

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04S 1/00

H04R 5/00



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02130392.4

[43] 公开日 2003年3月26日

[11] 公开号 CN 1406100A

[22] 申请日 2002.6.21 [21] 申请号 02130392.4

[30] 优先权

[32] 2001.6.21 [33] US [31] 09/886868

[71] 申请人 伯斯有限公司

地址 美国麻萨诸塞州

[72] 发明人 J·理查德艾尔沃德

E·E·安德森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

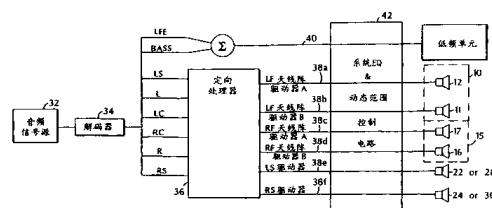
代理人 张志醒

权利要求书9页 说明书18页 附图15页

[54] 发明名称 音频信号处理

[57] 摘要

一种用于处理并转换音频信号的方法。一个音频系统包括带有振幅的一个第一音频信号和一个第二音频信号。一种用于处理音频信号的方法，包括将第一音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；用一个与第二音频信号的振幅成比例的第一缩放因子对第一频谱带信号进行缩放；用一个第二缩放因子对第一频谱带信号进行缩放来生成一个第二信号部分。本发明的其他部分说明了将该信号处理方法应用到多信道的音频系统和有不同的定向扬声器，全范围的扬声器以及限定范围的扬声器组合的音频系统中。



1. 在一个有一个第一音频信号和一个第二音频信号的音频系统中，所述的第一和第二音频信号都有振幅，一种用于处理所述的音频信号的方法，包括：  
5 将所述的第一音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；

通过一个第一缩放因子对所述的第一频谱带信号进行缩放，生成一个第一信号部分，其中所述的第一缩放因子是与第二音频信号的振幅是成比例的；和  
10 通过一个第二缩放因子对所述的第一频谱带信号进行缩放，生成一个第二信号部分。

2. 如权利要求 1 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第二缩放因子是与所述第一音频信号的振幅成比例的。

3. 如权利要求 1 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一和第二音频信号是与一个多信道音频系统中的定向信道相关的。

4. 权利要求 3 所述的音频信号处理方法，进一步包括，  
15 用一个第一滤波器对所述的第一信号部分进行滤波，生成一个已滤波的第一信号部分，和

用一个第二滤波器对所述的第二信号部分进行滤波，生成一个已滤波的第二信号部分。

5. 权利要求 4 所述的音频信号处理方法，其特征在于  $\frac{SF1}{SF2} = \frac{ampl2}{ampl1}$ ，其中 SF1 是所述的第一缩放因子，SF2 为第二缩放因子，ampl1 是所述的第一音频信号的振幅，ampl2 是所述的第二音频信号的振幅。

6. 如权利要求 5 中所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一滤波器和所述的第二滤波器包括一个具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分。  
25

7. 如权利要求 5 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤波过的第一信号部分和所述第二音频信号进行合成。

8. 如权利要求 5 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤波过的第二信号部分和所述的第二频谱带信号进行合成。  
30

9. 如权利要求 5 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤

波过的第一信号部分，所述的已滤波过的第二信号部分和所述的第二频谱带信号进行合成。

10. 如权利要求 4 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤波过的第一信号部分和所述的第二音频信号进行合成的步骤。

11. 如权利要求 4 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤波过的第二信号部分和所述的第二频谱带信号进行合成。

12. 如权利要求 4 中所述的音频信号处理方法，进一步包括将所述的已滤波过的第一信号部分和所述的已滤波过的第二信号部分以及所述的第二频谱带信号进行合成的步骤。

13. 如权利要求 1 所述的音频信号处理方法，其特征在于  $\frac{SF1}{SF2} = \frac{amp2}{amp1}$ ，其中 SF1 是所述的第一缩放因子，SF2 为第二缩放因子，amp1 是所述的第一音频信号的振幅，amp2 是所述的第二音频信号的振幅。

14. 如权利要求 1 所述的音频信号处理方法，进一步包括，用一个第一滤波器对所述的第一信号部分进行滤波，生成一个已滤波过的第一信号部分，和一个第二滤波器对所述的第二信号部分进行滤波，生成一个已滤波过的第二信号部分。

15. 如权利要求 14 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一滤波器和所述的第二滤波器包括一个具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分。

16. 如权利要求 15 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一滤波器或所述的第二滤波器中的一个包括在声波是从所述的人脑的前部到达时具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分，所述第一或第二滤波器中的另一个包括在声波是从所述的人脑的后端到达时具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分。

17. 如权利要求 15 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一滤波器和所述的第二滤波器包括一个在声波是从所述的人脑的前部到达时具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分。

18. 如权利要求 15 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第一滤波器和所述的第二滤波器包括一个在声波是从所述的人脑的后部到达时具有与人脑相似的频率响应和时延效果的滤波部分。

19.如权利要求 15 所述的音频信号处理方法,其特征在于所述的第一滤波器和所述的第二滤波器包括一个具有频率响应和时延效果的滤波部分,该频率响应和时延效果与具有类似于人脑的频率响应和时延效果的所述滤波器相反。

5 20.如权利要求 14 所述的音频信号处理方法,其特征在于所述的第一滤波器或第二滤波器中的一个有平坦的频率响应。

21.如权利要求 20 所述的音频信号处理方法,其特征在于所述的第一滤波器或第二滤波器中的另一个有平坦的频率响应。

10 22.如权利要求 14 所述的音频信号处理方法,进一步包括将所述的已滤波过的第一信号部分和所述的第二音频信号进行合成以生成一个第一合成信号。

23.如权利要求 22 所述的音频信号处理方法,其中的音频系统包括一个定向扬声器单元,所述的合成步骤进一步包括合成所述的第二频谱带和所述的已滤波过的第二信号部分以便所述的第一合成信号包括所述的已进行过滤波的第一信号部分、所述的已进行过滤波的第二信号部分、所述的第二频谱带和所述的第二音频信号,还进一步包括,

15 通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换。

24.如权利要求 22 所述的音频信号处理方法,其中的音频系统还包括一个定向扬声器单元和一个不同于所述的定向扬声器单元的扬声器单元,还进一步包括,

20 将所述的第二频谱带信号和已滤波过的第二信号部分进行合成以生成一个第二合成信号;

通过所述的扬声器单元对所述的第二合成信号进行电声转换;和

通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换。

25 25.如权利要求 22 所述的音频信号处理方法,其中的音频系统包括一个定向扬声器单元和一个不同于所述的定向扬声器单元的扬声器单元,在所述的不同的扬声器单元被主要地限定在所述第一频谱带的辐射频谱部分,所述的合成步骤进一步包括,

合成所述的第二频谱带信号以便所述的第一合成信号包括所述的已经进行过滤波的第一信号部分、所述的第二频谱带信号、和所述的第二音频信号,所述的方法进一步包括,

30 通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换;和

通过所述的扬声器单元对所述的已滤波的第二信号部分进行电声转换。

26.如权利要求1所述的音频信号处理方法,其特征在于所述的第一缩放因子和所述的第二缩放因子是时间的变量。

5 27.如权利要求1所述的音频信号处理方法,其特征在于所述的第一缩放因子和所述的第二缩放因子的和是1。

28.在有一个第一音频信号和一个第二音频信号和一个定向扩音器单元的音频系统中,一种用于处理所述的音频信号的方法,包括,

对所述的第一音频信号进行定向电声转换来生成一个第一信号辐射图;

10 对所述的第二音频信号进行定向电声转换来生成一个第二信号辐射图;

其特征在于所述的第一信号辐射图和第二信号辐射图是作为选择的,用户选择相似的或者是不同的。

29.如权利要求28中的处理音频信号的方法,其中音频系统包括一个第三音频信号源和一个与所述的定向扬声器单元分开的扬声器单元,进一步包括,

15 用所述的扬声器单元对所述的第三音频信号进行电声转换。

30.如权利要求29中的处理音频信号的方法,其特征在于所述的第三音频信号被完全限定在这样一个频率范围:其下限频率具有的一个相应的波长大约为一个人脑的尺寸;和

20 其中所述的扬声器单元被构造和安排为对具有在所述的频率范围内的频率的音频信号进行电声转换。

31.如权利要求30中的处理音频信号的方法,其特征在于所述的第三音频信号包括一个已进行过缩放和滤波的音频信号的第一频谱带,所述的音频信号表示一个多信道音频系统中的一个定向信道。

25 32.如权利要求29中的处理音频信号的方法,其特征在于所述的第三音频信号包括一个输入音频信号的已进行过缩放和滤波的第一频谱带和一个所述的输入音频信号的第二频谱带,所述输入音频信号代表一个多信道音频系统中的一个定向信道。

30 33.在具有一个第一音频信号、一个第二音频信号、一个第三音频信号、一个定向扬声器单元、和一个不同于定向扬声器单元的扩音器单元的音频系统中,其中第三音频信号被完全限定在这样一个频率范围:其下限频率具有的一

个相应的波长大约为一个人脑的尺寸，一种用于处理所述的音频信号的方法，包括，

用所述的定向扬声器单元对所述的第一音频信号进行定向电声转换来生成一个第一辐射图；

用所述的定向扬声器单元对所述的第二音频信号进行定向电声转换来生成一个第二辐射图；和

用所述的不同的扬声器单元对所述的第三音频信号进行电声转换。

34. 如权利要求 33 所述的信号处理方法，其特征在于所述的直接电声转换包括对所述的第一音频信号进行定向的电声转换以便所述的第一辐射图在第一方向有一个主轴，并且所述第二辐射图在一个不同于第一方向的第二方向有一个主轴。

35. 如权利要求 33 所述的信号处理方法，其特征在于所述的第三音频信号包括一个已经进行过缩放和滤波的音频信号的第一频谱带，该音频信号代表多信道音频系统中的定向信道。

36. 在一个包含多个定向信道的音频系统中，一种用于处理分别相应于多个信道中的每一个的音频信号的方法，包括，

将所述的第一音频信号分解为一个第一音频信号第一频谱带信号和一个第一音频信号第二频谱带信号；

通过一个第一缩放因子对所述的第一音频信号第一频谱带信号进行缩放，生成一个第一音频信号第一频谱带第一部分信号；

通过一个第二缩放因子对所述的第一音频信号第一频谱带信号进行缩放，生成一个第一音频信号第一频谱带第二部分信号；

将所述的第二音频信号分解为一个第二音频信号第一频谱带信号和一个第二音频信号第二频谱带信号；

通过一个第三缩放因子对所述的第二音频信号第一频谱带信号进行缩放，生成一个第二音频信号第一频谱带第一部分信号；和

通过一个第四缩放因子对所述的第二音频信号第一频谱带信号进行缩放，生成一个第二音频信号第一频谱带第二部分信号。

37. 如权利要求 36 的音频信号处理方法，进一步包括，

通过一个第一滤波器对所述的第一音频信号第一频谱带第一部分信号进行

个不同于所述的定向扬声器单元和所述的第一不同的扬声器单元的第二扬声器单元，所述的方法进一步包括，

将所述的多个音频信号中的第三音频信号和所述的进行过滤波的第一音频信号第一频谱带第一部分进行合成来生成一个第一合成音频信号；

5

通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换；

将所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第一部分和所述的已经进行过滤波的第一音频信号第一频谱带第二部分以及所述的第一音频信号第二频谱带信号进行合成来生成一个第二合成信号；

10

通过所述的第一不同的扬声器单元对所述的第二合成信号进行电声转换；

将所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第二部分和所述的第二音频信号第二频谱带信号进行合成来生成一个第三合成信号；和

通过所述的第二不同的扬声器单元对第三合成信号进行电声转换。

41.如权利要求 40 的音频信号处理方法，进一步包括，

15

将所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第二部分信号和一个代表相邻的信道的信号的已经进行过滤波、频谱带受限的部分进行合成来生成一个第三合成信号；和

通过所述的第二不同的扬声器单元对第三合成信号进行电声转换。

42. 一种用于处理音频信号的方法，包括，

20

用一个第一滤波器对所述的音频信号进行滤波生成一个进行过一次滤波的音频信号，所述的第一滤波器有一个与人脑相似的频率响应和时延效果；

用一个第二滤波器对所述的进行过一次滤波的音频信号进行滤波，所述的第二滤波器的频率响应和时延效果在一个声波上是与人脑的频率响应和时延效果相倒置的。

25

43.如权利要求 42 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述的第二滤波器在相对与所述的人脑的预先选定的方向的原点处的声波上的频率响应和时延效果是与人的频率响应和时延效果相倒置的。

44.如权利要求 43 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述预先选定的方向是一个与人脑大约为 30 度角的方向。

30

45. 如权利要求 43 所述的音频信号处理方法，其特征在于所述预先选定的方向是一个测量过的角度。

滤波以生成一个经过滤波的第一音频信号第一频谱带第一部分信号;

