



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101179873 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 13

(21) 申请号 200710169810. X

审查员 杨双翼

(22) 申请日 2007. 11. 07

(30) 优先权数据

2006-301247 2006. 11. 07 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 板桥彻德 浅田宏平

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 党建华

(51) Int. Cl.

H04R 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1290467 A, 2001. 04. 04, 全文.

CN 1826797 A, 2006. 08. 30, 全文.

US 5276739 A, 1994. 01. 04,

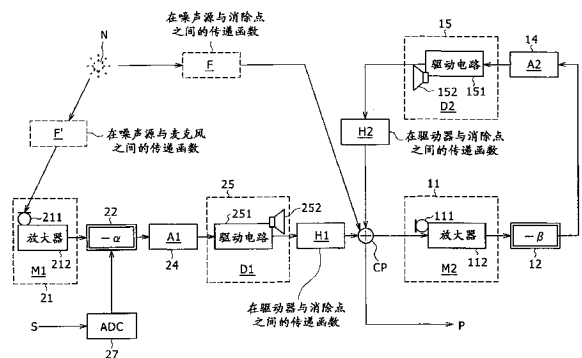
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 13 页

(54) 发明名称

噪声消除系统和噪声消除方法

(57) 摘要

本发明涉及噪声消除系统和噪声消除方法, 其中的噪声消除系统包括: 第一声音收集部分, 构造成收集噪声和输出第一噪声信号; 第一信号处理部分, 构造成产生用来减小在预定消除点处的噪声的第一噪声减小信号; 声音发射部分, 构造成基于第一噪声减小信号发射噪声减小声音; 第二声音收集部分, 构造成收集噪声和输出第二噪声信号; 及第二信号处理部分, 构造成产生用来减小在消除点处的噪声的第二噪声减小信号。在该噪声消除系统中, 声音发射部分基于第一和第二噪声减小信号发射噪声减小声音。



1. 一种噪声消除系统,包括:

第一声音收集部分,提供在待附加到用户耳部上的壳体上,并且构造成收集噪声和输出第一噪声信号;

第一信号处理部分,构造成基于第一噪声信号产生用来减小在预定消除点处的噪声的第一噪声减小信号;

声音发射部分,相对于所述第一声音收集部分提供在声音发射方向侧,并且构造成基于第一噪声减小信号发射噪声减小声音;

第二声音收集部分,相对于所述声音发射部分提供在待附加到用户耳部上的所述壳体的声音发射方向侧,并且构造成收集噪声和输出第二噪声信号;及

第二信号处理部分,构造成基于第二噪声信号产生用来减小在消除点处的噪声的第二噪声减小信号;

所述声音发射部分基于第一和第二噪声减小信号发射噪声减小声音。

2. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,还包括构造成合成第一和第二噪声减小信号的合成部分,并且其中,所述声音发射部分基于合成的噪声减小信号发射噪声减小声音。

3. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,其中,所述第一信号处理部分是包括如下的数字滤波器电路:

第一模/数转换部分,构造成把第一噪声信号转换成第一数字噪声信号;

第一处理部分,构造成基于第一数字噪声信号产生第一数字噪声减小信号;及

第一数/模转换部分,构造成把第一数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号。

4. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,其中,所述第二信号处理部分是包括如下的数字滤波器电路:

第二模/数转换部分,构造成把第二噪声信号转换成第二数字噪声信号;

第二处理部分,构造成基于第二数字噪声信号产生第二数字噪声减小信号;及

第二数/模转换部分,构造成把第二数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号。

5. 根据权利要求3所述的噪声消除系统,其中,所述第二信号处理部分是包括如下的数字滤波器电路:

第二模/数转换部分,构造成把第二噪声信号转换成第二数字噪声信号;

第二处理部分,构造成基于第二数字噪声信号产生第二数字噪声减小信号;及

第二数/模转换部分,构造成把第二数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号。

6. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,还包括第一转换部分,该第一转换部分构造成进行关于第一噪声信号和来自外部的输入声音信号中的哪一个应该供给到所述第一信号处理部分的转换,并且其中,当所述第一转换部分把来自外部的输入声音信号供给到所述第一信号处理部分时,所述第一信号处理部分用作用来处理输入声音的接受部分。

7. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,还包括第二转换部分,该第二转换部分构造成进行关于第二噪声信号和来自外部的输入声音信号中的哪一个应该供给到所述第二信号处理部分的转换,并且其中,当所述第二转换部分把来自外部的输入声音信号供给到所述第二信号处理部分时,所述第二信号处理部分用作用来处理输入声音的接受部分。

8. 一种噪声消除方法,包括:

第一声音收集步骤,允许第一声音收集部分提供在待附加到用户耳部上的壳体上,以

收集噪声和输出第一噪声信号；

第一信号处理步骤，基于第一噪声信号产生用来减小在预定消除点处的噪声的第一噪声减小信号；

声音发射步骤，允许声音发射部分相对于第一声音收集部分提供在声音发射方向侧，以基于第一噪声减小信号发射噪声减小声音；

第二声音收集步骤，允许第二声音收集部分相对于声音发射部分提供在待附加到用户耳部上的壳体的声音发射方向侧，以收集噪声和输出第二噪声信号；及

第二信号处理步骤，基于第二噪声信号产生用来减小在消除点处的噪声的第二噪声减小信号；

在声音发射步骤中，所述声音发射部分基于第一和第二噪声减小信号发射噪声减小声音。

9. 根据权利要求 8 所述的噪声消除方法，还包括合成第一和第二噪声减小信号的合成步骤，并且其中，在声音发射步骤中，所述声音发射部分基于合成的噪声减小信号发射噪声减小声音。

10. 根据权利要求 8 所述的噪声消除方法，其中，第一信号处理步骤包括：

第一模 / 数转换步骤，把第一噪声信号转换成第一数字噪声信号；

第一处理步骤，基于第一数字噪声信号产生第一数字噪声减小信号；及

第一数 / 模转换步骤，把第一数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号。

11. 根据权利要求 8 所述的噪声消除方法，其中，第二信号处理步骤包括：

第二模 / 数转换步骤，把第二噪声信号转换成第二数字噪声信号；

第二处理步骤，基于第二数字噪声信号产生第二数字噪声减小信号；及

第二数 / 模转换步骤，把第二数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号。

12. 根据权利要求 8 所述的噪声消除方法，还包括第一转换步骤，进行关于第一噪声信号和来自外部的输入声音信号中的哪一个应该在第一信号处理步骤处被处理的转换。

13. 根据权利要求 8 所述的噪声消除方法，还包括第二转换步骤，进行关于第二噪声信号和来自外部的输入声音信号中的哪一个应该在第二信号处理步骤处被处理的转换。

噪声消除系统和噪声消除方法

[0001] 对于相关申请的交叉参考

[0002] 本发明包含与在 2006 年 11 月 7 日在日本专利局提交的日本专利申请 JP 2006-301247 相关的主题,该专利申请的全部内容通过参考包括在这里。

技术领域

[0003] 本发明涉及适用于例如用来允许用户享受再现音乐等的头戴耳机和用于减小噪声的头戴话筒的噪声消除系统和噪声消除方法。

背景技术

[0004] 在头戴耳机中并入的主动噪声减小系统或噪声减小系统在过去是可得到的。在目前投入实际使用的噪声消除系统都以模拟电路的形式实现,并且分类成包括反馈型和前馈型的两种类型。

[0005] 一种噪声减小设备公开在例如日本专利公开 No. Hei 3-214892(下文称作专利文件 1) 中。在专利文件 1 的噪声减小设备中,麦克风单元提供在待附加到用户耳朵上的声管中。由麦克风单元收集的声管的内部噪声的相位被颠倒,并且从在麦克风单元附近提供的耳机发射,由此减小外部噪声。

[0006] 一种噪声减小头戴耳机公开在日本专利公开 No. Hei 3-96199(下文称作专利文件 2) 中。在专利文件 2 的噪声减小头戴耳机中,当它附加到用户头部上时,第二麦克风定位在头戴耳机与耳道之间。第二麦克风的输出用来使从第一麦克风到头戴耳机的传输特性与外部噪声沿其到达耳道的路径的传输特性相同,该第一麦克风在头戴耳机附加到用户头部上时提供在耳朵附近,并且收集外部声音。噪声减小头戴耳机由此减小外部噪声,而与头戴耳机以什么方式附加到用户头部上无关。

发明内容

[0007] 顺便说明,反馈型的噪声消除系统一般具有这样一种特性:尽管其中它可消除噪声或它可减小噪声的频带宽度比较小,但可把噪声减小比较大的量。另一方面,前馈型的噪声消除系统具有其中它消除噪声并且稳定性高的宽频带。然而认为,当它与依据对于噪声源的位置关系的估计传递函数不相符时,有噪声在该频率下可能增大的可能性。

[0008] 因此,在使用具有其中可消除噪声并且具有高稳定性的宽频带的前馈型噪声消除系统的情况下,认为,即使减小噪声存在于其中的频带,如果在特定窄频带内的噪声突出,那么听众也不可能感觉到噪声减小效果。

[0009] 因此,需要提供一种噪声消除系统和一种噪声消除方法,通过它们,可在其中可消除噪声的频带较宽,并且除此之外可稳定地实现优良的噪声减小效果。

[0010] 根据本发明的实施例,提供一种噪声消除系统,它包括:第一声音收集部分,提供在待附加到用户耳部上的壳体上,并且构造成收集噪声和输出第一噪声信号;第一信号处理部分,构造成基于第一噪声信号产生用来减小在预定消除点处的噪声的第一噪声减小

信号；声音发射部分，关于第一声音收集部分提供在声音发射方向侧，并且构造成基于第一噪声减小信号发射噪声减小声音；第二声音收集部分，关于声音发射部分提供在待附加到用户耳部上的壳体的声音发射方向侧，并且构造成收集噪声和输出第二噪声信号；及第二信号处理部分，构造成基于第二噪声信号产生用来减小在消除点处的噪声的第二噪声减小信号，声音发射部分基于第一和第二噪声减小信号发射噪声减小声音。

[0011] 在噪声消除系统中，由第一声音收集部分、第一信号处理部分及声音发射部分形成的反馈型噪声消除系统部分；和由第二声音收集部分、第二信号处理部分及声音发射部分形成的前馈型噪声消除系统部分可同时起作用。因而，在同一消除点处的噪声由两个噪声消除系统部分减小。

[0012] 因此，由于在也另外施加反馈型噪声消除系统部分的特性的同时噪声分量可由前馈型噪声消除系统部分衰减，所以在宽频带上能以高水平消除噪声，并且可实现较高的噪声减小效果。

[0013] 借助于该噪声消除系统，由于使前馈型噪声消除系统部分和反馈型噪声消除系统部分可操作，所以产生的噪声在壳体内部由前馈型噪声消除系统部分衰减。另外，由于也添加反馈型噪声消除系统部分的特性，所以可实现较高的噪声减小效果。

附图说明

[0014] 图 1A 和 1B 分别是示意图和方块图，表示反馈型的噪声消除系统；

[0015] 图 2A 和 2B 分别是示意图和方块图，表示前馈型的噪声消除系统；

[0016] 图 3 是表明代表在图 1 中表示的反馈型噪声消除系统的特性的计算表达式的图；

[0017] 图 4 是板式图，表明在反馈型噪声消除系统中的相位裕量和增益裕量；

[0018] 图 5 是表明代表在图 2 中表示的前馈型噪声消除系统的特性的计算表达式的图；

[0019] 图 6A、6B 及 6C 是方块图，表示 FF 滤波器、FB 滤波器及其中它形成为数字滤波器的 FF 滤波器或 FB 滤波器的构造的例子；

[0020] 图 7A 和 7B 是示意图，表明前馈系统的问题；

[0021] 图 8 是方块图，表示根据本发明第一工作例的反馈型噪声消除系统；

[0022] 图 9A 和 9B 是方块图，分别表示在图 8 中表示的 FF 滤波器电路和 FB 滤波器电路的细节；

[0023] 图 10 是表明在型反馈和前馈型噪声消除系统的衰减特性之间的一般差别的图；

[0024] 图 11 是表明具有在图 8 中表示的构造的双生型噪声消除系统的衰减特性的图；

[0025] 图 12 是方块图，表示根据本发明第二工作例的反馈型噪声消除系统；

[0026] 图 13 和 14 是方块图，表示根据本发明第三工作例的反馈型噪声消除系统；及

[0027] 图 15A 和 15B 是方块图，表示 FB 滤波器电路的构造，并且特别表示 ADC 和 DAC 的构造。

具体实施方式

[0028] 噪声消除系统

[0029] 主动减小外部噪声的系统，即噪声消除系统，开始在头戴耳机和耳塞中普及。投入市场的几乎所有噪声消除系统都由模拟电路形成，并且按照噪声消除技术粗略地分类成前

