



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1761368 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200510116312.X

(22) 申请日 2005.10.12

(30) 优先权数据

2004-297093 2004.10.12 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 佐古曜一郎 矢部进 寺内俊郎

山下功诚 三浦雅美

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱慰民

(51) Int. Cl.

H04S 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

R. J. Geluk. A Monitor System based on  
Wave-Synthesis. Audio Engineering Society96  
3789. 1992, 96 (3789), 1-16.

审查员 杨春光

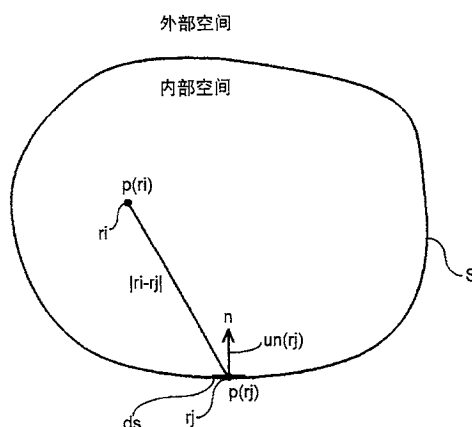
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 13 页

(54) 发明名称

再现音频信号的方法和装置

(57) 摘要

将音频信号提供给扬声器阵列以执行波阵面合成。用波阵面合成在无穷远处产生虚拟声源。



1. 一种用于再现音频信号的方法,其特征在于,包括以下步骤:

处理提供给第一扬声器阵列的第一音频信号以控制波阵面合成表面上数个控制点的声压和声点速度来执行波阵面合成;

用波阵面合成在无穷远处产生第一虚拟声源;

处理提供给第二扬声器阵列的第二音频信号以控制波阵面合成表面上数个控制点的声压和声点速度来执行波阵面合成;并

用波阵面合成在无穷远处产生第二虚拟声源,

其中从所述第一虚拟声源获取的第一声波的传播方向和从所述第二虚拟声源获取的第二声波的传播方向相互交叉。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,

将所述第一音频信号和所述第二音频信号提供给构成所述第一扬声器阵列和所述第二扬声器阵列的所有或部分扬声器。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,由相互交叉的所述第一声波的传播方向和所述第二声波的传播方向所限定的角是可变的。

4. 一种用于再现音频信号的装置,其特征在于,包括:

第一处理电路,适用于处理提供给第一扬声器阵列的第一音频信号以基于对波阵面合成表面上数个控制点的声压和声点速度的控制用波阵面合成产生第一虚拟声源;和

第一设置电路,适用于设置所述第一虚拟声源的位置,其中所述第一设置电路将所述第一虚拟声源的位置设置在无穷远处,从而从所述第一扬声器阵列输出平行平面波;

第二处理电路,适用于处理提供给第二扬声器阵列的第二音频信号以基于对波阵面合成表面上数个控制点的声压和声点速度的控制用波阵面合成产生第二虚拟声源;

第二设置电路,适用于将所述第二虚拟声源的位置设置在无穷远处,

其中从所述第一虚拟声源获取的第一声波的传播方向与从所述第二虚拟声源获取的第二声波的传播方向相互交叉。

5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,将所述第一音频信号和所述第二音频信号提供给构成所述第一扬声器阵列和所述第二扬声器阵列的所有或部分扬声器。

6. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述第一设置电路和所述第二设置电路改变由相互交叉的所述第一声波和传播方向和所述第二声波的传播方向所限定的角。

## 再现音频信号的方法和装置

### (1) 技术领域

[0001] 本发明涉及再现音频信号的方法和装置。

### (2) 背景技术

[0002] 在双声道立体声系统中,例如图 14 所示,虚拟声源 VSS 在左声道扬声器 SPL 和右声道扬声器 SPR 之间的一条线上产生,且感觉到的声音就象是从虚拟声源 VSS 发出的。当收听者位于其底边是扬声器 SPL 和 SPR 之间的线的等腰三角形的顶点时,实现了具有平衡的左右输出的立体声声场。特别是给予了位于等边三角形的顶点 P0 处的收听者最佳的立体声效果(见 PCT 日文译文专利公开号:2002-505058)。

### (3) 发明内容

[0003] 然而,实际上,收听者不总是位于最佳收听点 P0。例如,在存在多个收听者的环境中,一些收听者可以靠近任一扬声器。这样的收听者会听到将其任一声道中再现的声音加重的不平衡的声音。

[0004] 即使在存在单个收听者的环境中,给出最佳效果的收听点限于点 P0。

[0005] 根据本发明的一个实施例的用于再现音频信号的方法包括以下步骤:将第一音频信号提供给第一扬声器阵列以执行波阵面合成,用波阵面合成在无穷远处产生第一虚拟声源,将第二音频信号提供给第二扬声器阵列以执行波阵面合成,并用波阵面合成在无穷远处产生第二虚拟声源,其中从第一虚拟声源获取的第一声波的传播方向和从第二虚拟声源获取的第二声波的传播方向相互交叉。

[0006] 根据本发明的一个实施例,左右声道声波作为平行平面波从扬声器输出。因此,可以在各声波声道的整个收听区域以相同的音量级再现声音,且收听者可以在整个收听区域收听具有平衡音量的左右声道声音。

### (4) 附图说明

[0007] 图 1 为示出本发明的一个实施例的声音空间的图;

[0008] 图 2A 和 2B 为示出本发明的一个实施例的声音空间的图;

[0009] 图 3 为示出根据本发明的一个实施例的示例声音空间的图;

[0010] 图 4A 和 4B 为根据本发明的一个实施例的波阵面合成的模拟图;

[0011] 图 5A 和 5B 为示出根据本发明的一个实施例的波阵面的图;

[0012] 图 6 为示出根据本发明的一个实施例的声音空间的图;

[0013] 图 7 为示出根据本发明的一个实施例的电路的示意图;

[0014] 图 8 为根据本发明的一个实施例的再现装置的方框图;

[0015] 图 9A 和 9B 为示出根据本发明的实施例的再现装置的操作的图;

[0016] 图 10 为根据本发明的一个实施例的再现装置的方框图;

[0017] 图 11A 和 11B 为示出根据本发明的实施例的再现装置的操作的图;

- [0018] 图 12A 和 12B 为示出根据本发明的一个实施例的再现操作的图；  
 [0019] 图 13 为示出根据本发明的一个实施例的再现装置的操作的图；  
 [0020] 图 14 为示出一般的立体声声场的图。

### (5) 具体实施方式

[0021] 根据本发明的一个实施例,用波阵面合成产生虚拟声源,并控制该虚拟声源的位置以将左右声道声波作为平行平面波传播。

[0022] [1] 声场再现

[0023] 参见图 1,闭合的表面 S 包围着一个具有任意形状的空间,且在该闭合的表面 S 中不包括声源。以下符号用于表示该闭合表面 S 的内部和外部空间：

[0024]  $p(r_i)$  :内部空间中任意点  $r_i$  处的声压

[0025]  $p(r_j)$  :闭合的表面 S 上任意点  $r_j$  处的声压

[0026]  $ds$  :包括点  $r_j$  的小区域

[0027]  $n$  :在点  $r_j$  处到小区域  $ds$  的矢量法线

[0028]  $un(r_j)$  :在点  $r_j$  处法线  $n$  的方向上的声点速度

[0029]  $\omega$  :音频信号的角频率

[0030]  $\rho$  :空气密度

[0031]  $v$  :音速 (= 340m/s)

[0032]  $k$  :  $\omega / v$

[0033] 用以下基尔霍夫积分公式确定声压  $p(r_i)$  :

$$[0034] \quad p(r_i) = \int_S \left( p(r_j) \frac{\partial G_{ij}}{\partial n} + j\omega \rho un(r_j) G_{ij} \right) ds \quad \cdots \text{公式 (1)}$$

$$[0035] \quad \text{其中} \quad G_{ij} = \frac{\exp(-jk|r_i - r_j|)}{4\pi|r_i - r_j|}$$

[0036] 公式 (1) 指闭合表面 S 上点  $r_j$  处声压  $p(r_j)$  和在法向矢量方向上点  $r_j$  处的声点速度  $un(r_j)$  的合适的控制允许在闭合表面 S 的内部空间中再现声场。

[0037] 例如,声源 SS 在图 2A 的左边部分中示出,而围绕具有半径 R 的球面空间的闭合表面 SR(由虚线表示)在图 2A 的右边部分示出。如上所述,通过控制闭合表面 SR 上的声压和声点速度  $un(r_j)$ ,可以不用声源 SS 而再现由声源 SS 在闭合表面 SR 的内部空间内产生的声场。在声源 SS 的位置处产生虚拟声源 VSS。因此,合适地控制了闭合表面 SR 上的声压和声点速度,从而允许收听者在闭合表面 SR 内感觉到声音,就好象虚拟声源 VSS 处于声源 SS 的位置。

[0038] 当闭合表面 SR 的半径无穷大时,定义了一个平面表面 SSR 而不是闭合表面 SR,如图 2A 中的实线所示。又,通过控制平面表面 SSR 上的声压和声点速度,可以不用声源 SS 而再现由声源 SS 在闭合表面 SR 的内部空间中所产生的声场、或在平面表面 SSR 右边区域内所产生的声场。在此情况下,也在声源 SS 的位置处产生虚拟声源 VSS。

[0039] 因此,对平面表面 SSR 上所有点处的声压和声点速度的合适的控制允许将虚拟声源 VSS 放置在平面表面 SSR 的左边,并允许将声场放置在右边。该声场可以是收听区域。

