain signal into a low-frequency signal and a medium-high frequency signal, calculating a low-frequency noise power spectrum estimated value according to the amplitude of the low-frequency signal, and calculating a medium-high frequency noise power spectrum estimated value according to the amplitude of the medium-high frequency signal (S2); carrying out calculation according to the low-frequency noise power spectrum estimated value, the medium-high frequency noise power spectrum estimated value and the frequency domain signal to obtain a gained frequency domain signal (S3); and converting the gained frequency domain signal into a gained time domain signal (S4). A noise suppression system for processing at different frequency bands. Noise propagation is suppressed, thereby improving the quality of a voice call, and effectively suppressing

越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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))。

noise in the call.

(57) 摘要: 一种分频段进行处理的噪声抑制方法, 用于对通话声音中的噪声进行抑制处理, 方法包括以下步骤: 将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号(S1); 将频域信号分为低频信号与中高频信号, 并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值, 根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值(S2); 根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算, 得到增益后的频域信号(S3); 将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号(S4)。一种分频段进行处理的噪声抑制系统; 抑制了噪声传播, 提高了语音通话的质量, 有效的对通话中的噪声进行抑制。

一种分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统

技术领域

本申请涉及语音通话技术领域，尤其涉及一种分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统。

背景技术

随着科技的发展，语音通话逐渐取代了手写信件，语音通话相比于文字交流，信息传达的速度更快，传达的信息也更加准确；沟通过程中，沟通者可以通过对方的语气、语调、措辞等感知对方的情绪，从而提高交流的效率。对于现阶段的语音通话一般是采用麦克风采集语音数据，所述语音数据为模拟信号，再将模拟信号的语音数据转换为数字信号，通过有线或者无线的方式传送给对方，当对方接收到数字信号后，再将数字信号转换为模拟信号进行播放。

目前，一般的麦克风在采集语音数据时，无法避免的采集到一些噪声数据，所述噪声数据一般是用户在通话时的环境噪声，噪声数据会伴随用户的语音数据一同被传送到通话的另一端；一般情况下，噪声会影响通话质量；严重时，噪声会导致通话障碍，使通话时传达的语音产生偏差；如何在通话中精准的区分语音和噪声，并有效的抑制噪声的传播，提高通话质量成为一大难题。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例公开了一种分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统，用于在通话中精准的区分语音和噪声，并有效的抑制噪声的传播，提高通话质量。

本申请实施例公开一种分频段进行处理的噪声抑制方法，用于对通话声音中的噪声进行抑制处理，所述方法包括以下步骤：步骤 S1，将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号；步骤 S2，将频域信号分为低频信号与中高频信号，并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值，根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值；步骤 S3，根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算，得到增益

后的频域信号；步骤 S4，将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

本申请实施例还公开一种分频段进行处理的噪声抑制系统，所述分频段进行处理的噪声抑制系统包括：信号变换模块，用于将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号；噪声功率谱估计模块，用于将频域信号分为低频信号与中高频信号，并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值，根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值；增益频域计算模块，用于根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算，得到增益后的频域信号；信号逆变换模块，用于将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

本申请的分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统，通过将频域信号划分为低频信号及中高频信号，并对低频信号进行处理得到低频噪声功率谱估计值，对中高频信号进行处理得到中高频噪声功率谱估计值，根据低频噪声功率谱估计值以及中高频噪声功率谱估计值对频域信号进行计算得到增益后的频域信号；根据不同频率的信号特征，采用不同的噪声处理方式，更加精确的划分噪声和语音，有效的抑制了噪声的传播，提高了语音通话的效率，起到增强语音通话的效果。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请一实施例中的一种分频段进行处理的噪声抑制方法的流程图。

图 2 是图 1 中步骤 S1 的子流程图。

图 3 是图 1 中步骤 S2 的子流程图。

图 4 是图 3 中步骤 S22 的子流程图。

图 5 是图 4 中步骤 S223 的子流程图。

图 6 是图 3 中步骤 S23 的子流程图。

图 7 是图 1 中步骤 S3 的子流程图。

图 8 是图 7 中步骤 S33 的子流程图。

图 9 是本申请一实施例中的一种分频段进行处理的噪声抑制系统的结构关系图。

图 10 是图 9 中信号变换模块的结构示意图。

图 11 是图 9 中噪声功率谱估计模块的结构示意图。

图 12 是图 11 中低频功率谱估计模块的结构示意图。

图 13 是图 12 中非基频点功率谱估计模块的结构示意图。

图 14 是图 11 中中高频功率谱估计模块的结构示意图。

图 15 是图 9 中增益频域计算模块的结构示意图。

图 16 是图 15 中增益信号计算模块的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

请参阅图 1,图 1 是本申请一实施例中的一种分频段进行处理的噪声抑制方法的流程图。

如图 1 所示,本申请提供一种分频段进行处理的噪声抑制方法,用于对通话声音中的噪声进行抑制处理,所述方法包括以下步骤:步骤 S1,将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号;步骤 S2,将频域信号分为低频信号与中高频信号,并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值,根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值;步骤 S3,根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算,得到增益后的频域信号;步骤 S4,将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

从而,本申请提供的一种分频段进行处理的噪声抑制方法,通过将频域信号划分为低频信号及中高频信号,并对低频信号进行处理得到低频噪声功率谱

估计值，对中高频信号进行处理得到中高频噪声功率谱估计值，根据低频噪声功率谱估计值以及中高频噪声功率谱估计值对频域信号进行计算得到增益后的频域信号；根据不同频率的信号特征，采用不同的噪声处理方式，更加精确的划分噪声和语音，有效的抑制了噪声的传播，提高了语音通话的效率，起到增强语音通话的效果。

请参阅图 2，图 2 是本申请一实施例中的全频信号的处理流程示意图。

如图 2 所示，在一些实施例中，所述步骤 S1 包括：步骤 S11，获取采集到的信号类型为时域信号的声音数据；步骤 S12，将时域信号按照预设时间间隔进行组帧得到多帧时域信号；步骤 S13，通过对每一帧时域信号进行时频变换得到频域信号。

其中，所述声音数据包括用户在使用通话设备的过程中，所述通话设备采集用户发出的语音数据及环境声音数据；所述声音数据一般通过麦克风进行采集及转换得到，所述麦克风采集到用户发出的语音和环境声音的模拟信号后，经过模数转换，将所述模拟信号转换为数字信号；这里的声音数据是经模数转换后的数字信号。

所述时域信号是将所述声音数据按照采集的时间的顺序进行排列得到的信号；所述时域用来描述物理量与时间的变化关系。所述时域信号的时域波形用于表达信号随时间的变化情况。

所述频域信号是将所述声音数据按照频率大小的顺序进行排序得到的信号。所述频域用来描述物理量与频率的变化关系。所述频域信号的频域波形用于表达信号的幅值随着频率的变化情况，所述频域信号由多个频点构成，每个频点均包含对应的幅值信息和相位信息。

所述组帧是指在时域信号中按照预先设置的时间间隔，将采集到的声音数据进行组合，将在预设时间间隔内的时域信号组合作为一帧，所述时域信号在组合后为多帧时域信号，所述时频信号将以帧为单位进行后续变换。

所述时频变换在本实施例中是指针对时域信号中的每一帧进行傅里叶变换，每一帧在经过傅里叶变换后得到对应的多个频点的幅值、相位信息，所有频点汇总后得到频域信号；在其他实施例中，也可以采用其他变换方式将所述时域信号转换为频域信号。

具体的，将麦克风采集声音数据按照采集的时间顺序进行排列，生成时域信号，在时域信号中按照预设时间间隔进行组合，将在预设时间间隔内的时域信号组合为一帧，再对组合后的每一帧进行傅里叶变换，将每一帧经傅里叶变换得到的频点汇总得到频域信号。

请参阅图 3，图 3 是图 1 中步骤 S2 的子流程图。

如图 3 所示，在一实施例中，所述步骤 S2 包括：步骤 S21，按照预设频率划分标准将所述频域信号化分为低频信号及中高频信号；步骤 S22，对频域信号中单路麦克风采集的单路低频信号进行噪声功率谱密度估计，得到单路低频信号中所有低频频点的噪声功率谱估计值；步骤 S23，对频域信号中双路麦克风采集的双路中高频信号进行噪声功率谱密度估计，得到双路中高频信号中所有中高频频点的噪声功率谱估计值。

其中，所述预设频率划分标准是指预先设定的用于对频域信号进行划分的标准；本实施例中，按照所述预设频率划分标准可以将所述频域信号划分为低频信号、中高频信号；本实施例中，所述预设频率划分标准可以为某一固定频率；例如，所述预设频率划分标准可为以预设频率，例如 1000Hz 为界线区分低频、中高频信号的标准。

所述低频信号是指所述频域信号中低于所述预设频率的信号段。例如，频域信号中低于所述预设频率的信号段属于低频信号。所述低频信号中的频点为低频频点。

所述中高频信号是指所述频域信号中不低于所述预设频率的信号段。例如，频域信号中等于或高于所述预设频率的信号段属于中高频信号。所述中高频信号中的频点为中高频频点。

所述麦克风是指所述通话设备中用于采集声音数据的部件，所述麦克风一般为两个，分别设置于通话设备的不同部位；在用户进行通话时，两路麦克风同时采集声音数据，并将采集到的声音数据分别进行时频变换，得到两路频域信号；在对不同频段的信号进行噪声抑制处理时，采用不同路的麦克风的频域信号。在本实施例中，对低频信号进行噪声抑制处理时，选择信噪比较高的一路麦克风的频域信号进行噪声抑制处理。对中高频信号进行噪声抑制处理时，同时选择两路麦克风的双路频域信号进行噪声抑制处理。

所述功率谱密度 (power spectral density, PSD) 有时亦称为谱功率分布 (spectral power distribution, SPD), 是信号 (噪声) 的自相关函数的傅里叶变换, 即每单位频率的信号 (噪声) 所携带的功率。功率谱密度是一种概率统计方法, 是对随机变量均方值的度量。

所述噪声功率谱估计值, 即对噪声的功率谱密度的估计值, 又称功率谱估计。噪声的功率谱密度是用来描述噪声的能量特征随频率的变化关系。

具体的, 当所述预设频率划分标准确定后, 按照预设频率划分标准将所述频域信号中频率低于预设频率划分标准的信号段作为低频段, 等于或高于预设频率划分标准的信号段作为中高频段。

将两路麦克风采集的声音数据进行时频变换, 得到两路频域信号, 选择其中信噪比较高的一路频域信号, 并根据所述预设频率划分标准选取该路频域信号中的低频段作为低频信号, 并对所述低频信号进行噪声功率谱密度估计, 得到所述低频信号中所有低频频点的噪声功率谱估计值。

将根据所述预设频率划分标准, 同时选取两路频域信号的中高频段作为中高频信号, 并对所述中高频信号进行噪声功率谱密度估计, 得到所述中高频信号中所有中高频频点的噪声功率谱估计值。

在其他实施例中, 所述预设频率划分标准可以为固定的频率段; 根据频率段对两路频域信号进行更细致的划分; 例如 0-1000Hz 为低频段, 1000-3000Hz 为中频段, 3000Hz 以上为高频段。

从而, 通过两路麦克风分别采集两路声音数据, 再对两路声音数据分别进行时频变换, 得到两路频域信号, 在两路频域信号中分别选定低频信号及中高频信号, 再对低频信号及中高频信号进行噪声功率谱密度估计, 利用低频信号中噪声估计的准确性以及中高频信号中噪声估计的相关性, 对频域信号分段处理, 充分利用了采集到的两路声音数据, 提高了噪声功率谱估计值的精准度, 尽可能地去除残留的噪声。

请参阅图 4, 图 4 是图 3 中步骤 S22 的子流程图。

在一些实施例中, 所述步骤 S22 包括: 步骤 S221, 将单路低频信号中每个低频频点的幅值进行平方得到每个低频频点的幅值的平方值; 步骤 S222, 通过基音检测法将低频频点分为基频点和非基频点; 步骤 S223, 根据非基频

点的幅值的平方值计算得到非基频点的噪声功率谱估计值；步骤 S224，根据基频点的幅值的平方值以及非基频点的噪声功率谱估计值计算得到基频点的噪声功率谱估计值；步骤 S225，将非基频点的噪声功率谱估计值与基频点的噪声功率谱估计值组合得到所有低频频点的噪声功率谱估计值。

其中，所述基音是指人发出浊音时声带振动的周期，基音周期的估计称为基音检测，其目的是提取出与人的声带振动频率一致或尽可能相吻合的基音周期变化的轨迹曲线，即基音频率，所述基音频率是语音信号处理中最重要的特征参数之一。

所述基音检测法是用于检测基音信号的方法，由于语音信号可视为一个动态非平稳随机过程，语音波形和声带振动的频率变化范围大且十分复杂，所以所述基音检测法包括很多种算法，例如泛音内积频谱法、倒频谱分析法、最大似然估计法等；本实施例中，采用倒谱法对所述低频频点进行检测，基音检测中的基音频率可以通过以下计算方法进行确定：

当时域信号序列为 $x(n)$ 时，其幅值谱对数的傅里叶逆变换 $\hat{x}(n)$ 即 $x(n)$ 的倒谱序列，即：

$$X(\omega) = FT[x(n)]$$

$$\hat{x}(n) = FT^{-1}[\ln|X(\omega)|]$$

其中， FT 和 FT^{-1} 分别表示傅里叶变换和傅里叶逆变换。由于时域信号 $x(n)$ 是由声门脉冲激励 $u(n)$ 经声道响应 $v(n)$ 滤波而得，即

$$x(n) = u(n) * v(n)$$

设这三个量的倒谱分别为 $\hat{x}(n)$ ， $\hat{u}(n)$ 及 $\hat{v}(n)$ ，则有

$$\hat{x}(n) = \hat{u}(n) + \hat{v}(n)$$

在倒频谱域中， $\hat{u}(n)$ 和 $\hat{v}(n)$ 是相对分离的，说明包含有基音信息的声脉冲倒谱可与声道响应倒谱分离，因此从倒频谱域分离 $\hat{u}(n)$ 后恢复出 $u(n)$ ，从中求出基音周期，再对基音周期的求倒数即为基音频率。

