(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103209380 B
(45)授权公告日 2015.12.02

(21)申请号 201210567966.4
(22)申请日 2008.04.02
(30)优先权数据
07105971.1 2007.04.11 EP
(62)分案原申请数据
200810089520.9 2008.04.02
(73)专利权人 奥迪康有限公司
地址 丹麦斯门乌姆
(72)发明人 拉尔斯·布拉姆斯勒夫
安诺斯·霍伊斯高·汤姆森
(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225
代理人 黄威 王智
(51)Int.Cl.
H04R 25/00(2006.01)

(56)对比文件
US 5479522 A,1995.12.26,
US 2004190734 A1,2004.09.30,

审查员 赵伟

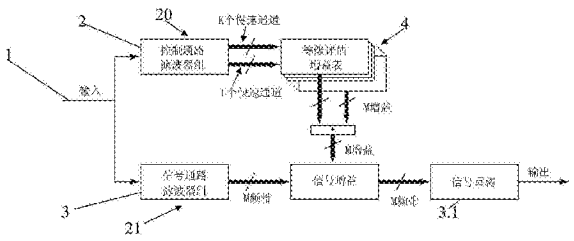
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

助听器

(57)摘要

助听器具有音频信号输入装置(11)、信号处理器(12)和将可感知为声音的已处理音频信号提供给用户的耳朵的信号输出装置(13),其中信号处理器包括快速动作等级评估器(8)和慢速动作等级评估器(7),其中:快速动作等级评估器(8)具有的起音时间常数为约10ms,释音时间常数在25ms-250ms的范围内,并在不超过8个优选4个的多通道内实施;慢速动作等级评估器(7)具有的起音时间常数为约10ms,释音时间常数比快速动作等级评估器(8)的释音时间常数长4-5倍,并在包括不少于10个优选16个的多通道内实施。



CN 103209380 B

1. 助听器，包括音频信号输入装置 (11)、信号处理器 (12) 和将可感知为声音的已处理音频信号提供给用户的耳朵的信号输出装置 (13)，其中信号处理器 (12) 包括快速动作等级评估器 (4.8) 和慢速动作等级评估器 (4.7)，所述助听器进一步包括

双耳通信链路 (25)，用于向对侧放置的第二助听器发送数据并从其接收数据，该助听器向用户的对侧耳提供声音，其中双耳通信链路 (25) 用于从两个助听器中的慢速动作等级评估器 (4.7) 向对侧放置的第二助听器发送等级评估值，其中在每一个助听器中进一步提供求和点，用于根据求和函数，将通过双耳链路接收的来自慢速动作等级评估器 (4.7) 的同侧助听器的等级估计值和来自慢速动作等级评估器 (4.7) 的对侧助听器的等级估计值进行结合。

2. 如权利要求 1 所述的助听器，其中所述求和函数包括线性组合。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的助听器，其中只有所包含的频率在 1500Hz 以上的频带中的等级估计值才在同侧助听器与对侧助听器之间传输，且只组合用于这些频带的等级评估值。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的助听器，其中信号处理器 (12) 包括 ：

- 具有用于在频带进行增益修改的合成滤波器 (3.1) 的信号通路 (21) ；及

- 具有用于将输入信号分离为频带的滤波器 (2、2.7、2.8) 和用于评估通道中的信号等级的等级评估器 (4.7、4.8) 的控制通路 (20)，每一个通道中包含至少一个频带，其中，

- 信号通路 (21) 的合成滤波器 (3.1) 中的增益修改由控制通路 (20) 的评估信号等级控制。

5. 如权利要求 4 所述的助听器，其中控制通路 (20) 的滤波器包括 ：

- 用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的第一滤波器 (2.7)，多个频带不少于 10 个频带，及

- 用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的另一滤波器 (2.8)，多个频带不超过 8 个与第一滤波器装置并行的频带。

6. 如权利要求 4 所述的助听器，其中信号通路 (21) 的滤波器装置包括 ：

- 用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的第一滤波器 (2)，多个频带不少于 10 个频带，及

- 用于组合来自第一滤波器的频带的频带分组矩阵 (5)，频带组合为 ：

第一组通道 (8)，横跨输出信号的所需频率范围，并包括不多于 8 个通道，及

第二组通道 (7)，横跨输出信号的所需频率范围，并包括不少于 10 个通道。

助听器

[0001] 本申请是2008年4月2日申请的中国第200810089520.9号、发明名称为助听器的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及具有音频压缩装置的助听器。

背景技术

[0003] 普通的感知听力损伤(感觉神经损伤)的特性是听力阈值提高,但是不舒适的等级几乎是正常现象。这对应于有用输入的动态范围的减小,也称为“重振”。补偿该缺陷的方法是在助听器中应用压缩。压缩是现代听力仪器中使用的最重要的处理。其处理许多问题,如:

[0004] ●补偿重振,通过将真实世界的输入动态范围匹配为客户的受限动态范围从而正常化耳朵的动态范围;

[0005] ●调整不同的听音情况,太小和太大调整为可听见和不会令人不舒服;

[0006] ●在嘈杂的环境中加强语音信号中的非重读通道。这可以提高噪音中的语音可懂性。

[0007] 此外,分离的频带中的多通道压缩可以减小不同频率的不同信号之间的相互作用。

[0008] 解决方案对所有这些问题的功效取决于多个压缩参数,参数必须根据压缩的主要目标仔细选择。重要的参数是压缩拐点、压缩比和时间常数(起音与释音)。传统的压缩还有许多缺点:

[0009] ●压缩失真,由于压缩动态范围导致的声音质量差,即信号听起来像“挤出来的”或“单调无力”。这是快速动作压缩的主要问题,即起音与释音使用短时间常数。

[0010] ●由压缩的慢释音导致抽吸现象。这意味着在强音之后抑制较弱的声音一段时间,增益再次提高(释音)。这就是长释音时间常数的作用。

[0011] ●对突然的强音保护差——这是起音的慢时间常数的作用。

[0012] ●信号中的时间对比减少,即快速等级的变化减少,这会降低语音的可懂性。

[0013] 在多通道压缩的情况下,谱对比也减小,这同样会减低语音的可懂性。此外,音色中的动态变化感知为不稳定的声音,因此降低了声音的质量。

[0014] 针对这些缺点已经提出多种解决方案并写入专利,如Neumann提出的关于奥迪康公司的OGLE压缩器的第WO2003081947号专利申请,Ludvigsen提出的第US6,628,795号申请,Salmi与Scheller提出的第WO9818294号专利申请。典型的解决方案是快慢时间常数相结合并使等级相互关联,例如慢时间常数用于低等级而快时间常数用于高等级。从第EP1465456号申请可知一种信号处理系统,如助听器系统,其适用于提高双耳输入信号。第US2004/0190734号申请提出一种多通道信号处理系统,其适用于提供音调输入的双耳压缩。

发明内容

[0015] 根据本发明提供了一种助听器，其包括音频信号输入装置、信号处理器和将可感知为声音的已处理音频信号提供给用户的耳朵的信号输出装置，其中信号处理器包括快速动作等级评估器和慢速动作等级评估器，其中：

[0016] ●快速动作等级评估器具有的起音时间常数为约 10ms，释音时间常数在 25ms-250ms 的范围内，并在不超过 8 个优选 4 个的多通道内实施；

[0017] ●慢速动作等级评估器具有的起音时间常数为约 10ms，释音时间常数比快速动作等级评估器 4.8 的释音时间常数长 4-5 倍，并在不少于 10 个优选 16 个的多通道内实施。

[0018] 因此本发明是基本压缩原理的扩展。系统结合了使用高压缩比的慢速多通道压缩与使用低压缩比的快速少通道压缩。这些压缩使用单独的增益表(不同于在先提出的方案)，并且既可以并行也可以串行的方式相结合。还有选项使快速压缩器在电流输入等级与来自慢速压缩器的慢速等级评估值有差别时动作。从而听者缓慢、高分辨率地适应真实世界中变化声音等级，同时迅速、低分辨率地适应稳定环境中的语音动态。等级评估器的时间常数确定压缩器是快速压缩器还是慢速压缩器。在通道中实施快速和慢速等级评估器。通道定义为包含频带分离滤波器提供的至少一个频率范围的一部分输入信号。一个通道可以包括在频率轴上相邻分布或分布在频率轴上的不同位置的几个频率范围。具有慢速动作等级评估器的通道数量可以在 10-16 的范围内选择，在本发明的优选实施例中使用 15 个通道。

