



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103718573 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201280038439. 2

(22) 申请日 2012. 06. 04

(30) 优先权数据

2011902227 2011. 06. 06 AU

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2012/000631 2012. 06. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/167302 EN 2012. 12. 13

(71) 申请人 瑞丽地知识产权私人有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

(72) 发明人 C·范东根

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 吕俊刚 刘久亮

(51) Int. Cl.

H04S 3/02(2006. 01)

H04S 5/00(2006. 01)

H04R 5/04(2006. 01)

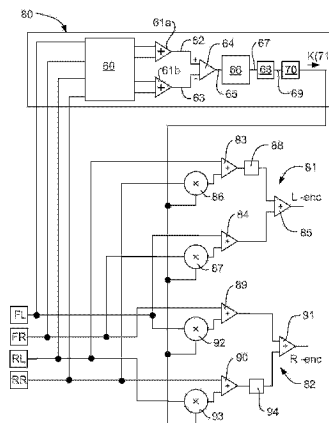
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54) 发明名称

具有改善的通道分离的矩阵编码器

(57) 摘要

公开了一种用于环绕立体声系统的编码器，其中，表示原始声场的至少四个音频输入信号 (FL、FR、RL、RR) 被编码为两通道信号 (L、R) 并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号 (FL'、FR'、RL'、RR')。所述编码器包括矩阵装置，该矩阵装置被连接以接收所述四个音频输入信号以便将所述四个输入信号编码为两通道 (L 和 R) 输出信号，并且所述矩阵装置包括响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的装置： $L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$ 、 $R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$ ，其中，k 表示变换或矩阵系数，其具有相对于前信号 (FL+FR) 内容基于后信号 (RL+RR) 内容的电平动态地转变的值。还公开了一种用于环绕立体声系统的编码方法。



1. 一种在环绕立体声系统使用的编码器,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述编码器包括:

矩阵装置,该矩阵装置被连接以接收所述四个音频输入信号以便将所述四个输入信号编码为两通道(L和R)输出信号,并且所述矩阵装置包括响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的装置:

$$L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$$

$$R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$$

其中, k 表示变换或矩阵系数,具有大致 0.207 的值,并且 j 表示 90 度相移。

2. 一种在环绕立体声系统中使用的的编码器,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述编码器包括:

矩阵装置,该矩阵装置被连接以接收所述四个音频输入信号以便将所述四个输入信号编码为两通道(L和R)输出信号,并且所述矩阵装置包括响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的装置:

$$L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$$

$$R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$$

其中, k 表示变换或矩阵系数,该变换或矩阵系数具有相对于前信号(FL+FR)内容、基于后信号(RL+RR)内容的电平动态地转变的值。

3. 根据权利要求 2 所述的编码器,其中,所述系数 k 从第一值转变到第二值。

4. 根据权利要求 3 所述的编码器,其中,所述系数 k 在所述第一值与第二值之间大致线性地转变。

5. 根据权利要求 2 至权利要求 4 中任一项所述的编码器,其中,所述系数 k 具有大致为 0.1 的第一值。

6. 根据权利要求 2 至权利要求 5 中任一项所述的编码器,其中,所述系数 k 具有大致为 0.414 的第二值。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的编码器,其中,所述矩阵装置包括从加法器、乘法器、90° 移相器和比较器选择的多个组件。

8. 一种在环绕立体声系统中使用的编码方法,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述方法包括以下步骤:

利用响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的矩阵装置将所述四个音频输入信号处理为两通道(L和R)输出信号:

$$L_{enc} = FL+KFR+jRL+jkRR$$

$$R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$$

其中, k 表示变换或矩阵系数,该变换或矩阵系数具有大致为 0.207 的值,并且 j 表示

90 度相移。

9. 一种在环绕立体声系统中使用的编码方法,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述方法包括以下步骤:

利用响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的矩阵装置将所述四个音频输入信号处理为两通道(L和R)输出信号:

$$L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$$

$$R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$$

其中,  $k$  表示变换或矩阵系数,该变换或矩阵系数具有相对于前信号(FL+FR)内容、基于后信号(RL+RR)内容的电平动态地转变的值。

10. 根据权利要求 9 所述的编码方法,其中,所述系数  $k$  从第一值转变到第二值。

11. 根据权利要求 10 所述的编码方法,其中,所述系数  $k$  在所述第一值与第二值之间在大致线性地转变。

12. 根据权利要求 9 至权利要求 11 中任一项所述的编码方法,其中,所述系数  $k$  具有大致为 0.1 的第一值。

13. 根据权利要求 9 至权利要求 12 中任一项所述的编码方法,其中,所述系数  $k$  具有大致为 0.414 的第二值。

14. 一种大致如本文中参照附图中的图 5 至图 10 描述的用于环绕立体声系统的编码器。

15. 一种大致如本文中参照附图中的图 5 至图 10 描述的用于环绕立体声系统的编码方法。

## 具有改善的通道分离的矩阵编码器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于环绕立体声的改善的矩阵编码器。该矩阵编码器可以与环绕立体声系统关联,其中表示原始声场的至少四个音频输入信号被编码为两个通道并且两个通道被解码为与四个音频输入信号对应的至少四个通道。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本发明涉及转让给本申请人的以下国际专利申请,此处以交叉引用的方式并入上述申请的公开:

[0004] PCT/AU2010/001666-IMPROVED MATRIX DECODER FOR SURROUND SOUND

### 背景技术

[0005] 在如上所述的多通道系统中,音频信号的四个通道从原始声场获得并且被编码器编码为两个通道。这两个编码后的通道可以记录在诸如 CD、DVD 等的记录介质上或由立体声 TV 或 FM 收音机的广播。这两个编码后的通道可以从记录介质或广播节目再现并且借助矩阵解码器被解码为逼近从原始声场获得的音频信号的四个通道的四个通道。解码后的信号可以通过合适的放大器应用于四个扬声器,以再现原始声场。

[0006] 为了促进理解本发明,下面参照附图中的图 1 和图 2 来描述“4-2-4”矩阵回放系统和常规编码器的原理。

[0007] 在图 1 示出的系统中,在原始声场 14 中安装了四个麦克风 10、11、12 和 13,以便分别产生四通道音频信号 FL (左前)、FR (右前)、RL (左后)和 RR (右后)。还可以产生可选的中心通道。四通道音频信号被提供给编码器 15,以被变换或编码为两个信号 L 和 R。来自编码器 15 的输出 L 和 R 应用于解码器 16,以被变换或解码为逼近原始的四通道信号 FL、FR、RL 和 RR 的再现的四通道信号 FL'、FR'、RL' 和 RR'。解码器 16 可以包括如下描述的单频带处理或多频带处理。所再现的四通道信号可以通过放大器(未示出)应用于位于聆听空间 21 中的四个扩音器 17、18、19 和 20,以与相关技术的两通道系统相比时提供更紧密地逼近原始声场 14 的多通道声场。

[0008] 包括 CD、DVD、TV、FM 收音机等的各种两通道系统 22 可以用于捕捉或存储来自编码器 15 的输出 L 和 R 并且向解码器 16 提供所捕捉的或所存储的输出。在一个示例中,来自编码器 15 的输出 L 和 R 可以记录在诸如 CD、DVD 或磁带等的存储介质上并且来自存储介质的输出可以应用于解码器 16。根据另一个示例,来自编码器 15 的输出 L 和 R 或从记录介质再现的输出可以经由立体声 TV 或 FM 立体声无线电广播系统发送到解码器 16。

[0009] 常规编码器 15 的示例包括 Q 声音(Q sound)、专业逻辑(Prologic)或常规立体声(conventional stereo)。图 1 中的编码器 15 可以如图 2 所示进行配置,其中,由设置在原始声场 14 前部的麦克风 10 和 11 产生的音频信号 FL 和 FR 以及由设置在原始声场 14 后部的麦克风 12、13 产生的音频信号 RL 和 RR 应用于常规的矩阵电路 23。

[0010] 矩阵电路 23 包括多个加法器/乘法器和移相器,设置它们以如下产生 L 和 R 输出信号:

