

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 1/10 (2008.01)

H04H 40/72 (2008.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780011457.0

[43] 公开日 2009年4月15日

[11] 公开号 CN 101411074A

[22] 申请日 2007.3.15

[21] 申请号 200780011457.0

[30] 优先权

[32] 2006.4.24 [33] JP [31] 119560/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/055266 2007.3.15

[87] 国际公布 WO2007/122923 日 2007.11.1

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.27

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 御前慎哉

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 徐殿军

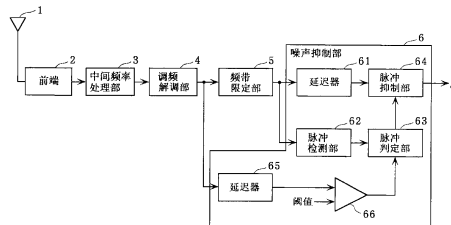
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 11 页

[54] 发明名称

噪声抑制装置

[57] 摘要

提供可以高精度地抑制弱电场时的脉冲噪声的噪声抑制装置。频带限定部(5)，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的单声道音频信号。脉冲检测部(62)，检测由所述频带限定部(5)输出的音频信号中的脉冲噪声。脉冲判定部(63)，在与被检测出的脉冲噪声相对应的复合信号的位置包含有脉冲噪声的情况下，判定所述脉冲检测部(62)的检测结果为有效。脉冲抑制部(64)，在由所述脉冲判定部(63)判定检测结果为有效的情况下，抑制音频信号中被检测出的脉冲噪声。具体而言，将与音频信号同步的复合信号的振幅值与阈值比较，在复合信号的振幅超过阈值的情况下判定为是脉冲噪声。



1. 一种噪声抑制装置，抑制被频率调制的信号中所包含的低电场强度时的脉冲噪声，其特征在于，包括：

频带限定单元，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号；

脉冲检测单元，检测由所述频带限定单元输出的所述音频信号中的脉冲噪声；

脉冲判定单元，将所述复合信号作为输入，在所述复合信号中，在与所述音频信号中被检测出的脉冲噪声相对应的位置包含有脉冲噪声的情况下，判定所述脉冲检测单元的所述检测结果为有效；以及

脉冲抑制单元，在由所述脉冲判定单元判定所述脉冲检测单元的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声。

2. 如权利要求1所述的噪声抑制装置，其特征在于，所述脉冲判定单元包括对被输入的所述复合信号所有频带的振幅和第一阈值进行比较的第一比较器，在被输入的所述复合信号的振幅于所述位置超过所述第一阈值的情况下，判定所述检测结果为有效。

3. 如权利要求1所述的噪声抑制装置，其特征在于，

所述脉冲检测单元包括将所述音频信号作为输入的高通滤波器以及对所述高通滤波器的输出和第二阈值进行比较的第二比较器，且所述脉冲检测单元输出脉冲检测信号，该脉冲检测信号在所述高通滤波器的输出超过所述第二阈值时上升，在所述高通滤波器的输出成为所述第二阈值以下时下降；

所述脉冲判定单元包括上升/下降检测部，检测从所述脉冲检测单元输出的脉冲检测信号的上升和下降，并测定所述音频信号中被检测出的所述脉冲噪声的区间。

4. 如权利要求3所述的噪声抑制装置，其特征在于，所述脉冲判定

单元，在相当于所述上升 / 下降检测部所测定的所述区间的复合信号中存在的、超过所述第一阈值的振幅在规定的次数以上的情况下，判定所述检测结果为有效。

5. 如权利要求 3 所述的噪声抑制装置，其特征在于，所述脉冲判定单元仅在所述上升 / 下降检测部所测定的所述区间的长度在第三阈值以下的情况下，判定所述检测结果为有效。

6. 如权利要求 2 所述的噪声抑制装置，其特征在于，所述噪声抑制装置进一步包括调制率检测单元，检测被频率调制的信号的调制率，并按照检测出的调制率生成所述第一阈值；

所述第一比较器对由所述调制率检测单元生成的第一阈值和复合信号的振幅进行比较。

7. 如权利要求 1 所述的噪声抑制装置，其特征在于，所述噪声抑制装置进一步包括：

频率变换单元，将由所述脉冲抑制单元抑制了脉冲的时域的音频信号，变换为频域的频谱；

电场强度测定单元，测定被接收的所述音频信号的电场强度；

噪声图形存储单元，按照预先规定的各个电场强度，存储以频谱表示的噪声图形；

频谱减法单元，从所述噪声图形存储单元中读出与所述电场强度测定单元测定的电场强度相应的噪声图形，并从通过所述频率变换单元而得到的所述频谱中减去被读出的噪声图形；以及

逆频率变换单元，将作为所述频谱减法单元的减法结果的频谱，从频域的频谱逆频率变换为时域的音频信号。

8. 一种噪声抑制方法，抑制被频率调制的信号中所包含的低电场强度的脉冲噪声，其特征在于，包括：

频带限定步骤，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，

限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号；

脉冲检测步骤，检测在所述频带限定步骤输出的所述音频信号中的脉冲噪声；

脉冲判定步骤，将所述复合信号作为输入，在所述复合信号中，在与所述音频信号中被检测出的脉冲噪声相对应的位置包含有脉冲噪声的情况下，判定在所述脉冲检测步骤的所述检测结果为有效；以及

脉冲抑制步骤，在所述脉冲判定步骤判定在所述脉冲检测步骤的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声。

9. 一种程序，用于噪声抑制装置，该噪声抑制装置抑制被频率调制的信号中所包含的低电场强度的脉冲噪声，且该程序使计算机执行以下步骤：

频带限定步骤，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号；

脉冲检测步骤，检测在所述频带限定步骤输出的所述音频信号中的脉冲噪声；

脉冲判定步骤，将所述复合信号作为输入，在所述复合信号中，在与所述音频信号中被检测出的脉冲噪声相对应的位置包含有脉冲噪声的情况下，判定在所述脉冲检测步骤的所述检测结果为有效；以及

脉冲抑制步骤，在所述脉冲判定步骤判定在所述脉冲检测步骤的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声。

10. 一种集成电路，安装有噪声抑制装置，该噪声抑制装置抑制被频率调制的信号中所包含的低电场强度的脉冲噪声，其特征在于，包括：

频带限定单元，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号；

脉冲检测单元，检测由所述频带限定单元输出的所述音频信号中的脉冲噪声；

脉冲判定单元，将所述复合信号作为输入，在所述复合信号中，在与所述音频信号中被检测出的脉冲噪声相对应的位置包含有脉冲噪声的情况

下，判定所述脉冲检测单元的所述检测结果为有效；以及

脉冲抑制单元，在由所述脉冲判定单元判定所述脉冲检测单元的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声。

噪声抑制装置

技术领域

本发明涉及低电场强度的 FM（调频）无线电接收机的噪声抑制以及进行噪声消除的噪声抑制装置以及噪声消除技术。

背景技术

一般在调频无线电接收机寻求针对各种噪声的对策，并试图改善音质。尤其是在车载无线电接收机中，例如在由发动机的运转、雨刮器或电动反光镜等而引起的脉冲噪声成为问题的情况下，提出了用于除去这些噪声的噪声消除技术。

另一方面，在无线电接收机方面，也会随着接收电场强度的降低而背景噪声的强度增大。该噪声是被称为弱电场噪声的白色噪声，在这种电场强度低下时，出现的问题是所述脉冲噪声消除装置会因背景噪声而误工作。因此，提出了例如具备自动增益控制(Automatic Gain Control : AGC)电路和噪声检测电路的脉冲噪声消除技术（参照专利文献 1）。图 1、图 2 以及图 3 示出了以往的脉冲噪声消除技术的概要。图 1 是示出以往的脉冲噪声消除装置的构成的方框图。图 2(a)示出在脉冲噪声发生时，HPF(高通滤波器)输出和 AGC 输出的关系。图 2(b)示出在电场强度低下时 HPF 输出和 AGC 输出的关系。图 2(c)示出在电场强度低下时且脉冲噪声发生时 HPF 输出和 AGC 输出的关系。

在图 1 中以往的脉冲噪声消除装置包括延迟器 100、脉冲检测部 200、以及脉冲抑制部 300。FM 复合信号被输入到脉冲检测部 200，并被检测出脉冲噪声。同时，FM 复合信号以检测延迟量通过延迟器 100 后，在脉冲抑制部 300 该检测区间的脉冲噪声被除去。脉冲检测部 200 包括高通滤波器 (HPF) 201、AGC 电路 202、以及比较器 203，高通滤波器 201 仅使 FM 复合信号的高频成分通过。AGC 电路 202 按照高通滤波器 201 的输出信号电平进行增益调整。具体而言，如图 2(a)所示，在高通滤波器输

出的仅为脉冲噪声的情况下，由于被整流的信号电平为小，因此 AGC 输出增益则一直为大。对此，如图 2(b)所示，在高通滤波器输出的背景噪声不断增大的情况下，由于被整流的信号电平为大，因此 AGC 输出增益为小，进行增益调整，抑制背景噪声的误检测。脉冲检测部 200 对 AGC 电路 202 的输出电平和规定的阈值（权利要求中的“第二阈值”）进行比较，将 AGC 输出电平超过阈值的情况作为脉冲噪声来检测，控制脉冲抑制部 300。在此，如图 2(b)所示，电场强度低下时，在 AGC 电路 202 被增益调整的情况下，由于被限制在脉冲噪声电平，因此以初期阈值就连脉冲噪声也不能检测。因此，如图 2(c)所示，通过按照 AGC 电路 202 的输出增益来控制阈值，从而即使在电场强度低下时也可以在没有误检测的情况下检测脉冲噪声。脉冲抑制部 300 可以由内插电路来实现，该内插电路在脉冲未被检测的期间中输出被输入的信号，并在脉冲被检测的区间中，例如保持检测区间紧前的值。

专利文献 1 日本 专利第 3213495 号公报

然而，在接收电场的强度进一步低下，且成为一定强度以下的弱电场的情况下，除白色背景噪声以外还发生脉冲噪声。在以往的模拟方式的无线电接收装置，由于插入了 IF（中间频率）放大器等，信号的振幅被放大，从而可以提高接收电场强度，因此弱电场时的脉冲噪声就不会成为问题。对此，在数字方式的无线电接收装置，比起进行根据输入信号的长时间的平均值的振幅控制而言，更能够进行与以采样为单位的电场强度相对应的处理，因此特意不安装 IF 放大器。为此，像上述这样的脉冲噪声的影响变得显著，不得不除去这样得脉冲噪声成为了课题。在这样的弱电场状态，由于受背景噪声的支配，因此仅检测脉冲噪声是非常困难的，这样出现的课题是因误检测而造成声音失真等误工作。以下将利用图 3(a)以及图 3(b)说明理由。