所述基频点是指低频信号中幅值的平方符合基音频率的频点。

所述非基频点是指低频信号中幅值的平方不符合基音频率的频点。

所述基频点的噪声功率谱估计值是指对基频点的噪声的功率谱密度的估计值。所述非基频点的噪声功率谱估计值是指对非基频点的噪声的功率谱密度

的估计值。所述噪声功率谱估计值可以通过如下公式进行计算：

$$\hat{\Phi}_N(\lambda, \mu) = \begin{cases} |X_{inter}(\lambda, \mu)|^2, & \text{if } \mu \in M \\ |X(\lambda, \mu)|^2, & \text{otherwise} \end{cases}$$

其中， $M = \{f_0, 2f_0, 3f_0, \dots\}$ 。 f_0 为基音频率， $2f_0, 3f_0, \dots$ 表示谐波频率。 M 表示基频点的集合。 $|X(\lambda, \mu)|^2$ 为原输入，即非基频点的噪声功率谱估计值为该非基频点幅值的平方； $|X_{inter}(\lambda, \mu)|^2$ 是利用插值法计算基频点的噪声功率谱估计值，即通过相邻两个非基频点的噪声功率谱估计值进行插值得到所述基频点的噪声功率谱估计值。

具体的，将所述单路低频信号中每个低频频点的幅值进行平方，得到每个低频频点的幅值的平方值。

根据基音检测法对所述低频信号中所有的频点进行筛选，筛选出低频信号中频点的幅值的平方符合基音频率的频点作为基频点，不符合基音频率的频点作为非基频点。

根据上述的所述基频点噪声功率谱估计值和非基频点噪声功率谱估计值的计算公式，计算求得所述基频点噪声功率谱估计值和非基频点噪声功率谱估计值。

将计算得到的非基频点的噪声功率谱估计值与基频点的噪声功率谱估计值进行组合汇总，即得到所有低频频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 5，图 5 是图 4 中步骤 S223 的子流程图。

在一些实施例中，所述步骤 S223 包括：步骤 S2231，根据每个低频频点的幅值的平方值计算得到每个低频频点的语音存在概率值；步骤 S2232，根据每个非基频点的幅值的平方值计算得到每个非基频点的噪声功率谱初步估计值；步骤 S2233，在所有低频频点的语音存在概率值中查找出与非基频点对应的非基频点的语音存在概率值；步骤 S2234，根据每个非基频点的语音存在概率值以及对应的非基频点的噪声功率谱初步估计值计算得到每个非基频点的噪声功率谱估计值。

其中，所述语音是指所述声音数据中用户言语的声音，所述声音数据包括语音数据及噪声数据，所述语音数据是通话中需要传达的数据。

所述低频频点的语音存在概率值是指低频频点中语音存在的可能性。所述

语音存在概率值可以通过以下公式计算得到：

$$p(k, \lambda) = \left\{ 1 + \frac{q(k, \lambda)}{1 - q(k, \lambda)} [1 + \xi(k, \lambda)] \exp[-v(k, \lambda)] \right\}^{-1}$$

该计算公式中， $q(k, \lambda)$ 代表语音不存在概率，该值可以通过对应频点的幅度谱平方与预设阈值进行比较计算得到； $\xi(k, \lambda)$ 为先验信噪比； $v(k, \lambda)$ 可以由后验信噪比和先验信噪比定义计算得到。其中，先验信噪比是纯净语音信号的功率除以噪声信号的功率。后验信噪比是含噪语音信号的功率除以噪声信号的功率。

所述非基频点的噪声功率谱初步估计值是利用上述公式，对所述非基频点的噪声功率谱估计值进行初步计算得到的值。

具体的，将低频信号中的每个低频频点的幅值的平方值带入上述语音存在概率的公式进行计算，得到低频信号中所有低频频点的语音存在概率值。

根据每个非基频点的幅值的平方值带入上述噪声功率谱估计值的公式计算得到每个非基频点的噪声功率谱初步估计值。

根据所有低频频点的语音存在概率值以及上述基音检测结果中的非基频点，在所有低频频点的语音存在概率值对应查找出每个非基频点的语音存在概率值。

将每个非基频点的语音存在概率值与对应的非基频点的噪声功率谱初步估计值相乘，计算得到每个非基频点的噪声功率谱估计值。

从而，将低频信号中的低频频点划分为基频点与非基频点，再分别针对基频点和非基频点采用不同的计算方式，计算出低频信号中基频点的噪声功率谱估计值以及非基频点的噪声功率谱估计值；通过引入基音检测法，保证了通话语音的质量，提高了在平稳及非平稳的噪声环境下的语音通话效果，使得对噪声的区分更加精准，提高了噪声抑制的效率。

请参阅图 6，图 6 是图 3 中步骤 S23 的子流程图。

在一些实施例中，步骤 S231，通过对双路中高频信号中每个频点的幅值进行平方得到每个中高频频点的幅值的平方值；步骤 S232，根据每个中高频频点的幅值的平方值计算得到每个中高频频点的自功率谱值，以及每个中高频频

点的互功率谱值；步骤 S233，根据每个中高频频点的幅值的平方值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的相关性值；步骤 S234，根据每个中高频频点的相关性值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值；步骤 S235，根据每个中高频频点的相关性值计算得到每个中高频频点的语音存在概率；步骤 S236，通过将每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值与对应的中高频频点的语音存在概率进行平滑处理得到每个中高频频点的噪声功率谱估计值。

其中，所述自功率谱值以及互功率谱值用于反映相关函数在时域内表达随机信号自身与其他信号在不同时刻的内在联系，了解不同时刻同一随机样本间的波形相似程度。所述自功率谱以及互功率谱值的计算公式如下：

$$\Phi_{x_i x_j}(\lambda, \mu) = \alpha_s \Phi_{x_i x_j}(\lambda - 1, \mu) + (1 - \alpha_s) X_i(\lambda, \mu) \cdot X_j^*(\lambda, \mu)。$$

其中， λ 表示帧数， μ 表示频点， α_s 为平滑系数， $\Phi_{x_i x_j}$ 为两个麦克风的自功率谱互功率谱值， X_i ， X_j 为频域信号的幅值， $*$ 表示复共轭。

所述相关性值包括两个麦克风语音信号的相关性值以及两个麦克风信号中噪声信号的相关性值。所述相关性值可以根据以下公式计算得到：

$$\Gamma_{x,\lambda} = \frac{\Phi_{x1x2}}{\sqrt{\Phi_{x1x1} \Phi_{x2x2}}}$$

$$\hat{\Gamma}_n = \alpha_r \hat{\Gamma}_{n, \text{last}} + (1 - \alpha_r) \Gamma_{x,\lambda}$$

$$\Gamma_{s, \text{cor}} = \Gamma_{x,\lambda} \frac{\gamma}{\gamma - 1} + \hat{\Gamma}_n \frac{1}{\gamma}$$

$$\hat{\Gamma}_s = \alpha_r \hat{\Gamma}_{s, \text{last}} + (1 - \alpha_r) \Gamma_{s, \text{cor}}$$

其中， $\Gamma_{x,\lambda}$ 为两个麦克风接受到的信号的相关性； $\hat{\Gamma}_n$ 为噪声相关性的估计； $\Gamma_{s, \text{cor}}$ 为语音相关性的初步估计； $\hat{\Gamma}_s$ 为平滑后的语音相关性的估计； γ 为后验信噪比； α_r 为平滑系数。

所述中高频频点的语音存在概率是指每个中高频频点中语音信号存在的可能性。所述中高频频点的语音存在概率可以通过以下公式计算得到：

$$\rho_{coh} = \frac{\hat{\Gamma}_{x,1} - \hat{\Gamma}_n}{\hat{\Gamma}_s - \hat{\Gamma}_n}$$

所述平滑处理是指将每个中高频频点的噪声功率谱估计值以及对应频点的语音存在概率带入公式计算得到平滑后的中高频频点的噪声功率谱估计值；

所述平滑处理的计算公式如下：

$$\hat{\Phi}_{N,coh} = \rho_{coh} \hat{\Phi}_{N,theor} + (1 - \rho_{coh}) |X_1|^2$$

所述中高频频点的噪声功率谱的初步估计值是指根据公式初步计算得到的中高频频点的噪声功率谱的估计值；所述中高频频点的噪声功率谱的初步估计值的计算公式如下：

$$\hat{\Phi}_{N,theor} = \frac{\sqrt{\Phi_{x1x1} \Phi_{x2x2}} - \frac{\Phi_{x1x2}}{\hat{\Gamma}_s}}{1 - \frac{\hat{\Gamma}_n}{\hat{\Gamma}_s}}$$

具体的，首先，同时获取双路频域信号中的中高频信号，对中高频信号中的每个频点的幅值进行平方，得到每个中高频频点的幅值的平方值。

再将每个中高频频点的幅值的平方值带入上述自功率谱值以及互功率谱值的计算公式，计算得到每个中高频频点的自功率谱值以及互功率谱值。

再将每个中高频频点的幅值的平方值、自功率谱值以及互功率谱值带入上述相关性值的计算公式，计算得到每个中高频频点的相关性值。

再根据每个中高频频点的相关性值、自功率谱值及互功率谱值带入上述的中高频频点的噪声功率谱的初步估计值的计算公式，计算得到每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值。

同时，根据每个中高频频点的相关性值带入上述中高频频点的语音存在概率的计算公式，计算得到每个中高频频点的语音存在概率。

最后，通过将每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值与对应的中高频频点的语音存在概率带入上述的平滑处理的公式进行计算，得到每个中高频频点的噪声功率谱估计值。

从而，通过将所述中高频频点的幅值带入一系列的公式进行计算，利用语

音在中高频段相关性相差明显的特征,对中高频信号的频点进行噪声的抑制处理,得到所述中高频信号中每个频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 7,图 7 是图 1 中步骤 S3 的子流程图。

如图 7 所示,在一些实施例中,所述步骤 S3 包括:步骤 S31,将低频噪声功率谱估计值与中高频噪声功率谱估计值组合得到全频带噪声功率谱估计值;步骤 S32,根据全频带噪声功率谱估计值中每个频点的噪声功率谱估计值进行增益计算,得到每个频点的幅度谱增益值;步骤 S33,根据每个频点的幅度谱增益值及频域信号计算增益后的频域信号。

其中,所述全频带噪声功率谱估计值是指频域信号中所有频点的噪声功率谱估计值。

所述幅度谱增益值是指将所述频点的噪声功率谱估计值带入幅度增益函数求出的每个频点的幅值的增益比例。

所述增益后的频域信号是指对原频域信号中每个频点按照对应频点的幅度谱增益值进行增益后得到的每个频点的幅值。所述原频域信号是指上述时频变换后得到的频域信号。

具体的,将低频噪声功率谱与中高频噪声功率谱进行组合汇总得到频域信号中所有频点的噪声功率谱估计值。

将所有频点的噪声功率谱估计值中每个频点的噪声功率谱估计值带入增益函数进行计算,得到每个频点的幅度谱增益值。

根据每个频点的幅度谱增益值与原频域信号中对应频点的幅值进行计算,得到每个频点增益后的幅值,将所有频点增益后的幅值进行组合汇总后,得到增益后的频域信号。

请参阅图 8,图 8 是图 7 中步骤 S33 的子流程图。

如图 8 所示,在一些实施例中,所述步骤 S33 包括:步骤 S331,获取每个频点的幅度谱增益值以及频域信号中对应频点的幅值;步骤 S332,将每个频点的幅度谱增益值与对应频点的幅值相乘得到每个频点的增益后的幅值,将频域信号中所有频点的增益后的幅值组合得到增益后的频域信号。

具体的,根据每个频点的幅度谱增益值,在原频域信号中获取到对应的每个频点的幅值。

将每个频点的幅度谱增益值与对应频点的幅值相乘，得到每个频点的增益后的幅值；将所有频点的增益后的幅值组合汇总后，得到增益后的频域信号。

从而，根据频域信号中每个频点的噪声功率谱估计值计算得到每个频点的幅度谱增益值，再根据每个幅度谱增益值与原频域信号中对应的频点的幅值相乘，计算得到增益后的频域信号，提高了语音的可识别性，并针对每个频点进行了噪声抑制处理，提高了噪声抑制的效率，使得通话中的语音数据更为清晰，抑制噪声数据的传播，提高了通话的质量。

在一些实施例中，所述步骤 S4 包括：将增益后的频域信号中每个频点的增益后的幅值进行逆时频变换，得到增益后的时域信号。

其中，所述逆时频变换是指将频域信号变换为时域信号，通过对每个频点进行傅里叶逆变换，从而实现将整个频域信号变换为时域信号。

具体的，将增益后的频域信号按照帧进行傅里叶逆变换，得到对应帧的时域信号，所有帧的时域信号组合后得到增益后的时域信号；从而，将所述增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

本申请提供的一种分频段进行处理的噪声抑制方法可以在硬件、固件中实施，或者可以作为可以存储在例如 CD、ROM、RAM、软盘、硬盘或磁光盘的等计算机可读存储介质中的软件或计算机代码，或者可以作为原始存储在远程记录介质或非瞬时的机器可读介质上、通过网络下载并且存储在本地记录介质中的计算机代码，从而这里描述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法可以利用通用计算机或特殊处理器或在诸如 ASIC 或 FPGA 之类的可编程或专用硬件中以存储在记录介质上的软件来呈现。如本领能够理解的，计算机、处理器、微处理器、控制器或可编程硬件包括存储器组件，例如，RAM、ROM、闪存等，当计算机、处理器或硬件实施这里描述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法而存取和执行软件或计算机代码时，存储器组件可以存储或接收软件或计算机代码。另外，当通用计算机存取用于实施这里示出的处理的代码时，代码的执行将通用计算机转换为用于执行这里示出的处理的专用计算机。

