



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1875656 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200480031770.7

(22) 申请日 2004.10.25

(30) 优先权数据

10/692,692 2003.10.27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.04.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/035243 2004.10.25

(87) PCT申请的公布数据

W02005/046287 EN 2005.05.19

(73) 专利权人 大不列颠投资有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 小马修·S·波尔克

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234

代理人 许天易

(51) Int. Cl.

H04R 5/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6633648 B1, 2003.10.14, 全文.

US 6424719 B1, 2002.07.23, 全文.

CN 1091889 A, 1994.09.07, 全文.

审查员 戴惠英

权利要求书 13 页 说明书 11 页 附图 24 页

(54) 发明名称

一种音频重放系统以及用前置扬声器系统来产生环绕声的方法

(57) 摘要

一种环绕声重放系统,其使用一系列滤波器和一个具有主扬声器和副扬声器的系统,所述环绕声重放系统从放置于听音者前方的一个或一对扬声器系统,来产生幻像后环绕声道或幻像环绕声效果。所述声音系统包括左环绕和右环绕输入信号,以及左前和右前输入信号。左副扬声器和右副扬声器,以及左主扬声器和右主扬声器位于听音位置的前方。在各自的主扬声器和副扬声器之间的距离约等于平均的人耳间距。所述左副扬声器的输入包括从所述左环绕信号减去的所述右环绕信号,在此之前,所述每个信号已经过了一个前至后滤波器和一系列高通和低通滤波器。所述左主扬声器的输入包括:在所述左环绕信号经过一个前至后滤波器之后,加到所述左环绕信号中的左前信号。所述右副扬声器的输入包括从所述右环绕信号中减去的左环绕信号,在此之前,所述每个信号已经过一个前至后滤波器和一系列高通和低通滤波器。所述右主扬声器的输入包括:在所述右环绕信号已经过一个前至后滤波器之后,加到该右环绕信号中的右前信号。

1. 一种音频重放系统,其包括:

第一音频输入信号,第二音频输入信号,第三音频输入信号以及第四音频输入信号;

左主扬声器和右主扬声器,沿着扬声器轴线,这些扬声器分别间隔开地被设置在左主扬声器位置和右主扬声器位置上,所述扬声器轴线是一条经过所述左主扬声器位置和右主扬声器位置的直线,在听音区域包括位于所述左主扬声器位置和右主扬声器位置之前的大体区域的情况下,当从所述听音区域来看时,所述左主扬声器位置在左边,所述右主扬声器位置在右边,其中,所述左主扬声器和右主扬声器重放与由所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相关的声音;

左副扬声器和右副扬声器,其分别被设置在左副扬声器位置和右副扬声器位置上,其中希望的左副扬声器位置和右副扬声器位置大致位于所述扬声器轴线上,以便从所述听音区域来看,所述左副扬声器位置位于所述左主扬声器位置的左边,与所述左主扬声器位置间隔一段距离 d ,右副扬声器位置位于右主扬声器位置的右边,与右主扬声器位置间隔一段距离 d ,所述距离 d 大致是在人双耳穿过头部的直线所测量的平均距离的 50% 至 150% 的范围内,其中所述左副扬声器和右副扬声器重放与它们接收的信号相关的声音;以及

信号修正和组合装置,其中所述信号修正和组合装置包括:

用于修正和将所述第一音频输入信号与第二音频输入信号组合并且将所述修正的第一音频输入信号与所述第二音频信号的组合传输至所述左主扬声器的装置;

用于修正和将所述第四音频输入信号与所述第三音频输入信号组合并且将所述修正的第四音频输入信号与所述第三音频信号的组合传输至所述右主扬声器的装置;

用于从所述修正的第一音频输入信号中减去所述修正的第四音频输入信号的装置,并且该装置将结果差信号传输至所述左副扬声器;以及

用于从所述修正的第四音频输入信号中减去所述修正的第一音频输入信号的装置,并且该装置将结果差信号传输至所述右副扬声器,

其中,位于所述听音区域内的头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉或听到的声音源自于大致位于所述左主扬声器和右主扬声器之间的声音位置的范围,与所述第二和第三音频输入信号相关的该声音由所述系统重放;

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到的声音源自超出所述左副扬声器和右副扬声器位置一定的声音位置的范围,与所述第一和第四音频输入信号相关的该声音由所述系统重放。

2. 根据权利要求 1 所述的音频重放系统,其进一步包括:

第五音频输入信号;

中置前扬声器,其准备放置在所述左主扬声器位置和右主扬声器位置之间,其中所述中置前扬声器重放与它接收的信号相关的声音;以及

传输装置,其用于将所述第五音频输入信号传输至所述中置前扬声器,

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到的声音源自于大致位于所述中置前扬声器的位置,而与所述第五音频输入信号相关的该声音由所述系统重放。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的音频重放系统,其中在所述各自的主扬声器和副扬声器之间的距离 d 大致等于平均耳间距。

4. 根据权利要求 1 所述的音频重放系统,其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第一前至后滤波器,其用于修正所述第一音频输入信号和

第二前至后滤波器,其用于修正所述第四音频输入信号,以便位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音源自于:包括听音者后方区域的超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的范围。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的音频重放系统,其中所述第一音频输入信号、所述第二音频输入信号、所述第三音频输入信号以及所述第四音频输入信号对应于环绕声音频系统的后左、前左、前右以及后右信号。

6. 根据权利要求 4 所述的音频重放系统,其中所述第一和第二前至后滤波器的带限在低于约 2500Hz。

7. 根据权利要求 4 所述的音频重放系统,其中所述第一和第二前至后滤波器包括在约 12kHz 的带增强。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的音频重放系统,其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第一低通滤波器和第二低通滤波器,其中前者用于修正将被传输至左副扬声器的所述修正的第一音频输入信号中的那一部分,后者用于修正将被传输至右副扬声器的所述修正的第四音频输入信号中的那一部分,

其中,由所述系统重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置,被位于所述听音区域内的听音者感觉时,其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

9. 根据权利要求 8 所述的音频重放系统,其中所述第一低通滤波器和第二低通滤波器将频率响应限制在约 5kHz 以下。

10. 根据权利要求 8 所述的音频重放系统,其中所述第一低通滤波器和第二低通滤波器将频率响应限制在约 1.8kHz 以下。

11. 根据权利要求 8 所述的音频重放系统,其中所述第一低通滤波器和第二低通滤波器将频率响应限制在约 1kHz 以下。

12. 根据权利要求 8 所述的音频重放系统,其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第三低通滤波器和第四低通滤波器,其中前者用于修正将从修正的第四音频输入信号中减去的修正的第一音频输入信号中的那一部分,后者用于修正将从修正的第一音频输入信号中减去的修正的第四音频输入信号中的那一部分,

其中,由所述系统重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置,被位于所述听音区域内的听音者所感觉时,其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

13. 根据权利要求 1 或 2 所述的音频重放系统,其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第一高通滤波器,其用于在信号被传输至所述右副扬声器之前,修正将从修正的第四音频输入信号中减去的修正的第一音频输入信号中的那一部分;以及

第二高通滤波器,其用于在信号被传输至所述左副扬声器之前,修正将从修正的第一

音频输入信号中减去的修正的第四音频输入信号中的那一部分，

其中，由所述左副扬声器和右副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容，主要分别由仅来自于第一和第四音频输入信号的信息组成。

14. 根据权利要求 1 所述的音频重放系统，其进一步包括第五音频输入信号，

其中，所述信号修正和组合装置进一步包括用于将所述第五音频输入信号与被所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合的装置；和

其中，除了权利要求 1 所规定的信号以外，所述左主扬声器和右主扬声器还接收大致与所述第五音频输入信号相等量的信号，以及

其中，位于所述听音区域内的听音者感觉到由所述系统重放的与所述第五音频输入信号相关的声音，源自于大致等间距于所述左主扬声器和右主扬声器之间的位置。

15. 根据权利要求 14 所述的音频重放系统，其进一步包括第六音频输入信号，

其中，所述信号修正和组合装置进一步包括：

前至后滤波器，其用于修正所述第六音频输入信号；和

用于将所述修正的第六音频输入信号与将由所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合的装置，

其中，除了权利要求 14 所规定的信号以外，所述左主扬声器和右主扬声器还接收大致与所述修正的第六音频输入信号相等量的信号；以及

其中，位于所述听音区域内的听音者感觉到：由所述系统重放的与所述第六音频输入信号相关的声音源自于大体位于听音者后方的位置。

16. 根据权利要求 4 所述的音频重放系统，其中所述信号修正和组合装置进一步包括：

用于将所述第二音频输入信号与通过第一前至后滤波器修正后的所述第一音频输入信号组合的装置；

用于将所述第三音频输入信号与通过第二前至后滤波器修正后的所述第四音频输入信号组合的装置；

用于从所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频输入信号的组合中减去所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频输入信号的组合的装置，该装置还将得到的结果差信号传输至所述左副扬声器；以及

用于从所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频输入信号的组合中减去所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频输入信号的组合的装置，该装置还将得到的结果差信号传输至所述右副扬声器；

其中，位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到：由所述系统重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音，源自于大体位于听音者位置前方的、超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围；

其中，位于所述听音位置内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到：由所述系统重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音，源自于包括听音者后方区域的、超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

17. 根据权利要求 16 所述的音频重放系统，其中所述信号修正和组合装置进一步包括：

第一低通滤波器，其用于修正被传输至所述左副扬声器的被组合和被修正的第一和第

二音频信号中的那一部分 ; 以及

第二低通滤波器, 其用于修正被传输至所述右副扬声器的被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的那一部分,

其中, 由所述系统重放的与所述第一、第二、第三以及第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置, 被位于所述听音区域内的头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉时, 其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

18. 根据权利要求 17 所述的音频重放系统, 其中所述第一和第二低通滤波器的频率响应被限制在约 5kHz 以下。

19. 根据权利要求 17 所述的音频重放系统, 其中所述第一和第二低通滤波器的频率响应被限制在约 1.8kHz 以下。

20. 根据权利要求 17 所述的音频重放系统, 其中所述第一和第二低通滤波器的频率响应被限制在约 1kHz 以下。

21. 根据权利要求 17 所述的音频重放系统, 其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第三低通滤波器, 其用于修正将从被组合和被修正的第三和第四音频信号中减去的、被组合和被修正的第一和第二音频信号中的那一部分 ; 以及

第四低通滤波器, 其用于修正将从被组合和被修正的第一和第二音频信号中被减去的、被组合和被修正的第三和第四音频信号中的那一部分,

其中, 由所述系统重放的与所述第一、第二、第三以及第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置, 被位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉时, 其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

22. 根据权利要求 16 所述的音频重放系统, 其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

第一高通滤波器, 其用于在信号由所述右副扬声器重放之前, 修正将从被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中被减去的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分 ; 以及

第二高通滤波器, 其用于在信号由所述左副扬声器重放之前, 修正将从被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中被减去的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的那一部分,

其中, 由所述左副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容, 主要由仅来自于被组合和被修正的第一和第二音频输入信号的信息组成 ; 以及

其中, 由所述右副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容, 主要由仅来自于被组合和被修正的第三和第四音频输入信号的信息组成。

23. 根据权利要求 16 所述的音频重放系统, 其进一步包括第五音频信号输入,

其中所述信号修正和组合装置进一步包括:

用于将所述第五音频输入信号与将被所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合的装置,

其中, 除了在权利要求 16 中规定的信号以外, 所述左主扬声器和右主扬声器还接收大致与所述第五音频输入信号相等量的信号 ; 以及

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致等间距地位于所述左主扬声器和右主扬声器之间的位置。

24. 根据权利要求 23 所述的音频重放系统,其进一步包括第六音频输入信号,其中,所述信号修正和组合装置包括:

前至后滤波器,其用于修正所述第六音频输入信号;和

用于将所述修正的第六音频输入信号与将由所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合的装置,

其中,除了权利要求 23 所规定的信号以外,所述左主扬声器和右主扬声器还接收大致与所述修正的第六音频输入信号相等量的信号,以及

其中,头部一般位于所述听音位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第六音频输入信号相关的声音,源自于大体位于听音者后方的位置。

25. 根据权利要求 1 或 16 所述的音频重放系统,其进一步包括:

接收装置,其用于接收两声道音频输入信号;和

两声道至多声道转换装置,其用于将所述两声道音频输入信号转换为包含至少四路音频输出信号的多声道音频输出;以及

传输装置,其用于将所述至少四路音频输出信号,传输至所述信号修正和组合装置的至少四个音频信号输入。

26. 根据权利要求 1 或 16 所述的音频重放系统,其进一步包括:

接收装置,其用于接收两声道音频输入信号;和

两声道至多声道转换器,其用于将所述两声道音频输入信号转换为包含 5 路音频输出信号的多声道音频输出;

传输装置,其用于将四路所述音频输出信号,传输到根据权利要求 1 的信号修正和组合装置的所述四路音频信号输入;以及

中置前扬声器,其设置在听音位置之前,

其中,所述第五音频输入信号被传输至所述中置前扬声器,并被所述中置前扬声器重放,

以便位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致位于所述中置前扬声器的位置。

27. 根据权利要求 1 所述的音频重放系统,其进一步包括:

信号格式检测装置,其用于检测所述至少四路音频输入信号的格式;和

切换装置,其用于断开第一和第四音频输入信号,以及用于改变第二和第三音频输入信号的信号通道,

以便当确定只有第二和第三音频输入信号是有效的时,所述切换装置开始工作,以从所述信号修正和组合装置上断开所述第一和第四音频信号,并重新将所述第二和第三音频输入信号连接到所述信号修正和组合装置的位置上,所述位置就是之前由第一和第四音频输入信号所占据的位置,以绕开在新的信号通道上的任何前至后滤波器,所述前至后滤波器是用于所述第二和第三音频输入信号的,

以便在所述差信号中的所述第二和第三音频输入信号被分别替换为所述第一和第四音频信号,该差信号被传输到所述左副扬声器和右副扬声器,再由所述左副扬声器和右副扬声器来重放,

以便位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音,源自于超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

28. 一种音频重放系统,其包括:

第一音频输入信号,第二音频输入信号,第三音频输入信号以及第四音频输入信号;

左主扬声器和右主扬声器,沿着扬声器轴线,它们分别间隔开地设置在左主扬声器位置和右主扬声器位置上,所述扬声器轴线是一条经过所述左主扬声器位置和右主扬声器位置的直线,在听音区域包括位于所述左主扬声器位置和右主扬声器位置之前的大体区域的情况下,以便从所述听音区域来看时,所述左主扬声器位置在左边,所述右主扬声器位置在右边,其中,所述左主扬声器和右主扬声器重放与由它们接收的信号相关的声音;

左前扬声器和右前扬声器,它们分别设置在左前扬声器位置和右前扬声器位置上,上述位置一般位于听音者前方的听音位置,其中,所述左前扬声器和右前扬声器重放与它们接收的信号相关的声音;

左副扬声器和右副扬声器,其准备分别设置在左副扬声器位置和右副扬声器位置上,其中希望的左副扬声器位置和右副扬声器位置大致位于所述扬声器轴线上,以便从所述听音区域来看时,所述左副扬声器位置位于所述左主扬声器位置的左边,与所述左主扬声器位置间隔一段距离 d ,右副扬声器位置位于右主扬声器位置的右边,与右主扬声器位置间隔一段距离 d ,所述距离 d 大致是在人双耳穿过头部的直线所测量的平均距离的 50% 至 150% 的范围内,其中所述左副扬声器和右副扬声器重放与它们接收的信号相关的声音;以及

信号修正和组合装置,其中所述信号修正和组合装置包括:

用于将所述第二音频输入信号传输至左前扬声器并将第三音频输入信号传输至右前扬声器的装置;

用于修正所述第一音频输入信号并将所述修正的第一音频输入信号传输至所述左主扬声器的装置;

用于修正所述第四音频输入信号并将所述修正的第四音频输入信号传输至所述右主扬声器的装置;

用于从所述修正的第一音频输入信号中减去所述修正的第四音频输入信号并将得到的结果差信号传输至所述左副扬声器的装置;

用于从所述修正的第四音频输入信号中减去所述修正的第一音频输入信号并将得到的结果差信号传输至所述右副扬声器的装置,

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到由所述系统重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音,源自于大致位于所述左前扬声器和右前扬声器之间的声音位置范围,以及

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到由所述系统重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音,源自于超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

29. 根据权利要求 28 所述的音频重放系统,其进一步包括第五音频输入信号,其中,所述信号修正和组合装置进一步包括:

用于将所述第五音频输入信号与将被所述左前扬声器和所述右前扬声器接收的信号相组合的装置,

其中,除了权利要求 28 中规定的信号以外,所述左前扬声器和右前扬声器还接收和重放大致与所述第五音频输入信号相等量的信号,以及

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致等间距于左前扬声器和右前扬声器之间的位置。

30. 根据权利要求 29 所述的音频重放系统,其进一步包括第六音频输入信号,其中,所述信号修正和组合装置进一步包括:

前至后滤波器,其用于修正第六音频输入信号;以及

用于将所述修正的第六音频输入信号与将被所述左前扬声器和所述右前扬声器接收的信号相组合的装置,

以便除了权利要求 29 中规定的信号以外,所述左前扬声器和右前扬声器还接收大致与所述修正的第六音频输入信号相等量的信号,以及

以便头部一般位于所述听音位置的听音者感觉到:由所述系统重放的与所述第六音频输入信号相关的声音,源自于大致位于听音者后方的位置。

31. 一种用于从位于听音者前方的扬声器系统来产生幻像环绕声效果的方法,其包括以下步骤:

配备左主扬声器和右主扬声器,沿着扬声器轴线,它们分别间隔开地设置在左主扬声器位置和右主扬声器位置上,所述扬声器轴线是一条经过所述左主扬声器位置和右主扬声器位置的直线,在听音区域包括位于所述左主扬声器和右主扬声器位置之前的大体区域的情况下,当从所述听音区域来看时,所述左主扬声器位置在左边,所述右主扬声器位置在右边;

配备左副扬声器和右副扬声器,这些扬声器分别设置在左副扬声器位置和右副扬声器位置上,其中希望的左副扬声器位置和右副扬声器位置大致位于所述扬声器轴线上,以便当从所述听音区域来看时,所述左副扬声器位置位于所述左主扬声器位置的左边,与所述左主扬声器位置间隔一段距离 d ,右副扬声器位置位于右主扬声器位置的右边,与右主扬声器位置间隔一段距离 d ,以便所述距离 d 大致是在人双耳穿过头部的直线所测量的平均距离的 50%至 150%的范围内;

修正第一音频输入信号,并将所述修正的第一音频输入信号与第二音频输入信号相组合,再将所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频信号的组合传输至所述左主扬声器,并在所述左主扬声器中,重放与所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频信号的所述组合相关的声音;

修正第四音频输入信号,并将所述修正的第四音频输入信号与第三音频输入信号相组合,再将所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频信号的组合传输至所述右主扬声器,并在所述右主扬声器中,重放与所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频信号的所述组合相关的声音;

从所述修正的第一音频输入信号中减去所述修正的第四音频输入信号,并将得到的结果差信号传输至所述左副扬声器,并在所述左副扬声器中,重放与所述差信号相关的声音;以及

从所述修正的第四音频输入信号中减去所述修正的第一音频输入信号,并将得到的结果差信号传输至所述右副扬声器,并在所述右副扬声器中,重放与所述差信号相关的声音;

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音,源自于大致在左主扬声器和右主扬声器之间的声音位置的范围,以及

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音,源自于超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

32. 根据权利要求 31 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

配备中置前扬声器,这些扬声器设置在所述左主扬声器位置和右主扬声器位置之间;和

传输第五音频输入信号到所述中置前扬声器,并在所述中置前扬声器中,重放与所述第五信号相关的声音,

其中,位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致所述中置前扬声器的位置。

33. 根据权利要求 31 或 32 所述的方法,其中在各自的主扬声器和副扬声器之间的距离 d 大致等于平均耳间距。

34. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述修正第一音频输入信号的步骤包括:

