



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97126297.7

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1171503C

[22] 申请日 1997. 11. 7 [21] 申请号 97126297.7

[30] 优先权

[32] 1996. 11. 7 [33] US [31] 743776

[71] 专利权人 SRS 实验室公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 A·I·克莱曼 A·D·克雷梅

审查员 飞 雁

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

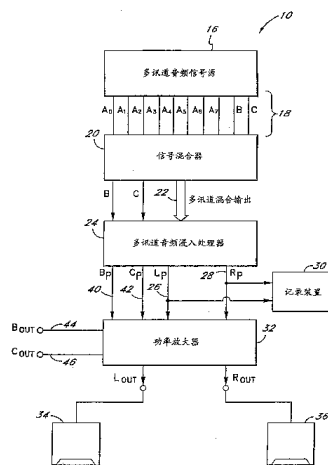
代理人 张志醒 王忠忠

权利要求书 6 页 说明书 23 页 附图 10 页

[54] 发明名称 在记录和重放中使用的多信道音频增强系统和对此提供的方法

[57] 摘要

音频增强系统和使用的方法接收一组多信道音频信号和仅通过两个输出信号的重放提供模拟的环绕声环境。该多信道音频信号包括指定从前发声地点重放的一对前信号和指定从后发声地点重放的一对后发声信号。该前和后信号通过把每对信号的环境成分从方向成分中分离出来和用头相关的变换函数处理至少这些成分的一些以对的方法被修改。通过指定相应初始音频信号的重放位置确定单独音频信号的处理。该单独音频信号成分然后有选择地组合初始音频信号以形成两个增强的输出信号,用以在重放时产生环绕声的感受。



1. 处理至少四个单独音频信号的系统，该至少四个信号是包括指定从前发声地点重放的音频信息的主左和右信号，和包括指定从后发声地点重放的音频信息的环绕左和右信号，所说的系统产生为从前发声地点再现的一对左和右输出信号以产生三维音象感受而无须真实的扬声器放置在后发声地点，所说的系统包括：

接收所说主左和右信号的第一电子音频增强器，所说的第一音频增强器处理所说主左和右信号的环境成分而当所说在左和右输出信号由位于在前发声地点内的一对扬声器再现时，产生越过前发声地点的展宽的声象感受；

接收所说环绕左和右信号的第二电子音频增强器，所说的第二音频增强器处理所说环绕左和右信号的环境成分而当所说左和右输出信号由位于在前发声地点内的一对扬声器再现时，产生声音的声象感受；

接收所说环绕左和右信号的第三电子音频增强器，所说第三音频增强器处理所说环绕左和右信号的单音成分而当所说的左和右输出信号由位于在前发声地点内的一对扬声器再现时，在后发声点的中心位置产生声音的声象感受；和

信号混合器，通过组合来自主左和右信号的处理的环境成分，环绕左和右信号的处理的环境成分，和来自环绕左和右信号的处理的单音成分以从至少四个单独音频信号中产生左和右输出信号，其中所说主和环绕信号的所说环境成分包括在相互呈反相关系的左和右输出信号内。

2. 权利要求 1 的系统，其中，所说的至少四个单独音频信号包括具有指定由前发声地点中心扬声器重放的音频信号的中心信道信号，和其中所说的中心信道信号由所说的信号混合器组合成为所说左和右输出信号的一部分。

3. 权利要求 1 的系统，其中，所说至少四个单独音频信号包括具有指定由在前发声地点内的中心扬声器重放的音频信息的中心信道信号，其中所说的中心信道信号由所说的混合器组合主左和右信号中单音成分以产生所说左和右输出信号。

4. 权利要求 1 的系统，其中，所说至少四个单独音频信号包括具有由专用的中心信道扬声器以声音再现的中心地点音频信息的中心信道信号。

5. 权利要求1的系统,其中,所说第一、第二和第三电子音频增强器将HRTF为基础的变换函数应用于所说各单独的音频信号而当所说左和右输出信号以声音再现时,产生对应所说单独音频信号的能感受到的音象。

6. 权利要求1的系统,其中,所说第一音频增强器通过提升相对于近似1和2KHz之间的频率的在近似1KHz以下和近似2KHz以上的环境成分来调整所说主左和右信号的所说环境成分。

7. 权利要求6的系统,其中,施加到提升所说环境成分的峰值增益相对于施加到近似1和2KHz之间的所说环境成分的增益近似为8dB。

8. 权利要求1的系统,其中,所说第二和第三音频增强器通过提升相对于近似1和2KHz之间频率的近似1KHz以下和近似2KHz以上的所说环境和单音成分来调整所说环绕左和右信号的所说环境和单音成分。

9. 权利要求8的系统,其中,加到提升所说环绕左和右信号的所说环境和单音成分的峰值增益相对于加到在1和2KHz之间的所说环境和单音成分的增益近似为18dB。

10. 权利要求1的系统,其中,所说第一,第二和第三电子音频增强器是在半导体基片上形成的。

11. 权利要求1的系统,其中,所说第一,第二和第三电子音频增强器是由软件实现的。

12. 多信道记录和重放装置,接收大量独立的音频信号和处理所说大量音频信号号以提供第一和第二增强的音频输出信号,以在重放所说输出信号时实现没入的声音感受,所说的多信道记录和重放装置包括:

多个平行的音频信号处理装置,用于修改所说独立的音频信号的信号内容,其中,每一个平行音频信号处理装置包括:

接收两个所说单独的音频信号和把所说两个音频信号的环境成分从所说两个音频信号的单音成分分隔开来的电路;

能够以电子方式将头相关变换函数应用于所说两个音频信号每一个的所说环境和单音成分上,以产生处理的环境和单音成分的位置处理装置,所说头相关变换函数对应着与听众相关的所希望的空间位置,该位置是再现所说第一和第二增强的音频输出信号时该第一和第二增强的音频输出信号的空间位置;和

多信道电路装置混合器，用于组合由所说多个位置处理装置产生的所说单音和环境成分以产生所说增强的音频输出信号，其中处理的环境成分以相对于所说第一和第二增强的音频输出信号彼此反相的关系加以组合。

5 13. 权利要求 12 的多信道记录和重放装置，其中，所说多个位置处理装置中每一个都包括能够单独修改所说两个音频信道的电路，所说多信道混合器进而将来自所说多个位置处理装置的所说两个修改的信号和所说各自的环境和单音成分组合在一起，以产生所说音频输出信号。

14. 权利要求 13 的多信道记录和重放装置，其中，所说能够独立修改所说两个音频信号的电路以电子方式把头相关的变换函数加到所说两个音频信号。

10 15. 权利要求 13 的多信道记录和重放装置，其中，能够独立地修改所说两个音频信号的所说电路以电子方式把时延加到所说两个音频信号中的一个。

16. 权利要求 12 的多信道记录和重放装置，其中，所说两个音频信号包括相对于一听众的相应的左前位置和右前位置的音频信息。

15 17. 权利要求 12 的多信道记录和重放装置，其中，所说两个音频信号包括相对一听众的相应的左后位置和右后位置的音频信息。

18. 权利要求 12 的多信道记录和重放装置，其中，所说位置处理装置包括第一和第二处理装置，所说第一处理装置将头相关变换函数应用于第一对所说的信号，以当所说输出信号被再现时，为所说第一对音频信号完成第一感觉方向，和所说第二处理装置将头相关变换函数应用于第二对所说音频信号，当所说输出信号
20 号再现时，为所说第二对音频信号完成第二感觉方向。

19. 权利要求 12 的多信道记录和重放装置，其中，还包括一个数字信号处理装置，所说多个平行音频处理装置和所说多信道电路混合器是在该数字信号处理装置内实现的。

25 20. 为产生一对立体声输出信号处理大量音频源信号并且当所说一对立体声输出信号由一对扬声器再现时产生三维发声场的音频增强系统，所说的音频增强系统包括：

和第一对所说音频信号相通信的第一处理电路，所说第一处理电路将第一环境成分从所说第一对音频信号的第一单音成分中分隔开来，所说第一处理电路进而修改所说第一环境成分和所说第一单音成分以产生第一音象，使得由听众感受

的第一音象是从第一个位置发出的;

与第二对所说音频源信号通信的第二处理电路, 所说第二处理电路将第二环境成分从所说第二对音频信号的第二单音成分分隔开来, 所说第二处理电路进而修改所说第二环境成分和所说第二单音成分以产生第二音象, 使得所说第二音象
5 被所说一听众感受为从第二个位置发出的; 和

与所说第一处理电路和所说第二处理电路相通信的混合电路, 所说混合电路以同相组合所说第一和第二修改的单音成分和反相组合所说第一和第二修改的环境成分以产生一对立体声输出信号。

21. 权利要求 20 的系统, 其中, 所说第一处理电路用第一变换函数修改在所
10 说第一环境成分内的多个频率成分。

22. 权利要求 21 的系统, 其中, 所说第一变换函数强调相对于在所说第一环境成分中其它频率成分的在所说第一环境成分中低频成分的部分。

23. 权利要求 21 的系统, 其中, 所说的第一变换函数强调相对于在所说第一环境成分中其它频率成分的在所说第一环境成分中高频成分的部分。

15 24. 权利要求 21 的系统, 其中, 所说第二处理电路用第二变换函数修改在所说第二环境成分中的多个频率成分。

25. 权利要求 24 的系统, 其中, 所说第二变换函数以所说第一变换函数修改所说第一环境成分中所说多个频率成分不同的方式修改所说第二环境成分中的所说多个频率成分。

20 26. 权利要求 24 的系统, 其中, 所说第二变换函数削弱相对于在所说第二环境成分中其它频率成分的在近似 11.5KHz 频率以上的所说频率成分的部分。

27. 权利要求 24 的系统, 其中, 所说第二变换函数削弱相对于在所说第二环境成分中其它频率的在近似 125Hz 和近似 2.5KHz 之间的所说频率成分的部分。

25 28. 权利要求 24 的系统, 其中, 所说第二变换函数增加相对于在所说第二环境成分中其它频率成分在近似 2.5KHz 和近似 11.5KHz 之间的所说频率成分的部分。

29. 具有左输出信号和右输出信号以再现音频-视频记录给用户的娱乐系统, 其中所说音频-视频记录包括五个单独的音频信号, 它们是前左信号 F_L , 前右信号 F_R , 后左信号 R_L , 后右信号 R_R , 和中心信号 C , 和其中所说的娱乐系统为

所说用户从左输出信号和右输出信号完成环绕声感受，所说的娱乐系统包括：

音频-视频重放装置，用以从所说音频-视频记录介质提取所说五个单独音频信号；

5 音频处理装置，用以接收所说五个单独音频信号和产生所说左输出信号和右输出信号，所说音频处理装置包括：

第一处理器，用以调整所说前信号 F_L 和 F_R 的环境成分以获得空间校正的环境成分 $(F_L-F_R)_P$ ；

第二处理器，用以调整所说后信号 R_L 和 R_R 的环境成分以获得空间校正的环境成分 $(R_L-R_R)_P$ ；

10 第三处理器，用以调整所说后信号 R_L 和 R_R 的方向场成分以获得空间校正的方向场成分 $(R_L+R_R)_P$ ；

产生左输出信号的左混合器，所说左混合器用所说空间校正的环境成分 $(R_L-R_R)_P$ ，和所说空间校正的方向场成分 $(R_L+R_R)_P$ 组合空间校正的环境成分 $(F_L-F_R)_P$ 以产生所说的左输出信号；和

15 产生右输出信号的右混合器，所说右混合器用反相的空间校正的环境成分 $(R_R-R_L)_P$ 和所说空间校正的方向场成分 $(R_R+R_L)_P$ 组合反相的空间校正的环境成分 $(F_R-F_L)_P$ 以产生右输出信号；以及

用于再现所说左输出信号和右输出信号以为用户产生环绕声感觉的装置。

20 30. 权利要求 29 的系统，其中，所说中心信号被由所说左混合器输入并加以组合作为所说左输出信号的一部分和所说中心信号由所说右混合器输入并加以组合作为所说右输出信号的一部分。

31. 权利要求 29 的娱乐系统，其中所说的中心信号和所说前信号 F_L+F_R 的方向场成分由所说左和右混合器分别组合作为所说左和右输出信号的部分。

25 32. 权利要求 29 的娱乐系统，其中所说的中心信号作为第三输出信号提供以用所说娱乐系统的中心信道扬声器再现。

33. 权利要求 29 的娱乐系统，其中所说的娱乐系统是个人计算机和所说音频-视频重放装置是数字通用盘 (DVD) 播放器。

34. 权利要求 29 的娱乐系统，其中所说的娱乐系统是电视和所说音频-视频重放装置是连接到所说电视系统的相关的数字通用盘 (DVD) 播放器。

35. 权利要求 29 的娱乐系统, 其中所说的第一, 第二, 和第三处理器强调相对于频率的中频区域的频率的低和高区域。

36. 权利要求 29 的娱乐系统, 其中所说的音频处理装置是由在半导体基片上形成的模拟电路实现。

5 37. 权利要求 29 的娱乐系统, 其中所说的音频处理装置是由软件格式完成的, 所说软件格式是由所说娱乐系统的微处理器执行的。

38. 增强一组音频源信号的方法, 其中, 音频源信号被指定给放置在一听众周围的一组扬声器, 所说方法产生供一对扬声器声音再现的左和右输出信号以达到模拟环绕发声环境, 音频源信号包括左前信号 (L_F), 右前信号 (R_F), 左后
10 信号 (L_R), 右后信号 (R_R), 所说的方法包括如下步骤:

修改所说左前 (L_F)、右前 (R_F)、左后 (L_R) 和右后 (R_R) 音频源信号并且基于所说音频源信号的选取对的音频内容产生处理的音频信号, 所说处理的音频信号用下列等式定义:

$P_1 = F_1 (L_F - R_F)$, 其中 P_1 是所说前音频源信号的环境成分;

15 $P_2 = F_2 (L_R - R_R)$, 其中 P_2 是所说后音频源信号的环境成分;