其中，所述计算机可读存储介质可为固态存储器、存储卡、光碟等。所述计算机可读存储介质存储有程序指令而供计算机调用后执行图 1 至图 8 所示的一种分频段进行处理的噪声抑制方法。

请参阅图 9，图 9 是本申请一实施例中的一种分频段进行处理的噪声抑制系统 100 的结构关系图。

在一些实施例中，所述分频段进行处理的噪声抑制系统 100 包括：信号变换模块 10，用于将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号；噪声功率谱估计模块 20，用于将频域信号分为低频信号与中高频信号，并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值，根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值；增益频域计算模块 30，用于根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算，得到增益后的频域信号；信号逆变换模块 40，用于将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

请参阅图 10，图 10 是图 9 中信号变换模块 10 的结构示意图。

在一些实施例中，所述信号变换模块 10 包括：信号获取模块 11，用于获取采集到的信号类型为时域信号的声音数据；信号组帧模块 12，用于将时域信号按照预设时间间隔进行组帧得到多帧时域信号；时频变换模块 13，用于通过对每一帧时域信号进行时频变换得到频域信号。

请参阅图 11，图 11 是图 9 中噪声功率谱估计模块 20 的结构示意图。

在一些实施例中，所述噪声功率谱估计模块 20 包括：信号划分模块 21，用于按照预设频率划分标准将所述频域信号化分为低频信号及中高频信号；低频功率谱估计模块 22，用于对频域信号中单路麦克风采集的单路低频信号进行噪声功率谱密度估计，得到单路低频信号中所有低频频点的噪声功率谱估计值；中高频功率谱估计模块 23，用于对频域信号中双路麦克风采集的双路中高频信号进行噪声功率谱密度估计，得到双路中高频信号中所有中高频频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 12，图 12 是图 11 中低频功率谱估计模块 22 的结构示意图。

在一些实施例中，所述低频功率谱估计模块 22 包括：低频幅值平方模块 221，用于将单路低频信号中每个低频频点的幅值进行平方得到每个低频频点的幅值的平方值；基音检测模块 222，用于通过基音检测法将低频频点分为基频点和非基频点；非基频点功率谱估计模块 223，用于根据非基频点的幅值的平方值计算得到非基频点的噪声功率谱估计值；基频点功率谱估计模块 224，

用于根据基频点的幅值的平方值以及非基频点的噪声功率谱估计值计算得到基频点的噪声功率谱估计值；低频功率谱组合模块 225，用于将非基频点的噪声功率谱估计值与基频点的噪声功率谱估计值组合得到所有低频频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 13，图 13 是图 12 中非基频点功率谱估计模块 223 的结构示意图。

在一些实施例中，所述非基频点功率谱估计模块 223 包括：低频语音概率计算模块 2231，用于根据每个低频频点的幅值的平方值计算得到每个低频频点的语音存在概率值；非基频点功率谱初步估计模块 2232，用于根据每个非基频点的幅值的平方值计算得到每个非基频点的噪声功率谱初步估计值；非基频点语音概率查找模块 2233，用于在所有低频频点的语音存在概率值中查找出与非基频点对应的非基频点的语音存在概率值；非基频点功率谱计算模块 2234，用于根据每个非基频点的语音存在概率值以及对应的非基频点的噪声功率谱初步估计值计算得到每个非基频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 14，图 14 是图 11 中中高频功率谱估计模块 23 的结构示意图。

在一些实施例中，所述中高频功率谱估计模块 23 包括：中高频幅值平方模块 231，用于通过对双路中高频信号中每个频点的幅值进行平方得到每个中高频频点的幅值的平方值；功率谱值计算模块 232，用于根据每个中高频频点的幅值的平方值计算得到每个中高频频点的自功率谱值，以及每个中高频频点的互功率谱值；相关性值计算模块 233，用于根据每个中高频频点的幅值的平方值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的相关性值；中高频初步估计模块 234，用于根据每个中高频频点的相关性值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值；中高频语音概率计算模块 235，用于根据每个中高频频点的相关性值计算得到每个中高频频点的语音存在概率；中高频平滑处理模块 236，用于通过将每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值与对应的中高频频点的语音存在概率进行平滑处理得到每个中高频频点的噪声功率谱估计值。

请参阅图 15，图 15 是图 9 中增益频域计算模块 30 的结构示意图。

在一些实施例中，所述增益频域计算模块 30 包括：全频带功率谱组合模块 31，用于将低频噪声功率谱估计值与中高频噪声功率谱估计值组合得到全频带

噪声功率谱估计值；幅度谱增益计算模块 32，用于根据全频带噪声功率谱估计值中每个频点的噪声功率谱估计值进行增益计算，得到每个频点的幅度谱增益值；增益信号计算模块 33，用于根据每个频点的幅度谱增益值及频域信号计算增益后的频域信号。

请参阅图 16，图 16 是图 15 中增益信号计算模块 33 的结构示意图。

在一些实施例中，所述增益信号计算模块 33 包括：幅度谱增益值获取模块 331，用于获取每个频点的幅度谱增益值以及频域信号中对应频点的幅值；增益幅值计算模块 332，用于将每个频点的幅度谱增益值与对应频点的幅值相乘得到每个频点的增益后的幅值，将频域信号中所有频点的增益后的幅值组合得到增益后的频域信号。

在一些实施例中，所述信号逆变换模块 40 还用于将增益后的频域信号中每个频点的增益后的幅值进行逆时频变换，得到增益后的时域信号。

所述分频段进行处理的噪声抑制系统 100 还包括中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU)，还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等，所述处理单元是所述分频段进行处理的噪声抑制系统的数据处理中心，利用有线或者无线线路连接整个所述分频段进行处理的噪声抑制系统 100 的各个模块。用于对各个模块传送来的数据进行处理。

如图 9 所示，在一些实施例中，所述分频段进行处理的噪声抑制系统 100 还包括存储模块 50，所述存储模块 50 用于存储所述时域信号以及所述频域信号

其中，所述存储模块 50 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如硬盘、内存、插接式硬盘，智能存储卡 (Smart Media Card, SMC)，安全数字 (Secure Digital, SD) 卡，闪存卡 (Flash Card)、多个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

具体的，所述存储模块 50 位于所述通话设备内，主要与上述处理单元相

连接,用于存储麦克风采集到的声音数据以及处理单元处理后的频域信号、时域信号、噪声功率谱估计值等。

在其他实施例中,所述存储模块 50 还可以与所述分频段进行处理的噪声抑制系统 100 的各个模块相连接,用于存储各个模块在参数计算过程中产生的数据。

如图 1 所示,在一些实施例中,所述一种分频段进行处理的噪声抑制系统包括通话设备,所述通话设备可以是移动终端,所述信号变换模块 10、噪声功率谱估计模块 20、增益频域计算模块 30、信号逆变换模块 40、存储模块 50 等,均设置于所述主机设备内;所述信号变换模块 10 与噪声功率谱估计模块 20 通过有线或者无线的方式连接,能够将时频变换后的频域信号传送给所述噪声功率谱估计模块 20;所述噪声功率谱估计模块 20 与所述增益频域计算模块 30 通过有线或者无线的方式连接,能够将计算得到的低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值传送给所述增益频域计算模块 30;所述增益频域计算模块 30 与所述信号逆变换模块 40 通过有线或者无线的方式连接,能够将增益后的频域信号传送给信号逆变换模块 40,用于信号逆变换模块 40 将增益后的频域信号逆时频变换为时域信号;所述存储模块 50 与信号变换模块 10、噪声功率谱估计模块 20、增益频域计算模块 30、信号逆变换模块 40 均通过有线或者无线的方式连接,能够存储时域信号、频域信号、低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值等数据。

本申请提供的一种分频段进行处理的噪声抑制方法及其系统,通过将频域信号划分为低频信号及中高频信号,并对低频信号进行处理得到低频噪声功率谱估计值,对中高频信号进行处理得到中高频噪声功率谱估计值,根据低频噪声功率谱估计值以及中高频噪声功率谱估计值对频域信号进行计算得到增益后的频域信号;根据不同频率的信号特征,采用不同的噪声处理方式,更加精确的划分噪声和语音,有效的抑制了噪声的传播,提高了语音通话的效率,起到增强语音通话的效果。

以上所述是本申请的优选实施例,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本申请的保护范围。

权利要求书

1、一种分频段进行处理的噪声抑制方法，用于对通话声音中的噪声进行抑制处理，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

步骤 S1，将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号；

步骤 S2，将频域信号分为低频信号与中高频信号，并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值，根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值；

步骤 S3，根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算，得到增益后的频域信号；

步骤 S4，将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

2、如权利要求 1 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S1 包括：

步骤 S11，获取采集到的信号类型为时域信号的声音数据；

步骤 S12，将时域信号按照预设时间间隔进行组帧得到多帧时域信号；

步骤 S13，通过对每一帧时域信号进行时频变换得到频域信号。

3、如权利要求 1 或 2 任一项所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S2 包括：

步骤 S21，按照预设频率划分标准将所述频域信号化分为低频信号及中高频信号；

步骤 S22，对频域信号中单路麦克风采集的单路低频信号进行噪声功率谱密度估计，得到单路低频信号中所有低频频点的噪声功率谱估计值；

步骤 S23，对频域信号中双路麦克风采集的双路中高频信号进行噪声功率谱密度估计，得到双路中高频信号中所有中高频频点的噪声功率谱估计值。

4、如权利要求 3 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S22 包括：

步骤 S221，将单路低频信号中每个低频频点的幅值进行平方得到每个低频频点的幅值的平方值；

步骤 S222，通过基音检测法将低频频点分为基频点和非基频点；

步骤 S223, 根据非基频点的幅值的平方值计算得到非基频点的噪声功率谱估计值;

步骤 S224, 根据基频点的幅值的平方值以及非基频点的噪声功率谱估计值计算得到基频点的噪声功率谱估计值;

步骤 S225, 将非基频点的噪声功率谱估计值与基频点的噪声功率谱估计值组合得到所有低频频点的噪声功率谱估计值。

5、如权利要求 4 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法, 其特征在于, 所述步骤 S223 包括:

步骤 S2231, 根据每个低频频点的幅值的平方值计算得到每个低频频点的语音存在概率值;

步骤 S2232, 根据每个非基频点的幅值的平方值计算得到每个非基频点的噪声功率谱初步估计值;

步骤 S2233, 在所有低频频点的语音存在概率值中查找出与非基频点对应的非基频点的语音存在概率值;

步骤 S2234, 根据每个非基频点的语音存在概率值以及对应的非基频点的噪声功率谱初步估计值计算得到每个非基频点的噪声功率谱估计值。

6、如权利要求 3 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法, 其特征在于, 所述步骤 S23 包括:

步骤 S231, 通过对双路中高频信号中每个频点的幅值进行平方得到每个中高频频点的幅值的平方值;

步骤 S232, 根据每个中高频频点的幅值的平方值计算得到每个中高频频点的自功率谱值, 以及每个中高频频点的互功率谱值;

步骤 S233, 根据每个中高频频点的幅值的平方值、自功率谱值以及互功率谱值计算得到每个中高频频点的相关性值;

步骤 S234, 根据每个中高频频点的相关性值、自功率谱值以及互功率谱值计算得到每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值;

步骤 S235, 根据每个中高频频点的相关性值计算得到每个中高频频点的语音存在概率;

步骤 S236, 通过将每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值与对应的

中高频频点的语音存在概率进行平滑处理得到每个中高频频点的噪声功率谱估计值。

7、如权利要求 1 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S3 包括：

步骤 S31，将低频噪声功率谱估计值与中高频噪声功率谱估计值组合得到全频带噪声功率谱估计值；

步骤 S32，根据全频带噪声功率谱估计值中每个频点的噪声功率谱估计值进行增益计算，得到每个频点的幅度谱增益值；

步骤 S33，根据每个频点的幅度谱增益值及频域信号计算增益后的频域信号。

8、如权利要求 7 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S33 包括：

步骤 S331，获取每个频点的幅度谱增益值以及频域信号中对应频点的幅值；

步骤 S332，将每个频点的幅度谱增益值与对应频点的幅值相乘得到每个频点的增益后的幅值，将频域信号中所有频点的增益后的幅值组合得到增益后的频域信号。

9、如权利要求 8 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述步骤 S4 包括：将增益后的频域信号中每个频点的增益后的幅值进行逆时频变换，得到增益后的时域信号。

10、如权利要求 2 或 9 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制方法，其特征在于，所述时频变换为傅里叶变换，所述逆时频变换为傅里叶逆变换。

11、一种分频段进行处理的噪声抑制系统，其特征在于，所述分频段进行处理的噪声抑制系统包括：

信号变换模块，用于将采集到的声音数据的信号类型从时域信号变换为频域信号；

噪声功率谱估计模块，用于将频域信号分为低频信号与中高频信号，并根据低频信号的幅值计算出低频噪声功率谱估计值，根据中高频信号的幅值计算出中高频噪声功率谱估计值；

增益频域计算模块,用于根据低频噪声功率谱估计值、中高频噪声功率谱估计值以及频域信号进行计算,得到增益后的频域信号;

信号逆变换模块,用于将增益后的频域信号变换为增益后的时域信号。

12、如权利要求 11 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述信号变换模块包括:

信号获取模块,用于获取采集到的信号类型为时域信号的声音数据;

信号组帧模块,用于将时域信号按照预设时间间隔进行组帧得到多帧时域信号;