图 3(a)示出了强电场时的 FM 复合信号、低通滤波器输出以及脉冲噪声的频率特性。图 3(b)示出了弱电场时的 FM 复合信号、低通滤波器、脉冲噪声以及背景噪声的频率特性。如图 3(a)所示，FM 复合信号包括单声道广播用（L+R）信号 901 和立体声广播用（L-R）信号 902。被接收的 FM 信号是单声道广播信号还是立体声广播信号要由是否为 19kHz 的导频

信号 905 来判断。并且，由于接收的 FM 信号中所包含的脉冲噪声 903 包含全频域成分，因此通过以高通滤波器抽出比复合信号频带高的高频成分，从而可以检测脉冲噪声 903。另一方面，在弱电场时如图 3(b)所示，背景噪声 906 变大。作为 FM 广播的特征，该背景噪声 906 越在高频区域就越大，因此即使抽出比复合信号高的高频成分，高精度地检测脉冲噪声 903 也是困难的。

因此，为了除去弱电场时的脉冲噪声，不是针对复合信号，而是以窄频域化后的单声道音频信号进行检测以及除去更为有效。通过进行窄频域化，可以减少背景噪声 906 的影响，从而可以容易地检测脉冲噪声 903。低通滤波器的频率特性 904 是，为了从 FM 复合信号中抽出约在 15kHz 以下的频带的 (L+R) 信号 901，而使大约为 20kHz 以下的频带通过。因此，可以考虑的是如图 3(a)所示，在强电场时只要检测比 (L+R) 信号 901 高的频带、且通过低通滤波器的频带之间的脉冲噪声 903 即可，即只要检测从 15kHz 到 20kHz 之间的脉冲噪声 903 即可。

然而，实际上能够高精度地仅抽出从 15kHz 到 20kHz 之间的信号（脉冲噪声 903）的滤波器是非常昂贵而且也是不现实的。另外，在现实的滤波器中，判别脉冲噪声 903 和单声道音频信号中所包含的乐曲的高频成分、例如铜钹音或日文发音中“サ行”的声音等是困难的。因此，出现的课题是，以以往的方法原封不动地用在音频信号频带会导致脉冲噪声的误检测，这样对输出音频信号进行误检测出的脉冲噪声的抑制就会产生声音的失真。

发明内容

本发明为了解决上述课题，目的在于提供一种噪声抑制装置，用于除去由于接收电场的低下而产生的弱电场时的脉冲噪声，并可以在没有误工作的情况下得到很大的音质改善效果。

为了解决所述课题，本发明的噪声抑制装置，抑制被频率调制的信号中所包含的低电场强度时的脉冲噪声，其特征在于，包括：频带限定单元，对解调调频基带信号而得到的复合信号进行频带限定，限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号；脉冲检测单元，检测由

所述频带限定单元输出的所述音频信号中的脉冲噪声；脉冲判定单元，将所述复合信号作为输入，在所述复合信号的高频成分中，在与所述音频信号中被检测出的脉冲噪声相对应的位置包含有脉冲噪声的情况下，判定所述脉冲检测单元的所述检测结果为有效；以及脉冲抑制单元，在由所述脉冲判定单元判定所述脉冲检测单元的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声。

并且，本发明不仅可以作为装置来实现，而且可以将构成该装置的处理单元作为步骤，以具有这样的步骤的方法来实现，也可以将这些步骤作为使计算机执行的程序来实现，也可以作为记录这样程序的计算机可读取的 CD-ROM 等记录介质来实现，还可以作为表示这些程序的信息、数据或信号来实现。并且，这些程序、信息、数据以及信号也可以通过互联网等通信网络来分发。

通过本发明，可以对与音频信号中的弱电场时的脉冲噪声的检测区间同步的复合信号采样的振幅值和规定的阈值进行比较，在检测区间中的复合信号的振幅超过阈值的情况下，可以判断为是脉冲噪声，从而进行音频信号中的脉冲噪声和信号的高频成分的判别。据此，可以在没有误工作的情况下除去弱电场时的脉冲噪声，并可以得到很大的音质改善效果。而且，通过本发明，在除去弱电场时的脉冲噪声之后，进行频域中的噪声消减。据此，可以抑制因脉冲噪声的频谱而引起的包含脉冲噪声的音频信号的电平上升。据此，可以从音频信号的频谱中除去与电场强度相对应的噪声图形，而达到可以再生与原音接近的音频信号的效果。

附图说明

图 1 是以往的脉冲噪声消除装置的构成的方框图。

图 2(a)示出了在脉冲噪声发生时 HPF 输出和 AGC 输出的关系。

图 2(b)示出了在电场降低时 HPF 输出和 AGC 输出的关系。

图 2(c)示出了在电场降低时且脉冲噪声发生时 HPF 输出和 AGC 输出的关系。

图 3(a)示出了强电场时的 FM 复合信号、低通滤波器输出以及脉冲噪声的频率特性。

图 3(b)示出了弱电场时的 FM 复合信号、低通滤波器输出、脉冲噪声以及背景噪声的频率特性。

图 4 是利用本发明的噪声抑制装置的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 5(a)示出了包含脉冲噪声的复合信号的波形的一个例子。

图 5(b)示出了包含脉冲噪声的音频信号的波形（正弦波）的一个例子。

图 6 是具备调制率检测部的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 7 是具备复合处理部的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 8 是利用本发明实施例 2 的弱电场时的脉冲噪声消除装置的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 9 是实施例 2 的变形例 1 中的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 10 是在图 4 所示的噪声抑制部的后级具备了弱电场噪声消除部的实施例 3 中的调频无线电接收机的构成的方框图。

图 11 是图 10 所示的弱电场噪声消除部的内部构成的方框图。

符号说明

- 1 天线
- 2 前端
- 3 中间频率 (IF) 处理部
- 4 调频 (FM) 解调部
- 5 频带限定部
- 51 复合处理部
- 6、60、600、610 噪声抑制部
- 8 弱电场噪声消除部
- 61 延迟器
- 62 脉冲检测部
- 63 脉冲判定部
- 64 脉冲抑制部
- 65 延迟器
- 66 比较器

- 67 缓冲器
- 68、69、100 延迟器
- 70 上升/下降检测部
- 71 比较器
- 72 “与”电路
- 200 脉冲检测部
- 201 高通滤波器
- 202 自动增益控制(AGC)电路
- 203 比较器
- 300 脉冲抑制部
- 801 快速傅立叶变换(FFT)部
- 802 噪声图形存储部
- 803 减法器
- 804 逆快速傅立叶变换(IFFT)部

具体实施方式

以下参照附图对本发明的实施例进行说明。

(实施例1)

图4是利用本发明的噪声抑制装置的调频无线电接收机的构成的方框图。图4所示的调频无线电接收机是包括本发明的噪声抑制装置(频带限定部和噪声抑制部)的调频无线电接收机,其中包括:天线1、前端2、IF处理部3、调频解调部4、频带限定部5、以及噪声抑制部6,所述噪声抑制装置在电场强度较低时,从复合信号中抽出低频的单声道音频信号,并检测被抽出的单声道音频信号中所包含的脉冲噪声,以与检测出的脉冲噪声相同的定时在复合信号中检测出脉冲噪声的情况下,抑制该脉冲噪声。在图4的调频无线电接收机,天线1接收无线电信号。前端2将接收的无线电信号变换为中频(IF)信号。IF处理部3将IF信号变换为基带(BB)信号。调频解调部4将BB信号解调为复合信号。频带限定部5在电场强度高时,从包含高频的复合信号中取出(L+R)信号和(L-R)信号,并对这些信号进行混合,输出左(L)和右(R)的立体声音频信号。另外,在电场

强度低时，从被解调的复合信号中仅抽出低频例如 20kHz 以下的频带，输出以 (L+R) 信号表示的单声道音频信号。噪声抑制部 6 在电场强度高时，对从频带限定部 5 输出的立体声音频信号不做任何处理而使其通过。在电场强度低时，对从频带限定部 5 输出的单声道音频信号适用噪声抑制处理后，将被进行了噪声抑制后的单声道音频信号输出到外部的扬声器或耳机等。即，频带限定部 5 和噪声抑制部 6 具有“抑制在被调频的信号中所包含的、低电场强度中的脉冲噪声的噪声抑制装置”的功能，其中，频带限定部 5 具有“对将调频基带信号解调后而得到的复合信号进行频带限定（限制），限定到规定的频率以下的频带，并输出频带限定后得到的音频信号的频带限定单元”的功能。一般，在噪声抑制处理中，除脉冲噪声消除以外，还提出了分离控制或使音频频带中的高频成分的强度衰减等各种音质改善技术，但在本实施例中仅对弱电场时的脉冲噪声消除进行说明。

作为弱电场时的脉冲噪声消除装置的噪声抑制部 6 包括：延迟器 61、脉冲检测部 62、脉冲判定部 63、脉冲抑制部 64、延迟器 65 以及比较器 66。延迟器 61 仅使频带限定部 5 的输出即单声道音频信号延迟一定的时间，该一定的时间是指在脉冲检测部 62 的处理时间。脉冲检测部 62 具有“检测由所述频带限定单元输出的所述音频信号中的脉冲噪声的脉冲检测单元”的功能，将频带限定部 5 输出的单声道音频信号作为输入，检测脉冲噪声候补，并输出脉冲检测信号。脉冲检测部 62 具有与例如利用图 1 中的高通滤波器的以往的脉冲检测方法同样的构成。即，脉冲检测部 62 与图 1 所示的脉冲检测部 200 的构成相同，检测被输入的音频信号中的脉冲噪声，并输出脉冲检测信号。另外，在此，无论脉冲检测信号具体为哪种信号，脉冲检测信号只要能够表示脉冲噪声被检测的状态和没被检测的状态就可以。其次，脉冲判定部 63 判定脉冲检测区间中的音频信号是否为脉冲噪声，若脉冲检测区间中的音频信号为脉冲噪声，则在脉冲抑制部 64 除去通过了延迟了在检测时所需的延迟的延迟器 61 的输入音频信号的脉冲噪声。判定脉冲检测区间中的音频信号是否为脉冲噪声的判定方法如以下所示。

