

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00816322.7

[51] Int. Cl.

H04R 1/40 (2006.01)
G10K 11/178 (2006.01)
G01S 5/26 (2006.01)
G10K 11/26 (2006.01)
H04R 29/00 (2006.01)
H04R 27/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100358393C

[51] Int. Cl. (续)

H03G 11/00 (2006.01)

H03G 7/00 (2006.01)

[22] 申请日 2000.9.29 [21] 申请号 00816322.7

[30] 优先权

[32] 1999. 9. 29 [33] GB [31] 9922919.7

[32] 2000. 5. 19 [33] GB [31] 0011973.5

[32] 2000. 9. 13 [33] GB [31] 0022479.0

[86] 国际申请 PCT/GB2000/003742 2000.9.29

[87] 国际公布 WO2001/023104 英 2001.4.5

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.27

[73] 专利权人 1... 有限公司

地址 英国剑桥

[72] 发明人 A·霍利 P·T·特罗顿

A·G·古迪 I·A·比尼克

P·R·温德勒

[56] 参考文献

JP4127700A 1992.4.28

JP6178379A 1994.6.24

审查员 孙志玲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 张志醒

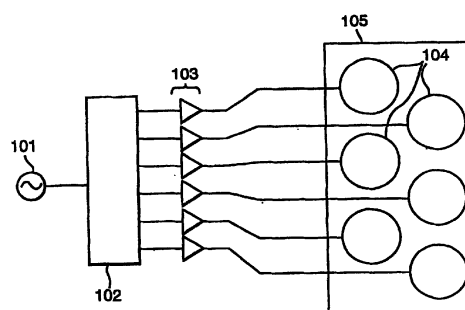
权利要求书 7 页 说明书 54 页 附图 22 页

[54] 发明名称

定向声音的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及声可控天线以及其实现各种效果的应用。本发明包括一种方法和设备,用于取得输入信号、将其复制多次并在将复制信号路由选择到相应的输出变换器之前对各个复制信号进行修改,以便建立所需声场。该声场可能包括定向射束、聚焦射束或模拟原点。此外,“反声”可被定向,使得在已经存在的声场中建立零(宁静点)。输入信号的复制信号也能以改变它们的幅值的方式被修改,或者,它们可被滤波,以提供所需延迟。反射或谐振面可被用于实现环绕声效果,麦克风可位于扩音器阵列前面,光射束可被用于识别当前的焦点位置,当相同装置输出一个以上输入信号时、限制装置可被用于确保减少削波或失真,并且射束定向性的概念可被用于在由输入变换器阵列构成的麦克风中实现输入零或射束。此外,声场整形信息可与要广播的音频信号相关联。



1. 一种使表示相应声道的多个输入信号看上去象是空间中相应不同位置发出的方法，所述方法包括以下步骤：

在空间中各个所述位置提供声反射或谐振曲面；

提供距空间中所述位置远端的输出变换器阵列；以及

利用所述输出变换器阵列，将各个声道的声波定向到空间中相应位置，使所述声波由所述反射或谐振曲面重发；

所述定向步骤包括：

关于各个变换器，获得各个输入信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及空间中所述相应位置来选择的，使得声道的声波被定向到关于所述声道的空间中的位置；

关于各个变换器，对各个输入信号的相应延迟复制信号进行求和，以产生输出信号；以及

将所述输出信号路由选择到相应变换器。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述关于各个输出变换器来获得所述输入信号的延迟复制信号的步骤包括：

将所述输入信号复制所述预定次数，以得到关于各个输出变换器的复制信号；

把所述输入信号的各个复制信号延迟所述相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及空间中所述相应位置来选择的。

3. 如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

在所述延迟步骤之前，通过以下方式计算关于各个输入信号复制信号的相应延时：

确定各个输出变换器和关于那个输入信号的空间中位置之间的距离；

导出相应延迟值,使得来自单个声道的各个变换器的声波同时到达空间中的所述位置。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,还包括以下步骤:

反相所述多个输入信号中的一个输入信号;

关于各个输出变换器,获得所述反相的输入信号的延迟复制信号,所述延迟复制信号被延迟相应延时,所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置来选择的,使得从所述反相的输入信号得到的声波被定向在空间中的某个位置,以便至少部分消除在空间中的那个位置从那个输入信号得到的声波。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述关于各个输出变换器来获得所述反相的输入信号的延迟复制信号的步骤包括:

将所述反相的输入信号复制所述预定次数,以得到关于各个输出变换器的复制信号;

把所述反相的输入信号的各个复制信号延迟相应预定延时,所述相应预定延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置来选择的。

6. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述反相的输入信号被换算,使得从所述反相的输入信号得到的声波基本上消除在空间中所述位置从那个输入信号得到的声波。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述换算是通过以下方式来选择的:关于已经被反相的所述输入信号,确定在空间中所述位置的声波的大小,并选择所述换算使得从所述反相的输入信号得到的声波在那个位置基本上具有相同的大小。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,至少一个所述曲面是由房间的墙或其它固定构件提供的。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述输出变换器阵列包括二维面中输出变换器的规则图案。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,各个所述输出变换器具有垂直于所述二维面的主要输出方向。

11. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述二维面是弯曲面。

12. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 各个所述输出变换器由数字功率放大器驱动。

13. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 由所述输出变换器阵列的变换器输出的信号的幅值被控制, 以便更准确整形所述声场。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述控制是为了减少馈送到所述阵列外围周围的变换器的输出信号的幅值。

15. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述控制是为了根据高斯曲线或升余弦曲线来减少馈送到变换器的输出信号的幅值。

16. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述信号在被延迟之前被过抽样。

17. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述信号在被复制之前被噪声整形。

18. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述信号在被路由选择到所述阵列的相应输出变换器之前被转换为 PWM 信号。

19. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 各个所述变换器包括一组单独的变换器。

20. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 在各个输出变换器之前提供线性或非线性补偿器, 以便调整路由选择到所述输出变换器的信号, 以解决所述输出变换器中的不足。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿器是用于在输入信号被复制之前补偿输入信号的线性补偿器。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿器是根据所述声场形状能改变的, 以便根据高频分量将被定向的角度来增强高频分量。

23. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿器是根据

所述声场形状能改变的,以便根据高频分量将被定向的角度来增强高频分量。

24. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,提供逐步控制所述声场中的变化的装置。

25. 如权利要求 24 所述的方法,其特征在于,所述装置工作使得信号延迟通过复制抽样逐步被增加,或通过忽略抽样被逐步减少。

26. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述声场方向性是根据输入到系统并由输出变换器阵列输出的信号进行变化的。

27. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,提供由共享控制器控制的多个输出变换器阵列。

28. 一种用于使表示相应声道的多个输入信号看上去象是从空间中相应不同位置发出的设备,所述设备包括:

在空间中各个所述位置的声反射或谐振曲面;

距空间中的所述位置远端的输出变换器阵列;以及

控制器,用于利用所述输出变换器阵列,将各个声道的声波定向到空间中那个声道的相应位置,使得所述声波由所述反射或谐振曲面重发;

所述控制器包括:

复制和延迟装置,所述复制和延迟装置被安排成关于各个变换器来获得各个输入信号的延迟复制信号,所述延迟复制信号被延迟相应延时,所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及空间中所述相应位置来选择的,使得声道的声波被定向到关于所述声道的空间中的位置;

加法器装置,所述加法器装置被安排成关于各个变换器来对各个输入信号的相应延迟复制信号进行求和,以产生输出信号;以及

路由选择装置,它将所述输出信号路由选择到相应变换器,使得所述声道声波被定向到关于那个输入信号的空间中位置。

29. 如权利要求 28 所述的设备,其特征在于,所述控制器还包

括:

计算装置, 用于通过以下方式计算关于各个输入信号复制信号的相应延时:

确定各个输出变换器和关于那个输入信号的空间中位置之间的距离;

导出相应延迟值, 使得来自单个声道的各个变换器的声波同时到达空间中的所述位置。

30. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述控制器还包括:

反相器, 用于反相所述多个输入信号中的一个输入信号;

第二复制和延迟装置, 所述第二复制和延迟装置被安排成关于各个输出变换器来获得所述反相的输入信号的延迟复制信号, 所述延迟复制信号被延迟相应延时, 所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及空间中第二位置来选择的, 使得从所述反相的输入信号得到的声波被定向在空间中所述第二位置, 以便至少部分消除在空间中所述第二位置从那个输入信号得到的声波。

31. 如权利要求 30 所述的设备, 其特征在于, 所述控制器还包括换算器, 用于换算所述反相的输入信号, 使得从所述反相的输入信号得到的声波基本上消除在空间中所述第二位置从那个输入信号得到的声波。

32. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述曲面为反射的, 并且具有需要漫反射的声频波长的级别的粗糙度。

33. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述曲面为光学透明的。

34. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 至少一个所述曲面是房间的墙或其它固定构件。

35. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述输出变换器阵列包括二维面中输出变换器的规则图案。

36. 如权利要求 35 所述的设备, 其特征在于, 各个所述输出变换器具有垂直于所述二维面的主要输出方向。

37. 如权利要求 35 所述的设备, 其特征在于, 所述二维面是弯曲面。

38. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 各个所述输出变换器由数字功率放大器驱动。

39. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 由所述输出变换器阵列的变换器输出的信号的幅值被控制, 以便更准确整形所述声场。

40. 如权利要求 39 所述的设备, 其特征在于, 所述控制是为了减少馈送到所述阵列外围周围的变换器的输出信号的幅值。

41. 如权利要求 39 所述的设备, 其特征在于, 所述控制是为了根据高斯曲线或升余弦曲线来减少馈送到变换器的输出信号的幅值。

42. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述信号在被延迟之前被过抽样。

43. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述信号在被复制之前被噪声整形。

44. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 所述信号在被路由选择到所述阵列的相应输出变换器之前被转换为 PWM 信号。

45. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 各个所述变换器包括一组单独的变换器。

46. 如权利要求 28 或 29 所述的设备, 其特征在于, 在各个输出变换器之前提供线性或非线性补偿器, 以便调整路由选择到所述输出变换器的信号, 以解决所述输出变换器中的不足。

47. 如权利要求 46 所述的设备, 其特征在于, 所述补偿器是用于在输入信号被复制之前补偿输入信号的线性补偿器。

48. 如权利要求 47 所述的设备, 其特征在于, 所述补偿器是根据所述声场形状能改变的, 以便根据高频分量将被定向的角度来增强高

频分量。

49. 如权利要求 46 所述的设备，其特征在于，所述补偿器是根据所述声场形状能改变的，以便根据高频分量将被定向的角度来增强高频分量。

50. 如权利要求 28 或 29 所述的设备，其特征在于，提供逐步控制所述声场中的变化的装置。

51. 如权利要求 50 所述的设备，其特征在于，所述装置工作使得信号延迟通过复制抽样逐步被增加，或通过忽略抽样被逐步减少。

52. 如权利要求 28 或 29 所述的设备，其特征在于，所述声场方向性是根据输入到系统并由输出变换器阵列输出的信号进行变化的。

53. 如权利要求 28 或 29 所述的设备，其特征在于，提供由共享控制器控制的多个输出变换器阵列。

定向声音的方法和设备

本发明涉及可控声学天线，具体地说，涉及用数字电子可控声学天线。

定相阵列天线在电磁和超声声学领域中是众所周知的。它们在声（可听）声学领域中不那么知名，但以简单形式存在。后者相对粗略，而本发明试图提供有关能够被操纵的较好音频声学阵列的改进，使得随意或多或少地定向其输出。

WO 96/31086 描述了一种系统，它使用一元编码信号驱动输出变换器阵列。各变换器能够建立声压脉冲，但不能够再现要输出的整个信号。

本发明的第一方面针对最好能够整形声场的问题。

根据所述第一方面，提供了一种利用输出变换器阵列来定向从信号得到的声波的方法，所述方法包括以下步骤：

关于各个输出变换器，获得所述信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及给定方向来选择的，以便按所述方向来定向从所述信号得到的声波；

将所述延迟复制信号路由选择到相应输出变换器。

也根据本发明的第一方面，提供一种利用输出变换器阵列建立具有模拟原点的声场的方法，所述方法包括以下步骤：

关于各个输出变换器，获得输入信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及所述模拟原点的位置来选择的，以便建立看上去基本上象是发自所述模拟原点的声场；以及

将所述延迟复制信号路由选择到相应输出变换器。

此外，根据本发明的第一方面，提供一种用于定向声波的设备，所述设备包括：

输出变换器阵列；

复制和延迟装置，所述复制和延迟装置被安排成关于各个输出变换器来获得所述信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及给定方向来选择的，以便基本上按所述方向来定向从要定向的所述信号得到的声波；以及

路由选择装置，用于把所述延迟复制信号路由选择到相应输出变换器。

此外，根据本发明的第一方面，提供一种建立具有模拟原点的声场的设备，所述设备包括：

输出变换器阵列；

复制和延迟装置，所述复制和延迟装置被安排成关于各个输出变换器来获得输入信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及所述模拟原点的位置来选择的，以便建立看上去基本上象是发自所述模拟原点的声场；以及

路由选择装置，用于把所述延迟复制信号路由选择到相应输出变换器。

因此，提供一种用于以有效的方式整形声场的方法和设备。

本发明的第二方面针对通常希望能够消除某个特定方向的声波的问题。这个方面针对的是利用变换器阵列消除特定位置的声波。

根据本发明的第二方面，提供一种利用输出变换器阵列来消除从零位置的信号得到的声波的方法，所述方法包括以下步骤：

关于各个输出变换器，获得要消除的信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及零位置来选择的；

换算并反相各个所述延迟复制信号；以及

将所述换算和反相的延迟复制信号路由选择到相应输出变换器，使得至少部分消除所述零位置的声场。

此外，根据本发明的第二方面，提供一种用于消除零位置上的声波的设备，所述设备包括：

输出变换器阵列；

复制和延迟装置，所述复制和延迟装置被安排成关于各个输出变换器来获得要消除的信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应变换器在所述阵列中的位置以及所述零位置来选择的；

换算器装置和反相器装置，用于换算并反相各个所述延迟复制信号；

路由选择装置，它将所述换算和反相的延迟复制信号路由选择到相应输出变换器，使得至少部分消除在所述零位置的声场。

本发明的这个方面使声波有效地被消除。

本发明的第三方面针对传统立体声或环绕声装置具有许多接线和扩音器单元以及相应设置次数的问题。因此，这个方面涉及在没有传统上与立体和环绕声系统有关的配线和分开的扩音器的情况下建立真立体或环绕声场。

因此，本发明的第三方面提供一种使表示相应声道的多个输入信号看上去象是空间中相应不同位置发出的方法，所述方法包括以下步骤：

在空间中各个所述位置提供声反射或谐振曲面；

提供距空间中所述位置远端的输出变换器阵列；以及

利用所述输出变换器阵列，将各个声道的声波定向到空间中相应位置，使所述声波由所述反射或谐振曲面重发；

所述定向步骤包括：

关于各个变换器，获得各个输入信号的延迟复制信号，所述延

迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及空间中所述相应位置来选择的，使得声道的声波被定向到关于所述声道的空间中的位置；

关于各个变换器，对各个输入信号的相应延迟复制信号进行求和，以产生输出信号；以及

将所述输出信号路由选择到相应变换器。

此外，根据本发明的第三方面，提供一种用于使表示相应声道的多个输入信号看上去象是从空间中相应不同位置发出的设备，所述设备包括：

在空间中各个所述位置的声反射或谐振曲面；

距空间中的所述位置远端的输出变换器阵列；以及

控制器，用于利用所述输出变换器阵列，将各个声道的声波定向到空间中那个声道的相应位置，使得所述声波由所述反射或谐振曲面重发；

所述控制器包括：

复制和延迟装置，所述复制和延迟装置被安排成关于各个变换器来获得各个输入信号的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及空间中所述相应位置来选择的，使得声道的声波被定向到关于所述声道的空间中的位置；

加法器装置，所述加法器装置被安排成关于各个变换器来对各个输入信号的相应延迟复制信号进行求和，以产生输出信号；以及

路由选择装置，它将所述输出信号路由选择到相应变换器，使得所述声道声波被定向到关于那个输入信号的空间中位置。

本发明的第四方面针对准确知道变换器的位置以便取得某些特殊效果是有用的问题。

根据本发明的第四方面，提供一种检测在输出变换器阵列附近的输入变换器的位置的方法，所述方法包括以下步骤：

从所述阵列的至少三个输出变换器输出相应可识别声测试信号;

在所述输入变换器接收各个所述测试信号;

检测输出各个测试信号和在输入变换器接收所述测试信号之间的时间; 以及

利用所述检测的时间, 通过三角测量来计算所述输入变换器的视在位置。

还是根据本发明的第四方面, 提供一种检测位于输入变换器阵列附近的输出变换器的位置的方法, 所述方法包括以下步骤:

从所述输出变换器输出声测试信号;

在所述阵列中的至少三个输入变换器接收所述测试信号;

检测输出所述测试信号和在各个输入变换器接收所述测试信号之间的时间; 以及

利用所述检测的时间, 通过三角测量来计算所述输出变换器的视在位置。

也是根据本发明的第四方面, 提供一种操作用来检测位于输出变换器阵列附近的输入变换器的位置的装置, 所述装置包括:

输出变换器阵列;

输入变换器;

控制器, 它被连接到所述输出变换器阵列和所述输入变换器, 所述控制器被安排成把相应可识别声测试信号路由选择到至少三个所述输出变换器并检测输出各个测试信号和在所述输入变换器接收所述测试信号之间的时间, 以便通过三角测量来计算所述输入变换器的视在位置。

还是根据本发明的第四方面, 提供一种操作用来检测位于输入变换器阵列附近的输出变换器的位置的装置, 所述装置包括:

输入变换器阵列;

输出变换器;

控制器，它被连接到所述输入变换器阵列和所述输出变换器，所述控制器被安排成把声测试信号路由选择到所述输出变换器并检测输出所述测试信号和在至少三个所述输入变换器接收所述测试信号之间的时间，使得通过三角测量来计算所述输入变换器的视在位置。

因此，这个方面允许定位扩音器阵列附近麦克风的位置或麦克风阵列附近扩音器的位置。这个定位功能可能与声音方向和零定位功能有利地组合。

本发明的第五方面涉及仅关于输入信号的单个频带来整形声场。

根据本发明的第五方面，提供一种利用输出变换器阵列发送声波的方法，所述方法包括以下步骤：

频率划分输入信号为至少两个频带；

关于所述输出变换器阵列的各个输出变换器，获得所述输入信号的第一频带的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置来选择的，使得从所述输入信号的第一频带得到的声场以所需方式被整形；

关于各个输出变换器，获得所述输入信号的第二频带的复制信号；

对所述第一和第二频带的相应复制信号进行求和，以建立关于各个变换器的相应输出信号；以及

将所述输出信号路由选择到相应变换器。

还是根据本发明的第五方面，提供一种利用输出变换器阵列发送声波的方法，所述方法包括以下步骤：

频率划分输入信号为至少两个频带；

关于所述输出变换器阵列的各个输出变换器，获得所述输入信号的第一频带的延迟复制信号，所述延迟复制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置以及第一

选定方向来选择的;

换算并反相所述输入信号的所述第一频带的所述延迟复制信号;

关于各个输出变换器, 获得所述输入信号的第二频带的复制信号;

对所述第一和第二频带的相应复制信号进行求和, 以建立关于各个变换器的相应输出信号; 以及

将所述输出信号路由选择到相应变换器, 使得在特定方向至少部分消除从所述输入信号的第一频带得到的声波。

也是根据本发明的第五方面, 提供一种发送声波的设备, 它包括:

输出变换器阵列;

频率划分装置, 用于把输入信号分为至少两个频带;

复制和延迟装置, 用于关于所述输出变换器阵列的各个输出变换器来获得所述输入信号的第一频带的延迟复制信号, 所述延迟复制信号被延迟相应延时, 所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置来选择的;

所述复制器和延迟装置还被安排成关于各个输出变换器来获得所述输入信号的第二频带的复制信号;

加法器装置, 用于对所述第一和第二频带的相应复制信号进行求和, 以建立关于各个变换器的相应输出信号; 以及

路由选择装置, 用于把所述输出信号路由选择到相应变换器。

还是根据本发明的第五方面, 提供一种发送声波的设备, 它包括:

输出变换器阵列;

频率划分装置, 用于频率划分输入信号为至少两个频带;

复制和延迟装置, 用于关于所述输出变换器阵列的各个输出变换器来获得所述输入信号的第一频带的延迟复制信号, 所述延迟复

制信号被延迟相应延时，所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置和第一选定方向来选择的；

换算器装置和反相器装置，用于换算并反相所述输入信号的所述第一频带的所述延迟复制信号；

所述复制器和延迟装置还被安排成关于各个输出变换器来获得所述输入信号的第二频带的复制信号；

加法器装置，用于对所述第一和第二频带的相应复制信号进行求和，以建立关于各个变换器的相应输出信号；以及

路由选择装置，用于把所述输出信号路由选择到相应变换器，使得在特定方向至少部分地消除从所述输入信号的第一频带得到的声波。

上述频率分离在成零时特别有用，因为希望不发射关于低频率的反射束，因为它能导致在过大面积上的消除。

本发明的第六方面针对操作员可能对定位声波在何处聚焦有困难，并因此对设置系统有困难的问题。

根据本发明的第六方面，提供一种指示声音的焦点位置的方法，所述方法包括以下步骤：

从分开的源发出第一方向的第一光射束和第二方向的第二光射束，使得光射束相交于空间中第一位置；以及

使从第一输入信号得到的第一声波聚焦在空间中所述第一位置。

还是根据本发明的第六方面，提供一种用于允许用户选择声波聚焦位置的设备，所述设备包括：

至少一个输出变换器，它被安排成接收第一输入信号并输出从所述第一输入信号得到的声波；

第一光源，用于发出可选择的第一方向的第一光射束；

第二光源，用于发出可选择的第二方向的第二光射束；以及

控制器，它被连接到所述输出变换器和所述第一和第二光源，

所述控制器响应于用户选择来控制所述第一和第二方向，并控制所述至少一个输出变换器，使从所述第一输入信号得到的声波被聚焦在所述光射束相交的空间中第一位置。

本发明的第六方面允许使用可见光射束指示信号被聚焦在何处。这在设置系统以实现所需效果时特别有用。

本发明的第七方面针对当一个以上输入信号被路由选择到输出变换器时，信号会被削波或失真的问题。

根据本发明的第七方面，提供一种限制至少一个从第一和第二信号产生的输出信号的方法，所述方法包括以下步骤：

对所述第一信号开窗，以建立包括所述第一信号的连续抽样的第一窗部分；

确定所述第一信号的所述窗部分中最大抽样的大小；

对所述第二信号开窗，以建立包括所述第二信号的连续抽样的第二窗部分；

确定所述第二信号的所述窗部分中最大抽样的大小；

将来自所述第一和第二窗部分的所述最大抽样加到一起，以得到第一控制信号；

根据所述控制信号的大小衰减所述第一和第二信号的大小；以及

从所述第一和第二信号产生所述至少一个输出信号。

还是根据本发明的第七方面，提供一种信号限制装置，它包括：

第一缓冲器，用于储存第一信号的一系列连续抽样；

第二缓冲器，用于储存第二信号的一系列连续抽样；

分析装置，用于在各个抽样时钟周期各个缓冲器中储存的最大值的确定；

加法器，用于对所述最大值求和，以得到控制信号；

衰减器，用于根据所述控制信号将所述第一和第二信号中的每一个衰减一个量；以及

用于从所述第一和第二信号生成输出信号的装置。

因此，第七方面使输入信号被适当地换算，从而以简单而有效的方式避免任何削波和失真。

本发明的第八方面针对阵列的输出变换器可能出现故障，引起不希望有的射束操纵效应的问题。因此，这个方面涉及对阵列中有故障的输出变换器的检测以及其效应的缓和。

根据本发明的第八方面，提供一种检测输出变换器阵列中故障变换器的方法，所述方法包括以下步骤：

将测试信号路由选择到所述阵列的各个输出变换器；以及

分析在所述输出变换器阵列附近的输入变换器得到的信号，以确定各个输出变换器是否已经出故障。

本发明的第九方面针对操作员需要选择射束被操纵到何处或声音看上去象是来自何处的问题。

根据本发明的第九方面，提供一种再现音频信号的方法，所述方法包括以下步骤：

对与所述音频信号有关的信息信号进行解码；

根据在所述解码步骤中解码的信息信号来处理所述音频信号；

再现所述处理的音频信号。

也是根据本发明的第九方面，提供一种方法，它包括：

决定包括音频信号的声场在再现期间应该如何被整形；以及

根据所述决定的结果对所述信息信号进行编码。

还是根据本发明的第九方面，提供一种用于再现音频信号的设
备，它包括：

用于输入音频信号的输入端；

用于输入信息信号的输入端；

对所述信息信号进行解码的装置；

复制器和延迟装置，所述复制器和延迟装置被安排成关于输出变换器阵列的各个输出变换器来获得所述输入信号的延迟复制信

号, 所述延迟复制信号被延迟相应延时, 所述相应延时是根据相应输出变换器在所述阵列中的位置并根据所述解码的信息信号来选择的;

