



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1619951 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200410088573.0

US 5872852 A, 1999.02.16, 全文.

(22) 申请日 2004.11.05

US 6628788 B2, 2003.09.30, 说明书第2列第66行至第4列第15行, 图1.

(30) 优先权数据

10/703,826 2003.11.07 US

审查员 温睿

(73) 专利权人 哈曼国际工业有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 B·F·艾德 D·P·麦科克尔

I·G·忠巴克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 沙捷 丁艺

(51) Int. Cl.

H03G 3/20 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5355419 A, 1994.10.11, 说明书第2列第47行至第3列第25行, 图5.

US 6628788 B2, 2003.09.30, 说明书第2列第66行至第4列第15行, 图1.

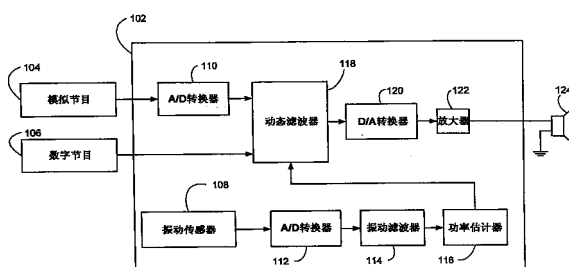
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有振动传感器的车辆音频控制器

(57) 摘要

本发明公开一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供可以帮助补偿车辆内的环境噪声的滤波音频信号。该音频控制器可以包括产生表示车辆内振动的振动信号的振动传感器。音频控制器的动态滤波器可以接收振动信号和音频信号,并且改变基于振动信号的增益电平和/或音频信号的音调以生成滤波的音频信号。音频控制器还可以接收速度信号并且改变基于速度信号的增益电平和/或音频信号的音调以生成滤波的音频信号。



1. 一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供滤波的音频信号,该音频控制器包括:

一个振动传感器,连接到车辆且被配置以产生表示与车辆有关的振动电平的振动信号;

连接到所述振动传感器的功率估计器,该功率估计器被配置来接收所述振动信号并且将所述振动信号转化成表示由所述振动传感器感应到的振动电平的功率值;

一个动态滤波器,连接到所述功率估计器和所述声源,所述动态滤波器被配置来接收表示振动电平的功率值,并且所述动态滤波器被进一步配置来接收来自声源的音频信号;和

其中配置动态滤波器以产生作为音频信号和表示振动电平的功率值的函数的滤波的音频信号。

2. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,还包括一个放大器,所述放大器与所述动态滤波器连接且被配置以接收滤波的音频信号和为扬声器产生驱动电信号。

3. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,还包括连接在所述振动传感器和所述动态滤波器之间的A/D转换器用于将所述振动信号转化成数字振动信号。

4. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,还包括连接在所述振动传感器和动态滤波器之间的振动滤波器,其中该振动滤波器变换所述振动信号。

5. 根据权利要求4所述的车辆音频控制器,其中所述振动滤波器包括截止频率在200Hz和2kHz之间的低通滤波器,且所述低通滤波器衰减低于截止频率的振动信号的频率。

6. 根据权利要求4所述的车辆音频控制器,其中所述振动滤波器包括截止频率在500Hz的低音倾斜滤波器。

7. 根据权利要求4所述的车辆音频控制器,其中所述振动滤波器包括高通滤波器和低通滤波器;其中高通滤波器包括2Hz的截止频率,且低通滤波器包括20kHz的截止频率。

8. 根据权利要求4所述车辆音频控制器,其中所述振动滤波器包括陷波滤波器。

9. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中所述功率值被归一化。

10. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中所述功率估计器通过将振动信号对时间积分把该振动信号转成功率值。

11. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中所述功率估计器通过将振动信号的平方对时间积分把该振动信号转成功率值。

12. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中所述功率估计器将所述振动信号转化为限制所述功率值对时间变化的功率值。

13. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过增加基于表示振动信号的振动电平的功率值的音频信号的增益值产生滤波的音频信号。

14. 根据权利要求1所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过随着表示振动信号的振动电平的功率值的增加而增加音频信号的增益值来产生滤波的音频信号。

15. 一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供滤波的音频信号,所述音频控制器包括:

一个振动传感器,连接车辆且被配置以产生指示车辆振动电平的振动信号;

连接到所述振动传感器的功率估计器,该功率估计器被配置来接收所述振动信号并且将所述振动信号转化成表示由所述振动传感器感应到的振动电平的功率值;

一个动态滤波器,连接到所述功率估计器、所述声源,以及速度传感器,其中所述动态滤波器被配置来接收表示振动电平的功率值,所述动态滤波器被进一步配置来接收来自声源的音频信号,并且其中所述动态滤波器还被配置来从速度传感器接收速度信号;和

其中,配置动态滤波器以产生作为音频信号、表示振动电平的功率值和速度信号的函数的滤波的音频信号。

16. 根据权利要求 15 所述的车辆音频控制器,还包括连接在所述振动传感器和所述动态滤波器之间的 A/D 转换器。

17. 根据权利要求 15 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过增加基于表示振动电平的功率值的音频信号的增益值来产生滤波的音频信号。

18. 根据权利要求 17 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过增加作为速度信号的函数的音频信号的增益值来产生滤波的音频信号。

19. 根据权利要求 15 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过随着表示振动电平的功率值的增加而增加音频信号的增益值来产生滤波的音频信号。

20. 根据权利要求 19 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过随着所述速度信号的电平的增加而增加音频信号的增益来产生滤波的音频信号。

21. 根据权利要求 15 所述的车辆音频控制器,还包括连接在所述振动传感器和动态滤波器之间的振动滤波器,其中所述振动滤波器改变所述振动信号。

22. 根据权利要求 21 所述的车辆音频控制器,其中所述振动滤波器包括截止频率在 100Hz 和 1kHz 之间的低通滤波器,且所述低通滤波器衰减低于截止频率的振动信号的频率。

23. 根据权利要求 15 所述的车辆音频控制器,还包括一个放大器,所述放大器与所述动态滤波器连接且被配置以接收滤波的音频信号和为扬声器产生驱动电信号。

24. 一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供滤波的音频信号,所述音频控制器包括:

一个振动传感器,连接到一个车辆且被配置以产生指示车辆振动电平的振动信号;

连接到所述振动传感器的功率估计器,所述功率估计器被配置来接收所述振动信号并且将所述振动信号转化成表示由所述振动传感器感应到的振动电平的功率值;

一个动态滤波器,连接到所述功率估计器,所述动态滤波器被配置来接收表示由振动传感器所感应的振动电平的功率值,所述动态滤波器连接到声源以接收音频信号,所述动态滤波器连接到速度传感器以接收速度信号,并且所述动态滤波器连接到音量控制以接收音量控制信号;和

其中配置所述动态滤波器以产生作为所述音频信号、表示所述振动电平的功率值、所述速度信号和所述音量控制信号的函数的滤波的音频信号。

25. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以通过增加基于表示振动电平的功率值的音频信号的增益值来产生滤波的音频信号。

26. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器以当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时通过基于表示所述振动电平的功率值增加所述音频信号

的增益值,来产生滤波的音频信号,和当音量控制信号的电平高于该阈值电平时产生直接来自于音频信号的滤波的音频信号。

27. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器,当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时,通过将所述音频信号的增益值基于表示所述振动电平的功率值增加到第一因数倍来生成所述滤波的音频信号,和当音量控制信号的电平高于该阈值电平时,通过将所述音频信号的增益基于所述振动信号的振动电平增加到第二因数倍来产生滤波的音频信号。

28. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器来通过增加作为速度信号的函数的音频信号的增益值产生滤波的音频信号。

29. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器,当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时,通过增加作为速度信号的函数的所述音频信号的增益值来产生滤波的音频信号,和当所述音量控制信号的电平高于该阈值电平时,产生直接来自于所述音频信号的滤波的音频信号。

30. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,其中配置所述动态滤波器,当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时,通过将作为速度信号的函数的所述音频信号的增益值增加到第一因数倍来生成滤波的音频信号,和当所述音量控制信号高于该阈值电平时,通过将作为速度信号的函数的所述音频信号的增益增加到第二个因数倍来生成所述滤波的音频信号。

