



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101176145 B

(45) 授权公告日 2010. 12. 15

(21) 申请号 200680014196. 3

(22) 申请日 2006. 02. 15

(30) 优先权数据

130412/2005 2005. 04. 27 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 10. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/302652 2006. 02. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02006/117915 JA 2006. 11. 09

(73) 专利权人 朝日啤酒株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 光畑伸辅

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 季向冈

(51) Int. Cl.

G10K 11/178 (2006. 01)

F16F 15/02 (2006. 01)

B60R 11/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-46150 A, 2004. 02. 12,

JP 特开平 11-325168 A, 1999. 11. 26,

JP 特开平 9-297585 A, 1997. 11. 18,

JP 特开 2000-56806 A, 2000. 02. 25,

US 2004247137 A1, 2004. 12. 09,

JP 特开平 8-339191 A, 1996. 12. 24,

审查员 贾杨

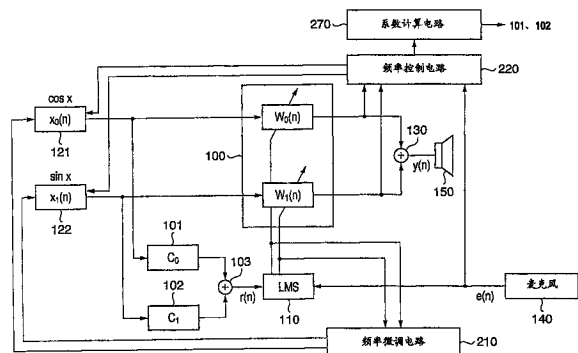
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 10 页

(54) 发明名称

有源噪声抑制装置

(57) 摘要

本发明提供一种有源噪声抑制装置,包括生成具有预定频率的基本波形的基本声源(121、122),从对基本波形乘以自适应滤波器系数 W_0 、 W_1 后的信号,生成控制音,抑制噪声中的与预定频率对应的频率成分。还包括频率微调电路(210),当使用自适应滤波器系数检测到的控制音的相位变化量大于预定的阈值时,使基本声源输出的基本波形的频率增加或减少预定量。对周期性噪声的峰值频率变动的跟踪性优异。



1. 一种有源噪声抑制装置,包括生成具有预定频率的基本波形的基本声源,从对上述基本波形乘以自适应滤波器系数后的信号生成控制音,抑制噪声中的与上述预定频率对应的频率成分,其特征在于:

包括

相位检测部件,使用上述自适应滤波器系数检测上述控制音的相位;

变化量检测部件,检测上述控制音的相位的变化量;

频率调整部件,当上述控制音的相位的变化量大于预定的阈值时,使上述基本声源输出的上述基本波形的频率增加或减少预定量。

2. 根据权利要求1所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

上述滤波器系数由第一滤波器系数和第二滤波器系数构成,上述控制音表现为乘以上述第一滤波器系数后的余弦波与乘以上述第二滤波器系数后的正弦波的合成波形。

3. 根据权利要求1所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

上述变化量检测部件还检测上述控制音的相位的变化方向,

上述频率调整部件根据上述变化方向,决定增加或减少上述基本波形的频率。

4. 根据权利要求1~3中的任意一项所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

还包括

误差信号取得部件,取得应用了上述控制音之后的上述噪声的上述频率成分作为误差信号;

参照信号生成部件,根据上述基本波形和预先测得的系统的传递函数生成参照信号;

滤波器系数计算部件,使用上述误差信号和上述参照信号,根据自适应算法,计算、更新上述自适应滤波器系数。

5. 根据权利要求4所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

还包括

峰值频率检测部件,检测上述噪声中的峰值频率;

频率设定部件,将上述检测到的峰值频率中的从峰值大的频率开始预定数量的峰值频率设定为上述基本声源的输出频率。

6. 根据权利要求5所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

还包括

虚拟噪声生成部件,生成根据上述控制音、上述传递函数、以及上述误差信号生成的虚拟噪声;

频率偏移检测部件,检测现在设定的峰值频率和上述峰值频率检测部件检测到的峰值频率的偏移量;

频率再设定部件,当上述偏移量超过预定值时,将生成与上述现在设定的峰值频率对应的基本波形的基本声源的输出频率变更为上述峰值频率检测部件检测到的峰值频率。

7. 根据权利要求6所述的有源噪声抑制装置,其特征在于:

上述虚拟噪声生成部件根据上述控制音和上述系统的传递函数生成上述控制音到达上述误差信号取得部件时的信号,生成从上述误差信号减去该信号后的信号作为上述虚拟噪声。

有源噪声抑制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过在产生周期性噪声的设备附近设置控制声源来抑制噪声的有源噪声抑制装置,尤其涉及对噪声的频率变动的跟踪性控制。

背景技术

[0002] 以往,作为抑制以电机或引擎的动作噪声为代表的周期性噪声的技术,已知有源噪声控制(Active Noise Control:ANC)。ANC技术生成与噪声振幅相同、相位相反的信号(控制音),利用声波干涉使噪声降低,用于降低汽车的车内噪声、降低在室外使用的耳机的环境噪声等。

[0003] 作为生成控制音的方法,已知对基本声源输出的正弦波和余弦波使用自适应陷波滤波器,合成自适应后的信号的方法。图1是示出使用自适应陷波滤波器的有源噪声抑制装置的结构例的图。

[0004] 有源噪声抑制装置由自适应陷波滤波器100、构成基本声源的余弦波发生器121和正弦波发生器122、对基本声源的输出频率应用预先测得的系统的传递函数C0和C1的传递元素101和102、将传递元素101和102的输出相加并作为参照信号r输出的加法器103、自适应控制算法运算器(滤波器系数运算器)110构成。

[0005] 余弦波发生器121和正弦波发生器122具有与预先测得的噪声的峰值频率f相等的频率,输出具有预定振幅的余弦波和正弦波信号。这些基本信号被提供给对频率f的信号应用预先测得的传递函数C0和C1的传递元素101和102,并且也被提供给自适应陷波滤波器100。

[0006] 自适应陷波滤波器100分别对余弦波和正弦波信号乘以由自适应控制算法运算器110提供的滤波器系数W0、W1并进行输出。由加法器103将自适应陷波滤波器100的输出信号相加,例如从未图示的扬声器输出作为控制音。

[0007] 自适应算法运算器110将由麦克风140取得的误差信号e(控制音和对象噪声的差值)和从加法器103输出的参照信号r作为输入,例如利用作为LMS(Least Mean Square)算法的自适应算法,计算、更新陷波滤波器100的系数W0、W1,以减少误差信号e。

[0008] 专利文献1:日本特开平11-325168号公报

发明内容

[0009] 为了取得良好的噪声抑制效果,需要有效地抑制噪声的峰值频率成分。因此,为了与例如如汽车的引擎那样的根据转速而峰值频率成分变化的噪声源对应,需要对引擎的各转速计算适当的滤波器系数W0、W1。可是,转速总在变化,所以为了实时地取得适当的滤波器系数,需要能够高速运算的处理器,导致有源噪声抑制装置的高价格化。

[0010] 因此,例如在专利文献1中,提出了如下结构:代替自适应算法运算器110,准备存储预先为引擎的各转速求出的滤波器系数的ROM,从与引擎的转速对应的地址读出系数并使用。

[0011] 根据该结构,虽然能实现高速并且低价的有源噪声抑制装置,但是需要预先计算滤波器系数 W_0 、 W_1 。而且,噪声的频率成分根据环境不同而不同,所以,即使保持相同的滤波器系数不变地应用于其它环境,也无法取得充分的效果。因此,在汽车的例子中,需要逐个引擎的种类和车辆种类的组合地计算与转速对应的滤波器系数 W_0 、 W_1 ,耗时非常庞大。此外,无法立刻应对新的环境,所以也存在缺乏灵活性的问题。

