



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103581796 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201310317627.5

(22)申请日 2013.07.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103581796 A

(43)申请公布日 2014.02.12

(30) 优先权数据

2012-171975 2012.08.02 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 村田康信 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 马景辉

(51) Int.Cl.

H04R 3/00(2006.01)

H04R 5/04(2006.01)

(56)对比文件

JP H07240989 A, 1995.09.12,

JP S58104075 U, 1983.07.15,

审查员 宁艳玲

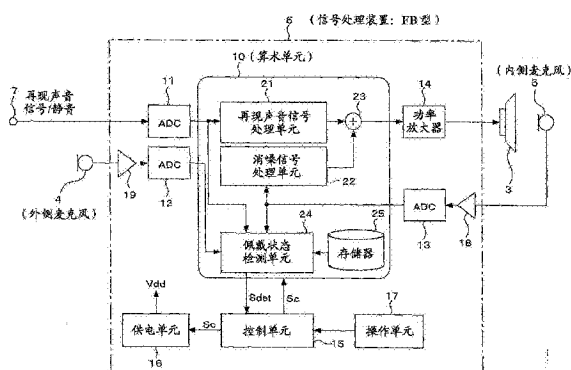
权利要求书2页 说明书29页 附图25页

(54)发明名称

耳机装置、佩戴状态检测装置及佩戴状态检测方法

(57)摘要

本发明涉及耳机装置、佩戴状态检测装置及佩戴状态检测方法。一种耳机装置,包括:外侧麦克风,该外侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置;内侧麦克风,该内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置;驱动器单元,该驱动器单元被配置为执行声学输出;以及佩戴状态检测单元,该佩戴状态检测单元被配置为使用非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值,来检测佩戴状态或非佩戴状态。



1. 一种耳机装置,包括:

外侧麦克风,该外侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置;

内侧麦克风,该内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置;

驱动器单元,该驱动器单元被配置为执行声学输出;以及

佩戴状态检测单元,该佩戴状态检测单元被配置为使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、作为预先存储的在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值、以及作为预先存储的在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值,来检测佩戴状态或非佩戴状态,

其中佩戴状态检测单元通过把非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值各自与由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果进行相似性判定来检测佩戴状态或非佩戴状态,

所述耳机装置还包括控制单元,该控制单元被配置为在佩戴状态检测单元检测到非佩戴状态时执行电源关闭控制。

2. 根据权利要求1的耳机装置,其中佩戴状态检测单元执行将用作由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的频率特性与用作非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的频率特性相比较的处理,作为所述相似性判定。

3. 根据权利要求1的耳机装置,其中佩戴状态检测单元执行将用作由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的时间轴幅度与用作非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的时间轴幅度相比较的处理,作为所述相似性判定。

4. 根据权利要求1的耳机装置,其中佩戴状态检测单元针对每个给定周期在相似性判定结果被判定为非佩戴状态的持续时间段或累积时间已经超过阈值时输出具有非佩戴状态的检测结果。

5. 根据权利要求1的耳机装置,还包括:

消噪处理单元,该消噪处理单元被配置为根据拾取的外来声音信号生成消噪信号,并将该消噪信号设置为从驱动器单元输出的声音信号,

其中要被供应至该消噪处理单元的所述外来声音信号被配置为由外侧麦克风和内侧麦克风之一或两者获取。

6. 根据权利要求1的耳机装置,还包括:

声音信号处理单元,该声音信号处理单元被配置为将从外部装置输入的声音信号作为从驱动器单元输出的声音信号来进行处理。

7. 一种检测耳机是处于佩戴状态还是非佩戴状态下的佩戴状态检测装置,包括:

参考特性计算处理部件,计算

作为在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值,以及

作为在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获

取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值；

存储器，存储所述非佩戴状态参考值和所述佩戴状态参考值；

佩戴状态判定处理部件，使用如下项来判定耳机是处于佩戴状态还是非佩戴状态：

由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果，其中该外侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置，而该内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置，

预先存储的所述非佩戴状态参考值，以及

预先存储的所述佩戴状态参考值，

其中所述佩戴状态检测装置通过把非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值各自与由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果进行相似性判定来检测佩戴状态或非佩戴状态。

8. 一种耳机装置的佩戴状态检测方法，所述耳机装置包括附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置的外侧麦克风、附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置的内侧麦克风、以及被配置为执行声学输出的驱动器单元，所述佩戴状态检测方法包括：

使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、作为预先存储的在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值、以及作为预先存储的在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值，来检测佩戴状态或非佩戴状态，

其中通过把非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值各自与由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果进行相似性判定来检测佩戴状态或非佩戴状态。

耳机装置、佩戴状态检测装置及佩戴状态检测方法

技术领域

[0001] 本公开涉及耳机装置、检测用户是否佩戴耳机装置的佩戴状态检测装置、以及佩戴状态检测方法。

背景技术

[0002] 类似于配有所谓消噪系统的耳机、对应于蓝牙(Bluetooth, 注册商标)的无线耳机等, 存在其内部包括有源电路并配有电池的耳机(有源耳机)。

[0003] 在使用有源耳机之后, 用户通常忘记关闭电源。如果用户在取下耳机之后忘记关闭电源, 电池会被消耗, 并且经常会在下次使用耳机时被耗尽。

[0004] 还有在有源耳机内使用专用内建可充电电池的产品。在无法切换至“无源”的产品中, 当用户忘记关闭电源并且电池耗尽时, 用户会感到不便并且放弃使用该产品或使用外部电池盒。

[0005] 此外, 虽然存在有能够切换至“无源”的产品, 但是即便如此也难以在最大化产品性能的同时进行收听。

发明内容

[0006] 期望自动检测佩戴/非佩戴并且根据在有源耳机中检测到的佩戴/非佩戴执行合适的操作控制。

[0007] 存在与检测耳机佩戴相关的若干技术。

[0008] 例如, 在日本未审专利申请公开No. 2008-289033中, 使用温度传感器检测佩戴。而在日本未审专利申请公开No. 2002-281583中, 设有特定机构(挂钩等)并且根据佩戴/非佩戴通过打开/关闭该挂钩而对电源进行控制。

[0009] 附带地, 在日本未审专利申请公开No. 2008-289033的技术中, 传感器所附至的部位由用户的使用决定。此外, 日本未审专利申请公开No. 2002-281583的技术则影响了设计。另外, 对尺寸增加的限制同样会在于耳内佩戴内耳耳机的情况下出现。

[0010] 此外, 虽然使用要被再现的声音信号频谱的方法已在日本未审专利申请公开No. 2009-207053中提出, 但是在具有通信功能的消噪耳机或蓝牙耳机进行通信时可能不存在声音信号。

[0011] 虽然分析来自鼓膜的反射音的技术也已在日本未审专利申请公开No. 2009-232423中提出, 但是同样难以在消噪耳机仅用于消噪的情况下(在用户没有听音乐等的情况下)执行该技术。为了确定是否存在反射音, 从驱动器输出某些声音的操作是必须的, 与消噪相对的操作也是必须的。

[0012] 例如, 还存在其中用户在搭乘飞机时通过使用消噪耳机的消噪功能来阻隔外来声音来执行阅读、睡眠等的形式。然而, 考虑上述使用, 如日本未审专利申请公开No. 2009-207053和No. 2009-232423中使用要再现和输出的声音的技术是不适用的。

[0013] 期望提供一种能够恰当检测耳机装置的佩戴/非佩戴的技术, 在该技术中, 即使在

没有输出诸如音乐的再现声音的情况下,也能够实现精确检测,并且几乎不出现对尺寸和设计的限制。

[0014] 根据本公开的一个实施例,提供了一种耳机装置,所述耳机装置包括:外侧麦克风,该外侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置;内侧麦克风,该内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置;驱动器单元,该驱动器单元被配置为执行声学输出;以及佩戴状态检测单元。该佩戴状态检测单元被配置为使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、作为预先存储的在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值、以及作为预先存储的在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值,来检测佩戴状态或非佩戴状态。

[0015] 根据本公开的一个实施例,提供了一种耳机装置的佩戴状态检测方法,所述耳机装置包括附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置的外侧麦克风、附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置的内侧麦克风、以及被配置为执行声学输出的驱动器单元,所述佩戴状态检测方法包括:使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、作为预先存储的在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值、以及作为预先存储的在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值,来检测佩戴状态或非佩戴状态。

[0016] 在上述公开中,使用由内侧麦克风获取的外来声音信号的信号特性在用户正佩戴耳机装置的状态和非佩戴状态之间有所不同的事实来检测佩戴/非佩戴。

[0017] 内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置。在此情况下,遮蔽物例如是耳机壳体。也就是说,由内侧麦克风拾取的外来声音的信号特性取决于佩戴/非佩戴而有所不同。另一方面,外侧麦克风直接拾取外来声音而与佩戴/非佩戴无关。

[0018] 因此,在非佩戴状态下,由内侧麦克风 and 外侧麦克风获取的声音信号理想地具有相似的特性。在佩戴状态下,由内侧麦克风 and 外侧麦克风获取的声音信号理想地展现出取决于声音拾取路径差异(遮蔽物的存在与否)的不同特性。

[0019] 因此,可以使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值来检测佩戴状态或非佩戴状态。

[0020] 根据本公开的上述实施例,有利效果在于能够在几乎不出现对尺寸和设计的限制的技术中恰当检测耳机装置的佩戴/非佩戴,而无需考虑来自耳机装置的输入声音输出执行的存在与否。

附图说明

[0021] 图1是本公开的一个实施例的耳机的说明图;

[0022] 图2是第一实施例的耳机的信号处理装置的框图;

- [0023] 图3是第一实施例的反馈(FB)型消噪系统的说明图;
- [0024] 图4是在没有第一实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0025] 图5是在有第一实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0026] 图6A和6B是一个实施例的参考特征的预先测量的说明图;
- [0027] 图7A和7B是该实施例的参考特征的测量和实际操作特征之间的比较的说明图;
- [0028] 图8是一个实施例的预先测量操作的说明图;
- [0029] 图9是一个实施例的佩戴状态检测操作的说明图;
- [0030] 图10A和10B是一个实施例的佩戴判定处理和电源控制处理的流程图;
- [0031] 图11是一个实施例的另一佩戴判定处理的流程图;
- [0032] 图12是第二实施例的耳机的信号处理装置的框图;
- [0033] 图13是第二实施例的前馈(FF)型消噪系统的说明图;
- [0034] 图14是在没有第二实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0035] 图15是在有第二实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0036] 图16是第三实施例的耳机的信号处理装置的框图;
- [0037] 图17是第三实施例的(FF+FB)型消噪系统的说明图;
- [0038] 图18是在没有第三实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0039] 图19是在有第三实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0040] 图20是第四实施例的耳机的信号处理装置的框图;
- [0041] 图21是在没有第四实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0042] 图22是在有第四实施例的再现音输入时各部分的特征的说明图;
- [0043] 图23是第五实施例的佩戴状态检测单元的框图;
- [0044] 图24是第五实施例的佩戴判定处理的流程图;以及
- [0045] 图25是第五实施例的变形例的佩戴状态检测单元的框图。

具体实施方式

[0046] 下面,将参考附图详细描述本公开的优选实施例。注意到,在本说明书和附图中,具有基本相同功能和结构的结构性元件由相同的参考编号所指示,并由此省略对这些结构性元件的重复解释。

- [0047] 下面,将按如下次序描述各实施例
- [0048] <1.耳机装置配置>
- [0049] <2.第一实施例(FB型消噪系统)>
- [0050] [2-1:信号处理装置配置>
- [0051] [2-2:佩戴判定技术]
- [0052] [2-3:预先测量和佩戴判定处理]
- [0053] <3.第二实施例(FF型消噪系统)>
- [0054] <4.第三实施例((FF+FB)型消噪系统)>
- [0055] <5.第四实施例(未安装消噪系统)>
- [0056] <6.第五实施例>
- [0057] <7.变形例>

[0058] <1.耳机装置配置>

[0059] 图1图示了本实施例的耳机1的说明性配置。

[0060] 本实施例的耳机1例如用作头上密封型立体声耳机装置,并且具有佩戴在用户左耳和右耳部分上的左壳体2L和右壳体2R。

[0061] 在左壳体2L中设有被配置为执行声学输出的驱动器单元3L,在右壳体2R中设有被配置为执行声学输出的驱动器单元3R,并且立体声声学输出由驱动器单元3L和3R执行。

[0062] 此外,在本实施例耳机1的左壳体2L中,设有其中拾音孔朝向壳体外布置的外侧麦克风4L以及被配置为拾取左壳体2L内声音的内侧麦克风5L。

[0063] 类似地,在右壳体2R侧,设有其中拾音孔朝向壳体外布置的外侧麦克风4R以及被配置为拾取右壳体2R内声音的内侧麦克风5R。

[0064] 在用户佩戴耳机1的状态下,左壳体2L和右壳体2R的内部空间(即,驱动器单元3L和3R的声音释放空间),用作通过壳体和用户头部而相对于外部空间大致密封的空间。

[0065] 于是,内侧麦克风5L和5R被设置为在用户佩戴耳机1的状态下附接至经由遮蔽物(壳体2L和2R)拾取外来声音的位置。

[0066] 另一方面,外侧麦克风4L和4R被设置为在用户佩戴耳机1的状态下附接至无需通过遮蔽物拾取外来声音的位置。

[0067] 此外,耳机1是所谓的有源耳机并且具有信号处理装置6。虽然将在随后对其进行描述,但是信号处理装置6具有其上形成电路单元以执行声音信号处理等的基板、用作操作电源的电池等。

[0068] 具体地说,基板或电池被装入壳体2L或2R内,或以其中在连接至再现装置等的线缆中间设有壳体的状态下被装入。

[0069] 例如,在使用耳机1听音乐等时,用户可以通过将耳机1连接至再现装置100来使用该耳机1。再现装置100例如可被认为是各种装置,诸如便携式音乐播放器、固定音乐播放器、便携式电话、个人计算机和便携式计算机。也就是说,假设被配置为输出声音信号的各种设备。

[0070] 由再现装置100再现的声音信号被输入耳机1的信号处理装置6。在执行了各种处理之后,从驱动器单元3L和3R中生成声学输出作为立体声声音。在信号处理装置6中,对输入的再现声音信号执行诸如均衡的声学处理,或是执行用于消噪操作的处理。

[0071] 此外,耳机1也可以在不被特别连接至再现装置100的情况下使用。具体地,当在信号处理装置6中提供有消噪操作功能时,用户可以获取其中外来声音已经通过佩戴耳机1而显著降低的状态。例如,还存在其中用户期望仅佩戴耳机1、打开电源并执行消噪操作以在诸如飞机或火车上得到安静环境的使用形式。

[0072] <2.第一实施例(FB型消噪系统)>

[0073] [2-1:信号处理装置配置]

[0074] 将主要描述上述图1的耳机1的信号处理装置6的配置。

[0075] 将描述其中安装有FB型消噪系统的配置例作为第一实施例。

[0076] 首先,将参考图2描述第一实施例的配置例。

[0077] 虽然在第一至第六实施例的描述中仅示出并描述了L和R通道中的一个,但是将在随后描述的与输入再现声音信号有关的作为立体声型耳机的配置、用于消噪处理的配置、

以及用于检测佩戴的配置在另一通道中大致相同。

[0078] 此外,因为仅在附图中示出了一个通道,所以不分配像是图1所示“3L和3R”中的参考标记L和R,而是在不分配“L”和“R”的情况下做出诸如“驱动器单元3”、“外侧麦克风4”和“内侧麦克风5”的记号。

[0079] 在第一实施例中,包括算术单元10、模数(A/D)转换器11、12、13、功率放大器14、控制单元15、供电单元16、操作单元17、麦克风放大器18和19作为信号处理装置6。

[0080] 算术单元10例如包括数字信号处理器(DSP)等,并且执行声学处理、消噪处理和佩戴判定处理。于是,算术单元10被配置为具有作为再现声音信号处理单元21、消噪信号处理单元22、加法器23、佩戴状态检测单元24和存储器25的功能。

[0081] 来自再现装置100的再现声音信号(音乐等)从输入端7输入并由A/D转换器11转换成数字信号。该数字信号被输入至再现声音信号处理单元21。再现声音信号处理单元21例如执行用于音质校正的均衡处理、声音音量处理等。当然,也可以执行诸如混响或回声的声学效果处理。

[0082] 经再现声音信号处理单元21处理的再现声音信号经由加法器23供应至功率放大器14并被放大,然后从驱动器单元3生成声学输出。

[0083] 在第一实施例中,安装的是FB型消噪系统。于是,内侧麦克风5被用作消噪麦克风。

[0084] A/D转换器13将由内侧麦克风5拾取并由麦克风放大器18放大的声音信号转换成数字信号,并将该数字信号提供给消噪信号处理单元22。消噪信号处理单元22通过对拾取的声音信号执行用于消噪的数字滤波处理而生成消噪信号。

[0085] 加法器23将消噪信号添加至再现声音信号,并且经由功率放大器14从驱动器单元3生成声学输出。

[0086] 在FB型消噪系统中,在声音信号的声学再现声音和噪声于用户(佩戴耳机1的人)的音乐听取位置处合成的声学合成位置处拾取噪声。也就是说,该位置是驱动器单元3的振动膜的前表面,这通常是靠近耳朵的位置。

[0087] 因此,仅需要使用内侧麦克风5作为用于噪声声音拾取的麦克风。

[0088] 因此,通过消噪信号处理单元22的滤波处理生成由内侧麦克风5拾取的外来噪声的逆相成分,并将该逆相成分作为消噪信号进行声学再现,由此减少自耳机壳体2L和2R外部输入的噪声成分。

[0089] 此外,在该实施例的耳机1中,检测用户是否正佩戴该耳机1。

[0090] 于是,A/D转换器12将由外侧麦克风4拾取并由麦克风放大器19放大的声音信号转换成数字信号,并将该数字信号提供给佩戴状态检测单元24。此外,A/D转换器13将由内侧麦克风5拾取并由麦克风放大器18放大的声音信号转换成数字信号,并将该数字信号提供给佩戴状态检测单元24。进一步地,还供应由A/D转换器11转换成数字信号的再现声音信号。

[0091] 此外,佩戴状态检测单元24被配置为参考存储在存储器25中的佩戴状态参考值和非佩戴状态参考值。

[0092] 佩戴状态检测单元24在由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间执行信号比较。因此,使用信号比较结果以及存储在存储器25中的佩戴状态参考值和非佩戴状态参考值来做出佩戴判定。

[0093] 佩戴状态参考值是在用户正佩戴耳机1的状态下外来声音到达时由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的理想值。该值被预先测量并存储在存储器25中。

[0094] 非佩戴状态参考值是在用户没有佩戴耳机1的非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的理想值。该值同样被预先测量并存储在存储器25中。

[0095] 佩戴状态检测单元24在由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间连续执行信号比较。根据信号比较结果,通过与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值进行各自的相似性判定来检测该状态是佩戴状态还是非佩戴状态。因此,佩戴状态检测单元24向控制单元15输出指示佩戴/非佩戴检测结果的佩戴检测信号Sdet。

[0096] 控制单元15例如包括微型计算机并且将控制信号Sc输出至耳机1的信号处理装置6的每个部分以执行必要的控制。

[0097] 例如,对于算术单元10,执行与再现声音信号处理单元21内各个模式相对应的均衡系数指示,执行消噪信号处理单元22内的滤波器系数的设置,执行消噪功能的开/关控制等。

[0098] 作为用于消噪的滤波处理,可以根据外部环境执行各种设置(消噪模式)。例如,可以对滤波器系数进行切换,由此执行适应噪声环境(诸如火车内、飞机内或户外)的消噪操作。在此情况下,控制单元15还根据消噪模式设置滤波器系数。

[0099] 此外,控制单元15控制用于供电单元16的电源开/关。

[0100] 供电单元16使用内建电池作为电源,并且向每个部分供应操作电源电压Vdd。基于来自控制单元15的指令执行电源电压Vdd的供应的开/关(耳机1的电源开/关)。

[0101] 作为操作单元17,设有要由用户使用的操作元件。例如,设有电源按钮、模式按钮(声学模式或消噪模式的操作元件)等。

[0102] 控制单元15根据电源按钮的操作指令供电单元16打开/关闭电源。此外,控制单元15根据模式按钮的操作指示算术单元10的处理模式。

[0103] 同样地,本实施例的耳机1可以是其中耳机1通过有线或无线连接至再现装置100的类型。

[0104] 在无线连接类型的情况下,接收单元被配置为在A/D转换器11的前级提供。

[0105] [2-2:佩戴判定技术]

[0106] 将详细描述上述配置的耳机1中的佩戴判定技术。

[0107] 图3例示了在已经安装有FB型消噪系统的第一实施例中的各部件的特性。

[0108] 耳机1(壳体2)佩戴在用户头部(耳廓)200上。例示的特性如下。

[0109] 声场301表示来自声源N的外来噪声到达内侧麦克风5和外侧麦克风4所沿着的声学路径。同样地,虽然参考图4描述,但假设“F”或“F'”指代声学路径,而声学特性则由“F₀”或“F₁”指代。

[0110] 加法器302展现来自驱动器单元3的输出声音和外来噪声的空间合成。空间合成的声压(用户听到的声压)由“P”指示。

[0111] 麦克风和麦克风放大器303表示内侧麦克风5和麦克风放大器18的声音拾取声音信号路径。麦克风和麦克风放大器303的声音信号特性被称为“M”。

[0112] 消噪(NC)滤波器304FB展现用于算术单元10中的消噪信号处理单元22的消噪信号生成的滤波处理。滤波特性被称为“-β”。

[0113] 均衡器305展现要由算术单元10中的再现声音信号处理单元21所执行的均衡处理。该处理特性被称为“E”。同样地,输入再现声音信号被称为“S”。

[0114] 功率放大器306展现功率放大器14内的放大处理。其特性被称为“A”。

[0115] 驱动器和声学器件307展现驱动器单元3以及作为声音释放空间的输出声音路径。其声学特性被称为“H”。

[0116] 首先,以上述特性为前提,将参考图4描述在再现声音信号S没有从再现装置100输入时由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声音信号。

[0117] 在图4中,虚线500的左侧用作壳体2的外部声音信号系统,而右侧则用作壳体2的内部声音信号系统。在此情况下,虚线500的右侧用作如图3中的FB型消噪系统的元件,而虚线500的左侧则不用作该消噪系统的元件。

[0118] 在此,声学路径F和声学路径F'示出为声场301。

[0119] 声学路径F是从声源N(外部噪声源)到外侧麦克风4的声学路径的名称,而声学路径F'则是从声源N到内侧麦克风5的声学路径的名称。

[0120] 在此,将考虑其中使用具有相同特性的内侧麦克风5和外侧麦克风4的情况。

[0121] 麦克风和麦克风放大器303如上所述是内侧麦克风5和麦克风放大器18的声音拾取声音信号路径,而麦克风和麦克风放大器308则是外侧麦克风4和麦克风放大器19的声音拾取声音信号路径。这两个特性都被称为“M”。

[0122] 虽然“P”如上所述是用户听到的声压,但是这如图4所示变为由内侧麦克风5拾取的声压。

[0123] “R”指示由外侧麦克风4拾取的声压。

[0124] 从声源N到内侧麦克风5和外侧麦克风4存在两种类型的特性。

[0125] 没有遮蔽物时的特性被称为“F₀”,而有遮蔽物时(耳机被安装)的特性被称为“F₁”。

[0126] 也就是说,从外来声音的声源N到外侧麦克风4的声学路径F的特性是恒定的“F₀”。另一方面,从外来声音的声源N到内侧麦克风5的声学路径F'的特性可以是“F₀”(非佩戴状态)或“F₁”(佩戴状态)。