[0011]  $L = FL+kFR+jRL+jkRR$

[0012]  $R = FR+kFL-jRR-jkRL$

[0013] 其中,  $k$  表示变换或矩阵系数, 通常具有约 0.414 的值, 并且  $j$  表示 90 度相移。移相器可以在整个音频频带上提供基本一致的相移。四个通道信号  $FL'$ 、 $FR'$ 、 $RL'$  和  $RR'$  可以由具有相同矩阵系数  $k$  的常规解码器来再现。可以示出的是当矩阵系数  $k = 0.414$  时, 通道  $FL'$  与相邻通道  $FR'$  和  $RL'$  之间的分离分别等于  $-3\text{dB}$  并且沿对角线方向的通道  $FL'$  和  $RR'$  之间分离等于  $-\infty\text{dB}$  ( $-\text{infin. dB}$ )。因为相邻通道之间的分离等于  $-3\text{dB}$ , 所以不可能欣赏具有足够大的定向分辨率的四个通道的立体声回放。

[0014] 图 3 示出包括具有控制单元 25 和解码器单元 26 的可变矩阵 24 的解码器的框图, 该解码器采用矩阵系数  $SL$ 、 $SR$ 、 $SF$ 、 $SB$ , 可以根据两个通道信号  $L$  与  $R$  之间的相位差来控制矩阵系数的大小。

[0015] 在图 3 所示的解码器中, 两个通道信号  $L$  和  $R$  从两通道介质源应用于解码器的输入端子 27 和 28, 因此应用于可变矩阵 24 的输入端子 29 和 30。输入端子 27 和 28 经由 90 度相移电路 33 还耦合到可变矩阵 24 的输入端子 31 和 32。可变矩阵 24 工作, 以对两个通道信号  $L$  和  $R$  解码或解矩阵化, 以在其输出端子 34、35、36 和 37 产生四通道信号。控制电路 25 根据两通道信号  $L$  与  $R$  之间的相位差, 向解码器单元 26 提供转变 (steering) 控制信号  $SL$ 、 $SR$ 、 $SF$  和  $SB$ 。来自控制单元 25 的转变控制信号  $SL$ 、 $SR$ 、 $SF$  和  $SB$  的大小可以与信号  $L$  与  $R$  之间的相位差成比例地沿反方向变化。控制信号  $SF$  可以用于控制与前通道有关的矩阵系数, 并且控制信号  $SB$  可以用于控制与后通道有关的矩阵系数。类似地, 控制信号  $SR$  可以用于控制与右通道有关的矩阵系数, 并且控制信号  $SL$  可以用于控制与左通道有关的矩阵系数。在信号  $L$  与  $R$  之间的相位差接近零的情况下, 例如, 控制信号  $SF$  工作, 以减小与前通道有关的矩阵系数, 由此增强前通道之间的分离。另一方面, 控制信号  $SB$  工作, 以增大与后通道有关的矩阵系数, 以减小后通道之间的分离。与此并行地, 可以增大前通道的信号电平, 并且可以减小后通道的信号电平, 以改善前后通道之间的分离。

[0016] 控制单元 25 可以包括: 相位区分器, 该相位区分器用于检测信号  $L$  与  $R$  之间的相位差; 或比较器, 该比较器用于从和信号 ( $L+R$ ) 的电平与差信号 ( $L-R$ ) 的电平之间的差的方面来检测信号  $L$  与  $R$  之间的相位关系。通过检测信号  $L$  与  $R$  之间的相位关系来控制与前后通道关联的矩阵系数的原因是人类具有检测大声音的方向的敏锐的灵敏性, 但是对于与大声音共存的小声音的灵敏性可能比较差。因此, 在前部存在大声音并且后部存在小声音的情况下, 如果增强了前通道之间的分离并且减小了后通道之间的分离, 则四个通道的回放可能更有效。相反, 在前通道中存在小声音并且后通道中存在大声音的情况下, 如果增强了后通道之间的分离并且减小了前通道之间的分离, 则四个通道的回放可能更有效。

[0017] 在前部中存在大声音并且后部中存在小声音的情况下 (即, 在  $FL$ 、 $FR \gg RL$ 、 $RR$  的情况下), 信号  $L$  和  $R$  可以具有基本相同的相位。这意味着和信号 ( $L+R$ ) 的电平可以比差信号 ( $L-R$ ) 的电平高。

[0018] 相反, 在前部中存在小声音而后部中存在大声音的情况下 (即, 在  $FL$ 、 $FR \ll RL$ 、 $RR$  的情况下), 信号  $L$  和  $R$  具有相反相位。在这种情况下, 和信号 ( $L+R$ ) 的电平可以低于差信号 ( $L-R$ ) 的电平。出于这个原因, 可以经由相位区分器或比较器中的任一方来检测信号  $L$  与  $R$  之间的相位关系。

[0019] 转让给本申请人的国际专利申请 PCT/AU2010/001666 中描述了一种可变矩阵解码器。具有智能三频带转变系统的解码器可以在关于动态音乐内容的所有解码后的环绕输出之间实现近似 40db 的通道分离。该解码器的一个缺点是立体声编码介质缺少全左 / 右通道分离并且听起来有点窄。

[0020] 在数字(CD)时代之前,通常接受的是期望 20db 分离,所以可以听不到串音。然而,利用现代数字技术可获得高达 100db 的分离。尽管如此,问题仍然是在典型的音乐条件下,为了实际上不被人类听觉检测到,什么程度的分离是可接受的。

[0021] 与通常的观念相反,人耳基于到达时间和响度(而不只是响度)感知声音从哪个方向到达。这是已知为“HAAS”或“优先”效果的心理声学现象,并且由如图 4 所示的曲线例示。对于到达时间差在 1-30 毫秒的范围并且声压级差达 12db 的波前,到达时间是感知的声音方向的主要决定因素。这是曲线下方的区域。因此,即使第一波前在声压级上比后波前低了达 12db,声音也被感知为来自要到达的第一波前的方向。Haas 曲线基本上提出要求 12db 的信号电平差来克服左 / 右镜像定位的延时迹象。当与用现代 CD 技术获得的 100db 相比而测试 12db 的分离时,发现倾听者无法获得任何差异。

[0022] 在使用图 2 所示的编码器时,存在总计为大约 40db 的过多的环绕分离。需要的是编码后的立体声在通道之间实现至少 12db 分离的更优化的点,因为上面说明的原因,即使通道分离无限大,倾听者也可能无法区分差异。

[0023] 假定编码器中变换或矩阵系数 0.414 表示编码后的介质中立体声分离仅是 6db,应当可以减小该矩阵系数,以在编码后的信号中给出 12db 的分离。

[0024] 本发明可以提供改善了各个通道之间(包括前后通道之间和左右通道之间)的分离的矩阵编码器。

## 发明内容

[0025] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于环绕立体声系统的编码器,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述编码器包括矩阵装置,该矩阵装置被连接以接收所述四个音频输入信号以便将所述四个输入信号编码为两通道(L 和 R)输出信号,并且所述矩阵装置包括响应于所述四个输入信号以如下产生 L 和 R 输出信号的装置:

$$[0026] \quad L = FL+kFR+jRL+jkRR$$

$$[0027] \quad R = FR+kFL-jRR-jkRL$$

[0028] 其中, k 表示变换或矩阵系数,具有大致 0.207 的值,并且 j 表示 90 度相移。

[0029] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于环绕立体声系统的编码器,其中,表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR)被编码为两通道信号(L、R)并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'),所述编码器包括矩阵装置,该矩阵装置被连接以接收所述四个音频输入信号以便将所述四个输入信号编码为两通道(L 和 R)输出信号,并且所述矩阵装置包括响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的装置:

$$[0030] \quad L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$$

[0031]  $R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$

[0032] 其中,  $k$  表示变换或矩阵系数, 具有相对于前信号(FL+FR) 内容基于后信号(RL+RR) 内容的电平动态地转变的值。

[0033] 系数  $k$  可以从第一值转变到第二值。系数  $k$  可以大致线性地在所述第一值与第二值之间转变。所述系数  $k$  可以具有大致为 0.1 的第一值。所述系数  $k$  可以具有大致为 0.414 的第二值。