路由选择装置, 用于把各个所述延迟复制音频信号路由选择到相应输出变换器, 以便根据所述信息信号获得声场。

此外, 根据本发明的第九方面, 提供一种解码器, 它包括:

用于与传统输出变换器驱动器连接的装置;

用于接收多个音频信号和多个有关信息信号的装置;

用于对所述信息信号进行解码并利用所述解码的结果把所述音频信号路由选择到所述输出变换器驱动器以使用传统输出变换器取得所需效果的装置。

因此, 这个方面涉及储存要通过输出变换器阵列再现的音频信号的有利方式, 它允许记录声场整形信息并允许与传统再现设备的向后兼容。因此, 操作员不需要每次再现信号时整形声场(例如在电影院)。

本发明的第十方面针对在给定了许多可能冲突的约束的情况下设计声场可能会困难的问题。所以, 这个方面涉及要由变换器阵列输出的声场的设计。具体地说, 它涉及根据给定优先级选择适当的延迟量和滤波器系数, 以实现所需音响效果。

根据本发明的第十方面, 提供一种设计想要由输出变换器阵列建立的声场的方法, 所述方法包括以下步骤:

识别想要基本均匀覆盖的区域;

识别想要特定频带中的最小覆盖的区域;

将上述标识按重要次序区分优先次序;

识别第二优先权的尝试实施可能对第一优先权的实施的损害量; 以及

关于所述输出变换器阵列的各个输出变换器, 选择用于滤波被路由选择到相应输出变换器的输入信号的系数, 以获得定向声场,

所述声场使第一优先权在实际约束内实施，并且所述第二优先权的实际实施对所述第一优先权的实施仅损害所述识别的量。

一般，本发明适用于最好完全数字可控声相控阵列天线（数字相控阵列天线，或 DPAA）系统，其中包括排列在二维阵列中的多个空间分布的声电声变换器（SET），并且每一个 SET 都通过输入信号分配器连接到相同的数字信号输入，所述分配器在将所述输入信号提供给各个 SET 之前对所述输入信号进行修改，以实现所需的定向效果。

其中所固有的各种可能性以及实际更喜欢的型式，将从下文进行了解：-

各个 SET 最好被安排在面或弯曲曲面（曲面），而不是随机在空间。但是，它们也可以是两个或多个相邻子阵的二维层叠的形式—两个或多个一个挨一个的距离很近的平行面或弯曲曲面。

在一个曲面中，构成阵列的 SET 最好距离很近并且理想地完全填充整个天线孔径。这对实际圆截面的 SET 是不实际的，但这可以通过三角形、正方形或六边形截面的 SET、或者一般通过具有铺盖所述面的任何截面来实现。在 SET 截面没有铺盖所述面时，对填充孔径接近的近似可以通过以层叠或一些阵列的形式来构成阵列—即三维的—其中至少一个附加 SET 曲面被安装在至少另一个这样的曲面之后，并且所述阵列中或各个后面阵列中的 SET 在前面阵列中的间隙之间辐射。

SET 最好是相似的，理想情况下它们相同。它们当然是声装置，即音频装置，并且最好它们能够均匀地覆盖整个声频带：或许从低到（或低于）20Hz 至高到 20KHz 或更高（音频带）。另一方面，可以使用不同声能力的若干 SET，但它们一起覆盖所期望的整个范围。所以，多个不同的 SET 可以在物理上组合在一起形成复合 SET（CSET），其中即使单个的 SET 不能覆盖音频带，但不同 SET 的组一起可以覆盖音频带。作为其它变形，可以不对每个只能部分覆

盖音频带的一些 SET 进行分组，而是将它们分散在整个阵列，其中 SET 中具有足够的变化，使得阵列作为一个整体完全或近乎完全覆盖音频带。

CSET 的另一种形式包含几个（一般是两个）相同的变换器，其中每一个变换器由相同信号驱动。这减少了所需信号处理和驱动电子线路的复杂性，同时保留了大型 DPAA 的许多优点。下文提及 CSET 的位置时，需要理解这个位置是作为整体的 CSET 的质心，即形成 CSET 的所有单个 SET 的重心。

在曲面中，SET 或 CSET（在下文中这两个都被称为 SET）的间隔——即阵列的总体布置和结构以及其中各个变换器被布置的方式——最好是规则的，并且它们在所述曲面的分布最好是对称的。因此，SET 最好以三角形、正方形或六角格子的形式被间隔。格子的类型和方向可以被选择，以控制旁瓣的间隔和方向。

尽管不是必需的，但各个 SET 最好在至少一个半球对它能够有效辐射（或接收）的所有声音波长具有全向的输入/输出特性。

各个输出 SET 可以采取任何方便或所需形式的声辐射设备（例如传统扩音器），并且尽管它们最好都一样，但它们也可以不一样。扩音器可以是被称为活塞声辐射器的类型（其中变换器振膜通过活塞移动），并且在这样一种情况下，各个 SET 的活塞辐射器的最大辐射范围（例如圆形 SET 的有效活塞直径）最好尽可能小，并且理想情况是等于或小于音频带中最大频率的声波长（例如在空气中，20KHz 声波的波长大约为 17mm，因此，对于圆形活塞变换器，最大直径最好约为 17mm。）

阵列面中的所述或各个 SET 阵列的总尺寸最好被选择为等于或大于要严重影响阵列的极辐射图的最低频率在空气中的声波长。因此，如果期望能够发出射束或操纵低到 300Hz 的频率，则在与要求操纵或发出射束的各个面成直角的方向，阵列大小最好应该是至少 $c_s/300=1.1$ 米（其中 c_s 是声速）。

本发明适用于完全数字可控声/可听声定相阵列天线系统，并且尽管实际变换器能由模拟信号驱动，但它们最好由数字功率放大器驱动。典型的这样一种数字功率放大器包括：PCM 信号输入；时钟输入（或从输入 PCM 信号导出时钟的装置）；输出时钟，它可以在内部产生，也可以从输入时钟或从附加输出时钟输入得到）；以及任选的输出电平输入，它可以是数字（PCM）信号或模拟信号（在后一种情况下，这个模拟信号也可以为放大器输出提供功率）。数字功率放大器的一种特性是，在任何任选的模拟输出滤波之前，它的输出是离散值的并且逐步连续的，并且只能在与输出时钟周期匹配的时间间隔改变电平。在提供了任选输出电平输入的情况下，离散输出值由任选输出电平输入控制。对于基于 PWM 的数字放大器，输出信号在任何整数倍的输入抽样周期的平均值表示输入信号。对于其它数字放大器，输出信号的平均值趋向于在大于输入抽样周期的周期的输入信号的平均值。数字功率放大器的优选形式包括双极性脉冲宽度调制器、以及 1 比特二进制调制器（one-bit binary modulator）。

数字功率放大器的应用避免了更普遍的需要——存在于大多数所谓的“数字”系统中的——为各个变换器驱动声道提供数/模转换器（DAC）和线性功率放大器，因此功率驱动效率可以非常高。此外，由于大多数动圈式声变换器天生就是电感性的，并且在机械上就作为非常有效的低通滤波器，因此可以不需要在数字驱动电路和 SET 之间增加复杂的电子低通滤波。换句话说，SET 可以直接由数字信号驱动。

DPAA 具有一个或多个数字输入端（输入）。当出现一个以上输入端时，有必要提供用于将各输入信号路由选择到各 SET 的装置。

这可以通过将各输入经一个或多个输入信号分配器连接到各 SET 来完成。作为最基本的，输入信号被馈送到单个分配器，且该单个分配器具有到各个 SET 的独立输出（并且它输出的信号适合于被修

改，如下所述，以实现期望的目标）。另一方面，可有许多相似的分配器，其中每一个取得所述输入信号或所述输入信号的一部分，或者各自的输入信号，并且，每个分配器接着向各个 SET 提供各自的输出（在各种情况下，它输出的信号适合于通过分配器进行修改，如下所述，以实现期望的目标）。在后一种情况下——多个分配器每一个都馈送所有的 SET——从各个分配器到任何一个 SET 的输出必须被组合，并且这由加法器电路在结果的馈送可能经历的任何其它修改之前方便地完成。

输入端最好接收一个或多个表示要由 DPAA 处理的声音的数字信号（输入信号）。当然，定义要辐射的声音的原始电信号可为模拟形式，因此，本发明的系统可包括一个或多个模/数转换器（ADC），其中每一个被连接在辅助模拟输入端（模拟输入）和一个所述输入端之间，因而允许这些外部的模拟电信号到内部数字电信号的转换，其中各个具有特定（和适合）的抽样率 F_{s_i} 。因此，在 DPAA 中，除了所述输入，处理的信号是表示要由 DPAA 再现的声波的时间抽样量化数字信号。

如果出现在某个输入的信号与 DPAA 的其它组成部分和输入信号不同步，则在输入和 DPAA 的其余内部电子处理系统之间需要提供数字抽样率转换器（DSRC）。各个 DSRC 的输出与所有其它 DSRC 同相并且速率相同地被计时，这样来自具有不同时钟频率和/或相位的输入的根本不同的外部信号可以在 DPAA 中同步到一起，并有意义地组合到一个或多个复合内部数据通道。如果那个输入信号的时钟接着被用作所有其它 DSRC 输出的主时钟，则在“主”通道上可以省略 DSRC。在几个外部输入信号已经共享公共外部或内部数据定时时钟的情况下，则实际上可有几个这样的“主”通道。

任何模拟输入通道都不需要 DSRC，因为它的模数转换处理可以由用于直接同步（direct synchronisation）的内部主时钟控制。

本发明的 DPAA 包括分配器，用于在将输入信号馈送到各个 SET

之前对输入信号进行修改,以便实现期望的定向效果。分配器是有一个输入和多个输出的数字设备或软件。DPAA 的输入信号之一被馈送给它的输入。它最好对每个 SET 具有一个输出;另一方面,一个输出可以由多个 SET 或 CSET 单元共享。分配器一般向它的每个输出发送所述输入信号的不同修改型式。修改可以是固定的,或是利用控制系统可调的。由分配器执行的修改可以包括应用信号延迟,应用幅值控制和/或可调数字滤波。这些修改可以由信号延迟装置(SDM)、幅值控制装置(ACM)和可调数字滤波器(ADF)完成,它们分别各自位于分配器中。要注意的是,ADF 可以被安排成通过滤波器系数的适当选择对信号应用延迟。此外,所述延迟可以随频率而定,使得输入信号的不同频率被延迟不同的量,并且滤波器可以产生所述信号的任何数量的这样延迟型式的效果。在文中所用的术语“延迟”或“延迟的”应被解释为包括由 ADF 和 SDM 应用的延迟的类型。延时可以是包括 0 的任何有用的持续时间,但一般至少有一个复制输入信号被延迟一个非 0 值。

信号延迟装置(SDM)是可变数字信号时延单元。这里,因为它们不是单个频率或窄频带相移单元,而是真时延,因此 DPAA 将在宽的频带(如音频带)上工作。可能有调整给定输入端和各个 SET 之间延迟的设备,有利的是,对每个输入/SET 组合有单独的可调延迟装置。

对给定数字信号可能的最小延迟最好等于或小于 T_s ,即信号的抽样周期;对给定数字信号可能的最大延迟最好应该被选择得等于或大于 T_c ,即声音穿过变换器阵列、穿过变换器阵列最大横向范围 $D_{\max}$ 所用的时间,其中 $T_c = D_{\max}/C_s$, C_s 是声音在空气中的速度。最好,对给定数字信号可能的最小延迟递增量应该不大于 T_s ,即信号的抽样周期。否则需要信号的内插。

幅值控制装置(ACM)可以被方便地实现为用于总射束形状修改的数字幅值控制装置。它可包括放大器或交流发电机(alternator),

以便增加或减少输出信号的幅值。就像 SDM 一样，对每个输入/SET 组合最好有可调 ACM。幅值控制装置最好被安排成对每个来自分配器的信号输出应用不同的幅值控制，以中和 DPAA 是有限尺寸的事实。这可以通过根据诸如高斯曲线或升余弦曲线的预定曲线归一化各个输出信号的幅值。因此，一般到靠近阵列中心的 SET 的输出信号将不会受到严重影响，但那些靠近阵列周边的输出信号将根据它们靠近阵列边沿的程度被衰减。

修改信号的另一种方式采用数字滤波器 (ADF)，它的群延迟和幅值响应以特定的方式作为频率的函数变化（而不仅仅是简单时间延迟或电平改变）——简单延迟单元可用于实现这些滤波器，以减少必须的计算。这个方法允许将 DPAA 辐射图控制为频率的函数，它允许 DPAA 辐射图的控制可以在不同频带单独调整（这是有用的，因为否则 DPAA 辐射区域的波长的尺寸、进而其方向性将是频率的强函数 (strong function)）。例如，对于比方说 2 米范围的 DPAA，它的低频截止（对方向性）大约是 150Hz 区域，并且由于人耳对确定这样一种低频率声音的方向性有困难，因此，在这样的低频率下不提供“射束操纵”延迟和幅值加权，而是设法取得优化输出电平，这会更加有用。另外，滤波器的应用也允许对每个 SET 的辐射图中的不均匀性的某种补偿。

SDM 延迟，ACM 增益以及 ADF 系数可以是固定的或是响应于用户输入或在自动控制下变化的。最好，声道在使用时所需的任何变化都以许多小增量完成，使得听不到不连续性。可以选择这些增量以定义预定的描述参数能怎样块地变化的“滚降 (roll-off)”和“冲击”率。

如果阵列中不同的 SET 具有不同的固有灵敏度，则可能最好利用直接与 SET 本身和/或其功率驱动电路有关的模拟方法来校准这样的不同，以便最小化分辨率的任何损失，所述损失因在信号处理通路中利用数字校准而引起。这个求精在以下情况下特别有用：在系

统中多个输入声道信号被组合（加）到一起以用于各个 SET 的那些点之前采用低比特数高过抽样率的数字编码。

在提供一个以上输入的情况下——即有编号为 1 到 I 的 I 个输入，并且在有编号为 1 到 N 的 N 个 SET 的情况下，最好对各个组合提供单独并且单独可调的延迟、幅值控制和/或滤波器装置 D_{in} ，（其中 $I=1$ 到 I， $n=1$ 到 N，在 I 个输入中的每一个和 N 个 SET 中的每一个之间）。对于各个 SET，因此具有 I 个延迟或滤波的数字信号，通过单独的分配器来自各个输入的一个在应用到 SET 之前被组合。一般在各个分配器中有 N 个单独的 SDM、ACM 和/或 ADF，每一个对应一个 SET。如上所述，数字信号的这种组合由 I 个单独的延迟信号的数字代数相加来方便地完成——即，到各个 SET 的信号是来自 I 个输入中的每一个的单独修改信号的线性组合。正是因为对源于 DSRC（见上文）所希望的一个以上输入的信号进行数字相加的这个要求，同步这些外部信号，因为一般对具有不同时钟率和/或相位的两个或两个以上的数字信号进行数字相加是没有意义的。

输入数字信号最好通过过抽样噪声整形量化器（ONSQ），它减少它们的比特宽度并增加它们的抽样率，同时保持它们在声带中的信噪比（SNR）基本不变。这样做的主要理由是允许数字变换器驱动电路（“数字放大器”）以合理的时钟频率工作。例如，如果驱动电路被实现为数字 PWM，则如果到 PWM 电路的信号比特宽度是 b 比特，且它的抽样率为每秒 s 个抽样，则 PWM 时钟率 p 需要是 $p=2^b s$ Hz——例如，对于 $b=16$ ， $s=44\text{KHz}$ ，则 $p=2.88\text{GHz}$ ，这个频率在目前的技术水平下非常不现实。但是，如果输入信号被过抽样 4 倍，并且比特宽度减少到 8 比特，则 $p=2^8 \times 4 \times 44\text{KHz}=45\text{MHz}$ ，这是易于用标准逻辑或 FPGA 电路实现的。一般，ONSQ 的使用增加了信号比特率。在示例中，假定原比特率 $R_o=16 \times 44000=704\text{Kb/s}$ ，同时过抽样比特率为 $R_q=8 \times 44000 \times 4=1.408\text{Mb/s}$ （是前面的两倍）。如果 ONSQ 连接在输入和到数字延迟发生器（DDG）的输入之间，

则 DDG 一般要求更多的储存容量以适应更高的比特率；但是，如果 DDG 在输入比特宽度和抽样率下工作（这样在 DDG 中需要最小的储存容量），而如果 ONSQ 连接到各个 DDG 输出和 SET 数字驱动器之间，则每个 SET 需要一个 ONSQ，在 SET 数量很大的情况下，它增加了 DPAA 的复杂性。在后一种情况中有两个另外的折衷：

1. 在需要足够精密控制信号延迟的情况下，DDG 电路能以较低时钟率工作；以及
2. 在具有不同 ONSQ 的阵列的情况下，来自其中每个 ONSQ 的量化噪声可以被设计为与来自所有其它 ONSQ 的噪声不相关，使得在 DPAA 的输出中，量化噪声成分将以不相关的方式相加，因此 SET 数量的每一个加倍将导致总量化噪声功率增加 3dB 而不是 6dB。

并且这些考虑会使后 DDG ONSQ（或两级 ONSQ——一个前 DDG 和一个后 DDG）成为更吸引人的实现策略。

输入数字信号最好通过一个或多个数字预补偿器，以校正 SET 的线性和/或非线性响应特性。在具有多个输入/分配器的 DPAA 的情况下，基本上是：如果要执行非线性补偿，则在出现在 DDG 之后的数字加法器中组合了各个声道之后对数字信号执行非线性补偿；这导致对每个 SET 需要单独的非线性补偿器（NLC）。但是，在线性补偿的情况下，或者在仅只有一个输入/分配器的情况下，补偿器可以直接位于输入之后的数字信号流中，并且每输入需要最多一个补偿器。这样的线性补偿器被有用地实现为滤波器，可以在宽频范围上对 SET 进行幅值和相位响应校正；这样的非线性补偿器一般校正 SET 马达和悬挂部件的不完善（非线性）性能，其中在要求 SET 移动部件相当大偏移情况下，SET 马达和悬挂部件高度非线性。

DPAA 系统可与遥控手持机（手持机）一起使用，所述手持机在某一距离（理想的是从 DPAA 的收听区域中的任何地方）与 DPAA 电子线路进行通信（通过有线、或无线电、或红外、或其它某种无

线技术)，并对 DPAA 的所有主要功能提供手动控制。这样一种控制系统对提供以下功能非常有用：

- 1) 选择哪个输入要被连接到哪一分配器，也可称作“声道；
- 2) 控制各个声道的焦点位置和/或射束形状；
- 3) 控制各个声道的各自音量级设置；以及
- 4) 利用具有内置麦克风（见后面）的手持机进行初始参数设置。

也可有：

互连两个或多个这样的 DPAA 以协调它们的辐射图、它们的聚焦及它们的优化过程的装置；

储存并再调用延迟组（对 DDG）和滤波器系数（对 ADF）的装置；

参考附图，通过仅为非限制性的示例对本发明进行描述，附图中：

图 1 示出简单的单输入设备的表示；

图 2A 和 2B 示出变换器的多个表面阵列的正视和透视图；

图 3A 和 3B 示出可能的 CSET 配置的正面图以及包括多种类型的 SET 的阵列的正视图；

图 4A 和 4B 示出 SET 的矩形和六边形阵列的正视图；

图 5 是多输入设备的方框图；

图 6 是具有自己的主时钟的输入级的方框图；

图 7 是恢复外部时钟的输入级的方框图；

图 8 是通用分配器的方框图；

图 9 示出后面敞开的输出变换器阵列，它被操作用来以对称方式把声音定向到听众；

图 10 是用于本发明最佳实施例的线性放大器和数字放大器的方框图；

图 11 的方框图示出 ONSQ 级能被结合到与图 5 所示相似的设备中的点；

图 12 的方框图示出线性和非线性补偿能被结合到与图 1 所示相似的设备中的位置;

图 13 的方框图示出线性和非线性补偿能被结合到多输入设备中的位置;

图 14 示出几个阵列与公共控制和输入级的互连;

图 15 示出根据本发明第一方面的分配器;

图 16A 到 16D 示出能利用本发明第一方面的设备实现的声场的四种类型;

图 17 示出用于选择性地使由扩音器输出的信号为零的设备;

图 18 示出用于选择性地使由输出变换器阵列输出的信号为零的设备;

图 19 是实现选择性成零的设备的方框图;

图 20 示出为减少啸叫而在麦克风上的零的聚焦, ;

图 21 的平面图说明为实现环绕声效果的输出变换器阵列和反射/谐振屏;

图 22 说明利用三角测量来定位输入变换器位置的设备;

图 23 的平面图示出风对声场的影响以及减少这种影响的设备;

图 24 的平面图示出具有位于 O 点的输入零的三个输入变换器的阵列;

图 25A 到 F 的时线图解释如何给从 O 点发出的信号较小加权;

图 26A 到 F 的时线图解释从 X 点发出的信号如何很小地受输入成零影响;

图 27 的方框图示出测试信号生成和分析如何能被结合到与图 5 所示相似的设备中;

图 28 的方框图示出将测试信号插入到输出信号中的两种方式;

图 29 的方框图示出能够以不同方式整形不同频率的设备;

图 30 是允许焦点显像的设备的平面图;

图 31 是限制两个输入信号以避免削波或失真的设备的方框图;

以及

图 32 是能够提取与音频信号有关的声场整形信息的再现设备的方框图。

在下面提供的描述和图利用方框图必要地描述了本发明，其中各框表示硬件部件或信号处理步骤。在原则上，通过建立单独的物理部件以执行各个步骤、并如所示的那样对它们进行互连，可以实现本发明。可以利用专用或可编程集成电路实现几个步骤，可能在一个电路中组合几个步骤。将会理解，实际上可能最方便的是利用数字信号处理器（DSP）或通用微处理器以软件执行几个信号处理步骤。步骤序列可以由单独的处理器或由共享一个微处理器的单独的软件例行程序来执行、或被组合成单个例行程序以提高效率。

图中一般只给出了音频信号通路；为了清晰，时钟和控制连接从略，除非对表达观点有必要。此外，只示出少量的 SET、信道、及其有关电路，因为如果包括实际大量的单元，图形变得杂乱并且难以解释。

在描述本发明的各个方面之前，描述适合于按照所述各个方面中任何一个方面使用的设备的实施例将是有用的。

图 1 的方框图描绘一个简单 DPAA。输入信号（101）馈送到分配器（102），分配器（102）许多输出（图中是 6 个）中的每一个通过任选的放大器（103）连接到物理上被安排成二维阵列（105）的输出 SET（104）。分配器修改发送到各个 SET 的信号，以产生所需辐射图。在分配器之前和之后可以有其它处理步骤，稍后将依次说明。图 10 示出了放大器部分的详细情况。