使用第一前至后滤波器,以及所述修正第四音频输入信号的步骤包括使用第二前至后滤波器,

以便位于所述听音区域内的并且头部一般朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音,源自于包括听音者后方区域的超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

35. 根据权利要求 31 或 32 所述的方法,其中所述第一音频输入信号、第二音频输入信号、第三音频输入信号以及第四音频输入信号对应于环绕声音频系统的前左、前右、后左以及后右信号。

36. 根据权利要求 34 所述的方法,其进一步包括将第一和第二前至后滤波器带限在低于约 2500Hz 以下的步骤。

37. 根据权利要求 34 所述的方法,其中所述第一和第二前至后滤波器包括在约 12kHz 的带增强。

38. 根据权利要求 31 或 32 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

将被传输至所述左副扬声器的修正的第一音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以下;以及

将被传输至所述右副扬声器的修正的第四音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以下,

其中,与所述第一和第四音频输入信号相关的重放的声音的视在声音位置,被位于所述听音区域内的听音者感觉或感知时,其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,其中修正的第一和第四音频输入信号的所述那一部分的频率响应被限制在约 5kHz 以下。

40. 根据权利要求 38 所述方法,其中修正的第一和第四音频输入信号的那一部分的频率响应被限制在约 1.8kHz 以下。

41. 根据权利要求 38 所述的方法,其中修正的第一和第四音频输入信号的所述那一部分的频率响应被限制在约 1kHz 以下。

42. 根据权利要求 38 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

使将要从修正的第四音频输入信号中减去的、修正的第一音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以下;以及

使将要从修正的第一音频输入信号中减去的、修正的第四音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以下,

其中,重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置,被位于所述听音区域内的听音者感觉时,其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

43. 根据权利要求 31 或 32 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

在信号被传输至所述右副扬声器之前,将从修正的第四音频输入信号中减去的、修正的第一音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以上;以及

在信号被传输至所述左副扬声器之前,将从修正的第一音频输入信号中减去的、修正的第四音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以上,

其中,由所述左副扬声器和右副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容,主要分别由仅来自于所述第一和第四音频输入信号的信息组成。

44. 根据权利要求 31 所述的方法,其进一步包括以下步骤,

将第五音频输入信号与被所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合,以便除了权利要求 31 所规定的信号以外,大致相等量的所述第五音频输入信号被传输至所述左主扬声器和右主扬声器,并被所述左主扬声器和右主扬声器重放,

其中,位于所述听音区域内的听音者感觉到:重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致等间距于所述左主扬声器和右主扬声器之间的位置。

45. 根据权利要求 44 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

使用前至后滤波器来修正第六音频输入信号;

将所述修正的第六音频输入信号与将由所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合,以便除了权利要求 44 所规定的信号以外,大致相等量的所述修正的第六音频输入信号被传输至所述左主扬声器和右主扬声器,并被所述左主扬声器和右主扬声器重放,

其中,位于所述听音区域内的听音者感觉到:重放的与所述第六音频输入信号相关的声音,源自于大体位于听音者后方的位置。

46. 根据权利要求 34 所述方法,其进一步包括以下步骤:

将所述第二音频输入信号与通过所述第一前至后滤波器修正所述第一音频输入信号

后产生的第一音频输入信号相组合；

将所述第三音频输入信号与通过所述第二前至后滤波器修正所述第四音频输入信号后产生的第四音频输入信号相组合；

从所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频输入信号的组合中减去所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频输入信号的组合，并将得到的结果差信号传输至所述左副扬声器，再在所述左副扬声器中重放所述差信号；以及

从所述修正的第四音频输入信号和所述第三音频输入信号的组合中减去所述修正的第一音频输入信号和所述第二音频输入信号的组合，并将得到的结果差信号传输至所述右副扬声器，再在所述右副扬声器中重放所述差信号，

其中，位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到：重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音，源自于大体位于听音者位置前方的并扩展超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围，以及

其中，位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到：重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音，源自于包括听音者后方区域的并扩展超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

47. 根据权利要求 46 所述的方法，其进一步包括以下步骤：

使将被传输至所述左副扬声器的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应，限制在某一频率以下；以及

使将被传输至所述右副扬声器的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的那一部分的频率响应，限制在某一频率以下，

其中，重放的与所述第一、第二、第三以及第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置，被位于所述听音区域内的头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉时，其对于所述听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

48. 根据权利要求 47 所述的方法，其中将被传输至所述左副扬声器的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应，和将被传输至所述右副扬声器的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的频率响应，限制在约 5kHz 以下。

49. 根据权利要求 47 所述的方法，其中将被传输至所述左副扬声器的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应，和将被传输至所述右副扬声器的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的频率响应，限制在约 1.8kHz 以下。

50. 根据权利要求 47 所述的方法，其中将被传输至所述左副扬声器的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应，和将被传输至所述右副扬声器的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的频率响应，限制在约 1kHz 以下。

51. 根据权利要求 47 所述的方法，其进一步包括以下步骤：

使将从被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中减去的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应，限制在某一频率以下；以及

使将从被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中减去的、被组合和被修正的第三和第四音频信号中的那一部分的频率响应，限制在某一频率以下，

其中，重放的与所述第一、第二、第三以及第四音频输入信号相关的声音的视在声音位置，被位于所述听音区域内的头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉时，其对于所述

听音者头部的移动会更稳定和具有更高容忍度。

52. 根据权利要求 46 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

在信号由所述右副扬声器重放之前,使将要由被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中减去的、被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以上;以及

在信号由所述左副扬声器重放之前,使将要由被组合和被修正的第一和第二音频输入信号中减去的、被组合和被修正的第三和第四音频输入信号中的那一部分的频率响应,限制在某一频率以上,

其中,由所述左副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容,主要由仅来自于被组合和被修正的第一和第二音频输入信号的信息组成;以及

其中,由所述右副扬声器接收的结果信号所具有的低频内容,主要由仅来自于被组合和被修正的第三和第四音频输入信号的信息组成。

53. 根据权利要求 46 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

将第五音频输入信号与将被所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合,以便除了在权利要求 46 中规定的信号以外,大致相等量的所述第五音频输入信号被传输至所述左主扬声器和右主扬声器,并被所述左主扬声器和右主扬声器重放,

其中,位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致等间距于左主扬声器和右主扬声器之间的位置。

54. 根据权利要求 53 所述的方法,其进一步包括步骤:

使用前至后滤波器,来修正第六音频输入信号;和

将所述修正的第六音频输入信号与将由所述左主扬声器和右主扬声器接收的信号相组合,以便除了权利要求 53 规定的信号以外,大致相等量的所述第六音频输入信号被传输至所述左主扬声器和右主扬声器,并被所述左主扬声器和右主扬声器重放,

其中,头部大体位于所述听音位置的听音者感觉到:重放的并与所述第六音频输入信号相关的声音,源自于大体位于听音者后方的位置。

55. 根据权利要求 31 或 46 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

将两声道音频输入信号转换为包含至少四路音频输出信号的多声道音频输出,其中所述四路音频输出信号分别是权利要求 31 或 46 中的第一音频输入信号、第二音频输入信号、第三音频输入信号以及第四音频输入信号。

56. 根据权利要求 31 或 46 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

将两声道音频输入信号转换为包含五路音频输出信号的多声道音频输出;

传输所述五路音频输出信号中的四路输出,以使所传输的是第一音频输入信号、第二音频输入信号、第三音频输入信号以及第四音频输入信号;

传输所述第五音频输出信号,以便是第五音频输入信号被中置前扬声器重放;

其中,位于所述听音区域内的头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致位于所述中置前扬声器的位置。

57. 一种用于从位于听音者前方的扬声器系统来产生幻像环绕声效果的方法,其包括以下步骤:

配备左主扬声器和右主扬声器,沿着扬声器轴线,这些扬声器被分别间隔开地设置在左主扬声器位置和右主扬声器位置上,所述扬声器轴线是一条经过所述左主扬声器位置和右主扬声器位置的直线,在听音区域包括位于所述左主扬声器和右主扬声器位置之前的大体区域的情况下,当从所述听音区域来看时,所述左主扬声器位置在左边,所述右主扬声器位置在右边;

配备左前扬声器和右前扬声器,它们一般被设置在位于听音者前方的听音区域内;

配备左副扬声器和右副扬声器,它们分别设置在左副扬声器位置和右副扬声器位置上,其中希望的左副扬声器位置和右副扬声器位置大致位于所述扬声器轴线上,以便从所述听音区域来看时,所述左副扬声器位置位于所述左主扬声器位置的左边,与所述左主扬声器位置间隔一段距离 d ,右副扬声器位置位于右主扬声器位置的右边,与右主扬声器位置间隔一段距离 d ,以便所述距离 d 大致是在人双耳穿过头部的直线所测量的平均距离的 50% 至 150% 的范围内;

修正第一音频输入信号,并将所述修正的第一音频输入信号传输至所述左主扬声器,并在所述左主扬声器中,重放与所述修正的第一音频输入信号相关的声音;

修正第四音频输入信号,并将所述修正的第四音频输入信号传输至所述右主扬声器,并在所述右主扬声器中,重放与所述修正的第四音频输入信号相关的声音;

传输第二音频输入信号到所述左前扬声器,并在所述左前扬声器中,重放与所述第二音频输入信号相关的声音;

传输第三音频输入信号传输到所述右前扬声器,并在所述右前扬声器中,重放与所述第三音频输入信号相关的声音;

从所述修正的第一音频输入信号中减去所述修正的第四音频输入信号,并将得到的结果差信号传输至所述左副扬声器,并在所述左副扬声器中,重放与所述差信号相关的声音;

从所述修正的第四音频输入信号中减去所述修正的第一音频输入信号,并将得到的结果差信号传输至所述右副扬声器,并在所述右副扬声器中,重放与所述差信号相关的声音;

其中,位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第二和第三音频输入信号相关的声音,源自于大致位于所述左前扬声器和右前扬声器之间的声音位置的范围,

其中,位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第一和第四音频输入信号相关的声音,源自于扩展超出所述左副扬声器和右副扬声器位置的一定的声音位置范围。

58. 根据权利要求 57 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

将第五音频输入信号与将被所述左前扬声器和所述右前扬声器接收的信号相组合,以便除了权利要求 57 中规定的信号以外,大致相等量的所述第五音频输入信号被传输至所述左前扬声器和右前扬声器,并被所述左前扬声器和右前扬声器重放,

其中,位于所述听音区域内的并且头部大体朝向所述扬声器位置的听音者感觉到:重放的与所述第五音频输入信号相关的声音,源自于大致等间距于左前扬声器和右前扬声器之间的位置。

59. 根据权利要求 58 所述的方法,其进一步包括以下步骤:

使用前至后滤波器修正第六音频输入信号;以及

将所述修正的第六音频输入信号与将被所述左前扬声器和所述右前扬声器接收的信号相组合,以便除了权利要求 58 中规定的信号以外,大致相等量的所述修正的第六音频输入信号被传输至第二左前扬声器和右前扬声器,并被所述第二左前扬声器和右前扬声器重放,

其中,头部位于所述听音区域内的听音者感觉到:重放的与所述第六音频输入信号相关的声音,源自于大致位于听音者后方的位置。

一种音频重放系统以及用前置扬声器系统来产生环绕声的方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及在一般被称为“环绕声”系统的多声道系统中的声音的重放。更具体地说,涉及利用心理声学原理来设计扬声器系统,其可通过仅仅放置在听音者前方的扬声器,来重放一种环绕声的体验。

背景技术

[0002] 利用耳间串音消除 (interaural crosstalk cancellation IACC) 和头相关转移函数 (head related transfer function HRTF), 来扩大两声道音频系统的可听声场, 或者创造来自于不依赖于扬声器实际位置的幻像位置声音的幻觉 (illusion) 的可能性, 很久以前就已被人们认识到了。在上个世纪七、八十年代, 许多使用 IACC 来扩大可听声场的音频元件已可买到。然而, 由于准确的 HRTF 合成的复杂性, 所以直到可买到的上述元件不再昂贵, 在特定位置利用高性能数字信号处理 (digital signal processing DSP) 来准确创造一个幻像声源还是非常困难和昂贵的。

[0003] 最近 DSP 和改进的滤波算法的可用性, 使只利用典型地放置在听音者前方的单独一对扬声器, 产生一个幻像声源成为可能。利用同样技术的变化, 就有可能在同一时间从典型地放置在听音者前方的单独一对扬声器, 创造出多个幻像声源。该技术具有许多实际的应用。例如, 对在完整的 5.1 环绕声音频系统中具有的前、后、中间扬声器的体验, 可利用单独一对扬声器或耳机来模拟。

[0004] 人类处理自己耳朵所收到的声音, 来确定这些声音源的位置的方式, 是这些技术的基础。一般而言, 我们基于两个主要机理, 即耳间时间延迟 (interaural time delay ITD) 和耳间级差 (interaural level difference ILD), 来听出声音的方向。ITD 是指位于听音者头部一侧的声音到达相对侧耳, 相比于其到达近侧耳所需的时间, 额外所需的时间。声音的 ITD 值, 使听音者可以相当精确地确定侧向的声音。ILD 是指从特定位置到达的声音, 在听音者两耳间产生的可听强度差。例如, 位于听音者左侧的声音, 会相比于右耳, 在其左耳中显得更响, 这是由于在声音绕过听音者头部传播时的响度损失。耳间总的强度差通过 ITD 值, 增强了声音的侧向定位。此外, 从特定方向到达的声音还会在每个耳内产生复杂的频率响应模式, 其是该特定方向位置的特征。这些特征方向频率响应曲线以及与从该方向到达的声音有关的 ITD 值的结合, 被称为头相关转移函数 (HRTF)。HRTF 的频率响应组成十分复杂, 并且因个体不同而具有稍微的差异。在每个耳的 HRTF 频率响应的精细结构, 使得听音者可以确定声音的仰角以及声音是在前方还是后方。例如, 一个位于听音者左前方 60 度的声音源和一个位于听音者左后方 60 度的声音源具有相同的 ITD (约 300 毫秒)。但是, 外耳的不对称性产生了这两个声音源位置的、十分不同的 HRTF 函数, 因此就使得听音者可以确定侧向位置和前、后方位。类似的机理使得听音者可以确定声音源的大致方位角。一般而言, 以 ITD 值为基础、用于确定声音侧向位置的机理, 在约 150Hz 到 1200Hz 的频率范围间起作用。而以 HRTF 频率响应为基础、用于定位声音的机理, 在约 500Hz 到 12000Hz

的频率范围间起作用。

[0005] 基于这些原理,已设计出许多方法,其包括:在扬声器中消除耳间串音的方法;利用综合的或标准的 HRTF 函数,由单耳信号产生幻像声源的方法;以及利用 HRTF 函数从仅仅前方的一对扬声器,为音频环绕声系统产生幻像后方声道的方法。

[0006] 通常,利用 HRTF 来产生幻像后方声源的方法,不论是模拟环绕声音频系统或是其它的应用,都受到极大的实际限制。准确表达 HRTF 函数的计算量很大,因此利用实用的和成本有效的 DSP 方法难于得到足够的准确度。例如,美国专利第 6,173,061 号描述了一种利用 HRTF 函数产生幻像声音源的方法,该专利提到需要更有效的声音处理算法,并对解决这一问题进行了探索。此外,在现有技术方法中使用的、特定的 HRTF 函数是以一些假定为基础来被选定的,该假定关于所使用的扬声器的特性、扬声器和听音者之间的具体位置关系,以及听音者之间实际 HRTF 函数的变化。假定 HRTF 函数具有高度具体化和细节的特性,本领域技术人员将认识到:扬声器特性变化或听音者从假定的听音位置离开而造成的位置变化,可轻易地破坏幻像声音源幻觉。而且,一些听音者的实际 HRTF 函数可能与装置中使用的 HRTF 函数不同,以致幻像无法产生。例如,美国专利第 4,893,342 号及其相关专利描述了基于 HRTF 的、用于增加位置适应性的方法和用于确定听音者容忍 HRTF 函数的方法。前一方法是通过将 HRTF 表达的频率范围限定到约 600Hz 到 10kHz 来实现的。

[0007] 一些已知的方法,其以双耳记录的信号或其它特定的录音信号作为输入,来产生幻像声音位置和源。这些方法可能会受到上面描述的限制,并且只有在使用由特殊录音配置 (scheme) 构成的输入信号时才能正常工作。例如,美国专利第 4,199,658 号就描述了一种以双耳录音信号为输入的方法。

[0008] 最后,大多数已知的、用于产生幻像后方声道声音源的方法,是在实际扬声器位于听音者后方特定位置的情况下,来寻求重新产生幻像的。例如美国专利第 6,052,470 号及其相关专利就公开了这样的方法,其描述了使用 HRTF 函数来产生位于听音者后方的一对扬声器的幻像的各种方法。然而,本领域技术人员一般认同的是,在音频环绕声系统的后方声道声音重放时,分散定位 (diffuse localization),优选地是由实际在后方放置的直接辐射扬声器提供的特定类型的定位。此外,如会被本领域技术人员理解的是,由前和后成对扬声器组成的音频环绕声系统并不能有效地定位位于两对扬声器中间的听音者正左和正右的大体区域内的声音。

[0009] 因此,存在产生幻像后方环绕声声道的的方法的需求,该方法需要更低的信号运算复杂度、更高的对扬声器性能和摆放或布置的容忍度、更高的对听音者位置以及听音者之间 HRTF 变化的容忍度、更有效地利用普通可用录音的能力,以及在听音者周围的区域内,对音频环绕声系统的后向声道声音进行分散定位的能力。

发明内容

[0010] 因此,本发明的一个目的是提供用于从放置于听音者前方 的一个或一对扬声器系统,来产生幻像后环绕声声道或幻像环绕声效果的装置和方法。本发明的另外的目标通过使用简单的模拟滤波器或简单的 DSP 来实现。本发明的又一个目标是对扬声器特性、扬声器布置或摆放、听音者位置以及听音者之间的变化有更高的容忍度。本发明的又一个目标是使用普通可利用的音频环绕声录音,来产生有效的环绕声重放。本发明的再一个目标

是产生幻像音源,其感觉上就像是源自听音者周围或后方的区域,包括在听音者正左或正右的大体区域。

[0011] 美国专利第 4,489,432、4,497,064、4,569,074 以及 4,630,298 号公开了一种方法,其在立体声重放系统中,使用普通可利用的立体声录音时,利用主扬声器和副扬声器的布置来消除 IAC,并产生延伸超出扬声器位置的真实声场。在这里,这些专利公开的内容以参考文献的形式被全部合并到本文中。例如,现有技术图 1(美国专利第 4,489,432 号的图 10) 具体显示了一种主扬声器和副扬声器的布置,是如何被用于从两个输入信号来创造扬声器位置边界之外的幻像声源的。基于美国专利第 4,489,432、4,497,064、4,569,074 以及 4,630,298 号的公开,根据这些公开来搭建一个系统对本领域技术人员是显而易见的,该系统能够在或多或少不依赖扬声器位置的前提下,根据已经包含在被用作输入的两路录音信号中的定位信息,在听音者前方的任何位置产生幻像声源。在被用作输入的该两路录音信号中不存在定位信息时,这些专利中描述的方法也可用来产生稳定的声像。