时频变换模块,用于通过对每一帧时域信号进行时频变换得到频域信号。

13、如权利要求 11 或 12 任一项所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述噪声功率谱估计模块包括:

信号划分模块,用于按照预设频率划分标准将所述频域信号化分为低频信号及中高频信号;

低频功率谱估计模块,用于对频域信号中单路麦克风采集的单路低频信号进行噪声功率谱密度估计,得到单路低频信号中所有低频频点的噪声功率谱估计值;

中高频功率谱估计模块,用于对频域信号中双路麦克风采集的双路中高频信号进行噪声功率谱密度估计,得到双路中高频信号中所有中高频频点的噪声功率谱估计值。

14、如权利要求 13 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述低频功率谱估计模块包括:

低频幅值平方模块,用于将单路低频信号中每个低频频点的幅值进行平方得到每个低频频点的幅值的平方值;

基音检测模块,用于通过基音检测法将低频频点分为基频点和非基频点;

非基频点功率谱估计模块,用于根据非基频点的幅值的平方值计算得到非基频点的噪声功率谱估计值;

基频点功率谱估计模块,用于根据基频点的幅值的平方值以及非基频点的噪声功率谱估计值计算得到基频点的噪声功率谱估计值;

低频功率谱组合模块,用于将非基频点的噪声功率谱估计值与基频点的噪

声功率谱估计值组合得到所有低频频点的噪声功率谱估计值。

15、如权利要求 14 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统，其特征在于，所述非基频点功率谱估计模块包括：

低频语音概率计算模块，用于根据每个低频频点的幅值的平方值计算得到每个低频频点的语音存在概率值；

非基频点功率谱初步估计模块，用于根据每个非基频点的幅值的平方值计算得到每个非基频点的噪声功率谱初步估计值；

非基频点语音概率查找模块，用于在所有低频频点的语音存在概率值中查找出与非基频点对应的非基频点的语音存在概率值；

非基频点功率谱计算模块，用于根据每个非基频点的语音存在概率值以及对应的非基频点的噪声功率谱初步估计值计算得到每个非基频点的噪声功率谱估计值。

16、如权利要求 13 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统，其特征在于，所述中高频功率谱估计模块包括：

中高频幅值平方模块，用于通过对双路中高频信号中每个频点的幅值进行平方得到每个中高频频点的幅值的平方值；

功率谱值计算模块，用于根据每个中高频频点的幅值的平方值计算得到每个中高频频点的自功率谱值，以及每个中高频频点的互功率谱值；

相关性值计算模块，用于根据每个中高频频点的幅值的平方值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的相关性值；

中高频初步估计模块，用于根据每个中高频频点的相关性值、自功率谱值及互功率谱值计算得到每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值；

中高频语音概率计算模块，用于根据每个中高频频点的相关性值计算得到每个中高频频点的语音存在概率；

中高频平滑处理模块，用于通过将每个中高频频点的噪声功率谱的初步估计值与对应的中高频频点的语音存在概率进行平滑处理得到每个中高频频点的噪声功率谱估计值。

17、如权利要求 11 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统，其特征在于，所述增益频域计算模块包括：

全频带功率谱组合模块,用于将低频噪声功率谱估计值与中高频噪声功率谱估计值组合得到全频带噪声功率谱估计值;

幅度谱增益计算模块,用于根据全频带噪声功率谱估计值中每个频点的噪声功率谱估计值进行增益计算,得到每个频点的幅度谱增益值;

增益信号计算模块,用于根据每个频点的幅度谱增益值及频域信号计算增益后的频域信号。

18、如权利要求 17 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述增益信号计算模块包括:

幅度谱增益值获取模块,用于获取每个频点的幅度谱增益值以及频域信号中对应频点的幅值;

增益幅值计算模块,用于将每个频点的幅度谱增益值与对应频点的幅值相乘得到每个频点的增益后的幅值,将频域信号中所有频点的增益后的幅值组合得到增益后的频域信号。

19、如权利要求 18 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述信号逆变换模块还用于将增益后的频域信号中每个频点的增益后的幅值进行逆时频变换,得到增益后的时域信号。