31. 根据权利要求 24 所述的车辆音频控制器,还包括一个放大器,所述放大器与所述动态滤波器连接且被配置来接收滤波的音频信号和为扬声器生成驱动电信号。

32. 一种补偿车辆声音系统中的环境噪声的方法,所述方法包括:

从声源接收音频信号;

用振动传感器检测车辆的振动电平;

将振动电平转换为表示振动电平的功率值;和

生成作为所述音频信号和表示所述振动电平的功率值的函数的滤波的音频信号;

该方法还包括从音量控制接收音量控制信号,其中生成滤波的音频信号包括当音量控制信号低于一个阈值电平时,将音频信号的增益值基于表示振动电平的功率值增加到第一因数倍,和当音量控制信号高于该阈值电平时,将音频信号的增益值基于表示振动电平的功率值增加到第二因数倍。

33. 根据权利要求 32 所述的方法,其中生成滤波的音频信号包括随着表示振动电平的功率值的增加而增加音频信号的低频电平。

34. 根据权利要求 32 所述的方法,其中生成滤波的音频信号包括随着表示所述振动电平的功率值的增加而增加所述音频信号的高频电平。

35. 根据权利要求 32 所述的方法,其中生成滤波的音频信号包括随着表示所述振动电平的功率值的增加而增加所述音频信号的电平。

36. 根据权利要求 32 所述的方法,其中生成滤波的音频信号包括随着表示振动电平的功率值对时间的平均值的增加而增加音频信号的电平。

37. 根据权利要求 32 所述的方法,其中生成滤波的音频信号包括随着振动电平的均方根值的增加而增加音频信号的电平。

38. 根据权利要求 32 所述的方法,还包括从速度传感器接收速度信号,其中生成滤波的音频信号包括随着速度信号的增加而增加音频信号的高频电平。

39. 根据权利要求 32 所述的方法,还包括从速度传感器接收速度信号,其中生成滤波的音频信号包括随着速度信号的增加而增加音频信号的电平。

40. 根据权利要求 32 所述的方法,还包括从音量控制接收音量控制信号,其中生成滤波的音频信号包括随着音量控制信号的增加而增加音频信号的电平。

41. 根据权利要求 32 所述的方法,还包括从速度传感器接收速度信号,其中生成滤波的音频信号包括当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时,将音频信号的增益值基于速度信号增加到第一因数倍,和当音量控制信号的电平高于该阈值电平时,将音频信号的增益值基于速度信号的电平增加到第二因数倍。

42. 根据权利要求 32 所述的方法,还包括从速度传感器接收速度信号,其中生成滤波的音频信号包括当音量控制信号的电平低于一个阈值电平时,将音频信号的增益值基于速度信号和表示振动电平的功率值增加到第一因数倍,和当音量控制信号的电平高于该阈值电平时,将音频信号的增益值基于速度信号和表示振动电平的功率值增加到第二因数倍。

43. 一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供滤波的音频信号,所述音频控制器包括:

生成表示车辆的振动的振动信号的振动感应装置,其中振动感应装置被连接到车辆;

用于将表示振动的振动信号转化成表示振动电平的功率值的功率估计装置;和

一个滤波装置,用于生成作为音频信号和表示振动电平的功率值的函数的滤波的音频信号。

具有振动传感器的车辆音频控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的声音系统,尤其涉及,能根据车辆的振动电平动态地调整增益和声调特性的声音系统,用于再造音频信号。

背景技术

[0002] 由音频再造系统产生的人类能感知的声音信号,如音频信号(音乐、讲话等)会受到周围环境噪声的影响。因此,设计用来在嘈杂的环境中工作的音频再造系统,例如,在车辆内部,经常包含试图补偿由噪声引起的音频信号的感觉上的损失的组成部分。

[0003] 车辆中的环境噪声,例如,由发动机或者轮胎与路面的摩擦带来的噪声,可能不是有限带宽,而通常是一个大约低于 200Hz 的强分量。这个低频环境噪声给车辆的音频再造系统带来问题。首先,由收听者感知的信号的音量,通常被称作“显音量”,是一个噪声的函数,因此,随着噪声的增加,显音量降低。收听者会希望将显音量保持在一个恒定的水平,但是由于车辆中的环境噪声动态改变,例如,由于路面条件的改变和 / 或车速的改变使得这是很困难的。这一问题通常被称作“显音量问题”。

[0004] 一种被称作“噪声唯一方法”(“noise-only-method”)的补偿显音量问题的方法,包括提高作为环境噪声函数的信号的增益。该方法防止软通道(soft passage)被噪声覆盖。但是,这种方法可能是有缺陷的,因为它不考虑用户设置的音量等级而改变增益,所以这种方法响应噪声的增加而增加增益,即使对于非常高的音量等级。这种增加会导致产生的信号对于收听者来说非常刺耳,或者同样有害于音频再造设备。

[0005] 在车辆中,环境噪声集中在一个低频范围内,因此比起高频范围,在低频范围内信号更容易被掩盖。这将使信号失去预期的音调。这种问题经常被称作“不均匀掩盖问题”。

[0006] 通常,为补偿显音量问题或者不均匀掩盖问题而设计的系统包括一些估计环境噪声等级的方法。一些自动音频再造系统使用位于车辆乘坐室内的麦克风来测量环境噪声。然而在车辆乘坐室使用麦克风可能会有几个缺点。因为麦克风通常对车辆内的所有声音都敏感,包括由音频再造系统产生的信号,所以需要过滤掉由麦克风产生的信号来生成噪声的信号表现。

[0007] 一种用于对麦克风输出信号滤波的方法包括使用低通滤波器去除再造音频信号可能集中的较高频率。但是,这种方法可以生成只代表副音频(sub-audio)低频噪声的信号,而不是可以包含较高频率的实际掩盖噪声。另一种对麦克风信号滤波的方法是从麦克风信号中减去再造音频信号来获得噪声的信号表现形式。这种方法也可能不好,因为它涉及从音频再造系统的扬声器到麦克风的传递函数。该传递函数很难确定,并且可能动态变化,例如,会随着车辆中的乘客的数量的变化而变化。此外,使用在车辆的乘客车厢中的麦克风可能导致信号响应乘客的讲话而增加,这样音频再造系统可能会试图“淹没”对话。

[0008] 传感器和数字信号处理器的复杂系统的其他实现方法也已被用于补偿车辆中的环境噪声。这些复杂系统中的很多系统不能经济可行地应用在大量生产的车辆中。没有任何在先系统提供了既经济可行又令人满意的发声解决方案。因此,需要提供一种满意的发

声和经济的车辆声音系统用于补偿车辆内的环境噪声。

发明内容

[0009] 提供一种车辆音频控制器,用于接收来自于声源的音频信号并且提供补偿车辆内的环境噪声的滤波的音频信号。该音频控制器可以具有产生表示车辆内振动的振动信号的振动传感器。音频控制器的动态滤波器可以接收振动信号和音频信号,并且改变基于振动信号的增益电平和 / 或音频信号的音调以生成滤波的音频信号。例如,动态滤波器可以随着振动信号的增加而增加音频信号的增益电平以生成滤波的音频信号。

[0010] 音频控制器还可以接收速度信号并且改变基于速度信号的增益电平和 / 或音频信号的音调以生成滤波的音频信号。例如,动态滤波器可以随着速度信号的增加而增加音频信号的增益电平以生成滤波的音频信号。音频控制器还可以接收音量控制信号。音量控制信号可以影响动态滤波器改变作为振动和 / 或速度信号的函数的音频信号的方式。例如,当音量控制信号为低时,动态滤波器可以随着速度信号和 / 或振动信号的增加将音频信号的增益电平增加到第一因数倍以生成滤波音频信号。然而,当音量控制信号为高时,动态滤波器可以随着速度信号和 / 或振动信号的的增加将音频信号的增益电平增加到第二因数倍以生成滤波的音频信号。

[0011] 基于如下附图和具体说明的考查,本发明的其他系统、方法、特征和优点对于本领域的技术人员显而易见。所有这样的附加系统、方法、特征和优点都应当包括在说明中,在本发明的范围内,并且被如下的权利要求保护。