[0019] 由于新型的压缩客户的受益如下：

[0020] ●在等级稳定的简单和复杂环境中系统的感知更加线性化，从而压缩变形更小，因此声音质量更高和语音可懂性更好；

[0021] ●通过在所有环境中提供适当的强音使客户感觉舒适；

[0022] ●快速与慢速压缩之间的折中可以根据客户的认知技能调整。认知技能较高的客户可以具有更快的快速动作压缩器和 / 或更多数量的快速压缩，从而给他们更好的机会“听清瞬间减弱的声音”；

[0023] ●较小的减少频谱和时间上的提示；

[0024] ●快速和慢速压缩可以设置为关联输入等级，低输入等级使用慢速压缩(语音的信噪比好)，高输入等级使用快速压缩(语音的信噪比差)，从而为更好的语音可懂性优化压缩系统的输出信噪比。

[0025] 下文中术语同侧是指与所讨论的助听器关联的头部一侧，从而向该侧的耳朵提供放大的声音信号，术语对侧是指相反的一侧，对侧助听器是指在该侧的耳朵中放置的助听器。

[0026] 在本发明进一步的实施例中，提供通信链路用于向对侧放置的第二类似助听器发送数据并从其接收数据，该助听器向用户的对侧耳朵提供声音，其中双耳通信链路用于从两个助听器中的慢速等级评估器 4.7 向对侧放置的助听器发送等级评估值，其中在每一个助听器中进一步提供求和点，用于根据求和函数，优选包括线性组合，结合通过双耳链路接收的同侧助听器的等级估计值与对侧助听器的等级估计值。

[0027] 这将提供同步的自动音量控制的感觉。优选在两个助听器之间建立无线链路。

[0028] 助听器之间的无线链路和等级评估值传输的优点是：

[0029] ●更稳定的空间声音图；

[0030] ●当信号和噪声空间分离时，有改进语音可懂性的潜力；

[0031] ●有更大的自由度设置拐点、压缩比和时间常数，从而避免某些通常的折中；

[0032] ●更多的方法解决与其他特征相互作用的问题，例如与 DFC（反馈抵消）和噪声减小的相互作用。

[0033] 根据本发明进一步的优选实施例，只有所包含的频率在 1500Hz 以上的频带中的等级估计值才在同侧助听器与对侧助听器之间直接传输，且只计算这些频带的平均值和用其设置增益值。

[0034] 根据本发明，压缩系统通常包括信号处理器，其中具有以下元件：

[0035] ●具有用于在频带中提供增益修改的合成滤波器的信号通路；及

[0036] ●具有分离输入信号为频带的滤波器和用于评估通道中的信号等级的等级评估器的控制通路，每一个通道中包含至少一个频带，其中，

[0037] ●信号通路的合成滤波器中的增益修改由控制通路中的评估信号等级控制。

[0038] 在优选实施例中控制通路的滤波器装置包括以下元件：

[0039] ●用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的第一滤波器，多个频带不少于 10 个且优选包括 16 个频带，及

[0040] ●用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的进一步的滤波器，多个频带不超过 8 个且优选与第一滤波器装置并行的 4 个频带。

[0041] 通过这样的信号处理装置构造，能够在较窄的频带进行独立的增益评估，从而非常精确，并且能够在较宽的频带以非常快速的起音时间进行增益评估。

[0042] 在进一步的优选实施例中，控制通路的滤波器装置包括：

[0043] ●用于实现将输入信号分离为多个频带的频带分离操作的第一滤波器，多个频带不少于 10 个且优选包括 16 个频带，及

[0044] ●用于组合来自第一滤波器的频带的频带分组矩阵，频带组合为：

[0045] ○第一组通道，横跨输出信号的所需频率范围，并包括不多于 8 个优选 4 个通道，及

[0046] ○第二组通道，横跨输出信号的所需频率范围，并包括不少于 10 个优选 16 个通道。

[0047] 这些通道组是对由等级评估器和增益查询表组成的进一步的模块的输入。在该结构中两组通道将包括在同一滤波器中处理过的信号，因此其相位一致，延迟相同。两个控制通路部分将在下一部分中更充分地描述。

附图说明

[0048] 图 1 是多处理器系统的总图。

[0049] 图 2 是用于控制通路的一个滤波器组。

[0050] 图 3 是用于控制通路的两个滤波器组。

[0051] 图 4 是具有多个等级评估器和多个增益表的压缩器的一部分。

[0052] 图 5 是并行双重压缩。

[0053] 图 6 是并行双重压缩的增益曲线。

[0054] 图 7 是串行双重压缩。

[0055] 图 8 是串行双重压缩的增益曲线。

[0056] 图 9 是语音信号的快速、慢速和差别等级估计值。

[0057] 图 10 是三重压缩，并行与串行双重压缩的结合。

[0058] 图 11 是三重压缩的增益曲线。

[0059] 图 12 是三重压缩器中瞬时信号的压缩。

[0060] 图 13 是根据本发明的助听器的原理总图。

[0061] 图 14 是根据本发明的一对助听器的原理图。

[0062] 图 15 是组合来自两个助听器的信号的原理图。

具体实施方式

[0063] 图 1 和 13 给出了系统的总图。输出信号 1 从如图 13 所示的一个或多个传声器提供。信号处理器 12 包括控制通路 20 和信号通路 21。如图 1 中所示，控制通路 20 包括工作在多个通道的等级评估器 4，每一个通道包含一个或多个频带，所提供的等级用于计算每一个通道中所需的增益。在图 1 的助听器处理器中具有称为慢速通道的 K 个通道和称为快速通道的 L 个通道，其中快速和慢速是各个通道的等级评估器所采用的时间常数。为了提供频率定形输出以帮助用户克服其听力障碍，增益转换为信号通路 21 中的滤波器使用的滤波器系数。以下将参考图 2 和 3 更详细地说明图 1 中的模块控制通路滤波器组 2 和等级评估增益表 4。

[0064] 控制通路滤波器组 2 可以使用如图 2 所示的一个滤波器组 2 和如图 3 所示的两个滤波器组 2.7、2.8 实现。该系统还可以具有产生更多通道组的更多滤波器组，但是在此的实施例中描述了 K 个慢速通道和 L 个快速通道的两个通道组。K 和 L 是整数，在优选实施例中 K 设定为 16，L 设定为 4，但是这些数量可以根据本发明在助听器中的实际实施而变化。

[0065] 滤波器组 2 的任务是将输入信号分离为一组频带。频带到通道的耦合矩阵 5 用于将频带耦合到一组通道 6。这表明频带的数量应当至少等于通道的数量。耦合矩阵可以用于获得频率重叠的通道。

[0066] 当希望滤波器组的设计要求(例如延迟)中没有慢速通道 7 和快速通道 8 之间的差别时，可以使用一个滤波器组的方案。该方案如图 2 所示。

[0067] 当对慢速通道 7 和快速通道 8 有差别设计要求时，可以使用两个滤波器组的方案。在这样的情况下，独立于用于快速通道的滤波器组 2.8 设计用于慢速通道的滤波器组 2.7，并且其可以具有关于速度和频带数量的不同要求。该方案如图 3 所示。并且由此可知来自每一个滤波器组 2.7 和 2.8 的频带可以分别在频带到通道的耦合矩阵 5.7、5.8 中耦合，从而允许来自滤波器组 2.7、2.8 的频带数量分别不同于慢速和快速通道 7、8 的数量 K 和 L。

[0068] 控制通路中的第二部分是图 1 中附图标记 4 指示的等级评估和增益表部分。图 4 中表示了通用系统，显示具有多个等级评估器 4.7、4.8 和多个增益表或增益函数 4.2 的压缩器的一部分。为 K 个慢速通道输入 7 中的每一个提供慢速动作等级评估器 4.7，为 L 个快速通道输入 8 中的每一个提供快速动作等级评估器 4.8。此外，为每一个等级评估器 4.7 和 4.8 提供增益函数 4.2。唯一的增益函数 4.2 可以用于每一个等级评估器。而且，等级评

估值的(非)线性组合可以用增益表查询。单增益值由增益函数 4.2 提供。单增益值在通道到频带的耦合模块 4.4 和求和模块 4.5 中转换为频带，最终计算每一个频带的增益的总和。在下一节中给出该系统的示例。

