(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101960715 B
(45)授权公告日 2017.07.21

(21)申请号 200980107632.5

(22)申请日 2009.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 101960715 A

(43)申请公布日 2011.01.26

(30)优先权数据
12/041,414 2008.03.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2010.09.03

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2009/035917 2009.03.03

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2009/111500 EN 2009.09.11

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 赛福拉·巴扎亚尼 苗国庆
约瑟夫·R·菲茨杰拉德
普拉贾克特·V·库尔卡尼
贾斯汀·约瑟夫·罗森·加涅
吉恩·H·麦卡利斯特
杰弗里·欣里希斯
简·保罗·范德瓦格特

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 宋献涛

(51)Int.Cl.
H03F 1/02(2006.01)
H03G 7/00(2006.01)

(56)对比文件
US 2008/0044041 A1,2008.02.21,
US 2006015199 A1,2006.01.19,
WO 2004091091 A1,2004.10.21,
US 2008012638 A1,2008.01.17,
US 5777519 A,1998.07.07,
US 5442317 A,1995.08.15,
DE 19963648 A1,2001.07.12,
US 4355304 A,1982.10.19,
US 5821889 A,1998.10.13,
WO 2006102313 A2,2006.09.28,
WO 9960524 A1,1999.11.25,
US 5541600 A,1996.07.30,

审查员 李铎

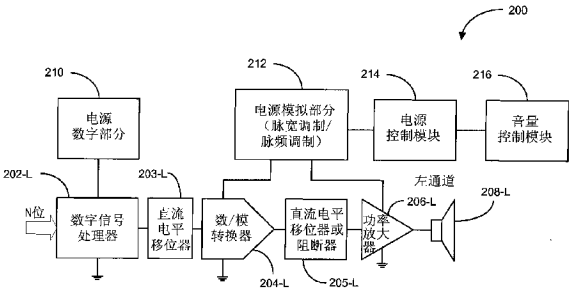
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

降低用于音频重放的功率消耗的系统及方法

(57)摘要

本发明揭示一种改进音频系统的功率消耗的效率的系统及方法。本质上，所述技术用以响应于由音量控制模块指示的音量水平及/或响应于输入音频信号的所检测特性来调整从电源传递到例如功率放大器等模拟部分的功率。因此，以此方式，以与所述模拟部分正在处理的信号的电平相关的方式操作所述模拟部分。另外，所述系统及方法还涉及一种调整数字信号及模拟信号的动态范围以在不需要消耗额外功率的情况下改进所述系统的总动态范围的技术。



CN 101960715 B

1.一种音频系统，其包含：

动态范围控制器，其适于接收第一数字音频信号，确定所述第一数字音频信号的功率，及基于所检测的所述第一数字音频信号的功率来产生用于数字压扩模块的第一动态范围控制信号和用于模拟压扩模块的第二动态范围控制信号；

所述数字压扩模块，其适于接收所述第一数字音频信号和所述第一动态范围控制信号，且产生第二数字音频信号，所述第二数字音频信号为所述第一数字音频信号与数字增益参数G_D的乘积；

数/模转换器(DAC)，其适于产生从所述第二数字音频信号导出的第一模拟音频信号；

所述模拟压扩模块，其适于接收所述第一模拟音频信号和所述第二动态范围控制信号，且产生第二模拟音频信号，所述第二模拟音频信号为所述第一模拟音频信号与模拟增益参数G_A的乘积，其中G_A和G_D的乘积为一；

音频放大器，其适于放大所述第二模拟音频信号以产生第三模拟音频信号；

电源，其适于将功率供应到所述音频放大器；

音量控制模块，其适于产生指示从所述第三模拟音频信号中确定的音量水平的音量水平信号；及

控制模块，其适于响应于所述音量水平信号来控制由所述电源传递到所述音频放大器的功率量。

2.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述音频放大器包含功率放大器。

3.根据权利要求2所述的音频系统，其中所述功率放大器被配置为A类、A/B类、D类、E类或G类功率放大器。

4.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述电源适于将直流(DC)功率传递到所述音频放大器，且其中所述控制模块适于响应于所述音量水平信号来调整所述直流(DC)功率的电平。

5.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述电源适于将脉宽调制(PWM)功率传递到所述音频放大器，且其中所述控制模块适于响应于所述音量水平信号来调整所述脉宽调制(PWM)功率的工作周期。

6.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述电源适于将脉频调制(PFM)功率传递到所述音频放大器，且其中所述控制模块适于响应于所述音量水平信号来调整所述脉频调制(PFM)功率的频率。

7.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述电源适于在所述音量水平信号指示高于预定阈值的音量水平时将脉宽调制(PWM)功率传递到所述音频放大器，且其中所述电源适于在所述音量水平信号指示低于所述预定阈值的音量水平时将脉频调制(PFM)功率传递到所述音频放大器。

8.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述控制模块适于控制所述电源，使得传递到所述音频放大器的所述功率量随所述音量水平信号所指示的所述音量水平线性地变化。

9.根据权利要求1所述的音频系统，其中所述控制模块适于控制所述电源，使得传递到所述音频放大器的所述功率量随所述音量水平信号所指示的所述音量水平非线性地变化。

10.根据权利要求1所述的音频系统，其进一步包含DC电平移位器或阻断器，所述DC电平移位器或阻断器处于所述数/模转换器(DAC)与所述音频放大器之间。

11.根据权利要求1所述的音频系统，其进一步包含数字信号处理器(DSP)，所述数字信号处理器(DSP)适于产生所述第一数字音频信号。

12.根据权利要求11所述的音频系统，其中所述数字信号处理器(DSP)包含检测模块，所述检测模块适于产生指示所述第一数字音频信号的特性的特性指示信号。

13.根据权利要求12所述的音频系统，其中所述控制模块进一步适于响应于所述特性指示信号来控制由所述电源传递到所述音频放大器的所述功率量。

14.根据权利要求11所述的音频系统，其进一步包含DC电平移位器，所述DC电平移位器处于所述数字信号处理器(DSP)与所述数/模转换器(DAC)之间。

15.一种操作音频系统的方法，其包含：

接收第一数字音频信号；

确定所述第一数字音频信号的功率；

基于所检测的所述第一数字音频信号的功率来产生第一动态范围控制信号和第二动态范围控制信号；

根据所述第一动态范围控制信号产生第二数字音频信号，所述第二数字音频信号为所述第一数字音频信号与数字增益参数G_D的乘积；

产生从所述第二数字音频信号导出的第一模拟音频信号；

接收所述第一模拟音频信号，且根据所述第二动态范围控制信号产生第二模拟音频信号，所述第二模拟音频信号为所述第一模拟音频信号与模拟增益参数G_A的乘积，其中G_A和G_D的乘积为一；

放大所述第二模拟音频信号以产生第三模拟音频信号；

供应功率以引起所述第二模拟音频信号的所述放大；

调整地产生指示从所述第三模拟音频信号中确定的音量水平的音量水平信号；及

响应于指示与所述第三模拟音频信号相关的音量水平的所述音量水平信号来控制所供应的功率的量。

16.根据权利要求15所述的方法，其中所供应的功率包括直流(DC)功率，且其中控制所供应的功率的所述量包含响应于所述音量水平信号来调整所述直流(DC)功率的电平。

17.根据权利要求15所述的方法，其中所供应的功率包括脉宽调制(PWM)功率，且其中控制所供应的功率的所述量包含响应于所述音量水平信号来调整所述脉宽调制(PWM)功率的工作周期。

18.根据权利要求15所述的方法，其中所供应的功率包括脉频调制(PFM)功率，且其中控制所供应的功率的所述量包含响应于所述音量水平信号来调整所述脉频调制(PFM)功率的频率。