图 5(a)示出了含有脉冲噪声的复合信号的波形的一个例子。图 5(b)示出了含有脉冲噪声的音频信号的波形的一个例子(正弦波)。如图 5(a)所示，

在电场强度低时，复合信号中含有较多的高频成分。另外，如图 5(b)所示，音频信号是除去脉冲噪声的低频信号。但是，即使是音频信号，日文的“サ”行的音等也会与图 5(b)所示的波形不同，由于含有高频成分，因此单纯地对高通滤波器的输出进行增益调整、比较阈值，就会出现脉冲噪声误检测。但是，对于复合信号和音频信号之间，通过比较图 5(a)以及图 5(b)可以知道，在音频信号中包含脉冲噪声的情况下，复合信号中也有在与音频信号相对应的位置中包含脉冲噪声的关系。利用上述的关系，脉冲判定部 63 如以下这样，判定在脉冲检测区间中的音频信号是否为脉冲噪声。即，脉冲判定部 63 对通过延迟器 65 而与脉冲检测信号同步保持的复合信号和在比较器 66 规定的阈值（在权利要求中被称为“第一阈值”）进行比较，在脉冲检测区间中的复合信号的振幅超过阈值的情况下判定为是脉冲噪声。并且，脉冲判定部 63 在脉冲检测区间中的复合信号的振幅在阈值以下的情况下，则判定被检测出的音频信号中的脉冲噪声例如日文“サ”行的声音或乐曲的铜钹音等为误检测出的音频信号。即，延迟器 65、比较器 66 以及脉冲判定部 63 具有“脉冲判定单元”的功能，即具有“将所述复合信号作为输入，在所述复合信号中包含有在与所述音频信号中检测出的脉冲噪声相对应的位置上的脉冲噪声的情况下，判断由所述脉冲检测单元检测的所述检测结果为有效”的功能。其中比较器 66 相当于“对被输入的所述复合信号的全频带振幅和第一阈值进行比较的第一比较器”，脉冲判定部 63 具有“被输入的所述复合信号的振幅在所述位置超过所述第一阈值的情况下，判断所述检测结果为有效”的功能。

并且，脉冲抑制部 64 具有“在由所述脉冲判定单元判定所述脉冲检测单元的检测结果为有效的情况下，抑制所述音频信号中被检测出的脉冲噪声的脉冲抑制单元”的功能，例如，通过将脉冲检测区间内的音频信号的采样值以脉冲检测区间紧前的采样值来替换，从而抑制被检测出的脉冲噪声。延迟器 65 以一定的时间使从调频解调部 4 输出的复合信号延迟，并使脉冲检测信号和复合信号同步，所述一定的时间是指，频带限定部 5 以及脉冲检测部 62 中的处理时间。比较器 66 对以延迟器 65 延迟的复合信号和阈值进行比较，并将比较结果输出到脉冲判定部 63。比较器 66 在复合信号超过阈值的情况下输出“1”，在复合信号在阈值以下的情况下输出“0”，

例如以作为复合信号和阈值的比较结果。在脉冲判定部 63 对脉冲检测信号进行判定,例如在脉冲噪声被检测出的状态下为“1”,在没有被检测出的状态下为“0”的信号的情况下,取该脉冲检测信号和复合信号的逻辑积,在逻辑积为“1”时判定脉冲检测区间中的音频信号为脉冲噪声,在逻辑积为“0”时判定为误检测。

通过以上所述的本实施例,由于脉冲检测部 62 可以检测弱电场时单声道音频信号中所包含的脉冲噪声,因此可以在背景噪声影响较少的频带内检测脉冲噪声的候补。并且,脉冲判定部 63 对与音频信号同步的复合信号的振幅和阈值进行比较,并验证由脉冲检测部 62 检测出的脉冲噪声的候补是否不为误检测。因此,由于不是仅根据音频信号或复合信号的某一方来判定脉冲噪声,而是在考虑复合信号的振幅后对从音频信号检测出的脉冲噪声的候补进行验证的,因此可以高精度地判定脉冲噪声。

<实施例 1 的变形例 1 >

并且,在比较器 66 中与复合信号的振幅进行比较的阈值(权利要求中称为“第一阈值”)可以是按照 FM 信号的调制率的可变的值。调制率是表示被调制信号(=元声源)的振幅和调制信号(=被调频调制的信号)的频率的关系的值。具体而言,被调制信号的最大振幅为调制信号的 75kHz 时为 100%调制,在同样的振幅值为调制信号的 150kHz 时为 200%调制。图 6 是具有调制率检测部 7 的调频无线电接收机的构成方框图。调制率检测部 7 具有“检测被频率调制的信号的调制率,并按照检测出的调制率生成所述第一阈值的调制率检测单元”的功能。例如根据从调频解调部 4 输出的复合信号的振幅的短时间平均值等来算出调制率。并且,调制率检测部 7 输出算出的调制率所对应的阈值电压。例如,调制率检测部 7 使被算出的调制率与一定值的阈值相乘,算出与调制率相对应的阈值电压。并且,比较器 66 具有“对由所述调制率检测单元生成的第一阈值和复合信号的振幅进行比较的所述第一比较器”的功能。

根据以上所述的本变形例 1,由于可以按照调制率使比较器 66 的阈值成为可变,因此,可以不依赖声源而动态地设定更适当的阈值。即,例如出现的问题是,调制率为 100%调制的地域的阈值的最佳值,而对于调制率为 50%调制的地域而言则阈值过高。但是,通过按照调制率而使比较器 66

的阈值成为可变，从而可以消除这种地域间的差异。据此，即使搭载了 FM 无线电接收机的汽车在不同的地域间移动的情况下等，噪声抑制部 6 也可以高精度地抑制脉冲噪声。

< 实施例 1 的变形例 2 >

图 7 是具有复合处理部 51 的调频无线电接收机的构成方框图。由于调频解调部 4 以前的级与图 4 所示的调频无线电接收机同样，因此在该图中仅示出调频解调部 4 以后的构成。如图 7 所示，变形例 2 的调频无线电接收机包括调频解调部 4、复合处理部 51 以及噪声抑制部 60。噪声抑制部 60 包括：延迟部 61、脉冲检测部 62、脉冲判定部 63、脉冲抑制部 64、延迟器 65、比较器 66 以及缓冲器 67。在调频无线电接收机，一般而言在复合处理部 51 的内部，与频带限定部 5 同样，复合信号不仅被窄频域化而且还被缩减取样(Downsampling)。在本变形例 2，复合信号为 320kHz 的取样频率，单声道音频信号为 40kHz 的取样频率。由于此复合信号通过复合处理部 51 中的复合处理，而被缩减取样到 1/8，从而单声道音频信号存在 1 个采样时，复合信号则存在 8 个采样。脉冲检测信号由于按每个单声道音频信号采样而被输出，因此，脉冲检测信号存在 1 个采样时，复合信号则存在 8 个采样。因此，如图 7 所示，在比较器 66 之前设置有缓冲器 67，该缓冲器 67 中音频信号保持 1 个采样时，复合信号保持 8 个采样。据此，脉冲检测信号为 1 个采样时在比较器 66 的比较则进行 8 个采样，并进行脉冲判定。在这种情况下，例如在 8 个采样中，即使只有 1 个采样超过阈值，脉冲判定部 63 也判定为是脉冲噪声。

如以上所述，通过本实施例 1 的噪声抑制部 60，在音频信号为 1 个采样时，例如此时的复合信号为 8 个采样，并在这种情况下验证是否为脉冲噪声，因此，可以高精度地判定脉冲噪声并抑制。

(实施例 2)

图 8 是利用本发明的实施例 2 的弱电场时的脉冲噪声消除装置的调频无线电接收机的构成方框图。在该图中，省略与图 4 具有相同功能的天线 1、前端 2、以及中间频率处理部 3 的标记。并且，向调频解调部 4 的输入与图 4 同样为 BB 信号。本实施例 2 的调频无线电接收机包括：调频解调部 4、复合处理部 51 以及噪声抑制部 600。噪声抑制部 600 以从脉冲检

测信号的上升到下降为止的区间为脉冲检测区间，并判定在此脉冲检测区间内作为脉冲噪声候补而被检测出的信号是否为脉冲噪声，在判定为是脉冲噪声的情况下抑制该脉冲噪声。噪声抑制部 600 包括：延迟器 61、脉冲检测部 62、脉冲判定部 63、脉冲抑制部 64、延迟器 65、比较器 66、缓冲器 67、延迟器 68、延迟器 69、以及上升 / 下降检测部 70。

以下，对与实施例 1 的区别进行说明。脉冲检测部 62 具有“所述脉冲检测单元”的功能，即“所述脉冲检测单元包括将所述音频信号作为输入的高通滤波器（图 1 的高通滤波器 201）以及对所述高通滤波器的输出和第二阈值进行比较的第二比较器（图 1 的比较器 203），且所述脉冲检测单元输出脉冲检测信号，该脉冲检测信号在所述高通滤波器的输出超过所述第二阈值时上升，在所述高通滤波器的输出在第二阈值以下时下降”。

上升 / 下降检测部 70 对由脉冲检测部 62 检测出脉冲噪声候补时而输出的脉冲检测信号进行监视，并检测脉冲检测信号的上升与下降。即，上升 / 下降检测部 70 具有“检测从所述脉冲检测单元输出的脉冲检测信号的上升和下降，并测定所述音频信号中被检测出的所述脉冲噪声的区间的上升 / 下降检测部”的功能。上升 / 下降检测部 70 在检测出脉冲检测信号的上升时，输出上升的信号以作为检测结果，在检测出脉冲检测信号的下降时，输出下降的信号以作为检测结果。由比较器 66 进行的复合信号的振幅比较以上升 / 下降检测部 70 输出的上升信号来开始比较，以下降信号来结束比较。脉冲判定部 63 在从由上升信号开始比较的时刻开始到下降信号为止的脉冲检测区间内进行判定，例如即使仅有 1 个采样超过阈值也会判定为是脉冲噪声。即，脉冲判定部 63 具有“在相当于在所述上升 / 下降检测部测定的所述区间的复合信号中存在的、超过所述第一阈值的振幅在规定的次数以上的情况下，判定所述检测结果为有效的所述脉冲判定单元”的功能。具体而言，上升信号表示 1 个脉冲噪声的开始点，下降信号表示该脉冲噪声的结束点，从上升信号到下降信号之间的复合信号是指相当于音频信号中的 1 个脉冲噪声的所有复合信号。例如，在实施例 1 中所示出的例子，复合信号为 320kHz 采样、音频信号为 40kHz 采样的情况下，在脉冲检测部 62 作为脉冲噪声候补连续检测出 3 个采样时， $3 \times 8 = 24$ 个采样的复合信号的振幅被顺序地与阈值比较，其中，例如即使仅有 1 个采样超过

