



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105122845 B

(45)授权公告日 2018.09.07

(21)申请号 201480021639.6

(22)申请日 2014.03.05

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105122845 A

(43)申请公布日 2015.12.02

(30)优先权数据  
61/773,354 2013.03.06 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.10.16

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2014/020904 2014.03.05

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/138300 EN 2014.09.12

(73)专利权人 苹果公司  
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 A·法米利 T-D·萨奥克斯  
M·E·约翰森

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038  
代理人 曹瑾

(51)Int.Cl.  
H04R 29/00(2006.01)  
H04R 27/00(2006.01)

(56)对比文件  
CN 102907116 A,2013.01.30,  
CN 102907116 A,2013.01.30,  
US 2006251265 A1,2006.11.09,  
US 4908868 A,1990.03.13,

审查员 王超群

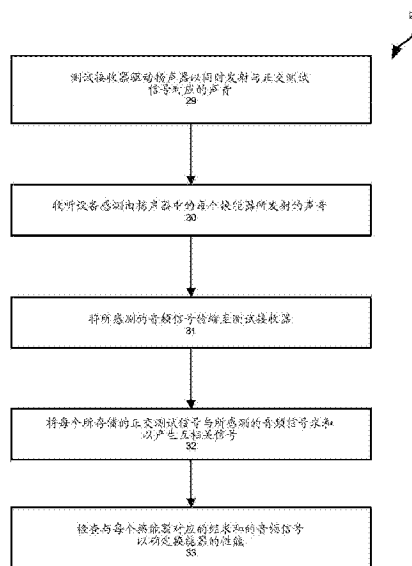
权利要求书3页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

用于扬声器系统的稳健同时驱动器测量的  
系统和方法

(57)摘要

本发明描述了一种用于测量集成在一个或多个扬声器中的多个换能器的性能的系统和方法。该方法同时驱动每个换能器,以发射与不同正交测试信号对应的声音。收听设备感测由正交测试信号所产生的声音,并分析所感测的音频信号以确定每个换能器的性能。通过使用正交测试信号,所述多个换能器可同时并且利用来自外部噪声的有限影响来进行测试和/或表征。



1. 一种用于测量多个换能器的性能的方法,包括:  
使用单独的正交测试信号来同时驱动所述多个换能器中的每个换能器;  
由收听设备来感测由每个换能器所产生的声音以产生所感测的音频信号;  
基于每个正交测试信号和所感测的音频信号生成每个换能器的互相关信号,以及  
基于每个换能器的互相关信号来确定所述多个换能器中的每个换能器的所述性能。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述基于互相关信号来确定每个换能器的所述性能包括:  
检索用于驱动每个换能器的所述正交测试信号;以及  
将每个正交测试信号与所感测的音频信号求和以生成每个换能器的互相关信号。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:  
检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值;以及  
将所述互相关信号中的所述正峰值与一组参数进行比较,以确定该对应换能器的操作性能。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述一组参数是范围。
5. 根据权利要求2所述的方法,还包括:  
检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的波谷;以及  
响应于所检测到的波谷来确定与具有所检测到的波谷的所述互相关信号对应的所述换能器具有反极性。
6. 根据权利要求2所述的方法,还包括:  
检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的大约  $\sqrt{N}$  的噪声;以及  
响应于所检测到的噪声来确定与具有所检测到的噪声的所述互相关信号对应的所述换能器被断开或不工作,  
其中N是被同时驱动的所述多个换能器的数量。
7. 根据权利要求2所述的方法,还包括:  
检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值;以及  
响应于检测到所述正峰值来对具有所检测到的正峰值的所述互相关信号执行附加测试,以进一步确定与具有所检测到的正峰值的所述互相关信号对应的换能器的操作性能。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述附加测试包括将具有所检测到的正峰值的所述互相关信号与对应正交测试信号进行比较,以确定所述对应换能器的传递函数。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个换能器集成在单个扬声器阵列内。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个换能器集成在多个扬声器单元内。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述正交测试信号是波束形成的音频信号。
12. 一种用于测量多个换能器的性能的测试接收器,所述测试接收器包括:  
麦克风,所述麦克风用于感测由通过所述多个换能器同时播放的正交测试信号所产生的声音并且产生所感测的音频信号;和  
测量单元,所述测量单元用于基于每个正交测试信号和所感测的音频信号之和生成每

个换能器的互相关信号,并且基于该互相关信号来确定所述多个换能器中的每个换能器的性能。

13. 根据权利要求12所述的测试接收器,还包括:

存储器单元,所述存储器单元用于存储所述正交测试信号和每个正交测试信号与所述换能器中的一个换能器的关联。

14. 根据权利要求13所述的测试接收器,其中所述关联指示通过每个换能器来播放所述正交测试信号中的哪个正交测试信号。

15. 根据权利要求14所述的测试接收器,其中所述测量单元用于检索用于驱动每个换能器的所述正交测试信号,并将每个正交测试信号与所感测的音频信号求和以生成每个换能器的互相关信号。

16. 根据权利要求15所述的测试接收器,其中所述测量单元用于进一步检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值,以及将所述互相关信号中的所述正峰值与一组参数进行比较以确定对应换能器的操作性能。

17. 根据权利要求16所述的测试接收器,其中所述一组参数是范围。

18. 根据权利要求15所述的测试接收器,其中所述测试单元用于进一步检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的波谷,以及响应于所检测到的波谷来确定与具有所检测到的波谷的所述互相关信号对应的所述换能器具有反极性。

19. 根据权利要求15所述的测试接收器,其中所述测试单元用于进一步检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的大约  $\sqrt{N}$  的噪声,以及响应于所检测到的噪声来确定与具有所检测到的噪声的所述互相关信号对应的所述换能器被断开或不工作,其中N是同时播放的所述多个换能器的数量。

20. 根据权利要求15所述的测试接收器,其中所述测量单元用于进一步检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值,以及响应于检测到所述正峰值来对具有所检测到的正峰值的所述互相关信号执行附加测试以进一步确定与具有所检测到的正峰值的所述互相关信号对应的换能器的操作性能。

21. 根据权利要求20所述的测试接收器,其中所述附加测试包括将具有所检测到的正峰值的所述互相关信号与对应正交测试信号进行比较,以确定所述对应换能器的传递函数。

22. 根据权利要求12所述的测试接收器,还包括:

多个功率放大器,所述多个功率放大器用于驱动所述多个换能器中的每个换能器以同时播放所述正交测试信号。

23. 一种数据处理系统,包括:

用于使用单独的正交测试信号来同时驱动多个换能器中的每个换能器的装置;

用于由收听设备来感测由每个换能器所产生的声音以产生所感测的音频信号的装置;

用于基于每个正交测试信号和所感测的音频信号之和生成每个换能器的互相关信号的装置;和

用于使用所生成的每个换能器的互相关信号来确定所述多个换能器中的每个换能器的性能的装置。

24. 根据权利要求23所述的系统,还包括:  
用于检索用于驱动每个换能器的所述正交测试信号的装置;和  
用于将每个正交测试信号与所感测的音频信号求和以生成每个换能器的互相关信号的装置。

25. 根据权利要求24所述的系统,还包括:  
用于检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值的装置;和  
用于将所述互相关信号中的所述正峰值与一组参数进行比较以确定所述对应换能器的操作性能的装置。

26. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一组参数是范围。

27. 根据权利要求24所述的系统,还包括:  
用于检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的波谷的装置;和  
用于响应于所检测到的波谷来确定与具有所检测到的波谷的所述互相关信号对应的所述换能器具有反极性的装置。

28. 根据权利要求24所述的系统,还包括:

用于检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的大约  $\sqrt{N}$  的噪声的装置;和  
用于响应于所检测到的噪声来确定与具有所检测到的噪声的所述互相关信号对应的所述换能器被断开或不工作的装置,  
其中N是被同时驱动的所述多个换能器的数量。

29. 根据权利要求24所述的系统,还包括:  
用于检测所述互相关信号中的一个互相关信号中的指示对应换能器同相并正在发射声音的正峰值的装置;和  
用于响应于检测到所述正峰值来对具有所检测到的正峰值的所述互相关信号执行附加测试以进一步确定与具有所检测到的正峰值的所述互相关信号对应的换能器的操作性能的装置。