[0040] 实际上,如图 2B 中所示,平面表面 SSR 的宽度是有限的,并控制了平面表面 SSR 上

有限的点 CP1-CPx 处的声压和声点速度。在以下说明中,将平面表面 SSR 上声压和声点速度受控制的点 CP1-CPx 称为“控制点”。

[0041] [2] 控制点 CP1-CPx 处的声压和声点速度的控制

[0042] 为了控制控制点 CP1-CPx 处的声压和声点速度,如图 3 中所示,执行以下过程:

[0043] (A) 相对于平面表面 SSR 将多个 m 扬声器 SP1-SPm 放置在靠近声源,例如,平行于平面表面 SSR。扬声器阵列是扬声器 SP1-SPm 的集合。

[0044] (B) 控制提供给扬声器 SP1-SPm 的音频信号以控制在控制点 CP1-CPx 处的声压和声点速度。

[0045] 这样,用波阵面合成再现从扬声器 SP1-SPm 输出的声波,好象该声波是从虚拟声源 VSS 输出,以产生所希望的声场。用波阵面合成再现从扬声器 SP1-SPm 输出的声波的位置处于平面表面 SSR 上。因此,在以下说明中,平面表面 SSR 被称为“波阵面合成表面”。

[0046] [3] 波阵面合成的模拟

[0047] 图 4A 和 4B 示出示例的基于计算机的波阵面合成的模拟。虽然以下讨论提供给扬声器 SP1-SPm 的音频信号的处理,用下列值进行模拟:

[0048] 扬声器的数量 m:16

[0049] 扬声器之间的距离:10cm

[0050] 各扬声器的直径:8cm $\Phi$

[0051] 控制点的位置:向收听者离开各扬声器 10cm

[0052] 控制点的数量:16 (在线上以 1.3cm 的间隔相隔)

[0053] 图 4A 中所示的虚拟声源的位置:收听区域前面 1m

[0054] 图 4B 中所示的虚拟声源的位置:收听区域前面 3m

[0055] 收听区域的大小:2.9(深) $\times$ 4m(宽)

[0056] 当用 w 表示以米(m)为单位的扬声器之间的距离,用 v 表示音速(=340m/s),并用 fhi 表示以赫兹(Hz)为单位的再现的上限频率时,定义下列等式:

[0057]  $f_{hi} = v / (2w)$

[0058] 因此,最好减小扬声器 SP1-SPm(m=16)之间的距离 w。因此,扬声器 SP1-SPm 的直径越小越好。

[0059] 当提供给扬声器 SP1-SPm 的音频信号是数字处理的信号时,控制点 CP1-CPx 之间的距离最好不超过与采样频率相应的波长的 1/4-1/5,以抑制采样干扰。如上所述,在这些模拟中,提供了 8kHz 的采样频率,且控制点 CP1-CPx 之间的距离为 1.3cm。

[0060] 在图 4A 和 4B 中,用波阵面再现从扬声器 SP1-SPm 输出的声波,就好像它们是从虚拟声源 VSS 输出的,并在收听区域中显示清楚的波形。即,合适地进行波阵面合成以产生目标虚拟声源 VSS 和声场。

[0061] 在图 4A 中所示的模拟中,虚拟声源 VSS 的位置是收听区域前 1m,且虚拟声源 VSS 离波阵面合成表面 SSR 较近。因此波形的曲率小。另一方面,在图 4B 中所示的模拟中,虚拟声源 VSS 的位置是收听区域前 3m,且虚拟声源 VSS 比图 4A 所示的离波阵面合成表面 SSR 更远。因此波形的曲率比图 4A 中所示的大。因此,因为虚拟声源 VSS 离波阵面合成表面 SSR 更远,声波变得更靠近平行平面波。

[0062] [4] 平行平面波声场

[0063] 如图 5A 中所示,根据从扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的输出用波阵面合成产生虚拟声源 VSS。虚拟声源 VSS 设置在离扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 无限距离处(波阵面合成表面),并设置在扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的中心的声轴上。如从前面部分(部分 [3])中的波阵面合成的模拟中可以明显地看出的,通过波阵面合成所获得的声波(波形)SW 也具有无限曲率,且声波 SW 作为平行平面波沿扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的的声轴传播。

[0064] 如图 5B 中所示,另一方面,当将虚拟声源 VSS 放置在离扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 无穷远处时,如果虚拟声源 VSS 的位置从扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的中心声轴偏移,通过波阵面合成所获得的声波 SW 作为平行平面波传播,并将声波 SW 的传播方向与扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的声轴之间所限定的角  $\theta$  设置成  $\theta \neq 0$ 。

[0065] 在以下说明中,角  $\theta$  称为“偏转角”。在立体声系统中,当声波 SW 的传播方向沿扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的中心声轴时设定  $\theta = 0$ ,为左声道中的逆时针方向设置  $\theta > 0$ ,为右声道中的顺时针方向设置  $\theta < 0$ 。

[0066] 因为图 5A 和 5B 中所示的声波 SW 包括平行平面波,在由声波 SW 产生的整个声场中声波 SW 具有相同的声压,故声压级没有不同。因此,在整个声波 SW 的声场中音量级相同。

[0067] [5] 波阵面合成算法

[0068] 在图 6 中,使用下列符号:

[0069]  $u(\omega)$ :虚拟声源 VSS 的输出信号,即,原始音频信号

[0070]  $H(\omega)$ :与信号  $u(\omega)$  卷积以实现合适的波阵面合成的传递函数

[0071]  $C(\omega)$ :从扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 至控制点 CP1-CP<sub>m</sub> 的传递函数

[0072]  $q(\omega)$ :用波阵面合成在控制点 CP1-CP<sub>m</sub> 处实际再现的信号

[0073] 通过将传递函数  $C(\omega)$  和  $H(\omega)$  与原始音频信号  $u(\omega)$  卷积来确定再现的音频信号  $q(\omega)$ ,并由下列等式给出:

[0074]  $q(\omega) = C(\omega) \cdot H(\omega) \cdot u(\omega)$

[0075] 通过确定从扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 至控制点 CP1-CP<sub>x</sub> 的传递函数来定义传递函数  $C(\omega)$ 。

[0076] 通过传递函数  $H(\omega)$  的控制,根据再现的音频信号  $q(\omega)$  执行合适的波阵面合成,并产生图 5A 和 5B 中所示的平行平面波形。

[0077] [6] 发生电路

[0078] 用于产生根据前面部分(部分 [5])中所述的波阵面合成算法从原始音频信号  $u(\omega)$  再现的音频信号  $q(\omega)$  的发生电路可具有图 7 中所示的示例结构。为扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 中的每一个提供了此发生电路,并提供了发生电路 WF1-WF<sub>m</sub>。

[0079] 在各发生电路 WF1-WF<sub>m</sub> 中,通过输入端 11 将原始数字音频信号  $u(\omega)$  依次提供给数字滤波器 12 和 13 以产生再现的音频信号  $q(\omega)$ ,并通过输出端 14 将该信号  $q(\omega)$  提供给扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 中的相应扬声器。发生电路 WF1-WF<sub>m</sub> 可以是数字信号处理器(DSP)。

[0080] 因此,根据扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 的输出产生虚拟声源 VSS。可以通过滤波器 12 和 13 的传递函数  $C(\omega)$  和  $H(\omega)$  将虚拟声源 VSS 的位置设置成预定值,例如将虚拟声源 VSS 放置在离扬声器 SP1-SP<sub>m</sub> 无穷远处。如图 5A 或 5B 所示,可以通过改变滤波器 12 和 13 的传递函数  $C(\omega)$  和  $H(\omega)$  来改变偏转角  $\theta$ 。

[0081] [7] 第一实施例

[0082] 图 8 示出根据本发明的第一实施例的再现装置。该再现装置根据在前面部分(部

分 [1]-[6]) 中所述的过程产生虚拟声源 VSS, 并将虚拟声源 VSS 设置在离波阵面合成表面 SSR 无穷远处。在图 8 中,  $m$  个扬声器 SP1-SP $m$  的数量为 24 ( $m = 24$ )。例如, 如图 3 所示, 扬声器 SP1-SP $m$  平行地放置在收听者前面以产生一个扬声器阵列。

[0083] 在图 8 中, 从诸如光盘 (CD) 播放器、数字通用光盘 (DVD) 播放器或数字广播调谐器之类的信号源 SC 获取左声道数字音频信号  $u_L(\omega)$  和右声道数字音频信号  $u_R(\omega)$ 。将信号  $u_L(\omega)$  提供给发生电路 WF1-WF12 以产生与再现的音频信号  $q(\omega)$  相应的再现的音频信号  $q_1(\omega)$ - $q_{12}(\omega)$ 。将信号  $u_R(\omega)$  提供给发生电路 WF13-WF24 以产生与再现的音频信号  $q(\omega)$  相应的再现的音频信号  $q_{13}(\omega)$ - $q_{24}(\omega)$ 。

[0084] 信号  $q_1(\omega)$ - $q_{12}(\omega)$  和  $q_{13}(\omega)$ - $q_{24}(\omega)$  被提供给数字 / 模拟 (D/A) 转换器电路 DA1-DA2 和 DA13-DA24, 并被转换成模拟音频信号 L1-L12 和 R13-R24。通过功率放大器 PA1-PA12 和 PA13-PA24 将信号 L1-L12 和 R13-R24 提供给扬声器 SP1-SP12 和 SP13-SP24。