阈值，也会判定为是脉冲噪声。延迟器 68 和延迟器 69 具有相同的延迟，并使音频信号延迟，延迟的量为上升信号和下降信号之间的采样数。

并且，在这种情况下，脉冲抑制部 64 事先保持脉冲检测信号上升紧前的音频信号的采样值，并以保持的值来替换从脉冲检测信号的上升到下降的音频信号的采样值，从而可以抑制脉冲噪声。

<实施例 2 的变形例 1 >

而且，通过在上升 / 下降检测部 70 检测脉冲检测信号的上升和下降，从而可以对检测出脉冲噪声候补的脉冲检测区间长度进行测定，并增加到判定条件中，从而可以以更高的精确度来对脉冲噪声进行判定。例如，脉冲判定部 63 在检测出脉冲噪声候补的脉冲检测区间内有 1 个采样超过阈值，且脉冲噪声候补的脉冲检测区间长度在规定的长度以下的情况下，判定为是脉冲噪声，据此可以大幅度地降低误检测的次数。图 9 是实施例 2 的变形例 1 中的调频无线电接收机的构成方框图。调频无线电接收机使检测出脉冲噪声候补的脉冲检测区间长度参与到脉冲判定部 63 的判定中，并抑制脉冲噪声，该调频无线电接收机包括：调频解调部 4、复合处理部 51 以及噪声抑制部 610。噪声抑制部 610 包括：延迟器 61、脉冲检测部 62、脉冲判定部 63、脉冲抑制部 64、延迟器 65、比较器 66、缓冲器 67、延迟器 68、延迟器 69、上升 / 下降检测部 70、比较器 71、以及“与”电路 72。

以下，对噪声抑制部 610 与图 8 所示的噪声抑制部 600 的不同的构成要素进行说明。比较器 71 与比较器 66 不同，不是对两个输入的电压值进行比较，而是对从由上升 / 下降检测部 70 输出的上升信号到下降信号为止的采样数和规定的阈值（权利要求中称为“第三阈值”）进行比较。由于音频信号中所包含的脉冲噪声的采样数大约为 3 到 5 个采样，因此该阈值为 3 到 5 左右的整数。比较器 71 在从上升信号到下降信号为止的采样数为阈值以下的情况下输出“1”，在从上升信号到下降信号为止的采样数超过阈值的情况下输出“0”。

比较器 66 对脉冲噪声候补的每 1 个采样就有 8 个采样的复合信号的振幅和阈值电压进行比较，在 8 个采样中只要有 1 个采样超过阈值就输出“1”。复合信号的 8 个采样中没有 1 个采样超过阈值时则输出“0”。

“与”电路 72 输出比较器 66 的输出和比较器 71 的输出的逻辑乘。脉冲判定部 63 在从延迟器 69 输出的脉冲检测信号表示检测出脉冲噪声的候补的状态，从“与”电路 72 的输出为“1”时，判定作为脉冲噪声的候补的采样为实际的脉冲噪声，在从“与”电路 72 的输出为“0”时，判定脉冲噪声的候补为误检测出的音频信号。即，比较器 71、“与”电路 72、以及脉冲判定部 63 具有“只有在所述上升 / 下降检测部被测定的所述区间的长度在第三阈值以下的情况下，才判定所述检测结果为有效的所述脉冲判定单元”的功能。脉冲抑制部 64 事先保持脉冲检测信号的上升紧前的音频信号的采样值，以保持的值来替换在从脉冲检测信号的上升到下降为止的区间中被判定为脉冲噪声的音频信号的采样值，从而来抑制脉冲噪声。

如以上所述，通过本发明的实施例，由于噪声抑制部 610 在检测出脉冲噪声的候补的区间，即从脉冲检测信号的上升到下降为止的区间的长度比预先规定的阈值（标准的脉冲噪声的脉冲幅度）长的情况下，判断为不是脉冲噪声，因此，可以高精度地判定并抑制脉冲噪声。

并且，在上述的实施例中，虽然例举了对于作为脉冲噪声候补而被检测出的音频信号的 1 个采样而言，即使复合信号只有 1 个超过阈值也判定为是脉冲噪声的例子，但本发明并非受此所限。例如，也可以是对于作为脉冲噪声候补而被检测出的音频信号的 1 个采样而言，在复合信号的一半以上超过了阈值时就判定为是脉冲噪声。并且，在复合信号的连续的两个采样（或规定的采样数）以上都超过阈值时，也可以判定为是脉冲噪声，在复合信号的所有采样超过阈值时，也可以判定为是脉冲噪声。

并且，虽然在上述实施例中说明了，在比较器 71 对从上升信号到下降信号为止的采样数和成为阈值的采样数进行比较，但也可以不必以采样数来比较，例如也可以是以计时器来计测从上升信号到下降信号为止的时间，从而对成为阈值的时间进行比较。

并且，虽然在上述的实施例中说明了，脉冲抑制部 64 以脉冲检测区间紧前的采样值来替换脉冲检测区间内的音频信号的采样值，从而抑制被检测出的脉冲噪声，但本发明并非受此所限，也可以以其他的方法来抑制脉冲噪声。例如，可以求脉冲检测区间紧前的采样值和脉冲检测区间紧后的采样值的平均值，并以该值来替换脉冲检测区间内的音频信号的采样值。

并且，虽然在上述的实施例中是对复合信号的所有频域的振幅和阈值进行比较，以判定脉冲检测信号的有效性的，但也可以是仅对复合信号的高频和阈值进行比较，来判定脉冲检测信号的有效性。

（实施例3）

另外，在上述实施例中说明的情况是，噪声抑制部6对从频带限定部5输出的单声道音频信号适用噪声抑制处理（弱电场时的脉冲噪声的消除）后，将被噪声抑制后的单声道音频信号输出到外部的扬声器或耳机等。不过，本发明并非受此所限。例如，也可以在噪声抑制部的后级具有消除弱电场噪声（弱电场时的白色噪声）的弱电场噪声消除部8。图10是在图4所示的噪声抑制部的后级的、具有弱电场噪声消除部8的调频无线电接收机的构成方框图。图10所示的调频无线电接收机的内部具备在图中未示出的电场强度测定部，该电场强度测定部测定由天线接收的调频无线电信号的接收电场强度。该电场强度测定部具有“测定接收的所述音频信号的电场强度的电场强度测定单元”的功能。图11是图10所示的弱电场噪声消除部8的内部构成的方框图。

如图11所示，弱电场噪声消除部8包括：快速傅立叶变换(FFT)部801、噪声图像存储部802、减法器803以及逆快速傅立叶变换(IFFT)部804。如在上述实施例中已经说明的那样，从本发明的噪声抑制部输出的音频信号通过被原封不动地输出到扬声器或耳机，从而是可以再生音频的时域信号。对此，由弱电场噪声消除部8进行的噪声消除是通过频域的频谱消减而被实现的。快速傅立叶变换部801具有“将由所述脉冲抑制单元抑制脉冲的时域的音频信号变换为频域的频谱的频率变换单元”的功能，将从噪声抑制部输出的音频信号通过快速傅立叶变换来变换为频域的频谱。噪声图形存储部802具有“按照预先规定的各个电场强度来存储以频谱来表示的噪声图形的噪声图形存储单元”的功能，存储按照预先规定的各个电场强度的弱电场时的白色噪声的频谱图形。减法器803具有“从所述噪声图形存储单元中读出与由所述电场强度测定单元测定的电场强度相应的噪声图形，并从通过所述频率变换单元而得到的所述频谱中减去被读出的噪声图形的频谱减法单元”的功能。减法器803从在快速傅立叶变换部801被频率变换而得到的频谱中，减去从噪声图形存储部802读出的弱电场白

色噪声的频谱图形。从噪声图形存储部 802 读出的频谱图形与作为该频谱图形的减法对象的、成为频谱的音频信号作为调频无线电信号而被接收时的电场强度相对应。即，从噪声图形存储部 802 读出频谱图形时的电场强度例如可以以快速傅立叶变换部 801 中成为频率变换的单位的每一帧的音频信号采样的接收电场强度的平均值来求。据此，在从被接收的单声道输入信号中除去弱电场脉冲噪声之后，而得到被除去了弱电场白色噪声的频谱。逆快速傅立叶变换部 804 通过对像以上那样得到的频谱进行逆快速傅立叶变换，从而变换为时域的音频信号。即，逆快速傅立叶变换部 804 具有“将作为在所述频谱减法单元的减法结果的频谱，从频域的频谱逆频率变换为时域的音频信号”的功能。从逆快速傅立叶变换部 804 输出的时域的音频信号被输出到扬声器或耳机等，并作为音频被再生。

如以上所述，本实施例 3 的调频无线电接收机，对于通过噪声抑制部 6 而被消除了弱电场时的脉冲噪声的音频信号，通过频域的频谱消减来进行除去弱电场时的白色噪声的处理。据此，由于可以在适用频谱消减之前除去脉冲噪声，因此可以防止因脉冲噪声的频谱而造成的音频信号的叠加（加上一定值），从而可以高精度地除去弱电场时的白色噪声。

并且，在上述的实施例 3 以组合图 4 所示的噪声抑制部 6 和弱电场噪声消除部 8 为例进行了说明，不过弱电场噪声消除部 8 可以与本发明的任一实施例中的噪声抑制部组合，也可以得到同样的效果。

并且，在上述的实施例 3 中对将时域的音频信号利用快速傅立叶变换来变换为频域的频域进行了说明，关于频率变换的方法不仅限于快速傅立叶变换，也可以是离散余弦变换(DCT：discrete cosine transform)以及修正离散余弦变换(MDCT：modified discrete cosine transform)等其他的频率变换方法。

并且，方框图（图 4、6、7、8、9、10、以及 11 等）中的调频解调部 4 以后的各个功能块可以以被安装在典型的集成电路 LSI 的数字信号处理器(DSP：Digital Signal Processor)和由 DSP 执行的软件的组合来实现。并且，根据情况中间频率处理部 3 也可以被安装在 LSI。这些也可以被分别制成一个芯片，也可以是其中的一部分或全部被制成一个芯片。