通过一个第二滤波器对所述的第一音频信号第一频谱带第二部分信号进行滤波以生成一个经过滤波的第一音频信号第一频谱带第二部分信号;

5 通过一个第三滤波器对所述的第二音频信号第一频谱带第一部分信号进行滤波以生成一个经过滤波的第二音频信号第一频谱带第一部分信号; 和

通过一个第四滤波器对所述的第二音频信号第一频谱带第一部分信号进行滤波以生成一个经过滤波的第二音频信号第一频谱带第一部分信号。

10 38. 如权利要求 37 中的音频信号处理方法, 其中的音频系统具有一个定向扬声器单元, 一个第一扬声器单元和一个第二扬声器单元, 这两个扬声器单元都不同于所述的定向扬声器单元, 并且它们两者也是不同的, 所述的第一和第二不同的扬声器单元被完全限定于所述的第一频谱带的辐射频率, 其中所述的频谱带具有的下限频率的相应的波长大约为人脑的尺寸, 所述的方法进一步包括,

15 将所述的第一音频信号第二频谱带信号、所述的第二音频信号第二频谱带信号和第三音频信号进行合成来生成一个第一合成信号;

通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换;

20 将所述的已经进行过滤波的第一音频信号第一频谱带第二部分和所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第一部分进行合成来生成一个第二合成信号;

通过所述的第一不同的扬声器单元对所述的第二合成信号进行电声转换; 和

通过所述的第二不同的扬声器单元对所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第二部分进行电声转换。

25 39. 如权利要求 38 中所述的音频信号处理方法, 进一步包括,

将所述的已经进行过滤波的第二音频信号第一频谱带第二部分信号和一个代表相邻信道的信号的已经进行过滤波、频谱带受限的部分进行合成来生成一个第三合成信号; 和

通过所述的第二不同的扬声器单元对所述的第三合成信号进行电声转换。

30 40. 如权利要求 37 中所述的音频信号处理方法, 其中的音频系统包括一个定向扬声器单元、一个不同于所述的定向扬声器单元的第一扬声器单元、一

46. 在一个有多个定向信道第一音频信号和一个第二音频信号的音频系统中, 所述的第一和第二音频信号代表在通常的听众位置中的听众的相同侧面上的相邻的定向信道, 一种用于处理所述的音频信号的方法, 包括,

5 将所述的第一音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号;

用一个第一时间变量计算的缩放因子对第一频谱带信号进行缩放生成一个第一信号部分;

10 用一个第二时间变量计算的缩放因子对第一频谱带信号进行缩放生成一个第二信号部分;

47. 如权利要求 46 所述的音频信号处理方法, 进一步包括,

用一个第一滤波器对所述的第一信号部分进行滤波来产生一个进行过滤波的第一信号部分, 和

15 用一个第二滤波器对所述的第二信号部分进行滤波来产生一个进行过滤波的第二信号部分。

48. 如权利要求 47 所述的音频信号处理方法, 进一步包括,

把所述的进行过滤波的第一信号部分和所述的第二音频信号进行合成来生成一个第一合成信号。

20 49. 如权利要求 48 所述的音频信号处理方法, 其中的音频系统包括一个定向扬声器单元, 所述的合成步骤进一步包括将所述的第二频谱带信号和所述的进行过滤波的第二信号部分进行合成以便所述的第一合成信号包括所述的进行过滤波的第一信号部分, 所述的进行过滤波的第二信号部分, 所述的第二频谱带信号和所述的第二音频信号, 所述的方法进一步包括,

通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换。

25 50. 如权利要求 48 所述的音频信号处理方法, 其中的音频系统进一步包括一个定向扬声器单元, 和一个不同于所述的定向扬声器单元的扬声器单元, 所述的方法进一步包括,

将所述的第二频谱带信号和所述的进行过滤波的第二信号部分进行合成来生成一个第二合成信号;

30 通过所述的扬声器单元对所述的第二合成信号进行电声转换; 和

通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换。

51.如权利要求 48 所述的音频信号处理方法，其中的音频系统还包括一个定向扬声器单元，和一个不同于所述的定向扬声器单元的扬声器单元，所述的不同扬声器单元被完全限定于所述第一频谱带中的辐射频谱部分，所述合成的方法进一步包括，

5 将所述的第二频谱带信号合成，以便所述第一合成信号包括所述的进行滤波的第一信号部分，所述的第二频谱带信号，和所述的第二音频信号，所述方法进一步包括，

10 通过所述的定向扬声器单元对所述的第一合成信号进行电声转换；和  
通过所述的扬声器单元对所述的进行滤波的第二信号部分进行电声转换。

52. 在一个有音频信号的音频系统中，一个被设计和构造为在一个下限频率较低的频率范围对声波进行电声转换的第一电声转换器，一个被设计和构造为在一个下限频率比上述的下限频率还低的频率范围对声波进行电声转换的第二电声转换器，一种用于处理音频信号的方法，包括，

15 将所述的音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；  
用一个第一缩放因子对第一频谱带信号进行缩放生成一个第一部分信号；  
用一个第二缩放因子对第二频谱带信号进行缩放生成一个第二部分信号；  
将第一部分信号传送到第一电声转换器进行转换；和  
20 将第二部分信号传送到第二电声转换器进行转换。

53.如权利要求 52 的音频信号处理方法，其特征在于所述的音频信号对应于多信道音频系统中的定向信道。

54.如权利要求 1 所述的音频信号处理方法，进一步包括对相对于所述的第二频谱带信号来说的第一频谱带信号进行时延。

## 音频信号处理

## 5 技术领域

本发明涉及一种有多个定向信道的诸如所谓“环绕系统”的音频系统中的音频信号处理，尤其涉及这样一种音频信号处理，该音频信号处理可以使多向信道系统适用于具有比定向信道的数目更少或者更多的扬声器位置的音频系统。

## 10 背景技术

美国专利 US5809153 和 US5870484 是关于环绕音频系统的背景技术。本发明的一个重要目的是提供一种用于在多信道音频系统中处理定向信道的改良的音频信号处理系统。

## 发明内容

15 根据本发明，一个音频系统有带有振幅的一个第一音频信号和一个第二音频信号。处理音频信号的方法包括将第一音频信号分成一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；通过一个第一缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，生成一个第一信号部分，其中第一缩放因子是与第二音频信号的振幅成比例的；并用一个第二缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，生成一个第二信号部分。

20 对于本发明的另一方面，一个音频系统有一个第一音频信号、一个第二音频信号和一个定向扬声器单元。用于处理音频信号的方法包括直接对第一音频信号进行电声转换生成一个第一信号辐射图；直接对第二音频信号进行电声转换生成一个第二信号辐射图，其中第一信号辐射图和第二信号辐射图是作为选择的，用户可以选择相似的或者不同的。

25 本发明的另一个方面，一个音频系统有一个第一音频信号，一个第二音频信号，和一个第三音频信号，第三音频信号被完全限定在这样一个频率范围：其下限频率的相应的波长大约等于一个人的头部尺寸。这个音频系统进一步包括一个定向扬声器单元，和一个截然不同于定向扬声器单元的扬声器单元。处理音频信号的方法包括通过定向扬声器单元把第一音频信号直接电声转换，生成一个第一辐射图；通过定向扬声器单元把第二音频信号直接电声转换，生成

30

一个第二辐射图；通过不同扬声器单元把第三音频信号直接电声转换。

本发明的另一个方面，音频系统包括很多定向信道。相应于多个信道的每一个的音频信号处理方法包括把一个第一音频信号分为一个第一音频信号的第一频谱带信号和一个第一音频信号的第二频谱带信号；用一个第一缩放因子对第一音频信号的第一频谱带信号进行缩放以生成一个第一音频信号的第一频谱带第一部分信号；用一个第二缩放因子对第一频谱带信号进行缩放以生成一个第一音频信号的第一频谱带第二部分信号；将一个第二音频信号分解为一个第二音频信号第一频谱带信号和一个第二音频信号第二频谱带信号；用一个第三缩放因子对第二音频信号第一频谱带信号进行缩放以生成一个第二音频信号第一频谱带第一部分信号；用一个第四缩放因子对第二音频信号第一频谱带信号进行缩放以生成一个第二音频信号第一频谱带第二部分信号。

本发明的另一个方面，一种处理音频信号的方法，包括用一个与人脑的频率响应和时延相似的第一滤波器对信号进行滤波来生成一个进行过滤波的信号。该方法还进一步包括用一个第二滤波器对已经滤波的音频信号进行滤波，所述的第二滤波器的频率响应和时延效果在声音的波长上是与人脑的频率和时延是相倒置的。

本发明的另一个方面，音频系统包括很多个定向信道，一个第一音频信号和一个第二音频信号，第一和第二音频信号表示在正常倾听位置的听众的相同侧的相邻的定向信道。处理音频信号的方法包括将第一音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；用一个第一时间变化的计算缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，以生成一个第一信号部分；用一个第二时间变化的计算缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，以生成一个第二信号部分。

在本发明的另一个方面，音频系统有一个音频信号，一个第一电声转换器，被设计和构造为在一个有较低的下限频率的频率范围内对声波进行转换，一个第二电声转换器，被设计和构造为用于在一个下限频率比第一转换器的下限频率低的频率范围内对声波进行转换。音频信号的处理方法，包括将音频信号分解为一个第一频谱带信号和一个第二频谱带信号；用一个第一缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，以生成一个第一部分信号；用一个第二缩放因子对第一频谱带信号进行缩放，以生成一个第二部分信号；将第一部分信号传送给第一电声转换器进行转换；将第二部分信号传送给第二电声转换器进行转换。

通过下面的参照附图更为详细的描述，我们会得知更多的其他特征，目的和有益效果。

#### 附图说明

图 1a—1c 是本发明的用户的扬声器单元的配置图。

5 图 2a 是本发明音频信号处理系统的方框图。

图 2b 和图 2c 是用于生成与本发明一致的定向信道的音频信号处理系统的方框图。

图 3a—3d 是图 2 的音频信号处理系统中的用户的交替定向处理器的方框图。

10 图 4 是图 3a—3c 中的定向处理器的一些部件的方框图。

图 5 是一个在对发明的说明有用的一个扬声器的配置图。

图 6 是一个本发明的另一方面的用户的扬声器单元的配置。

图 7 与本发明的另一个方面相应的音频信号处理系统的方框图。

图 8 是图 7 中的音频信号处理系统中的用户的定向处理器的方框图。

15 图 9 是图 7 的音频信号处理系统中的用户的预备定向处理器的方框图。

图 10a—10c 是描述本发明的另一个特征音频系统的一些部件的顶部视图。

图 11 是一个图 3a—3d 中的一些用于生成与本发明相一致的定向信道的部件的方框图。

#### 具体实施方式

20 参考附图尤其是图 1a—1c，表示了根据本发明的环绕音频扬声器单元的三种配置的总体视图。在图 1a 中，每一个都包括了两个全部范围的（将在下面对图 2a—2c 的描述中进行详细说明）声音驱动器的两个定向天线阵被安放在听众 14 的前面。第一个天线阵 10 包括可以放在听众的左边的声音驱动器 11 和 12 和一个第二天线阵 15 包括可以放在听众的右边的声音驱动器 16 和 17。

25 此外，一个第一限制范围（在下面对图 2a—2c 的描述中进行详细说明）的声音驱动器 22 被放置在听众的后面，在听众的左边，一个第二限制范围的声音驱动器 24 被放置在听众的后面，在听众的右边。在图 1c 中，每一个都包括了两个全部范围的声音驱动器的两个定向天线阵被安放在听众 14 的前面。第一个天线阵 10 包括可以放在听众的左边的声音驱动器 11 和 12 和一个第二天线阵 15 包括可以放在听众的右边的声音驱动器 16 和 17。此外，一个第一全部范

30

围的声音驱动器 28 被放置在听众的后面，在听众的左边，一个第二限制范围的声音驱动器 30 被放置在听众的后面，在听众的右边。其他的环绕声扬声器系统可能在另外的地点有扬声器单元，例如在听众的正前方。环绕生系统可以以一种听众能感知声音源的方式在一个相对于听众没有扬声器单元的方向（例如方向  $x$ ）广播声波。环绕生系统还可以以尝试用一种听众能感知声音源在相对于观察者移动（例如方向  $Y-Y'$ ）的方式广播声波。