馈型和反馈型。

[0030] 在描述本发明的优选实施例之前,参照图 1A 至 5 描述反馈型噪声消除系统的构造和操作原理的例子和前馈型噪声消除系统的构造和操作原理的例子。

[0031] 反馈型的噪声消除系统

[0032] 首先,描述反馈型的噪声消除系统。图 1A 表示用于右声道侧的构造,其中反馈型噪声消除系统对其适用的头戴耳机系统附加到用户的头部上,就是说,附加到用户头部 HD 上。同时,图 1B 表示反馈型噪声消除系统的一般构造。

[0033] 在应用反馈系统的场合,一般地麦克风 111 如在图 1A 中所看到的那样定位在头戴耳机壳体(壳体部分)HP 内部。对于由麦克风 111 收集的信号(噪声信号)的反相分量(噪声减小信号)被反馈,并且用于伺服控制以减小从外部进入头戴耳机壳体 HP 的噪声。在这个实例中,麦克风 111 的位置成为与用户耳朵的位置相对应的消除点或控制点 CP。因此,麦克风 111 常常放置在靠近用户耳朵的位置处,就是说,考虑到噪声减小效果放在均衡器 16 的隔膜的前正面上。

[0034] 参照图 1B 更具体地描述反馈型的噪声消除系统。在图 1B 中表示的反馈型噪声消除系统包括麦克风和麦克风放大部分 11,该麦克风和麦克风放大部分 11 包括麦克风 111 和麦克风放大器 112。噪声消除系统还包括为反馈控制设计的滤波器电路(下文称作 FB 滤波器电路)12、合成部分 13、功率放大器 14、包括驱动电路 151 和扬声器 152 的驱动器 15、及均衡器 16。

[0035] 在图 1B 中表示的方块中描述的字符 A、D、M 及 $-\beta$ 分别代表功率放大器 14、驱动器 15、麦克风和麦克风放大部分 11、及 FB 滤波器电路 12 的传递函数。类似地,在均衡器 16 的方块中的字符 E 代表待乘以听觉对象的信号 S 的均衡器 16 的传递函数,并且在驱动器 15 与消除点 CP 之间放置的方块的字符 H 代表从驱动器 15 到麦克风 111 的空间的传递函数,就是说在驱动器与消除点之间的传递函数。提到的传递函数以复数表达式表示。

[0036] 参照图 1A 和 1B,字符 N 代表从外部的噪声源 NS 到在头戴耳机壳体 HP 中的麦克风的位置周围的部分进入的噪声,并且字符 P 代表来到用户耳朵的声压或输出声音。噪声 N 进入头戴耳机壳体 HP 中的原因是,例如作为声压从头戴耳机壳体 HP 的耳垫的间隙泄漏的声音、或作为由施加到头戴耳机壳体 HP 上的这样的声压引起的其振动的结果传输到壳体内部的声音。

[0037] 在这时,来到在图 1B 中的用户耳朵的声压 P 可由在图 3 中的表达式(1)表达。如果注意在图 3 中的表达式(1)中的噪声 N,则可认识到噪声 N 衰减到 $1/(1+ADHM\beta)$ 。为了使图 3 的表达式(1)的系统作为噪声消除机构在噪声减小对象频带内稳定地操作,必须满足在图 3 中的表达式(2)。

[0038] 一般地,由于在反馈型噪声消除系统中的传递函数的乘积的绝对值高于 1($1 \ll ADHM\beta$),所以根据图 3 的表达式(2)的系统的稳定性能以如下方式与在古典控制理论中的尼奎斯特(Nyquist)稳定性的判定一起解释。

[0039] 考虑当与噪声 N 相关的环路在图 1B 中的一个地方($-ADHM\beta$)处切断时产生的“开环”。例如,如果切断部分提供在麦克风和麦克风放大部分 11 与 FB 滤波器电路 12 之间,那么可形成“开环”。这种开环具有例如由在图 4 中所看到的这样一种板图所代表的这样一种特性。

[0040] 在这种开环选择为对象的场合,由尼奎斯特的稳定性判定,两个条件是:(1)当相位通过0度点时,增益必须低于0dB(0分贝);和(2)当增益高于0dB时,相位必须不包括0度点。

[0041] 如果以上条件(1)和(2)的任何一个不满足,那么正反馈施加到环路上,导致环路的振荡(啸声)。在图4中,附图标记Pa和Pb分别代表相位裕量,并且Ga和Gb分别代表增益裕量。在这样的裕量较小的场合,依据在利用噪声消除系统应用的头戴耳机的用户中的个人差别和依据头戴耳机安装时的分散性,振荡的可能性较高。

[0042] 具体地说,在图4中的横坐标轴指示频率,而纵坐标轴在其上半部和下半部处分别指示增益和相位。那么,当相位通过0度点时,如由在图4中的增益裕量Ga和Gb看到的那样,如果增益低于0dB,那么正反馈施加到环路上,导致振荡。然而,当增益等于或高于0dB时,除非相位不包括0度点,否则正反馈施加到环路上,导致振荡,如从在图4中的相位裕量Pa和Pb看到的那样。

[0043] 现在,除上述的噪声减小功能之外,描述来自其中并入在图1B中表示的反馈型噪声消除系统的头戴耳机的必要声音的再现。在图1B中的输入声音S是由头戴耳机的驱动器原始再现的声音信号的一般项,像例如来自音乐再设备的音乐信号、在壳体外的麦克风的的声音(其中头戴耳机起助听功能的作用)或通过诸如电话通信之类的通信的声音信号(其中头戴耳机用作头戴话筒)。

[0044] 如果注意在图3中的表达式(1)中的输入声音S,则均衡器16的传递函数E可由在图3中的表达式(3)代表。而且,如果也考虑在图3的表达式(3)中均衡器16的传递函数E,则图1B的噪声消除系统的声压P可由在图3中的表达式(4)代表。

[0045] 如果假定麦克风111的位置非常接近耳朵的位置,那么由于字符H代表从驱动器15到麦克风(耳朵)111的传递函数,并且字符A和D分别代表功率放大器14和驱动器15的传递函数,所以可认识到,得到与不具有噪声减小功能的普通头戴耳机的特性相类似的特性。要注意,在这个实例中均衡器16的传递函数E实质上等效于在频率轴上所看到的开环特性。

[0046] 前馈型的噪声消除系统

[0047] 现在,描述前馈型的噪声消除系统。图2A表示用于右声道侧的构造,其中前馈型噪声消除系统应用的头戴耳机系统附加到用户头部上,就是说,附加到用户头部HD上。同时,图2B表示前馈型噪声消除系统的一般构造。

[0048] 在前馈型噪声消除系统中,麦克风211如在图2A中看到的那样基本上布置在头戴耳机HP外。那么,由麦克风211收集的噪声经受适当滤波过程,并且然后由在头戴耳机壳体HP内提供的驱动器25再现,从而在靠近耳朵的地方处消除噪声。

[0049] 参照图2B更具体地描述前馈型的噪声消除系统。在图2B中表示的前馈型噪声消除系统包括麦克风和麦克风放大部分21,该麦克风和麦克风放大部分21包括麦克风211和麦克风放大器212。噪声消除系统还包括为前馈控制设计的滤波器电路(下文称作FF滤波器电路)22、合成部分23、功率放大器24、及包括驱动电路251和扬声器252的驱动器25。

[0050] 也在图2B中表示的前馈型噪声消除系统中,在方块中描述的字符A、D、及M分别代表功率放大器24、驱动器25、及麦克风和麦克风放大部分21的传递函数。而且,在图2中,字符N代表外部噪声源。噪声从噪声源N进入头戴耳机壳体HP的主要原因如上文联系反

馈型噪声消除系统描述的那样。

[0051] 而且,在图 2B 中,从外部噪声 N 的位置到消除点 CP 的传递函数,就是说,在噪声源与消除点之间的传递函数,由字符 F 代表。而且,从噪声源 N 到麦克风 211 的传递函数,就是说,在噪声源与麦克风之间的传递函数,由字符 F' 代表。此外,从驱动器 25 到消除点(耳朵位置)CP 的传递函数,就是说,在驱动器与消除点之间的传递函数,由字符 H 代表。

[0052] 那么,如果形成前馈型噪声消除系统的核心的 FF 滤波器电路 22 由 $-\alpha$ 代表,那么来到在图 2B 中的用户耳朵的声压或输出声音 P 可由在图 5 中的表达式 (1) 代表。

[0053] 这里,如果考虑理想条件,那么在噪声源与消除点之间的传递函数 F 由在图 5 中的表达式 (2) 代表。然后,如果把在图 5 中的表达式 (2) 代入到在图 5 中的表达式 (1) 中,那么由于第一项和第二项相互抵消,所以在图 2B 中表示的前馈型噪声消除系统中的声压 P 可由在图 5 中的表达式 (3) 代表。由表达式 (3),可认识到,噪声被消除,同时只有要听的音乐信号或对象声音信号等保留,并且可享受与在普通头戴耳机操作中的声音相类似的声音。

[0054] 然而,实际上,难以得到具有完全满足在图 5 中表明表达式 (2) 的这样的传递函数的完全滤波器的构造。具体地说,在中频和低频区中,通常不进行上述这样一种主动噪声减小处理,而是常常应用通过头戴耳机的被动声音截获,这是由于这样的原因:个体差别巨大,因为耳朵的形状在不同的人中不同,并且头戴耳机的附加状态在不同的人中不同;并且特性依据噪声的位置和麦克风的位置而变。要注意,在图 5 中的表达式 (2),如由表达式本身显然的那样,意味着从噪声源到耳朵位置的传递函数可由包括传递函数 α 的电路模拟。

[0055] 要注意,与在反馈型噪声消除系统中不同,在图 2A 和 2B 中表示的前馈型噪声消除系统中的消除点 CP 如在图 2A 中看到的那样可设置到用户的任意耳朵位置。然而,在普通情况下,传递函数 α 在设计阶段以前被固定和确定为对准某一目标特性。因此,有这样一种现象发生的可能性:由于耳朵形状在不同用户中不同,所以不能实现足够的噪声消除效果,或者添加噪声分量但不处于相反相位中,导致异常声音的产生。

[0056] 由这些,反馈型和前馈型的噪声消除系统一般具有不同的特性,因为尽管前馈型噪声消除系统振荡的可能性较低并因此稳定性较高,但难以得到足够的衰减量,而前馈型噪声消除系统可能要求对于系统稳定性的注意,同时可期望巨大衰减量。

[0057] 独立地提出一种使用自适应信号处理技术的噪声减小头戴耳机。在使用自适应信号处理技术的噪声减小头戴耳机的情况下,麦克风提供在头戴耳机壳体的内部和外边。内部麦克风用来分析用于与滤波器处理分量相抵消的误差信号,并且产生和更新新的自适应滤波器。然而,由于在头戴耳机壳体外的噪声基本上由数字滤波器处理并被再现,所以噪声减小头戴耳机一般具有前馈系统的形式。

[0058] 根据本发明实施例的噪声消除系统

[0059] 根据本发明实施例的噪声消除系统具有上述的反馈系统和前馈系统两者的优点。

[0060] 在下面描述的本发明实施例中,在前馈型噪声消除系统中的 FF 滤波器电路 22 和在反馈型噪声消除系统中的 FB 滤波器电路 12 两者都具有数字滤波器的构造。FF 滤波器电路 22 具有传递函数 $-\alpha$, 并因此下文有时称作 α 电路。同时,FB 滤波器电路 12 具有另一个传递函数 $-\beta$, 并因此下文有时称作 β 电路。

[0061] 图 6A、6B 及 6C 是方块图,分别表示 FF 滤波器 22、FB 滤波器 12 及每个构造成数字滤波器的 FF 和 FB 滤波器电路 22 和 12 的例子。在图 6A 中表示的前馈型噪声消除系统如

在图 2 中看到的那样插入在麦克风放大器 212 与功率放大器 24 之间。同时,在图 6B 中表示的反馈型噪声消除系统如在图 1 中看到的那样插入在麦克风放大器 112 与功率放大器 14 之间。

[0062] 在 FF 滤波器电路 22 和 FB 滤波器电路 12 的任一个构造成数字滤波的场合,它由用来把由麦克风收集的模拟噪声信号转换成数字噪声信号的 ADC(模数转换器)、用来进行算术运算以形成用来从数字噪声信号减去噪声的噪声减小信号的 DSP/CPU(数字信号处理器/中央处理单元)、及用来把来自 DSP/CPU 的数字噪声减小信号转换成模拟噪声减小信号的 DAC(数模转换器)形成。要注意,在图 6C 中的表示 DSP/CPU 意味着使用 DSP 和 CPU 的一个。