[0034] 根据本发明的又一方面, 提供了一种用于环绕立体声系统的编码方法, 其中, 表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR) 被编码为两通道信号(L、R) 并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'), 所述编码方法包括以下步骤: 利用响应于所述四个输入信号以如下产生 L 和 R 输出信号的矩阵装置将所述四个音频输入信号处理为两通道(L 和 R) 输出信号:

[0035]  $L = FL+kFR+jRL+jkRR$

[0036]  $R = FR+kFL-jRR-jkRL$

[0037] 其中,  $k$  表示变换或矩阵系数, 具有大致为 0.207 的值, 并且  $j$  表示 90 度相移。

[0038] 根据本发明的又一方面, 提供了一种用于环绕立体声系统的编码方法, 其中, 表示原始声场的至少四个音频输入信号(FL、FR、RL、RR) 被编码为两通道信号(L、R) 并且所述编码后的两通道信号被解码为与所述四个音频输入信号对应的至少四个音频输出信号(FL'、FR'、RL'、RR'), 所述编码方法包括以下步骤: 利用响应于所述四个输入信号以如下产生  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$  输出信号的矩阵装置将所述四个音频输入信号处理为两通道(L 和 R) 输出信号:

[0039]  $L_{enc} = FL+kFR+jRL+jkRR$

[0040]  $R_{enc} = FR+kFL-jRR-jkRL$

[0041] 其中,  $k$  表示变换或矩阵系数, 其中所述处理包括: 相对于前信号(FL+FR) 内容基于后信号(RL+RR) 内容的电平动态地转变系数  $k$  的值。

[0042] 系数  $k$  可以从第一值转变为第二值。所述系数  $k$  可以大致线性地在所述第一值与第二值之间转变。所述系数  $k$  可以具有大致 0.1 的第一值。所述系数  $k$  可以具有大致 0.414 的第二值。

[0043] 所述矩阵装置可以包括从加法器、乘法器、90° 移相器和比较器选择的多个组件。

## 附图说明

[0044] 现在将参照附图来描述本发明的优选实施方式, 附图中:

[0045] 图 1 是示出“4-2-4”矩阵系统的原理的框图;

[0046] 图 2 示出常规编码器的构造;

[0047] 图 3 示出包括可变矩阵的解码器的框图;

[0048] 图 4 示出用于例示 HAAS 或优先效果的幅差(dB) 相对于延迟差(mS) 的曲线图;

[0049] 图 5 示出根据本发明的实施方式的编码器的构造;

[0050] 图 6 示出与根据本发明的实施方式的编码器关联的逻辑的框图;

[0051] 图 7 示出根据本发明的实施方式的多频带编码器的框图;

[0052] 图 8 示出根据本发明的实施方式的矩阵编码器的电路图;

[0053] 图 9 示出从缩放电路获得的缩放值( $k$ ) 的图; 以及

[0054] 图 10A 至图 10D 示出与加权滤波器关联的等响响应曲线的示例。

### 具体实施方式

[0055] 图 5 示出适于在解码后的通道之间提供 12dB 分离的矩阵电路 50。矩阵电路 50 包括多个加法器 / 乘法器和移相器,其被设置为如下产生编码后的 L 和 R 输出信号:

$$[0056] \quad L = FL+kFR+jRL+jkRR$$

$$[0057] \quad R = FR+kFL-jRR-jkRL$$

[0058] 其中, k 表示变换或矩阵系数,通常具有近似 0.207 的值,并且 j 表示 90 度相移。移相器可以在整个音频频带上提供基本恒定的相移。四通道信号 FL'、FR'、RL' 和 RR' 可以由如 PCT 申请 AU2010/001666 中描述的常规解码器来再现。

[0059] 可以示出的是,当矩阵系数  $k = 0.207$  时,编码后的立体声 L 与 R 输出信号之间的分离等于至少 12db。另外,解码后的通道 FL' 与相邻通道 FR' 和 RL' 之间的分离分别等于 12dB,并且沿对角线方向的通道 FL' 与 RR' 之间分离等于无限大。这使系统更加平衡,而在编码后和解码后的信号中无分离偏置。

[0060] 用 PCT/AU2010/001666 中描述的全解码器执行的测试得到在 4 个环绕输出信号中产生 12db 的分离。倾听者在 12db 矩阵与 40db 矩阵之间的测试期间无法听到差异或无法区分环绕立体声。另外,倾听者也无法听到编码后的环绕立体声与正常立体声之间的差异。

[0061] 图 6 是用于动态地改变矩阵系数 k 的逻辑电路的框图。逻辑电路适合于相对于前信号内容基于后信号内容或环绕信号内容的量,动态地转变矩阵编码器。动态逻辑电路包括等响加权滤波器 60,诸如改良弗莱彻芒森(Fletcher Munson)/A- 加权或 ITU-R468 滤波器,用于提供针对至少在某些频率处的人类听觉响应的非线性引起的、与频率有关的感知响度的变化进行补偿。等响加权滤波器可以被改良为包括类似于在低频处的粉色噪声(1/f)加权的特性,以进一步衰减否则不当影响转变逻辑电路的高幅低可听性声音。

[0062] 补偿的一个原因是 2-4KHz 八度音阶中的声音对于耳朵似乎是最响的,而其它频率的声音似乎被衰减。A- 加权滤波器有时用于补偿的目的。然而,与 A- 加权滤波器相比,粉色噪声滤波器对于音乐内容是优选的,因为 A- 加权滤波器主要对纯音调和相对安静的声音有效。

[0063] 粉色噪声也被称作 1/f 噪声,其中,功率谱密度与频率成反比。粉色噪声曲线基于对于等功率,幅度与频率成反比的事实,在低频处给出的衰减比弗莱彻芒森 /A 加权或 ITU-R468 滤波器的衰减更大。粉色噪声曲线的使用可以进一步降低低频声音(幅度高,但可听性低)在计算基于幅度的转变逻辑值时的优势,并且得以更好地设置对于正确的镜像生成可以是重要的声音信息。

[0064] 动态逻辑电路包括混合器 61,该混合器 61 用于将补偿后的通道信号 FL 和 FR 相加,以产生前和信号 (FL+FR)62 和后和信号 (RL+RR)63;以及比较器 64,该比较器 64 用于两个和信号 62、63 相减,以产生差信号 (FL+FR) - (RL+RR) 65。差信号 65 应用于 RMS 检测器 66。RMS 检测器 66 适于补偿音乐内容的峰值性质。RMS 检测器 66 测量音乐信号的“平均”值的平均时间常数,优选地包括第一或“起音”时间常数和第二或“衰减”时间常数。“起音”时间常数可以大致比“衰减”时间常数快。在一个示例中,对于全范围 RMS 检测器,起音时间常数可以是 20mS,并且衰减时间常数可以是 50mS。在一些实施方式中,可以使用包括单



个时间常数的 RMS 检测器。

[0065] RMS 检测到的输出 67 应用于对数放大器 68, 以产生与  $\log |(FL+FR)-(RL+RR)|$  成比例的输出 69。对数放大器 68 适于校正一定信号幅度或电平的范围上的声音的人类听觉响应的对数灵敏性。输出信号 69 应用于缩放电路 70, 以基于经 RMS 检测并校正的信号 62 与 63 的比较产生变换或矩阵系数 k 的缩放值 71。在一种形式下, 缩放值 71 可以在 0.1 与 0.414 之间变化, 其表示信号 62 与 63 之间的 20dB 范围。