图 2 示出了被安排成构成前曲面（201）和第二曲面（202）的 SET（104），使得后曲面的 SET 通过前曲面中 SET 之间的间隙辐射。

图 3 示出了被安排成构成阵列（302）的 CSET（301），以及被组合成构成阵列（305）的两种不同类型的 SET（303、304）。在图 3a 的情况下，CSET 的“位置”可以被认为是 SET 组的重心。

图 4 示出了构成矩形阵列 (401) 和六边形阵列 (402) 的 SET (104) 的两种可能配置。

图 5 示出了具有两个输入信号 (501、502) 和三个分配器 (503、504、505) 的 DPAA。分配器 503 处理信号 501, 而 504 和 505 都处理输入信号 502。从用于各个 SET 的各分配器的输出由加法器 (506) 相加, 并经过放大器 103 到 SET 104。输入部分的细节在图 6 和 7 中被示出。

为了说明, 图 6 示出了具有三个数字输入 (601) 和一个模拟输入 (602) 的输入电路的可能配置。为了清晰, 省略了数字接收机和模拟缓冲电路。有一个内部主时钟源 (603), 它被施加到各个数字输入上的 DSRC (604) 和模拟输入上的 ADC (605)。大多数现行的数字音频传输格式 (如 S/PDIF、AES/EBU)、DSRC 和 ADC 一起处理声道的对 (立体声)。所以, 最方便的是成对处理输入声道。

图 7 示出了其中具有两个数字输入 (701) 的一种配置, 已知这两个数字输入是同步的, 并且利用 PLL 或其它时钟恢复设备 (702) 从所述数字输入导出主时钟。这种情况将在例如从外部环绕声解码器提供几个声道时发生。所述时钟接着被施加到剩余输入 (601) 的 DSRC (604)。

图 8 示出了分配器的部件。它有来自输入电路的单个输入信号 (101) 和多个输出 (802), 每一个输出对应一个 SET 和 SET 组。从输入到各个输出的通路包含 SDM (803) 和/或 ADF (804) 和/或 ACM (805)。如果在各个信号通路中进行的修改是相似的, 则分配器可以通过在分解信号之前包括全局 SDM、ADF 和/或 ACM 级 (806-808) 而更有效地实现。各个分配器的各个部分的参数可以在用户控制或自动控制下变化。没有示出为此所需的控制连接。

在某些情况下, 特别是音乐厅和舞台设置中, 也可能利用下列事实: 在变换器阵列后面敞开 (即变换器的后方周围没有放置不透声 (sound-opaque) 箱体) 的情形下, 当形成具有实焦点的射束时,

DPAA 在它的辐射图中前后对称。例如，在上述示例中，声反射或散射曲面位于 DPAA 前面靠近这样的实焦点，附加的这种反射或散射面可以有利地被置于 DPAA 后面的镜象实焦点，以进一步以所需方式定向声音。具体地说，如果 DPAA 被设置为它的侧面对着目标听众区，并且来自阵列前面的轴外射束被转向听众的特定部分，比如说听众席的左边，则它的来自 DPAA 后面的镜像聚焦射束（反相）将被定向到听众席的右边同一听众的适当分开的部分。在这种方式中，可以从变换器的前后辐射场得到有用的声功率。图 9 说明使用后面敞开的 DPAA (901) 将信号传送到听众 (902、903) 的左和右部分，利用后辐射。听众的不同部分接收具有相反极性的信号。这个系统可被用于检测麦克风位置（见后），其中通过检查麦克风技术的信号的极性，任何模糊都能被解决。

图 10 示出可能的功率放大器配置。在一种选项中，可能来自分配器或加法器的输入数字信号 (1001) 通过 DAC (1002) 以及具有可选增益/音量控制输入 (1004) 的线性功率放大器 (1003)。输出馈送给 SET 或 SET 组 (1005)。在最佳配置中，这次示出两个 SET 馈送。输入 (1006) 直接馈送具有任选全局音量控制输入 (1008) 的数字放大器 (1007)。全局音量控制输入也可以方便地用作输出驱动电路的电源。离散值数字放大器输出在到达 SET (1005) 之前任选地通过模拟低通滤波器 (1009)。

图 11 示出 ONSQ 级可以或者如 (1101) 那样在分配器之前结合到 DPAA，或者如 (1102) 那样在加法器之后结合到 DPAA，或者在两个位置结合到 DPAA。就像其它方框图那样，这只示出一种 DPAA。如果同时使用几种，则能以任何顺序插入另外的处理步骤。

图 12 示出将线性补偿 (1201) 和/或非线性补偿 (1202) 结合到单个分配器 DPAA 中。如果分配器仅使用纯延迟而没有滤波或幅值改变，则非线性补偿只能用于这个位置。

图 13 示出多分配器 DPAA 中线性和/或非线性补偿的配置。线

性补偿 1301 也可以在分配器之前被用在输入级,但现在各个输出必须分别被非线性补偿 1302。该配置在分配器滤波或改变信号的幅值时也允许非线性补偿。补偿器的使用允许使用相对便宜的变换器来得到良好结果,因为任何缺陷都可以由数字补偿来考虑。如果在复制之前进行补偿,这将具有每个输入信号只需要一个补偿器的附加优点。

图 14 说明了三个 DPAA (1401) 的互连。在这种情况下,输入 (1402)、输入电路 (1403) 和控制系统 (1404) 由所有三个 DPAA 共享。输出电路和控制系统可以分别装在或结合到一个 DPAA 中、其它的作为从 DPAA。另一方面,三个 DPAA 可以相同,而使从 DPAA 中的冗余电路无效。该设置允许增加的功率,并且如果阵列被并排放置,则在低频率有更好的方向性。

本发明的第一方面

现将参考图 15 和图 16A-D 概括地描述本发明的第一方面。第一方面的设备具有图 1 所示的一般结构。图 15 更详细地示出本实施例的分配器 (102)。

从图 15 可以看到,输入信号 (101) 通过输入端 (1514) 被路由选择到复制器 (1504)。复制器 (1504) 具有将输入信号复制预定数量并在所述预定数量的输出端 (1518) 提供相同信号的功能。输入信号的各个复制信号接着被提供给用于修改所述复制信号的装置 (1506)。一般,用于修改复制信号的装置 (1506) 包括信号延迟装置 (1508)、幅值控制装置 (1510) 以及可调数字滤波装置 (1512)。但是,应该指出,幅值控制装置 (1510) 完全是任选的。此外,也可以省略信号延迟装置 (1508) 和可调数字滤波器 (1512) 中的不管哪一个。装置 (1506) 修改复制信号最基本的功能是提供: 不同复制信号在某种意义上被延迟通常不同的量。正是选择延迟确定输出变换器 (104) 输出各种延迟型式的输入信号 (101) 时所实现的声场。延迟的、以及最好是修改的复制信号经输出端 (1516) 从分

配器(102)输出。

已经提到,由各个信号延迟装置(1508)和/或各个可调数字滤波器(1512)执行的相应延迟的选择决定性地影响实现声场的类型。本发明的第一方面涉及四个特别有利的声场及其线性组合。

第一实施例

图 16A 示出根据本发明的第一方面的第一实施例的声场。

平面图中示出包括各种输出变换器(104)的阵列(105)。输出变换器的其它行可能位于例如图 4A 或 4B 所示被说明行之上或之下。

在这个实施例中,由各个信号延迟装置(508)应用到各个复制信号的延迟被设为相同值,例如 0(在所说明的平面阵列的情况下),或设成作为曲面形状函数的值(在弯曲曲面的情况下)。这产生表示输入信号(101)的大致平行的声“射束”,它具有平行于阵列(105)的波阵面 F。尽管通常也将有“旁瓣”,但射束方向的辐射(垂直于波阵面)会比其它方向强烈得多。假设阵列(105)的物理范围是一个或几个感兴趣的声频率上的波长。这个事实表示旁瓣一般在需要时可以通过 ACM 或 ADF 的调整被衰减或去除。

这个第一实施例中的工作模式一般可以被看作是其中阵列(105)模仿一个非常大的传统扩音器的情形。阵列(105)的所有各个变换器(104)都被同相地操作,以产生主方向垂直于阵列平面的对称射束。得到的声场将与使用直径为 D 的单个大扩音器时得到的声场非常相似。

第二实施例

第一实施例可以被看作是更一般的第二实施例的特例。

在这个实施例中,由信号延迟装置(1508)或可调数字滤波器(1512)应用到各个复制信号的延迟是变化的,使得延迟在变换器(104)中以穿过阵列表面的某选定方向系统化地增加。这在图 15B 中被示出。在各个信号被路由选择到它们各自的输出变换器(104)

之前应用到这些信号延迟可由图 15B 中变换器后面延伸的虚线来形象化。较长的虚线表示较长的延迟时间。通常，虚线和实际延迟时间之间的关系将是 $d_n = t_n * c$ ，其中 d 表示虚线长度， t 表示对各个信号应用的延迟量，以及 c 表示声音在空气中的速度。

可以从图 15B 看出，在图 15B 中，随着你从左边向右边移动，应用到输出变换器的延迟线性增加。因此，路由选择到变换器 (104a) 的信号基本上没有延迟并因此是第一个离开阵列的信号。路由选择到变换器 (104b) 上的信号应用了小延迟，因此这个信号是第二个离开阵列的信号。应用到变换器 (104c、104d、104e 等) 的延迟逐步增加，使得相邻变换器的输出之间存在固定延迟。

这样一系列延迟产生与第一实施例中产生的相似的大致平行的声“射束”，只是现在射束偏转了角度，大小取决于所用的系统延迟增量。对于非常小的延迟 ($t_n \ll T_c, n$)，射束方向将非常接近于与阵列 (105) 正交；对于较大的延迟 (最大 t_n) $\sim T_c$ ，射束可以被操纵为与所述曲面几乎正切。

已经描述，声波可以通过选择延迟被定向，而没有聚焦，使来自各个变换器的声波的相同时间部分（表示相同信息的声波的那些部分）一起构成以特定方向传播的前面。

通过减少由分配器提供到距离阵列边缘更近的 SET 的信号幅值（相对于提供到距离阵列中部更近的 SET 的幅值），辐射图中旁瓣（由于有限的阵列尺寸）的水平可以被降低。例如，高斯或升余弦曲线可被用于确定来自各个 SET 的信号幅值。在调整有限的阵列尺寸的效果和由外部 SET 中减少的幅值引起的功率减小之间达到折衷。

第三实施例

如果由信号延迟装置 (1508) 和/或自适应数字滤波器 (1502) 应用的信号延迟被选择，使得延迟加上从 SET (104) 到 DPAA 前面空间中的选定点的声波传播时间的和对所有 SET 为相同值——即使得

来自各个输出变换器的声波作为同相声音到达选定点——于是可能使 DPAA 把声音聚焦在那个点 P。这在图 16C 中被说明。

从图 16C 可以看到，尽管这次不是线性，但应用在各个输出变换器（104a 到 104h）的延迟也增加。这样导致弯曲的波阵面 F，它收敛于焦点，使得焦点处和焦点周围（在尺寸大致等于声音的各个谱分量的波长的范围中）的声强显著地高于附近的其它点。

获得声波聚焦所需的计算可被归纳如下：

焦点位置矢量，

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \\ f_z \end{bmatrix}$$

第 n 个传感器位置，

$$\mathbf{P}_n = \begin{bmatrix} P_{nx} \\ P_{ny} \\ P_{nz} \end{bmatrix}$$

第 n 个传感器的发送时间，

$$t_n = \frac{1}{c} \sqrt{(\mathbf{f} - \mathbf{P}_n)^T (\mathbf{f} - \mathbf{P}_n)}$$

各个传感器所需延迟，

$$d_n = K - t_n$$

其中 k 是确保所有的延迟为正从而可实现的恒定偏移量。

通过如前所述适当的选择延迟组，焦点的位置几乎可以在 DPAA 前面的任何位置广泛地变化。

第四实施例

图 16D 示出第一方面的第四实施例，其中使用了另一个基本原理来确定对路由选择到各个输出变换器的信号所应用的延迟。在这个实施例中，调用惠更斯小波理论（Huygens wavelet theorem）模拟具有视在原点 O 的声场。这是通过将信号延迟装置（1508）或自适

应数字滤波器(1512)建立的信号延迟设置为等于从阵列后面空间上的一点到各个输出变换器的声音传播时间来实现的。这些延迟在图16D中用虚线示意。

从图16D将会看到,那些位置最靠近模拟原点位置的输出变换器在那些位置距原点位置较远的变换器之前输出信号。由各个变换器发出的波所建立的干涉图建立声场,它对阵列前面近场中的听众来说好像是从模拟原点发出的。

图16D示出半球形波阵面。这些波阵面合起来建立波阵面F,波阵面F具有的曲率和移动方向与从模拟原点发出的波阵面的一样。因此,获得实际声场。计算延迟的公式现在为:

$$d_n = t_n - j$$

其中 t_n 的定义同第三实施例,而j是任一偏移量。

因此,可以看到,根据本发明的第一方面的方法涉及利用复制器(1504)获得N个复制信号,其中每一个对应N个输出变换器中的一个。这些复制信号中的每一个接着被延迟(也许被滤波)相应的延时,其中所述相应的延时是根据阵列中相应输出变换器的位置 and 要达到的效果来选择的。延迟信号接着被路由选择到各个输出变换器,以建立适当的声场。

分配器(102)最好包括独立的复制和延迟装置,使得信号可被复制并且延迟可被应用到各个复制信号。但是,本发明中也包括其它配置,例如,可使用具有N个抽头的输入缓冲器,抽头的位置确定延迟量。

所述系统是线性的,因此它可能通过将一个特定的输出变换器所需的延迟信号简单地加在一起来任意组合上面的四种效果中的任何一个。相似地,系统的线性特性表示几个输入每一个都可以分别不同地以上述方式被聚焦或被定向,引起可控制并可大大区别的区域,其中不同的声场(表示在不同输入处的信号)可以远离DPAA被适当的建立。例如,可以使第一信号看上去是从DPAA后面的某

一距离发出的，而第二信号可以被聚焦在 DPAA 前面的某一距离的位置上。

本发明的第二方面

本发明的第二方面涉及使用 DPAA 不是用于定向或模拟声音原点、而是定向“反声”，使得可在声场中建立宁静点。

根据第二方面的这样一种方法在扩音（PA）系统中特别有用，因为每当扩音器系统由物理上靠近扩音器的麦克风发出的放大信号驱动时，扩音系统会出现“啸声”或正的电声反馈。

在这个情况下，扩音器的输出到达麦克风（常常以相当窄的频带），并且被麦克风拾取，接着被放大并馈送给扩音器，它又从扩音器到达麦克风...并且在接收信号的相位和频率与本麦克风信号的输出匹配时，组合的信号迅速地建立，直到系统饱和。并且发出响亮又讨厌的啸声、或“啸声”噪声。

已知反反馈或反声反馈装置用于减少或抑制声反馈。它们能以许多不同方式工作。例如。它们可以减少在声反馈发生的特定频率上的增益—放大量，使所述频率上的环路增益小于 1。另一方面，它们可以修改所述频率上的相位，使扩音器的输出趋向于消除而不是加上麦克风信号。

另一种可能性是在从麦克风到扩音器的信号通路中包括频移装置（常产生仅几赫兹的频移），使得反馈信号不再匹配麦克风信号。

这些方法中没有一个完全让人满意，并且本发明的第二方面建议一种新方法，适合于麦克风/扩音器系统采用安排成阵列的多个单独变换器单元的任何情况，具体地说，适合于扩音器系统利用多个如在比如说国际专利公布 WO 96/31086 的说明书中公开的变换器单元的情况。更具体地说，本发明的第二部分建议馈送到各个变换器单元的信号的相位和幅值被安排成使得阵列上的效果是在一个或多个选定方向上（沿着所述方向可能实际有麦克风）或在一个或多个选定点上产生大大减少的灵敏度。换句话说，本发明的第二方面在

一个实施例中建议：扩音器单元阵列产生输出零，所述输出零被定向到存在能拾取声音并产生啸声的麦克风位置、或者定向到因为某种原因不希望定向高声级的位置。

通过将要消除的信号的反相型式聚焦或定向到特定位置，可以消除声波（即可以形成零）。要消除的信号可以通过计算或测量得到。因此，本发明的第二方面的方法一般利用图 1 的设备来提供通过适当选择延迟所提供的定向声场。由各种变换器（104）输出的信号是声场信号的反相和换算型式，使得它们趋向于消除从未反相输出信号得到的声场中的信号。图 17 示出这种机制的一个示例。这里，输入信号（101）被输入到控制器（1704）。可能在将延迟应用到所述输入信号之后，控制器将所述输入信号路由选择到传统扩音器（1702）。扩音器（1702）输出从所述输入信号得到的声波，以建立声场（1706）。DPAA（104）被安排成在这个声场内所谓的“零”位置 P 产生基本上宁静的点。这是通过计算通过扩音器（1702）由所述信号在点 P 引起的声压值来实现的。所述信号接着利用与根据本发明第一方面描述的聚焦正常声信号相似的方法被反相并聚焦在点 P（见图 17）。通过计算或测量位置 P 处声场的准确级别并换算所述反相信号，可以实现几乎完全的消除，使得实现更精确的消除。

声场中要消除的信号几乎与提供给扩音器（1702）的信号完全一样，除了它将受到在成零点测量的扩音器的脉冲响应的影响（它也由房间声学影响，但为了简单起见将忽略这一点）。因此，扩音器脉冲响应模型对确保正确实现成零是有用的。如果没有使用考虑了脉冲响应的校正，可能事实上是增强该信号而不是消除它（例如，如果是 180° 不同相）。脉冲响应（扩音器对无穷大幅度 and 无穷小持续时间、但仍具有有限面积的尖锐脉冲的响应）一般包括由在施加了脉冲后的连续时间的抽样表示的一系列值。这些值可以被换算以得到 FIR 滤波器的系数，所述系数可以被应用于输入到扩音器（1702）的信号以获得考虑了脉冲响应的校正信号。这个校正信号可以接着

被用于计算成零点的声场，从而可以发出适当的反声射束。成零点的声场被称作“要消除的信号”。

由于上面提及的 FIR 滤波器引起信号流中的延迟，它对延迟其它一切以获得适当的同步是有用的。换句话说，到扩音器（1702）的输入信号被延迟，使得存在 FIR 滤波器利用扩音器（1702）的脉冲响应计算声场的时间。

脉冲响应的测量可以通过将测试信号加到发送到扩音器（1702）的信号中并利用成零点的输入变换器对它们进行测量。另一方面，可以利用系统的模型进行计算。

图 18 示出本发明这个方面的另一个实施例。这里，没有使用单独的扩音器（1702）建立初始声场，而是将 DPAA 用于此目的。在这种情况下，输入信号被复制并被路由选择到各个输出变换器。位置 P 处声音信号的大小的计算非常简单，因为在这个位置的声音仅仅归于 DPAA 的输出。这通过首先计算从各个输出变换器到成零点的发送时间来实现。在成零点的脉冲响应包括各输出变换器的各脉冲响应之和，在输入信号将建立初始声场时被延迟并被滤波，然后被再被延迟发送时间到成零点并由于 $1/r^2$ 距离效应而被衰减。

严格的说，这种脉冲响应应该与各个阵列变换器的脉冲响应进行卷积（即，滤波）。但是，成零信号通过那些相同的变换器被再现，因此它在那一级经相同的滤波。如果我们对成零使用测量的（见下文）而不是基于模型的脉冲响应，则通常有必要对测量的响应与输出变换器的脉冲响应进行去卷积。

利用上述考虑得到的要消除的信号在重新被复制之前被反相并被换算。接着对这些复制信号应用延迟，使得反相信号聚焦在位置 P。通常有必要进一步延迟原始（未反相）输入信号，使得反相（成零）信号可以在和预定为零的声场相同的时间到达成零点。对于各个输出变换器，输入信号的复制信号和各个延迟反相输入信号的复制信号被加在一起，以建立那个变换器的输出信号。

实现这种效应的设备示于图 19。输入信号 (101) 被路由选择到第一分配器 (1906) 和处理器 (1910)。它从处理器 (1910) 被路由选择到反相器 (1902)，并且反相的输入信号被路由选择到第二分配器 (1908)。在第一分配器 (1906) 中，输入信号没经延迟地或经恒定延迟地被传送到各个加法器 (1904)。另一方面，应用一组延迟以获得定向输入信号。处理器 (1910) 处理输入信号以获得表示由于输入信号 (考虑了输入信号的所有定向) 而将建立的声场的信号。已经提到，这种处理一般将包括利用各种变换器的已知脉冲响应、应用到各个输入信号复制信号的已知延迟时间以及从各个变换器到成零点的已知发送时间来确定在成零点的声场。第二分配器 (1908) 复制并延迟反相的声场信号，并且延迟的复制信号被路由选择到各个加法器 (1904)，以便加到第一分配器的输出中。单个输出信号接着被路由选择到各个输出变换器 (104)。如所提及的那样，第一分配器 (1906) 可以提供定向的或模拟的原声场。这在需要以特定方向定向多个声波但需要结果场的某部分非常宁静时有用。

由于系统是线性的，可以对各个离开第二分配器的复制信号执行反相器 (1902) 中执行的反相。显然，在复制之前执行反相步骤是有利的，因为那样就只需要一个反相器 (1902)。反相步骤也可以结合到滤波器中，此外，如果分配器 (1906) 结合了 ADF，则初始声场和成零射束都可以由它通过对涉及初始声场和成零射束的滤波器系数求和产生。

如果输入变换器 (例如麦克风) 被用于测量感兴趣位置的声音，则成零点可以在还没有由已知设备建立的声场内形成。图 20 示出这样一种系统的实现。麦克风 (2004) 被连接到控制器 (2002) 并被安排成测量空间中特定位置的声级。控制器 (2002) 对所测量的信号进行反相并建立这个反相信号的延迟复制信号，使得将反相信号聚焦在麦克风位置。这建立了关于麦克风位置的声场的负反馈回路，

这趋于确保麦克风位置的宁静。当然，在麦克风（2004）检测的实际声音（例如由于嘈杂的房间）以及表示到达麦克风位置的反相检测信号的声波之间将有延迟。但是，对于低频率，所述延迟是容许的。为了计及这个效应，DPAA 的输出变换器（104）的信号输出可以被滤波，使得仅包括低频分量。

上面的实施例利用聚焦在一个点的反相（还可能换算了的）声场信号描述了“成零”概念。但是，更常见的是，成零可以包括利用与根据第一方面的第一和第二实施例描述的方法相似的方法定向平行射束。

阵列或本发明的优点是多方面的。一个这样的优点是声能可以选择性地“不”被定向，从而可产生“宁静点”，同时使定向到环绕区其它部分的能量基本上不变（尽管，已经提及，它可以另外被整形以形成正射束）。这在馈送给扩音器的信号全部或部分是从扩音器阵列附近的麦克风得到的情况下特别有用：如果“反射束”是从扬声器阵列定向到这样一个麦克风，则在这个方向或就在这个点的系统环路增益被减小，并且声反馈的可能性被减少；即零或部分零位于麦克风或麦克风附近。在有多个麦克风处，如在舞台或会议中，多个反射束可以这样被形成并被定向在各个麦克风。

也可以看到第三个好处，当收听区的一个或多个区域不利地受反射墙（reflections off walls）或其它边界影响时，反射束可以被定向在那些边界，以减少其中任何反射的不利影响，从而提高收听区中声音的质量。

本发明的扬声器系统在采用的声音波长为比得上阵列的物理尺寸的极端情况下会出现问题。因此，在变换器阵列的主要 2D 尺寸的一个或两个中的阵列范围小于低于系统使用的有用范围中给定频率（ F_c ）的一个或几个声音波长的情况下，则它在这些尺寸的一个或两个中产生有效定向性的能力将某种程度或甚至大大被降低。此外，在波长与相关尺寸的一个或两者比较非常大时，定向性将基本上为