[0063] 在 FF 滤波器电路 22 或 FB 滤波器电路 12 以这种方式构造成数字滤波的场合,(1) 系统允许在多个模式中的自动选择或通过用户的手动选择,并且这如从用户看到的那样提高使用性能,和 (2) 由于进行允许精细控制的数字滤波,所以可实现呈现最小分散性的高精度控制质量,这导致噪声减小量和噪声减小频带的增大。

[0064] 而且,(3) 由于滤波器形状通过对于用于算术运算处理装置(数字信号处理器(DSP)/中央处理单元(CPU))的软件的修改可改变而不用改变零件的数量,所以有利于在系统设计或装置特性的变化中涉及的变更。(4) 由于相同的 ADC 和 /DAC 和 DSP/CPU 也用于诸如音乐再现或电话通话之类的外部输入,所以通过对于这样的外部输入信号也应用高精度的数字均衡可期望高声音质量再现。

[0065] 如果 FF 滤波器电路 22 或 FB 滤波器电路 12 以这种方式以数字化形式形成,那么灵活控制对于各种情况成为可能的,并且可构造一种能以高质量消除噪声而与使用系统的用户无关的系统。

[0066] 前馈型噪声消除系统的问题

[0067] 前馈系统如上文描述的那样具有高稳定性的显著优点。然而,它具有固有问题。图 7A 和 7B 表明前馈系统的问题,并且表示在右声道侧上的前馈系统的构造,其中前馈型噪声消除系统应用的头戴耳机系统附加到用户或听众的用户头部 HD 上。

[0068] 参照图 7A,从确定为开始点的噪声源 N1 到消除点 CP 的传递函数由 F1 代表,该消除点 CP 是噪声抵消的目标点,并且提供在头戴耳机壳体内侧上的耳道的附近。同时,从噪声源 N1 到在头戴耳机壳体的外侧上提供的麦克风 211 的传递函数由 F1' 代表。

[0069] 在这时,由在头戴耳机壳体的外侧上提供的麦克风 211 收集的声音用来调节 FF 滤波器电路(α 电路)22 的滤波器。然后,到消除点 CP 的传递函数 F1 如由在图 5 中的表达式 (3) 中表示的那样用 $(F1' \text{ ADHM } \alpha)$ 模拟,并且最后声音在头戴耳机内部中的声学空间中被减去,导致噪声的减小。这里,在图 5 中的表达式 (3) 通常应用于低频区,而相位在高频区被移动。因此,通常不采取 FF 滤波器电路 22 的增益,就是说,不进行抵消。

[0070] 这里,如果假定 FF 滤波器电路 22 的滤波器被固定,并且传递特性 α 如在图 7A 中所看到的那样在这样一种噪声位置关系中被优化,同时用来收集噪声的麦克风的位置被固定并且除此之外使用单一麦克风,那么如由在图 7B 中的噪声源 N2 指示的那样噪声源在对于麦克风 211 的相对侧上存在的这样一种情况下 FF 滤波器电路 22 不是优选的。

[0071] 具体地说,在图 7B 中表明的例子的情况下,从噪声源 N2 发射的噪声的声波通过在头戴耳机与用户头部之间的间隙首先泄漏到头戴耳机壳体,并且形成在头戴耳机壳体中的

讨厌噪声。此后,声波来到头戴耳机的外边,并且由麦克风 211 收集,之后,它们经受通过 FF 滤波器电路 22 的特定滤波 ($-\alpha$),并且由驱动器再现。

[0072] 如由在图 7B 和 7A 之间的比较可认识到的那样,在图 7A 的布置的情况下,漏入的噪声和从驱动器 25 再现的再现信号同时到达消除点 CP。因此,噪声和再现信号的相位在其内成为彼此相反的频带较宽,并因此,实现固定的噪声减小效果。然而,在图 7B 的布置的情况下,泄漏到头戴耳机壳体内部的噪声和到达麦克风 211 的噪声存在,并且作为结果,在其之间具有不期望时间差的信号彼此添加。因而,具体地在中频和高频区中,噪声和再现信号的相位变得彼此不相反,而是相位作为正相位在其内添加的频带增大。

[0073] 相应地,在图 6B 中表明的状态下,尽管布置打算用于噪声减小,但噪声在相位彼此不重合的频率下增大。在这时,即使在宽频率区上可实现巨大衰减,由于人类听觉的感觉对于噪声甚至在窄频带中产生的事实具有不熟悉的感觉。因此,在图 6B 中表示的布置不太实际。

[0074] 自然,这在频率增大到其中相位转动较高的高频区时使该情形显得更可能。相应地,这在前馈型噪声消除系统的 FF 滤波器电路 22 中,形成使噪声消除的有效效果频带(就是说 α 特性的增益在其内存在的频带)变窄的原因。

[0075] 本发明实施例应用的噪声消除系统

[0076] 因此,本发明实施例应用的噪声消除系统具有一种基本构造,其中反馈型噪声消除系统和前馈型噪声消除系统彼此叠加,以形成单一噪声消除系统。

[0077] 具体地说,在下面描述的本实施例的噪声消除系统中,当它处于如在图 7A 中所看到的这样一种状态时,在宽频带上由前馈型噪声消除系统稳定地进行噪声消除。另一方面,当本实施例的噪声消除系统处于如在图 7B 中所看到的这样一种状态时,泄漏到头戴耳机壳体中的噪声也能由反馈型噪声消除系统有效地消除。

[0078] 噪声消除系统的第一工作例

[0079] 本发明适用的噪声消除系统的第一工作例表示在图 8 中。同时,在图 8 中表示的 FF 滤波器电路 22 和 FB 滤波器电路 12 具体地表示在图 9A 和图 9B 中。首先参照图 8,表示的噪声消除系统包括在图 8 的右部分处表示的反馈型噪声消除系统和在图 8 的左部分处表示的前馈型噪声消除系统。

[0080] 更具体地说,在图 8 中表示的噪声消除系统中的反馈型噪声消除系统包括:麦克风和麦克风放大部分 21,它又包括麦克风 211 和麦克风放大器 212;FF 滤波器电路 (α 电路)22;功率放大器 24;及驱动器 25。FF 滤波器电路 22 如在图 9A 中所看到的那样具有由 ADC 221、DSP/CPU 部分 222 及 DAC 223 形成的数字滤波器的构造。

[0081] ADC 27 例如从外部音乐再现设备、助听器的麦克风等接受模拟信号形式的输入声音,把输入声音转换成数字信号,及把数字信号供给到 DSP/CPU 部分 222。因此,DSP/CPU 部分 222 可把用来减小噪声的噪声减小信号添加到从外部供给到其的输入声音上。

[0082] 要注意,在图 8 中表示的前馈型噪声消除系统部分中,麦克风和麦克风放大部分 21 的传递函数由“M1”代表,FF 滤波器电路 22 的传递函数由“ $-\alpha$ ”代表,功率放大器 24 的传递函数由“A1”代表,及驱动器 25 的传递函数由“D1”代表。而且,在前馈型噪声消除系统部分中,可考虑在驱动器与消除点之间的传递函数“H1”、在噪声源与消除点之间的传递函数“F”、及在噪声源与麦克风之间的传递函数“F'”。

[0083] 同时,在图 8 中表示的反馈型噪声消除系统部分包括:麦克风和麦克风放大部分 11,它又包括麦克风 111 和麦克风放大器 112;FB 滤波器电路(β 电路)12;功率放大器 14;及驱动器 15,它又包括驱动电路 151 和扬声器 152。FB 滤波器电路 12 如在图 9B 中所看到的那样具有包括 ADC 121、DSP/CPU 部分 122 及 DAC 123 的数字滤波器的构造。

[0084] 要注意,在图 8 中表示的反馈型噪声消除系统部分中,麦克风和麦克风放大部分 11 的传递函数由“M2”代表,FB 滤波器电路 12 的传递函数由“ $-\beta$ ”代表,功率放大器 14 的传递函数由“A2”代表,及驱动器 15 的传递函数由“D2”代表。而且,在反馈型噪声消除系统部分中,可考虑在驱动器与消除点之间的传递函数“H2”。

[0085] 在图 8 中表示的构造的噪声消除系统中,外部噪声由前馈型噪声消除系统部分提取和消除。然而,通过噪声的声源和声源的声波的性质(例如,通过像球形波或平面波的行为之类的声波的行为),尽管如上述那样得到在头戴耳机壳体内噪声在其内减小的频带,但实际上难以高效地消除噪声,并且作为结果,可能出现噪声剩余在其内的频带。类似问题也由头戴耳机的附加状态或个人耳朵的形状而发生。

[0086] 然而,在具有在图 8 中表示的构造的噪声消除系统的情况下,在前馈型噪声消除系统部分中剩余的噪声分量和进入头戴耳机壳体内的噪声分量可通过反馈型噪声消除系统部分的作用高效地消除。换句话说,由于使反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统同时可操作,所以实现比当单独使用前馈型和反馈型的噪声消除系统的每一个时实现的效果高的噪声消除效果或噪声减小效果。

[0087] 以这种方式,在图 8 中表示的噪声消除系统中,泄漏到头戴耳机壳体内的噪声在消除点 CP 处可由在图 8 的右部分处表示的反馈型噪声消除系统部分适当地消除,而来自在头戴耳机壳体外的噪声源 N 的噪声在消除点 CP 处可由在图 8 的左部分处表示的前馈型噪声消除系统部分适当地消除。

[0088] 要注意,在图 8 中表示的噪声消除系统中的反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统的每一个独立地包括麦克风和麦克风放大部分、功率放大器及驱动器。

[0089] 图 10 表明在反馈型噪声消除系统和前馈型噪声消除系统之间衰减特性的一般差别。参照图 10,横坐标轴指示频率,并且纵坐标轴指示衰减量。而且,如在图 10 中看到的那样,尽管反馈型噪声消除系统的衰减特性具有窄频带和高水平的特征,但前馈型噪声消除系统的衰减特性具有宽频带和低水平的特征,如以上描述的那样。

[0090] 然而,在图 8 中表示的噪声消除系统认为好比是双生型(twintype)的噪声消除系统,它包括前馈型噪声消除系统部分和反馈型噪声消除系统。双生型的噪声消除系统具有由前馈型噪声消除系统和反馈型噪声消除系统的在图 10 中表明的特性形成的复合衰减特性。

[0091] 图 11 表明其中双生型噪声消除系统具有在图 8 中表示的构造的衰减特性的实际测量值、其中使用反馈型噪声消除系统的衰减特性的实际测量值、及其中使用前馈型噪声消除系统的衰减特性的实际测量值。

[0092] 参照图 11,横坐标轴指示频率,并且纵坐标轴指示衰减量。而且,由粗虚线指示的并且具有字符“反馈”附加到其上的曲线指示反馈型噪声消除系统的衰减特性。同时,由细虚线指示的并且具有字符“前馈”附加到其上的另一条曲线指示前馈型噪声消除系统的衰减特性。由实线指示的并且具有字符“双生”附加到其上的另外一条曲线指示具有在图 8 中

表示的构造的双生型噪声消除系统的衰减特性。

[0093] 如可从图 11 认识到的那样,反馈型噪声消除系统具有窄频带和高水平的衰减特性,而前馈型噪声消除系统具有宽频带和低水平的另一种衰减特性。而且,可认识到,双生型噪声消除系统具有在宽频率范围上呈现高水平的衰减特性。

[0094] 以这种方式,具有在图 8 中表示的构造的双生型噪声消除系统具有反馈系统和前馈系统的衰减特性的两者,并且可实现宽频带和高水平的衰减特性。

[0095] 噪声消除系统的第二工作例

[0096] 图 12 表示本发明适用的噪声消除系统的第二工作例。参照图 12,表示的噪声消除系统的第二工作例包括前馈型噪声消除系统部分,后者又包括麦克风和麦克风放大部分 21,该麦克风和麦克风放大部分 21 又包括麦克风 211 和麦克风放大器 212。前馈型噪声消除系统部分还包括:FF 滤波器电路 22,它由 ADC 321、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 形成;功率放大器 33;及驱动器 34,它又包括驱动电路 341 和扬声器 342。

[0097] 在图 12 中表示的噪声消除系统的第二例还包括反馈型噪声消除系统部分,后者又包括麦克风和麦克风放大部分 11,该麦克风和麦克风放大部分 11 又包括麦克风 111 和麦克风放大器 112。反馈型噪声消除系统部分还包括:FB 滤波器电路 12,它由 ADC 324、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 形成;功率放大器 33;及驱动器 34,它又由驱动电路 341 和扬声器 342 形成。

[0098] 具体地说,尽管根据在图 8 中表示的第一工作例的噪声消除系统具有其中反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统彼此独立地形成并且彼此连接的构造,但在图 12 中表示的噪声消除系统的第二例构造成,反馈型和前馈型噪声消除系统共同使用 DSP/CPU 部分 322、DAC 323、功率放大器 33 及驱动器 34。