19.根据权利要求15所述的方法，其进一步包含响应于与所述第一模拟音频信号的特性相关的信号来控制所供应的功率的所述量。

20.一种音频设备，其包含：

用于接收第一数字音频信号，确定所述第一数字音频信号的功率，及基于所检测的所述第一数字音频信号的功率来产生第一动态范围控制信号和第二动态范围控制信号的模块；

用于接收所述第一数字音频信号和所述第一动态范围控制信号，且产生第二数字音频

信号的装置，所述第二数字音频信号为所述第一数字音频信号与数字增益参数G_D的乘积；

用于产生从所述第二数字音频信号导出的第一模拟音频信号的装置；

用于接收所述第一模拟音频信号和所述第二动态范围控制信号，且产生第二模拟音频信号的装置，所述第二模拟音频信号为所述第一模拟音频信号与模拟增益参数G_A的乘积，其中G_A和G_D的乘积为一；

用于放大所述第二模拟音频信号以产生第三模拟音频信号的装置；

用于将功率供应到所述用于放大所述第二模拟音频信号的装置的装置；

用于产生指示从所述第三模拟音频信号中确定的音量水平的音量水平信号的装置；及

用于响应于所述音量水平信号来控制由所述用于供应功率的装置传递到所述放大装置的功率量的装置。

21.根据权利要求20所述的设备，其进一步包含：

用于产生与所述第一模拟音频信号的包络相关的信号的装置；及

用于响应于所述包络相关的信号来控制由所述用于供应功率的装置传递到所述用于放大所述第二模拟音频信号的装置的所述功率量的装置。

降低用于音频重放的功率消耗的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及音频系统，且更具体地说，涉及一种通过基于由音量控制模块指示的音量水平及/或输入音频信号的包络调整供应到音频功率放大器的功率来降低音频系统中的功率消耗的系统及方法。

背景技术

[0002] 典型音频系统的输出由数字部分继之以模拟部分而组成。举例来说，所述数字部分可包括数字信号处理器(DSP)，其适于接收输入数字音频信号且对所述输入数字信号应用某一预定信号处理。所述数字部分的输出耦合到所述模拟部分的输入。所述模拟部分可包括数/模转换器(DAC)，其适于将从数字部分接收的数字音频信号转换为模拟音频信号。所述模拟部分还可包括功率放大器(PA)，例如A类、A/B类、D类、E类或G类功率放大器，其适于增加模拟音频信号的功率电平以充分地驱动扬声器。这通过参考以下实例来更详细地解释。

[0003] 图1A说明示范性的常规音频系统100的框图。在此实例中，音频系统100经配置以产生立体声输出。所述立体声输出的左通道部分包括：DSP 102-L，其适于接收左通道N位输入音频数字信号且对所述信号执行某一预定信号处理；DAC 104-L，其适于将从DSP102-L接收的数字音频信号转换为模拟音频信号；及功率放大器(PA)106-L，其适于增加所述模拟音频信号的功率电平以充分地驱动左通道扬声器108-L。立体声输出的右通道部分包括DSP 102-R、DAC 104-R及功率放大器(PA)106-R，且可类似于左通道部分来配置，不同之处只是其对右通道N位输入数字音频信号起作用以产生具有足以驱动右通道扬声器108-R的功率的模拟音频信号。

[0004] 通常，以不同于用于模拟部分的电源的方式来配置用于数字部分的电源。举例来说，用于数字部分的电源可产生近似1.2伏的相对较低的电源电压。然而，用于模拟部分的电源可产生近似3.3伏的较高电源电压。两个电源电压通常为固定的。模拟电源通常经配置以将功率提供到模拟部分，使得所述模拟部分可支持最大音频信号振幅。然而，模拟信号振幅通常不在其最大振幅处。因此，此情况导致音频系统100所使用的功率的低效率。这通过参考以下实例来更详细地解释。

[0005] 图1B说明如以上所论述的常规音频系统100的左通道的框图。另外，在此图式中，展示用于将功率供应到数字部分(DSP 102-L)的电源110。而且，展示用于将功率供应到模拟部分(DAC 104-L及功率放大器(PA)106-L)的电源112。如以上所论述，电源112经配置以将足够的功率提供到DAC 104-L及功率放大器106-L，使得这些装置可处置最大音频信号振幅。另外，针对最坏情形通常选择用于这些装置的偏置电流。

[0006] 如果模拟部分正支持具有比最大所支持振幅小的振幅的音频信号，则此情况导致音频系统100所消耗的功率的低效率。举例来说，如果音频系统100的音量控制被设定为低于最大音量，则正是这种情况。另外，由于许多音频内容(例如音乐)具有高信号振幅及低信号振幅的时刻，所以在低音频信号振幅处，音频系统100所消耗的功率的效率较低。

发明内容

[0007] 本发明的一方面涉及一种改进音频系统的功率消耗的效率的技术。本质上，所述技术用以响应于由音量控制模块指示的音量水平及/或响应于输入音频信号的所检测特性来调整从电源传递到模拟部分(例如功率放大器)的功率。因此，以此方式，根据模拟部分正在处理的信号的电平而操作所述模拟部分。另外，所述系统及方法还涉及一种调整数字信号及模拟信号的动态范围以在不需要消耗额外功率的情况下改进系统的总动态范围的技术。

[0008] 举例来说，在相对较高的音频信号电平下，传递到模拟部分的功率为相对较高的。在相对较低的音频信号电平下，传递到模拟部分的功率为相对较低的。这优于不管正由模拟部分处置的实际信号电平如何而总是按照最大信号电平将功率传递到模拟部分的系统的功率消耗效率而改进功率消耗效率。

[0009] 在一个示范性实施例中，一种音频系统包含：音频放大器，其适于放大第一模拟音频信号以产生第二模拟音频信号；电源，其适于将功率供应到所述音频放大器；音量控制模块，其适于产生指示与所述第二模拟音频信号相关的音量水平的信号；及控制模块，其适于响应于所述音量水平信号来控制由所述电源传递到音频放大器的功率量。

[0010] 在另一示范性实施例中，一种音频系统包含：音频放大器，其适于放大第一模拟音频信号以产生第二模拟音频信号；电源，其适于将功率供应到所述音频放大器；检测模块，其适于产生与所述第一模拟音频信号的特性相关的信号；及控制模块，其适于响应于所述特性指示信号来控制由所述电源传递到音频放大器的功率量。

[0011] 在又一示范性实施例中，一种音频系统包含：音频放大器，其适于放大第一模拟音频信号以产生第二模拟音频信号；电源，其适于将功率供应到所述音频放大器；音量控制模块，其适于产生指示与所述第二模拟音频信号相关的音量水平的信号；检测模块，其适于产生与所述第一模拟音频信号的特性相关的信号；及控制模块，其适于响应于所述音量水平信号及特性指示信号来控制由所述电源传递到音频放大器的功率量。

[0012] 继续，在另一示范性实施例中，一种音频系统包含：数字压扩模块，其适于接收第一数字音频信号且产生第二数字音频信号，所述第二数字音频信号为所述第一数字音频信号与数字增益参数G_D的乘积；数/模(DAC)转换器，其适于产生从所述第二数字音频信号导出的第一模拟音频信号；模拟压扩模块，其适于接收所述第一模拟音频信号且产生第二模拟音频信号，所述第二模拟音频信号为所述第一模拟音频信号与模拟增益参数G_A的乘积；及控制器，其适于响应于所述第一数字音频信号的特性来调整所述数字增益参数G_D及所述模拟增益参数G_A。

[0013] 当结合附图来考虑时，将从以下对本发明的详细描述容易明白本发明的其它方面、优点及新颖特征。

附图说明

[0014] 图1A说明示范性常规音频系统的框图。

[0015] 图1B说明常规音频系统的左通道的框图。

[0016] 图2说明根据本发明的一方面的示范性音频系统的框图。

[0017] 图3说明根据本发明的另一方面的另一示范性音频系统的框图。

[0018] 图4说明根据本发明的另一方面的又一示范性音频系统的框图。

[0019] 图5说明根据本发明的另一方面的再一音频系统的框图。

[0020] 图6说明根据本发明的另一方面的再一音频系统的框图。

[0021] 图7说明根据本发明的另一实施例的音频系统的示范性噪声模型的图式。

[0022] 图8说明根据本发明的另一方面的再一音频系统的框图。

具体实施方式

[0023] 图2说明根据本发明的一方面的示范性音频系统200的框图。在此实例中，出于说明性目的，仅展示音频系统200的左通道部分。应了解，本文中所描述的概念适用于音频系统200的右通道部分，或适用于可存在于音频系统中的任何或其它音频通道。举例来说，本文中所描述的概念适用于单声、立体声、环绕声及其它类型的音频系统。

