

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G10L 21/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510003468.7

[43] 公开日 2006年7月26日

[11] 公开号 CN 1808570A

[22] 申请日 2005.12.8

[21] 申请号 200510003468.7

[30] 优先权

[32] 2004.12.8 [33] US [31] 11/006,935

[71] 申请人 哈曼贝克自动系统-威美科公司

地址 加拿大英属哥伦比亚

[72] 发明人 P·A·赫瑟林顿

A·R·格罗夫斯

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 沙捷

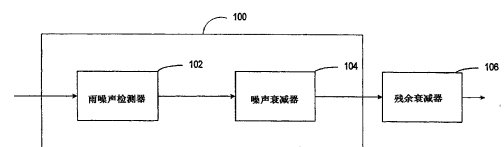
权利要求书5页 说明书13页 附图16页

[54] 发明名称

抑制雨噪声的系统

[57] 摘要

本发明涉及一种语音增强逻辑，其改进了被处理信号的感知质量。该语音增强系统包括噪声检测器和噪声衰减器。噪声检测器检测和模拟和雨相关联的噪声。噪声衰减器从信号中减弱或减小雨噪声以便改进无声、完全有声，或混合语音片段的清晰度。



1、一种从有声或无声信号中抑制雨噪声的系统，包括：
噪声检测器，其从输入信号中检测和模拟雨噪声；和
噪声衰减器，其电连接到噪声检测器以便从输入信号中基本消除
5 雨噪声。

2、如权利要求 1 所述的抑制雨噪声的系统，其中噪声检测器模拟
一部分输入信号。

10 3、如权利要求 2 所述的系统，其中噪声检测器被配置为对一部分
输入信号进行线拟合。

4、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声检测器被配置来通过计算
相关因子模拟雨事件。

15 5、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声检测器被配置来阻止模拟
的雨噪声的属性超过预定值。

6、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声检测器被配置为在检测到
20 元音或类似谐音的结构时限制雨噪声校正。

7、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声检测器被配置来获得平均
雨噪声模型，并且当检测到有声或混合语音信号时，不更新平均雨噪
声模型。

25 8、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声检测器被配置来获得平均
雨噪声模型，该模型通过对在时间上之前分析的其他模拟信号进行加
权平均而获得。

30 9、如权利要求 1 所述的系统，其中噪声衰减器被配置来从输入信

号中基本上消除雨噪声和连续噪声。

10、如权利要求 1 所述的系统，进一步包括连接到噪声检测器和噪声衰减器的残余衰减器，以便当在一频率范围内检测到信号功率有
5 较大提高时，在该频率范围内减弱信号功率。

11、如权利要求 1 所述的系统，进一步包括连接到噪声检测器的输入设备，该输入设备被配置来将声波转换为模拟信号。

10 12、如权利要求 1 所述的系统，进一步包括连接到噪声检测器的预处理系统，该预处理系统被配置来在雨噪声检测器处理输入信号之前预制约该输入信号。

13、如权利要求 12 所述的系统，其中预处理系统包括相间隔的第一和第二麦克风，并且其被配置来利用到达不同麦克风的信号的滞后
15 时间。

14、如权利要求 13 所述的系统，进一步包括控制逻辑，该控制逻辑自动地选择麦克风和感受输入信号中最小量噪声的频道。

20 15、如权利要求 13 所述的系统，进一步包括连接到噪声检测器和第一麦克风的第二噪声检测器。

16、一种从有声和无声信号中检测雨噪声的系统，包括：
25 时间频率转换逻辑，其将时变输入信号转换到频域；
背景噪声估计器，其连接到时间频率转换逻辑，该背景噪声估计器被配置来测量发生在接收器附近的连续噪声；和
雨噪声检测器，其连接到背景噪声估计器，该雨噪声检测器被配置来自动地识别和模拟与雨相关联的噪声。

30 17、如权利要求 16 所述的系统，进一步包括瞬态检测器，其被配置为在检测到非周期瞬态信号时中止背景噪声估计器工作。

18、如权利要求 16 所述的系统，其中雨噪声检测器被配置来获得线和输入信号一部分的相关性。

5 19、如权利要求 16 所述的系统，进一步包括信号鉴别器，其连接到雨噪声检测器，该信号鉴别器被配置来识别输入信号的语音和噪声片段。

10 20、如权利要求 16 所述的系统，进一步包括雨噪声衰减器，其连接到雨噪声检测器，该雨噪声衰减器被配置来减小接收器感受到的和雨相关联的噪声。

21、如权利要求 16 所述的系统，其中噪声衰减器被配置来从输入信号中基本上消除和雨相关联的噪声。

15 22、如权利要求 16 所述的系统，进一步包括残余衰减器，其连接到背景噪声估计器，当在一频率范围内检测到信号功率有较大升高时，该残余衰减器可操作用来在该频率范围内减弱信号功率。

20 23、一种从有声或无声信号中抑制雨噪声的系统，包括：
时间频率转换逻辑，其将时变输入信号转换为频域；
背景噪声估计器，其连接到时间频率转换逻辑，该背景噪声估计器被配置来测量发生在接收器附近的连续噪声；
雨噪声检测器装置，其连接到背景噪声估计器，该雨噪声检测器
25 被配置来对输入信号的一部分进行线拟合；和
雨噪声衰减器，其连接到雨噪声检测器装置，该雨噪声衰减器被配置来消除接收器感受到的和雨相关联的噪声。

30 24、一种从输入信号中消除与雨相关联的噪声的方法，包括：
将时变信号转换为复谱；
估计背景噪声；

当线和输入信号的一部分之间存在高相关性时，检测和雨相关联的噪声；和

从输入信号中减弱和雨相关联的噪声。

5 25、如权利要求 24 所述的方法，其中估计背景噪声的动作包括当没有检测到非周期瞬态时估计背景噪声。

26、如权利要求 24 所述的方法，消除和雨相关联的噪声的动作包括从输入信号中基本上消除雨噪声。

10

27、一种从输入信号中消除雨噪声的方法，包括：

将时变信号转换为复谱；

估计背景噪声；

当线和输入信号的一部分之间存在高相关性时，检测雨噪声；和

15 从输入信号中消除雨噪声。

28、一种信号承载介质，其具有控制检测与通过空气落下的水相关联的噪声的软件，所述信号承载介质包括：

将声波转换成电信号的检测器；

20 将电信号从第一域转换成第二域的频谱转换逻辑；和

模拟和雨相关联的声波的一部分的信号分析逻辑。

29、如权利要求 28 所述的信号承载介质，进一步包括获得被噪声屏蔽的有声信号的一部分的逻辑。

25

30、如权利要求 28 所述的信号承载介质，进一步包括衰减部分声波的逻辑。

31、如权利要求 28 所述的信号承载介质，进一步包括可操作用来
30 在被选择的频率范围内限制功率的衰减逻辑。

32、如权利要求 28 所述的信号承载介质，进一步包括测量检测器

感受到的连续或环境噪声的噪声估计逻辑。

33、如权利要求 32 所述的信号承载介质，进一步包括当检测到功率增大时中止估计逻辑工作的瞬态逻辑。

5

34、如权利要求 28 所述的信号承载介质，其中信号分析逻辑连接到车辆。

35、如权利要求 28 所述的信号承载介质，其中信号分析逻辑连接到声频系统。

10

36、如权利要求 28 所述的信号承载介质，其中信号分析逻辑仅模拟和雨相关联的声波。

15

抑制雨噪声的系统

技术领域

- 5 本发明涉及声学，更具体而言，涉及一种通过减小干扰噪声来增强声音的感知质量的系统。

背景技术

10 许多免提通信设备采集、吸收和传输语音信号。语音信号通过通信介质从一个系统传递到另一系统。在一些系统中，包括在车辆内使用的那些系统中，语音信号的清晰度不依赖于通信系统的质量或通信介质的质量。当噪声发生在声源或接收器附近时，失真会干扰语音信号，破坏信息，在一些例子中，失真屏蔽语音信号，使其不能被识别。

15 噪声会来自许多声源。在车辆中，噪声会由发动机、道路、轮胎或者由周围的环境产生。当雨落在车辆上时，它产生可以在整个宽频谱上听到的噪声。这种噪声的一些方面可以预测，而另一些方面却是随机的。

一些系统尝试通过使用各种声音抑制和隔音材料来隔绝车辆从而抵消雨噪声的影响。虽然这些材料在减小一些噪声的方面是有效的，但是这些材料也会吸收所期望的信号，并且不会阻止屏蔽一部分音频谱的雨噪声。一些语音增强系统的另一问题就是检测雨噪声。一些语音增强系统还有另一个问题就是它们不容易适应于其他通信系统。

因此，需要一种抵消在变化频率范围上和水敲击表面相关联的噪声的系统。

25 发明内容

本发明提供了一种语音增强逻辑，其改进了被处理语音的感知质量。该系统获得、编码、然后减弱与水敲击表面（包括车辆表面）相关联的噪声。该系统包括噪声检测器和噪声衰减器。噪声检测器检测与落下的水相关联的噪声，诸如在暴风雨期间可以听到的噪声。噪声衰减器减弱或减小一些检测到的雨噪声。

可替换的语音增强逻辑包括时间频率转换逻辑、背景噪声估计器、雨噪声检测器和雨噪声衰减器。时间频率转换逻辑将时变输入信号转换成频域输出信号。背景噪声估计器测量伴随着输入信号的连续噪声。雨噪声检测器自动地识别和模拟一些和雨相关联的噪声，然后这些噪声被雨噪声衰减器减弱或减小。

通过研究以下附图和详细说明，本发明的其他系统、方法、特征和优点对本领域的技术人员是显而易见的或变得显而易见。这意味着所有这些另外的系统、方法、特征和优点将包含在本说明中，包含在本发明的范围中，并由以下的权利要求保护。

