



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102100001 A

(43) 申请公布日 2011. 06. 15

(21) 申请号 200980127902. 9

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

(22) 申请日 2009. 07. 16

代理人 韩明星 罗延红

(30) 优先权数据

10-2008-0069311 2008. 07. 16 KR

(51) Int. Cl.

10-2009-0027754 2009. 03. 31 KR

H03F 3/217(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 01. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2009/003933 2009. 07. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02010/008226 EN 2010. 01. 21

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 朴海光

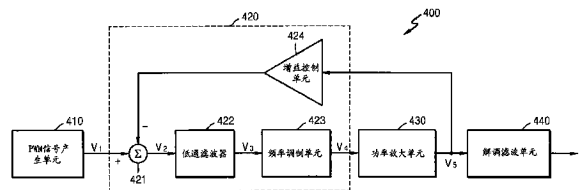
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 8 页

(54) 发明名称

开关功率放大器和控制开关功率放大器的方法

(57) 摘要

一种具有脉宽调制 (PWM) 信号产生单元、校正单元、低通滤波器、频率调制单元和功率放大单元的开关功率放大器, 其中, 所述 PWM 信号产生单元将输入音频信号转换为具有预定载波频率的 PWM 信号; 所述校正单元对包括在所述 PWM 信号中的音频信号与负反馈输出音频信号之间的差进行校正, 以产生校正后的 PWM 信号; 所述低通滤波器从校正后的 PWM 信号中去除高频分量; 所述频率调制单元调制所述校正后的 PWM 信号, 以便校正后的 PWM 信号具有与输入 PWM 信号的载波频率不同的开关频率, 以产生调制的 PWM 信号; 所述功率放大单元放大所述调制的 PWM 信号的功率。



1. 一种开关功率放大器,所述开关功率放大器包括:
  - 脉宽调制 (PWM) 信号产生单元,用于将输入音频信号转换为具有预定载波频率的 PWM 信号;
  - 校正单元,用于对包括在所述 PWM 信号中的音频信号与负反馈输出音频信号之间的差进行校正,以产生校正后的 PWM 信号;
  - 低通滤波器,用于从校正后的 PWM 信号中去除高频分量,以产生输出的音频信号;
  - 频率调制单元,用于调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有与输入 PWM 信号的载波频率不同的开关频率,从而产生调制的 PWM 信号;以及
  - 功率放大单元,用于放大调制的 PWM 信号的功率。
2. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述频率调制单元根据 Sigma-delta 调制方法来调制校正后的 PWM 信号。
3. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述频率调制单元通过使用自激振荡来调制校正后的 PWM 信号。
4. 如权利要求 3 所述的开关功率放大器,其中,所述频率调制单元的输出端通过负反馈连接到所述频率调制单元的输入端。
5. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述 PWM 信号是数字信号。
6. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述 PWM 信号产生单元包括:
  - 数模转换器 (DAC),用于将输入的数字脉冲编码调制 (PCM) 信号转换为模拟 PCM 信号;
  - 三角波产生单元,用于产生具有载波频率的三角波信号;以及
  - 比较器,用于将具有载波频率的三角波信号与模拟 PCM 信号进行比较,以产生具有载波频率的模拟 PWM 信号。
7. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,所述开关功率放大器还包括:
  - 增益控制单元,安置在所述输出音频信号的负反馈路径上,所述增益控制单元控制所述输出音频信号的增益值。
8. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述频率调制单元调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有小于所述输入 PWM 信号的载波频率的开关频率,从而提高功率放大单元的放大效率。
9. 如权利要求 1 所述的开关功率放大器,其中,所述频率调制单元调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有大于所述输入 PWM 信号的载波频率的开关频率,从而在宽频率范围内放大 PWM 信号。
10. 一种控制开关功率放大器的方法,所述方法包括:
  - 将输入音频信号转换为具有预定载波频率的 PWM 信号;
  - 对包括在所述 PWM 信号中的音频信号与负反馈输出音频信号之间的差进行校正,以产生校正后的 PWM 信号;
  - 从校正后的 PWM 信号中去除高频分量;
  - 调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有与输入 PWM 信号的载波频率不同的开关频率,从而产生调制的 PWM 信号;以及
  - 放大所述调制的 PWM 信号的功率。
11. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述调制步骤根据 Sigma-delta 调制方法来调制

校正后的 PWM 信号。

12. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述调制步骤通过使用自激振荡来调制校正后的 PWM 信号。

13. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述校正步骤包括:

将输入 PWM 信号与从功率放大单元经过负反馈的输出 PWM 信号进行比较;以及从输入 PWM 信号中减去输入 PWM 信号和负反馈输出 PWM 信号之间的差。

14. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述校正步骤包括:

将输入 PWM 信号与从功率放大单元经过负反馈的输出 PWM 信号进行比较;以及将输入 PWM 信号和负反馈输出 PWM 信号之间的差加入输入 PWM 信号。

15. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述调制步骤调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有小于所述输入 PWM 信号的载波频率的开关频率,从而提高功率放大单元的放大效率;并且所述调制的步骤调制校正后的 PWM 信号,以便校正后的 PWM 信号具有大于所述输入 PWM 信号的载波频率的开关频率,从而在宽频带频率范围内放大 PWM 信号。

## 开关功率放大器和控制开关功率放大器的方法

### 技术领域

[0001] 本申请基于 35 U. S. C. § 119(a) 要求于 2008 年 7 月 16 日提交到韩国知识产权局的第 10-2008-0069311 号韩国专利申请和于 2009 年 3 月 31 日提交到韩国知识产权局的第 10-2009-0027754 号韩国专利申请的优先权,所述申请的内容通过引用全部包含于此。

[0002] 本发明总体构思涉及一种开关功率放大器,更具体地说,涉及一种通过将输入音频信号转换为脉宽调制 (PWM) 信号,从 PWM 信号中去除载波频率,并调制所述 PWM 信号以便 PWM 信号具有用于功率级 (power stage) 操作的新频率,从而去除功率放大单元的非线性的功率放大器。