[0085] 再现装置还包括用作用于将虚拟声源 VSS 的位置设置在无穷远处的位置设置电路的微型计算机 21。微型计算机 21 具有用于设置偏转角  $\theta$  的数字  $D_\theta$ 。可以将该偏转角  $\theta$  以  $5^\circ$  的幅度例如从  $0^\circ$  变成  $45^\circ$ 。因此, 微型计算机 21 包括与信号  $q_1(\omega)$ - $q_{24}(\omega)$  的个数即 24 和能设置的偏转角  $\theta$  的个数即 10 相应的  $24 \times 10$  数据集  $D_\theta$ , 并通过操作操作开关 22 来选择这些数据集  $D_\theta$  中的一个。

[0086] 将选择的数据集  $D_\theta$  提供给各发生电路 WF1-WF24 中的数字滤波器 12 和 13, 并控制数字滤波器 12 和 13 的传递函数  $H(\omega)$  和  $C(\omega)$ 。

[0087] 通过此结构, 发生电路 WF1-WF24 将从信号源 SC 输出的左声道数字音频信号  $u_L(\omega)$  转换成信号  $q_1(\omega)$ - $q_{24}(\omega)$ , 并将信号  $q_1(\omega)$ - $q_{24}(\omega)$  经数模转换后的音频信号 L1-L12 提供给扬声器 SP1-SP24。因此, 如图 9A 和 9B, 从扬声器 SP1-SP12 将左声道声波 SWL 作为平行平面波输出。同样地, 根据右声道数字音频信号  $u_R(\omega)$ , 从扬声器 SP13-SP24 将右声道声波 SWR 作为平行平面波输出。

[0088] 因此, 收听者可以收听从立体声系统中的信号源 SC 输出的音频信号  $u_L(\omega)$  和  $u_R(\omega)$ 。左声道中的音量级在左声道声波 SWL 的整个收听区域中相同, 而右声道中的音量级在右声道声波 SWR 的整个收听区域中相同。

[0089] 因此, 在两个声波 SWL 和 SWR 的收听区域中, 即在图 9A 和 9B 中声波 SWL 和 SWR 相互重叠的区域中, 在该收听区域中左声道中的音量级与右声道中的音量级相同。因此, 收听者可以在整个该收听区域收听具有平衡的音量级的左右声道声音。

[0090] 例如, 即使在存在多个收听者的环境中, 所有收听者都可以收听具有左右声道中最佳平衡的音量级的音乐等。即使在存在单个收听者的环境中, 收听点也不限于特定点, 且收听者可以在任何地方听声音。也可以空间定位声音。

[0091] 当操作操作开关 22 来改变数据  $D_\theta$  时, 根据数据  $D_\theta$  控制在各发生电路 WF1-WF24 中的滤波器 12 和 13 的特性。例如, 如图 9A 或 9B 所示, 根据数据  $D_\theta$  将该偏转角  $\theta$  以  $5^\circ$  的幅度从  $0^\circ$  变成  $45^\circ$ 。图 9A 和 9B 分别示出偏转角  $\theta$  为大和小。

[0092] 根据一个收听者或几个收听者, 改变偏转角  $\theta$  以改变声波 SWL 和 SWR 的收听区域, 从而提供理想的声场。

[0093] [8] 第二实施例

[0094] 图 10 示出本发明的第二实施例的再现装置。在第二实施例中, 如图 11A 和 11B 所

示,从虚拟声源 VSS 输出的声波 SWL 和 SWR 作为平行平面波传播的区域比在前面部分(部分 [7])中所描述的第一实施例中区域要宽。

[0095] 如前面部分(部分 [7])中所描述的第一实施例中,m 个扬声器 SP1-SPm 的个数为 24(m = 24) 且例如扬声器 SP1-SP24 以图 3 中所示的方式平行地放置在收听者前面以产生一个扬声器阵列。

[0096] 从信号源 SC 获取左右声道数字音频信号  $u_L(\omega)$  和  $u_R(\omega)$ 。将信号  $u_L(\omega)$  提供给发生电路 WF1-WF24 以产生与再现的音频信号  $q(\omega)$  相应的再现的音频信号  $q_1(\omega)-q_{24}(\omega)$ 。将信号  $q_1(\omega)-q_{24}(\omega)$  提供给加法电路 AC1-AC24。

[0097] 将信号  $u_R(\omega)$  提供给发生电路 WF25-WF48 以产生与再现的音频信号  $q(\omega)$  相应的再现的音频信号  $q_{25}(\omega)-q_{48}(\omega)$ , 并将信号  $q_{25}(\omega)-q_{48}(\omega)$  提供给加法电路 AC1-AC24。加法电路 AC1-AC24 输出信号  $q_1(\omega)-q_{24}(\omega)$  与  $q_{25}(\omega)-q_{48}(\omega)$  相加的信号 S1-S24。相加的信号 S1-S24 由下列等式给出:

$$[0098] \quad S1 = q_1(\omega) + q_{25}(\omega)$$

$$[0099] \quad S2 = q_2(\omega) + q_{26}(\omega)$$

$$[0100] \quad \dots$$

$$[0101] \quad S24 = q_{24}(\omega) + q_{48}(\omega)$$

[0102] 将相加的信号 S1-S24 提供给 D/A 转换器电路 DA1-DA24, 并转换成模拟音频信号。将模拟信号通过功率放大器 PA1-PA24 提供给扬声器 SP1-SP24。

[0103] 该再现装置还包括用作用于将虚拟声源 VSS 的位置设置在无穷远处的位置设置电路的微型计算机 21。微型计算机 21 具有用于设置偏转角  $\theta$  的数据  $D_\theta$ 。如果可以将偏转角  $\theta$  按  $5^\circ$  的幅度例如从  $0^\circ$  变成  $45^\circ$ , 则微型计算机 21 包括与信号  $q_1(\omega)-q_{48}(\omega)$  的个数即 48 和能设置的偏转角  $\theta$  的个数即 10 相应的  $48 \times 10$  数据集  $D_\theta$ , 并通过操作操作开关 22 来选择这些数据集  $D_\theta$  中的一个。将所选择的数据集  $D_\theta$  提供给各发生电路 WF1-WF24 中的数字滤波器 12 和 13, 并控制数字滤波器 12 和 13 的传递函数  $H(\omega)$  和  $C(\omega)$ 。

[0104] 采用此结构, 因为相加的信号 S1-S24 是左声道中的再现的音频信号  $q_1(\omega)-q_{24}(\omega)$  与右声道中的再现的音频信号  $q_{48}(\omega)-q_{25}(\omega)$  相加的信号, 如图 11A 或 11B 所示, 左声道声波 SWL 和右声道声波 SWR 被线性相加并从扬声器 SP1-SP24 输出。

[0105] 当操作操作开关 22 来选择数据  $D_\theta$  时, 偏转角  $\theta$  以图 11A 或 11B 所示的方式改变。图 11A 和 11B 分别示出偏转角  $\theta$  是大和小。

[0106] 因此, 根据第二实施例的再现装置也可以输出左右声道声波 SWL 和 SWR 作为平行平面波, 因此, 允许收听者收听从立体声系统中的信号源 SC 输出的音频信号  $u_L(\omega)$  和  $u_R(\omega)$ 。收听者也可以在图 11A 和 11B 中声波 SWL 和 SWR 相互重叠的整个区域内收听具有平衡级的左右声道声音。

[0107] 如图 11A 和 11B 所示, 虚拟声源 VSS 输出的声波 SWL 和 SWR 作为平行平面波传播的区域比图 9A 和 9B 中所示的区域要宽, 从而允许收听者收听在更宽的区域中具有平衡的级的左右声道声音。另外, 在  $\theta = 0$  时实现非立体声再现, 因此可以根据偏转角  $\theta$  调节对声音的立体声感觉。

[0108] [9] 第三实施例

[0109] 图 12 示出将平行平面波立体声再现应用于右、左和中声道中的三声道立体声再

现的示例应用。可以通过将环绕右和环绕左（或右后或左后）声道组合成五声道立体声再现中的右前和左前声道来实施该三声道立体声再现。

[0110] 在三声道立体声再现中,将左声道中的再现的音频信号  $q1(\omega)$ - $q8(\omega)$  的模拟信号提供给扬声器 SP1-SP24 中的 8 个左声道扬声器 SP1-SP8,将中声道中再现的音频信号  $q9(\omega)$ - $q16(\omega)$  的模拟信号提供给 8 个中声道扬声器 SP9-SP16,并将右声道中再现的音频信号  $q17(\omega)$ - $q24(\omega)$  的模拟信号提供给 8 个右声道扬声器 SP17-SP24。以上述方式产生再现的音频信号  $q1(\omega)$ - $q8(\omega)$ 、 $q9(\omega)$ - $q16(\omega)$  和  $q17(\omega)$ - $q24(\omega)$ 。

[0111] 如图 12A 和 12B 所示,因此,获取右和左声道声波 SWL 和 SWR 作为平行平面波,获取中声道声波 SWC 作为平行平面波。例如可以用图 12A 或 12B 中所示的方式改变声波 SWL 和 SWR 的偏转角  $\theta$ 。图 12A 或 12B 示出该偏转角  $\theta$  分别为大和小。

[0112] [10] 第四实施例

[0113] 图 13 示出从扬声器 SP1-SP24 输出的平行平面波在墙面上被反射而将反射波对着收听者。具体来说,将右声道中再现的音频信号  $q13(\omega)$ - $q24(\omega)$  的模拟信号提供给扬声器 SP1-SP24 中的左声道扬声器 SP1-SP12,并将右声道声波 SWR 输出作为平行平面波。声波 SWR 在右墙面 WR 上被反射。