[0099] 而且,在图 12 中表示的噪声消除系统的第二例中,麦克风和麦克风放大部分 21 的传递函数由“M1”代表,FF 滤波器电路 22 的传递函数由“- α ”代表,功率放大器 33 的传递函数由“A”代表,及驱动器 34 的传递函数由“D”代表。而且,麦克风和麦克风放大部分 11 的传递函数由“M2”代表,及 FB 滤波器电路 12 的传递函数由“- β ”代表。

[0100] 也在根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统中,可考虑在驱动器与消除点之间的传递函数“H”、在噪声源与消除点之间的传递函数“F”、及在噪声源与麦克风之间的传递函数“F”。

[0101] 而且,也在图 12 中表示的第二工作例中,输入声音通过 ADC 35 供给到 DSP/CPU 部分 322,通过该 DSP/CPU 部分 322 它可添加到噪声减小信号上。

[0102] 相应地,在根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统中,DSP/CPU 部分 322 进行基于由在头戴耳机壳体外侧上的麦克风 211 收集的声音形成噪声减小信号的处理、和基于由在头戴耳机壳体内侧上的麦克风 111 收集的声音形成另一种减小信号的处理、及然后合成如此形成的噪声减小信号。

[0103] 以这种方式,在根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统的情况下,由于它包括在反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分之间共用的那些元件,所以可减小零件的数量,并且可简化构造。

[0104] 而且,根据双生型的噪声消除系统,如上文描述的那样通过使由麦克风和麦克风放大部分 21、FF 滤波器电路 22、功率放大器 33 及驱动器 34 形成的前馈型噪声消除系统部

分;和由麦克风和麦克风放大部分 11、FB 滤波器电路 12、功率放大器 33 及驱动器 34 形成的反馈型噪声消除系统部分同时起作用,可实现宽频带和高水平的衰减特性。

[0105] 噪声消除系统的第三工作例

[0106] 顺便说明,在图 8 或 12 中表示的双生型噪声消除系统中,在听众听到外部源,如来自音乐再现设备的音乐信号或由助听麦克风收集的声音信号,如由输入声音 S 指示的那样,由于听到这样的声音或音乐,所以噪声减小量可能非常大。相反,尽管不必听到外部源,但声音可以减小以形成高质量级的无声状态。例如,在听众必须在极大噪声下工作的场合,强烈要求以高质量级减小噪声。

[0107] 因此,尽管根据第三工作例的噪声消除系统是具有反馈型噪声消除系统和另一个前馈型噪声消除系统两者的双生型噪声消除系统,但它允许噪声消除系统的选择性起作用。具体地说,当要听外部源时,仅使反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分之一起作用。然而,当没有必要听外部源而要形成高质量级的无声状态(最小声音状态)时,使反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分都起作用。

[0108] 图 13 和 14 表示根据本发明第三工作例的噪声消除系统。根据在图 13 和 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统具有与根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统的构造相类似的基本构造。因而,这里省去与根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统的元件共同的根据在图 13 和 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统的元件描述,以避免重复。

[0109] 根据在图 13 中表示的第三工作例的噪声消除系统构造,根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统另外包括在麦克风和麦克风放大部分 11 与 ADC 324 之间插入的开关电路 36。因此,在根据在图 13 中表示的第三工作例的噪声消除系统中,开关电路 36 可用于在其中来自麦克风和麦克风放大部分 11 的声音信号供给到 ADC 324 的状态与其中从外部供给的作为外部源的输入声音 S 供给到 ADC 324 的另一种状态之间转换。

[0110] 相应地,在根据在图 13 中表示的第三工作例的噪声消除系统中,如果开关电路 36 切换到输入终端 a 侧,那么不供给输入声音 S,并且 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 起作用,从而反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分都起作用,以形成高质量级的无声状态。

[0111] 另一方面,如果开关电路 36 切换到另一个输入终端 b 侧,那么不供给来自 FF 滤波器电路 22 的声音,并且 ADC 324、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 作用于输入声音 S 的输入电路“均衡器”。然后,在这个实例中,FF 滤波器电路 22 起作用,并因此,只有前馈型噪声消除系统部分起作用。因此,尽管消除噪声,但听众可听到输入声音 S。

[0112] 相应地,在这个实例中,ADC 321、DSP/CPU 部分 322 及 DAC323 实现 FF 滤波器电路 22 的功能,并且 ADC 324、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 实现用于输入声音 S 的均衡器的功能。换句话说,DSP/CPU 部分 322 和 DAC 323 具有 FF 滤波器电路的功能和用来处理输入声音 S 的均衡器的功能。

[0113] 同时,根据在图 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统构造,根据在图 12 中表示的第二工作例的噪声消除系统另外包括在麦克风和麦克风放大部分 21 与 ADC 321 之间插入的开关电路 37。因此,在根据在图 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统中,开关电路 37 可用于在其中来自麦克风和麦克风放大部分 21 的声音信号供给到 ADC321 的状态与

其中从外部供给的作为外部源的输入声音 S 供给到 ADC321 的另一种状态之间转换。

[0114] 相应地,在图 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统中,如果开关电路 37 切换到输入终端 a 侧,那么不供给输入声音 S,并且 FF 滤波器电路 22 和 FB 滤波器电路 12 起作用,从而前馈型噪声消除系统部分和反馈型噪声消除系统部分都起作用,以形成高质量级的无声状态。

[0115] 另一方面,如果开关电路 37 切换到另一个输入终端 b 侧,那么不供给来自麦克风和麦克风放大部分 21 的声音,并且 ADC 321、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 作用于输入声音 S 的输入电路“均衡器”。然后,在这个实例中,FB 滤波器电路 12 起作用,并因此,只有反馈型噪声消除系统部分起作用。因此,尽管消除噪声,但听众可听到输入声音 S。

[0116] 相应地,在这个实例中,ADC 324、DSP/CPU 部分 322 及 DAC323 实现 FB 滤波器电路 12 的功能,并且 ADC 321、DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 实现用于输入声音 S 的均衡器的功能。换句话说,DSP/CPU 部分 322 和 DAC 323 具有 FB 滤波器电路的功能和用来处理输入声音 S 的均衡器的功能。

[0117] 以这种方式,在根据以上参考图 13 和 14 描述的第三工作例的噪声消除系统中,在要听外部源的输入声音 S 的场合,只使前馈型噪声消除系统部分和反馈型噪声消除系统部分之一起作用,从而尽管消除或减小噪声,但听众可顺利地听到输入声音。

[0118] 而且,在听众想听无声状态的这样一种情形下,前馈型噪声消除系统部分和反馈型噪声消除系统部分都用来消除来自外界的噪声和由相位不相符自身产生的噪声以形成高质量级的无声状态。因此,听众可亲自感受强噪声减小效果的感觉。

[0119] 要注意,根据在图 13 中表示的第三工作例的噪声消除系统构造成,当输入声音 S 要再现时,只有前馈型噪声消除系统部分起作用;而根据在图 14 中表示的第三例的噪声消除系统构造成,只有反馈型噪声消除系统部分起作用。然而,在噪声消除系统部分之间的变换不限于此,而是否则有可能把噪声消除系统构造成,听众可在是前馈型噪声消除系统部分应该起作用还是反馈型噪声消除系统部分应该起作用之间进行转换。

[0120] 具体地说,有可能组合根据在图 13 和 14 中表示的第三工作例的噪声消除系统,从而提供开关电路 36 和开关电路 37。而且,提供开关电路 38,用来在输入声音 S 是应该供给到开关电路 36 还是供给到开关电路 37 之间转换。

[0121] 然后,如果新提供的开关电路 38 切换成输入声音 S 供给到开关电路 36,那么开关电路 36 切换到输入终端 b 侧而开关电路 37 切换到输入终端 a 侧,以便仅使前馈型噪声消除系统起作用,从而听众可听到输入声音 S。

[0122] 相反,如果新提供的开关电路 38 切换成输入声音 S 供给到开关电路 37,那么开关电路 37 切换到输入终端 b 侧而开关电路 36 切换到输入终端 a 侧,以便仅使反馈型噪声消除系统起作用,从而听众可听到输入声音 S。

[0123] 自然,也在这个实例中,当听众想形成高质量级的无声状态时,开关电路 36 和开关电路 37 都切换到输入终端 a 侧。因此,反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分都起作用,以形成高质量级的无声状态。

[0124] 要注意,以上描述的开关电路 36、37 及 38 的任一个可以形成为机械开关,或形成为电气开关。

[0125] 而且,尽管以上描述的是在图 8、12、13 及 14 中表示的噪声消除系统可接受外部源

输入声音 S 的供给,但它们不限于刚描述的类型的那些。也有可能形成作为仅用于不具有用来从外部接受输入声音 S 的输入部分的噪声再现的噪声消除系统而描述的噪声消除系统的任一种。

[0126] FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 的数字化形成的具体例子

[0127] 在 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 以数字化形式形成的场合,它们的每一个如参照图 6C 和 9 描述的那样,由 ADC、DSP/CPU 部分及 DAC 形成。在这个实例中,如果例如是顺序转换类型的并且可进行高速转换的 ADC 和 DAC 用于 ADC 和 DAC,那么噪声减小信号可在适当计时处产生,由此实现噪声的减小。

[0128] 然而,可进行高速转换的顺序转换型的 ADC 和 DAC 是如此昂贵,从而对于 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 需要高成本。因此,描述一种甚至在过去使用 $\Sigma - \Delta$ (sigma-delta) 型的 ADC 或 DAC 的场合也有可能在适当计时处产生噪声减小信号而不产生巨大延迟量的技术。要注意,为了简化描述,把其中该技术应用于 FB 滤波器电路 12 的情形当作例子,给出如下描述。然而,该技术也可类似地应用于 FF 滤波器电路 22。

[0129] 图 15A 和 15B 表示 FB 滤波器电路 12 的构造,特别是 ADC 121 和 DAC 123 的构造。如在图 6C 和 15A 中看到的那样,FB 滤波器电路 12 包括 ADC 121、DSP/CPU 部分 122 及 DAC 123。如在图 15B 中看到的那样,ADC 121 包括去假频滤波器 1211、 $\Sigma - \Delta$ ADC 部分 (sigma-delta) 1212、及抽选滤波器 1213。同时,DAC 123 包括内插滤波器 1231、 $\Sigma - \Delta$ DAC 部分 (sigma-delta) 1232、及低通滤波器 1233。

[0130] 一般地,ADC 121 和 DAC 123 都使用其中使用 1 位信号的过取样方法和 $\Sigma - \Delta$ 调制。例如,在模拟信号通过 DSP/CPU 部分 122 经受数字信号过程的场合,它转换成 $1 F_s / \text{多位}$ (在大多数情况下,6 位至 24 位)。然而,根据 $\Sigma - \Delta$ 方法,取样频率 F_s [Hz] 在大多数情况下升高到 M 倍的 $M F_s$ [Hz],以进行过取样。

[0131] 如在图 15B 中看到的那样,在 ADC 121 的进口处提供的去假频滤波器 1211 和在 DAC 123 的出口部分处提供的低通滤波器 1233 防止在高于 $1/2$ 取样频率 F_s 的频带中的信号输入和输出。然而,实际上,由于去假频滤波器 1211 和低通滤波器 1233 都由模拟滤波器形成,所以难以得到在 $F_s/2$ 附近陡峭的衰减特性。

[0132] 如在图 15B 中看到的那样,抽选滤波器 1213 包括在 ADC 侧,而内插滤波器 1231 包括在 DAC 侧,并且这些滤波器用来进行抽选过程和内插过程。同时,高阶数的陡峭数字滤波器用来在滤波器每一个的内部施加带极限,由此减小在接受模拟信号的去假频滤波器 1211 上并且也在输出模拟信号的低通滤波器 1233 上的负担。

[0133] 顺便说明,在 ADC 121 和 DAC 123 中发生的延迟几乎由在抽选滤波器 1213 和内插滤波器 1231 中的高阶数字滤波器产生。具体地说,由于具有高阶数的滤波器 (在有限脉冲响应 (FIR) 滤波器的情况下,具有巨大分抽头数的滤波器) 用在具有 $M F_s$ Hz 的取样频率的区中以便在 $F_s/2$ 周围得到陡峭的特性,所以最终发生组延迟。

[0134] 在这个数字滤波器部分中,为了避免通过相位失真的时间波形变坏的不良影响,使用具有线性相位特性的 FIR 滤波器。特别是,有基于运动平均滤波器希望使用 FIR 滤波器的趋势,该运动平均滤波器通过 SINC 函数 ($\sin(x)/x$) 可实现内插特性。要注意,在线性相位型的滤波器的情况下,滤波器长度一半的时间几乎形成延迟量。