[0127] 类似地,在驱动器和声学器件307的特性“H”中,非佩戴状态被称为“H₀”,而佩戴状态则被称为“H₁”。

[0128] 特性“F₀”、“F₁”、“H₀”和“H₁”被预先测量,并且能够获得每个特性。

[0129] 在此,将参考方程(1)至(7)。

[0130] $P = F'_{MN} - AHM\beta P \cdots (1)$

[0131] $(1 + AHM\beta) P = F'_{MN} \cdots (2)$

[0132] $Q_0 = (1 + AH_0M\beta) P = F_0MN \cdots (3)$

[0133] $Q_1 = (1 + AH_1M\beta) P = F_1MN \cdots (4)$

[0134] $R = F_0MN \cdots (5)$

[0135] $\frac{Q_0}{R} = \frac{F_0MN}{F_0MN} = 1 \cdots (6)$

$$[0136] \quad \frac{Q_1}{R} = \frac{F_{1MN}}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} \quad \dots(7)$$

[0137] 在图4的状态中用作内侧麦克风5的声音拾取结果的声压P在方程(1)中表达。同样,在方程(1)中,为了方便,示出声学路径名称“F”,意思是特性“F₀”或“F₁”。此外,驱动器和声学器件307的特性“H”是“H₀”或“H₁”。

[0138] 方程(2)是方程(1)的变形。

[0139] 在此,考虑非佩戴状态和佩戴状态的每一种以获取方程(3)和(4)。

[0140] 因为在非佩戴状态下声场301的特性是“F₀”并且驱动器和声学器件307的特性是“H₀”,所以从方程(2)得到方程(3)。方程(3)表示非佩戴状态的内侧麦克风5的声音拾取声压特性“Q₀”。

[0141] 因为在佩戴状态下声场301的特性是“F₁”并且驱动器和声学器件307的特性是“H₁”,所以从方程(2)得到方程(4)。方程(4)表示佩戴状态的内侧麦克风5的声音拾取声压特性“Q₁”。

[0142] 另一方面,由外侧麦克风4拾取的声音结果的声压R在方程(5)中表达。这是因为声场301的特性是恒定的“F₀”,并且与消噪系统无关。

[0143] 当已经算出由麦克风4和5获取的声压“R”和“Q”之比时,非佩戴状态的理想方程变为方程(6),佩戴状态的理想方程变为方程(7),并且这些是恒定的。

[0144] 使用用作上述方程(6)和(7)的常数,就能够在耳机1被使用时检测佩戴。

[0145] 方程(6)的(Q₀/R)=1的值变为上述非佩戴状态参考值。

[0146] 方程(7)的(Q₁/R)=(F₁/F₀)的值变为上述佩戴状态参考值。

[0147] 假设这些值基于预先执行的测量而被保存在存储器25中。

[0148] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(8)至(11)。

$$[0149] \quad T_0 = f_0(P, R) = (1 + AH_0 M \beta) \frac{P}{R} \quad \dots(8)$$

$$[0150] \quad T_1 = f_1(P, R) = (1 + AH_1 M \beta) \frac{F_1}{F_0} \frac{P}{R} \quad \dots(9)$$

$$[0151] \quad d_0 = |1 - T_0| \dots(10)$$

$$[0152] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \quad \dots(11)$$

[0153] 当耳机1在操作中时,从由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”恒定地算出方程(8)和(9)的“T₀”和“T₁”。

[0154] 算出的方程(8)的值T₀是已假设非佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。

[0155] 当该状态实际上是非佩戴状态时,算出的方程(8)的值T₀在给出理想条件的情况下等于方程(6)的非佩戴状态参考值(=1)。

[0156] 此外,算出的方程(9)的值T₁是已假设佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。

[0157] 当该状态实际上是佩戴状态时,算出的方程(9)的值T₁在给出理想条件的情况下等于方程(7)的佩戴状态参考值(=F₁/F₀)。

[0158] 由此得到算出的方程 (8) 和 (9) 的值“ T_0 ”和“ T_1 ”与理想值的距离。

[0159] 方程 (10) 的距离 d_0 表示算出的方程 (8) 的值“ T_0 ”和非佩戴状态参考值 (=1) 之间的距离。

[0160] 方程 (11) 的距离 d_1 表示算出的方程 (9) 的值“ T_1 ”和佩戴状态参考值 (=F₁/F₀) 之间的距离。

[0161] 由此,比较距离 d_0 和 d_1 。

[0162] 如果 $d_0 < d_1$,则判定状态为非佩戴状态。如果 $d_0 \geq d_1$,则判定状态为佩戴状态。

[0163] 如果 $d_0 < d_1$,则能够判定状态为非佩戴状态的原因是:在假设非佩戴状态时由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果与非佩戴状态参考值的相似性要大于假设在佩戴状态下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果与佩戴状态参考值的相似性。而 $d_0 \geq d_1$ 的情况与此相反。

[0164] 也就是说,当前(在佩戴判定处理期间),佩戴/非佩戴能够通过判定非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值与由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的相似性(距离)来确定。

[0165] 虽然已经如上描述了没有再现声音信号被输入到输入端子7的情况,但是在考虑再现声音信号S的输入时,图4变得类似于图5。

[0166] 也就是说,为再现声音信号S给出均衡器305中的信号处理特性“E”。加法器23将该信号处理特性“E”添加至消噪信号(NC滤波器304FB的输出)。

[0167] 于是,基于与上述类似的概念的方程如下。

[0168] $P = F' MN - AHM\beta P + EAHMS \cdots (12)$

$$[0169] \quad P = \frac{F' M}{1 + AHM\beta} N + \frac{EAHM}{1 + AHM\beta} S \quad \dots (13)$$

$$[0170] \quad P_0 = \frac{F_0 M}{1 + AH_0 M \beta} N + \frac{EAH_0 M}{1 + AH_0 M \beta} S \quad \dots (14)$$

$$[0171] \quad P_1 = \frac{F_1 M}{1 + AH_1 M \beta} N + \frac{EAH_1 M}{1 + AH_1 M \beta} S \quad \dots (15)$$

$$[0172] \quad Q_0 = (P_0 - \frac{EAH_0 M}{1 + AH_0 M \beta} S)(1 + AH_0 M \beta) = (1 + AH_0 M \beta)P_0 - EAH_0 MS = F_0 MN \quad \dots (16)$$

$$[0173] \quad Q_1 = (P_1 - \frac{EAH_1 M}{1 + AH_1 M \beta} S)(1 + AH_1 M \beta) = (1 + AH_1 M \beta)P_1 - EAH_1 MS = F_1 MN \quad \dots (17)$$

$$[0174] \quad R = F_0 MN \cdots (18)$$

$$[0175] \quad \frac{Q_0}{R} = \frac{F_0 MN}{F_0 MN} = 1 \quad \dots (19)$$

$$[0176] \quad \frac{Q_1}{R} = \frac{F_1 MN}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} \quad \dots (20)$$

[0177] 方程 (12) 是由内侧麦克风5拾取的声压P的方程。

[0178] 通过将方程 (12) 变形为噪声源N的项和再现声音S的项得到方程 (13)。

[0179] 在方程 (12) 和 (13) 中, 如同上述方程 (1) 和 (2), “F” 是特性 “F₀” 或 “F₁”, 而 “H” 是特性 “H₀” 或 “H₁”。

[0180] 方程 (14) 的 P₀ 的方程是在非佩戴状态的假设下通过设 “F” = “F₀” 和 “H” = “H₀” 而得到的方程 (13) 的变形。

[0181] 方程 (15) 的 P₁ 的方程是在佩戴状态的假设下通过设 “F” = “F₁” 和 “H” = “H₁” 而得到的方程 (13) 的变形。

[0182] 方程 (16) 表示通过变形方程 (14) 得到的非佩戴状态下的内侧麦克风 5 的声音拾取声压特性 “Q₀”。

[0183] 方程 (17) 表示通过变形方程 (15) 得到的佩戴状态下的内侧麦克风 5 的声音拾取声压特性 “Q₁”。

[0184] 另一方面, 由外侧麦克风 4 拾取的声压 R 变为方程 (18)。

[0185] 当已经算出由麦克风 4 和 5 获取的声压 “R” 和 “Q” 之比时, 非佩戴状态的理想方程变为方程 (19), 而佩戴状态的理想方程变为方程 (20)。这些方程变为常数并且等于上述的方程 (6) 和 (7)。

[0186] 因此, 可以在耳机 1 被使用时利用作为方程 (19) 和 (20) 的常数来执行佩戴检测。

[0187] 方程 (19) 的 (Q₀/R) = 1 的值变为非佩戴状态参考值, 而方程 (20) 的 (Q₁/R) = (F₁/F₀) 的值变为佩戴状态参考值。

[0188] 假设这些值基于预先执行的测量而被保存在存储器 25 中。

[0189] 当耳机 1 在操作中时, 执行如下操作。参考方程 (21) 至 (24)。

$$[0190] \quad T_0 = f_0(P, R, S) = \frac{1 + AH_0 M \beta}{R} P - \frac{EAH_0 M}{R} S \quad \dots (21)$$

$$[0191] \quad T_1 = f_1(P, R, S) = \frac{1 + AH_1 M \beta}{R} P - \frac{EAH_1 M}{R} S \quad \dots (22)$$

$$[0192] \quad d_0 = |1 - T_0| \dots (23)$$

$$[0193] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \quad \dots (24)$$

[0194] 当耳机 1 在操作中时, 方程 (21) 和 (22) 的 “T₀” 和 “T₁” 从由内侧麦克风 5 拾取的信号 “P” 和由外侧麦克风 4 拾取的信号不断地算出 “R”。

[0195] 算出的方程 (21) 的值是在假设非佩戴的情况时由外侧麦克风 4 获取的声音信号和由内侧麦克风 5 获取的声音信号之间的信号比较结果的值。

[0196] 当该状态实际上是非佩戴状态时, 算出的方程 (21) 的值 T₀ 在给出理想条件的情况下等于方程 (19) 的非佩戴状态参考值 (=1)。

[0197] 此外, 算出的方程 (22) 的值 T₁ 是在假设佩戴的情况时由外侧麦克风 4 获取的声音信号和由内侧麦克风 5 获取的声音信号之间的信号比较结果的值。

[0198] 当该状态实际上是佩戴状态时, 算出的方程 (22) 的值 T₁ 在给出理想条件的情况下等于方程 (20) 的佩戴状态参考值 (=F₁/F₀)。

[0199] 因此, 针对方程 (21) 和 (22) 的算出值 “T₀” 和 “T₁”, 得到如在方程 (23) 和 (24) 中的相距理想值的距离 d₀ 和 d₁。

[0200] 方程 (23) 的距离 d₀ 表示算出的方程 (21) 的值 “T₀” 和非佩戴状态参考值 (=1) 之间的

距离。

[0201] 方程 (24) 的距离 d_1 表示算出的方程 (22) 的值 “ T_1 ” 和佩戴状态参考值 ($=F_1/F_0$) 之间的距离。由此, 比较距离 d_0 和 d_1 。

[0202] 如果 $d_0 < d_1$, 则判定状态为非佩戴状态。如果 $d_0 \geq d_1$, 则判定状态为佩戴状态。

[0203] 也就是说, 当前 (在佩戴状态判定处理期间), 佩戴/非佩戴能够通过针对由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果判定与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的相似性 (距离) 来确定。

[0204] 即便如上所述在耳机1生成诸如音乐的再现声音的声学输出的情况下, 仍可理解最终能够像其中没有再现声音的情况那样执行佩戴状态检测。

[0205] 在实际的耳机1中, 仅需要在参考上述方程 (12) 至 (24) 描述的概念下检测佩戴状态。也就是说, 在耳机操作的同时, 仅需要执行方程 (21) 和 (22) 的计算作为实时处理。由于方程 (21) 和 (22) 在没有输入再现声音信号 S 时等价于方程 (8) 和 (9), 因此可以看出无需判定再现声音信号的存在与否, 并且仅需不断地计算方程 (21) 和 (22)。

[0206] 作为实时处理, 可以在通过检测从再现装置100输入的再现声音信号存在与否来计算方程 (21) 和 (22) 的情况和计算方程 (8) 和 (9) 的情况间切换。

[0207] 此外, 最终比较由方程 (23) 和 (24) 获取的距离 d_0 和 d_1 时, 可以使用系数比较 ($d_0 \cdot k_0$) 和 ($d_1 \cdot k_1$)。

[0208] 根据系数 k_0 和 k_1 的设置, 诸如 “尽可能宽松地判定非佩戴状态” 或 “尽可能严格地判定非佩戴状态” 的调整是可能的。

[0209] 例如, 虽然将在随后描述, 但是在已经检测到非佩戴状态作为判定结果时, 在其中控制单元15执行电源关闭的情况下, 需要执行与使用状况相适应的电源关闭控制。

[0210] 根据耳机1佩戴状态的个人差异、外部噪声状况等, 该状态可能会被很容易地错误判定为非佩戴状态, 哪怕是在用户正佩戴和使用该耳机1的情况下。因此, 例如在音乐欣赏期间、在消噪期间 (用作耳塞) 等, 优选的是不会频繁地错误检测到非佩戴状态并关闭电源。考虑到上述情况, 恰当的是根据系数设定尽可能严格地判定非佩戴状态。

[0211] 另一方面, 如果无需考虑错误判定, 则可以根据在避免非佩戴状态下的电池消耗的概念下设置的系数, 尽可能宽松地判定非佩戴状态。

[0212] [2-3: 预先测量和佩戴判定处理]

[0213] 其后, 将描述基于上述概念的佩戴判定的特定处理。

[0214] 首先, 将描述要被预先存储的佩戴状态参考值 $Q_1/R (=F_1/F_0)$ 和非佩戴状态参考值 $Q_0/R (=1)$ 。

[0215] 当实际上在耳机1的上述概念下判定佩戴时, 规定理想佩戴状态和理想非佩戴状态并且预先测量其环境, 从而根据用作与消噪方案相对应的参考的方程 (方程 (19) 和 (20)) 得到非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值。

[0216] 预先测量的状态在图6A和6B中例示。图6A例示了非佩戴状态中的测量, 而图6B则例示了佩戴状态中的测量。

[0217] 通过在测量时将诸如扬声器的声源110置于正中线上, 生成白噪声 (或粉红噪声或伪噪声信号)。

[0218] 在图6B的佩戴状态下的测量的情况下, 例如通过使用专门的仿真头作为理想佩戴

状态来执行测量。替换地,可以通过让多人佩戴耳机并执行测量而使用特性的均值。

[0219] 图7A例示了用作非佩戴状态参考值 $Q_0/R (=1)$ 的频率特性,以及用作佩戴状态参考值 $Q_1/R (=F_1/F_0)$ 的频率特性。

[0220] 例如图中所示,测量频率特性并将频率特性的测量结果设为非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值。

[0221] 图8例示了用于执行上述预先测量的佩戴状态检测单元24的处理例。

[0222] 控制单元15指令算术单元10的佩戴状态检测单元24根据控制信号 S_c 执行针对非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的参考特性计算操作。

[0223] 在此情况下,佩戴状态检测单元24被设置为执行快速傅里叶变换(FFT)处理401和402、以及参考特性计算处理403。

[0224] 首先,在图6A的非佩戴状态的测量中,佩戴状态检测单元24对由外侧麦克风4拾取并经麦克风放大器19和A/D转换器12输入的声音信号执行FFT处理401。此外,佩戴状态检测单元24对由内侧麦克风5拾取并经麦克风放大器18和A/D转换器13输入的声音信号执行FFT处理402。

[0225] 因此,佩戴状态检测单元24对FFT处理401和402的结果执行参考特性计算处理403。FFT处理401的结果是上述声压R的频率特性,而FFT处理402的结果则是上述声压P的频率特性。

[0226] 在参考特性计算处理403中,比较上述“P”和“R”的频率特性的幅度。最终,如图6A的非佩戴状态测量之时的图7A,给出方程(19)中示出的非佩戴状态参考值($=1$)。此外,如图6B的佩戴状态测量之时的图7B,给出方程(20)中示出的佩戴状态参考值($=F_1/F_0$)。

[0227] 佩戴状态检测单元24使得上述参考值被存储在存储器25中。

[0228] 在上述预先存储之后,在实际使用中判定佩戴。

[0229] 图9例示了判定佩戴状态时的处理。佩戴状态检测单元24执行FFT处理401、402和404以及佩戴状态判定处理405。

[0230] 为了在耳机被使用时判定佩戴,佩戴状态检测单元24对由外侧麦克风4拾取并经麦克风放大器19和A/D转换器12输入的声音信号执行FFT处理401。此外,佩戴状态检测单元24对由内侧麦克风5拾取并经麦克风放大器18和A/D转换器13输入的声音信号执行FFT处理402。进一步地,还对输入至输入端子7并通过A/D转换器11的再现声音信号执行FFT处理404。

[0231] FFT处理401的结果是上述“R”的频率特性。FFT处理402的结果是上述“P”的频率特性。FFT处理404的结果是上述“S”的频率特性。

[0232] 在佩戴状态判定处理405中,使用所述结果(“P”、“R”和“S”的频率特性)计算上述方程(21)和(22)。

[0233] 因此,使用从方程(21)和(22)得到的算出的 T_0 和 T_1 、以及来自存储器25的非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值,判断佩戴。也就是说,由方程(23)和(24)得到距离 d_0 和 d_1 ,并通过比较结果判定佩戴状态/非佩戴状态。

[0234] 也就是说,通过以给定时间间隔实时地对内侧麦克风5的声音拾取信号P和外侧麦克风4的声音拾取信号R执行频率分析来进行幅度比较。因此,判定比较结果是更接近预先测量结果的佩戴状态参考值的频率特性还是非佩戴状态参考值的频率特性。在图7B中例示

了算出值 T_0 和非佩戴状态参考值之间的比较以及算出值 T_1 和佩戴状态参考值之间的比较。从这些比较中得到距离 d_0 和 d_1 。

[0235] 作为实际比较方法,例如针对图7B的非佩戴状态假设和佩戴状态假设中的每一个,通过计算频率轴上的幅度差的面积执行比较。也就是说,将 T_0 频率特性曲线和非佩戴状态参考值的频率特性曲线(全频带为1)之间的面积差与 T_1 频率特性曲线和佩戴状态参考值的 F_1/F_0 频率特性曲线之间的面积差相比较。

[0236] 替换地,可以通过关注特征频率并计算幅度差(或比)的总和或均值来执行比较。

[0237] 此外,例如,可以计算如图7B中的频率轴上的幅度差的面积并将其与阈值相比较,或者可以通过关注特征频率计算幅度差(或比)的总和或均值并将其与阈值相比较。

[0238] 佩戴状态检测单元24能够立刻把在上述处理中获取的判定结果作为最终结果通知给控制单元15。然而,例如,在通过识别在非佩戴状态中忘记关闭电源的操作而执行自动关闭电源的处理时,为获得佩戴/非佩戴检测的确实性增加样本数目,或者最终结果可以在非佩戴状态判定到达规定的连续次数或到达规定比例时指示非佩戴状态。

[0239] 佩戴状态检测单元24仅需执行如图10A所示的处理。

[0240] 图10A例示了作为佩戴状态检测单元24的佩戴状态判定处理405的处理例。

[0241] 在步骤F101,佩戴状态检测单元24初始化计数器。例如,初始化周期计数器和非佩戴计数器。周期计数器是计数一个周期作为给定检测单位时间的计数器。非佩戴计数器是计数其中被检测到的状态为非佩戴状态的状态的持续时间的计数器。

[0242] 在步骤F102,佩戴状态检测单元24根据上述技术判定佩戴/非佩戴。因此,当判定所述状态为非佩戴状态时,在步骤F103递增非佩戴计数器。另一方面,当判定所述状态为佩戴状态时,在步骤F104使非佩戴计数器清零。

[0243] 佩戴状态检测单元24在步骤F105检查非佩戴计数器的值是否超过预定阈值。

[0244] 如从步骤F103和F104的上述处理可见,非佩戴计数器是指示在步骤F102被判定为“非佩戴”的状态的持续时间的计数器。当被判定为“非佩戴”的状态超过用作阈值的预定时间时,则在步骤F106,佩戴状态检测单元24将“非佩戴”设置为最终结果并根据检测信号 S_{det} 向控制单元15通知该非佩戴状态。

[0245] 另一方面,如果非佩戴计数器的值没有达到预定阈值,则在步骤F107,将“佩戴”设置为最终结果并在检测信号 S_{det} 中向控制单元15通知该佩戴状态。

[0246] 在步骤F108,佩戴状态检测单元24递增周期计数器。

[0247] 因此,检查周期计数器的值是否已经超过了预先确定为一个周期的计数器值。如果周期计数器的值尚未超过预先确定为一个周期的计数器值,则直接继续步骤F102的处理。当周期计数器的值达到了一个周期时,佩戴状态检测单元24在步骤F110清零周期计数器,在步骤F111清零非佩戴计数器,并且返回步骤F102。

[0248] 佩戴状态检测单元24例如在打开电源的同时持续执行上述处理。藉此,当非佩戴判定状态已经在周期计数器测量的周期单位中持续预定时间以上时,佩戴状态检测单元24就向控制单元15通知作为“非佩戴”的判定结果。

[0249] 另一方面,控制单元15例如执行图10B的处理。

[0250] 例如,在每个预定时间的中断处理中,在步骤F201检查检测信号 S_{det} 。当检测信号 S_{det} 是指示“非佩戴”的值时,控制单元15从步骤F202的处理移至步骤F203,并且对供电单

元16执行电源关闭控制。

[0251] 根据上述处理,佩戴状态检测单元24检测到非佩戴状态,由此关闭耳机1的电源。例如,电源在用户摘掉耳机1时自动关闭,由此避免不必要的电池消耗。

[0252] 如上所述,佩戴状态检测单元24被设置为通过在周期单位内持续判定非佩戴状态而最终将状态判定为“非佩戴”来确实地检测非佩戴状态。当控制单元15根据上述非佩戴检测执行电源关闭控制时,存在有在耳机正使用的同时将状态错误地判定为非佩戴状态从而非期望地关闭电源的不适宜的情况。在图10A的处理中,通过精确检测非佩戴状态,实际上恰当地防止非佩戴状态的错误检测。

[0253] 同样地,佩戴状态检测单元24可被设置为执行图11的处理,以代替图10A的处理。

[0254] 图11的处理与图10A的处理的不同之处在于不执行步骤F104。也就是说,当在步骤F102确定状态不是非佩戴时,处理行进至步骤F105而不清零非佩戴计数器。其余的处理与图10A中的基本相同。

[0255] 在此情况下,由于非佩戴状态计数器即使在步骤F102暂时将状态判定为佩戴状态的情况下也不清零,因此在步骤F105中要与阈值比较的非佩戴计数器的值不是非佩戴判定的持续时间,并且用作周期单位内的累积时间(非佩戴判定次数)。

[0256] 也就是说,如果在周期单位内判定状态为非佩戴的比例为高,则在步骤F106将该状态判定为非佩戴以作为最终结果。

[0257] 即使在该处理中,如同在图10A中,能够改善非佩戴判定的确实性。

[0258] 虽然已经描述了第一实施例,但是佩戴/非佩戴是使用由本实施例的耳机1内的外侧麦克风4和内侧麦克风5拾取的声音信号来检测的。

[0259] 通过在已经检测到非佩戴状态的情况下执行电源关闭控制,可以防止忘记关闭电源,并避免电池的无谓消耗。藉此就能够消除由于有源耳机中的无意电池消耗而造成的不便。