$P_3 = F_3 (L_R + R_R)$, 其中 P_3 是所说后音频源信号的单音成分;

这里 F_1 , F_2 和 F_3 是强调音频源信号的空间内容并且当由扬声器重放产生的处理的音频信号时产生相对一听众的位置感受的变换函数, 和

组合所说处理的音频信号和所说音频源信号以产生左和右输出信号, 所说左
20 和右输出信号包括下列等式表示的成分:

$$L_{out} = K_1 L_F + K_2 L_R + K_3 P_1 + K_4 P_2 + K_5 P_3,$$

$$R_{out} = K_6 R_F + K_7 R_R - K_8 P_1 - K_9 P_2 + K_{10} P_3,$$

这里 $K_1 - K_{10}$ 是确定各音频信号的增益的独立变量。

39. 权利要求 38 的增强一组音频源信号的方法, 其中, 变换函数 F_1 , F_2 , 和
25 F_3 施加调整电平以放大相对于近似 500Hz 和 4KHz 之间频率的近似在 50 和 500Hz 之间和近似在 4 和 15KHz 之间的频率。

40. 权利要求 38 的增强一组音频源信号的方法, 其中, 所说的方法是由数字信号处理装置完成的。

41. 权利要求 38 的增强一组音频源信号的方法, 其中, 左和右输出信号进而
30 包括中心信道音频源信号。

在记录和重放中使用的多信道音频增强系统和对此提供的方法

5

技术领域

本发明整体来说涉及音频增强系统和方法。具体而言，本发明涉及增强多个音频信号和混合这些信号为两信道格式以在通常重放系统中再现的装置和方法。

背景技术

10 音频记录和重放系统能以用来输入和/或播放一组声音的大量独立的声道或音轨为特征。在基本的立体声记录系统中，每个都连接到麦克风的两个声道能被用来记录从不同的麦克风位置检测的声音。在重放时，由两个信道记录的的声音典型地通过一对扬声器再现，一个扬声器再现一个单独的声道。在记录时提供两个单独的音频信道允许单独地处理这两个声道以在重放时完成指定的效果。类似地，提供多个分开的音频信道在分隔开特定的声音有更多的自由度以能分开地处理这些声音。

专业的音频播音室使用能分隔和处理多个单独声音的多信道记录系统。然而，由于许多通常的音频再现装置以传统的立体声加以传送，记录声音使用的声道系统要求这些声音被“混合”为仅仅两个单独的信号。在专业音频记录世界里，播音室使用这样的混合方法，这是因为单独的乐器和给定的音频制品的发音可以开始记录在单独的诸音轨上，但必须以通常立体声系统中使用的立体声格式加以重放。专业系统可以使用在被记录到两个立体声音轨之前被单独处理的48个或更多单独的音频信道。

25 在此处定义为多于两个单独音频信道的多信道重放系统内，从单独声道记录的每个声音能被单独地处理和通过相应的一个扬声器或多个扬声器重放。在听众周围的多个位置记录的声音或指定放置在听众周围的多个位置的声音可以通过放置在适当位置的很好的扬声器真实地再现。这样的系统在戏院和在确定的听众感受到音频和视频表示的其它音频—视频环境中找到了特殊的用途。包括杜比实验室的“杜比数字”系统；数字戏剧系统（DTS）；和索尼动态数字声音（SDDS）

的这些系统均设计为最初记录和然后再现多信道声音以提供环绕倾听感受。

在个人计算机和家用戏剧活动午台中，记录的介质被标准化，使得除了两个通常的立体声信道的多个信道被存储在这样的记录介质上、一个这样的标准是提供6个单独音频信号的杜比 AC-3 多信道编码标准。在这个杜比 AC-3 系统内，两个音频信道被指定为在朝前的左和右扬声器上重放，两个信道在后面的左和右扬声器上再现，一个信道用在前面中心对话扬声器上，一个信道用于低频和效果信号，能包括所有这6个信道再现的音频重放系统并不需要这些信号被混合为两个信道格式。然而，包括当今典型的个人计算机和将来的个人计算机/电视的许多重放系统仅仅具有两个信道重放能力（不包括中心和次低音扬声器信道在内）。依此，象在 AC-3 记录中出现的不同的通常的立体声信号的在附加音频信号中呈现的信息必须被以电子方式抛弃或混合为两信道格式。

这里存在着混合多信道信号为两信道格式的各种技术和方法。简单的混合方法可以是简单地组合所有的信号为两信道格式，并同时仅校准混合信号的相对增益。另一些技术是在最终混合过程中施加频率成型，幅度校准，时延或相移或组合所有这些当中的一些到单独的音频信号。使用的特定的技术或诸多技术取决于单独音频信号的格式和内容及最初两信道混合的指定的使用。

例如，颁发给 van den Berg 的专利号为 4,393,270 的美国专利公开了处理电信号的方法，这是通过调制对应能够补偿放置扬声器的感受的预选方向的每一个单独信号实现的。在颁发给 Begault 的专利号为 5,438,623 的美国专利公开了分开的多信道处理系统。在该专利中，诸单独的音频信号被分为两个信号，它们依照左右耳的头相关的传送功能（HRTF）被延迟和滤波。产生的信号然后被组合以产生通过一付耳机被指定为重放的左和右输出信号。

包括在专业记录场所出现的这些技术在内的现有技术内出现的诸技术并没提供混合多信道信号为两信道格式以通过有限数目的单独信道实现真实的音频再现的有效方法。其结果是，提供给听众以没入声音的全环绕声的感受或声音感受没入感觉的许多环境信息被丢失了或在最终的混合记录中被屏蔽。尽管这里有处理多信道音频信号以通过通常的两信道重放去实现真实感受的多个先前的方法，这里更存在改进的空间以完成真实倾听感受的目的。

发明内容

依此，本发明的目的是提供混合多信道音频信号的改进的方法，它能用到记录 and 重放的所有方面以提供改进的真实倾听感受。本发明的目标是提供指定在通常立体声系统重放的主盘专业音频记录的改进的系统和方法。本发明的目的是提供处理从音频视频记录中提取多信道音频信号并且在通过有限数目的音频信道再
5 现时提供没有倾听感受的系统和方法。

例如，个人计算机和视频播放器正在出现记录和再现具有6个或更多单独音频信道的数字视频盘（DVD）的能力，然而，许多这样的计算机和视频播放器并不具有多于两个音频重放信道（和可能的一个次低音扬声器信道），它们不能使用指定为环绕环境的所有单独音频信道。这样，这就要求在现有技术的计算机和
10 其它传送系统能够有效地使用在这样系统中能够获得的所有音频信息和提供能与多信道重放系统相比的两信道倾听感受。本发明满足了这样的要求。

音频增强系统和方法在此公开了，它用于处理一组音频信号，所表示的声音存在于360度的发声场所，组合一组音频信号以产生一对信号，当该对信号通过一对扬声器播放时，它们能精确地表示360度的发声场所。该音频增强系统能被
15 用来作为专业的记录系统，或在包括有限量的音频再现信道的个人计算机和其它家用音频系统中使用。

在具有立体声重放能力的家用音频再现系统使用的优选的实施例中，多信道记录提供了多个单独音频信号，它们至少由一对左和右信号，一对环绕信号，和中心信道信号组成。该家用音频系统配置有从前面发声地点再现两信道信号的扬
20 声器。左和右信号和环绕信号首先被处理和然后混合在一起以提供通过扬声器重放的一对输出信号。特别是，从记录的左和右信号被集中地处理以提供一对空间校正的左和右信号来增强由听众感受的从前面发声地点发出的声音。

通过首先分隔开环绕信号的环境和单音成分而集中地处理环绕信号。环绕信号的环境和单音成分被修改以实现希望的空间效果和单独地校正重放扬声器的位
25 置。当环绕信号作为合成输出信号的一部分通过向前的扬声器播放时，听众感受的环绕声音是越过整个后面发声地点发出的。最后，中心信号可以被处理和与左、右和环绕信号混合，或者当有一个扬声器存在时可直接送往家用再现系统的中心信道扬声器。

依照发明的一个方面，系统至少具有4个单独的音频信号，它们包括具有指

定从前发声地点重放的音频信息的主左和右信号，和具有指定从后发声地点重放的音频信息的环绕左和右信号。该系统产生从前发声地点再现的一对左和右输出信号以产生三维音象感受而无需真实的扬声器放置在后发声地点。

该系统包括接收主左和右信号的第一电子音频增强器。第一音频增强器处理主左和右信号的环境成分和当使用放置在前发声地点内一对扬声器再现左和右输出信号时以产生越过前发生地点的加宽的音象感觉。

第二电子音频增强器接收环绕左和右信号，第二音频增强器处理环绕左和右信号的环境成分和当使用放置在前发声地点内的一对扬声器再现左和右输出信号时以产生越过后发声地点的声音的音象感觉。

第三电子音频增强器接收环绕左和右信号，第三音频增强器处理环绕左和右信号的单音成分和当放置在前发声地点内的一对扬声器再现左和右输出信号时以在后发声地点的中心位置产生声音的音象感觉。

通过组合从主左和右信号来的处理过的环境成分，环绕左和右信号的处理过的环境成分，和从环绕左和右信号来的处理过的单声成分，从至少四个单独音频信号中产生左和右输出信号的信号混合器，其中，主和环绕信号的环境成分相互的输出相位关系包括在左和右输出信号内。

在另外一个实施例中，至少四个单独音频信号包括具有指定由前发声地点的中心扬声器重放的音频信息的中心信道信号，该中心信道信号由信号混合器加以组合作为左和右输出信号的一部分。在另外的一个实施例中，至少四个单独音频信号包括具有指定由位于在前发声地点内的中心扬声器重放的音频信息的中心信道信号，通过信号混合器使中心信道信号与主左和右信号的单音成分相组合以产生左和右输出信号。

在另一个实施例中，至少四了单独音频信号包括具有由极好的中心信道扬声器声音地再现中心地点音频信息的中心信道信号。在另外一个实施例中，第一，第二和第三电子音频增强器应用 HRTF 为基础的变换功能到各自的单独音频信号和当左和右输出信号被音频地再现时以产生对应单独音频信号的明显的音象。

在另一个实施例中，第一音频增强器通过提升相对于近似 1KHz 和 2KHz 之间诸频率的在近似 1KHz 以下和近似 2KHz 以上的环境成分而调整主左和右信号的环境成分。在另一个实施例中，加到提升环境成分的增益相对于加到近似 1 和

2KHz 的环境分量的增益近似为 8dB。

在另外一个实施例中,第二和第三音频增强器通过提升相对于近似 1 和 2KHz 之间频率的近似在 1KHz 以下和近似在 2KHz 以上的环境和单一成分而调整环绕左和右信号的环境和单音成分。还在另一个实例中,加到提升环绕左和右信号的环境和单音成分的增益相对于加到在近似 1 和 2KHz 之间的环境和单音成分的增益近似为 18dB。

在另一个实施例中,第一,第二,和第三电子音频增强器在半导体基片上形成。还在另一个实施例中,第一,第二,和第三电子音频增强器是由软件实现的。

依照本发明的另一方面,多信道记录和重放装置接收大量单独的音频信号和处理大量的音频信号以提供第一和第二增强的音频输出信号,用以在重放输出信号时完成没有的声音感觉。多信道记录装置具有大量的平行的音频信号处理装置,用于修改单独音频信号的信号内容其中每一个平行音频信号处理装置具有:

一电路用于接收两个单独的音频信号和把两个音频信号的环境成分从两个音频信号的单音成分中分隔开,一位置处理装置用于以电子方式施加头相关的变换函数到两个音频信号的环境和单音成分的每一个以产生处理过的环境和单音成分。头相关的变换函数对应着与听众相关的所希望的空间位置。

多信道电路混合器组合由大量位置处理装置产生的处理过的单音成分和环境成分以产生增强的音频输出信号。处理过的环境成分然后按照第一和第二输出信号的输出相位关系加以组合。

在另一个实施例中,大量位置处理装置的每一个进而包括能够单独地修改两个音频信号的一电路,和其中,多信道混合器进而把从大量位置处理装置来的两个修改的信号和各自的环境和单音成分组合在一起以产生音频输出信号。在另一个实施例中,能够单独地修改两音频信号的电路以电子方式提供头相关变换函数到两个音频信号。

在另一个实施例中,能够单独地修改两个音频信号的电路以电子方式施加时延到两个音频信号中的一个。还在另一个实施例中,两个音频信号包括对应与听众相关的左前位置和右前位置的音频信息。在另一个实施例中,两个音频信号包括对应与听众相关的左后位置和右后位置的音频信息。

在另一个实施例中,大量平行的处理装置具有第一和第二处理装置,第一处

理装置施加头相关的变换函数到第一对音频信号，使得当输出信号被产生时完成第一对音频信号的第一感受方向。第二处理装置施加头相关的变换函数到第二对音频信号，使得当输出信号被产生时完成第二对音频信号的第二感受方向。

5 在另一个实施例中，在多信道记录和重放装置内的数字信号处理装置中完成大量平行音频处理装置和多信道电路混合器。

依照本发明的另一方面，音频增强系统处理大量的音频源信号以产生一对立体声输出信号，使得当一对立体声输出信号由一对扬声器再现时产生三维声音场。音频增强系统包括与第一对音频源信号相通信的第一处理电路、第一处理电路如此配置以将第一环境成分和第一单音成份从第一对音频信号中分隔开、第一
10 处理电路进而如此配置以修改第一环境成分和第一单音成分使得产生第一音象以使听众感受的第一音象是从第一位置发出的。

与第二对音频源信号相通信的第二音频处理电路。第二处理电路是如此配置以把第二环境成分和第二单音成分从第二对音频信号中分隔开来。第二处理电路进而如此配置以修改第二环境和第二单音使得产生第二音象，以使听众感受的
15 第二音象是从第二位置发出的。

与第一处理电路和第二处理电路相通信的混合电路。该混合电路是如此配置以在同相位上组合第一和第二修改的单音成分和异相组合第一和第二修改的环境成分以产生一对立体声输出信号。