[0012] 根据本发明的一个实施例,在具有至少四个输入的音频重放系统中,分别在右主扬声器和左主扬声器的位置上,沿着扬声器轴线,与标准听音位置等距离地配备有右主扬声器和左主扬声器。所述重放系统的四个输入用于接收至少四路音频输入信号,例如左前、右前、左环绕以及右环绕声道信号。所述标准听音位置一般定义为可使听音者的头部沿着中央听音轴而面向主扬声器的空间位置,而右耳和左耳的位置沿着一根耳轴,这里右耳和左耳位置由最大耳间声音距离 $\Delta t_{\max}$ 所分隔。而标准听音位置的具体定义为耳轴上距离右耳和左耳相等的点。中央听音轴 CLA 被定义为一条直线,其穿过标准听音位置,以及在扬声器轴上的、与右主扬声器和左主扬声器等距离的一点。在右副扬声器和左副扬声器的位置上,基本在右副扬声器和左副扬声器的扬声器轴线上,配备有右副扬声器和左副扬声器,它们与标准听音位置 LL 间隔距离相等。通过对这些副扬声器相对于所述主扬声器仔细地定位,以及使用合适的左环绕信号和右环绕信号的修正和组合来产生主扬声器和副扬声器的驱动信号,并对所述驱动信号的分量部分进行适当滤波,位于标准听音位置 LL 的听音者将从仅仅布置在其前方的扬声器,获得环绕声的体验。

附图说明

[0013] 图 1 是一幅图表,其说明一个视在声源位置,该位置由美国专利第 4,489,32 号的图 10 公开的装置产生。

[0014] 图 2 是一幅图表,其显示本发明的第一实施例。

[0015] 图 2a 是一幅图表,其显示本发明的第一实施例的信号组合。

[0016] 图 2b 是一幅图表,其显示添加到本发明第一实施例的第五音频输入信号。

[0017] 图 3 显示一族从不同角度方向入射的声音的频率响应曲线。

[0018] 图 4 显示在听音者近耳处的一族频率响应曲线,其显示了从听音者前方和从听音者后方入射的声音的频率响应差异。

[0019] 图 5 显示在听音者最远耳处的一族频率响应曲线,其显示了从听音者前方和从听音者后方入射的声音的频率响应差异。

[0020] 图 6 显示一族频率响应曲线,其代表了示于图 4 中的近耳的前至后曲线和示于图 5 中的远耳的前至后曲线之间的、每个镜像前至后声音位置对之间的差异。

- [0021] 图 7 是一幅示意图,其显示位于听音者后方一点上的后向可听声音。
- [0022] 图 8 是一幅示意图,其显示当使用本发明时,位于听音者后方的、在宽阔范围内的视在可听声音位置。
- [0023] 图 9 显示一族曲线,其是通过从示于图 3 中的在听音者最远耳的特定方向上到达的声音的频率响应,减去在听音者最近耳的在同样方向上到达的声音的频率响应而得到的。
- [0024] 图 10 是一幅图表,其显示本发明的第二实施例。
- [0025] 图 11 是一幅图表,其显示本发明的第三实施例。
- [0026] 图 12 是一幅图表,其显示本发明的第四实施例。
- [0027] 图 13 是一幅图表,其显示本发明的第五实施例。
- [0028] 图 13a 是一幅图表,其显示本发明的第五实施例的信号组合。
- [0029] 图 14 是一幅图表,其显示当使用本发明的第五实施例时,在听音者前方的、大致可听声音位置和在听音者后方的、视在可听声音位置。
- [0030] 图 15 是一幅图表,其显示本发明的第六实施例。
- [0031] 图 16 是一幅图表,其显示当使用本发明的第六实施例时,在听音者前方的、大致可听声音位置。
- [0032] 图 17 是一幅图表,其显示本发明的第七实施例。
- [0033] 图 18 是一幅图表,其显示当使用本发明的第七实施例时,在听音者后方的、大致视在可听声音位置。
- [0034] 图 19 是一幅图表,其显示本发明的第八实施例。
- [0035] 图 20 是一幅图表,其显示本发明的第九实施例的信号组合。
- [0036] 图 21 是一幅图表,其显示本发明的第十实施例。

具体实施方式

[0037] 现参考附图对本发明的优选实施例进行描述,其中相同的参考标记 / 标号表示相同或功能类似的元件。当讨论特定的配置和排列时,应当理解这样做仅仅出于说明的目的。本领域技术人员应当认识到,在不脱离本发明精神和范围的情况下,其它的配置和排列也可使用。

[0038] 图 2 和图 2a 显示本发明的第一优选实施例。参考图 2,其配备有四路与环绕声系统的信号通道对应的音频信号输入,其只是作为示例,并无意限定。应当理解这里可以是任何四路音频输入信号。然而,为了清晰和一致性的目的,这些信号在这里被称为左环绕信号 LS、左前信号 LF、右前信号 RF,以及右环绕信号 RS。其还配备有左扬声器和右扬声器箱 LSE 和 RSE。左扬声器箱 LSE 包括至少一个左主扬声器 LMS 和至少一个左副扬声器 LSS。右扬声器箱 RSE 包括至少一个右主扬声器 RMS 和至少一个右副扬声器 RSS。正如本领域技术人员所熟知的那样,坐在所述扬声器之前的听音者感觉到的未经修正的、由一对诸如在典型立体声音频系统中的扬声器重放的音频信号,如同源自于两个扬声器之间的声音位置的区域范围。所以,位于标准听音位置 LL 的听音者,感觉到仅由主左扬声器 LMS 和主右扬声器 RMS 产生的声音,如同源自于一个声音位置的区域范围,该范围大致在、并被限制在主左扬声器 LMS 和主右扬声器 RMS 的实际位置之间。

[0039] 正如图 2 所示,一个位于标准听音位置 LL 的听音者有左耳 Le 和右耳 Re。左耳 Le 和右耳 Re 之间的中点沿中央听音轴 CLA 定位。正如美国专利第 4,489,432 号提到的,这里以参考文献形式全部合并它的内容,所述右耳和左耳位置由最大耳间声音距离 $\Delta t_{\max}$ 所分隔。如在美国专利第 4,489,432 号中解释的,并如图 2 中所示,声音距离 t 是声音从左主扬声器 LMS 到达左耳 Le 的时间,而声音距离 $t + \Delta t$ 是声音从左主扬声器 LMS 到达右耳 Re 的时间。类似地,声音距离 t 也是声音从右主扬声器 RMS 到达右耳 Re 所需的时间,而声音距离 $t + \Delta t$ 也是声音从右主扬声器 RMS 到达左耳 Le 的时间。以类似的方式,声音距离 $t + \Delta t$ 还是声音从右副扬声器 RSS 到达右耳 Re 的时间,以及声音从左副扬声器 LSS 到达左耳 Le 的时间。

[0040] 再次参考图 2,左环绕信号 LS 经过前至后滤波器 1,并在加法器 3 中与左前信号 LF 相组合,接着,组合后的信号被传输至左主扬声器 LMS。类似地,右环绕信号 RS 经过前至后滤波器 2,并在加法器 4 中与右前信号 RF 相组合,接着,组合后的信号被传输至右主扬声器 RMS。

[0041] 前至后滤波器 1 和 2 修正所述环绕信号 LS 和 RS,以便在某一频率范围内,在听音者的双耳处,尽管所述声音是从听音者前方发射 (project) 的,但这些滤波器会把声音信号的频率响应近似为就像这些信号是来自听音者的后方一样。这种修正可参考图 3 至 6 来解释。图 3 显示一族频率响应曲线,其代表在听音者耳膜处相对于自由场情况的从水平面起的不同角度的声音位置到达的声音的频率响应。图 4 显示另一族频率响应曲线,该曲线的计算是通过从示于图 3 中的听音者后方的镜像声音位置到达的声音的频率响应,减去到达听音者最近耳处的声音位置在听音者前方的声音的频率响应而得到的。例如,参考图 3,用在听音者后方的、以 135 度的角度到达左耳的声音的曲线,减去在听音者前方的、以 45 度的角度到达听音者左耳的声音的曲线,就产生图 4 中标记为“45-135 度 (deg.)”的曲线。这样,图 2 中的前至后滤波器 1 和 2,就具有与例如来自于图 4 中标记为“45-135 度 (deg.)”的前至后频率响应曲线的近似特性,以及将左主扬声器 LMS 和右主扬声器 RMS 放置在中央听音轴 CLA 的两侧之一约 45 度处时,一个位于标准听音位置 LL 的听音者将近似感觉到环绕信号 LS 和 RS 在各自的最近耳的耳膜处的相同的频率响应,就像这些声音源自于某些声音位置一样,该声音位置位于听音者后方,并镜像于听音者前方的、LMS 和 RMS 的真实声音位置,而环绕信号 LS 和 RS 正是从这些扬声器中被实际发射的。

[0042] 图 5 显示一族类似的前至后频率响应曲线,该曲线的计算是通过从示于图 3 中的听音者后方的镜像声音位置到达的声音的频率响应,减去到达听音者最远耳的声音位置在听音者前方的声音的频率响应而得到的。具有这些特性的前至后滤波器应用到从在听音者前方的实际声音位置到达该听音者最远耳的声音,这将复制在听音者后方的镜像声音位置到达在听音者的最远耳耳膜处的声音的频率响应。例如,再次参考图 3,用在听音者后方的、以负 135 度的角度到达左耳的声音的曲线,减去在听音者前方的、以负 45 度的角度到达听音者左耳的声音的曲线,就产生图 5 中标记为“45-135deg.”的曲线。这样,当图 2 的前至后滤波器 1 和 2 具有例如来自于图 5 中标记为“45-135deg.”的前至后频率响应曲线的近似特性的情况下,并且当左主扬声器 LMS 和右主扬声器 RMS 位于中央听音轴 CLA 的任一侧约 45 度处时,一个位于标准听音位置 LL 的听音者将近似感觉到环绕信号 LS 和 RS 在各自的最远耳的耳膜处的相同的频率响应,就像这些声音位于在听音者后方的声音位置,并镜

像于听音者前方的 LMS 和 RMS 的真实声音位置,而环绕信号 LS 和 RS 实际是从这些扬声器中发射的。

[0043] 图 6 显示一族频率响应曲线,其表示对于每个镜像前至后声音位置对的示于图 4 中的近耳的前至后曲线和示于图 5 中的最远耳 的前至后曲线之间的差异。观察图 6 可发现:在频率直到约 2500Hz 之前,近耳和远耳的前至后曲线基本一致。观察图 4 和图 5 可发现:在频率直到约 2500Hz 之前,对于约在听音者前方的、中央听音轴 CLA 的任一侧约为 30 度到 60 度之间的声音位置,近耳和远耳的前至后频率响应曲线非常类似。如果前至后滤波器 1 和 2 在频率直到约 2500Hz 之前,具有与例如来自于图 4 的标记为“45-135deg.”的近似的频率响应曲线的类似的特性,那么对于由所述前至后滤波器 1 和 2 修正的信号,一个位于标准听音位置 LL 的听音者在双耳的耳膜处将感觉到频率直到 2500Hz 的基本相同的频率响应,就像该声音位于听音者后方的声音位置一样,该声音位置镜像于在听音者前方的左主扬声器 LMS 和右主扬声器 RMS 的真实声音位置,左主扬声器和右主扬声器 LMS 和 RMS 的位置在中央听音轴 CLA 的任一侧约为 30 度到 60 度之间。正如示于图 7 中的,如果前至后滤波器 1 和 2 的输入信号是,例如,左环绕信号 LS 和右环绕信号 RS,听音者将感觉到左环绕信号 LS 和右环绕信号 RS 是由在听音者后方的、位于镜像位置的幻像左扬声器 PLS 和幻像右扬声器 PRS 产生的。

[0044] 所以,在这个第一实施例中,图 2 的前至后滤波器 1 和 2 可能具有将频率范围限制在约 2500Hz 以下的特性,其在低于约 2500Hz 以下,具有与图 4 中的标记为“45-135deg.”的曲线的近似的频率响应。正如前面所提到的以及示于图 6 中的,由于前至后频率响应曲线在低于约 2500Hz 时,在一定的角度位置范围内,不论对近耳和最远耳,都非常类似,因此即使扬声器并不是放置在从中央听音轴 CLA 起正好 45 度的位置上,前至后滤波器 1 和 2 还是会使听音者感觉到声音是来自于听音者后方的镜像位置,这正如示于图 7 中的。尽管有前面的讨论,但试验显示在一些对于本发明的实现中,需要前至后滤波器 1 和 2 的频率响应扩展至大幅超过 2500Hz。在一些实现中,还发现需要包括在频率约 12kHz 处大约有正 4 分贝 (db) 到正 8 分贝 (db) 的带增强 (bandemphasis)。

[0045] 再次参考图 2,左环绕信号 LS 在经过前至后滤波器 1 之后,经过一个反相器 5 和一个低通滤波器 11。它接着经过一个加法器 10,在其中它和右环绕信号 RS 组合,所述信号 RS 已经经过前至后滤波器 2 和低通滤波器 8,以便结果的组合信号由一个修正的右环绕信号 RS' 减去一个修正的左环绕信号 LS' 得到。然后,将该组合信号传输至位于右扬声器箱 RSE 中的右副扬声器 RSS。类似地,右环绕信号 RS 在经过前至后滤波器 2 之后,经过一个反相器 6 和一个低通滤波器 12。接着,它经过一个加法器 9,在其中它和左环绕信号 LS 组合。所述信号 LS 已经经过前至后滤波器 1 和低通滤波器 7,以便结果的组合信号由一个修正的左环绕信号 LS' 减去一个修正的右环绕信号 RS' 得到。然后,将该组合信号传输至位于左扬声器箱 LSE 中的左副扬声器 LSS。低通滤波器 7、8、11 以及 12 可以具有将频率响应限制在约 1kHz 以下的特性,如在美国专利第 4,630,298 号公开的,这主要是出于稳定视在声音位置、提高对听音者头部移动的容忍度 (tolerance)、增强没有位于标准听音位置 LL 的听音者对视在声音位置的幻觉 (illusion) 以及允许对主扬声器和副扬声器的位置的更大的容忍度的目的。然而,在本发明的一些实现中,需要所述低通滤波器具有扩展至实际超过 1kHz 的频率响应,或者可为低通滤波器 7 和 8 选择一个截止频率,而同时为低通滤波器 11 和 12 选

择一个不同的截止频率。在本发明的这个实施例的一个具体实现中,低通滤波器 7 和 8 具有扩展至约 5kHz 的频率响应,而低通滤波器 11 和 12 具有扩展到约 1.8kHz 的频率响应。

[0046] 根据本发明的此第一实施例,图 2a 显示了传输至每个扬声器的、修正的和组合的信号合成,其中上标“'”表示原始音频输入信号已由信号修正和组合装置 20 适当地修正过。应当理解,在本发明的范围内,可采用示于图 2a 的任何合适的装置,以获得合适的信号修正和组合。此外,正如上面所讨论的,试验显示在本发明的范围内,在这里描述许多对特定信号修正的改变,其作用在于仅从位于听音者前方的扬声器,提供一个可接受的环绕声幻觉 (illusion)。在这里描述的特定信号修正仅用作示例,而并非用于限制本发明。

[0047] 在这个第一实施例中,左副扬声器 LSS 和右副扬声器 RSS 根据美国专利第 4,489,432、4,497,064、4,569,074 以及 4,630,298 号的精神,相对于左主扬声器 LMS 和右主扬声器 RMS 以及听音者来设置,其目的是消除 IAC 并产生一个超出扬声器位置而延伸的现实的声场 (acoustic field)。正如现有技术图 1 中所示和在上述参考的美国专利中讨论的,可以将左副扬声器和右副扬声器 LSS 和 RSS 放置在具有左主扬声器和右主扬声器 LMS 和 RMS 的共同的扬声器的轴上。然而,也正如在上述参考的美国专利第 4,497,064 号中讨论的,可将该副扬声器放在任何位置上,只要该位置可相对于各自的主扬声器产生正确的、以听音者的耳朵为目标的声音的延迟时间。正如示于图 2 中和在美国专利第 4,489,432、4,497,064 以及 4,569,074 号中讨论的,在主扬声器和副扬声器沿着共同的扬声器轴被布置的情况下,在不脱离本发明的精神和功能前提下,在每一边的各自的主扬声器和副扬声器之间的优选间距大致处在最大声音间隔距离 $\Delta t_{\max}$ 到大约 150% 的该 $\Delta t_{\max}$ 之间,从而导致扬声器之间的延迟 $\Delta t'$ 的相应的变化。正如现有技术图 1 中所示,在美国专利 (专利号为 4,489,432、4,497,064、4,569,074 以及 4,630,298) 中公开的方法具有以下的能力:其可从诸如表现为普通立体声录音的两路音频输入信号中,在听音者前方的中央听音轴 CLA 的左和右大约等于 90 度的范围内,产生一个视在声音位置。正如前面所描述的,在本发明的第一实施例中,选择图 2 中的前至后滤波器 1 和 2,以在限定的频率范围内,将在听音者前方的声音位置的频率响应转换成位于听音者后方的镜像位置上的声音位置的、在听音者双耳的耳膜处的频率响应。美国专利第 4,489,432、4,497,064、4,569,074 以及 4,630,298 号公开的方法,可以如同在这里说明的被修正,其结合前述的信号操作,将可从左环绕声输入信号和右环绕声输入信号 LS 和 RS 中,创造出声音位置的幻像,该幻像位于听音者后方的中央听音轴的左和右约 90 度的范围内。参考图 8,左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 的信号通道,仅连同来自于左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 的可听到的后向声音位置 PRSL 的大致范围一起被显示。参考图 2,来自左前和右前的声音,即输入信号 LF 和 RF 将被感觉到分别保持在扬声器 LMS 和 RMS 大致的声音位置上。因此,在本发明的这个实施例中,仅仅将扬声器布置在前方,而听音者感觉到视在声源在前方和到后方,这种感觉类似于代表性地使用四个实际位于听音者前方和后方的扬声器的传统的环境声扬声器系统。此外,本发明的这个实施例具有优势,其超过传统环境声扬声器系统和诸如美国专利第 5,799,094、6,052,470 以及 5,579,396 号产生幻像后声道的现有技术方法。所述优势在于听音者将感觉到视在声音位置 PRSL 在他们后方很宽阔的区域范围内存在,如图 8 中所示,与其说 PRSL 依赖于被特定视在后扬声器位置所限制的视在后方声音位置,倒不如说其主要依赖于对所录音的信号合成,如图 7 所示,其主要依赖于前扬声器的位置。此外,本发明受益于其具有的听音

者位置的灵活性优势,该优势超过产生环绕声幻觉的几种纯电子的现有技术方法。根据本发明,使用主扬声器和副扬声器不需要在主扬声器和听音者之间保持特定的固定距离,也不需要两个主扬声器之间保持特定的固定距离。此外,试验显示,只要听音者大体位于扬声器前方的区域内而不需位于标准听音位置 LL,这里描述的这种布置与信号修正相结合就能够产生宽阔的视在声音位置区域范围。试验还显示即使听音者进一步离开标准听音位置 LL,还是可体验到一种愉快的环绕声幻觉,只是视在声音位置的定位比较模糊。

[0048] 简要参考图 2b,其显示第一实施例的一个变化,除了一个诸如在环绕声系统中提供的中置声道信号 C 的第五音频输入信号以外,其与在图 2 中示出的实施例相同。该实施例中还配备有一个中置声道扬声器箱 CSE,其包括至少一个中置扬声器 CS。所述中置声道的中置信号输入 C 被传输至中置扬声器 CS。位于标准听音位置 LL 的听音者感觉从中置扬声器 CS 产生的声音,就像是从中置扬声器 CS 的大致声音位置发出的声音。本技术领域的技术人员将理解,根据本发明的这个或其它实施例,一种来自于前置扬声器的环绕声体验可以仅仅使用四路音频输入信号来产生,正如图 2 和图 2b 中所示。而诸如典型地出现在环绕声系统中的中置声道信号的第五音频输入信号,是任选而非必需的。

[0049] 根据本发明的第二实施例示于图 10 中。该第二实施例除了增加了左至右滤波器 13 和右至左滤波器 14 以外,其与图 2 和图 2a 中描述的第一实施例是相同的。左至右滤波器 13 被添加到左环绕信号 LS 的通道上,其在 LS 经过前至后滤波器 1、反相器 5 以及低通滤波器 11 之后,以及 LS 在加法器 10 中与右环绕信号 RS 组合之前被添加。类似地,右至左滤波器 14 被添加到右环绕信号 RS 的通道上,其在 RS 经过前至后滤波器 2、反相器 6 以及低通滤波器 12 之后,以及 RS 在加法器 9 中与左环绕信号 LS 组合之前被添加。左至右滤波器 13 和右至左滤波器 14 的目的将在后文中参考图 9 加以描述。