0。因此，在低于频率 F_c 时，阵列的定向性目的在任何情况下无效。但是，更糟糕的是，被用于产生反射束的变换器阵列所不希望有的副作用，在频率远远低于 F_c 时，所有方向的输出能量可以被无意识地大大减少，因为被看作是辐射器的变换器阵列现在具有多个正相和负相的单元，这些单元在空间上的间距远远小于一个波长，产生破坏性干扰，其效果主要是消除远声场中如果不是所有方向、那也是许多方向上的辐射——这是在反射束的产生中所不希望的。应该指出，正常的低频信号可以在对输出功率没有太大影响的情况下被操纵。它只是在成零时出现上述功率问题。

为了处理这种特殊情况，到变换器阵列的驱动信号应该首先被分成低于频率 F_s 的频率（低频段）和高于频率 F_s 的频率（高频段），其中 F_s 大约在 F_c 的区域中（即，由于阵列与低于频率 F_s 的频率的信号波长相比尺寸小，它在远声场中开始破坏性干扰的地方）。接着，高频段信号通过延迟单元以标准方式被馈送到变换器阵列单元，同时低频段信号绕过延迟单元被单独定向并直接被馈送到阵列中所有的输出变换器（在各个变换器与它的相应的高频段信号的输出相加）。在这种方式中，低于 F_s 的较低频率同相地被馈送通过整个阵列到各个单元，并且不会在远声场进行破坏性干扰，同时一组或多组 SDM 发出高于 F_s 的较高频率射束和反射束，以在远声场产生有用的射束和反射束，同时较低频率的声场现在保持不受影响。稍后将参考本发明第五方面来描述利用这种频率划分的本发明实施例。

图 20 和图 18 的设备可以被组合，使得在麦克风（2004）检测的输入信号一般由 DPAA 的变换器（104）输出，但在麦克风本身位置消除了这个输出信号。如所讨论的，声反馈（正的电声反馈）的可能性一般在系统增益被设为高于某一级时出现。这个限制级常常足够低，使麦克风的用户不得不非常靠近，以得到足够的敏感度，这可能是成问题的。但是，利用 DPAA 在麦克风的方向被设置为产生零或反射束，可以大大减少这种不希望的效应，并且系统增益将

增加到更高级提供更有益的敏感度。

本发明的第三方面

本发明的第三方面涉及利用 DPAA 系统建立环绕声或立体效果，其中只利用单个声音发送设备，这种设备与根据本发明的第一和第二方面已描述的设备相似。具体的说，本发明的第三方面涉及以不同方向定向不同声道，使声波撞到反射或谐振面并由此被重发。

本发明的第三方面针对 DPAA 在室外（或基本无回声情况的其它任何地方）工作的问题，观察者需要移动到那些声音已经被聚焦的区域附近，以便容易感觉独立的声场。否则观察者定位已经建立了的独立声场会有困难。

如果声反射面，或者再辐射所吸收的入射声能的声谐振体被放置于这样的聚焦区，它再辐射聚焦的声音，并因此有效地成为远离 DPAA 并位于聚焦区的新声源。如果使用平面反射器，则反射的声音主要被定向到特定的方向；如果使用漫反射器，则声音被或多或少地再辐射到所述反射器的同一边远离聚焦区的所有方向。因此，如果表示不同输入信号的许多不同声音信号被 DPAA 以所述方式聚焦到不同聚焦区，并且在各个聚焦区内放置了这样的反射器或谐振器使得重新定向来自各个聚焦区的声音，则利用本文所述设计的单个 DPAA 可能建立真的多独立源声辐射器系统。它实际不是聚焦声音，而是声音能以本发明第一方面的第二实施例的方式被定向。

在非无回声条件下（诸如正常的室内环境）用多个独立聚焦射束——即用表示聚焦在不同和独立区域的不同输入信号的声音信号——以之前所述方式操作 DPAA 的情况下，其中具有多个硬和/或主要声反射边界曲面，具体地说，在那些聚焦区域被定向到一个或多个反射边界曲面的情况下，由于反射的声音（来自边界）从那些区域到达所述观察者，一个观察者仅仅利用他的正常定向声音感觉就能够容易地感觉独立的声场，同时在它们相应的独立聚焦区在空间上定位它们中的每一个。

值得强调的是，在这样一种情况下，观察者感觉决不依赖于将人工心理声学要素引入声音信号的 DPAA 的实际独立声场。因此，只要观察者离 DPAA 的近声场辐射足够远，则对于真声音位置，观察者的位置相对不太重要。以这样的方式，利用在大多数实际环境中具有的天然边界，只用一个物理扩音器（DPAA）可以实现多声道“环绕声”。

在缺乏适当自然反射边界的环境中要产生相似的效果的情况下，可以通过适当放置人工反射或谐振曲面获得相似的独立多源声场，其中声源最好应该看上去从那些曲面发出并接着在那些表面定向射束。例如，在大型音乐厅或室外环境，光学透明塑料或玻璃板可以被放置并用作几乎没有视觉影响的声音反射器。在需要广泛传播来自那些区域的声音时，可以改为引入声音散射反射器或宽带谐振器（这将使光学透明更困难但不是不可能）。

图 21 说明利用单个 DPAA 和多个反射或谐振曲面（2102）为听众（2103）提供多个源。由于它不依赖于心理声学提示，因此可以在整个收听区听到环绕声效果。

在使用聚焦而不仅仅是定向的情况下，直径大致等于焦点尺寸的球面形状反射器可被用于在广角上实现漫反射。为了进一步增强漫反射效果，曲面应该按需要漫反射的声频波长的比例有一个粗糙度。

本发明的第三方面可以与本发明的第二方面结合使用，以提供其它声道的反射束可被定向到与给定声道有关的反射器。因此，用立体声（2 声道系统）作例子，声道 1 可以被聚焦在反射器 1，声道 2 可以被聚焦在反射器 2，并且将包括适当的成零，以使声道 1 在反射器 2 处为零，并使声道 2 在反射器 1 处为零。这样将确保只有正确的声道在相应反射面具有有效能量。

本发明的这个方面的重要优势在于可以用单个 DPAA 设备来实现所有上面所述情况，通过输入信号的延迟复制信号（可能被校正

并被反相)的求和来建立各个变换器的输出信号。因此,传统上与环绕声系统有关的许多布线和设备被省去了。

本发明的第四方面

本发明的第四方面涉及利用麦克风(输入变换器)和测试信号来定位输出变换器阵列附近麦克风的位置或麦克风阵列附近扩音器的位置。

根据这个方面,提供一个或多个能够检测来自 DPAA 的声发射的麦克风,它们通过有线或无线装置被连接到 DPAA 控制电路。DPAA 结合子系统,所述子系统被安排成能够通过测量从三个或更多(一般从所有的)SET 到麦克风的信号传播时间以及三角测量来计算麦克风相对于一个或多个 DPAA SET 的位置,从而提供在不干扰听众对节目素材声音的感觉的情况下使用 DPAA 期间跟踪麦克风的移动可能性。在 DPAA SET 阵列后面敞开的情况下——即它从变换器的两边以偶极子似的方式辐射——可以通过检查接收信号的相位(特别是在低频率的情况)来解决可能不明确的麦克风位置,即在 DPAA 前面还是后面。

声速在一场演出期间随气温而变化,它影响地点的声学位置以及扬声器系统的性能,它可以通过利用附加三角测量点以相同的处理被确定。利用特定测试图(如依次到各个 SET 的伪随机噪声序列或短脉冲序列,其中在 $t_p \leq r_s/c_s$ 的意义上,脉冲长度 T_p 等于或短于所需的分辨率 r_s)或通过由 DPAA 广播的节目素材中引进低级测试信号(可能被设计为听不到的)、然后通过交叉相关性对它们进行检测,可以进行麦克风定位。

控制系统可以被增加到 DPAA 中,用于通过改变由 SDM 应用的延迟和/或 ADF 的滤波器系数来优化(在某种需要的意义上)一个或多个指定位置的声场。如果上述麦克风可用,那么这个优化可发生在建立时间——例如在 DPAA 的预执行使用(pre-performance use)期间——或者在实际使用中。在后一种情况下,一个或多个麦克风可以

被嵌入用于控制 DPAA 的手持机，而在这种情况下，控制系统可以被主动地设计为实时跟踪麦克风，从而连续优化手持机位置的、进而至少一个听众的假定位置的声音。通过在控制系统中建立 DPAA 的模型（很可能软件模型）及其声学特性，任选地加上它目前所处的环境的模型（即它在哪里用，例如试听室），控制系统可利用这种模型自动估计对 DPAA 参数所需的调整，以便优化任何用户指定的位置的声音，以减少任何讨厌的旁瓣。

也可以使刚刚描述的控制系统调整一个或多个指定位置的声级——例如实况演出中被连接到 DPAA 的麦克风所处的位置，或者已知不想要的反射曲面的位置——使其最小化，建立“死区”。以这种方式，可以避免不想要的麦克风/DPAA 反馈，以及不想要的室内混响。这种可能性已经在涉及本发明的第二方面的部分进行了讨论。

通过利用隐蔽测试信号——也就是，DPAA 电子电路中产生的附加信号，所述测试信号被设计为听众基本上感觉不到，并且以低级伪随机噪声序列为代表，它们被叠加在节目信号上——可以从空间上跟踪一个或多个实况演出麦克风（通过所述麦克风和 DPAA 变换器之间延迟图的适当处理）。这个麦克风空间信息又可被用于诸如定位麦克风被移动到的“死去”（注意隐蔽测试信号在麦克风位置需要具有非 0 幅值）的目的。

图 22 说明了利用麦克风指定收听区中位置的可能配置。麦克风（2201）通过无线电发射机（2202）和接收机（2203）连接 DPAA（105）的模拟或数字输入（2204）。如果更方便的话，可以使用有线或其它无线连接。大多数 SET（104）被用于正常操作或处于无声状态。少量的 SET（2205）发送测试信号，它们或者被添加到正常节目信号中，或者代替正常节目信号。测试 SET 和麦克风之间的通路长度（2206）通过比较测试信号和麦克风信号进行推断，并被用于通过三角测量推断麦克风的位置。在接收测试信号的信噪比差的情况下，可以在几秒钟对响应求积分。

在室外演出中，风对扩音器系统的性能具有重大影响。声音的传播方向受到风的影响。具体的说，刮过听众的垂直于所需声音传播方向的风，可以引起大量声能被传送到演出场外，造成演出场覆盖不足。图 23 说明了这个问题。由虚线围绕的区 2302 表示没有风时 DPAA 的声场形状。风 W 从右边刮，得到声场 2304，它是场 2302 的歪斜型式。

DPAA 系统中，麦克风位置定位信号的传播以同样的方式受到侧风的影响。因此，如果麦克风 M 被定位在听众区的中间，但是侧风从西边刮，对位置定位系统来说麦克风好像是听众区的西部。采用图 23 的示例，风 W 使测试信号采取从 DPAA 到麦克风的弯曲通路。这样将导致系统错误地将麦克风定位在位置 P、实际位置 M 的西面。考虑到这一点，调整阵列方式的辐射图，以优化视在麦克风位置 P 周围的覆盖范围，以对风进行补偿，并给出实际听众区中的最佳覆盖范围。DPAA 控制系统可以在整场演出中自动进行这些调整。为了确保控制系统的稳定性，只能进行缓慢的改变。系统的健壮性可以利用整个听众区中已知位置的多个麦克风进行改进。即使当风发生了变化，声场能以所需方式基本恒定保持定向。

在需要定位远离 DPAA 的视在声源的情况下，如前面关于本发明第三方面所述（通过将声能射束聚焦到适当的反射面），利用之前描述的麦克风提供设置这种情况的简单方法。麦克风之一临时放置于成为远距离声源的曲面附近，并且麦克风的位置由已经描述了 DPAA 子系统准确地确定。控制系统接着计算最佳阵列参数，以定位麦克风位置上的聚焦或定向射束（连接到一个或多个用户选择的输入）。之后可以拿走所述麦克风。独立的远距离声源将接着从所选位置的曲面发出。

将一定的冗余度建立到系统中，以提供更准确的结果将是有利的。例如，对于阵列中所有输出变换器，一般可以计算测试信号从各个输出变换器到输入变换器传播的时间，导致联立方程大大多于

要求解的变量（三个空间变量和声速）。产生最小总误差的变量值可以通过适当求解方程式得到。

测试信号可能包括伪随机噪声信号或听不见的信号，它们被加到由 DPAA SET 输出的延迟输入信号的复制信号中或经不输出任何输入信号分量的变换器输出。

根据本发明的第四方面的系统也适用于由输入变换器阵列组成的 DPAA 设备，在所述阵列附近有输出变换器。输出变换器只能输出单个测试信号，该信号被阵列中各个输入变换器接收。测试信号的输出及其接收之间的时间接着可以被用于三角测量输出变换器的位置和/或计算声速。

利用这个系统，可以建立“输入零”。这些“输入零”是输入变换器阵列将具有减少的敏感度的区域。图 24 到 26 说明了如何建立这样的输入零。首先选择输入零要处的位置 O。在这个位置，总体上，应该可能产生将不被输入变换器阵列（2404）拾取的噪声。建立这个输入零的方法将参考只有三个输入变换器（2404a、2404b 和 2404c）的阵列进行描述，尽管在实际中可以使用更多的数量。

首先考虑声音从位于位置 O 的点源发送的情形。如果声音脉冲在时间 0 被发送，则由于不同的通路长度，它将首先到达变换器（2404c），接着是变换器（2404b）再然后是变换器（2404a）。为了便于解释，我们将假定脉冲在 1 秒后到达变换器（2404c），1.5 秒后到达变换器（2404b），并且 2 秒后到达变换器（2404a）（这些是不实际的大数字，仅仅为了便于说明而选择）。这在图 25A 中被示出。这些接收输入信号接着延迟不同的量，以便实际将阵列的输入敏感度聚焦在位置 O。在这种情况下，这涉及将变换器（2404b）接收的输入信号延迟 0.5 秒，并且将变换器（2404c）接收的输入信号延迟 1 秒。从图 25B 可以看到，这导致将所有的输入信号（通过应用延迟）修改为按时间对齐。这三个输入信号接着被相加，以得到如图 25C 所示的输出信号。这个输出信号的幅度接着通过将输出信

号除以阵列中的输入变换器数量而被减小。在这种情况下，这涉及到将输出信号除以 3，以得到图 25D 中所示的信号。应用到各个输入信号以得到图 25B 所示信号的延迟接着从输出信号的复制信号中去掉。这样，输出信号被复制并超前不同量，所述不同量与应用到各个输入信号的延迟量相同。因此，图 25D 中的输出信号完全没有超前，得到第一成零信号 Na。输出信号的另一个复制信号超前 0.5 秒，建立成零信号 Nb，以及输出信号的第三复制信号超前 1 秒，建立成零信号 Nc。图 25E 中示出成零信号。

作为最后的步骤，从各个输入信号中减去这些成零信号，以得到一系列修改的输入信号。你可能希望从点 O 发出声音的情况，本示例中的成零信号与输入信号完全一样，并因此得到三个基本具有 0 幅值的修改的信号。这样，可以看到本发明第四方面的输入成零方法用来使 DPAA 忽略从输入零所在的位置 O 发出的信号。

从声场中除了 O 以外的位置发送的信号将不会被减少到 0，这将通过考虑本发明的方法是如何处理在输入变换器得到的、归因于图 24 中位置 X 处的声源的信号进行示意。从位置 X 发出的声音首先到达变换器 (2404a)、接着是变换器 (2404b) 最后到达变换器 (2404c)。这被图 26A 所示的声脉冲理想化。根据输入成零方法，这些接收信号被延迟，延迟量使敏感度聚焦在位置 O。这样，变换器 (2404a) 处的信号不被延迟，变换器 (2404b) 处的信号被延迟 0.5 秒并且变换器 (2404b) 处的信号被延迟 1 秒。由此得到的信号被示意于图 25B。

这三个信号接着被相加以得到如图 26C 所示的输出信号。这个输出信号接着被除以输入变换器数量，使其幅值减小。结果信号示意于图 26D。这个结果信号接着被复制，并且各个复制信号超前输入信号被延迟的量，以实现图 26B 中所示的信号。图 26E 示出三个结果信号。接着从原来的输入信号中减去这些成零信号 Na、Nb 和 Nc，以得到修改的输入信号 Ma、Mb 和 Mc。从图 26F 中示意的结果信号可以看到，修正对输入脉冲的改变是可忽略的。输入脉冲本身被减

少到它们原来电平的三分之二，而原来脉冲电平三分之一的其它负脉冲已经被作为噪声加上了。对于利用许多输入变换器的系统，脉冲电平一般被减少到脉冲的 $(N-1)/N$ ，而噪声一般具有脉冲的 $(1/N)$ 的幅度。因此，比如说一百个变换器，当声音来自距成零位置 O 远侧的点时，修正的效果可忽略不计。26F 的信号可以接着被用于常规的波束形成，以从 X 恢复信号。

用于本发明的第四方面的各种测试信号可通过对各种输入信号应用相关函数进行区别。要检测的测试信号与所有输入信号进行交叉相关，同时分析这样交叉相关的结果，以指示输入信号中是否出现了测试信号。伪随机噪声信号各自独立，使组中没有一个信号是任何数量的其它信号的线性组合。这确保交叉相关处理识别所讨论的测试信号。

测试信号最好被明确地表达为具有非平频谱（non-flat spectrum），以便使它们最大程度听不见。这可以通过对伪随机噪声信号进行滤波来完成。首先，它们可将功率设置在耳朵相对不敏感的声频带区域。例如，耳朵在 3.5KHz 附近最敏感，所以测试信号最好在这个频率附近具有最小功率的频谱。其次，通过根据节目信号自适应改变测试信号、即通过将大量测试信号功率放在被掩蔽的频谱部分，可以利用掩蔽效应。

图 27 示出将测试信号的发生和分析结合到 DPAA 中的方框图。测试信号在框（2701）中被产生并被分析。它具有作为输入的正常输入声道 101 和麦克风输入 2204，所述正常输入声道 101 是为了设计通过所需音频信号的掩蔽而听不到的测试信号。为了清楚，省略了诸如 DSRC 和/或 ADC 的普通输入电路。测试信号由专用 SET（2703）或共享 SET 2205 发射。在后一种情况下，测试信号在测试信号插入步骤中被结合到馈送给各个 SET 的信号中。

图 28 示出两种可能的测试信号插入步骤。节目输入信号（2801）来自于分配器或加法器。测试信号（2802）来自于图 27 的框 2701。

输出信号(2803)到 ONSQ、非线性补偿器或直接到放大器级。在插入步骤(2804)中,测试信号被加到节目信号中。在插入步骤(2805)中,测试信号代替了节目信号。控制信号被省略。

本发明的第五方面

如已经关于第二方面讨论的那样,有时将输入信号分成两个或多个频带并根据利用 DPAA 设备实现的方向性分别处理这些频带可能是有利的。这样的技术不仅在射束定向上有用,而且在特定位置消除声音以建立零的时候也是有用的。

图 29 说明用于选择性发出不同频带射束的一般设备。

输入信号 101 被连接到信号分解器/合并器(2903)并进而连接到平行声道中的低通滤波器(2901)和高通滤波器(2902)。低通滤波器(2901)被连接到分配器(2904),其中分配器(2904)连接到所有加法器(2905),而这些加法器(2905)又被连接到 DPAA(105)的 N 个变换器(104)。

高通滤波器(2902)连接到与图 2 中的装置(102)相同的装置(102)(并且其中一般包含 N 个可变幅值和可变时延单元),装置(102)又连接到加法器(2905)的其它端口。

该系统可被用于克服由于阵列尺寸与那些较低频率的波长相比较小而导致的低频的远声场消除效应。因此,系统允许根据整形声场对不同频率进行不同处理。在源/检测器和变换器(2904)之间经过的所有较低频率都具有相同的时间延迟(标称 0)和幅值,而较高频率对 N 个变换器中的每一个都是独立进行适当时延和幅值控制。这允许在不需要低频的全局远声场成零的情况下对较高频率的反射束发射和成零。

要指出,根据本发明的第五方面的方法可以利用可调数字滤波器(512)来执行。这样的滤波器通过简单地为滤波器系数选择适当的值而允许对不同频率给予不同延迟。在这样的情况下,不必单独分解频带并对从各个频带导出的复制信号应用不同延迟。简单通过

对单个输入信号的各个复制信号进行滤波可以实现适当的效果。

本发明的第六方面

本发明的第六方面针对 DPAA 系统的用户不是总能容易地在任何特定时间定位特定声道的声音被聚焦在哪里的的问题。这个问题通过提供两个可控光射束来减轻，所述可控光射束能被控制在空间上交叉在声音被聚焦的点。有利的是，光射束是在操作员的控制之下，并且 DPAA 控制器被安排成使声道聚焦发生在操作员使光射束交叉的任何地方。这使系统的建立非常简单，它不依赖于建立房间的数学模型或其它复杂的计算。

如果提供两个光射束，则它们可以由 DPAA 电子电路自动操纵，使其在空间上交叉在声道的聚焦区的中心或附近，并向操作员提供大量有用的建立反馈信息。

使两个射束的颜色不同是有用的，不同原色最好，如红和绿，使得在重叠区可以感觉到第三种颜色。

也应该提供选择哪些声道设置控制光射束的位置的装置，同时这些都可以由手持机控制。

当提供两个以上光射束时，多个声道的聚焦区可以由可控光射束对在空间的交叉位置同时加亮。

小型激光射束、特别是固态二极管激光，提供有用的平行光源。

通过由电流(galvos)或马达、或者由英国专利申请号 No.0003136.9 的说明书中描述的 WHERM 机制驱动的小型可控反射镜，方便地实现操纵。

图 30 说明了使用 DPAA 上的投射器(3001, 3002)发送的可控光射束(3003, 3004)来示意焦点(3005)。如果投射器(3001)发送红光而(3002)发送绿光，那么在焦点将看到黄光。

本发明的第七方面

如果在 DPAA 中同时使用多个源以避免削波或失真，那么确保提供给 SET 的合计信号中没有一个超过 SET 活塞的最大偏移或求和

单元、数字放大器、ONSQ 或线性或非线性补偿器的满度数字电平 (FSDL) 将是重要的。这可以直接通过对 I 个输入信号中的每一个进行按比例缩小或峰值限制以使没有峰值可以超过满刻度电平的 $1/I$ 而实现。这种方法迎合了最糟的情况，其中输入信号同时在 FSDL 达到最高，但严重限制了单个输入可用的输出功率。在大多数应用中，除了偶然的短暂瞬间现象（诸如电影配乐中的爆炸）这种情况不太可能发生。所以，如果使用更高的电平并只在这样的同时出现的峰值期间通过峰值限制避免超负荷，那么可以更好的利用数字系统的动态范围。

数字峰值限制器是在必要时按比例缩小输入数字音频信号以防止输出信号超过指定最大电平的系统。它从输入信号得到控制信号，所述输入信号可能被二次抽样以减少所需的计算。对控制信号进行平滑处理以防止输出信号中的不连续。在峰值之前增益被减小（启动时间（attack time）常数）以及之后恢复到正常（释放时间常数）的比率被选择得使限制器的音响效应最小。它们可以在工厂预设、由用户控制、或根据输入信号的特性自动调整。如果可以容许短的等待时间，则控制信号可以“预见”（通过只对输入信号而不对控制信号进行延迟），使得限制动作的启动阶段可以预料突然的峰值。

由于各个 SET 接收具有不同相对延迟的输入信号的和，因此仅仅是从输入信号的某个和来为峰值限制器导出控制信号是不够的，因为不在一个和中出现的峰值可能在提供给一个或多个 SET 的延迟之和中同时出现。如果独立的峰值限制器被用于各个求和信号，则在有些 SET 被限制而另外一些没有时，将影响阵列的辐射图。