[0069] 并行双重压缩

[0070] 第一示例表示具有两组等级评估器和两个增益表的并行双重压缩，参见图 5。一组等级评估器具有对应于慢速通道的较大时间常数，另一组等级评估器具有对应于快速通道的较小时间常数。

[0071] 图 5 中的增益曲线 4.2 表示分别应用于慢速通道 7 和快速通道 8 的两个增益函数，其对应于图 4 中的增益函数 4.2。在图 4 显示的部分中，只表示了一个慢速通道和一个快速通道，图 5 显示用于所有慢速和快速通道的通路。设置图 5 的增益表 4.2，从而静态曲线仍然相同。在该示例中，在对应于静态增益的拐点的相同拐点表达了慢速和快速增益，参见图 6。但是拐点也可以不相同。慢速与快速增益曲线的和是静态增益曲线。

[0072] 在图 6 中标明“慢速压缩器”的图形中表示了慢速压缩增益表的示例。该增益应用在许多窄频带中，因此相应地设置用于慢速通道的频带到通道的耦合。即使出现窄带信号，也使听力损失与信号能精确匹配并非常舒适。

[0073] 慢速等级估计值以通常的方式用于查询增益表，从而指定慢速增益。慢速增益用作自动音量控制。压缩比高以使听觉动态范围与输入等级范围匹配，例如高达 4 的严重听力损失。

[0074] 慢速压缩增益是在每一个图规范频率简单地用静态增益减去快速增益。

[0075] 快速压缩：快速压缩使用少数通道，例如 2-4 个。快速压缩的增益表的示例如图 6 中标记“快速压缩器”的图形所示。这些较宽的通道快速响应突然的脉冲并保留信号中的频谱提示。快速等级评估值发送给单独的增益表以查找快速增益。

[0076] 增加慢速和快速增益以形成系统的总增益。最终的稳定状态增益曲线反应总增益，并预期与基本原理指出的增益曲线匹配和与传统“单”压缩一致。

[0077] 在 50dB SPL（在通道中）及以上的每一个拐点中按照静态增益的 20%-40% 计算快速压缩增益，该百分比根据用户的需要调整。当快速压缩占静态增益的较大部分时，将反映声音等级中更多的突然变化并给出更多的声音提示，这有助于一些用户更好的理解语音。快速压缩使用与滤波器组相同数量的增益表，即 4 个表用于 4 个等级评估器。在从静态增益计算快速增益值之前，在对应的快速通道内的图规范频率中平均静态增益。使用相同的原理增加快速和慢速增益。慢速压缩还可以使用与通道一样多的增益表。

[0078] 65dB SPL（宽带语音）以下的增益保持恒定。该拐点足够大以避免抗反馈系统的干扰，且其对应于安静状态中的语音。因此，当由于环境噪声语音等级提高时，将启用快速压缩。

[0079] 快速压缩的拐点与使用的 6 个拐点中 4 个最高的相同：50、65、80 和 105dB SPL。压缩率通常为 1.5 或更小。

[0080] 快速时间常数意味着迅速，类似于快速类型单压缩或比之更快。释音时间比起音时间长。只使用 4 个通道，且中等压缩率将导致非常低的压缩变形。

[0081] 串行双重压缩

[0082] 在串行双重压缩中，在快速与慢速等级之间的求和点 10 计算等级差。慢速增益评

估值(图 7 中标记“慢速”)和差分等级(图 7 中标记“差分”)评估值发送给两个不同等级表，参见图 7。

[0083] 慢速压缩 :在该示例中慢速压缩增益曲线设定为等于静态增益曲线。滤波器组和时间常数以与并行双重压缩器的慢速部分相同的方式设定。慢速增益曲线的示例在图 8 中标记“慢速压缩器”的图形中显示。

[0084] 差分压缩增益曲线在图 8 中标记“差分压缩器”的图形中显示。该增益表将正等级差映射为成比例的负增益，相反，负等级差映射为成比例的正增益。在 0dB 的差分附近，具有快速压缩器不起作用的范围(线性范围)，因此系统用作只提供稳定增益的线性系统。

[0085] 随时间变化的慢速、快速和差分等级的示例如图 9 所示，用于语音信号。快速等级评估器和慢速等级评估器曲线在顶部，其中快速等级评估器曲线按预计波动，慢速评估器在波动的快速等级评估器的顶部保持稳定。二者之间的差分曲线在图形的底部。

[0086] 为了提高性能和提供信号失真小的改进压缩，依据等级确定差分压缩器参数(正负拐点和斜率)。其还可以依据等级评估值的(非)线性函数确定，如调制系数。

[0087] 三重压缩

[0088] 三重压缩基本上与具有增益曲线设置的并行双重压缩相同，但是增加了差分等级增益表，如图 10 所示。示例是使用两个等级评估值(参见图 4)的(非)线性函数。

[0089] 三重压缩的建立可以视为串行双重压缩，其中慢速增益曲线分割为快速和慢速部分。然而，差分等级增益曲线应当是用于串行双重压缩器的差分等级增益的一部分，通常相同的部分作为并行双重压缩器中的慢速等级压缩器。例如，当慢 / 快百分比是 60%/40%，则差分等级增益曲线应当是该情况下的串行差分压缩器的增益曲线的 60%。三重压缩器的增益曲线如图 11 所示。

[0090] 将压缩系统分割为多个等级压缩器和多个增益表的目的通过以下图 12 的说明将变得清楚。慢速压缩器用作缓慢变化的控制响度感知的自动音量控制。快速压缩器控制即时语音压缩，其增加语音的可懂性。差分压缩器正增益提供即时的“听清瞬间减弱声音”的可能性，同时负增益控制对瞬态的保护。对瞬态的作用如图 12 所示，其中在顶部的蓝线是输入等级(输入)。在中间的绿线是在双并行压缩的情况下的输出等级(输出 1)。下方的红线是在三重压缩的情况下的输出等级(输出 2)。

[0091] 双耳同步

[0092] 传统地，每一个仪器中的压缩器根据每一只耳朵的声音等级独立动作。考虑声源在听者的一侧的情况。同侧耳将检测到高于隐藏在“头部阴影”中的对侧耳的等级。这是耳间等级差。因此在两侧的增益将不同，并且当每一只耳朵都由助听器辅助时，由于助听器中的压缩器方案，提供给听者的原始耳间等级差将减小。对于听者这意味着降低定位空间中声源位置能力和降低分辨同时说话的人的语音的能力。结果是降低了复杂环境中的语音理解力，例如聚会场合。

[0093] 本发明使用双耳无线链路交换双耳间的慢速 RMS 等级估计值，从而压缩系统的慢速动作部分在两耳之间同步。对用户的结果是更稳定的声音图，改进噪声中的定位和语音可懂性。

[0094] 通过如图 14 所示的双耳无线链路 25 可以同步慢速压缩，并因此保持适当的耳间等级差(ILD)，这确保在嘈杂环境中的更好定位和交流。仪器都从另一侧的耳朵接收等级评

估值，且两等级评估值的函数用于控制慢速增益表。这样的函数示例可以是线性组合：

[0095] $f(L,R) = \alpha L + \beta R, \alpha, \beta \in [0,1]$

[0096] 其中 L 和 R 分别代表左和右的慢速等级评估值，α、β 是权重常数。也可以使用非线性函数，例如用于不同等级的不同线性组合。通常：

[0097] $\alpha \in [0,1]$ 且 $\beta = 1-\alpha$

[0098] 在所讨论的助听器对的正态函数中，本耳权重值在 1/2 到 1 之间，对耳权重值在对应的 1/2 到 0 之间。权重完全可配置。如果链路状态变化，使用可编程时间常数对应新目标减弱权重。

[0099] 图 15 表示仅在高频范围耦合在同侧耳用于慢速通道的等级评估值与来自对侧耳对应的等级评估值，并将其相结合以使用简单函数形成平均值。为了该目的，在 1500Hz 以上的慢速通道中加入求和点 26。最终的等级评估值用于根据如图 15 所示的增益函数确定可应用的增益。

[0100] 为了确保每一只耳朵佩戴助听器的用户的稳定声音图，只结合高于特定频率的左耳和右耳的等级评估值是有益的。已经表明如果只使用频率高于 1500Hz 的等级评估值，用户将从右耳和左耳的等级评估值的组合中受益最大。