并且，例如存储器以外的功能块也可以被制成一个芯片。

在此，虽然被称为了 LSI，也可以根据集成度的不同而被称为 IC、系统 LSI、超级(super)LSI、以及极超级(ultra)LSI。

并且，集成电路化的方法不仅限于 LSI，也可以以专用电路或通用程序来实现。在 LSI 制造后也可以利用可编程的现场可编程门阵列(FPGA：Field Programmable Gate Array)，或可再构成 LSI 内部的电路单元的连接或设定的可重装处理器。

而且，若随着半导体技术的进步或派生的其它技术而出现可以替换 LSI 等集成电路的技术的情况下，当然也可以利用这些新出现的技术使功能块集成化。也会有适应生物技术的可能性。

并且，各个功能块也可以以由逻辑电路等专用的硬件来构成。

本发明的噪声抑制装置可以用于调频无线电接收机中的音质改善技术。尤其可以适用于因人或车的移动等而发生电场强度低下的便携无线电、被组装在移动电话中的无线电接收装置以及车载用无线电接收机的音质改善技术。

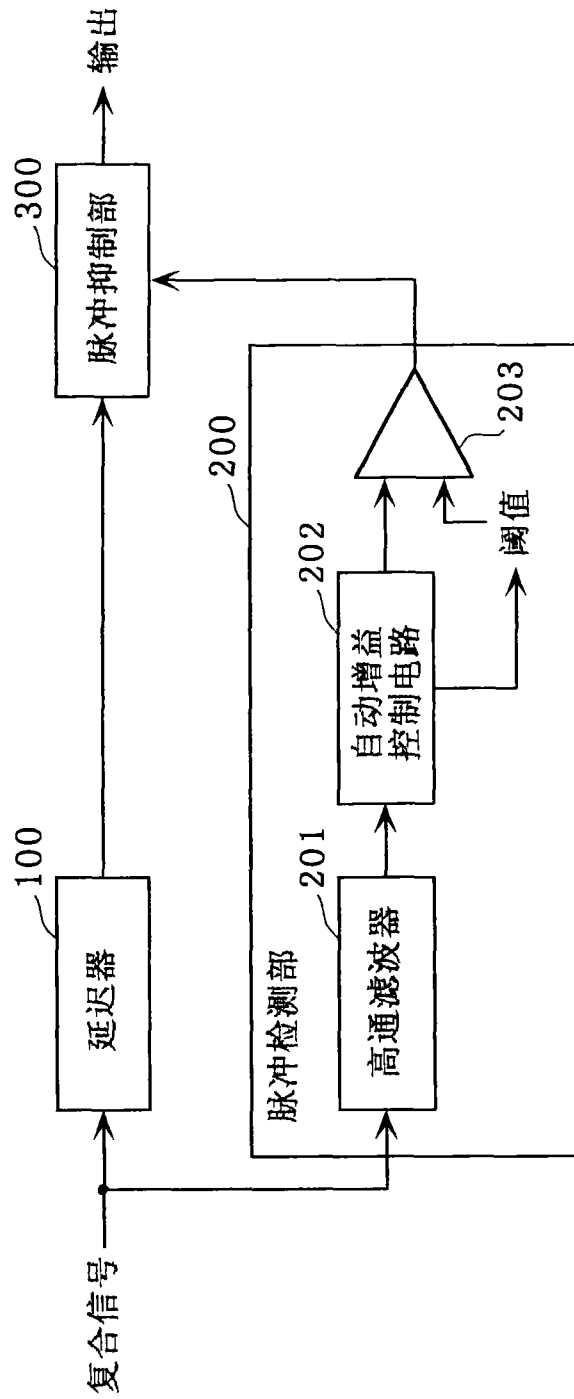
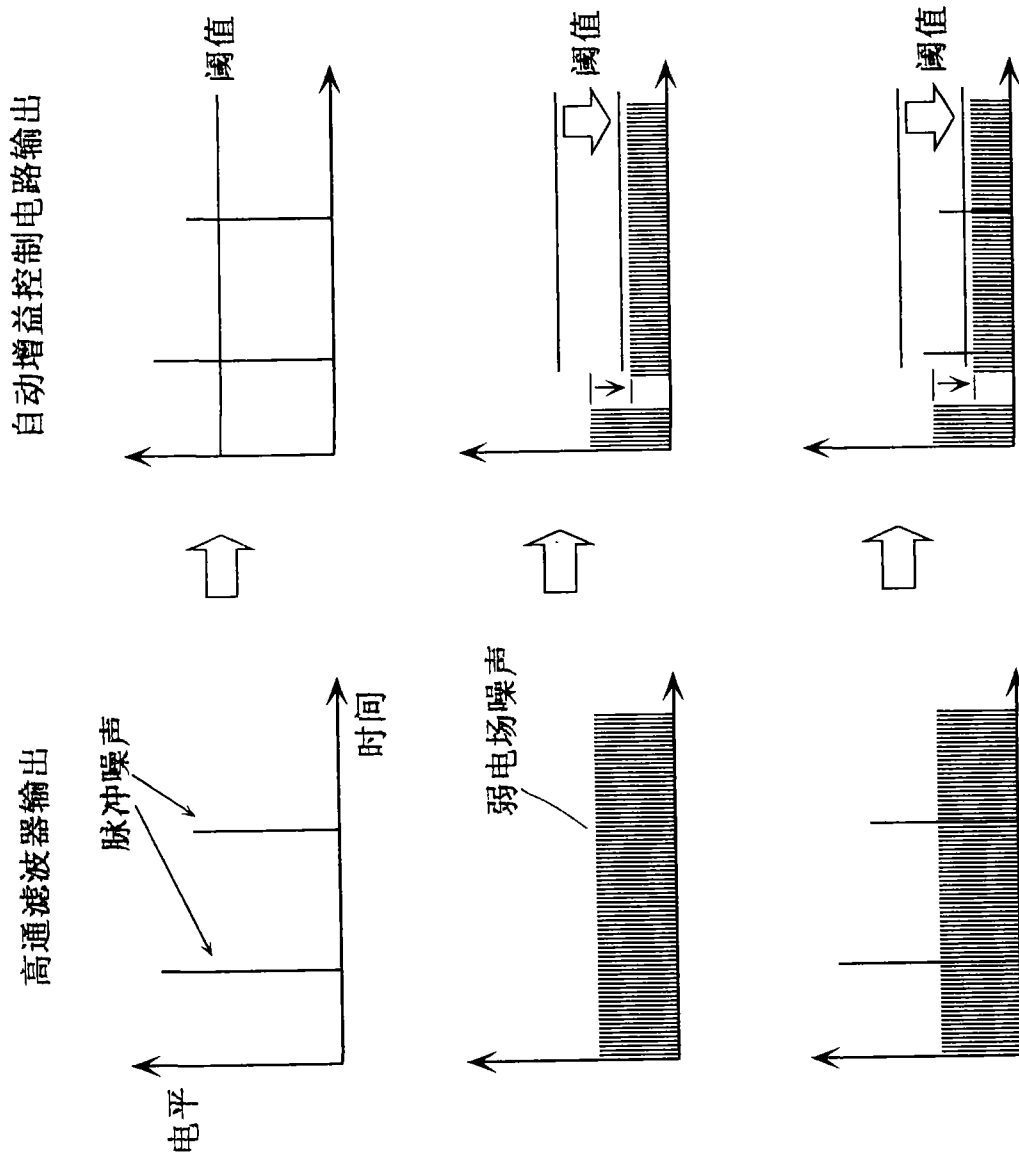


图1



a) 脉冲噪声发生时

b) 电场低下时

c) 电场低下时、且
脉冲噪声发生时

图2

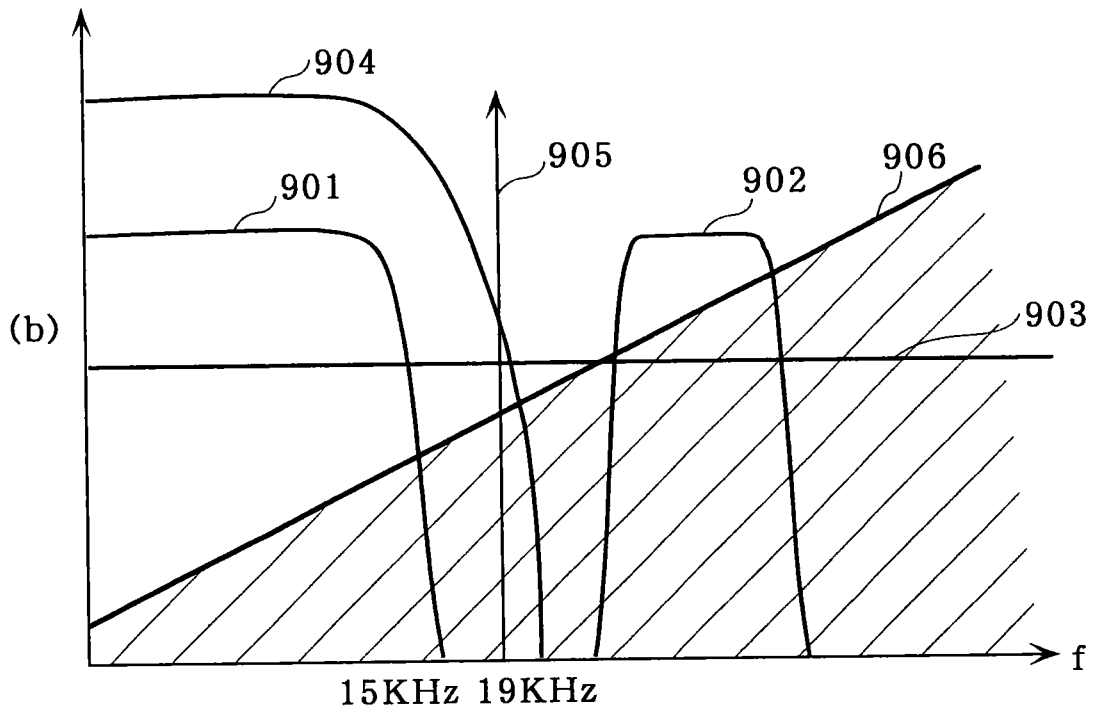
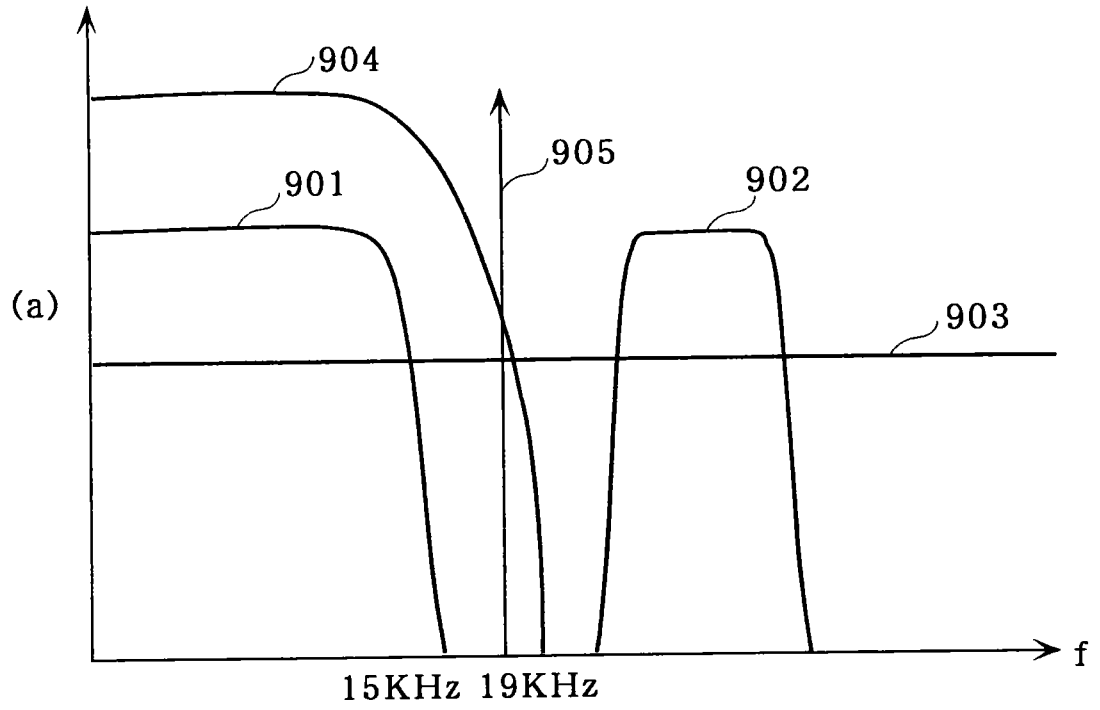