[0066] 因为可能难以对音乐内容中存在的所有频率来优化缩放值 71, 所以可以不同地缩放高频声音和低频声音, 这导致对于倾听者来说, 不自然地再现声音。为了减轻这种不自然, 本发明的编码器可以包括如图 7 所示的多频带修改。图 7 示出多频带编码器, 其中, 可听频谱可以经由频带分离器 72 分离成 3 个单独频带。该频带包括低于 300Hz 的低频带 A、300-3KHz 之间的中频带 B 和高于 3K Hz 的高频带 C。频带分离器 72 可以插入在输入信号 FL、FR、RL、RR 与可类比为编码器 15 的可变矩阵编码器(参见图 1)之间。单独的矩阵编码器 73A、73B、73C 可以用于针对各个频带 A、B、C 产生一组编码后的输出信号  $L_{enc}$  和  $R_{enc}$ 。随后, 针对各个频带的四通道输出信号可以经由频带混合器 74 组合。通过将分别由矩阵编码器 73A、73B 和 73C 产生的贡献(contribution)  $L_{enc}(A)$ 、 $L_{enc}(B)$ 、 $L_{enc}(C)$  组合而获得输出  $L_{enc}$ 。通过将分别由矩阵编码器 73A、73B 和 73C 产生的贡献(contribution)  $R_{enc}(A)$ 、 $R_{enc}(B)$ 、 $R_{enc}(C)$  组合来获得输出  $R_{enc}$ 。

[0067] 当 RMS 检测器 66 用于多频带解码器中时, 对于频带 A, 起音时间常数可以是 30mS 并且衰减时间常数可以是 60mS。对于频带 B, 起音时间常数可以是 10mS 并且衰减时间常数可以是 30mS。对于频带 C, 起音时间常数可以是 1mS 并且衰减时间常数可以是 5mS。

[0068] 图 8 示出动态矩阵编码器的电路图, 其中, 变换或矩阵系数 k 具有可以根据相对于前信号内容(FL+FR)而存在的环绕的程度或后信号内容(RL+RR)来动态转变的值。

[0069] 矩阵编码器包括动态逻辑电路 80, 该动态逻辑电路 80 用于使系数 k 的值在 0.1 与 0.414 之间转变; 和矩阵电路 81 和 82。动态转变逻辑电路 80 包括如上面参照图 6 所述的等响加权滤波器 60 (诸如改良的弗莱彻芒森滤波器)、混合器 61a、61b、比较器 64、RMS 检测器 66、对数放大器 68 和缩放电路 70。比较器 64 包括差分电路, 该差分电路用于产生如上所述的差  $(FL+FR)-(RL+RR)$  信号 65。RMS 检测器 66 具有如上所述的双时间常数。缩放电路 70 可以在软件和 / 或硬件中实现, 并且可以将输入对数信号差 69 转换为如图 9 例示的梯度值。

[0070] 在图 9 中, 横轴以 dB 表示相对于前信号内容(FL+FR)的环绕程度或后信号内容(RL+RR)。由此, 横轴上的 0dB 点或程度表示前后信号内容之间的平衡或两者相等。通常, 横轴上的 X dB 点或程度相对于前信号内容可以是大致 -12dB, 但是在一些情况下, 可以是除了 -12dB 之外的值, 并且可以基于实现方式和 / 或离散的体系结构来确定。

[0071] 在图 9 中, 纵轴表示 k 的缩放值或动态值 71。可以看出当横轴上的相对信号内容是 X dB 或更低时, k 具有第一值或最小值 0.1, 并且在横轴上的相对信号内容是 0dB 或更大时, k 具有第二值或最大值 0.414。还可以看出随着横轴上的相对信号内容从 X dB 增大到 0dB, k 的值从第一值 0.1 大致线性地增大到第二值 0.414。

[0072] 矩阵电路 81 包括求和放大器 83、84、85、乘法器 86、87 和  $90^\circ$  相移电路 88。在求和放大器 85 的输出端子并且因此在矩阵电路 81 的输出处出现的输出  $L_{enc}$  由以下算式给出:

[0073]  $L_{enc} = FL+kFR+j(RL+kRR)$

[0074] 矩阵电路 82 包括求和放大器 89、90、差放大器 91、乘法器 92、93 和  $90^\circ$  相移电路 94。在求和放大器 91 的输出端子并且因此在矩阵电路 82 的输出处出现的输出  $R_{enc}$  由以下等式给出：

[0075]  $R_{enc} = FR+kFL-j(RR+kRL)$

[0076] 等响加权滤波器 60 可以包括改良弗莱彻芒森 - 粉色噪声加权滤波器，其包括 ITU-R468 加权曲线。可以以任意合适的方式并以任意合适的手段来实现加权滤波器 60。在一种形式中，加权滤波器 60 的响应可以包括如图 10D 所示的用于单频带实现方式的频率响应曲线。对于多频带实现方式，如图 10A 至图 10C 所示，加权滤波器 60 的响应可以包括分别针对低频带 A、中频带 B 和高频带 C 的频率响应曲线。

[0077] RMS 检测器 66 可以以任何合适的方式且经由任何适当手段来实现。在一种形式中，RMS 检测器 66 可以利用 Pure Path Studio 软件实现在诸如 Texas Instruments TAS3108 等的数字声音处理器上。

[0078] 这里描述的本发明容许除了这里具体描述的之外的变型、修改和 / 或添加，并且应当理解本发明包括落入上述描述的精神和范围内的所有这样的变型、修改和 / 或添加。

[0079] 可以理解的是，如这里描述的矩阵编码器可以应用于采用多于四个音频输入信号以表示原始声场的环绕立体声系统。例如，利用本发明的示教，这里描述的一对编码器可以应用于将表示原始声场的八个音频输入信号编码为四通道信号，并且编码后的四通道信号可以被解码为八个音频输出信号。这样的编码器可以应用于包括四对扩音器或扬声器阵列的装置，其中，各个扩音器或扬声器阵列设置在立方体或长方体角落的各角上，以限定四个扩音器或扬声器阵列（即，前面的四个扩音器或扬声器阵列和后面的四个扩音器或扬声器阵列）相应的上下平面。根据关联的倾听区或礼堂中的可用高度，扩音器或扬声器阵列的上平面可以相对于扩音器或扬声器阵列的下平面垂直分开近似 2-3m 或其它合适的距离。

[0080] 编码后的四通道信号可以记录在诸如 DVD、蓝光盘等的合适介质上和 / 或经由诸如能够发送至少四个通道的音频信号的 Foxtel 等的 HDTV 发送服务的广播节目上。