10

附图说明

本发明可以通过参考以下附图和说明更好地被理解。附图中的部件不一定按比例绘制，重点是说明本发明的原理。此外，在附图中，相同的附图标记表示所有不同图的相应部分。

15

图 1 是语音增强逻辑的部分框图。

图 2 是和雨及其他声源相关联的噪声的时序图。

图 3 是和雨及其他声源相关联的噪声的时间频率图。

图 4 是雨及其他声源的模拟噪声的瀑布图。

图 5 是图 1 的语音增强逻辑的框图。

20

图 6 是连接到图 1 的语音增强逻辑的预处理系统。

图 7 是连接到图 1 的语音增强逻辑的另一个预处理系统。

图 8 是另一个语音增强系统的框图。

图 9 是屏蔽一部分语音信号的雨噪声曲线图。

图 10 是被处理和重建的语音信号的曲线图。

25

图 11 是语音增强的流程图。

图 12 是车辆内语音增强逻辑的框图。

图 13 是接口到音频系统和/或导航系统和/或通信系统的语音增强逻辑的框图。

图 14 是和雨及其他声源的噪声组合的模拟语音的瀑布图。

30

图 15 是显示了二维雨点噪声模型的模拟的时间频率图。

图 16 是包含雨点噪声的模拟帧的频率幅度和频率相位组合图。

具体实施方式

语音增强逻辑改进了被处理语音的感知质量。该逻辑可以自动地获得并实时或延时地对与雨相关联的噪声的形状和形态编码。通过跟踪所选择的属性，该逻辑可以使用暂时存储所选的噪声属性的存储器基本上消除或减弱噪声。可替换地，该逻辑还可以减弱连续的噪声和/或“音乐噪声”、吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调，或其他可以由一些语音增强系统产生的声音。

图 1 是语音增强逻辑 100 的部分框图。该语音增强逻辑 100 可以包含能够运行与一个或多个操作系统结合的一个或多个处理器的硬件或软件。该高度便携式逻辑包括雨噪声检测器 102 和噪声衰减器 104。

在图 1 中，雨噪声检测器 102 可以识别和模拟与落在或敲击表面的雨相关联的噪声。虽然雨噪声可以发生在整个宽频谱上，但是雨噪声检测器 102 被配置来检测和模拟能够被耳朵感觉到的雨噪声。雨噪声检测器 102 接收输入声音，该输入声音在短时谱可以被分类为三种广义类型：（1）无声（unvoiced），其显示类似噪声的特性，其可以包括和雨相关联的噪声，例如，其可以具有一些谱形状但不是谐音的或共振峰结构；（2）完全有声（fully voiced），其显示规则谐音结构，或在由描述共振峰结构的谱包络加权的基音谐音（pitch harmonics）处显示峰值，和（3）混合语音，其显示上述两种类型的混合，一些部分包括类似噪声的片段，其可以包括雨噪声，其余的显示规则的谐音结构和/或共振峰结构。

雨噪声检测器 102 可以实时地或延时地从剩余信号中分离类似噪声的片段，而无论输入的噪声片段多么复杂或喧闹。该分离的类似噪声的片段被分析以便检测雨噪声的出现，在一些例子中，该分离的类似噪声的片段被分析来检测连续潜在的噪声的存在。当检测到雨噪声时，就模拟频谱，并且该模型被保留在存储器中。虽然雨噪声检测器 102 可以存储雨噪声信号的整个模型，但是它也可以在存储器中存储被选的属性。一些被选的属性可以模拟由雨敲击表面所产生的噪声、暴风雨中可以听到的外围噪声（例如，在车辆噪声中）、或者以上的组合。

为了克服雨噪声的影响，在一些例子中，为了克服包括环境噪声的潜在连续噪声的影响，噪声衰减器 104 基本上从无声和混合语音信号中消除或减

弱了雨噪声和/或连续噪声。语音增强逻辑 100 包括基本上消除、减弱或减小了在期望的频率谱上的雨噪声的任何系统。这些可以减弱或消除雨噪声的系统例子包括使用信号和噪声估计的系统，例如（1）使用映射噪声信号的神经网络和噪声到噪声减小信号的估计值的系统。（2）从噪声信号中减去噪声估计值的系统，（3）使用噪声信号和噪声估计值以便从代码本中选择噪声减小信号的系统。（4）以其他方式使用噪声信号和噪声估计值以便在重建的屏蔽信号基础上建立噪声减小信号的系统。这些系统可以衰减雨噪声，在一些例子中，这些系统可以衰减作为短时谱一部分的连续噪声。噪声衰减器 104 还可以接口到或包括可选的残余衰减器 106，其消除或减弱被引入到被处理信号中的人工噪声（artifacts）。残余衰减器 106 可以消除“音乐噪声”、吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调，或其他声音。

图 2 显示了话音和由大气的水蒸汽冷凝的水成滴落到表面产生的噪声信号的示例帧。雨脉冲 202、204 和 206 包括由雨敲击表面产生的声音。雨脉冲 202、204 和 206 的振幅反映了由接收器或检测器检测的雨敲击表面的功率或强度上的相对差异。在车辆内，雨脉冲 202、204 和 206 可以表示当自然的流水敲击诸如窗户的表面时产生的声音或者当在施加的压力下传送的水敲击表面时产生的声音。图 2 所示的连续噪声可以包括环境噪声、与发动机相关联的噪声、动力系产生的噪声、道路噪声、轮胎噪声、其他车辆噪声、或其他声音。

在图 3 所示的频谱域中，连续噪声和雨脉冲 202、204 和 206 的范围可以从基本线性脉冲到曲线脉冲。图 3 中所示的雨点瞬态的基本垂直线可以不是完全垂直的。变化可以是因为雨噪声检测器 102、车辆的声响和其他声源的固有失真。在一些雨噪声检测器 102 或可以接口到雨噪声检测器 102 的设备中，将声波转换成模拟信号或者将声波转换成数字数据的电路或硬件会使雨点数据失真。雨点瞬态的形状会随着该电路检测或处理的信号变化。该失真会导致信息的丢失。在一些语音增强逻辑中，可以获得该失真并对其编码，允许一些噪声衰减器 104 来基本消除、减弱或减小失真。

雨点检测可以通过监测时间上向前和/或向后的频率片段来进行。滤波器组或快速傅立叶变换（“FFT”）可以将声音转换成对数频率域。通过比较，雨噪声检测器 102 识别基本上比它们相邻频带或帧具有更多能量的帧。如果在一帧中的频带比相邻帧具有更高的能量，那么雨噪声检测器 102 寻找比它们

相邻帧也具有更多能量的其他频带。当在这些频带中的能量适合于诸如图 4 所示的直线或者类似于直线的模型时，雨噪声检测器 102 将该频带识别为潜在雨事件。在一些雨噪声检测器 102 中，当相对于线（例如，标准偏差）的能量的散布或变化在预定或可编程范围内时，会发生雨事件。显示能量高于相邻频带但略微比模型高一些的频带可以不被认为是雨点噪声的一部分。

一旦获得雨点瞬态的相对幅度和持续时间，可以用许多方法实现它们的消除。在一个方法中，噪声衰减器 104 基于相邻帧的值用估计值替换雨点瞬态。可以使用时间上位于在前和/或在后的一个或更多帧来进行该插值方法，并且该方法可以利用预定的限制和/或先前的约束。在可替换的方法中，噪声衰减器 104 将获得的位置和频率加到已知的或已测量的不变的噪声估计值上，然后噪声衰减器 104 从噪声信号中减去包括被模拟雨噪声的噪声估计值。

图 5 是雨噪声检测器 102 的示例框图，该雨噪声检测器 102 可以接收或检测无声、完全有声或混合语音输入信号。接收的或检测的信号以预定频率被数字化。为了确保高质量的语音，该语音信号被具有任一通用采样速率的模数转换器 502 (ADC) 转换成脉冲编码调制 (PCM) 信号。平滑窗口 504 被应用于数据块以便获得加窗信号。对于加窗信号的复谱可以通过快速傅立叶变换 (FFT) 406 获得或者通过滤波器组将数字化的信号分割为频率段 (frequency bin) 来获得，其中每个段在小频率范围内识别振幅和相位。然后每个频率段可以转换成功率谱域 508 和对数域 510，以便生成具有或不具有连续噪声估计值的雨噪声估计值。随着更多的声音窗被处理，雨噪声检测器 102 可以获得平均雨噪声估计值。时间平滑的或者加权的平均值可以被用来为每个频率段估计具有或不具有连续噪声估计值的雨噪声。

为了检测雨事件，线可以拟合频率谱的被选择的部分。通过回归，最佳拟合的线可以测量给定数据块中的雨噪声的严重程度。最佳拟合的线和被选择的频率谱之间的高相关性可以识别雨噪声事件。是否存在高相关性可以依赖于雨噪声的频率和振幅的变化以及语音或其他噪声的存在。

为了限制语音屏蔽，对于可疑的雨噪声信号的线的拟合可以由规则限制。示例的规则可以阻止雨噪声模型中计算的参量描述诸如偏置、斜率、曲率或坐标点超过平均值。另一个规则可以调整或调制雨噪声校正值以便当检测到元音或其他谐音结构时阻止噪声衰减器 104 应用所计算的雨噪声校正值。谐音可以由其窄的宽度和其尖峰值识别，或者与语音或基音检测器 (pitch

detector) 相连接。如果检测到元音或其他谐音结构, 雨噪声检测器 102 就限制雨噪声校正值得到小于或等于预定或平均值的值。另一个规则可以允许平均雨噪声模型或其属性只有在无声片段中被更新。如果检测到有声或混合语音片段, 那么在这条规则下不更新平均雨噪声模型或其属性。如果没有检测到语音, 雨噪声模型或每一个属性可以通过任何方法更新, 诸如通过加权平均或漏积分器更新。许多其他规则也可以应用于该模型。这些规则可以在不屏蔽语音片段的情况下为可疑的雨噪声事件提供基本好的线性拟合。

为了克服雨噪声的影响, 雨噪声衰减器 104 可以用任何方法从噪声谱中基本上消除或减弱雨噪声。一种方法可以将雨噪声模型加到所记录或模拟的连续噪声 904 上。在功率谱中, 然后可以从未修改的谱中减去被模拟的噪声。如果潜在的峰值 902 或谷值被雨噪声屏蔽, 如图 9 所示, 或者被连续噪声屏蔽, 那么传统的或改进的插值方法可以用来重建峰值和/或谷值, 如图 10 所示。线性的或逐步的插值器可以用来重建信号丢失的部分, 然后可以使用反向 FFT、滤波器组将信号能量转换成时域, 其提供了重建的语音信号。可替换地, 该信号可以被转换成另一个频率转换, 诸如 Mel 频率倒谱系数。