在另一个实施例内，第一处理电路进一步如此配置以用第一变换函数修改第一环境成分内的大量频率成分。在另一个实施内，第一变换函数进而如此构成以
20 强调相对于在第一环境成分内的其它频率成分的第一环境成分内的低频成分的部分。还在另一个实施例内，第一变换函数是如此地构成以强调相对于在第一环境成分内的其它频率成分的第一环境成分的高频成分部分的部分。

在另一个实施例中，第二处理电路是如此配置以用第二变换函数修改在第二
25 环境成分内的大量频率成分。还在另一个实施例中，第二变换函数是如此地构成以与第一变换函数修改第一环境成分内的频率成分不同的方式修改在第二环境成分内的频率成分。

在另一个实施例中，第二变换函数是如此构成，以不强调相对于在第二环境成分内的其它频率成分的大约在 11.5KHz 以上的频率成分的部分，还是在另一个

实施例中，第二变换函数是如此构成，以不强调相对在第二环境成分内的其它频率成分的近似 125Hz 和近似 2.5KHz 之间的频率成分的部分。还是在其它实施例中，第二变换函数是如此构成以增加相对于在第二环境成分内的其它频率成分的在近似 2.5KHz 和近似 11.5KHz 之间的频率成分部分。

- 5 依照本发明的另一部分，多音轨音频处理器接收大量单独的音频讯号作为合成的音频源的部分。大量音频信号至少由两个不同的音频信号对组成，该不同的音频信号对包括在声音倾听环境内由听众解释为从不同的位置发出的音频信息。

多音轨音频处理器包括接收第一对音频信号的第一电装置。第一电装置分别施加头相关的变换函数到第一对音频信号的环境成分以产生第一音象，其中第一音象被听众感知为从第一位置发出的。

10

接收第二对音频信号的第二电装置。第二电装置分别施加头相关的变换函数到第二对音频信号的环境成分和单音成分以产生第二音象，其中的第二音象被听众感受为从第二个位置发出的。

混合从第一和第二电装置接收的第一和第二对音频信号的成分的装置。该混合装置以异相组合环境成分以产生一对立体声输出信号。

15

依照本发明的另一方面，娱乐系统具有两个主音频再现信道，以再现音频-视频记录给用户。该音频-视频记录包括五个单独的音频信号，它们是前左信号 F_L ，前右信号 F_R ，后左信号 R_L ，后右信号 R_R ，和中心信号 C ，其中，娱乐系统从两个主音频信道使用户获得环绕发声感觉。该娱乐系统包括音频-视频重放装置，用以从音频-视频记录中提取五个单独音频信号。

20

音频处理装置接收五个独立的音频信号和产生两个主音频再现信道。该音频处理装置包括第一处理器，用以调整前信号 F_L 和 F_R 的环境成分以获得空间校正的环境成分 $(F_L-F_R)_p$ 。第二处理器调整后信号 R_L 和 R_R 的环境成分以获得空间校正的环境成分 $(R_L-R_R)_p$ 。第三处理器调后信号 R_L 和 R_R 的方向场成分以获得空间校正的方向场成分 $(R_L+R_R)_p$ 。

25

在混合器产生左输出信号，左混合器组合空间校正的环境成分 $(F_L-F_R)_p$ ，和空间校正的环境成分 $(R_L-R_R)_p$ ，和空间校正的方向场成分 $(R_L+R_R)_p$ 以产生左输出信号。

右混合器产生右输出信号，右混合器组合相反的空间校正的环境成分 $(F_R-$

$F_L)_p$, 和相反的空间校正的环境成分 $(R_R-R_L)_p$, 和空间校正的方向场成分 $(R_L+R_R)_p$ 以产生右输出信号。

该装置结合音频-视频记录重放通过两个主要信道再现左和右输出信号以为用户产生环绕声音感觉。

- 5 在另一个实施例中, 中心信号由左混合器输入和加以组合成为左输出信号的部分和中心信号由右混合器输入和加以组合成为右输出信号的一部分。在另一个实施例中, 由左和右混合器组合中心信号和前信号 F_L+F_R 的方向场成分各自成为左和右输出信号的一部分。在另一个实施例中, 提供中心信号作为第三输出信号, 以通过娱乐系统的中央信道扬声器再现。

- 10 在另一个实施例中, 娱乐系统是个人计算机和音频-视频重放装置是数字通用盘 (DVD) 播放器。在另一个实施例中, 娱乐系统是电视和音频-视频重放装置是连接到电视系统上的相关的数字通用盘 (DVD) 播放器。

- 在另一个实施例中, 第一, 第二, 和第三处理器强调相对于中间频率区域的低频和 15 高频区域。在另一个实施例中, 音频处理装置作为在半导体基片上形成的模拟电路被实现的。在另一个实施例中, 音频处理装置是由软件格式完成的, 该娱乐系统的微处理器执行该软件格式。

- 依照本发明的另一方面, 为了模拟环绕声环境, 一方法增强一组音频源信号, 其中音频源信号被分配给围绕-听众放置的一组扬声器以产生左和右的输出信号, 用以通过一对扬声器再现声音。该音频源信号包括左前信号 (L_F), 右前信号 (R_F), 左后信号 (L_R) 和右后信号 (R_R)。
- 20

该方法包括修改音频源信号和基于所选取的源信号对的音频内容产生处理的音频信号的行动。该处理的音频信号对依照下述的等式加以定义:

$$P_1=F_1(L_F R_F),$$

$$P_2=F_2(L_R-R_R), \text{和}$$

25 $P_3=F_3(L_R+R_R)$

这里 F_1 , F_2 和 F_3 是强调音频信号的空间内容的变换函数, 并在由扬声器重放产生的处理的音频信号时完成听众的深度感觉。

该方法进一步包括把处理的音频信号和音频源信号组合在一起以产生左和右输出信号的行动。该左和右输出信号包括从下面等式引证的成分:

$$L_{out}=K_1L_F+K_2L_R+K_3P_1+K_4P_2+K_5P_3,$$

$$R_{out}=K_6R_F+K_7R_R-K_8P_1-K_9P_2+K_{10}P_3,$$

这里 K_1-K_{10} 是确定各自音频信号增益的独立的变量。

在另一个实施例中，变换函数 F_1 、 F_2 和 F_3 通过放大相对于近似 500Hz 和 4KHz 之间的频率的近似在 50 和 500Hz 之间的和近似 4 和 15KHz 频率之间的频率为特征而施加调整电平。也在另一个实施例中，左和右输出信号进而包括中心信道音频源信号。在另一个实施例中，由数字信号处理装置实现该方法。

依照本发明的另一方面，一方法在具有至少四个音频信号的源的娱乐系统内通过再现第一和第二输出信号产生模拟的环绕声感觉。该至少四个音频信号包括表示相对听众是从前发声地点发出的音频信息的一对前音频信号，和表示相对听众是从后发声地点发出的音频信息的一对后音频信号。

该方法包括了组合前音频信号以产生前环境成分信号和前方向成分信号的作用。该方法进而包括了组合后音频信号以产生后环境成分信号和后方向成分信号的作用。该方法进而包括了用 HRTF 为基础的变换函数处理前环境成分信号以产生在听众前左和右方面周围的前环境成分的方向的感受源的作用。

该方法进而包括用第二 HRTF 为基础的变换函数处理后环境成分信号以产生在听众的后左和右方面周围的后环境成分的方向的感觉源的作用。该方法进而包括用第三 HRTF 为基础的变换函数处理后方向成分信号以产生在听众的后中心方面的后方向成分的方向的源的作用。

该方法进而包括组合前音频信号的第一个，后音频信号的第一个，处理过的前环境成分，处理过的后环境成分，和处理过的后方向成分以产生第一输出信号的作用。该方法进而包括组合前音频信号的第二个，后音频信号的第二个，处理过的前环境成分，处理过的后环境成分，和处理过的后方向成分以产生第二输出信号的作用。该方法进而包括了通过位于相对于听众的前发声地点的一对扬声器分别再现第一和第二输出信号的作用。

在另一个实施例中，第一，第二，和第三 HRTF 为基础的变换函数通过放大相对于近似 500Hz 和 4KHz 之间频率的近似在 50 和 500Hz 之间的和近似在 4 和 15KHz 之间的信号频率来调整各自的输入。

在另一个实施例中，娱乐系统是各人计算机和由附在计算机系统上的数字视

频盘播放器产生至少四个音频源信号。在另一个实施例中，娱乐系统是电视和连接到电视系统上的相关的数字视频盘播放器产生至少四个音频源信号。

在另一个实施例中，至少四个音频源信号包括中心信道音频信号，信道信号以电子方式加在第一和第二输出信号上。在另一个实施例中，由数字信号处理器
5 实现处理第一，第二，和第三 HRTF 为基础的变换函数的作用。

依照本发明的另一方面，音频信号解码器使用的音频增强装置提供了指定位于在环绕声倾听环境内的一组扬声器重放的多个音频信号。音频增强装置从多个音频信号中产生了供一对扬声器重放的一对输出信号。

该音频增强装置包括增强装置，用于把从信号解码器来的大量多音频信号分
10 组单独的对音频信号。该增强装置修改单独音频信号对的每一个以产生单独的成分信号对。一电路组合成分信号以产生增强的音频输出信号，每一个增强的音频输出信号包括从第一对成分信号来的第一成分信号和从第二对成分信号来的第二成分信号。

依照本发明的另一方面，在音频信号解码器内使用的音频增强装置提供指定
15 由位于在环绕声倾听环境内的一组扬声器重放的多个音频信号。该音频增强装置从多个音频信号中产生供一对扬声器重放的输出信号对。

该音频增强装置包括把信号解码器的多个音频信号的至少一些分组为单独的音频信号对的装置。该分组装置进而包括修改每一个单独的音频信号对以产生
20 单独的成分信号对的装置。

该音频增强装置进而包括组合成分信号以产生增强的音频输入信号的装置。每一个增强的音频输出信号包括从第一对成分信号来的第一成分信号和从第二对成分信号来的第二成分信号。

结合下面附图的随后的描述将使本发明的上述的和其它方面，特点和优点更加明显。

25 附图说明

图 1 是为产生一对增强输出信号以产生环绕声效果的多信道音频增强系统的第一实施例的示意方框图。

图 2 是为产生一对增强输出信号以产生环绕声效果的多信道音频增强系统的第二实施例的示意方框图。

图 3 是示意框图描述了增强选取的一对音频信号的音频增强处理。

图 4 是处理从一对音频信号来的选取的成分的增强电路的示意方框图。

图 5 是具有依照从两个输出信号产生环绕声效果的本发明构成的音频增强系统的个人计算机的立体图。

5 图 6 是描述其主要内部分成分的图 5 的个人计算机的示意性框图。

图 7 描述了在图 5 所示的个人计算机操作期间由听众听到的感觉的和真实的声源。

图 8 是处理的混合一组 AC-3 音频信号以从一对输出信号完成环绕声感受的优选实施例的示意方框图。

10 图 9 是处理和混合一组 AC-3 音频信号以从一对输出信号完成环绕声感受的优选实施例中使用的第一信号调整曲线的图形表示。

图 10 是处理和混合一组 AC-3 音频信号以从一对输出信号完成环绕声感受的优选实施例中使用的第二信号调整曲线的图形表示。

15 图 11 是示意框图描述了为产生图 9 的第一信号调整曲线的各种滤波器和放大器级。

图 12 的示意图描述了为产生图 10 的第二信号调整曲线的各种滤波器和放大器级。

具体实施方式

20 图 1 描述了处理一组音频信号和提供一对输出信号的多信道音频增强系统 10 的第一优选实施例的方框图。该音频增强系统 10 包括输出一组独立的音频信号 10 到多信道信号混合器 20 的多信道音频信号源 16。该混合器 20 提供一组处理过的多信道输出 22 到音频没有处理器 24，该信号处理器 24 在由一对扬声器 34 和 36 再现以前提供能被指向记录装置 30 或功率放大器 32 的处理过的左信道信号 26 和处理过的右信道信号 28。取决于由处理器 20 接收的信号输入 18，信号混合器也
25 可以产生对应从信号源 16 来的低音信号 B 的包括有低频信息的低音信号 40 和/或对应从信号源 16 输出的对应中心信号 C 的包括对话或中心定位声音的中心音频信号 42。即不是所有的信号源也不是中心信道 C 将提供单独的低音效果信道 B，因此，应这样理解，所示的这些信道为任选的信号信道。在由放大器 32 放大以后信号 40 和 42 被分别表示为输出信号 44 和 46。

5 在操作中，图1的音频增强系统10从音频源16接收音频信息。音频信息可以以为单独的模拟或数字信道的形式或作为数字数据位流。例如，音频源16可以是由在交响乐队或其它音频演奏时附在各种乐器上的一组麦克风产生的信号。替换地，音频源16可以是音频制品的预记录的多音轨的再现。在许多情况下，从源16接收的音频数据的特定形式并不与增强系统10的操作特别相关。

为了图示的目的，图1描述的源音频信号为包括八个主信道A0-A7，单个低音或低频信道B，和单个中心信道信号C。现有技术领域的普通技术人员所欢迎的是，本发明的概念同样可以应用到多于或少于独立音频信道的多信道系统。

10 作为结合图3和4更加详细解释的是，多信道没有处理器24修改从混合器20接收的输出信号22并且在当一对输出信号Lout和Rout被声音地再现时以产生没有的三维效果。在图1所示的处理器24作为实时操作多信道混合输出信号22的模拟处理器。如果处理器是模拟装置，和如果音频源16提供数字数据输出，那末在处理信号22之前，处理器24当然必需包括数字-模拟转换器（未示出）。