[0012] 本发明是鉴于这样的现有技术的问题而提出的,其目的之一在于,提供对周期性噪声的峰值频率变动的跟踪性优异的有源噪声抑制装置。

[0013] 此外,本发明的其它目的在于,提供通用性优异的有源噪声抑制装置。

[0014] 上述的目的由具有以下特征的有源噪声抑制装置实现,该有源噪声抑制装置包括生成具有预定频率的基本波形的基本声源,从对基本波形乘以自适应滤波器系数后的信号生成控制音,抑制噪声中的与预定频率对应的频率成分,其特征在於,包括:相位检测部件,使用自适应滤波器系数检测控制音的相位;变化量检测部件,检测控制音的相位的变化量;频率调整部件,当控制音的相位的变化量大于预定的阈值时,使基本声源输出的基本波形的频率增加或减少预定量。

[0015] 利用这样的结构,根据本发明,能由简单的结构实现对周期性噪声的峰值频率变动的跟踪性优异的有源噪声抑制装置。

附图说明

[0016] 图 1 是表示以往的有源噪声抑制装置的结构例的框图。

[0017] 图 2 是表示本发明实施方式的有源噪声抑制装置的结构例的框图。

[0018] 图 3 是表示频率微调电路 210 的结构例的框图。

[0019] 图 4 是表示频率控制电路 220 的结构例的框图。

[0020] 图 5 是说明实施方式的有源噪声抑制装置的初始设定处理的流程图。

[0021] 图 6 是说明实施方式的有源噪声抑制装置的噪声抑制处理的流程图。

[0022] 图 7A 和图 7B 是表示在实施方式的有源噪声抑制装置中,进行了频率微调处理时和不进行频率微调处理时的误差信号的声压波形的图。

[0023] 图 8A ~ 图 8C 是表示分别对生成控制音、实施噪声抑制处理的过程中的同时刻的噪声、伴随着频率微调的噪声抑制时的误差信号、不伴随着频率微调的噪声抑制时的误差信号进行频率分析的结果的图。

具体实施方式

[0024] 下面,参照附图,根据适当的实施方式,详细说明本发明。

[0025] 图 2 是表示本发明实施方式的有源噪声抑制装置的结构例的框图。在图 2 中,对与图 1 中说明的结构相同的结构标记相同的标号,省略重复的说明。从图 2 和图 1 的比较可知,本实施方式的有源噪声抑制装置的主要特征在于,对以往的有源噪声抑制装置增加频率微调电路 210 和频率控制电路 220。因此,以这些电路的结构和动作为中心,说明本实施方式。此外,系数运算电路 270 用于计算初始设定时应该登记的表示系统的传递函数的系数,没必要一定作为本实施方式的有源噪声抑制装置的结构而设置。

[0026] 在本实施方式的有源噪声抑制装置中,控制音的发生原理也如图 1 中说明的那

样。即从基本声源输出具有抑制对象的频率的作为基本波形的余弦波和正弦波,其中,该基本声源包括可从外部控制输出频率的余弦波发生器 121 和正弦波发生器 122。用自适应陷波滤波器 100 对该余弦波和正弦波乘以滤波器系数 W_0 、 W_1 ,从配置在噪声源的附近的扬声器 150 输出用加法器 130 相加的结果作为控制音 y 。

[0027] 自适应算法运算器 110 基于自适应控制算法运算,根据参照信号 r 和误差信号 e 计算自适应陷波滤波器 100 的系数 W_0 、 W_1 。作为用传递元素 101、102 对从基本声源产生的频率 f [Hz] 的余弦波和正弦波信号应用预先测定的系统的传递函数 C_0 和 C_1 、并由加法器 103 相加的结果,取得参照信号 r 。

[0028] 另一方面,由麦克风 140 进行集音,取得对象频率成分作为误差信号 e 。然后,基于自适应控制算法,根据参照信号 r 和误差信号 e 求出滤波器系数 W_0 、 W_1 。当使用 LMS 算法作为自适应控制算法时,对于某时刻 n ,经过了预定单位时间的时刻 $(n+1)$ 的自适应陷波滤波器系数 $W_0(n+1)$ 和 $W_1(n+1)$ 按下式进行计算:

$$[0029] \quad W_0(n+1) = W_0(n) + 2\mu e(n)r(n)$$

$$[0030] \quad W_1(n+1) = W_1(n) + 2\mu e(n)r(n)$$

[0031] 其中, $r(n)$ 是时刻 n 的参照信号, $e(n)$ 是时刻 n 的误差信号, μ 是步长。

[0032] 频率微调电路 210 检测抑制对象的频率成分的比较小的变动,输出用于使由余弦波发生器 121 和正弦波发生器 122 构成的基本声源的输出频率跟踪周期性噪声的频率变动的频率微调信号。

[0033] 频率控制电路 220 在设置装置时、改变了噪声源时等情况下,输出重新设定基本声源输出的频率的频率控制信号。

[0034] 为了便于说明和理解,图 2 示出用于抑制构成噪声的多个频率成分中某一个频率成分的结构。因此,在抑制多个频率成分时,并列设置数量与抑制的频率成分的数量相等的除了扬声器 150、麦克风 140 之外的结构,进而进行相加,从扬声器 150 输出加法器 130 的输出。扬声器 150、麦克风 140 以外的结构中,不需要必须设置数量等于抑制的频率成分的数量,后述的涉及虚拟噪声生成的结构(前处理块 220A)、进行频率分析并检测峰值频率的结构(控制块 220B)等。

[0035] (频率微调电路 210)

[0036] 图 3 是表示频率微调电路 210 的结构例的框图。频率微调电路 210 具有相位计算电路 212、作为频率微调信号生成部件的相位偏移判断电路 214。相位计算电路 212 取得自适应算法运算器 110 输出的滤波器系数 W_0 、 W_1 ,根据这些滤波器系数 W_0 、 W_1 计算控制音的相位 θ 。

[0037] 当将某频率的控制音 y 表示为 $y = A\cos(X + \theta)$ 时,则根据正交变换原理,可表示为:

$$[0038] \quad Y = A\cos(X + \theta) = W_0\cos(x) + W_1\sin(x) \quad \dots (1)$$

[0039] 这里, $A = \sqrt{W_0^2 + W_1^2}$, $\theta = \tan^{-1}(W_1/W_0)$ 。

[0040] 根据该原理,相位计算电路 212 以下式求出某时刻的控制音的相位 θ ,输出至相位偏移判断电路 214。

$$[0041] \quad \theta(n) = \tan^{-1}(W_1(n)/W_0(n))$$

[0042] 相位偏移判断电路 214 根据由前一滤波器系数 $W_0(n-1)$ 、 $W_1(n-1)$ 求得的相位

$\theta(n-1)$ 、本次求的的相位 $\theta(n)$ ，检测控制音的相位的变化量，判断变化量是否超过预定的阈值 η ，即是否满足下式：

$$[0043] \quad |\theta(n) - \theta(n-1)| > \eta \quad \dots (2)$$

[0044] 然后，当不满足式 (2) 时，就判断为相位偏移在误差的范围中，不输出频率微调信号。因此，不进行对基本声源的频率微调。而当满足式 (2) 时，按照 $\theta(n)$ 和 $\theta(n-1)$ 的大小关系，具体而言，按照相位的变化方向，使基本声源的输出频率仅增减预定的调整幅度 σ [Hz]。