[0024] 明确地说，音频系统200包含数字部分，其包括(例如)数字信号处理器(DSP)202-L。应了解，所述数字部分可包括其它或不同组件。音频系统200还包含模拟部分，其包括数/模转换器(DAC)204-L及功率放大器(PA)206-L。可将所述功率放大器(PA)配置为A类、A/B类、D类、E类、G类或其它类的放大器。如同数字部分的情况，应了解，模拟部分可包括其它或不同组件。

[0025] 如果数字部分电源210将与由模拟部分电源212供应到DAC 204-L的Vdd电压不同的Vdd电压供应到DSP 202-L，则DC电平移位器203-L可被提供于DSP 202-L与DAC204-L之间以提供适当的DC电平移位。同样地，如果模拟部分电源212将与其供应到功率放大器(PA)206-L的Vdd电压不同的Vdd电压供应到DAC 204-L，则DC电平移位器或阻断器205-L可被提供于DAC 204-L与功率放大器(PA)206-L之间以提供适当的DC电平移位或阻断。

[0026] 在此实例中，DSP 202-L接收输入N位数字音频信号，且对所述输入信号执行一个或一个以上预定处理。DAC 204-L将从DSP 202-L接收的数字音频信号转换为模拟音频信号。功率放大器(PA)206-L根据如以下更详细论述的所指示的音量水平而将所述模拟音频信号放大到足以驱动左通道扬声器208-L的电平。

[0027] 音频系统200进一步包含用于将功率供应到数字部分(例如，DSP 202-L)的电源210。另外，音频系统200包含用于将功率供应到模拟部分(例如，DAC 204-L及功率放大器(PA)206-L)的电源212。电源212可将直流(DC)功率传递到模拟部分。或者或另外，电源212可经由非DC技术(例如通过脉宽调制(PWM)或脉频调制(PFM))将功率传递到模拟部分。如以上所论述，电源212可以不同于其将功率供应到功率放大器(PA)206-L的方式将功率供应到DAC 204-L。在此情况下，当所指示的音量水平高于预定阈值时，控制模块214可指令电源212产生PWM功率，且当所指示的音量水平低于预定阈值时，控制模块214可指令电源212产生PFM功率。

[0028] 音频系统200进一步包括电源控制模块214，其用以响应于音量控制模块216来控制由电源212传递到模拟部分的功率量。为了改进音频系统200的功率消耗的效率，电源控制模块214控制电源212以使得传递到模拟部分的功率与由音量控制模块216指示的当前音量水平相关。供应到模拟部分的功率与当前音量水平之间的关系可为大体上线性的或非线性的。

[0029] 作为实例，如果由音量控制模块216指示的当前音量水平在最大音量水平处，则电源控制模块214可控制电源212以将近似3.3伏的电压供应到模拟部分。如果用户将音量降到如由音量控制模块216指示的最大音量水平的50％，则电源控制模块214控制电源212以将近似22伏的电压供应到模拟部分。

[0030] 作为另一实例，如果由音量控制模块216指示的当前音量水平在最大音量水平处，则电源控制模块214可控制电源212以将具有85％工作周期的PWM信号供应到模拟部分。如果用户将音量降到如由音量控制模块216指示的最大音量水平的50％，则电源控制模块214控制电源212以将具有55％工作周期的PWM信号供应到模拟部分。

[0031] 作为又一实例，如果由音量控制模块216指示的当前音量水平在最大音量水平处，则电源控制模块214可控制电源212以将具有300MHz的频率的PFM信号供应到模拟部分。如果用户将音量降到如由音量控制模块216指示的最大音量水平的50％，则电源控制模块214控制电源212以将具有255MHz的频率的PFM信号供应到模拟部分。

[0032] 图3说明根据本发明的另一方面的另一示范性音频系统300的框图。在先前实例中，电源控制模块响应于由音量控制模块216指示的音量水平来控制用于模拟部分的电源。在此实例中，电源控制模块响应于输入音频信号的所检测包络来控制用于模拟部分的电源。此响应于输入音频信号的动态特性改进了音频系统300的功率消耗效率。

[0033] 如同先前实例的情况，出于说明性目的，仅展示音频系统300的左通道部分。应了解，本文中所描述的概念适用于音频系统300的右通道部分，或适用于可存在于音频系统中的任何或其它音频通道。如先前所论述，本文中所描述的概念适用于单声、立体声、环绕声及其它类型的音频系统。

[0034] 明确地说，如下文更详细论述，音频系统300包含数字部分，其包括用于对输入N位数字音频信号执行特定音频处理的数字信号处理器(DSP)302-L。音频系统300进一步包含模拟部分，其包括：数/模(DAC)转换器304-L，其用以将从DSP 302-L接收的数字音频信号转换为模拟音频信号；及功率放大器(PA)，其用以响应于响应输入数字音频信号的包络的电源控制模块来增加所述模拟音频信号的振幅以充分驱动左通道扬声器308-L。

[0035] 音频系统300进一步包含用于将功率供应到例如DSP 302-L等数字部分的电源310。另外，音频系统300包含用以将功率供应到例如DAC 304-L及功率放大器(PA)306-L等模拟部分的电源312。如同先前实例的情况，电源312可将直流(DC)功率传递到模拟部分。或者或另外，电源312可经由非DC技术(例如通过脉宽调制(PWM)或脉频调制(PFM))将功率传递到模拟部分。如先前所论述，电源312可采用不同于其将功率供应到功率放大器(PA)306-L的方式将功率供应到DAC 304-L。在此情况下，当由包络信号指示的电平高于预定阈值时，控制模块314可指令电源312产生PWM功率，且当由包络信号指示的电平低于预定阈值时，控制模块314可指令电源312产生PFM功率。

[0036] 如果数字部分电源310将与由模拟部分电源312供应到DAC 304-L的Vdd电压不同的Vdd电压供应到DSP 302-L，则DC电平移位器303-L可被提供于DSP 302-L与DAC304-L之间以提供适当的DC电平移位。同样地，如果模拟部分电源312将与其供应到功率放大器(PA)306-L的Vdd电压不同的Vdd电压供应到DAC 304-L，则DC电平移位器或阻断器305-L可被提供于DAC 304-L与功率放大器(PA)306-L之间以提供适当的DC电平移位或阻断。

[0037] 音频系统300进一步包括电源控制模块314，其用以响应于输入数字音频信号的所

检测包络来控制由电源312传递到模拟部分的功率量。更具体地说，DSP 302-L包含音频处理模块302-L-1，其适于对输入N位数字音频信号执行指定处理。DSP 302-L进一步包含包络检测模块302-L-3，其适于产生与输入数字音频信号的当前包络相关的信号。电源控制模块314接着响应于由包络检测模块302-L-3产生的信号来控制电源312。DSP 302-L进一步包含延迟模块302-L-2以便补偿包络检测模块302-L-3的处理延迟。延迟302-L-2确保传递到模拟部分的功率在时间上对应于正由模拟部分处理的音频信号的包络。

[0038] 包络检测模块302-L-3可通过缓冲或存储输入数字音频信号的k个样本而检测输入数字音频信号的包络。在一个实施例中，包络检测模块302-L-3确定所述k个样本的峰值，且产生指示所述峰值的包络信号。以此方式，电源312经配置以供应功率来处置所述峰值。在另一实施例中，包络检测模块302-L-3执行所述k个样本的积分以确定所述k个样本的“平均”振幅水平，且产生指示所述k个样本的“平均”振幅水平的包络信号。以此方式，针对较低功率消耗提供信号质量的某一折衷。在又一实施例中，包络检测模块302-L-3确定所述k个样本的均方根(RMS)值，且产生指示所述k个样本的RMS值的包络信号。同样地，对于此实施例，针对较低功率消耗提供信号质量的某一折衷。