[0050] 图 9 显示一族曲线,其通过从示于图 3 中的在听音者最远耳处的从特定方向上到达的声音的频率响应,减去在听音者最近耳处的从同样方向上到达的声音的频率响应而得到。因此,这些曲线表示声音从左至右或从右至左通过听音者头部时,其频率响应的改变。通过参照图 9,可发现在频率直到约为 2000Hz 时,这些曲线在形状和幅度上是类似的。再次参考示于图 10 中的本发明的第二实施例,左至右滤波器 13 可能大致具有例如图 9 中标记为“45to-45”的曲线的特性。这样,出于消除 IAC 目的而由右副扬声器 RSS 产生的、经取反和低通滤波后的左环绕信号,在它到达听音者右耳 Re 时,将更好地与由左主扬声器 LMS 产生的、同相的左环绕信号的频率响应相匹配,并且这将会因此更有效地消除 IAC。右至左滤波器 14 可具有类似的特性,以使在听音者左耳 Le 的 IACC 的有效性将会类似地提高。其结果将是在听音者后方的宽阔范围内的位置,提高对视在声音位置的感觉或感知。

[0051] 本发明的第三实施例示于图 11 中。该第三实施例除了增加了高通滤波器 15 和 16 以外,其与图 10 中描述的第二实施例是相同的。高通滤波器 15 被添加在左环绕信号 LS 的通道上,其在左环绕信号 LS 经过前至后滤波器 1、反相器 5、低通滤波器 11 以及左至右滤波器 13 之后,以及左环绕信号 LS 在加法器 10 中与右环绕信号 RS 组合之前被添加。类似地,高通滤波器 16 被添加在右环绕信号 RS 的通道上,其在右环绕信号 RS 经过前至后滤波器 2、反相器 6、低通滤波器 12 以及右至左滤波器 14 之后,以及右环绕信号 RS 在加法器 9 中与左环绕信号 LS 组合之前被添加。通常在低频段,左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 之间的差异很小。参考图 10,除了信号中被取反,并在加法器 9 和 10 中被加到对侧的环绕信号并

被传输至它们各自的副扬声器 LSS 和 RSS 中的那一分量之外,第二实施例中描述的信号处理对频率低于约 150Hz 的信号影响很小。因此,这些分量的低频响应在它们加在一起时,基本互相抵消,只留下主要由中频和较高频率的信息构成的信号,留下的信号由副扬声器 LSS 和 RSS 重放。正如在前面讨论的,以 ITD 值为基础的方向性听音只有在频率降到约 150Hz 时才会有效。参考图 11,低于约 150Hz 的频率可通过高通滤波器 15 和 16,被从有取反的左环绕信号和右环绕信号的那些通道中去除,而不会危害到 IACC 的有效性。因此,左环绕信号和右环绕信号的同相部分低频响应将不会被清除,系统的低频性能从整体上将会得到提高。

[0052] 本发明的第四实施例示于图 12 中。在本发明的这个实施例中,中置扬声器被从示于图 2b 以及在前面描述的第一实施例中去除。参考图 12,中置信号输入 C 被分离,并由加法器 3 和 4,与左前信号和右前信号 LF 和 RF 以及经修正的左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 相加。结果生成的信号被分别传输至左主扬声器和右主扬声器 LMS 和 RMS。因此,听音者将会在没有使用中置扬声器的情况下,感觉到一个幻像中置声音位置 PCS,对于来自中置信号输入 C 的声音,该幻像中置声音位置 PCS 位于中央听音轴 CLA 的正前方和就在该中央听音轴 CLA 上。应当理解,在本发明的范围内,上面描述的用于产生幻像中置声音位置并去除实体或真实中置扬声器的技术,可作为这里描述的其它任何实施例的一部分使用。

[0053] 本发明的第五实施例示于图 13 和图 13a 中。除了左前信号和右前信号 LF 和 RF 经过特定的滤波器和信号处理后,施加到左副扬声器和右副扬声器 LSS 和 RSS 以外,本发明的这个实施例与图 2 中描述的第一实施例是相同的。这样做是为了消除 IAC 和在前面的第一实施例中讨论过的后方声音位置的可感觉范围之外,额外地创造出一个扩展的前方可感觉声音位置的范围。参考图 13,在左环绕信号 LS 由前至后滤波器 1 修正后,左前信号 LF 与左环绕信号 LS 在加法器 3 中相组合。类似地,在右环绕信号 RS 由前至后滤波器 2 修正后,右前信号 RF 与右环绕信号 RS 在加法器 4 中相组合。左前信号 LF 和修正的左环绕信号 LS 的组合,被传输至左主扬声器 LMS。该左前信号 LF 与修正的左环绕信号 LS 组合后的信号被从右前信号 RF 和修正的右环绕信号 RS 的组合中减去,其步骤是:首先将组合后的左前信号加修正的左环绕信号在反相器 5 中取反,在其经过了任选的低通滤波器 11 之后,其通过加法器 10 与组合的并进一步经过任选的低通滤波器 8 的右前信号加修正的右环绕信号相加。作为结果的差信号被传输至右副扬声器 RSS。类似地,右前信号 RF 和修正的右环绕信号 RS 的组合,被传输至右主扬声器 RMS。该右前信号 RF 和修正的右环绕信号 RS 组合后的信号也被从左前信号 LF 和修正的左环绕信号 LS 的组合中减去,其步骤是:首先将组合后的右前信号加修正的右环绕信号在反相器 6 中取反,在其经过了任选的低通滤波器 12 之后,其通过加法器 11 与组合的并进一步经过任选的低通滤波器 7 的左前信号加修正的左环绕信号相加。作为结果的差信号被传输至左副扬声器 LSS。正如上面所讨论的,在左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 通道上的前至后滤波器 1 和 2 的作用,使得听音者感觉到信号如同位于其后方。如果在左前信号和右前信号 LF 和 RF 通道上不存在这些滤波器,听音者会感觉到上述信号位于其前方。主扬声器和副扬声器 LMS、RMS、LSS 以及 RSS 的布置摆放,结合图 13 中示出的信号处理,使得听音者可以感觉到一个施加到主扬声器和副扬声器上的全部信号的扩大的声音位置范围,其中正如示于图 14 中的,听音者会感觉到来自左前信号和右前信号 LF 和 RF 的声音位置在其前方;并且听音者感觉到来自左环绕信号和右环绕信号 LS 和

RS 的声音位置在其后方。

[0054] 根据这个第五实施例,图 13a 显示了传输至每个扬声器的、修正的和组合的信号总的合成,其中上标“'”表示原始音频输入信号已由信号修正和组合装置 20 合适地修正过。应当理解,在本发明的范围内,可采用如图 13a 所示的任何合适的装置,以获得合适的信号修正和组合。

[0055] 本发明的第六实施例示于图 15 中。在本发明的这个实施例中,一个信号格式检测装置 22 被添加到示于图 13 的和前面所描述的作为第五实施例的方法中,并且加法器 17 和 18 被切换器 19 和 19a 所替代。当信号格式检测装置 22 确定至少有四路音频输入信号存在时,切换器 19 和 19a 就被启动,以选择起始于左和右环绕信号 LS 和 RS 的信号通道。在这种情况下,结果就是如上面的第一实施例描述的那样。当信号格式检测装置确定左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 不存在时,切换器 19 和 19a 就被启动,以选择起始于左前信号和右前信号 LF 和 RF 的信号通道。在这种情况下,结果就是一个在听音者前方的、扩大的可感觉的声音位置的范围,其重放的声音与左前信号和右前信号 LF 和 RF 相关,正如示于图 16 的那样。应当理解,为了达到在听音者前方或后方产生更宽阔声音位置的可感觉范围的目的,信号格式检测和合适的切换可用来改变任何一对输入信号的路线。

[0056] 本发明的第七实施例示于图 17 中。在本发明的这个实施例中,后中置声道信号输入 RC 被添加到图 11 中描述的实施例中。后中置声道在被称为“6.1”环绕声系统中已经变得越来越普通。后中置信号 RC 经过中置前至后滤波器 21 而被修正,在被传递至左主扬声器 LMS 之前,该修正的信号在一侧通过加法器 3 与左前信号 LF 和左环绕信号 LS 相组合;在其被传输至右主扬声器 RMS 之前,该修正的信号在另一侧通过加法器 4 与右前信号 RF 和右环绕信号 RS 相组合。如果中置前至后滤波器 21 具有例如大致类似于前至后滤波器 1 和 2 的特性,则从左主扬声器 LMS 和右主扬声器 RMS 发射的后中置声道信号,会使位于标准听音位置 LL 的听音者,感到其具有大致就像这些声音源于听音者后方的、镜像于左和右主扬声器 LMS 和 RMS 的位置的频率响应,这些位置如示于简图 18 中的位置 PLMS 和 PRMS。由于来自 PLMS 和 PRMS 位置的幻像后方声音是相同的,因此位于标准听音位置 LL 的听音者将感觉到该后中置信号就像是从幻像后中置位置 PRCL 中被发射的一样,该位置也示于图 18 中,其在听音位置的正后方。

[0057] 本发明的第八实施例类似于图 2 所示的本发明的第一实施例,只是没有使用前至后滤波器。参考图 19,所显示的左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 的信号通道不包含前至后滤波器。其它的信号通道和示于图 2 中的相同。由于没有前至后滤波器,位于标准听音位置 LL 的听音者将感觉到:左和右环绕信号 LS 和 RS 似乎是从听音者前方的位置范围发射出的,该范围即示于图 19 中的 PSSL。如在第一实施例中,左前信号和右前信号 LF 和 RF 被供给左主扬声器和右主扬声器 LMS 和 RMS。作为结果,位于标准听音位置 LL 的听音者将感觉到:左前信号和右前信号 LF 和 RF 似乎源自于所述左主扬声器和右主扬声器 LMS 和 RMS 之间的声音位置的范围 PFSL 内,并且听音者将感觉到:左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 是从听音者前方的、超出扬声器位置的位置范围 PSSL 内发射的。试验显示,由于环绕信号 LS 和 RS 宽阔的可感觉的声音位置的范围,这种布置产生了一种可接受的伪环绕声体验,尽管感觉上该环绕信号是从听音者的前方和从侧面发射的,而不是从后方发射的。

[0058] 本发明的第九实施例示于图 20 中。该第九实施例类似于第一实施例,只是配备有

用于产生左前信号和右前信号 LF 和 RF 的分离的左和右前扬声器 LFS 和 RFS。左前扬声器和右前扬声器 LFS 和 RFS 可被放置在听音者前方任何的位置,用于仅分别接收左前信号和右前信号 LF 和 RF。结果,位于标准听音位置 LL 的听音者将感觉左前信号和右前信号 LF 和 RF 是从听音者前方的、左前扬声器和右前扬声器 LFS 和 RFS 之间的声音位置的范围 PFSL 发射的。在这个第九实施例中,信号的修正和组合通过信号修正和组合装置 20 施加在左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 上,以产生图 20 中的每个扬声器的信号组合。信号修正可包括在前面其它实施例中讨论过的任何的修正;仅仅是为了示例而非限定,前至后滤波器、左至右滤波器、低通滤波器或高通滤波器,这样,根据所采用的信号修正,听音者感觉到左环绕信号和右环绕信号 LS 和 RS 的视在声音位置的广阔的范围可能在听音者之前,也可能在听音者之后。

[0059] 本发明的第十实施例示于图 21 中。这个第十实施例类似于描述于图 2 和图 2a 中的第一实施例,只是至少四路输入信号 LS、LF、RF 以及 RS 是来源于两路诸如在立体声音频系统中典型存在的、原始输入信号 L 和 R。在这个第十实施例中,配备有两声道至多声道转换装置 22,其以某种方式处理两路原始输入信号 L 和 R,以提供至少四路信号输出 LS、LF、RF 以及 RS。诸如 DolbyTMpro-LogicTM 的用于完成两声道到多声道的转换的许多方法为本领域技术人员所公知。接着,这些至少四路信号输出 LS、LF、RF 以及 RS 可作为前面其它实施例中描述的信号修正和组合装置 20 的输入使用。结果,类似于在其它实施例中描述的那样,位于标准听音位置 LL 的听音者,仅通过放置在前方的扬声器并且仅从两个原始输入声道 L 和 R,就将获得环绕声的体验。应当理解,在本发明的范围内,所述两声道至多声道转换装置 22 也可产生诸如中置声道 C 的第五个声道,或者诸如后中置声道 RC 的第六个声道,如前面其它实施例中描述的,这些声道也可作为信号修正和组合装置 20 的输入来使用。

[0060] 应当理解,在本发明的范围内,许多上述实施例以外的改变是可能的。例如,作为第二和第三实施例描述的增强,可被组合到第四、五和第六实施例中。或者,在第四实施例中描述的幻像中置声道方法,可被结合到其它任何的实施例中。应当理解,在本发明的范围内,输入信号不仅限于这些可在典型的音频环绕声系统中用到的左环绕、右环绕、左前、右前和中置,而且还可能是至少两路信号的任意组合,其中,可期待在听音者前方或在听音者后方产生可感觉到的声音位置的广阔的范围。