[0135] FIR 滤波器可代表其陡度和衰减效果随阶数 (抽头数) 增大而自然增大的特性。

由于具有小阶数的滤波器一般使用得不是非常多,因为它不提供显著的衰减量(提供许多泄漏)并且受假频影响较大。然而,在反馈型噪声消除系统中使用小阶数的滤波器的场合,可减小延迟时间,因为满足下文描述的条件条件的 FIR 滤波器的使用成为可能的。

[0136] 如果延迟时间减小,那么相位转动减小。结果,当 FB 滤波器电路 12 设计成产生如上文参照图 4 描述的这样的复合开环特性时,其特性高于 0 dB 的带可扩大,并且在频带和其衰减特性方面通过噪声消除系统可实现显著效果。另外,可容易地设想在滤波器生产时的自由度也增大。

[0137] 因而,在图 15B 中,对于形成都为数字滤波器形式的抽选滤波器 1213 和内插滤波器 1231 的 FIR 滤波器,(1) 应该使用在从近似 ($F_s-4\text{kHz}$) 至 ($F_s+4\text{kHz}$) 的频带上呈现等于或大于 -60 dB 的衰减的 FIR 滤波器,其中 F_s 是取样频率。

[0138] 在这个实例中,(2) 应该使用等于或大于两倍(近似 40kHz) 可听范围的取样频率 F_s ,并且 (3) 把 $\Sigma-\Delta$ (sigma-delta) 方法用作转换方法。而且,(4) 与除在条件 (1) 中规定的频带之外的其它频带相关的假频泄漏分量应该准许,从而应该使用其在转换处理设备内的处理机构中产生的组延迟被抑制到等于或小于 1ms 的数字滤波器。

[0139] 如果满足上述条件 (1) 和 (4) 的 FIR 滤波器用于抽选滤波器 1213 和内插滤波器 1231,并且取样频率 F_s 满足条件 (2) 同时转换方法满足条件 (3),那么在过去使用的 $\Sigma-\Delta$ 型的 ADC 或 DAC 用来建造数字化形式的 FB 滤波器电路 12。

[0140] 要注意,其中满足上述条件 (1) 和 (4) 的可形成不产生巨大延迟的数字滤波器的详细基本原则由本申请的发明人在共同待决日本专利申请 No. 2006-301211 中详细地描述。

[0141] 总结

[0142] (1) 由于如在上文参照图 8 描述的噪声消除系统中那样,一个或多个麦克风机构提供在头戴耳机壳体的内侧和外侧的每一个上,并且由在头戴耳机壳体的外侧上提供的麦克风收集的信号由在头戴耳机的内侧上的驱动器通过特定滤波器再现,所以减小泄漏到头戴耳机内的噪声。同时,由于由在头戴耳机壳体的内侧上的麦克风收集的信号由在头戴耳机壳体的内侧上的驱动器通过特定滤波器再现,所以在较宽频带上由噪声消除系统可进行较大衰减效果量的噪声减小。

[0143] (2) 由于如在上文参照图 12 描述的噪声消除系统中那样,以上在 (1) 中描述的内侧麦克风的滤波信号和外侧麦克风的滤波信号由模拟或数字机构混合,所以驱动器的数量可减小到一个。

[0144] (3) 如在上文参照图 6C、9 及 15 描述的那样,作为 FB 滤波器电路或 FF 滤波器电路实施的滤波器部分通过在系统中提供一个或多个 ADC 和一个或多个 DAC 构造成数字滤波器,以便借助于由 DSP 或 CPU 形成的算术运算装置进行数字滤波。

[0145] (4) 如在上文参照图 13 和 14 描述的噪声消除系统的情况下那样,系统可构造成具有:第一模式,其中在头戴耳机壳体的内侧上的麦克风和在其外侧上的麦克风的输出信号都进入 ADC,借此它们被数字处理;和第二模式,其中在向 DSP/CPU 部分同时发出指令以把由噪声减小系统执行的程序转换到均衡器程序的同时,来自在头戴耳机壳体的内和外侧之一的麦克风的麦克风信号的输入被切换到外部信号(音乐信号或电话通话信号),并且连接到相同 ADC 上。

[0146] 在这个实例中,如果使用第一模式,那么可形成高质量级的无声状态,但如果使用第二模式,那么可使反馈型噪声消除系统部分和前馈型噪声消除系统部分的仅一个起作用,从而在再现噪声的同时,再现外部源的输入声音以便由听众享受。而且,通过提供第一模式和第二模式,可抑制 ADC 的数量。

[0147] 根据本发明的方法

[0148] 本发明的第一方法如上文参照图 8 描述的那样,可通过使实现反馈型噪声消除系统的第一部分和实现前馈型噪声消除系统的第二部分同时起作用而实现,从而由前馈系统以及由反馈系统同时进行噪声消除。

[0149] 另一方面,通过如上文描述的那样允许 DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 由 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 共同使用,从而如上文参照图 12 描述的那样噪声再现信号由 DSP/CPU 部分 322 形成并且被合成,可实现使用单个功率放大器 33 和单个驱动器 34 的根据本发明实施例的第二方法。

[0150] 而且,通过由 ADC、DSP/CPU 及 DAC 形成 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 以便允许这样的过程:模/数转换→噪声减小信号产生处理→数/模转换,可实现根据本发明实施例的第三方法。

[0151] 而且,通过如从图 12 看到的那样允许 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 由 DSP/CPU 部分 322 及 DAC 323 共同使用,就是说,通过使 DSP/CPU 部分 322 形成用于反馈系统的噪声减小信号和进一步形成用于前馈系统的噪声减小信号从而噪声减小信号可被合成,可实现根据本发明实施例的第四方法。

[0152] 而且,通过如在图 13 和 14 中看到的那样进行关于由麦克风收集的声音和输入声音 S 哪一个应该被处理的转换,可实现根据本发明实施例的第五方法。

[0153] 其它

[0154] 要注意,在上文描述的实施例中,反馈型噪声消除系统部分主要通过使麦克风 111 实现作为第一声音收集部分的功能、通过使 FB 滤波器电路 12 实现作为第一信号处理部分的功能、通过使功率放大器 14 实现作为第一放大部分的功能及通过使包括扬声器 152 的驱动器 15 实现作为第一声音发射部分的功能,而形成。

[0155] 同时,前馈型噪声消除系统部分主要通过使麦克风 211 实现作为第二声音收集部分的功能、通过使 FF 滤波器电路 22 实现作为第二信号处理部分的功能、通过使功率放大器 24 实现作为第二放大部分的功能及通过使包括扬声器 252 的驱动器 25 实现作为第二声音发射部分的功能,而形成。

[0156] 而且,FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 实现作为合成部分的功能。类似地,如在图 12 中看到的那样对于 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 是共用元件的 DSP/CPU 具有对于反馈系统和前馈系统形成噪声减小信号的功能,并且还具有合成如此形成的噪声减小信号的功能。

[0157] 然后,在图 12 中的功率放大器 33 实现作为用来放大由合成部分合成的单一信号的单一放大部分的功能,并且驱动器 34 实现作为用来响应由单一放大部分放大的信号而发射声音的单一声音发射部分的功能。而且,在图 13 中表示的开关电路 36 和在图 14 中表示的开关电路 37 实现作为用来转换输出信号的转换部分的功能。

[0158] 而且,尽管在上文描述的实施例中,FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 都具有

数字滤波器的构造,但根据本发明的实施例,FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 的构造不限于此。在 FB 滤波器电路 12 和 FF 滤波器电路 22 具有模拟滤波器的构造的场合,也可实现与上述那些相类似的效果。

[0159] 而且,尽管在上文描述的实施例中,输入声音 S 作为外部源被接受,但不必提供接受外部源的功能。具体地说,噪声消除系统可以形成为可只减小噪声而没有必要接受诸如音乐之类的外部源的噪声减小系统。

[0160] 而且,尽管在上文描述的实施例中,为了简化描述本发明应用于头戴耳机系统,但所有系统不必并入在头戴耳机本体中。例如,也有可能的是,分离地提供诸如 FB 滤波器电路、FF 滤波器电路及功率放大器之类的处理机构作为在外侧上的盒,或者把它们与不同的设备相组合。这里,不同的设备可以是可再现声音或音乐信号的各种类型的硬件,如可携带声频播放机、电话设备及网络声音通信设备。

[0161] 具体地说,在本发明应用于可携带电话机和连接到可携带电话机上的头戴话筒的场合,例如,即使在外部噪声环境中,也可预期在良好条件下的电话通话。在这种情况下,如果 FF 滤波器电路、FB 滤波器电路、驱动电路等等提供在可携带电话终端侧,那么可简化头戴耳机侧的构造。自然,也有可能头戴耳机侧提供所有元件,从而它接收来自可携带电话终端的声音供给。