参考图 2a，画出了为图 1a—1c 中的扬声器单元提供音频信号的音频信号处理系统框图。一个音频信号源 32 与一个解码器 34 连接，该解码器把音频信号从音频信号源解码到多个信道中：一个低频效果（LFE）信道，一个低音信道，许多定向信道，包括一个左环绕（LS）信道，一个左（L）信道，一个左中央（LC）信道，一个右中央（RC）信道，一个右（R）信道，和一个右环绕（RS）信道。其他的解码系统可能输出一系列不同的信道。在一些系统中，低音信道不独立地从定向信道中分离出去，而是与定向信道保持联合在一起。在另外地系统中，可能有一个单独中央（C）信道，代替 RC 和 LC 信道，或者可能有一个单独环绕信道。根据本发明的音频系统可能通过要么改变信号处理以适应信道，要么解码定向信道来产生额外的定向信道来使用任何定向信道的复合体。图 2b 示出了把单个 C 信道解码成 RC 信道和 LC 信道的一种方法。C 信道被分离为一个 LC 信道和一个 RC 信道，并且 LC 和 RC 信道通过一个缩放因子进行缩放，例如 0.707。类似的，图 2c 示出了一个把单个 S 信道解码为一个 RS 信道和一个 LS 信道的方法。S 信道被分离为一个 LS 信道和一个 RS 信道，并且 LS 和 RS 信道通过一个缩放因子进行缩放，例如 0.707。如果音频输入信号没有环绕信道，有几种已知的方法把现存的信道合成为环绕信道，或者系统在没有环绕声的情况下进行操作。

一些环绕声系统有独立的低频单元用于广播低频频谱成分和用于广播频率高于低频单元所广播的频谱成分的“卫星”扬声器单元。低频单元有很多叫法，包括“低音用扬声器”“低音箱”等等。

在既有 LFE 信道和一个低音信道的环绕声系统，可以通过低频单元进行组合和广播 LFE 和低音信道，例如图 2a 所示。在没有联合低音信道的环绕声系统，每一个定向信道（包括每一个定向信道的低音部分）可以通过独立的定向扬声器单元进行广播，仅仅 LFE 被通过低频单元广播。其他的环绕声系统也

可以包括不止一个低频单元, 其中一个用于广播低音频率, 另一个用于广播 LFE 信道。这里所用的“全部范围”是指频率高于被低频单元所广播的声音频谱成分。如果一个音频系统没有低频单元, “全部范围”是指全部的听得到的频率的频谱。这里所用的“定向信道”是一个包含将被转换为看起来从一个特定的方向传来的声波的音频信号的音频信道。LFE 信道和包含从两个或者多个定向信道合成的低音信号的信道是不与定向信道一样的用于上面所说的目的的。

定向信道, LS, L, LC, RC, R 和 RS 由定向处理器 36 进行处理来产生输出音频信号, 该信号在用于音频系统的声音驱动器的输出信号线 38a—38f 处进行输出。由定向处理器 36 输出的信号和信号线 40 中的低频单元信号可以进一步由系统均衡 (EQ) 和动态范围控制电路 42 进行处理。(所示的系统 EQ 和动态范围控制电路只是是举例说明了典型的音频处理电路的各个部件的放置, 但是并没有实现与本发明相关的功能, 因此, 在后面的图中没有示出系统 EQ 和动态范围控制电路 42, 也没有对它的功能做进一步的描述, 其他的音频处理元件, 例如与本发明没有密切关系的放大器, 没有画出, 也不对其进行描述)。然后, 定向信道被传送到音频驱动器用于转换为声波。标号为“左前置 (LF) 天线阵驱动器 A”的信号线 38a 直接到天线阵 10 (图 1a—1c) 的音频驱动器 12; 标号为“左前置 (LF) 天线阵驱动器 B”的信号线 38b 直接到天线阵 10 (图 1a—1c) 的音频驱动器 11; 标号为“右前置 (RF) 天线阵驱动器 A”的信号线 38c 直接到天线阵 15 (图 1a—1c) 的音频驱动器 17; 标号为“右前置 (RF) 天线阵驱动器 B”的信号线 38d 直接到天线阵 15 (图 1a—1c) 的音频驱动器 16。标号为“左环绕 (LS) 驱动器”的信号线 38e 直接到图 1b 的音频驱动器 22 或者图 1c 的音频驱动器 28 的限制范围, 这些将在下面进行介绍, 标号为“右环绕 (RS) 驱动器”的信号线 38f 直接到图 1b 的音频驱动器 24 或者图 1c 的音频驱动器 30, 这些也将在下面进行介绍。在一些实施例中, LS 输出终端 38e 或者 RS 输出终端 38f 中的一个或者两个没有输出信号。在另外一些实施例中, LS 输出终端 38e 或者 RS 输出终端 38f 中的一个或者两个根本就不存在, 这种情况将在下面进行描述。

现在参考图 3a—3d, 这里有表示如图 1a—1c 所示的环绕声扩音器系统中的用户的音频定向处理器 36 的 4 副方框图。图 3a—3d 表示了用于 LC, LS 和 L 信道的定向处理器的部分。在每个实施例中, 都有一个用于处理 RC, RS, 和 R

信道的映像方法。在图 3a—3d 中，相应的元件使用相应的标号，实现相应的功能。

图 3a 中示出了在后方没有扬声器的配置中的定向处理器 36 的逻辑安排。在图 3a 中，L 信道与显示模式处理器 102 和电平检测器 44 相连。指定为 L 的显示模式处理器 102 的输出终端 35 与加法器 47 相连。对显示模式处理器 102 的操作将在下面对图 11 的描述中进行说明。LS 信道与电平检测器 44 以及分频器 46 相连。电平检测器提供前置/后置的缩放器 48，带有信号电平的前置有关的传递函数（HRTF）滤波器和后置的 HRTF 滤波器使对下面要讨论的滤波系数的计算简便。分频器 46 将信号分离为一个包括在门限频率之下的第一频谱带，和一个在门限频率之上的第二频谱带信号。门限频率的相应的波长大约为人脑的尺寸。一个比较简便的频率是 2KHZ，相应的波长大约是 6.8 英寸。在下文中，频率在门限频率之上的环绕信号的部分称为“高频环绕信号”，频率在门限频率之下的环绕信号部分称为“低频环绕信号”。低频环绕信号由信号通路 43 输入到加法器 54，或者输入下面将要讨论的图 3d 中的加法器 47。高频环绕信号由信号通路 45 输入到前置/后置缩放器 48，该缩放器以下面要讨论的图 4 中的方式把高频环绕信号分离为一个“前置”部分和一个“后置”部分。高频环绕信号的“前置”部分由信号线 49 传送给前置相关的传递函数（HRTF）滤波器 50，其中它通过图 4 中所要讨论的方式进行了改进。改进的前置高频环绕信号由延时器 52 随意延时 5ms，并输入到加法器 54。高频环绕信号的“后置”部分由信号线 51 传送给后置 HRTF 滤波器 56，其中它通过图 4 中所要讨论的方式进行了改进。改进后的后置部分由延时器 58 随意延时 10ms，并在加法器 54 和前置部分以及低频环绕信号进行相加。相加的前置、后置和低频环绕部分由前面的扬声器所放置的补偿器 60（由对下面图 4 和图 5 的讨论进一步进行解释）进行改进，并输入到加法器 47 中，这样，在加法器 47 中，L 信道，低频环绕声，和改进后的高频环绕声进行相加。然后加法器 47 的输出信号由放大器 57 代表的左/右平衡控制进行调节，然后被相减地输入通过时延器 61 到达加法器 62 和相加地到加法器 58。LC 信道与显示模式处理器 102 相连。输出终端 37，称为显示模式处理器 102 的 LC' 相加地与加法器 62 相连，并相减地通过时延器 64 到加法器 58。加法器 58 的输出信号传送给音频驱动器 11（图 1 和图 2 中的）。加法器 62 的输出信号传送给音频驱动器 12（图

1 和图 2 中的)。时延器 61 和 64 使加法器 47 合成的信号的定向广播更为容易。可以想像，用一个因子，例如.631 对时延器 61 和 64 的输出进行缩放来提高定向广播功能。定向广播中使用的时延器在美国专利 US5809153 和 US5870484 中讨论过并将在下面进行进一步的讨论。

5 图 3b 示出了一个在有一个限定范围的后置扬声器的配置中的定向处理器 36，也就是，一个设计为对在门限频率之上的频率进行广播的扬声器。图 3b 中的电路中，没有画出图 3a 中的加法器 54。前置 HRTF 滤波器和任选的 5 毫秒时延器通过前置扬声器放置的补偿器 60 连接到加法器 47 和后置 HRTF 滤波器。任选的 10 毫秒延时器连接到后置扬声器放置补偿器 66，补偿器依次连接到限定范围的图 1 和 2 中的音频驱动器 22。

图 3c 示出了有一个全部范围的后置扬声器的放置中的定向处理器 36，也就是，一个设计为对在由低频单元所辐射的频率之上的所有音频频谱进行广播的扬声器。图 3c 的电路与图 3b 中的电路是相似的，但是分频器 46 的输出低频环绕信号与后置 HRTF 滤波器的输出信号以及任选的 10 毫秒延时器 58 在加法器 70 进行相加，加法器 70 输出到全部范围的音频驱动器 28。

图 3d 示出了一个可以不与后置扬声器而是与一个限定范围的后置扬声器或者一个全部范围的后置扬声器一块使用的定向处理器 36。图 3d 安排了一个开关 68 和一个加法器 69，这样，在开关 68 关的时候，低频环绕信号指向加法器 70。当开关 68 开的时候，低频环绕信号指向的加法器 47 用于从前置扬声器天线阵进行广播。图 3d 进一步包括一个开关 72 和一个加法器 73，设计为当开关 72 开的时候，加法器 70 的输出信号直接到后置扬声器放置补偿器 66 用于从后置扬声器广播信号。当开关 72 在关的状态从加法器 70 的输出信号直接到加法器 54。当开关 72 在开的位置 68 在开的位置，图 3d 的电路就成为图 3b 中的电路。当开关 72 在开的位置 68 在关的位置，图 3d 的电路就成为图 3c 中的电路。当开关 72 在关的位置 68 在关的位置，图 3d 的电路（图 3d 的实施例中的与加法器 54 连接的线 43 上的信号的效果在功能上等于图 3a 的实施例中的与加法器 54 直接相连的线 43 上的信号）就成为图 3a 中的电路。当开关 72 在关的位置 68 在开的位置，图 3d 的电路就成为图 3a 中的电路，低频环绕信号直接与加法器 47 相连。

30 在操作中，当存在一个后置扬声器的时候，开关 72 设置为开的位置，当

那么输入信号中直接到信号线 49 的部分与输入信号中直接到信号线 51 的部分大概差不多。前置/后置缩放器的效果在于确定相对于听众来说明显的声音源方向。如果  $|L|$  比  $|LS|$  大很多, 高频环绕信号的很大一部分被直接送到前置扬声器单元, 明显的声音源是朝前的。如果  $|LS|$  比  $|L|$  大很多, 高频环绕信号的很大一部分被直接送到后置扬声器单元 (或者在缺少扬声器单元时, 通过处理以便使它好像是从后面传来的), 明显的声音源是朝后的。如果  $|LS|$  和  $|L|$  使差不多相等, 那么差不多相等的高频环绕信号被直接送到前置和后置扬声器单元, 明显的声源是朝旁边的。值  $|LS|$  和  $|L|$  可以由图 3a—3d 的电平探测器 44 提供给乘法器 80。缩放因子  $\frac{|LS|}{|LS|+|L|}$  和  $(1-\frac{|LS|}{|LS|+|L|})$  在现实中是可以计算出来的。在一个实施例中, 缩放因子是每 5 毫秒重新计算一次。

前置 HRTF 滤波器 50 可以由按顺序串连的一个乘法器 82, 一个显示磁头频率黑斑效果的第一滤波器 84 (下文称磁头黑斑滤波器), 一个用于显示磁头的衍射路径时延的第二滤波器 86 (下文是称磁头衍射路径时延滤波器), 一个用于表示耳廓衍射路径延时的第三滤波器 88 (下文称之为耳廓衍射路径时延滤波器), 和一个加法器 90 来组成。加法器 90 把从耳廓衍射延路径时延滤波器 88 的输出信号与磁头衍射路径时延滤波器 86 的输出, 磁头黑斑滤波器 84 的输出以及没有相乘的前置 HRTF 滤波器 50 的输入信号进行相加。后置 HRTF 滤波器 56 可以由按顺序串连的乘法器 82, 磁头黑斑滤波器 84, 耳廓衍射路径时延滤波器 88, 磁头衍射路径时延滤波器 86, 一个表示耳廓的后置外表的频率黑斑效果的第四滤波器 92 (下文称之为耳廓后置频率黑斑滤波器), 和一个加法器 94 来组成的。加法器 94 将耳廓后置频率黑斑滤波器 92 的输出, 磁头衍射路径时延滤波器 86 的输出, 耳廓衍射路径时延滤波器 88, 和没有相乘的后置 HRTF 滤波器 56 的输入信号相加。在一个实施例中, 从磁头衍射路径时延滤波器 86 输入到加法器 94 的信号由一个缩放因子 0.5 进行缩小, 耳廓后置频率黑斑滤波器 92 输入到加法器 94 的信号由一个缩放因子 2 进行扩大。