30. 根据权利要求29所述的系统,其中所述附加测试包括将具有所检测到的正峰值的所述互相关信号与对应正交测试信号进行比较,以确定所述对应换能器的传递函数。

31. 根据权利要求23所述的系统,其中所述多个换能器集成在单个扬声器阵列内。

32. 根据权利要求23所述的系统,其中所述多个换能器集成在多个扬声器单元内。

33. 根据权利要求23所述的系统,其中所述正交测试信号是波束形成的音频信号。

## 用于扬声器系统的稳健同时驱动器测量的系统和方法

[0001] 相关问题

[0002] 本专利申请要求于2013年3月6日提交的美国临时专利申请61/773,354的较早申请日期的权益。

### 技术领域

[0003] 本发明描述了一种用于测量和表征由扬声器或扬声器系统使用高度正交的测试信号所输出的声音的系统和方法。还描述了其他实施例。

### 背景技术

[0004] 具有多个换能器的扬声器和扬声器系统(在下文中称为“扬声器”)允许在收听环境或区域中再现声音。每个换能器可被独立驱动,使得扬声器可将复杂的声音图案发射到收听区域中。由于这些声音图案的复杂性,所以扬声器中的每个换能器必须在一组已知参数或容限内操作。因此,每个换能器必须被测量和表征以确保符合期望的标准。在换能器低于预期进行操作的情况下,所得的声音可能不准确并且有失真。

### 发明内容

[0005] 本发明的实施例涉及一种用于测量集成在一个或多个扬声器中的多个换能器的性能的方法。在一个实施例中,该方法同时驱动每个换能器,以发射与不同正交测试信号对应的声音。收听设备感测由正交测试信号所产生的声音,并分析所感测的音频信号以确定每个换能器的性能。

[0006] 在一个实施例中,所感测的音频信号与每个正交测试信号求和以产生一组互相关信号。将互相关信号与参数和/或容限进行比较,以确定每个换能器的性能。

[0007] 在工厂场景中,上述方法允许以与其它测试系统相比大大缩短的时间段来测量和表征多换能器扬声器系统。例如,该方法允许通过使用正交测试信号来同时测试多个换能器。该方法立即指出是否有任何换能器断开、具有反极性、或以其它方式不良地操作。当检测到错误时,可在执行其他工厂测试之前替换或修复对应换能器。与顺序换能器测试相比,快速地找到性能错误节省宝贵的工厂时间和资源。

[0008] 在家庭娱乐情景中,这个方法可被用于校准扬声器。通过使用正交测试信号,扬声器的测量和校准更加不受外部声音的影响。例如,用户/收听者可在正进行交谈或播放音频轨迹的同时校准扬声器,而不影响校准过程。

[0009] 以上概述不包括本发明的所有方面的详尽列表。可以预期的是,本发明包括可由上文概述的各个方面以及在下文的具体实施方式中公开并且在随本专利申请提交的权利要求中特别指出的各种方面的所有合适的组合来实施的所有系统和方法。此类组合具有未在上述发明内容中具体阐述的特定优点。

### 附图说明

[0010] 本发明的实施例以举例的方式进行说明,而不仅限于各个附图的图示,在附图中类似的附图标号指示类似的元件。应当指出,本公开中提到本发明的“一”或“一个”实施例未必是同一实施例,并且它们表示至少一个实施例。

[0011] 图1A示出了根据一个实施例的具有测试接收器、单个扬声器、和收听设备的收听区域的视图。

[0012] 图1B示出了根据一个实施例的具有测试接收器、多个扬声器、和收听设备的收听区域的视图。

[0013] 图2示出了根据一个实施例的测试接收器的功能单元框图和一些组成硬件部件。

[0014] 图3A和3B示出了根据一个实施例的与单独换能器对应的示例性正交测试信号。

[0015] 图4示出了根据一个实施例的收听设备的功能单元框图和一些组成硬件部件。

[0016] 图5示出了根据一个实施例的用于测量和表征一个或多个扬声器中的每个换能器以确定每个换能器的性能的方法。

[0017] 图6示出了根据一个实施例的由收听设备所生成的所感测的音频信号的实例。

[0018] 图7示出了根据一个实施例的具有波峰的示例性互相关信号。

[0019] 图8示出了根据一个实施例的具有波谷的示例性互相关信号。

## 具体实施方式

[0020] 现在将解释参考所附图所述的若干个实施例。虽然阐述了许多细节,但应当理解,本发明的一些实施例可在没有这些细节的情况下实施。在其他情况下,未详细示出熟知的电路、结构和技术,以免模糊对本具体实施方式的理解。

[0021] 图1A示出了具有测试接收器2、扬声器3、和收听设备4的收听区域1的视图。测试接收器2可耦接到扬声器3来驱动扬声器3中的各个换能器5以将各种声音和声音模式发射到收听区域1中。收听设备4可使用一个或多个麦克风来感测由测试接收器2和扬声器3所产生的这些声音,如下文中将更详细描述。

[0022] 扬声器3包括布置成行、列、和/或任何其他构型的一组换能器5。换能器5可以是全音域驱动器、中音域驱动器、重低音扬声器、低音扬声器、和高音扬声器的任意组合。每个换能器5可使用经由迫使导线线圈(例如音圈)轴向移动通过柱形磁隙的柔性悬架连接到刚性盆架、或框架的轻质振动膜、或锥体。当音频电信号被施加到音圈时,音圈中的电流生成磁场,从而使其成为可变电磁体。线圈和换能器5磁系统相互交互,从而生成使线圈(并因此使所附接的锥体)来回移动的机械力,由此在来自音频源(诸如测试接收器2)的所施加的音频电信号的控制下再现声音。虽然描述了电磁动态扬声器驱动器,但本领域的技术人员将认识到,其他类型的扬声器驱动器诸如平面电磁驱动器和静电驱动器也可用于换能器5。

[0023] 虽然在图1A中示出为具有多个换能器5的扬声器阵列(例如多路扬声器),但在其它实施例中,扬声器3可以是具有单个换能器5的传统扬声器单元。例如,扬声器3可包括单个高音扬声器、单个中音域驱动器、和/或单个全音域驱动器。在另一个实施例中,如图1B中所示,多个扬声器3A和3B可耦接到测试接收器2。如上所述,所述多个扬声器3A和3B可具有一个或多个换能器5。扬声器3A和3B可位于收听区域1中以分别代表一条声音节目内容(例如乐曲或电影音频轨迹)的前左声道和前右声道。

[0024] 虽然相对于专用扬声器进行了描述,但扬声器3可以是容纳换能器5的任何设备。

例如,扬声器3可由集成有用于发射声音的换能器5的膝上型计算机、移动音频设备、或平板电脑来限定。

[0025] 每个换能器5可响应于从音频源(例如测试接收器2)所接收的单独的且离散的音频信号而被独立且单独地驱动以产生声音。通过允许扬声器3中的换能器5根据不同参数和设置(包括延迟和能级)被独立且单独地驱动,扬声器3可产生准确地表示由测试接收器2所输出的一条声音节目内容的每个声道的多个波束图和/或一般声音。

[0026] 如图1A和1B中所示,扬声器3通过使用导线或导管被耦接到测试接收器2。例如,每个扬声器3可包括两个接线点,并且测试接收器2可包括互补的接线点。接线点可分别是扬声器3和测试接收器2的背面上的接线柱或弹簧夹。导线单独地缠绕或以其它方式耦接到相应接线点,以将扬声器3电耦接到测试接收器2。

[0027] 在其它实施例中,扬声器3使用无线协议耦接到测试接收器2,使得扬声器3和测试接收器2没有物理地接合但保持射频连接。例如,扬声器3可包括用于从测试接收器2中的对应WiFi和/或蓝牙发射器接收音频信号的WiFi或蓝牙接收器。在一些实施例中,扬声器3可包括用于使用从测试接收器2所接收的无线信号来驱动换能器5的集成放大器。

[0028] 如上所述,扬声器3将声音发射到收听区域1中,以表示一条声音节目内容的一个或多个声道。收听区域1是扬声器3位于其中并且收听者位于其中以收听由扬声器3发射的声音的位置。例如,收听区域1可以是房屋、商业机构或制造机构内的房间或者室外区域(例如露天剧场)。收听者可正握持着收听设备4,使得收听设备4能够感测收听者可感知的类似的或相同的声音,包括等级、音高、和音色。