[0260] 此外,在本实施例的情况下,即便在再现装置100没有输出诸如音乐的再现声音的情况下,仍然能够对佩戴/非佩戴进行检测。因此,即使在使用消噪系统获得安静的使用中仍然能够恰当检测佩戴状态,并执行与其相应的电源控制。

[0261] 此外,在本实施例的情况下,佩戴检测所需的内侧麦克风5能够被共享作为针对FB型消噪系统安装的麦克风。于是,因为仅仅是外侧麦克风4添加作为构成元件,所以与部件相关的负担较小。此外,作为外侧麦克风4的小型麦克风的添加几乎不会导致设计限制或耳机尺寸等的增加。本公开还适用于内耳型、耳管型等以及密闭性耳机(听筒)的应用。

[0262] 此外,本公开的该实施例的耳机不影响用户的佩戴感。

[0263] <3. 第二实施例(FF型消噪系统)>

[0264] 将描述其中安装有FF型消噪系统的情况作为第二实施例。

[0265] 图12以与图2相类似的格式例示了第二实施例中配置有FF型消噪系统的耳机1的配置例。与图2相同的部分分配有相同的参考符号并将省略对其的描述。

[0266] 图12与图2的不同之处在于由外侧麦克风4拾取的声音信号经由麦克风放大器19和A/D转换器12供应至消噪信号处理单元22。其他细节与图2所示基本相同。

[0267] FF型消噪系统通过在耳机壳体外侧安装用于噪声拾取的麦克风(外侧麦克风4)并对由外侧麦克风4拾取的噪声执行恰当的滤波处理而基本上生成消噪信号。对生成的消噪

信号的声学再现由驱动器单元3执行,并且在听取者耳朵附近的位置处(即,在驱动器单元3的振动膜的前表面上)消除噪声。

[0268] 由外侧麦克风4拾取的噪声和耳机壳体内部的噪声具有根据两者的空间位置之差(包括耳机壳体2的内侧和外侧之差)的不同特性。因此,在FF方案的情况下,消噪信号处理单元22被设置为在预料到由外侧麦克风4拾取的噪声的空间传输函数和消噪点(驱动器单元的前表面的听取者的听取点)处的噪声之差的情况下生成消噪信号。

[0269] A/D转换器12将由外侧麦克风4拾取并由麦克风放大器19放大的声音信号转换成数字信号,并将该数字信号提供给佩戴状态检测单元24。此外,A/D转换器13将由内侧麦克风5拾取并由麦克风放大器18放大的声音信号转换成数字信号,并将该数字信号提供给佩戴状态检测单元24。进一步地,还供应由A/D转换器11转换成数字信号的再现声音信号。

[0270] 此外,佩戴状态检测单元24被配置为参考存储在存储器25中的佩戴状态参考值和非佩戴状态参考值。

[0271] 图13例示了FF型消噪系统的各部分的特性。图13与上述图3的不同之处在于外侧麦克风4用于消噪。外侧麦克风4和麦克风放大器19的特性被示出为麦克风和麦克风放大器308,并且它们的聲音信号特性被称为“M”。

[0272] 此外,NC滤波器304FF展现用于在算术单元10中的FF型消噪信号处理单元22中生成消噪信号的滤波处理。滤波处理的特性被称为“α”。

[0273] 其他细节与图3相类似。示出了声场301(F)、均衡器305(E)、功率放大器306(A)、驱动器和声学器件307(H)、外来噪声的音源N和再现声音信号S。

[0274] 以上述特性为前提,首先将参考图14描述当没有再现声音信号S从再现装置100输入时由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声音信号。虽然示出的是与图4相类似的格式,但是由外侧麦克风4获取的声音信号在图14的情况下被输入至NC滤波器304FF。

[0275] 参考方程(25)至(31)。

[0276] $P_0 = F_0 MN + F_0 M \alpha A H_0 MN = (1 + M \alpha A H_0) F_0 MN \cdots (25)$

[0277] $P_1 = F_1 MN + F_0 M \alpha A H_1 MN = (F_1 + F_0 M \alpha A H_1) MN \cdots (26)$

[0278] $R = F_0 MN \cdots (27)$

[0279] $\frac{P_0}{R} = \frac{(1 + M \alpha A H_0) F_0 MN}{F_0 MN} = 1 + M \alpha A H_0 \cdots (28)$

[0280] $\frac{P_1}{R} = \frac{(F_1 + F_0 M \alpha A H_1) MN}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} + M \alpha A H_1 \cdots (29)$

[0281] $\frac{P_0}{R} - M \alpha A H_0 = 1 \cdots (30)$

[0282] $\frac{P_1}{R} - M \alpha A H_1 = \frac{F_1}{F_0} \cdots (31)$

[0283] 在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为 P_0)由方程(25)表达。

[0284] 在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为 P_1)由方程(26)表达。

[0285] 由外侧麦克风4拾取的声压R由方程(27)表达。

[0286] 当如在第一实施例那样计算比率时,在非佩戴状态下得到方程(28)和(30),而在佩戴状态下得到方程(29)和(31)。

[0287] 方程 (30) 表示非佩戴状态参考值, 方程 (31) 表示佩戴状态参考值, 并且方程 (30) 和 (31) 等于上述方程 (6) 和 (7)。

[0288] 当耳机1在操作中时, 执行如下操作。参考方程 (32) 至 (35)。

$$[0289] \quad T_0 = f_0(P, R) = \frac{P}{R} - M\alpha AH_0 \quad \dots(32)$$

$$[0290] \quad T_1 = f_1(P, R) = \frac{P}{R} - M\alpha AH_1 \quad \dots(33)$$

$$[0291] \quad d_0 = |1 - T_0| \dots (34)$$

$$[0292] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \quad \dots(35)$$

[0293] 如在第一实施例中的那样, 当耳机1在操作中时, 方程 (32) 和 (33) 的“ T_0 ”和“ T_1 ”从由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”持续地算出。

[0294] 在非佩戴状态的情况下, 只要给出理想条件, 则方程 (32) 的 T_0 等于方程 (30)。在佩戴状态的情况下, 只要给出理想条件, 则方程 (33) 的 T_1 等于方程 (31)。

[0295] 结果, 计算方程 (32) 和 (33), 导出方程 (34) 和 (35), 并与方程 (30) 和 (31) 相比较。

[0296] 方程 (34) 的距离 d_0 表示算出的方程 (32) 的值“ T_0 ”和非佩戴状态参考值(=1)之间的距离。方程 (35) 的距离 d_1 表示算出的方程 (33) 的值“ T_1 ”和佩戴状态参考值(= F_1/F_0)之间的距离。由此, 比较距离 d_0 和 d_1 。

[0297] 如果 $d_0 < d_1$, 则判定状态为非佩戴状态。如果 $d_0 \geq d_1$, 则判定状态为佩戴状态。

[0298] 能够以上述概念判定佩戴/非佩戴。

[0299] 图15对应于已经考虑了再现声音信号S的输入的情况。

[0300] 也就是说, 为再现声音信号S给出均衡器305中的信号处理特性“E”。加法器23将该信号处理特性“E”添加至消噪信号(NC滤波器304FF的输出)。

[0301] 于是, 基于与上述类似的概念的方程如下。

$$[0302] \quad P_0 = F_0 MN + F_0 M \alpha A H_0 MN + E A H_0 M S \dots (36)$$

$$[0303] \quad Q_0 = P_0 - E A H_0 M S = (1 + \alpha A H_0 M) F_0 MN \dots (37)$$

$$[0304] \quad P_1 = F_1 MN + F_0 M \alpha A H_1 MN + E A H_1 M S \dots (38)$$

$$[0305] \quad Q_1 = P_1 - E A H_1 M S = (F_1 + F_0 \alpha A H_1 M) MN \dots (39)$$

$$[0306] \quad \frac{Q_0}{R} = \frac{(1 + \alpha A H_0 M) F_0 MN}{F_0 MN} = 1 + \alpha A H_0 M \quad \dots(40)$$

$$[0307] \quad \frac{Q_0}{R} - \alpha A H_0 M = 1 \quad \dots(41)$$

$$[0308] \quad \frac{Q_1}{R} = \frac{(F_1 + F_0 \alpha A H_1 M) MN}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} + \alpha A H_1 M \quad \dots(42)$$

$$[0309] \quad \frac{Q_1}{R} - \alpha A H_1 M = \frac{F_1}{F_0} \quad \dots(43)$$

[0310] 方程 (36) 的 P_0 的方程是在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压的方程。方程 (37) 表示通过变形方程 (36) 得到的非佩戴状态下的内侧麦克风5的声音拾取声压特性

“Q₀”。

[0311] 方程(38)的P₁的方程是在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压的方程。方程(39)表示通过变形方程(38)得到的佩戴状态下的内侧麦克风5的声音拾取声压特性“Q₁”。

[0312] 由外侧麦克风4拾取的声压R变为上述方程(27)。

[0313] 当如上所述计算比例时,在非佩戴状态下得到方程(40)和(41),而在佩戴状态下得到方程(42)和(43)。方程(41)和(43)等价于上述方程(6)和(7)。

[0314] 因此,可以在使用耳机1等时通过用作方程(41)的非佩戴状态参考值和用作方程(43)的佩戴状态参考值执行佩戴检测。

[0315] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(44)至(47)。

$$[0316] \quad T_0 = \frac{Q}{R} - \alpha AH_0 M = \frac{P_0 - EAH_0 MS}{R} - \alpha AH_0 M \quad \dots(44)$$

$$[0317] \quad T_1 = \frac{Q}{R} - \alpha AH_1 M = \frac{P_1 - EAH_1 MS}{R} - \alpha AH_1 M \quad \dots(45)$$

$$[0318] \quad d_0 = |1 - T_0| \dots(46)$$

$$[0319] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \dots(47)$$

[0320] 当耳机1在操作中时,根据由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”不断地算出方程(44)和(45)的“T₀”和“T₁”。

[0321] 算出的方程(44)的值T₀是假设非佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是非佩戴状态时,算出的值T₀在给出理想条件的情况下等于方程(41)的非佩戴状态参考值(=1)。

[0322] 此外,算出的方程(45)的值T₁是假设佩戴状态的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是佩戴状态时,算出的值T₁在给出理想条件的情况下等于方程(43)的佩戴状态参考值(=F₁/F₀)。

[0323] 针对算出值“T₀”和“T₁”,如在方程(46)和(47)中那样从理想值得到距离d₀和d₁。距离d₀表示算出值“T₀”和非佩戴状态参考值(=1)之间的距离。距离d₁表示算出值“T₁”和佩戴状态参考值(=F₁/F₀)之间的距离。

[0324] 由此,比较距离d₀和d₁。如果d₀<d₁,则判定状态为非佩戴状态。如果d₀≥d₁,则判定状态为佩戴状态。

[0325] 如上所述,佩戴/非佩戴能够针对由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果,通过判定与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的相似性(距离)来确定。

[0326] 即使如上所述在耳机1生成诸如音乐的再现声音的声学输出的情况下,最终能够像其中没有再现声音的情况那样执行佩戴状态检测。

[0327] 在实际的耳机1中,仅需要在参考上述方程(36)至(47)描述的概念下检测佩戴状态。也就是说,方程(44)和(45)的计算被设置为在耳机进行操作的同时执行的实时处理。这是因为在没有再现声音信号S输入时,方程(44)和(45)等价于方程(32)和(33)。

[0328] 此外,最终比较由方程(46)和(47)获取的距离d₀和d₁时,可以使用系数比较(d₀·

k_0) 和 $(d_1 \cdot k_1)$ 。

[0329] 即便在耳机1采取上述FF型消噪系统的情况下,仍然能够在类似于第一实施例的概念下执行佩戴检测。

[0330] 所需的只是具体操作与第一实施例中参考图6至11描述的操作相类似。

[0331] 因此,同样得以在第二实施例中取得与第一实施例相类似的效果。同样地,在第二实施例的情况下,佩戴检测所需的外侧麦克风4能够被共享作为针对FF型消噪系统安装的麦克风。

[0332] <4. 第三实施例((FF+FB)型消噪系统)>

[0333] 将描述安装有(FF+FB)型消噪系统(也被称为双型)的耳机1作为第三实施例。

[0334] 图16以与图2和图12相类似的格式例示了第三实施例中配置有双型消噪系统的耳机1的配置例。与图2和图12相同的部分分配有相同的参考符号并将省略对其的描述。

[0335] 在图16中,由外侧麦克风4拾取的声音信号经由麦克风放大器19和A/D转换器12供应至消噪信号处理单元22。此外,由内侧麦克风5拾取的声音信号经由麦克风放大器18和A/D转换器13供应至消噪信号处理单元22。

[0336] 在消噪信号处理单元22,执行上述FB型数字滤波处理($-\beta$)和FF型数字滤波处理(α),并且通过综合滤波处理的输出生成消噪信号。

[0337] 其他细节与上述实施例基本相同。

[0338] 如同在第一和第二实施例中的那样,外侧麦克风4的声音拾取声音信号、内侧麦克风5的声音拾取声音信号和再现声音信号被供应至佩戴状态检测单元24。

[0339] 图17例示了双型消噪系统的各部的特性。

[0340] 外侧麦克风4和内侧麦克风5都用于消噪。

[0341] 内侧麦克风5和麦克风放大器18的特性被示出为麦克风和麦克风放大器303,并且它们的声音信号特性被称为“M1”。

[0342] 外侧麦克风4和麦克风放大器19的特性被示出为麦克风和麦克风放大器308,并且它们的声音信号特性被称为“M2”。

[0343] 此外,NC滤波器304FB展现出消噪信号处理单元22中FB型的滤波处理,而其滤波特性被称为“ $-\beta$ ”。

[0344] NC滤波器304FF则展现出消噪信号处理单元22中FF型的滤波处理,而其滤波特性被称为“ α ”。

[0345] 其他细节与图3和图13相类似。示出了声场301(F)、均衡器305(E)、功率放大器306(A)、驱动器和声学器件307(H)、外来噪声的音源N和再现声音信号S。

[0346] 以上述特性为前提,首先将参考图18描述在没有从再现装置100输入再现声音信号S时由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声音信号。示出了与图4和图14相类似的格式。然而,在图18的情况下,由外侧麦克风4获取的声音信号被输入至NC滤波器304FF,而由内侧麦克风5获取的声音信号则被输入至NC滤波器304FB。因此,NC滤波器304FF和304FB的输出在加法器23内合成,并供应至功率放大器306。

[0347] 同样地,麦克风和麦克风放大器303以及麦克风和麦克风放大器308的特性被称为M($M_1=M_2$)。

[0348] 参考方程(48)至(56)。

[0349] $R = F_0 MN \cdots (48)$

[0350] $P_0 = F_0 MN + F_0 M \alpha A H_0 MN - P_0 \beta A H_0 M \cdots (49)$

[0351] $Q_0 = (1 + \beta A H_0 M) P_0 = (1 + \alpha A H_0 M) F_0 MN \cdots (50)$

[0352] $\frac{Q_0}{R} = \frac{(1 + \alpha A H_0 M) F_0 MN}{F_0 MN} = 1 + \alpha A H_0 M \cdots (51)$

[0353] $\frac{Q_0}{R} - \alpha A H_0 M = 1 \cdots (52)$

[0354] $P_1 = F_1 MN + \alpha F_0 M A H_1 MN - \beta A H_1 M P_1 \cdots (53)$

[0355] $Q_1 = (1 + \beta A H_1 M) P_1 = MN (F_1 + \alpha F_0 M A H_1) \cdots (54)$

[0356] $\frac{Q_1}{R} = \frac{MN (F_1 + \alpha F_0 M A H_1)}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} + \alpha F_0 M A H_1 \cdots (55)$

[0357] $\frac{Q_1}{R} - \alpha F_0 M A H_1 = \frac{F_1}{F_0} \cdots (56)$

[0358] 由外侧麦克风4拾取的声压R由方程(48)表达。

[0359] 在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₀)由方程(49)表达。

[0360] 通过变形方程(49)得到方程(50)的Q₀。

[0361] 当像在第一实施例那样计算比例时,在非佩戴状态下得到方程(51)和(52)。

[0362] 方程(52)变为非佩戴状态参考值,并且等于上述方程(6)。

[0363] 在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₁)由方程(53)表达。

[0364] 通过变形方程(53)得到方程(54)的Q₁。

[0365] 当像在第一实施例那样计算比例时,在佩戴状态下得到方程(55)和(56)。

[0366] 方程(56)变为佩戴状态参考值,并且等于上述方程(7)。

[0367] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(57)至(60)。

[0368] $T_0 = f_0(P, R) = (1 + \beta A H_0 M) \frac{P}{R} \cdots (57)$

[0369] $T_1 = f_1(P, R) = (1 + \beta A H_1 M) \frac{P}{R} \cdots (58)$

[0370] $d_0 = |1 - T_0| \cdots (59)$

[0371] $d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \cdots (60)$

[0372] 如在上述实施例中的那样,当耳机1在操作中时,根据由内侧麦克风5拾取的“P”和由外侧麦克风4拾取的“R”不断地算出方程(57)和(58)的“T₀”和“T₁”。

[0373] 在非佩戴状态的情况下,只要给出理想条件,则方程(57)的T₀等于方程(52)。在佩戴状态的情况下,只要给出理想条件,则方程(58)的T₁等于方程(56)。

[0374] 结果,计算方程(57)和(58),导出方程(59)和(60),并与方程(52)和(56)相比较。

[0375] 方程(59)的距离d₀表示算出的方程(57)的值“T₀”和非佩戴状态参考值(=1)之间的距离。方程(60)的距离d₁表示算出的方程(58)的值“T₁”和佩戴状态参考值(=F₁/F₀)之间的距离。由此,比较距离d₀和d₁。

[0376] 如果d₀<d₁,则判定状态为非佩戴状态。如果d₀≥d₁,则判定状态为佩戴状态。

[0377] 能够以上述概念判定佩戴/非佩戴。

[0378] 图19对应于已经考虑了再现声音信号S的输入的情况。

[0379] 为再现声音信号S给出均衡器305中的信号处理特性“E”。加法器23将该信号处理特性“E”添加至消噪信号(NC滤波器304FF和304FB的输出)。

[0380] 于是,基于与上述类似的概念的方程如下。

$$[0381] \quad R = F_0 M N \cdots (61)$$

$$[0382] \quad P_0 = F_0 M N - \beta A H_0 M P_0 + F_0 M \alpha A H_0 M N + E A H_0 M S \cdots (62)$$

$$[0383] \quad Q_0 = (1 + \beta A H_0 M) P_0 - E A H_0 M S = F_0 M N (1 + \alpha A H_0 M) \cdots (63)$$

$$[0384] \quad \frac{Q_0}{R} = \frac{F_0 M N (1 + \alpha A H_0 M)}{F_0 M N} = 1 + \alpha A H_0 M \quad \dots (64)$$

$$[0385] \quad \frac{Q_0}{R} - \alpha A H_0 M = 1 \quad \dots (65)$$

$$[0386] \quad P_1 = F_1 M N - \beta A H_1 M P_1 + F_0 M \alpha A H_1 M N + E A H_1 M S \cdots (66)$$

$$[0387] \quad Q_1 = (1 + \beta A H_1 M) P_1 - E A H_1 M S = M N (F_1 + F_0 \alpha A H_1 M) \cdots (67)$$

$$[0388] \quad \frac{Q_1}{R} = \frac{M N (F_1 + F_0 \alpha A H_1 M)}{F_0 M N} = \frac{F_1}{F_0} + \alpha A H_1 M \quad \dots (68)$$

$$[0389] \quad \frac{Q_1}{R} - \alpha A H_1 M = \frac{F_1}{F_0} \quad \dots (69)$$

[0390] 由外侧麦克风4拾取的声压R由方程(61)表达。

[0391] 在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₀)由方程(62)表达。通过变形方程(62)得到方程(63)的Q₀。

[0392] 当计算由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声压之比时,在非佩戴状态下得到方程(64)和(65)。

[0393] 方程(65)变为非佩戴状态参考值,并且等于上述方程(6)。

[0394] 在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₁)由方程(66)表达。通过变形方程(66)得到方程(67)的Q₁。

[0395] 当计算由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声压之比时,在佩戴状态下得到方程(68)和(69)。

[0396] 方程(69)变为佩戴状态参考值,并且等价于上述方程(7)。

[0397] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(70)至(73)。

$$[0398] \quad T_0 = f_0(P, R, S) = (1 + \beta A H_0 M) \frac{P}{R} - \frac{E A H_0 M S}{R} \quad \dots (70)$$

$$[0399] \quad T_1 = f_1(P, R, S) = (1 + \beta A H_1 M) \frac{P}{R} - \frac{E A H_1 M S}{R} \quad \dots (71)$$

$$[0400] \quad d_0 = |1 - T_0| \cdots (72)$$

$$[0401] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \quad \dots (73)$$

[0402] 当耳机1在操作中时,根据由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”不断地算出方程(70)和(71)的“T₀”和“T₁”。

[0403] 算出的方程(70)的值 T_0 是假设非佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是非佩戴状态时,算出的值 T_0 在给出理想条件的情况下等于方程(65)的非佩戴状态参考值($=1$)。

[0404] 此外,算出的方程(71)的值 T_1 是假设佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是佩戴状态时,算出的值 T_1 在给出理想条件的情况下等于方程(69)的佩戴状态参考值($=F_1/F_0$)。

[0405] 针对算出值“ T_0 ”和“ T_1 ”,如在方程(72)和(73)中那样得到相距理想值的距离 d_0 和 d_1 。距离 d_0 表示算出值“ T_0 ”和非佩戴状态参考值($=1$)之间的距离。距离 d_1 表示算出值“ T_1 ”和佩戴状态参考值($=F_1/F_0$)之间的距离。

[0406] 由此,比较距离 d_0 和 d_1 。如果 $d_0 < d_1$,则判定状态为非佩戴状态。如果 $d_0 \geq d_1$,则判定状态为佩戴状态。

[0407] 如上所述,佩戴/非佩戴能够针对由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果通过判定与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的相似性(距离)来判定。

[0408] 即便如上所述在耳机1生成诸如音乐的再现声音的声学输出的情况下,最终能够像没有再现声音的情况那样执行佩戴状态检测。

[0409] 在实际的耳机1中,仅需要在参考上述方程(61)至(73)描述的概念下检测佩戴状态。也就是说,方程(70)和(71)的计算被设置为在耳机进行操作的同时执行的实时处理。这是因为在没有再现声音信号 S 输入时,方程(70)和(71)等于方程(57)和(58)。

[0410] 此外,最终比较由方程(72)和(73)获取的距离 d_0 和 d_1 时,可以使用系数比较($d_0 \cdot k_0$)和($d_1 \cdot k_1$)。

[0411] 在耳机1采取上述双型消噪系统的情况下,仍然能够在类似于上述实施例的概念下执行佩戴检测。

[0412] 所需的只是具体操作与第一实施例中参考图6至图11描述的操作相类似。

[0413] 因此,同样得以在第三实施例中取得与第一实施例相类似的效果。

[0414] 此外,在其中采用双型消噪系统的第三实施例的情况下,无需包括用于佩戴检测的新麦克风。这是因为安装用于消噪处理的内侧麦克风5和外侧麦克风4能被直接使用以作为用于佩戴检测的麦克风。

[0415] <5. 第四实施例(未安装消噪系统)>

[0416] 上述佩戴检测技术能被用于消噪耳机之外的其他装置。通过在常规有源耳机上安装内侧麦克风5和外侧麦克风4,能够比在消噪耳机中更为容易地检测佩戴状态。将描述没有配备消噪系统的耳机1作为第四实施例。