附图说明

[0012] 参考下面的附图可以更好地理解本发明。图中的组成部分不需按比例,重点是在于基本原理的阐述。此外,在图中,相同的参考数字指定所有不同附图中相应的部分。

[0013] 图 1 是示例车辆音频控制器的方框图;

[0014] 图 2 是图 1 中示例的车辆音频控制器的示例流程图;

[0015] 图 3 是包括低音倾斜滤波器 (bass-shelf filter) 的车辆音频控制器的示例振动滤波器的频率响应图;

[0016] 图 4 是包括具有低音倾斜滤波器 (bass-shelf filter) 的陷波滤波器的车辆音频控制器的第二个示例的振动滤波器的频率响应图;

[0017] 图 5 是包括速度传感器和速度估计器的第二个示例的车辆音频控制器的方框图;

[0018] 图 6 是图 5 中第二个示例的车辆音频控制器的示例流程图;

[0019] 图 7 是包括音量控制的第三个示例的车辆音频控制器的方框图;

[0020] 图 8 是图 7 中第三个示例的车辆音频控制器的示例流程图。

具体实施方式

[0021] 第一个车辆音频控制器

[0022] 图 1 展示了用于车辆内的第一个示例车辆音频控制器 102。在此使用的术语“车辆音频控制器”是指本国中已知的“汽车立体声系统 (carstereos)”或者“汽车立体声组件 (car stereo components)”。车辆音频控制器经常被安装在多数类型的机动车上。“车

辆”一词在本文是指机动运输工具,如摩托车、船、固定或者螺旋桨飞机,或者其他任何有发动机且能运输乘客的交通工具。术语“乘坐室”在本文中是指在运输工具内或在运输工具上由乘客占据的空间,例如,汽车的座舱或者飞机的客舱,或者摩托车的车把和尾灯之间的空间。

[0023] 车辆音频控制器 102 可以连接模拟声源 104、数字声源 106,和至少一个扬声器 124。可以配置车辆音频控制器 102 以从模拟声源 104 接收模拟音频信号和从数字声源 106 接收数字音频信号。车辆音频控制器 102 可以产生驱动电信号来驱动扬声器 124。车辆音频控制器 102 可以包括产生表示振动的振动电平信号的振动传感器 108。驱动电信号可以基于模拟和 / 或数字音频信号和振动电平信号。车辆音频控制器 102 可以通过例如随着环境噪声水平的提高而提高电平和 / 或改变驱动电信号的音调的方式为车辆乘坐室的环境噪声“补偿”驱动电信号。

[0024] 模拟和 / 或数字音频信号可能是多声道信号,例如立体声或者环绕声信号。车辆音频控制器 102 可以包括与扬声器 124 连接的放大器 122。放大器 122 可以包含立体声或者多声道放大器,例如具有或者不具有亚低音 (subwoofer) 扬声器的五声道或七声道环绕声放大器。同样,扬声器 124 可以包含多个与放大器 122 的声道连接的扬声器来再造立体声或者多声道音频。

[0025] 振动传感器 108 可以包括能感应振动且产生指示所感应的振动的频率和幅度的模拟或者数字信号的任何类型的振动传感器。例如,振动传感器 108 可以包括聚集装载的悬臂振动传感器。其中一个这样的振动传感器是由宾夕法尼亚州韦恩公司的测量项目 (MeasurementSpecialties, Inc. of Wayne, Pennsylvania) 制造的 Minisence 100-HT 振动传感器。振动传感器 108 可以被安装到车辆上,这样由车轮与地面之间的摩擦或者由风横穿车辆的运动所引起的振动,以及由引擎或者其他移动部分引起的振动会刺激 (振动) 振动传感器 108。例如,振动传感器 108 可以被安装在仪表板中、座位下、车顶和车厢顶篷内衬之间、一个的车门内、行李舱内、支架上,或者类似的位置上。

[0026] 模拟声源 104 可以包括陆地或卫星无线接收机,磁带播放器,光盘播放器 (“CD 播放器”),小型磁盘播放器 (“MD 播放器”),八磁轨磁带播放器 (eight-track tape player),数字音频磁带播放器 (“DAT 播放器”),数字通用光盘播放器 (“DVD 播放器”),MPEG3 音频第三层播放器 (“MP3 播放器”)或者能生成模拟音频信号的其他设备。

[0027] 数字声源 106 可以包括 CD 播放器,MD 播放器,DAT 播放器,DVD 播放器,MP3 播放器,数字无线接收器,或者能产生数字音频输出的类似设备。例如,数字声源 106 可以通过优化的 Toshiba® Link (“TOSLINK”®)和 / 或电子 Sony®/Phillips® 数字接口 (“S/PDIF”) 提供脉冲编码调制 (“PCM”),数字影院系统 (“DTS®”),或者 Dolby® 数字信号。数字声源 106 还可以通过广域网或者局域网,例如 MOST® 网、COBRANet® 网、Ethernet® 网、通用串行总线 (“USB®”) 网和 / 或其他类型的有线和无线网络来提供数字音频信号。

[0028] 车辆音频控制器 102 可以包括第一和第二模数转换器 (“A/D 转换器”) 110 和 112、动态滤波器 118、振动滤波器 114、功率估计器 116、数模转换器 (“D/A 转换器”) 120,和放大器 122。A/D 转换器 110 和 112 的每个可以是一个将诸如电压或电流的连续变化的 (模拟) 信号转换为一连串离散的数字值的设备。A/D 转换器 110 和 112 的每个可以对模拟信

号周期采样并且生成代表模拟信号每个采样点幅度的数字值。

[0029] 例如,第一 A/D 转换器 110 可以连接模拟声源 104,并且可以以 44.1KHz 或者更高的频率对模拟音频信号采样,并且为每个样本生成代表模拟音频信号幅度的 8bit 到 24bit 数。第二 A/D 转换器 112 可以与振动传感器 108 连接并且以例如 1KHz 或者更高的频率对模拟振动信号采样,且为每个样本生成代表振动信号的幅度的 4bit 到 24bit 数。D/A 转换器 120 可以是将数字数据转化为模拟信号的设备,例如线路电平 (line-level) 信号。D/A 转换器 120 可以与动态滤波器 118 连接并且可以从动态滤波器 118 接收一连串的离散数字值作为输入。D/A 转换器 120 也可以连接放大器 122,并且生成模拟信号作为其输出,信号的幅度与每个数字值实时对应。

[0030] 动态滤波器 118 可以是能接收大量数字音频信号和一个或多个控制信号的,并能在数字音频信号之间作为控制信号的函数或者以预定的方式变换和 / 或切换的数字信号处理器 (“DSP”)。本文用此处和其他地方使用的术语“滤波器” (filters),而不是使用如“滤波器” (filter(s)) 或者“滤波工具”来描述一个或多个滤波器,并且不应该被认为是对所声明的发明的任何限制。动态滤波器 118 可以与第一 A/D 转换器 110 和数字声源 106 相连接并且接收来自第一 A/D 转换器 110 和数字声源 106 的数字音频信号。动态滤波器 118 还可以与功率估计器 116 连接并且接收来自功率估计器 116 的控制信号。

[0031] 放大器 122 可以是能够接收模拟音频信号,如线路电平 (line-level) 信号,并且将其放大到对于扩音器足够的电平的音频放大器。例如,放大器 122 可以是自动立体声或环绕声放大器。放大器 122 可以连接到 D/A 转换器 120,并从其接收模拟音频信号。放大器 122 可以连接扬声器 124 并且给其提供驱动电信号。

[0032] 振动滤波器 114 可以是能接收数字振动信号并且以预定的方式变换数字振动信号的 DSP。振动滤波器 114 可以与第二 A/D 转换器 112 连接。功率估计器 116 可以是能生成表示由振动传感器感应到的振动的相对电平的归一化功率值的 DSP 或者控制器。例如,功率估计器可以被调整到车辆的特定模式,并且可以生成 0 到 100 之间的归一化的振动功率值。功率估计器 116 可以连接在振动滤波器 114 和动态滤波器 118 之间。