[0045] 即为实现当 $\theta(n) - \theta(n-1) > 0$ 时（相位变大时），

$$[0046] \quad f(n+1) = f(n) + \sigma$$

[0047] 当 $\theta(n) - \theta(n-1) < 0$ 时（相位变小时），

$$[0048] \quad f(n+1) = f(n) - \sigma$$

[0049] 对余弦波发生器 121 和正弦波发生器 122 输出频率微调信号。

[0050] 这样，通过基于频率微调电路 210 的频率微调处理，能够对抑制对象频率的变动进行高精度跟踪，特别是对随时间的变动量比较少的稳定的频率变动进行高精度跟踪。如上所述，本实施方式的频率微调处理因为其运算简便，所以能进行高速的处理，例如能以数千次 / 秒的频度进行。

[0051] （频率控制电路 220）

[0052] 另一方面，为了进行更大的频率变动、装置的设置时等情况下的频率设定而设置频率控制电路 220。频率控制电路 220 相对于频率微调电路 210 以某时刻的频率为基准使调整幅度 σ 增减，设定输出频率本身。

[0053] 图 4 是表示本实施方式的频率控制电路 220 的结构例的框图。频率控制电路 220 可大致划分为生成虚拟噪声的前处理块 220A、从虚拟噪声检测作为抑制对象的峰值频率成分并对基本声源设定频率的控制块 220B。

[0054] 前处理块 220A 用于生成有源噪声抑制装置不动作时的噪声。在有源噪声抑制装置的动作中从麦克风 140 取得的信号是误差信号 e ，与原来的噪声频谱不同。因此，为了使有源噪声抑制装置动作的同时检测噪声的峰值频率成分，需要生成相当于有源噪声抑制装置不动作时的噪声的信号（虚拟噪声）。

[0055] 前处理块 220A 具有：使信号的相位延迟 $\pi/2$ 的 $\pi/2$ 延迟电路；与传递元素 101、102 同等的传递元素 224、226；将传递元素 224、226 的输出相加的加法器 228；从由麦克风 140 取得的误差信号 e 减去加法器 228 的输出信号的减法器 230。

[0056] 加法器 228 的输出信号表示作为控制音 $y(=A\cos(x+\theta))$ 的成分 $W_0\cos(x)$ 和 $W_1\sin(x)$ 通过系统到达麦克风 140 后的控制音 y 。即分别将控制音 y 的 $W_0\cos(x)$ 成分输入至应用系统的传递函数 C_0 的传递元素 224，将控制音 y 的 $W_1\sin(x)$ 成分输入至应用系统的传递函数 C_1 的传递元素 226。然后，通过用加法器 228 将传递元素 224、226 的输出相加，生成控制音 y 在系统中传递而到达麦克风 140 后的状态的信号。

[0057] 具体而言，传递元素 101、102、224、226 可由乘法器构成，该乘法器对输入信号乘以对于离散的多个频率的系数和与基本声源的频率对应的系数。当不存在与基本声源的频率一致的频率的系数时，可以使用根据与其它频率对应的系数由内插求得的系数。从扬声器 150 预先输出白噪声或个别频率的信号，对由麦克风 140 取得的信号的输入脉冲响应进

行傅立叶变换,由此可求出该系数。在难以进行装置设置位置的实际测量时,也可以通过仿真求出该系数。

[0058] 由减法器 230 从来自麦克风 140 的误差信号减去加法器 228 的输出信号。结果,从减法器 230 取得虚拟噪声。它利用存在如下关系:

[0059] 误差信号 = 噪声 + 控制音,即,噪声 = 误差信号 - 控制音

[0060] 这样取得的虚拟噪声被输入到控制块 220B 的频率分析电路 240。频率分析电路 240 对虚拟噪声应用 FFT 等进行频率分析。然后,峰值检测电路 250 从噪声中包含的频率成分检测若干个(例如 1 ~ 3 个)峰值频率。这里检测的峰值频率可以从峰值大的频率的开始按顺序检测,也可以在具有预定的大小以上的峰值的频率中从低频开始按顺序进行选择等,使用任意条件进行检测。

[0061] 判断电路 260 比较检测到的峰值频率和上次检测到的峰值频率,判断其差值是否大于预定的阈值 fr。当具有多个抑制对象的峰值频率时,逐个峰值频率地进行该判断。然后,利用频率控制信号,设定、变更构成基本声源的余弦波发生器 121 和正弦波发生器 122 的输出频率,从而在差值大于阈值 fr 时,将重新检测到的峰值频率确定为抑制对象的频率,输出该频率的信号。

[0062] 这样,即使在噪声的峰值频率大幅度变动时,也能自动进行跟踪。由这里说明的频率控制电路 220 进行的频率再设定处理不需要如由频率微调电路 210 进行的微调那样地频繁进行。但需要频率分析处理,因此为了降低处理负荷,希望具有适度的间隔地执行。例如,当微调处理是 3000 次 / 秒时,再设定处理可以以 1 次 / 秒左右的频度进行。

[0063] (初始设定处理)

[0064] 图 5 是说明本实施方式的有源噪声抑制装置的初始设定时的动作的流程图。

[0065] 该处理例如在设置装置的时候等工作开始前进行。首先,在噪声源不动作的状态下,从基本声源或额外准备的声源生成白噪声,从扬声器 150 输出,从麦克风 140 取得白噪声的输入脉冲响应(步骤 S101)。该噪声作为误差信号 e 被输入到频率控制部 220,通过减法器 230 被输入到频率分析电路 240。此时,不进行虚拟噪声的生成和减法。

[0066] 接着,在频率分析电路 240 应用 FFT,分解为各频率的信息(步骤 S103)。然后,由系数计算电路 270 根据各频率成分的传递特性计算对余弦波成分以及正弦波成分的系数(步骤 S105)。将计算得到的系数登记到传递元素 101、102、224、226 中(步骤 S107)。以上是传递函数的登记处理。当在难以停止噪声源等情况下实际测量困难时,也可以根据由仿真预先求出的输入脉冲响应登记系数。此外,也可以使用有源噪声抑制装置之外的分析装置进行该传递函数登记处理。或者,也可以由外部装置实现系数计算电路 270。

[0067] 接着,进行频率设定处理。在噪声源工作、并且不生成控制音的状态下进行。首先,从麦克风 140 取得噪声(步骤 S109)。该噪声与传递函数的登记处理时一样,不减去虚拟噪声地被输入到频率分析电路 240。然后,在频率分析电路 240 应用 FFT,分解为各频率的信息(步骤 S111)。

[0068] 从该分析结果,用峰值检测电路 250 检测峰值频率(步骤 S113)。然后,使用判断电路 260 对各基本声源设定预定的数量的峰值频率(与基本声源相等的数量的峰值频率)(步骤 S115)。

[0069] 通过以上的处理,初始设定处理结束。

[0070] (噪声抑制动作)

[0071] 当初始设定处理结束时,能够执行噪声抑制处理。以下,使用图 6 的流程图说明本实施方式的有源噪声抑制装置的噪声抑制处理。

[0072] 基本动作是重复上述的控制音和参照信号的生成(步骤 S201)、基于误差信号和参照信号的自适应陷波滤波器 100 的系数更新(步骤 S203)。而且,与该基本动作并行地执行由频率微调电路 210 进行的频率微调处理和由频率控制电路 220 进行的频率再设定处理。

[0073] 使用基本动作中的步骤 S203 中更新的滤波器系数 $W0(n)$ 、 $W1(n)$ 和其之前的滤波器系数 $W0(n-1)$ 、 $W1(n-1)$,进行频率微调处理。