[0114] 将左声道中的再现的音频信号  $q1(\omega)$ - $q12(\omega)$  的模拟信号提供给扬声器 SP1-SP24 中的右声道扬声器 SP13-SP24,并将左声道声波 SWL 输出作为平行平面波。声波 SWL 在左墙面 WL 上被反射。通过在墙面 WL 和 WR 上反射的声波 SWL 和 SWR 产生声场。

[0115] [11] 其它实施例

[0116] 虽然将该多个  $m$  个扬声器 SP1-SP $m$  水平地设置成一条线以产生扬声器阵列,扬声器阵列也可以是在垂直平面上设置成具有多行  $\times$  多列的矩阵的扬声器的集合。虽然扬声器 SP1-SP $m$  与波阵面合成表面 SSR 相互平行,它们不一定要相互平行。扬声器 SP1-SP $m$  可以不放置在同一条线中或同一平面中。

[0117] 由于听觉灵敏度或识别性能在水平方向上高而在垂直方向上低的听觉特性,可以将扬声器 SP1-SP $m$  设置成十字形或倒转的 T 形结构。当扬声器 SP1-SP $m$  与音响和视听 (AV) 系统集成时,可以将扬声器 SP1-SP $m$  以框架形结构放置在显示器的左、右、顶和底,或以 U 形或倒 U 形结构放置在显示器的左、右、顶和底。本发明的一个实施例也可以应用于后扬声器或侧扬声器,或应用于适用在垂直方向上输出声波的扬声器系统。可以将本发明的一个实施例与通用的双声道立体声系统或 5.1 声道的音响系统相组合。