磁头黑斑滤波器 84 是由一个单独的实际极点为  $-2.7\text{KHZ}$  的第一级高通滤波器来实现的; 磁头衍射路径时延滤波器 86 是由四实际极点在  $-3.27\text{KHZ}$  和四实际零点在  $3.27\text{KHZ}$  的第四级全通网络实现的; 耳廓衍射路径时延滤波器 88 是由四实际极点在  $-7.7\text{KHZ}$  和四实际零点在  $7.7\text{KHZ}$  的第四级全通网络实现

没有后置扬声器的时候设置为关的位置。对于限定范围的后置扬声器，开关 68 设置为开的位置，对于全部范围的后置扬声器，开关 68 设置为关的位置。逻辑上，如果开关 72 设置为关，开关 68 的设置是与其不相关的。在上面的段落里声明了如果开关 72 是关的位置，低频环绕信号与高频环绕信号在前置扬声器放置补偿器之前或者之后根据开关 68 的位置进行相加。然而，如下面在图 4 中将要讨论的，前置和后置扬声器放置补偿器对低于门限频率的频率作用很小，所以低频环绕信号与高频环绕信号在前置扬声器放置补偿器之前还是之后进行相加是没什么关系的。作为选择的，开关 68 和 72 是可以相连的，这样如果开关 72 在关的位置，开关 68 可以根据所希望的自动设置在开或者是关的位置。

在一个优选实施例中，一个定向处理器 36 由一个数字信号处理器 (DSP) 根据需要用数模或者模数转换执行指令来实现的。在其他的实施例中，定向处理器 36 可以根据需要作为一个数字信号处理器 (DSP)，模拟电路元件，模数和数模转换器的结合体。

图 4 更为详细地示出了图 3a—3c 的一个分频器 46，前置/后置缩放器 48，前置 HRTF 滤波器 50 和后置 HRTF 滤波器 56。分频器 46 是由一个高通滤波器 74 和一个加法器 76 实现的。高通滤波器 74 和加法器 76 被安排使高通滤波器 LS 信道与 LS 信道信号相减，以便低频环绕声可以在线 43 处输出。高通滤波器 74 与信号线 45 直接相连，以便高频环绕声在信号线 45 上输出。前置/后置缩放器是由一个加法器 78 和一个乘法器 80 来实现的。乘法器 80 通过一个与 LS 信道和 L 信道中的信号的振幅相关的缩放因子对信号进行缩放。在图 4 的实施例中，缩放因子是  $\frac{|LS|}{|LS|+|L|}$ 。加法器 78 和乘法器 80 被安排以便使被缩放的信号与没有被缩放的信号相减，并在信号线 49 上输出，这样在信号线 49 的信号是被缩放了  $(1 - \frac{|LS|}{|LS|+|L|})$  的输入信号。乘法器直接与信号线 51 相连，这样使信号线 51 上的信号是被缩放了  $\frac{|LS|}{|LS|+|L|}$  的输入信号。可以看出，如果  $|LS|$  接近零，输入信号中直接到信号线 49 的部分接近 1，输入信号中直接到信号线 51 的部分接近 0。相似的，如果  $|LS|$  比  $|L|$  大很多，输入信号中直接到信号线 49 的部分接近 0，输入信号中直接到信号线 51 的部分接近 1。如果  $|LS|$  和  $|L|$  差不多，

的；耳廓后置频率黑斑滤波器 92 是由一个单独实际极点为 $-7.7\text{KHZ}$ 的第一级高通滤波器来实现的。乘法器 82 用一个因子  $\frac{Y}{(Y-|LS|)+(Y-|L|)+Y}$  对输入信号进行缩放，其中  $Y$  比  $|L|$  和  $|LS|$  大很多。值  $|L|$  和  $|LS|$  是通过图 3a—3d 中的电平检测器 44 提供给乘法器 80。这里所用的“耳廓”是指在 p1367 Gray's Anatomy, 38th Edition, Churchill Livingstone 1995 中所示的外部耳朵的外耳部分。这里所用的“耳廓后置”或者“耳廓的后置表面”是指外耳的前面表面，或者指在附录 1 中的箭头所指的方向观察的外耳。耳廓是一个从各个方向来的声音的表面，而后置耳廓是一个仅仅是从旁边到后面的声音的声音表面。

可以用一个与上面所述的滤波器（包括有一个平坦的频率响应的滤波器，例如一个直接的电连接）不同特性的滤波器来代替图 4 中所示并在该发明的所附部分中进行了描述的滤波器。

图 5 示出了图 3a—3d 中的前置扬声器放置补偿器 60 和后置扬声器放置补偿器 66 的效果。前置扬声器放置补偿器是由一个或者一系列滤波器来实现的，这些滤波器是当前置 HRTF 滤波器 50 对从第一个特殊的角幅射来的信号进行作用的时候与前置 HRTF 滤波器 50 的效果是相互倒置的。相似的，后置扬声器放置补偿器是由一个或者一系列滤波器来实现的，这些滤波器是当后置 HRTF 滤波器 56 对从第二个特殊的角幅射来得信号进行作用的时候与后置 HRTF 滤波器 56 的效果是相互倒置的。

图 5 是对一个根据图 3b 所示的配置的声音系统的解释，其中在点 Z 有一个希望的明显的声源，它与相关的听众 14 的夹角是  $\theta$ 。图 5 中的所有的角都是在水平面上，其中包括进入听众 14 的耳道的入口。角的参考线是一条经过从入口到听众 14 的耳道距离相等的点的线。从听众 14 前面以反时针方向测量这些角。在点 Z 放置明显声源是部分地由图 3a—3c 和图 4 中的前置/后置缩放器 48 来实现。前置/后置缩放器直接把比送到后置扬声器单元多的高频环绕信号送到前置天线阵 10 中，这样，该明显的声源就有点向前。在点 Z 设置明显声源进一步分别由前置/后置 HRTF 滤波器 50 和 56（图 3a—3d 中的）来实现。前置和后置 HRTF 滤波器 50 和 56 改变音频信号以便当信号被前置天线阵 10 和限定范围的音频驱动器 22 电声转换为声波时，声波的频率内容和相位关系好像是声波是在点 Z 起源的并由听众 14 的头 96 和耳廓 98 进行了修改。然而，当声波真的是由前置天线阵 10 和后置限定范围的音频驱动器 22 进行电

声转换时，声波的频率内容和相位关系将由听众 14 的头 96 和耳廓 98 来改变，实际上声波到达耳道时的频率内容和相位关系由听众 14 的头和耳廓在角  $\phi_1$  上进行了两次改进。前置扬声器放置补偿器 60 改进音频信号以便当它由前置天线阵 10 进行电声转换时，声波将不会在角  $\phi_1$  上发生频率内容和相位关系的变化，而是在音频信号中在角  $\theta$  和角  $\phi_1$  之间的差别上发生频率和相位关系的变化。然后，当声波是由前置天线阵 10 进行了电声转换并由听众的头和耳廓进行了改进，这样到达耳道的声波将具有如来自于角度  $\theta$  的声源的声音的频率和相位关系。相似的，后置扬声器放置补偿器 66 对音频信号进行改进，以便当它通过后置限定范围的音频驱动器 22 进行电声转换时，声波在角  $\phi_2$  上没有频率内容和相位关系的变化，而是在角  $\theta$  和角  $\phi_2$  之间的差别上发生频率和相位关系的变化。然后，当声波是由后置限定范围的音频驱动器 22 进行了电声转换，到达耳道的声波将具有如来自于角度  $\theta$  的声源的声音的同样的频率和相位关系。如果扬声器的配置是如图 3a 中的配置，那么就是相同的解释。然而这种具有有限范围后置扬声器的配置选择来表示前置和后置 HRTF 滤波器 50 和 56 和前置和后置扬声器放置补偿器 60 和 66，所有的都在相应的波长大约为人头的尺寸的频率例如 2KHZ 以下有很小的影响。在一个实施例中，测量角  $\phi_1$  和  $\phi_2$ ，并输入到音频系统中以便扬声器放置补偿器 60 和 66 使用精确的角来进行计算。一种测量角  $\phi_1$  和  $\phi_2$  的方法是实际测量。在第二个实施例中，扬声器放置补偿器被设定为角  $\phi_1$  和  $\phi_2$  的预先选定的典型值（例如 30 度和 150 度）。第二个实施例给出了可以接受的结果，但是不需要对扬声器放置的角度进行实际测量并且可以要求在扬声器放置补偿器 60 和 66 中复杂度较低的计算。

扬声器放置补偿器 60 和 66 可以通过有与前置和后置 HRTF 滤波器相倒置的效果的滤波器来实现，分别通过使用以下从关系式中导出来的值分别计算角  $\phi_1$  和  $\phi_2$  的选择值。

$$\phi_1 = \arcsin\left[1 - \left[\frac{Y - |\overline{LS}| + Y - |\overline{L}|}{Y}\right]\right] \text{ 和 } \phi_2 = \arcsin\left[1 - \left[\frac{Y - |\overline{LS}| + Y - |\overline{L}|}{Y}\right]\right]$$

如果一些不同于图 4 中的滤波器的排列用于前置 HRTF 滤波器 50 和后置 HRTF 滤波器 56 的滤波器的排列，那么前置扬声器放置补偿器 60 和后置扬声器放置补偿器 66 也可以相应地进行改进。如果 HRTF 滤波器 50 和 56 有一个

平坦的频率响应，那么前置扬声器放置补偿器 60 和后置扬声器放置补偿器 66 可以由一个有着平坦频率响应的滤波器来代替（例如直接的电连接）。

现在参考图 6，其中示出了用于解释本发明的另一个特性的一个有多于两个音频扬声器配置的例子。在图 6 中，有一个音频驱动器天线阵 10，与图 1a—1c 中的音频驱动器天线阵相似，放置在一个与听众 14 成 30 度的角的点。此外，还有限定范围的音频驱动器，与图 1a—1c 的限定范围的音频驱动器相似，在 60 度，90 度，120 度，150 度，或者与图 1a—1c 中的全部范围的音频驱动器 28 相似的全部范围的音频驱动器 28。限定范围的音频驱动器分别指定为 22—60，22—90，22—120，和 22—150，来表明这些限定范围的音频驱动器的角坐标。这些预备的全部范围的音频驱动器分别指定为 28—60，28—90，28—120，和 28—150，来表明这些限定范围的音频驱动器的角坐标。图 6 中的所有角都是在包括到听众 14 的耳道的入口的水平面上。这些角的参考线是一条通过从入口到听众的耳道相同距离的点的线。在听众 14 的左边的音频驱动器单元的角度是从听众前面参考线逆时针方向测量的。在听众 14 右边的驱动器单元的角度是从听众前面的参考线顺时针方向测量的。也可能有其他的一些没有在视图中画出的音频驱动单元，例如一个中心信道音频驱动单元或者一个低频率单元。

图 7 示出了一个向图 6 中的扬声器单元提供音频信号的音频信号处理系统的方块图。一个音频信号源 32 与用于把音频源从音频信号源解码到很多信道中的解码器 34 相连，在这种情况下，包括一个低频效果（LFE）信道，一个低音信道；多个定向信道，包括一个左（L）信道，一个左中心（LC）信道，进一步包括很多左信道，L60,L90,L120 和 LS，其中在相对于听众的信道上的角度上有很多符合角位移的指示器。有相应的右信道 RC,R,R60,R90,R120 和 RS。以下的介绍将重点在左信道上，因为对右信道的处理是与左信道相似的。左信道信号由定向处理器 36 进行处理来产生输出信号，该输出信号是用于在信号线 38a 上的低频（LF）天线阵驱动器 12，信号线 38b 上的 LF 天线阵驱动器 11，信号线 39a 上的驱动器 22—60L 或者驱动器 28—60L，信号线 39b 上的驱动器 22—90L 或者驱动器 28—90L，信号线 39c 上的驱动器 22—120L 或者 28—120L，信号线 39d 上的驱动器 22—150L 或者驱动器 28—150L。在图 2a 中的实施例，信号线上的输出是由系统 EQ 和动态范围控制器 42 进行处理的。

在一个典型的实施例中，定向处理器 36 是由数字信号处理器 (DSP) 来实现的，该处理器在需要的时候可以执行指令来实现数模或者模数转换。在另一些实施例中，定向处理器可以是 DSP，模拟电路元件，和数模模数转换器的结合体。

5 图 8 示出了一个图 7 中的用于由限定范围边和后置音频驱动器执行的定向处理器 36 的方块图。定向处理器具有用于五个左定向信道的输入。这五个定向信道可以从有两个信道的音频信号处理系统中生成，所述的两个信道分别为一个左 (L) 信道，设计成例如在 30 度角进行幅射，和一个左环绕 (LS) 信道，设计为，例如在 150 度进行幅射。可以根据美国专利 US08/796285 中的方法对  
10 L 和 LS 信道进行解码来产生信道 L90 (假设在 90 度进行幅射)，这里作为参考。信道 L 和 L90 和 LS 然后被解码来分别产生信道 L60 和 L120。本发明在有较少的定向信道和较多的定向信道是都工作的一样好。如图 7 的音频信号处理系统有几个与图 3a—3d 中的系统的元件相似的元件，并且这些元件的功能也与图 3a—3d 中的相应的元件的功能相似。相似的元件使用相对应的相似的  
15 标号。在图 3a—3d 中的一些与本发明没有密切关系的元件 (例如乘法器 57) 没有在图 8 中画出。一个镜像音频处理系统可以构造来处理与左定向信道相应的右定向信道。