15 现参看图2，示出的多信道音频增强系统的第二优选的实施例提供了音频源的数字没入处理。示出的音频增强系统50包括数字音频源52，它沿路径54传送音频信息到多信道数字音频解码器56。该解码器56沿路径58传送多音频信道信号。进而，由解码器56可以产生任选的低音和中心信号B和C。数字数据信号58，B和C被传送到音频没有处理器60，它数字地操作以增强接收的信号。该处理器60产生一对增强的数字信号62和64，它们被馈送到数字-模拟转换器66。
20 进而，信号B和C被馈送给转换器66。产生的对应低频和中心信息的增强模拟信号68和70馈送给功率放大器32。类似地，增强的模拟的左和右信号72，74传送给放大器32。该左和右增强的信号72和74被传送给记录装置30，用于直接存储处理的信号72和74到例如磁带或光盘的记录介质上。一但被存储到记录介质上，对应信号72和74的处理的音频信号能被无须进一步增强处理的通常的立体声系统再现以完成这里描述的指定的没入效果。
25

放大器32传送放大的左输出信号80，Lout到左扬声器34和传送放大的右输出信号82，Rout到右扬声器36。同样，放大的低音效果信号84，Bout被传送到任选的次低音扬声器86。放大的中心信号88，Cout可以传送到任选的中心扬声器（未示出）。对于信号80和82的靠近场的再现，即一听众是在靠近和在扬声器

34 和 36 之间的位置,不是必须使用中心扬声器以完成中心音象的适当定位。然而,在听众的位置离两扬声器 34 和 36 相对较远的远场应用的情况下,可以使用中心扬声器去固定两扬声器 34 和 36 之间的中心音象。

由解码器 56 和处理器 60 组成的组合是由划线 90 表示的,该组合可以由多种不同的方式实现,这取决于特定的应用,设计限制,或仅仅是个人的爱好。例如,在区域 90 内执行的处理可以在数字信号处理器 (DSP) 内完成,或由装入到计算机的存储器的软件完成,或者作为例如在微处理器的 Intel 的 Pentium 存在的微处理器信号处理能力的一部分。

现参看图 3,示出图 1 的没有处理器 24 与信号混合器相结合。处理器 24 包括单独的增强模块 100, 102 和 104, 它们当中的每一个从混合器 20 接收一对音频信号。该增强模块 100, 102 和 104 以部分处理相应的立体声水平的一对信号,这是通过把从每一对信号来的环境和单音成分分隔开实现这些成分和初始的信号一块被修改以产生生成的信号 108, 110 和 112。经历了单独处理的低音,中心和
10 其它信号沿路径 118 被传送到模块 116, 该模块可以提供对接收信号 118 的电平调整,简单滤波或其它的修改。从模块 116 来的产生的信号 120 和信号 108, 110
15 和 112 一块被输出到在处理器 24 内的混合器 124。

图 4 描述了模块 100 的优选实施例的示意性内部结构。该模块 100 由接收一对音频信号的输入 130 和 132 组成。该音频信号被传送到电路或其它处理装置,用来从输入信号内出现的指向场,或单音,声音成分中分离开环境成分。在优选
20 的实施例中,电路在信号路径 136 中产生表示和信号 $M1+M2$ 的方向声音成份,包括输入信号环境成分的差信号 $M1-M2$ 沿路径 138 中被传送。和信号 $M1+M2$ 被具有变换函数 $F1$ 的电路 140 修改。类似地,差信号 $M1-M2$ 被具有变换函数 $F2$ 的电路 142 修改。变换函数 $F1$ 和 $F2$ 可以是相同的和在优选的实施例中通过强调特定的频率和同时削弱其它的频率提供空间增强到输入信号。为了实现在重放时
25 的感受的信号位置,变换函数 $F1$ 和 $F2$ 可以实现 HRTF 为基础的处理到输入信号。如果愿意的话,电路 140 和 142 可以被用来插入相对于初始信号 $M1$ 和 $M2$ 的输入信号 136 和 138 的时延和相移。

电路 140 和 142 分别沿路径 144 和 146 输出修改的和与差信号 $(M1+M2)_p$ 和 $(M1-M2)_p$ 。最初的输入信号 $M1$ 和 $M2$ 及处理的信号 $(M1+M2)_p$ 和 $(M1-M2)_p$ 。馈

送给调整接收信号增益的乘法器。在处理后, 修改的信号在输出 150, 152, 154 和 156 处离开增强模块 100、输出 150 传送信号 K_1M_1 , 输出 152 传送信号 $K_2F_1(M_1+M_2)$ 和输出 154 传送信号 $K_3F_2(M_1+M_2)$ 和输出 156 传送信号 K_4M_2 , 这里 K_1-K_4 是设置乘法器 148 确定的常数。由模块 100, 102, 104 和 116 和执行的
5 处理类型和特别是电路 134, 140, 和 142 可以是用户可调节的以实现希望的效果和/或所希望的再现声音的位置。在一些情况下, 可以希望仅处理一对输入信号的环境成分或单音成分。由每一模块执行的处理可以是区别的, 或者它可以与一个或多个模块是相同的。

在优选的实施例内, 在混合前一对音频信号共同被增强, 每一个模块 100,
10 102 和 104 将产生供图 3 所示混合器 24 接收的四个处理的信号。所有信号 108, 110, 112, 和 120 可以依照该技术领域的普通技术人员公知的原理和依赖于用户的喜好由混合器 124 有选择地加以组合。

通过按立体声水平即按各对来处理多信道信号, 在一对信号内的细微的差异和相似性能被调整, 以实现通过诸扬声器重放时产生的没有效果。该没有效果可以通过将 HRTF 为基础的变换函数应用于处理信号上而被定位, 以产生全没有定位的发声场。每一对音频信号被单独地处理以产生多信道音频混合系统, 该系统能有效地再产生真实 360 度声音场的感觉。通过对一对音频信号的成分即环境和单音成分的单独的 HRTF 处理, 提供更多的条件控制, 当处理的信号被声音再现时产生了更多的真实没有声音感受。in the article by E.A.B. shaw entitle
15 “Transformation of Sound Pressure Level From the Free Field to the Eardum in the HorigontalPlane”, J.Acouet Soc.Am., Vol.56, No, Decemler 1974, and in the article by S.Mchrgardt and V.Mellert entitle “Transpormation characteristic of External Human Ear” , J.Acoust.Soc.Am, Vol61, N0.6, Jwne1977, 描述了能被用来完成特定感受方位的 HRTF 变换函数的实例, 这两篇文章在此作为参考。
20

25 虽然结合图 1-4 的上述的本发明的原理适用于专业的播音室以进行高质量的记录, 本发明的一个特定的应用是在音频重放装置, 该装置有能力去处理但不再现多信道音频信号。例如, 当今的音频-视频记录介质是用多音频信道信号编码以家用剧院环绕处理系统中再现。这样环绕系统典型地包括再现左和右立体信号的向前或前扬声器, 再现左环绕和右环绕信号的后扬声器, 和一再现中心信号的中

心扬声器，和再现低频信号的次低音扬声器。由这样环绕系传播放的记录介质能使用多信道音频信号通过杜比 AC-3 音频编码标准进行编码。许多当今的重放装置并不配备环绕或中心信道扬声器。作为结果，多信道记录介质的全部能力并没有发挥而留给用户差的倾听感受。

5 参看图 5，示出的个人计算机系统 200 具有依本发明构成的没有位置的音频处理器。该计算机系统由连接到显示监视器 204 的处理单元 202 组成。前左扬声器 206 和前右扬声器 208 及任选的次低音扬声器 210 均连接到单元 202 以再现由单元 202 产生的音频信号，听众 212 通过键盘 214 操作计算机系统 200。计算机系统 200 处理多信道音频信号以从恰恰扬声器 206, 208 和如果有的扬声器 210 提供
10 供给该听众 212 没有 360 度环绕声感受。在优选的实施例中，这里公开的处理系统将使用杜比 AC-3 记录介质加以描述。值得欢迎的是，然而，应用相同或类似的原理到使用多信道以产生环绕声感受的其它标准化音频记录技术。进而，当图 5 示出和描述了计算机系统 200 时，再现 AC-3 记录介质的音频-视频重放装置可以是电视，电视/个人计算机组分，连接到电视的数字视频盘播放器，或任何能够播
15 放多信道音频记录的其它装置。

图 6 是图 5 处理单元 202 的主要内部成分的示意框图。单元 202 包括依照对普通技术人员公知的原则构成的典型计算机系统的诸成分，即中央处理单元 (CPU) 220，大容量存储器和临时随机存取存储器 (RAM) 系统 222，输入/输出控制装置 224，所有成分通过内部总线结构相互连接。单元 202 也包括电源 226
20 和记录的介质播放器/记录器 228，它们可以是 DVD 装置或其它的多信道音频源。DVD 播放器 228 提供视频数据到视频解码器以在监视器上显示。从 DVD 播放器 228 来的音频数据被传送到音频解码器 232，它提供从播放器 228 来的多信道数字音频数据到没有处理器 250。从解码器 232 来的音频信息包括左前信号，在右信号，左环绕信号，右环绕信号，中心信号，和低频信号，所有这些信号均传送到
25 没有音频处理器 250。处理器 250 以适合通常立体声重放系统重放的方式数字地增强解码器 232 来的音频信息。特别是左信道信号 252 和右信道信号 254 被提供作为处理器 250 的输出。低频次低音信号 256 也被提供以传送低音响应到立体声重放系统。信号 252, 254, 和 256 首先提供给数字-模拟转换器 258，然后到放大器 260，然后输出以连接相应的扬声器。

现参看图 7, 从上面立体地示出个图 5 系统的扬声器位置的示意性表示。该听众 212 是位于左前扬声器 206 和右前扬声器 208 之间和前方。通过处理依照优选实施例的从 AC-3 兼容的记录产生的环绕信号, 为该听众产生了模拟的环绕感受。特别是, 通过扬声器 206 和 208 正常的重放两信道信号将产生感觉的幻象中心扬声器 214, 左和右信号的单音成分将从该扬声器 214 呈现发出。这样, 当通过扬声器 206 和 208 再现时, 从 AC-3 六信道记录来的左和右信号将产生中心幻象扬声器 214。AC-3 六信道记录的左和右环绕信道被处理, 使得感受的环境环绕声是从后面幻象扬声器 215 和 216 发出的, 在此同时单音环绕声呈现从后面幻象中心扬声器 218 中发出的。进而, 左和右前信号, 和左和右环绕信号被空间地增强以提供没有声音感受以取消真实扬声器 206, 208 和幻象扬声器 215, 216 和 218 作为感觉的声源点。最好, 由任选次低音扬声器 210 产生低频信息, 该扬声器 210 可以放置在该听众 212 周围的任何位置。

图 8 是完成图 7 所示没入声效果的没入处理器和混合器的示意表示。处理器 250 对应图 6 示出的处理器和接收六个音频信道信号, 这些信号是前主左信号 M_L , 前主右信号 M_R , 左环绕信号 C_L , 右环绕信号 S_R , 中心信道信号 C , 和低频效果信号 B 。信号 M_L 和 M_R 馈送到受音量调节信号 M_{volume} 控制的相应的增益调节乘法器 252 和 254。中心信号 C 的增益受到第一乘法器 256 的调节和受到信号 M_{uolume} 和受到中心调节信号 C_{volume} 控制的第二乘法器 258 的控制。类似地, 环绕信号 S_L 和 S_R 首先馈送到音量调节信号 S_{volume} 控制的各自的乘法器 260 和 262。

主前左和右信号 M_L 和 M_R 每一个馈送到求和结点 264 和 266。求和结点具有接收 M_R 的反向输入和接收 M_L 的正向输入并组合以输出路径 268 上产生 M_L-M_R 。信号 M_L-M_R 馈送到以变换函数 $P1$ 为特征的增强电路 270。处理的差信号 $(M_L-M_R)_P$ 由电路 270 的输出传送到增益调整乘法器 272, 乘法器 272 的输出直接馈送到左混合器 280 和反相器 282。反相的差信号 $(M_R-M_L)_P$ 从反相器 282 传送到右混合器 284。在结点 266 输出的和信号 M_L+M_R 被馈送给增益调节乘法器 286。乘法器 286 的输出馈送到求和结点, 它使中心信道信号 C 和信号 M_L+M_R 。离开结点 290 的组合的信号 M_L+M_R+C 直接送到左混合器 280 和右混合器 284。最后, 在传送到混合器 280 和 284 之前, 最初的信号 M_L 和 M_R 分别首先通过固定的增益调节电路即

放大器 290 和 292。

分别从乘法器 260 和 262 离开的环境左和右信号 S_L 和 S_R 分别馈送到求和结点 300 和 302。求和结点 300 具有接收 S_R 的反向输入和接收 S_L 的正向输入和组合以在输出路径 304 上产生 S_L-S_R 。所有的求和结点 264, 266, 300 和 302 是如此地
5 配置为反相放大器或正相放大器, 这取决于是否产生和或差信号。反相和正向放大器两者依照该技术领域的技术人员公知的原理由通常的运算放大器构成。信号 S_L-S_R 被馈送到以变换函数 P_2 为特征在增强电路 306。处理后的差信号 $(S_L-S_R)_p$ 从电路 306 的输出传送到增益调节乘法器 308。乘法器 308 的输出直接馈送到左混合器 280 和反相器 310。反相的差信号 $(S_R-S_L)_p$ 从反相器 310 传送到右混合器 284。
10 离开结点 302 的和信号 S_L+S_R 馈送到以变换函数 P_2 为特征的单独的增强电路 320。处理的和信号 $(S_L+S_R)_p$ 从电路 320 的输出传送到增益调节乘法器 332。当对和与差信号做出参照时, 应当注意, 实际和与差信号的使用仅仅是一种表示。同样的处理能被完成而不管一对信号的环境和单音成分是怎样分隔开的, 乘法器 332 的输出直接馈送给左混合器 280 和右混合器 284。同样, 在传送到混合器 280 和 284
15 之前, 最初的信号 S_L 和 S_R 首先分别馈送通过固定增益放大器 330 和 334。最后, 低频效果信道 B 被馈送, 通过放大器 336 以产生输出低频效果信号 Bout。任选地, 如果没有次低音扬声器的话, 低频信道 B 可以被混合作为输出信号 Lout 和 Rout 的一部分。