[0118] 本领域的技术人员应理解根据设计要求和其它因素可以有各种修改、组合、子组合和变型,就象它们在所附权利要求或其等效物的范围内一样。

## 外部空间

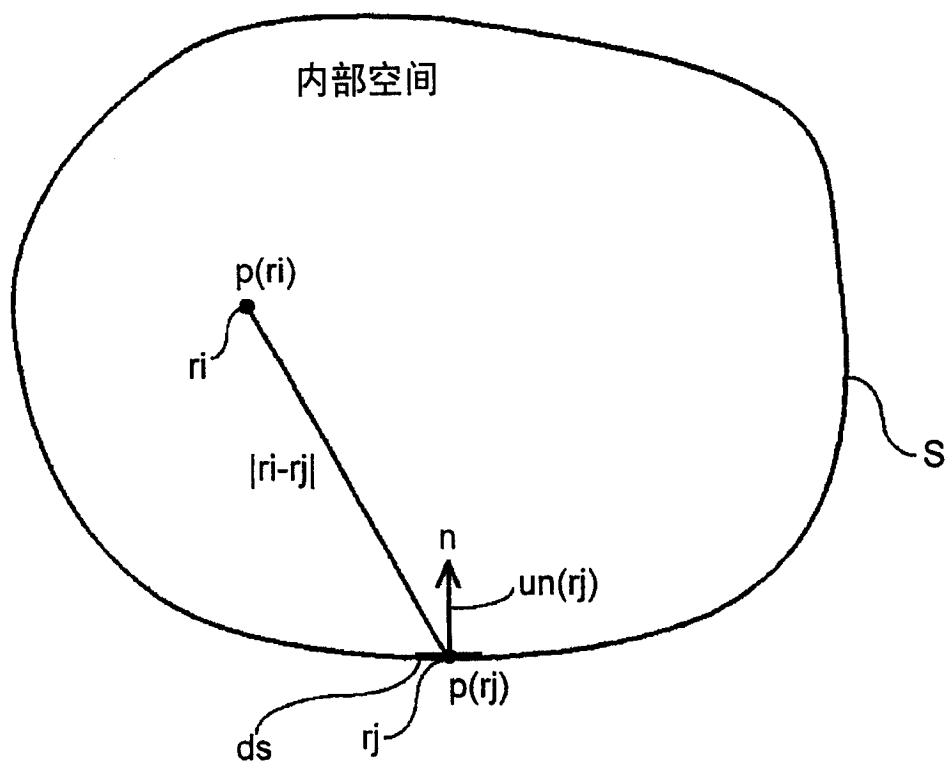


图 1

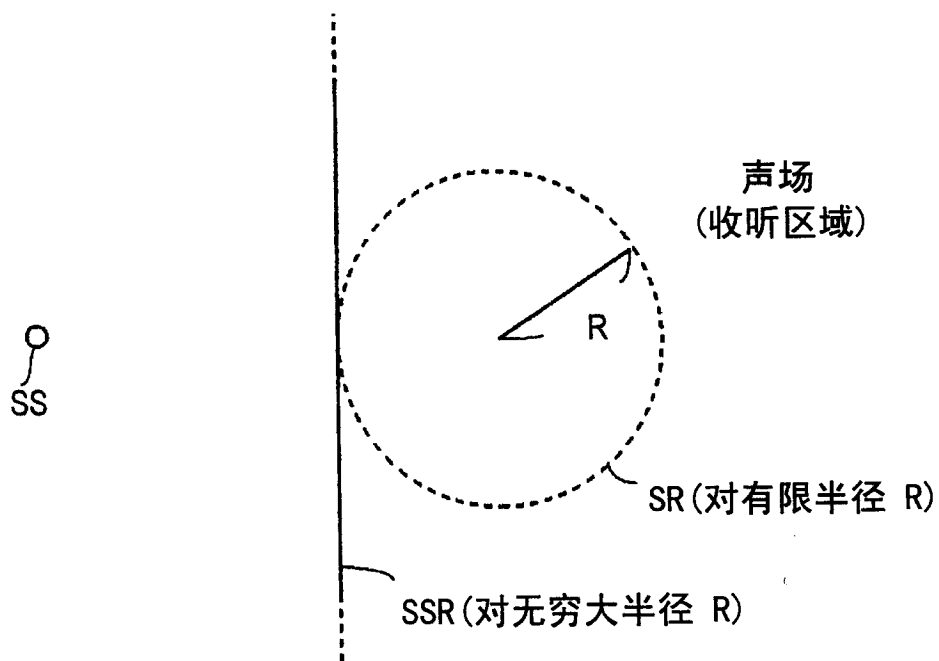


图 2A

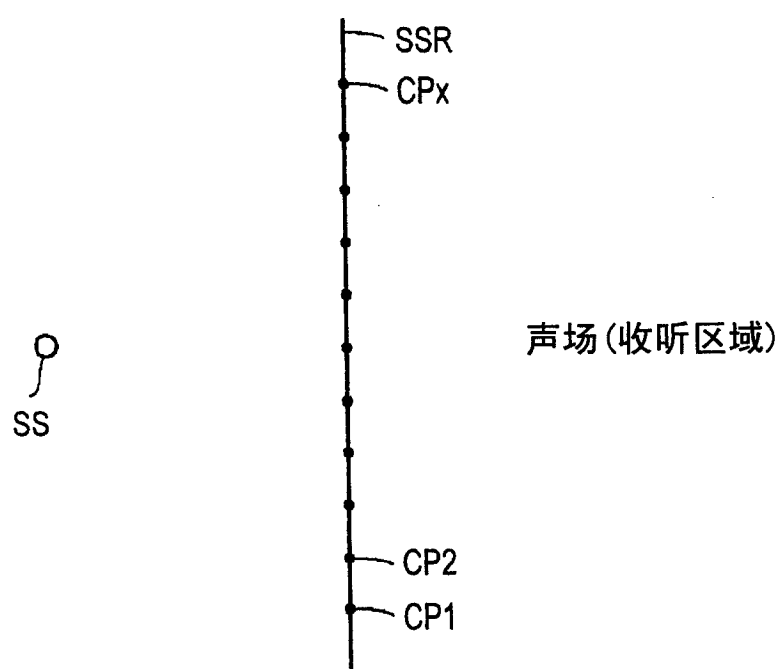


图 2b

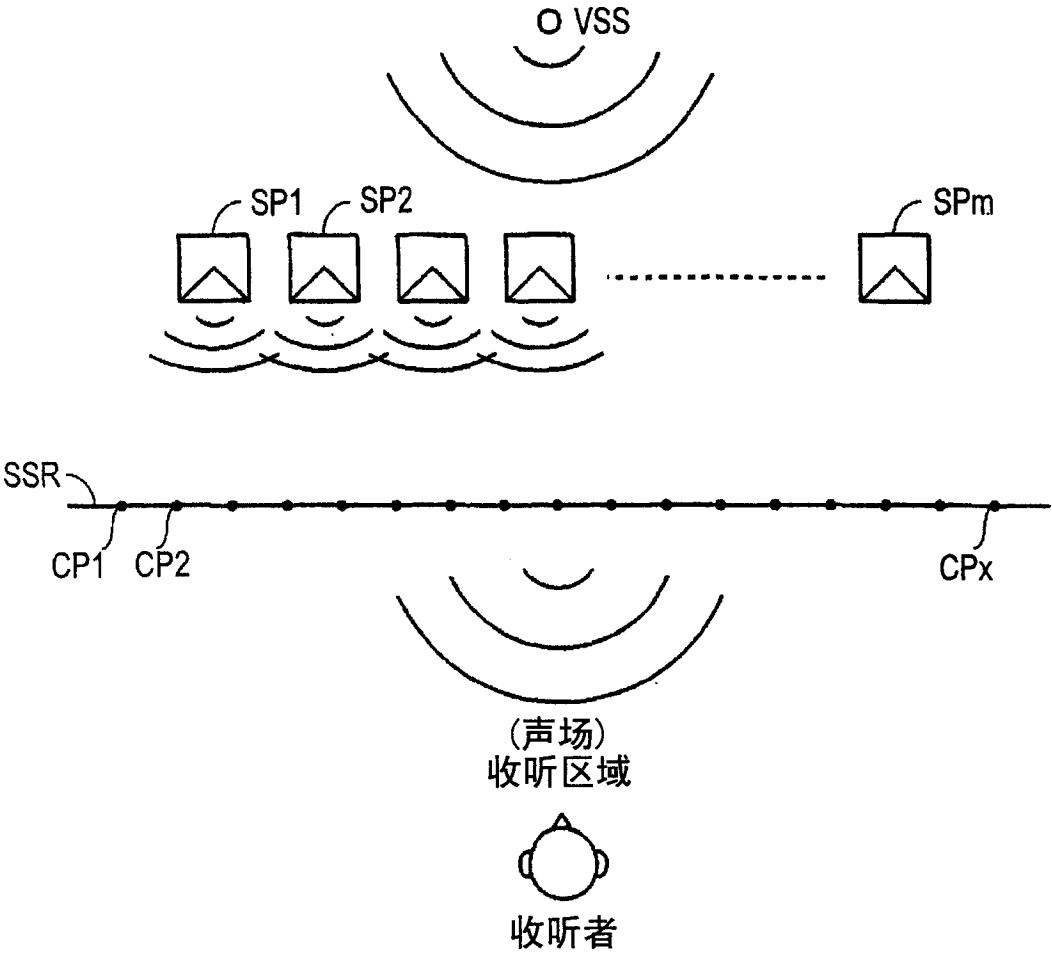


图 3

○ 虚拟声源

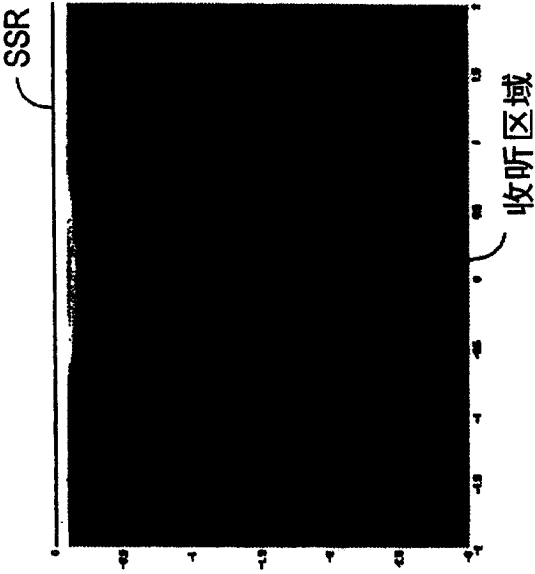