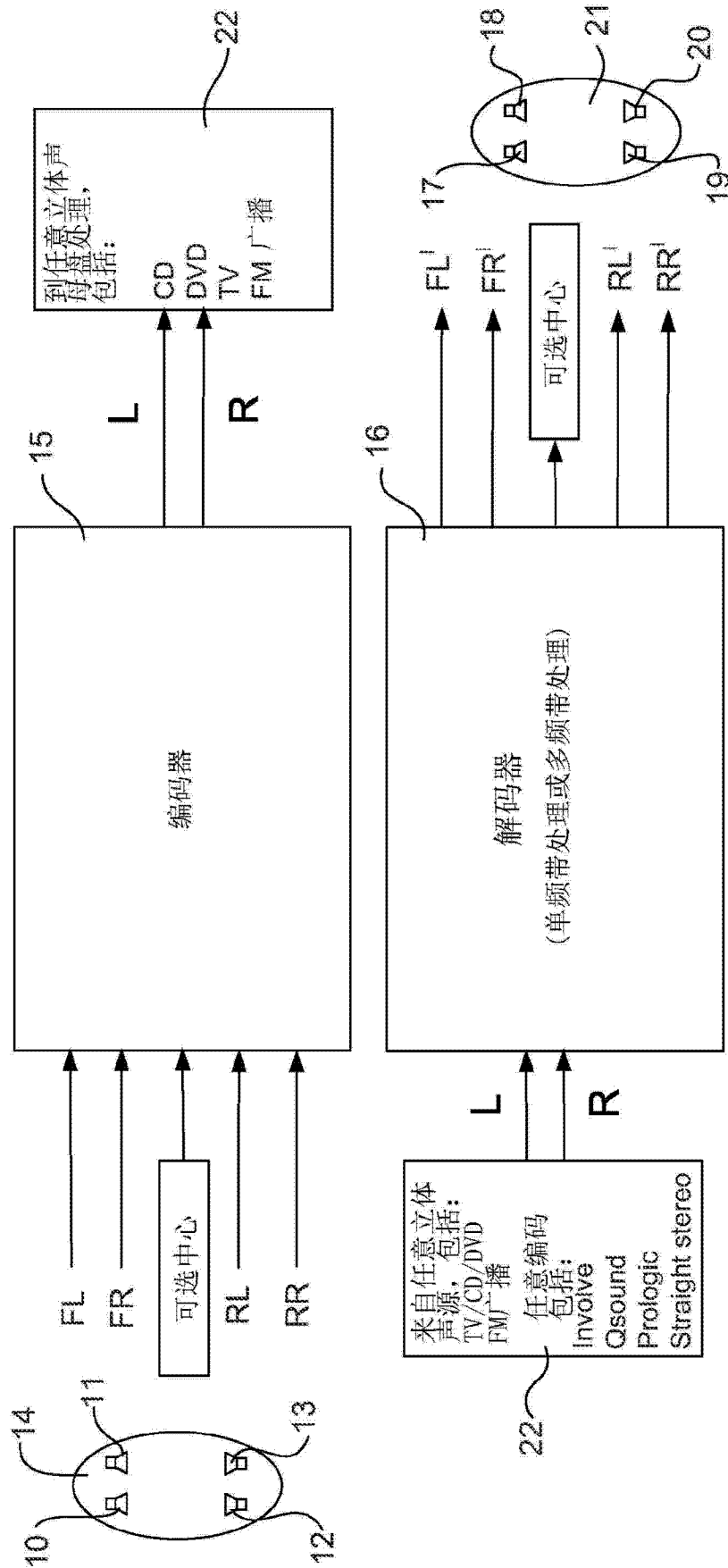


图 1

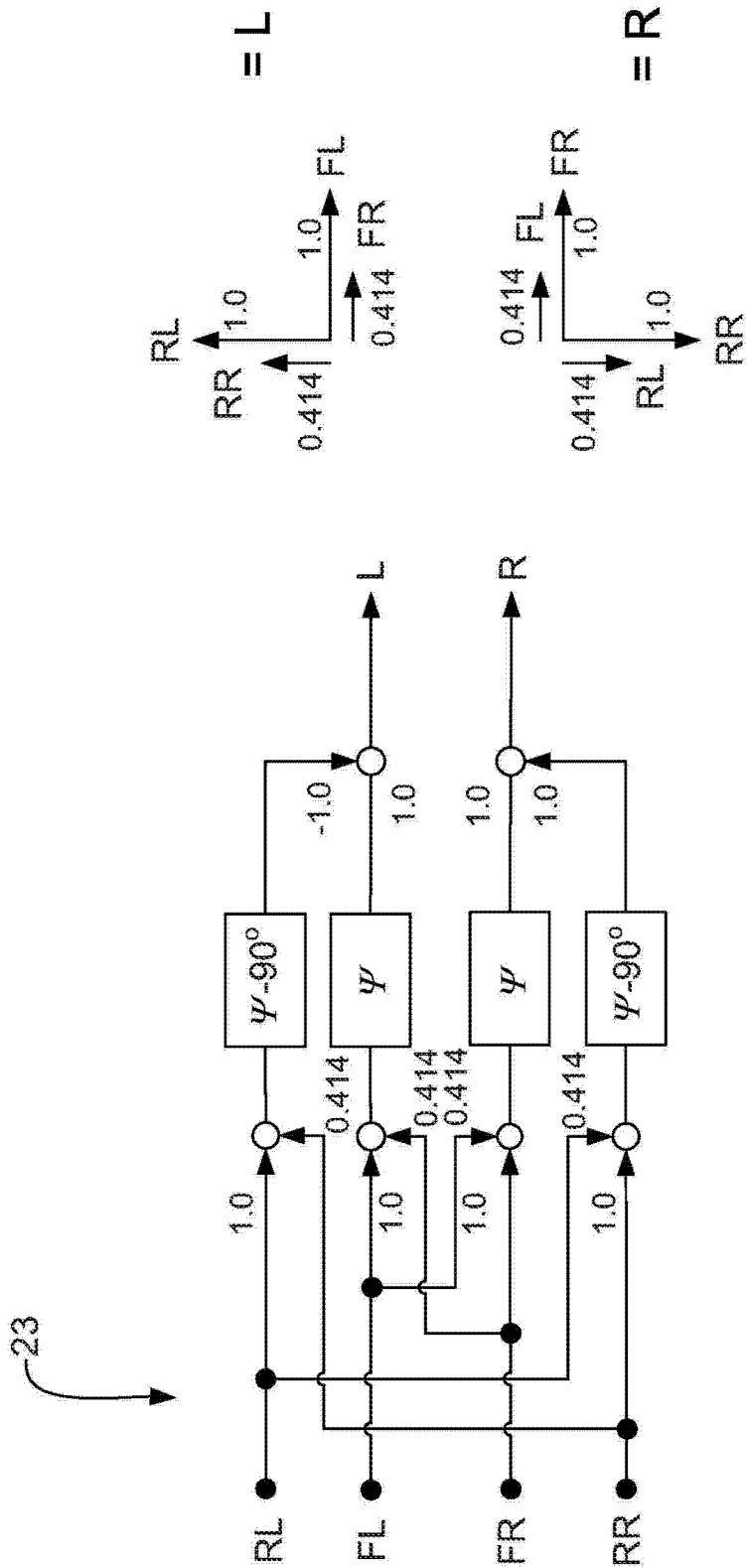


图 2

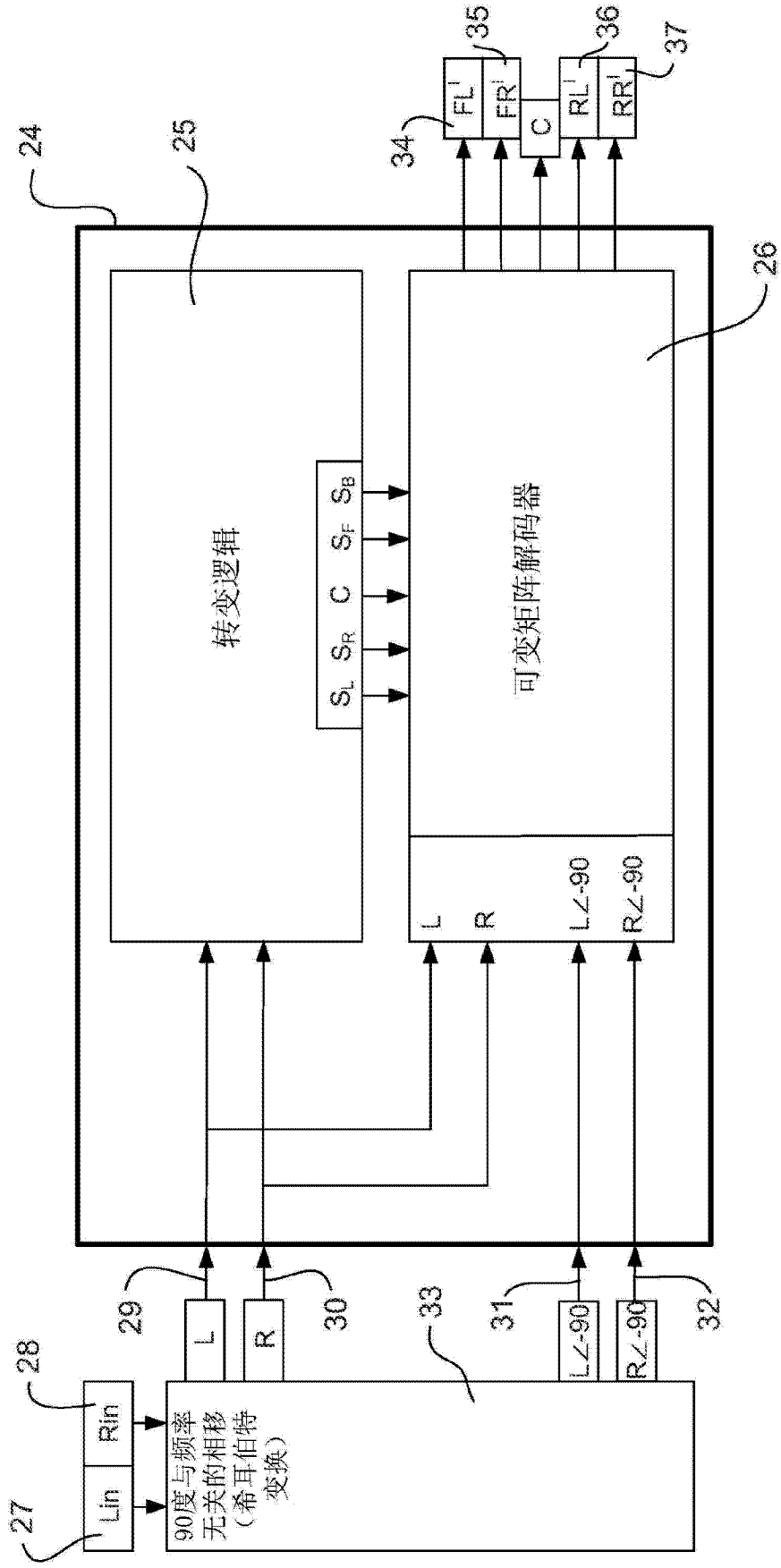


图 3