[0162] 尽管使用特定术语已经描述了本发明的优选实施例,但这样的描述仅为了说明目的,并且要理解,可以进行变更和变化而不脱离如下权利要求书的精神或范围。

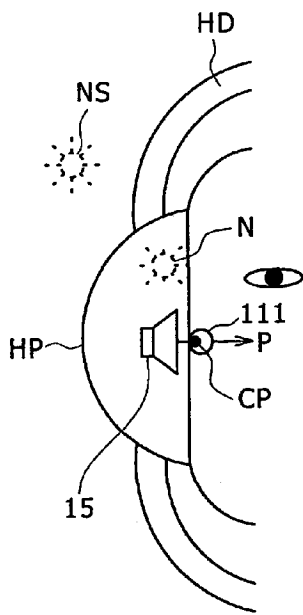


图1A

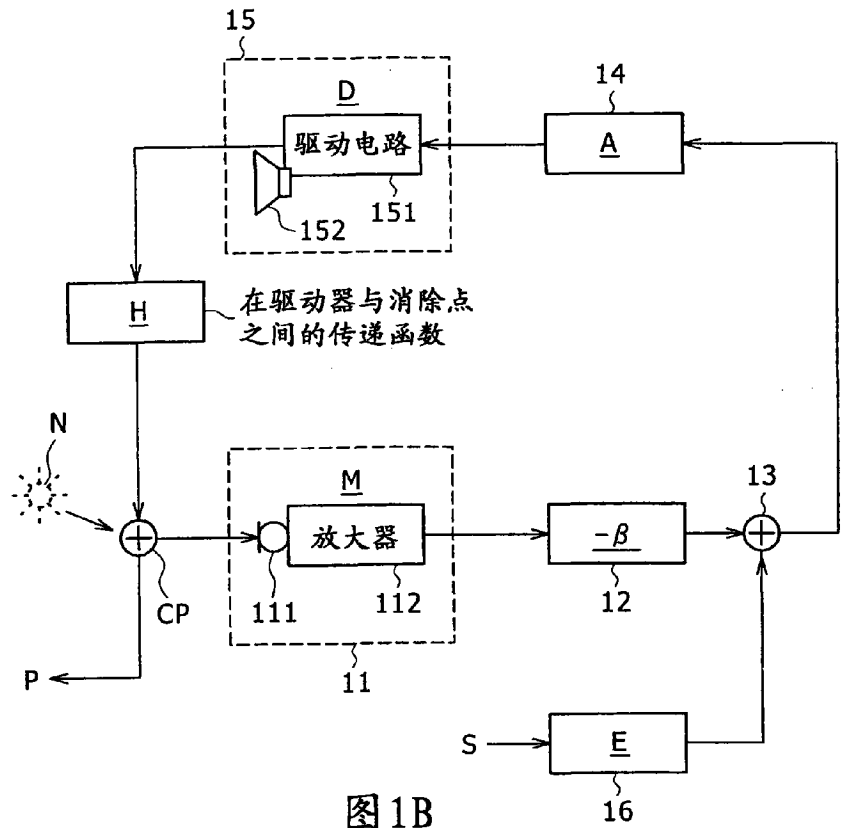


图1B

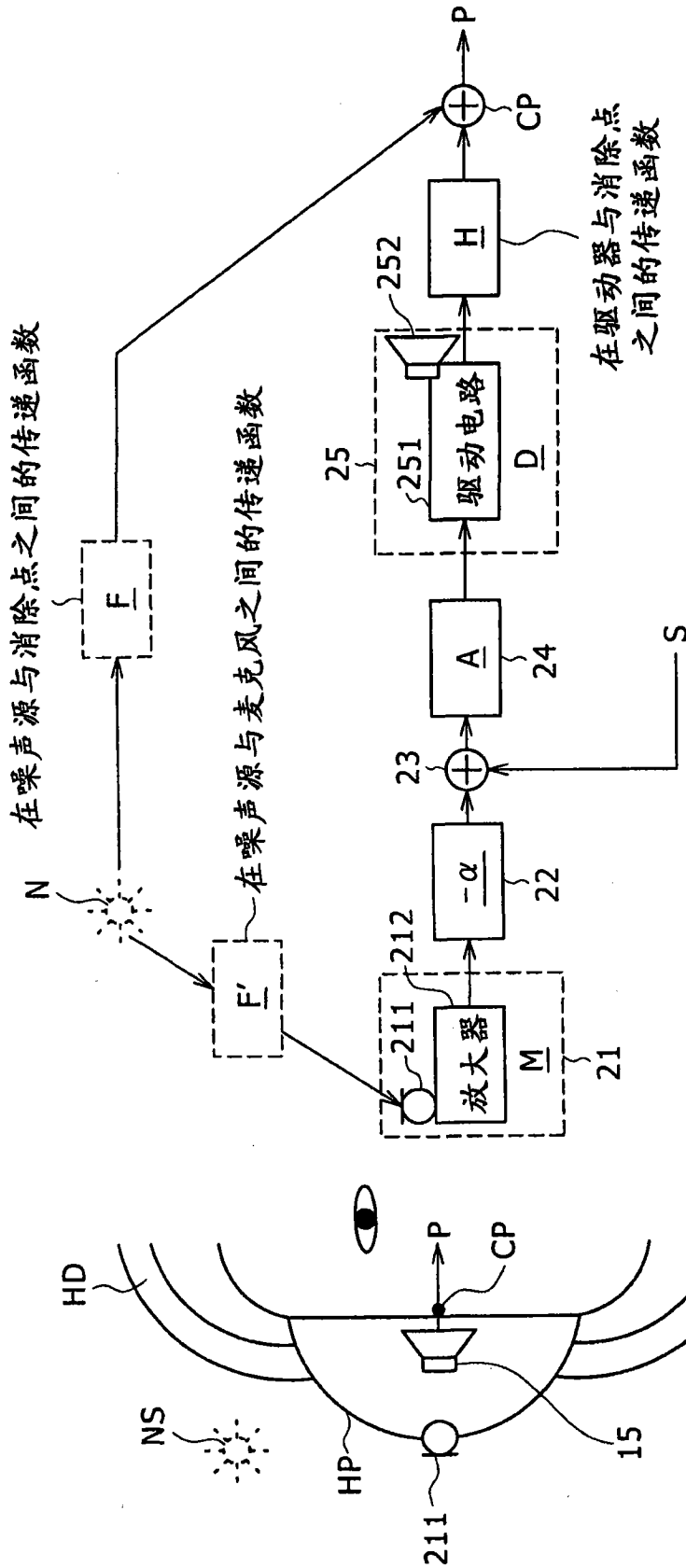


图2B

图2A

$$P = \frac{1}{1 + ADHM\beta} N + \frac{AHD}{1 + ADHM\beta} ES \quad \dots(1)$$

$$\left| \frac{1}{1 + ADHM\beta} \right| < 1 \quad \dots(2)$$

$$E = (1 + ADHM\beta) \quad \dots(3)$$

$$P = \frac{1}{1 + ADHM\beta} N + ADHS \quad \dots(4)$$