[0029] 虽然该图示出为单独的,但在一个实施例中,测试接收器2被集成在一个或多个扬声器3内。图2示出了根据一个实施例的测试接收器2的功能单元框图和一些组成硬件部件。图2中所示的部件代表包括在测试接收器2中的元件,并且不应被理解为排除其他部件。测试接收器2的每个元件在下文中将以举例的方式来描述。

[0030] 测试接收器2可包括主系统处理器6和存储器单元7。处理器6和存储器单元7在这里被一般性地用于指代进行实现测试接收器2的各个功能和操作所需要的操作的可编程数据处理部件和数据存储装置的任何合适的组合。处理器6可以是专用处理器(诸如专用集成电路(ASIC))、通用微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号控制器、或一组硬件逻辑结构(例如滤波器、算术逻辑单元、和专用状态机),而存储器单元7可以是指微电子非易失性随机存取存储器。操作系统可与特定于测试接收器2的各种功能的应用程序一起被存储在存储器单元7中,这些应用程序要被处理器6运行或执行以执行测试接收器2的各种功能。例如,测试接收器2可包括测量单元9,该测量单元结合测试接收器2的其他硬件元件来驱动扬声器3中的各个换能器5以发射声音。如下文中将更详细所述的,测量单元9可使用这些所发射的声音来测量和表征一个或多个扬声器3中的每个换能器5,以确定换能器5的总体性能。

[0031] 在一个实施例中,测试接收器2可包括一组正交测试信号8。正交测试信号8可以是伪随机噪声序列,诸如最大长度序列。伪随机噪声序列是满足对于统计随机性的一个或多个标准测量的类似于噪声的信号。在一个实施例中,正交测试信号8可使用线性移位寄存器来生成。移位寄存器的抽头对于每个换能器5将被以不同方式设置,从而确保针对换能器5的所生成的正交测试信号8与所有其他正交测试信号8高度正交。正交测试信号8可以是长

度为 $2^N$ 的二进制序列,其中N是同时测试的换能器5的数量。对于极性检查,正交测试信号8可以是短的(例如持续时间为100毫秒),而对于更细化的传递函数测定,期望使用更长的序列并进行平均化。

[0032] 在一个实施例中,一个或多个正交测试信号8中每个正交测试信号与扬声器3中的单个换能器5相关联。例如,具有12个换能器5的扬声器3可具有按一对一的关系与这12个换能器5相关联的12个不同的正交测试信号8。图3A和3B示出了与换能器5A和5B对应的示例性正交测试信号8A和8B。正交测试信号8可被存储在存储器单元7中或者被存储在集成到测试接收器2或测试接收器2能访问的另一个存储单元中。正交测试信号8可被用于测量或表征每个换能器5以确定换能器5的总体性能,如下文中将更详细所述的。

[0033] 在一个实施例中,主系统处理器6响应于对测量或表征一个或多个扬声器3中的一个或多个换能器5的请求而检索一个或多个正交测试信号8。请求可由远程装置(例如收听设备4)或测试接收器2内的部件来发起。例如,主系统处理器6可通过响应于用户选择测试接收器2上的测试按钮检索一个或多个正交测试信号8来开始用于测量扬声器3中的每个换能器5的过程(例如由测量单元9所限定的过程)。在另一个实施例中,主系统处理器6可周期性地检索一个或多个正交测试信号8,以测量扬声器3中的每个换能器5(例如每分钟)。

[0034] 主系统处理器6可将正交测试信号8馈送至一个或多个数模转换器10以产生一个或多个不同的模拟信号。由数模转换器10所产生的模拟信号被馈送至功率放大器11以驱动扬声器3中的对应换能器5。在一个实施例中,与每个正交测试信号8对应的声音被换能器5同时发射到收听区域1中。如下文中将更详细所述的,收听设备4可使用一个或多个麦克风同时感测由换能器5所产生的声音。这些所感测的信号可被用于测量或表征一个或多个扬声器3中的每个换能器5。

[0035] 在一个实施例中,主系统处理器6可在将测试信号8馈送至数模转换器10之前处理该信号。例如,主系统处理器6可均衡一个或多个正交测试信号8以产生期望的频谱特征。

[0036] 在一个实施例中,测试接收器2还可包括无线局域网(WLAN)控制器12,该WLAN控制器使用天线13来接收和发射来自附近无线路由器、接入点、和/或其他设备的数据分组。WLAN控制器12可通过中间部件(例如路由器或集线器)促进测试接收器2和收听设备4和/或扬声器3之间的通信。在一个实施例中,测试接收器2还可包括具有相关联的天线15的蓝牙收发器14,以用于与收听设备4、扬声器3、和/或另一设备进行通信。

[0037] 图4示出了根据一个实施例的收听设备4的功能单元框图和一些组成硬件部件。图4中所示的部件代表包括在收听设备4中的元件,并且不应被理解为排除其他部件。收听设备4的每个元件在下文中将以举例的方式来描述。

[0038] 收听设备4可包括主系统处理器16和存储器单元17。处理器16和存储器单元17在这里被一般性地用于指代进行实现收听设备4的各个功能和操作所需要的操作的可编程数据处理部件和数据存储装置的任何合适的组合。处理器16可以是通常在智能电话中找到的应用处理器,而存储器单元17可指微电子非易失性随机存取存储器。操作系统可与特定于收听设备4的各种功能的应用程序一起被存储在存储器单元17中,这些应用程序要被处理器16运行或执行以执行收听设备4的各种功能。

[0039] 在一个实施例中,收听设备4还可包括无线局域网(WLAN)控制器21,其WLAN控制器使用天线22来接收和发射来自附近无线路由器、接入点、和/或其他设备的数据分组。WLAN



控制器21可通过中间部件(例如路由器或集线器)促成测试接收器2和收听设备4之间的通信。在一个实施例中,收听设备4还可包括用于与测试接收器2进行通信的具有相关联的天线24的蓝牙收发器23。例如,收听设备4和测试接收器2可使用WLAN控制器21和蓝牙收发器23中的一者或多者来共享或同步数据。

[0040] 在一个实施例中,收听设备4可包括用于管理数字音频信号和模拟音频信号的音频编解码器25。例如,音频编解码器25可管理从耦接到编解码器25的一个或多个麦克风26所接收的输入音频信号。对从麦克风26所接收的音频信号的管理可包括模数转换和一般信号处理。麦克风26可以是任何类型的声电换能器或传感器,包括微机电系统(MEMS)麦克风、压电麦克风、驻极体电容式麦克风、或动态麦克风。麦克风26可提供一系列极性图案,诸如心形、全向形、和8字形。在一个实施例中,麦克风26的极性图案可随时间推移而连续改变。在一个实施例中,麦克风26集成在收听设备4中。在另一个实施例中,麦克风26与收听设备4分开,并通过有线连接或无线连接(例如蓝牙和IEEE 802.11x)耦接到收听设备4。

[0041] 在一个实施例中,收听设备4可包括一组正交测试信号8。如上文参考测试接收器2所述的,一个或多个正交测试信号8中的每个正交测试信号与扬声器3中的单个换能器5相关联。例如,具有12个换能器5的扬声器3可与12个不同的正交测试信号8具有一对一的关系。正交测试信号8可被存储在存储器单元17中或被存储在集成到收听设备4或收听设备4能访问的另一个存储单元中。正交测试信号8可被用于测量或表征扬声器中的一个或多个换能器5,如下文中将更详细所述的。

[0042] 在一个实施例中,正交测试信号8可与存储在测试接收器2中的正交测试信号8相同。在该实施例中,正交测试信号8使用WLAN控制器12和21以及蓝牙收发器14和23中的一者或多者来在收听设备4和测试接收器2之间进行共享或同步。

[0043] 在一个实施例中,收听设备4包括用于测量和表征一个或多个扬声器3中的每个换能器5的测量单元27。收听设备4的测量单元27可结合测试接收器2的测量单元9工作以确定扬声器阵列3相对于收听设备4的取向。

[0044] 虽然被描述为计算设备,但在一个实施例中,收听设备4是通过有线连接或无线连接耦接到测试接收器2的麦克风或麦克风组。在该实施例中,所有处理(例如一个或多个扬声器3的每个换能器5的测量和表征)由测试接收器2来执行。