[0033] 图 1 中,模拟源 104 可以向第一 A/D 转换器 110 发送模拟音频信号。第一 A/D 转换器 110 可以将模拟音频信号转换成第一数字音频信号,并且将第一数字音频信号传送给动态滤波器 118。数字源 106 可以将第二数字音频信号直接传送给动态滤波器 118。模拟和数字音频信号的每个可以是单频道音频信号、立体声音频信号,或者多频道音频信号。

[0034] 动态滤波器 118 可以接收来自于数字源 106 和 / 或第一 A/D 转换器 110 的数字音频信号。可以从这些数字音频信号中例如通过选择控制信号 (图中未示) 选出一个,并且通过动态滤波器 118 变换 (滤波) 并传送到 D/A 转换器 120。D/A 转换器 120 可以将滤波数字音频信号转化成滤波的模拟音频信号。滤波的模拟音频信号可以通过 D/A 转换器 120 发送到放大器 122 中。放大器 122 可以将滤波的模拟音频信号放大来驱动扬声器 124。

[0035] 图 2 是第一个车辆音频控制器 102 的示例流程图。在步骤 202,第二 A/D 转换器 112 可以将来自于振动传感器 108 的模拟振动信号转化成数字振动信号。在步骤 204,振动滤波器 114 可以接收来自于第二 A/D 转换器 112 的数字振动信号。振动滤波器 114 可以实现低音倾斜 (低通) 滤波器,高音倾斜 (treble-shelf) (高通) 滤波器,峰值滤波器和 / 或陷波滤波器的结合。在振动滤波器 114 中实现的特定滤波器可以被定制给不同的车辆模

型。

[0036] 例如,在某些车辆模型中,乘坐室中的环境噪声可能主要是由在 20Hz 到 500Hz 的频率范围内的振动引起的。因此,振动滤波器 114 可以包括截止频率为 500Hz 的低音倾斜滤波器。在图 3 中表示了截止频率为 500Hz 示例的低音倾斜滤波器频率响应曲线 302。

[0037] 再例如,振动传感器 108 可以靠近车辆内的振源,例如频率 100Hz 的空调风扇振动。为了防止干扰振动信号的振源,除了截止频率为 500Hz 低音倾斜滤波器,振动滤波器 114 可以包括中心为 100Hz 的陷波滤波器。在图 4 中表示了结合有截止频率为 500Hz 的低音倾斜滤波器频率响应曲线 404 的中心频率为 500Hz 的示例的陷波滤波器频率响应曲线 402。

[0038] 振动滤波器 114 也可以包括不同阶次的高通滤波器和低通滤波器。例如,振动滤波器 114 可以包括截止频率为 20KHz 左右的低通滤波器来滤掉超过可听范围的振动,和截止频率为 2Hz 左右的高通滤波器来滤掉直流 (DC) 信号。

[0039] 振动滤波器 114 可以将滤波的振动信号传送给功率估计器 116。功率估计器 116 也可以为不同的车辆模型定制。例如,功率估计器 116 可以生成表示由振动传感器感应到的振动的相对电平的归一化振动电平值,这样归一化的振动电平值从一个车辆模型到其他的车辆模型都是一致的。第一车辆模型可以有最大的滤波的振动信号电平 200,并且第二个车辆模型可以有最大的滤波的振动信号电平 50。在第一个车辆模型中功率估计器 116 通过除以 2 可以归一化滤波振动信号电平,并且在第二个车辆模型中通过乘以 2 可以归一化滤波振动信号电平。这种归一可以允许动态滤波器 118 被设计成在较广的范围的车辆模型内操作。

[0040] 在步骤 208 中,功率估计器 116 可以平方和 / 或积分和 / 或确定被接收的滤波振动信号的根来决定归一化的振动电平值。其中执行这三种运算中的每一种,归一化振动电平值可以是滤波振动信号功率电平的均方根 (RMS) 的函数。

[0041] 在步骤 210 中,功率估计器 116 可以对接收的滤波振动信号在时间上积分 (平均) 以平滑在滤波信号期间的电平转换。例如,可以平均 10 秒内的滤波振动信号。平均可以减少对滤波信号的突然、反常的调整。当车辆遭受撞击时,振动电平的极值会增长,但是持续时间很短暂。如果是大的撞击,滤波信号的相应增长 (未求平均) 会震惊乘客,或者产生其它的负面结果。

[0042] 除了将滤波振动信号对时间求平均外,在步骤 212 中,功率估计器 116 还可以在时间上限定归一化振动电平。例如,功率估计器 116 可以将归一化振动电平值在对一段时间,如 5 秒上,限制 (限定) 在平均的归一化振动电平值的 $\pm 15\%$ 的范围内。这样的限定可以帮助对滤波信号的突然、反常的调整。

[0043] 在步骤 214 中,除了音频信号之外,动态滤波器 118 还可以接收的来自功率估计器 116 的归一化振动电平值。动态滤波器 118 可以包括不同阶次的高通、带通,和 / 或低通滤波器以调整滤波的数字音频信号的音调,并且还可以调整滤波的数字音频信号的整体电平。为了补偿滤波的数字音频信号的“显音量”电平的变化,动态滤波器 118 可以增加作为归一化振动电平值的函数的滤波的数字音频信号的电平。例如,滤波的数字音频信号的电平可以被按比例地增加到归一化振动电平值。

[0044] 为了补偿由环境噪声引起的滤波数字音频信号的“不均匀掩盖”,动态滤波器 118

可以增加作为归一化振动电平值的函数的一定频率范围的滤波数字音频信号的电平。例如,滤波数字音频信号的“低音”(低频范围)电平可以比其它频率范围的电平增加得更多一些。

[0045] 不同的车辆模型可以为相同的振动电平产生不同的环境噪声。为了补偿这些差别,车辆音频控制器 102 可以被不同地配置成不同模型。例如,可以对测试轨迹上的车辆模型测量环境噪声和振动特性来确定作为振动函数的环境噪声特性。这些测量的特性可以被用来为车辆模型配置振动滤波器 114、功率估计器 116,和动态滤波器 118。

[0046] 第二车辆音频控制器

[0047] 图 5 所示的是包括速度传感器 504 和速度估计器 506 的第二示例车辆音频控制器 502。该车辆音频控制器 502 可以被配置成与上述第一车辆音频控制器 102 相同的方式接收模拟和 / 或数字音频信号,并且包括用以产生振动电平信号的振动传感器 108。第二车辆音频控制器 502 也可以连接速度传感器 504 且接收其输出的速度信号。速度传感器 504 可以是例如具有数字输出的速度计。速度传感器可以直接向车辆音频控制器 502 传送速度信号,或者可以通过车辆接口总线传送速度信号。车辆音频控制器 502 可以用与车辆音频控制器 102 相同的方式产生驱动电信号以驱动扬声器 124。

[0048] 车辆音频控制器 502 可以包括 A/D 转换器 110 和 112、振动滤波器 114、功率估计器 116、D/A 转换器 120、放大器 122、速度估计器 506 和动态滤波器 508。除了速度传感器 506 外,第二个示例的车辆音频控制器 502 的组成可以用与第一个示例的车辆控制器 102 相同的方式来配置。图 6 是第二车辆音频控制器 502 的示例流程图。在步骤 602-610 中,第二车辆音频控制器 502 可以以与第一车辆音频控制器 102 相同方式操作。

[0049] 速度估计器 506 可以连接在速度传感器 504 和动态滤波器 508 之间。在步骤 612 中,速度估计器 506 可以接收来自速度传感器 504 的速度信号,并将速度信号转换成速度值,例如千米 / 小时或者英里 / 小时的速度数字指示。速度估计器 506 可以将速度值传送给动态滤波器 508。

[0050] 动态滤波器 508 可以是能够接收大量数字音频信号和一个或更多控制信号,并且能以控制信号的函数形式或者以预定的方式在数字音频信号之间变换和 / 或切换的 DSP。除了音频信号外,动态滤波器 508 还可以接收来自功率估计器 116 的归一化振动电平值和来自于速度估计器 506 的速度值。动态滤波器 508 可以包括不同阶次的高通、带通和 / 或低通滤波器用以调整滤波的数字音频信号的音调和 / 或电平。