[0101] 由于单耳安装或通信中断而缺少双耳链路时，仪器工作在通常状态。

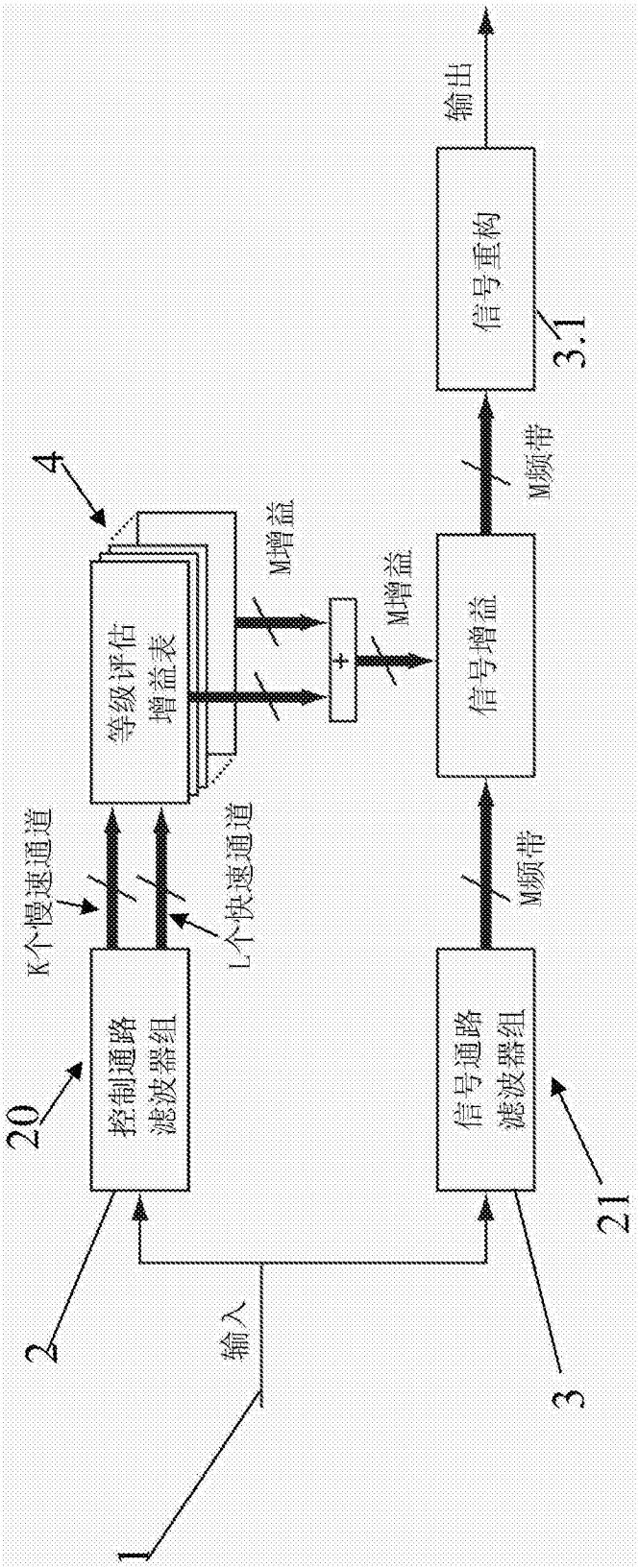

输入
1
2
控制通路
滤波器组
20
K个慢速通道
L个快速通道
等级评估
增益表
4
M增益
M增益
+
信号增益
M频带
信号通路
滤波器组
M频带
21
3
信号重构
3.1
输出