[0045] 图5示出了根据一个实施例的用于测量和表征一个或多个扬声器3中的每个换能器5以确定每个换能器5的性能的方法28。方法28可由测试接收器2和收听设备4两者中的一个或多个部件来执行。在一个实施例中,方法28的操作中的一个或多个操作由测量单元9和27来执行。虽然相对于具有多个换能器5的单个扬声器3进行了描述,但方法28可类似地应用于具有不同数量的换能器5的一组扬声器3。

[0046] 在一个实施例中,方法28开始于操作29处,测试接收器2驱动扬声器3来同时发射正交测试信号8。如上所述,测试接收器2可驱动扬声器3中的每个换能器5以发射单独的正交测试信号8。如上所述,图3A和3B示出了与扬声器3中的换能器5A和5B对应的示例性正交测试信号8A和8B。每个换能器5与正交测试信号8之间的关系可与正交测试信号8一起被存储在测试接收器2和/或收听设备4中。例如,下表可被存储在测试接收器2和/或收听设备4中,从而展示扬声器3中的12个换能器5中的每个换能器与对应正交测试信号8之间的关系:

[0047]

换能器标识符	正交测试信号标识符
5A	8A
5B	8B
5C	8C
5D	8D
5E	8E
5F	8F
5G	8G
5H	8H
5I	8I

[0048]

5J	8J
5K	8K
5L	8L

[0049] 表1

[0050] 在一个实施例中,正交测试信号8是高于人可感知的正常极限的超声信号。例如,正交测试信号8可高于20kHz。在该实施例中,测试接收器2可驱动换能器5以发射与正交测试信号8对应的声音,同时驱动换能器5以发射与一条声音节目内容(例如乐曲或电影的音轨)对应的声音。使用该方法,正交测试信号8可被用于在扬声器3正在正常操作时测量或表征每个换能器5的性能。因此,每个换能器5的测量可被连续地且可变地确定,而不影响收听者的音频体验。在一个实施例中,正交测试信号8是被用于生成对应的波束图案/极性图案的波束形成的音频信号。

[0051] 在操作30处,收听设备4感测由扬声器3所产生的声音。由于正交测试信号8由扬声器3中的单独的换能器5同时输出,所以收听设备4生成单个被感测的音频信号,该单个被感测的音频信号包括与同时播放的正交测试信号8中的每个正交测试信号对应的声音。例如,收听设备4可产生包括每个正交测试信号8的5毫秒的音频信号。收听设备8可使用一个或多个麦克风26结合音频编解码器25来感测由扬声器阵列3所产生的声音。

[0052] 图6示出了根据一个实施例的被感测的音频信号的实例。图6的被感测的音频信号是正交测试信号8A-8L(包括图3A和3B中所示的正交测试信号8A和8B并可能包括在收听区域1中观测到的噪声)的互相关性。

[0053] 在一个实施例中,收听设备4正在连续地记录收听区域1中的声音。在另一个实施例中,收听设备4在受到测试接收器2提示时开始记录声音。例如,测试接收器2可使用WLAN控制器12和21和/或蓝牙收发器14和23将记录命令传输至收听设备4。记录命令可被测量单元27截取,该测量单元开始记录收听区域1中的声音。


[0054] 在操作31处,收听设备4将所感测的音频信号传输至测试接收器2,以用于处理和测量。所感测的音频信号的传输可使用WLAN控制器12和21和/或蓝牙收发器14和23来执行。在一个实施例中,收听设备4在没有来自测试接收器2的辅助的情况下执行测量。在该实施例中,所感测的音频信号在操作31处未被传输至测试接收器2。相反,换能器5的测量如下文

将描述的那样可由收听设备4执行,并且测量结果随后使用WLAN控制器12和21和/或蓝牙收发器14和23被传输至测试接收器2。

[0055] 在操作32处,所感测的音频信号被独立地且单独地与每个所存储的正交测试信号8求和,以产生一组互相关信号。由于为每个正交测试信号8执行求和,所以互相关信号的数量将等于正交测试信号8的数量。每个互相关信号如其相关联的正交测试信号8对应于同一换能器5(例如如表1中所示的)。图7示出了与正交测试信号8A对应的示例性互相关信号。互相关信号包括与相关联的换能器5A的性能相关联的峰值。

[0056] 在操作33处,每个互相关信号被检查,以确定相关联的换能器5相对于收听设备4的性能。在一个实施例中,在一个或多个互相关信号中可检测到正峰值。所检测到的正峰值指示对应换能器5同相并正在发射声音。响应于所检测到的正峰值,可对所检测到的正峰值执行进一步的测试,以确定对应换能器5的操作性能。例如,可将互相关信号中的正峰值与对应参数或容限值进行比较。例如,可将图7中所示的互相关信号的峰值与10-15dB的范围进行比较,以确定换能器5A的性能。在该实例中,如果峰值在10-15dB的范围内,则换能器5A被确定为操作正确。在一个实施例中,每个换能器5或者换能器5的类型(例如高音扬声器、中音域驱动器等)可与对应范围和参数值相关联。又如,响应于所检测到的正峰值,操作33将互相关信号与对应正交信号进行比较以确定换能器5的传递函数。这个传递函数可被用于确定换能器5的操作性能或被用于执行进一步细粒度测试以表征换能器5的性能。

[0057] 在一个实施例中,操作33可能在一个或多个互相关信号中检测到波谷(即负峰值),而不是突起波峰(即正峰值),如图8中所示。在该实施例中,操作33确定对应换能器5的极性被反相/异相。

[0058] 在另一个实施例中,操作33可能在一个或多个互相关信号中检测到大约  的噪声,而不是波峰或波谷。在该实施例中,操作33确定对应换能器5被断开或不工作。

[0059] 在工厂场景(例如收听区域1是工厂或测试设施)中,方法28允许以与其它测试系统相比大大缩短的时间段来测量和表征多换能器5扬声器系统。例如,方法28允许通过使用正交测试信号8来同时测试多个换能器5。方法28立即指出是否有任何换能器5断开、具有相反极性、或以其它方式不良地工作。在检测到错误时,可在执行其他工厂测试之前替换或修复对应换能器5。与顺序换能器5测试相比,快速地找到性能错误就节省了宝贵的工厂时间和资源。

[0060] 在家庭娱乐情景中,该方法28可被用于校准扬声器3。通过使用正交测试信号8,扬声器3的测量和校准更加不受外部声音的影响。例如,用户/收听者可在正进行会话或播放音轨的同时校准扬声器3,而不影响校准过程。

[0061] 如上所述,本发明的一个实施例可为其中机器可读介质(诸如微电子存储器)已在其上存储有指令的制品,所述指令对一个或多个数据处理部件(本文中一般性地称为“处理器”)进行编程以执行上述操作。在其他实施例中,可通过包含硬连线逻辑部件(例如,专用数字滤波器块和状态机)的特定硬件部件来执行这些操作中的一些操作。可替代地,可通过经编程的数据处理部件和固定硬连线电路部件的任何组合来执行那些操作。

[0062] 虽然已描述并且在附图中示出了某些实施例,但应当理解,此类实施例仅用于说明广义的发明而非对其进行限制,并且本发明并不限于所示和所述的特定构造和布置,因