通过链接限制器而使它们都应用同量的增益减少，可以避免这种影响。但是，这在 N 值大时实现复杂，并且不能防止求和点处的超负荷， N 值一般都大。

根据本发明的第七方面的另一种方法是多声道多相限制器 (MML)，图 31 示出其方框图。这种设备作用于输入信号。它在跨

越当前由 SDM 执行的延迟的范围的时窗中找到各个输入信号的峰值电平，接着对这 I 个峰值电平求和，以产生它的控制信号。如果控制信号没有超过 FSDL，则提供给各个 SET 的延迟和中没有一个能超过，因此，不需要限制行为。如果它超过，则输入信号应该被限制，以使电平降低到 FSDL。启动时间常数和释放时间常数以及预见量可以由用户控制或根据应用在工厂预设。

如果与 ONSQ 级结合使用，则 MML 可以在过抽样器（oversampler）之前或之后工作。

通过在过抽样之前从输入信号导出控制信号，接着对过抽样信号进行限制动作，可以实现较短的等待时间；较低级（lower order）、较低组延迟反成像滤波器（anti-imaging filter）可用于控制信号，因为它具有有限的带宽。

图 31 说明 MML 的两声道的实现，尽管它可以外推到任何数量的声道（输入信号）。输入信号（3101）来自输入电路或线性补偿器。输出信号（3111）到分配器。各个延迟单元（3102）包括缓冲器，并储存它的输入信号的大量抽样，以及输出如（3103）的缓存器中包含的最大绝对值。缓冲器的长度可以被改变，以跟踪分配器中未示出的控制信号执行的延迟范围。加法器（3104）对这些来自各个声道的最大值进行求和。它的输出由响应整形器（3105）转换为具有特定启动和释放率的、更平滑变化增益控制信号。在被发送到如（3111）的分配器之前，在级（3110）中，输入信号每个根据增益控制信号被衰减。最好，信号与增益控制信号成比例地衰减。

延迟（3109）可以被结合到声道信号通路中，以便允许增益改变以预期峰值。

如果要结合过抽样，它可以被放在 MML 中，具有向上抽样（upsampling）级（3106），其后跟着反成像滤波器（3107-3108）。高质量反成像滤波器在通频带中可以具有相当大的组延迟。对 3108 使用具有较小组延迟的滤波器设计可以允许延迟 3109 被减少或被消

除。

如果分配器结合全局 ADF(807),则在其之后最有用地结合 MML 于信号通路中。将分配器分成单独的全局级和总 SET 级(per-SET stages)。

因此,本发明的第七方面提供一种结构上简单的限制装置,它有效的防止削波和失真,并保持所需的辐射整形。

本发明的第八方面

本发明的第八方面涉及用于检测以及缓和阵列中故障变换器的影响的方法。

根据第八方面的方法要求测试信号被路由选择到阵列的各个输出变换器,它被位于附近的输入变换器所接收(或未接收),以便确定变换器是否有故障。假如测试信号彼此区分,则测试信号可以依次或同时由各个变换器输出。测试信号一般与所述的关于本发明的第四方面所用的那些相似。

故障检测步骤可以在一开始设置系统之前被执行,例如在“声音检查”期间,或有利地是,通过确保测试信号听不见或不会引人注意,它可以在系统使用的所有时间内执行。这是通过假设测试信号包括低幅值的伪随机噪声信号来实现的。它们可以同时由变换器组发送,这些组进行变化使最终所有变换器发送一个测试信号,或者它们可以在基本上所有时间中由所有变换器被发送,被加到需要从 DPAA 输出的信号中。

如果检测到变换器故障,通常需要对该变换器静噪,以避免不可预知的输出,接着还需减少与被静噪的变换器相邻的变换器的输出的幅值,以便提供对故障变换器影响的某种缓和。这个校正可以延伸至控制位于被静噪的变换器附近的工作变换器组的幅值。

本发明的第九方面

第九方面涉及用于再现在诸如 DPAA 的再现装置中接收的音频信号的方法,所述 DPAA 操纵音频输出信号,使它们主要以一个或

多个单独的方向被发送。

对于 DPAA, 一般来说, 在各个变换器观测到的延迟量确定音频信号被定向的方向。因此, 它需要这样一种系统的操作员对所述装置进行编程, 以便以特定方向定向信号。如果所需方向变化, 则有必要重新对所述设备进行编程。

本发明的第九方面通过提供一种能够自动定向输出音频信号的方法和设备来设法缓和上述问题。

这是通过提供与音频信号有关的信息信号来实现的, 所述信息信号包括关于在任何特定时间如何整形声场的信息。这样, 音频信号每次回放时, 有关信息信号被解码并被用于整形声场。这样免除了操作员在音频信号必须被定向的情况下编程的需要, 同时也允许音频信号的方向在音频信号的再现期间按需要操纵改变。

本发明的第九方面是一种能够再现一个或几个音频声道的声音回放系统, 这些声道中的一些或全部具有一种时间变化操纵信息的有关流, 以及大量扩音器馈送。各个操纵信息流由解码系统使用, 以控制来自有关音频声道的信号如何在扩音器馈送中被分配。扩音器馈送的数量一般大大高于录制音频声道的数量, 并且所用音频声道的数量可以在一场节目中变化。

第九方面主要用于能够以多个方向中的一个方向来定向声音的再现系统。这能以多种方式进行:

- 许多独立的扩音器可以被分散在音乐厅中, 并且可以通过简单地将音频信号路由选择到距所需位置最近的扩音器、或通过几个最近的扩音器得到定向性, 其中各个信号的电平和时间延迟被设置为在扬声器之间的所需点提供更准确的定位。
- 可以使用一种机械可控扩音器。这种方法可以涉及传统变换器周围抛物面反射器或投射声束的超声波载波的应用。定向性可以通过机械地旋转或定向声束来实现; 并且
- 最好地是, 将大量扩音器安排在(最好是 2D)相控阵列。如关

于其它方面所描述的那样，为各个扩音器提供独立的馈送，并且各个馈送可以具有自己受控增益、延迟和滤波，使得声束从阵列投射。该系统可以向特定点投射射束或使声音看起来来自阵列后面的点。通过将射束聚焦在音乐厅的墙上，可以使声音射束看起来是来自所述墙。

根据所述实施例，大多数扩音器馈送对构成相控阵列的大型二维扩音器阵列进行驱动。在音乐厅中，也可以有独立离散的扩音器以及另外的相控阵列。

第九方面包括将声场整形信息与实际音频信号本身相关联，所述整形信息对指示音频信号将如何被定向是有用的。整形信息可以包括一个或多个需要聚焦射束或需要模拟声音原点的物理位置。

操纵信息可以由要提供给音频信号的各个复制信号的实际延迟组成。但是，这种方法导致控制信号包括许多信息。

操纵信息最好作为音频声道被多路复用到同一个数据流。通过现有标准的简单扩展，它们可以被组合成 MPEG 流，并由 DVD、DVB、DAB 或任何未来的传输层传送。此外，已经出现在电影院的传统数字声音系统可以被扩展，以使用本发明的复合信号。

与其使用由各个扩音器馈送的增益、延迟和滤波器系数组成的操纵信息，还不如改为简单地描述声音将被聚焦在哪里或看上去来自于哪里。在音乐厅的安装期间，关于各个扩音器馈送驱动的扩音器的位置以及收听区的形状，对解码系统进行编程、或由其自己确定。它利用这种信息得到使各个声道来自操纵信息描述的位置所需的增益、延迟和滤波器系数。这种储存操纵信息的方法允许相同的记录用于不同扬声器和阵列配置以及不同的尺寸空间。它也大大减少了要储存或发送的操纵信息的数量。

在视听和电影院应用中，阵列一般在屏幕（由声学透明材料做成）的后面，并且是屏幕尺寸的相当大的部分。这样的大阵列的应用允许声道看上去是从对应于投射图像中对象位置的屏幕后的任一

点发出的，并且跟踪那些对象的移动。利用平面高度和宽度单位编码操纵信息，并且告知解码系统屏幕的位置，将允许相同的操纵信息用于具有不同尺寸的屏幕电影院中，同时视在音频源保持在图像中的相同位置。系统可以用离散（非阵列）扩音器或附加的阵列扩充。将阵列放在天花板上可能特别方便。

图 32 示出一种执行本发明的装置。与信息信号复用的音频信号被输入到分用器 3207 的端子 3201。分用器 3207 分别输出音频信号和信息信号。音频信号被路由选择到解码装置 3208 的输入端 3202，同时信息信号被路由选择到解码装置 3208 的端子 3203。复制装置 3204 将在输入端 3202 输入的音频信号复制成许多相同的复制信号（这里使用了 4 个复制信号，但任何数量都是可能的）。因此，复制装置 3204 输出四个信号，每一个都与输入端 3202 出现的信号相同。信息信号从端子 3203 被路由选择到控制器 3209，控制器 3209 能控制在各个延迟单元 3210 应用到各个复制信号上的延迟量。各个延迟的复制音频信号接着通过输出端 3205 被发送到单独的变换器 3206，以提供定向的声音输出。

包含端子 3203 处输入的信息信号的信息可以随时间不断变化，使得输出音频信号能够根据信息信号在音乐厅中被定向。这避免了操作员不断监视音频信号输出方向以提供必要调整的需要。

显然，输入到端子 3203 的信息信号可以包括应该被应用到输入到各个变换器 3206 的信号上的延迟值。但是，储存在信息信号中的信息可以改为包括物理位置信息，它在解码器 3209 中被解码为适当的延迟组。这可以利用查找表来实现，所述查找表将音乐厅中的物理位置映射为一组延迟以实现对该位置的定向。最好使用诸如在本发明的第一方面的描述中提供数学算法，它将物理位置转化为一组延迟值。

本发明的第九方面也包括能用于常规音频回放装置的解码器，使得操纵信息能被用于提供传统的立体声或环绕声。对于耳机形式，

操纵信息可被用于合成记录的双耳表示，其中利用与头有关的传递函数，以定位听众周围的视在声源。利用这个解码器，比如说因为没有可用的相控阵列，如果需要，包括音频声道和有关操纵信息的记录信号可以常规方式被回放。

在本说明书中，提及了“音乐厅”。但是所描述的技术可适用于包括家庭电影和音乐回放以及在大的公共场所的大量应用。

上面的描述涉及利用通过阵列中所有变换器回放的单个音频输入的系统。但是，通过单独处理各个输入并因此计算各个输入的一组延迟系数（根据与所述输入有关的信息信号）以及对为各个变换器得到的延迟音频输入求和，所述系统可以被扩展以重放多个音频输入（还是利用所有变换器）。由于系统的线性特性，这是可能的。这允许利用相同的变换器以不同方式分开要定向的音频输入。因此，许多音频输入可以被控制，具有特定方向的定向性，所述特定方向在整个演出期间自动变化。

本发明的第十方面

本发明的第十方面涉及设计由 DPAA 装置输出的声场的方法。

当用户希望指定辐射图时，ADF 的使用为约束优化过程提供了许多自由度。用户将指定目标：一般是演出场的区域，其中覆盖应该尽可能均匀、或应该随距离系统性变化；其它区域，其中可能在特定频率处覆盖应该最小；或另外的区域，其中覆盖无关紧要。通过利用麦克风或其它定位系统、通过用户人工输入、或通过使用来自结构或声模型系统的数据集，可以指定区域。目标可以按优先级分级。优化过程可以在 DPAA 自身内执行，在此情况下，如上所述，它可以自适应地响应风的变化，或者作为独立的步骤，利用外部计算机执行，一般来说，优化包括为 ADF 选择适当的系数，以实现所需的效果。这可以例如通过以下方式来完成：以对应于如本发明第一方面描述的单组延迟的滤波器系数开始，并通过模拟来计算结果的辐射图。其它正和负射束（具有不同的适当延迟）可以简单地通

过将它们相应的滤波器系数加到现有组而被反复地相加，以改进所述辐射图。

其它可取的特性

可提供对辐射图和与各个输入有关的信号的焦点进行调整的装置，以响应在那些输入的节目数字信号的值——当只有要从那个输入再现的大声时，通过将那些信号的焦点马上向外移动，这样一种方法可被用于增大立体声信号和环绕声效果。因此，控制可以根据实际输入信号本身被实现。

通常，当焦点被移动时，需要改变应用到各个复制信号的延迟，所述各个复制信号涉及适当复制或省略的抽样。这最好逐步完成，以避免任何听得到的"喀咧"声，例如在大量抽样被同时省略时可能发生听得到的"喀咧"声。

本发明技术的实际应用包括如下：

用于家庭娱乐，在试听室中向不同位置投射多个实声源的能力使得在没有多个独立接线的扩音器的混乱、复杂和布线问题的情况下能再现多声道环绕声；

用于播音和音乐会音响系统，在三个方向修整 DPAA 辐射图以及具有多个同时射束的能力，它允许：

非常快的设置，因为 DPAA 的物理定向不是太关键，并且不需被重复地调整；

更少的扩音器总量，因为一种类型的扬声器（DPAA）能够实现多种辐射图，一般每种辐射图都需要具有适当喇叭的专用扬声器；

更好的可懂度，因为它简单地通过调整滤波器和延迟系数，可能减少到达反射曲面的声能，从而减少主要的回声；以及

更好控制不希望的声反馈，因为 DPAA 辐射图可以被设计成减少到达连接到 DPAA 输入的现场麦克风的能量；

用于拥挤控制和军事活动，在远距离区域产生非常强的声场的能力，所述场通过 DPAA 射束的聚焦和控制能方便并快速地重新定

位（不需要在物理上移动笨重的扩音器和/或喇叭），同时它通过跟踪光源能方便地定位到目标，并提供仍然是非侵害性的强大的声学武器；如果使用大阵列、或一组可能大间隔的协同独立 DPAA 板，则声场可以做到在聚焦区比 DPAA SET 附近强得多（如果整个阵列尺寸足够大，即使在声频带的较低端也是如此）。