[0417] 图20以类似于图2、12和16的格式例示了第四实施例中耳机1的配置例。与图2、12和16相同的部分分配有相同的参考符号并将省略对其的描述。

[0418] 由于图20中没有安装消噪系统,因此外侧麦克风4和内侧麦克风5的声音拾取声音信号仅用于佩戴检测。

[0419] 由外侧麦克风4拾取的声音信号经由麦克风放大器19和A/D转换器12而被供应至佩戴状态检测单元24,而由内侧麦克风5拾取的声音信号则经由麦克风放大器18和A/D转换器13而被供应至佩戴状态检测单元24。此外,再现声音信号经由A/D转换器11也被供应至佩

戴状态检测单元24。

[0420] 其他细节与上述实施例基本相同。

[0421] 首先,将参考图18描述在再现声音信号S没有从再现装置100输入时由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声音信号。

[0422] 如在上述实施例中的那样,外来噪声的音源N以及声场301(声学路径F和F')的特性被称为F₀和F₁,而麦克风和麦克风放大器303以及麦克风和麦克风放大器308的特性则被称为M。

[0423] 内侧麦克风5和外侧麦克风4仅被用于佩戴检测。由于没有再现声音输入,因此如图18所示,声压P和R变为仅是来自声源N的外来声音的声压。

[0424] 参考方程(74)至(78)。

[0425] $P_0 = F_0 MN \cdots$ (74)

[0426] $P_1 = F_1 MN \cdots$ (75)

[0427] $R = F_0 MN \cdots$ (76)

[0428] $\frac{P_0}{R} = \frac{F_0 MN}{F_0 MN} = 1 \quad \dots(77)$

[0429] $\frac{P_1}{R} = \frac{F_1 MN}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} \quad \dots(78)$

[0430] 在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₀)由方程(74)表达。

[0431] 在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₁)由方程(75)表达。

[0432] 由外侧麦克风4拾取的声压R由方程(76)表达。

[0433] 当计算由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声压之比时,在非佩戴状态下得到方程(77)。方程(77)变为非佩戴状态参考值,并且等价于上述方程(6)。

[0434] 在佩戴状态下得到方程(78)。方程(78)变为佩戴状态参考值,并且等价于上述方程(7)。

[0435] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(79)至(81)。

[0436] $T = f(P, R) = \frac{P}{R} \quad \dots(79)$

[0437] $d_0 = |1 - T| \cdots (80)$

[0438] $d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T \right| \quad \dots(81)$

[0439] 如在上述实施例中的那样,当耳机1在操作中时,根据由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”恒定地算出方程(79)的“T”。“T”在非佩戴状态的情况下只要给出理想条件则等于方程(77),而在佩戴状态的情况下只要给出理想条件则等于方程(78)。

[0440] 结果,在方程(80)和(81)中比较距离d₀和d₁。

[0441] 方程(80)的距离d₀表示算出的方程(79)的值“T”和非佩戴状态参考值(=1)之间的距离。方程(81)的距离d₁表示算出值“T”和佩戴状态参考值(=F₁/F₀)之间的距离。

[0442] 比较距离d₀和d₁。如果d₀<d₁,则判定状态为非佩戴状态。如果d₀≥d₁,则判定状态为佩戴状态。

[0443] 能够以上述概念判定佩戴/非佩戴。

[0444] 图22对应于其中已经考虑了再现声音信号S的输入的情况。

[0445] 再现声音信号S的成分被添加至由内侧麦克风5拾取的声压P。也就是说,在声压P的再现声音信号S中,包括了给出均衡器305中的信号处理特性“E”、功率放大器306的特性“A”、驱动器和声学器件307的特性“H”、以及麦克风和麦克风放大器303的特性“M”的成分。

[0446] 于是,基于与上述类似的概念的方程如下。

$$[0447] \quad P_0 = F_0 MN + EAH_0 MS \cdots (82)$$

$$[0448] \quad P_1 = F_1 MN + EAH_1 MS \cdots (83)$$

$$[0449] \quad R = F_0 MN \cdots (84)$$

$$[0450] \quad Q_0 = P_0 - EAH_0 MS = F_0 MN \cdots (85)$$

$$[0451] \quad Q_1 = P_1 - EAH_1 MS = F_1 MN \cdots (86)$$

$$[0452] \quad \frac{Q_0}{R} = \frac{P_0 - EAH_0 MS}{F_0 MN} = \frac{F_0 MN}{F_0 MN} = 1 \quad \cdots (87)$$

$$[0453] \quad \frac{Q_1}{R} = \frac{P_1 - EAH_1 MS}{F_0 MN} = \frac{F_1 MN}{F_0 MN} = \frac{F_1}{F_0} \quad \cdots (88)$$

[0454] 在假设非佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₀)由方程(82)表达。

[0455] 在假设佩戴状态时由内侧麦克风5拾取的声压P(设为P₁)由方程(83)表达。

[0456] 由外侧麦克风4拾取的声压R由方程(84)表达。

[0457] 通过变形方程(82)得到方程(85)的Q₀。

[0458] 通过变形方程(83)得到方程(86)的Q₁。

[0459] 当计算由内侧麦克风5和外侧麦克风4获取的声压之比时,在非佩戴状态下得到方程(87)。方程(87)变为非佩戴状态参考值,并且等于上述方程(6)。

[0460] 当假设佩戴状态时,得到方程(88)。方程(88)变为佩戴状态参考值,并且等于上述方程(7)。

[0461] 当耳机1在操作中时,执行如下操作。参考方程(89)至(92)。

$$[0462] \quad T_0 = f_0(P, R, S) = \frac{P - EAH_0 MS}{R} \quad \cdots (89)$$

$$[0463] \quad T_1 = f_1(P, R, S) = \frac{P - EAH_1 MS}{R} \quad \cdots (90)$$

$$[0464] \quad d_0 = |1 - T_0| \cdots (91)$$

$$[0465] \quad d_1 = \left| \frac{F_1}{F_0} - T_1 \right| \quad \cdots (92)$$

[0466] 当耳机1在操作中时,根据由内侧麦克风5拾取的信号“P”和由外侧麦克风4拾取的信号“R”恒定地算出方程(89)和(90)的“T₀”和“T₁”。

[0467] 算出的方程(89)的值T₀是已假设非佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是非佩戴状态时,算出的值T₀在给出理想条件的情况下等于方程(87)的非佩戴状态参考值(=1)。

[0468] 此外,算出的方程(90)的值T₁是已假设佩戴的情况下由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果的值。当该状态实际上是佩戴

状态时,算出的值 T_1 在给出理想条件的情况下等于方程(88)的佩戴状态参考值($=F_1/F_0$)。

[0469] 得到如在针对算出值“ T_0 ”和“ T_1 ”的方程(91)和(92)中那样的、根据理想值的距离 d_0 和 d_1 。距离 d_0 表示算出值“ T_0 ”和非佩戴状态参考值($=1$)之间的距离。距离 d_1 表示算出值“ T_1 ”和佩戴状态参考值($=F_1/F_0$)之间的距离。

[0470] 由此,比较距离 d_0 和 d_1 。如果 $d_0 < d_1$,则判定状态为非佩戴状态。如果 $d_0 \geq d_1$,则判定状态为佩戴状态。

[0471] 如上所述,佩戴/非佩戴能够通过针对由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果判定与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的相似性(距离)来确定。

[0472] 即便如上所述在耳机1生成诸如音乐的再现声音的声学输出的情况下,最终能够像其中没有再现声音的情况那样执行佩戴状态检测。

[0473] 在实际的耳机1中,仅需要在参考上述方程(82)至(92)描述的概念下检测佩戴状态。也就是说,方程(89)和(90)的计算被设置为在耳机进行操作的同时执行的实时处理。当没有再现声音信号 S 被输入时,方程(89)和(90)等于方程(79) ($T_0=T_1=T$)。

[0474] 此外,最终比较由方程(91)和(92)获取的距离 d_0 和 d_1 时,可以使用系数比较($d_0 \cdot k_0$)和($d_1 \cdot k_1$)。

[0475] 即便在耳机1未配有上述消噪系统的情况下,仍然能够在类似于上述实施例的概念下执行佩戴检测。

[0476] 仅需如在第一实施例中的那样执行实际处理。

[0477] <6.第五实施例>

[0478] 虽然已经在第一实施例中参考图7至图9描述了其中在频域执行比较处理的判定处理例作为实际处理,但是可以通过比较时间轴上的幅度来执行用于佩戴判定的比较处理。

[0479] 将描述在时间轴幅度比较中执行佩戴判定的处理例作为第五实施例。

[0480] 图23例示了作为第五实施例的佩戴状态检测单元24的构成例。例如,这可以认为是图2、12、16和20的配置例中的佩戴状态检测单元24的内部配置。

[0481] 由外侧麦克风4拾取并经由麦克风放大器19和A/D转换器12(参见图2等)输入至佩戴状态检测单元24中的外侧麦克风输入信号被输入至带通滤波器(BPF)61-1至61-n。

[0482] 使用BPF61-1至61-n,从该外侧麦克风输入信号提取 n 个频带(第一频带至第 n 频带)中的每一个。

[0483] 此外,由内侧麦克风5拾取并通过麦克风放大器19和A/D转换器12(参见图2等)的内侧麦克风输入信号和经由A/D转换器11(参见图2等)的再现声音信号被输入至佩戴状态检测单元24中的再现声音信号成分移除单元60。再现声音信号成分移除单元60从内侧麦克风输入信号中减去再现声音信号,并且获取已从中移除了再现声音信号成分的内侧麦克风5的声音拾取声音信号成分。已从中移除了再现声音信号成分的内侧麦克风5的声音拾取声音信号成分被输入至BPF64-1至64-n,并且该BPF64-1至64-n针对 n 个频带(第一频带至第 n 频带)中的每一个提取内侧麦克风输入信号。

[0484] 绝对值转换单元(ABS单元)62-1至62-n将从BPF61-1至61-n输出的针对外侧麦克风输入信号的频带信号转换成绝对值。低通滤波器(LPF)63-1至63-n移除高频成分以形成

包络。

[0485] 此外,从BPF64-1至64-n输出的针对已从中移除了再现声音信号成分的内侧麦克风输入声音的频带信号由绝对值转换单元(ABS单元)65-1至65-n转换成绝对值。LPF66-1至66-n移除高频成分以形成包络。

[0486] 准备 T_0 计算单元68-1至68-n和 T_1 计算单元69-1至69-n。 T_0 计算单元68-1至68-n执行上述方程(8)等中所示的算出值 T_0 的计算。 T_1 计算单元69-1至69-n执行上述方程(9)等中所示的算出值 T_1 的计算。

[0487] LPF63-1的输出和LPF66-1的输出作为第一频带的外侧麦克风输入信号(对应于上述“R”)和内侧麦克风输入信号(对应于上述“P”)而被供应至 T_0 计算单元68-1和 T_1 计算单元69-1。 T_0 计算单元68-1获取第一频带的“ T_0 ”,而 T_1 计算单元69-1则获取第一频带的“ T_1 ”。

[0488] 类似地,LPF63-2的输出和LPF66-2的输出作为第二频带的外侧麦克风输入信号和内侧麦克风输入信号而被供应至 T_0 计算单元68-2和 T_1 计算单元69-2。 T_0 计算单元68-2获取第二频带的“ T_0 ”,而 T_1 计算单元69-2则获取第二频带的“ T_1 ”。

[0489] 类似地,LPF63-n的输出和LPF66-n的输出作为第n频带的外侧麦克风输入信号和内侧麦克风输入信号而被供应至 T_0 计算单元68-n和 T_1 计算单元69-n。 T_0 计算单元68-n获取第n频带的“ T_0 ”,而 T_1 计算单元69-n则获取第n频带的“ T_1 ”。

[0490] 在存储器25内,存储有关每个频带的非佩戴状态参考值($Q_0/R=1$)和佩戴状态参考值($Q_1/R=F_1/F_0$)。

[0491] 例如,参考图6A和6B描述的预先测量在其中白噪声等已从声源110经由与BPF61-1至61-n相同的通过频带的BPF输出的状态下执行。因此,在存储器25内存储有关第一频带到第n频带的每一个频带的非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值(在此情况下,例如是幅度值)。

[0492] 在差分计算单元70-1至70-n中,计算 T_0 计算单元68-1至68-n的输出 T_0 同与其对应的频带的非佩戴状态参考值之差。

[0493] 在差分计算单元71-1至71-n中,计算 T_1 计算单元69-1至69-n的输出 T_1 同与其对应的频带的佩戴状态参考值之差。

[0494] 差分计算单元70-1至70-n的输出经由系数单元80-1至80-n而被供应至判定单元82。差分计算单元71-1至71-n的输出则经由系数单元81-1至81-n而被供应至判定单元82。

[0495] 如果设置系数单元80-1至80-n和81-1至81-n的系数($=1$),则针对第一频带到第n频带的每一个频带,向判定单元82供应算出值 T_0 和非佩戴状态参考值之差(对应于方程(10)等的 d_0)以及算出值 T_1 和佩戴状态参考值之差(对应于方程(11)等的 d_1)。

[0496] 判定单元82从上述输入做出佩戴/非佩戴的判定。

[0497] 判定单元82例如能够在图24的处理中做出佩戴判定。

[0498] 也就是说,在每个频带中计数非佩戴判定的次数。在所有频带持续已达规定次数时,将状态判定为非佩戴。替换地,在所有频带持续已达规定比例或以上时,将状态判定为非佩戴。

[0499] 判定单元82在步骤F301初始化计数器。例如,初始化周期计数器和非佩戴计数器。周期计数器是计数用作给定检测单位时间段的一个周期的计数器,而非佩戴计数器则是计数其中被检测到的状态为非佩戴状态的状态的持续时间的计数器。在此情况下,用于第一

至第n频带的非佩戴计数器被用作上述非佩戴计数器。

[0500] 在步骤F302,判定单元82做出有关第一频带的佩戴/非佩戴的判定。也就是说,通过在第一频带内将算出值 T_0 和非佩戴状态参考值之差 d_0 与算出值 T_1 和佩戴状态参考值之差 d_1 相比较来判定佩戴/非佩戴。

[0501] 因此,当判定状态为非佩戴状态时,在步骤F303递增用于第一频带的非佩戴计数器。另一方面,当判定状态为佩戴状态时,在步骤F304清零用于第一频带的非佩戴计数器。

[0502] 此外,在步骤F305,判定单元82做出有关第二频带的佩戴/非佩戴的判定。也就是说,通过在第二频带内将算出值 T_0 和非佩戴状态参考值之差 d_0 与算出值 T_1 和佩戴状态参考值之差 d_1 相比较来判定佩戴/非佩戴。

[0503] 因此,当判定状态为非佩戴状态时,在步骤F306递增用于第二频带的非佩戴计数器。另一方面,当判定状态为佩戴状态时,在步骤F307清零用于第二频带的非佩戴计数器。

[0504] 执行上述处理直到第n个频带为止(步骤F308、F309和F310)。

[0505] 当已经为每个频带执行了上述处理时,判定单元82在步骤F311递增周期计数器。

[0506] 因此,在步骤F312,判定单元82检查针对第一至第n频带的非佩戴计数器的值是否全都超过预定阈值。

[0507] 如果针对第一至第n频带的非佩戴计数器的值全都超过预定阈值,则在步骤F313设置“非佩戴”作为最终结果并根据检测信号Sdet把该非佩戴状态通知给控制单元15。

[0508] 另一方面,如果上述条件未被满足,则在步骤F314设置“佩戴”作为最终结果并根据检测信号Sdet把佩戴状态通知给控制单元15。

[0509] 判定单元82在步骤F315检查周期计数器的值是否已经超过用作预先确定为一个周期的计数器值。当所述值尚未超过用作一个周期的计数器值时,处理从步骤F302直接继续。当所述值已经达到一个周期时,判定单元82清零用于第一至第n频带的非佩戴计数器。进一步地,通过在步骤F316清零周期计数器,判定单元82返回步骤F302。

[0510] 佩戴状态检测单元24例如在打开电源的同时持续执行上述处理。藉此,当对所有频带的非佩戴判定状态的判定已经持续达由周期计数器测得的周期单位内的预定时间或以上时,就向控制单元15通知作为“非佩戴”的检测结果。

[0511] 在第五实施例的情况下,判定佩戴/非佩戴的基本概念与第一至第四实施例的基本概念相类似。然而,在用于判定的具体比较技术中,针对每个频带的“P”和“R”的比较结果被设置为以时间序列与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值相比较。

[0512] 当如上所述通过分割频带做出判定时,可以根据系数单元80-1至80-n和81-1至81-n的系数设置来加权特定频带。

[0513] 例如,可以通过向其中在内侧麦克风5和外侧麦克风4的声音拾取信号之间出现幅度差的主导频带分配权重来改进判定精度。

[0514] 替换地,由于主导频带随噪声环境变化,因此可以根据环境(例如,在火车上、飞机上、户外等)执行每个频带的系数设置并且可以根据上述环境做出精确的佩戴状态判定。

[0515] 进一步地,可以判定在判定处理持续的同时差较大的主导频带,并且可以执行加权以使得该频带的系数较大。

[0516] 此外,虽然在图23的描述中将频带分割为第一至第n个频带,但是n大于或等于1。例如,可以通过在一个BPF中提取一个主导频带来执行判定处理,并且可以使用诸如三个频

带、四个频带或五个频带的多个频带。

[0517] 此外,在第一至第 n 频带的 n 个频带中无需覆盖所有的可听频带。

[0518] 与图24的处理相关,还考虑了参考图11描述的变形例。也就是说,可以不执行步骤F304、F307和F310的非佩戴计数器清零操作,并且非佩戴计数器可以表示在一个周期内的累积时间而非持续时间。

[0519] 此外,在步骤F312,最终结果在指示其中所有频带内的非佩戴计数器都已超过阈值的情况的AND条件下被设置为非佩戴状态。然而,还考虑了其中最终结果在诸如OR条件或其中预定数量频带的非佩戴计数器已超过阈值的情况之类的其他条件下被设置为非佩戴状态的例子。

[0520] 此外,可以如同佩戴状态检测单元24的配置的那样考虑图25中的配置。同样地,与图23相同的部分分配有相同的参考符号并将省略对其的描述。

[0521] 在图25的配置中,省略了图23中的绝对值转换单元62-1至62- n 和65-1至65- n 的绝对值转换处理以及LPF63-1至63- n 和66-1至66- n 的包络处理。其他细节与图23所示基本相同。

[0522] 同样能够以上述配置判定佩戴/非佩戴。

[0523] <7.变形例>

[0524] 虽然上面已经描述了各个实施例,但是还可以进一步考虑各种变形例。

[0525] 本公开的技术还可以应用于如实施例中的耳机1那样戴在头上的诸如内耳型、耳管型等以及密闭型耳机之类的其他类型的耳机装置。此外,本公开的技术对于单耳型耳机装置也是有效的。

[0526] 此外,本公开的技术不限于立体声耳机,并且同样能够在单耳耳机内操作。

[0527] 此外,本公开的技术适用于在广义范围内使用电池的耳机,诸如配有或未配有消噪系统的耳机、配有诸如Bluetooth的无线通信功能的耳机、或配有用于声学处理的有源电路的作为有源耳机的耳机。

[0528] 此外,内侧麦克风5或外侧麦克风4还可以用作通信用麦克风。在此意义下,本公开的技术还适用于通过与便携式电话装置等的连接而被使用的耳机。

[0529] 虽然佩戴状态检测单元24和控制单元15在图2、12、16和20中被示出为分开的物体,但是用作控制单元15的微型计算机等可以作为佩戴状态检测单元24执行操作。也就是说,佩戴状态检测单元24和控制单元15可以是集成的硬件配置。

[0530] 虽然在每个实施例中仅描述了L通道和R通道之一,但是类似的佩戴检测可以在两个通道中独立地或共同地执行。

[0531] 当共同地执行佩戴检测操作时,例如仅需混合外侧麦克风4L和4R的输入声音信号,并将混合的声音信号供应给佩戴状态检测单元24,以及混合内侧麦克风5L和5R的输入声音信号,并将混合的声音信号供应给佩戴状态检测单元24。

[0532] 进一步地,可以仅在一个通道内执行佩戴检测。

[0533] 虽然L通道的佩戴/非佩戴的检测结果和R通道的佩戴/非佩戴的检测结果是在佩戴状态检测于L/R通道内独立执行时获得的,但是还可以考虑控制单元15的各种处理例。

[0534] 例如,当状态在L/R通道的AND条件下是非佩戴时执行电源关闭控制,或者当状态在一个通道中检测到非佩戴作为OR条件时执行电源关闭控制。如果重点在于不计后果地保

持电源开启的操作,则优选AND条件,而如果期望尽可能的关闭电源,则优选OR条件。

[0535] 此外,与佩戴/非佩戴检测结果相对应的控制单元15的控制不限于电源关闭控制。

[0536] 例如,还考虑了当状态被判定为非佩戴时降低再现声音的音量的控制操作,以及当仅在一个通道中状态被判定为非佩戴时通过执行L/R通道再现声音的单耳混合而从佩戴状态的通道的驱动器单元3生成声学输出的控制操作。

[0537] 此外,还可以执行电源打开控制。例如,即使在电源被关闭(待机状态)的情况下,仍可设置由佩戴状态检测单元执行佩戴检测操作。因此,当检测到佩戴状态时,控制单元15执行电源打开控制并从睡眠状态开始启动。这样就可以实现在用户戴上耳机时能够打开电源并在用户摘下耳机时能够关闭电源的有源耳机。

[0538] 此外,如在实施例描述的佩戴状态检测中使用的佩戴状态参考值(F_1/F_0)的最优值根据各用户而有所不同。这是因为壳体2的密闭状况取决于用户头部或耳廓周边形状、佩戴部分的头发量、佩戴习惯等而有所不同。因此还考虑了通过测量在用户戴上耳机的状态下的佩戴状态参考值或校准该佩戴状态参考值来存储适于实际使用该耳机的用户的佩戴状态参考值的处理。

[0539] 此外,虽然已经描述了在通过将由外侧麦克风4获取的声音信号和由内侧麦克风5获取的声音信号之间的信号比较结果与非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值相比较来做出相似性判定的情况下进行频率轴上的幅度比较或时间轴上的幅度比较,但是还可以考虑检测每个频带的信号相差的比较处理。

[0540] 本领域技术人员应该理解的是,取决于设计要求和因素,会出现各种修改、组合、子组合和变化,而这些修改、组合、子组合和变化仍将位于所附权利要求或其等效方案的范围内。

[0541] 此外,本技术还可如下构成。

[0542] (1) 一种耳机装置,包括:

[0543] 外侧麦克风,该外侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音不经过遮蔽物而被拾取的位置;

[0544] 内侧麦克风,该内侧麦克风附接至在用户佩戴该耳机装置的状态下外来声音经由遮蔽物而被拾取的位置;

[0545] 驱动器单元,该驱动器单元被配置为执行声学输出;以及

[0546] 佩戴状态检测单元,该佩戴状态检测单元被配置为使用由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果、作为预先存储的在非佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的非佩戴状态参考值、以及作为预先存储的在佩戴状态下外来声音到达时由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的佩戴状态参考值,来检测佩戴状态或非佩戴状态。

[0547] (2) 根据(1)的耳机装置,其中佩戴状态检测单元通过把非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值各自与由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果进行相似性判定来检测佩戴状态或非佩戴状态。

[0548] (3) 根据(2)的耳机装置,其中佩戴状态检测单元执行将用作由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的频率特性与用作非佩戴