[0074] 即根据 $W0(n)$ 、 $W1(n)$,由相位计算电路 212 计算控制音的相位 $\theta(n)$ (步骤 S301)。然后,使用相位偏移判断电路 214,与根据滤波器系数 $W0(n-1)$ 、 $W1(n-1)$ 求出并存储的 $\theta(n-1)$ 进行比较,从而进行相位偏移量的判断(步骤 S303)。当 $\theta(n)$ 和 $\theta(n-1)$ 差的绝对值小于等于预定的阈值时(步骤 S305,为否时),视为误差,不进行频率的微调,返回到步骤 S301。而当相位偏移量大于阈值时(步骤 S305,为是时),如上所述,在与 $\theta(n)$ 和 $\theta(n-1)$ 的大小关系对应的方向使频率仅增加或减少调整量(步骤 S307)。

[0075] 使用基本动作的步骤 S201 中生成的控制音,进行频率再设定处理。如上所述,频率再设定处理的执行频度比频率微调处理的执行频度低很多。首先,在频率控制电路 220 的前处理块 220A 中生成虚拟噪声(步骤 S401)。然后,将该虚拟噪声输入到控制块 220B 的频率分析电路 240,进行频率分析处理(步骤 S403)。峰值检测电路 250 从分析结果检测峰值频率(步骤 S405)。判断电路 260 对现在的各峰值频率,计算与检测的峰值频率的偏移量,判断偏移量的大小是否大于预定的阈值(步骤 S407)。

[0076] 当频率的偏移量小于等于预定的阈值时(步骤 S407,为否时),视为误差,不进行频率的再设定,返回步骤 S401。而当频率的偏移量大于阈值时(步骤 S407,为是时),将在步骤 S405 中检测到的峰值频率作为对应的基本声源的输出频率进行再设定(步骤 S409)。

[0077] 如上所述,根据本实施方式,在将控制声源配置在噪声源的附近并抑制噪声的有源噪声抑制装置中,根据控制音的相位变动的大小微调输出频率。据此,通过简便的计算,能高精度地跟踪噪声的峰值频率变动,结果能够实现良好的噪声抑制效果。

[0078] 此外,根据从控制音和误差信号生成的虚拟噪声的频率分析,检测噪声中的峰值频率,设定输出频率,从而易于初始动作时的设定,也能够容易地应对新的环境或新的噪声源。此外,即使在噪声抑制处理中,也能设置新的输出频率。

[0079] 实施例

[0080] 下面,说明本发明的具体的实施例,但是本发明并不限于这里记载的实施例。

[0081] 构成具有图 2 的结构有源噪声抑制装置。其中,采用如下结构:使用由与有源噪声抑制装置不同的装置计算得出的系数进行传递函数的登记,而未设置系数计算电路 270。

[0082] 在室内,在离地面高度 1.5m 的位置,水平距离间隔 0.6m,设置 2 个扬声器。此外,从 2 个扬声器的中心开始垂直方向地间隔 0.45m、在离地面高度 1.5m 的位置配置麦克风 140。

[0083] 从一个的扬声器,将预先录制的使用电机的泵的动作音作为噪声进行再现。执行上述的初始设定处理(只是频率设定处理)的结果,检测到最大峰值的频率(145Hz 附近的频率)作为基本声源的初始输出频率而被自动设定。

[0084] 接着,进行噪声抑制处理,记录从麦克风 140 取得的误差信号。此外,同样地也记录不进行频率微调处理时的误差信号。使用已录音 的噪声和这些误差信号,评价噪声抑制效果。

[0085] 图 7A 和图 7B 是表示进行了频率微调处理时和不进行频率微调处理时的误差信号的声压波形的图。从处理开始时刻 (Start) 实施频率设定处理,在设定频率之前不生成控制音,因此都不能取得噪声抑制效果。在频率设定处理结束、控制音的生成开始时,就开始出现抑制效果。但是,可知进行了频率微调的图 7A 的中噪声抑制效果明显优于不进行频率微调的图 7B。可知这是因为通过频率微调处理跟踪噪声的变动,除了随机的高频成分以外能够有效地进行抑制。

[0086] 此外,图 8A ~图 8C 是表示分别对生成控制音、实施噪声抑制处理的过程中的同时刻的噪声、伴随着频率微调的噪声抑制时的误差信号、不伴随着频率微调的噪声抑制时的误差信号进行频率分析的结果的图。

[0087] 从图 8B 和图 8C 的比较可知,在通过频率微调处理跟踪噪声的频率变动的本实施例的有源噪声抑制装置中,与不进行频率微调时相比,能更有效地抑制峰值频率成分。

[0088] (其它实施方式)

[0089] 在上述的实施方式中,使用余弦波发生器和正弦波发生器作为基本声源,但是也可以采用如下结构,即通过使用 $\pi/2$ 延迟电路而仅使用任意一种的波形发生器。此时, $\pi/2$ 延迟电路可以配置在自适应陷波滤波器的前级,也可以配置在后级。