图 1

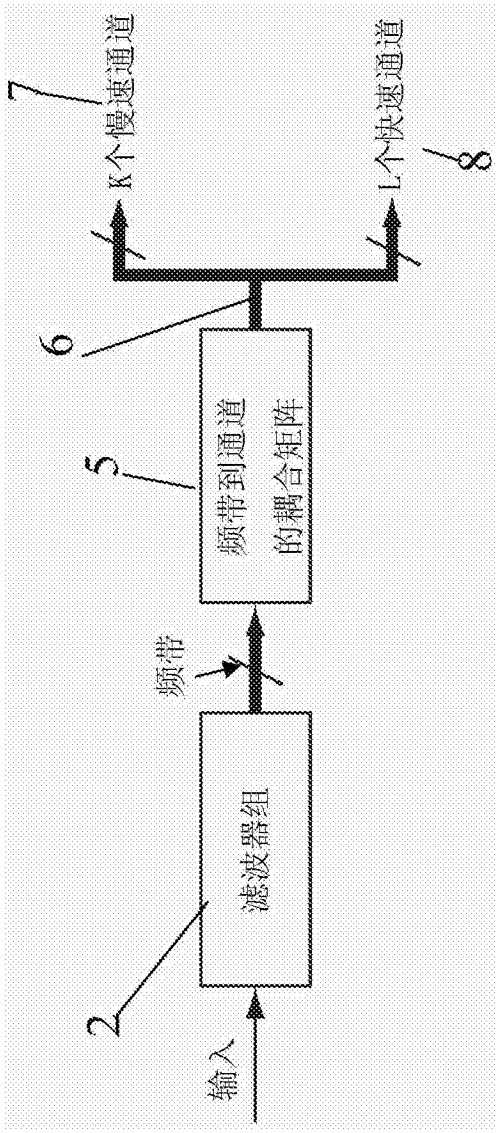

输入
2
滤波器组
频带
频带到通道
的耦合矩阵
5
6
K个慢速通道
7
L个快速通道
8

图 2

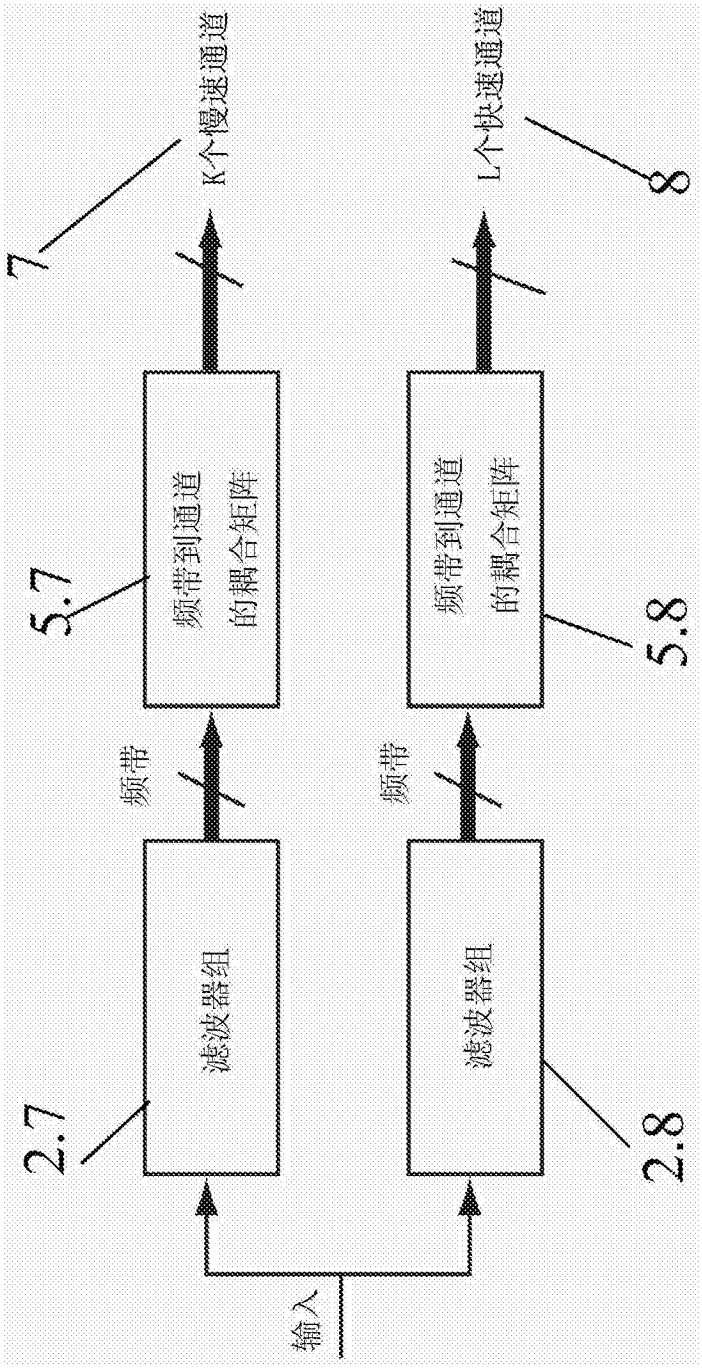

输入
2.7
滤波器组
频带
5.7
频带到通道
的耦合矩阵
7
K个慢速通道
2.8
滤波器组
频带
5.8
频带到通道
的耦合矩阵
8
L个快速通道

图 3

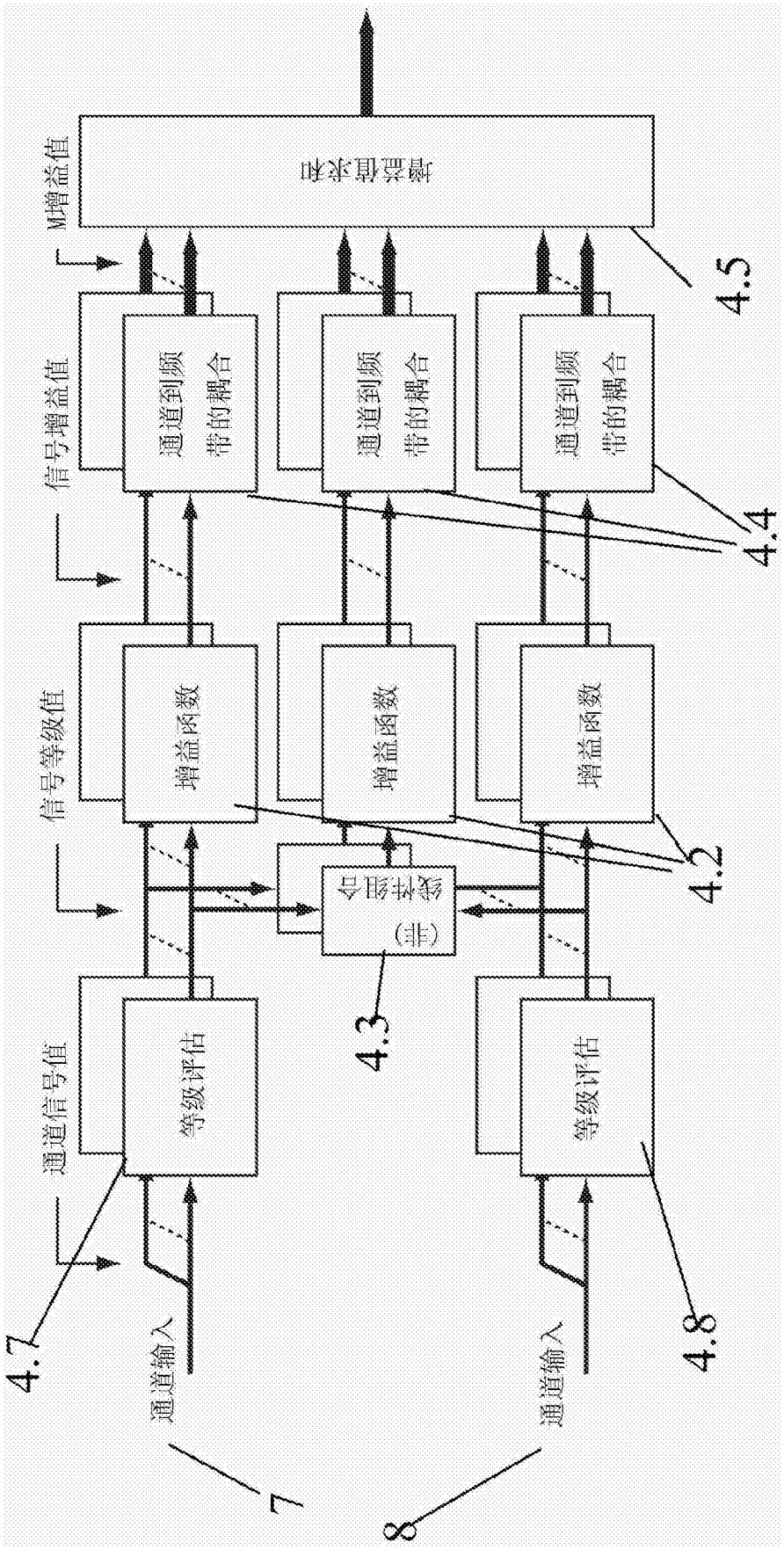

M增益值
增益值求和
4.5
信号增益值
通道到频带的耦合
通道到频带的耦合
通道到频带的耦合
4.4
信号等级值
增益函数
增益函数
增益函数
4.2
(非)线性组合
4.3
通道信号值
等级评估
等级评估
4.7
4.8
通道输入
通道输入
7
8

图 4

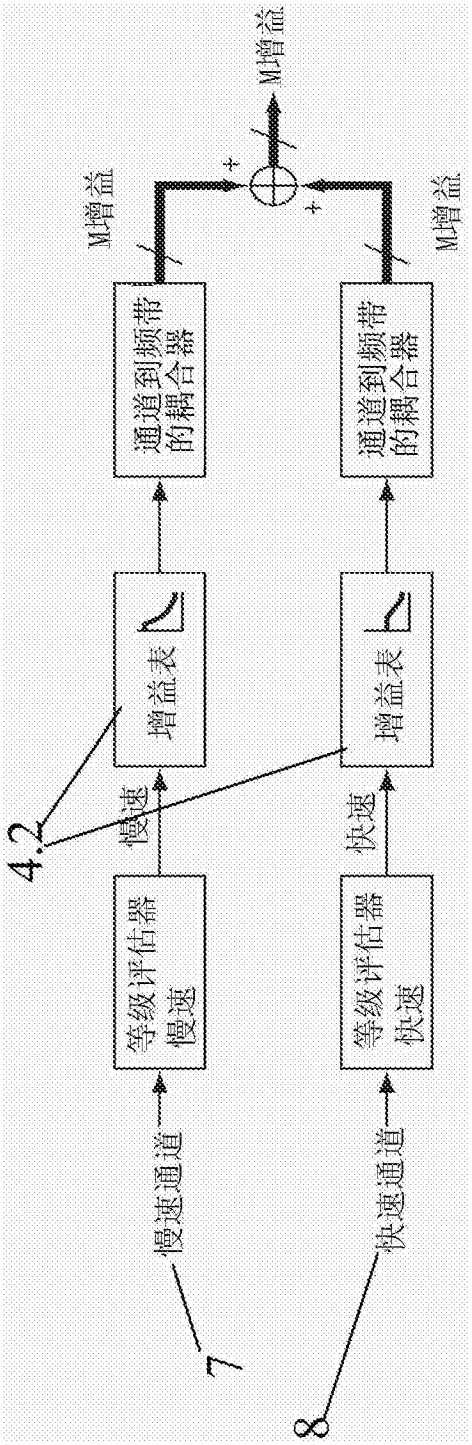

M增益
M增益
M增益
通道到频带的耦合器
通道到频带的耦合器
增益表
增益表
慢速
快速
等级评估器慢速
等级评估器快速
慢速通道
快速通道
4.2
7
8

图 5

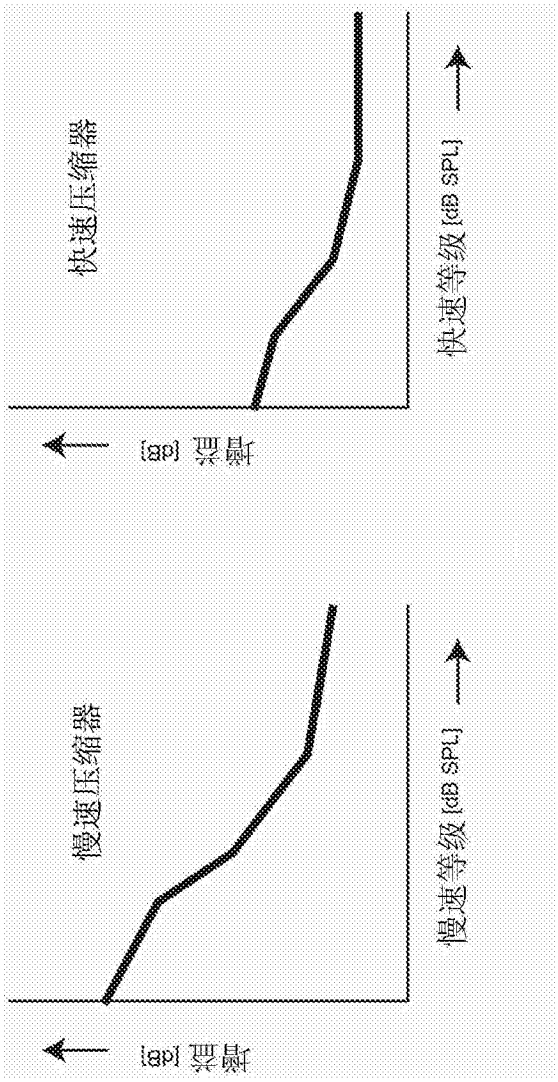

快速压缩器
增益 [dB]
快速等级 [dB SPL]
慢速压缩器
增益 [dB]
慢速等级 [dB SPL]