图 3

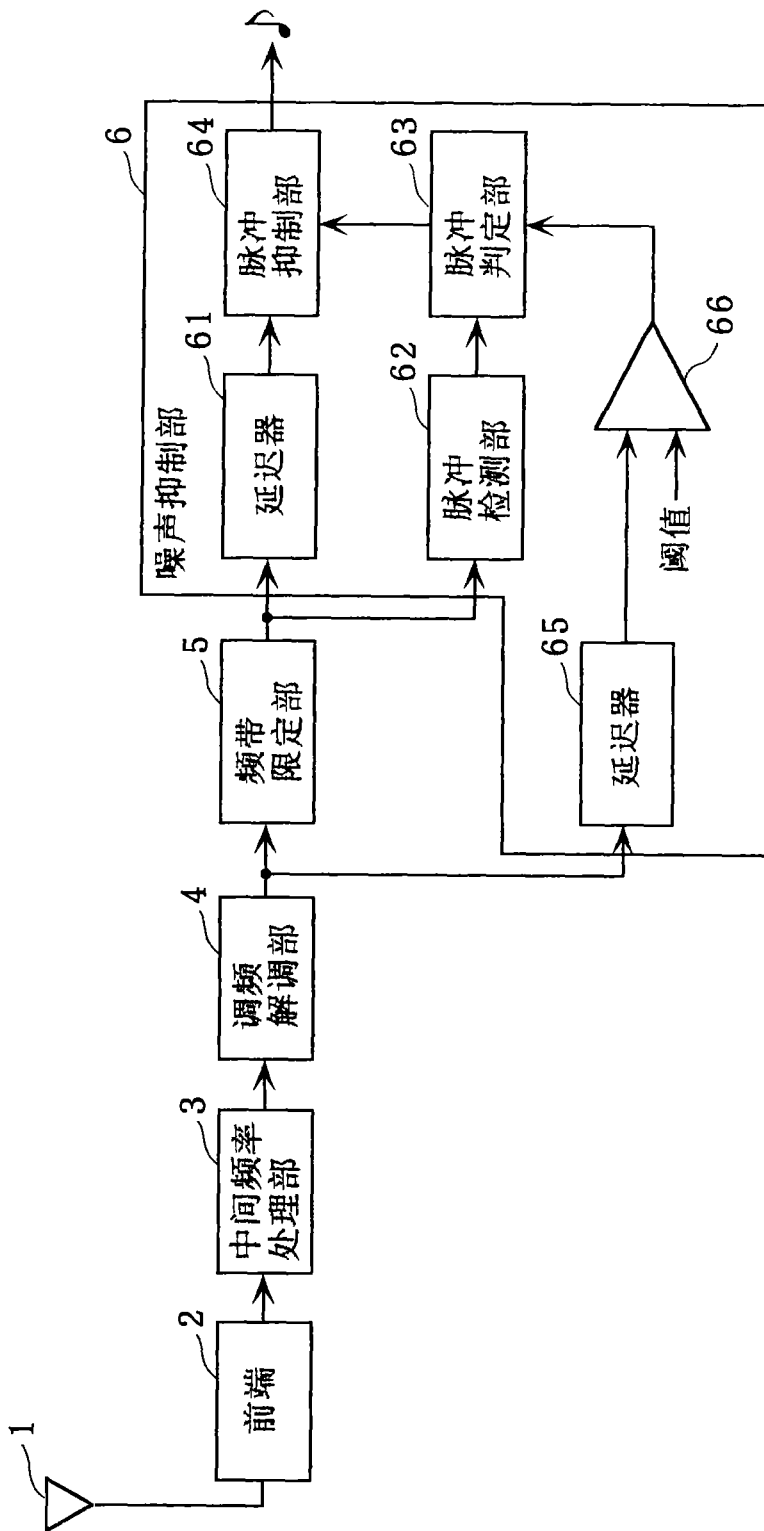


图 4

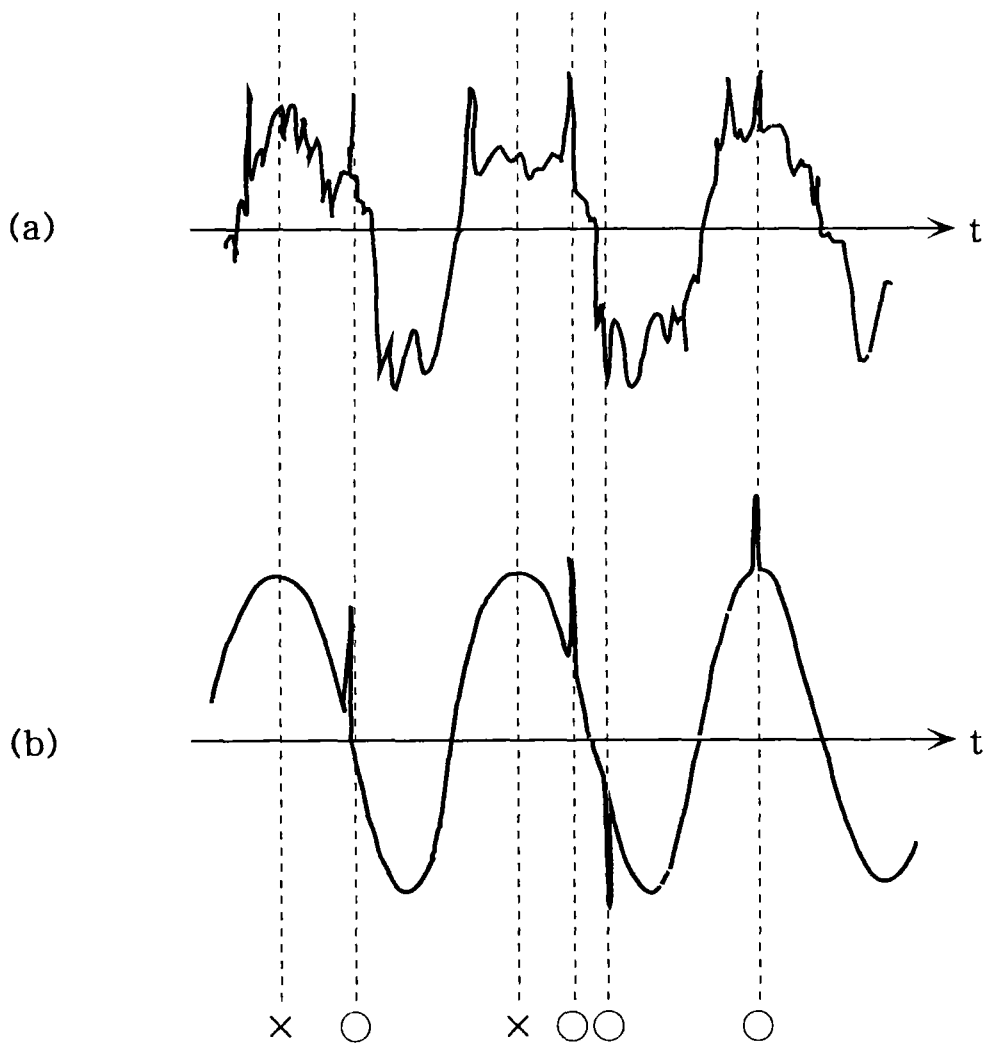


图 5

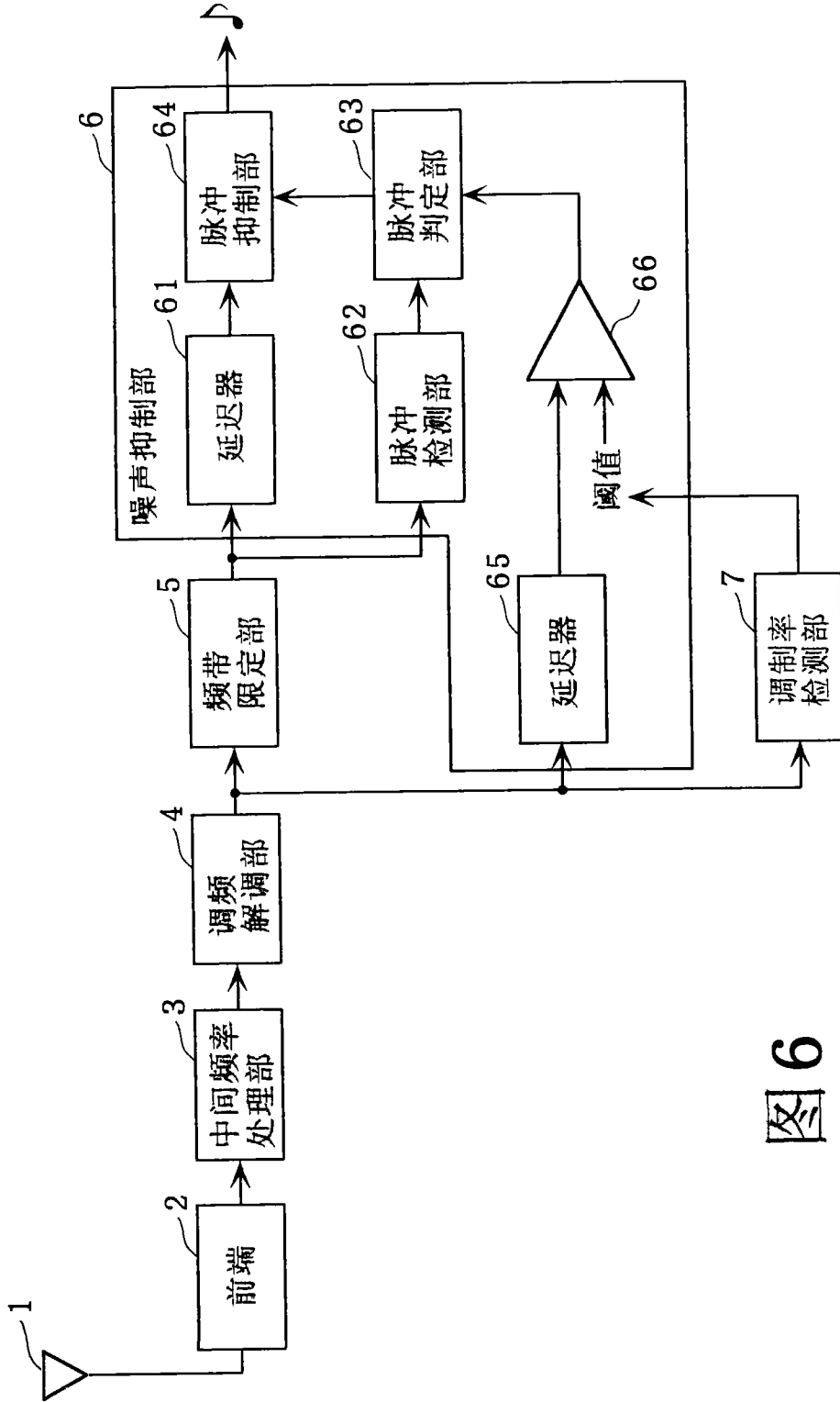