为对于本领域普通技术人员而言可想到各种其它修改。因此,要将该描述视为示例性的而非限制性的。

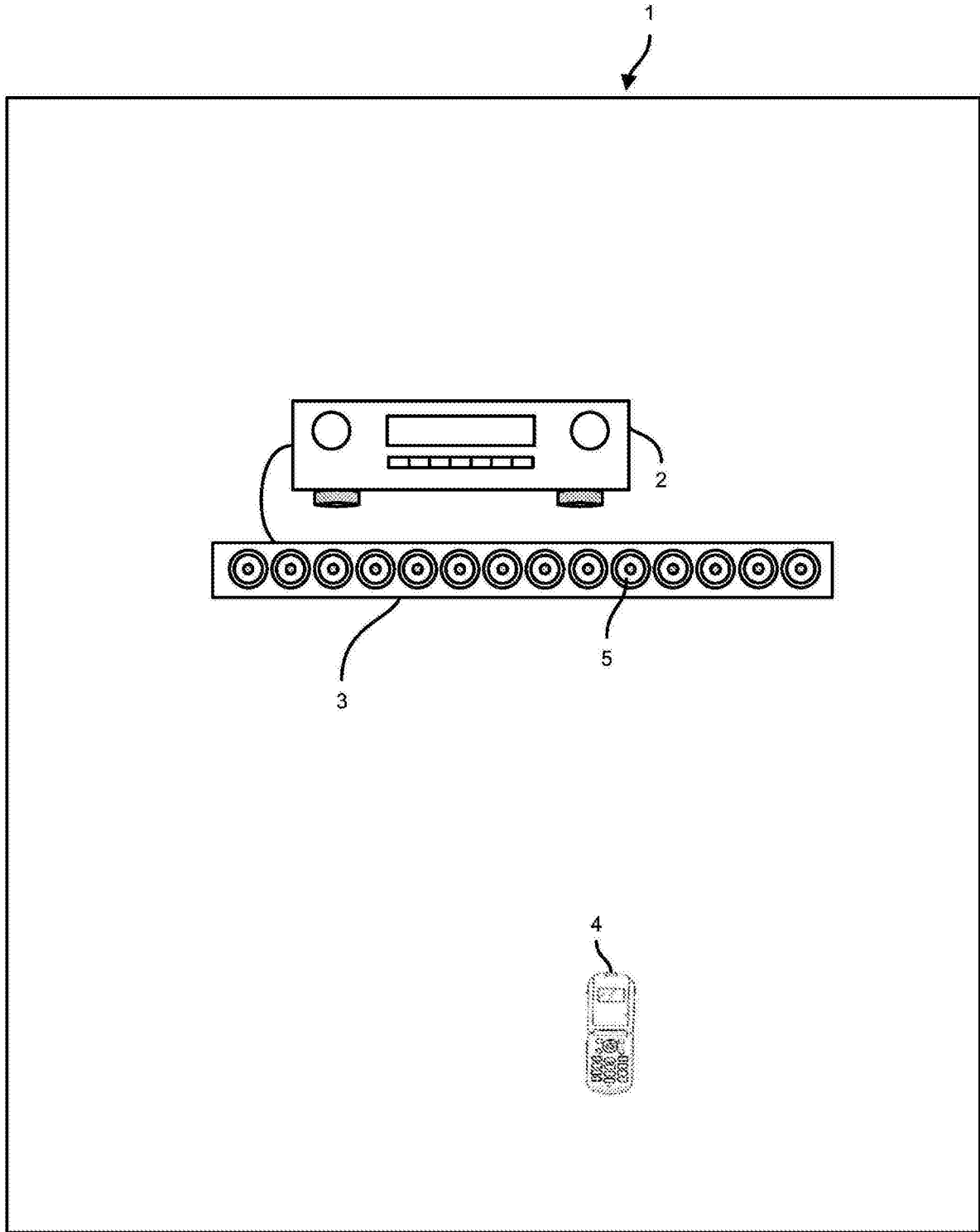


图1A

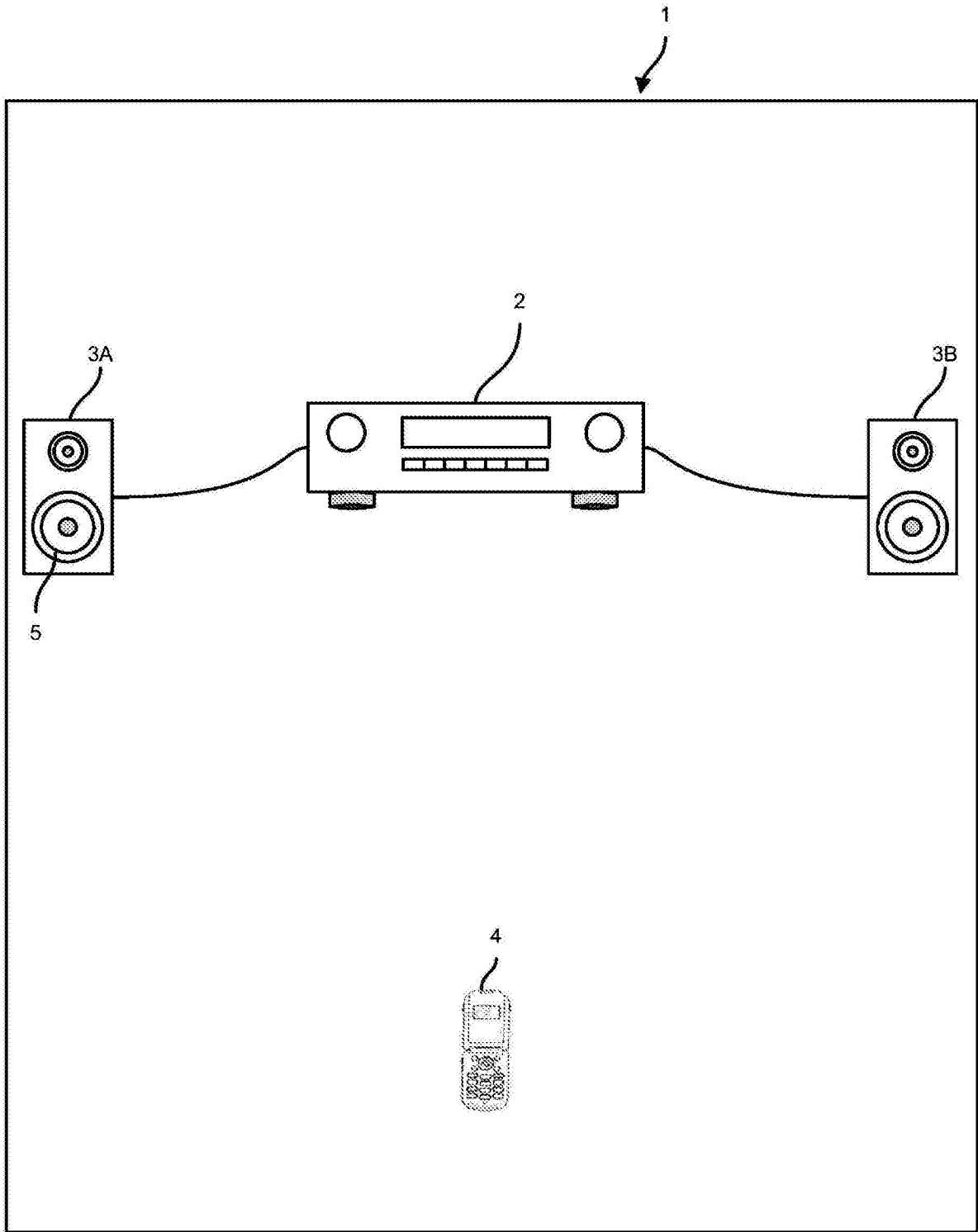