[0039] 电源控制模块314可响应于由包络检测模块302-L-3产生的包络指示信号来控制电源312。应了解，包络检测模块302-L-3可执行其它算法以产生与输入数字音频信号的包络相关的信号。

[0040] 为了改进音频系统300的功率消耗的效率，电源控制模块314控制电源312以使得传递到模拟部分的功率与如由包络检测模块302-L-3所指示的输入数字音频信号的所检测包络相关。供应到模拟部分的功率与输入数字音频信号的当前包络之间的关系可为大体上线性的或非线性的。

[0041] 另外，通过包络检测模块302-L-3知晓输入数字音频信号的k个样本，电源控制模块314预先知晓输入信号是否正在进行从高到低或从低到高的快速转变。以此方式，电源控制模块314可(例如以缓慢方式)控制电源312以避免喀嗒声失真潜移到系统300的输出音频信号中。在某些情况下，对于使用D类功率放大器(PA)的实例来说，电源抑制可能为相对不良的。通过预先知晓输入数字音频信号的k个样本，电源控制模块314可经配置以将改变由电源312供应的功率的速率限制为低于人类可听范围(例如，≤10Hz)，以便防止输出音频信号的失真。

[0042] 图4说明根据本发明的另一方面的又一示范性音频系统400的框图。音频系统400基本上为先前所论述的音频系统200及300的组合。因此，音频系统400包括电源控制模块414，其响应于由音量控制模块216指示的音量水平及如由包络检测模块302-L-3所指示的输入数字音频信号的所检测包络来控制由电源312传递到模拟部分的功率。

[0043] 图5说明根据本发明的另一方面的再一音频系统500的框图。如以下更详细论述，音频系统500经配置为以具功率效益的方式产生输出模拟音频信号。音频系统500包含数字音频部分510、模拟音频部分530、数字信号功率检测器540、可被配置为(例如)开关模式电源(SMPS)的自适应电源550及用于产生输入数字音频信号的数字音频源560。

[0044] 数字部分510又可包含第一上取样内插模块512、有限脉冲响应(FIR)滤波器514、第二上取样内插模块516及数字ΔΣ调制器518。所述第一上取样内插模块512接收来自数字音频源560的输入数字音频信号，且产生具有较高取样率的数字音频信号。作为实例，输

入数字音频信号可具有8kHz到48kHz的取样率。第一上取样内插模块512接着使用内插算法以产生具有八(8)倍高的取样率(例如,64kHz到384kHz)的数字音频信号。FIR滤波器514接收第一上取样内插模块512的输出,且使用具有为输入数字音频信号的取样率的八(8)倍的频率的振荡器信号以滤除图像及其它不合需要的信号。

[0045] 第二上取样内插模块516接收来自FIR滤波器516的输出信号,且产生具有较高取样率的数字音频信号。作为实例,来自FIR滤波器514的输出数字音频信号可具有64kHz到384kHz的取样率。第二上取样内插模块516接着使用内插算法以产生具有32倍高的取样率(例如,2.048MHz到12.288MHz)的数字音频信号。数字ΔΣ调制器518对来自第二上取样内插模块516的输出数字音频信号执行算法,以降低用以量化由数字部分510产生的数字音频信号的位的数目。应了解,可以其它方式对数字部分510进行配置。本文中所描述的数字部分510仅为一个实例。

[0046] 模拟部分530又可包含数/模(DAC)532,其用以将来自数字部分510的输出数字音频信号转换为模拟音频信号。另外,模拟部分530可进一步包含功率放大器(PA)536,其用以将来自DAC 532的模拟音频信号的功率增加到足以驱动扬声器的电平。应了解,可以其它方式对模拟部分530进行配置。本文中所描述的模拟部分530仅为一个实例。

[0047] 数字信号功率检测器540又接收来自数字音频源560的输入数字音频信号,且产生指示所述输入数字音频信号的近似功率电平的信号。自适应电源550基于由数字信号功率检测器540所产生的功率指示信号将功率供应到模拟部分530。在此配置中,自适应电源550可以具功率效益的方式将功率供应到模拟部分。举例来说,当输入数字音频信号的功率电平如数字信号功率检测器540产生的信号所指示为相对较低时,自适应电源550将相对较低的功率供应到模拟部分530。另一方面,当输入数字音频信号的功率电平如数字信号功率检测器540产生的信号所指示为相对较高时,自适应电源550将相对较高的功率供应到模拟部分530。

[0048] 图6说明根据本发明的另一方面的再一音频系统600的框图。如下文更详细论述,音频系统600以具功率效益的方式增加输入信号的动态范围。明确地说,音频系统600包含数字音频部分610、DC电平移位器620、模拟音频部分630、动态范围控制器640及数字音频源660。

[0049] 可以类似于先前实施例的数字部分510的方式对数字部分610进行配置,且数字部分610可包括第一上取样内插模块612、FIR滤波器614、第二上取样内插模块616及数字ΔΣ调制器618。另外,数字部分610包含数字压扩模块611,其用以响应于从动态范围控制器640接收的控制信号来调整从数字音频源660接收的输入数字音频信号的动态范围。

[0050] 可以类似于先前实施例的模拟部分530的方式对模拟部分630进行配置,且模拟部分630可包括DAC 632及功率放大器(PA)636。另外,模拟部分630包括模拟压扩模块634,其用以响应于从动态范围控制器640接收的控制信号来调整由DAC 632产生的模拟音频信号的动态范围。如果数字部分610及模拟部分620被供应不同Vdd电压,则DC电平移位器620可提供适当的DC电平移位。

[0051] 动态范围控制器640经配置以接收来自数字音频源660的输入数字音频信号,确定输入数字音频信号的功率,且基于输入数字音频信号的所检测功率产生用于数字压扩模块611及模拟压扩模块634的动态范围控制信号。明确地说,动态范围控制器640可经配置以产

生控制信号以使得数字压扩模块611的增益G_D乘以模拟压扩模块634的增益G_A大体上为一(例如,$G_D \times G_A = 1$)。另外,动态范围控制器640可经配置以与输入数字音频信号的所检测功率相反地调整数字压扩模块611的增益G_D。可将数字压扩模块611的最小增益设定为零(0)dB。通过此配置,如参考以下实例更详细解释,音频系统600能够在不增加其功率消耗的情况下增加其动态范围。

[0052] 图7说明音频系统600的示范性噪声模型的图式。在所述图式中,变量Vin表示音频系统600的输入数字音频信号,且变量Vout表示音频系统600的输出模拟音频信号。另外,变量Vnq表示输入数字音频信号的数字量化噪声,变量Vn1pf表示归因于DAC 632的噪声,且Vnpa表示归因于功率放大器636的噪声。如以上所论述,数字压扩模块611及模拟压扩模块634的增益分别表示为G_D及G_A。

[0053] 音频系统600的输出处的总噪声功率可由以下等式表示:

[0054] $Vn^2 = (Vnq*G_D*G_A)^2 + (Vn1pf*G_A)^2 + Vnpa^2$ 等式1

[0055] 如先前所论述,动态范围控制器640控制数字压扩模块611及模拟压扩模块634的相应增益G_D及G_A以使得其乘积大体上为一。这可表示为如下:

[0056] $G_D*G_A = 1$ 等式2

[0057] 将等式2代入等式1中,则音频系统600的输出处的总噪声功率可表示为:

[0058] $Vn^2 = Vnq^2 + (Vn1pf*G_A)^2 + Vnpa^2$ 等式3

[0059] 大体上,在音频系统600的各种装置中,主要噪声源通常来自DAC+SCLPF(即,Vn1pf)。

[0060] 当输入数字音频信号的功率相对较小时,动态范围控制器640增加数字压扩模块611的增益G_D(即,$G_D >> 1$)。同时,动态范围控制器640减小模拟压扩模块634的增益GA,使得增益G_D及G_A的乘积大体上等于一(即,$G_A = 1/G_D << 1$)。因为模拟压扩模块634的增益G_A相对较小,所以来自DAC 632的噪声Vn1pf被极大地衰减,这是由于总输出噪声的分量$(Vn1pf*G_A)^2$相对较小。因此,在此情形下,总输出噪声可近似为如下:

[0061] $Vn^2 \approx 2Vnq^2 + Vnpa^2$ 等式4

[0062] 因此,在输入数字输入信号的相对较低功率电平下,音频系统600的总输出噪声被显著降低。在输入数字音频信号的相对较高功率电平下,所述噪声归因于所述高音频信号电平而变为较小因素。因此,音频系统600在不增加其功率消耗的情况下提供相对较大的动态范围以实现此目的。

[0063] 图8说明根据本发明的另一方面的另一示范性音频系统800的框图。可将本文中所描述的实施例中的任一者组合到单一音频系统中。举例来说,可将如参考图2到图5所描述的涉及响应于音量控制及/或输入音频信号的特性来控制传递到模拟部分的功率量的实施例与参考图6到图7所描述的音频压扩实施例进行组合。作为实例,音频系统800包含先前所论述的包括音频压缩技术的音频系统600,以及用于响应于动态范围控制器640来控制传递到音频部分(例如,DAC 632及PA 636)的功率量的自适应电源550。动态范围控制器640又响应于来自数字音频源660的输入信号音频信号的特性来控制自适应电源550。

[0064] 在一个或一个以上示范性实施例中,所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任何组合来实施。如果以软件来实施,则所述功能可作为一个或一个以上指令或代码存储于计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体传输。计算机可读媒体包括计算机存储媒体及通信

媒体两者，通信媒体包括促进将计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。借助于实例而非限制，所述计算机可读媒体可包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置，或可用于以指令或数据结构形式载运或存储所要程序代码并可由计算机存取的任何其它媒体。同样，恰当地将任何连接称为计算机可读媒体。举例来说，如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线(DSL)或例如红外、无线电及微波等无线技术来从网站、服务器或其它远程源传输软件，则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或例如红外、无线电及微波等无线技术包括于媒体的定义中。如本文中所使用，磁盘及光盘包括紧凑光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字通用光盘(DVD)、软性磁盘及蓝光光盘，其中磁盘通常以磁性方式再生数据，而光盘用激光以光学方式再生数据。上述各项的组合也应包括在计算机可读媒体的范围内。

[0065] 虽然已结合各种方面来描述了本发明，但将了解，本发明能够具有另外修改。本申请案既定涵盖本发明的任何变化、使用或改编，所述变化、使用或改编大体上遵循本发明的原理且包括属于在本发明所属的技术内的已知及惯例实践内的此类与本揭示内容的偏离。

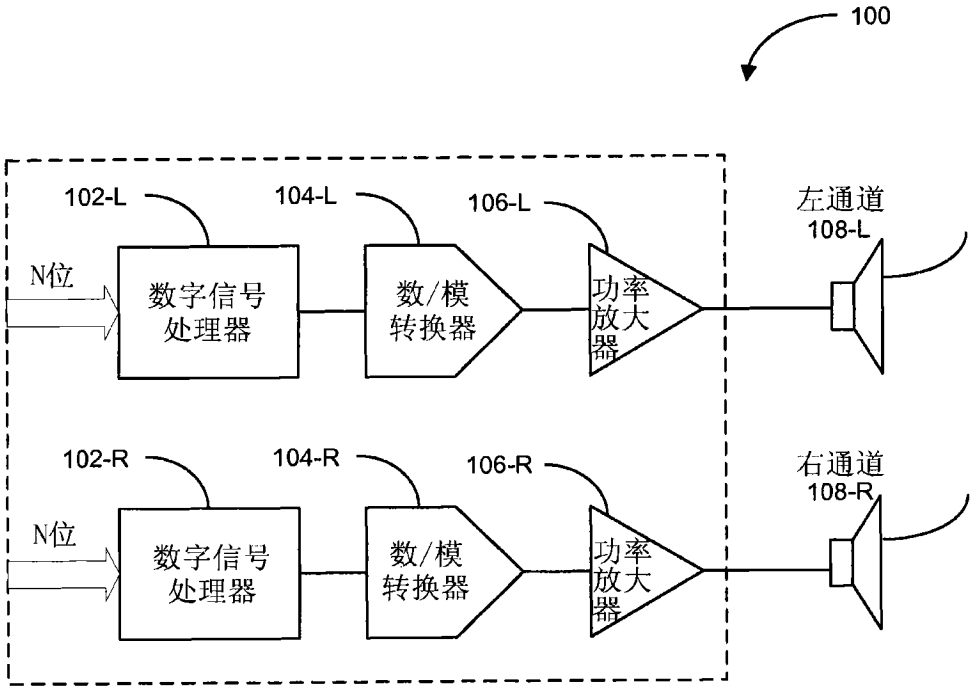

100
102-L
104-L
106-L
左通道
108-L
N位
数字信号处理器
数/模转换器
功率放大器
102-R
104-R
106-R
右通道
108-R
N位
数字信号处理器
数/模转换器
功率放大器