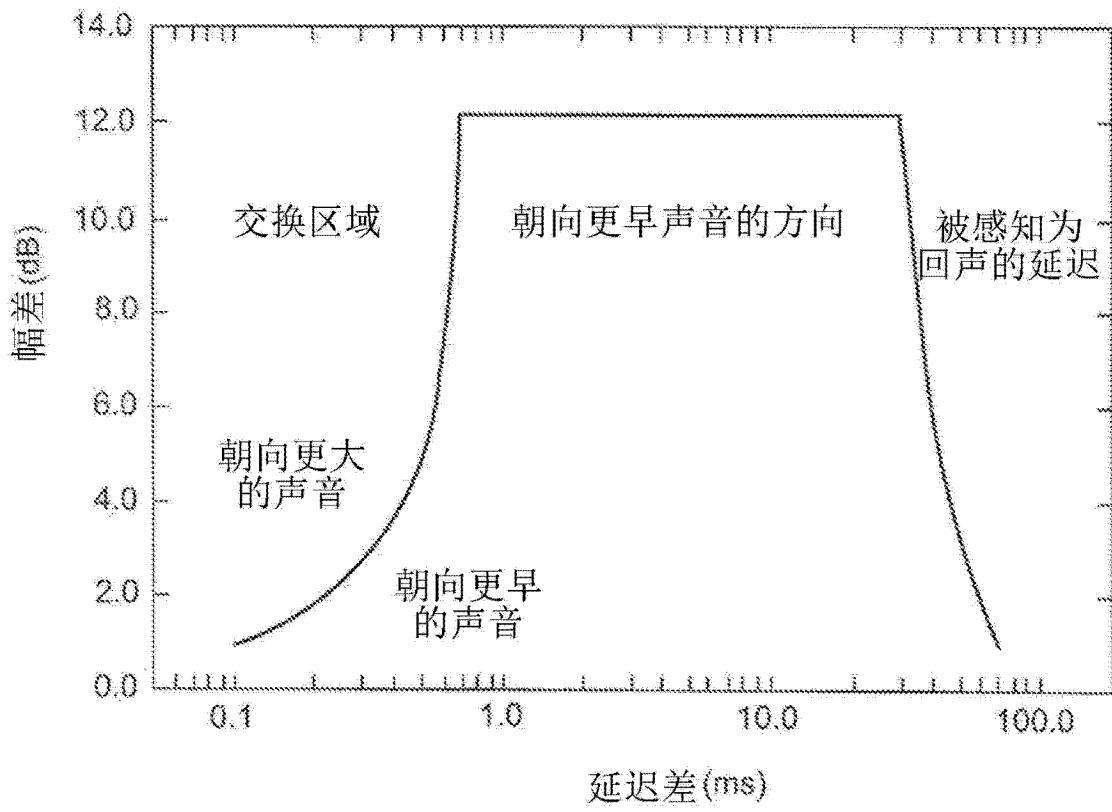


图 4

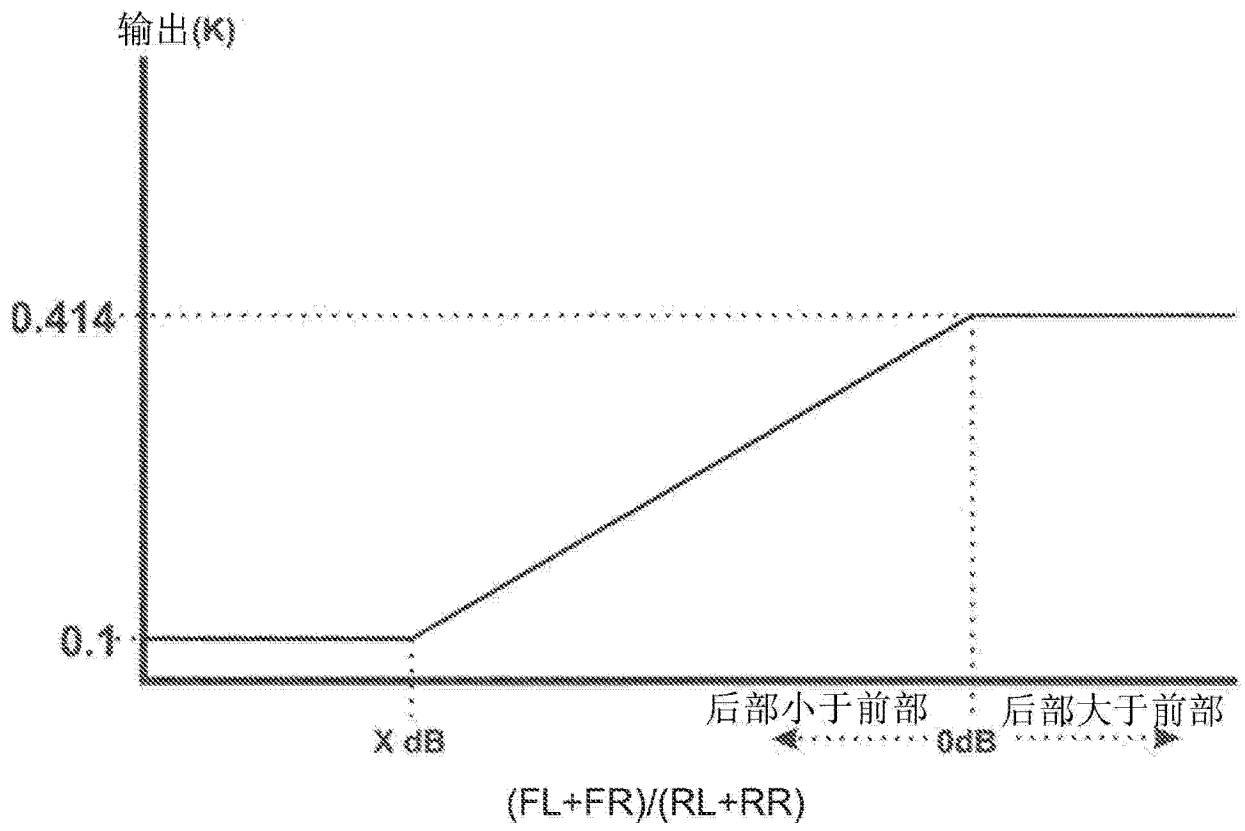


图 9





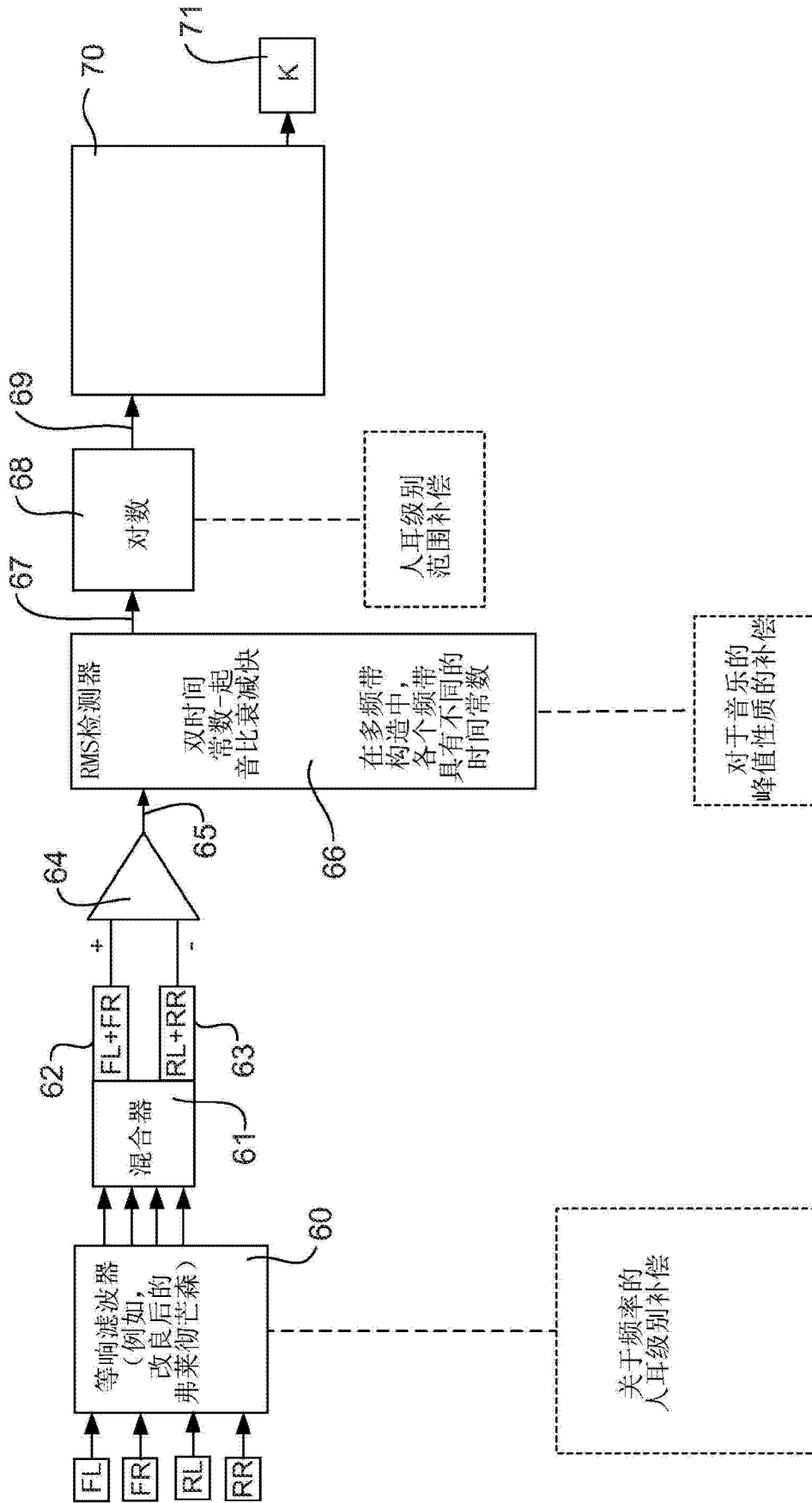


图 6