为了最小化“音乐噪声”、吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调, 或其他可以由一些雨噪声衰减器在所选择的频率范围内产生的声音, 可选的残余衰减器 106 (图 1 所示) 也可以在语音信号转换到时域之前或之后制约语音信号。残余衰减器 106 可以在选择的频率范围内跟踪能量谱, 例如中频到高频范围 (例如, 大于大约 1000Hz)。当在信号能量中检测到较大的升高时, 通过在该范围内限制或减弱所传送的功率为预定的或计算的阈值来获得改进。计算的阈值可以等于或者基于时间上较早期间的相同频率范围的平均谱功率。

语音质量的进一步改进可以在语音噪声检测器 102 处理输入信号之前通过预制约输入信号来获得。一个预处理系统可以利用信号到达如图 6 所示的分开放置的不同检测器的延迟时间。如果多个检测器或麦克风 602 用来将声音转换成电信号, 那么预处理系统可以包括控制逻辑 604, 其自动地选择麦克风 602 和感觉到最小雨噪声量的频道。当选择另一个麦克风 602 时, 电信号可以在被雨噪声检测器 102 处理之前组合到之前产生的信号中。

或者, 多个雨噪声检测器 102 可以用来分析如图 7 所示的每个麦克风 602 的输入。可以在每个频道上作出频谱的雨噪声估计。一个或更多频道的混合

可以通过切换麦克风 602 的输出来进行。这些信号可以在频率接频率（frequency-by-frequency）的基础上被评估和选择。可替换地，控制逻辑 702 可以在特殊的频率或频率范围内通过加权函数组合多个雨噪声检测器 102 的输出信号。

- 5 图 8 是可替换的语音增强逻辑 800，其也可以改进被处理语音的感知质量。该增强通过时间频率转换逻辑 802 来完成，该逻辑 802 将时变信号数字化并转换到频域。背景噪声估计器 804 测量连续的或发生在声源或接收器附近的环境噪声。背景噪声估计器 804 可以包括功率检测器，其在每个频率段上平均声功率。为了阻止在非周期瞬态中有偏差的噪声估计，瞬态检测器 806
- 10 中止在非期望的或非预期的功率上升期间的噪声估计过程。在图 8 中，当瞬时背景噪声 $B(f, i)$ 超过平均背景噪声 $B(f)_{Ave}$ 大于所选择的分贝级“c”时，瞬态检测器 806 可以中止背景噪声估计器 704 工作。该关系可以表达如下：

$$B(f, i) > B(f)_{Ave} + c \quad (\text{等式 1})$$

- 15 为了检测到雨事件，雨噪声检测器 708 可以将线拟合到频谱的所选部分。通过回归，最佳拟合线可以模拟雨噪声 202 的严重程度。为了限制语音的任何屏蔽，对于可疑的雨噪声范围的拟合线可以由上述规则限制。当检测到拟合线和与雨相关联的噪声之间的高相关性时，可以识别雨事件。是否存在高相关性依赖于被处理语音的所期望的清楚性，以及雨噪声的频率和振幅的变化。

- 20 可替换地，雨事件可以通过分析输入信号的时变频谱特性来识别，其可以图形显示在谱图上。谱图是二维的形式，如图 3 所示，其中垂直维度对应频率，水平维度对应时间。

- 25 信号鉴别器 810 可以实时或延时对谱的语音和噪声做标记。可以使用任何方法来区别语音和噪声。在图 7 中，有声信号可以通过以下被识别：（1）它们的频带的窄的宽度或峰值；（2）可以是谐音相关的共振结构；（3）共振或对应于共振频率的宽的峰值；（4）随着时间相对慢地变化的特征；（5）它们的持续时间；以及当使用多个检测器或麦克风时，（6）检测器或麦克风的输出信号的相关性，和许多其他的属性和/或组合。

- 30 为了克服雨噪声的影响，雨噪声衰减器 812 可以使用任何方法从噪声谱中减弱或基本消除雨噪声。一种方法可以将周期的雨噪声脉冲加到记录的或被模拟的连续噪声中。在功率谱中，被模拟的噪声然后通过上述方法被

从未修改的谱中消除。如果潜在的峰值或谷值 902 被雨噪声 202 屏蔽，如图 9 所示，或者被连续噪声屏蔽，那么可以使用传统的或改进的插值方法来重建峰值和/或谷值，如图 10 所示。线性的或逐步的插值器可以被用来重建信号的丢失部分。时序合成器然后可以被用来将信号功率转换成时间域，其提供重建的语音信号。

为了最小化“音乐噪声”、吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调，或其他可以由一些雨噪声衰减器在所选择的频率范围内产生的声音，也可以使用可选的残余衰减器 814。该残余衰减器 814 可以跟踪频率范围内的功率谱。当在信号功率中检测到大的升高时，可以通过限制频率范围中所传送的功率到预定的或计算的阈值来获得改进。计算的阈值可以等于或基于在时间上之前或之后期间的同一频率范围的平均谱功率。

图 11 是语音增强的流程图，该语音增强消除了一些雨噪声和连续噪声以便增强被处理语音的感知质量。在动作 1102 中，接收到的或检测到的信号以预定的频率被数字化。为了确保高质量语音，该语音信号可以通过 ADC 转换成 PCM 信号。在动作 1104 中，用于加窗信号的复谱可以通过 FFT 或滤波器组来获得，其将数字化的信号分离成频率段，每个段识别在小频率范围上的振幅和相位。

在动作 1106，测量连续的或环境噪声。背景噪声估计值可以包括每个频率段中声功率的平均值。为了阻止瞬态处的有偏差的噪声估计，在动作 1108 中，在功率的异常或非预期的增长期间可以中止噪声估计过程。当瞬态背景噪声超过平均背景噪声大于预定的分贝级时，该瞬态检测动作 1108 中止了背景噪声估计。

在动作 1110，当最佳拟合线和选择的频谱部分之间存在高相关性时，可以检测雨事件。可替换地，雨事件可以通过分析输入信号的时变谱特征来识别。当线拟合检测方法被使用时，对可疑的雨信号的线拟合可以被一些可选动作限制。示例性可选动作可以阻止雨噪声模型中的计算偏置、斜率或坐标点超出平均值。另一个可选动作可以在检测到元音或另一个谐音结构时阻止雨噪声检测方法应用计算的雨噪声校正。如果检测到元音或另一个谐音结构，那么雨噪声检测方法可以限制雨噪声校正到小于或等于预定或平均值的值。另一个可选动作可以允许平均雨噪声模型或属性仅仅在无声片段期间被更新。如果检测到有声或混合语音片段，那么在该动作下不更新平均雨噪

声模型或属性。如果没有检测到语音，那么可以通过许多方式更新雨噪声模型或者每个属性，诸如通过加权平均或漏积分器。许多其他的可选动作也可以应用于该模型。

在动作 1112 中，信号分析可以从类似噪声的片段中区别或标记语音信号。
5 有声信号可以通过任何方法识别，包括例如（1）它们的频带的窄的宽度或峰值；（2）可以是谐音相关的共振结构；（3）对应于共振频率的谐音；（4）随着时间相对慢地变化的特征；（5）它们的持续时间；以及当使用多个检测器或麦克风时，（6）检测器或麦克风的输出信号的相关性。

为了克服雨噪声的影响，通过任何动作来从噪声谱中基本上消除或减弱
10 雨噪声。一个示例性动作 1114 将基本周期的雨脉冲加到记录的或模拟的连续噪声上。在功率谱中，被模拟的噪声然后可以被基本上从未修改的频谱中通过上述方法和系统来消除。如果潜在的峰值或谷值 902 被雨事件 202 屏蔽，如图 9 所示，或者被连续噪声 902 屏蔽，那么在动作 1116 中传统的或改进的插值方法可以被用来重建峰值和/或谷值。在动作 1112 中，时序合成然后可以被用来将信号功率转换成时间域，其提供重建的语音信号。
15

为了最小化“音乐噪声”、吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调，或其他可以由一些雨噪声消除过程在所选择的频率范围内产生的声音，在信号被转换回时域之前也可以使用残余衰减方法。可选的残余衰减方法 1118 可以跟踪频率范围内的功率谱。当在信号功率中检测到大的升高时，可以通过限制频率范围中所传送的功率到预定的或计算的阈值来获得
20 改进。计算的阈值可以等于或基于在时间上之前或之后期间的同一频率范围的平均谱功率。

图 11 所示的方法可以在信号承载介质、计算机可读介质（诸如存储器）中编码，在诸如一个或多个集成电路的设备中编程，或者由控制器或计算机
25 处理。如果该方法由软件执行，那么该软件可以驻留在存储器中，该存储器驻留在或者连接到雨噪声检测器 102、噪声衰减器 104、通信接口、或其他连接到或驻留在语音增强逻辑 100 或 800 中的任何其他类型的非易失性或易失性存储器中。该存储器可以包括用于执行逻辑功能的可执行指令的有序表。逻辑功能可以通过数字电路、源代码、模拟电路、或者模拟源（如模拟电子、
30 音频或视频信号）实现。该软件可以嵌入到任何计算机可读或信号承载介质中，以便由指令执行系统、装置或设备使用或与其连接。这样的系统可以包

括基于计算机的系统、包含处理器的系统，或另一个系统，其可以选择地从指令可执行系统、装置或也可以执行指令的设备中取得指令。

“计算机可读介质”、“机器可读介质”，“传播信号”介质，和/或“信号承载介质”可以包括任何方式，其包含、存储、通信、传播或传输软件以便由指令可执行系统、装置或设备使用或与其连接。该机器可读介质可以选择地是电子、磁的、光的、电磁、红外或半导体系统、装置、设备或传播介质，但不限于这些。机器可读介质的非穷尽列表实例可以包括：具有一个或多个电线的电连接“电子”、便携式磁盘或光盘、易失性存储器，诸如随机读取存储器“RAM”（电子）、只读存储器“ROM”（电子）、可擦除编程只读存储器（EPROM 或闪存）（电子）、或者光纤（光的）。机器可读介质还可以包括有形的介质，在其上印有软件，正如软件可以电子地以图像和其他形式（例如，通过光扫描）存储，然后被编译，和/或翻译或其它处理。该经处理的介质然后可以存储在计算机和/或机器存储器中。

从以上叙述中可以明显看出上述系统还可以制约仅仅从一个麦克风或检测器接收到的信号。也应当明显看出，许多系统的组合可以用于识别和跟踪雨事件。除了对可疑的雨事件的线拟合之外，系统可以（1）检测在具有比预定阈值大的 SNR 的频谱中周期的峰值；（2）识别具有比预定阈值宽的峰值；（3）识别缺少谐音关系的峰值；（4）将峰值和之前的有声谱比较；和（5）在区别雨噪声片段、其他类似噪声片段以及规则谐音结构之前将来自不同麦克风的信号进行比较。上述的一个或更多系统还可以用于可替换的语音增强逻辑中。