图1A

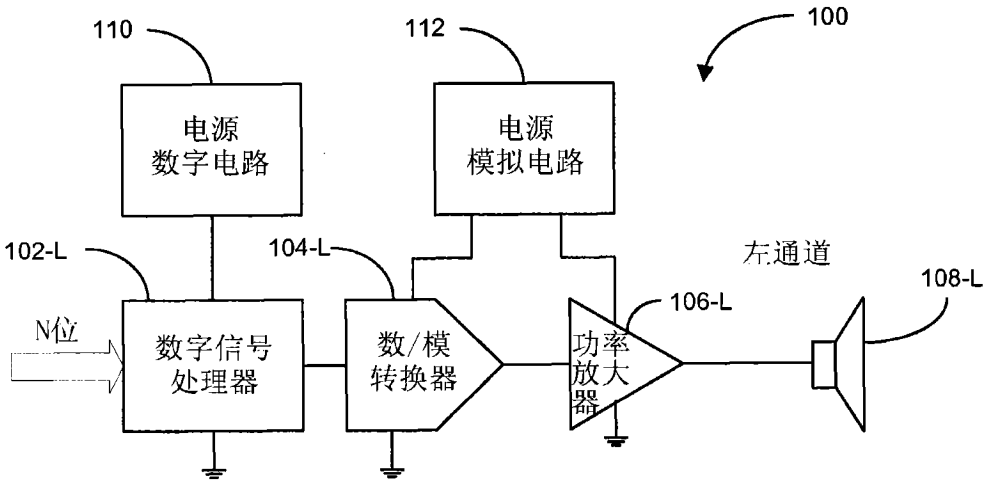

110
112
100
电源数字电路
电源模拟电路
102-L
104-L
左通道
108-L
106-L
N位
数字信号处理器
数/模转换器
功率放大器

图1B

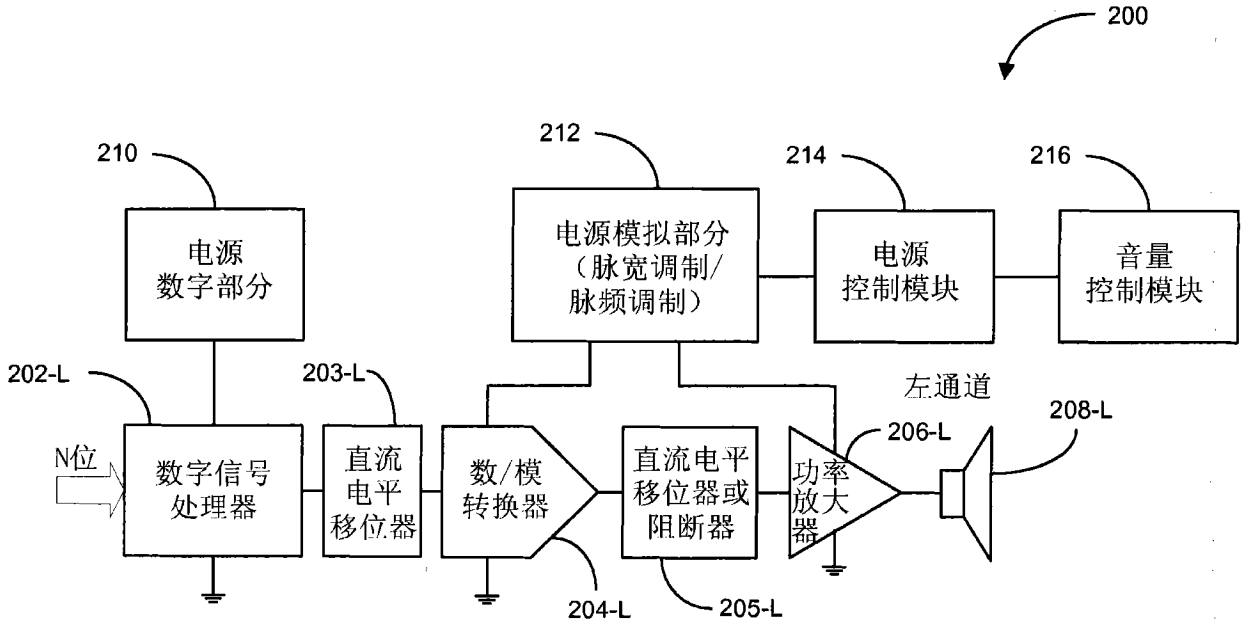

200
210
电源
数字部分
212
电源模拟部分
（脉宽调制/
脉频调制）
214
电源
控制模块
216
音量
控制模块
202-L
203-L
左通道
208-L
206-L
N位
数字信号
处理器
直流
电平
移位器
数/模
转换器
直流电平
移位器或
阻断器
功率
放大
器
204-L
205-L

图2

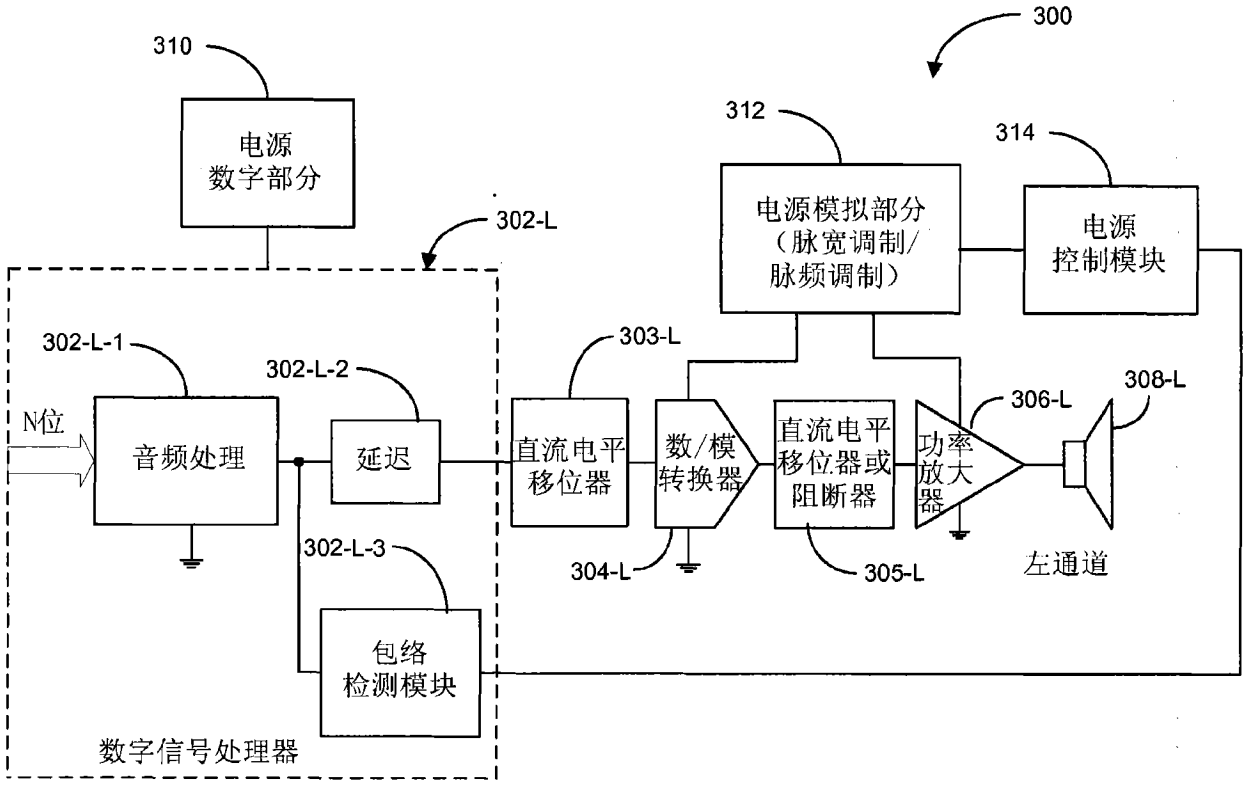

300
310
电源
数字部分
312
电源模拟部分
（脉宽调制/
脉频调制）
314
电源
控制模块
302-L
302-L-1
302-L-2
303-L
308-L
306-L
N位
音频处理
延迟
直流电平
移位器
数/模
转换器
直流电平
移位器或
阻断器
功率
放大
器
304-L
305-L
左通道
302-L-3
包络
检测模块
数字信号处理器