现在参考图 8，信道 L60, L90, L120 和 LS 的输入终端与电平检测器 44 相连，用于对缩放器和 HRTF 滤波器进行测量。信道 L 的输入终端是与显示方式  
20 处理器 102 相连的。显示模式处理器 102 的输出终端 35，图中为 L'，与加法器 47 相连。信道 LC 的输入终端与显示模式处理器 102 相连。显示模式处理器 102 的输出终端 37，图中为 LC' 相减地与加法器 58 相连，并通过时延 58 相加地与加法器 62 相连。信道 L60 中的音频信号被分频器 46a 分为一个低频 (LF) 部分和一个高频 (HF) 部分。LF 部分输入到加法器 47 中。信道 L60 中的音  
25 频信号的 HF 部分输入到前置/后置缩放器 48a 中 (与输入到图 3a—3d 和图 4 中的前置/后置缩放器 48 相似)，分别使用值  $|L|$  和  $|L60|$  代替图 4 中的  $|L|$  和  $|LS|$ 。前置/后置缩放器 48a 将信道 L60 中的音频信号的 HF 部分分为一个“前置”部分和一个“后置”部分。信道 L60 中的音频信号的 HF 部分的前置部分通过前置 HRTF 滤波器 50a 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的前置 HRTF 滤波器 50 相  
30 似)，使用值  $|L|$  和  $|L60|$  分别代替图 4 中的值  $|L|$  和  $|LS|$ 。扬声器放置补偿器 60a，

(与图 3a—3d 和图 4 的扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 30 度的计算, 并输入到加法器 47。信道 L60 中的音频信号的后置部分通过前置 HRTF 滤波器 50b 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的前置 HRTF 滤波器相似), 使用值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{L60}|$  分别代替图 4 中的值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ , 扬声器放置补偿器 60a, (与图 3a—3d 和图 4 的  
5 扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 60 度的计算, 并输入到加法器 100—60。

信道 L90 中的音频信号被分频器 46b 分为一个低频(LF)部分和一个高频(HF)部分。LF 部分输入到加法器 47 中。信道 L90 中的音频信号的 HF 部分输入到前置/后置缩放器 48b 中 (与输入到图 3a—3d 和图 4 中的前置/后置缩放器 48 相似), 分别使用值  $|\bar{L60}|$  和  $|\bar{L90}|$  代替图 4 中的  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ 。前置/后置缩放器  
10 48b 将信道 L90 中的音频信号的 HF 部分分为一个“前置”部分和一个“后置”部分。信道 L90 中的音频信号的 HF 部分的前置部分通过前置 HRTF 滤波器 50c 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的前置 HRTF 滤波器相似), 使用值  $|\bar{L60}|$  和  $|\bar{L90}|$  分别代替图 4 中的值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ 。扬声器放置补偿器 60b, 进行 60 度的计算, 并输入到加法器 100—60。信道 L60 中的音频信号的后置部分通过前置 HRTF 滤波器 50d  
15 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的前置 HRTF 滤波器相似), 使用值  $|\bar{L60}|$  和  $|\bar{L90}|$  分别代替图 4 中的值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ , 扬声器放置补偿器 60d, (与图 3a—3d 和图 4 的扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 90 度的计算, 并输入到加法器 100—90。

信道 L120 中的音频信号被分频器 46cb 分为一个低频(LF)部分和一个高频(HF)部分。LF 部分输入到加法器 47 中。信道 L120 中的音频信号的 HF 部分  
20 输入到前置/后置缩放器 48c 中 (与输入到图 3a—3d 和图 4 中的前置/后置缩放器 48 相似), 使用值  $|\bar{L90}|$  和  $|\bar{L120}|$  代替图 4 中的  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ 。前置/后置缩放器 48c 将信道 L120 中的音频信号的 HF 部分分为一个“前置”部分和一个“后置”部分。信道 L120 中的音频信号的 HF 部分的前置部分通过前置 HRTF 滤波器 50e 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的前置 HRTF 滤波器 50 相似), 使用值  $|\bar{L90}|$  和  
25  $|\bar{L120}|$  分别代替图 4 中的值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ 。扬声器放置补偿器 60e, (与图 3a—3d 和图 4 的前置扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 90 度的计算, 并输入到加法器 100—90。信道 L120 中的音频信号的后置部分通过后置 HRTF 滤波器 56a 进行处理 (与图 3a—3d 和图 4 的后置 HRTF 滤波器 56 相似), 使用值  $|\bar{L90}|$  和  $|\bar{L120}|$  分别代替图 4 中的值  $|\bar{L}|$  和  $|\bar{LS}|$ , 扬声器放置补偿器 60f, (与图 3a—3d 和图 4 的扬  
30 声器放置补偿器 60 相似), 进行 120 度的计算, 并输入到加法器 100—120。

信道 LS 中的音频信号被分频器 46d 分为一个低频(LF)部分和一个高频(HF)部分。LF 部分输入到加法器 47 中。信道 LS 中的音频信号的 HF 部分输入到前置/后置缩放器 48d 中(与输入到图 3a—3d 和图 4 中的前置/后置缩放器 48 相似), 使用值 $|\overline{L120}|$ 和 $|\overline{LS}|$ 代替图 4 中的 $|\overline{L}|$ 和 $|\overline{LS}|$ 。前置/后置缩放器 48d 将信道 LS 中的音频信号的 HF 部分分为一个“前置”部分和一个“后置”部分。信道 LS 中的音频信号的 HF 部分的前置部分通过后置 HRTF 滤波器 56b 进行处理(与图 3a—3d 和图 4 的后置 HRTF 滤波器 56 相似), 使用值 $|\overline{L120}|$ 和 $|\overline{LS}|$ 分别代替图 4 中的值 $|\overline{L}|$ 和 $|\overline{LS}|$ 。扬声器放置补偿器 60fg, (与图 3a—3d 和图 4 的扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 120 度的计算, 并输入到加法器 100—120。信道 LS 中的音频信号的后置部分通过后置 HRTF 滤波器 56c 进行处理(与图 3a—3d 和图 4 的后置 HRTF 滤波器 56 相似)。扬声器放置补偿器 60h, (与图 3a—3d 和图 4 的扬声器放置补偿器 60 相似), 进行 150 度的计算。

加法器 47 的输出信号相加地传送到加法器 58, 并经过时延 61 相减地传送到加法器 62。加法器 58 的输出信号被传送到全部范围的音频驱动器 11(扬声器天线阵 10 的)用于声电转换为声波。加法器 62 的输出信号被传送到全部范围的音频驱动器 12 用于转换为声波。时延器 61 使在加法器 47 合成的信号的定向幅射容易进行。加法器 100—60, 100—90, 100—120 和扬声器放置补偿器 60h 的输出信号分别传送给限定范围的音频驱动器 22—60, 22—90, 22—120 和 22—150, 用于声电转换为声波。

图 9 示出了图 7 中的执行具有全部范围的边和后置音频驱动器的定向处理器。图 9 有和图 7 一样的输入信道。本发明经工作在有更少或者更多的定向信道。图 7 中的音频信号处理系统有几个和图 3a—3d 中的系统类似的元件, 并且执行与图 3a-3d 中对应元件类似的功能。相似的元件使用相似的相对应的标号。一个镜像音频处理系统可以用来处理与左定向信道相应的右定向信道。

图 9 除了下面所述的, 其他部分和图 8 相似。从分频器 46a 出来的低频(LS)信号线与加法器 100—60 相连而不是与加法器 47 相连; 从分频器 46b 出来的 LF 信号线与加法器 100—90 相连而不是与加法器 47 相连; 从分频器 46c 出来的 LF 信号线与加法器 100—120 相连而不是与加法器 47 相连; 从分频器 46d 出来的 LF 信号线与加法器 100-150 相连而不是加法器 47 相连; 并且扬声器放置补偿器 60h 的输出与加法器 100—150 相连。加法器 100—60, 100—90, 100

—12 和 100-150 的输出信号分别传送给全部范围的音频驱动器 28—60, 28—90, 28—120 和 28—150, 用于声电转换为声波。

现在参考图 10a—10c, 示出了本发明的描述另一个特征的音频系统的一些元件的三个顶部视图。如同在美国专利 US5809153 和 US5870484 中描述的, 5 音频天线阵和信号处理方法可以设计成定向辐射声波。通过从两个相减的音频驱动器辐射相同的声波(功能上等效于反相)并时延, 一个辐射的图案可以产生, 其中, 在一个轴上(这里指一个主轴)有最大的音频输出, 在另一个方向(这里指零轴)的音频输出最小。在图 10a—10c 中, 一个天线阵 10, 包括音频驱动器 11 和 12, 其设置和图 1a—1c, 2a, 和图 3a—3d 中所示的音频系统中 10 相同。图 3a—3d 中的时延器 64 的参数被设定以便传送到音频驱动器 12 的信号没有进行时延, 传送到音频驱动器 11 的信号进行了时延, 并且经过电声转换的结果是辐射图在方向 104 有一个主轴, 对着听众 14 的一个典型的收听的位置, 在方向 106 有一个零轴, 该方向通常是远离听众 14 的典型的听众位置, 一个用实线来表示的辐射图 105。图 3a—3d 中的时延器 61 的参数被设定, 以 15 便传送到音频驱动器 11 的信号没有进行时延, 传送到音频驱动器 12 的信号进行了时延, 并且经过电声转换的结果是辐射图在方向 106 有一个主轴, 该方向通常是远离听众 14 的典型的听众位置, 在方向 104 有一个零轴, 该方向通常指向听众 14 的典型的听众位置, 一个用虚线来表示的辐射图 107。在图 10a 中, 对信道 LC 中的音频信号进行了处理和辐射, 以便辐射图在方向 104 有一个主 20 轴在方向 106 有一个零轴, 对信道 L 和 LS 中的音频信号进行了处理和辐射, 以便辐射图在方向 106 有一个主轴。在图 1b 中, 对信道 L 和信道 LC 中的音频信号进行处理和辐射, 以便辐射图在方向 104 有一个主轴在方向 106 有一个零轴, 对信道 LS 中的音频信号进行处理和辐射, 以便它在方向 106 有一个主轴在方向 104 有一个零轴。在图 10c 中, 对信道 L 和信道 LC, LS 中的音频信 25 号进行处理和辐射, 以便辐射图在方向 106 有一个主轴在方向 104 有一个零轴。下文, 辐射图、主轴和零轴的合成体称之为“显示模式”。通常, 当音频系统用作一个家庭剧院系统时, 图 10a 中的显示模式是首选的, 在所述的家庭剧院系统中, 希望有一个强的中心声音图象并且对定向信道有很强的感觉。当音频系统用来放音乐的时候, 图 10b 的显示模式是首先的, 在这时候中心图象就 30 不那么重要了。当音频系统被放置成一个天线阵 10 必须放置在离一个中心

线很近的位置的时候（也就是当图 5 中的角  $\phi_1$  很小），图 10c 的显示模式是首选的。有前述的几个图，我们可以通过镜像音频系统来处理右边的定向信道。

现在参考图 11，更为详细地描述显示模式处理器 102（图 3a—3c，8，9）。信道 L 的输入与加法器 108 相加地相连，并连到开关 110 的一端。开关 110 的  
5 另一端相加地连到加法器 112 和相减地与加法器 108 相连。信道 LC 相加地与加法器 112 相连，该加法器 112 相加地与加法器 116 相连，和连接到开关 118 的一端。开关 118 的另一端相加地与加法器 114 相连，相减地与加法器 116 相连。加法器 114 与标为 L' 的终端 35 相连。加法器 116 与标为 LC' 的终端 37 相连。根据开关 110 和 118 的开或者关的状态，在输出终端 35 上的信号（标为 L'）  
10 可以从信道 L 输入的信号，或者从信道 L 和 LC 的合成的输入的信号，或者是没有信号。根据开关 110 和 118 是在开或者是关的状态，在输出终端 37 上的信号（标为 LC'）可以从信道 LC 输入的信号，或者从信道 L 和 LC 的合成的输入的信号，或者是没有信号。