其他可替换的语音增强系统包括上述结构和功能的组合。这些语音增强系统由上述或附图所示的结构和功能的任意组合形成。该逻辑可以由软件或硬件实现。术语“逻辑”意味着广泛地包括硬件设备或电路、软件或组合。硬件可以包括具有易失性和/或非易失性存储器的处理器或控制器，并且还可以包括设备之间通过无线和/或硬件线路介质的接口。该无线接口可以利用 Zigbee、Wi-Fi、WiMax、Mobile-Fi、Ultrawideband、Bluetooth、蜂窝和其他任何无线技术或组合。

语音增强逻辑很容易适用于任何技术或设备。一些语音增强系统或部件接口到或连接用于运输人或物体的诸如图 12 所示的车辆的设备或结构。一些语音增强系统或部件接口到或连接将语音和其他声音转换成可以传送到远端

的形式的装置，诸如陆上运输和无线设备、音频器件、如图 13 所示的导航器件，和其他可以易受雨噪声影响的通信系统。

语音增强逻辑改进了被处理语音的感知质量。该逻辑可以自动地获得和实时或延时对与水运动相关联的噪声和/或与水敲击表面相关联的噪声的形状和形式编码。通过跟踪基本上所有或一些被选择的属性，该逻辑可以使用暂时或永久存储该噪声属性的存储器来消除、减弱或减小与水有关的噪声。该语音增强逻辑还可以减弱连续噪声和/或吱吱声、嘎嘎声、喳喳声、滴嗒声、水滴声、劈啪声、声调，或其他可以在一些语音增强系统内产生的声音并且可以在需要时重建语音。

另一个雨点检测的替换方法使用时间和频率上的雨点强度的二维模型。一个用于雨点检测的可能的时间频率模型的例子如图 15 所示。因为雨点噪声可以是宽频的，所以基本上相似的强度-时间曲线可以被期望在涉及雨点事件的频率范围中。所有雨涉及的频率可以在大约相同的时间处画出上升，但是可以具有不同的峰值、持续时间和衰落率。雨检测器还可以考虑部分雨点可以被更大的声音屏蔽，诸如语音谐音，并且可以部分地或完全地从雨模型中排除这些频率范围。该排除可以是明确的，通过在模拟之前扫描可能的非雨特征，或者是隐含的，通过选择模拟方法来允许值显著地超过被选择的模型。

检测可以含有将预定的雨模型拟合于频谱并确定匹配的质量，也可能识别哪一个频谱范围涉及到雨点事件。该包括的频率范围可以是连续的或者不连续的；此外，所有或部分频谱可以被识别为仅仅部分包含在雨点事件中。

一些或所有用来模拟雨点噪声的参数可以被限制在预定和/或自适应的限定值内，其可以是频率、语音的存在、最近检测到的雨点特性、雨点之间的平均时间或其他对于雨检测器可用的内部或外部数据的函数。特别地，这些参数可以包括雨点持续时间、峰值强度、上升和下降速率、不同频率范围之间允许的强度变化。

因为典型雨点事件的高强度和短持续时间，所以可以在整个事件已经被观察之前期望衰减或消除雨点；此外，在实时设置中，可用的信息有限或没有将来可用的信息。该雨检测方法的另一个改进方法是估计作为雨点的一部分的迅速上升的可能性和在没有完整的未来信息的情况下估计雨点模型参数的方法。在这种情况下，能量上升率以及该上升中涉及的频率范围可以用作

基本检测方法。在估计的模型中期望的持续时间和衰落速率可以用来在附近的未来时间来确定检测的雨点继续拟合估计的模型。为了最小化非期望的语音信号的衰减，如果雨点不是象预测的那样表现，那么雨噪声衰减器可以停止或减小衰减。可替换的，当正在使用噪声估计消除方法时，该雨点模型可以如预测的那样简单地衰减，一旦模型降到雨噪声的估计水平之下时允许信号未衰减地通过。

另一个改进使用雨点频谱的附加的观察属性以便帮助检测器区别雨和非雨信号。雨点噪声的一个区别特征可以是在许多相邻频率段上的它的频谱的幅度和/或相位是连续的。在图 16 中，雨噪声 1602 主导的谱部分具有比由其他噪声源 1601 主导的部分显著更平滑的幅度图。

某些类型的雨点噪声可以具有比包含语音或其他话音的谱显著更平坦的和/或更光滑的幅度。可以在部分或全部的谱上使用频谱的平坦性或平滑性的一个或更多数学测量，以便改进雨和语音频谱之间的区别。该测量可以被计算用于预定频带的整个频谱，或者在整个频谱上连续地使用滑动的窗口，该测量可以用来帮助确定雨点噪声是否存在以及每个频率如何涉及在雨点中。

平滑测量的一个实例是绝对差算法的总和，其计算相邻频率段之间的幅度或对数幅度差的绝对值，并在若干频率段上将该值相加，以便产生对平滑频谱总体上较小而对相邻频率段强度之间具有较大变化的频谱较大的值。平滑测量的实例是频谱的平滑度测量 (SFM)，其可以通过计算幅度频谱的几何平均数与其算术平均的比来发现。

也可以用相位连续性来区别雨点噪声和其他声音。雨点噪声可以由时域中的短高能量突发脉冲来表示，并且这可以导致 FFT 结果的展开相位局部为线性，如由雨噪声 1602 主导的频谱部分的相位图中所示的那样。

一种确定相位的局部线性的方法是获取展开相位的二阶导数的绝对值，然后在频率上平滑该值。该测量可以为由类似脉冲的噪声主导的频谱区域产生接近于 0 的值，并为由其他类型声音诸如音调声音或比较长的持续时间的噪声主导的区域中产生显著大于零的值。该测量可以被用来帮助从音调或语音声音中区别瞬态诸如雨点噪声。

此外，相位图中的线性部分的斜率值可以直接与时序信号中的瞬态位置相关，允许基于时间的检测或可消除方法更精确地检测和/或消除时域中的干扰。

该雨检测模块可以与车辆内的其他设备通信，以便根据车辆内其他系统（例如，挡风玻璃雨刷控制器）的状态调整雨检测器和消除器的运转状态。例如，可以期望使雨检测逻辑 102 仅仅当挡风玻璃雨刷被开启时启动，和/或根据雨刷的速度来调整雨点模型的参数。与之相反的是，雨检测器可以传送有关类似雨点噪声之间的强度和平均时间的信息到雨刷控制器，可以增强该雨刷控制器的智能控制雨刷的能力而不用驾驶员干预。

虽然已经描述了本发明的各种实施例，但是对于本领域普通技术人员来说，显而易见的是，在本发明范围内的可以有更多的实施例和实施方式。因此，除了根据附加权利要求和其等价物的限制之外，本发明不受限制。