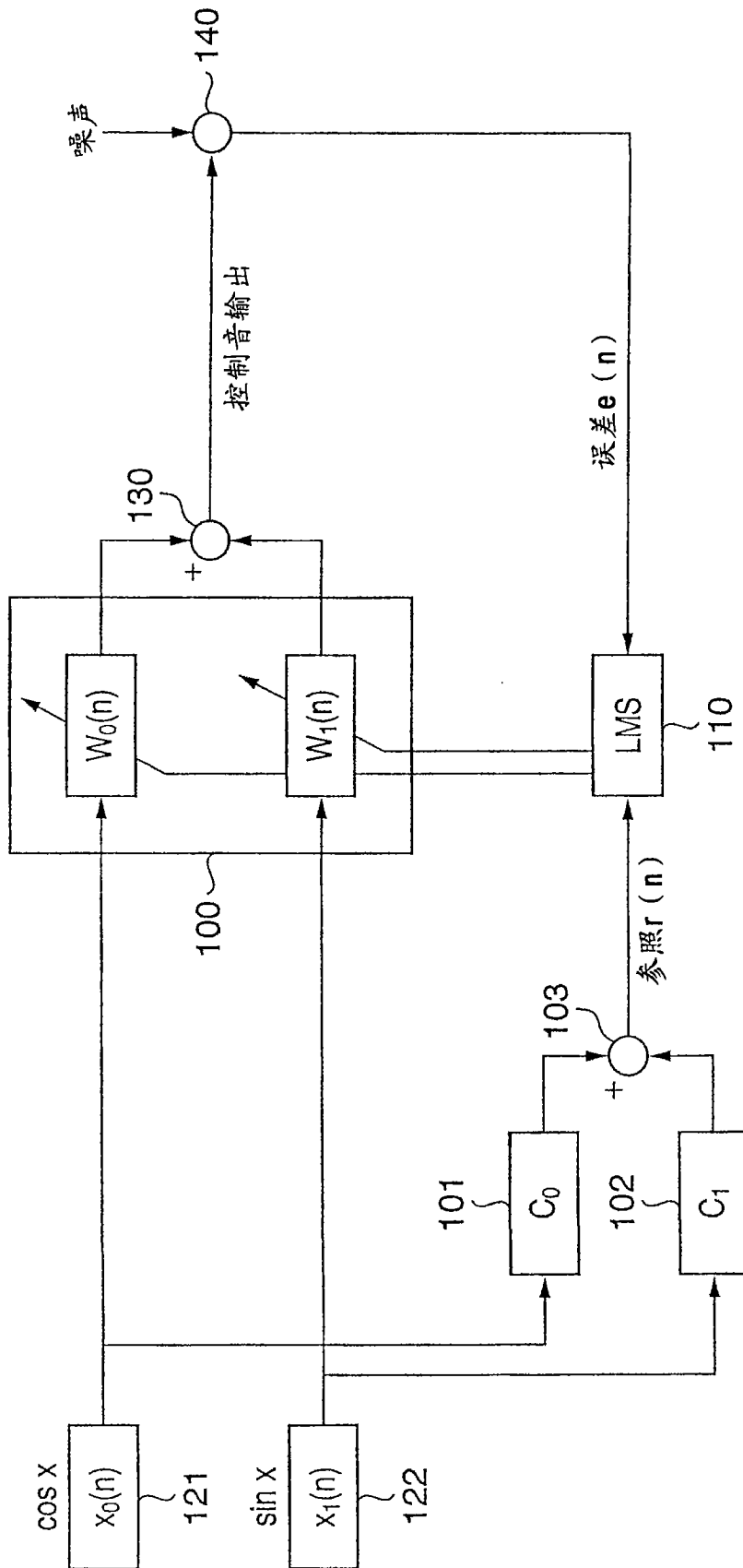


图1

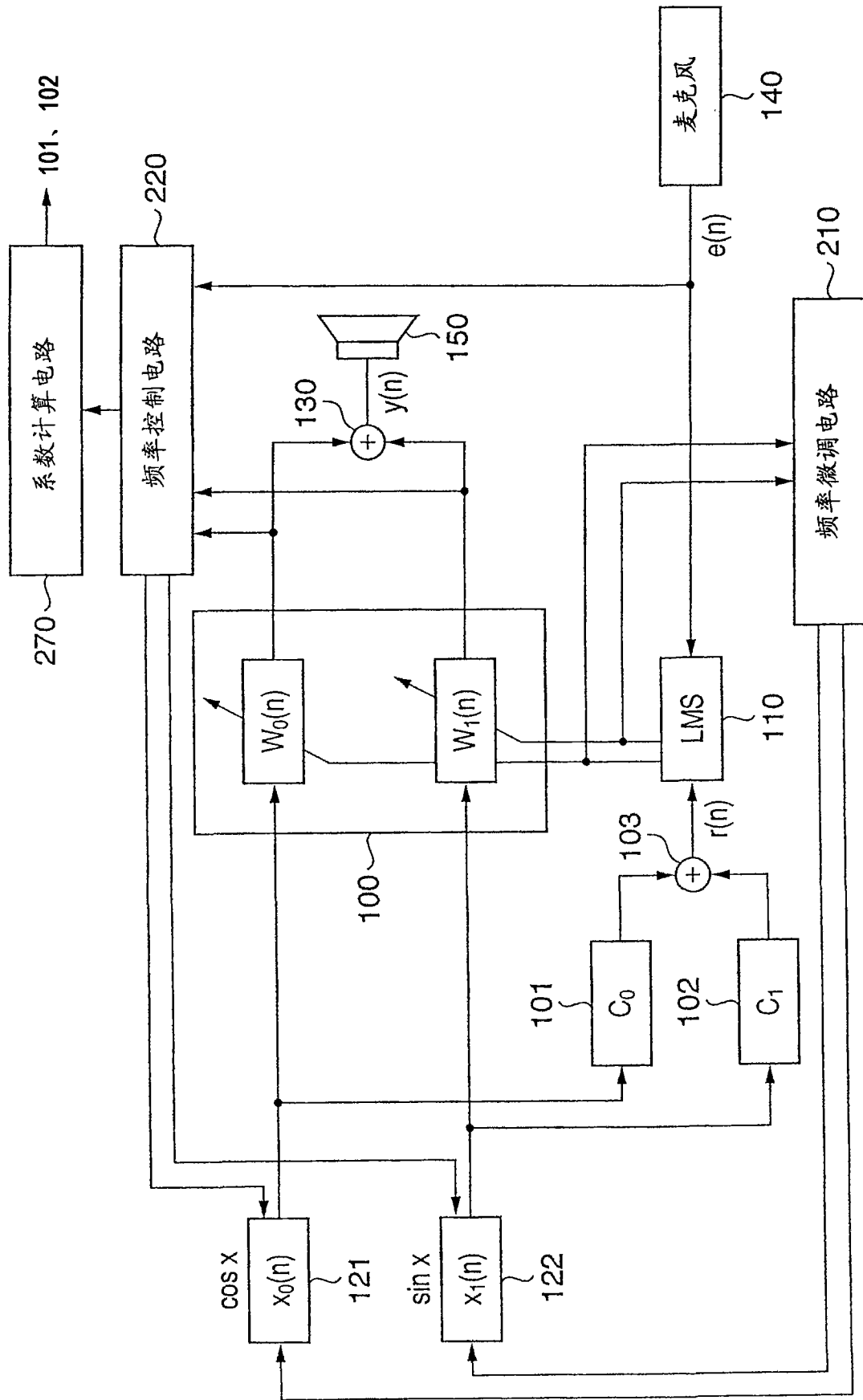


图 2

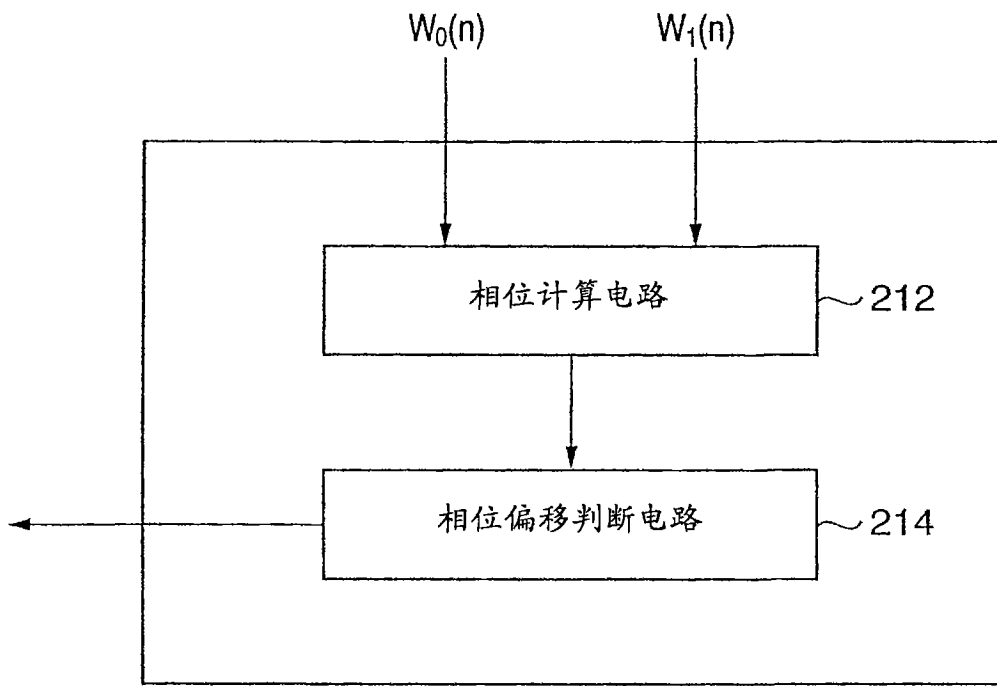