图 1

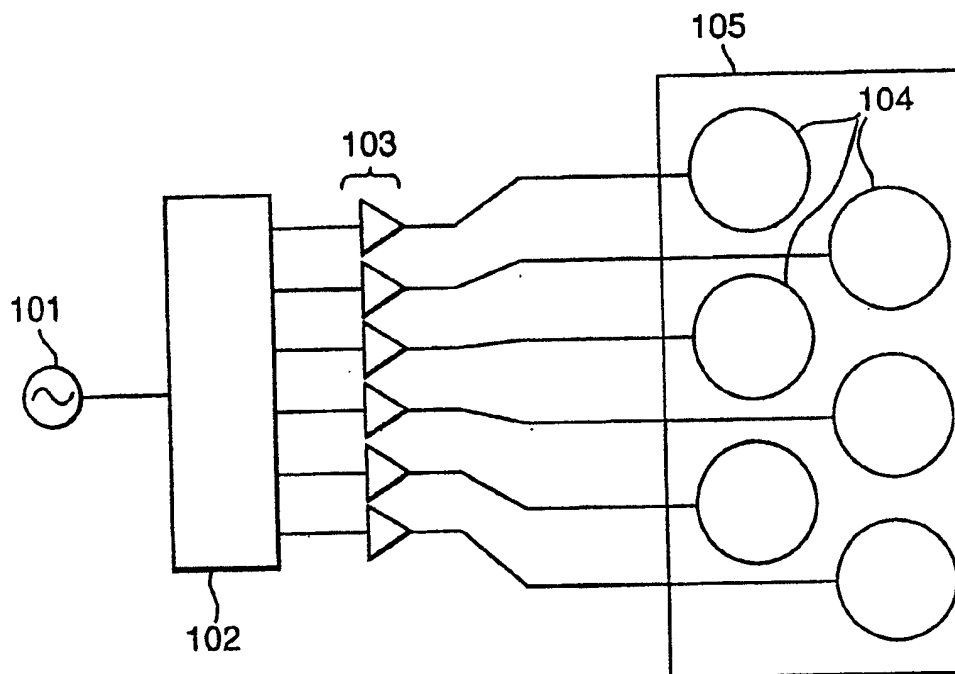


图 2A

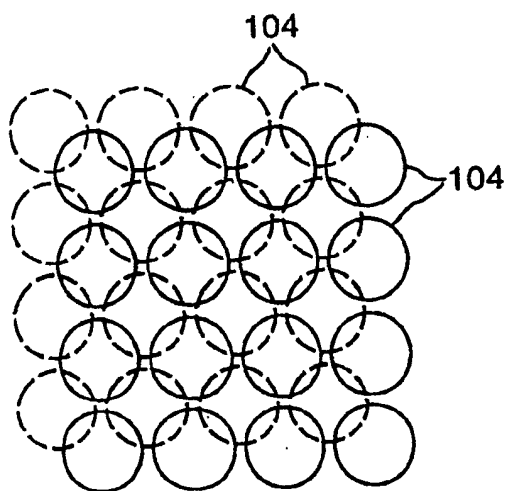


图 2B

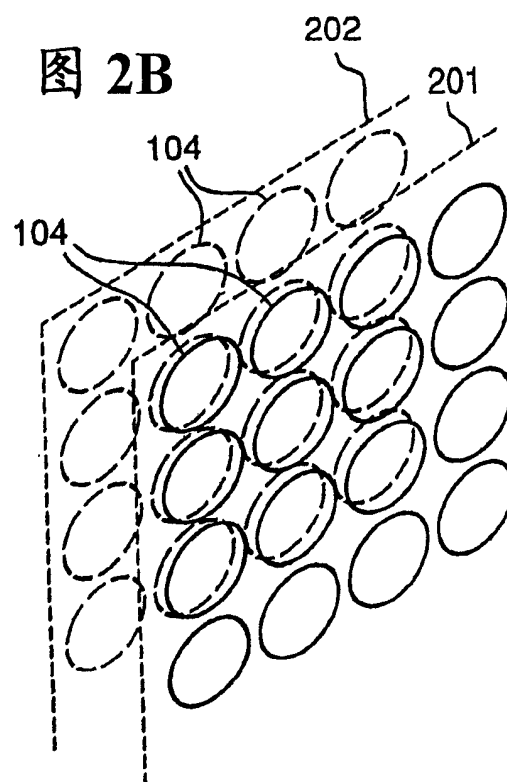


图 3A

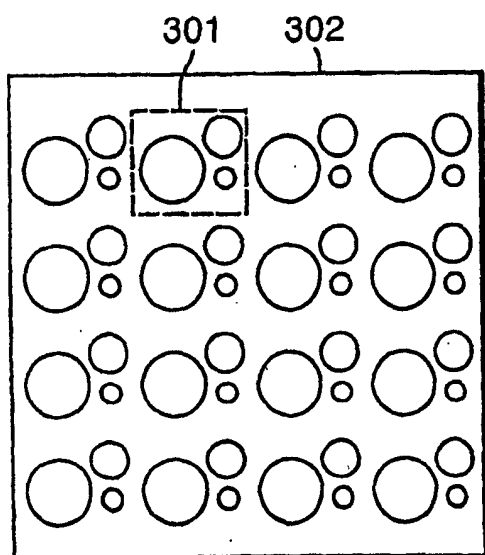


图 3B

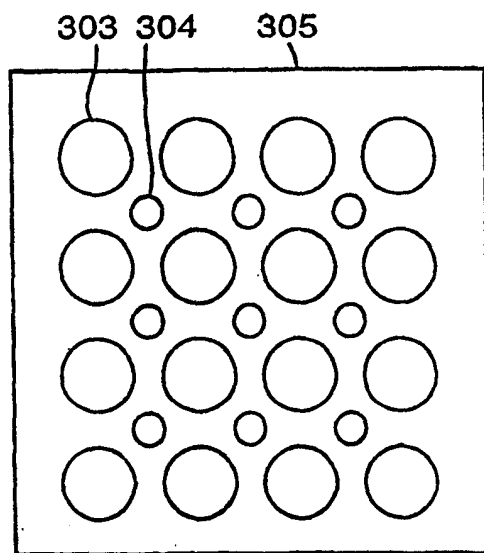


图 4A

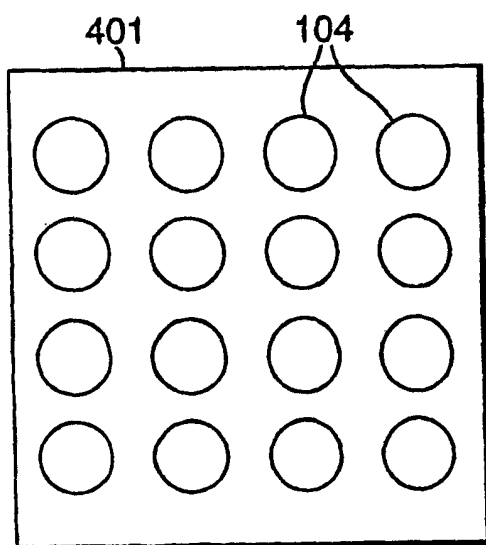


图 4B

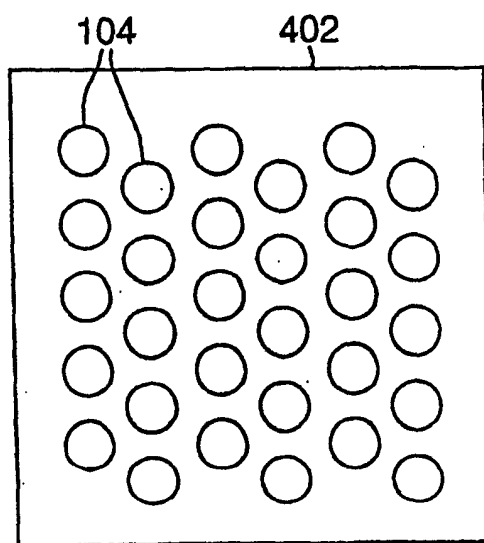


图 5

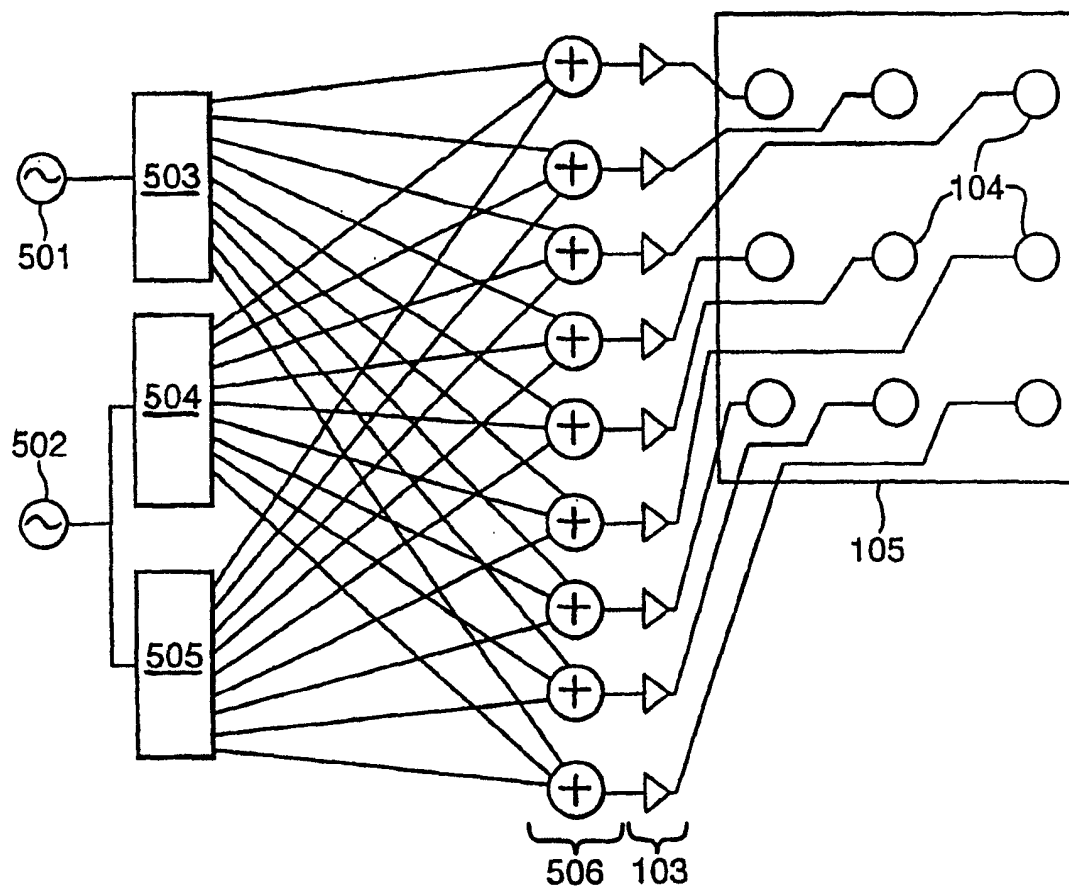


图 6

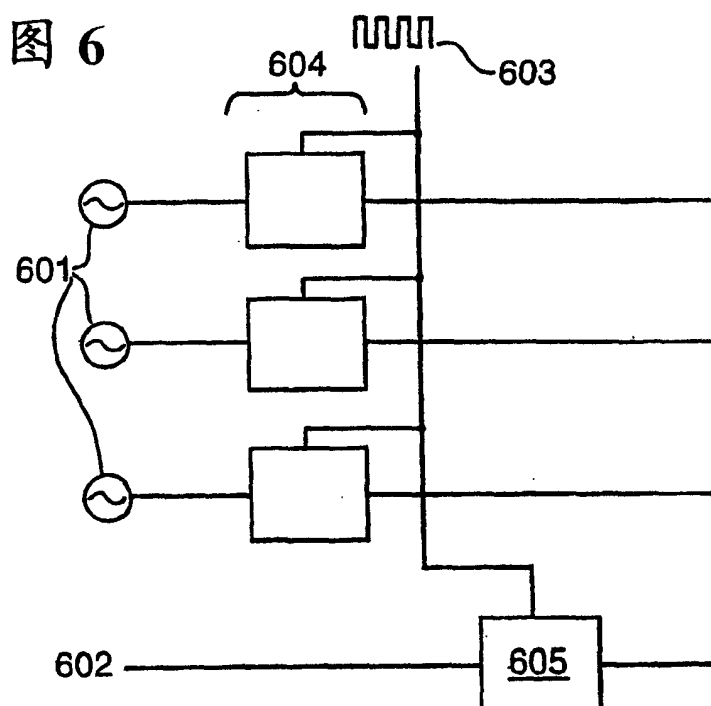


图 7

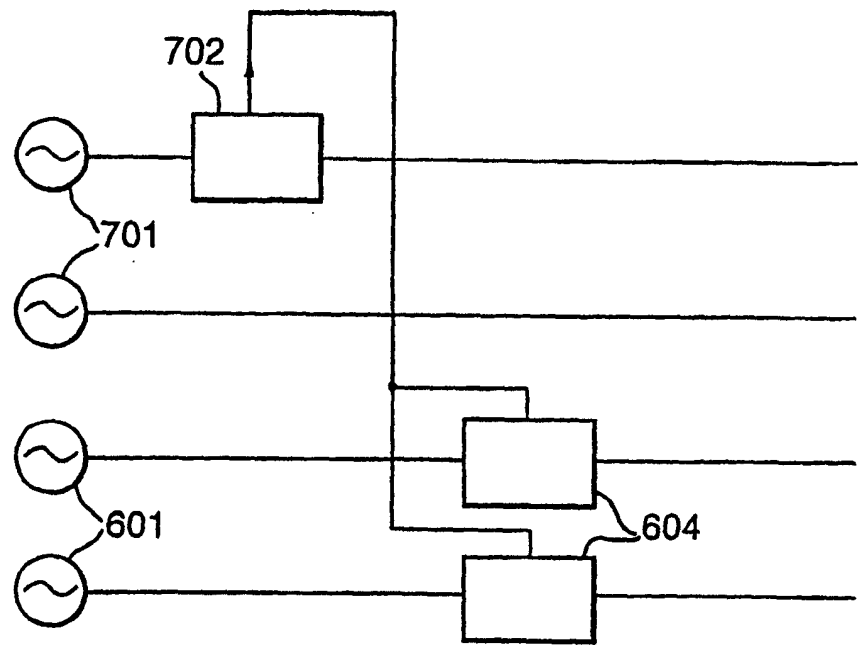


图 8

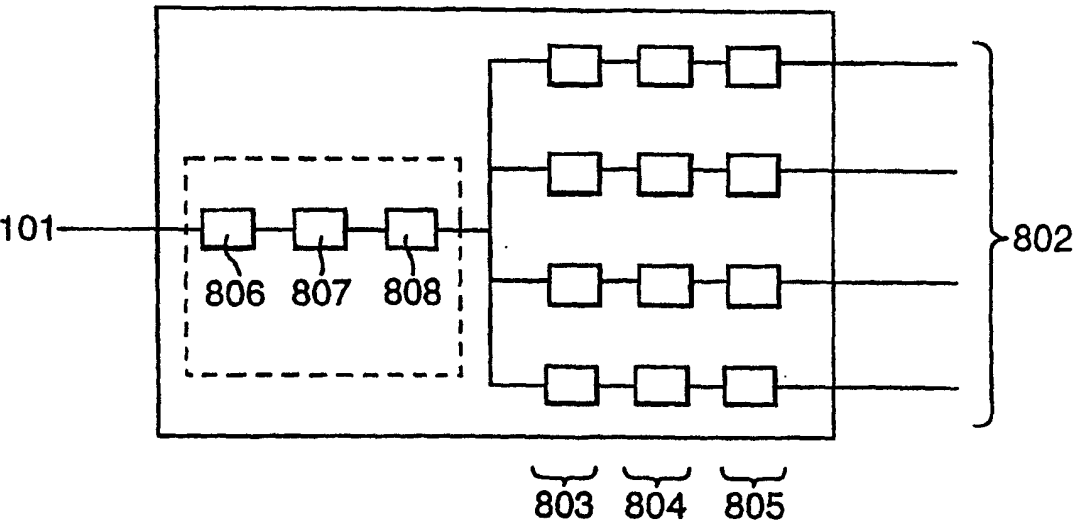


图 9

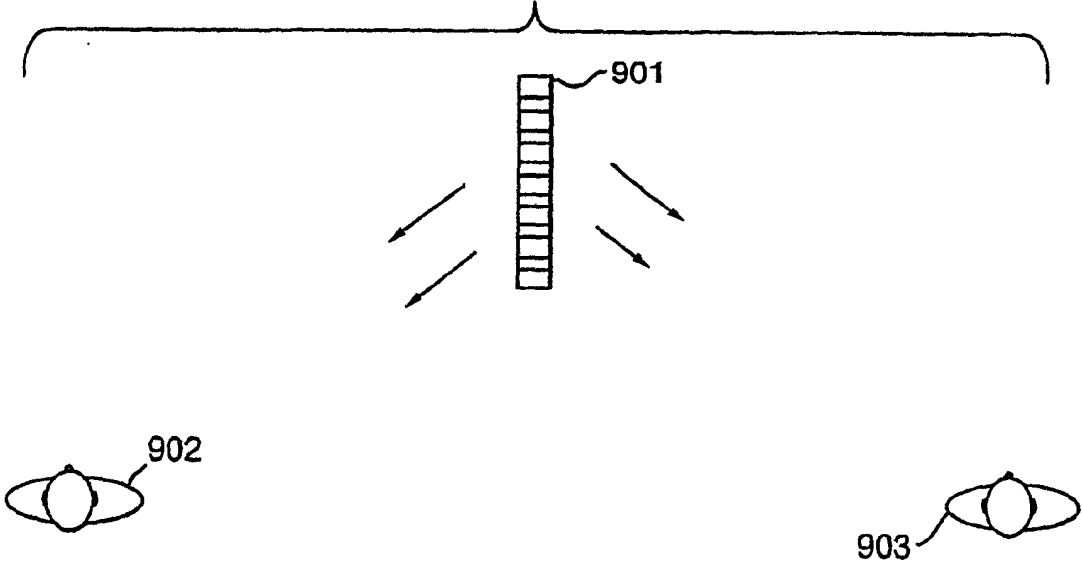


图 10

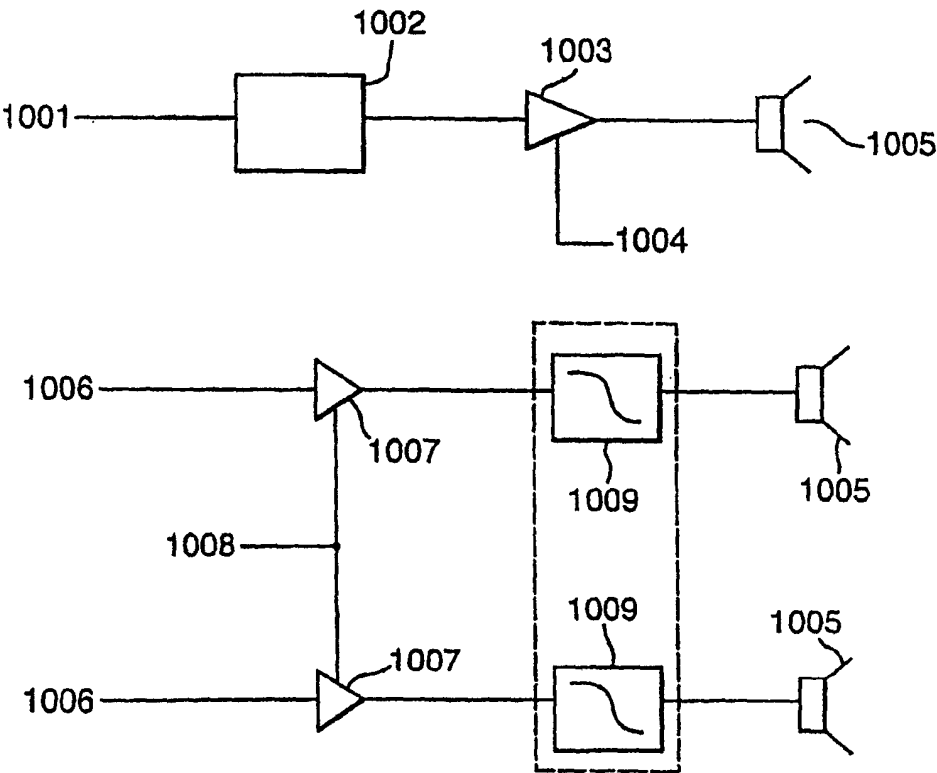


图 11