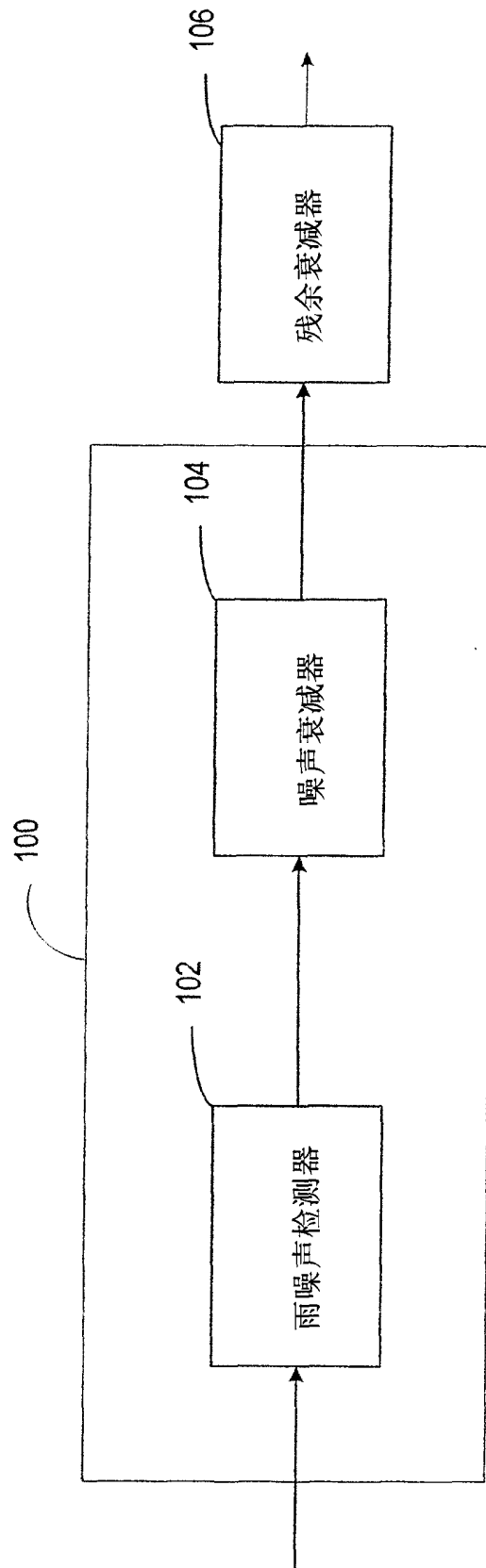


图1

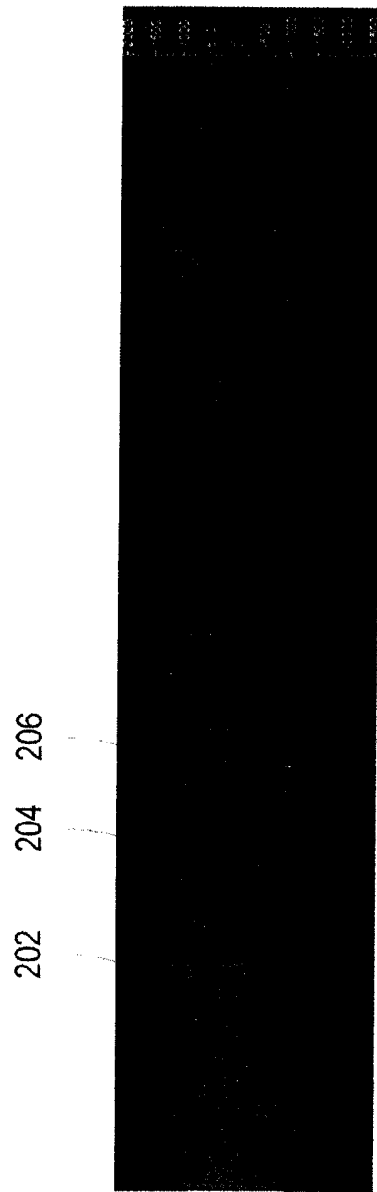
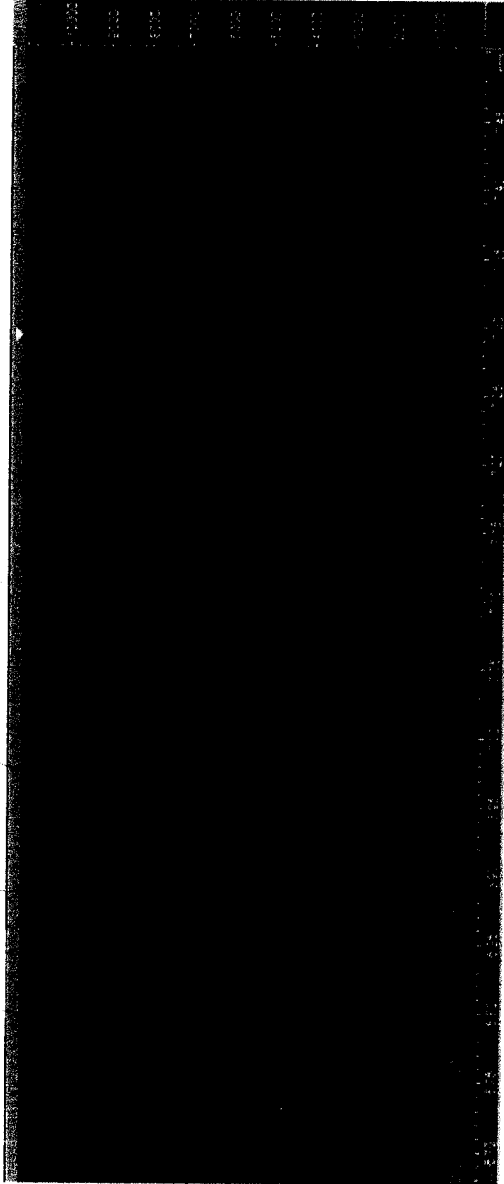