[0051] 在步骤 614,为了补偿滤波数字音频信号的“显音量”电平的变化,动态滤波器 508 可以增加作为归一化电平值的函数、速度值函数或者二者的函数的滤波数字音频信号的电平。例如,滤波数字音频信号可以成比例地增加到归一化振动电平值、成比例地增加到速度值,或者成比例地增加到归一化振动电平值和速度值两者。

[0052] 也是在步骤 614 中,为了补偿由环境噪声引起的过滤的数字音频信号的“不均匀掩盖”,动态滤波器 508 可以增加作为归一化振动电平值的函数、速度值函数或者二者的函数的滤波数字音频信号的某频率范围的电平。例如,当归一化振动电平值增加时,滤波的数字音频信号的“低音”(低频范围)电平可以比其它频率范围的电平增加的更多些,并且当速度值增加时,滤波的数字音频信号的“高音”(高频范围)电平可以比其它频率范围的电平增加的更多些。当高速度值表示风噪声的增长时,这种配置是理想的,其可以对于某个车

辆模型集中在较高的频率中。

[0053] 第三车辆音频控制器

[0054] 图 7 所示是第三个示例车辆音频控制器 702。该车辆音频控制器 702 可以被配置成以第一车辆音频控制器 102 和第二车辆音频控制器 502 相同的方式接收模拟和 / 或数字音频信号和速度信号,并且包括振动传感器 108 用以产生振动电平信号。

[0055] 第三车辆音频控制器 702 可以包括 A/D 转换器 110 和 112、振动滤波器 114、功率估计器 116、D/A 转换器 120、放大器 122、速度估计器 506 和动态滤波器 706。动态滤波器 706 可以是能够接收大量数字音频信号和一个或更多控制信号,并且能以控制信号的函数形式或者以预定的方式在数字音频信号之间变换和切换的 DSP。第三个示例的车辆音频控制器 702 的组成部分可以用与第二个示例的车辆控制器 502 的组成部分相同的方式来配置。

[0056] 然而,第三车辆音频控制器 702 也可以连接音量控制 704。第三车辆音频控制器 702 可以接收来自于音量控制 704 的音量控制信号。音量控制 704 可以是,例如,具有 A/D 转换器的手动地开动的电位器以产生音量控制信号,无级 (jog)/有级 (shuttle) 控制发生脉冲,或者类似物。

[0057] 图 8 是第三车辆音频控制器 702 的示例流程图。在步骤 802-812 中,第三车辆音频控制器 702 可以以与第二车辆音频控制器 502 相同方式操作。在步骤 814,音量控制 704 可以将音量控制信号直接传送给第三车辆音频控制器 702,或者通过车辆接口总线传送音量控制信号。第三车辆音频控制器 702 可以以与车辆音频控制器 502 相同的方式生成驱动电子信号以驱动扬声器 124。

[0058] 除了可以接收音频信号外,动态滤波器 706 还可以接收来自功率估计器 116 的归一化振动电平值和来自于速度估计器 506 的速度信号,和来自于音量控制 704 的音量控制信号。动态滤波器 706 可以包括不同阶次的高通、带通和 / 或低通滤波器用以调整滤波的数字音频信号的音调,还可以调整滤波的数字音频信号的电平。为了补偿滤波数字音频信号的“显音量”电平的变化,动态滤波器 706 可以增加作为音量控制信号的函数,和归一化电平值和 / 或速度值函数的滤波音频信号的电平。

[0059] 例如,滤波数字音频信号的电平可以成比例地增加到音量控制信号的电平。在步骤 816,当音量控制信号的电平是低 (即,低于第一阈值) 时,在步骤 818 滤波数字音频信号的电平可以基于归一化振动电平值以第一比率增加,基于速度值以第一比率增加,或者基于归一化振动电平值和速度值两者以第一比率增加。在步骤 816 中,当音量控制信号的电平是“中间” (即,高于第一阈值但是低于第二阈值) 时,在步骤 818 中滤波数字音频信号可以基于归一化振动电平值和 / 或速度值以第二比率增加,因为当滤波数字音频信号的电平已经被增加时,“显音量”电平不会以相同量降低。在步骤 818 中,当音量控制信号是“高” (即,高于第二阈值) 时,滤波数字音频信号的电平可以保持不变,而不管归一化振动电平和 / 或速度值,因为由于环境噪声引起的“显音量”电平没有显著的变化。

[0060] 相似地,为了补偿由环境噪声引起的滤波数字音频信号的“不均匀掩盖”,步骤 818 中动态滤波器 706 可以将滤波数字音频信号某一频率范围内的电平根据音量控制信号增加较多或较少的程度。例如,在步骤 816 中,当音量控制信号是高时,步骤 818 中动态滤波器 706 可以响应增加的归一化振动电平和 / 或速度值,使高音增加量少于低音增加量。

[0061] 可以构造第一、第二和第三车辆音频控制器 102、502 和 702 以使振动传感器 108

位于具有放大器 122 的构架内。在这种配置下,由放大器 122 产生的热量会干扰振动信号。因此,每个音频控制器 102、502 和 702 可以包括一个靠近振动传感器 108 的温度传感器(图中未示)。该温度传感器可以产生温度值,该温度值可以被振动滤波器 114 和 / 或功率估计器 116 用来在归一化振动电平值补偿热量引起的变化。

[0062] 因为车辆音频控制器 102、502 和 702 不是直接测量车辆乘坐室内的环境噪声(例如,用麦克风),振动传感器 108 和车辆音频控制器 102、502 和 702 可以位于车辆行李舱内,或者在其他与乘坐室“隔离”的区域。进而,因为车辆音频控制器 102、502 和 702 不是直接测量环境噪声,探测噪声时存在来自扬声器 124 的再造音频或者乘客交谈的“反馈”的可能性被降低了。

[0063] 以上所述仅为本发明的不同实施方式,显然对于本领域的技术人员来说,在本发明范围内还可以有更多的实施例和实现方式。因此,除了依据所附的权利要求及其等同物,本发明并未受到限制。