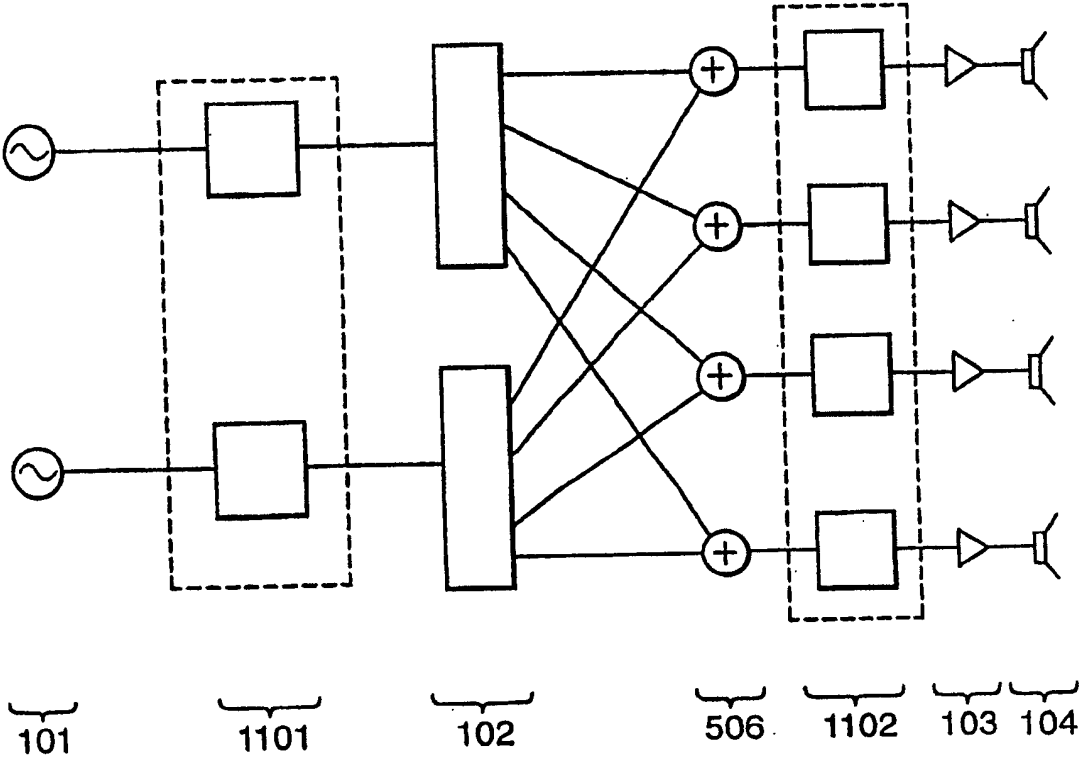


图 12

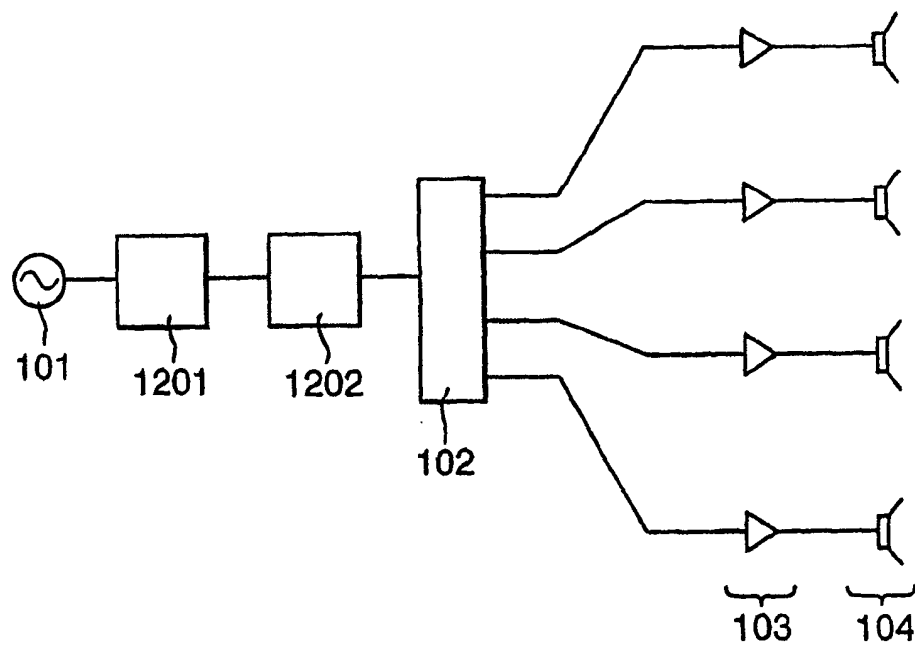


图 13

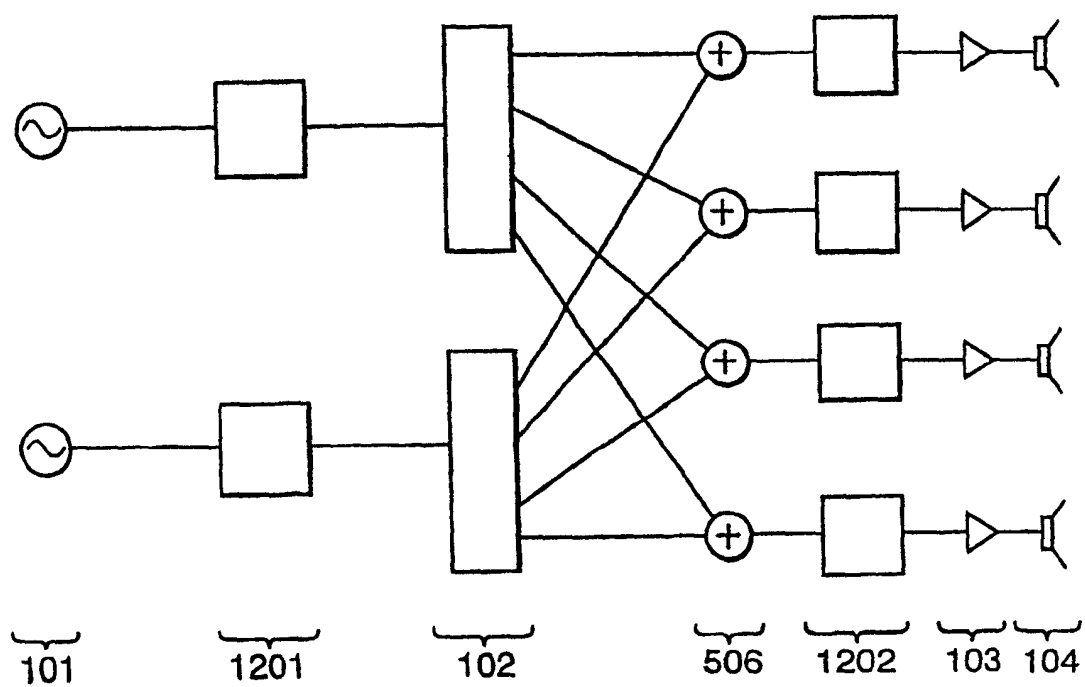


图 14

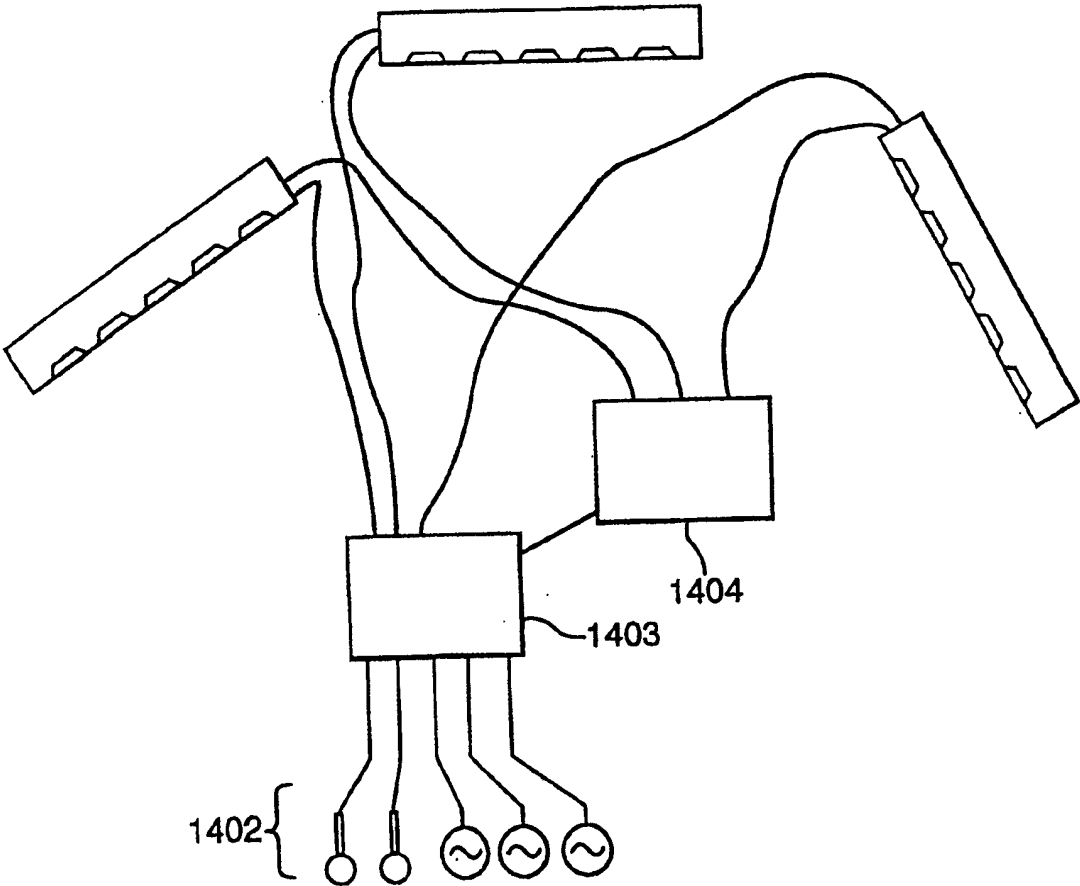


图 15

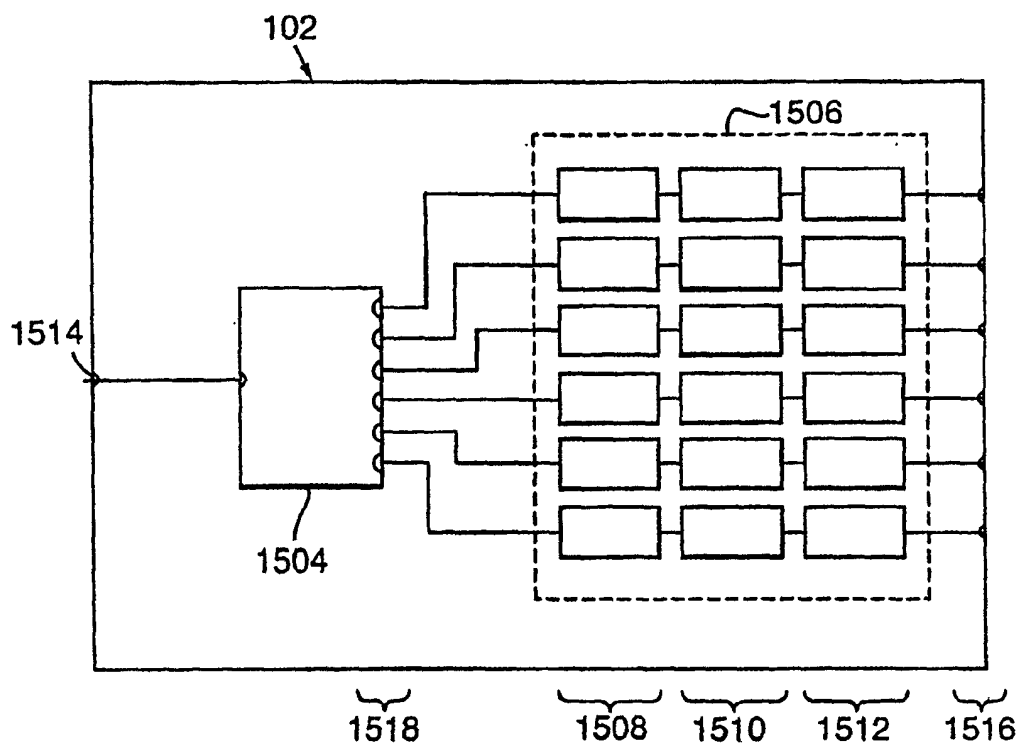


图 16B

图 16A

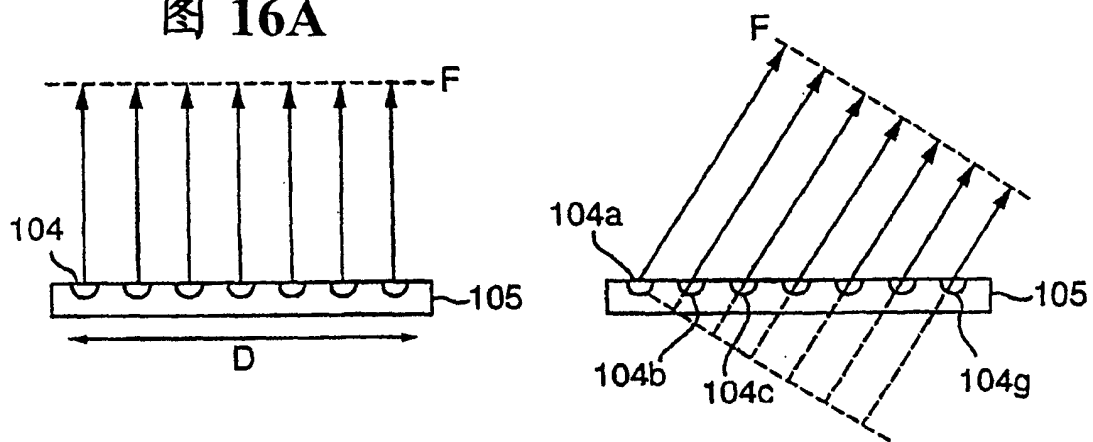


图 16C

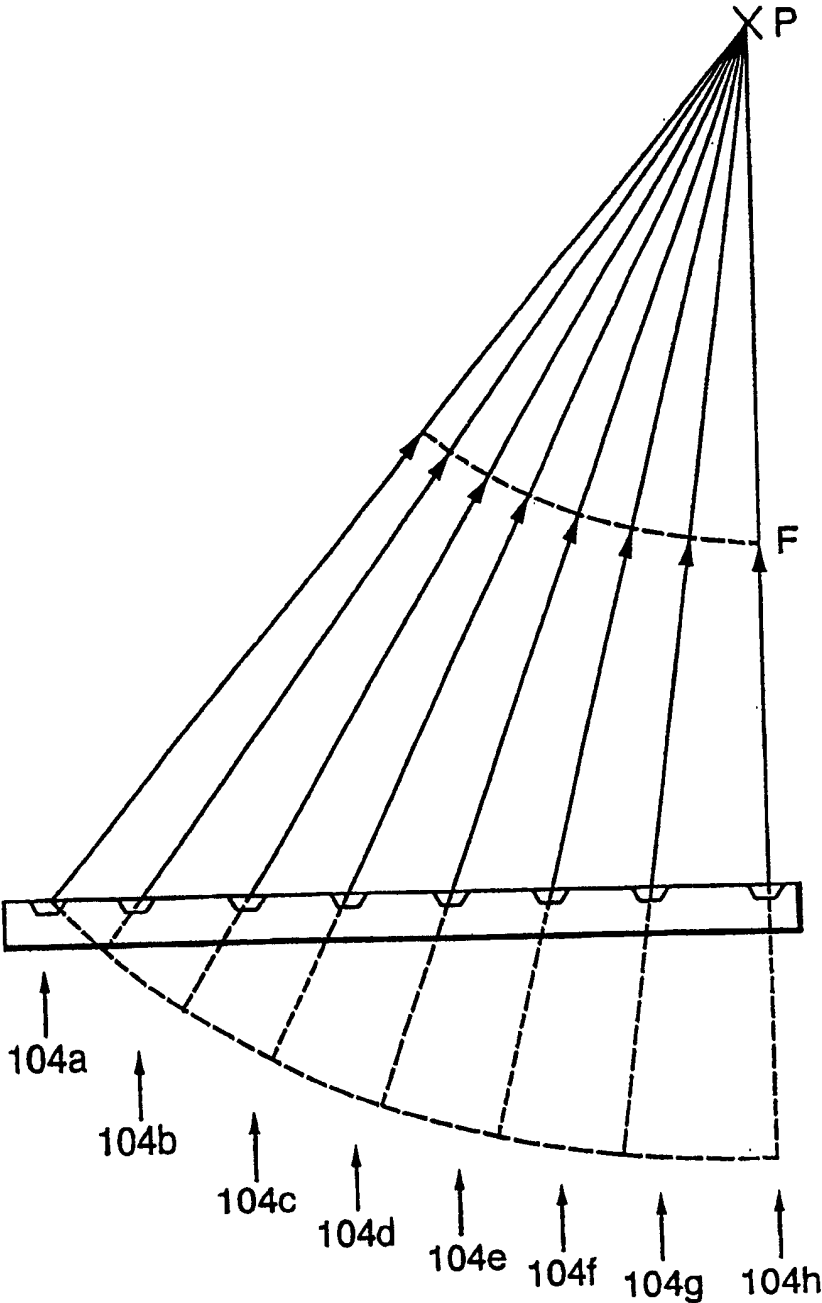
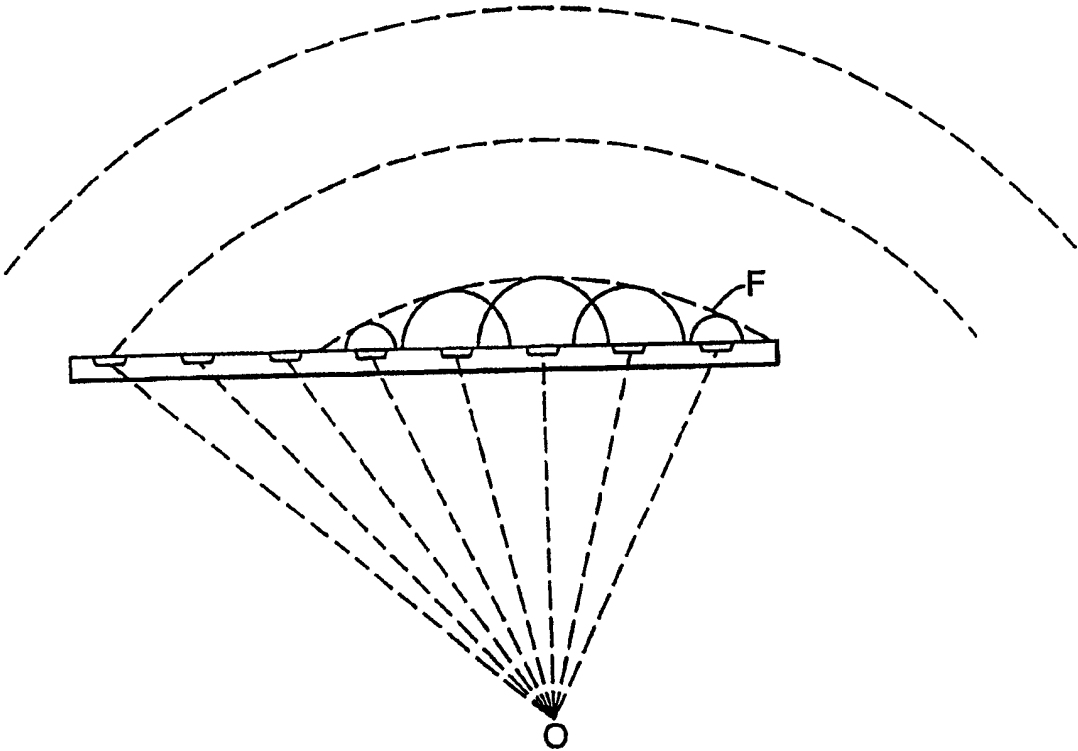


图 16D



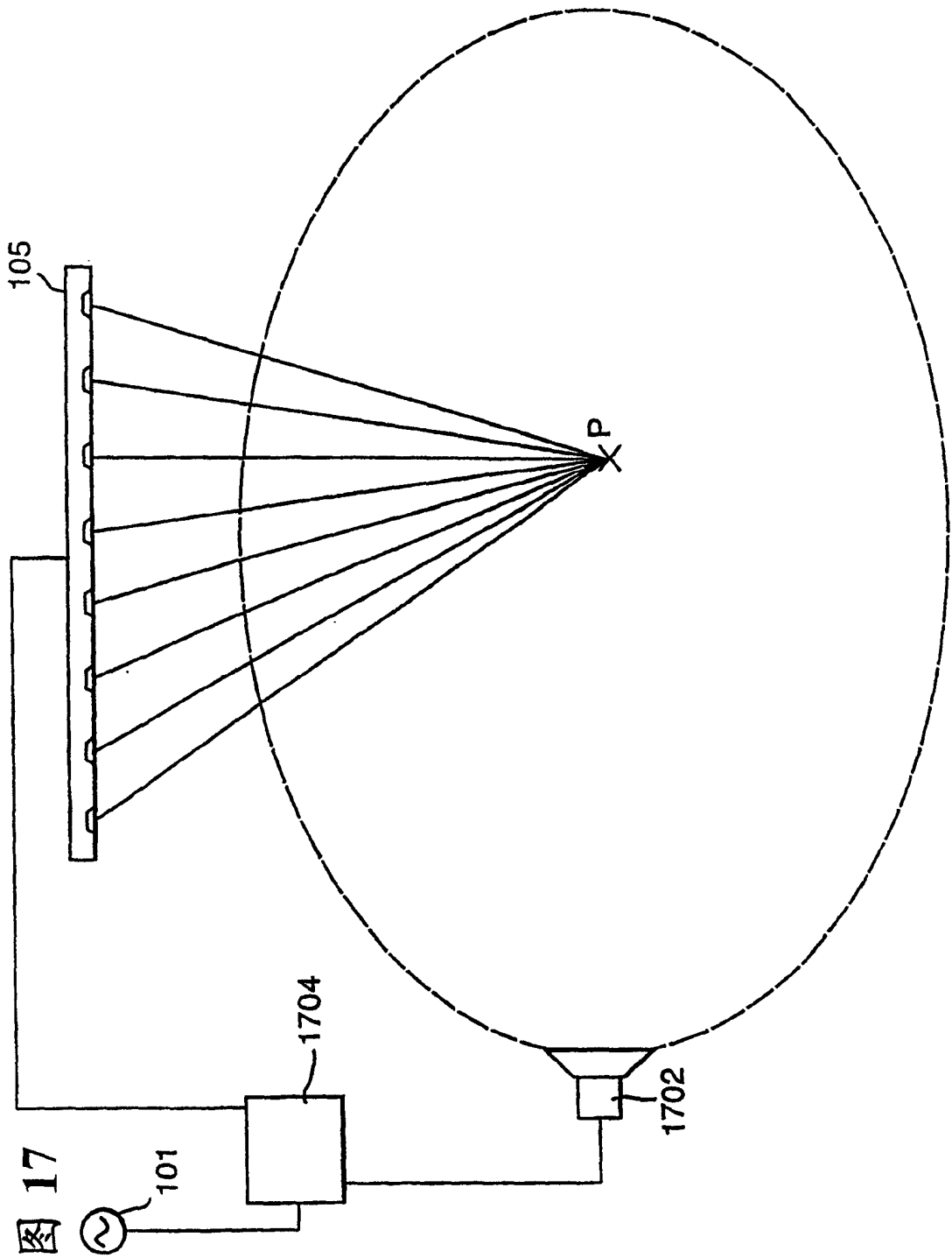


图 18

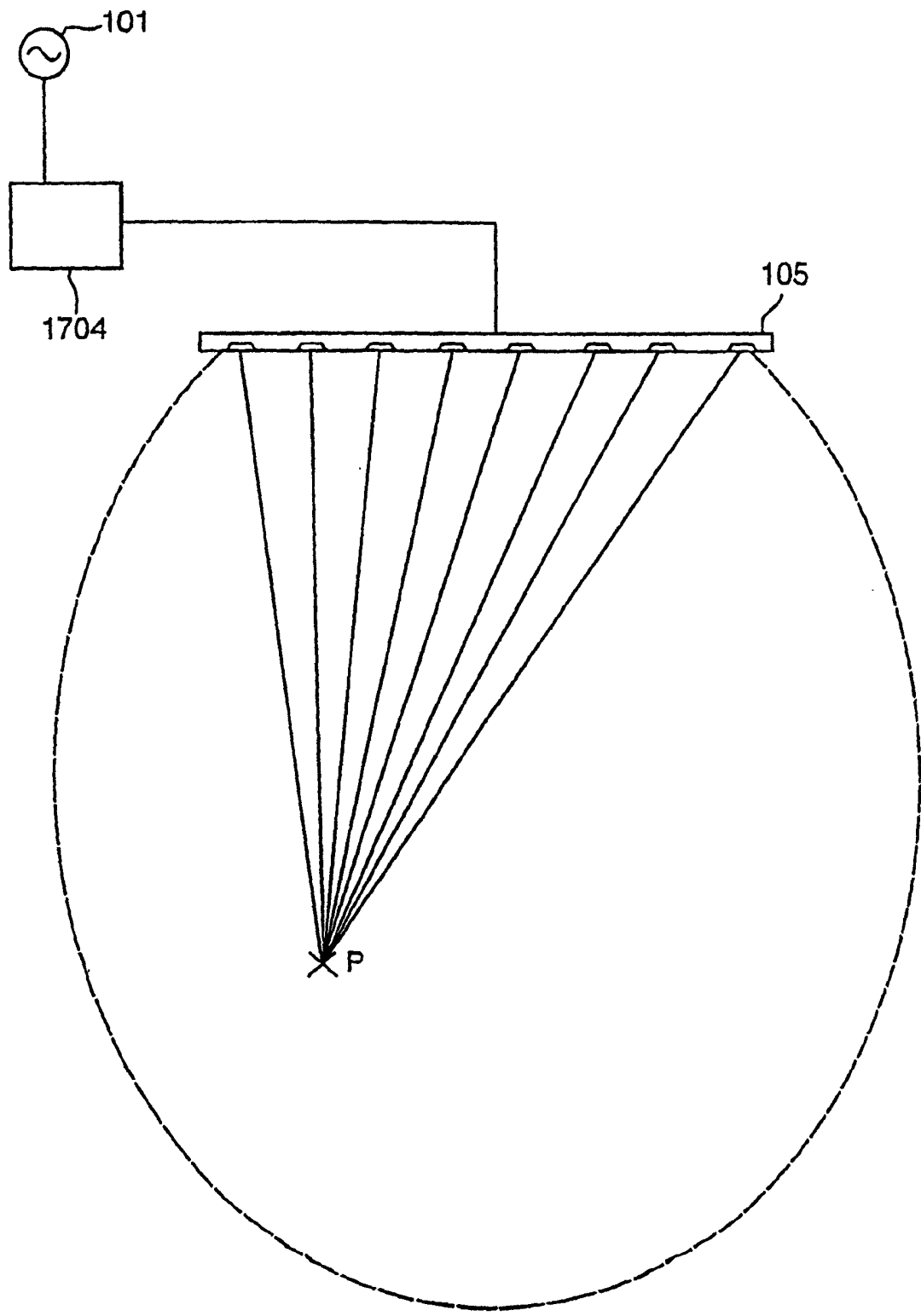


图 19

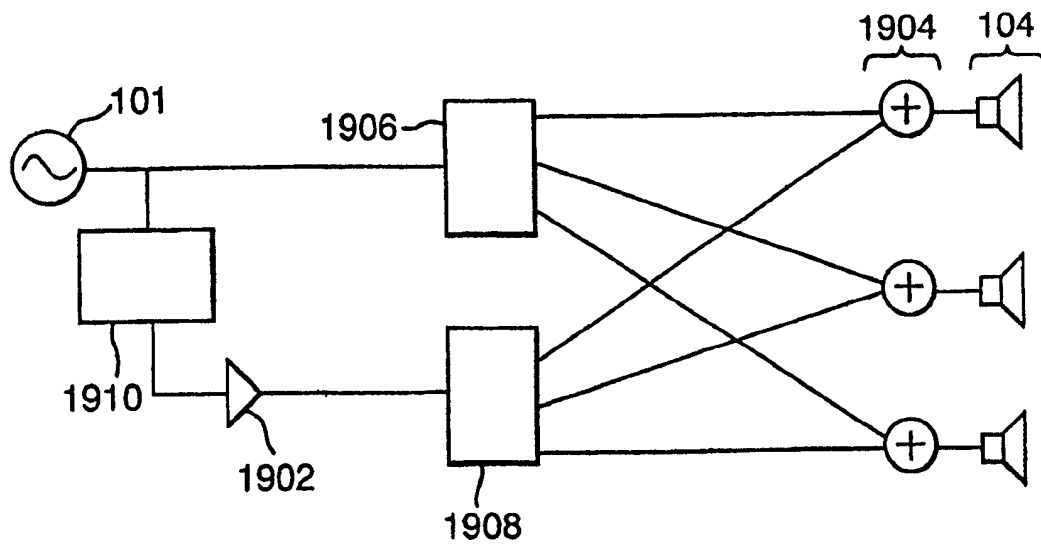


图 20

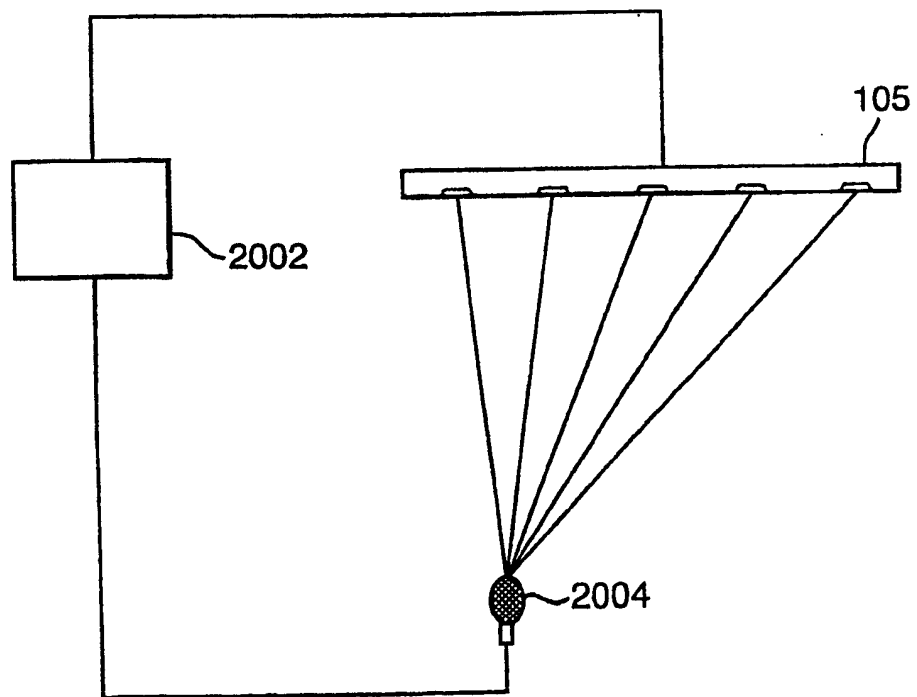


图 21

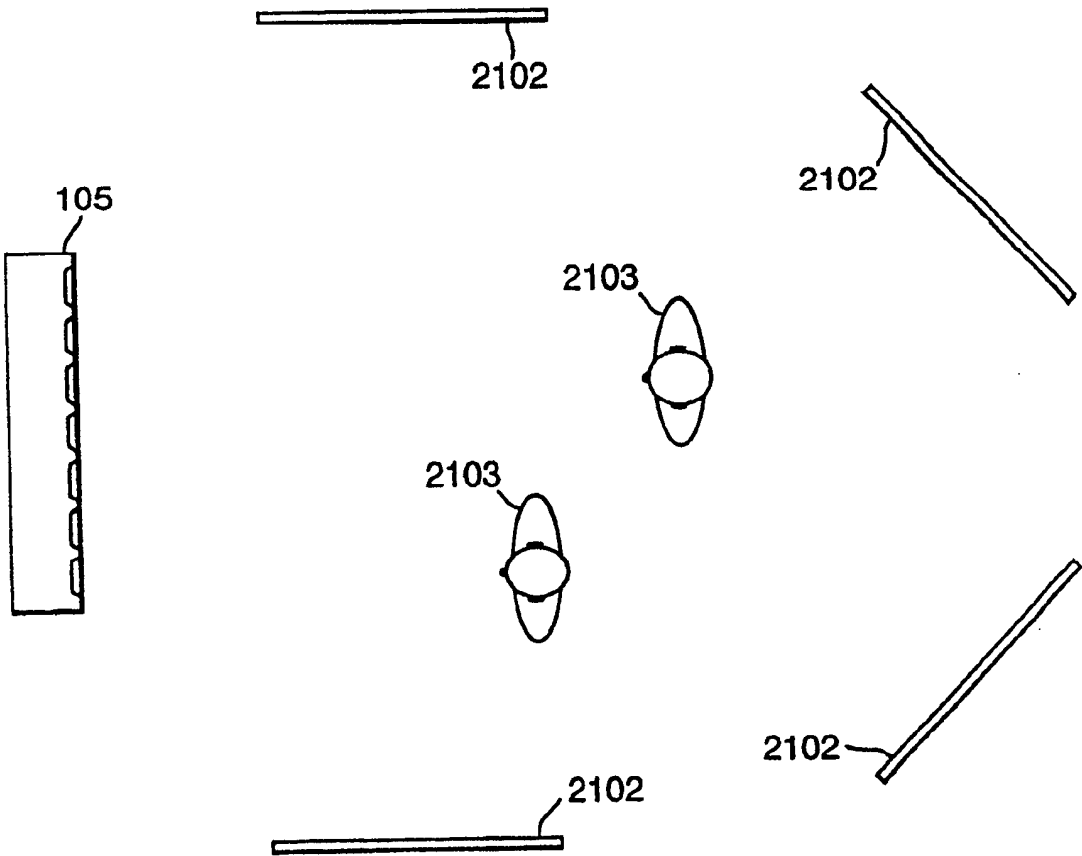
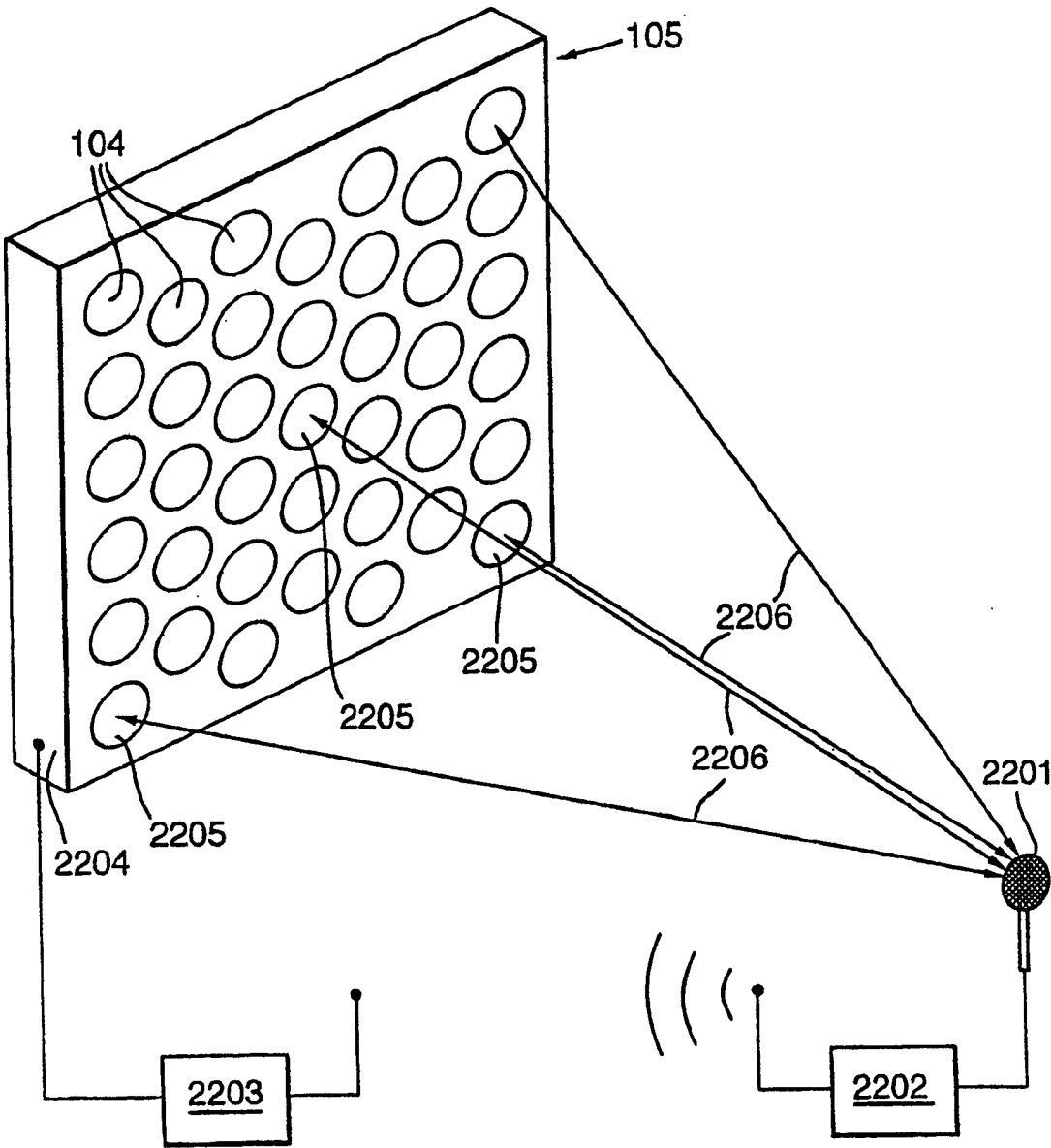