状态参考值和佩戴状态参考值的频率特性相比较的处理,作为所述相似性判定。

[0549] (4) 根据 (2) 的耳机装置,其中佩戴状态检测单元执行将用作由外侧麦克风获取的声音信号和由内侧麦克风获取的声音信号之间的信号比较结果的时间轴幅度与用作非佩戴状态参考值和佩戴状态参考值的时间轴幅度相比较的处理,作为所述相似性判定。

[0550] (5) 根据 (2) 至 (4) 中任一项的耳机装置,其中佩戴状态检测单元针对每个给定周期在相似性判定结果被判定为非佩戴状态的持续时间段或累积时间已经超过阈值时输出具有非佩戴状态的检测结果。

[0551] (6) 根据 (1) 至 (5) 中任一项的耳机装置,还包括:

[0552] 消噪处理单元,该消噪处理单元被配置为根据拾取的外来声音信号生成消噪信号,并将该消噪信号设置为从驱动器单元输出的声音信号,

[0553] 其中要被供应至该消噪处理单元的所述外来声音信号被配置为由外侧麦克风和内侧麦克风之一或两者获取。

[0554] (7) 根据 (1) 至 (6) 中任一项的耳机装置,还包括:

[0555] 声音信号处理单元,该声音信号处理单元被配置为将从外部装置输入的声音信号作为从驱动器单元输出的声音信号来进行处理。

[0556] (8) 根据 (1) 至 (7) 中任一项的耳机装置,还包括:

[0557] 控制单元,该控制单元被配置为在佩戴状态检测单元检测到非佩戴状态时执行电源关闭控制。

[0558] 本公开包含在于2012年8月2日向日本专利局提交的日本优先权专利申请JP2012-171975中所公开的主题,其中该专利申请的全部内容通过引用合并在此。

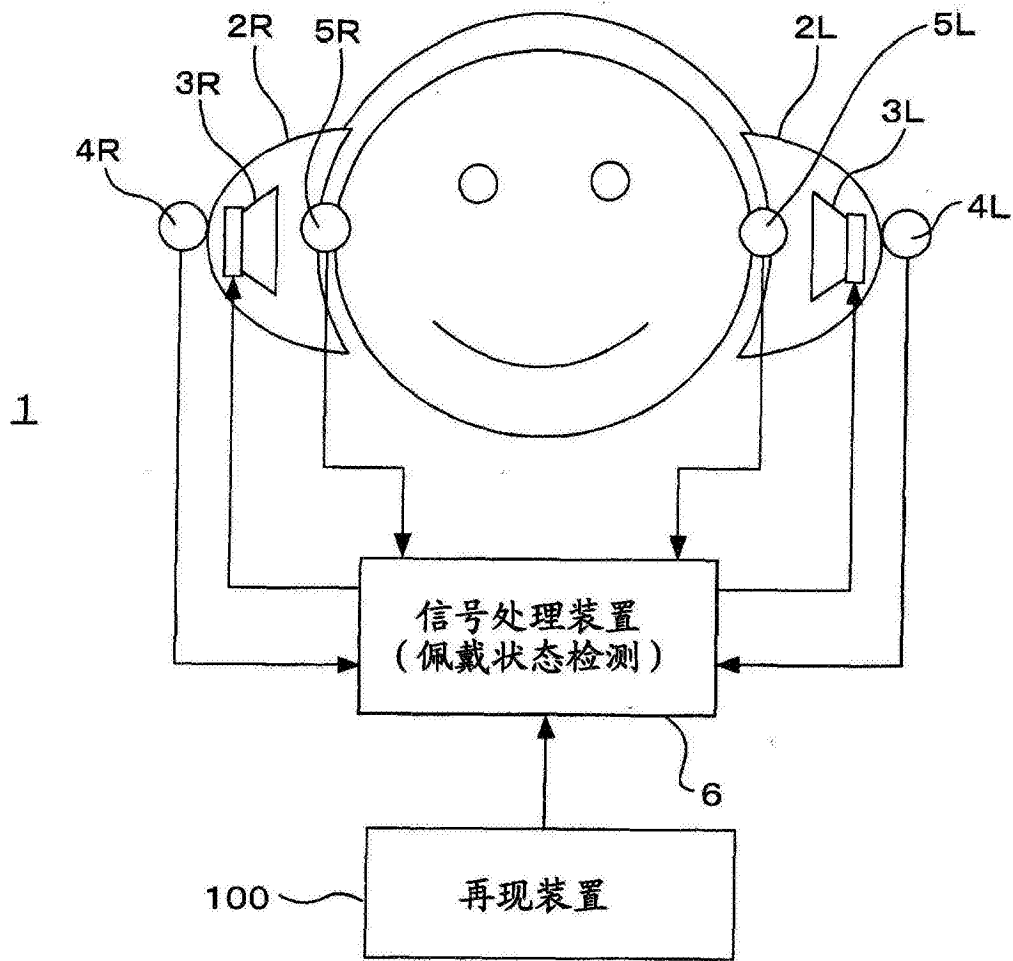


图1

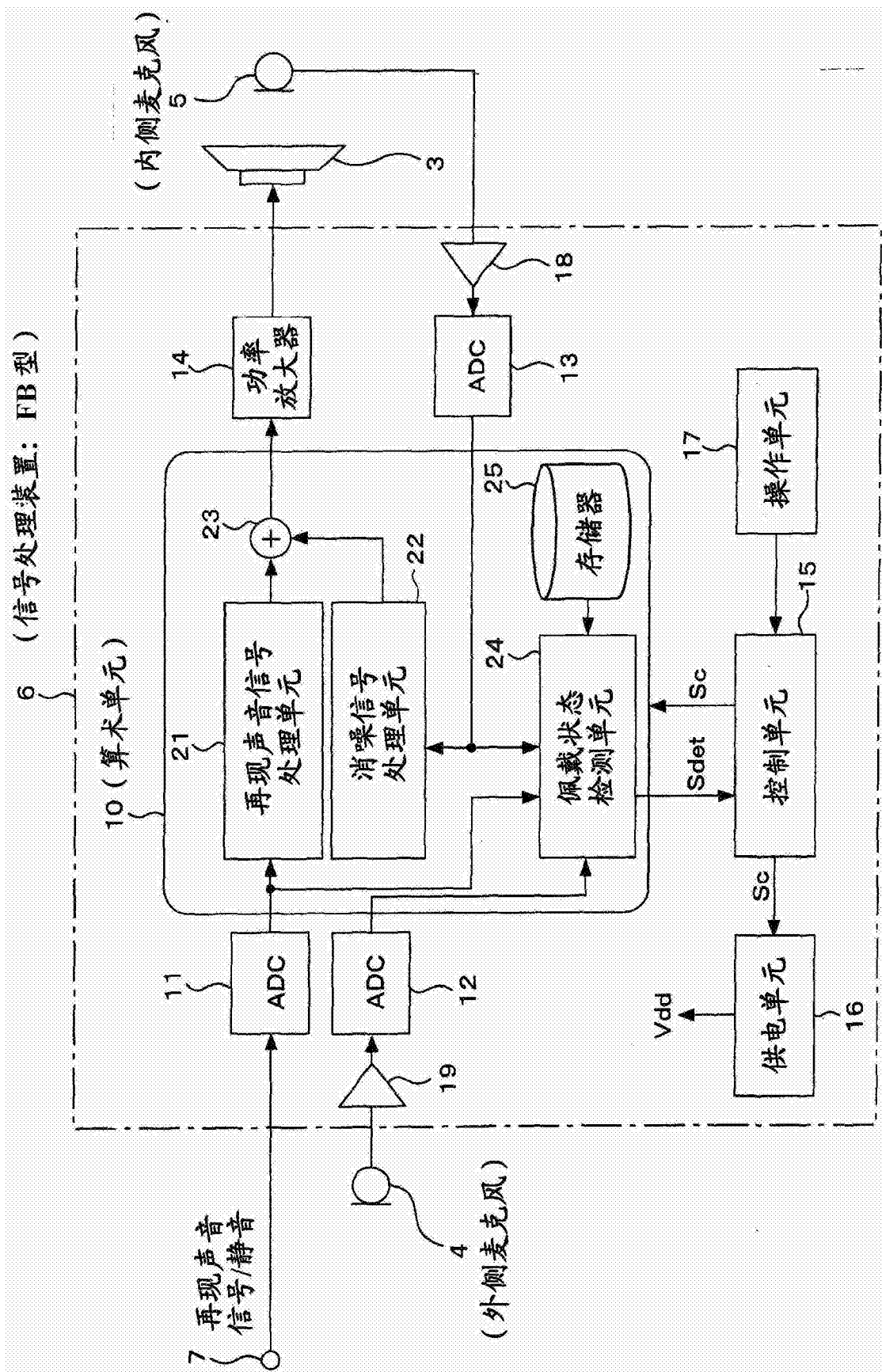
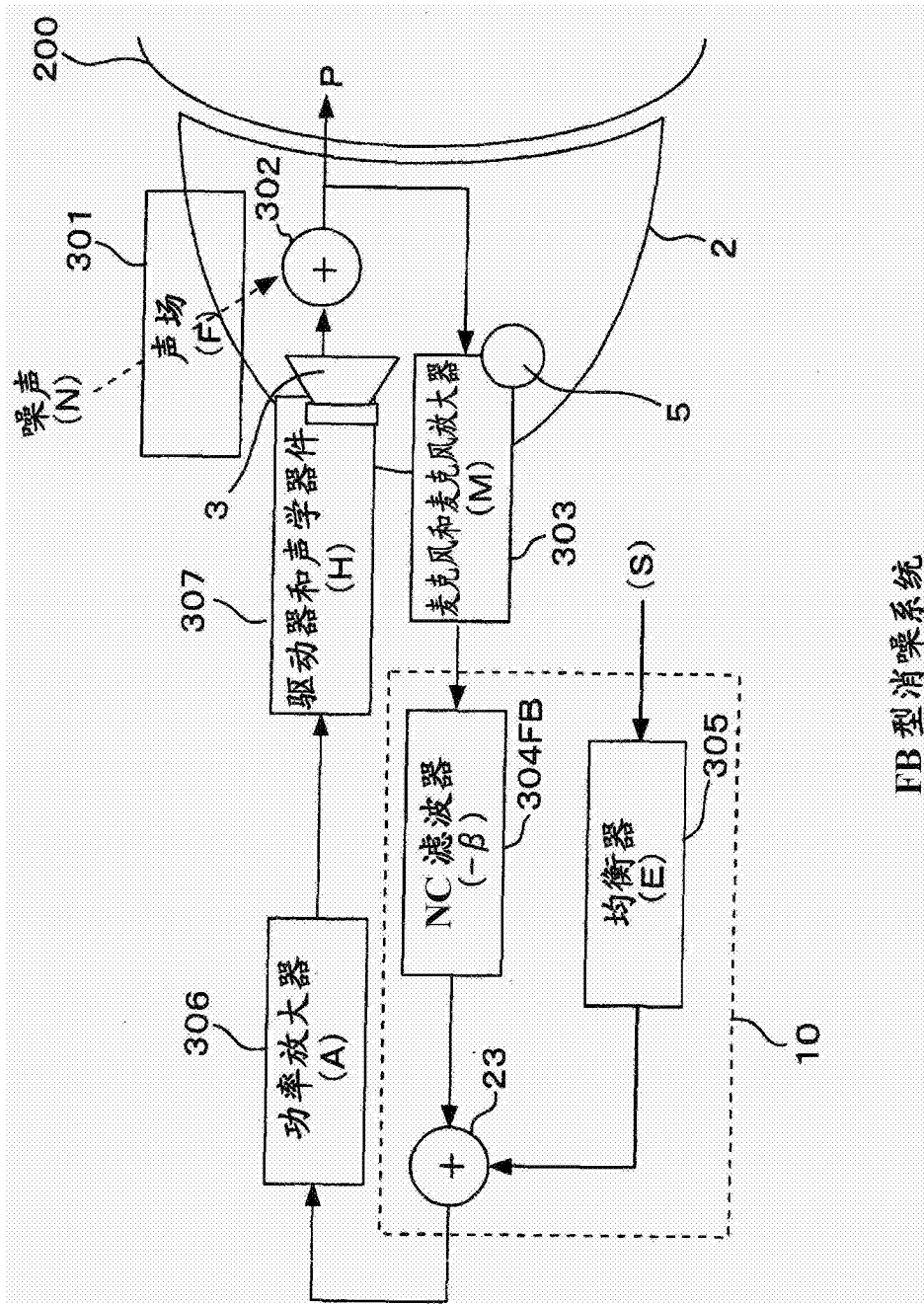
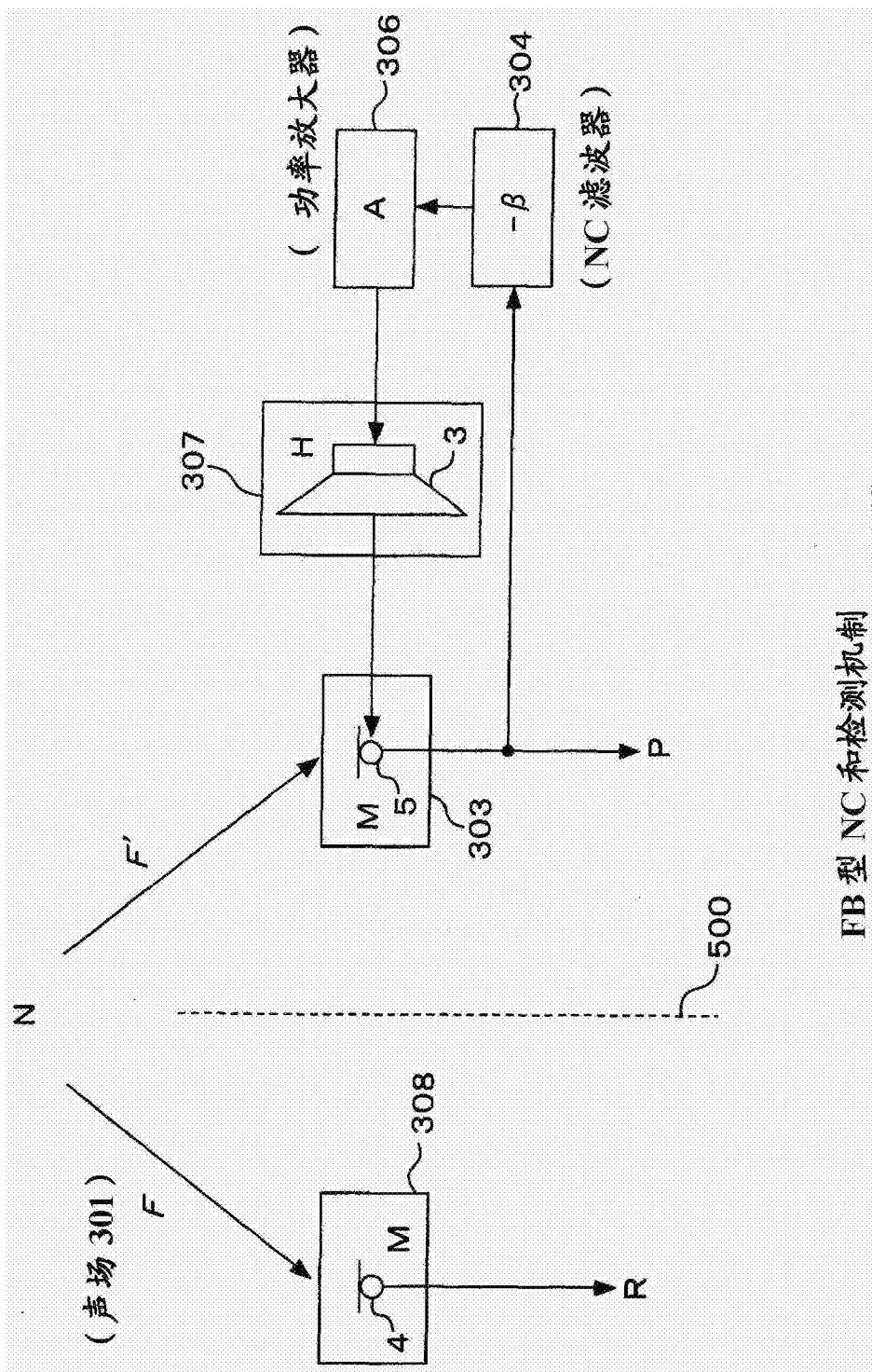


图2



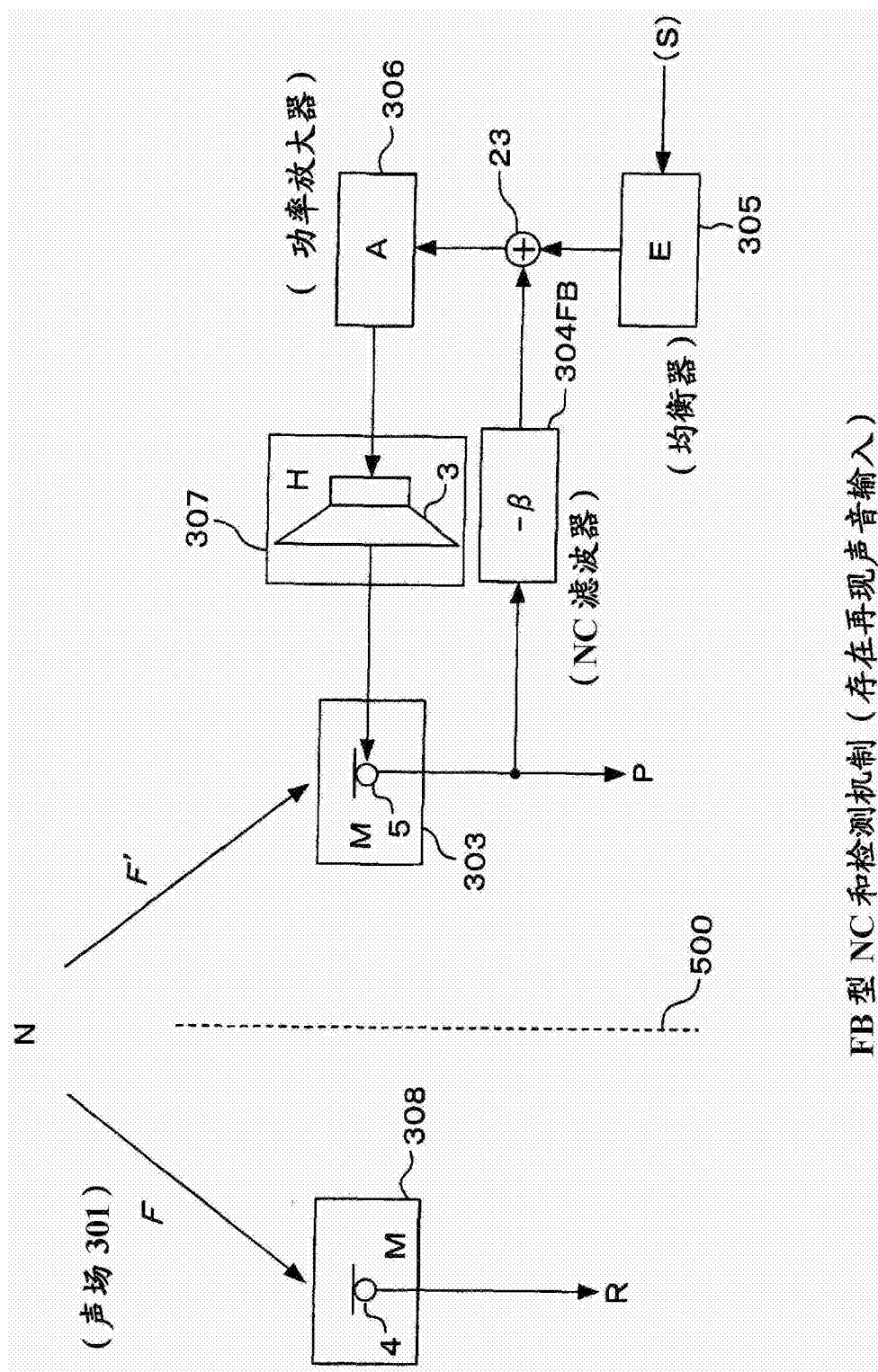
FB型消噪系统

图3



FB 型 NC 和检测机制

图4



FB 型 NC 和检测机制 (存在再现声音输入)