图1B

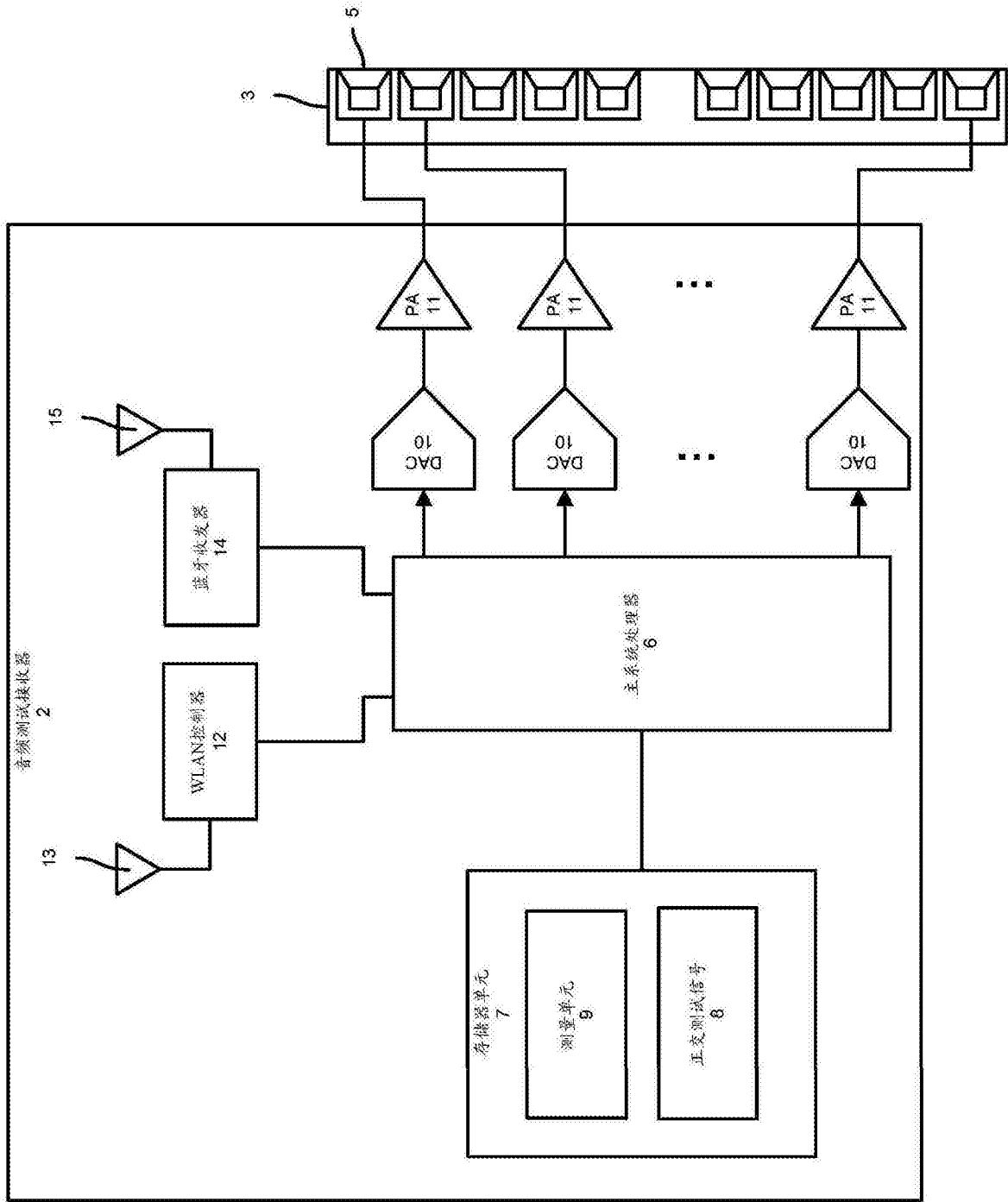


图2

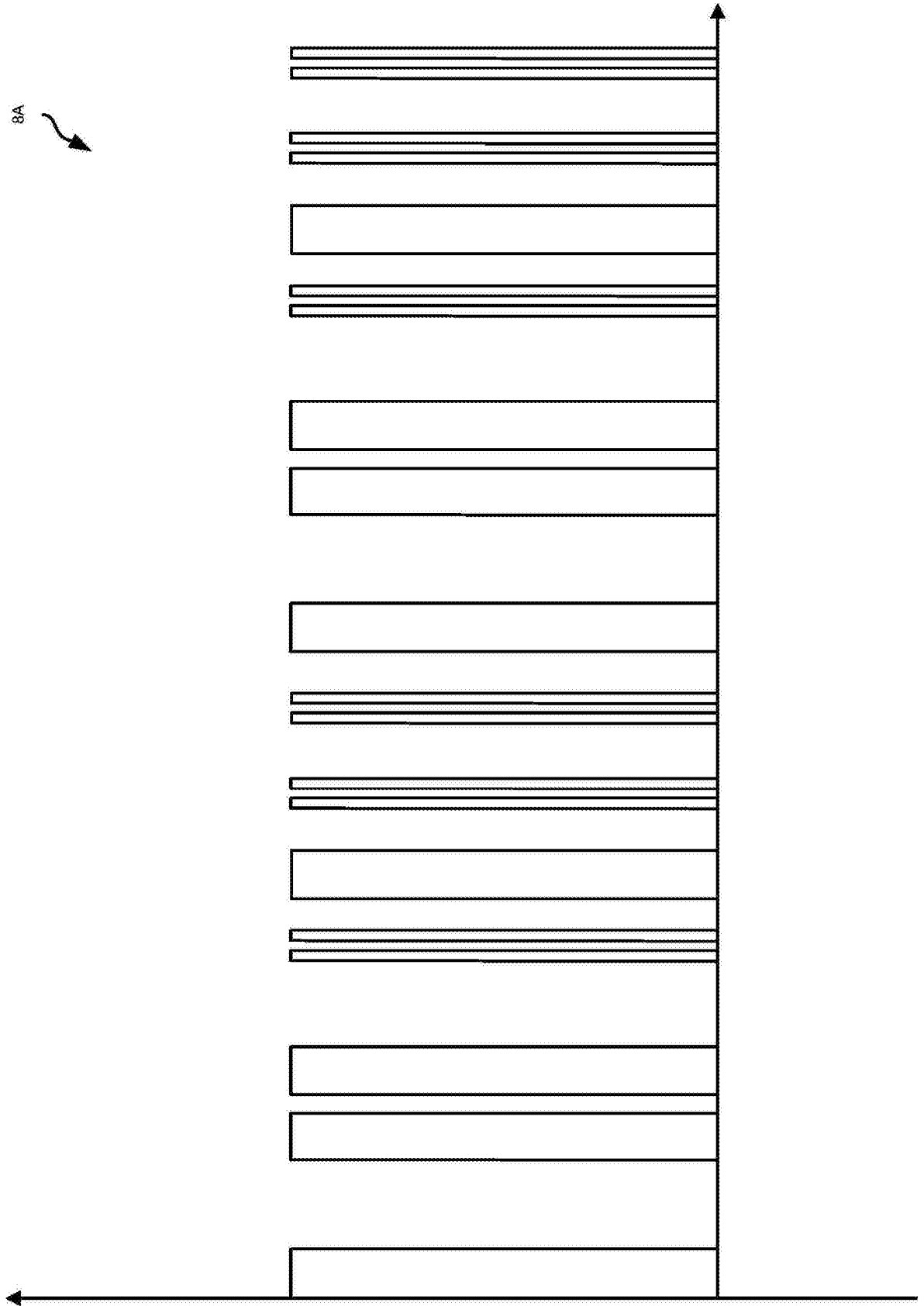