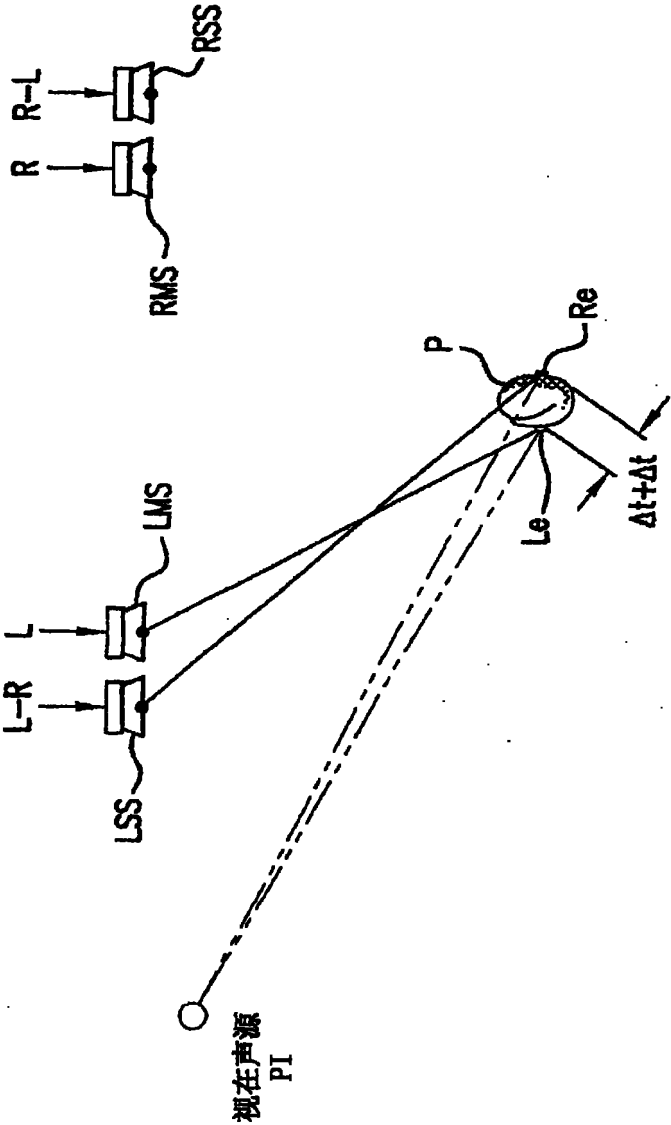


图1
现有技术

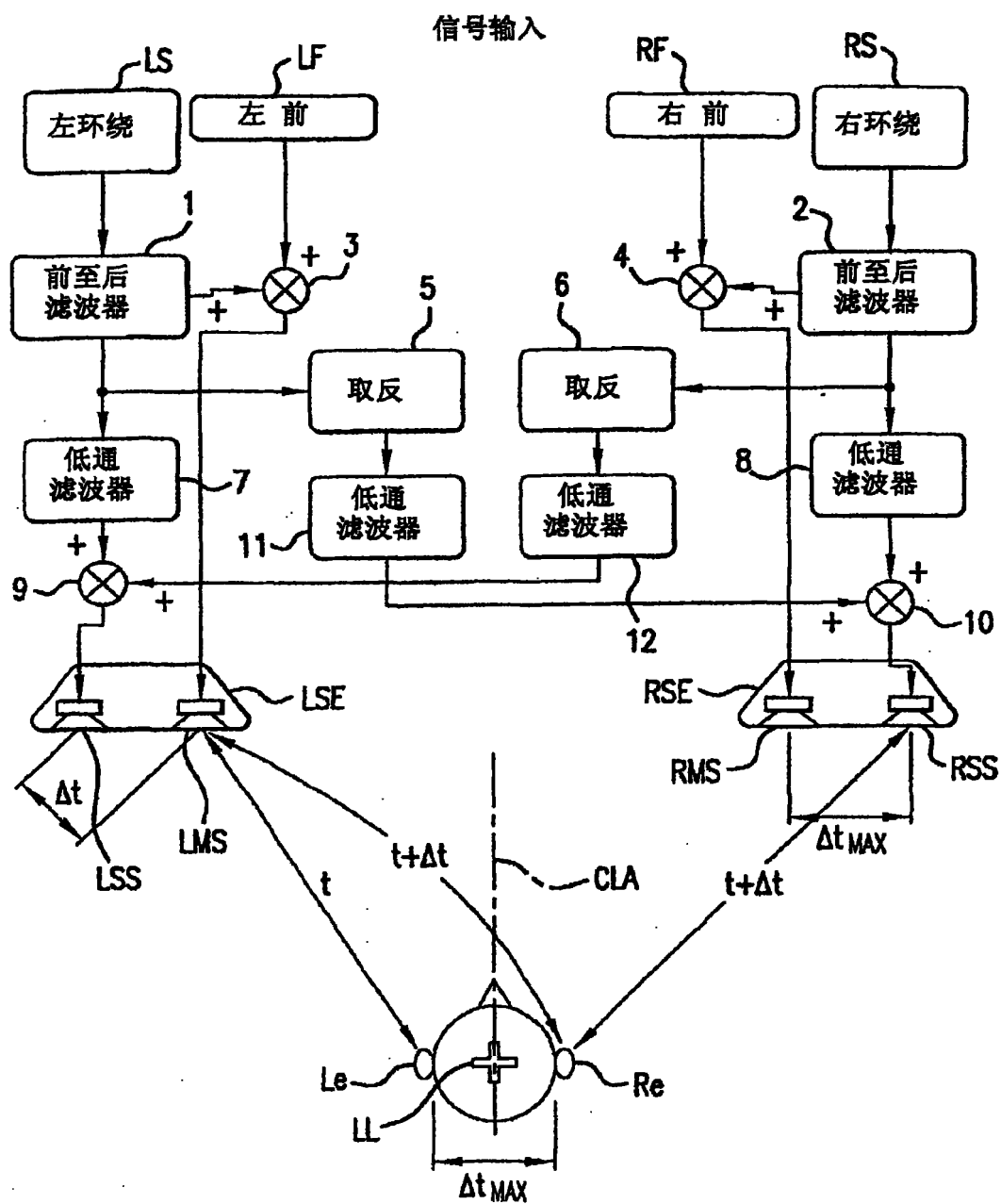


图 2

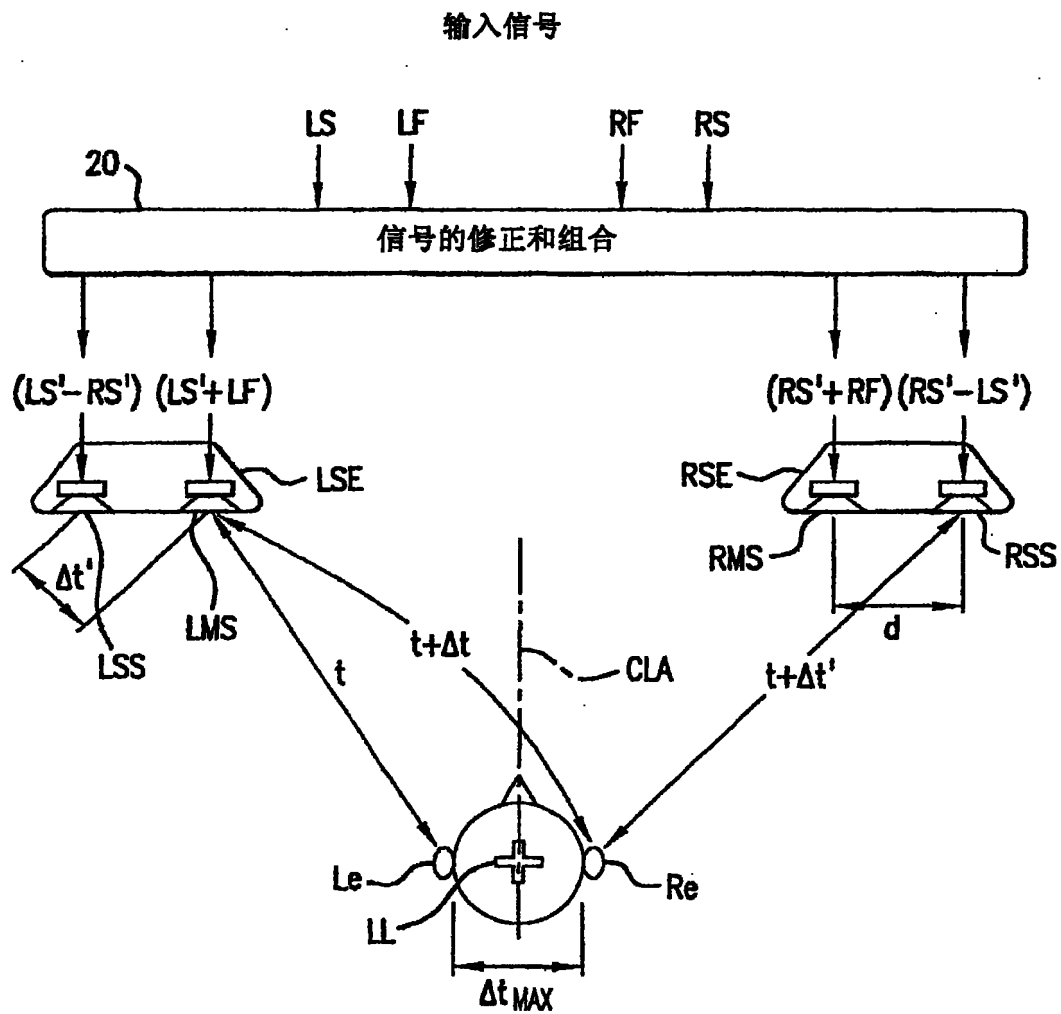


图 2a

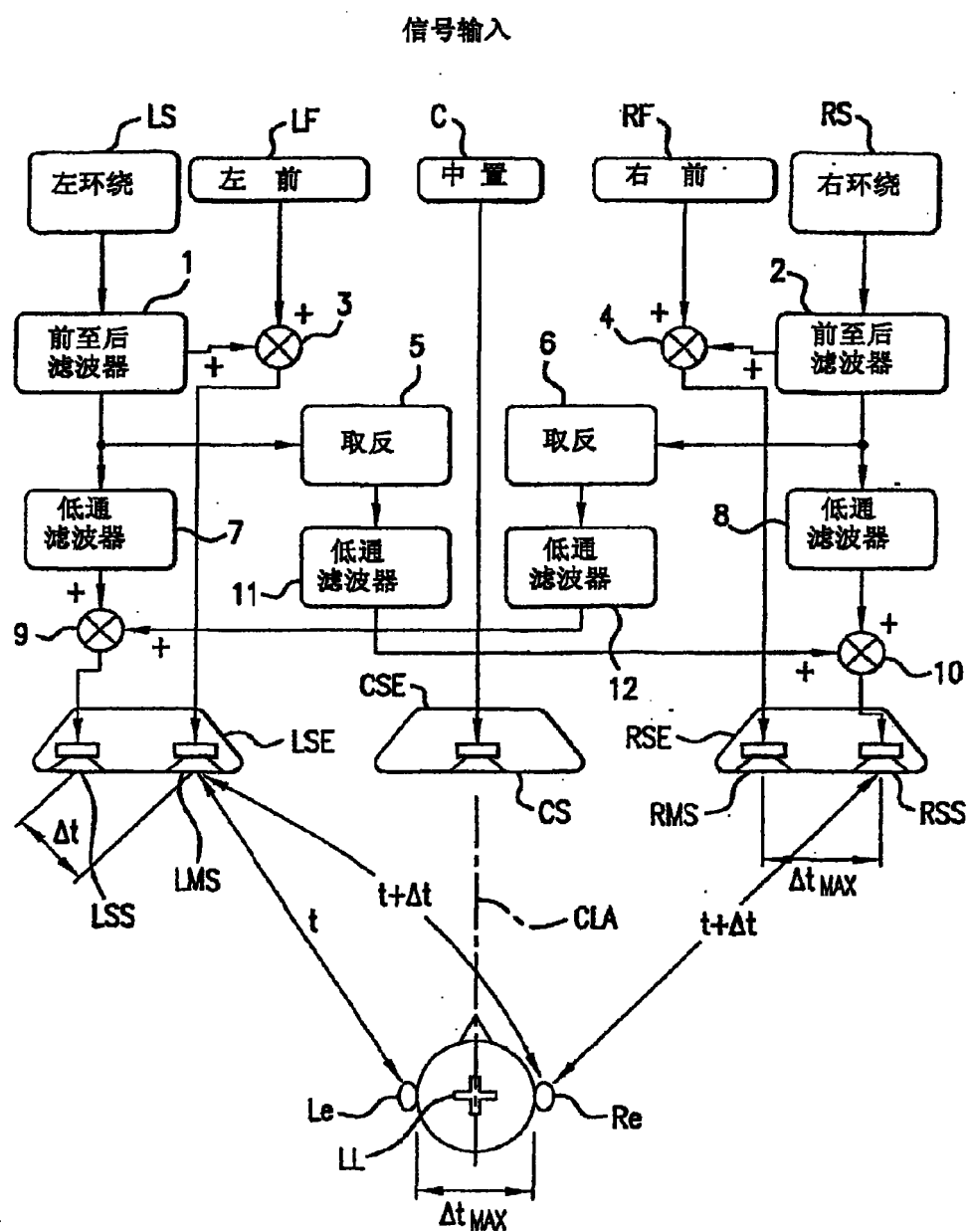
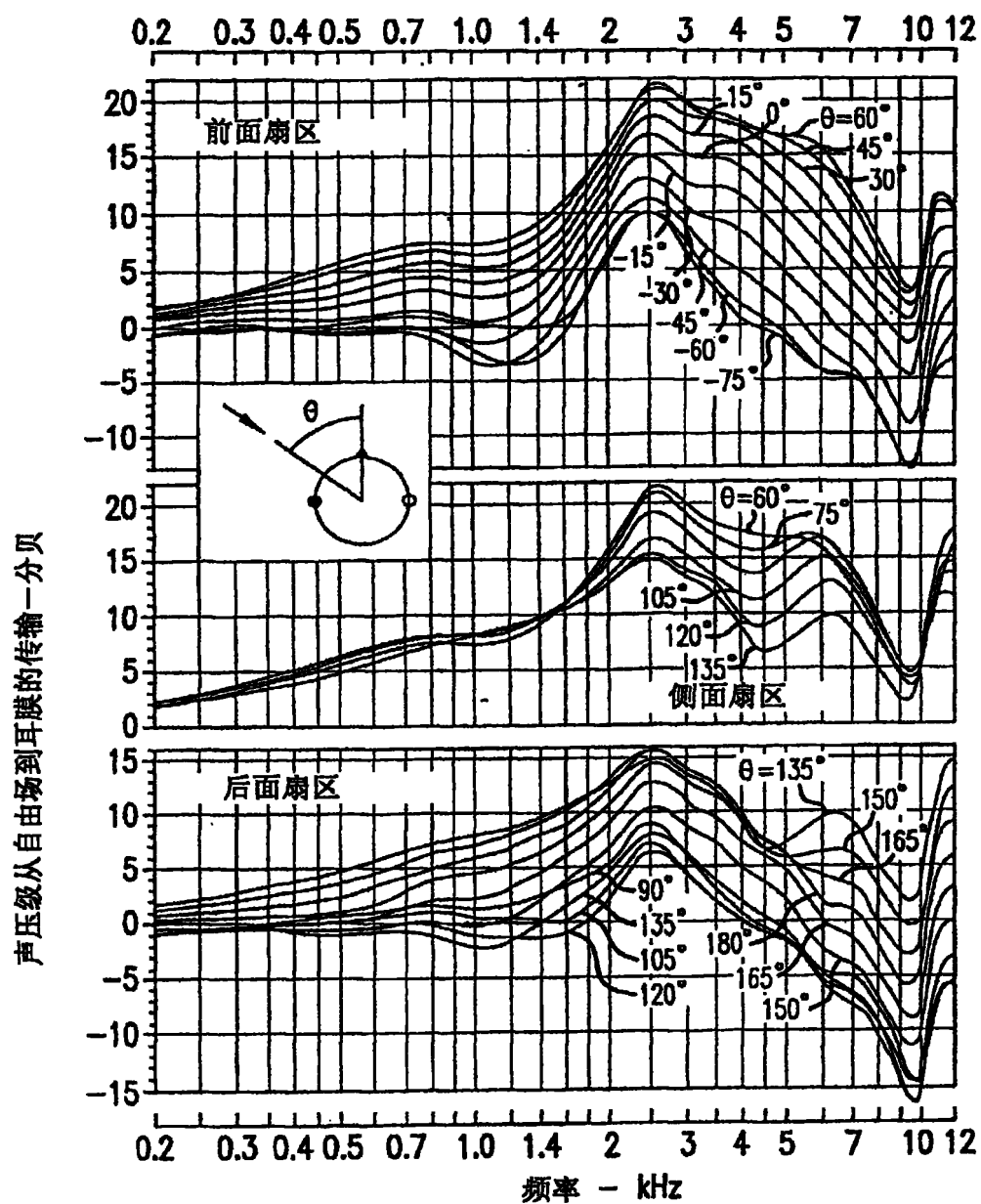


图 2b



在水平面上, 方位角 θ 每 15° 为一间隔, 声压级从自由场到人类耳膜的传输被作为频率的函数。曲线显示了基于12组研究数据的平均值。(在参考6之后)