图 4B

○ 虚拟声源

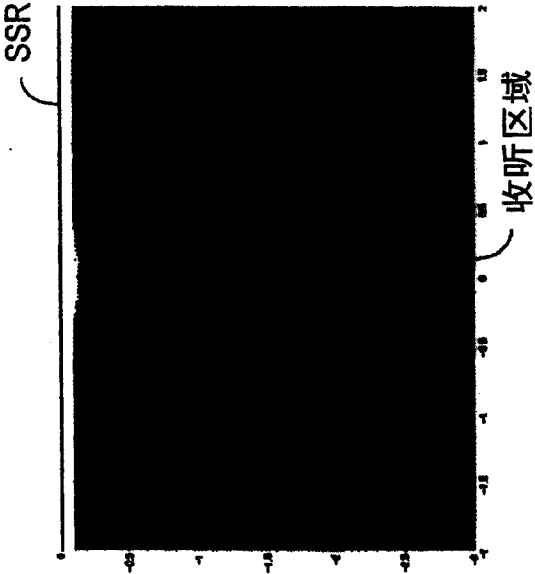


图 4A

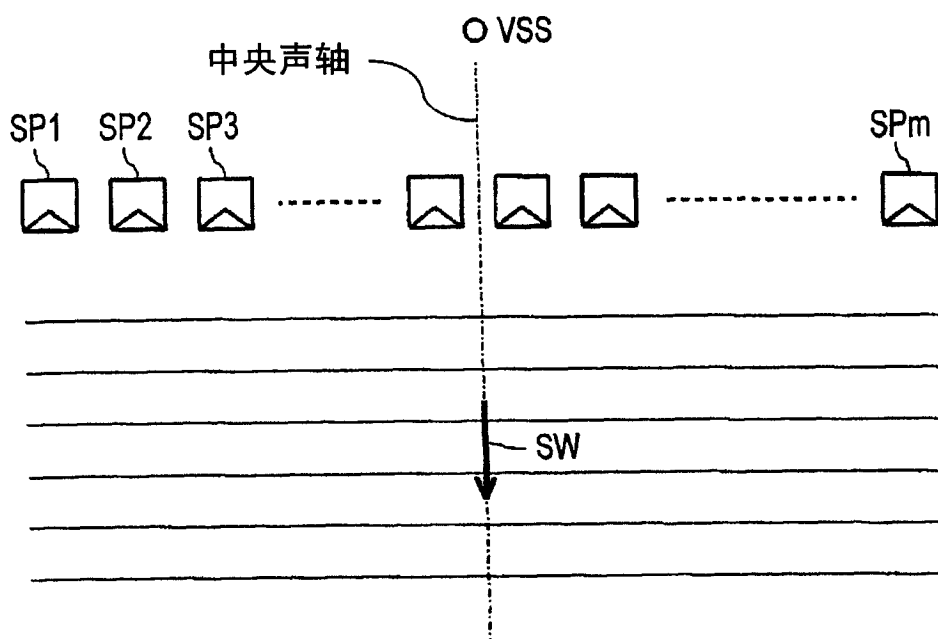


图 5A

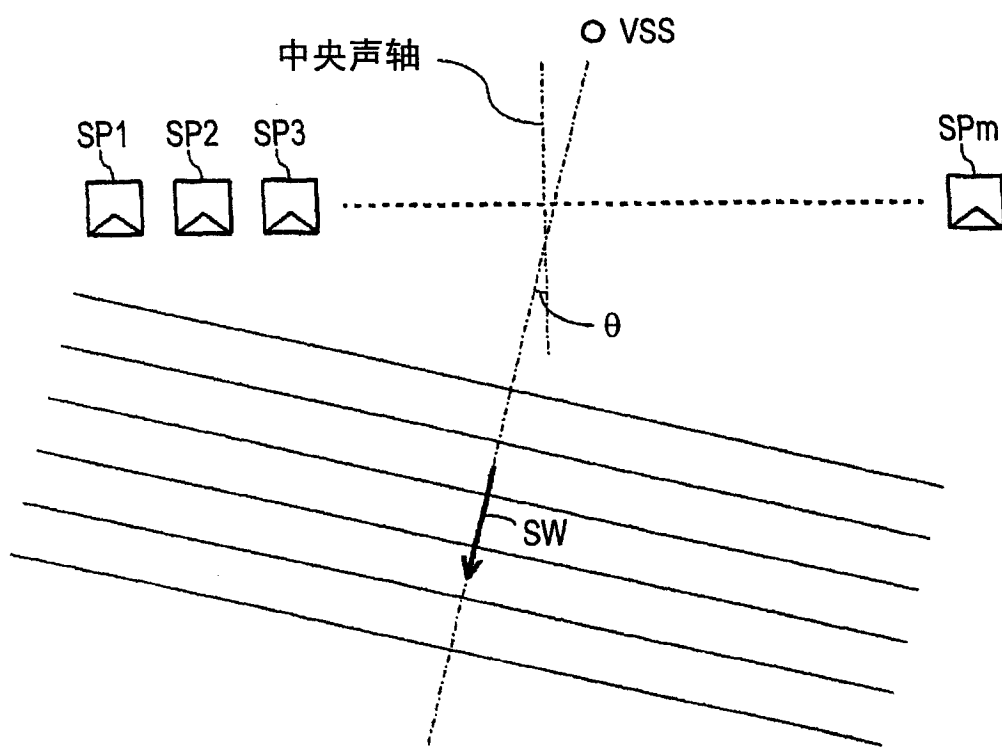


图 5B

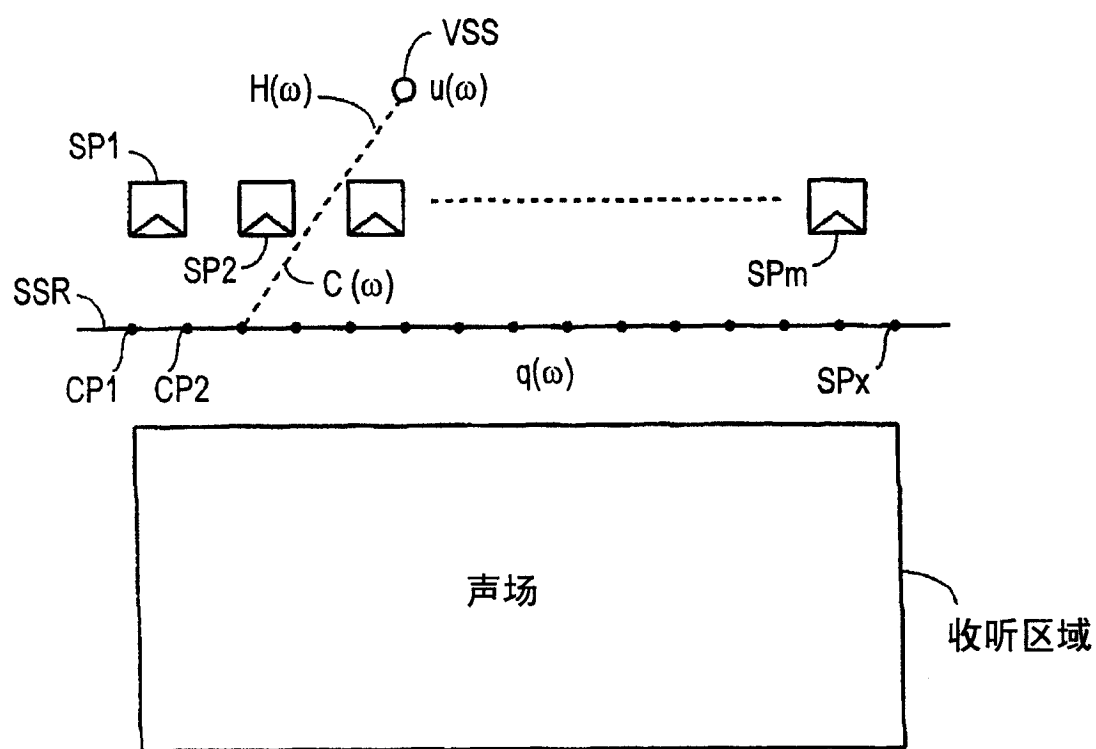


图 6

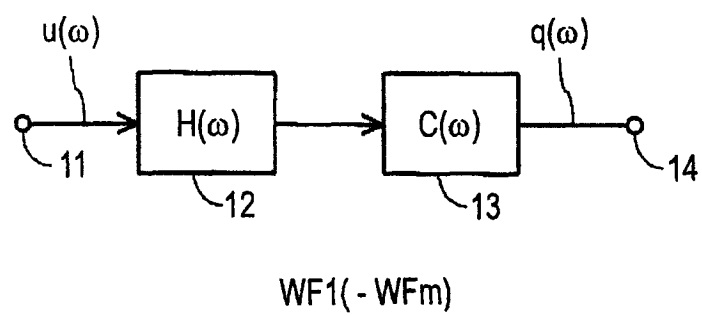
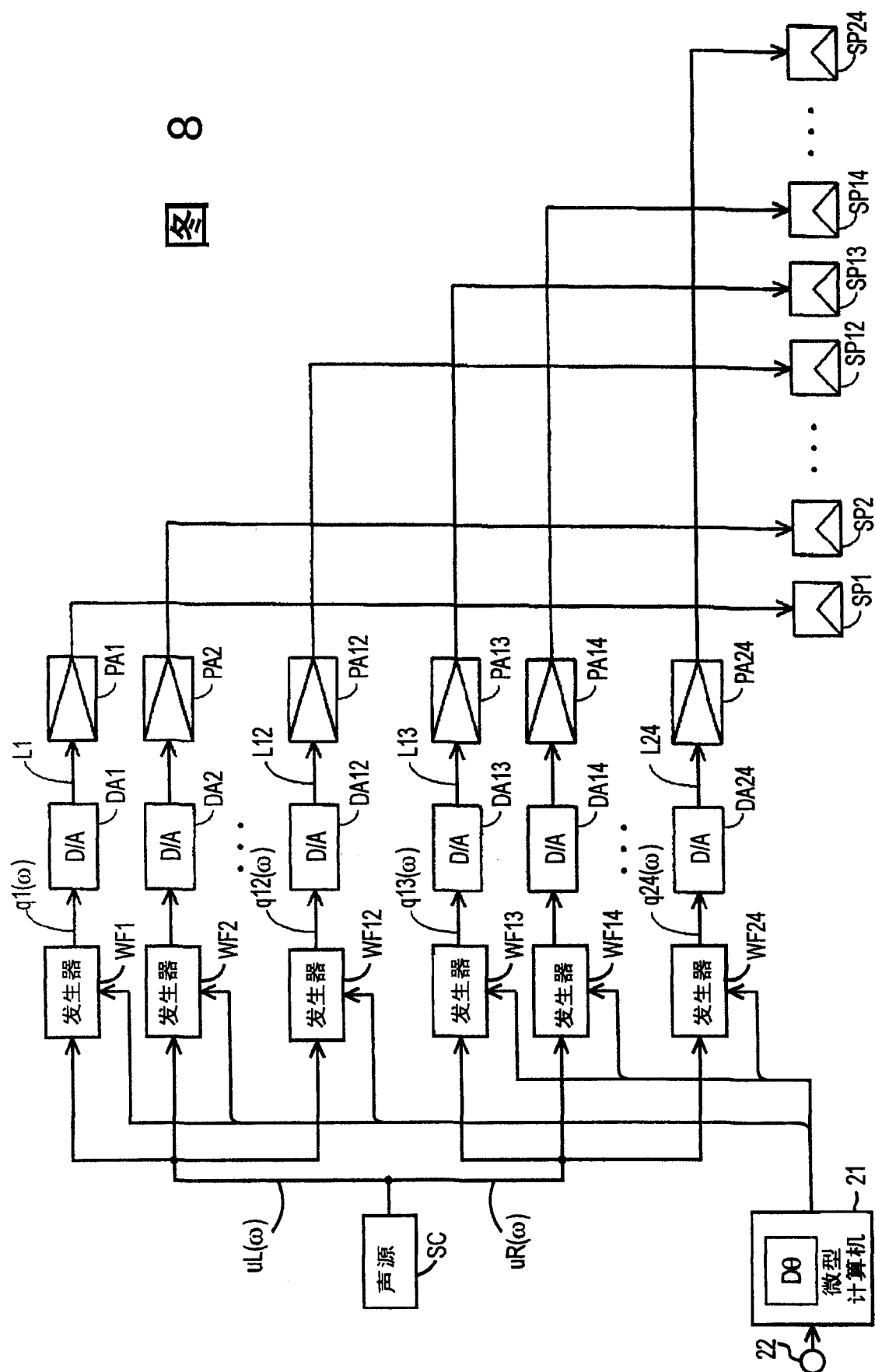