图 3

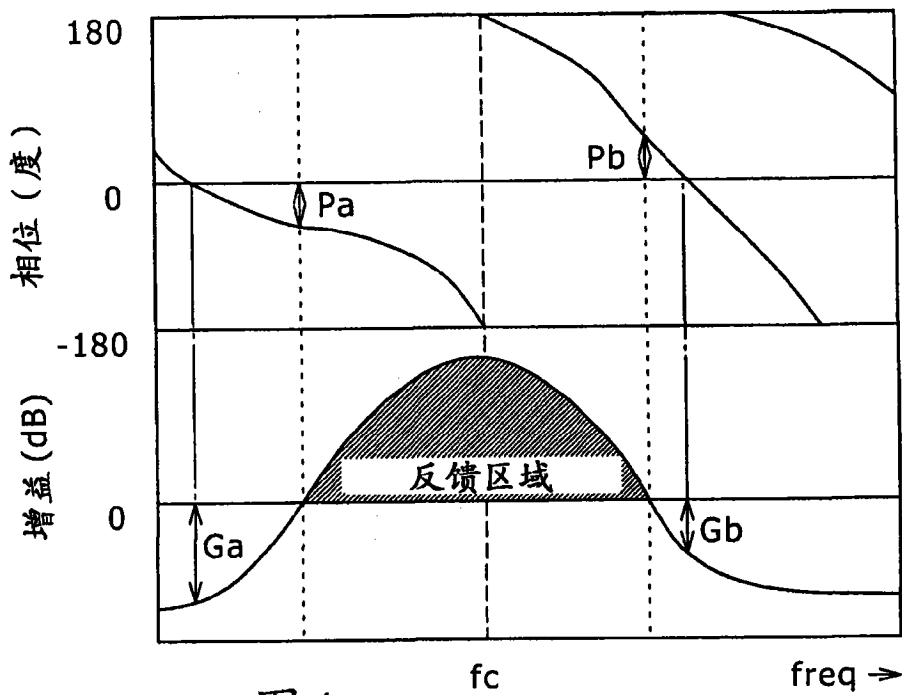


图 4

$$P = -F'ADHM\alpha N + FN + ADHS \quad \dots(1)$$

$$F = F'ADHM\alpha \quad \dots(2)$$

$$P = ADHS \quad \dots(3)$$

图 5

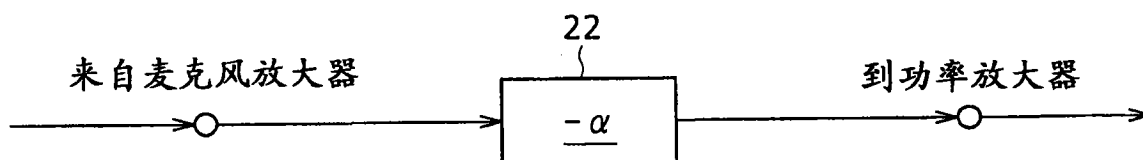


图 6A

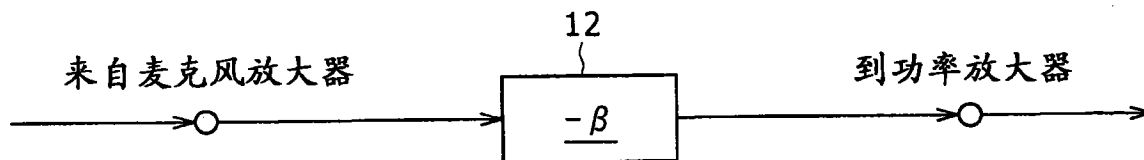


图 6B

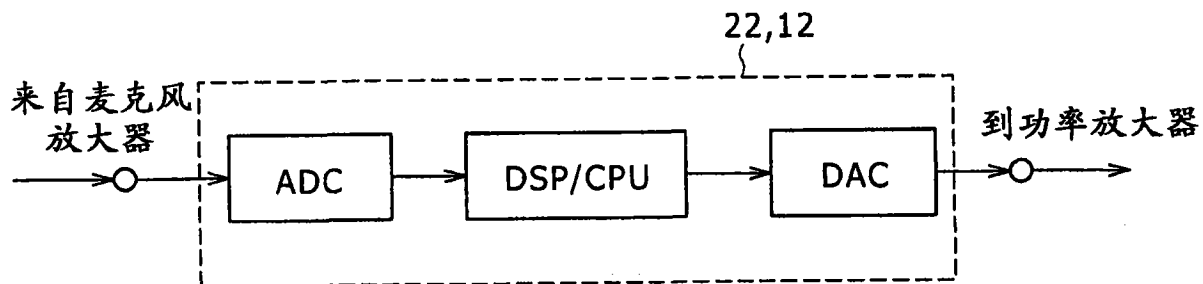


图 6C

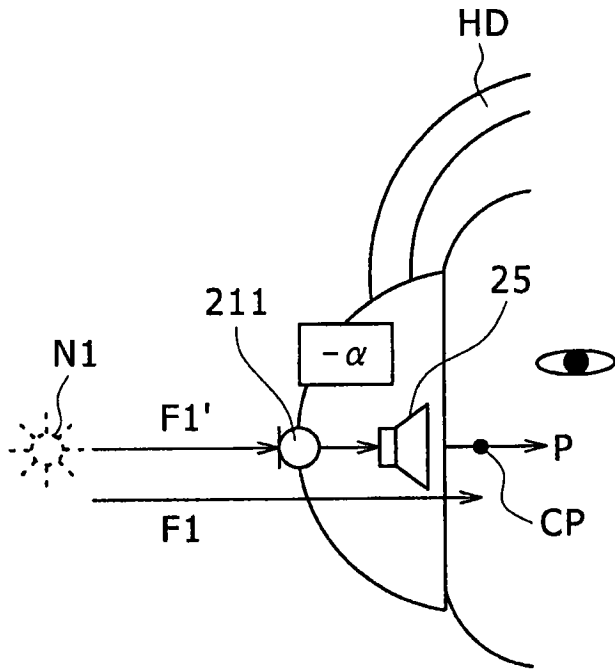


图 7A

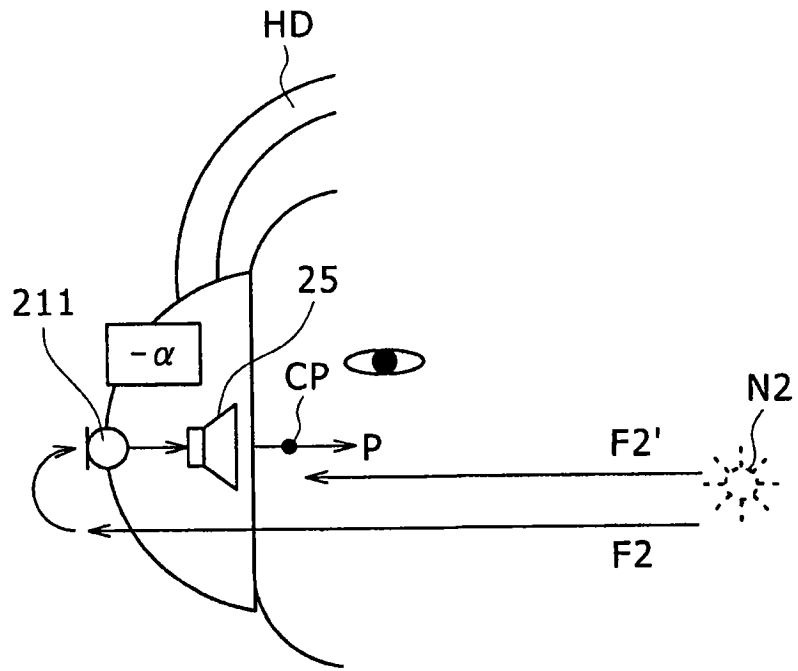


图 7B