图3A





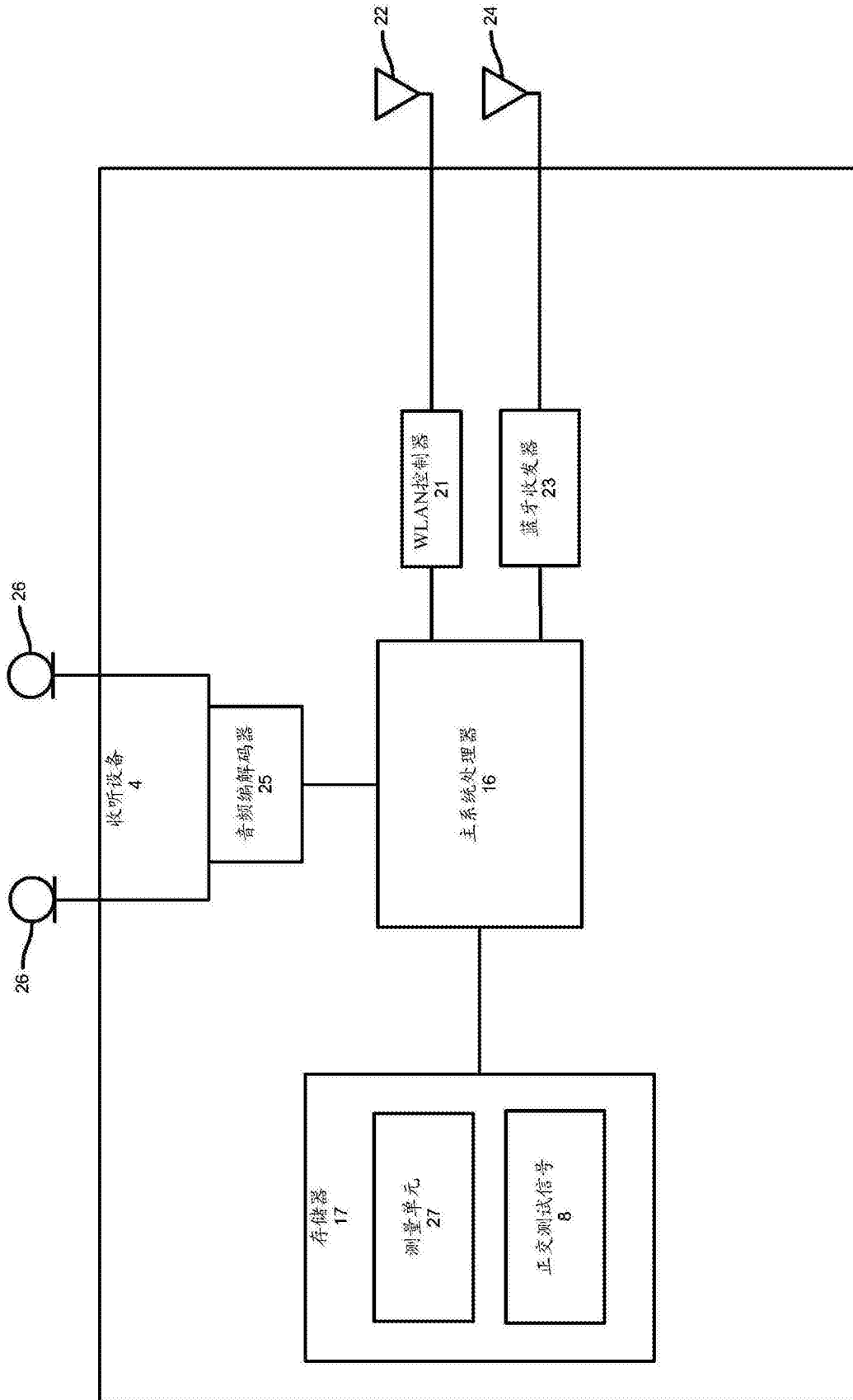


图4

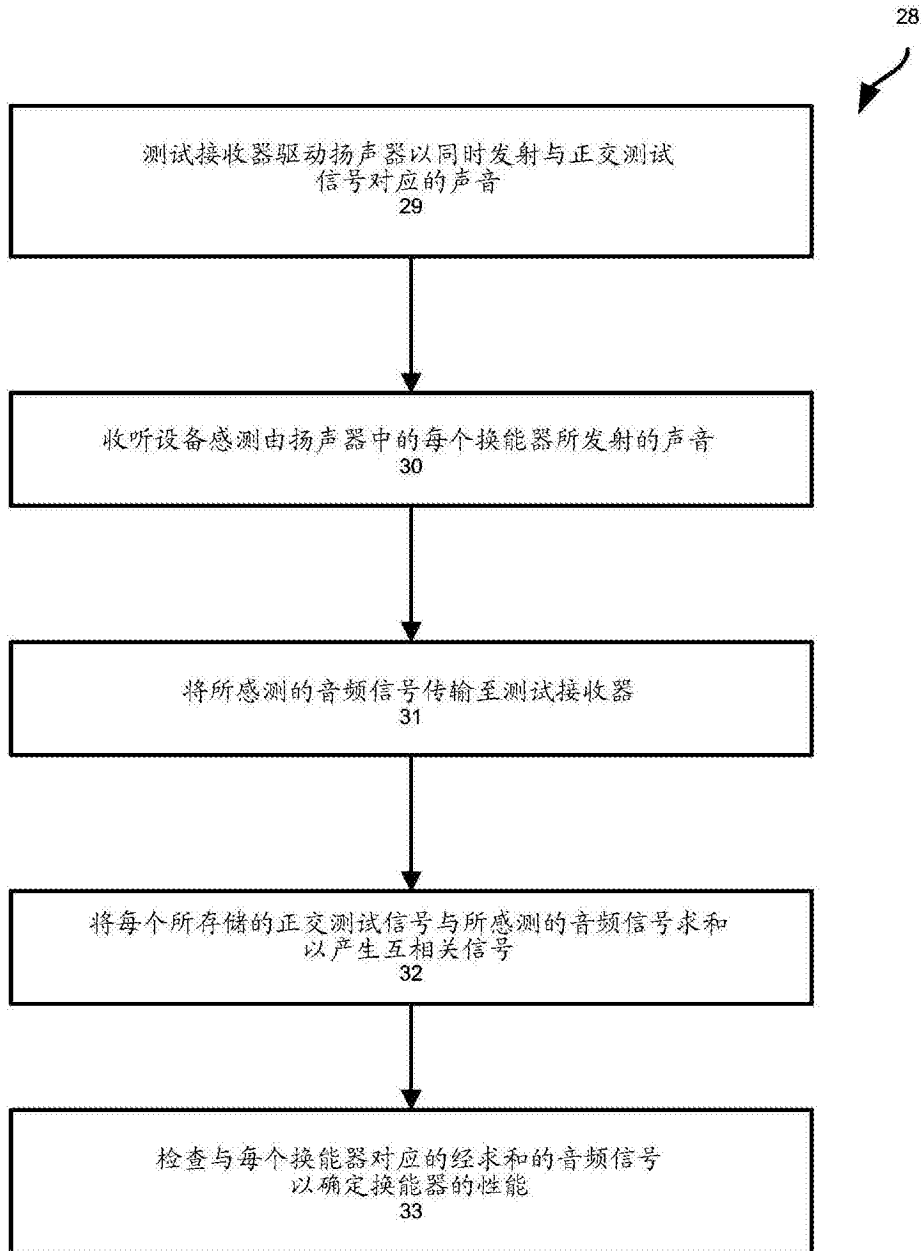


图5