图 8 的增强电路 250 可以模拟分立的形式, 以半导体基片的形式, 通过在主
20 或专用的微处理器上运行的软件, 以数字信号处理 (DSP) 芯片即固件或以一些其它数字格式加以实现。这也可能使用自模拟和数字成分组成的混合电路结构, 这是因为在许多情况下源信号将是数字的。依此, 单独的放大器, 调整器或其它成分可以由软件或固件实现。进而, 图 8 的增强电路 270 和增强电路 306 和 320 可以使用各种音频增强技术。例如, 电路装置 270, 306, 和 320 可以使用时延技
25 术, 相移技术, 信号调整, 或所有这些技术的组合以完成所希望的音频效果。这些音频增强技术的基本原理对所属领域的技术人员是公知的。

在优选的实施例中, 没入处理器电路 250 唯一以一组 AC-3 多信道信号为条件通过重放两输出信号 Lout 和 Rout 以提供环绕声感受。特别是, 通过把呈现在这些信号里的环境信息分隔开以共同处理 M_L 和 M_R 信号。环境信号成分表示一对

音频信号之间的差。从一对音频信号导出的环境信号成分因此经常参考为“差”信号成分。当电路 270, 306 和 320 被示出和被描述为产生和与差信号, 而音频增强电路 270, 306 和 320 的其它实施例根本不能明显地产生和与差信号。这可以使用通常的电路设计原理以许多方式加以完成。例如, 分隔差信号信息和它的随后的调整可以数字地实现, 或在放大器电路的输入级瞬时完成。除了处理 AC-3 音频信号源以外, 图 8 的电路 250 将自动地处理具有较少单独音频信道的信号源。例如, 如果由处理器 250 输入杜比预 (Dolbypro) 逻辑信号, 即这里 $S_L=S_R$, 仅仅增强电路 320 将进行操作以修改后信道信号, 这是因为结点 300 处将不产生环境成分。类似地, 如果仅两个信道立体声信号 M_L 和 M_R 呈现, 那末处理器 250 进行操作以通过增强电路 270 的操作从仅仅两个信道产生出空间增强倾听感受。

在优选的实施例中, 能被表示为差信号 M_L-M_R 的前信道信号的环境信息依照图 9 的频率响应曲线 350 由电路 270 加以调整。该曲线 350 可以指定为空间校正曲线, 或“投影”曲线。通过有选择地增强提供宽敞感觉声音信息, 环境信号信息的这样调整展宽和混合了从一对音频信号产生的感觉的发声地点。

增强电路 306 和 320 分别修改环绕信号 S_L 和 S_R 和环境单音成分。依照优选的实施例, 变换函数 P2 和 P3 是相同的和两者施加同样的投影调整电平到相应输入信号。特别是, 电路 306 调整由信号 S_L-S_R 表示的环绕信号的环境成分, 而电路 320 调整用信号 S_L+S_R 表示的环绕信号的单音成分。调整的电平用图 10 的频率相应曲线 352 表示。

图 9 和 10 分别显示的投影调整曲线 350 和 352 为相对以对数格式显示的音频的以分贝测量的增益函数。在各个单独频率上的以分贝表示的增益电平仅仅与它们相对的参考信号相关。这是由于整个输出信号的放大发生在最后的混合过程。开始参看图 9, 依照优选的实施例, 投影曲线 350 在近似 125Hz 的 A 点具有峰值增益。投影曲线 350 的增益在 125Hz 的上面和下面以每倍频程近似 6dB 的速率衰减。投影曲线 350 在近似 1.5-2.5KHz 区域的 B 点达到最小增益。在 B 点以上的频率处增益以每倍频程近似 6dB 的速率增加直至近似 7KHz 的 C 点, 和然后连续增加到近似 20KHz, 即近似为人耳听到的最高频率。

现参看图 10, 和依照优选的实施例, 投影曲线 352 在位于近似 125Hz 的 A 点具有峰值增益。投影曲线 350 的增益在 125Hz 以下以每倍频程近 6dB 的速度下

降和在 125Hz 以上以每倍频程近似 6dB 的速度下降。投影曲线 352 在近似 1.5-2.6KHz 的区域的 B 点达到最小增益。增益在 B 点以上的频率处以每倍频程近似 6dB 的速率上升，并在近似 10.5-11.5KHz 的 C 点达到最大增益。曲线 352 的频率响应在近似 11.5KHz 以上的频率处下降。

- 5 完成图 9 和 10 的调整曲线 350 和 352 适用的装置和方法类似于在 1995 年 4 月 24 日申请的系列号为 08/430751 的未决申请公开的装置和方法，该申请正在此全文作为参考。颁发给 Arnold I.Klayman 的专利号为 4,738,669 和 4,866,7440 的美国专利公开了增强环境信息的相关的音频增强技术，该两专利在此全篇作为参考。
- 10 在操作中，图 8 的电路 250 的特殊的功能是在由仅仅两个扬声器再现时定位在一听众周围的五个主要信道信号 M_L , M_R , C, S_R , S_L 如前面所讨论的，施加到信号 M_L - M_R 的图 9 由线 350 展宽和空间上增强了来自信号 M_L 和 M_R 的环境声音。这就产生了从图 7 示出的扬声器 206 和 208 发出的宽前发声地点的感受。这是通过有选择地调整环境信号信息以强调低和高频率成分。类似地，图 10 的调整曲线
- 15 352 施加到信号 S_L - S_R 以展宽和空间增强从信号 S_L 和 S_R 来的环境声音。进而，然而，调整曲线 352 修改了信号 S_L - S_R 以考虑 HRTF 的定位以获得感受图 7 后扬声器 215 和 216。作为结果，相对于施加 M_L - M_R 的那个，曲线 352 包括强调信号 S_L - S_R 的低和高频成分的较高的电平。这是需要的，这是因为对从零度方位角指向一听众的声音的人耳的正常的频率响应将强调大约在 2.75KHz 为中心的声音。强调这
- 20 些声音造成了平均人耳部和从耳道谐振的固有的变换函数。图 10 的投影曲线 352 抵消人耳的固有变换函数以产生信号 S_L - S_R 和 S_L + S_R 的后扬声器的感觉。产生的处理的差信号 $(S_L-S_R)_P$ 被异相驱动到混合器 280 和 284 以维持宽广的后发声地点的感受，仿佛是由幻象扬声器 215 和 216 再现的。

- 25 通过分开的环境信号处理为和与差成分，通过允许每个信号 S_L - S_R 和 S_L + S_R 的增益被单独的调节，提供了较大的控制。本发明也识别如图 7 所示的中心后幻象扬声器 218 的产生，并需要和信号 S_L + S_R 的类似的处理，因为声音真实地从前扬声器 206 和 208 发出的。因此，信号 S_L + S_R 也由电路 320 依照图 10 的曲线 352 加以调整。产生的处理的信号 $(S_L+S_R)_P$ 同相被驱动以实现感觉的幻象扬声器 218，仿佛两个幻象后扬声器 215 和 216 真实存在着。对于包括专用的中心信道扬声器

和音频再现系统而言，图 8 的电路 250 能被修改，使得中心信号 C 直接馈送到这中心扬声器而不是在混合器 280 和 284 中被混合。

在电路 250 内的各种信号的近似相对增益值是以离开乘法器 272 和 308 为 0 分贝为参考测量的。使用这种参考，依照本发明优选实施例的放大器 290, 292, 5 330, 和 334 的增益近似为-18dB, 离开放大器 332 的和信号的增益近似为-20dB, 离开放大器 286 的和信号的增益近似为-20dB, 离开放大器 258 的中心信道信号的增益近似为-7dB。这些相对的增益值根据用户的喜好纯粹是设计的选择和可以变化而不脱离本发明的精神。调整放大器 272, 286, 308 和 332 允许处理过的信号适合再现声音的类型和适合用户的个人喜好。增加和信号的电平强调呈现在位于 10 一对扬声器之间的中心地点的音频信号。相反，增加差信号电平强调产生较宽音象感觉的环境声音信息。在一些音乐类型参数和系统配置是公知的，或用于调整是不实际的一些音频安排中，乘法器 272, 286, 308, 和 332 可以预置和固定在所希望的电平上。事实上，如果用后信号输入电平进行希望的乘法器 308 和 332 的电平调整，那末就可能直接连接增强电路到输入信号 S_L 和 S_R 。正如在技术领域的普通技术人员所欣赏的，图 8 的各种信号的最终单独的信号强度将受到音量调节和由混合器 280 和 284 施加的混合电平的影响。

依此，音频输出信号 L_{out} 和 R_{out} 产生改进很多的音频效果，因为有选择地强调环境声音以充分地环绕在再现发声地点的一听众。忽略单独成分的相对增益，音频输出信号 L_{out} 和 R_{out} 可由下面的数字式子表示为：

$$20 \quad L_{out} = M_L + S_L + (M_L - M_R)_P + (S_L - S_R)_P + (M_L + M_R + C) + (S_L + S_R)_P \quad (1)$$

$$R_{out} = M_R + S_R + (M_R - M_L)_P + (S_R - S_L)_P + (M_L + M_R + C) + (S_L + S_R)_P \quad (2)$$

上述表示的增强输出信号可以磁性地或以电子方式存储在例如乙烯基记录，小型盘，数字或模拟音频带，或计算机数据存储介质的各种记录介质上。已经被存储的增强的音频输出信号可以通过通常的立体声再现系统再现以完成相同 25 电平的立体声象的增强。

参看图 11，示意性方框图给出了依照优选的实施例的完成图 9 调整曲线 350 的电路。电路 270 输入环境信号 $M_L - M_R$ ，这对应着在图 8 路径 268 处。该信号 $M_L - M_R$ 首先被具有近似 50Hz 截止频率或-3dB 频率的高通滤波器 360 限制，使用高通滤波器 360 被设计为避免过分放大在信号 $M_L - M_R$ 中呈现的低音成分。

为在频谱成型信号 M_L-M_R ，滤波器 360 的输出被分为三个单独的信号路径 362, 364, 和 366。特别是 M_L-M_R 沿路径 362 传送到放大器 368 和然后到求和结点 378。信号 M_L-M_R 也沿路径 364 传送到低通滤波器 370, 然后到放大器 372, 和最后到求和结点 378。最后, 信号 M_L-M_R 沿着路径 366 传送到高通滤波器 374, 5 然后到放大器 376, 和然后到求和结点 378。每一个单独限制差信号 M_L-M_R 在求和结点组合以产生处理的差信号 $(M_L-M_R)_P$ 。在优选的实施例中, 低通滤波器 370 具有的截止频率近似为 200Hz, 而高通滤波器 374 具有的截止频率近似为 7KHz。严格的截止频率并不是严格的, 只要相对于近似 1 至 3KHz 的中频区域的频率的低和 10 高频区域的环境成分能被放大。滤波器 360, 370, 和 374 均是一次滤波器以减少复杂性和成本, 但图 9 和 10 表示的处理电平不被显著更改的情况下也可以是高次滤波器。同样, 依优选的实施例, 放大器 368 将具有近似 0.5 的增益, 放大器 372 将具有近似 1.4 的增益, 和放大器 376 将具有近似 1 的增益。

离开放大器 368, 372, 和 376 的诸信号组成了信号 $(M_L-M_R)_O$ 的成分。当求和结点 378 组合这些信号时。整个频谱成型即环境信号 M_L-M_R 的标准化发生了。15 这就是作为输出信号 L_{out} 一部分的由左混合器 280 混合的处理过的信号 $(M_L-M_R)_P$ 。类似地, 由右混合器 284 (图 8 所示) 混合的反相信号 $(M_R-M_L)_P$ 作为输出信号 R_{out} 的一部分。

现参看图 9, 在优选的实施例中, 在投影曲线 350 的 A 点和 B 点之间的增益差理想地被设计为 9dB, B 和 C 点之间的增益差应当近似为 6dB。这些数字是设计限制和实际的数字将更似乎取决于电路 270 使用的部件的真实值。如果图 11 放大器 368, 372, 和 376 的增益是固定的, 那末投影曲线 350 将维持恒定, 调节放大器 368 将倾向于调节点 B 的幅度电平, 这样也就改变了点 A 和 B 及点 B 和 C 之间的增益差。在环绕声环境中, 非常大于 9dB 的增益差可倾向于减少该听众的中间区域的感受。20

由数字信号处理器完成投影曲线在许多情况下将更精确地反映上述的设计限制。对于模拟实施情况。如果对应点 A, B 和 C 的频率和增益差的限制变化正或负百分之 20, 依然是可以接受的。这样从理想说明的偏离将仍然产生希望的增强效果, 虽然比最佳的结果差一些。25