图 6

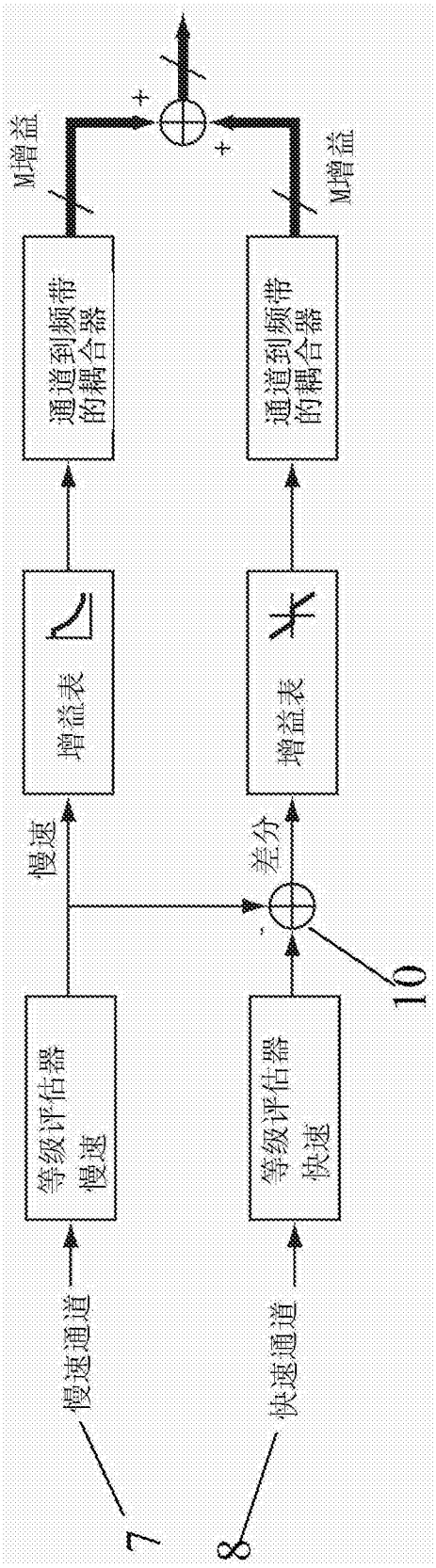

M增益
M增益
通道到频带的耦合器
通道到频带的耦合器
增益表
增益表
慢速
差分
等级评估器 慢速
等级评估器 快速
慢速通道
快速通道
7
8
10

图 7

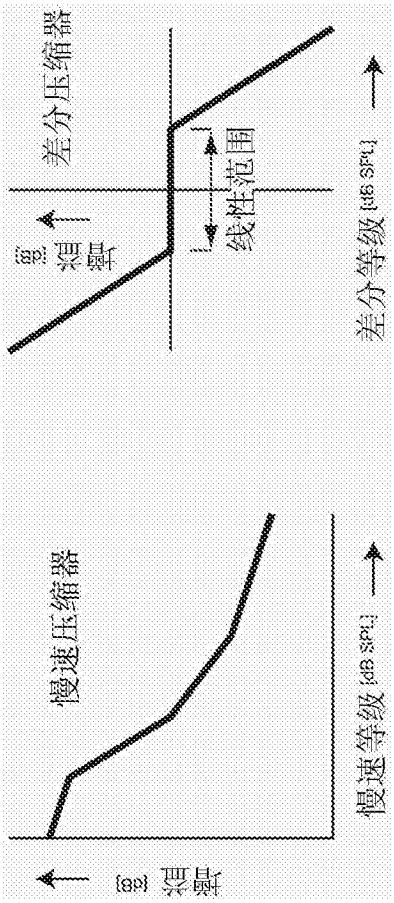

差分压缩器
增益 [dB]
线性范围
差分等级 [dB SPL]
慢速压缩器
增益 [dB]
慢速等级 [dB SPL]