现在参考图 3a—3c 中的任何一个，终端 35 的输出信号与环绕信道的低频  
15 部分在加法器 47 处进行相加，并传送给加法器 58，所述的加法器 58 与音频驱动器 11 相连，并通过时延器 61 送到加法器 62，加法器 62 与音频驱动器 12 相连。终端 37 的输出信号与加法器 62 相连，并通过时延器 64 到加法器 58。这样，终端 35 的输出与左环绕信号（LS）的低频（LF）部分相加，并不经过时延传送到音频驱动器 11，经过时延后传送到音频驱动器 12。终端 37 的输出不  
20 经过时延传送到音频驱动器 12，经过时延后传送到音频驱动器 11。如上面图 10a—10c 的描述，时延器 64 的参数可以被设定，以便一个不经过时延的传送到音频驱动器 12，经过时延传送到音频驱动器 11 并经过电声转换的音频信号的辐射图在图 10a—10b 的 104 方向有一个主轴。相似的，图 10a—10c 的描述讲授了时延器 61 的参数可以被设置，以便一个不经过时延传送到音频驱动  
25 器 11，经过时延传送到音频驱动器 12 并经过电声转换的音频信号的辐射图在图 10a—10b 的 106 方向有一个主轴。因此，通过设定显示模式处理器 102 中的开关 110 和 118 到“关”或“开”的状态，用户可以实现如图 10a—10c 中的显示模式。图 11 中的电路的下面表格显示了开关 110 和 118 的“开”和“关”的各种组合的效果。对于每一种组合，表格显示了信道 L 和 LC 中的哪一个在  
30 标为 L' 和 LC'（终端 35 和 37）的终端上输出，当辐射的时候哪些信道的幅射

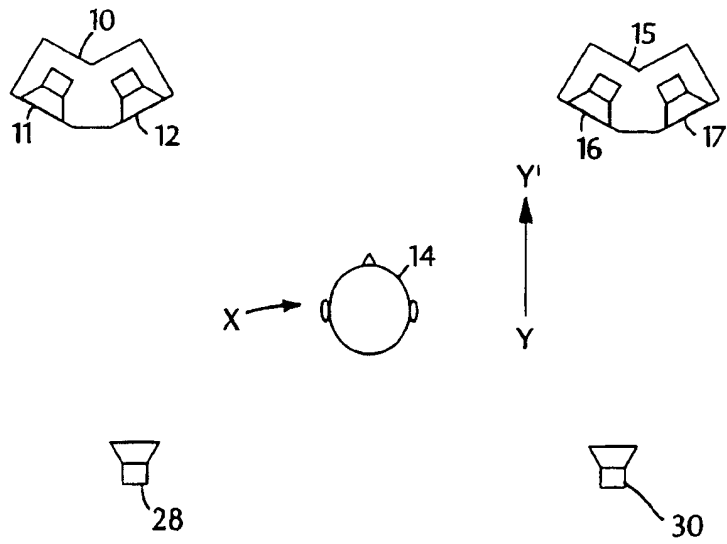


图 1C

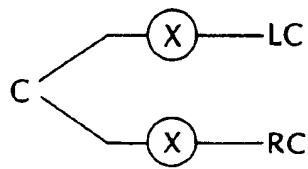


图 2B

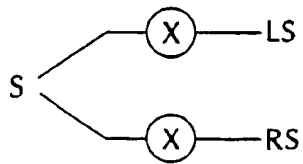


图 2C

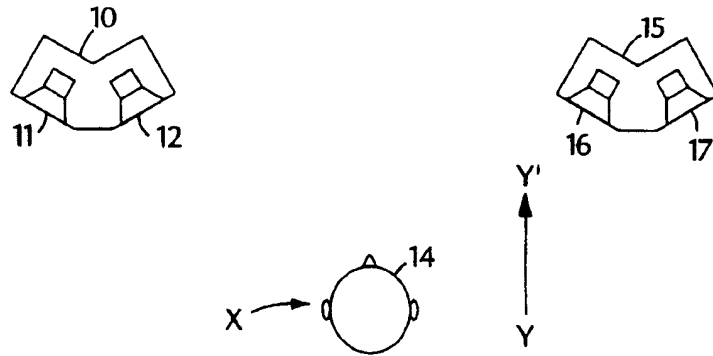


图 1A

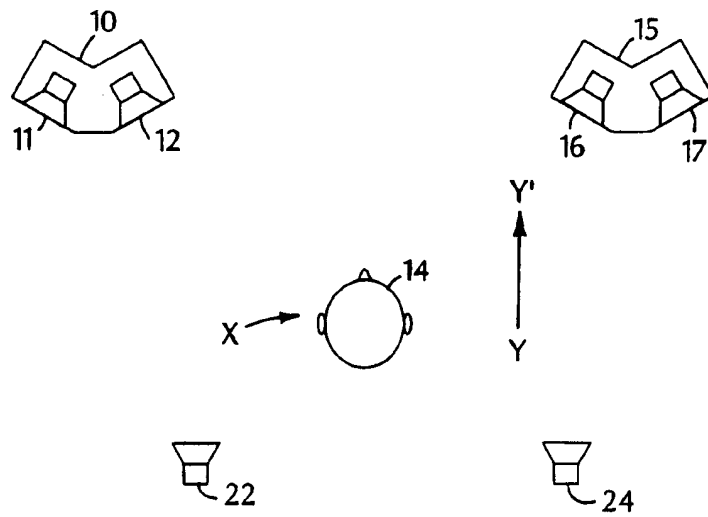


图 1B

图在方向 104 有一个主轴在方向 106 有一个零轴，哪些信道在方向 106 有一个  
主轴在方向 104 有一个零轴，以及开关设定的组合实现了图 10a—10c 中的哪  
些信道。在图 3a—3c, 10 和 11 中，环绕信道 LS 的低音频部分总是在主轴方  
向 106 上辐射。同样，如果开关 118 在关的状态，图 10c 中的辐射图的结果，  
5 可一个不考虑开关 110 的状态。

在图 8 和图 9 中，显示模式处理器 102 在输入信道 L 和 LC 上有相同的效果  
和在输出终端 35 和 37（分别标为 L'和 LC'）上有相同的信号。

显然，对本领域的技术人员来说，对本发明所揭示的特定的装置和方法的  
不脱离本发明精神的各种修改是可以的。因此，应该理解，本发明包括这里描  
10 述的每一个新颖特征和新颖的特征合成，并且仅由所附权利要求的实质和范围  
限定。