### 背景技术

[0003] A 类功率放大器、B 类功率放大器和 AB 类功率放大器通常被用作线性模拟功率放大器。这些线性模拟功率放大器具有良好线性但提供低效率,因此导致大的功率损失。为了解决这个问题,已提出了提供高效率的开关功率放大器(也被称为 D 类功率放大器)。这些开关功率放大器基本上将输入信号变为脉宽调制 (PWM) 信号,并使用功率开关级 (power switch stage) 来放大所述输入信号。然而,由于功率开关级的非线性,开关功率放大器的性能会恶化。所述功率开关级的非线性使总谐波失真 (THD) 恶化,并产生带外噪声,从而使信噪比 (SNR) 恶化。另外,由于连接到所述开关功率放大器的功率开关级的功率单元的非线性和纹波使得在输出信号中产生噪声。

[0004] 发明的公开

[0005] 技术方案

[0006] 本发明总体构思提供一种开关功率放大器以及控制所述开关功率放大器的方法,所述开关功率放大器改变输入到功率级的脉宽调制 (PWM) 信号的频率,以便去除所述开关功率放大器的非线性。

[0007] 有益效果

[0008] 根据本发明总体构思的实施例,输入 PWM 信号被调制,以具有与最初包括在所述输入 PWM 信号中的载波频率分量不同的开关频率,从而改善功率放大单元的频率特性,并校正所述功率放大单元的非线性。

### 附图说明

[0009] 图 1 是示出现有技术中的开关功率放大器的框图;

[0010] 图 2 是示出现有技术中的另一开关功率放大器的框图;

[0011] 图 3 是示出现有技术中的另一开关功率放大器的框图;

[0012] 图 4 是示出根据本发明总体构思的示例性实施例的开关功率放大器的框图;

[0013] 图 5 是根据本发明总体构思的示例性实施例的数字脉宽调制 (PWM) 信号产生单元的框图;

[0014] 图 6 是示出根据本发明总体构思的示例性实施例的模拟 PWM 信号产生单元的框图;

图；

[0015] 图 7A 至图 7D 是示出在图 4 中示出的开关功率放大器中执行的信号处理的过程的参考图；

[0016] 图 8 是更加详细地示出在图 4 中示出的开关功率放大器的一部分的电路图；

[0017] 图 9 是示出包括在图 4 中示出的开关功率放大器中的功率放大单元和解调滤波单元的示例性实施例的电路图；以及

[0018] 图 10 是根据本发明总体构思的示例性实施例的控制开关功率放大器的方法的流程图。

[0019] 最佳方式

[0020] 本发明总体构思的示例性实施例提供一种开关功率放大器，所述开关功率放大器包括：脉宽调制 (PWM) 信号产生单元，用于将输入音频信号转换为具有预定载波频率的 PWM 信号；校正单元，用于对包括在所述 PWM 信号中的音频信号与负反馈输出音频信号之间的差进行校正，以产生校正后的 PWM 信号；低通滤波器，用于从校正后的 PWM 信号中去除高频分量；频率调制单元，用于调制校正后的 PWM 信号，以便校正后的 PWM 信号具有与输入 PWM 信号的载波频率不同的开关频率；功率放大单元，用于放大调制的 PWM 信号的功率。

[0021] 本发明总体构思的示例性实施例提供一种开关功率放大器，所述开关功率放大器包括数字信号产生单元，用于将输入的脉冲编码调制 (PCM) 信号转换为脉宽调制 (PWM) 信号，所述数字信号产生单元包括：上采样单元，用于对输入 PCM 信号进行上采样；样本变换单元，用于将上采样后的输入 PCM 信号变换为具有载波频率的变换后的 PCM 信号；噪声整形单元，用于从可听频带 (audible band) 中去除所述变换后的 PCM 信号的量化噪声分量；PWM 单元，用于将所述变换后的 PCM 信号转换为具有载波频率的 PWM 信号。

[0022] 所述数字信号产生单元还可包括：频率调制单元，用于从所述 PWM 信号中去除载波频率，并用于向所述 PWM 信号加入开关频率；放大器，用于在所述开关频率放大所述 PWM 信号的功率。

[0023] 本发明总体构思的示例性实施例提供一种开关功率放大器，所述开关功率放大器包括：信号产生单元，用于将输入的脉冲编码调制 (PCM) 信号转换为具有预定频率的脉宽调制 (PWM) 信号；频率调制单元，用于从所述 PWM 信号中去除载波频率，并用于向所述 PWM 信号加入开关频率；放大器，用于在所述开关频率放大所述 PWM 信号的功率，以产生放大的信号。

[0024] 所述频率调制单元还可包括：校正单元，用于对所述 PWM 信号和放大的信号之间的差与所述 PWM 信号进行求和；低通滤波器，用于从所述 PWM 信号中去除所述预定频率；调制单元，用于向所述 PWM 信号加入开关频率。

[0025] 所述频率调制单元还可包括：运算放大器，用于接收所述 PWM 信号，并用于输出调制的 PWM 信号；第一负反馈路径，连接到所述运算放大器的正极端，用于从所述 PWM 信号中去除所述预定频率，并用于向所述 PWM 信号加入开关频率；第二负反馈路径，连接到所述运算放大器的正极端，用于传送调制的 PWM 信号，并用于校正所述 PWM 信号和所述调制的 PWM 信号之间的误差。

## 具体实施方式

[0026] 现将详细地描述本发明总体构思的实施例，实施例的例子在附图中示出，其中，相

同的标号始终指示相同的部件。以下通过参照附图描述实施例,以便解释本发明总体构思。

[0027] 图 1 是现有技术中的开关功率放大器的示例的框图。开关功率放大器使用脉宽调制 (PWM) 方法,其中,在 PWM 方法中,通过开关来执行放大。参照图 1,PWM 单元 11 将输入信号 PCM 调制为 PWM 信号,放大单元 12 根据取决于所述 PWM 信号的开关操作来放大所述输入信号,滤波单元 13 可以是低通滤波器,从放大的输入信号中提取音频波形。如上所述,由于放大单元 12 的非线性,图 1 的传统开关功率放大器造成输出信号的失真。