图 8

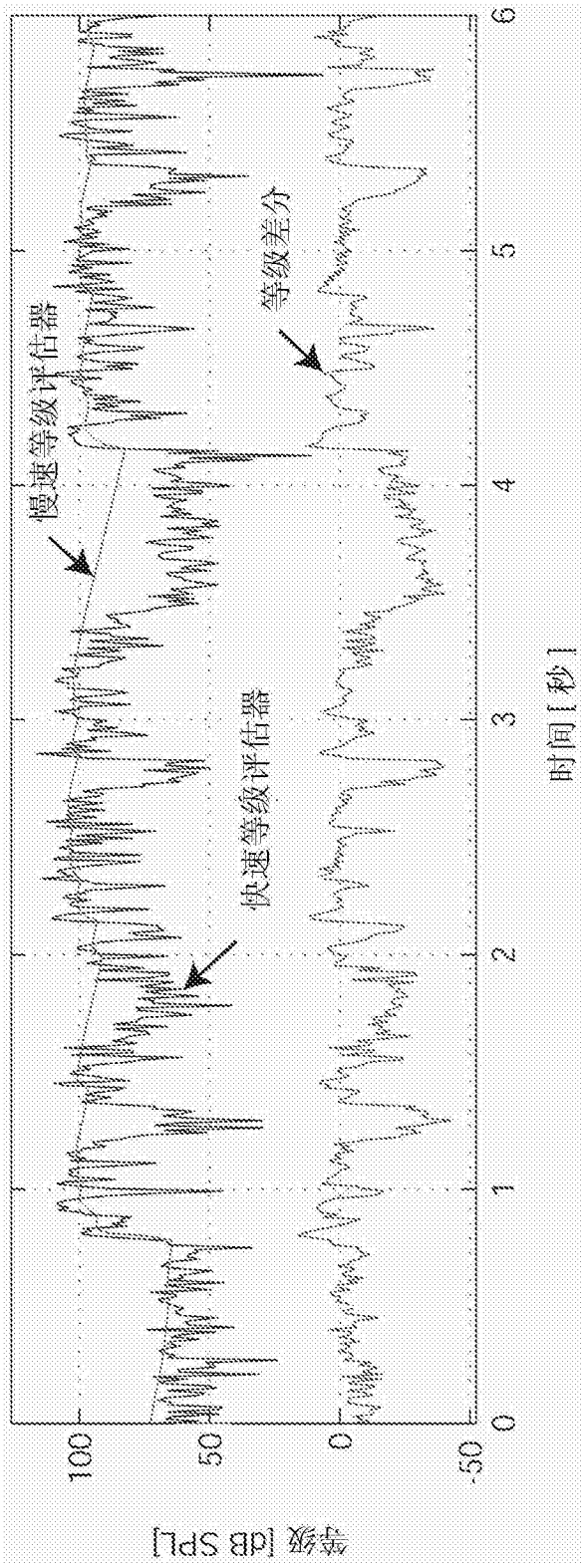

慢速等级评估器
等级差分
快速等级评估器
等级 [dB SPL]
时间 [秒]
100
50
0
-50
0
1
2
3
4
5
6

图 9

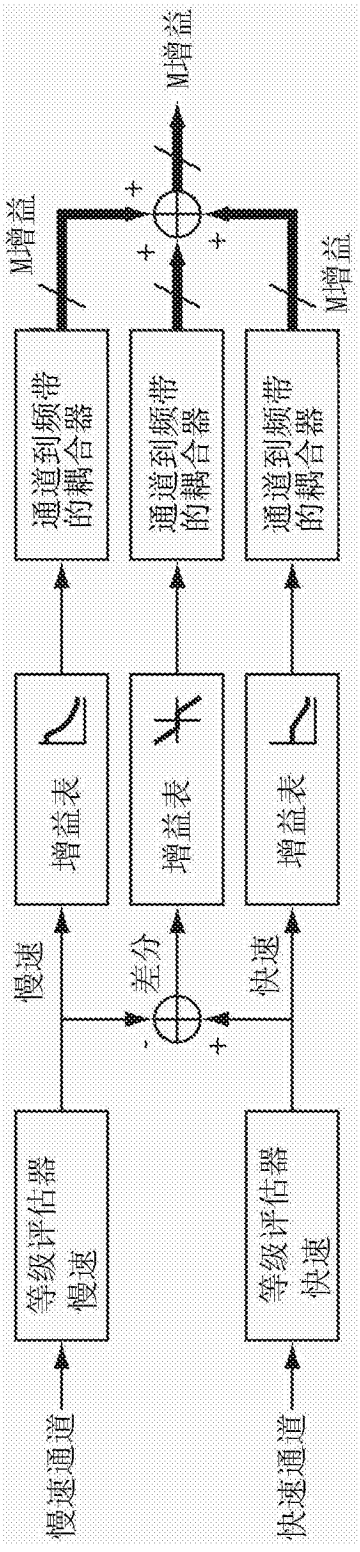

M增益
M增益
M增益
通道到频带的耦合器
通道到频带的耦合器
通道到频带的耦合器
增益表
增益表
增益表
慢速
差分
快速
等级评估器 慢速
等级评估器 快速
慢速通道
快速通道

图 10

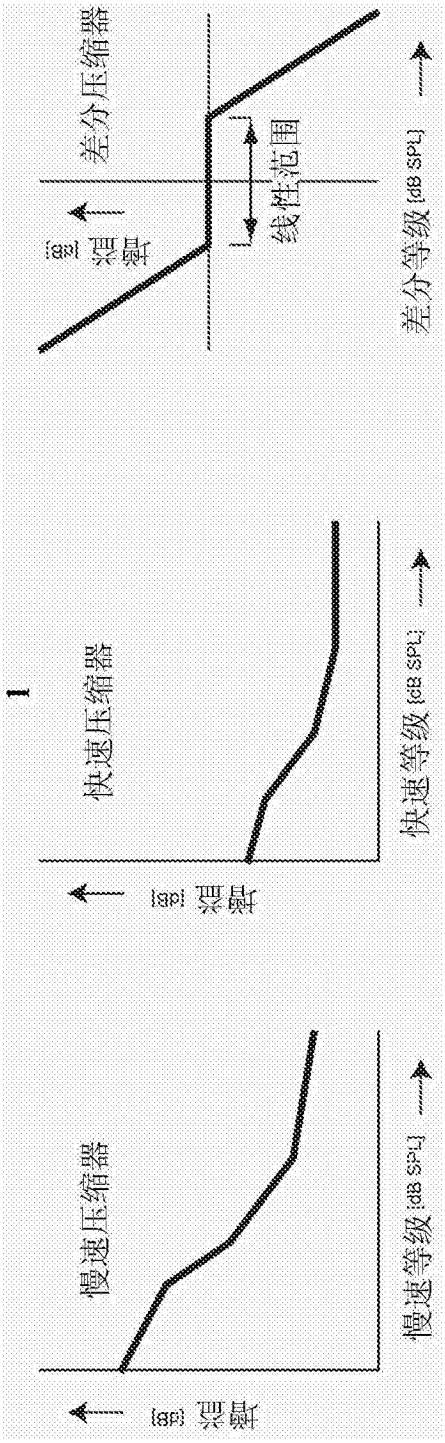

慢速压缩器
增益 [dB]
慢速等级 [dB SPL]
快速压缩器
增益 [dB]
快速等级 [dB SPL]
差分压缩器
增益 [dB]
线性范围
差分等级 [dB SPL]

图 11

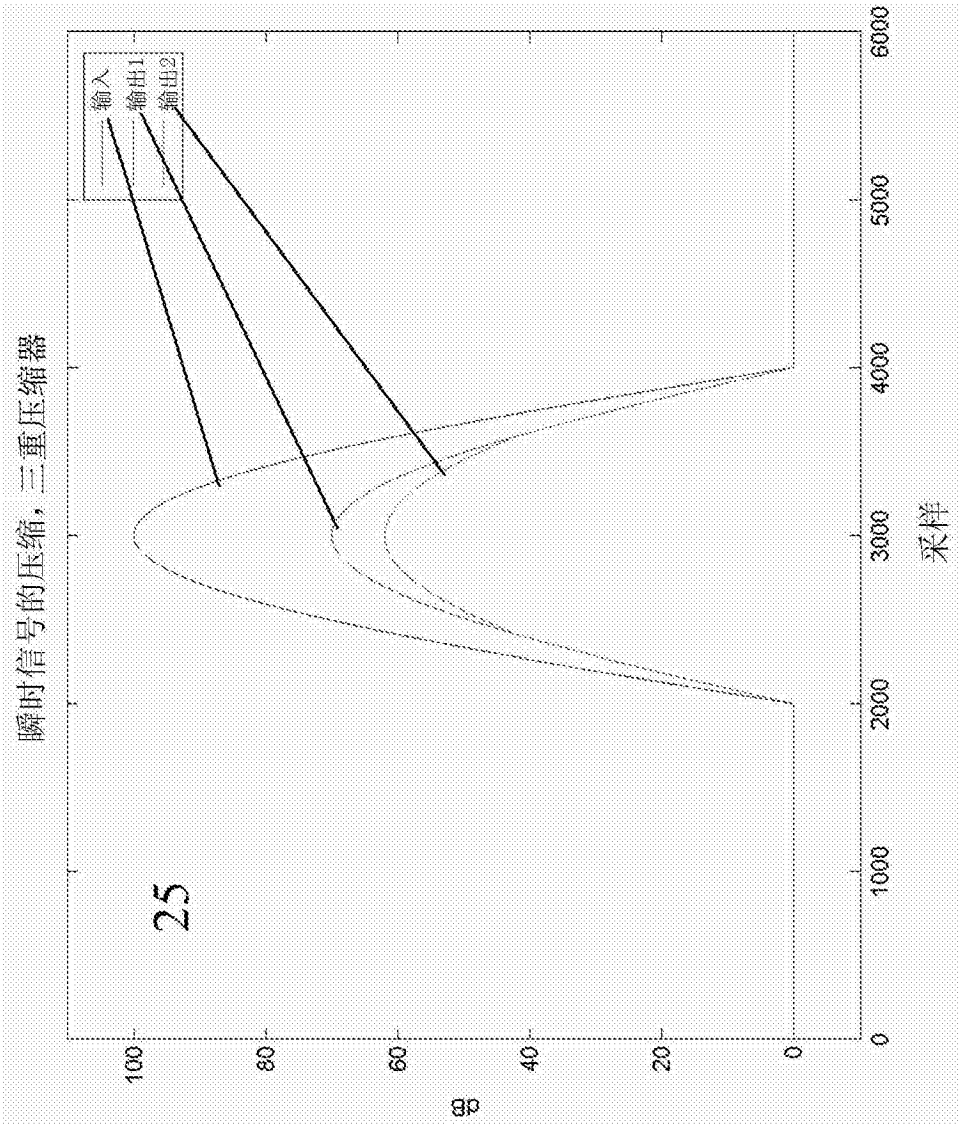

瞬时信号的压缩，三重压缩器
输入
输出1
输出2
25
dB
采样
100
80
60
40
20
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000