图6

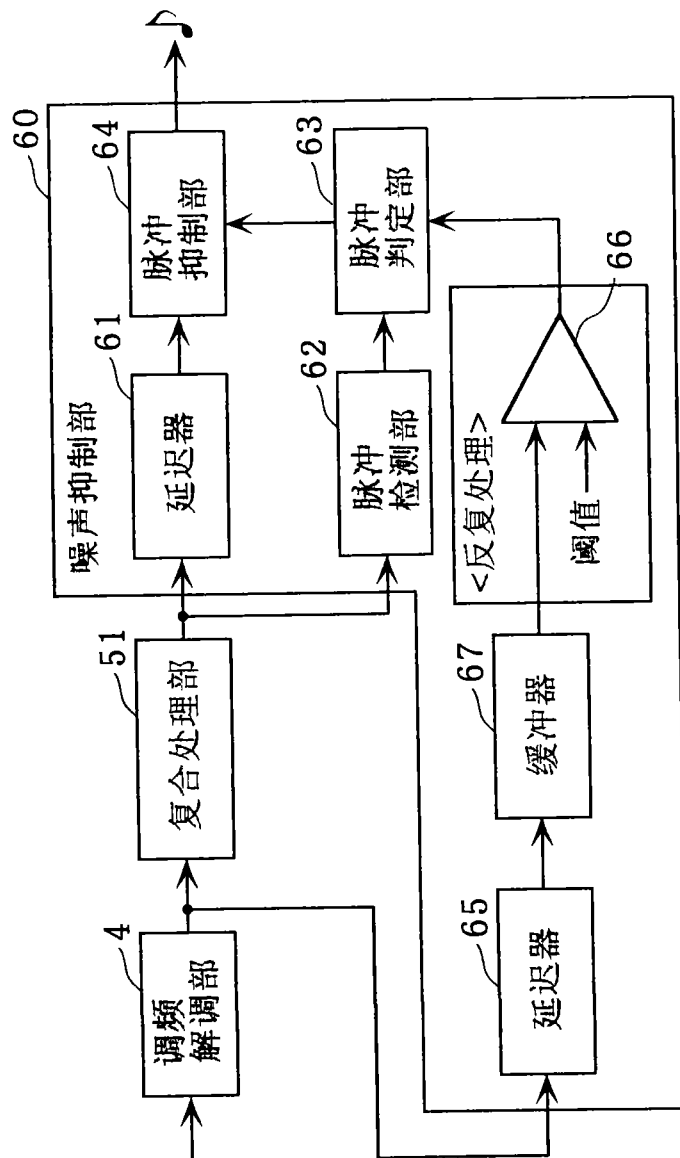


图7

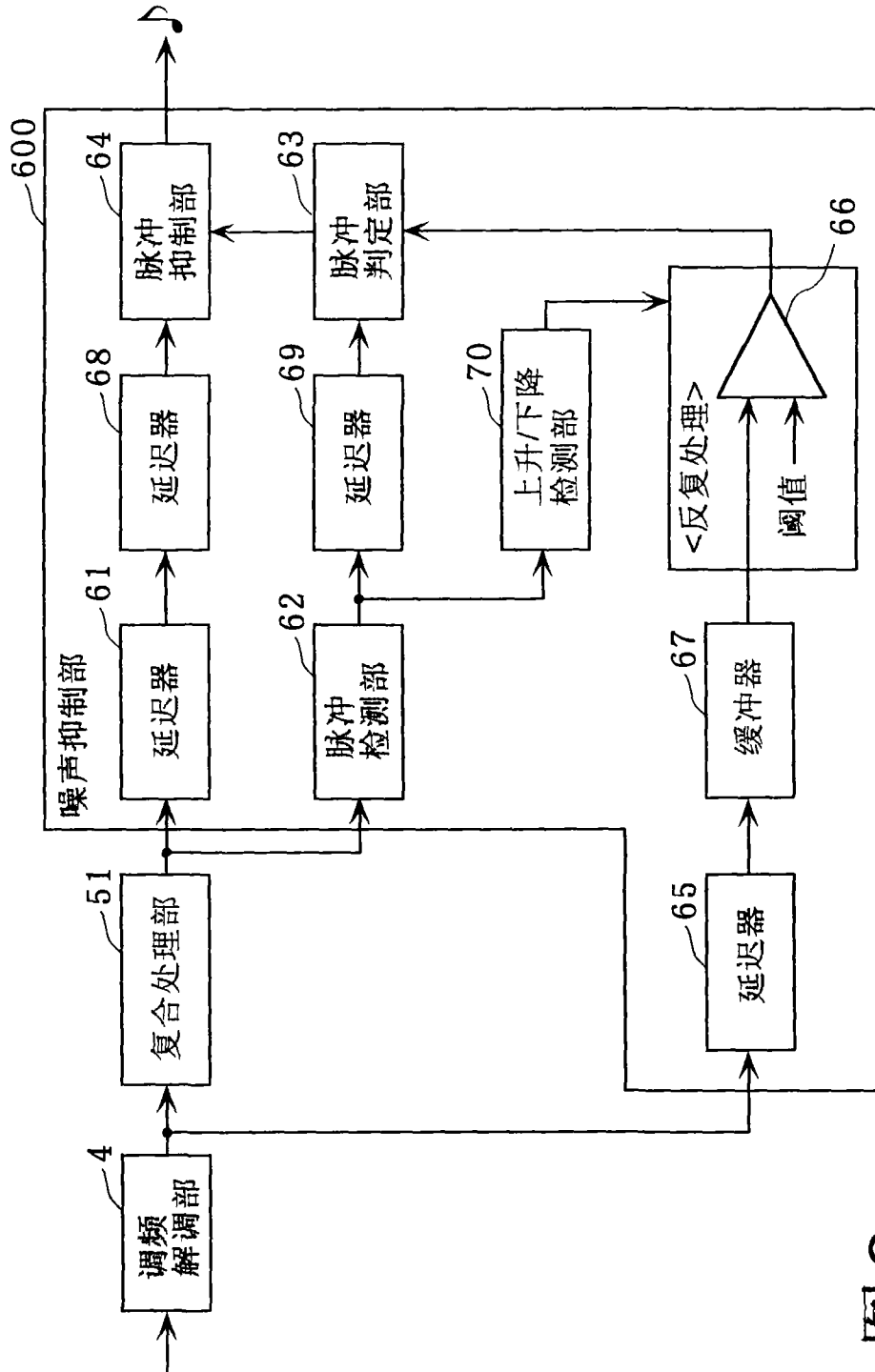


图 8