图2

202 204 206



3

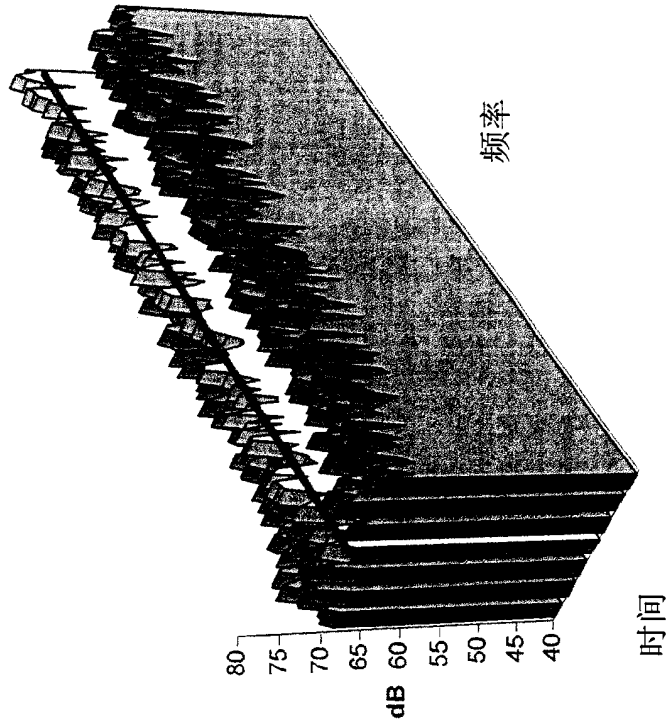


图4

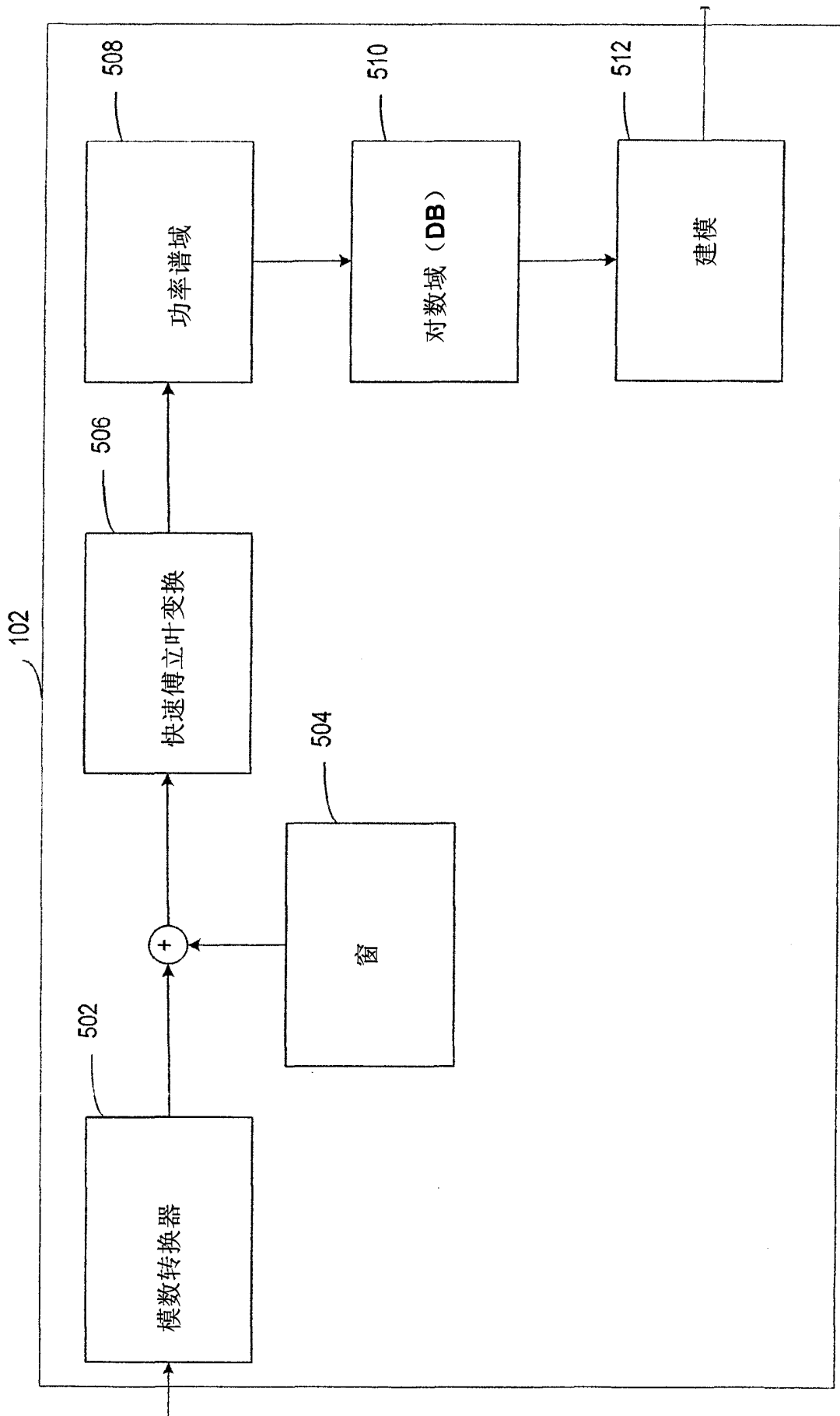


图5

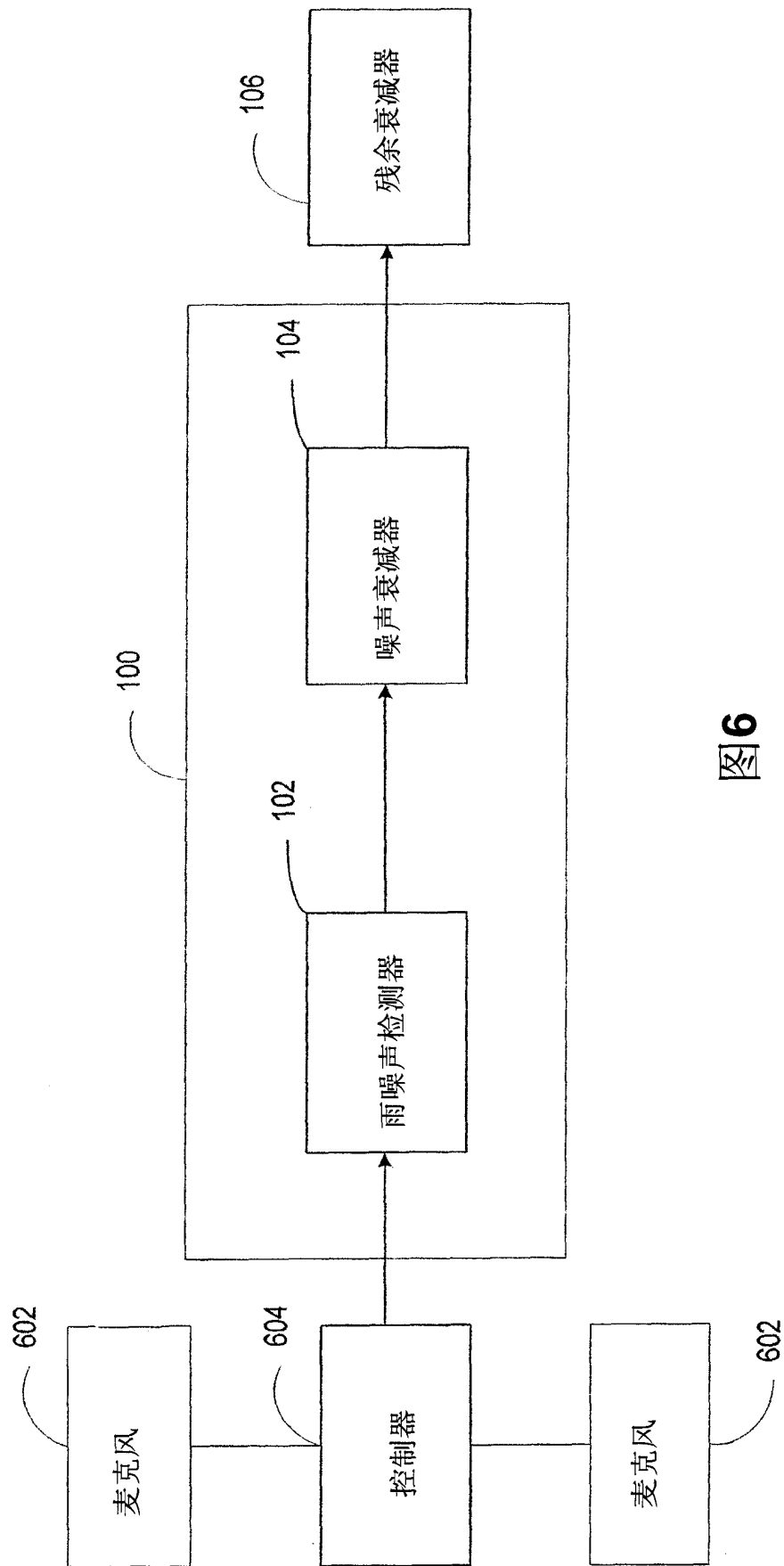


图6

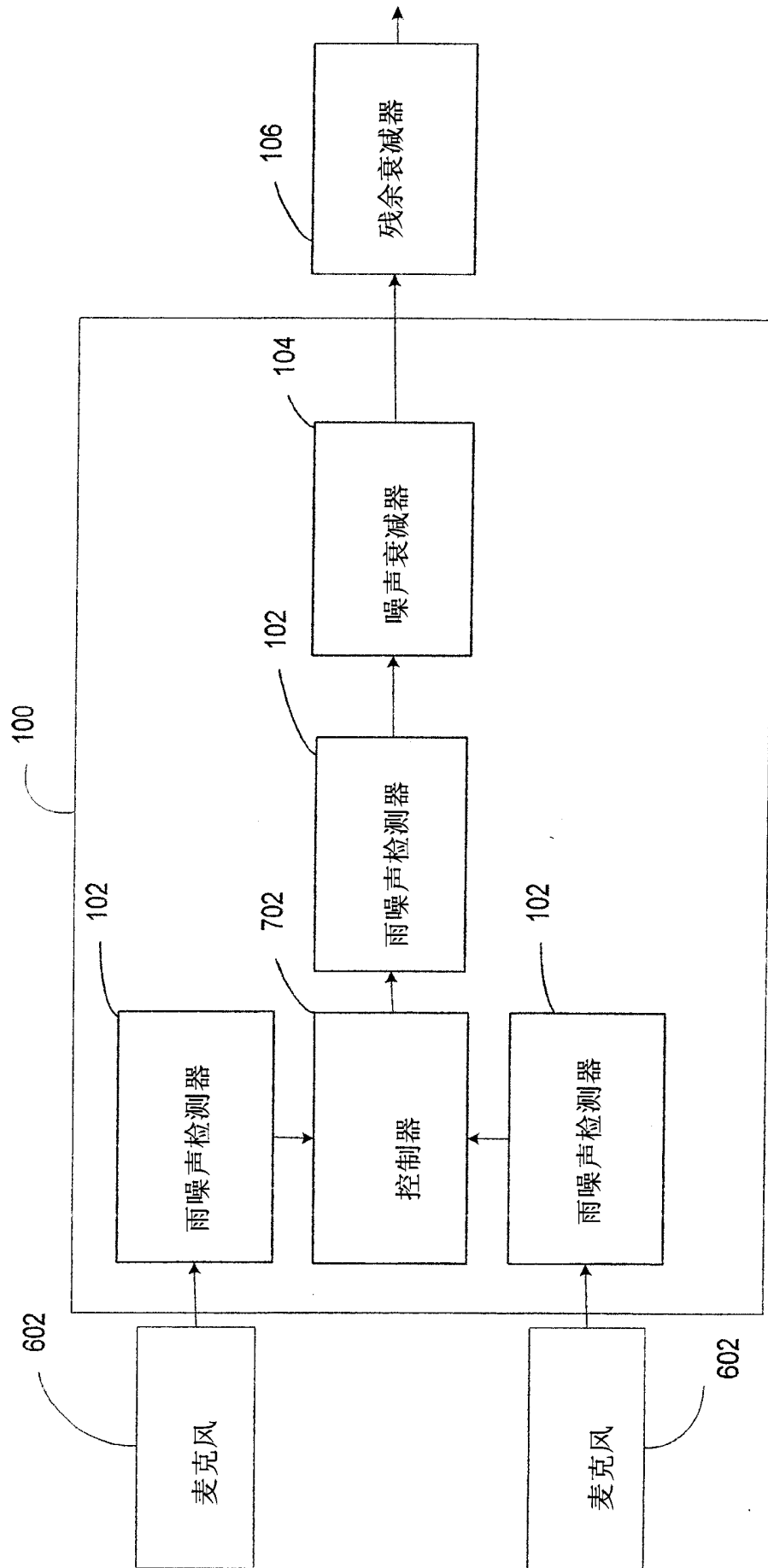


图7