图 3

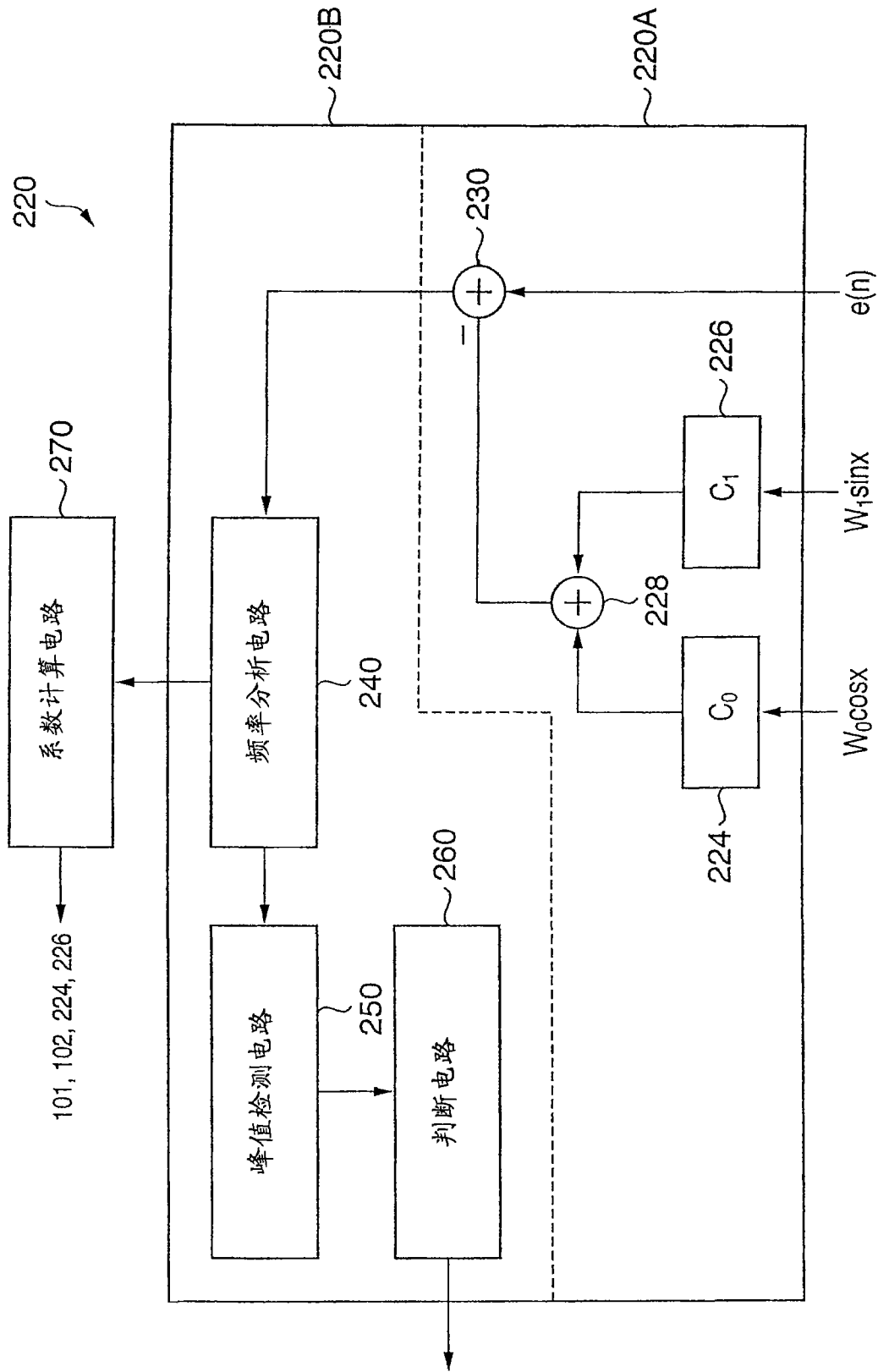


图 4

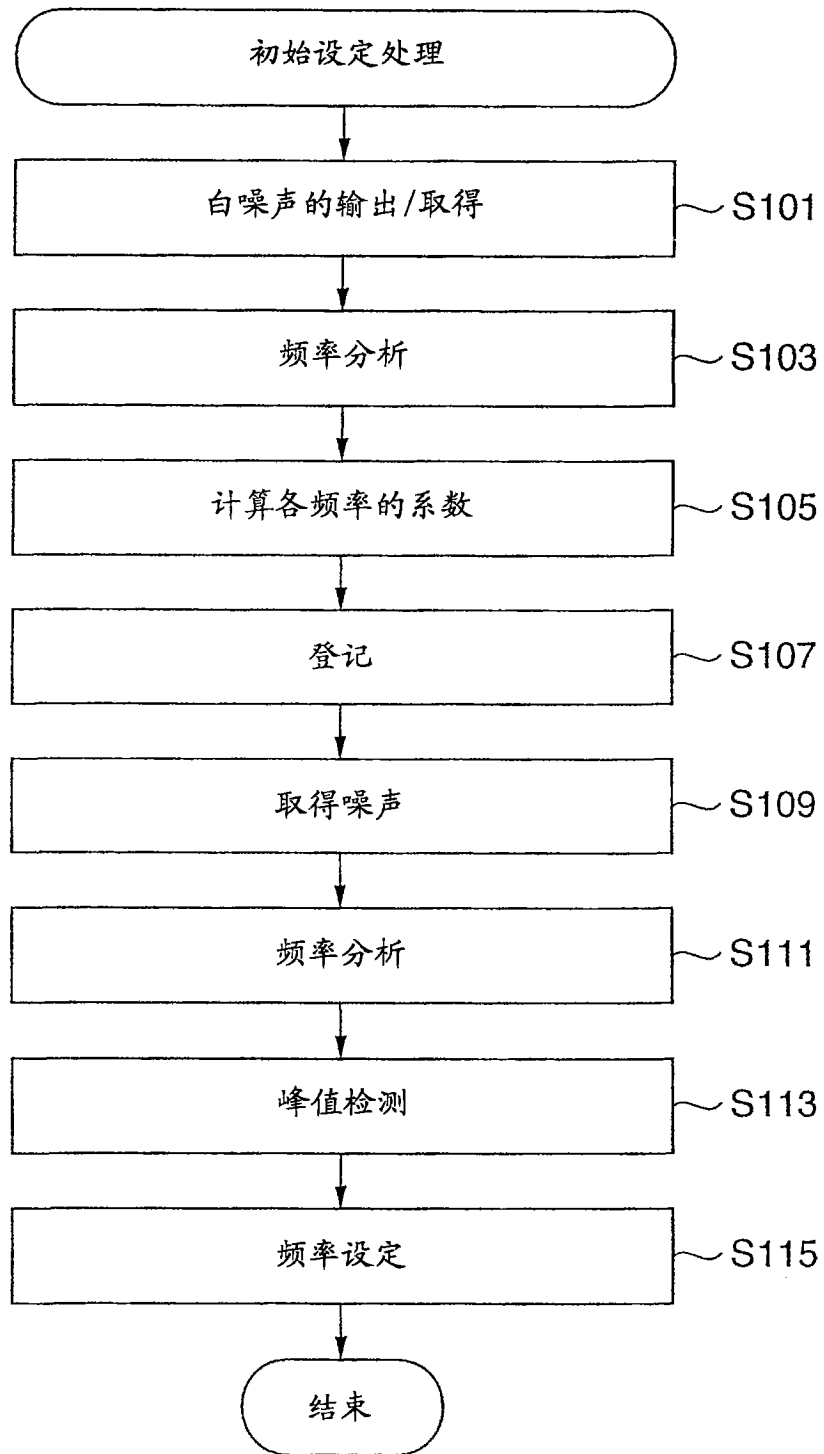


图5

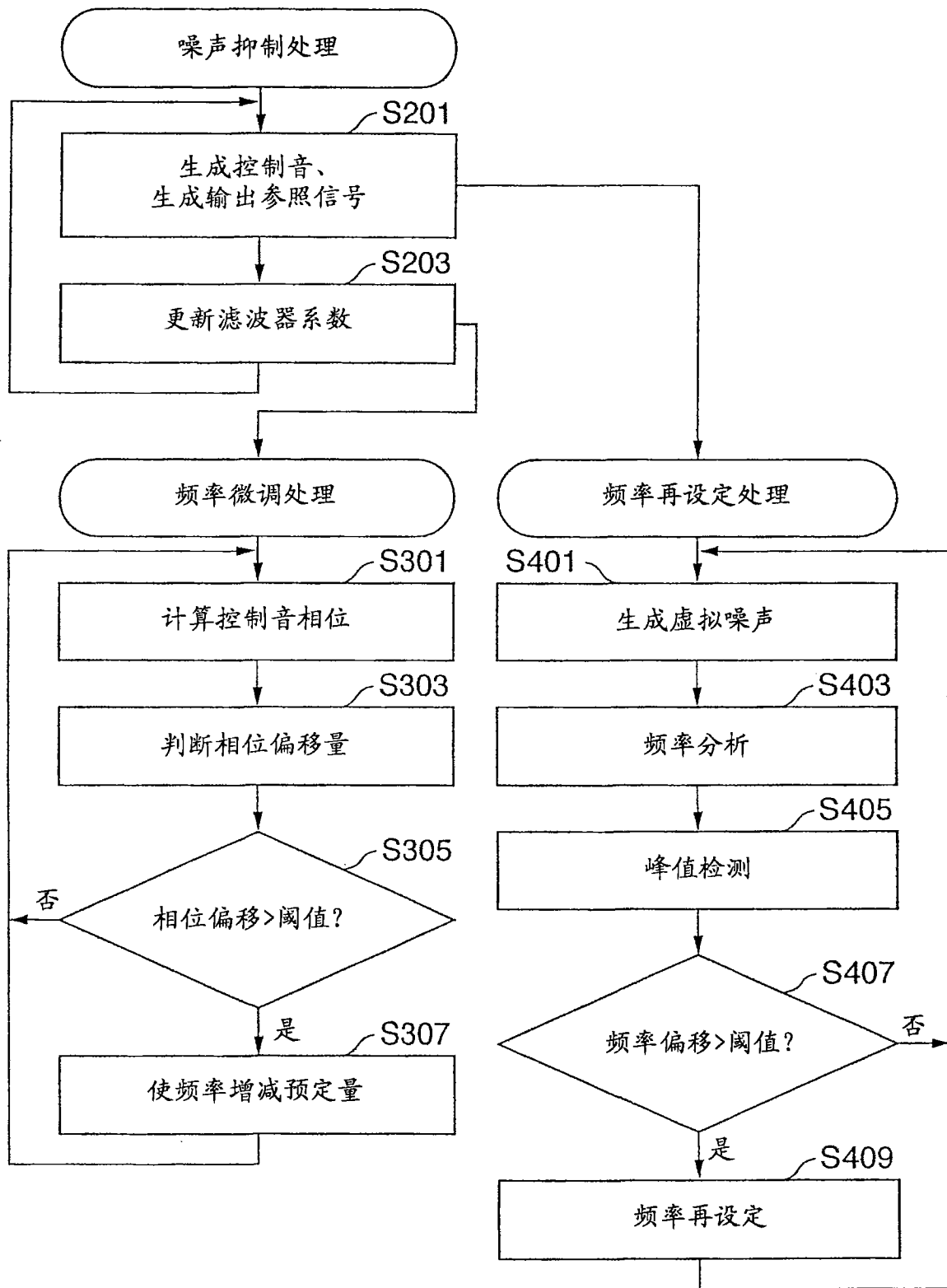