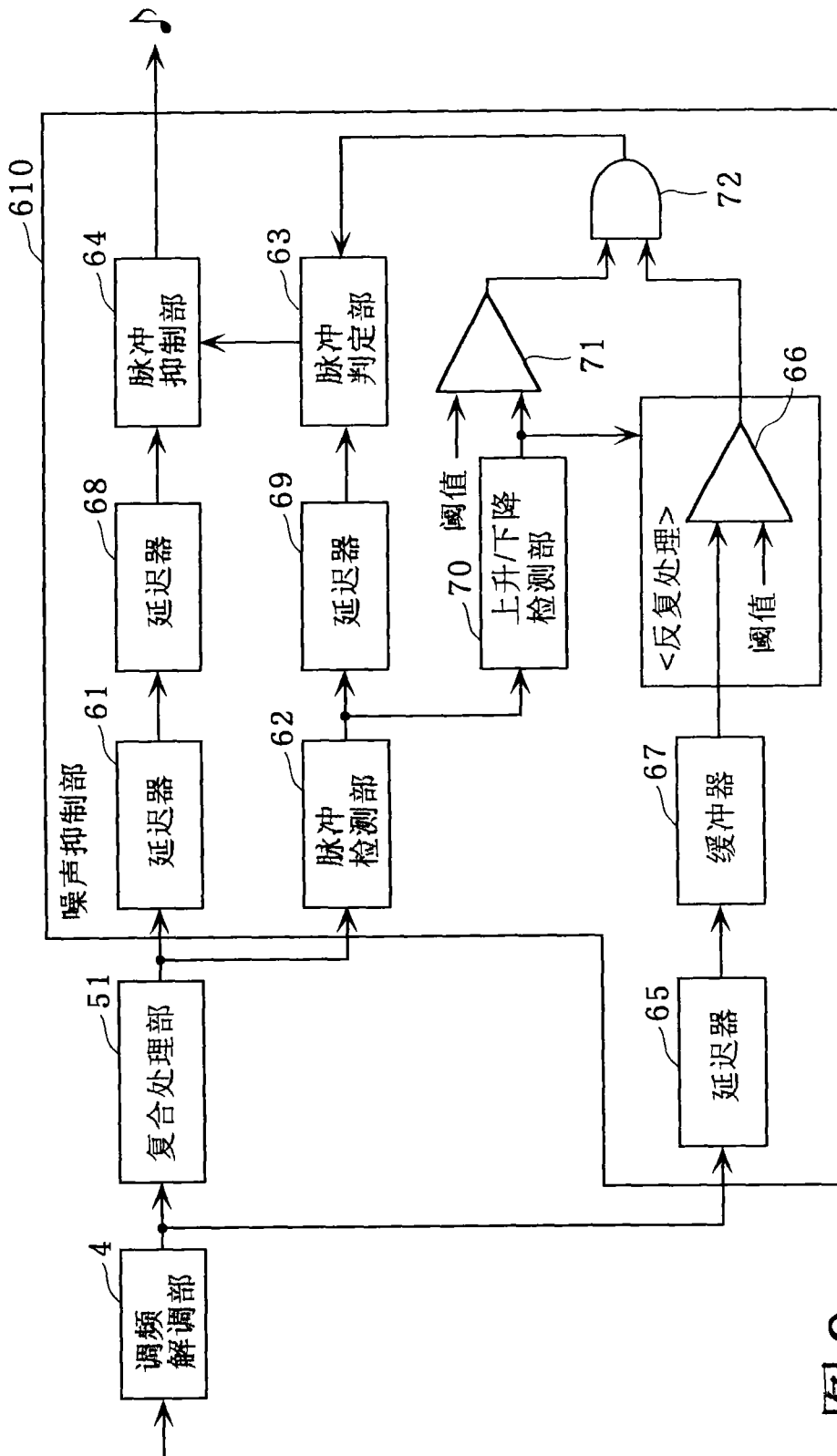


图9

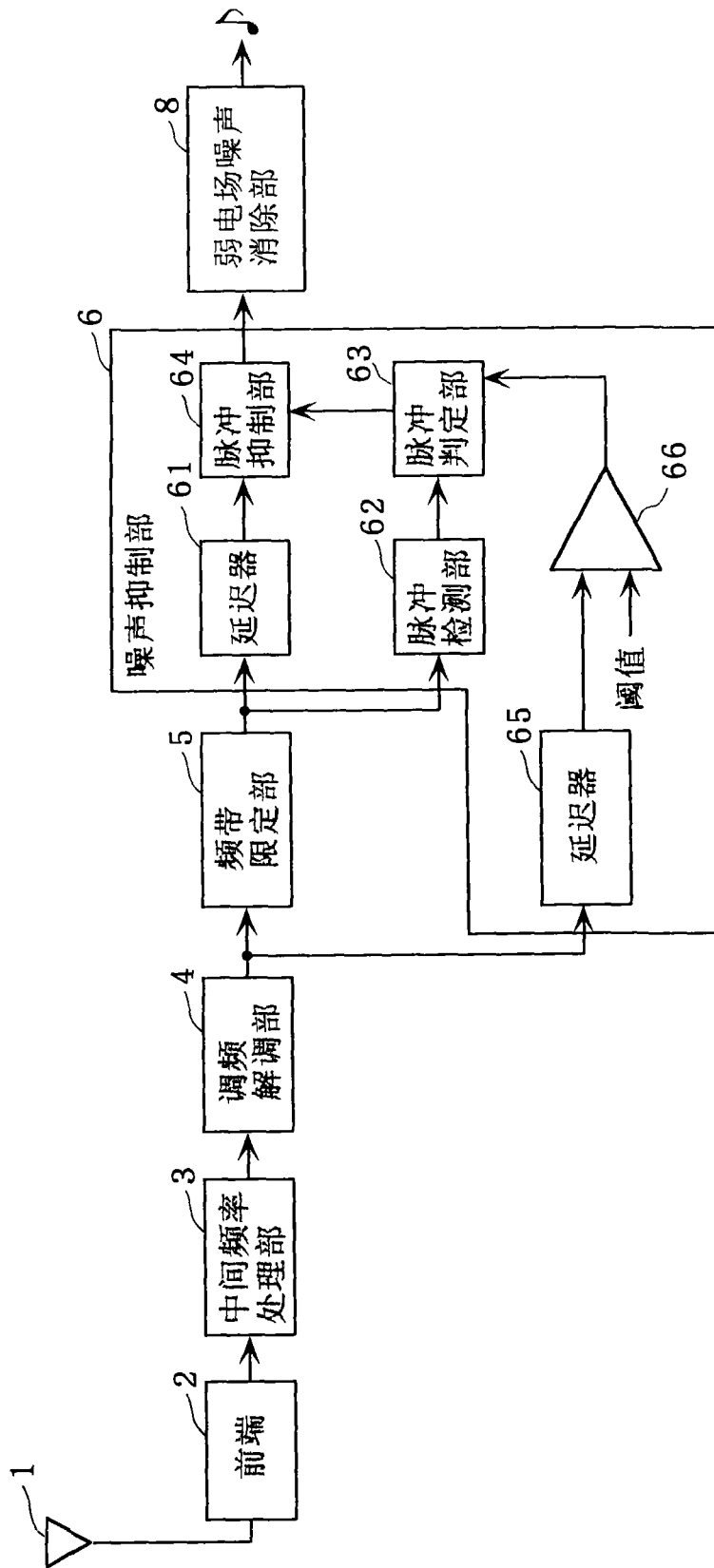


图 10

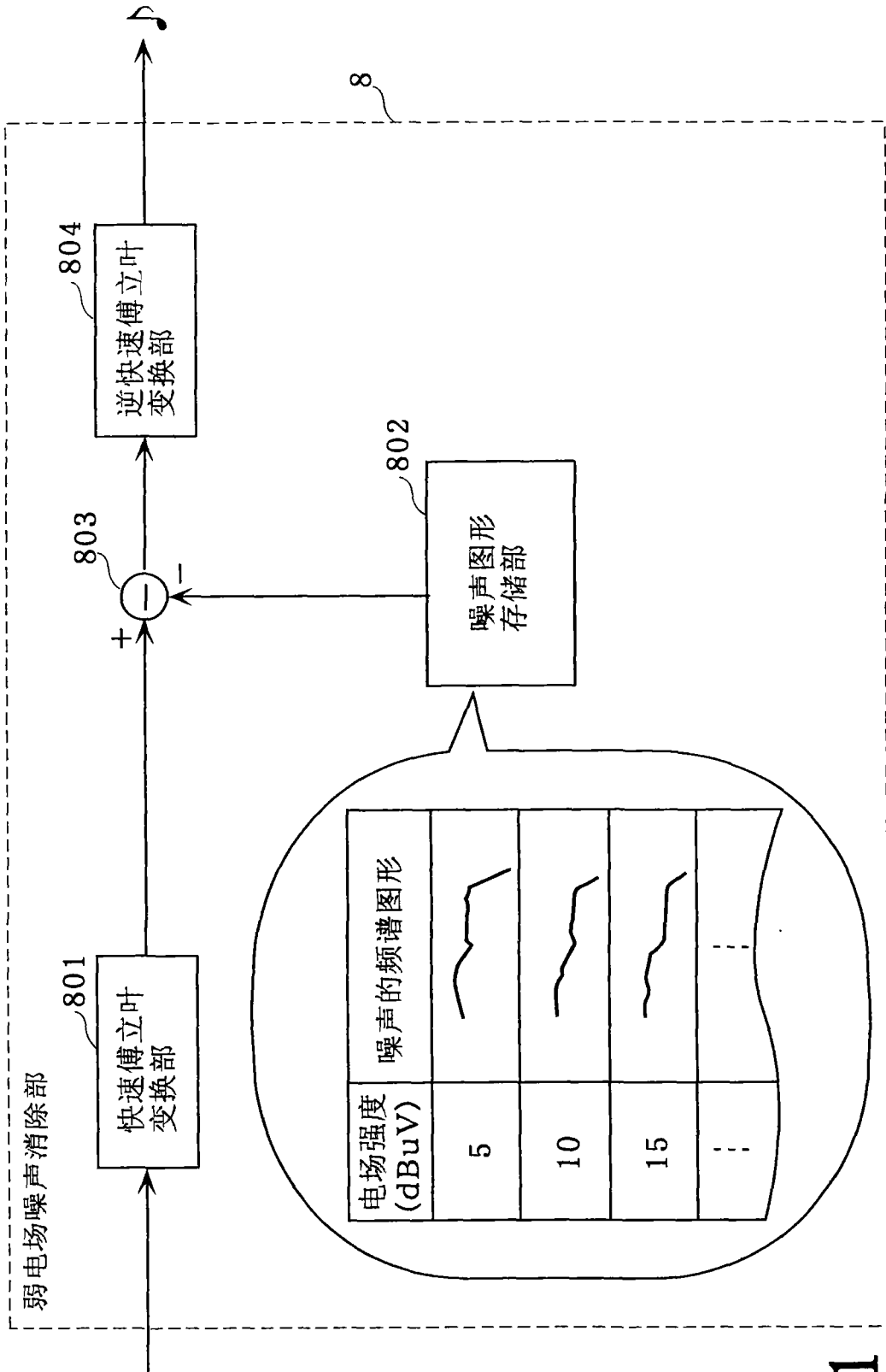


图11