图5

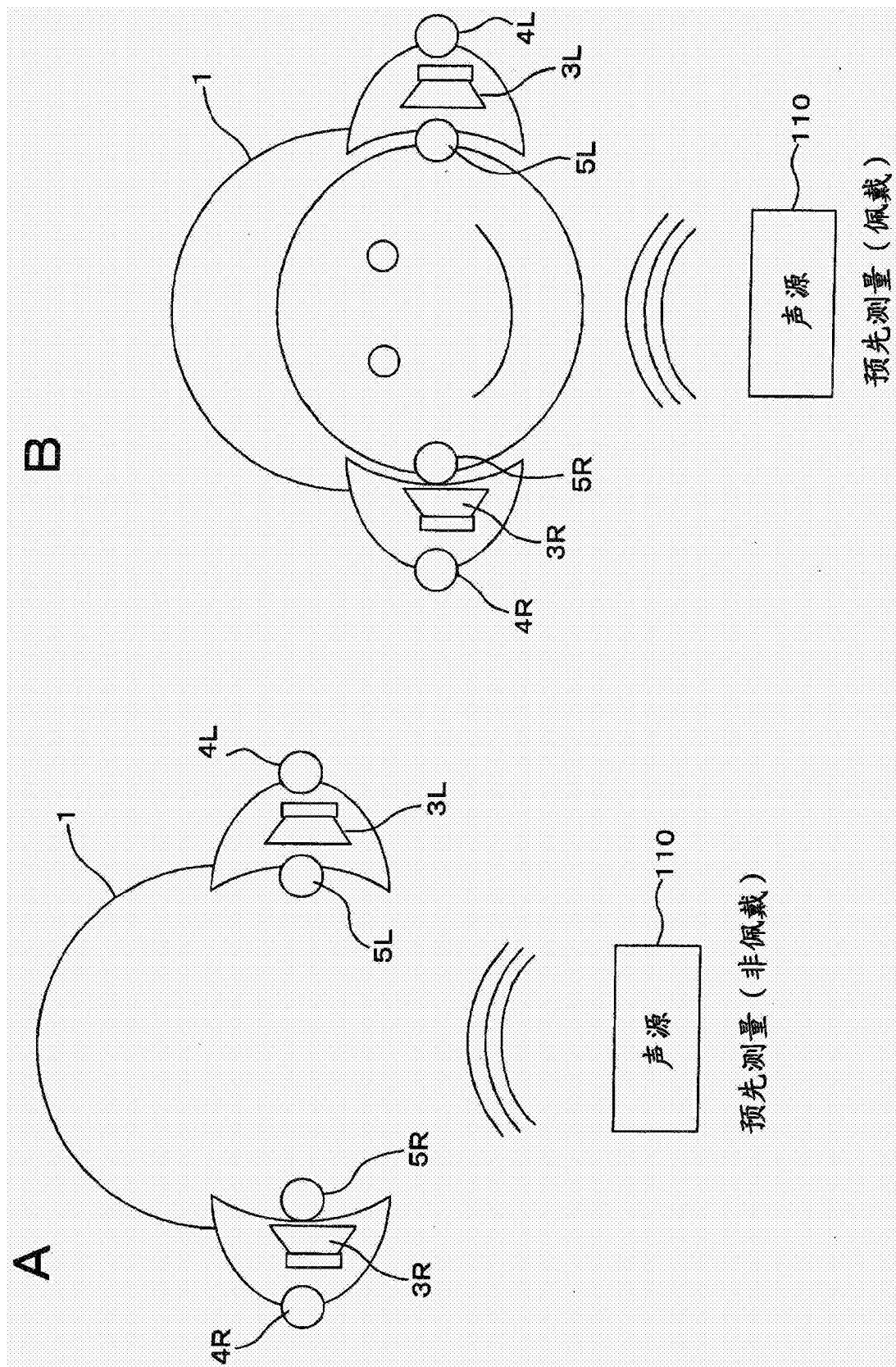


图6

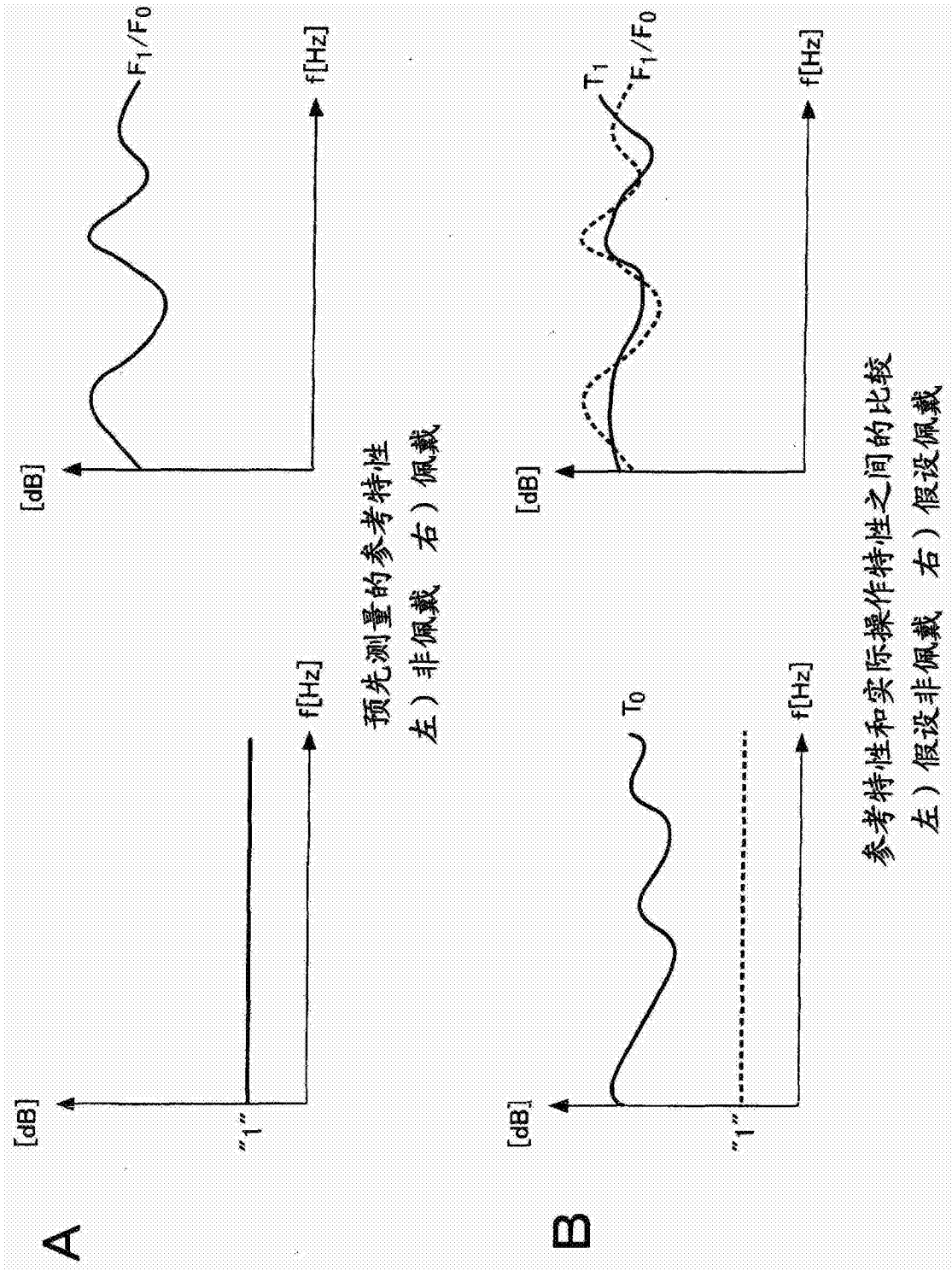


图7

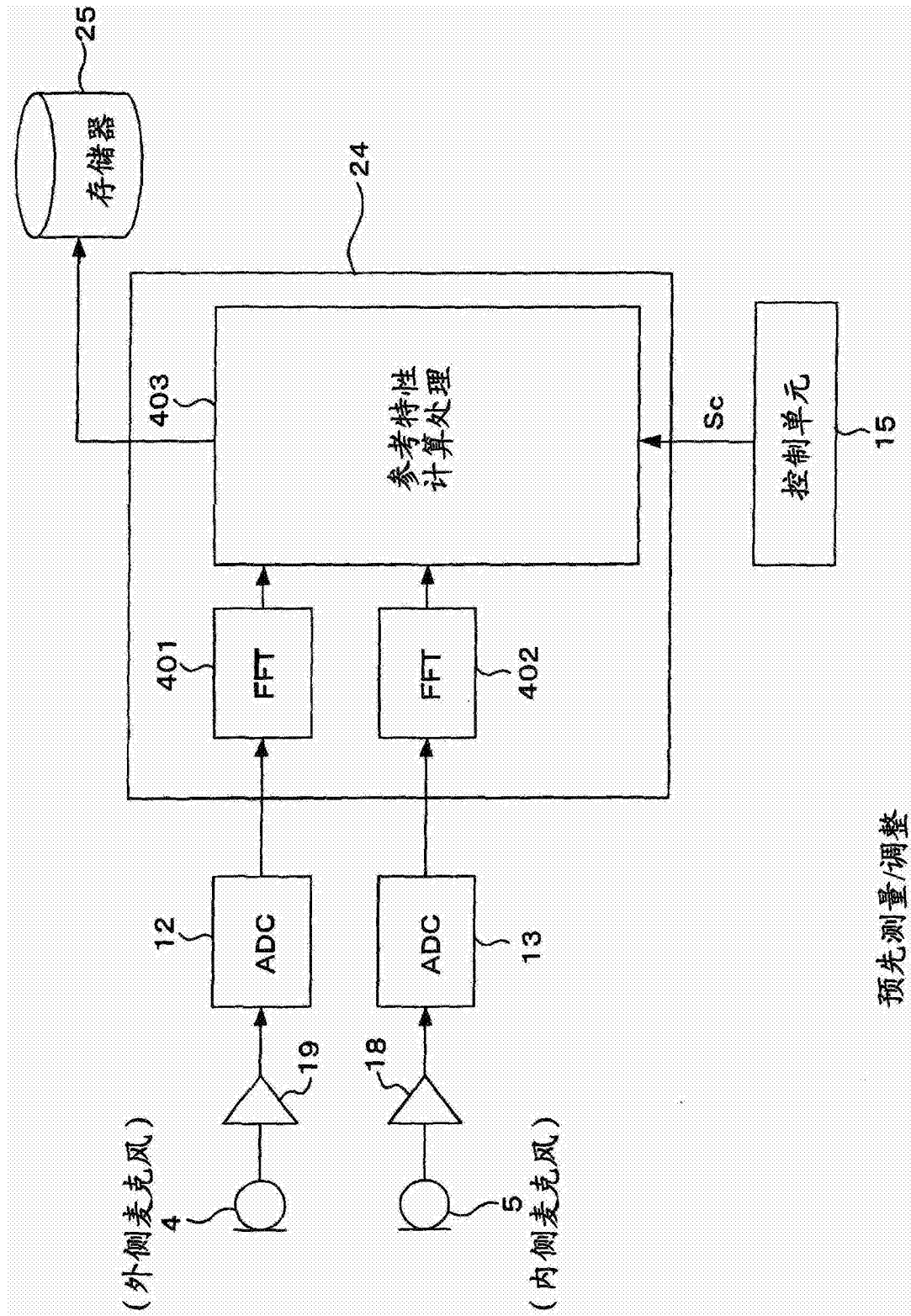


图8

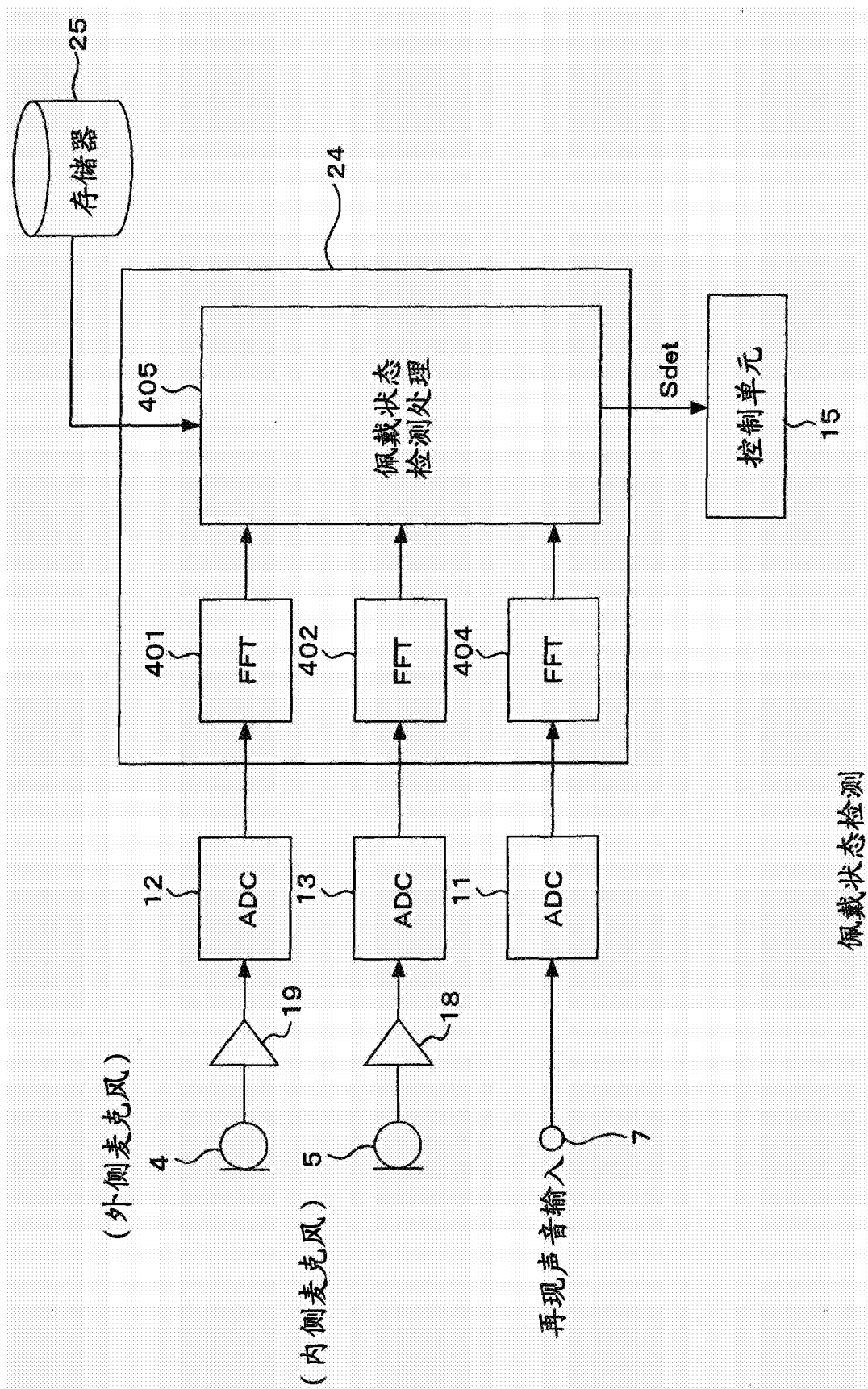


图9

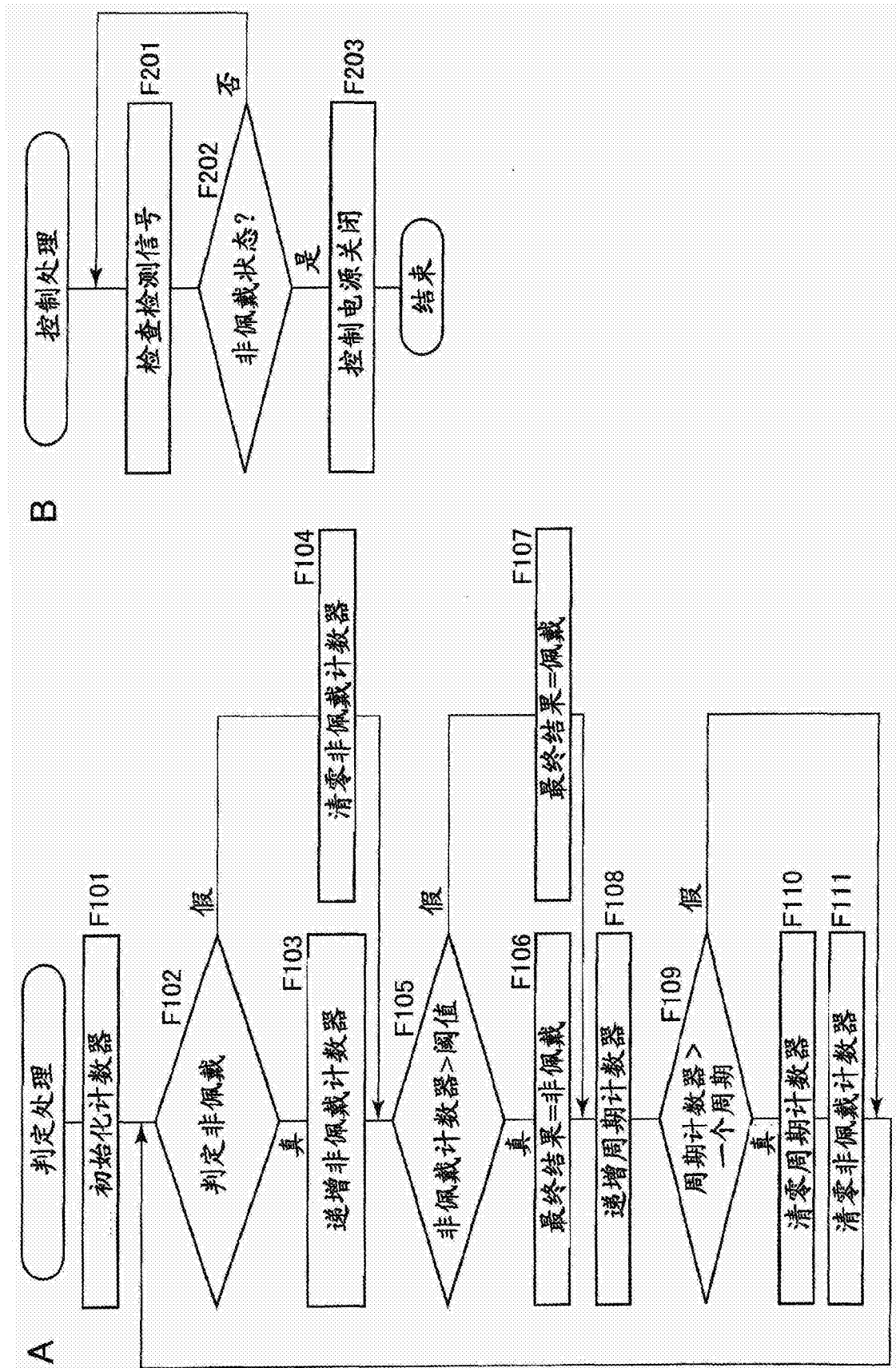


图10

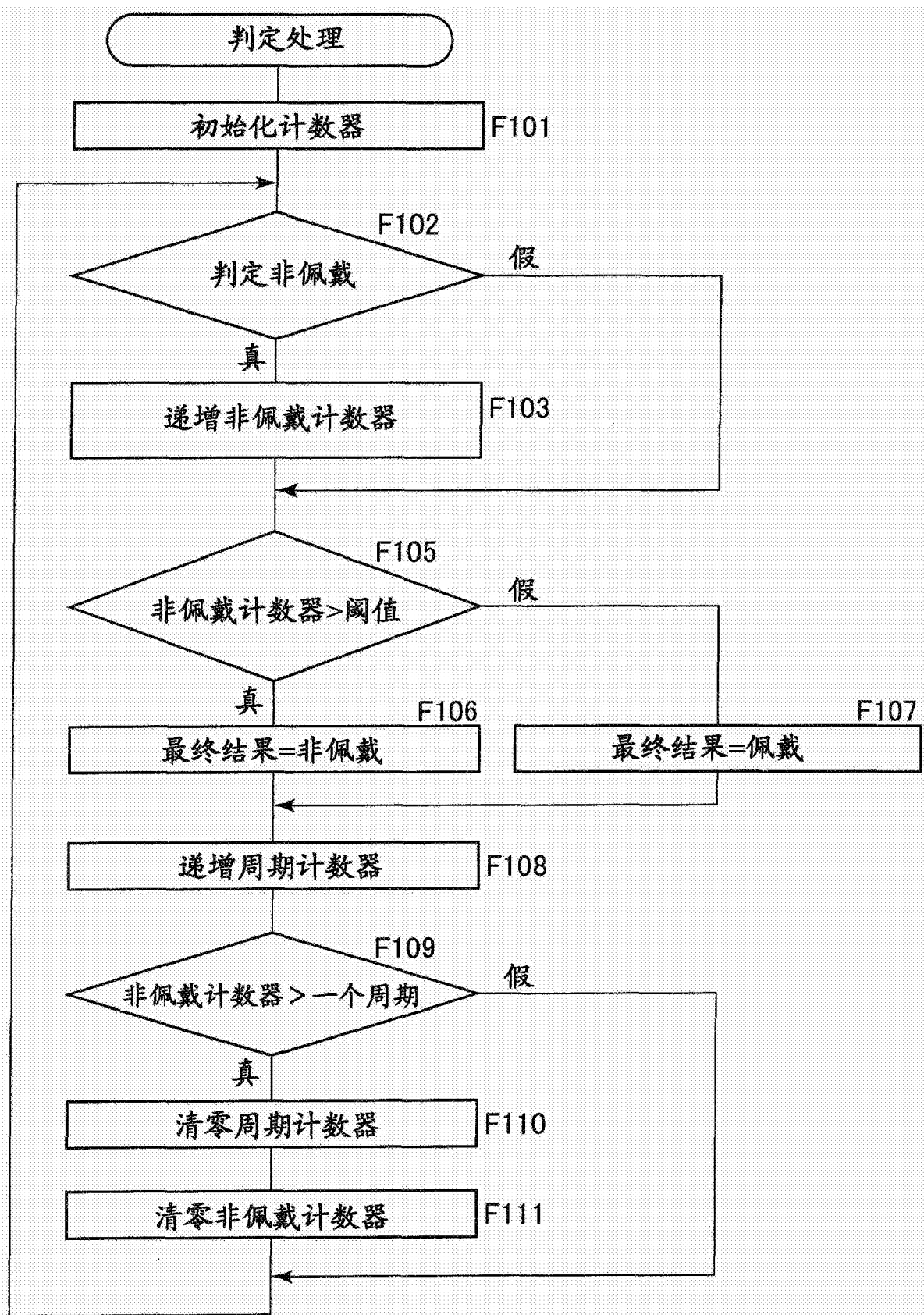


图11

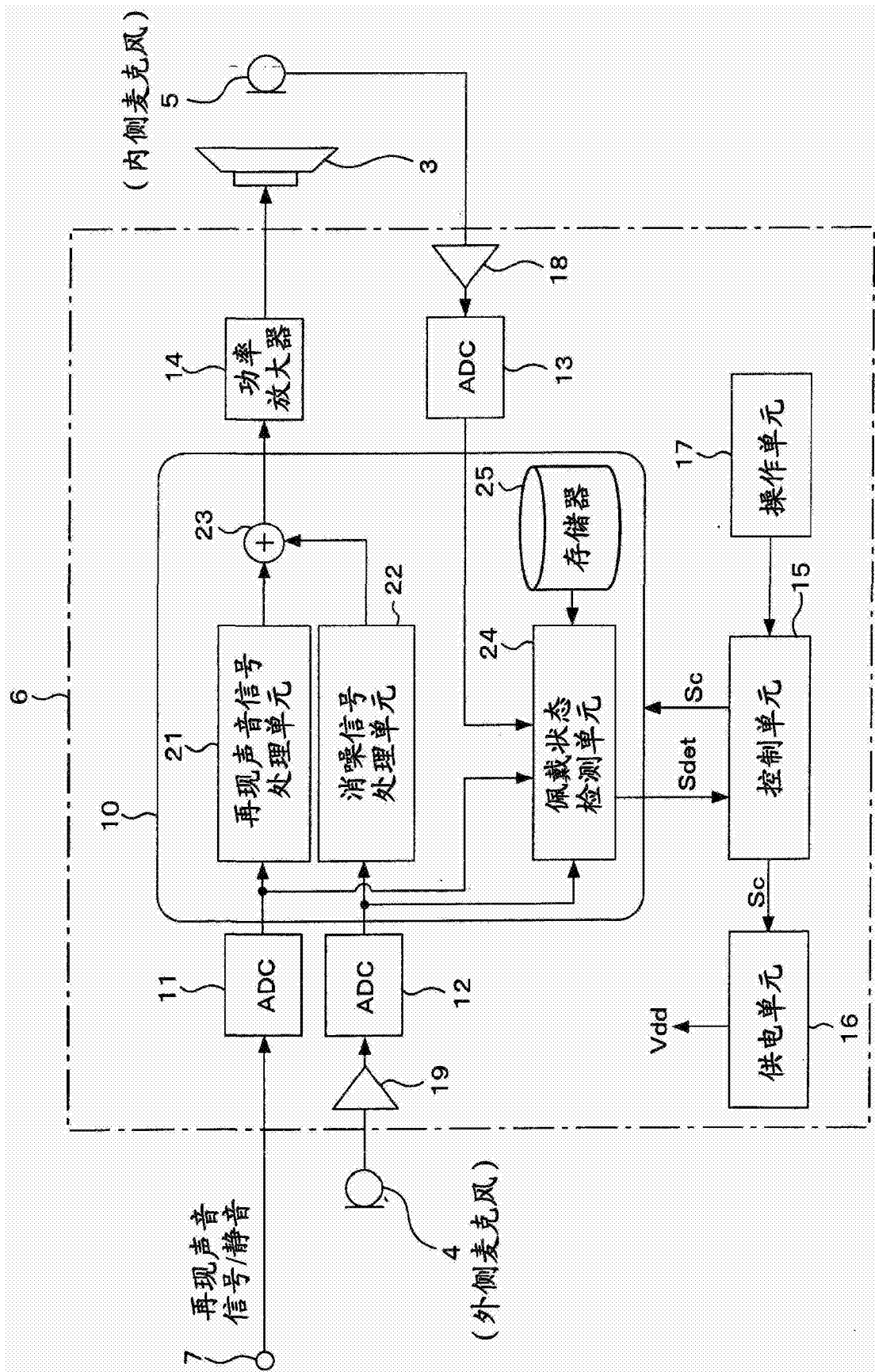