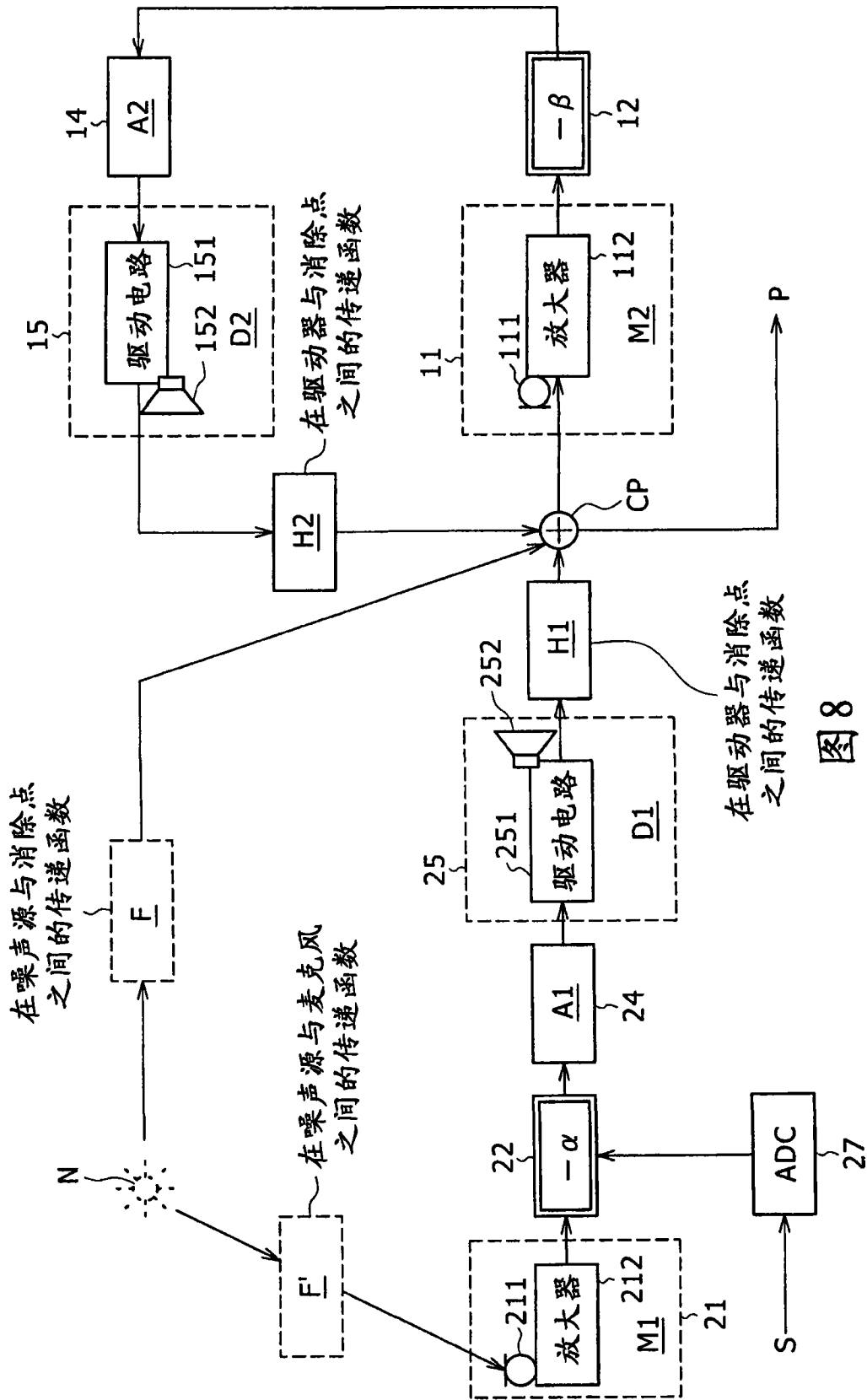


图8

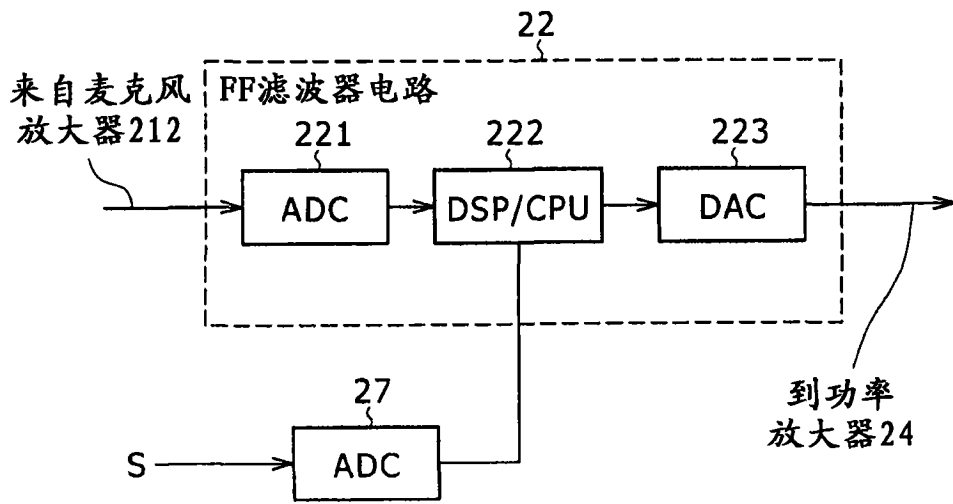


图9A

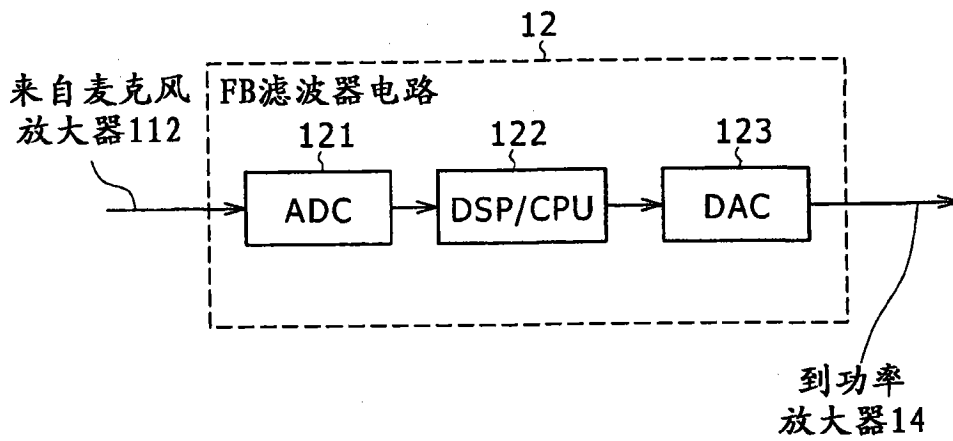


图9B

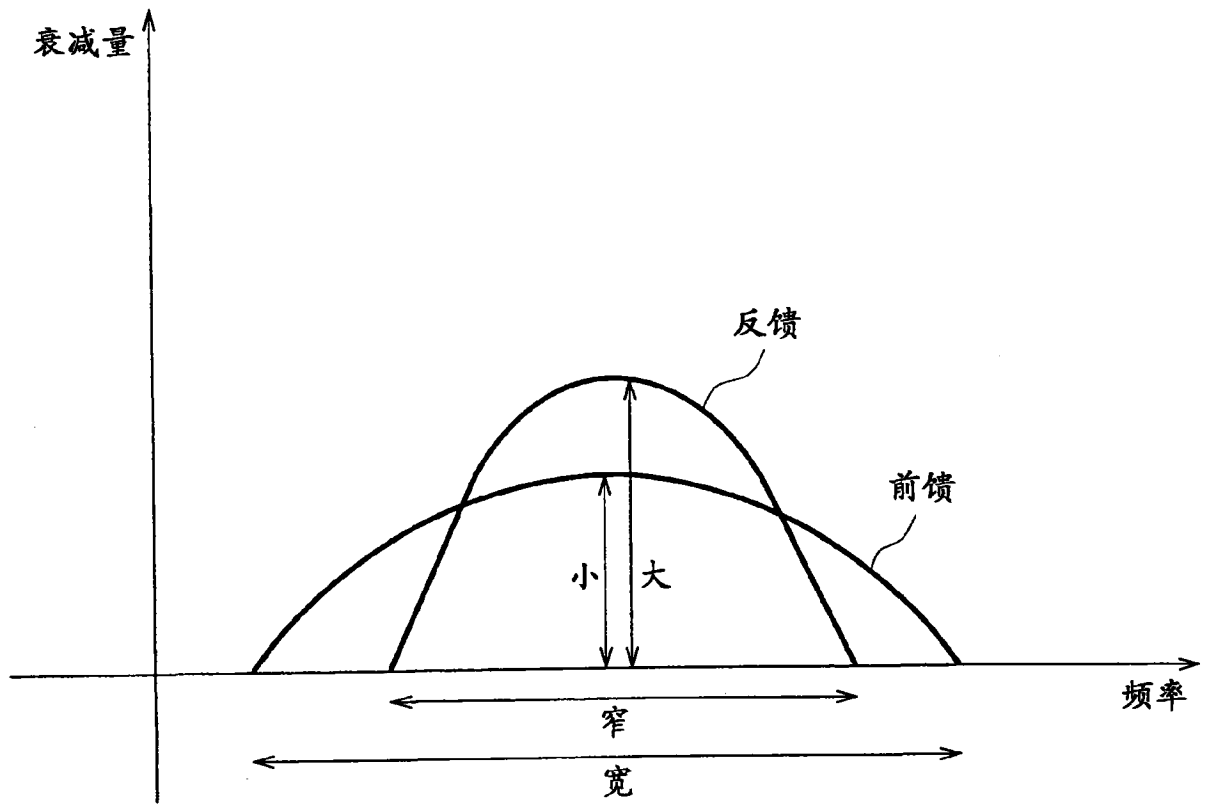


图10

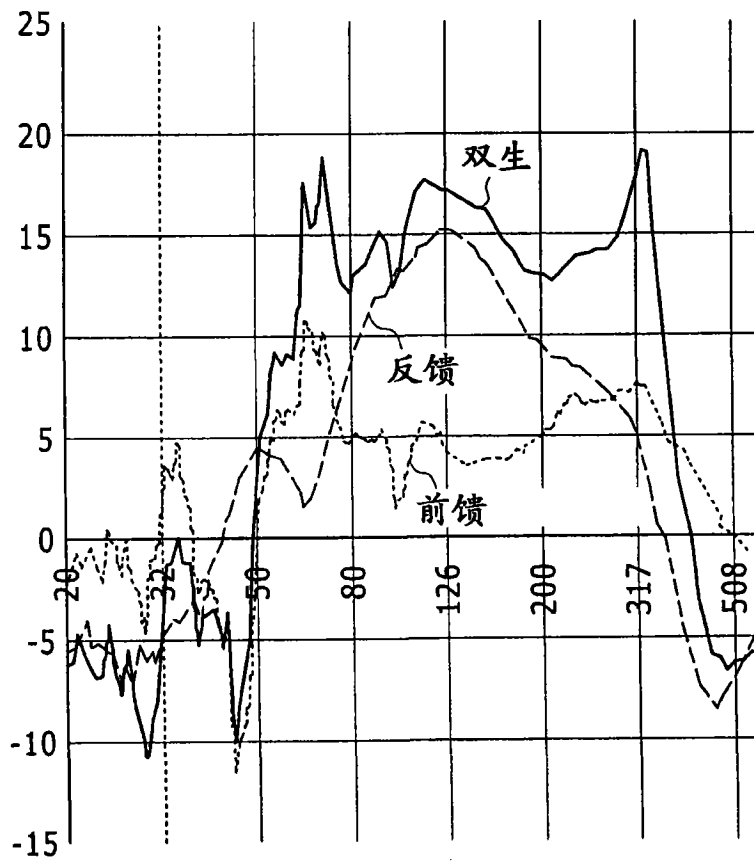


图11

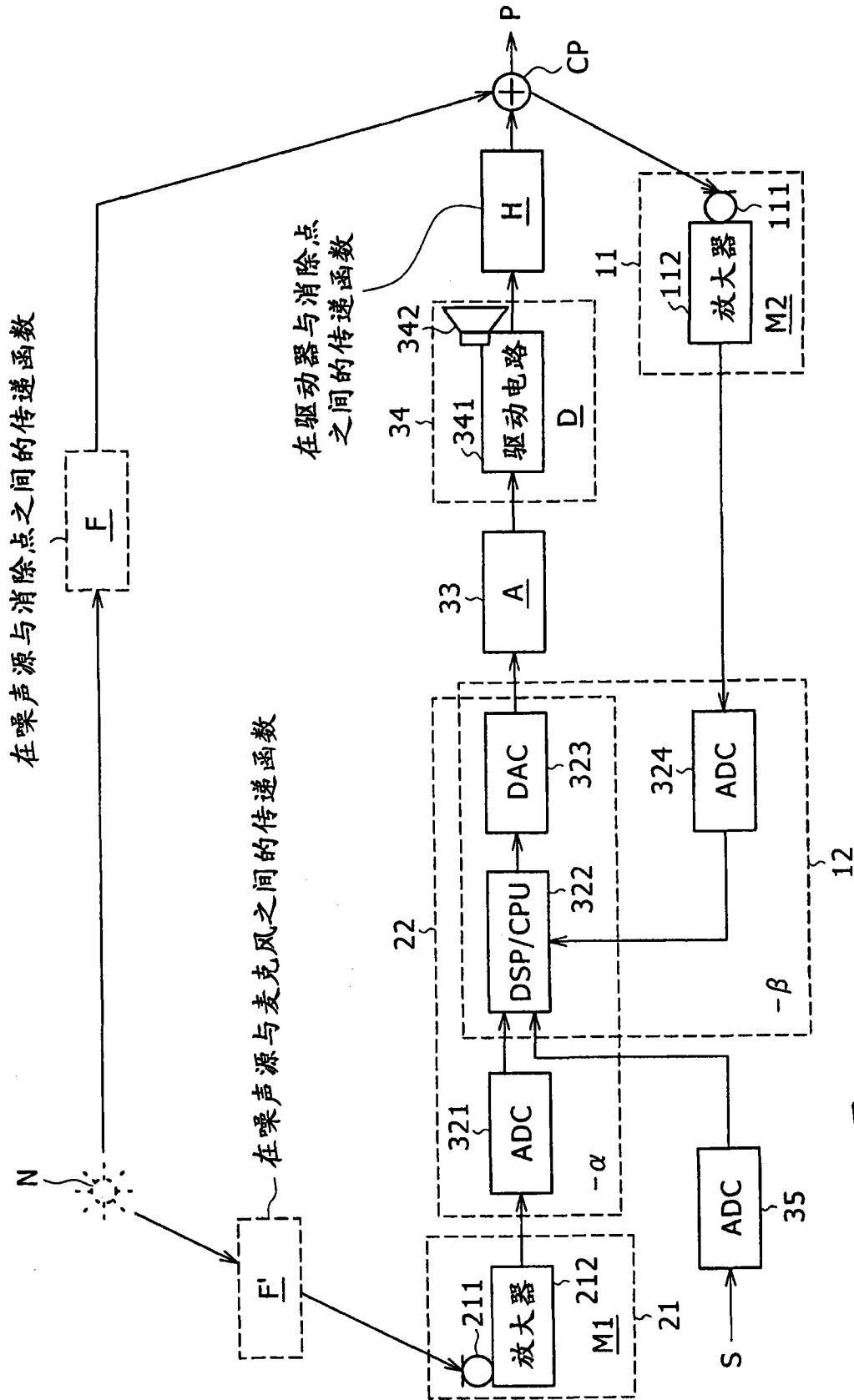
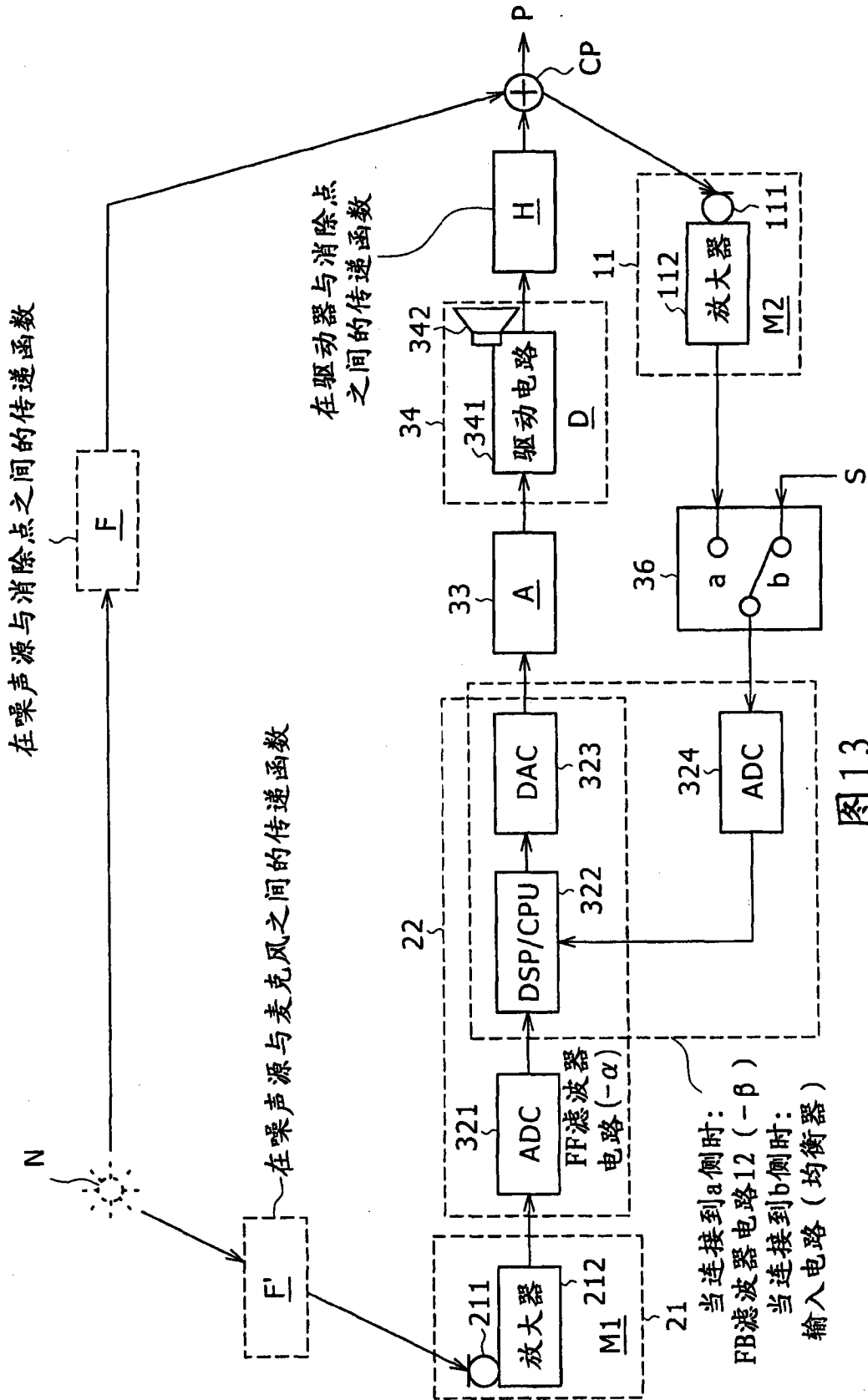


图12



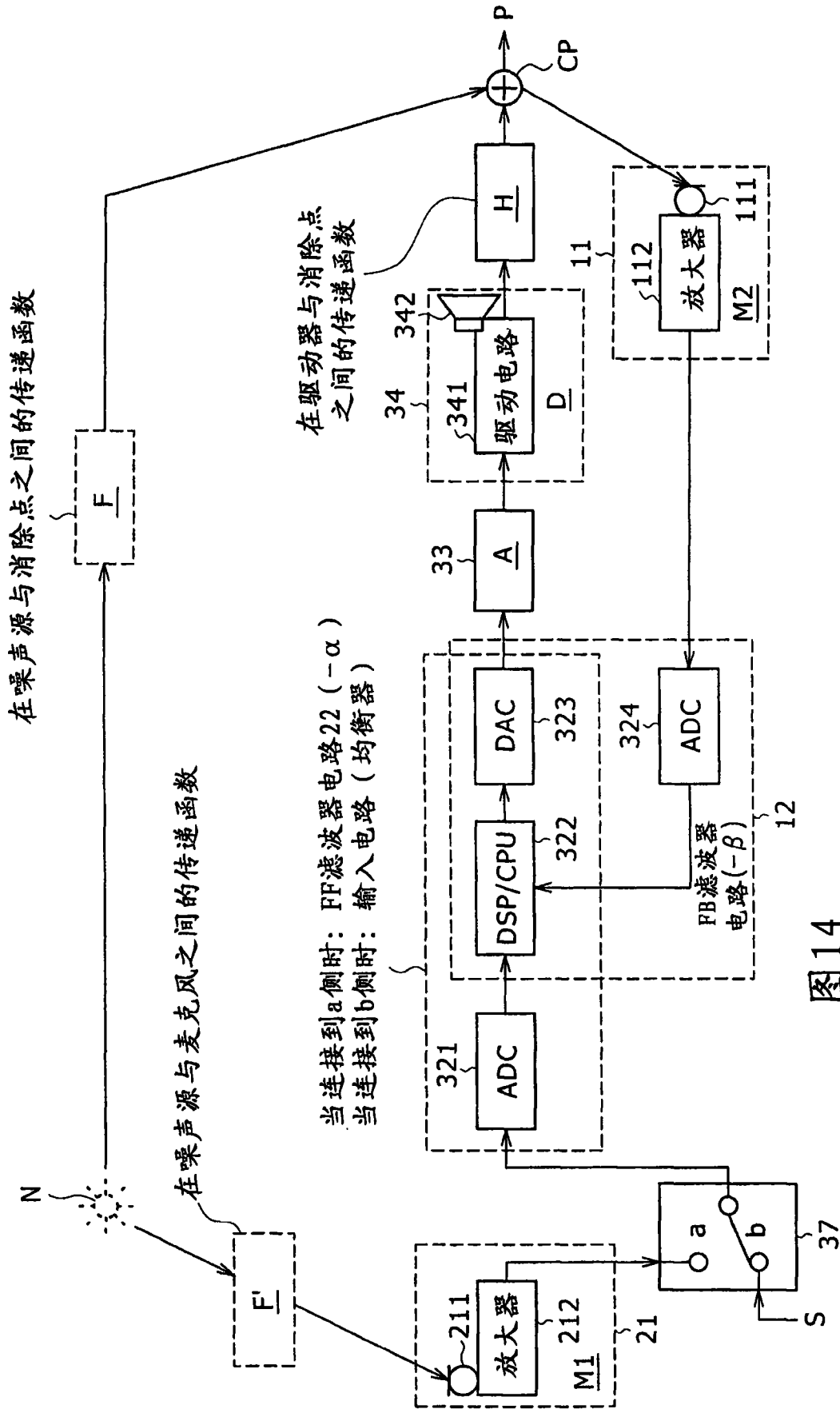


图14

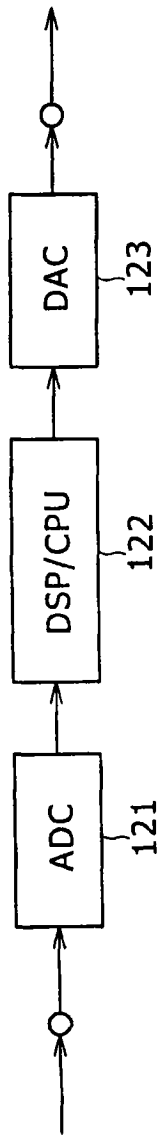


图15A

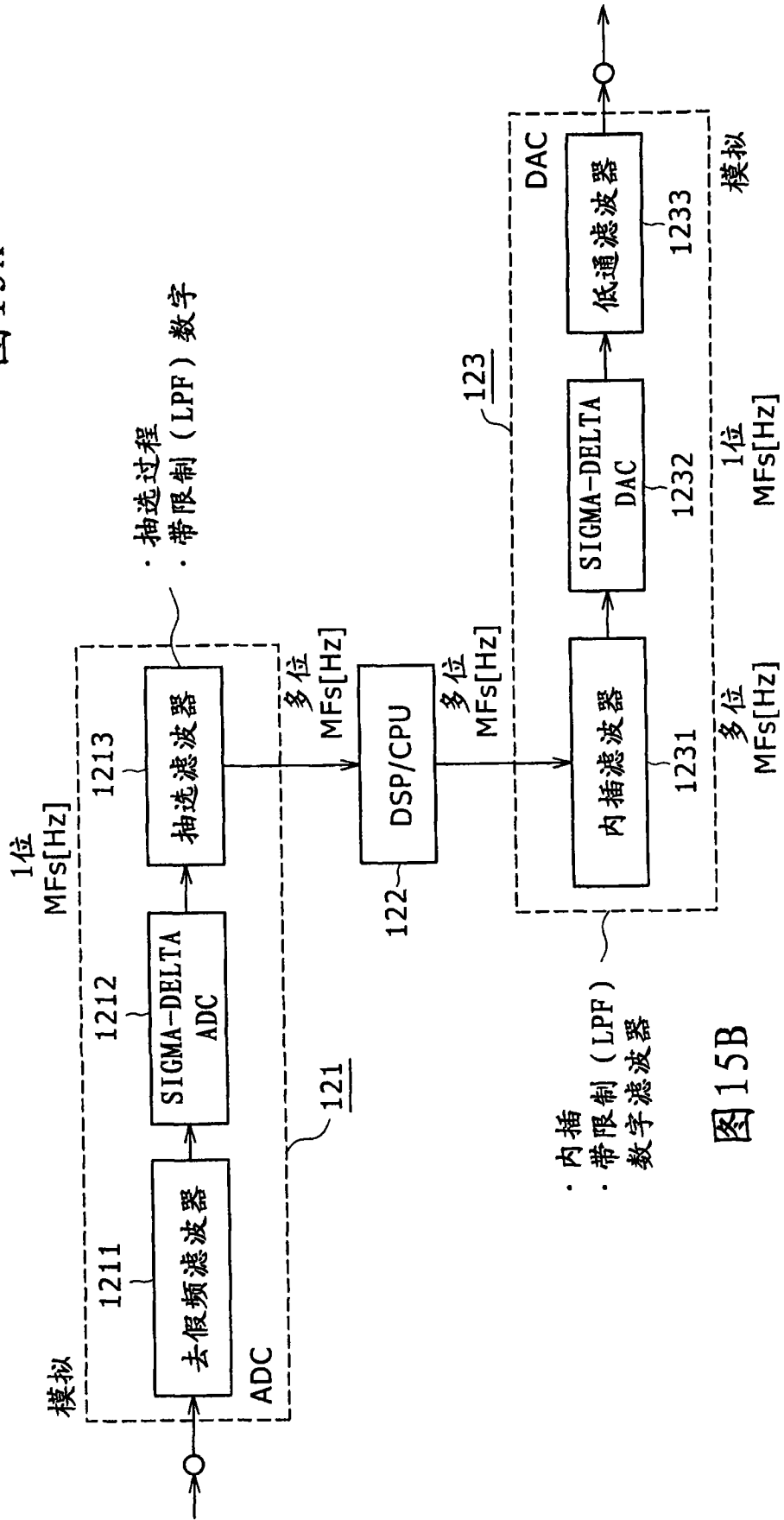


图15B