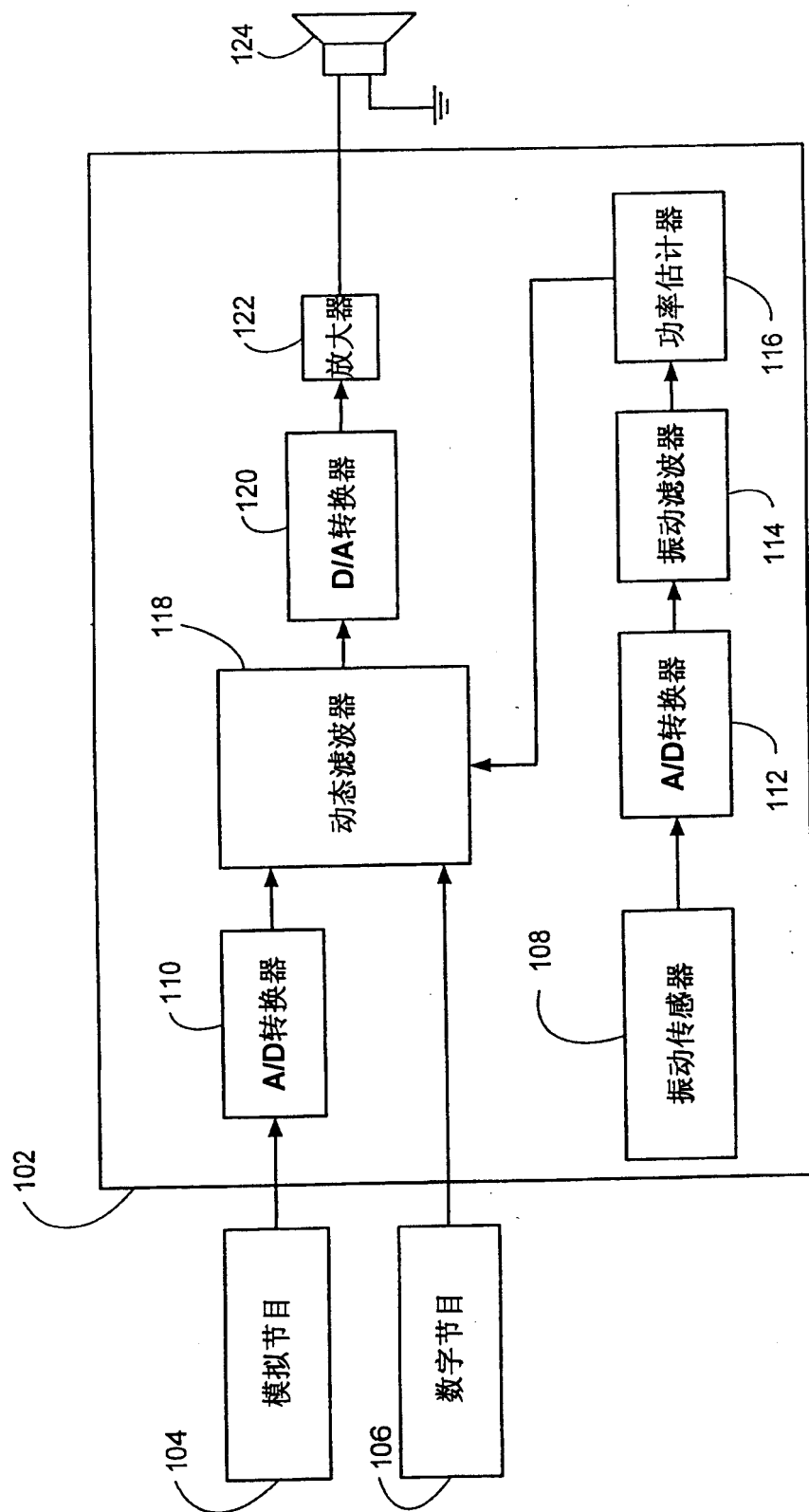


图1

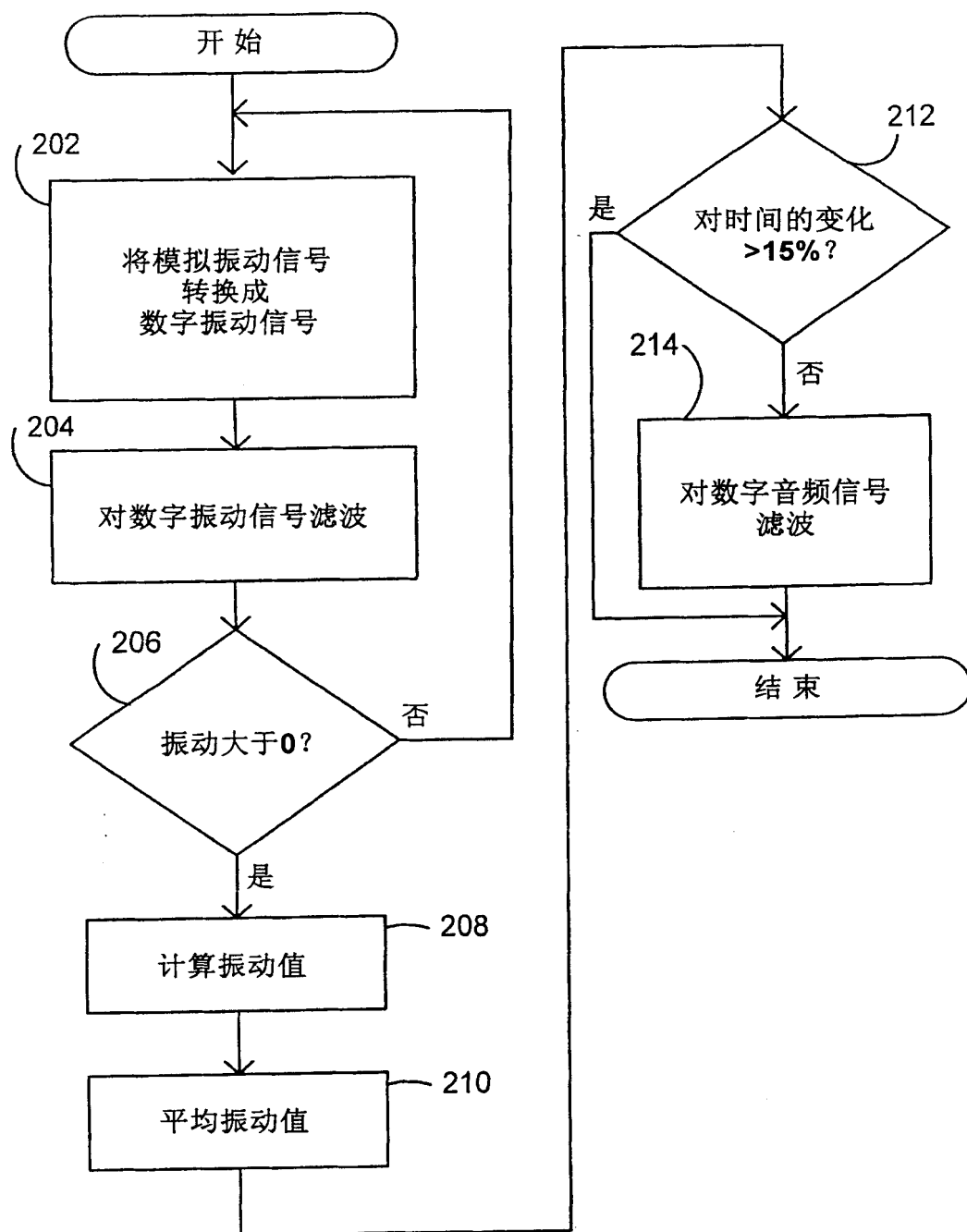


图 2

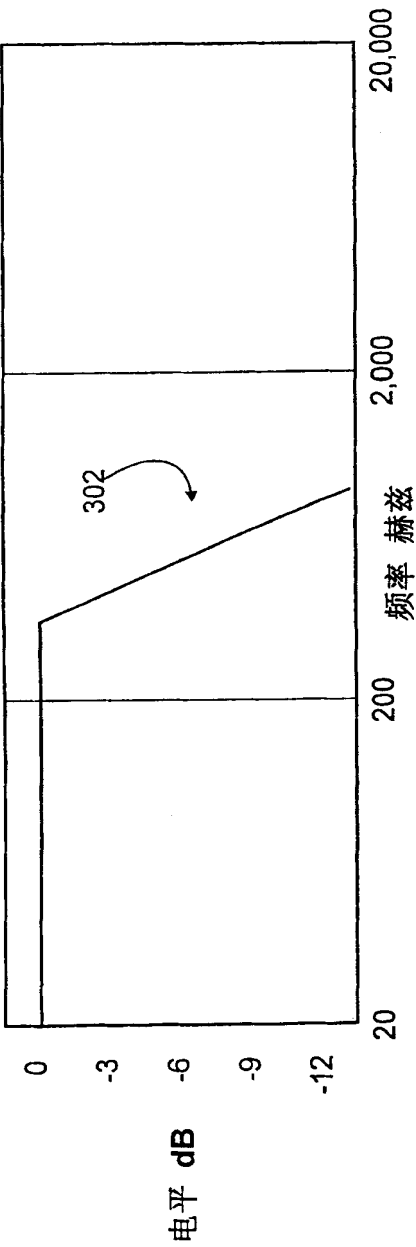