图 22



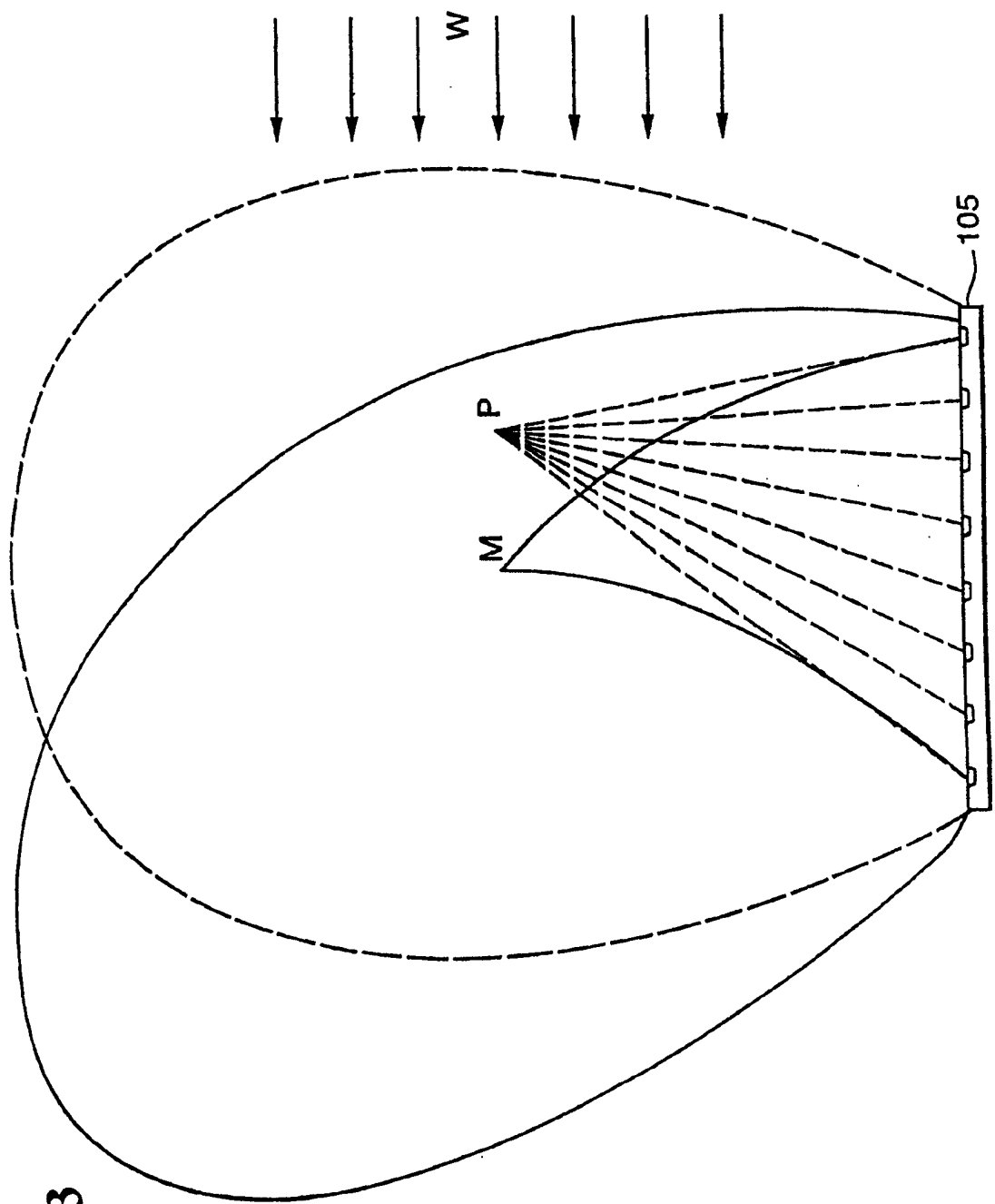


图 23

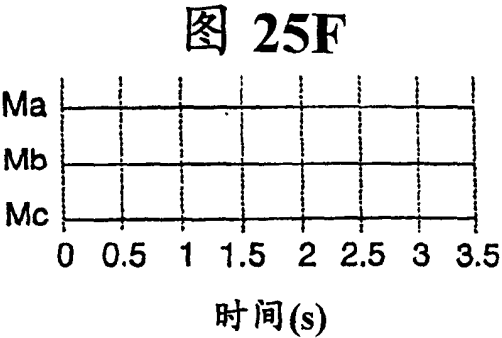
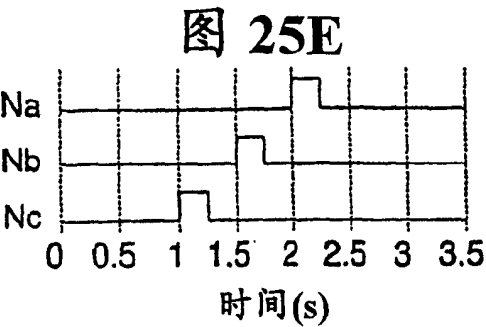
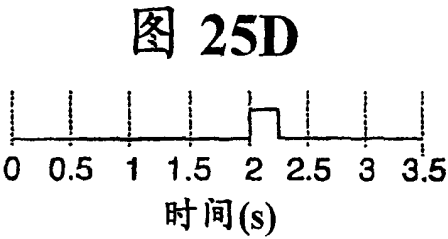
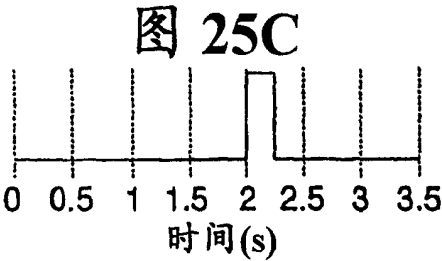
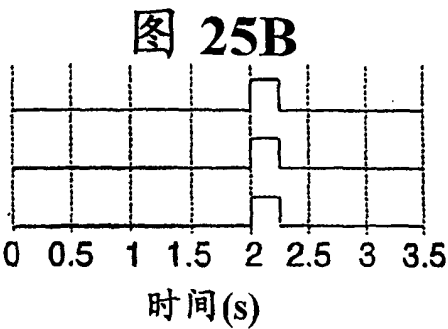
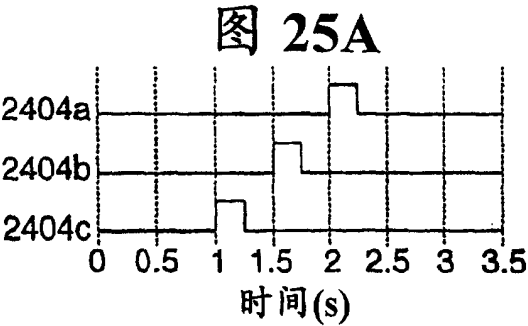
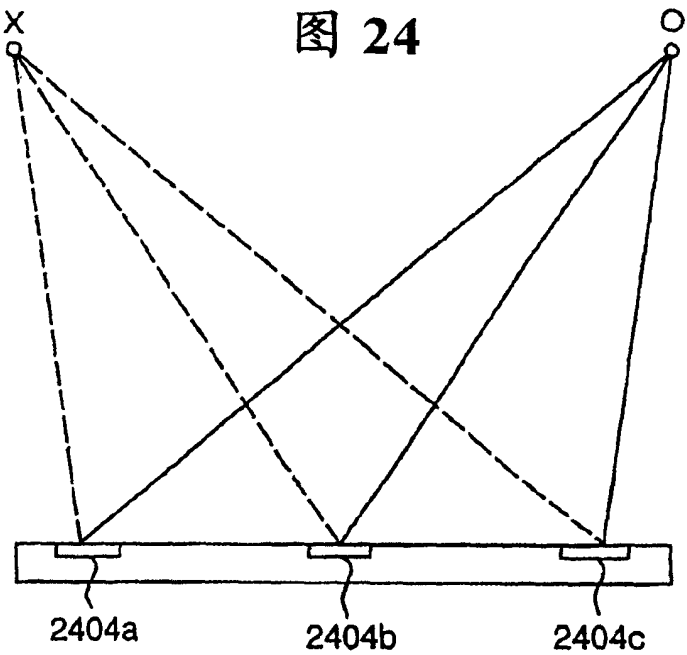


图 26A

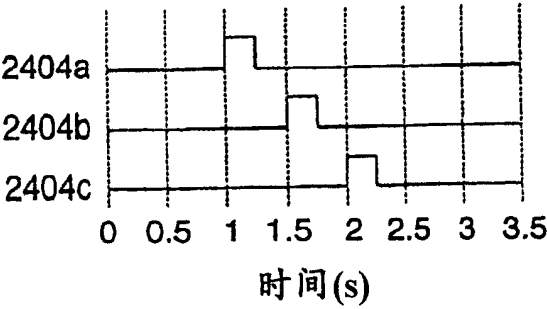


图 26B

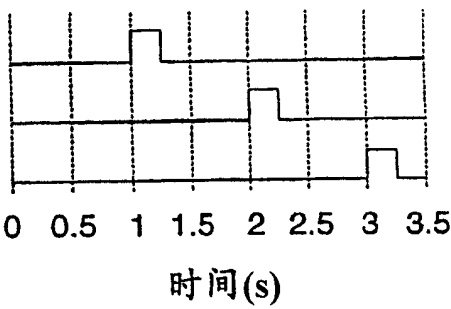


图 26C

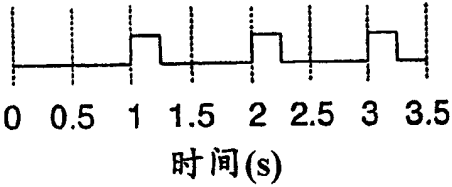


图 26D

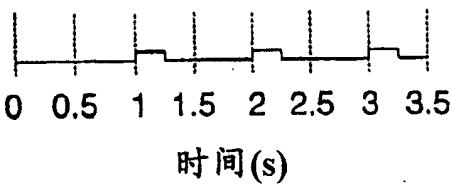


图 26E

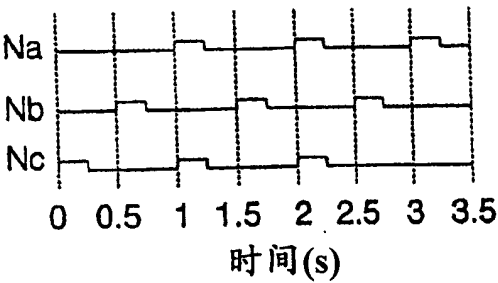
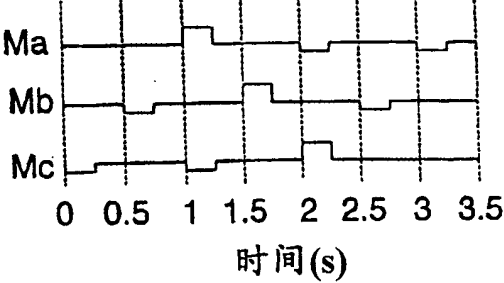


图 26F



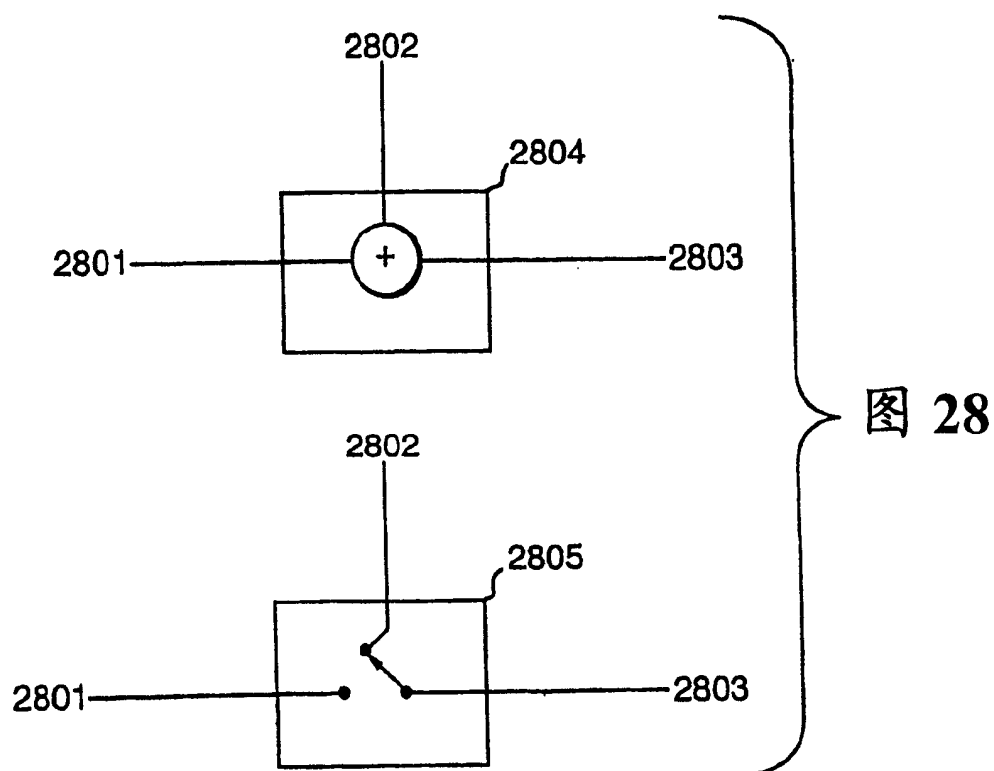
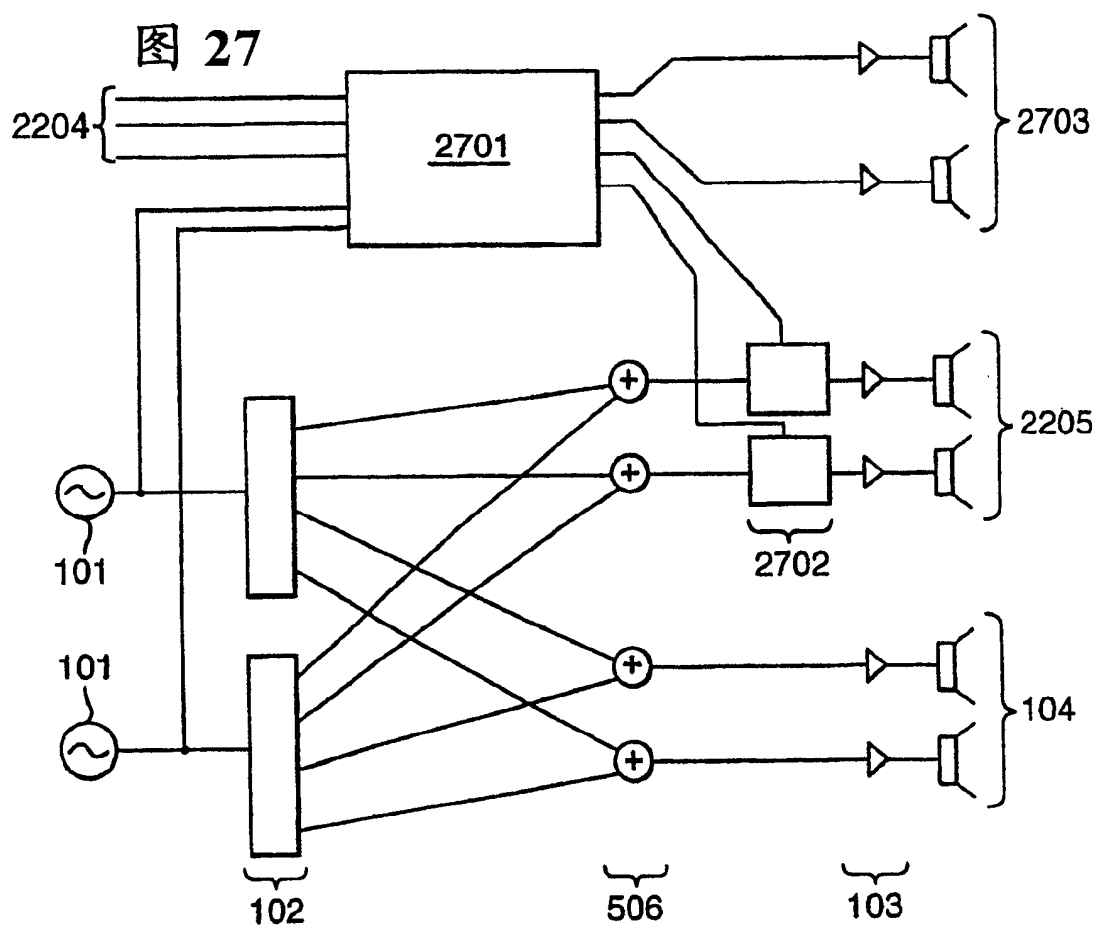


图 29

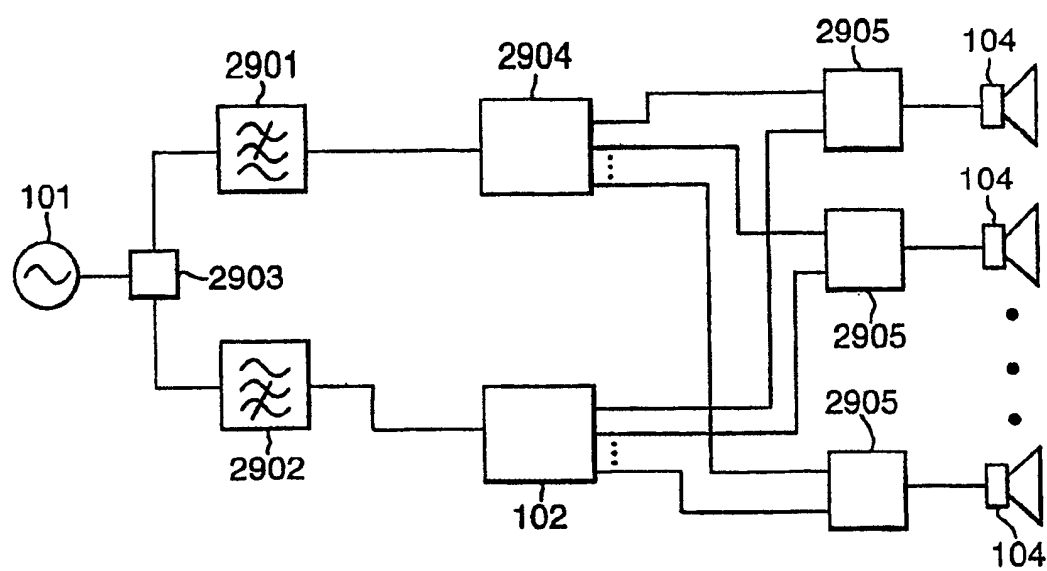


图 30

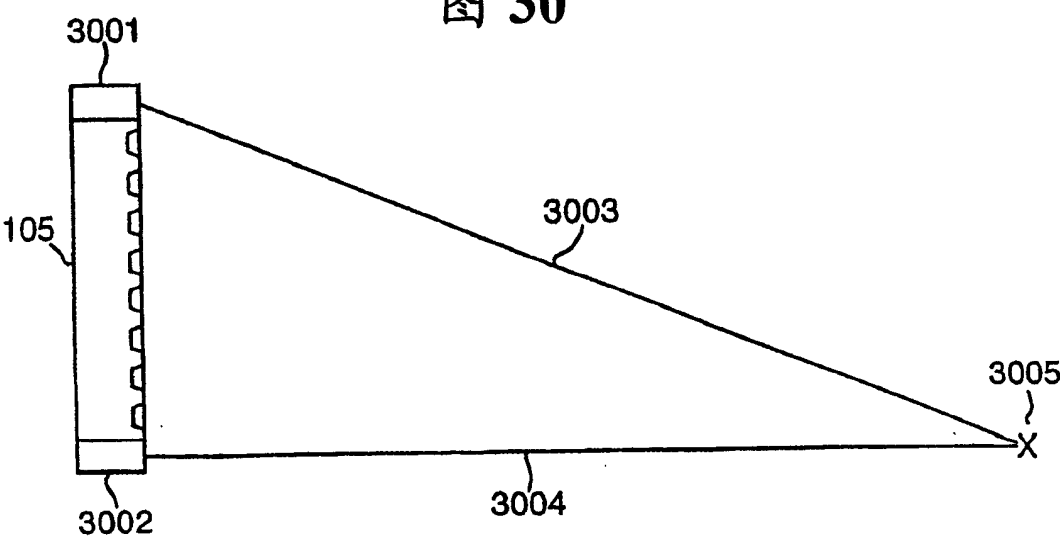


图 31

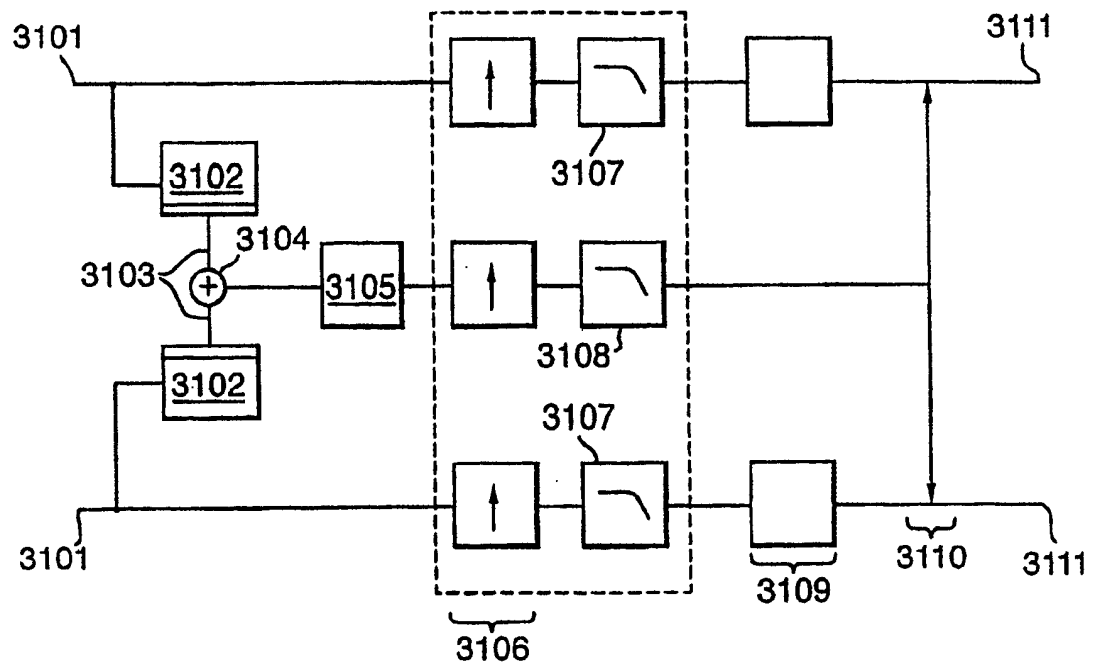


图 32