图 3

近耳—前至后频率响应差异

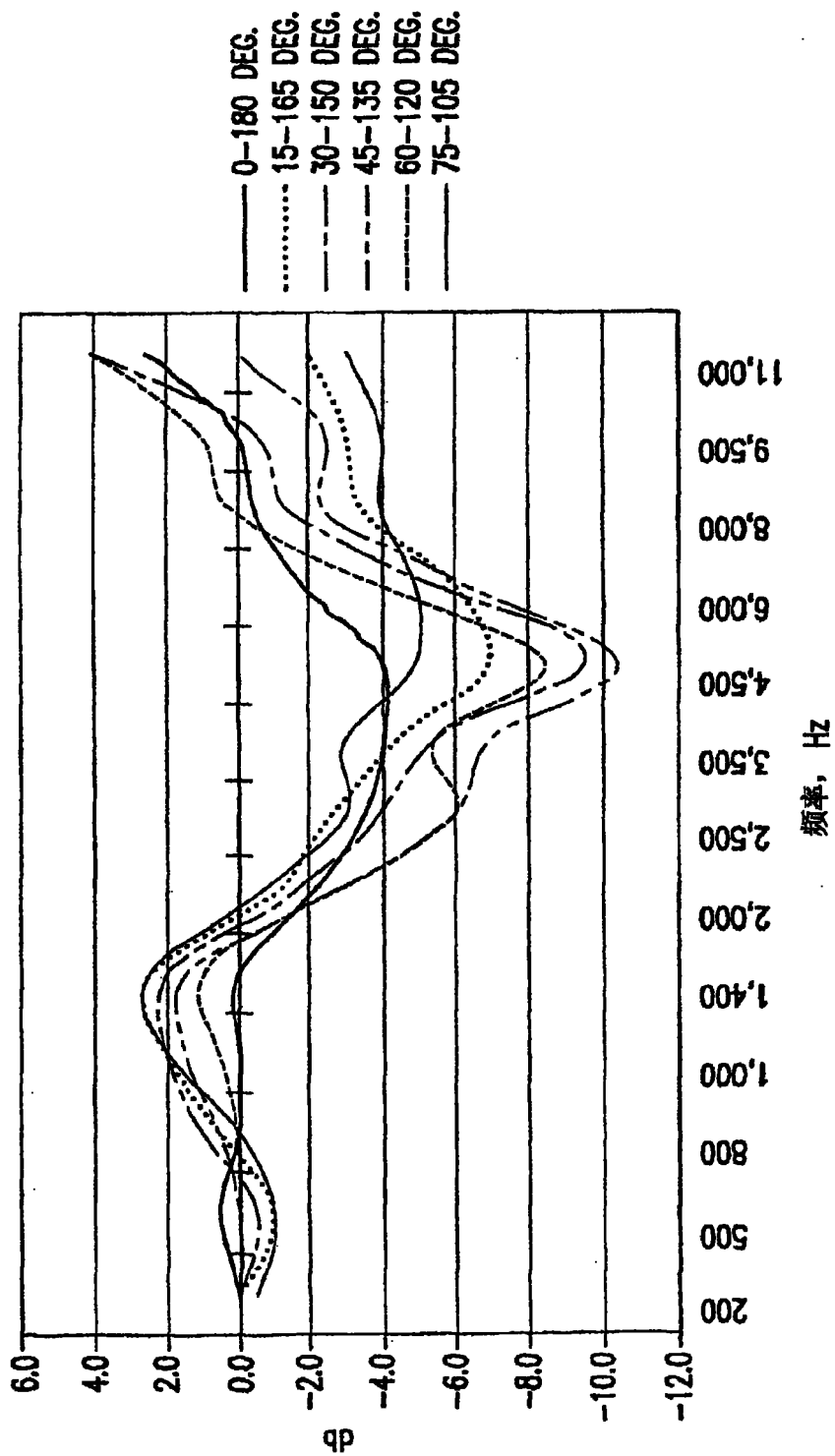


图4

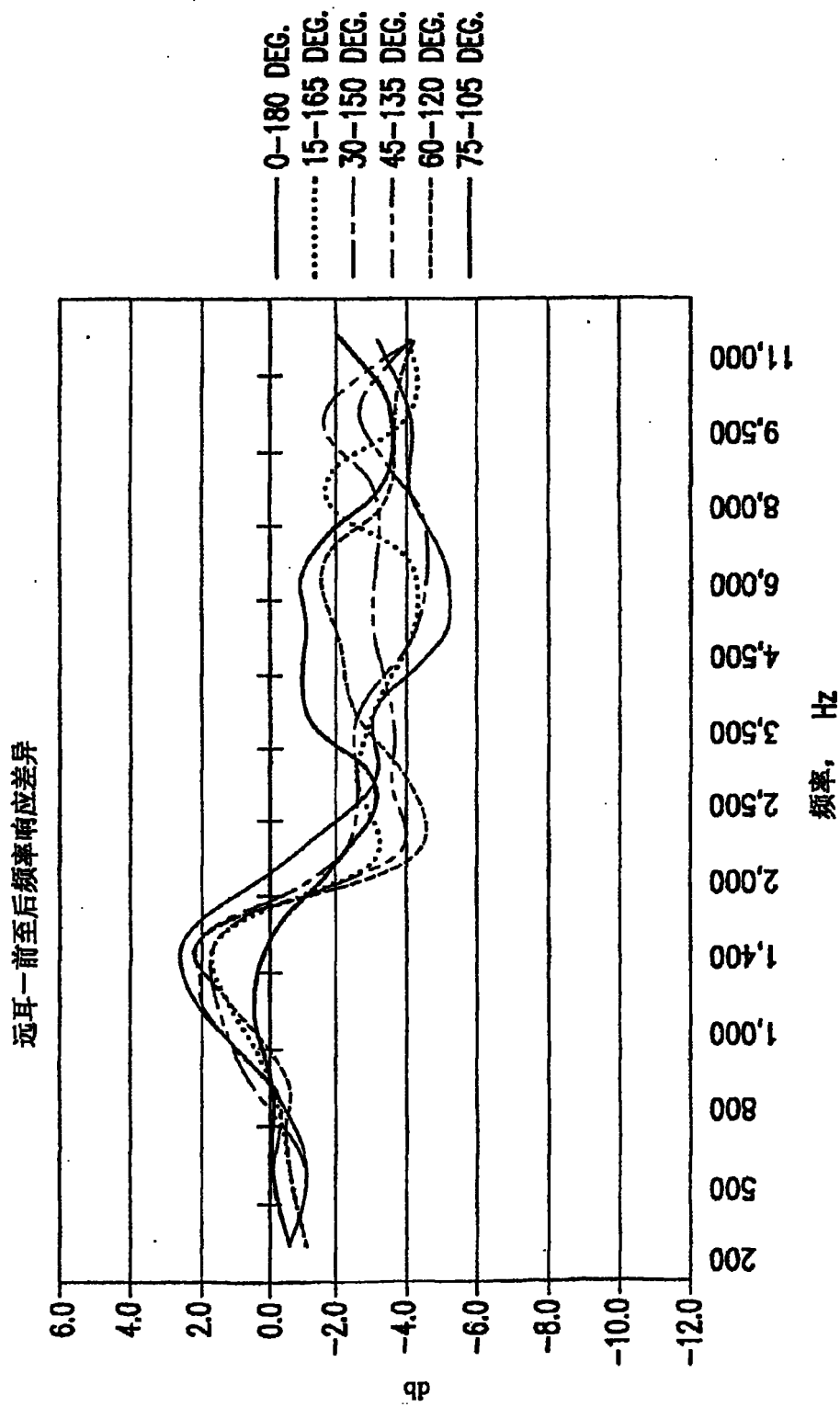


图5

前至后频率响应差异 远耳 对 近耳

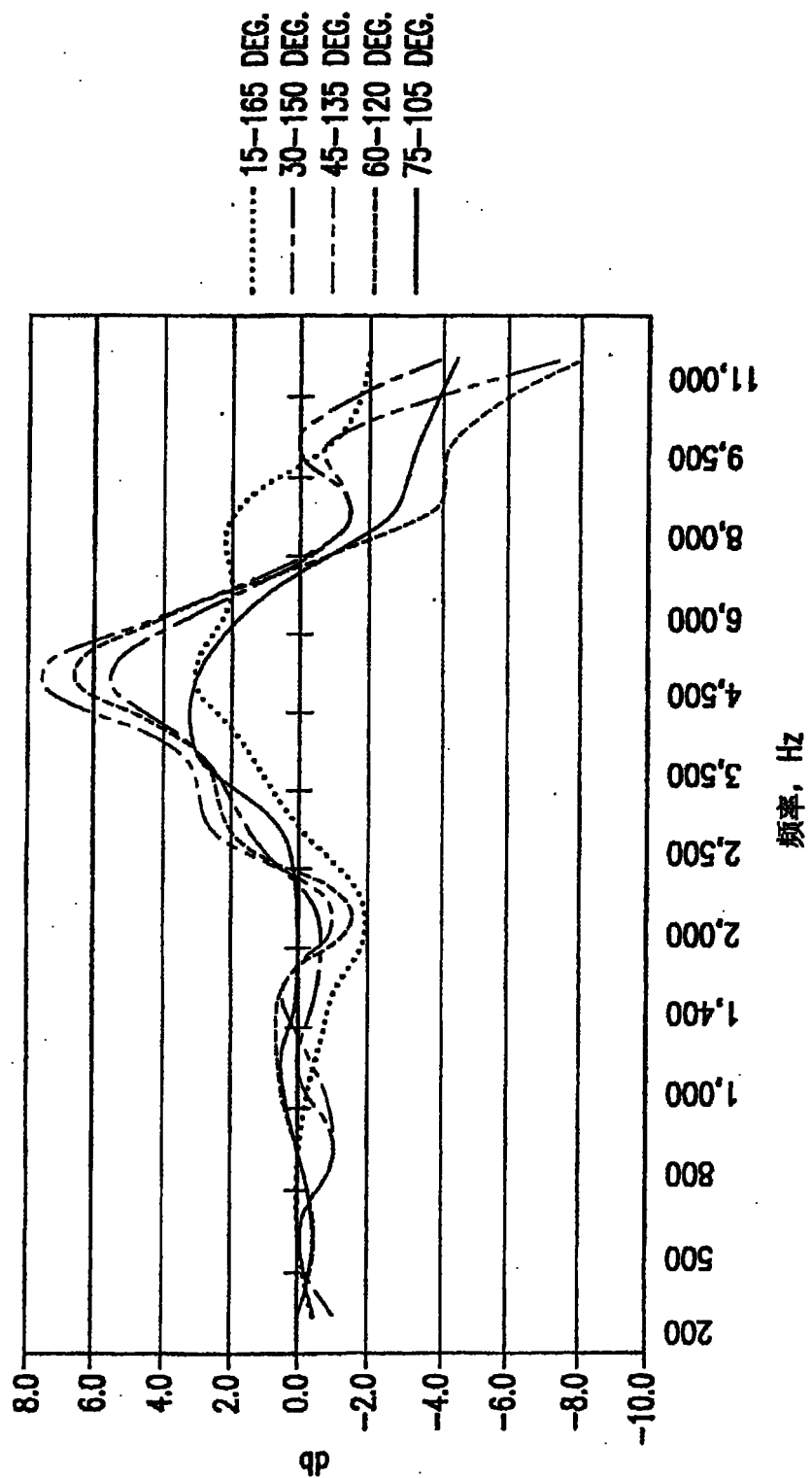


图6

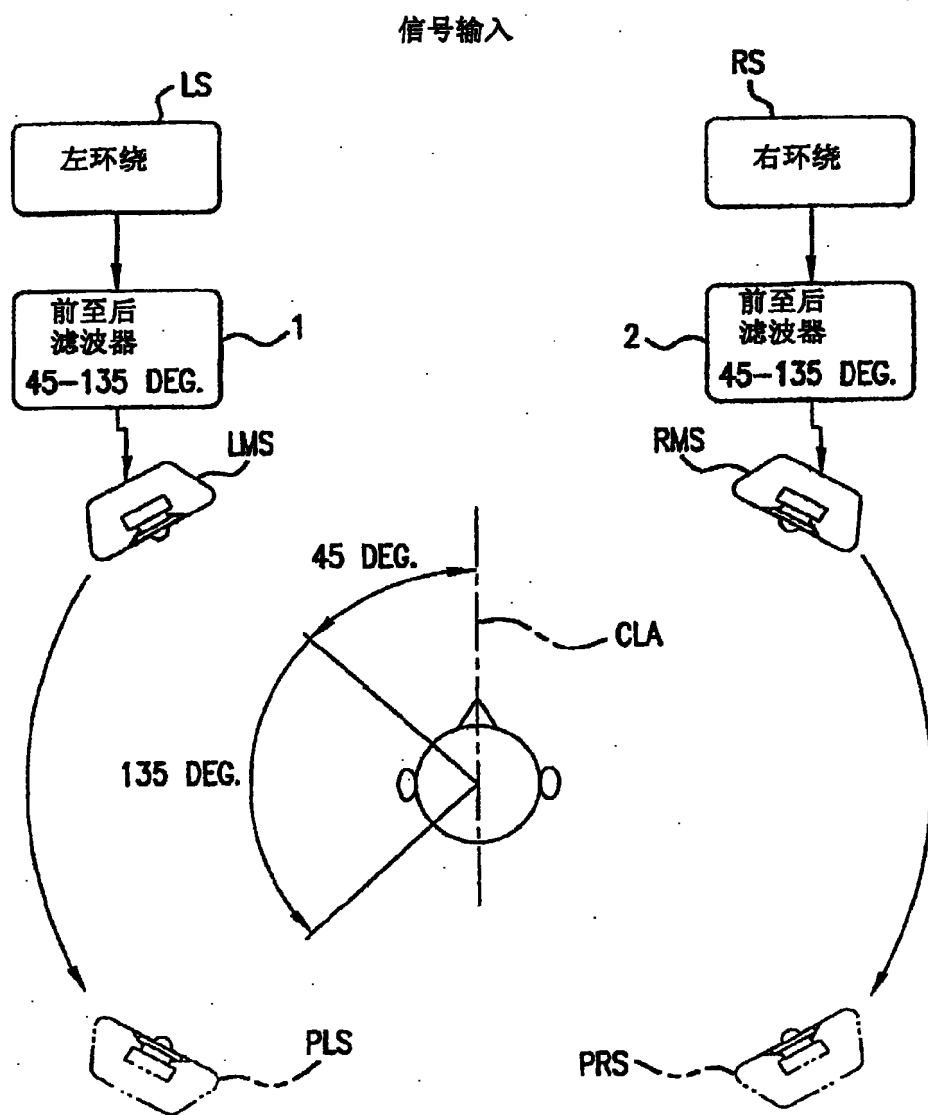


图 7

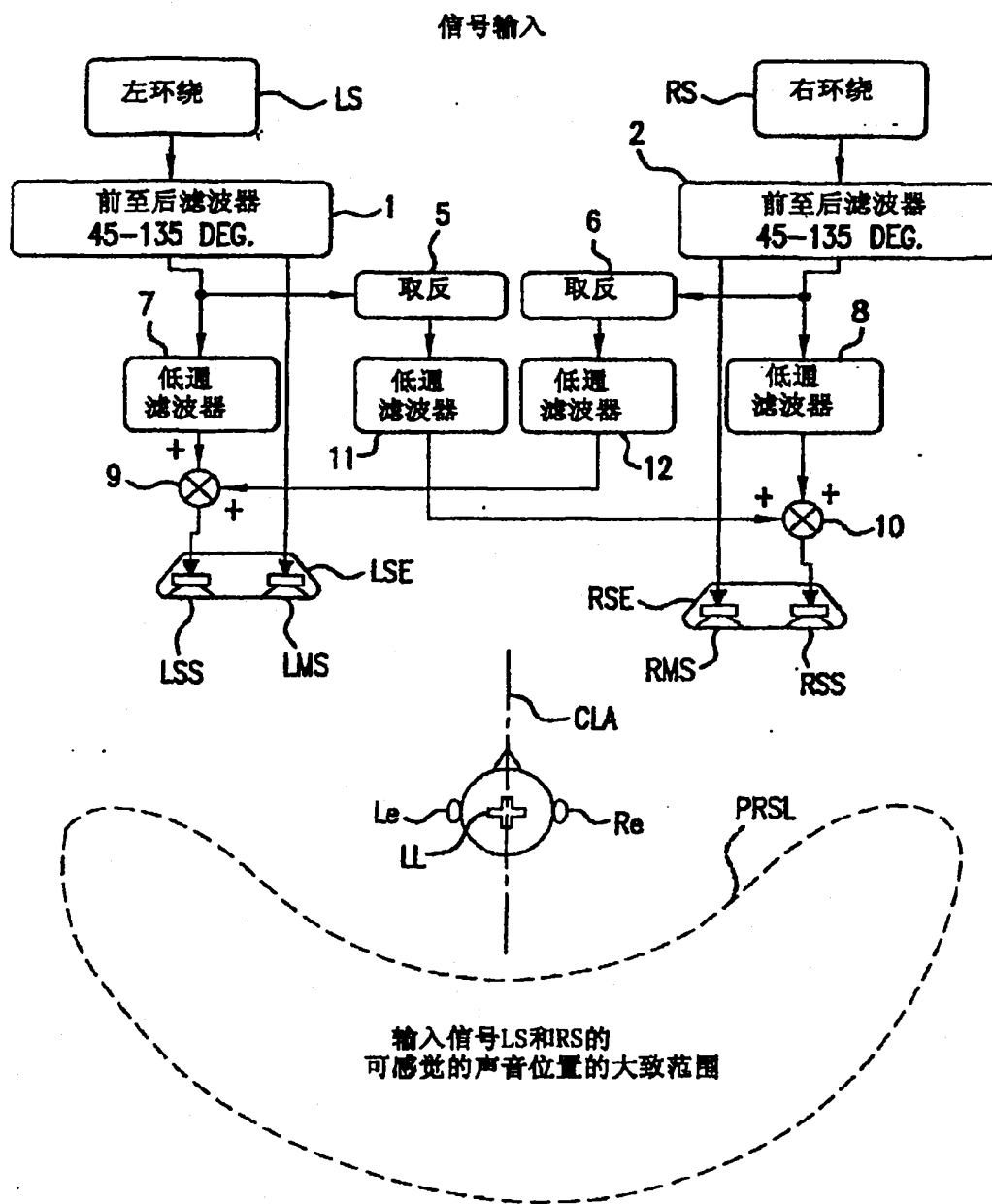


图 8

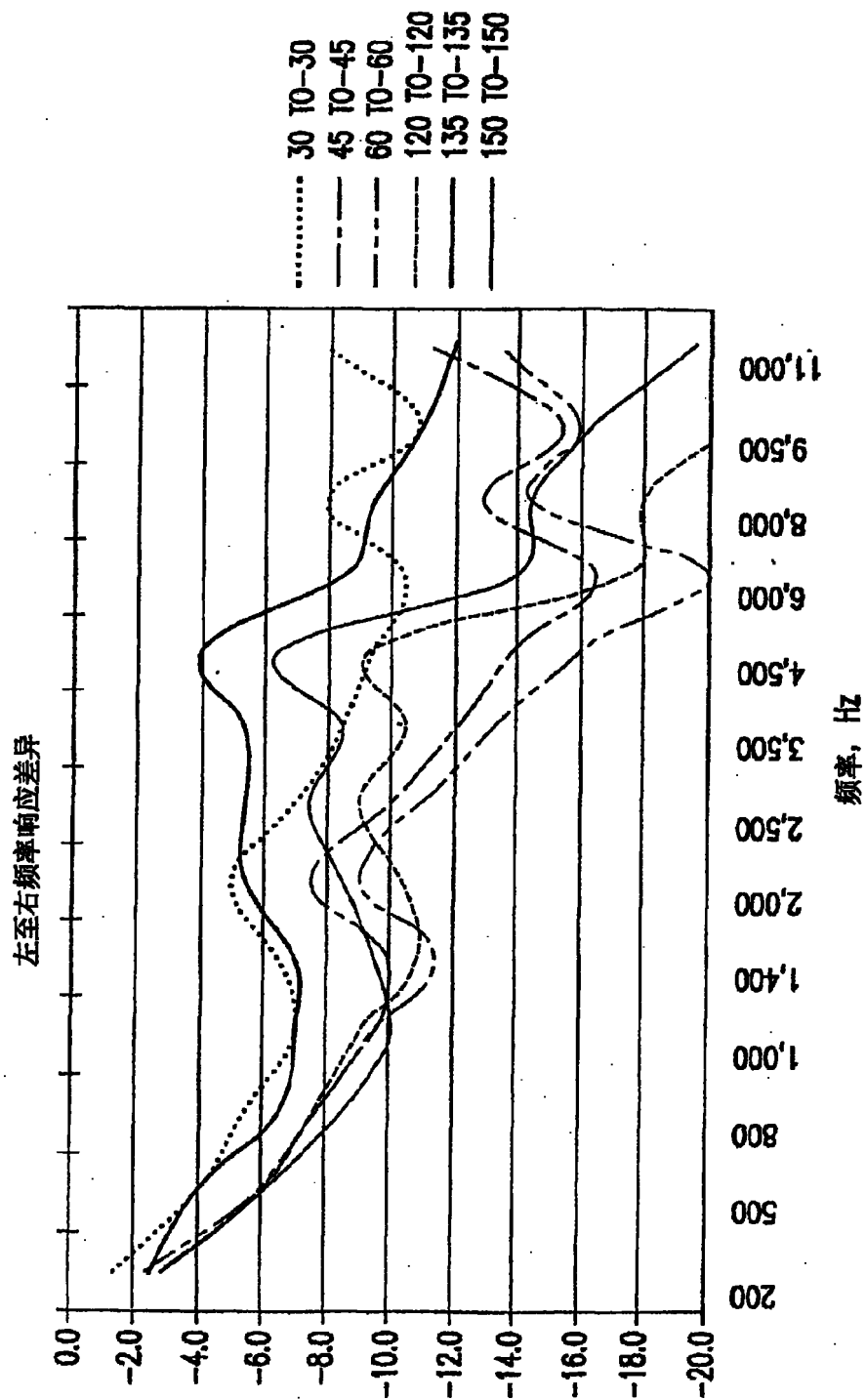


图9

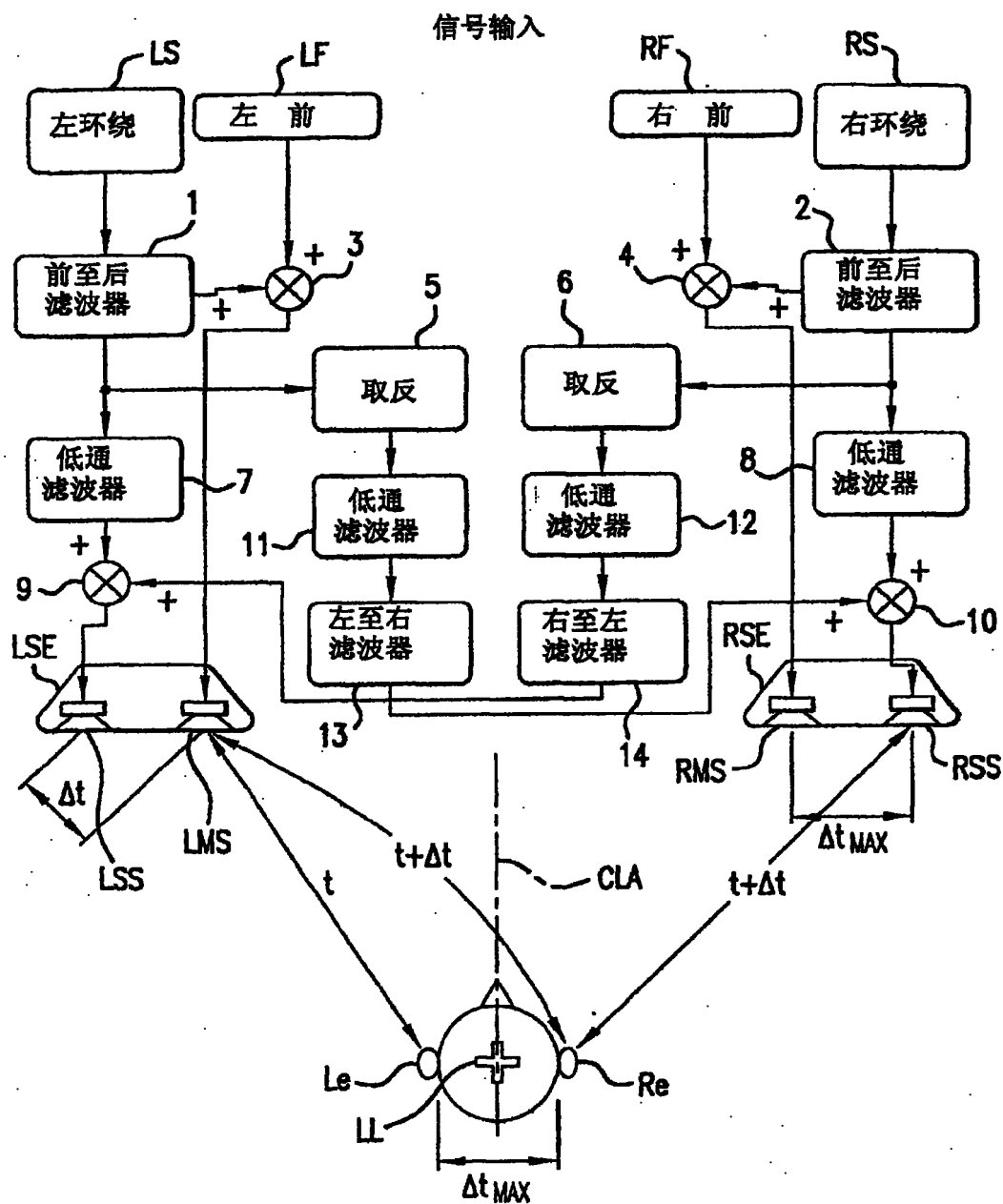
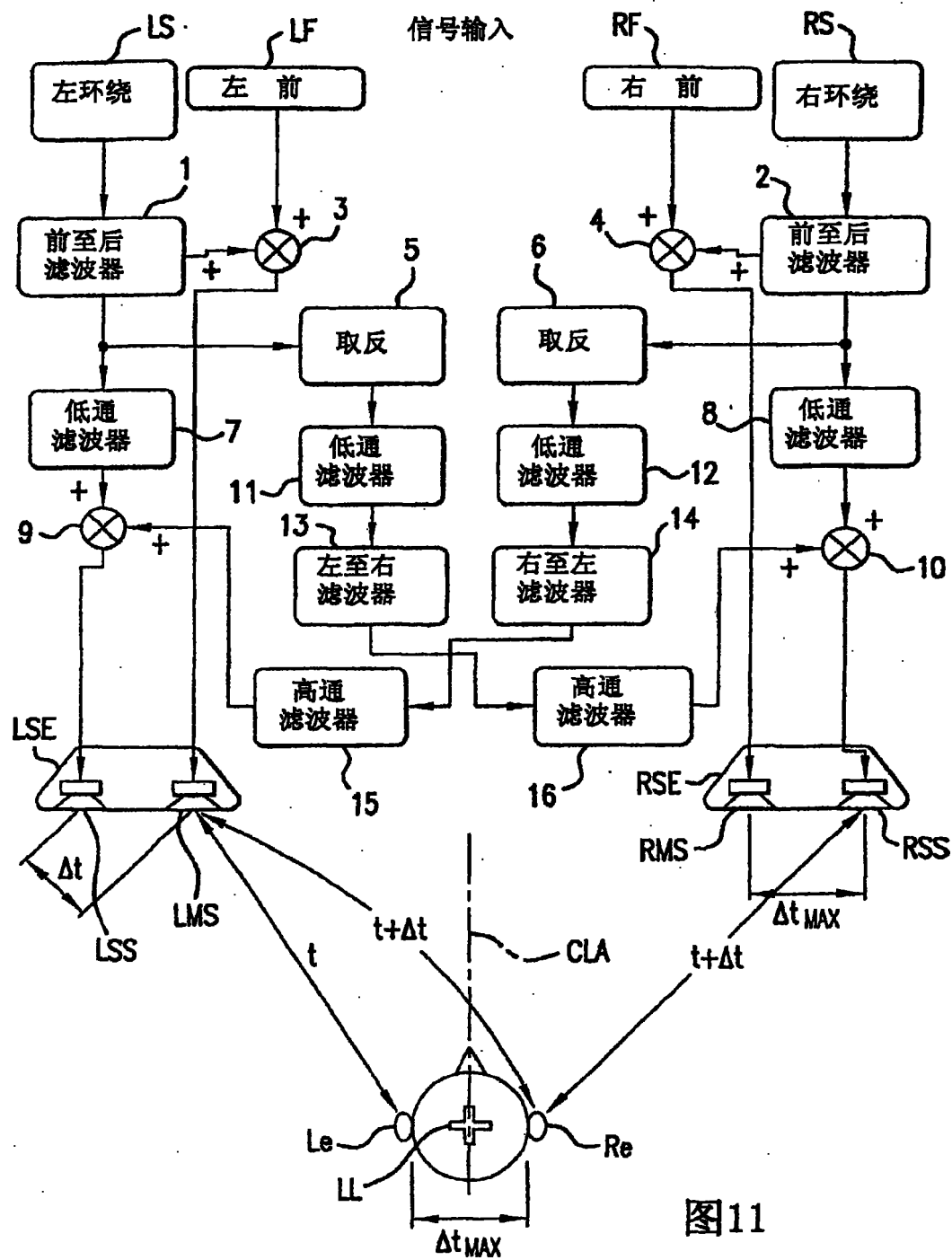