图 7



8

图

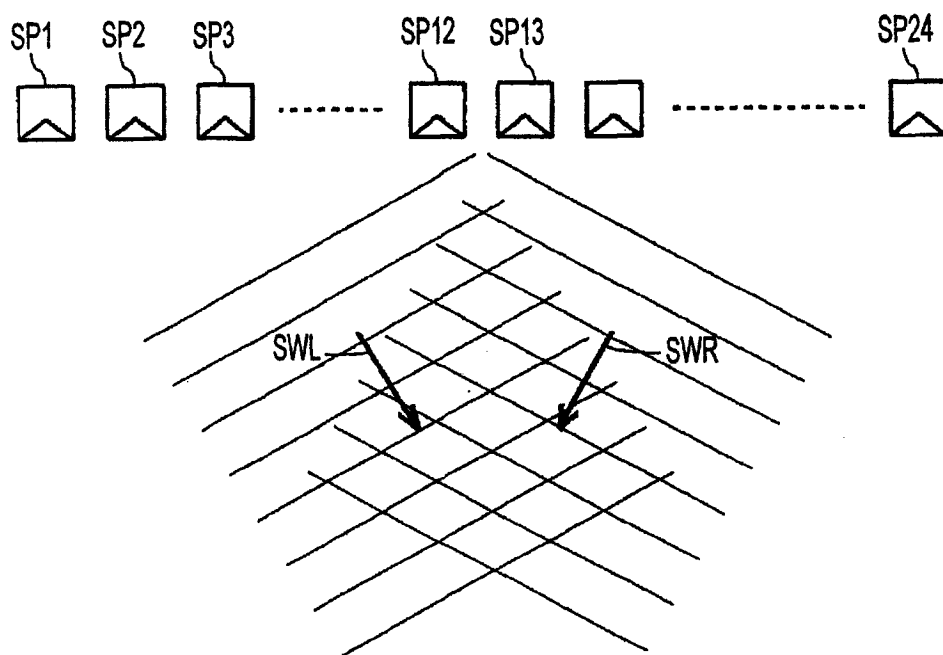


图 9A

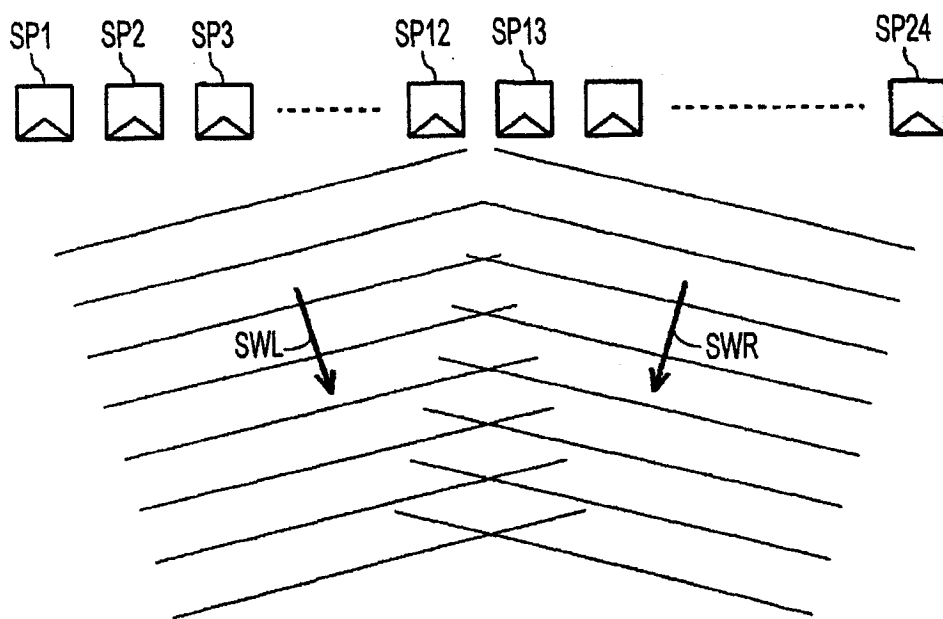


图 9B

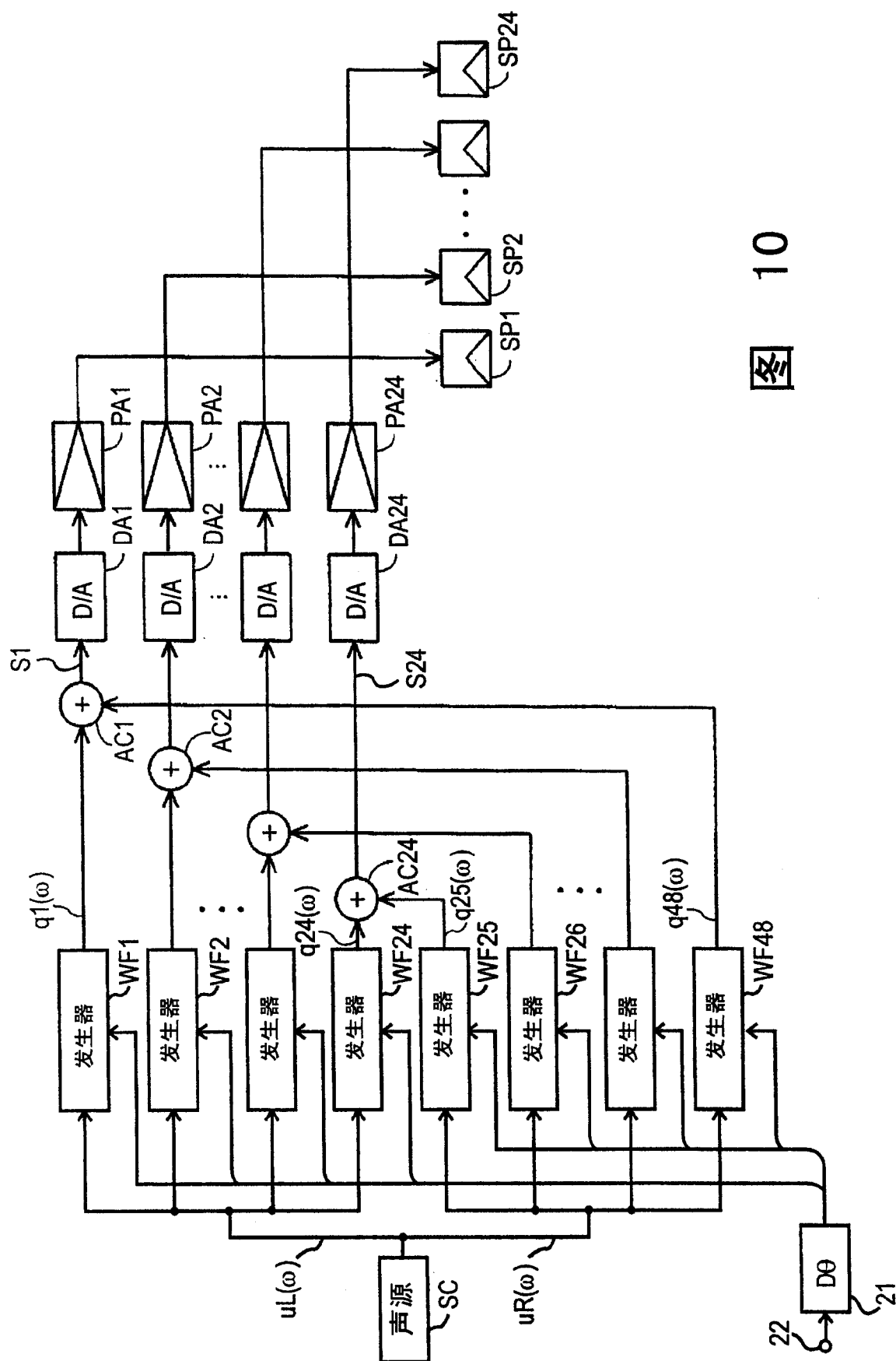


图 10

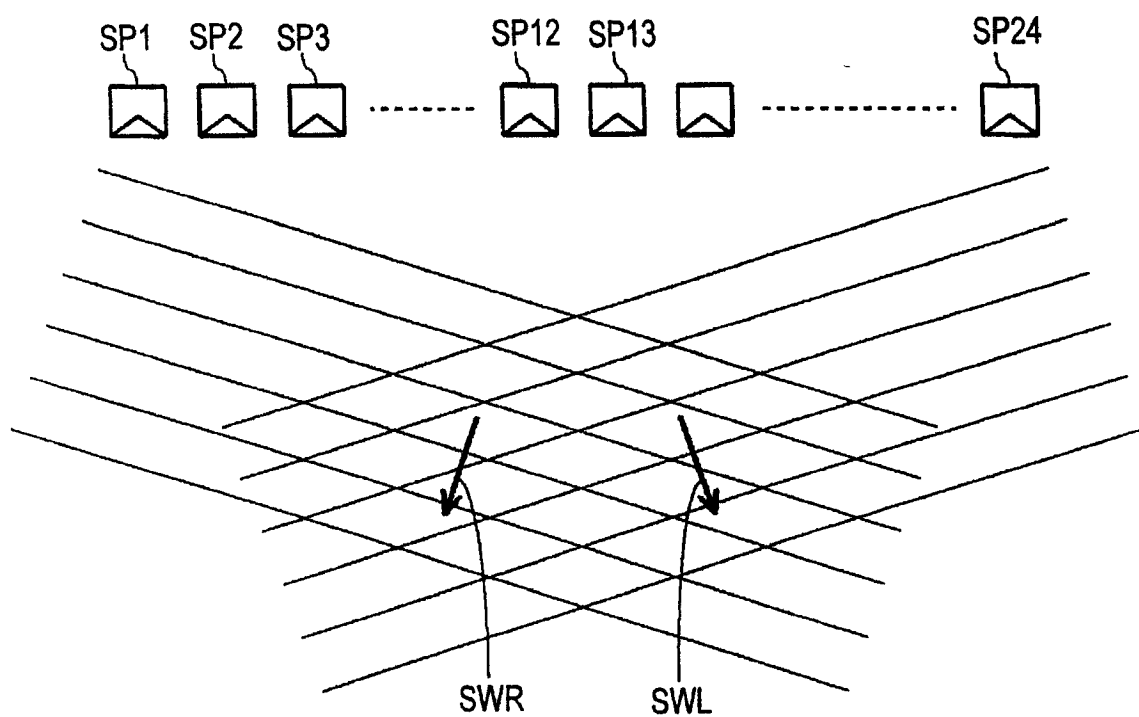


图 11A