20、如权利要求 12 或 19 所述的一种分频段进行处理的噪声抑制系统,其特征在于,所述时频变换为傅里叶变换,所述逆时频变换为傅里叶逆变换。

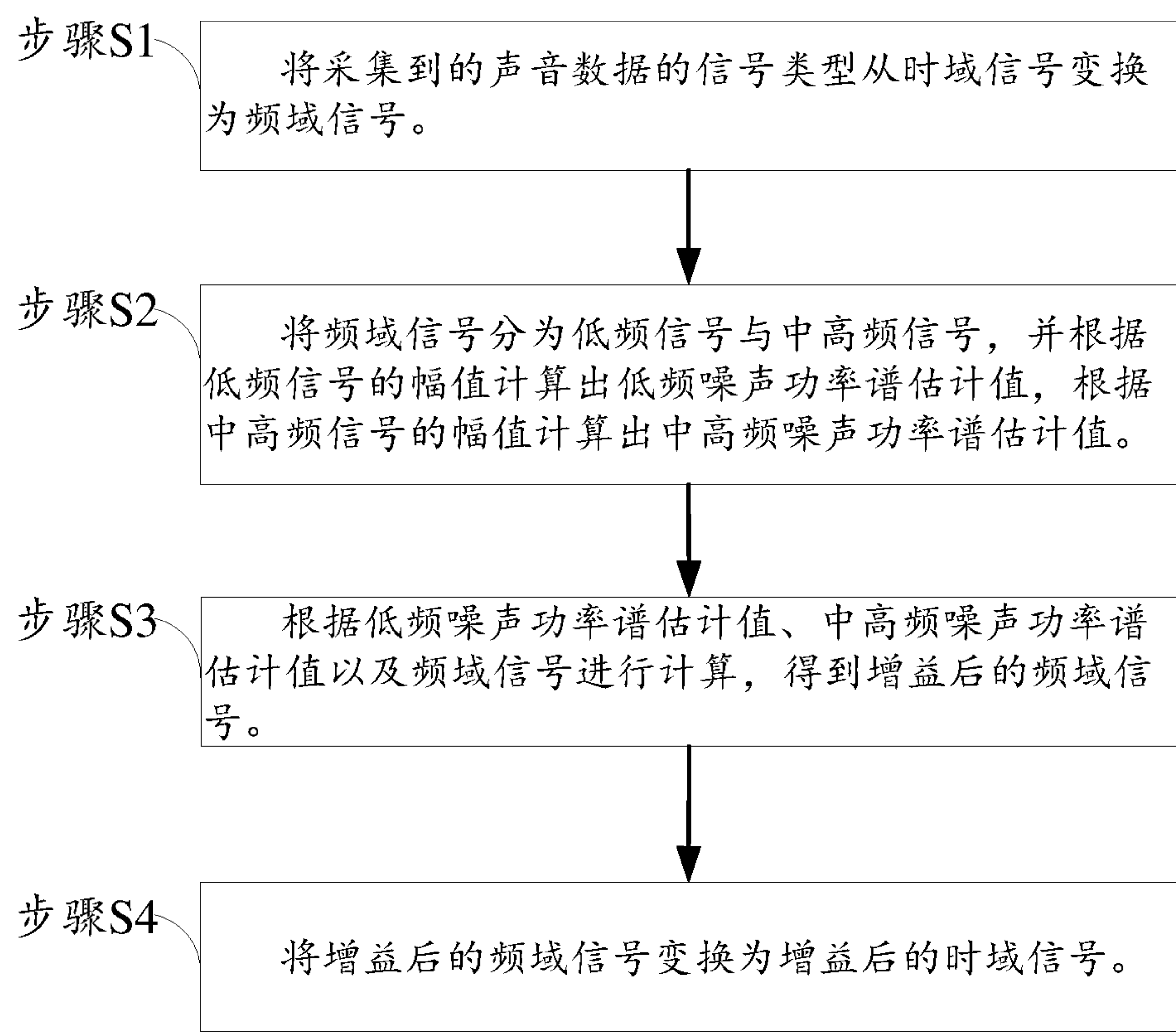


图 1

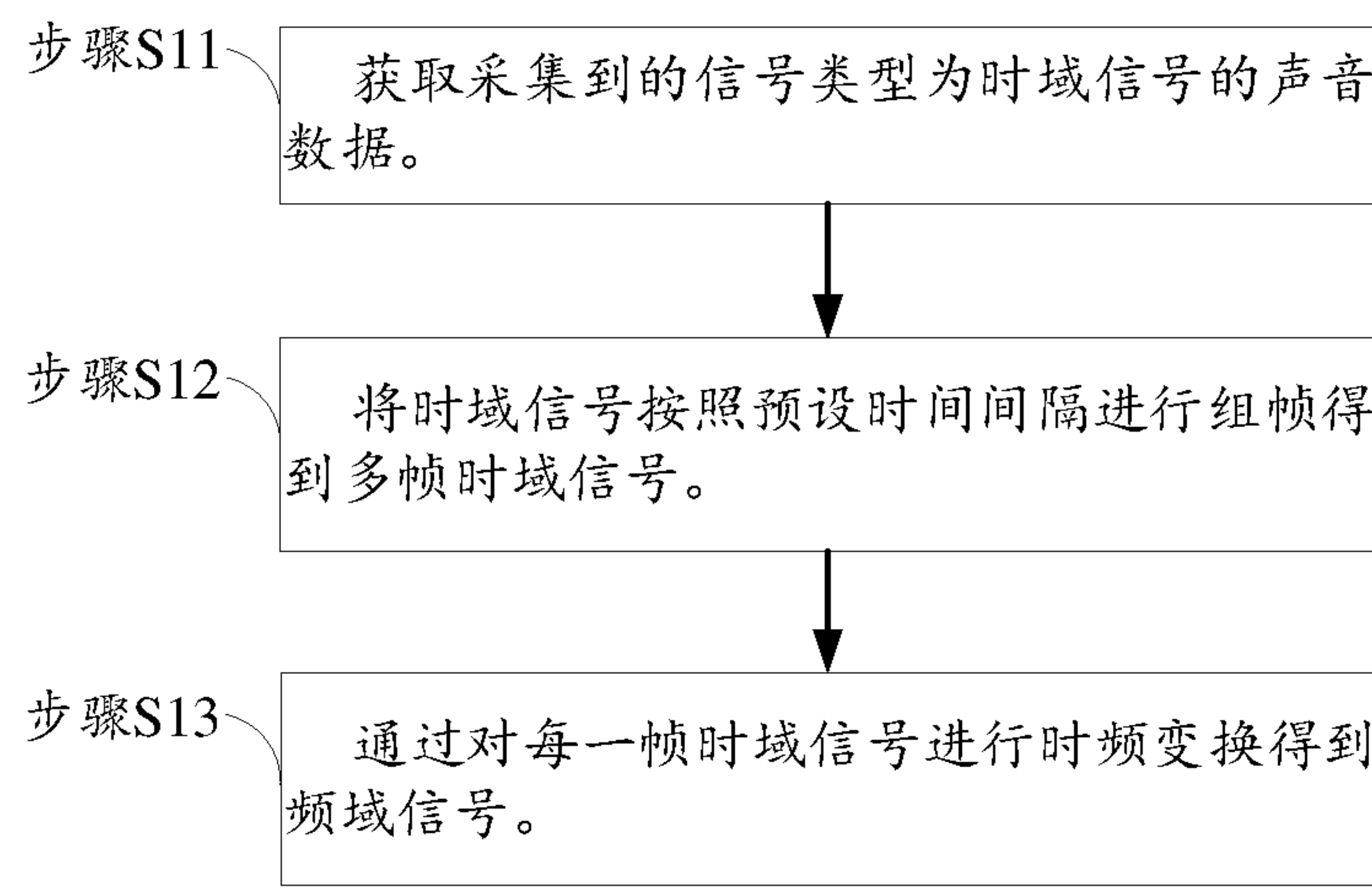


图 2

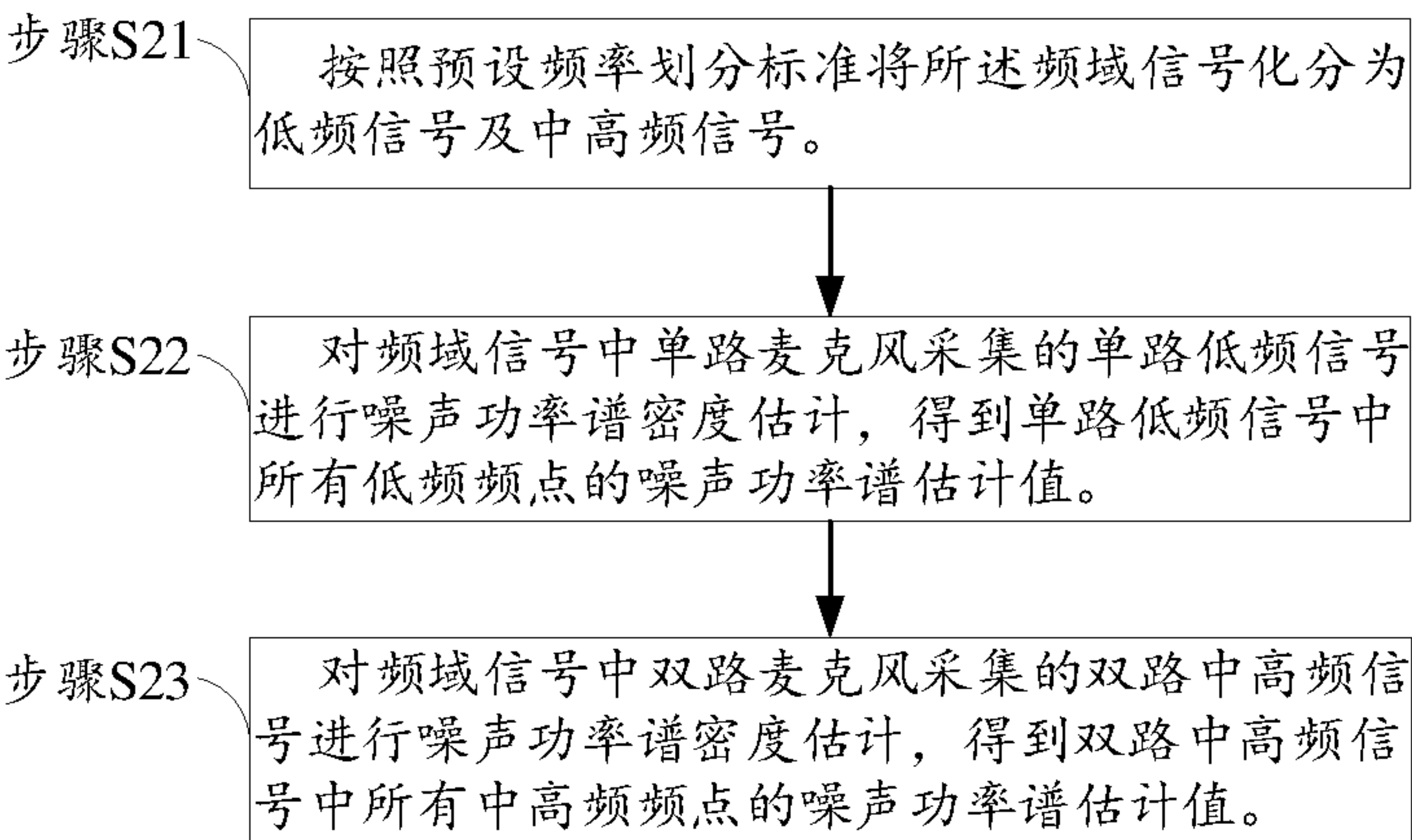


图 3

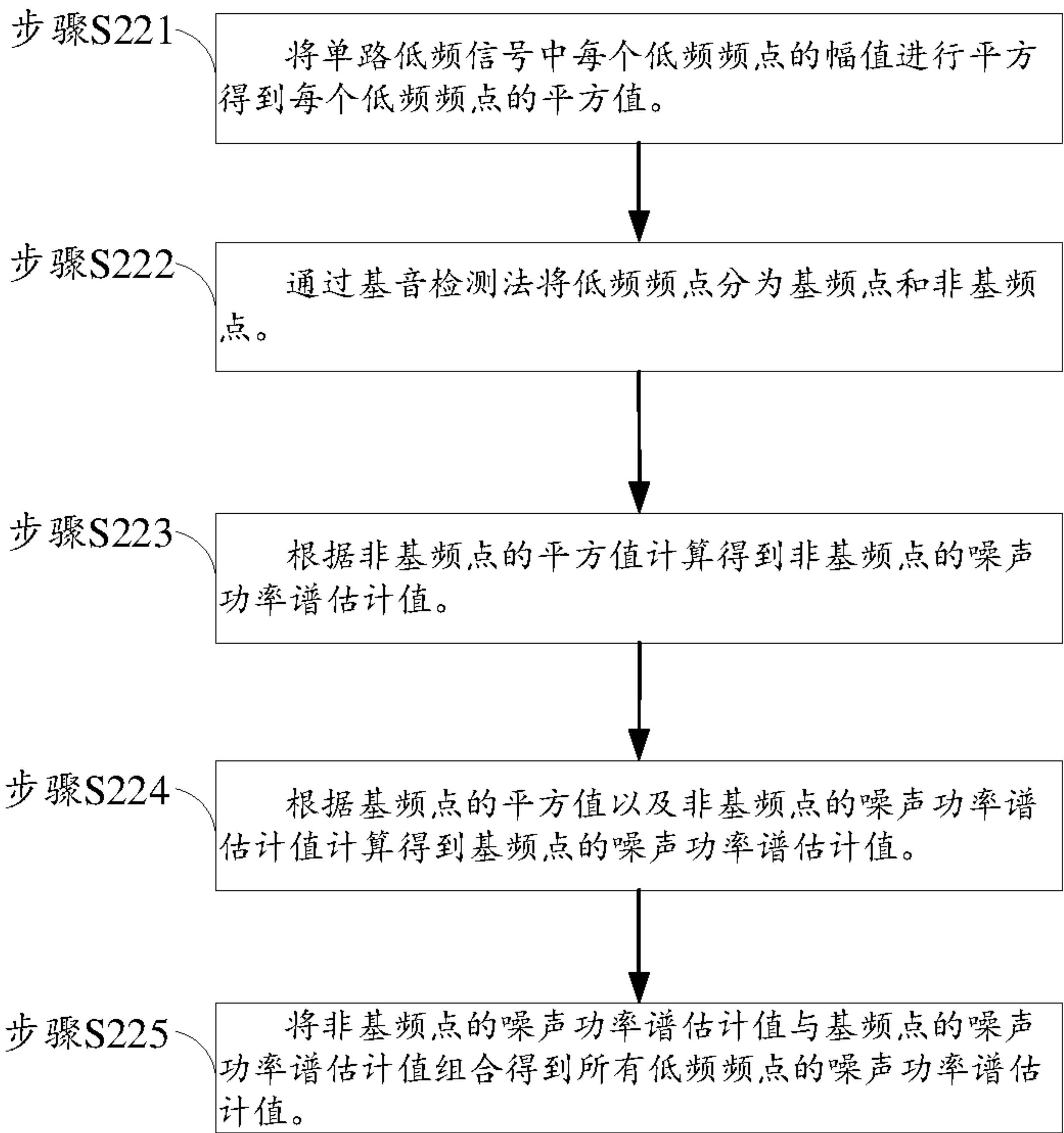


图 4

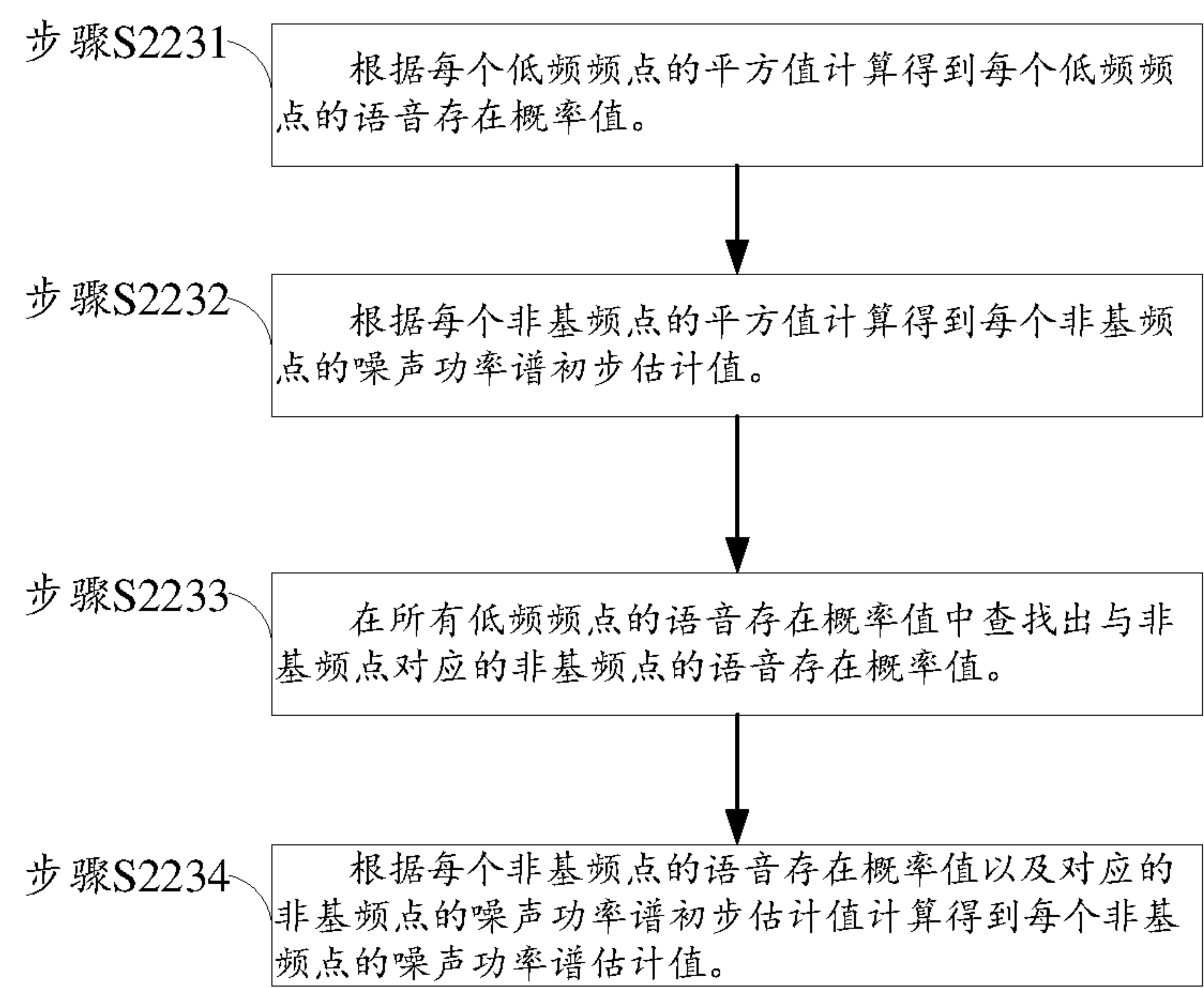


图 5

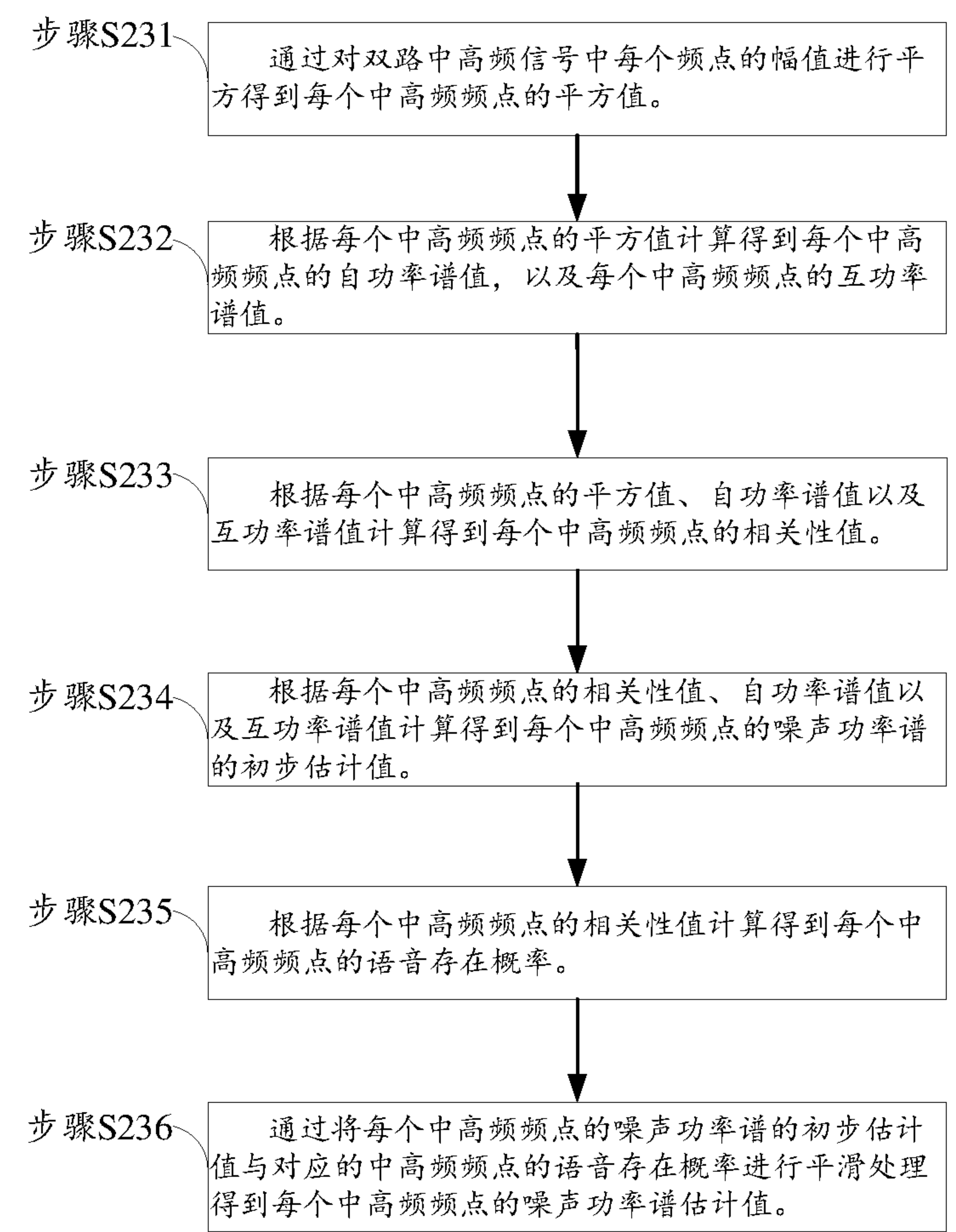


图 6

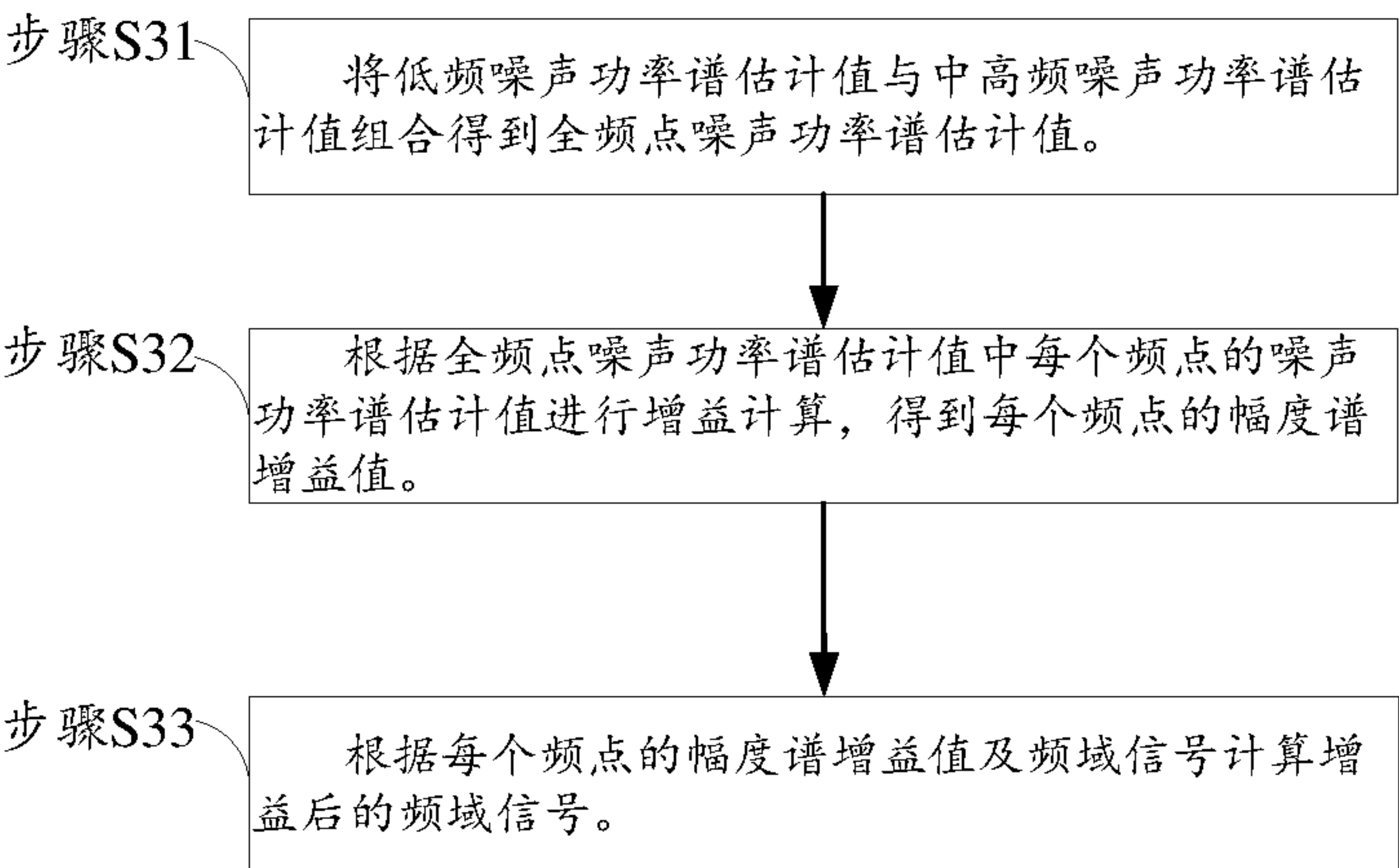


图 7

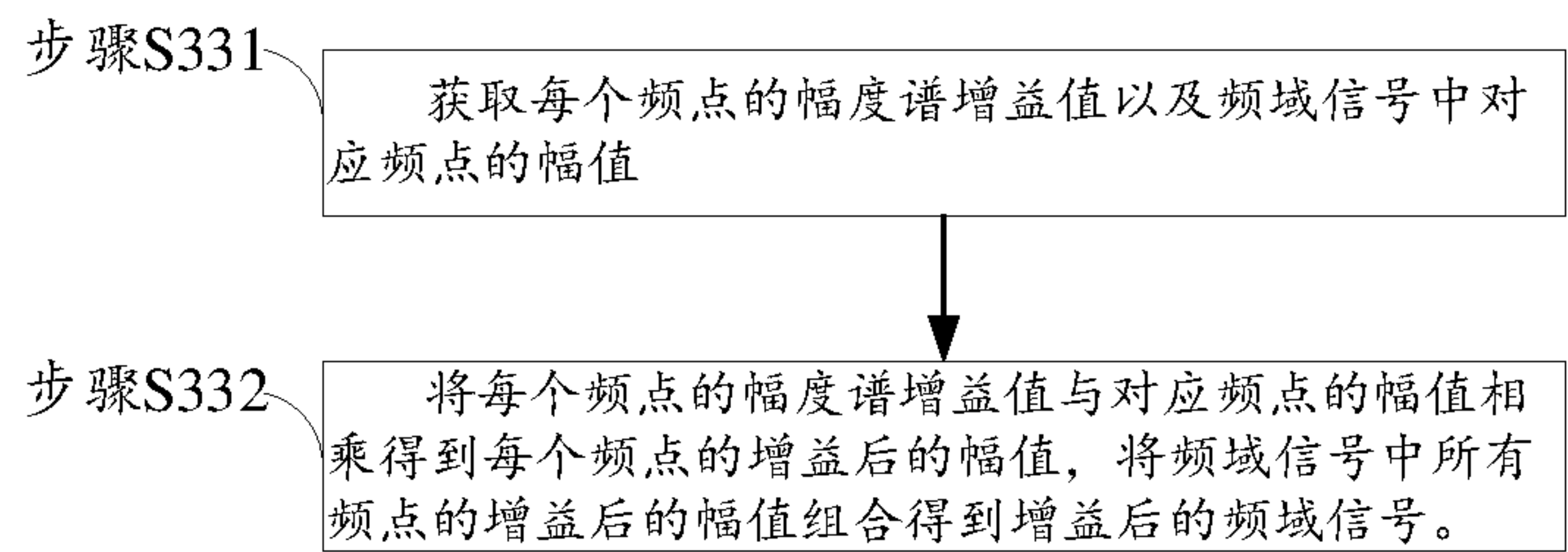


图 8

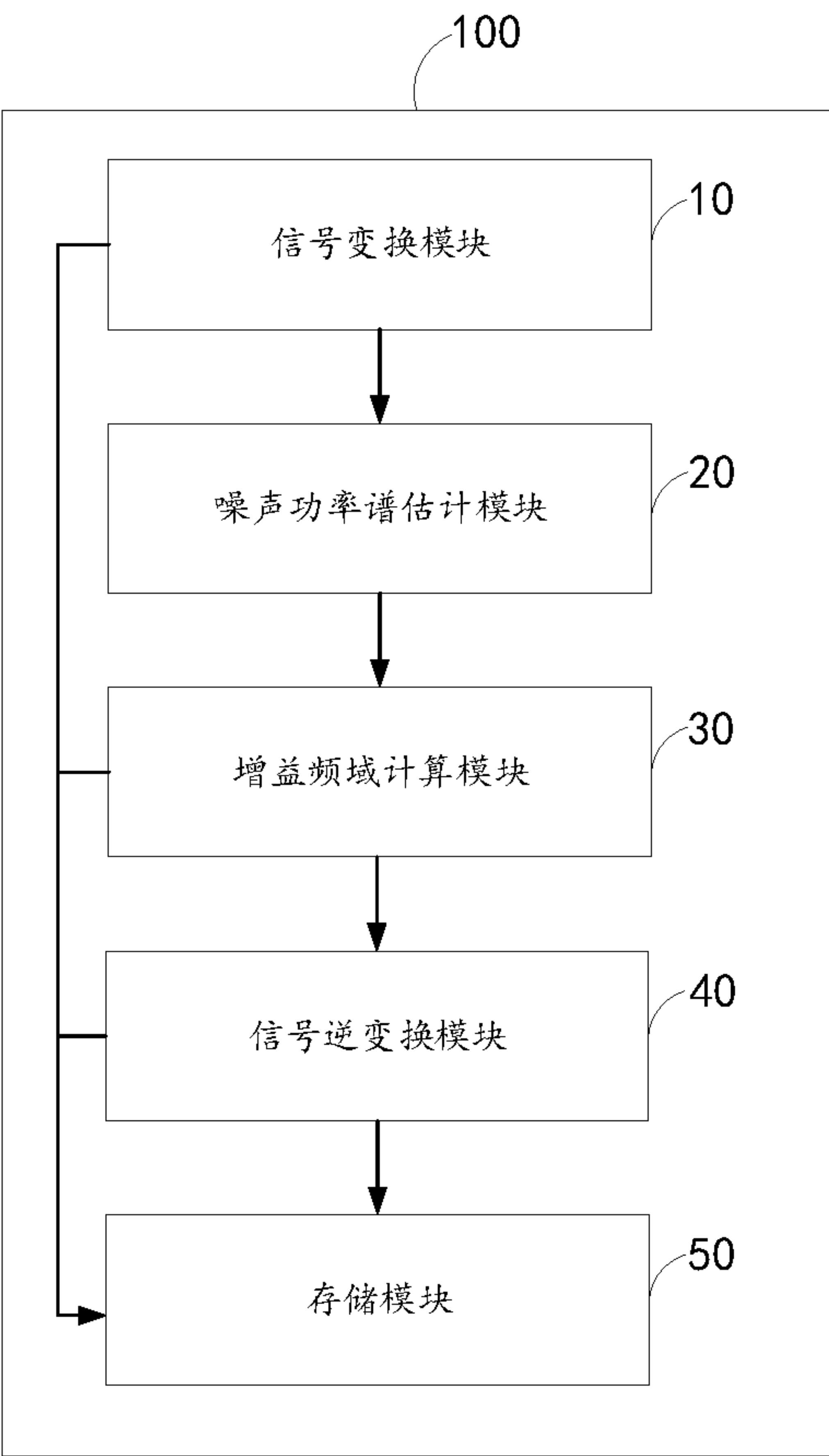


图 9

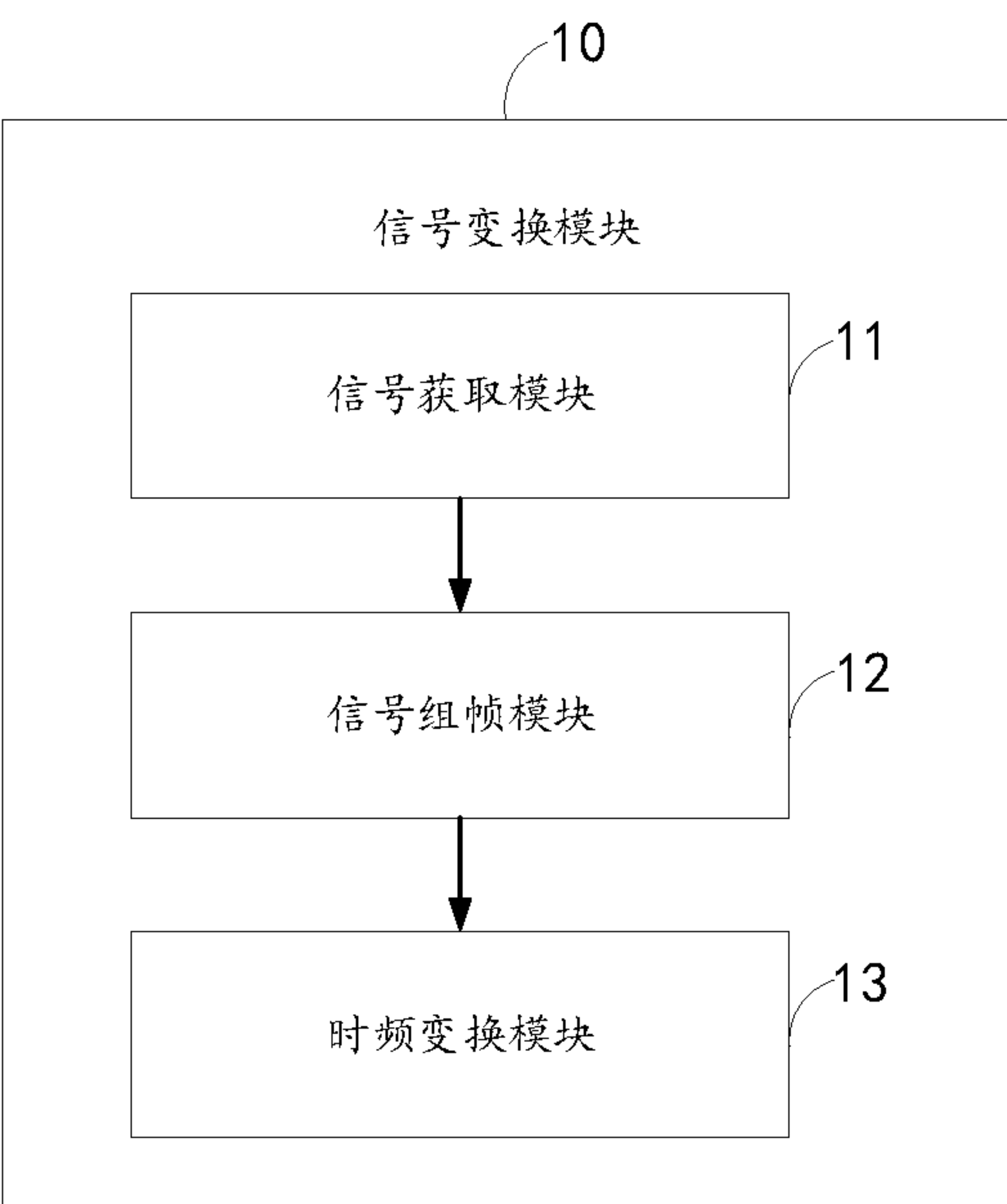


图 10

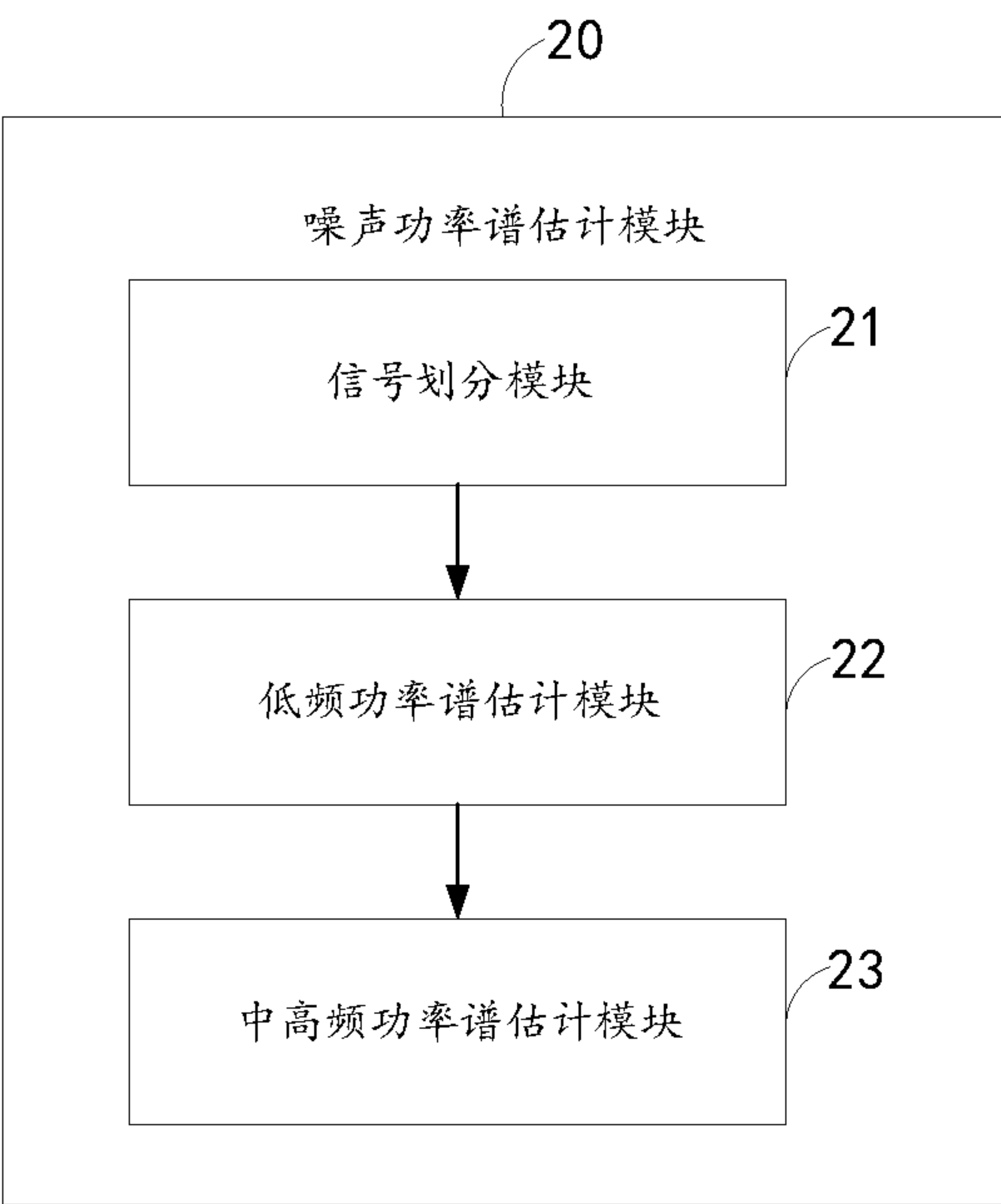


图 11

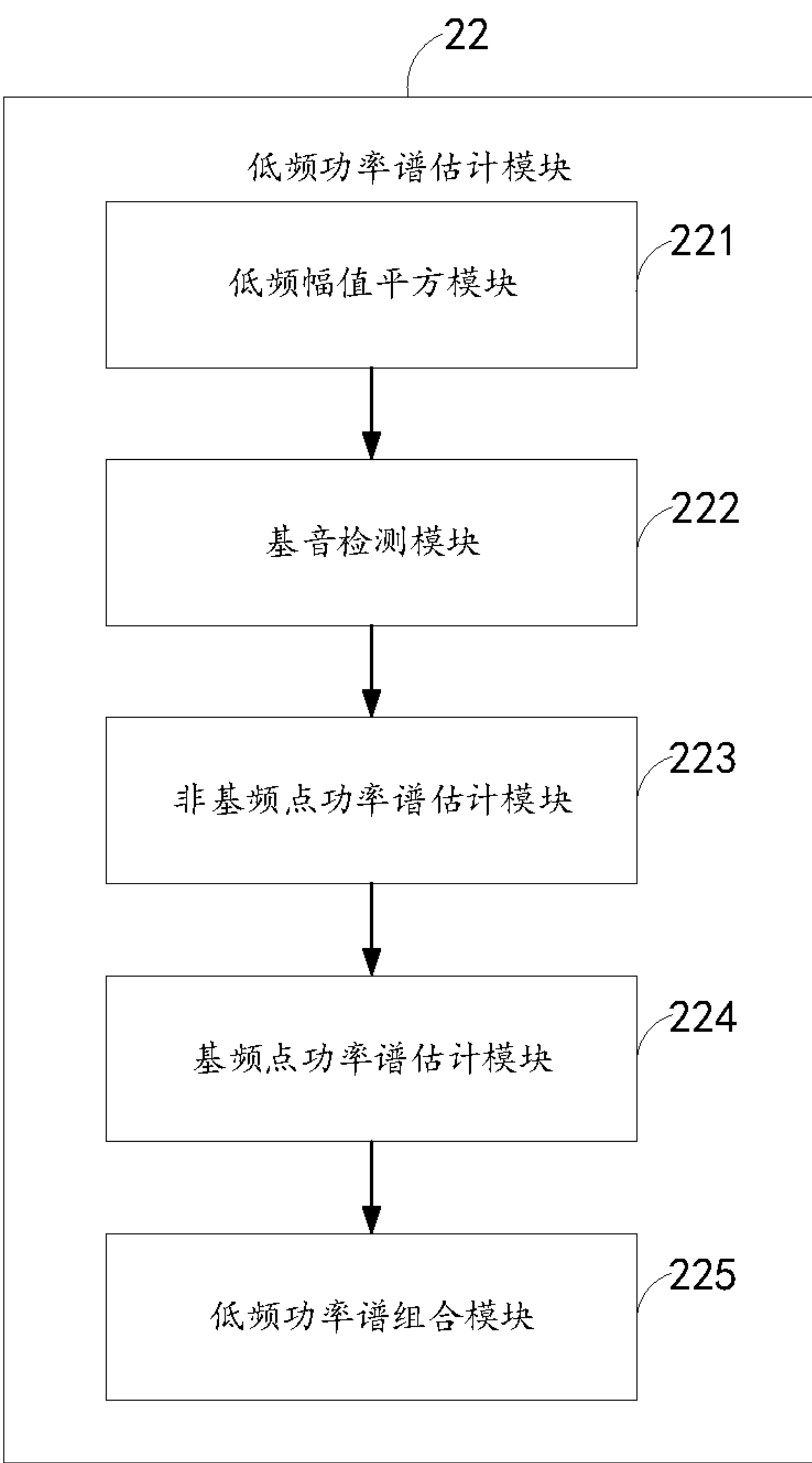


图 12

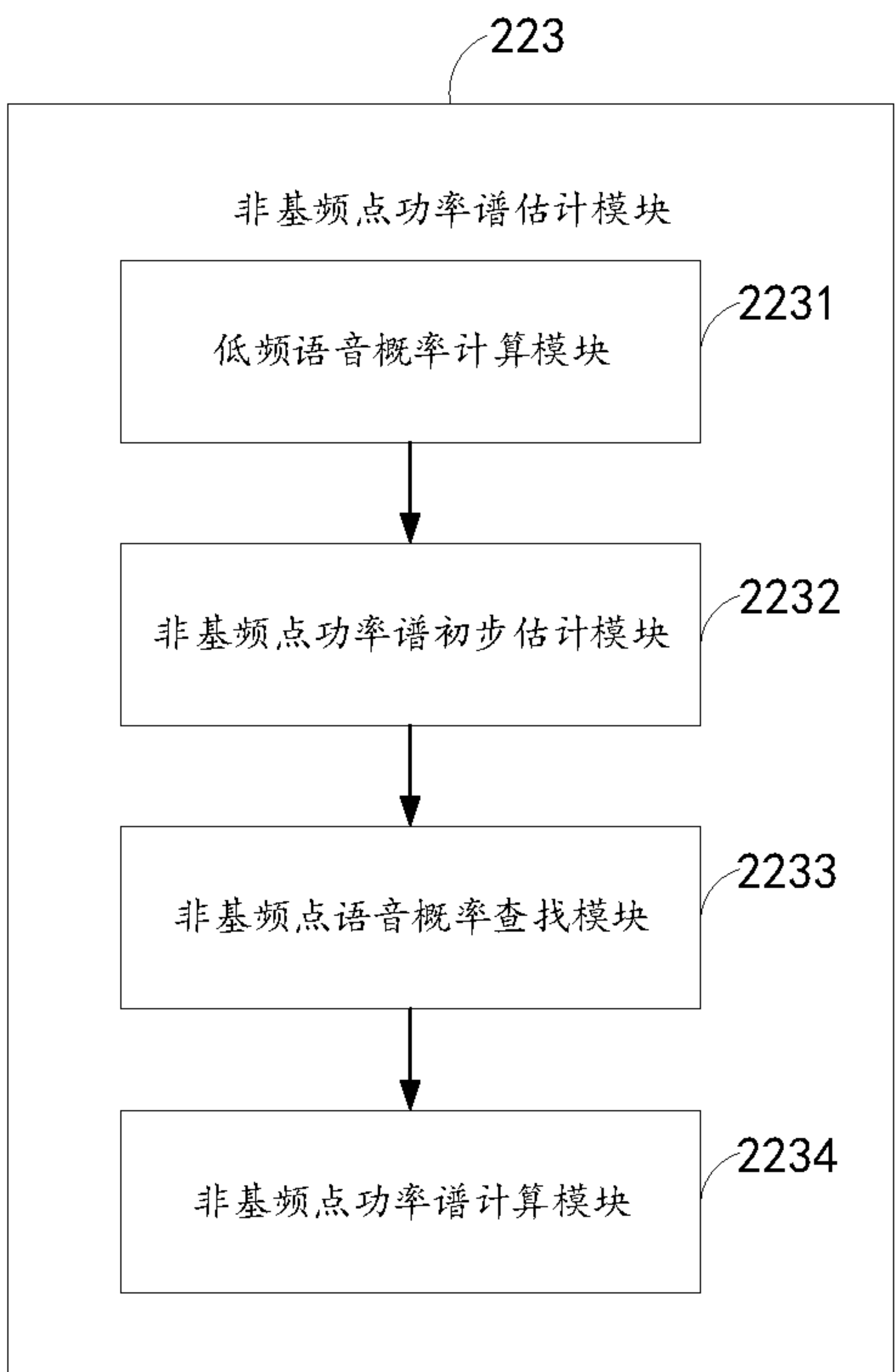


图 13

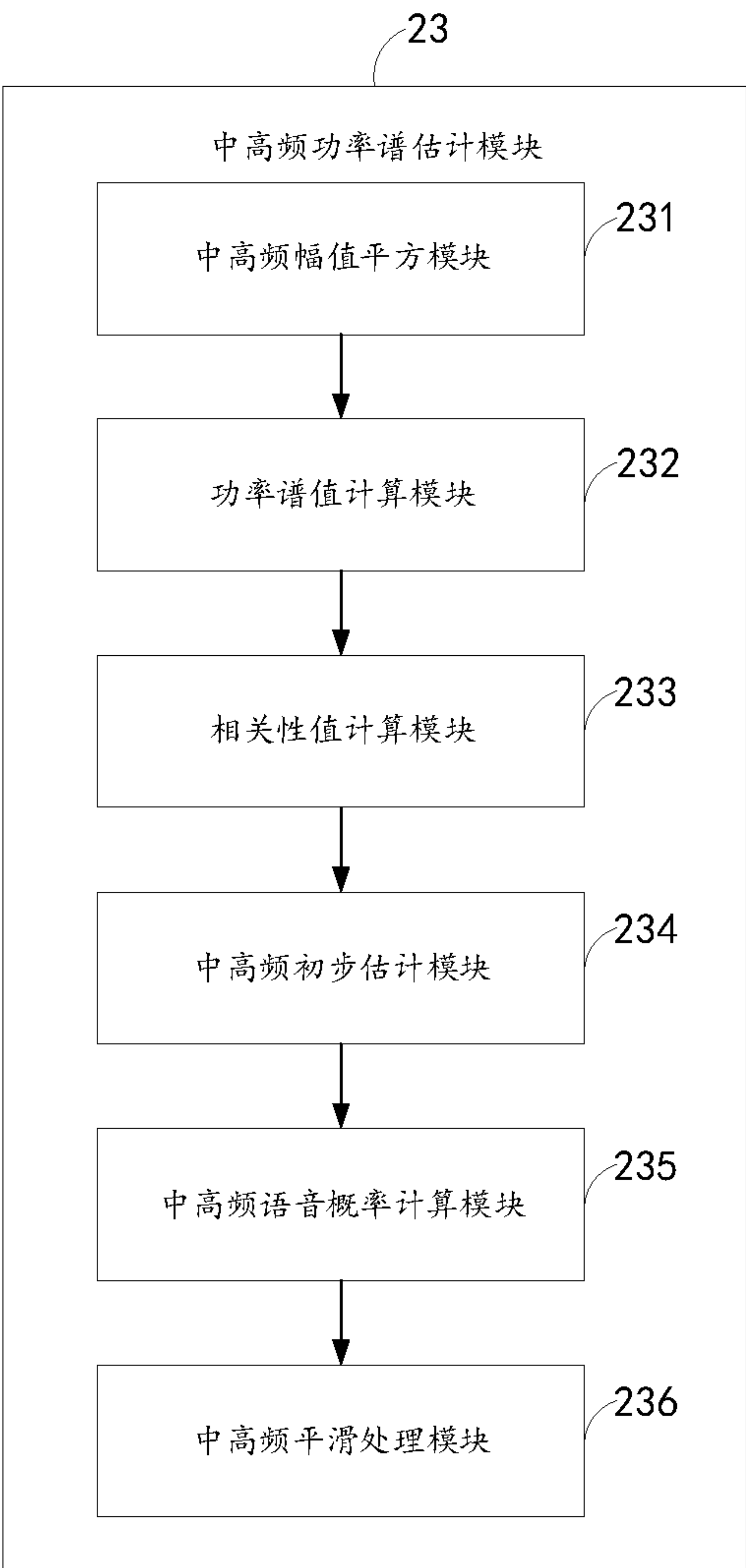


图 14

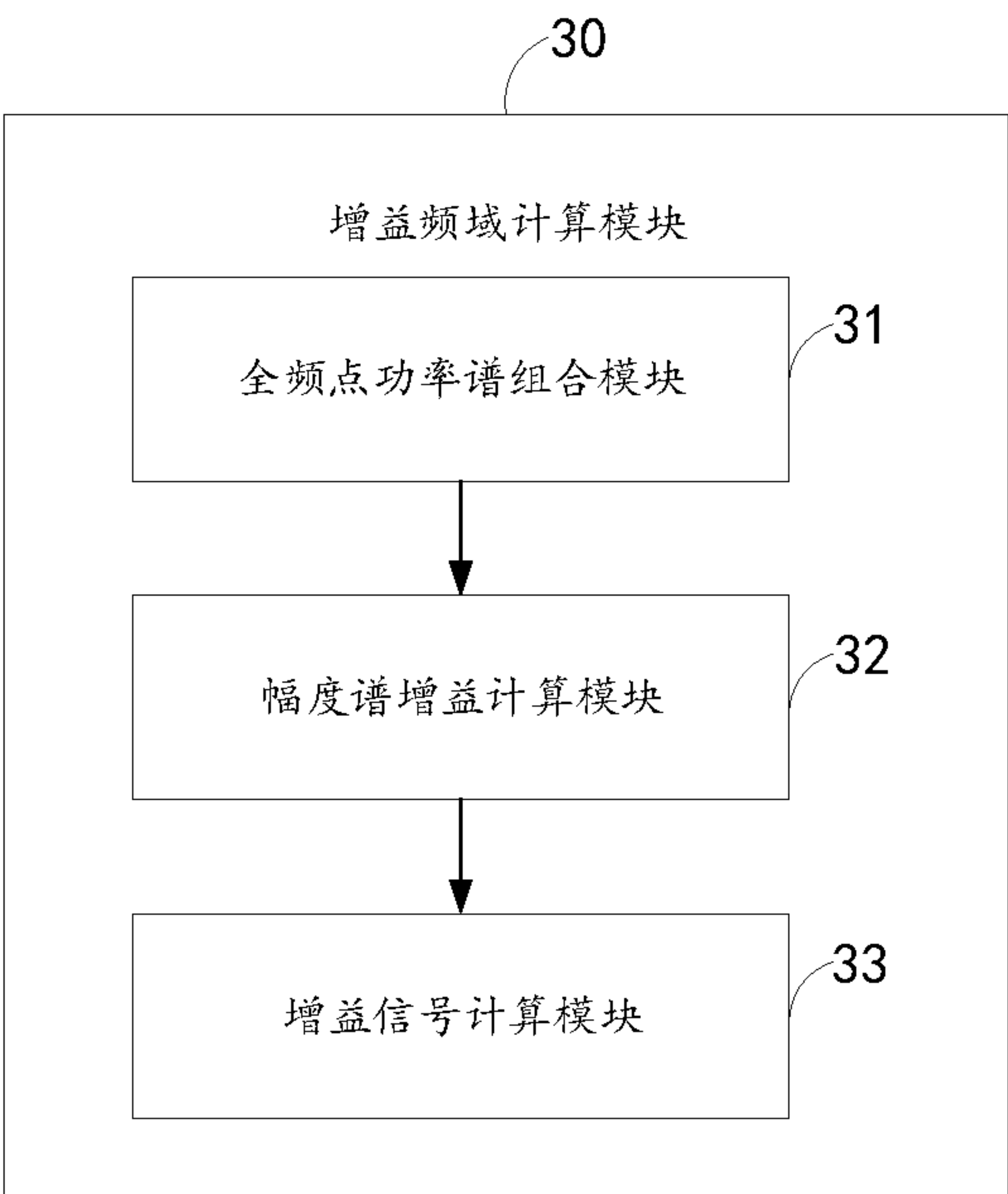


图 15

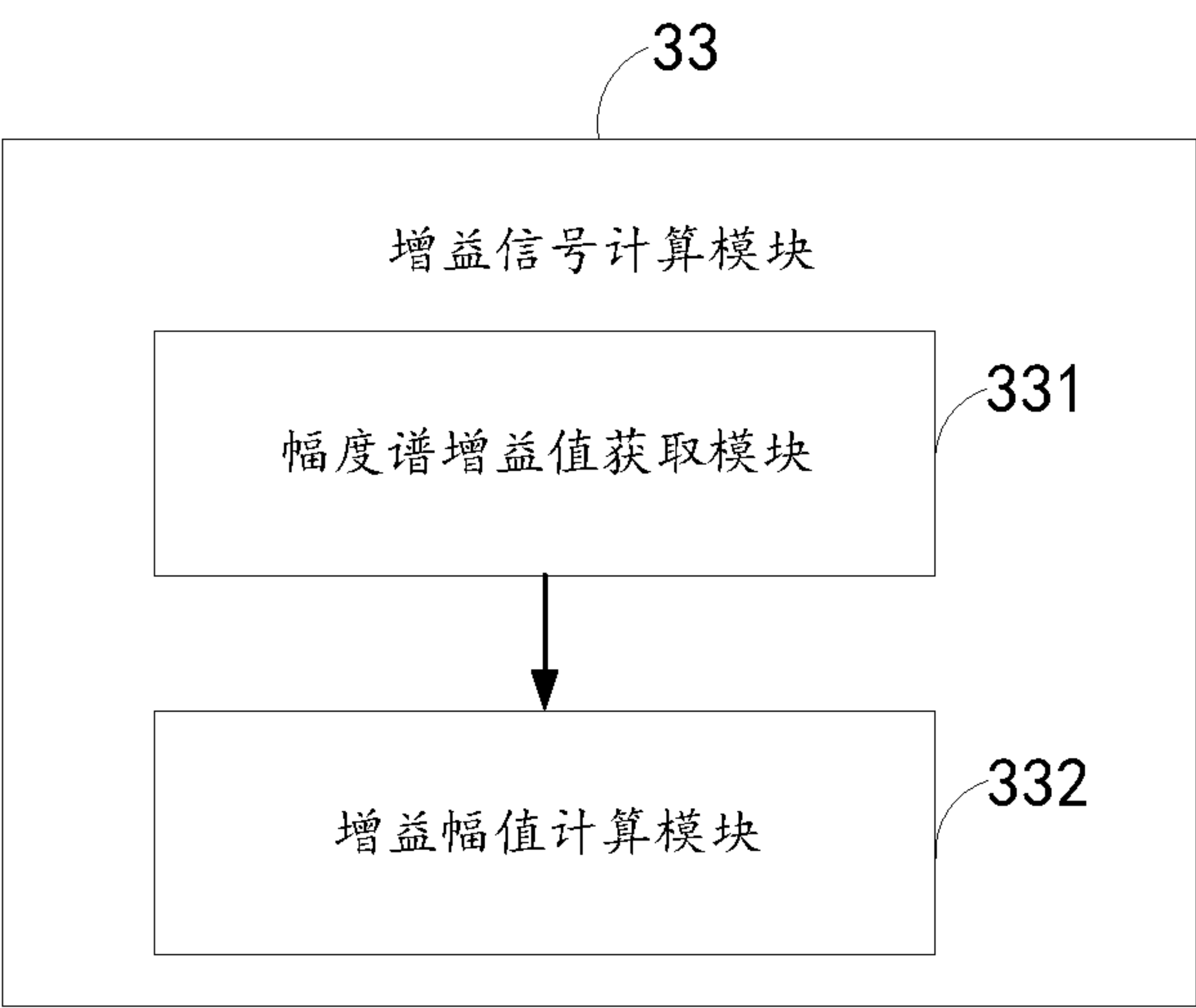


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/111672

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10L 21/0208(2013.01)i; G10L 21/0232(2013.01)i

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)

G10L21/-

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, CNABS, CNTXT, CNKI: 展讯通信, 于伟维, 纪伟, 潘思伟, 董斐, 雍雅琴, 林福辉, 噪声, 噪音, 噪, 声, 音, 抑制, 低频, 中频, 高频, 功率谱, 幅值, 幅度, 增益, noise, suppress+, sound, audio, speech, voice, low, high, frequenc+, power, spectrum, spectral, amplitude, gain