[0028] 为了防止由放大单元 12 的非线性导致的失真,现有技术中已使用了利用负反馈的反馈控制方法。

[0029] 图 2 和图 3 是现有技术中的开关功率放大器的其他示例的框图。

[0030] 参照图 2 和图 3,在现有技术中,为了防止由开关功率放大器的非线性导致的失真,从放大单元 22 输出的放大的信号通过反馈单元 24 进行负反馈,或者滤波单元 33 的输出通过反馈单元 34 进行负反馈。在现有技术中,从所述输入信号中减去输入信号和输出信号之间的差或向所述输入信号加入所述输入信号和输出信号之间的差,以便校正系统的非线性。如现有技术中的图 2 和图 3 的开关功率放大器中所示,在反馈路径上分别需要模数转换器 (ADC) 25 和 ADC 35。将 ADC 25 和 ADC 35 包括进来导致了信号延迟,并增加了开关功率放大器的制造成本和尺寸。

[0031] 另外,图 2 和图 3 的开关功率放大器无法补偿存在于放大单元 22 和 23 的误差源。如上所述,在数字放大器的开关功率放大操作中,在输出信号中产生非线性和噪声。由于组成放大单元的诸如金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 的晶体管的特性而导致非线性,其中,所述晶体管的特性包括:在开关期间晶体管的上升时段之间的差、在开关期间晶体管的下降时段之间的差以及其他因素。非线性引起带外量化噪声,因此不仅使总谐波失真 (THD) 恶化,而且使信噪比 (SNR) 恶化。这些开关功率放大器需要高的开关频率,以便具有好的频率响应和低失真。多数开关功率放大器使用 100kHz 或更高的开关频率。这种高的开关频率需要开关功率放大器的每个组件高速运行。然而,现有技术中的典型的图 2 和图 3 的开关功率放大器不工作在 100kHz 或更高的开关频率。相反,开关操作使用具有由调制器 21 和调制器 31 产生的固定频率的 PWM 信号。因此,难以产生适合于开关功率放大器组件的频率特性的 PWM 信号和使用适合于放大单元 22 和放大单元 32 的频率特性的开关频率。

[0032] 因此,本发明总体构思提供一种开关功率放大器,所述开关功率放大器去除包括在输入 PWM 信号中的载波频率,并向所述输入 PWM 信号加入新的开关频率。

[0033] 现将参照附图更充分地描述本发明总体构思,其中,在附图中示出了本发明总体构思的示例性实施例。

[0034] 图 4 是根据本发明总体构思的示例性实施例的开关功率放大器 400 的结构框图。参照图 4,开关功率放大器 400 可包括 PWM 信号产生单元 410、误差校正和频率调制单元 420、功率放大单元 430 和解调滤波单元 440。

[0035] PWM 信号产生单元 410 将输入音频信号转换为具有预定载波频率的 PWM 信号  $V_1$ ,并输出具有所述预定载波频率的 PWM 信号  $V_1$ 。输入音频信号是脉冲编码调制 (PCM) 信号,其中,PCM 信号是数字信号。PWM 信号产生单元 410 把将通过输入 PCM 信号进行传输的数据转换为通过脉宽调制编码后的 PWM 信号  $V_1$ 。

[0036] 在图 5 和图 6 中更加详细地示例性地示出 PWM 信号产生单元 410 的实施例。

[0037] 图 5 是根据本发明总体构思的示例性实施例的数字 PWM 信号产生单元 510 的框图。参照图 5, 数字 PWM 信号产生单元 510 可包括上采样单元 511、样本变换单元 512、噪声整形单元 513 和 PWM 单元 514。当输入的  $b$  比特 PCM 信号的采样频率为  $f_s$  时, 上采样单元 511 和样本变换单元 512 对所述  $b$  比特 PCM 信号进行上采样, 以输出具有高于原始采样频率  $f_s$  的频率  $N \times f_s$  (这里,  $N$  为整数) 的 PCM 信号。噪声整形单元 513 将包括在由样本变换单元 512 输出的 PCM 信号中的可听频带的量化噪声分量移到可听频带外。PWM 单元 514 将由噪声整形单元 513 输出的 PCM 信号转换为 PWM 信号, 并输出所述 PWM 信号。

[0038] 图 6 是根据本发明总体构思的示例性实施例的模拟 PWM 信号产生单元 610 的框图。

[0039] 参照图 6, 模拟 PWM 信号产生单元 610 可包括数模转换器 (DAC) 611、滤波单元 612、三角波产生单元 613 和比较器 614。在 DAC 611 中, 输入的数字 PCM 信号被转换为模拟 PCM 信号, 经由滤波单元 612, 所述模拟 PCM 信号被输入到比较器 614。比较器 614 通过使用由三角波产生单元 613 产生的具有载波频率  $f_c$  的三角波信号和从滤波单元 612 接收的模拟 PCM 信号来产生具有载波频率  $f_c$  的模拟 PWM 信号。

[0040] 参照图 4, 当具有预定载波频率的 PWM 信号  $V_1$  被产生时, 误差校正和频率调制单元 420 将负反馈输出信号  $V_5$  与输入 PWM 信号  $V_1$  进行比较, 并校正与上述两个信号之间的差相应的误差。误差校正和频率调制单元 420 从输入 PWM 信号  $V_1$  中去除载波频率分量, 并向所述输入 PWM 信号加入与所述载波频率分量不同的开关频率。

[0041] 更具体地说, 校正单元 421 计算从 PWM 信号产生单元 410 输出的 PWM 信号  $V_1$  和从功率放大单元 430 输出并具有由增益控制单元 424 控制的增益值的负反馈输出信号  $V_5$  之间的差, 并将其输出。与包括在 PWM 信号  $V_1$  中的输入音频信号和包括在负反馈输出信号  $V_5$  中的输出音频信号之间的差相应的误差通过负反馈而被校正。低通滤波器 422 从自校正单元 421 输出的校正后的 PWM 信号  $V_2$  中去除高频分量, 从而只传输音频信号分量。高频分量不仅包括 PWM 信号  $V_1$  中所包括的载波频率分量, 而且包括用于驱动功率放大单元 430 的开关频率分量。如稍后所述, 在本示例性实施例中, 包括在 PWM 信号  $V_1$  中的载波频率分量与用于驱动功率放大单元 430 的开关频率不同, 因此从校正单元 421 输出的校正后的 PWM 信号  $V_2$  包括低频带音频信号、PWM 信号  $V_1$  的载波频率分量和负反馈输出信号  $V_5$  的开关频率分量。低通滤波器 422 从校正后的 PWM 信号  $V_2$  中去除作为高频分量的载波频率分量和开关频率分量, 并输出仅包括低频带音频信号的校正后的 PWM 信号。