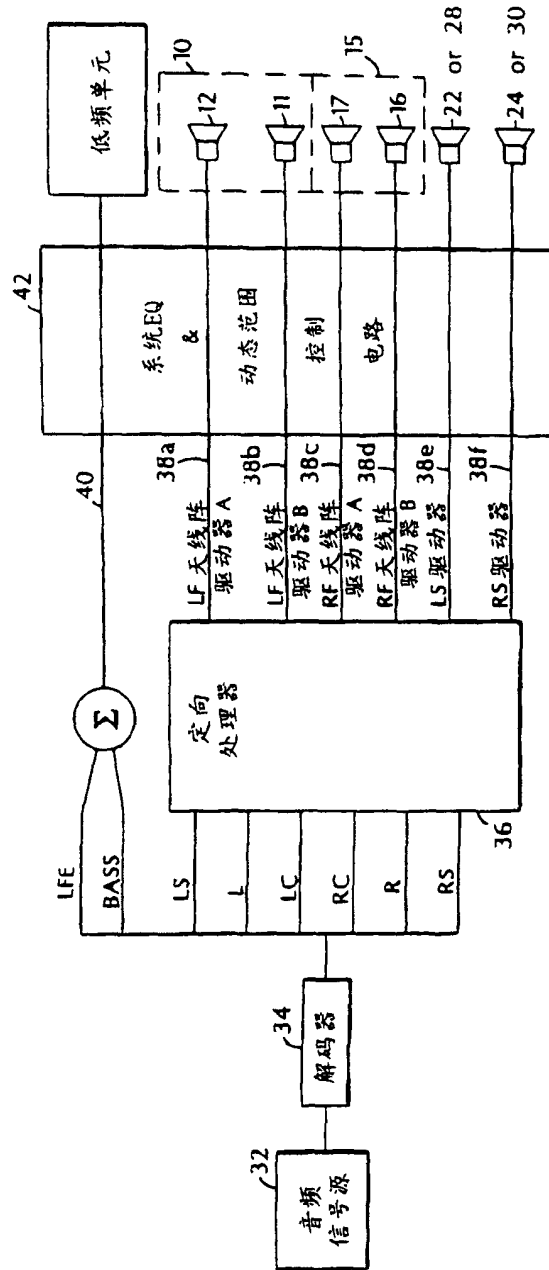


图 2A

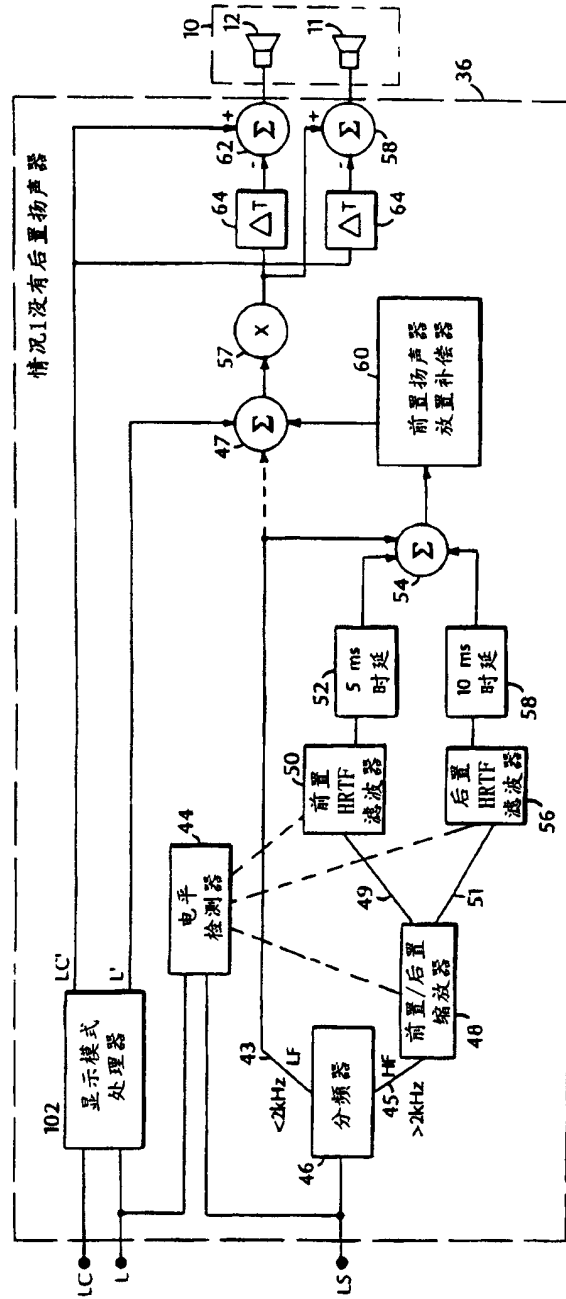


图 3A

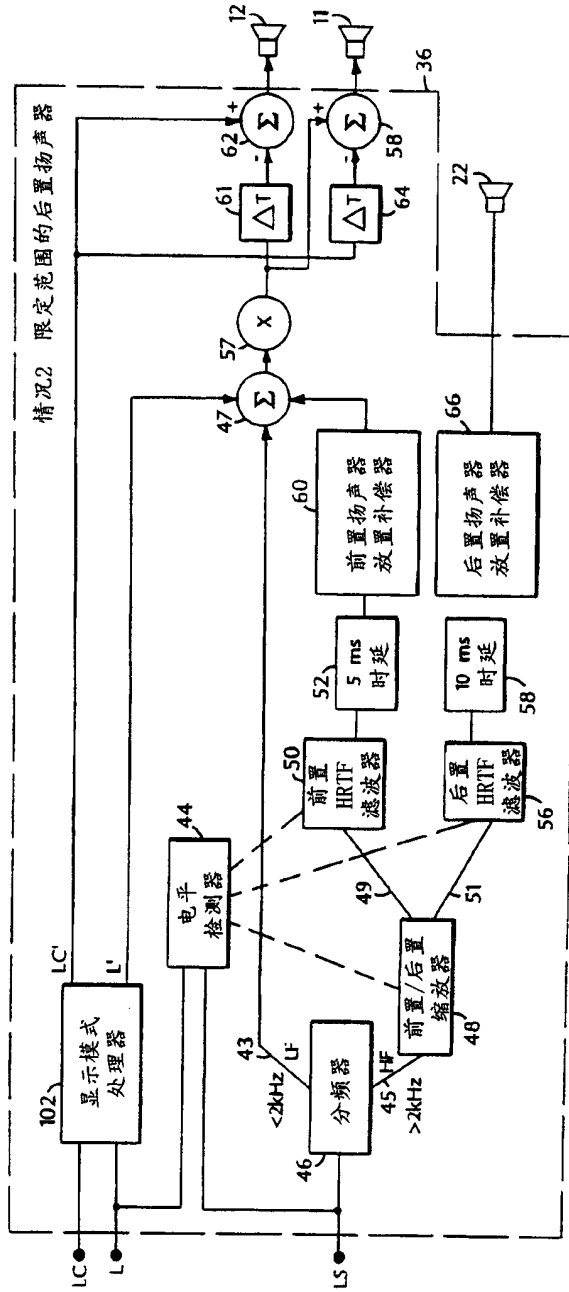


图 3B

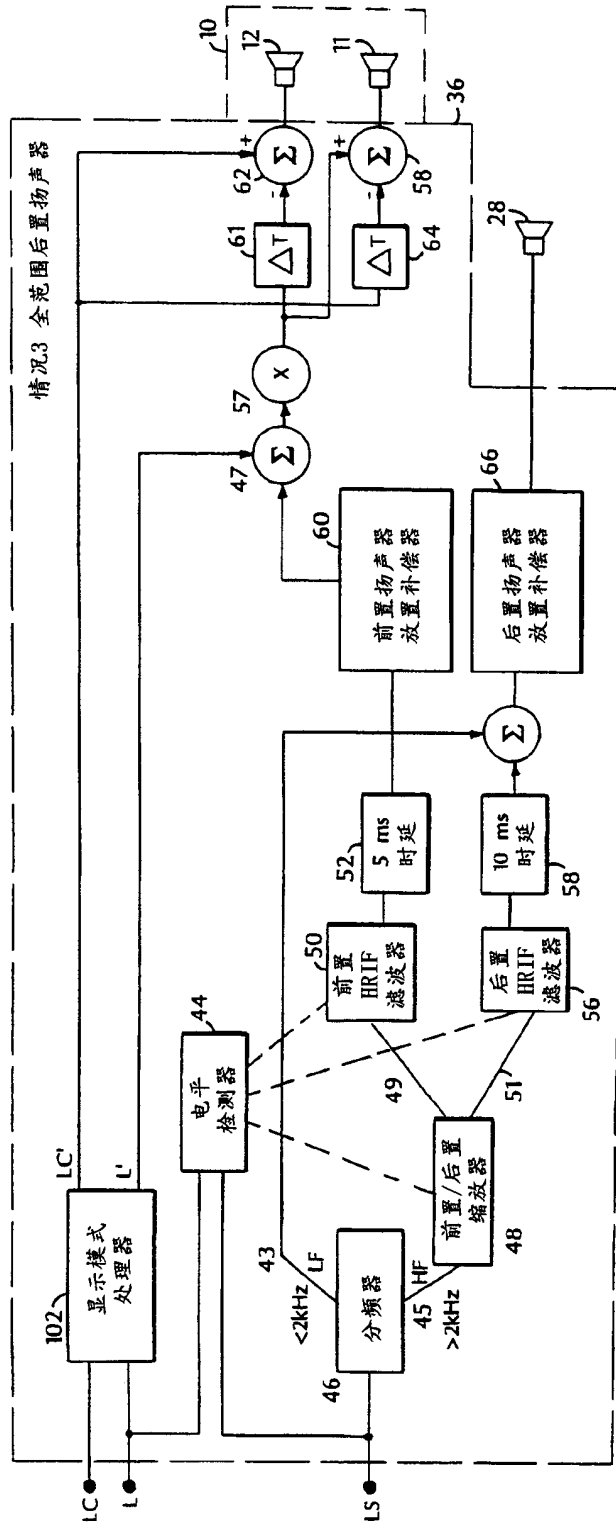


图 3C

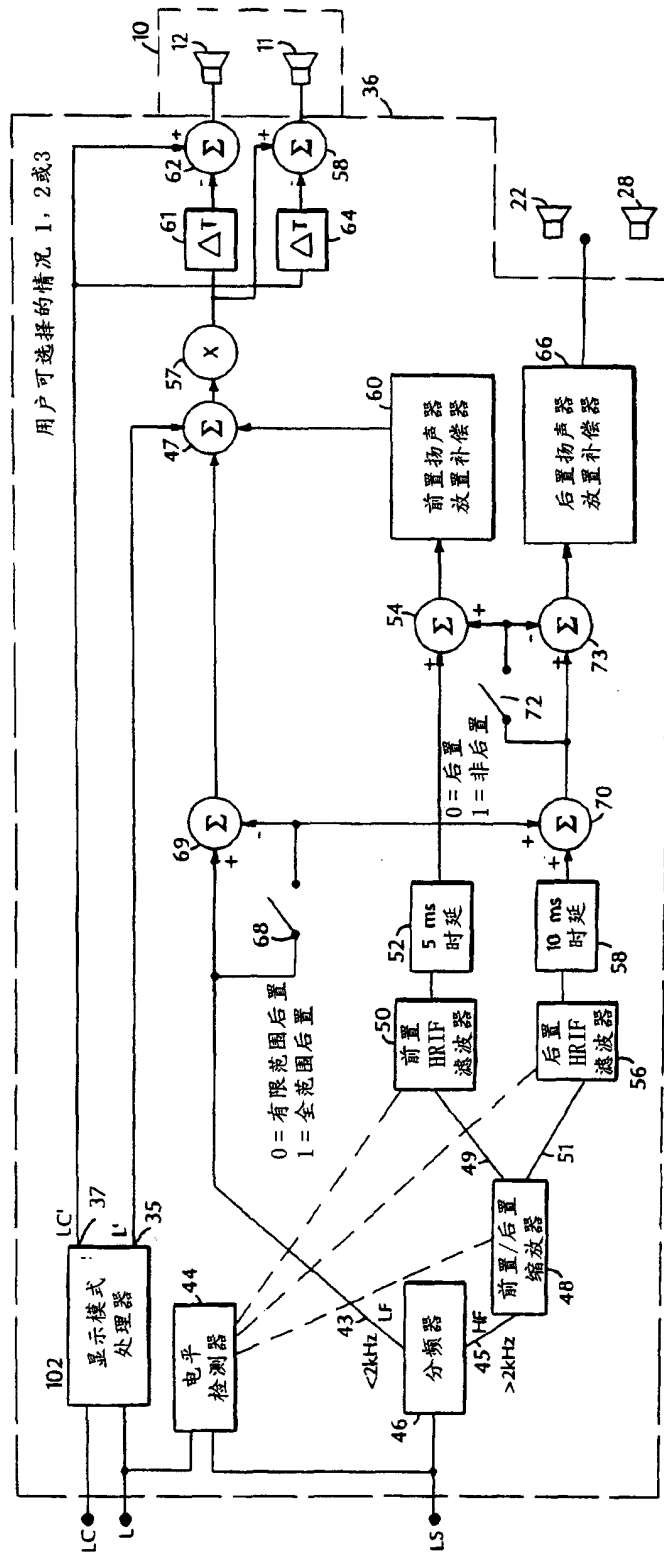


图 3D

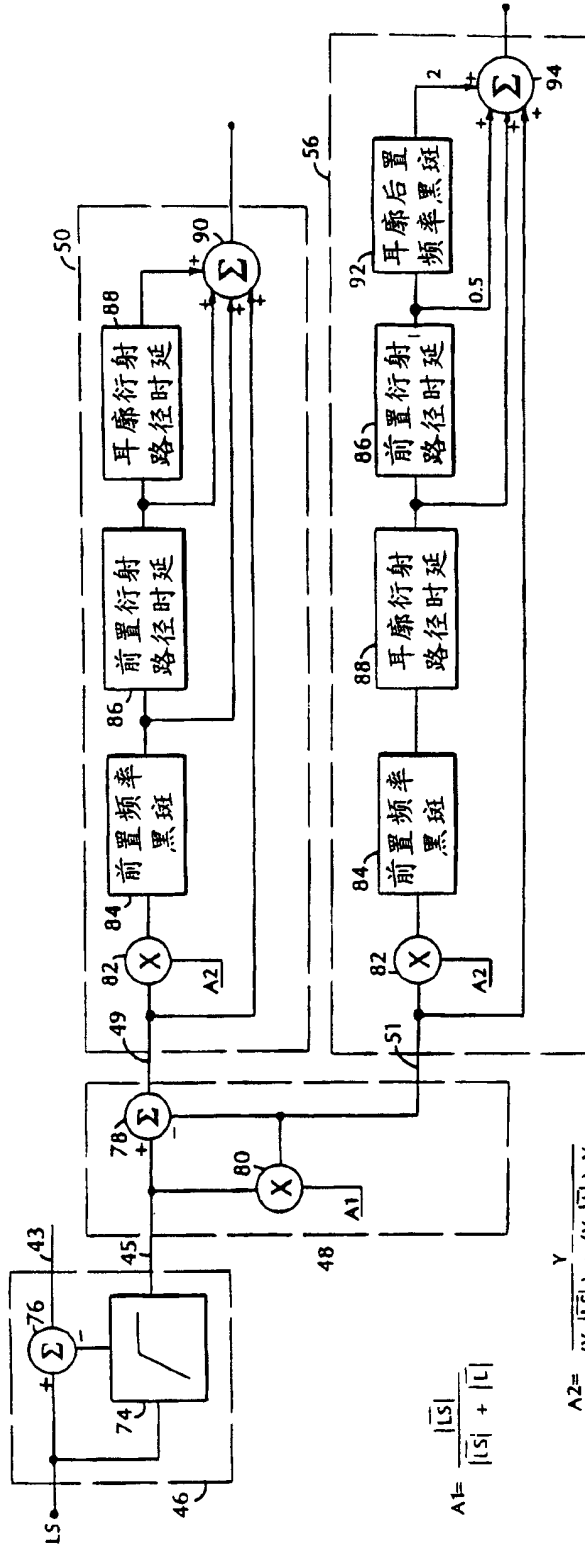


图 4

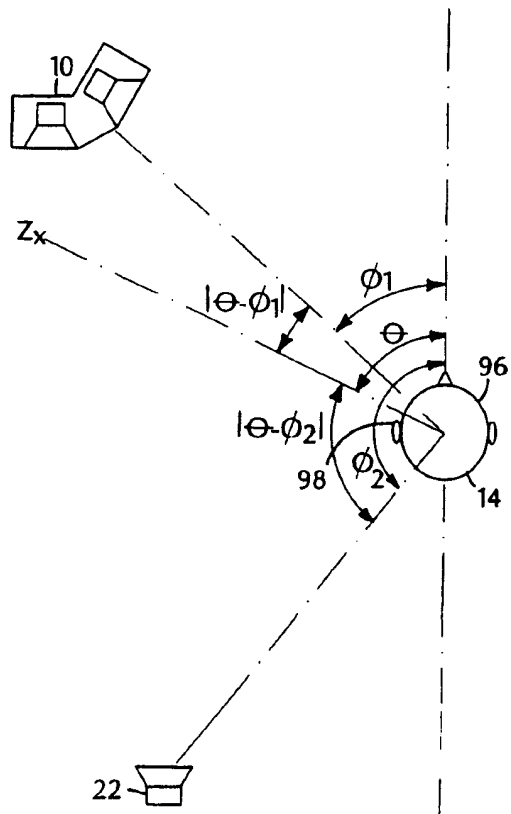


图 5

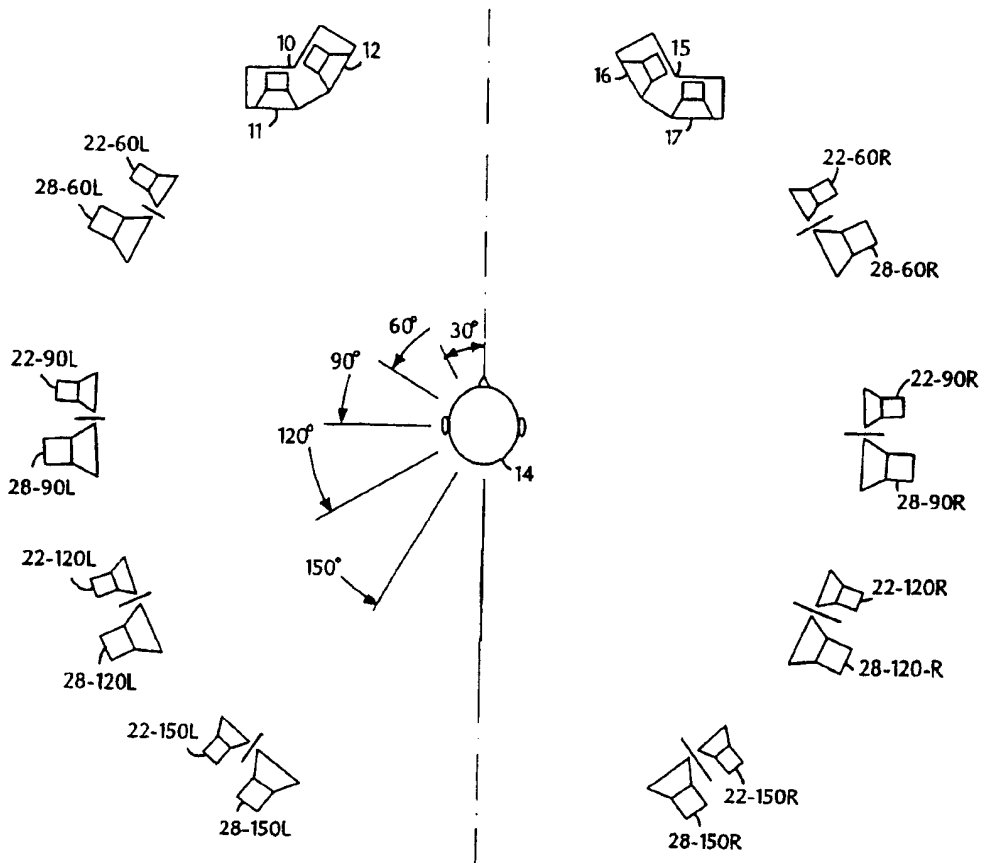


图 6

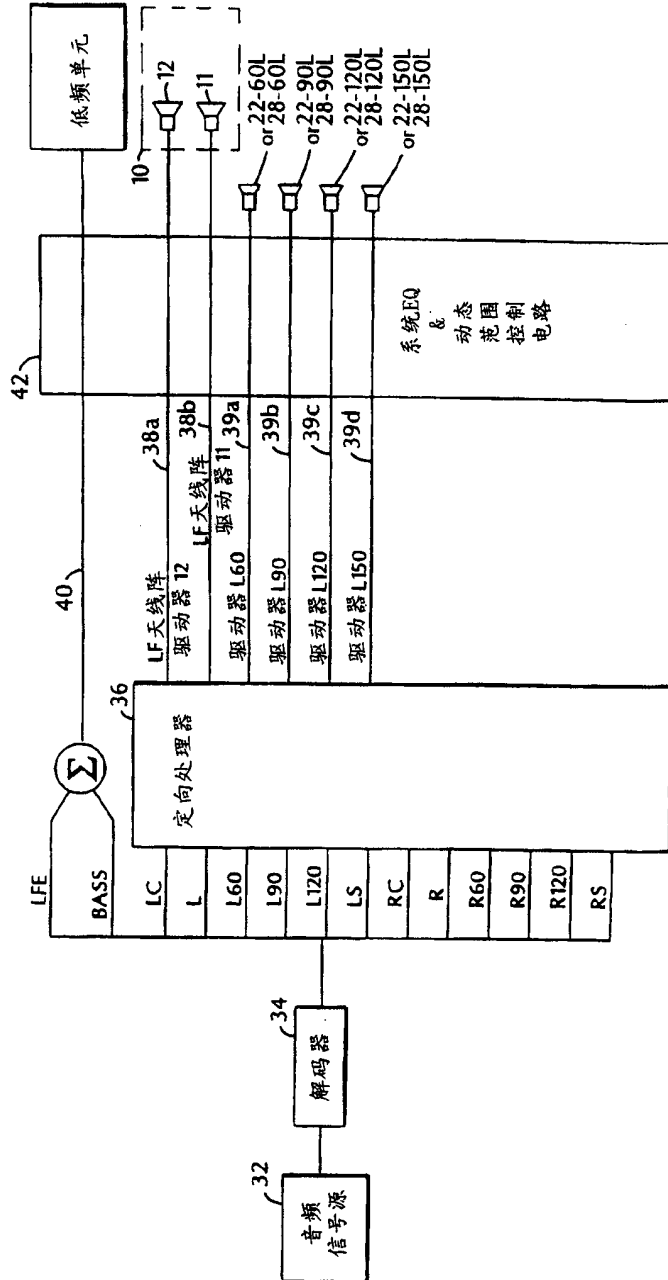


图 7

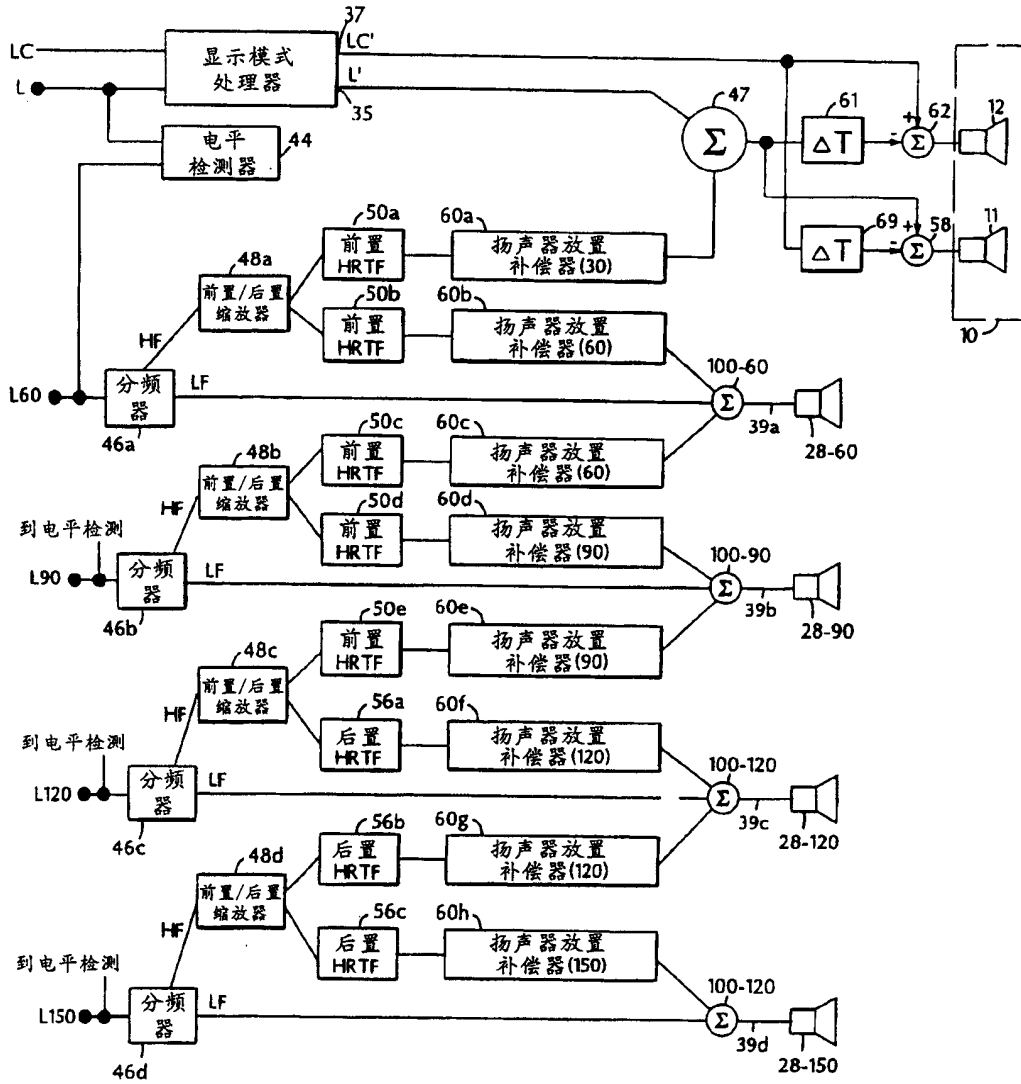


图 9

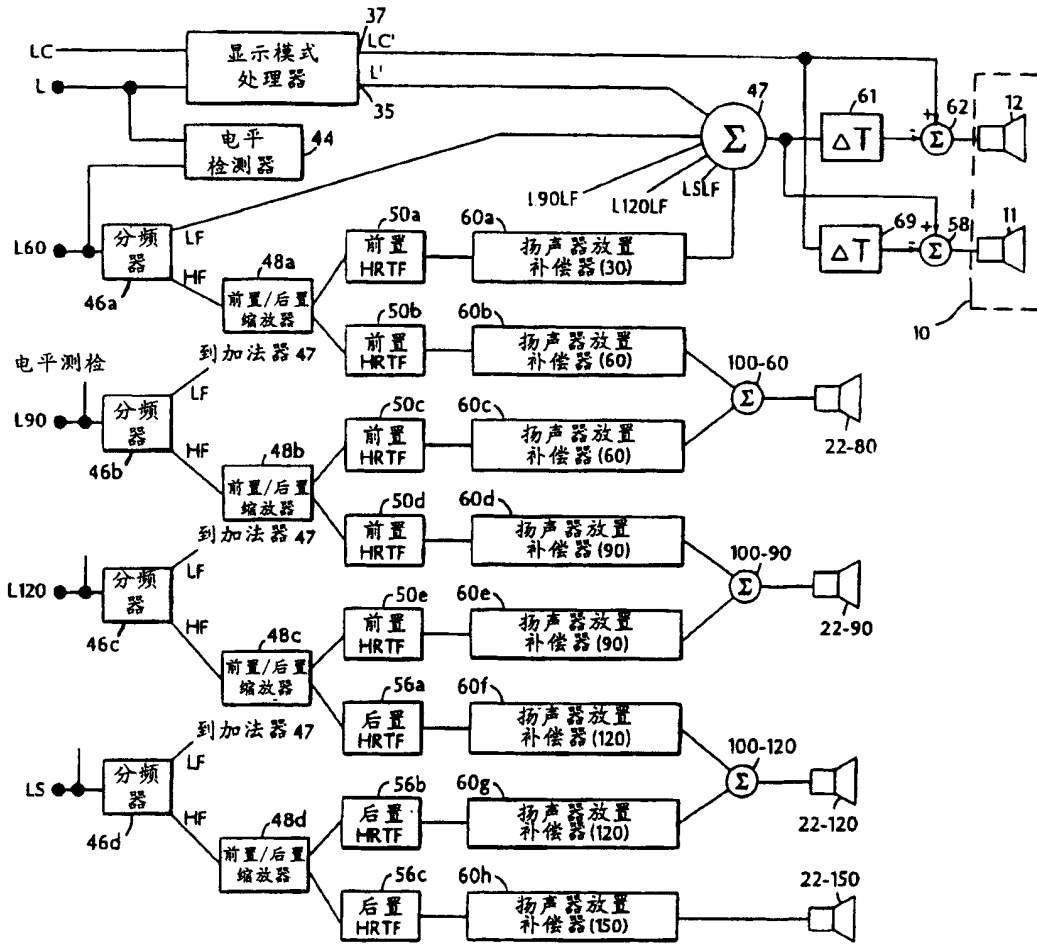