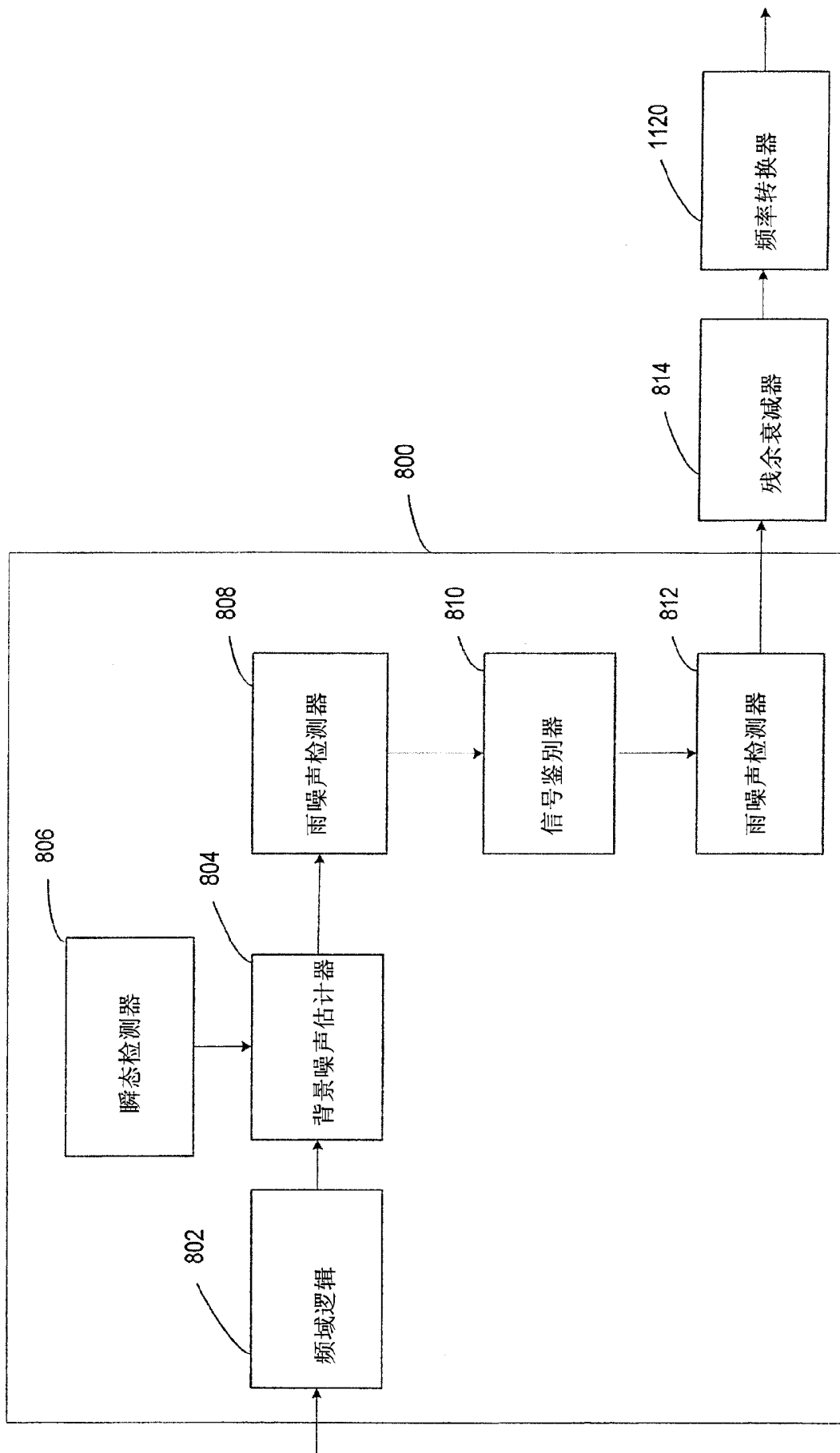


图8

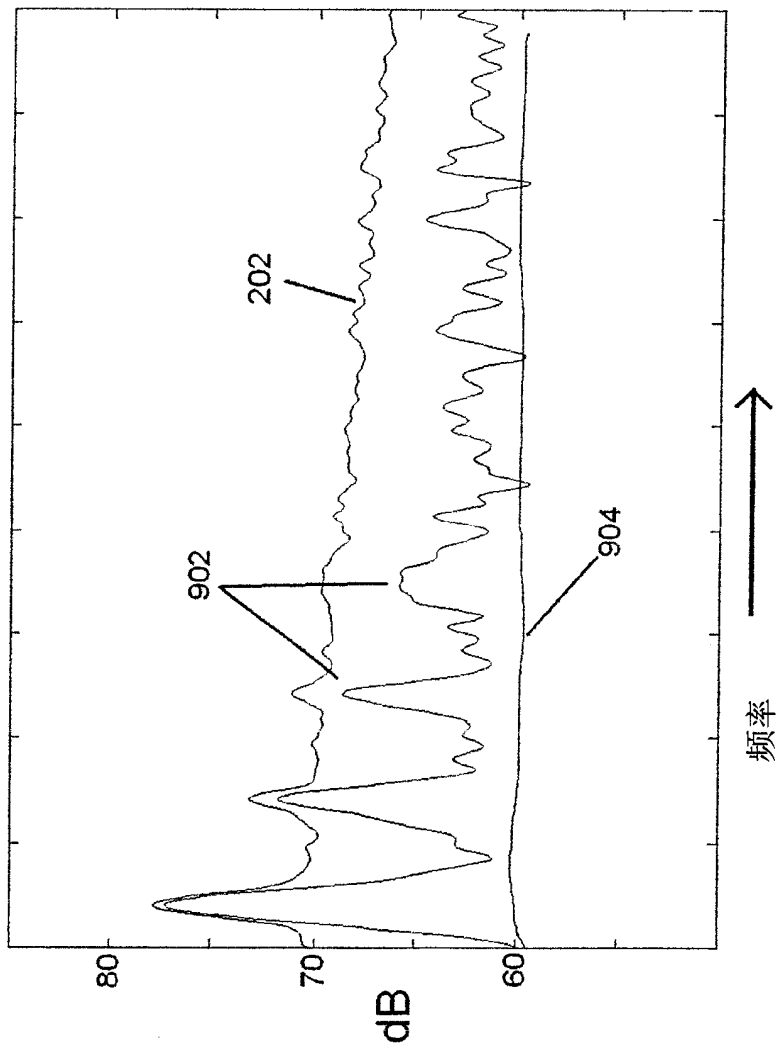


图9

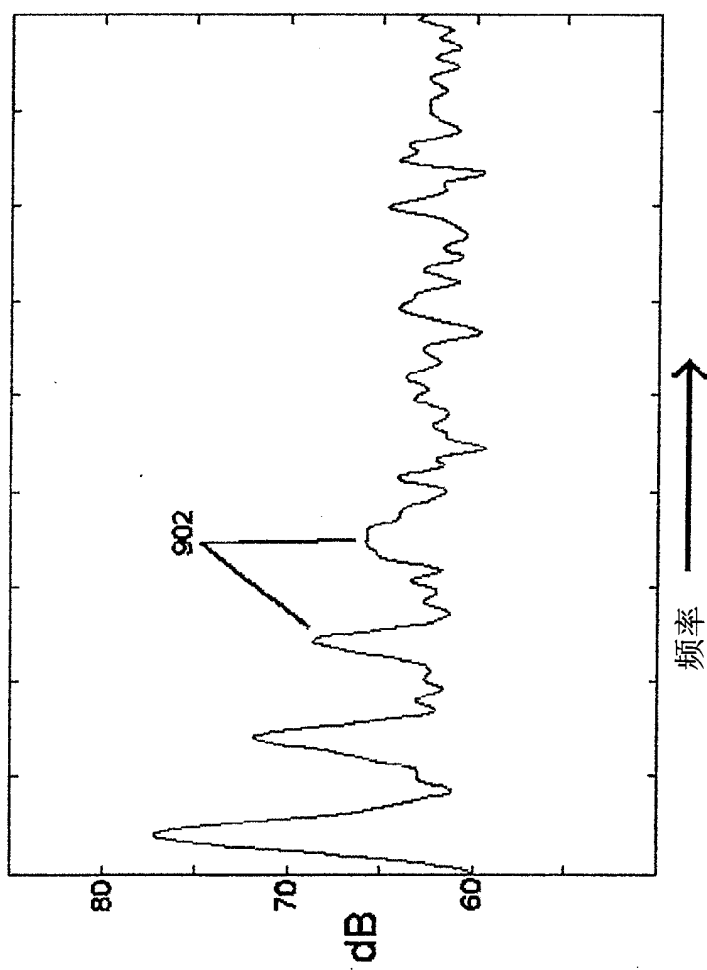


图10

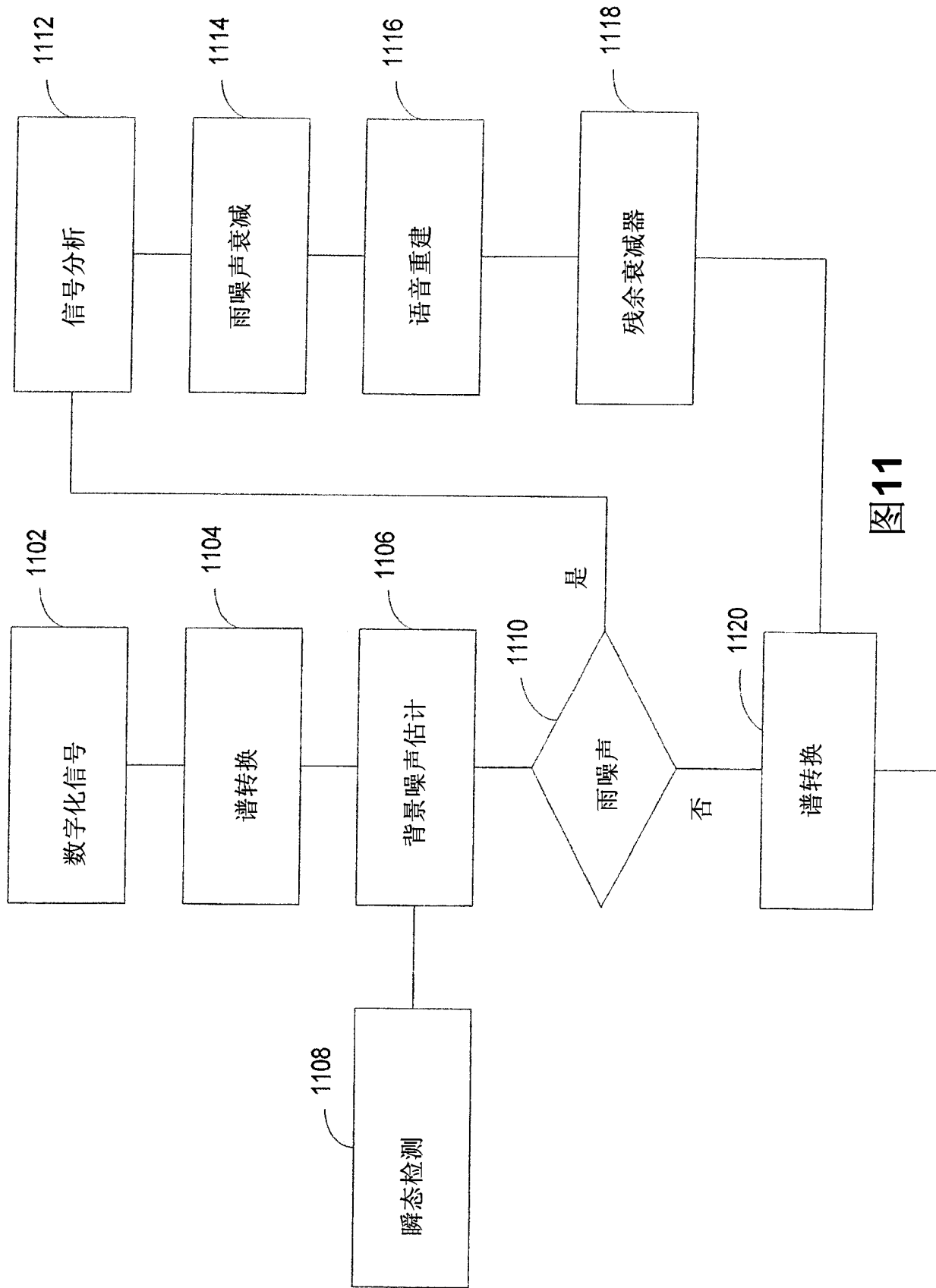


图11

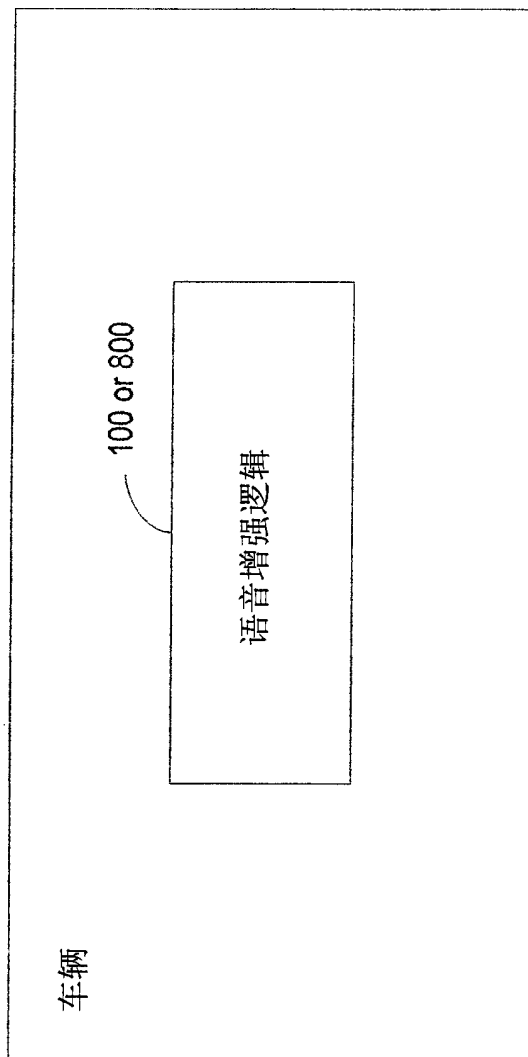