[0042] 频率调制单元 423 调制校正后的 PWM 信号  $V_3$ , 以便与 PWM 信号  $V_1$  的载波频率分量不同的新的开关频率分量被加入校正后的 PWM 信号  $V_3$ 。各种频率调制方法可被用于向校正后的 PWM 信号  $V_3$  加入新的开关频率分量。例如, 可使用 Sigma-delta 调制方法。或者, 频率调制单元 423 可通过使用自激振荡来调制所述校正后的 PWM 信号  $V_3$ , 在自激振荡中, 频率调制单元 423 的输出端经由负反馈连接到频率调制单元 423 的输入端。其他有效的调制方法可被用来代替这里所述的方法。从频率调制单元 423 输出的 PWM 信号  $V_4$  具有与 PWM 信号  $V_1$  的载波频率不同的开关频率。功率放大单元 430 根据 PWM 信号  $V_4$  的开关频率来放大 PWM 信号  $V_4$ 。解调滤波单元 440 从自功率放大单元 430 输出的信号  $V_5$  中去除高频分量。在 PWM 类型放大器中, 由于以较高速率对输出信号进行开关操作, 并且脉冲的幅度相当大, 因此可

连续产生尖脉冲。因此, PWM 类型放大器可在外围部件内产生电磁干扰 (EMI)。如果产生的 EMI 量少, 则可从在图 4 中示出的开关功率放大器 400 中去除解调滤波单元 440。

[0043] 图 7A 至图 7D 是示出在图 4 中示出的开关功率放大器中执行的信号处理的过程的参考图。

[0044] 可在频域中查看从 PWM 信号产生单元 410 输出的 PWM 信号  $V_1$ 。如图 7A 中所示, PWM 信号  $V_1$  可被划分为低频带中的音频信号分量和高频带中的具有频率  $N \times f_s$  的载波信号分量。如图 7B 中所示, 在由校正单元 421 获得的与 PWM 信号  $V_1$  和负反馈输出信号  $V_5$  之间的差相应的校正后的 PWM 信号  $V_2$  中共存的不仅有 PWM 信号  $V_1$  的音频信号分量和载波信号分量, 而且有通过负反馈接收的负反馈输出信号  $V_5$  的开关频率分量  $F_{sw}$ 。如图 7C 中所示, 低通滤波器 422 从校正后的 PWM 信号  $V_2$  中去除高频带中的载波信号分量和开关频率分量, 因此仅发送音频信号分量。如图 7D 中所示, 为了驱动功率放大单元 430, 频率调制单元 423 对从低通滤波器 422 输出的校正后的 PWM 信号  $V_3$  进行调制, 并向 PWM 信号  $V_1$  加入与载波频率分量不同的新的开关频率分量  $F_{sw}$ , 从而输出 PWM 信号  $V_4$ 。如上所述, 功率放大单元 430 通过使用新加入的开关频率分量  $F_{sw}$  而工作在高频, 从而放大 PWM 信号  $V_4$ 。

[0045] 图 8 是根据本发明总体构思的示例性实施例的开关功率放大器 800 的电路图, 图 8 更加详细地示出图 4 的开关功率放大器 400 的示例性实施例。在图 8 中, 为了方便说明, 通过集中在误差校正和频率调制单元 810 来示出开关功率放大器 800。误差校正和频率调制单元 810 相应于图 4 的误差校正和频率调制单元 420。

[0046] 如上所述, Sigma-delta 调制方法可被用于向滤波后的 PWM 信号加入新的开关频率。参照图 8, 频率调制单元 816 可包括: 第一负反馈路径 814, 用于提供 PWM 信号 S2 的负反馈; OP 放大器 815, 用于校正误差值, 并用于执行自激振荡。OP 放大器 815 计算经由第二负反馈路径 820 接收的输出 PWM 信号和输入 PWM 信号之间的差, 以便执行图 4 的校正单元 421 的功能, 并且 OP 放大器 815 还执行图 4 的频率调制单元 423 的功能。第一负反馈路径 814 与 OP 放大器 815 协作来执行频率调制单元 423 的功能, 并用作图 4 的低通滤波器 422。

[0047] 具有预定载波频率的输入 PWM 信号 S1 通过 OP 放大器 815 进行自激振荡, 并因此变为具有与输入 PWM 信号 S1 的载波频率不同的开关频率的 PWM 信号 S2。由 OP 放大器 815 输出的 PWM 信号 S2 的频率变化取决于包括在第一负反馈路径 814 中的电容器 C1、电容器 C2 和电阻器 R4 以及功率放大单元 830 的传播延迟。如果功率放大单元 830 的传播延迟相当小, 则由 OP 放大器 815 输出的 PWM 信号 S2 的频率  $f_2$  与值  $(k \times R_{in} + 2R_1 \times C) / (R_{in} \times 4 \times C_1 \times C_2)$  成比例, 与 PWM 信号 S1 的频率  $f_1$  无关, 其中,  $R_{in}$  是功率放大单元 830 的输入阻抗,  $k$  表示预定常数。因此, 在本发明总体构思的实施例中, 可通过控制如上所述的这些参数来设置用于驱动功率放大单元 830 的新的开关频率。

[0048] 用于驱动功率放大单元 830 的开关频率的值可被设置为各种值。例如, 为了提高功率放大单元 830 的放大效率, 参数可进行设置, 以便 PWM 信号 S2 的开关频率具有小于 PWM 信号 S1 的载波频率的值。或者, 为了在宽频带频率范围内放大 PWM 信号, 可设置误差校正和频率调制单元 810 的电阻器 R4、电容器 C1 和电容器 C2 的值, 以便 PWM 信号 S2 的开关频率具有大于 PWM 信号 S1 的载波频率的值。