图12

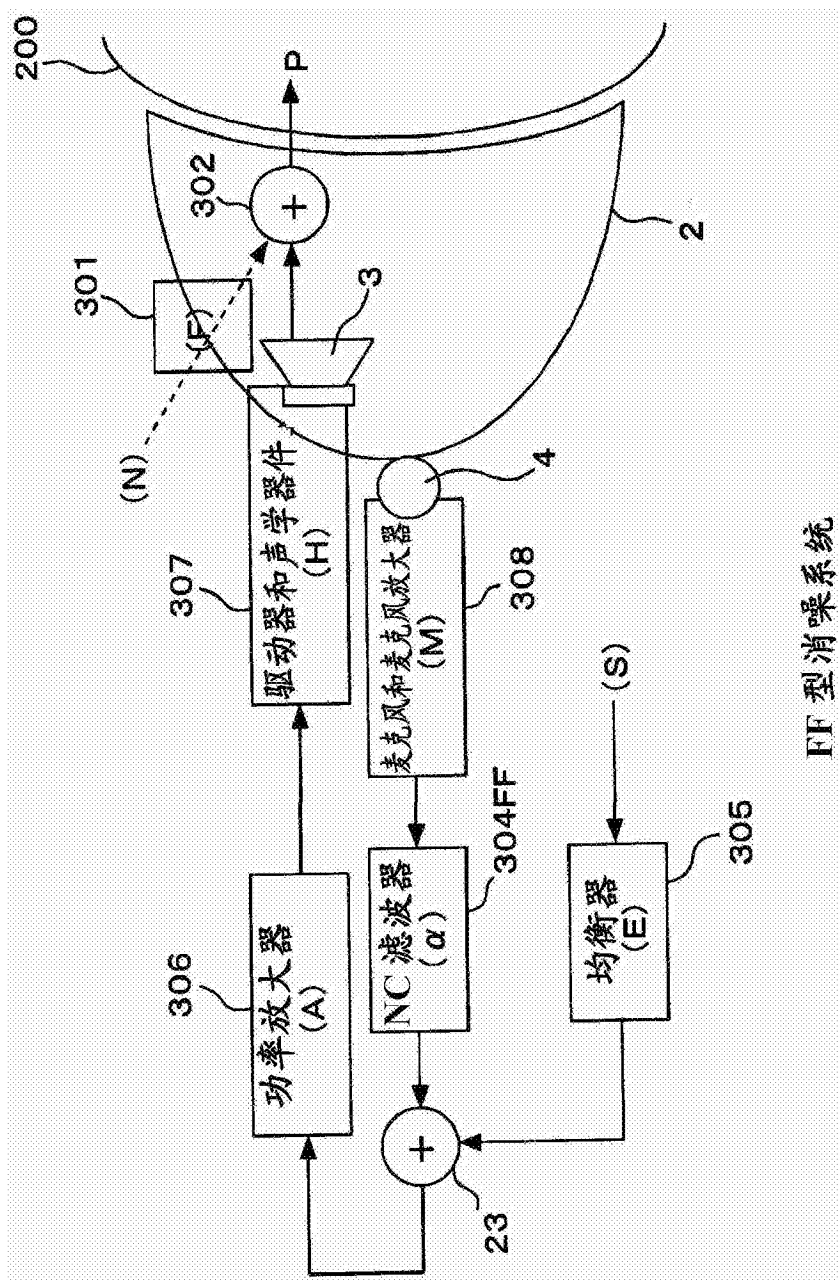


图13

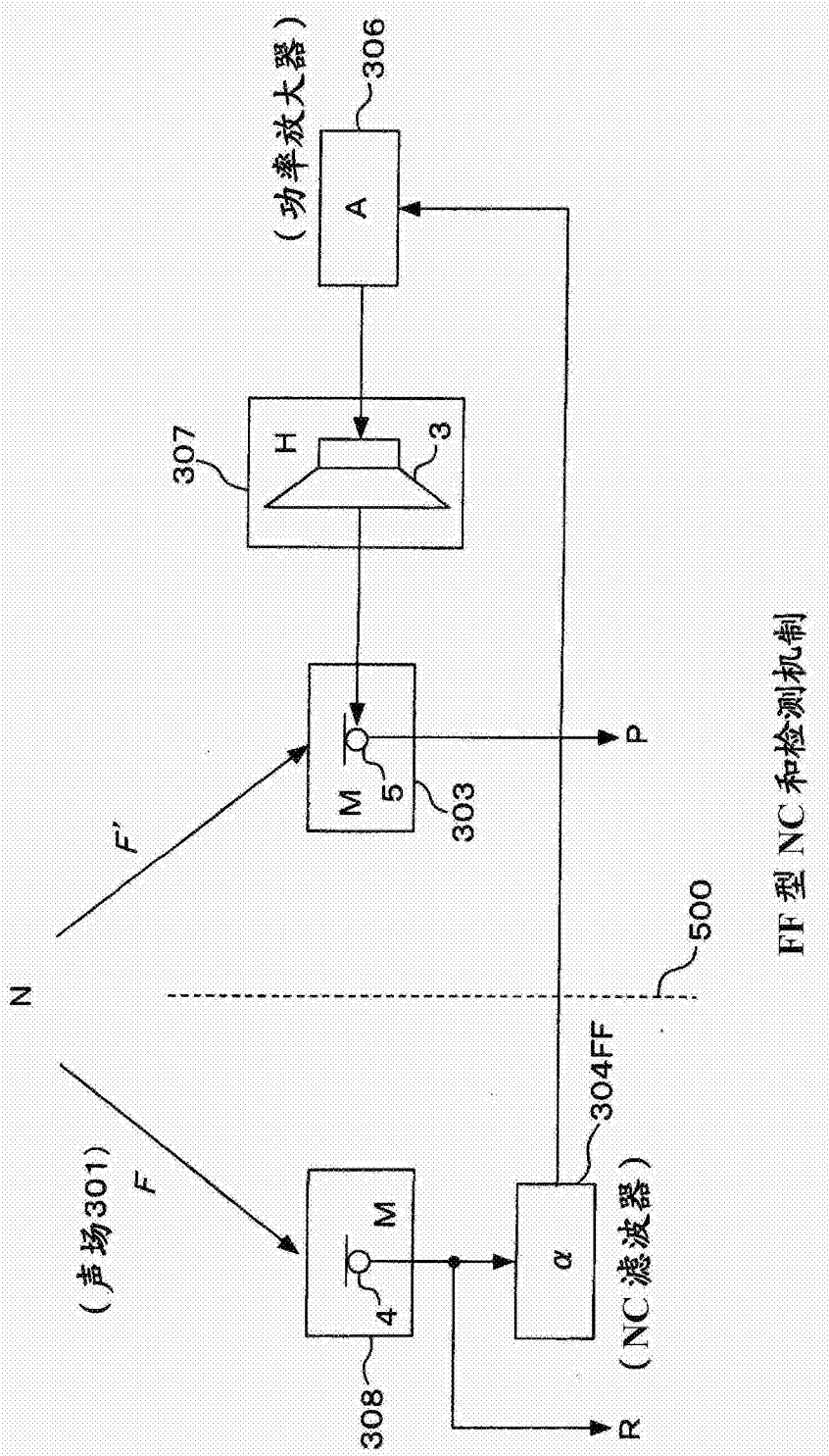


图14

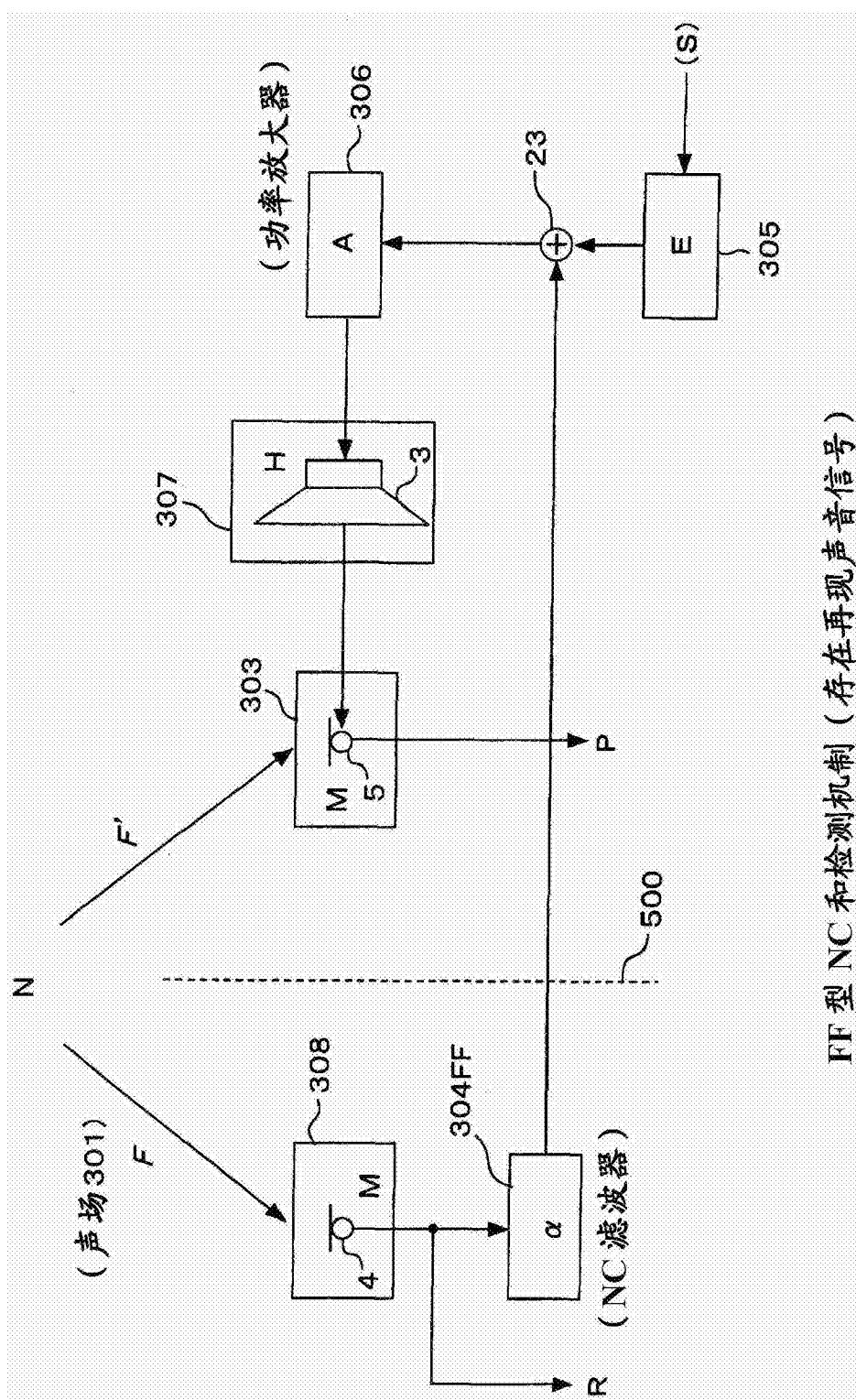


图15

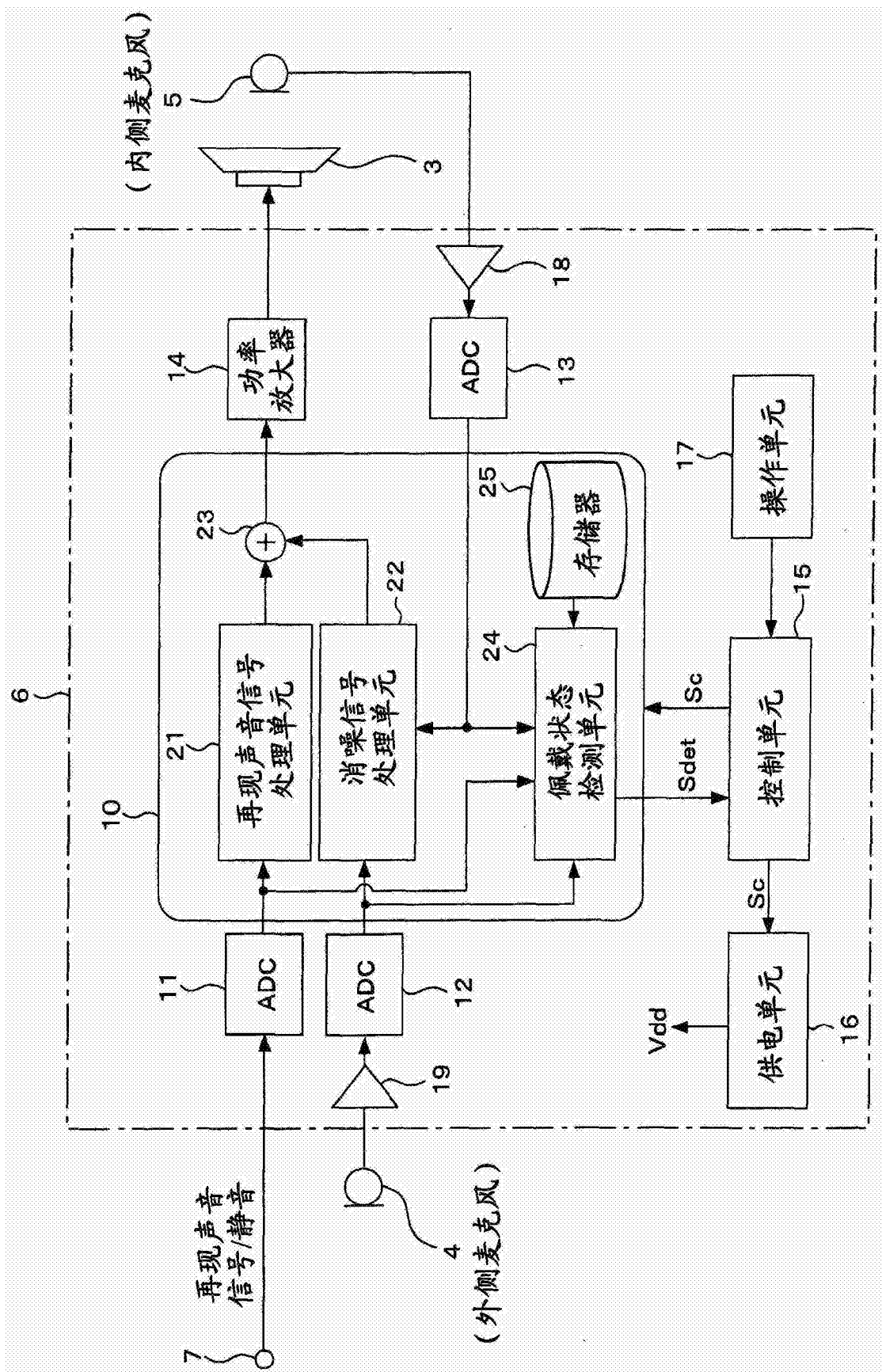


图16

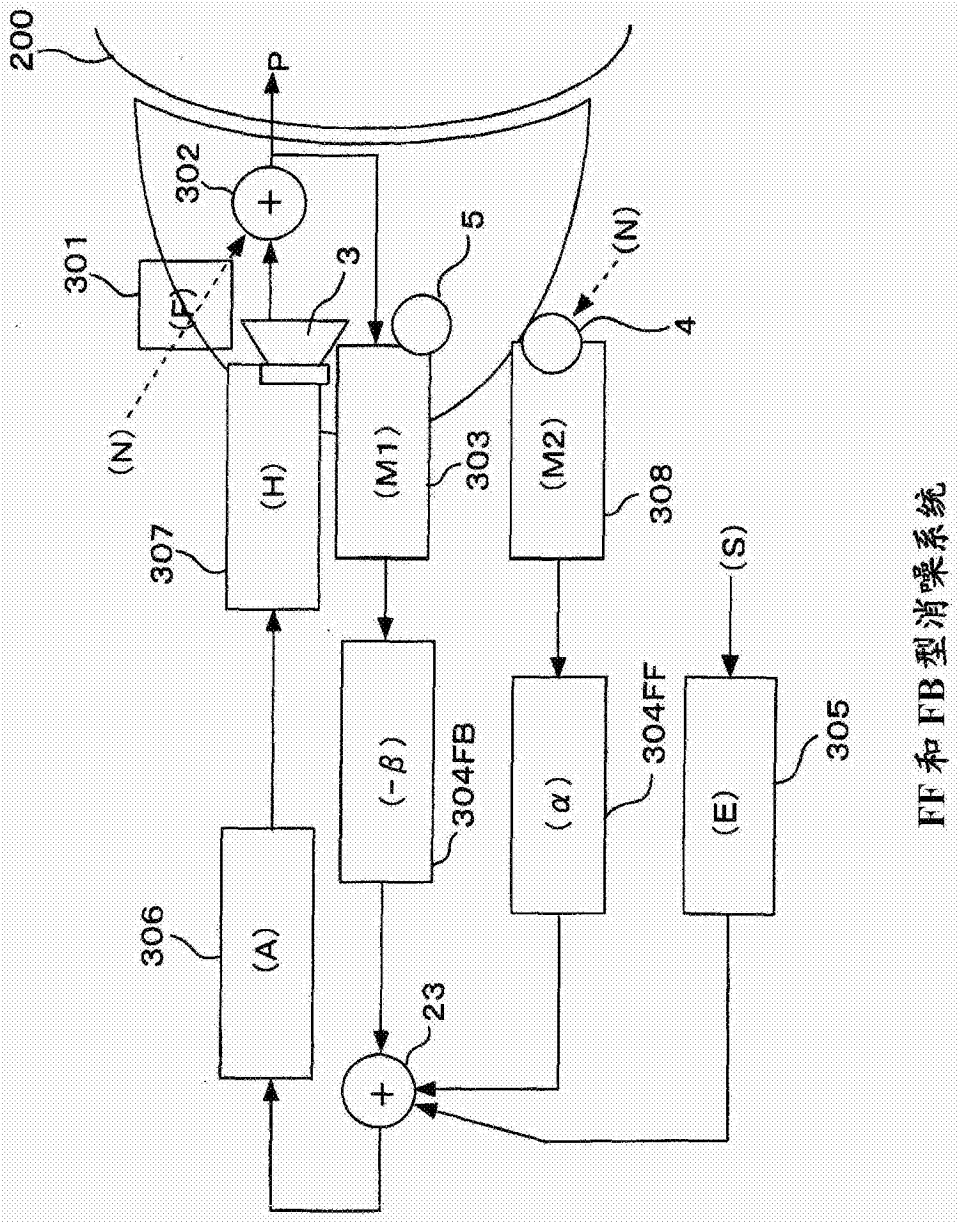
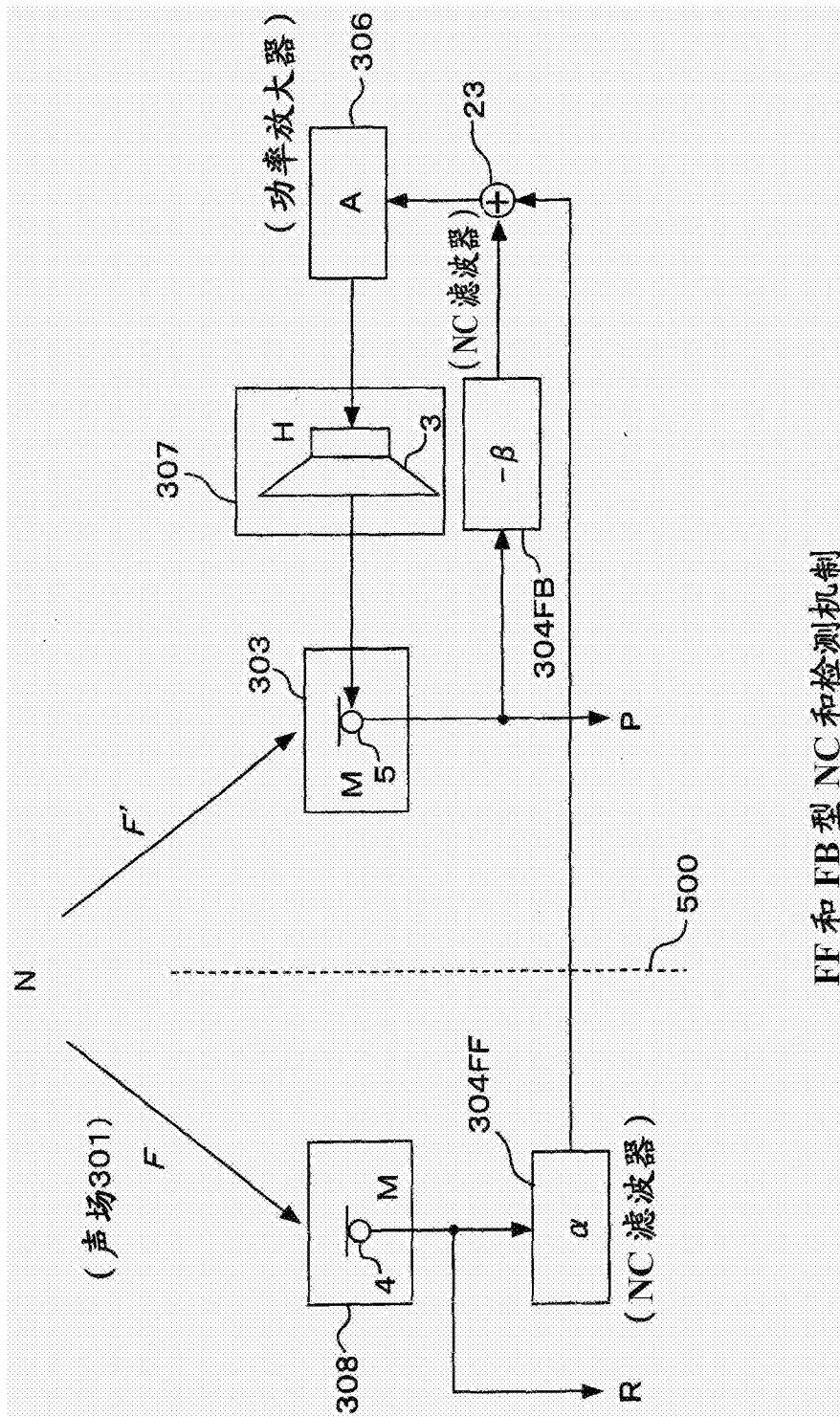
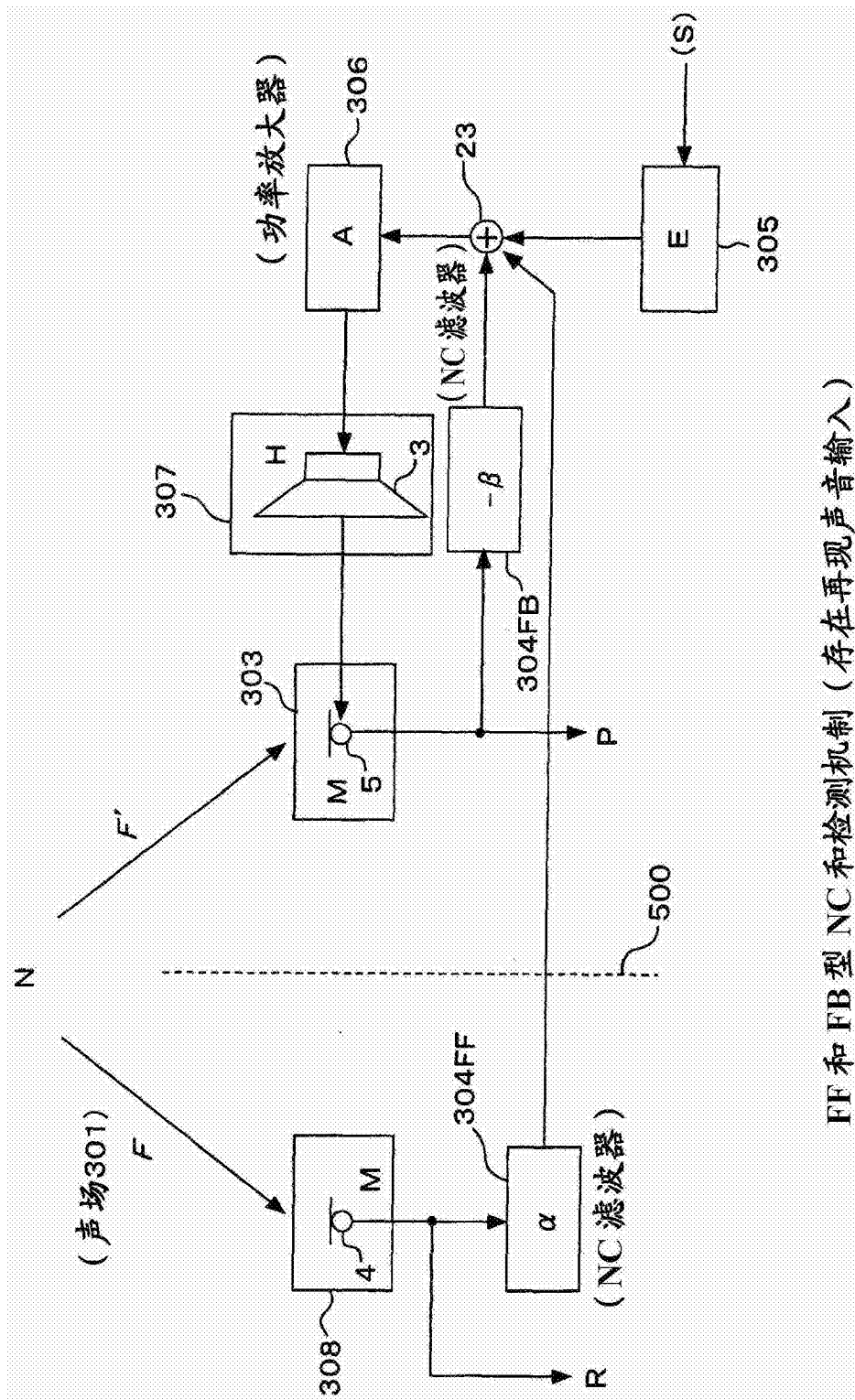