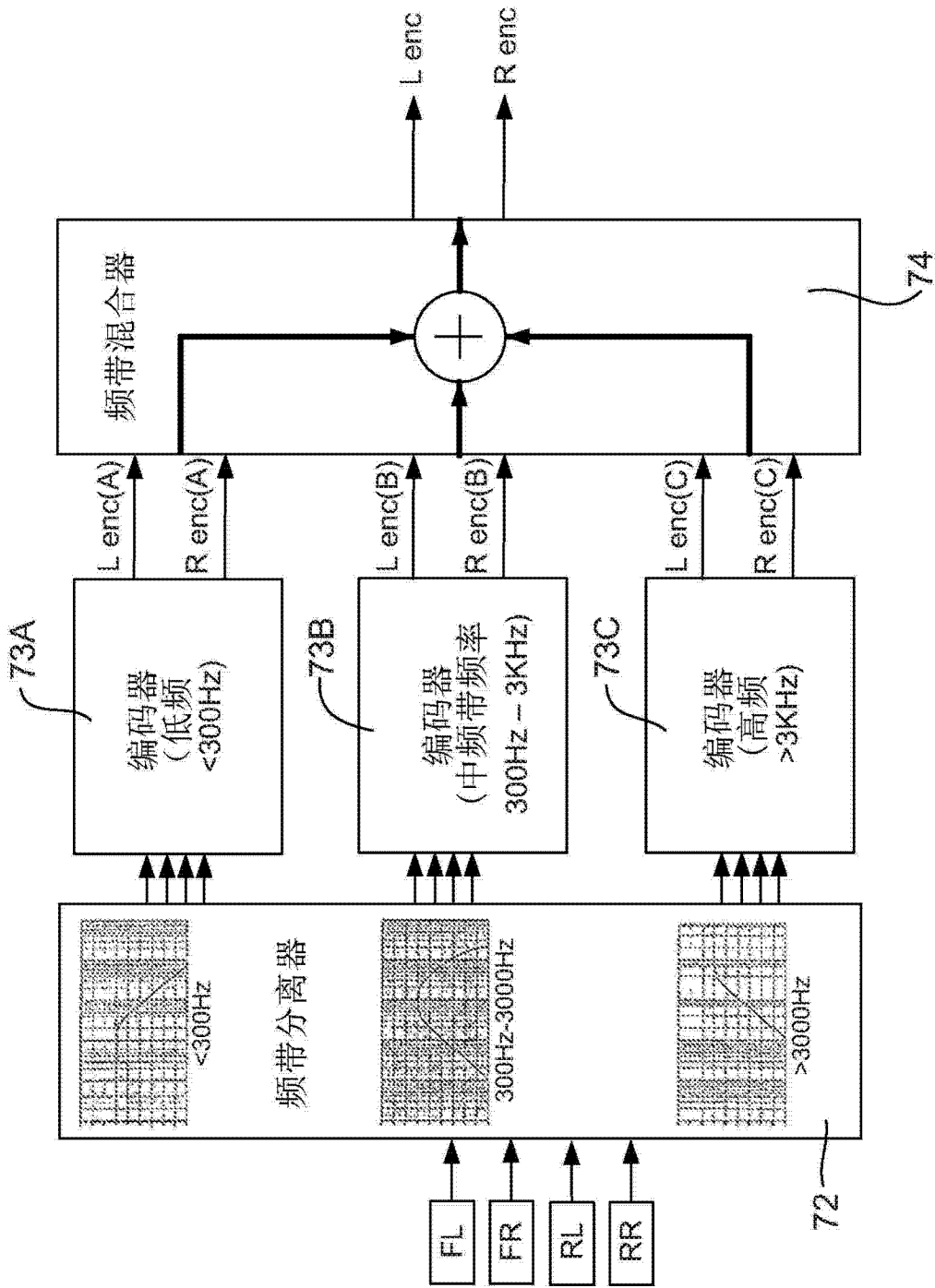


图 7

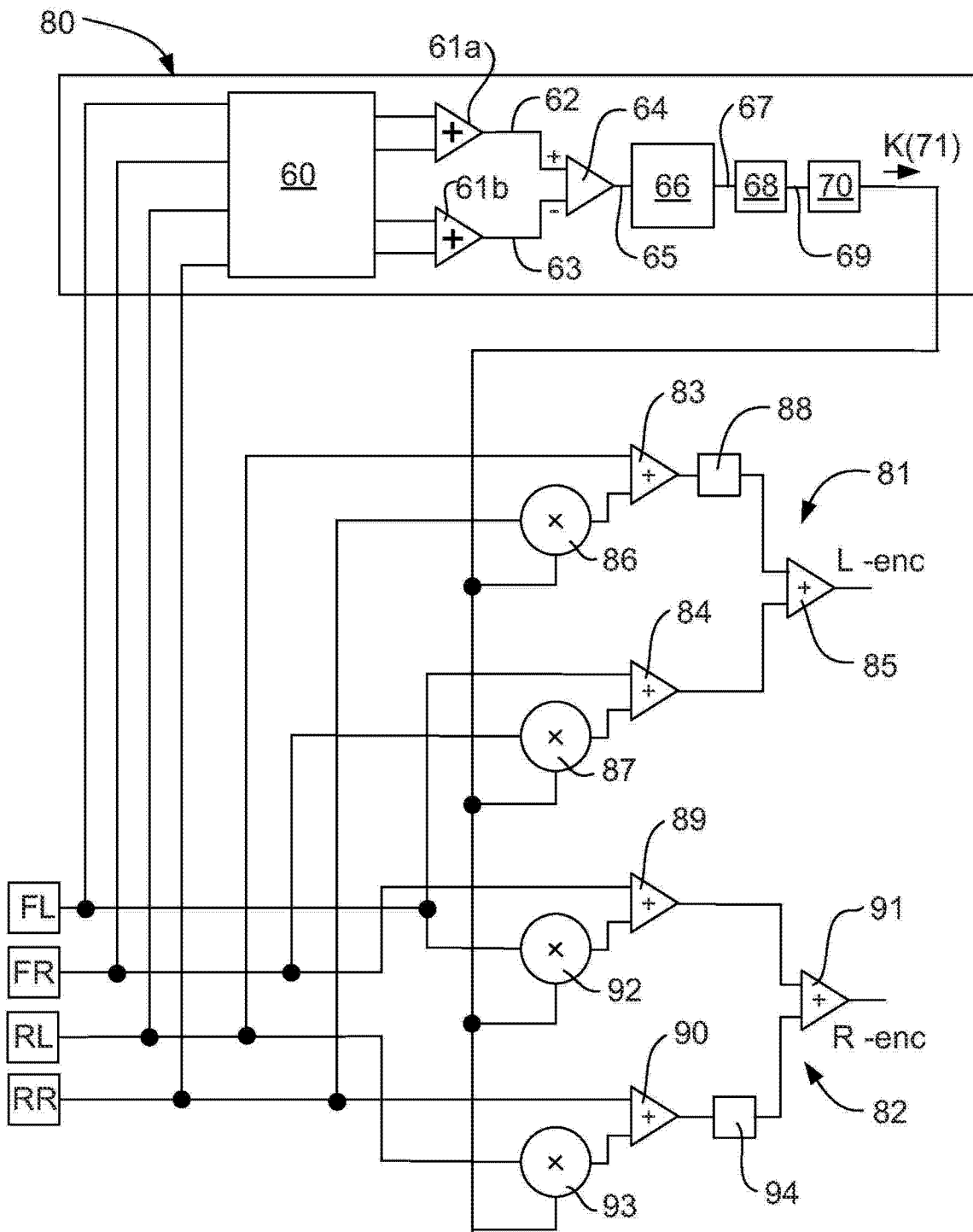


图 8

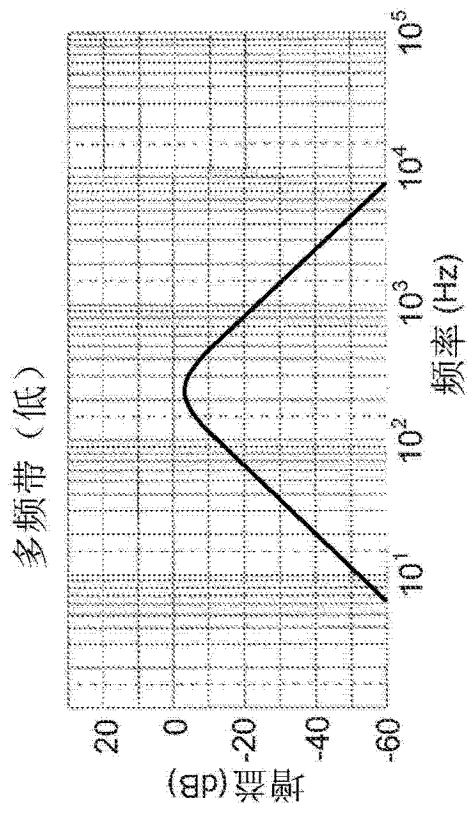


图 10A