[0049] 尽管图 8 示出二阶 Sigma-delta 调制方法的应用, 但是本发明总体构思不受限于所述二阶 Sigma-delta 调制方法, 可使用更高阶的 Sigma-delta 调制方法来产生具有与输



入 PWM 信号的频率不同的开关频率的 PWM 信号。如上所述,功率放大单元 830 通过由误差校正和频率调制单元 810 输出的具有新加入的开关频率的 PWM 信号 S2 而被连通,并输出功率放大的 PWM 信号。

[0050] 第二负反馈路径 820 将由功率放大单元 830 输出的所述功率放大的 PWM 信号发送到误差校正和频率调制单元 810 的 OP 放大器 815 的负极端。第二负反馈路径 820 被用于对由功率放大单元 830 输出的所述功率放大的 PWM 信号 S2 的增益值进行控制,并对进行了增益控制的功率放大的 PWM 信号 S2 和输入到第二负反馈路径 820 的 PWM 信号 S1 之间的误差进行校正。

[0051] 图 9 是图 4 的开关功率放大器 400 的功率放大单元 430 和解调滤波单元 440 的示例性实施例的电路图。参照图 9,作为功率放大单元 430 的示例性实施例的功率放大单元 910 可包括 2 个 FET 晶体管 P1 和晶体管 P2。功率放大单元 910 的 FET 晶体管 P1 和晶体管 P2 通过具有由误差校正和频率调制单元 810 设置的新的开关频率的第二 PWM 信号 S2 而工作在推拉模式下。换句话说,功率放大单元 910 通过重复下述的操作来放大第二 PWM 信号 S2 的功率:当 FET 晶体管 P1 连通时,FET 晶体管 P2 断开;当 FET 晶体管 P2 连通时,FET 晶体管 P1 断开。

[0052] 作为滤波单元 440 的示例性实施例的滤波单元 920 可包括电感器 921 和电容器 922,并从功率放大单元 910 的输出信号中去除高频分量。

[0053] 根据上面描述的实施例,输入 PWM 信号被调制为具有与最初包括在所述输入 PWM 信号中的载波频率分量不同的开关频率,从而改善功率放大单元的频率特性,并校正功率放大单元的非线性。

[0054] 图 10 是根据本发明总体构思的示例性实施例的控制开关功率放大器的方法的流程图。

[0055] 参照图 10,在操作 1010 中,输入音频信号被转换为具有预定载波频率的 PWM 信号。

[0056] 在操作 1020 中,包括在 PWM 信号中的音频信号和负反馈输出音频信号之间的差被校正,以产生校正后的 PWM 信号。更具体地说,输入 PWM 信号与从功率放大单元经过负反馈的输出 PWM 信号进行比较,从输入 PWM 信号中减去输入 PWM 信号和负反馈输出 PWM 信号之间的差或向输入 PWM 信号加入所述输入 PWM 信号和负反馈输出 PWM 信号之间的差,从而对与所述差相应的误差进行校正。

[0057] 在操作 1030 中,通过使用低通滤波器,从校正后的 PWM 信号中去除高频分量。如上所述,由于包括在输入 PWM 信号中的载波频率与用于驱动功率放大单元的开关频率是不同的,因此由校正单元输出的所述校正后的 PWM 信号包括低频带音频信号、输入 PWM 信号的载波分量和输出 PWM 信号的开关频率分量。因此,通过低通滤波器,从校正后的 PWM 信号中去除作为高频分量的载波分量和开关频率分量。

[0058] 在操作 1040 中,校正后的 PWM 信号被调制为具有与包括在输入 PWM 信号中的载波频率不同的开关频率。由于作为高频分量的开关频率分量已在操作 1030 中被去除,因此用于驱动功率放大单元的新的开关频率可被加入校正后的 PWM 信号。因此,可根据 Sigma-delta 调制方法、通过自激振荡或者通过其他任何有效的调制方法来执行调制,在所述调制中,新的开关频率分量被加入校正后的 PWM 信号。

[0059] 在操作 1050 中,功率放大单元对调制的 PWM 信号进行放大。

[0060] 尽管已示出和描述了本发明总体构思的一些实施例,但是本领域的技术人员将认识到:在不脱离本发明总体构思的原理和精神的情况下,可在这些实施例中进行改变,其中,本发明总体构思的范围由权利要求及其等同物限定。