图3

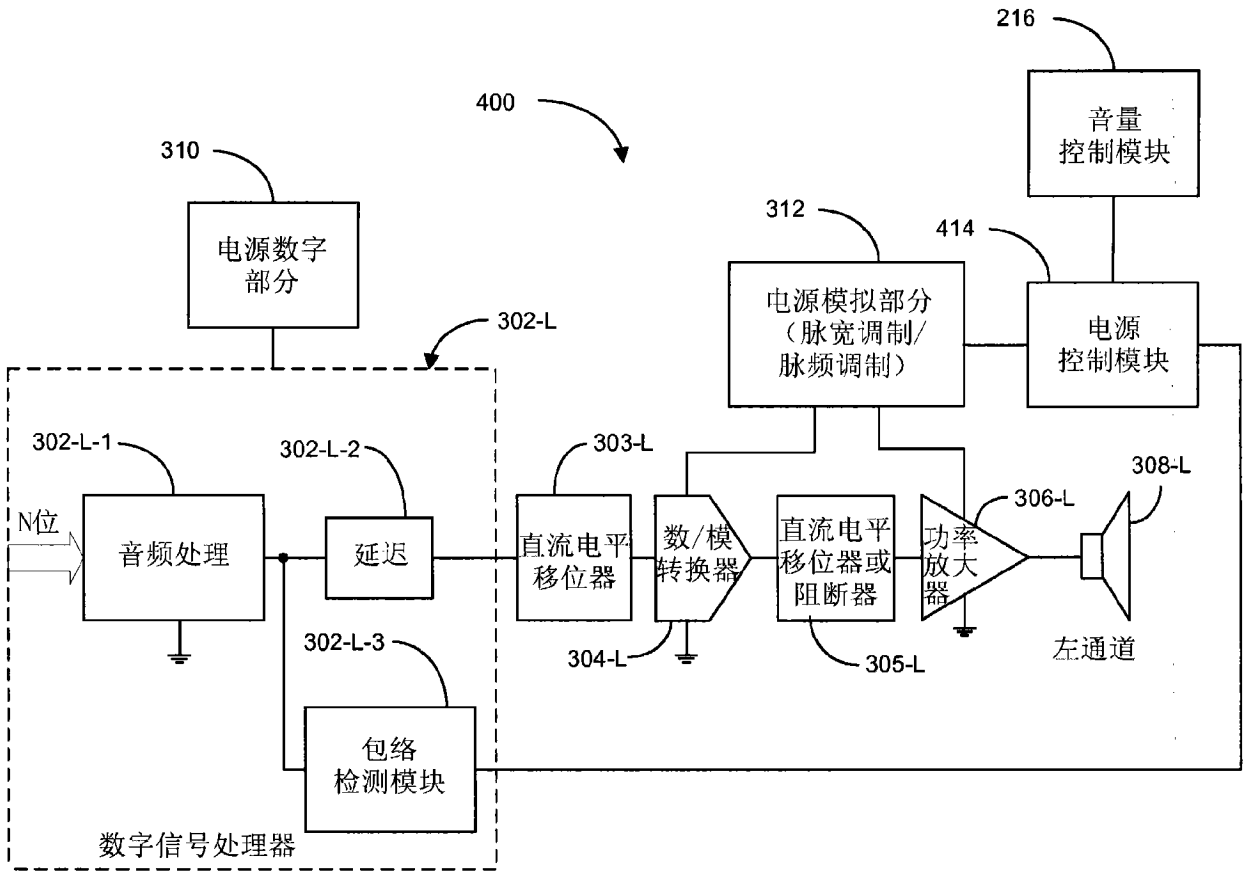

216
音量
控制模块
400
310
电源数字
部分
312
414
电源模拟部分
（脉宽调制/
脉频调制）
电源
控制模块
302-L
302-L-1
302-L-2
303-L
308-L
306-L
N位
音频处理
延迟
直流电平
移位器
数/模
转换器
直流电平
移位器或
阻断器
功率
放大
器
左通道
302-L-3
304-L
305-L
包络
检测模块
数字信号处理器

图4

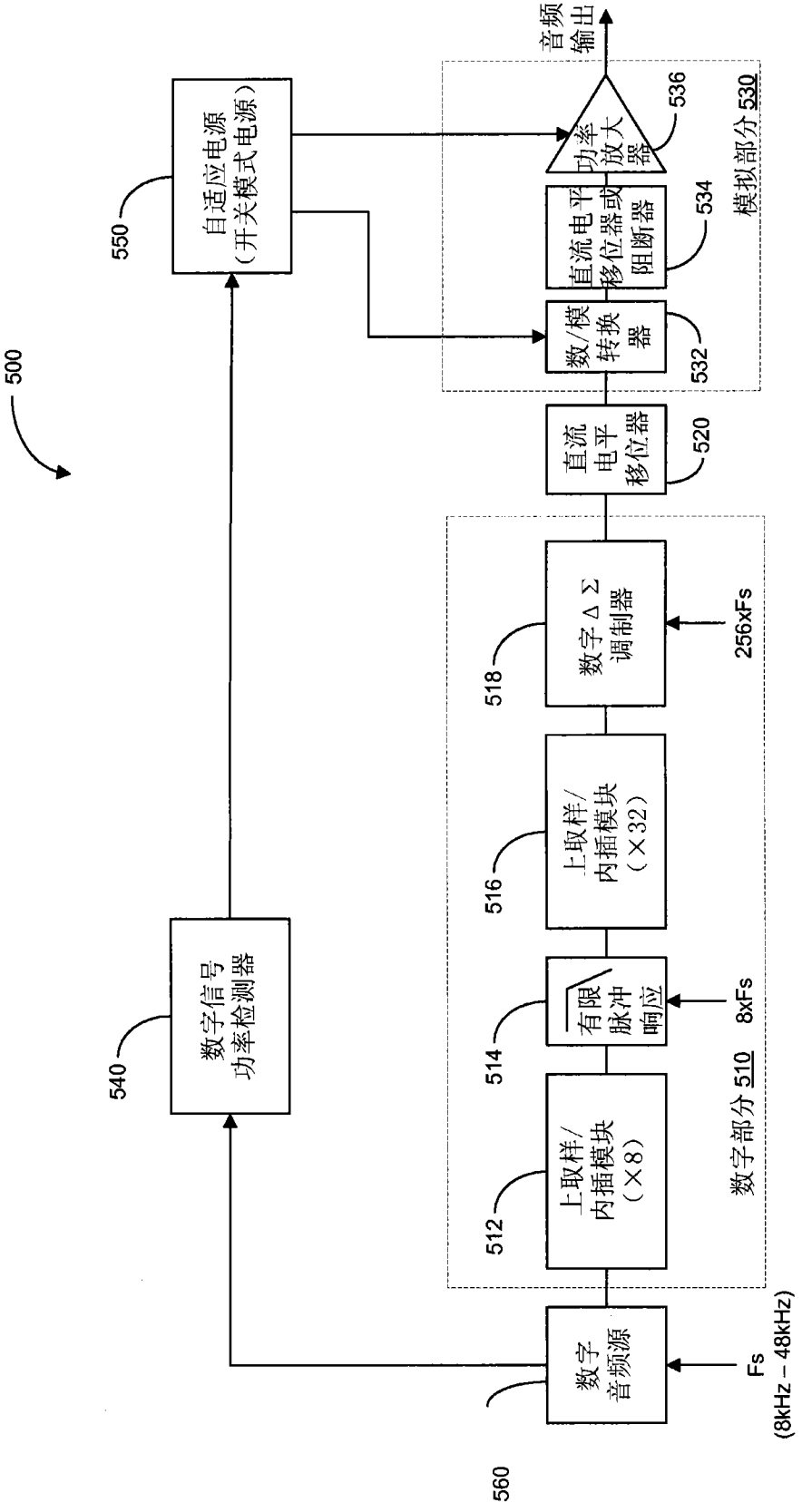

500
自适应电源（开关模式电源）
550
音频输出
功率放大器
536
直流电平移位器或阻断器
534
模拟部分 530
数/模转换器
532
直流电平移位器
520
数字 Δ Σ 调制器
518
256xFs
上取样/内插模块（×32）
516
有限脉冲响应
514
8xFs
上取样/内插模块（×8）
512
数字部分 510
数字信号功率检测器
540
数字音频源
560
Fs
(8kHz – 48kHz)