图12

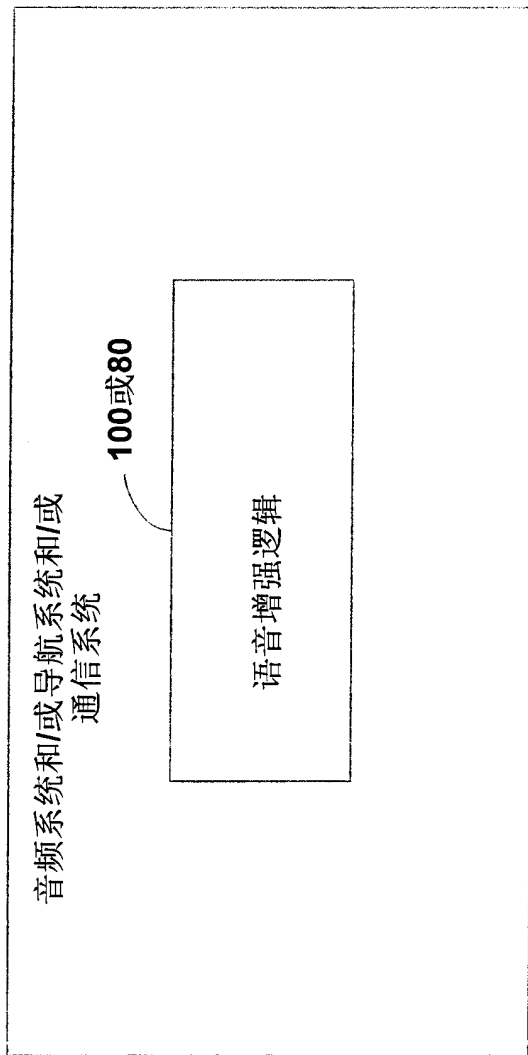


图13

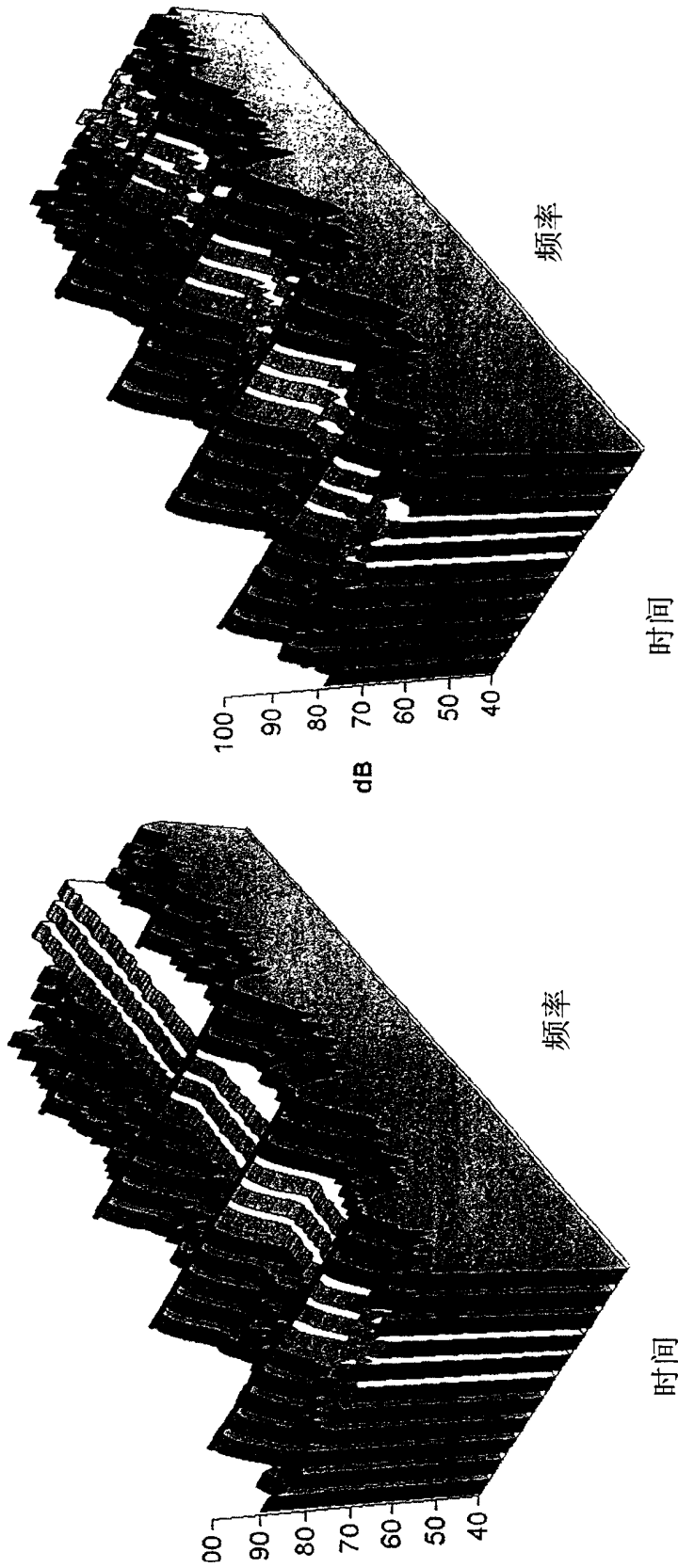


图14

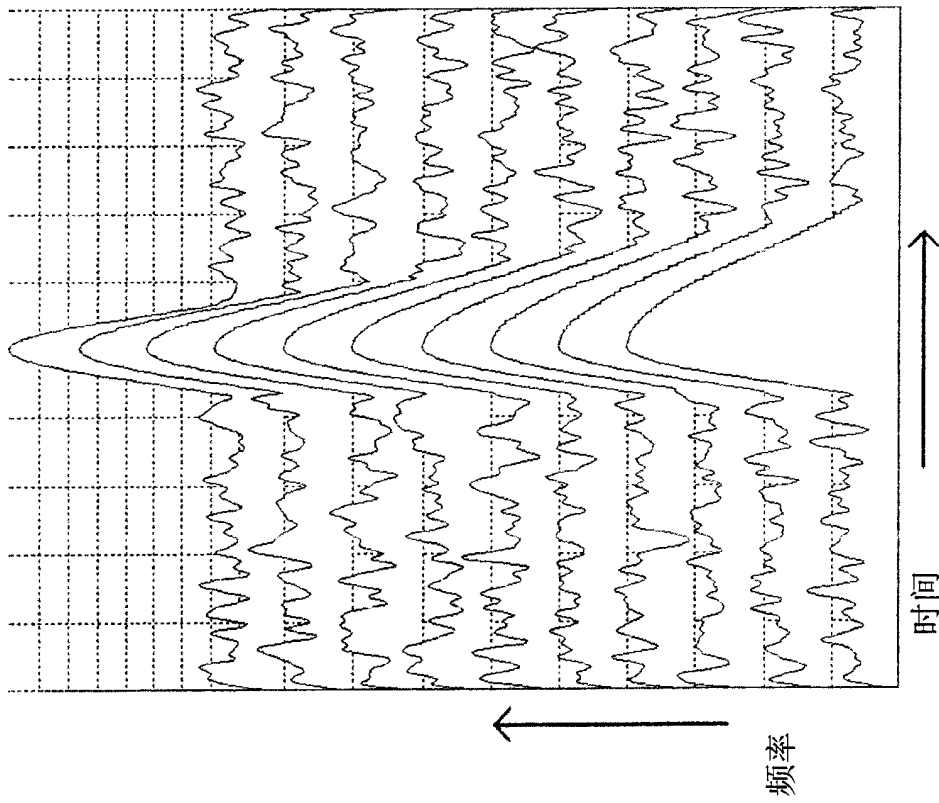


图15

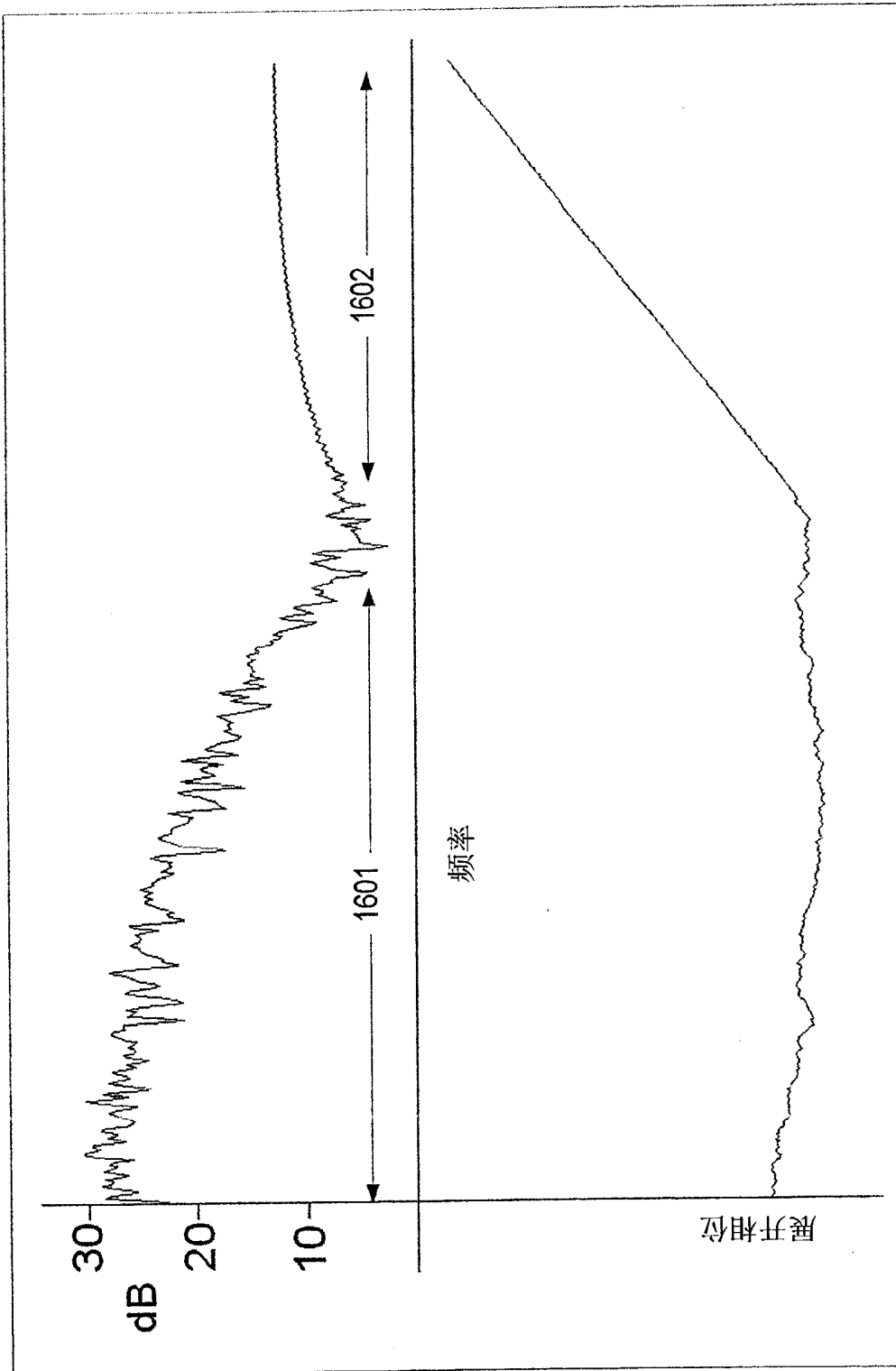


图16