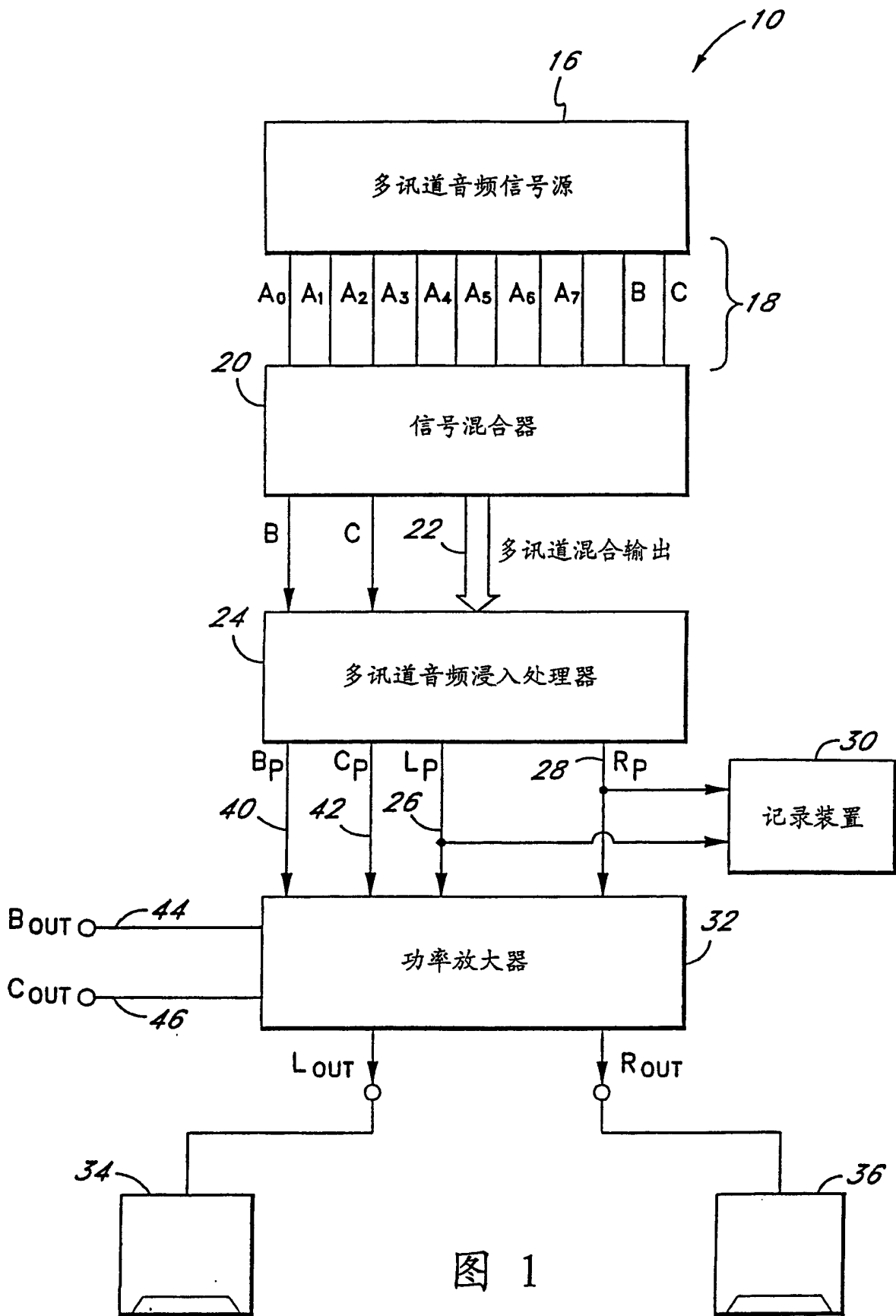
现参看图 12, 示意框图给出了依优选的实施例完成图 10 的调整曲线 352 的

电路。虽然使用同一曲线 352 去成型信号 S_L-S_R 和 S_L+S_R ，为了便于讨论，仅对电路增强装置 306 做出图 12 的参考。在优选的实施例中，装置 306 的特性与 320 的特性是一致的。电路 306 输入环境信号 S_L-S_R ，这对应图 8 的路径 304 的地点。该信号 S_L-S_R 首先被具有截止频率 50Hz 的高通滤波器 380 加以限制，如图 11 的电路 270 内所示，滤波器 380 的输出将分为三个单独的信号路径 382，384 和 386 以单独成型信号 S_L-S_R 。特别是，信号 S_L-S_R 沿路径 382 传送到放大器 388 和然后到求和结点 396。信号 S_L-S_R 也沿路径 384 到高通滤波器 390 和然后到低通滤波器 392。滤波器 392 的输出传送到放大器 394，和最后到求和结点 396。最后，信号 S_L-S_R 沿路径 386 传送到低通滤波器 398，然后到放大器 400，和然后到求和结点 396。每一个单独限制的信号 S_L-S_R 在求和结点 396 处被组合以产生处理的差信号 $(S_L-S_R)_P$ 。在优选的实施例中，高通滤波器 390 具有截止频率为近似 21KHz，而低通滤波器具有的截止频率近似为 8KHz。该滤波器 392 用于产生图 10 的最大增益点 C 和如果愿意的话可以移去。进而，低通滤波器具有截止频率近似为 225Hz。正如所属领域的普通技术人员所欣赏的，这里存在着能完成图 10 示出的频率响应曲线 352 而不脱离本发明精神的多种附加的滤波器组合。例如，严格的滤波器数目和截止频率并不是关键的，只要信号 S_L-S_R 依照图 10 加以调整。在优选的实施例中，所有的滤波器 380，390，392 和 398 均是一次滤波器。同样，依照优选的实施例，放大器 388 具有的近似增益为 0.1，放大器 394 具有的近似增益为 1.8，和放大器 400 将具有的近似增益为 0.8。由左混合器 280（在图 8 示出）混合的处理的信号 $(S_L-S_R)_P$ 作为输出信号 L_{out} 的一部分。类似地，由右混合器 284（在图 8 中示出）混合的反相信号 (S_R-S_L) 作为输出信号 R_{out} 的一部分。

再参看图 10，在优选的实施例中，投影线 352 的点 A 和 B 之间的增益差理想地被设计为 18dB，和点 B 和 C 之间的增益差应当近似为 10dB。这些数字是设计的限制和真实的数字将非常取决于在电路 306 和 320 中使用的部件的实际的数值。如果图 12 的放大器 388，394 和 400 的增益是固定的，那么投影曲线 352 将保持恒定。放大器 388 的调整将倾向于调节曲线 352 的 B 点的幅度电平，这样改变点 A 和 B，和点 B 和 C 之间的增益差。