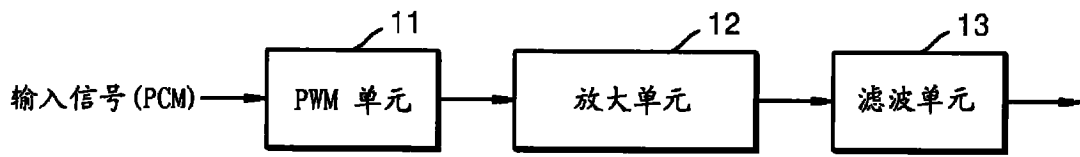


图 1

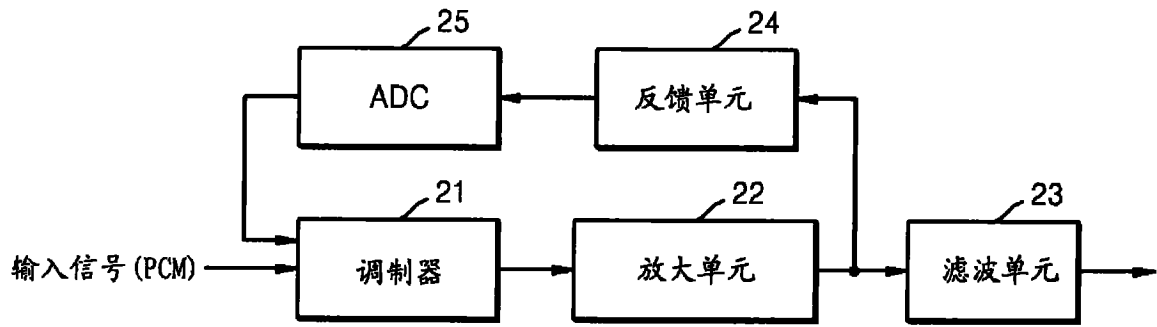


图 2

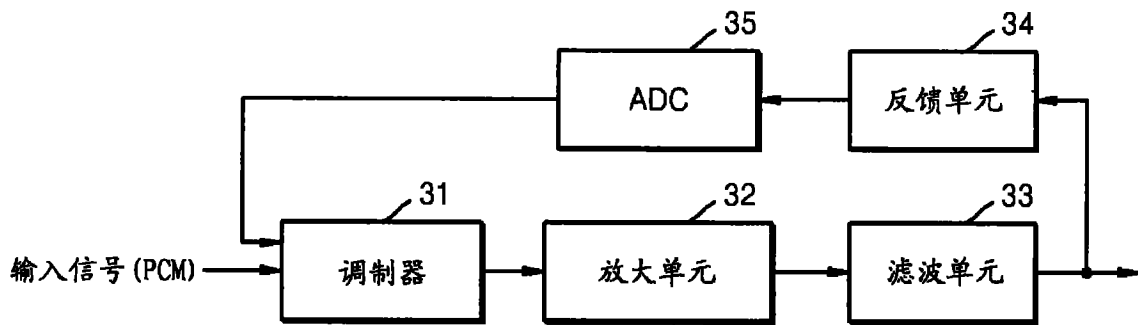


图 3

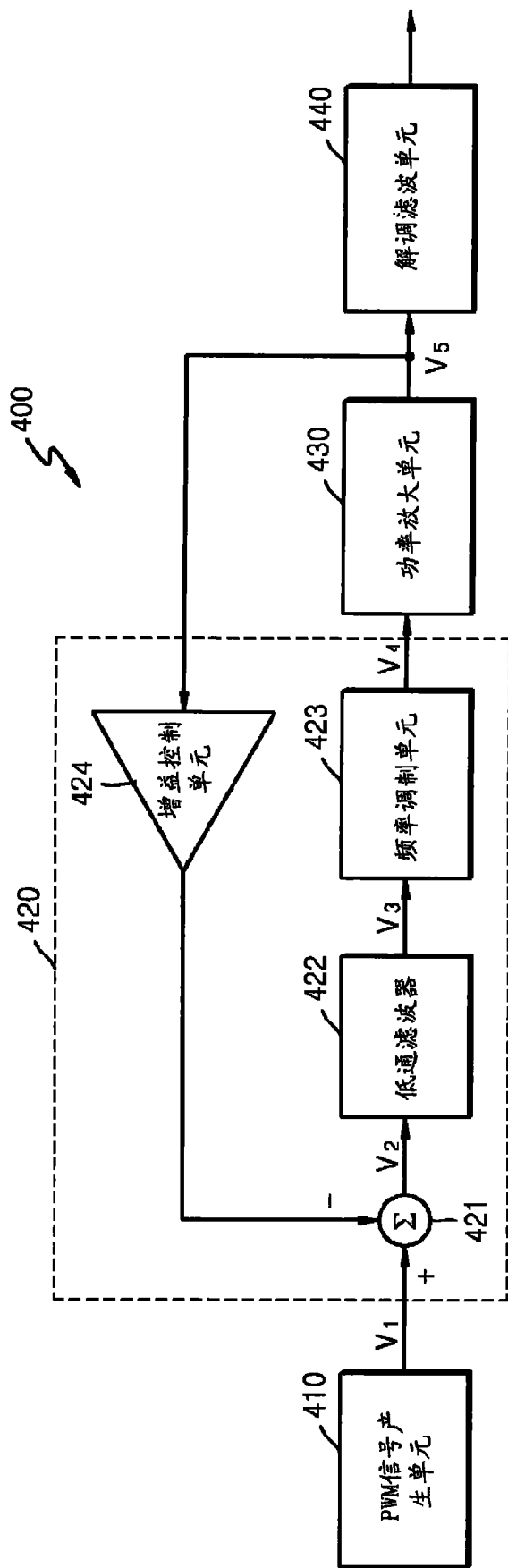


图 4