图6

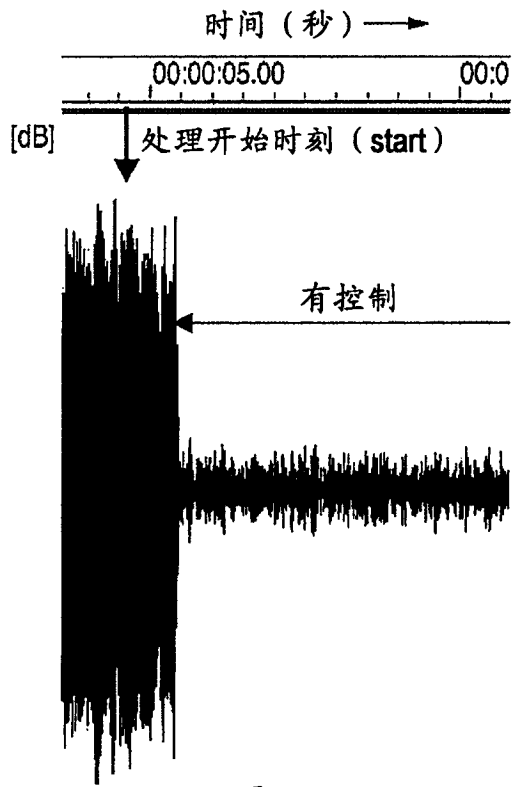


图 7A

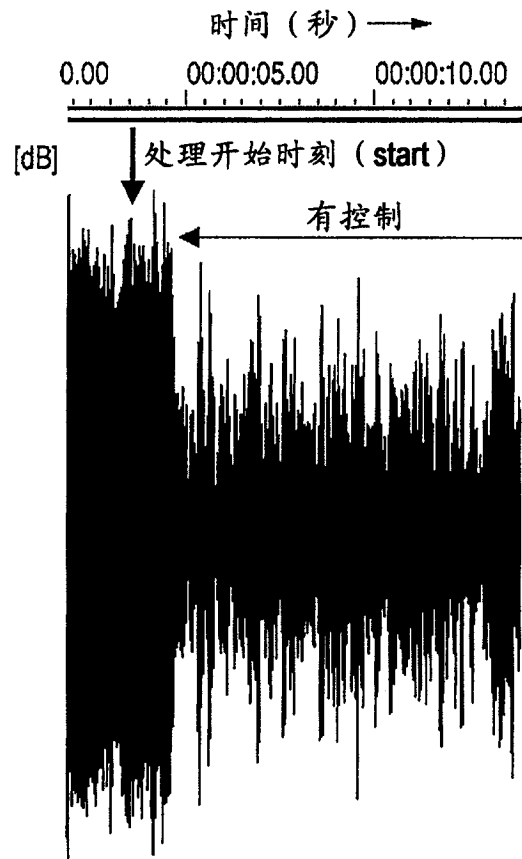


图 7B

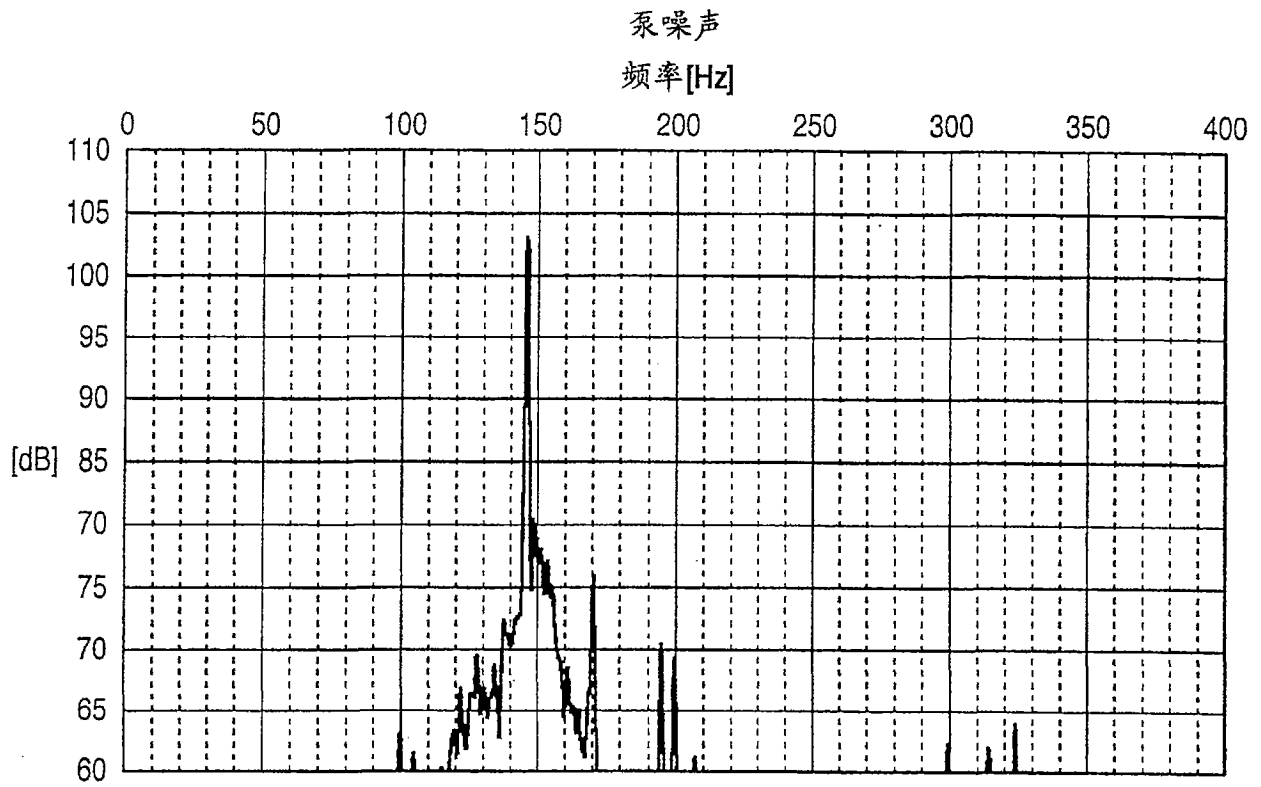