通过前述和附图，本发明已经示出超过通常音频再现和增强系统的重要优点。上述的描述已经描述出，和指示出发明的基本的新颖的特点，应当理解，在

该技术领域的普通技术人员可以对示出的装置和细节和型式做各种省略和替代和变化而不脱离本发明的精神。因此，下述的权利要求书对发明的范围做出限制。



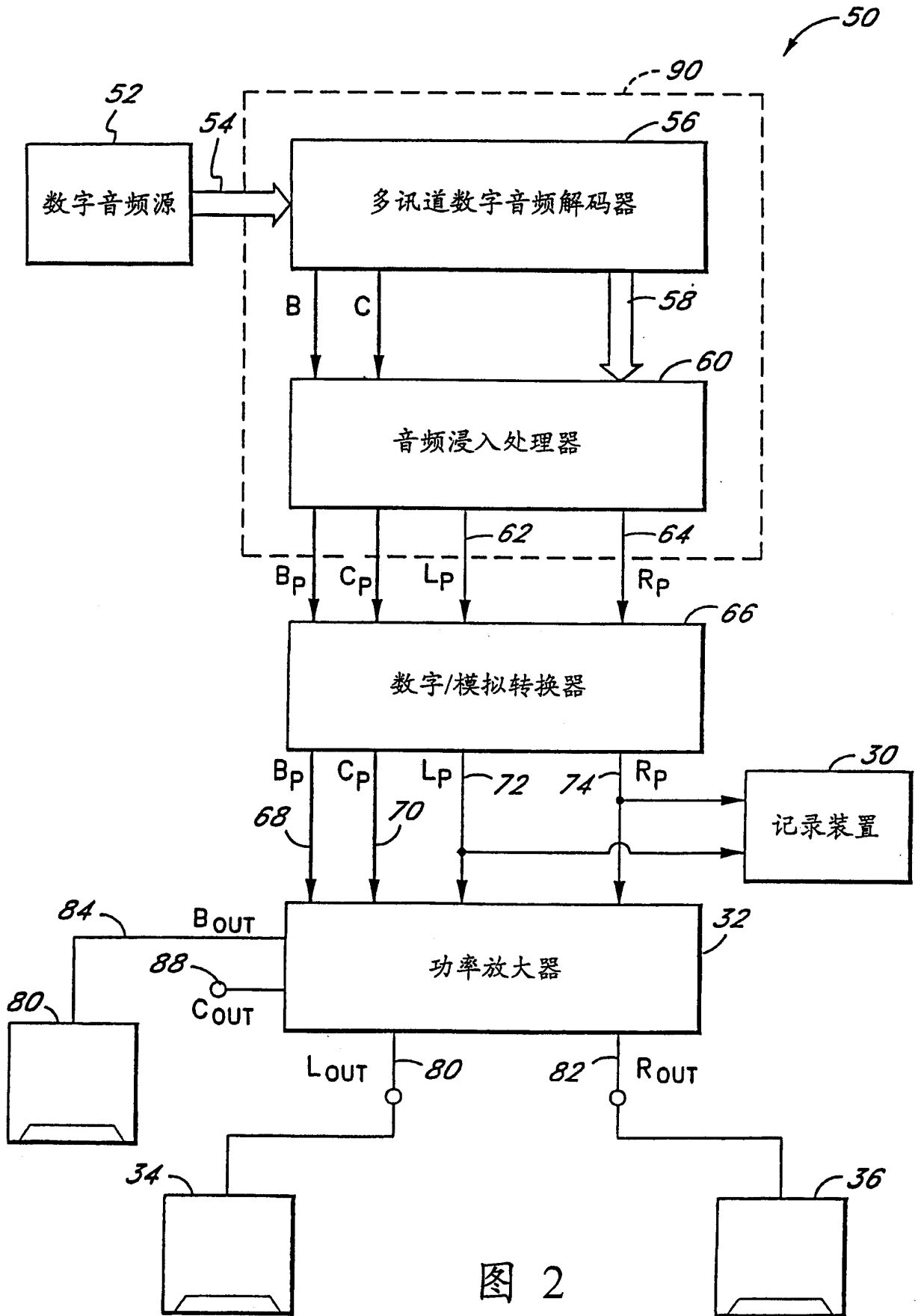


图 2

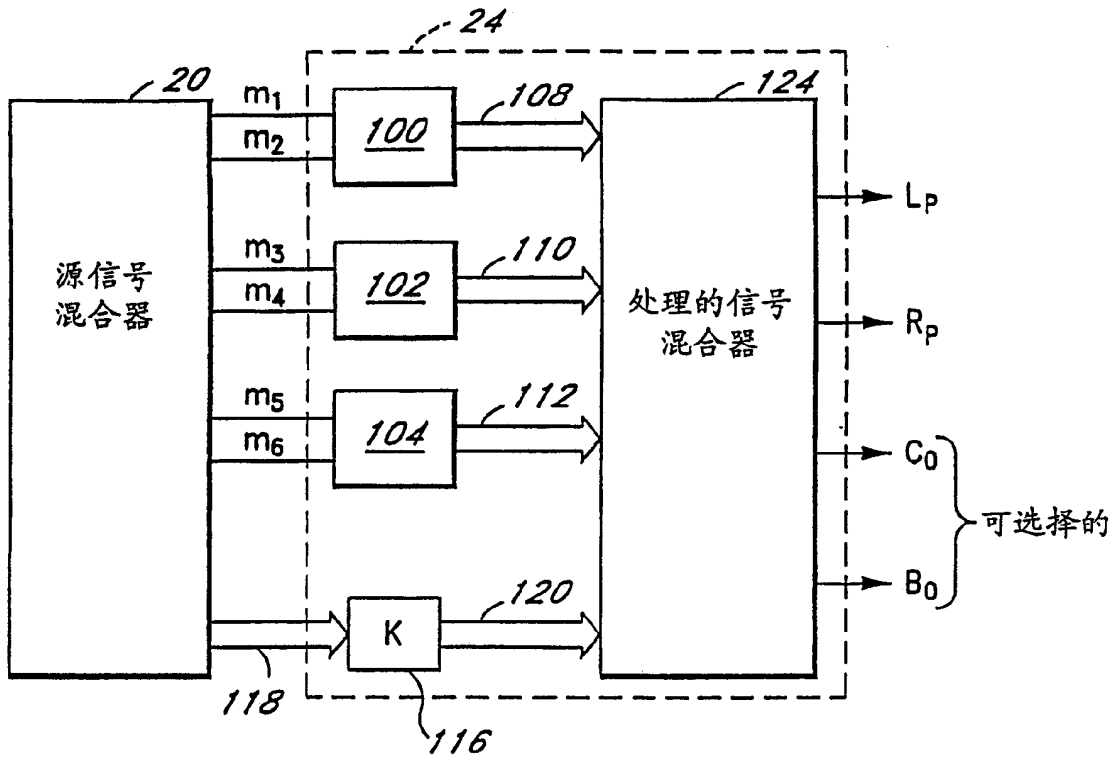


图 3

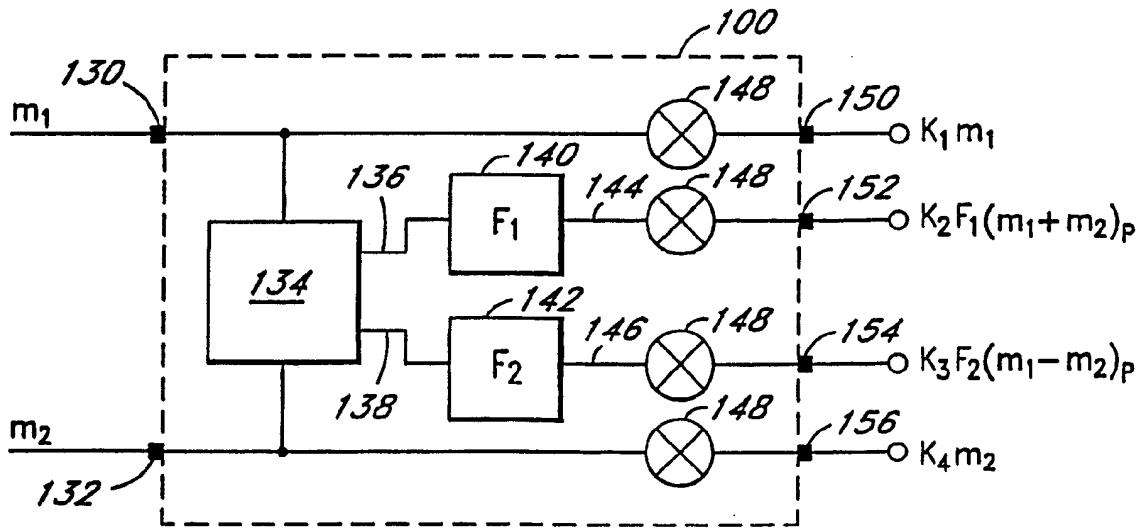


图 4

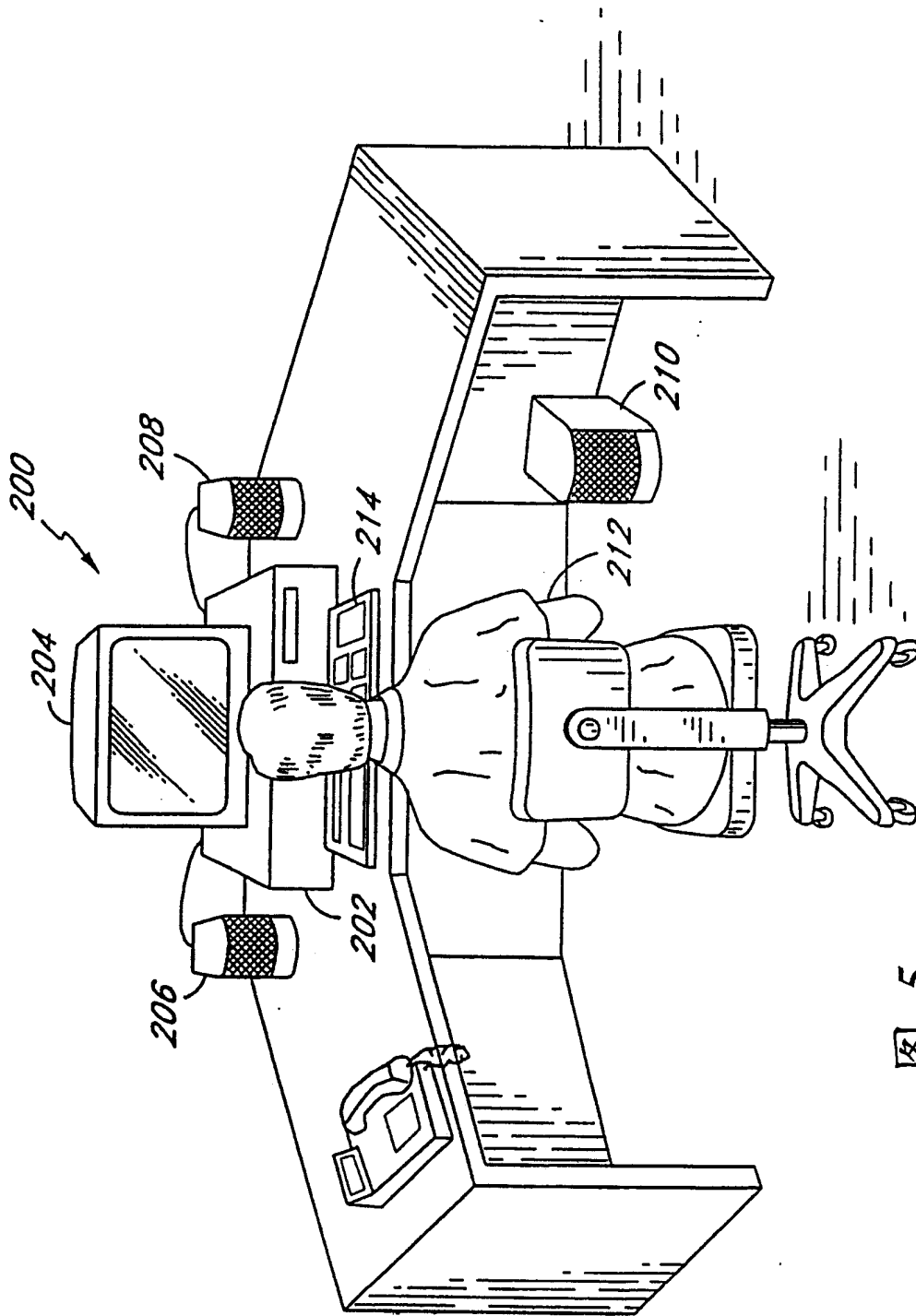


图 5

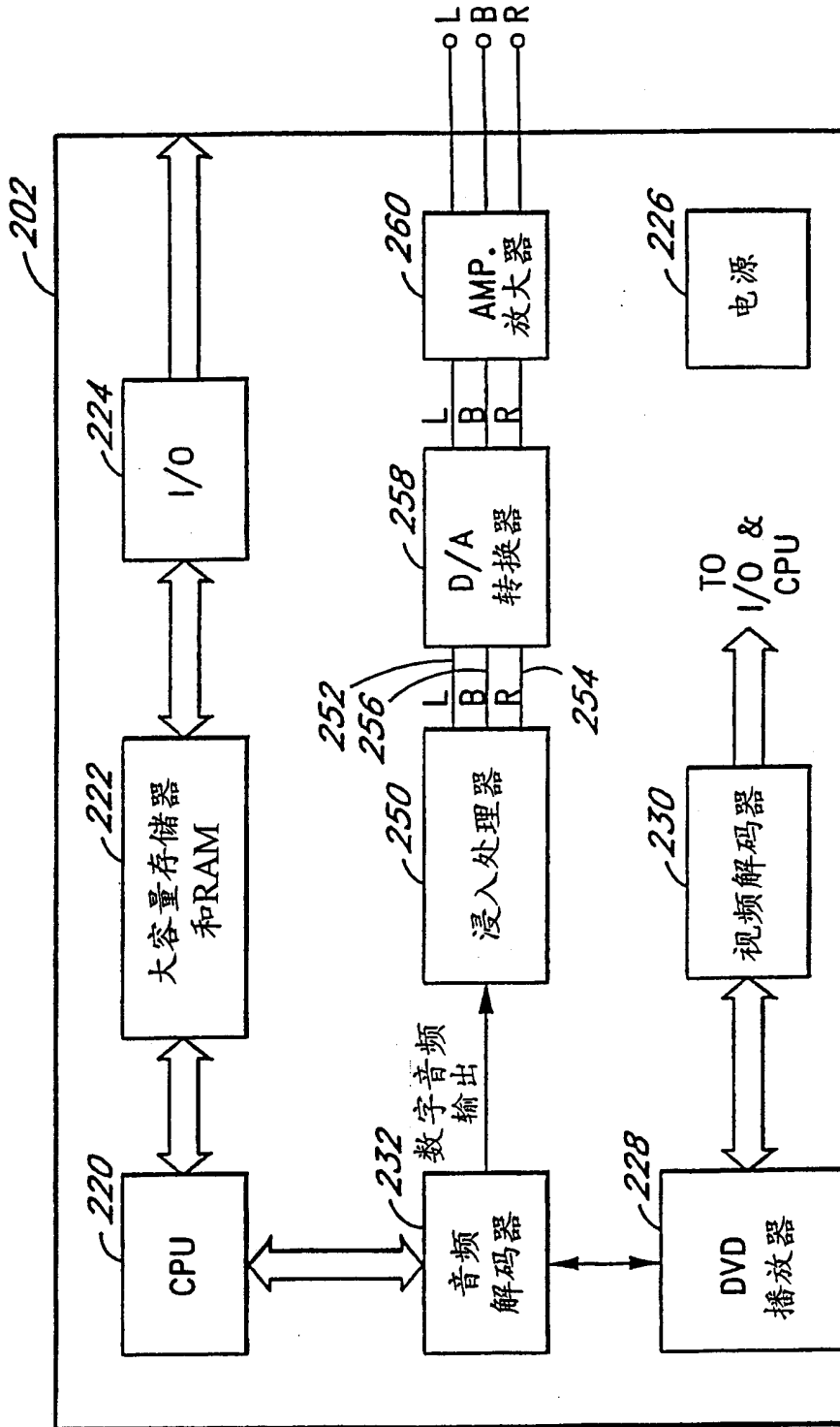
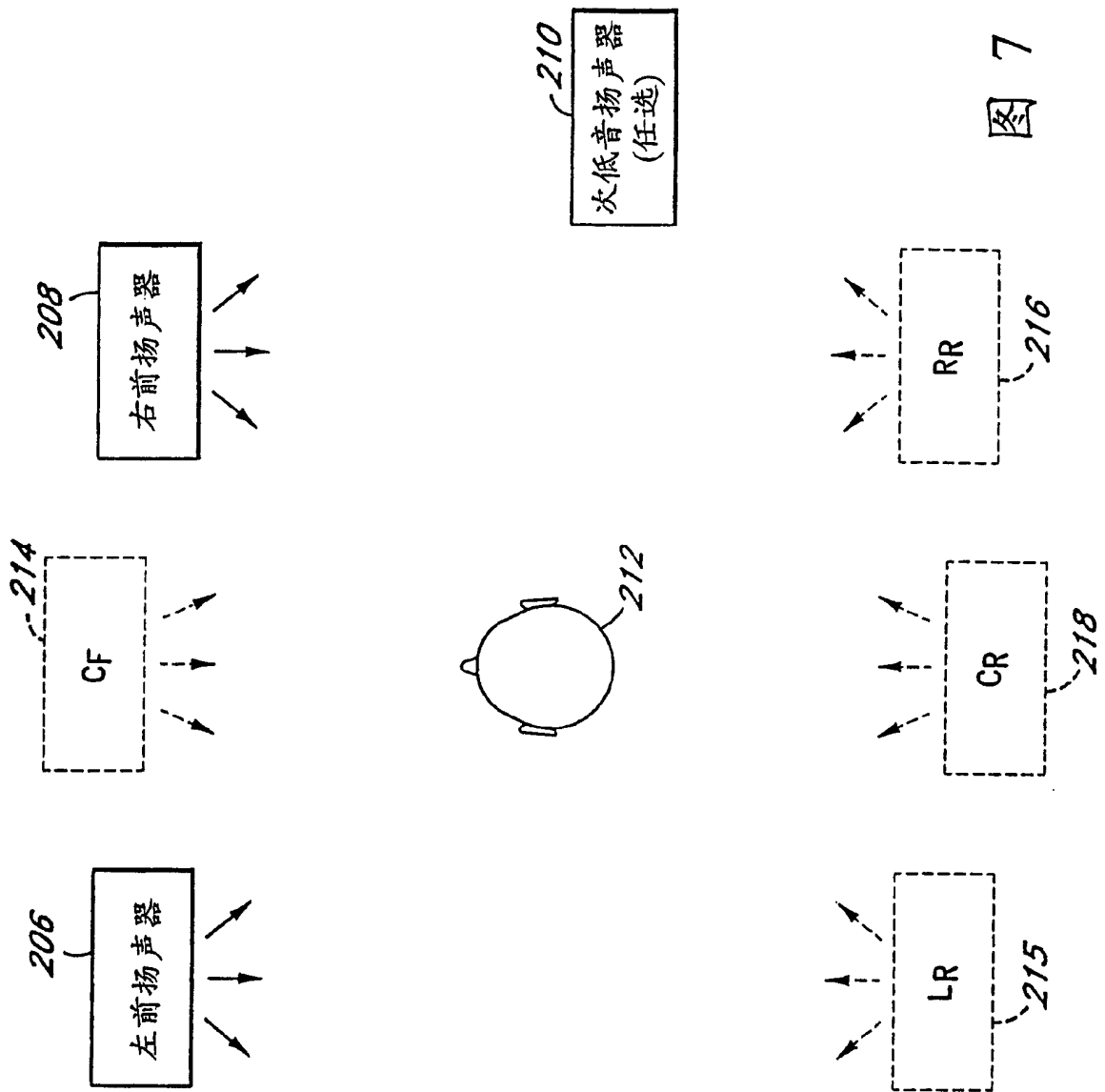