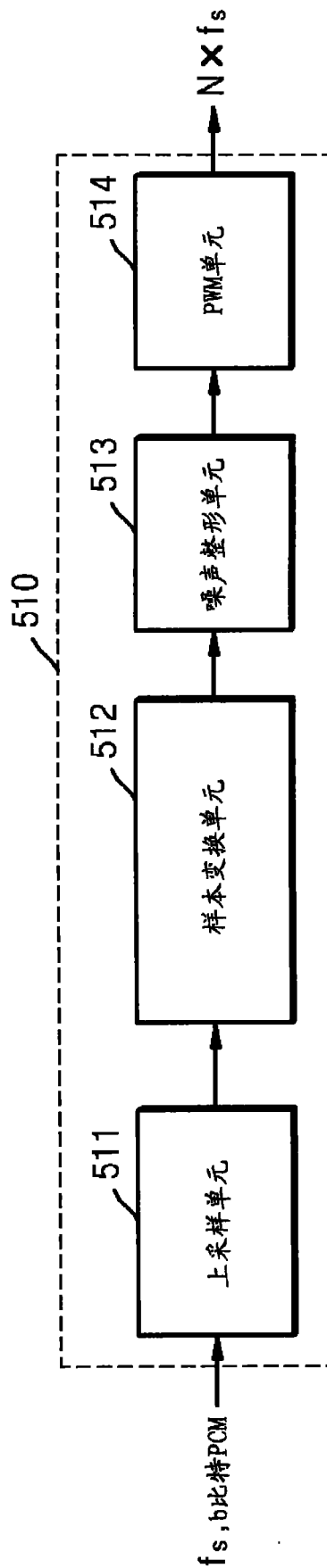


图 5

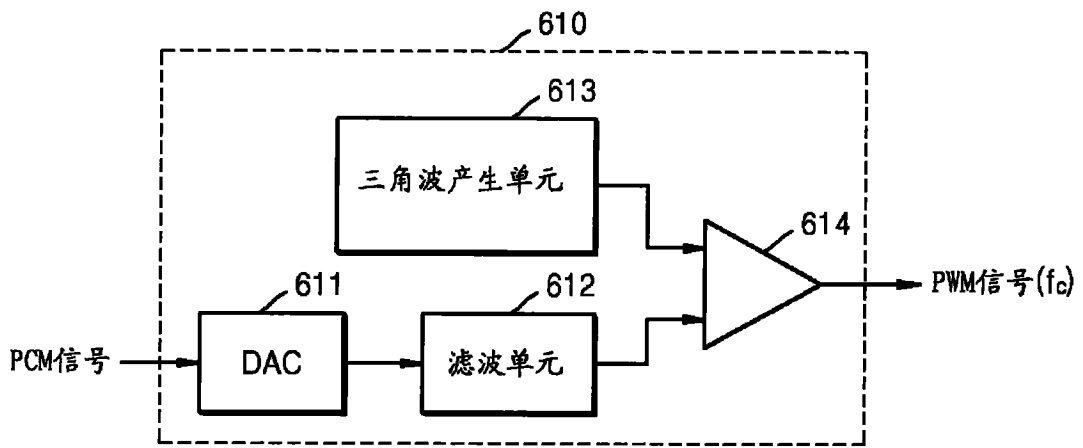


图 6

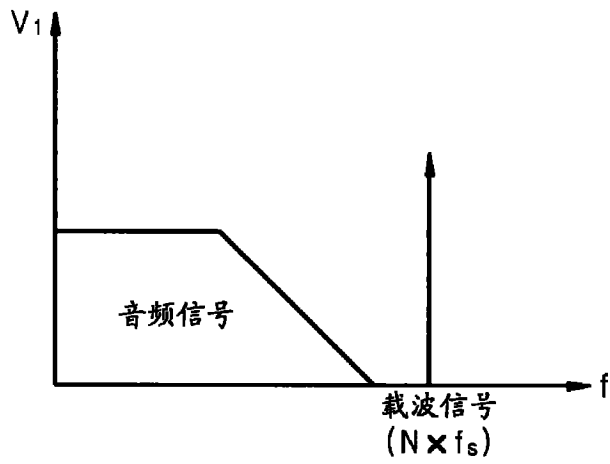


图 7A

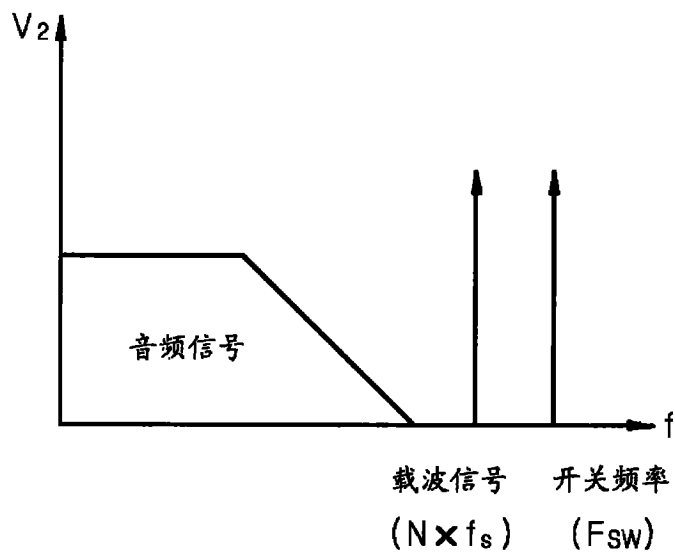


图 7B