图 10



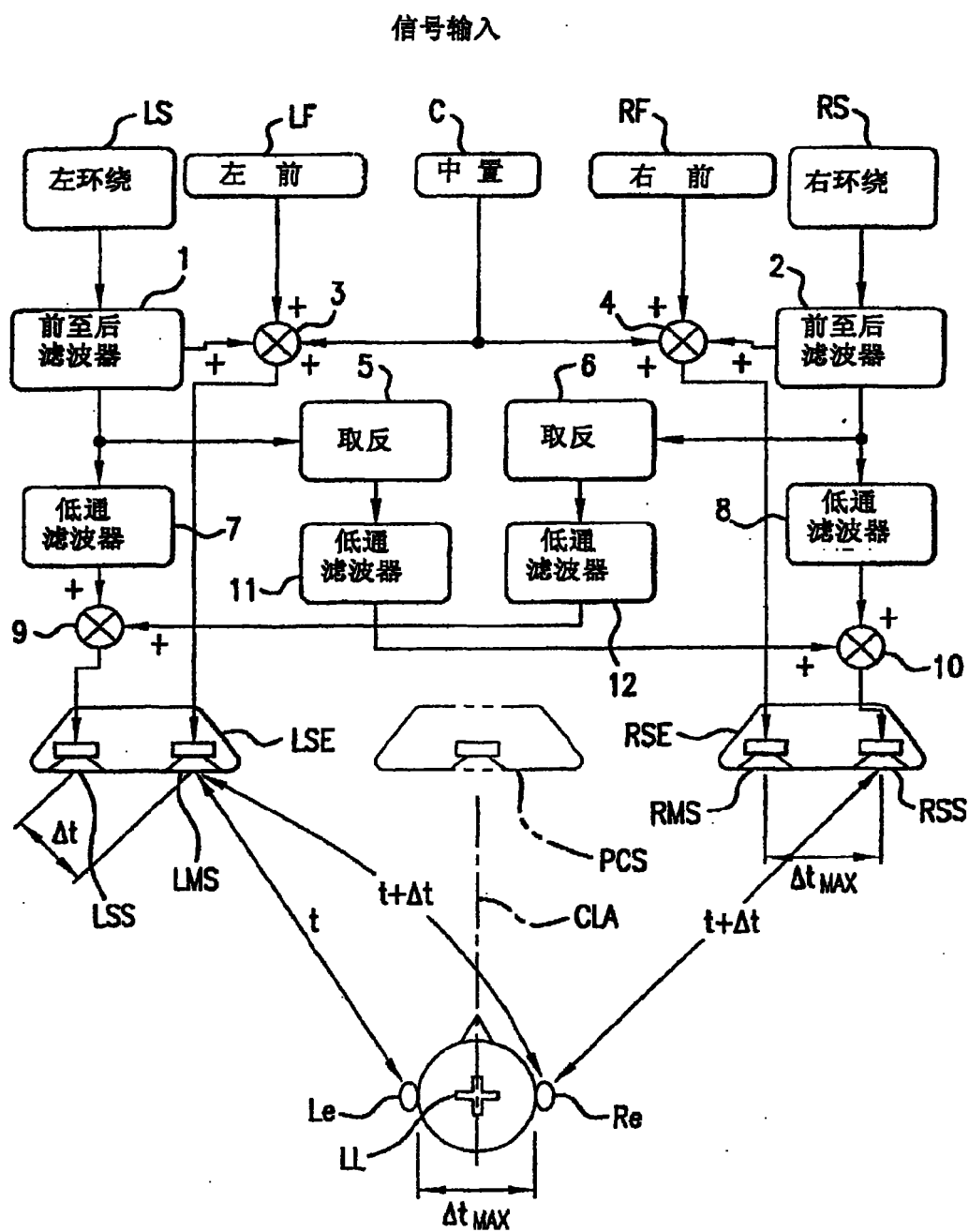


图 12

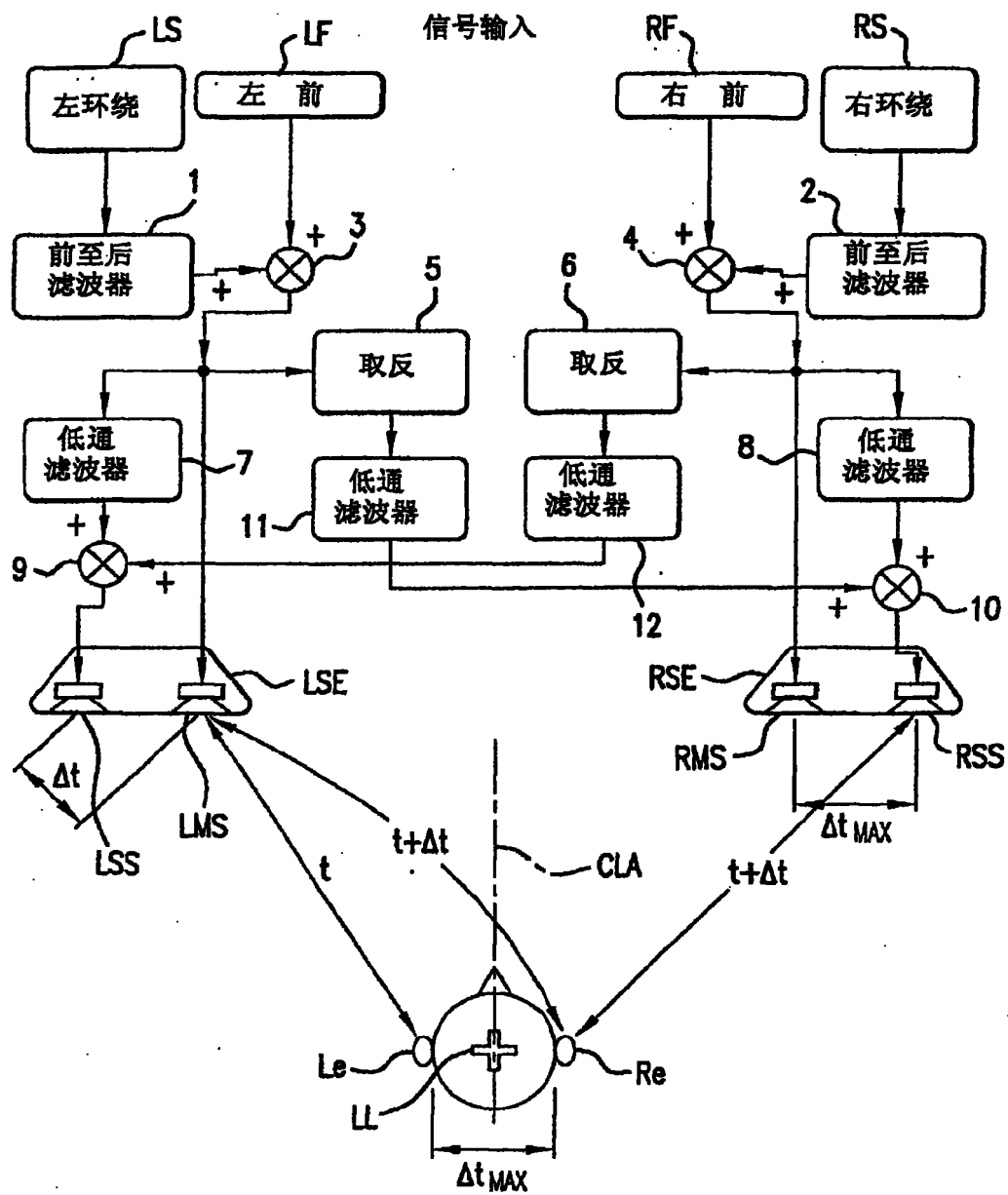


图 13

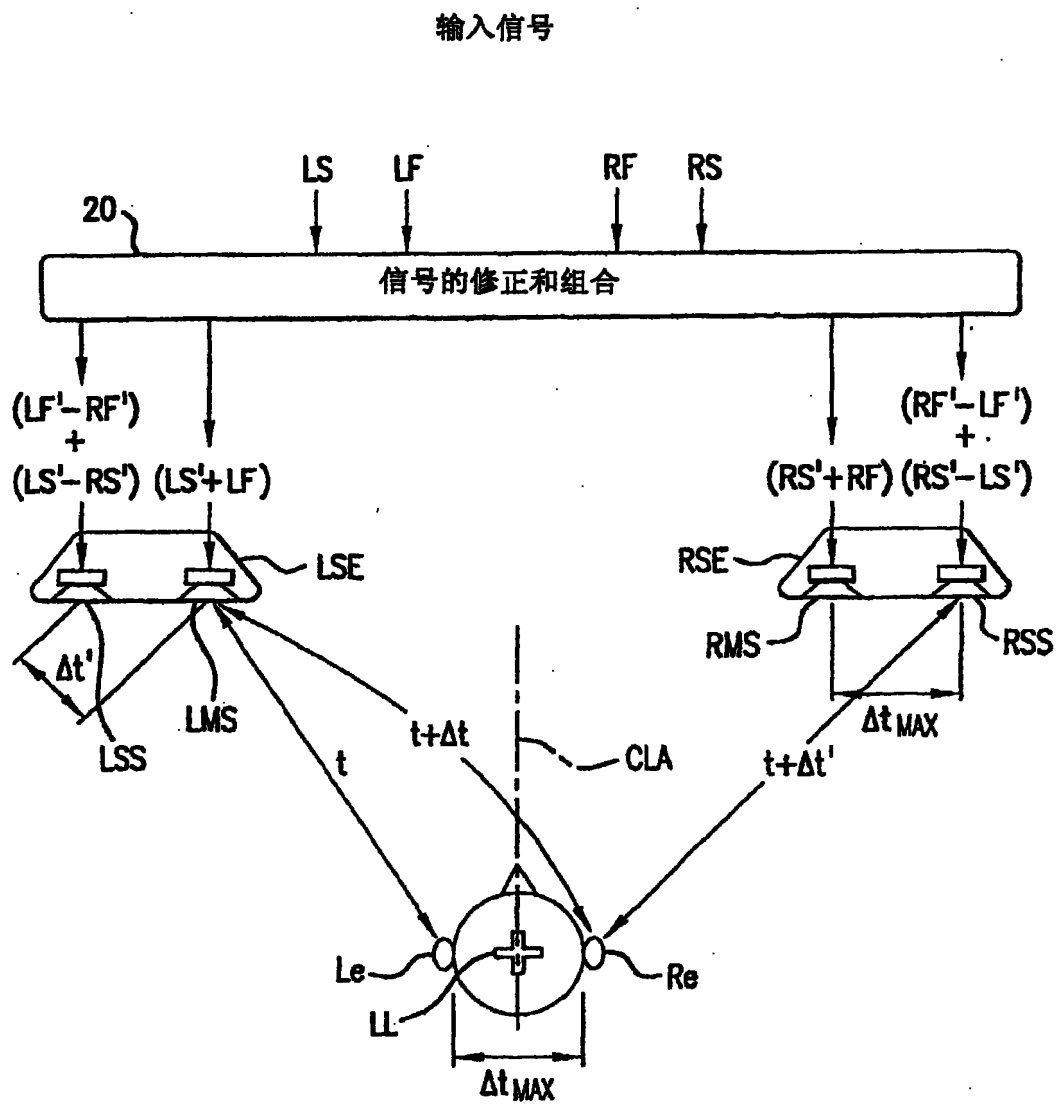


图 13a

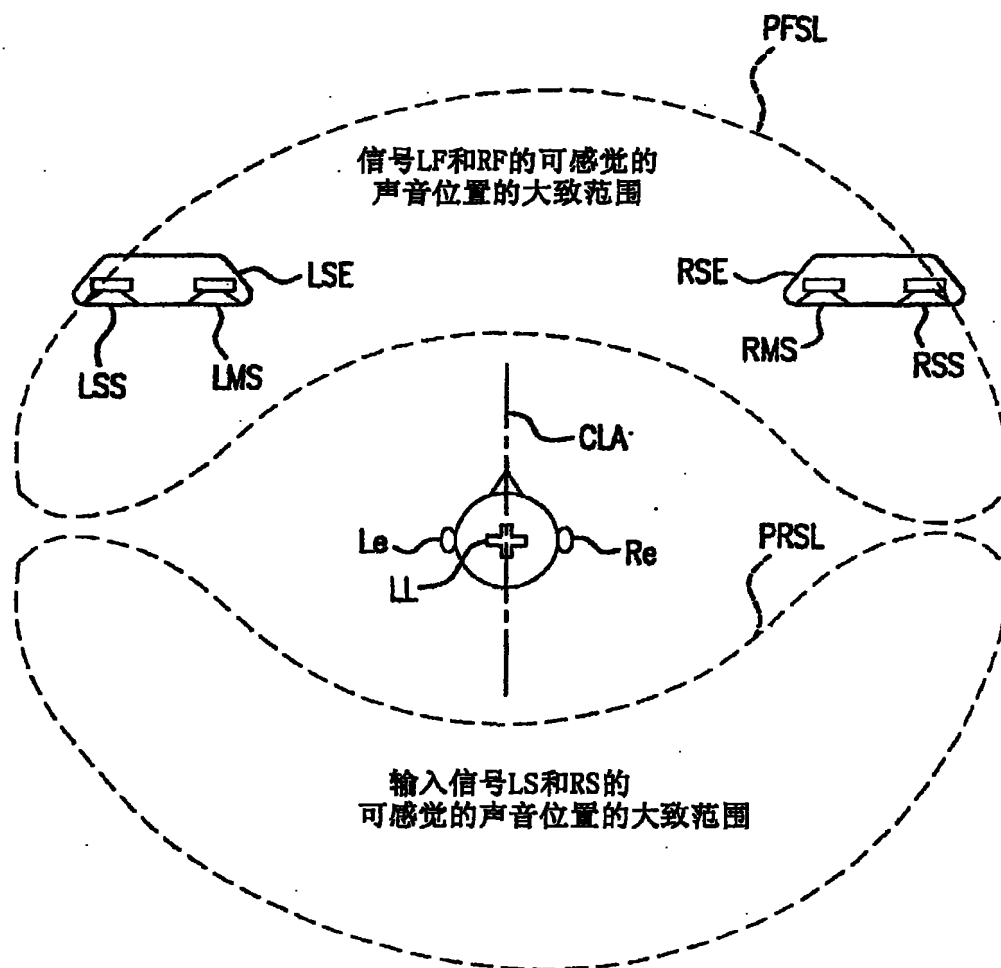
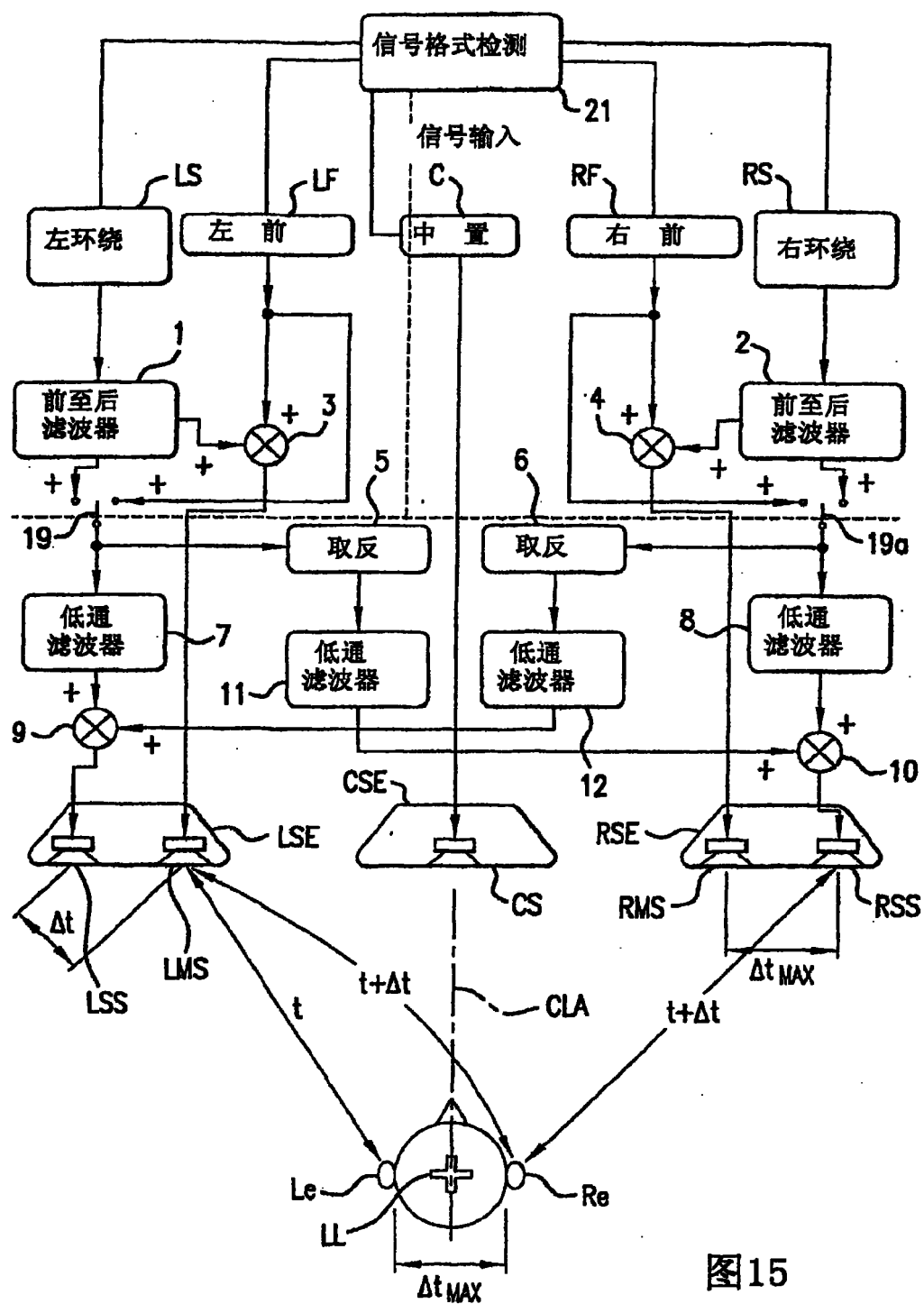