图17



FF 和 FB 型 NC 检测机制

图18



FF 和 FB 型 NC 和检测机制 (存在再现声音输入)

图19

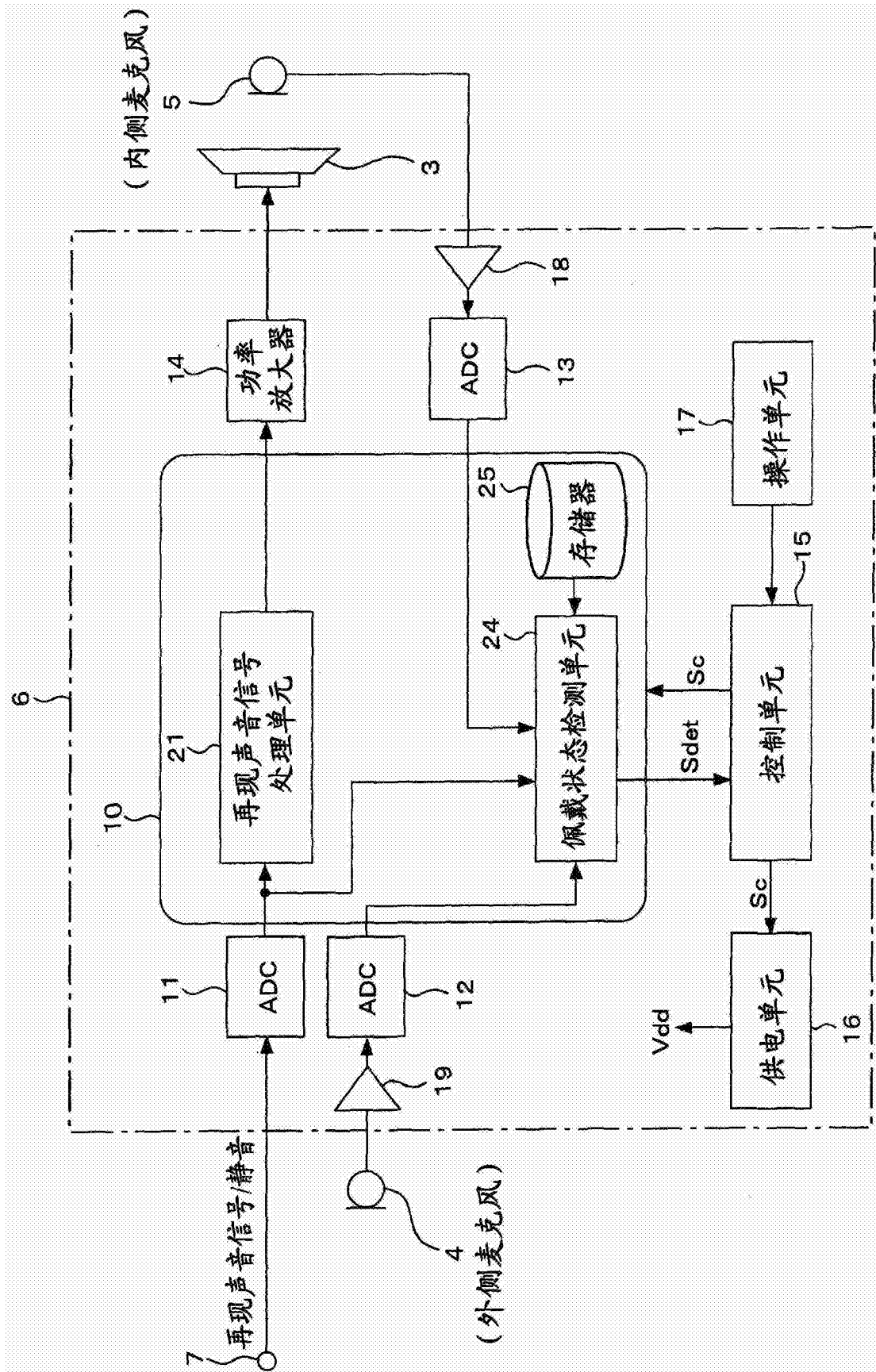
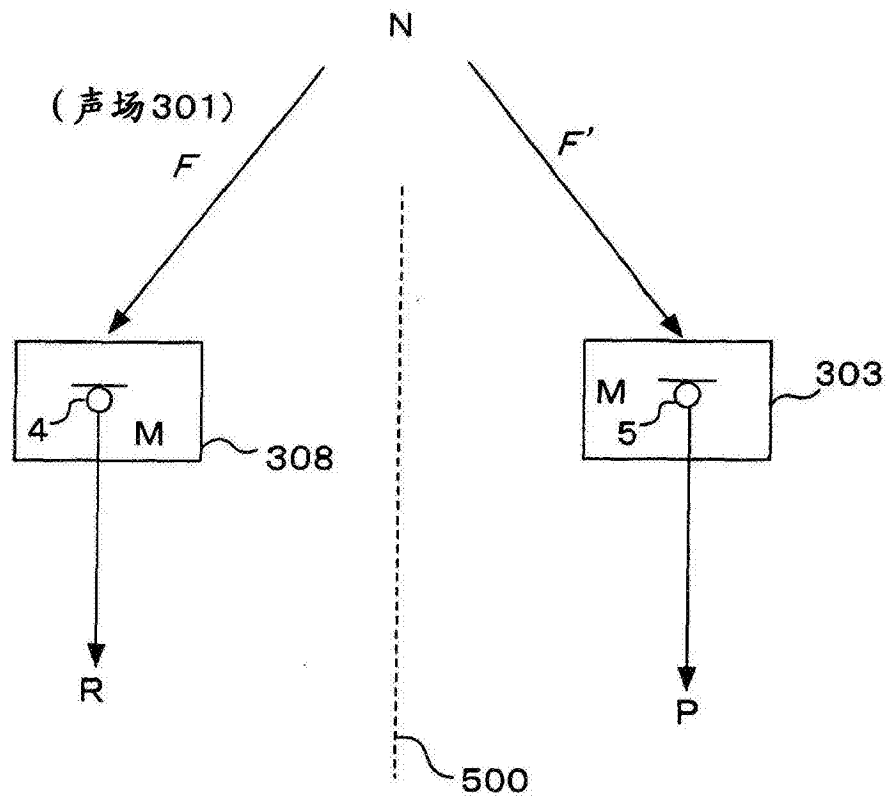


图20



不存在再现声音信号时

图21

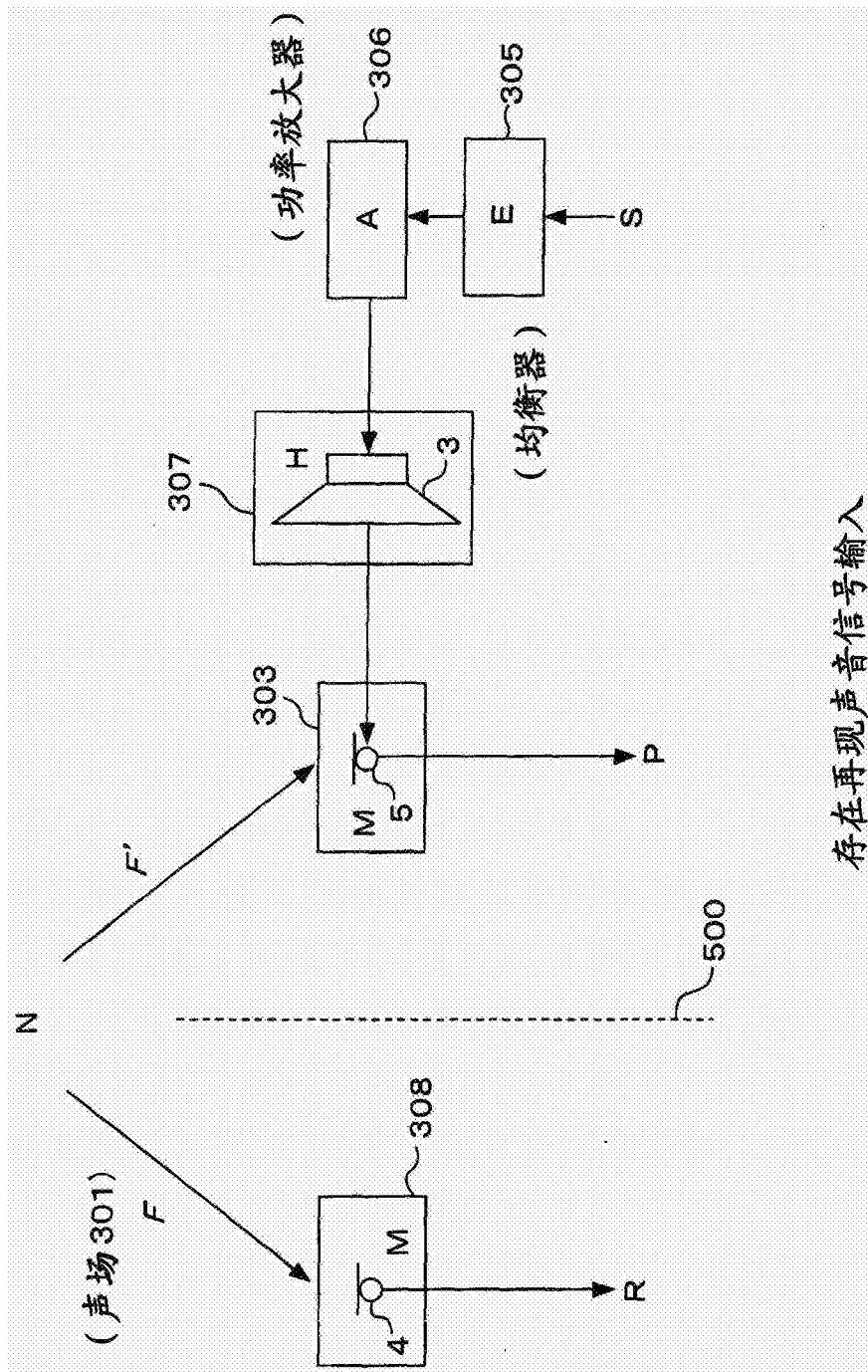


图22

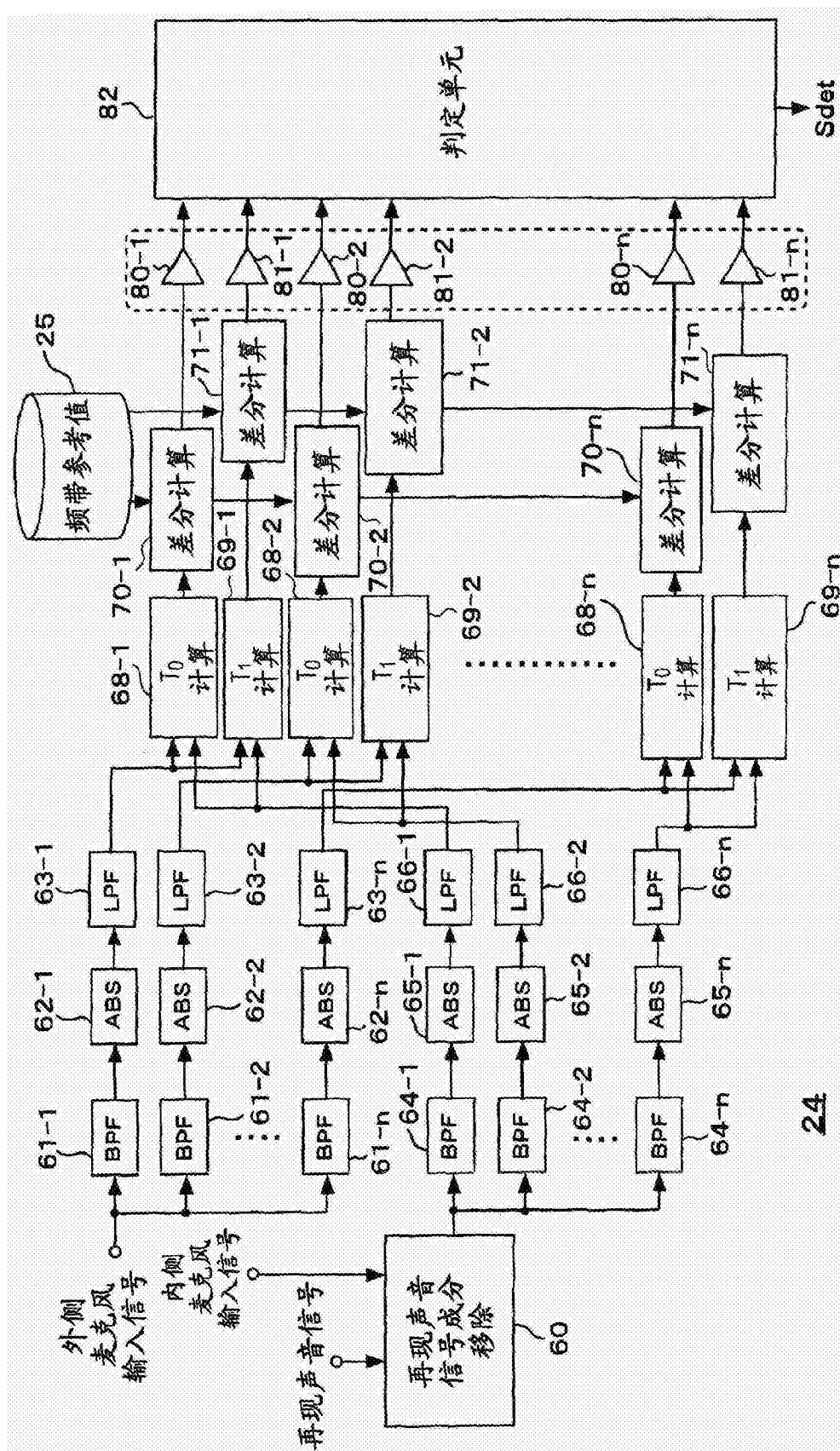


图23

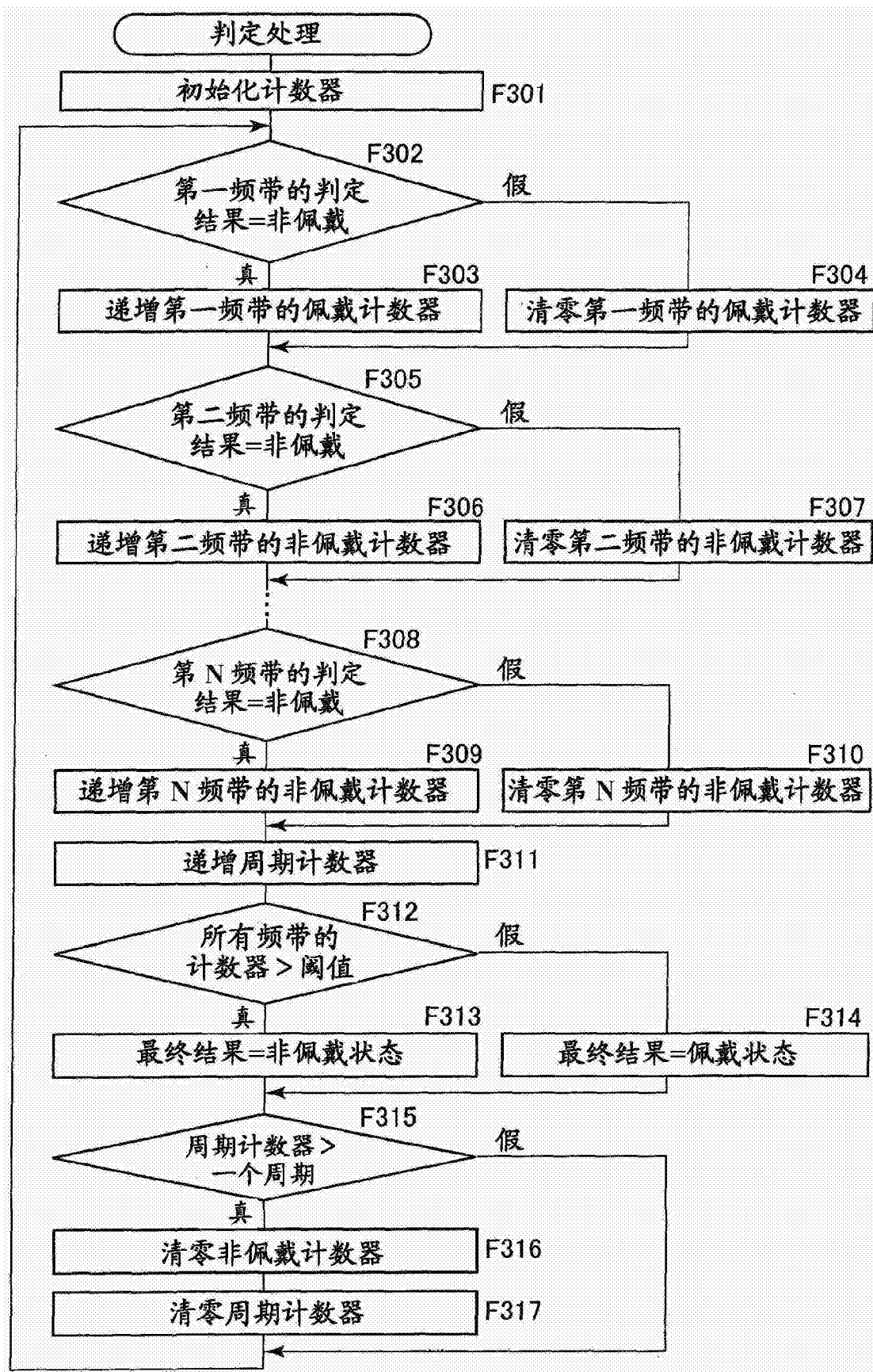


图24

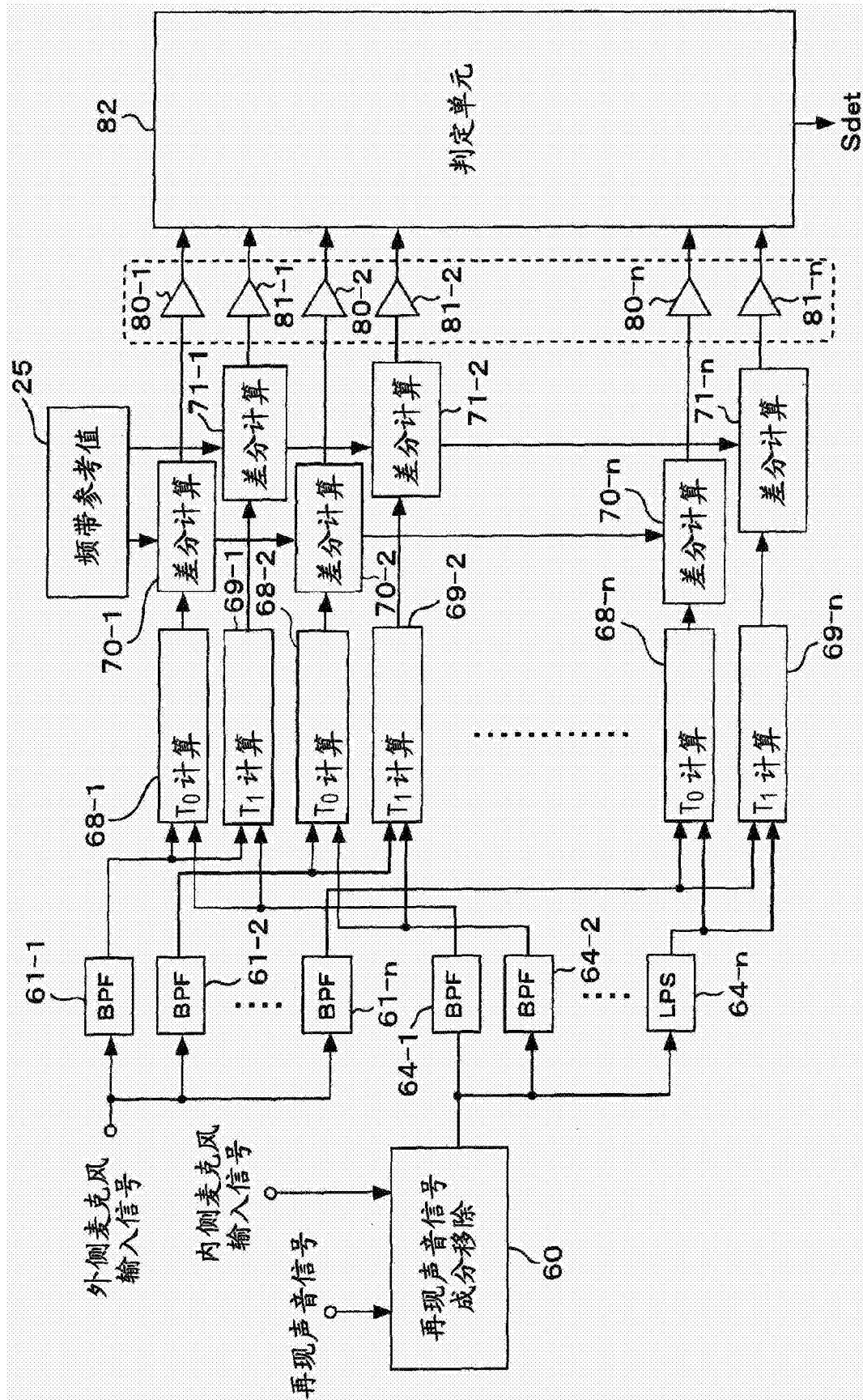


图25