图 12

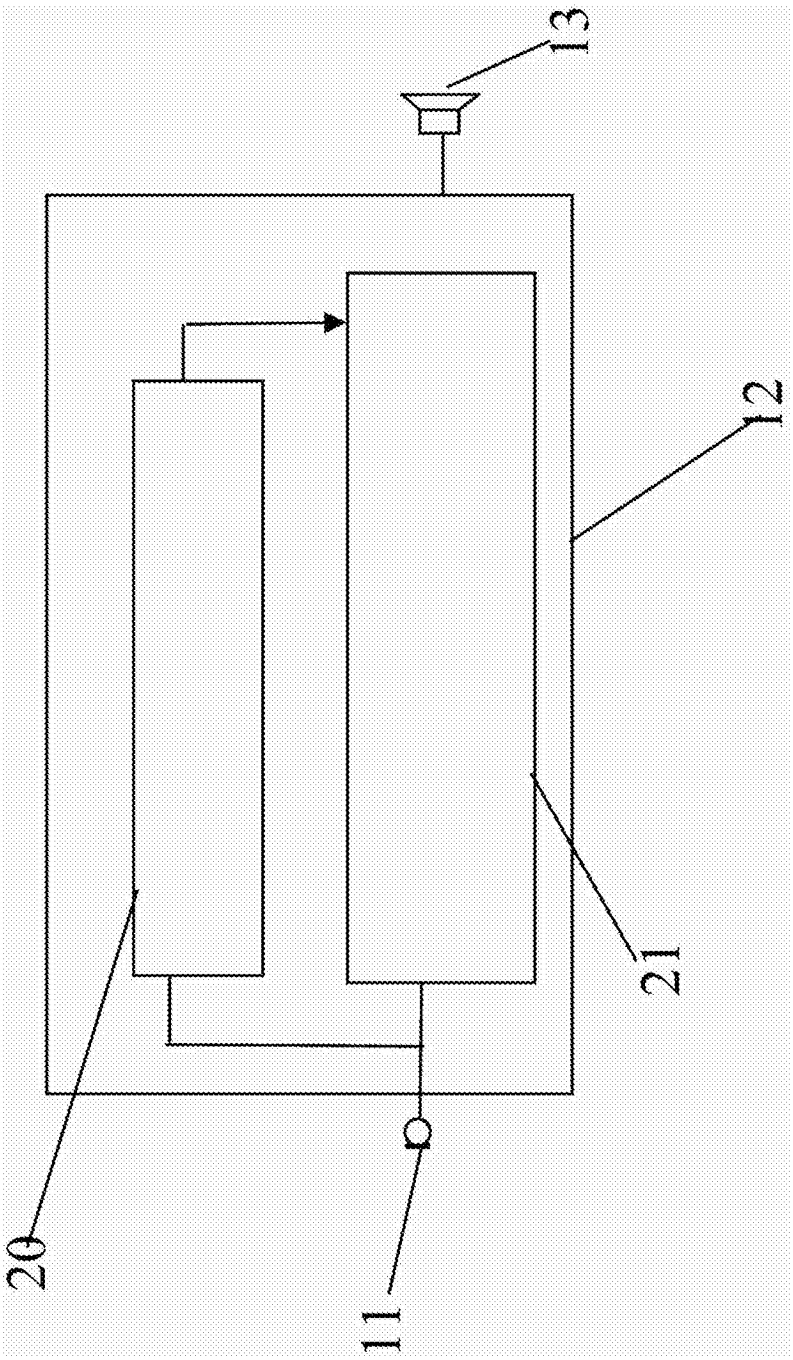


图 13

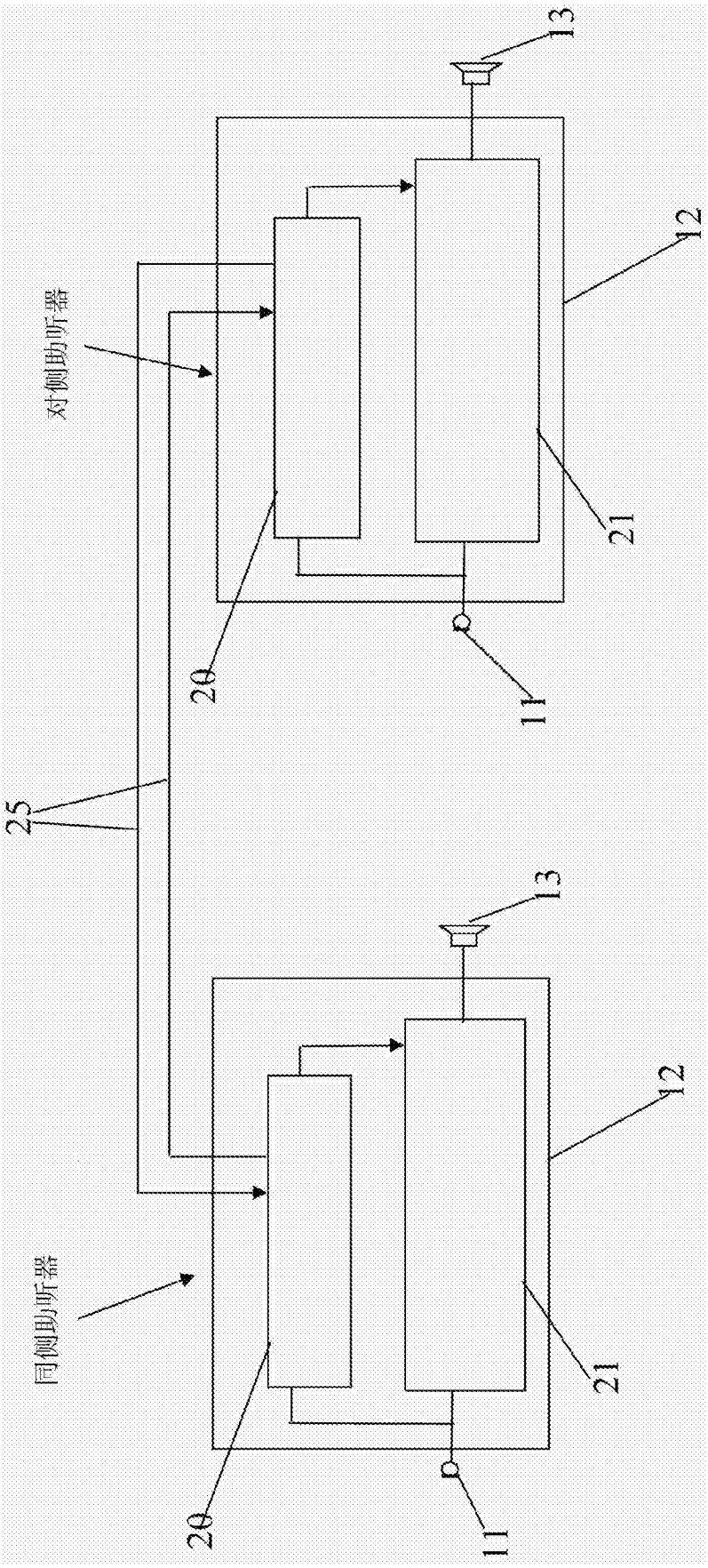


图 14

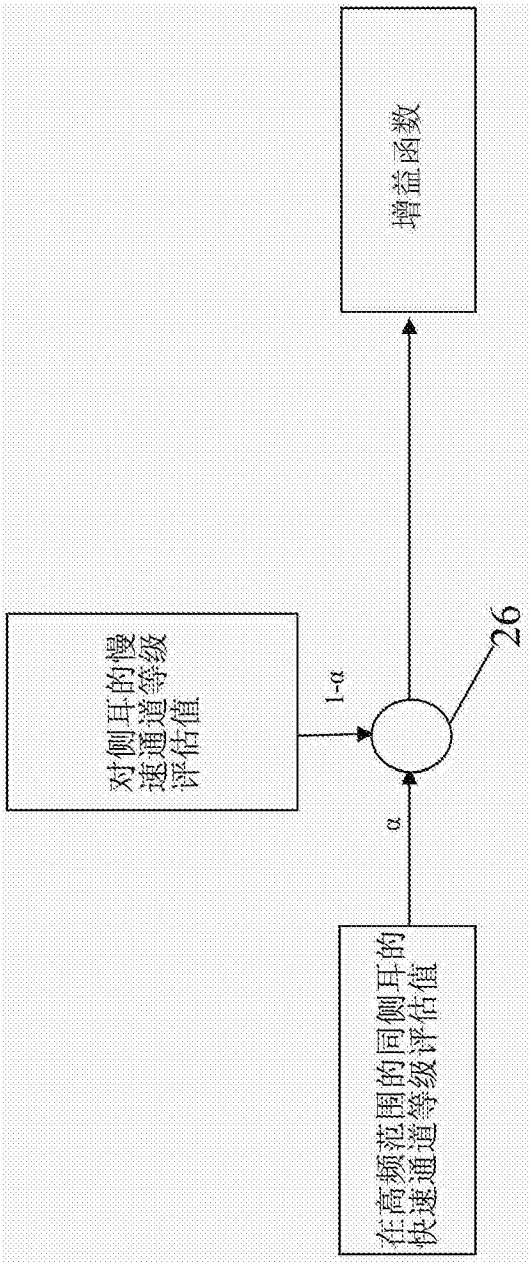


图 15