图 14



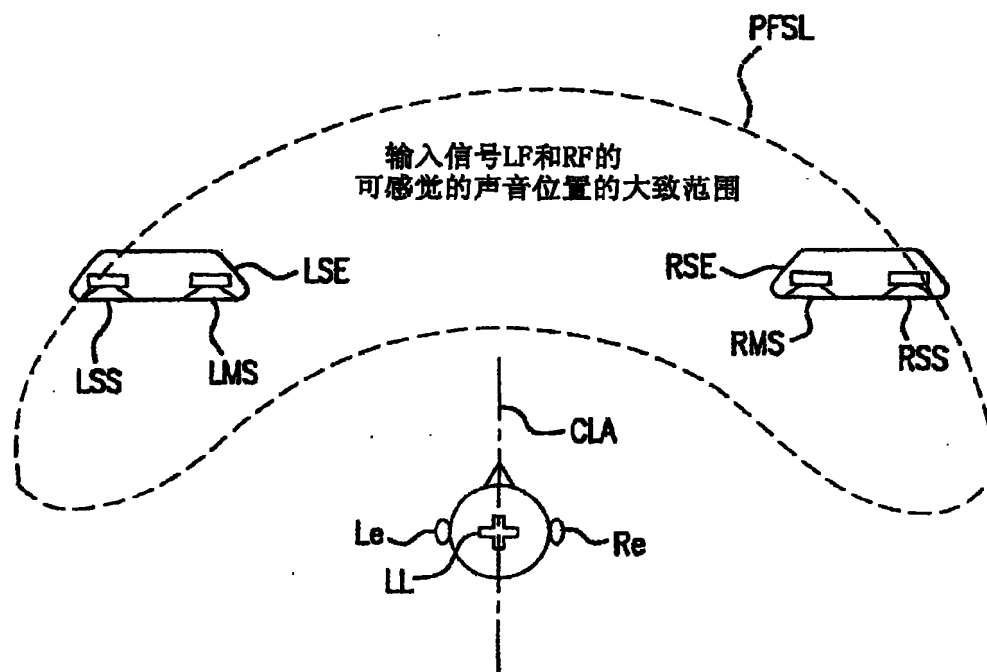


图 16

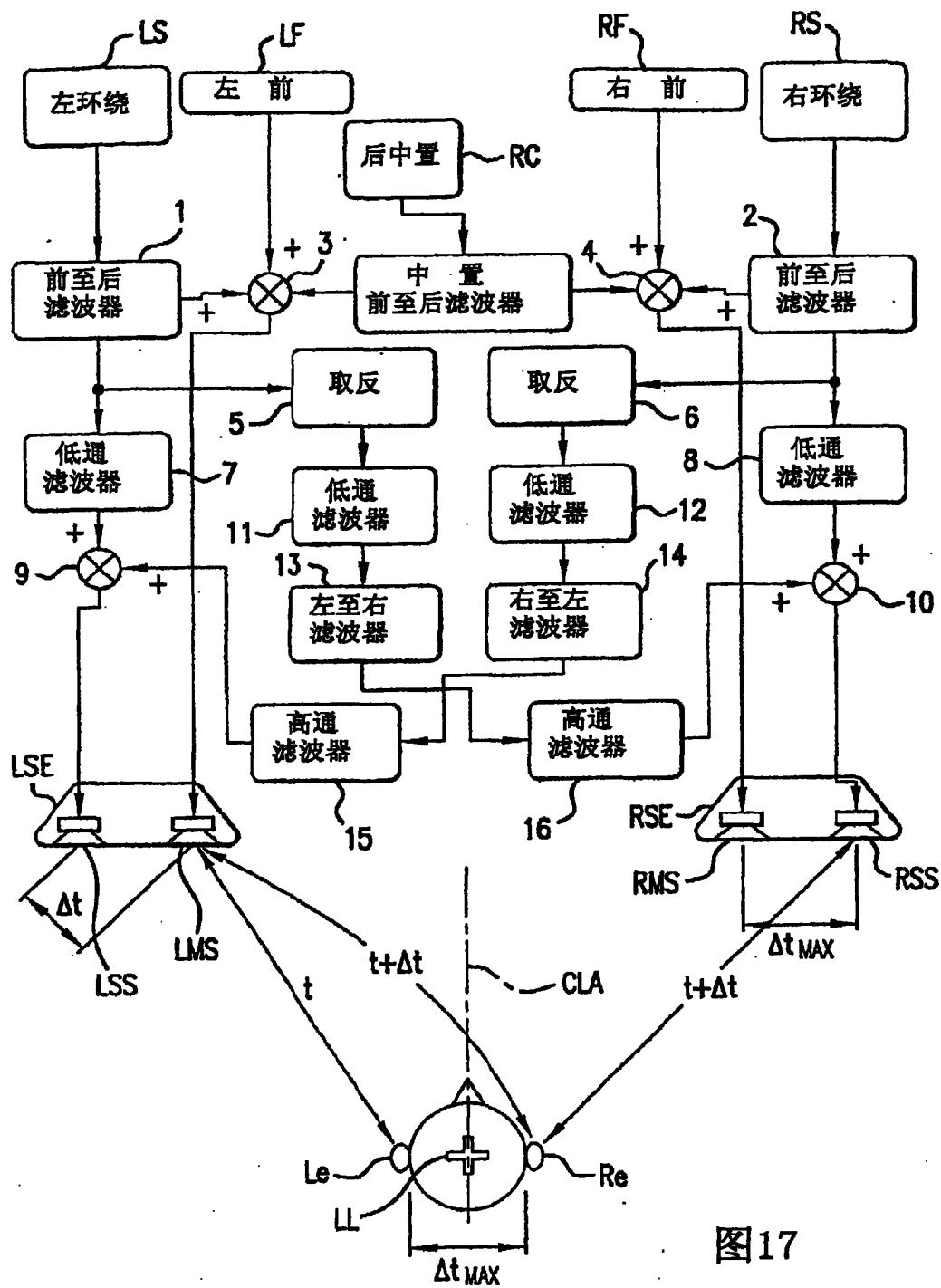


图17

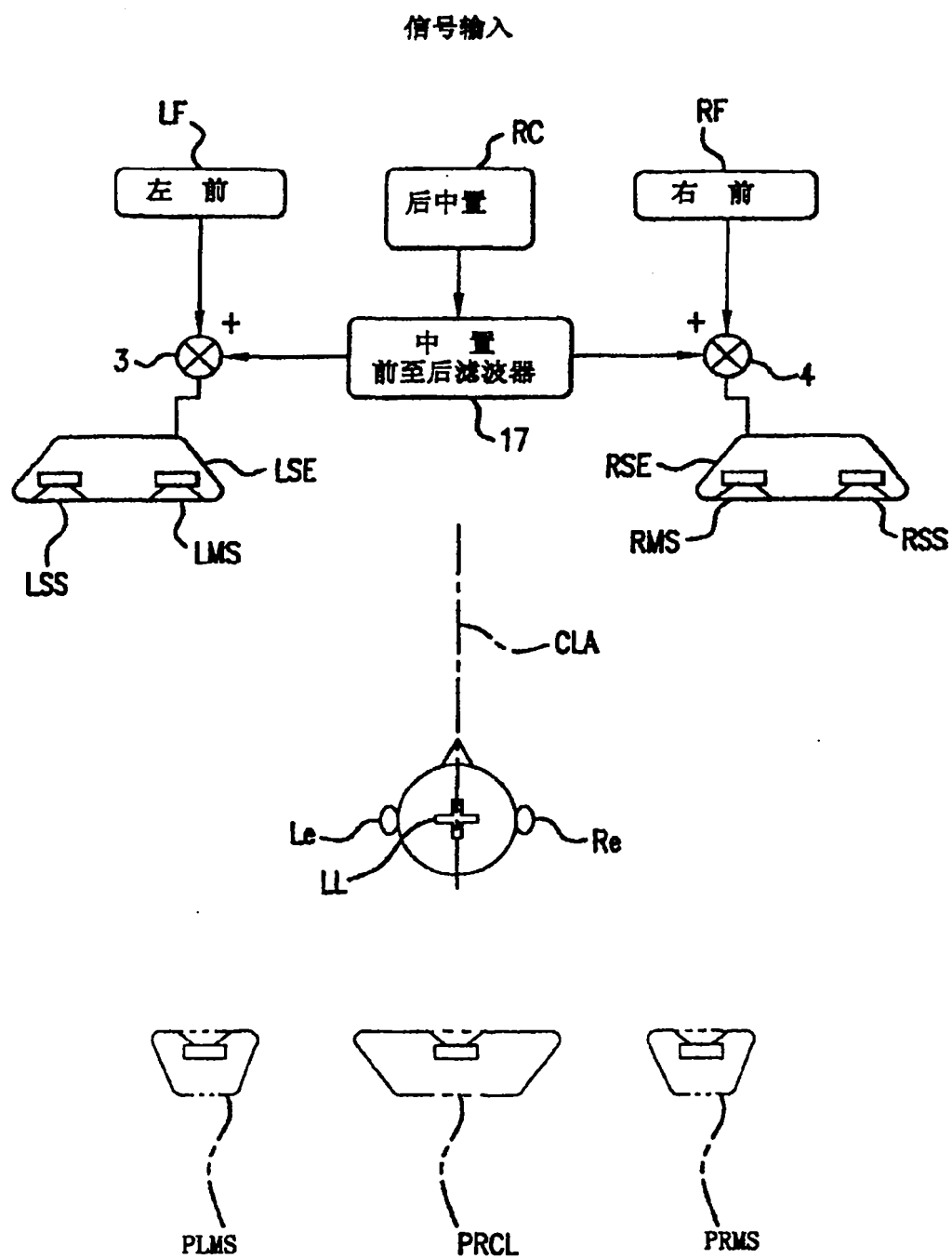


图 18

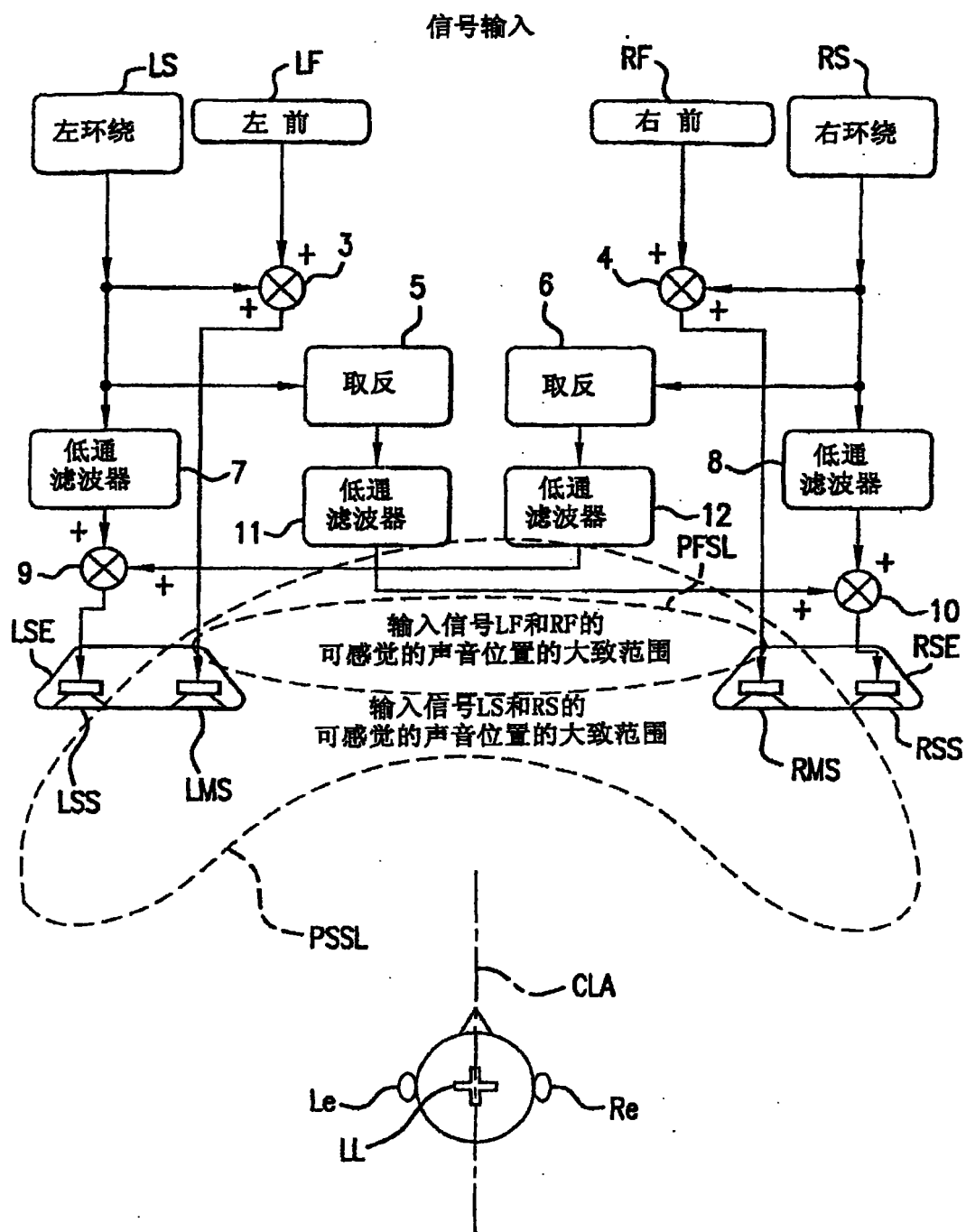


图 19

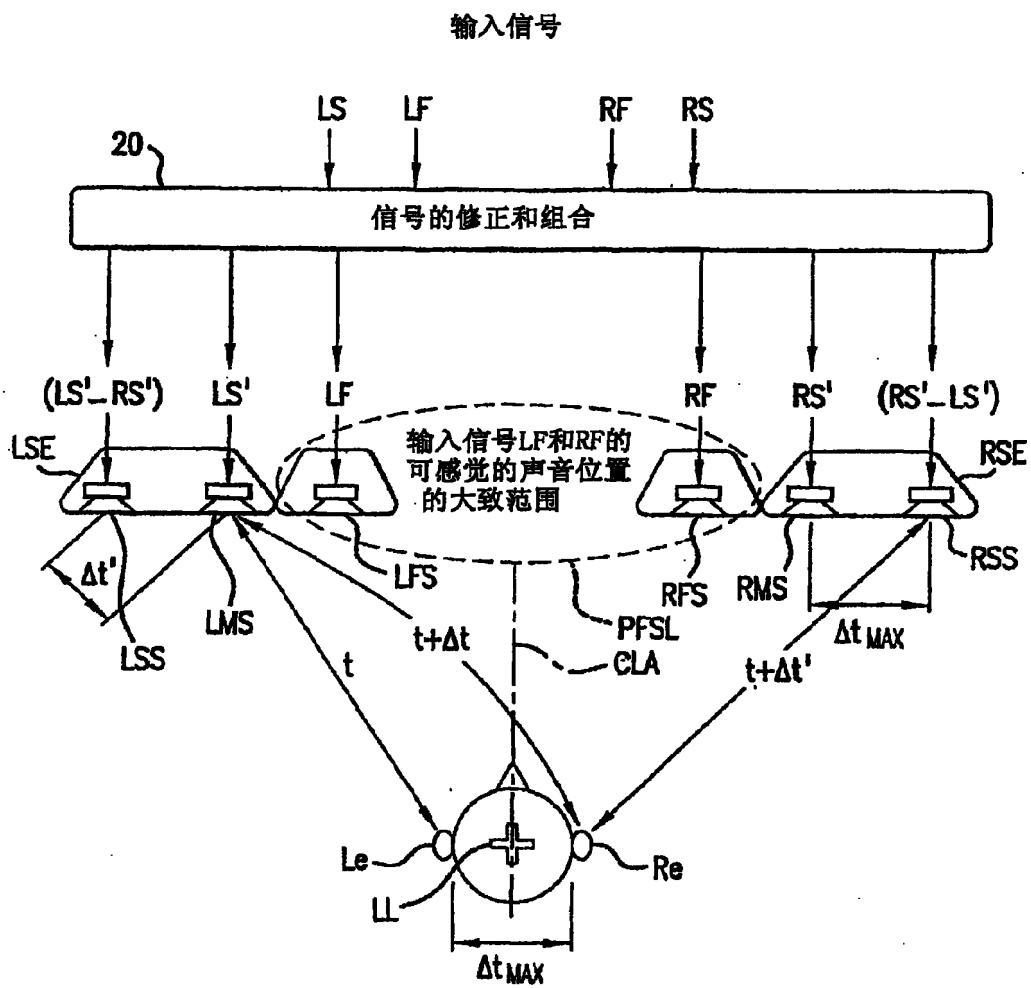


图 20

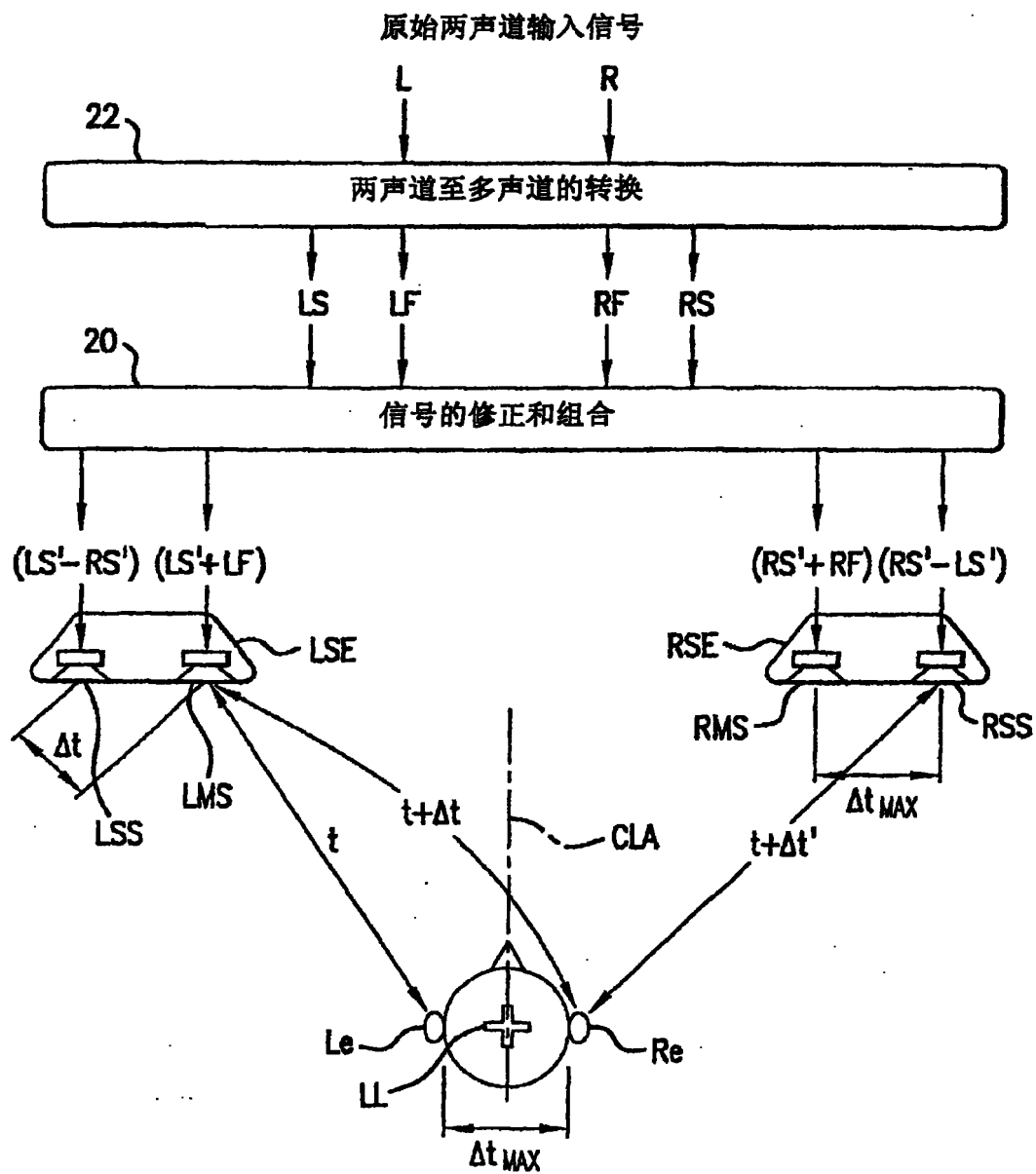


图 21