图3

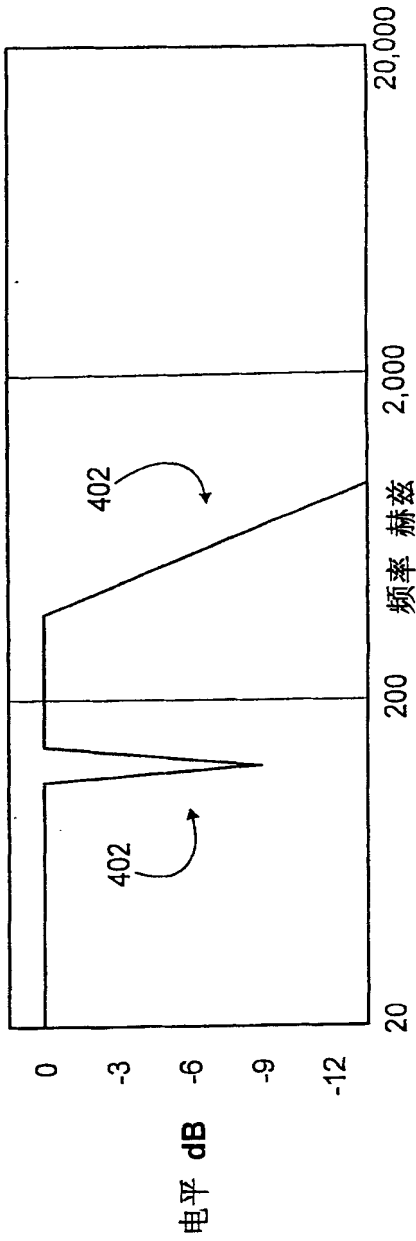


图4

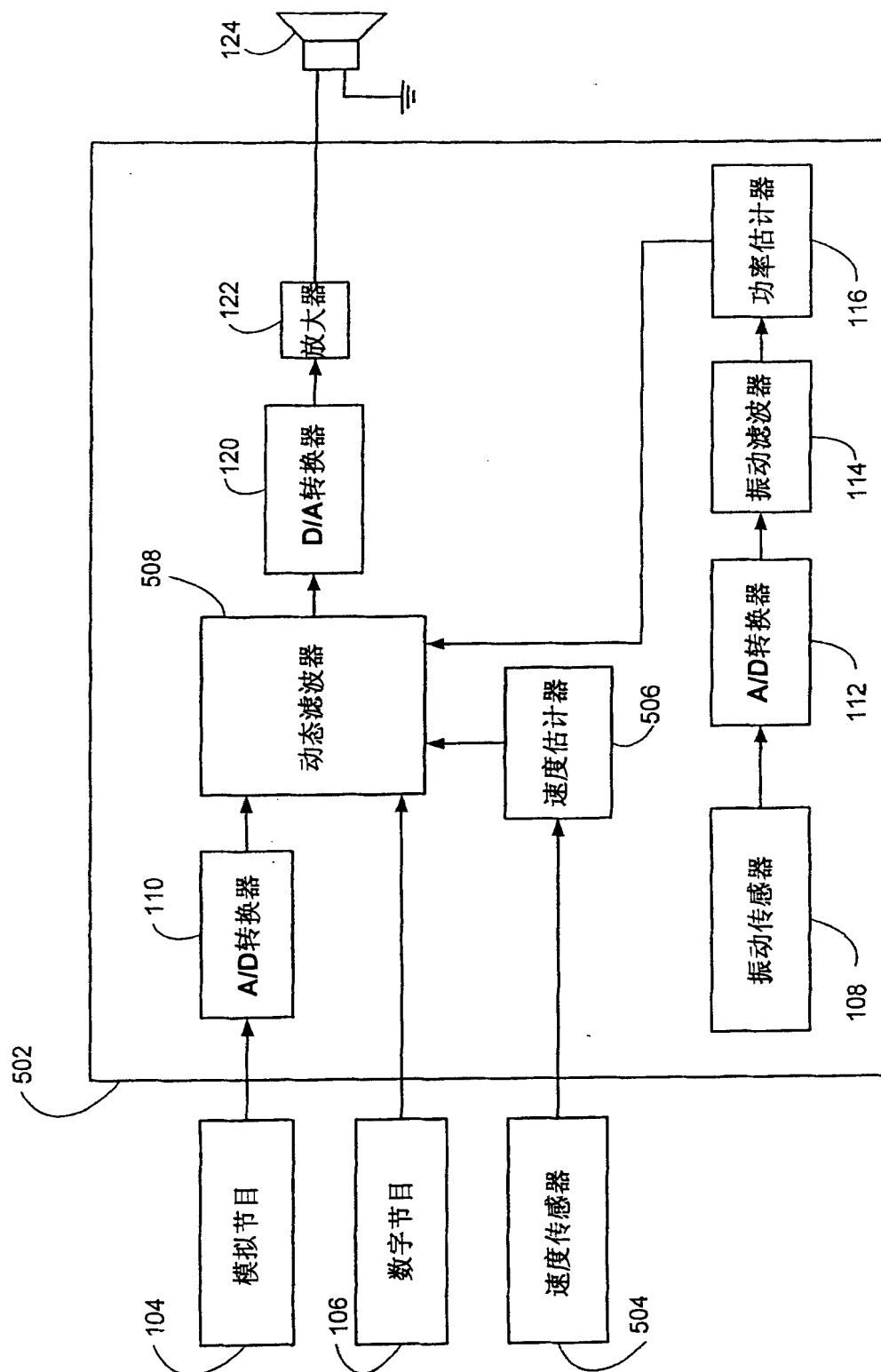


图5