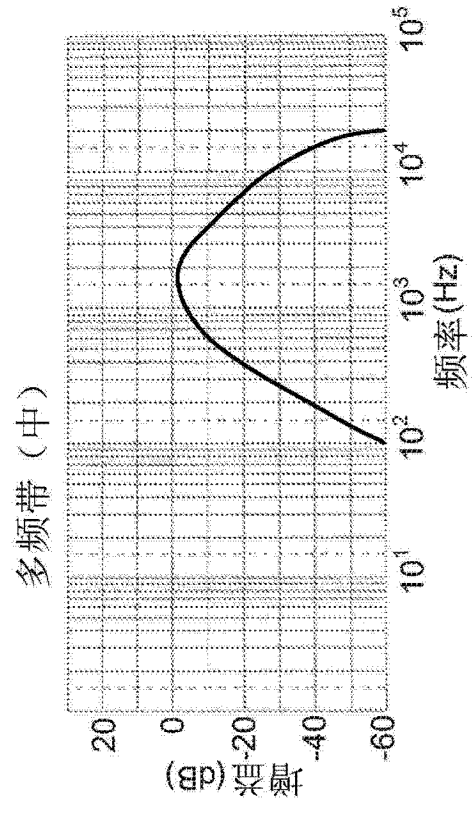


图 10B

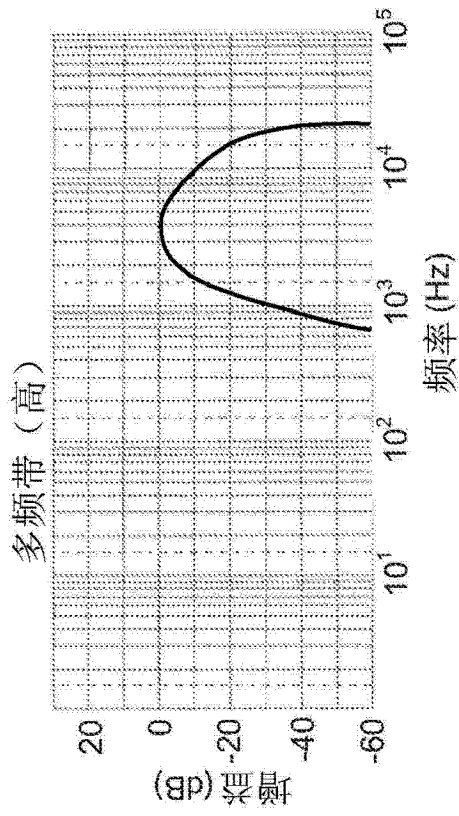


图 10C

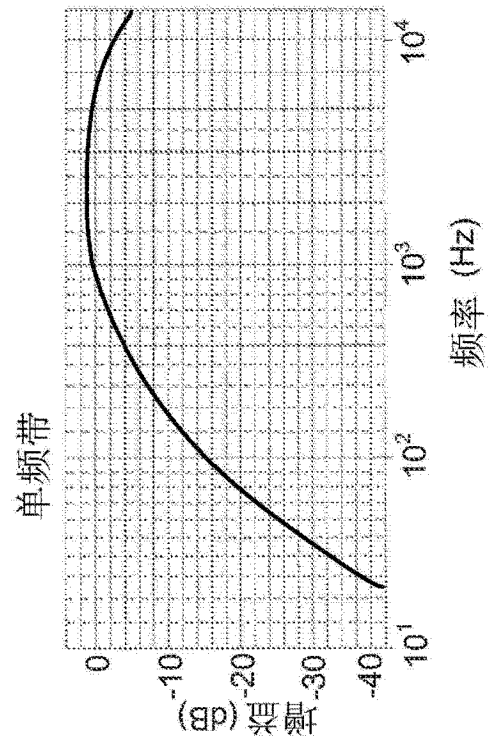


图 10D