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111128213 A (SPREADTRUM COMMUNICATIONS SHANGHAI INC.) 08 May 2020 (2020-05-08) claims 1-20	1-20
X	CN 108986832 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 11 December 2018 (2018-12-11) claims 1-10	1-20
A	CN 106297817 A (INSTITUTE OF ACOUSTICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-20
A	CN 108877826 A (KUNMING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 November 2018 (2018-11-23) entire document	1-20
A	CN 108831500 A (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 16 November 2018 (2018-11-16) entire document	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 21 October 2020	Date of mailing of the international search report 27 November 2020
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/111672

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103871421 A (XIAMEN LAA MEDICAL DEVICES CO., LTD.) 18 June 2014 (2014-06-18) entire document	1-20
A	US 6999920 B1 (ALCATEL) 14 February 2006 (2006-02-14) entire document	1-20
A	JP 2013037174 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORPORATION) 21 February 2013 (2013-02-21) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/111672

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111128213	A	08 May 2020	None			
CN	108986832	A	11 December 2018	None			
CN	106297817	A	04 January 2017	CN	106297817	B	09 July 2019
CN	108877826	A	23 November 2018	None			
CN	108831500	A	16 November 2018	WO	2019227590	A1	05 December 2019
CN	103871421	A	18 June 2014	CN	103871421	B	02 February 2018
US	6999920	B1	14 February 2006	EP	1103956	A2	30 May 2001
				JP	2001202100	A	27 July 2001
				DE	19957221	A1	31 May 2001
				AT	297590	T	15 June 2005
				KR	20010051980	A	25 June 2001
				EP	1103956	B1	08 June 2005
				DE	50010504	D1	14 July 2005
JP	2013037174	A	21 February 2013	JP	5634959	B2	03 December 2014

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/111672
A. 主题的分类 G10L 21/0208(2013.01)i; G10L 21/0232(2013.01)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) G10L21/- 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, EP0DOC, CNABS, CNTXT, CNKI: 展讯通信, 于伟维, 纪伟, 潘思伟, 董斐, 雍雅琴, 林福辉, 噪声, 噪音, 噪, 声, 音, 抑制, 低频, 中频, 高频, 功率谱, 幅值, 幅度, 增益, noise, suppress+, sound, audio, speech, voice, low, high, frequenc+, power, spectrum, spectral, amplitude, gain		
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
PX	CN 111128213 A (展讯通信上海有限公司) 2020年 5月 8日 (2020 - 05 - 08) 权利要求1-20	1-20
X	CN 108986832 A (北京大学深圳研究生院) 2018年 12月 11日 (2018 - 12 - 11) 权利要求1-10	1-20
A	CN 106297817 A (中国科学院声学研究所) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-20
A	CN 108877826 A (昆明理工大学) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 全文	1-20