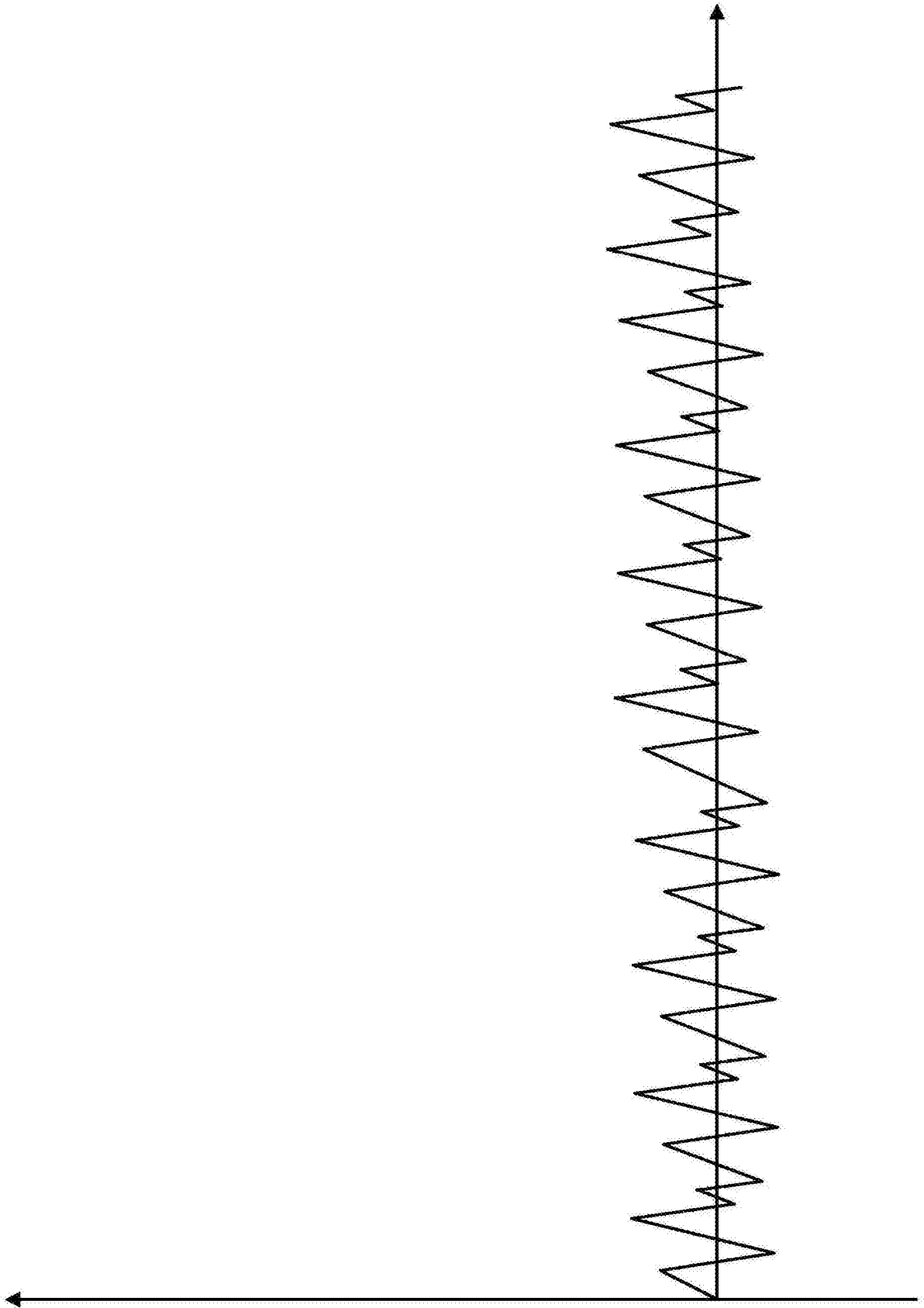


图6

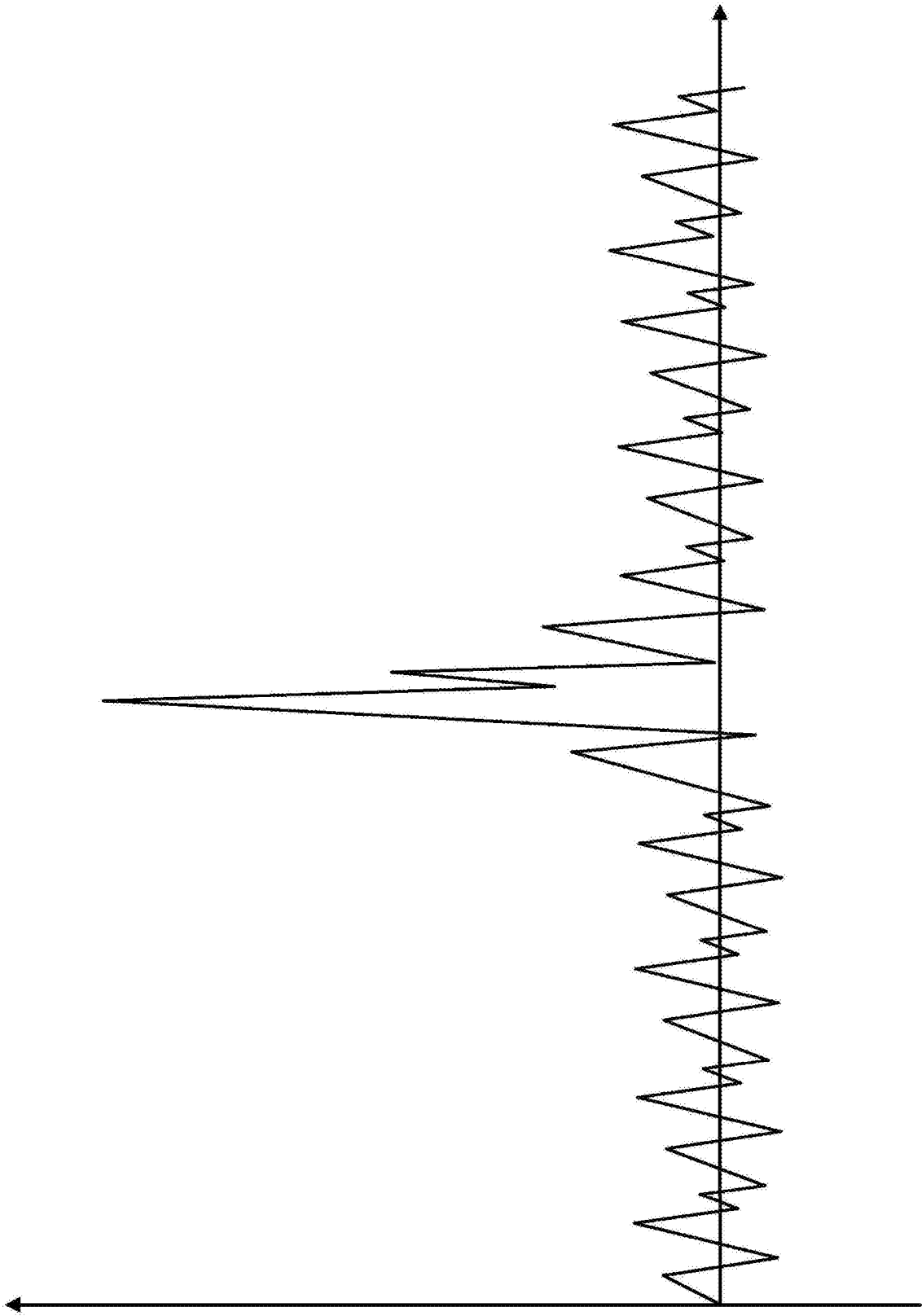


图7

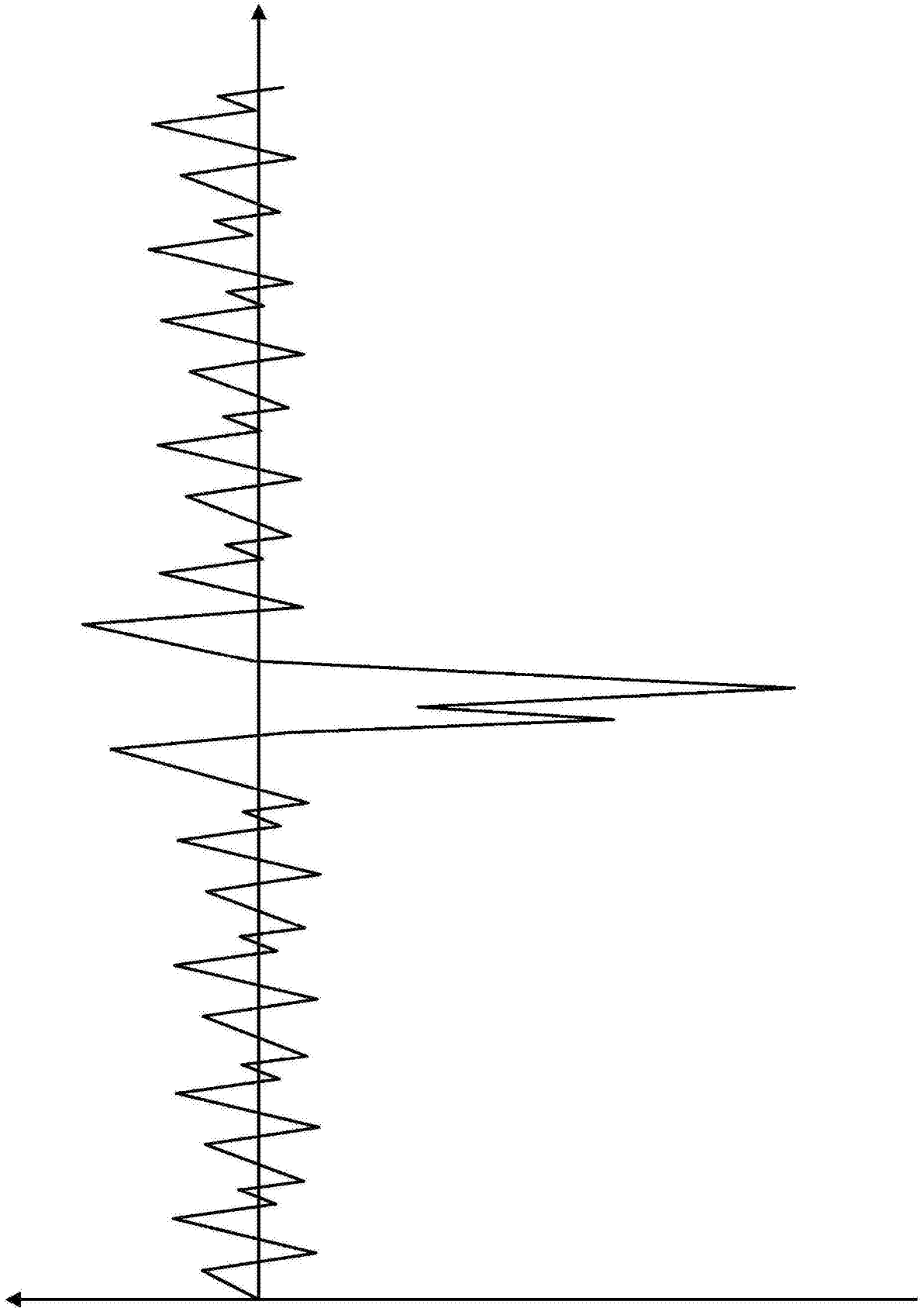


图8