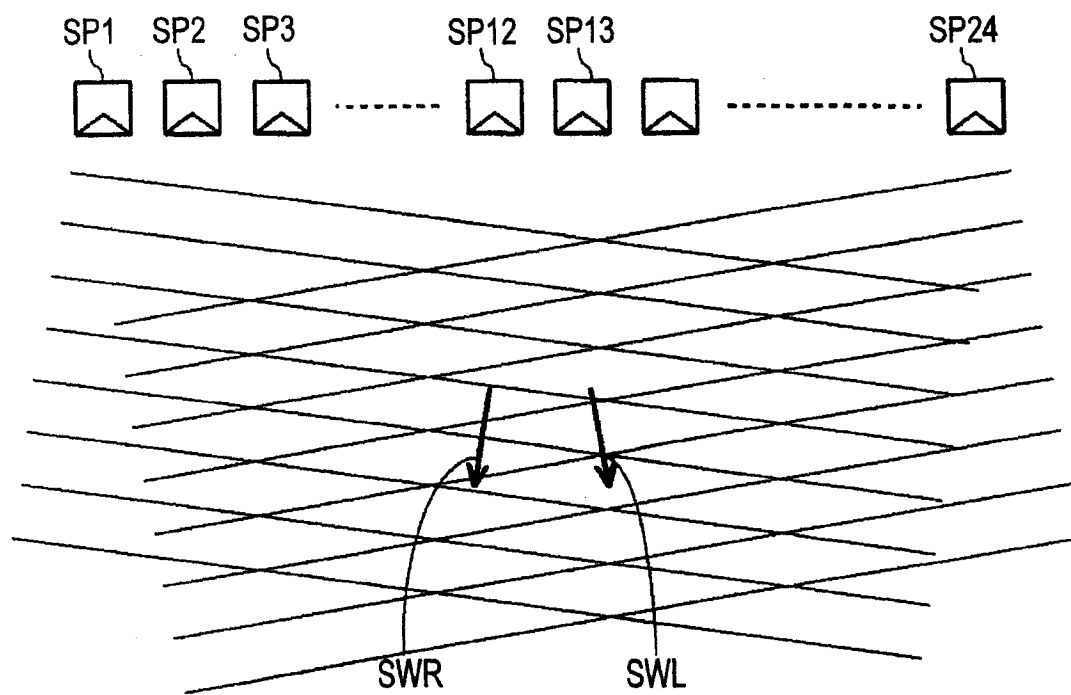


图 11B

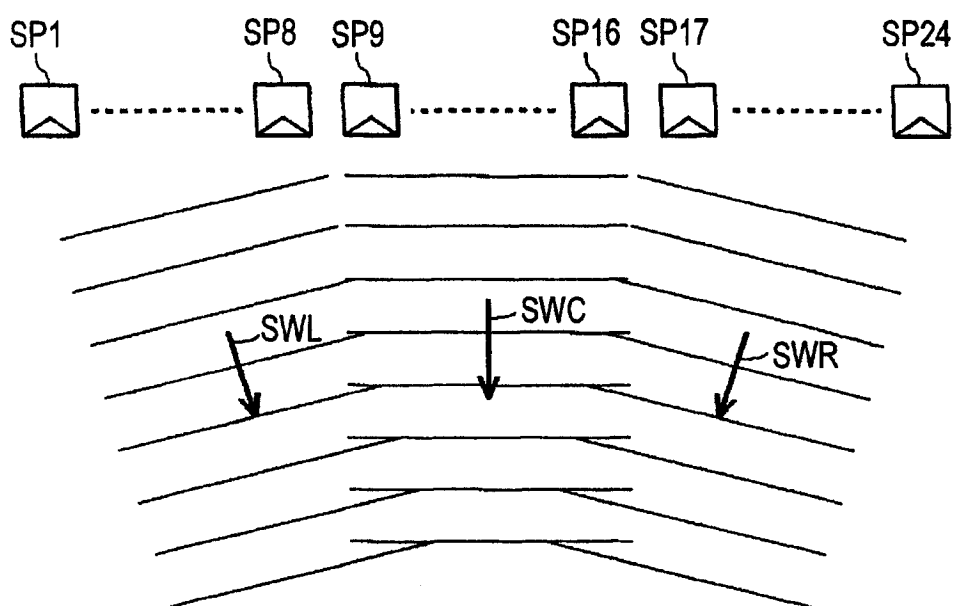


图 12A

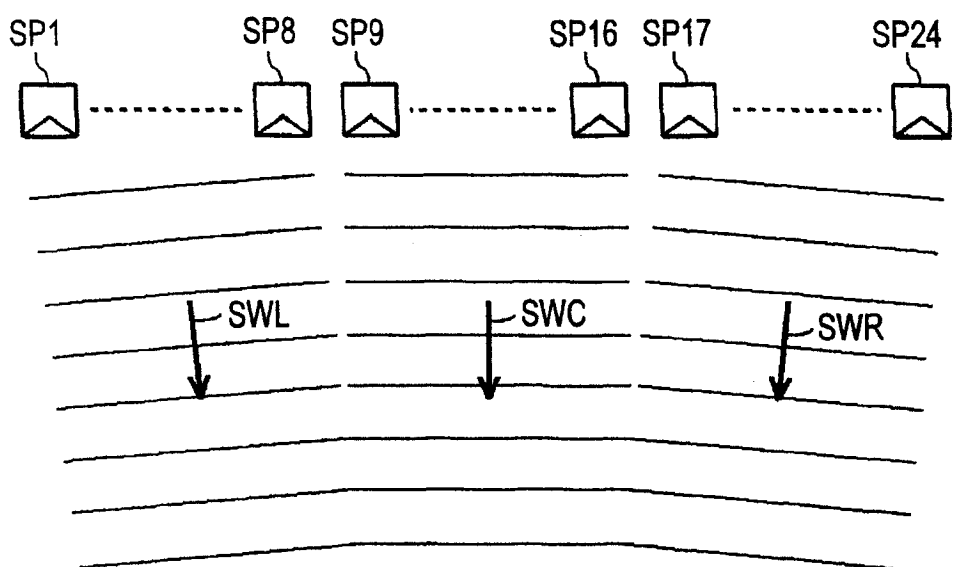


图 12B

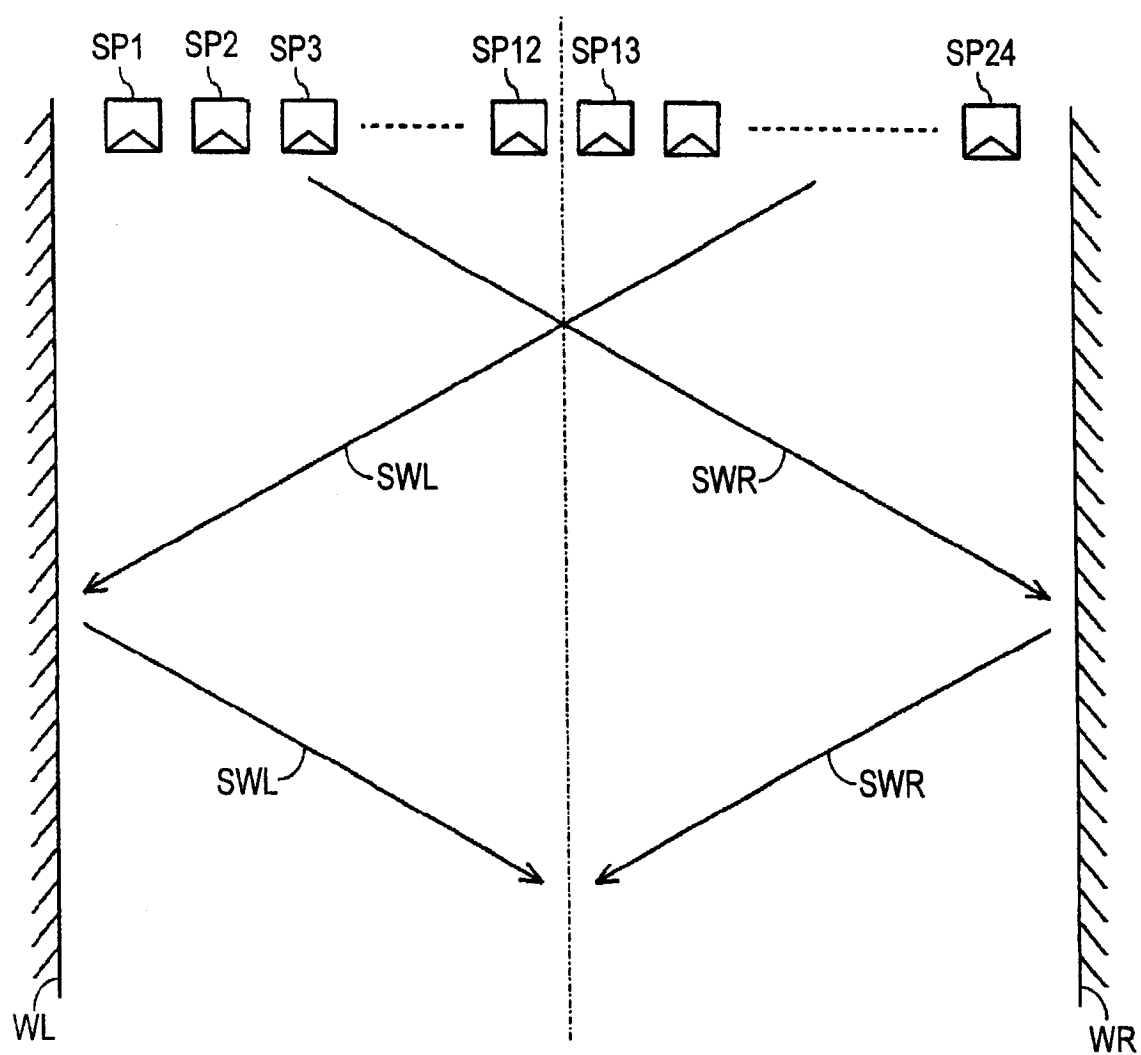


图 13

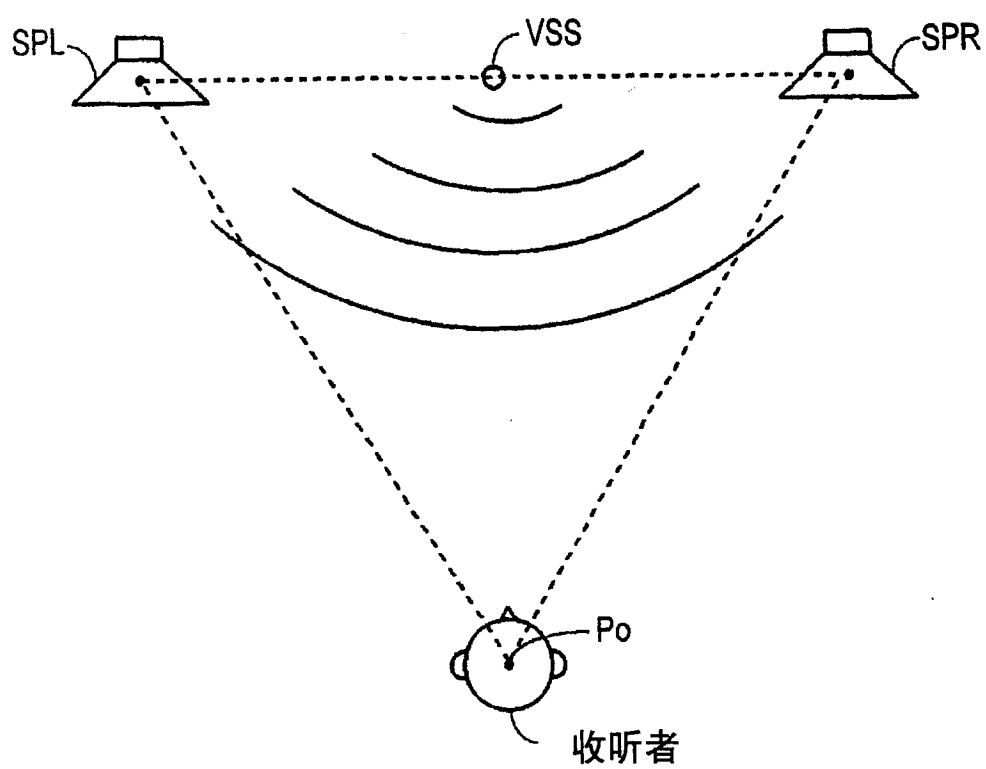


图 14