图5

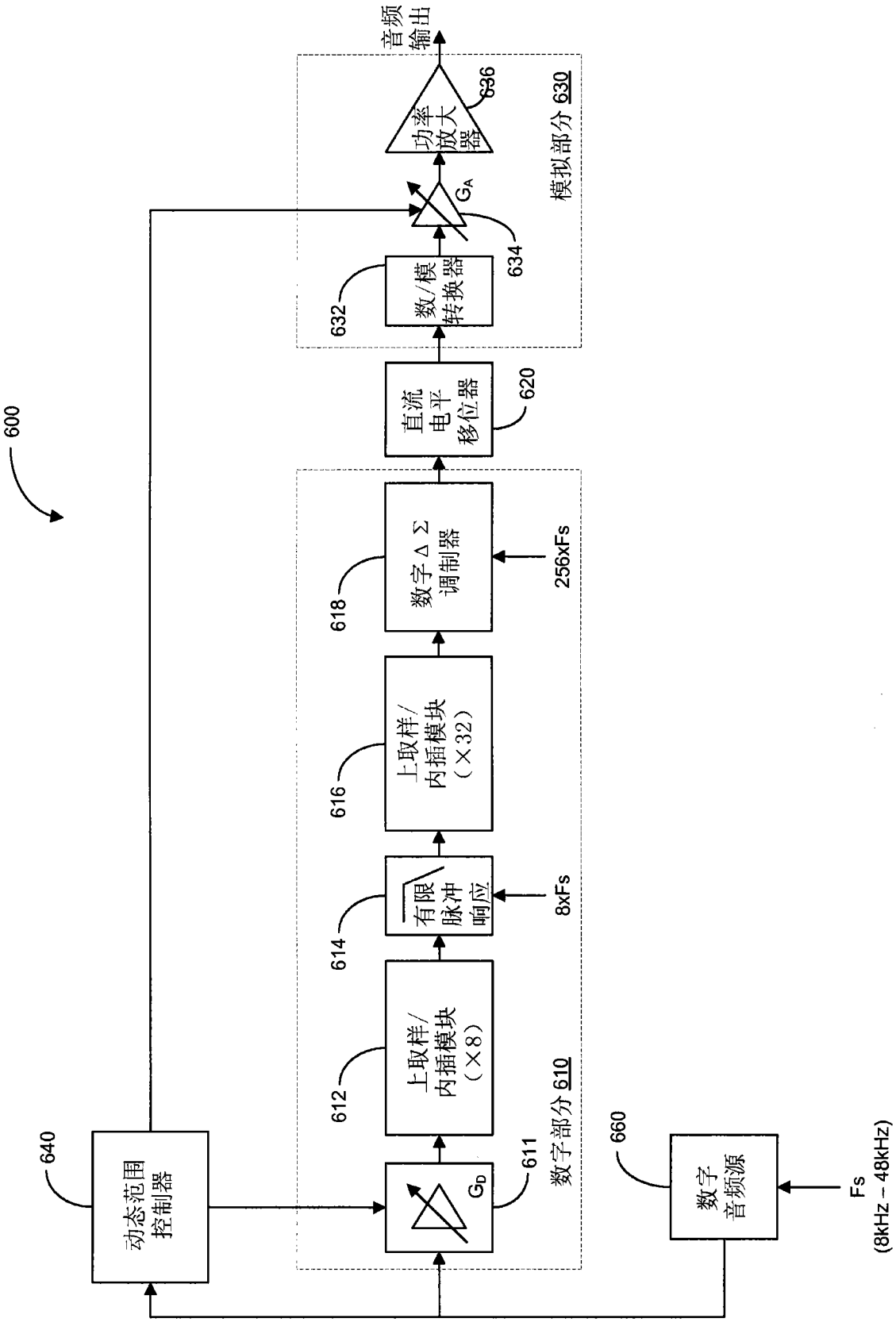

600
640
动态范围控制器
611
G_D
612
上取样/内插模块（×8）
614
有限脉冲响应
8xFs
616
上取样/内插模块（×32）
618
数字 Δ Σ 调制器
256xFs
数字部分 610
620
直流电平移位器
632
数/模转换器
634
G_A
636
功率放大器
模拟部分 630
音频输出
660
数字音频源
Fs
(8kHz – 48kHz)

图6

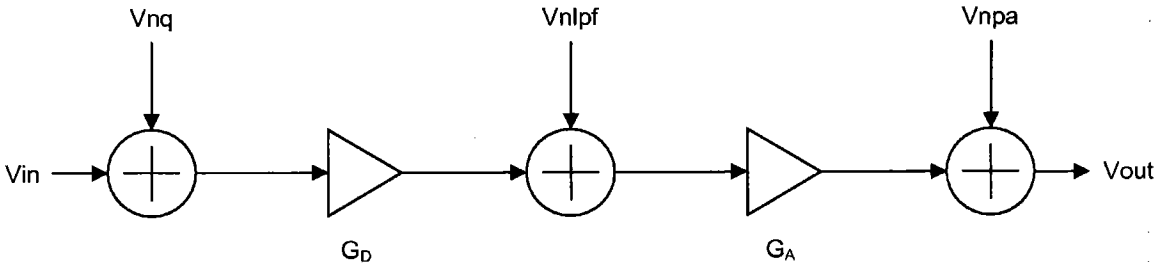


图7

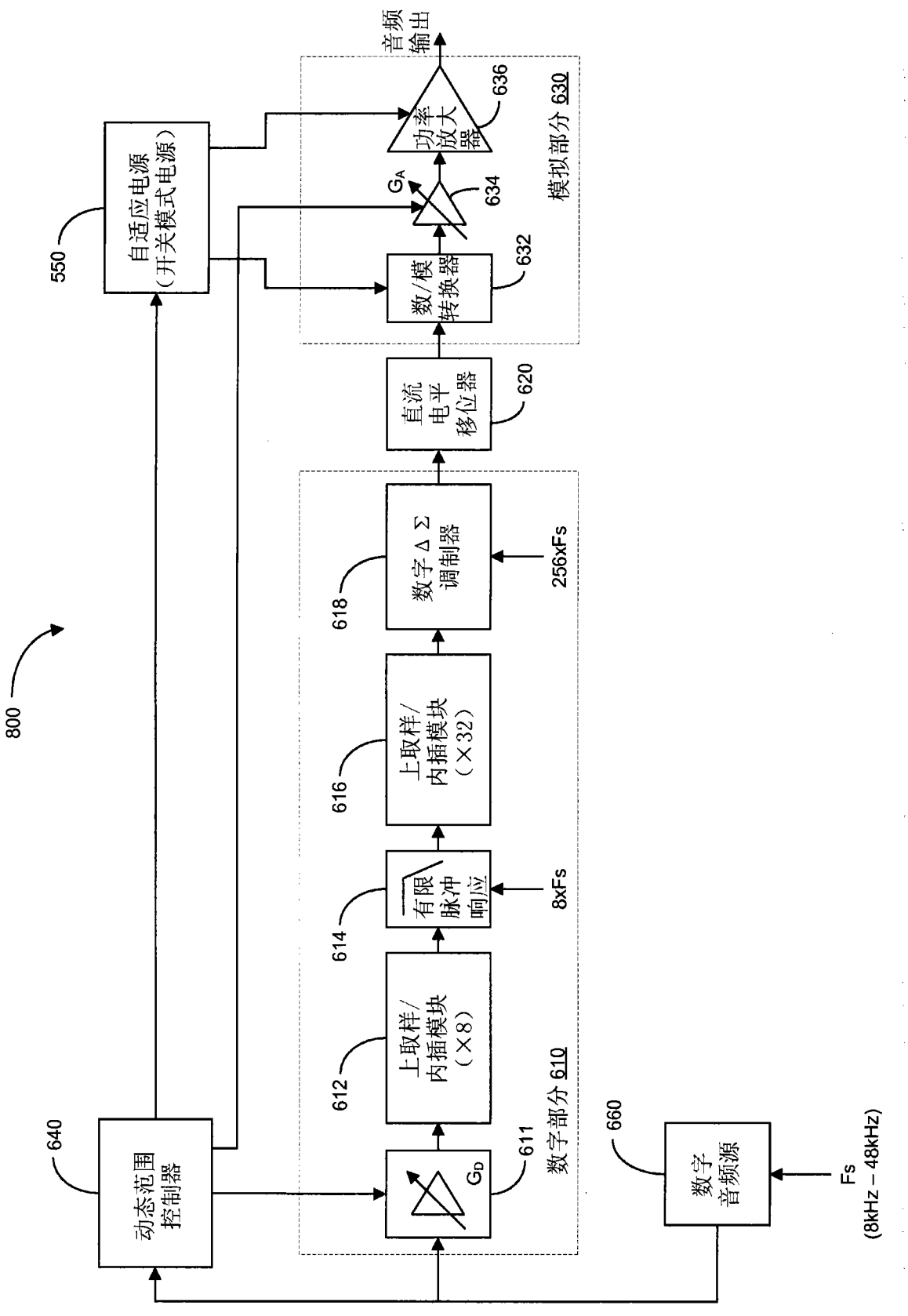

800
550
自适应电源（开关模式电源）
640
动态范围控制器
611
G_D
612
上取样/内插模块（×8）
614
有限脉冲响应
8xFs
616
上取样/内插模块（×32）
618
数字 Δ Σ 调制器
256xFs
数字部分 610
620
直流电平移位器
632
数/模转换器
634
G_A
636
功率放大器
模拟部分 630
音频输出
660
数字音频源
Fs
(8kHz – 48kHz)

图8