图 6



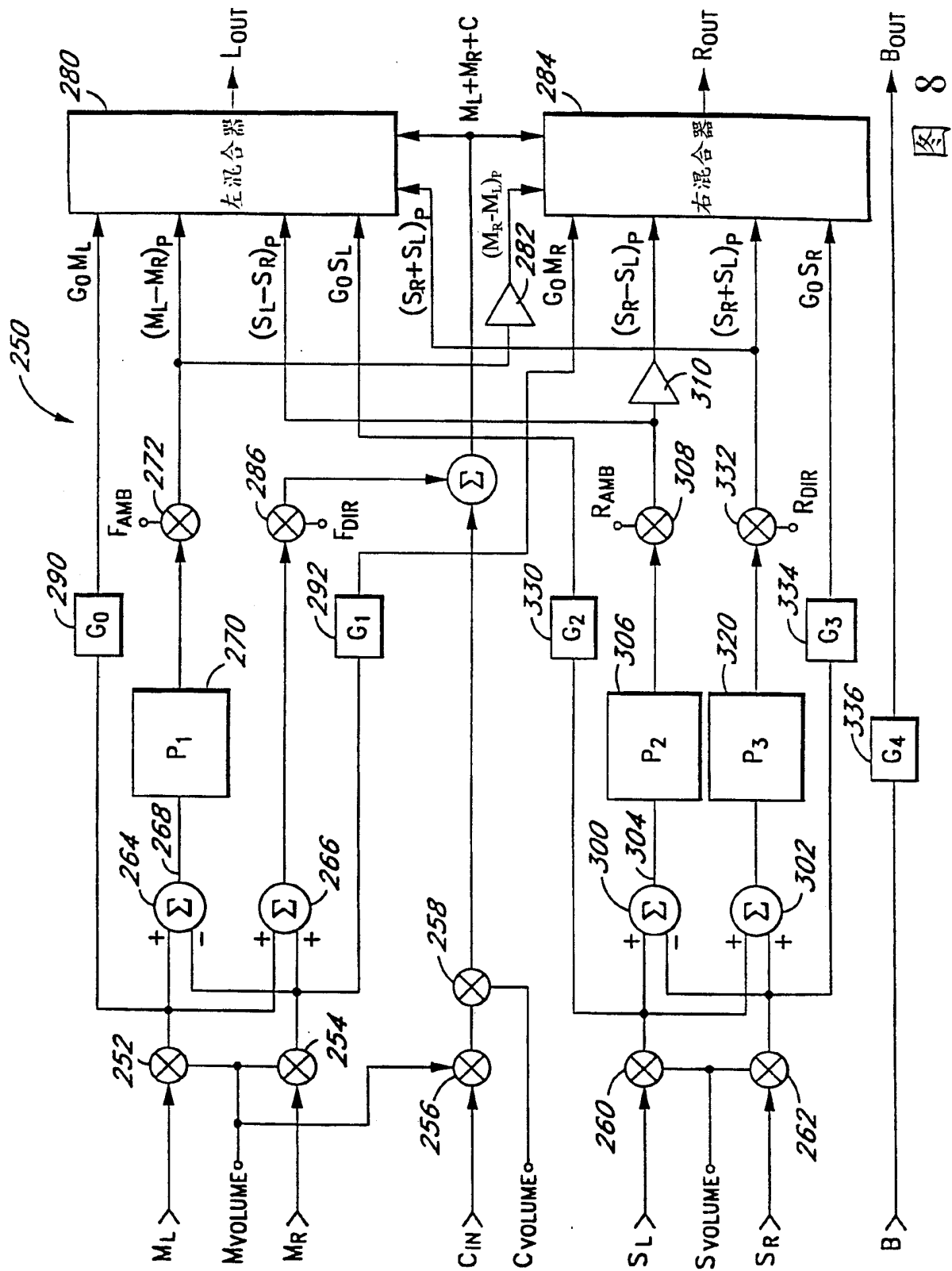


图 8

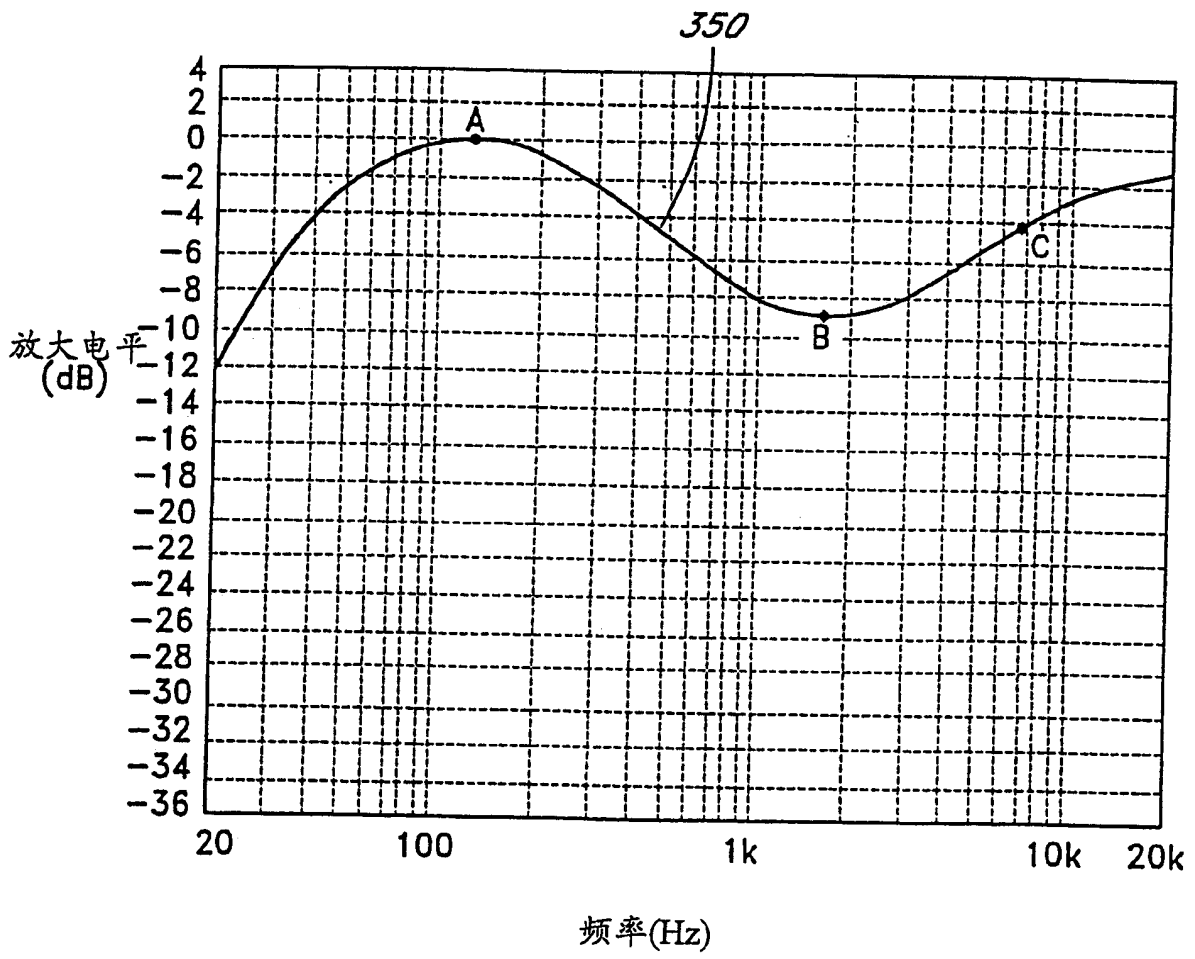


图 9

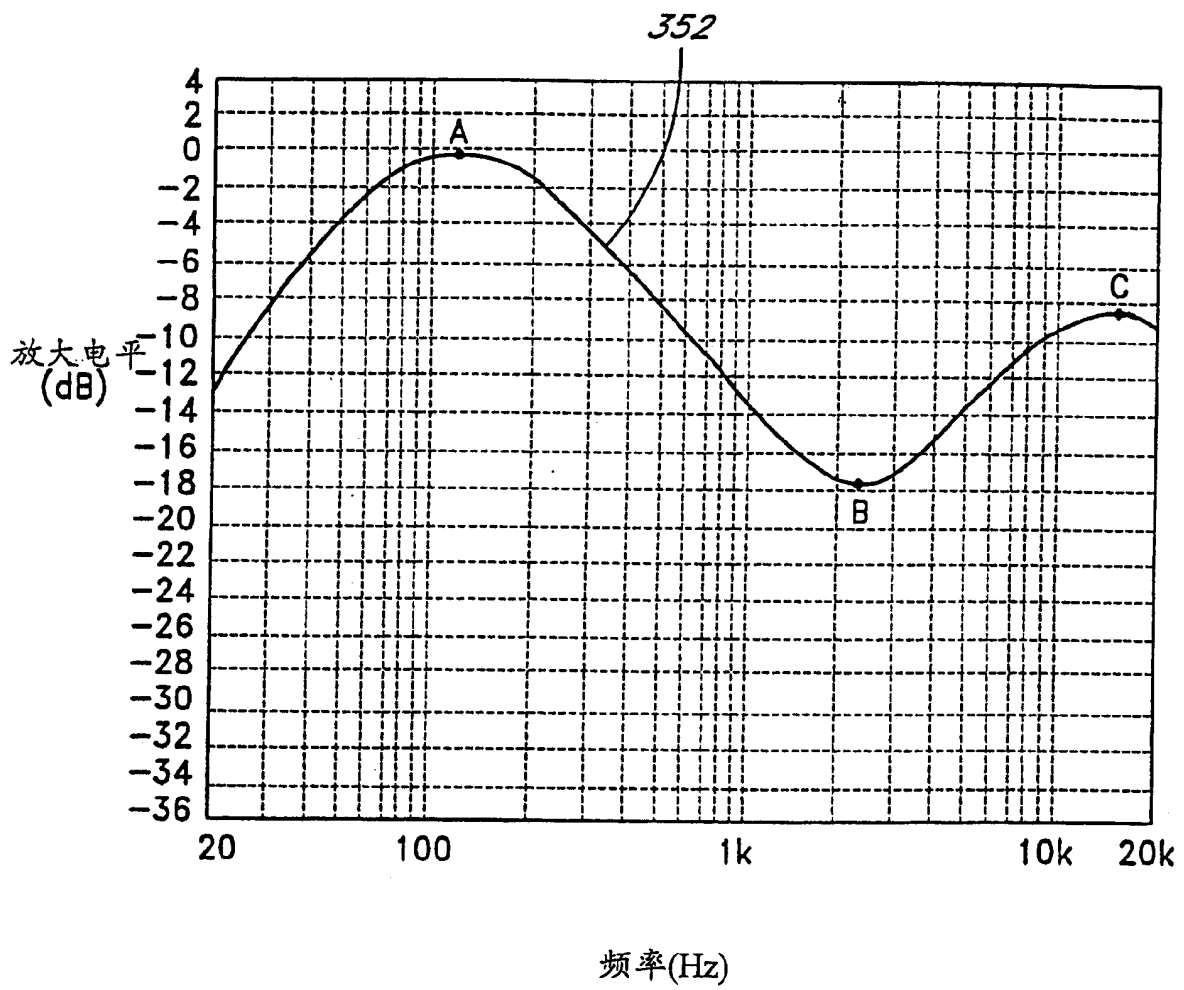


图 10

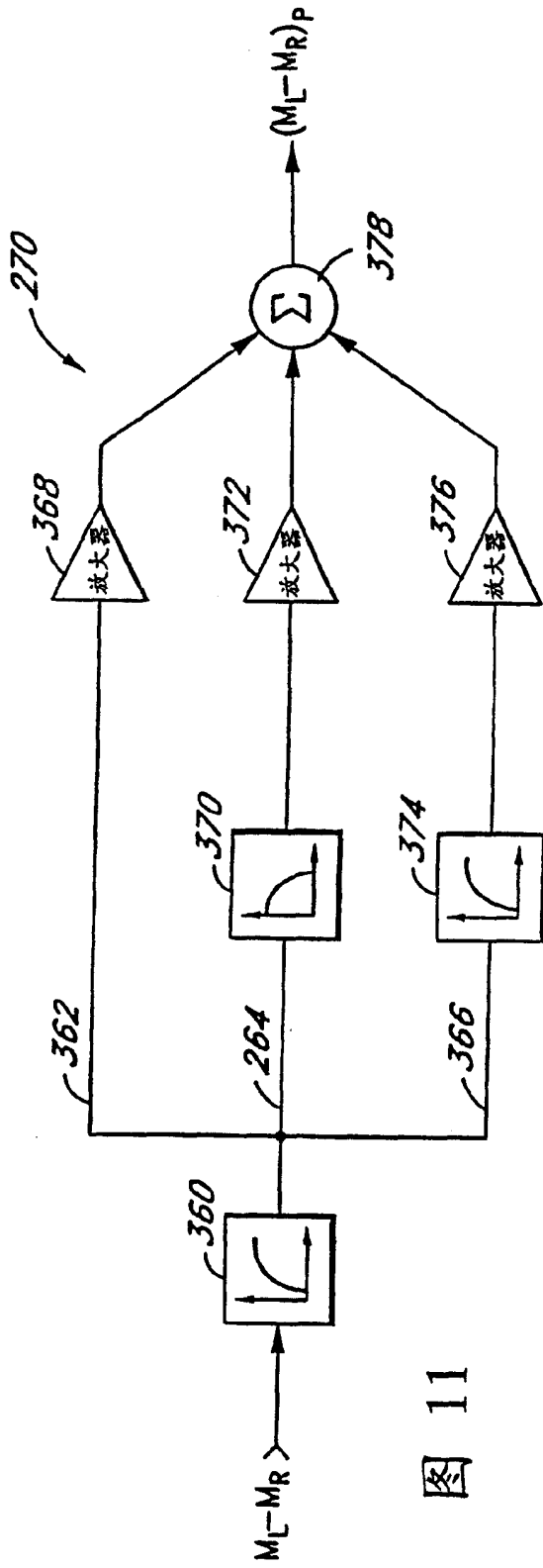


图 11

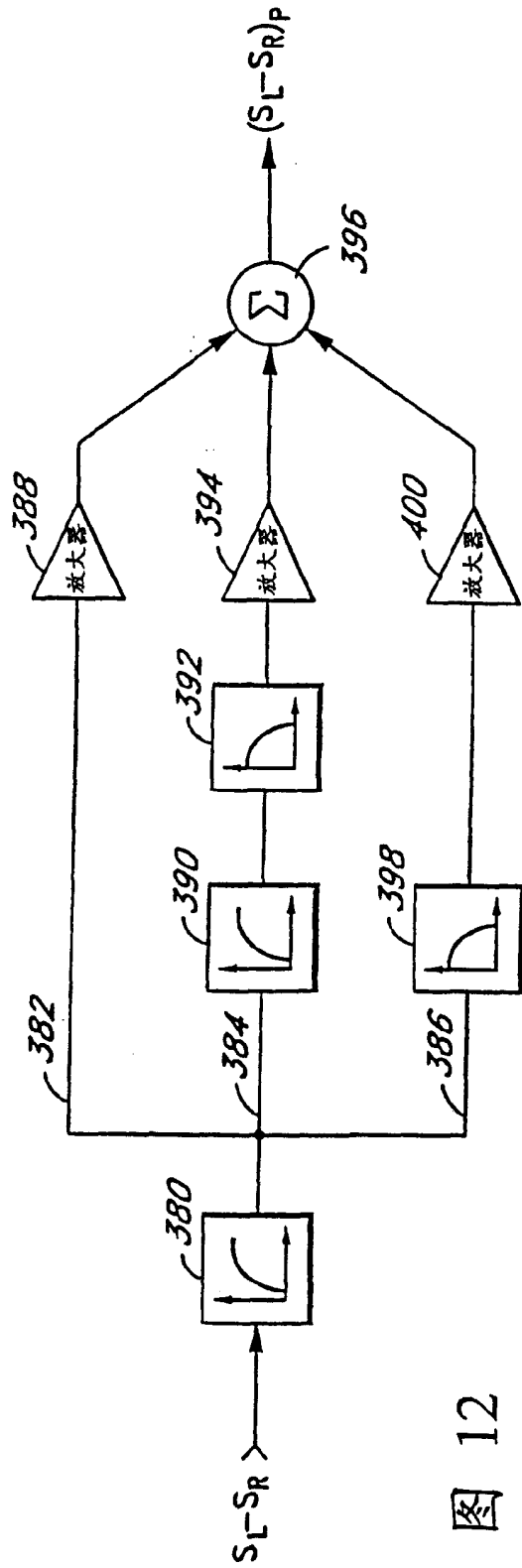


图 12