图 8

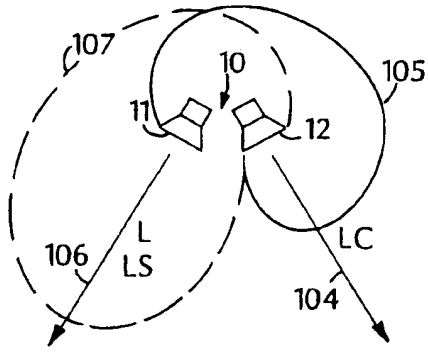


图 10A

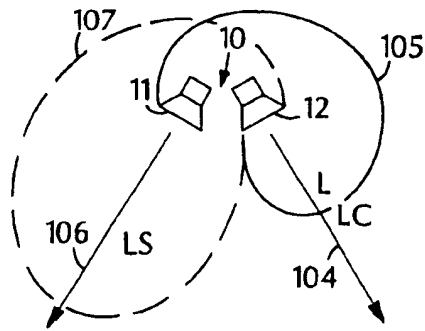
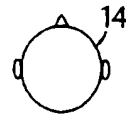


图 10B

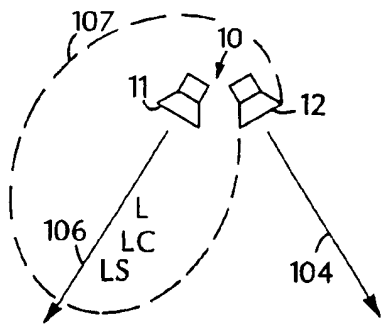
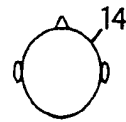
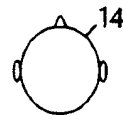
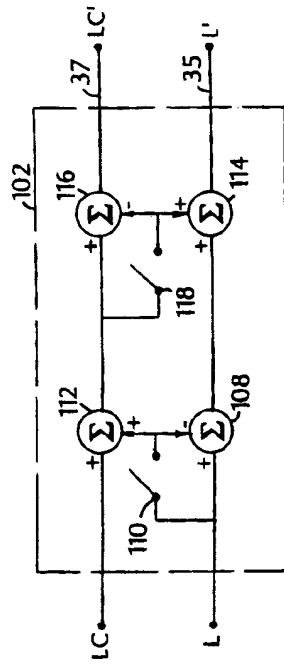


图 10C





开关110 状态	开关118 状态	LC' 中 的内容 (终端37)	L' 中内容 (终端35)	主轴104 零轴106	主轴106 零轴104	参考图
开	开	LC	L	LC	L+LS(LF)	10a
关	开	L+LC	—	L+LC	LS	10b
开	关	—	L+LC	—	L+LC+LS(LF)	10c
关	关	—	L+LC	—	L+LC+LS(LF)	10d

图 11