图 8A

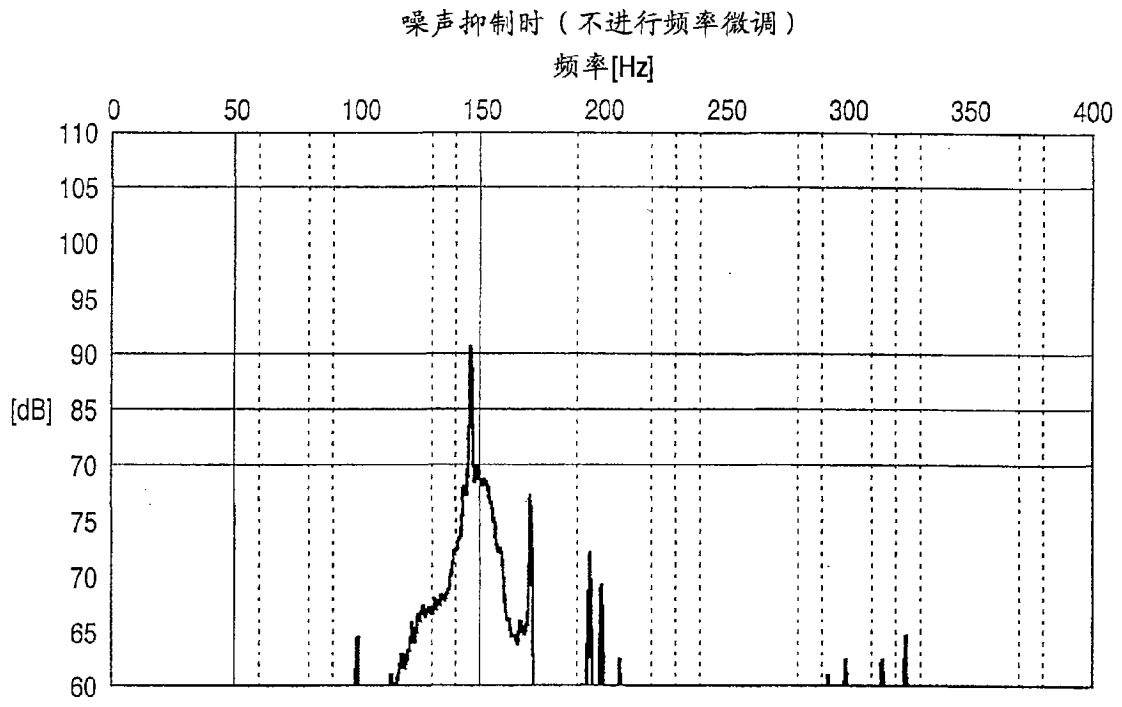


图8B

噪声抑制时 (进行频率微调)

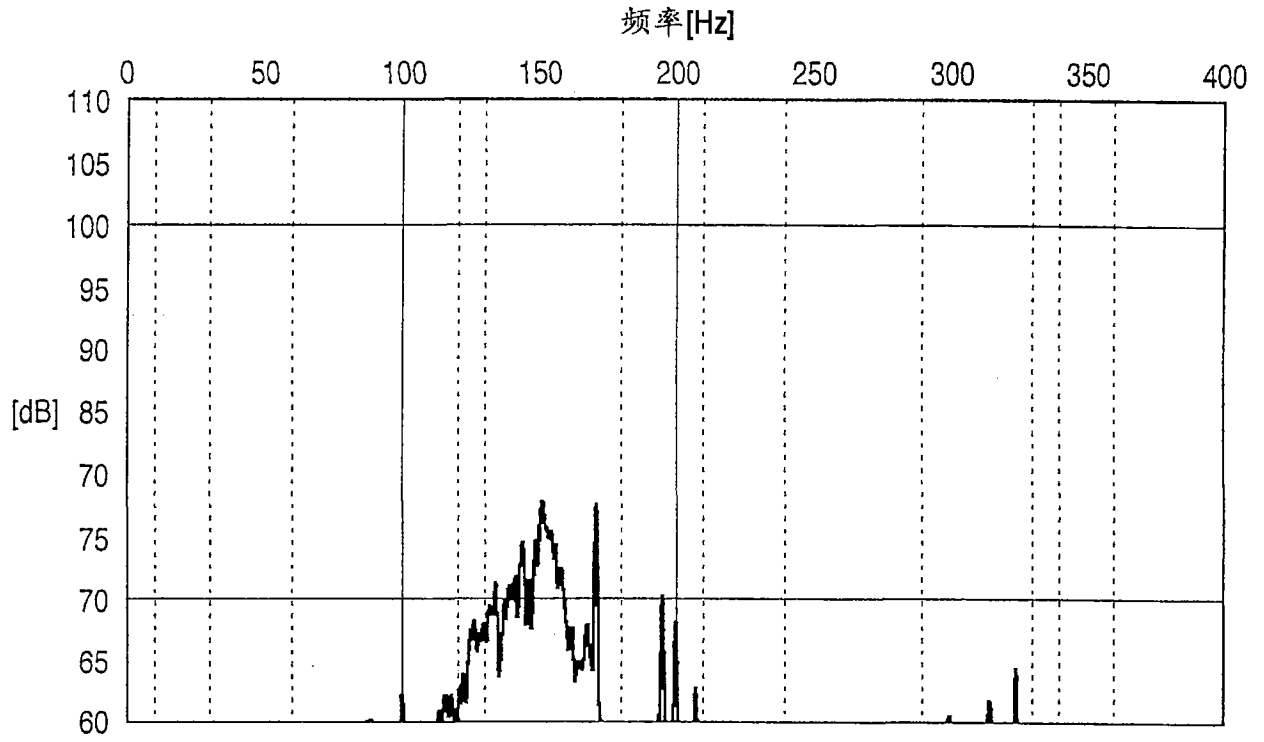


图 8C