A	CN 108831500 A (平安科技深圳有限公司) 2018年 11月 16日 (2018 - 11 - 16) 全文	1-20
A	CN 103871421 A (厦门莱亚特医疗器械有限公司) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 全文	1-20
A	US 6999920 B1 (ALCATEL) 2006年 2月 14日 (2006 - 02 - 14) 全文	1-20
☒ 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” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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 2020年 10月 21日		国际检索报告邮寄日期 2020年 11月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 陈红红 电话号码 86-(10)-53962642

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/111672

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
A	JP 2013037174 A（日本电信电话株式会社）2013年 2月 21日（2013 - 02 - 21） 全文	1-20

国际检索报告 关于同族专利的信息				国际申请号 PCT/CN2020/111672			
检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111128213	A	2020年 5月 8日	无			
CN	108986832	A	2018年 12月 11日	无			
CN	106297817	A	2017年 1月 4日	CN	106297817	B	2019年 7月 9日
CN	108877826	A	2018年 11月 23日	无			
CN	108831500	A	2018年 11月 16日	WO	2019227590	A1	2019年 12月 5日
CN	103871421	A	2014年 6月 18日	CN	103871421	B	2018年 2月 2日
US	6999920	B1	2006年 2月 14日	EP	1103956	A2	2001年 5月 30日
				JP	2001202100	A	2001年 7月 27日
				DE	19957221	A1	2001年 5月 31日
				AT	297590	T	2005年 6月 15日
				KR	20010051980	A	2001年 6月 25日
				EP	1103956	B1	2005年 6月 8日
				DE	50010504	D1	2005年 7月 14日
JP	2013037174	A	2013年 2月 21日	JP	5634959	B2	2014年 12月 3日