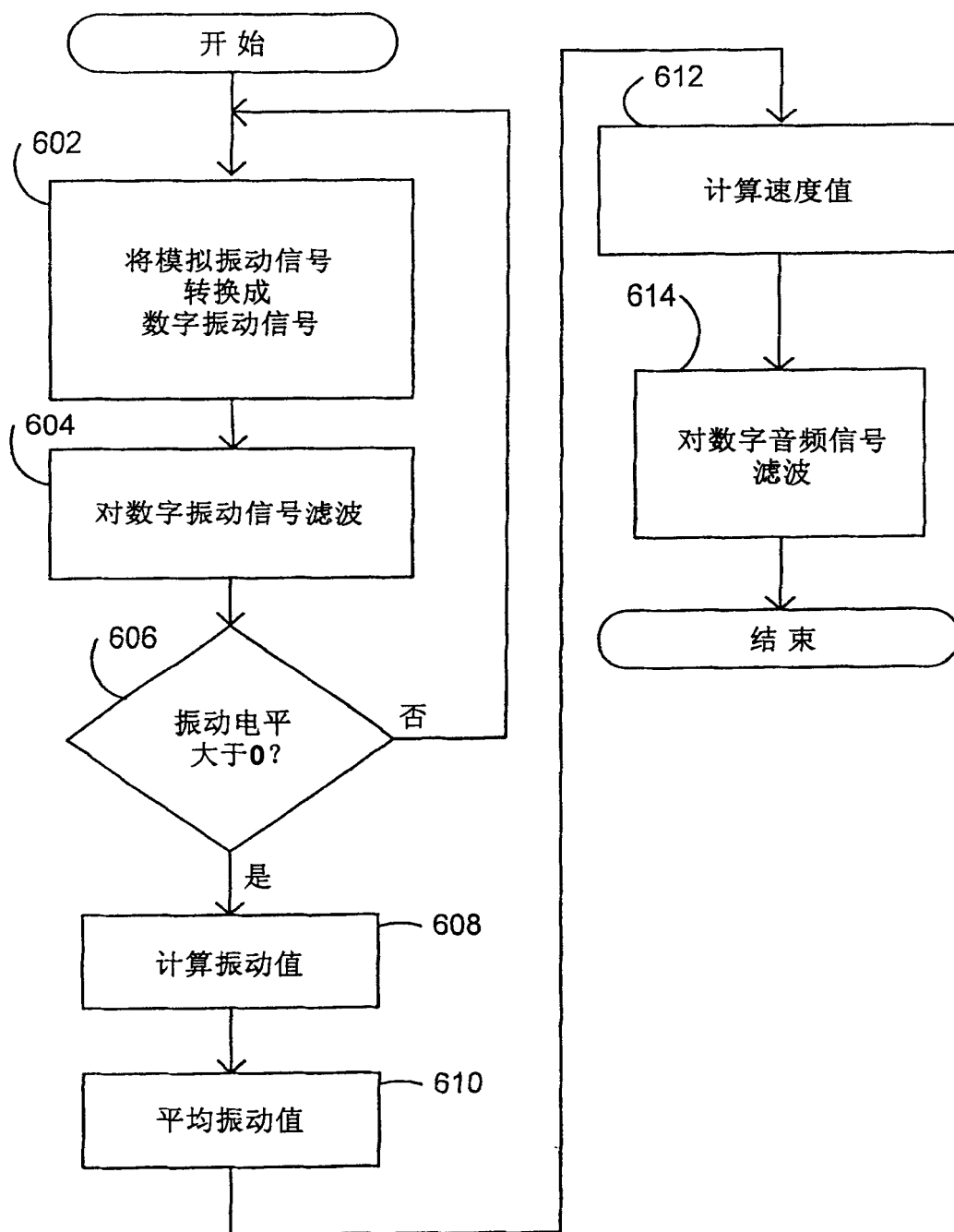


图 6

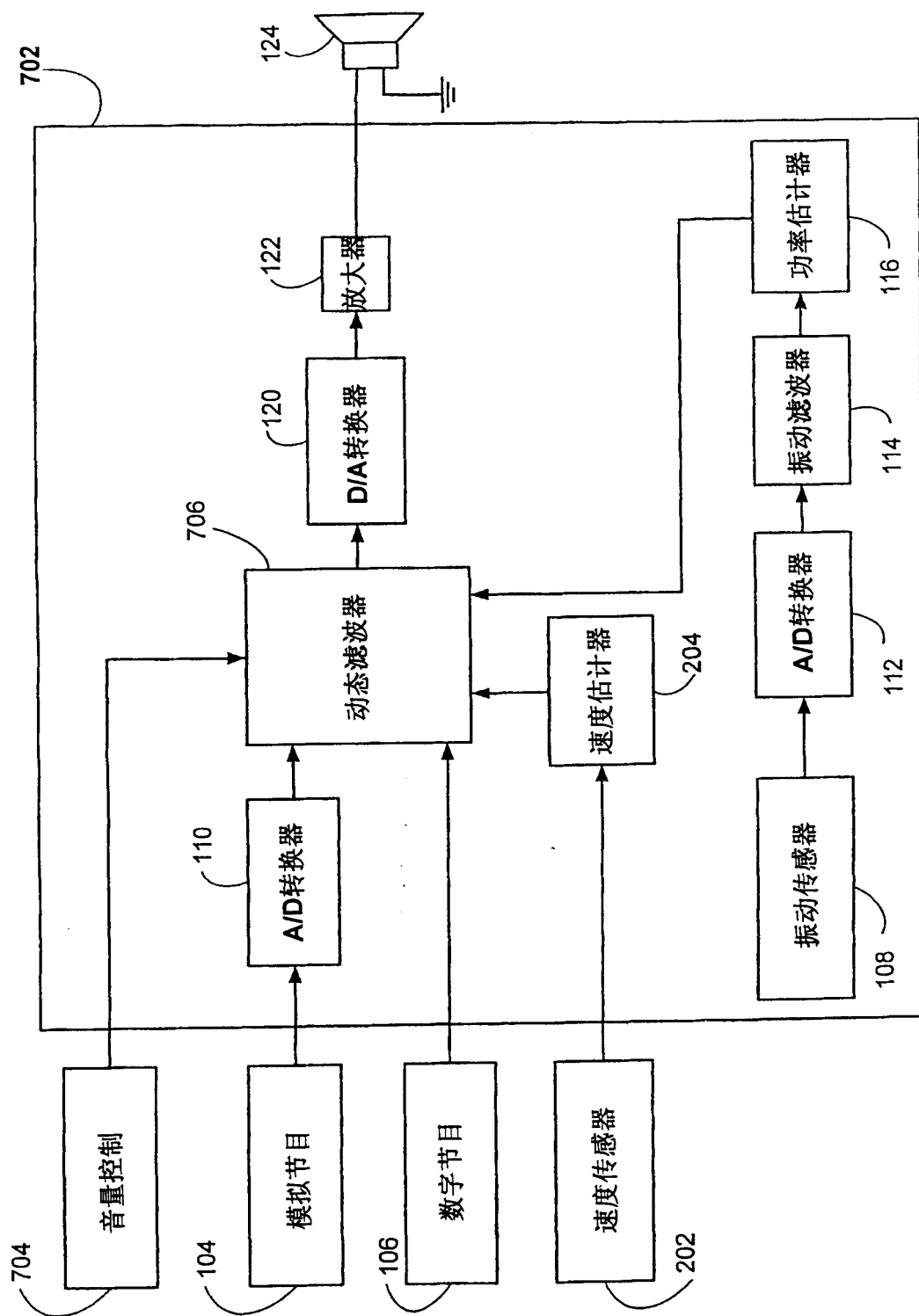


图7

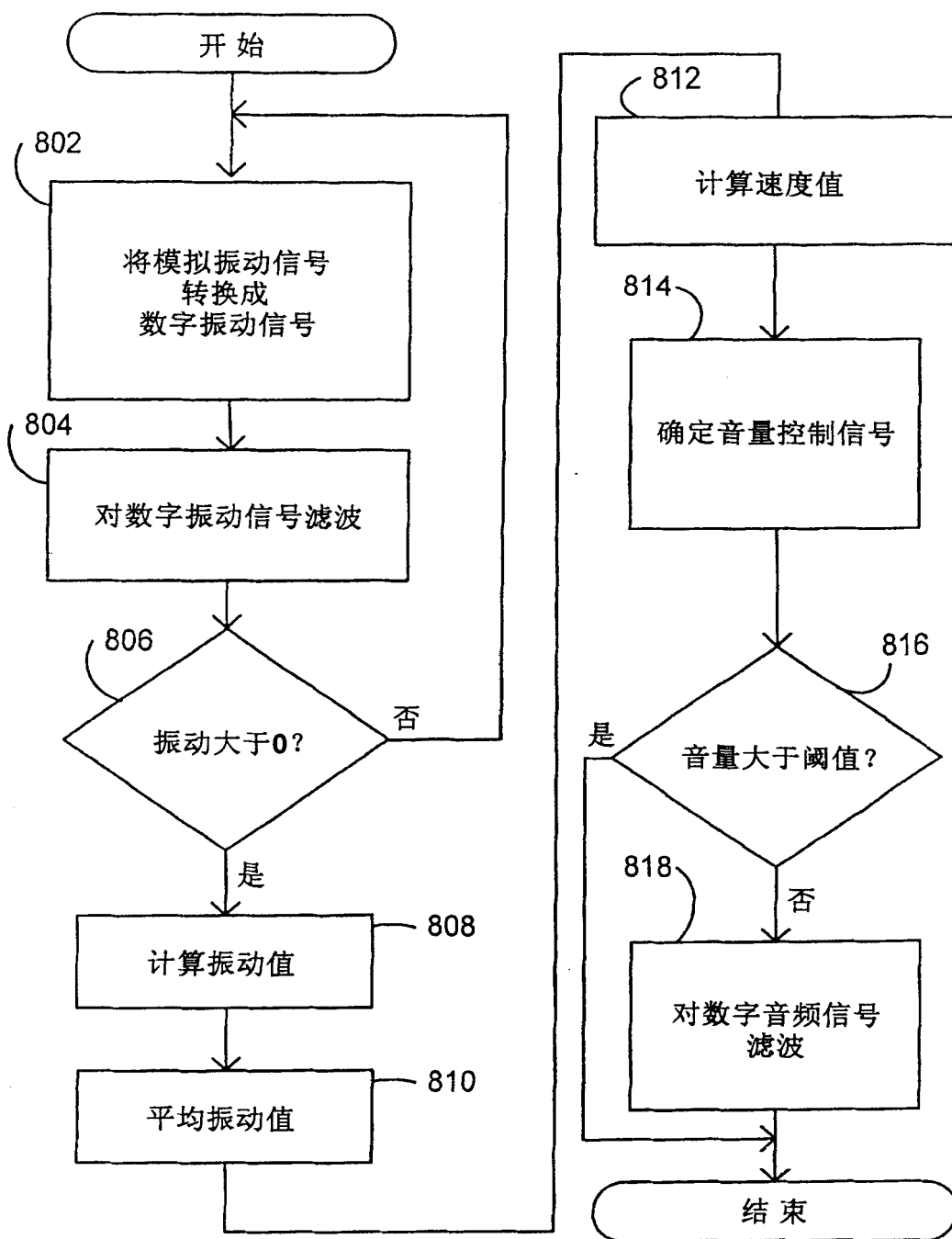


图 8