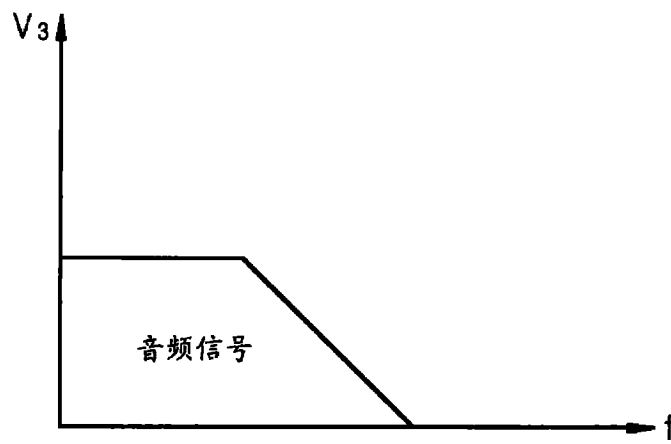


图 7C

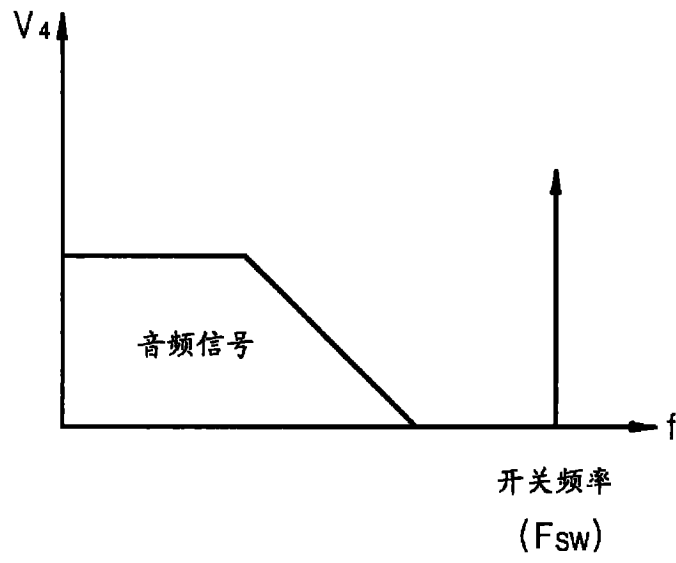


图 7D

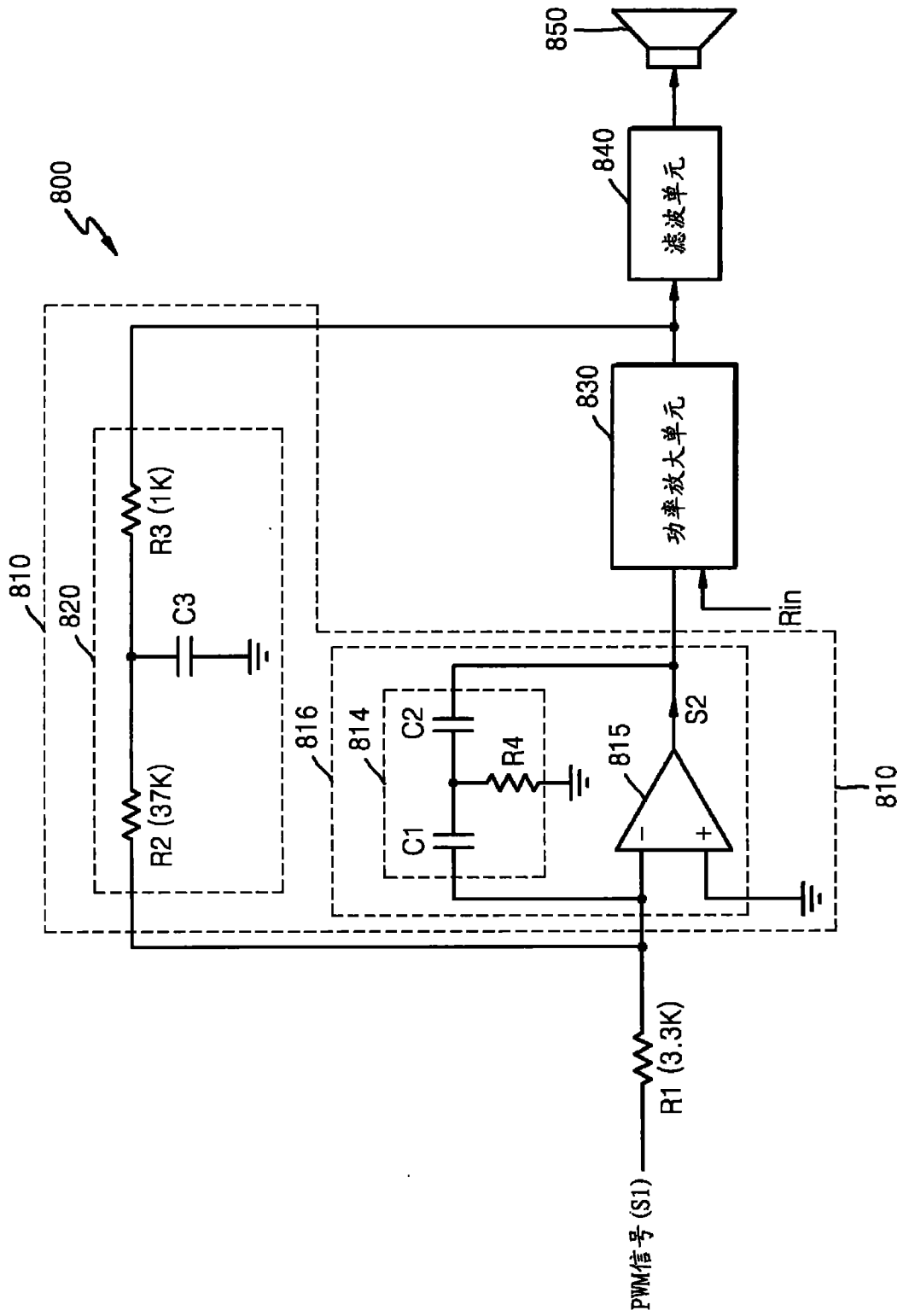


图 8



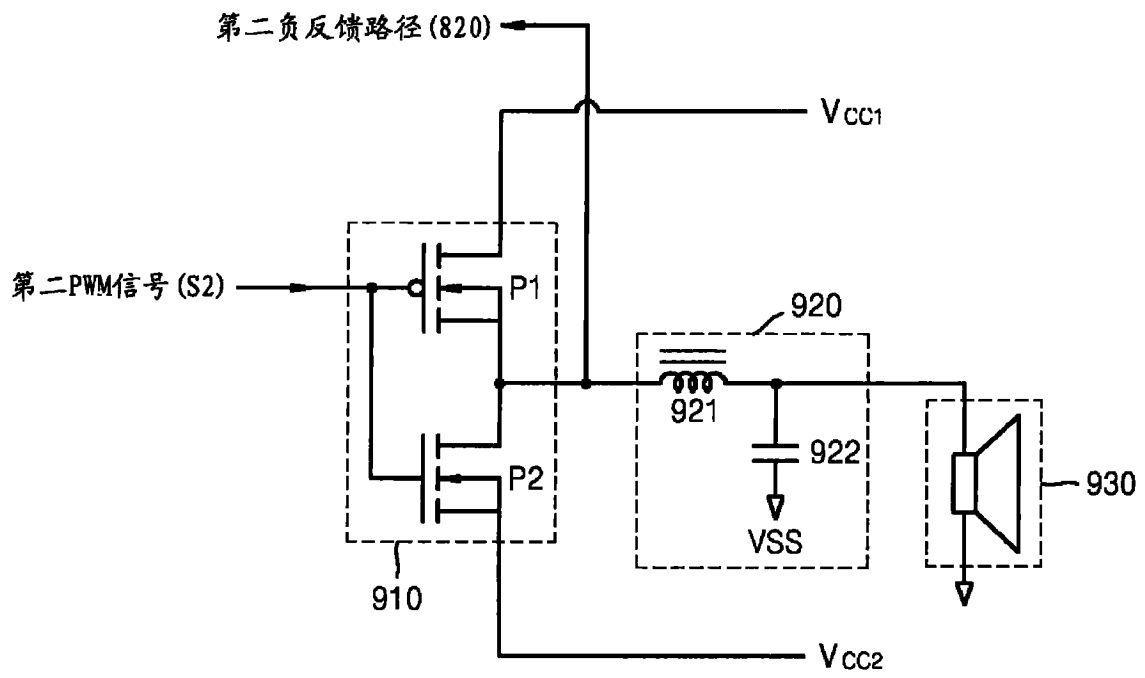


图 9

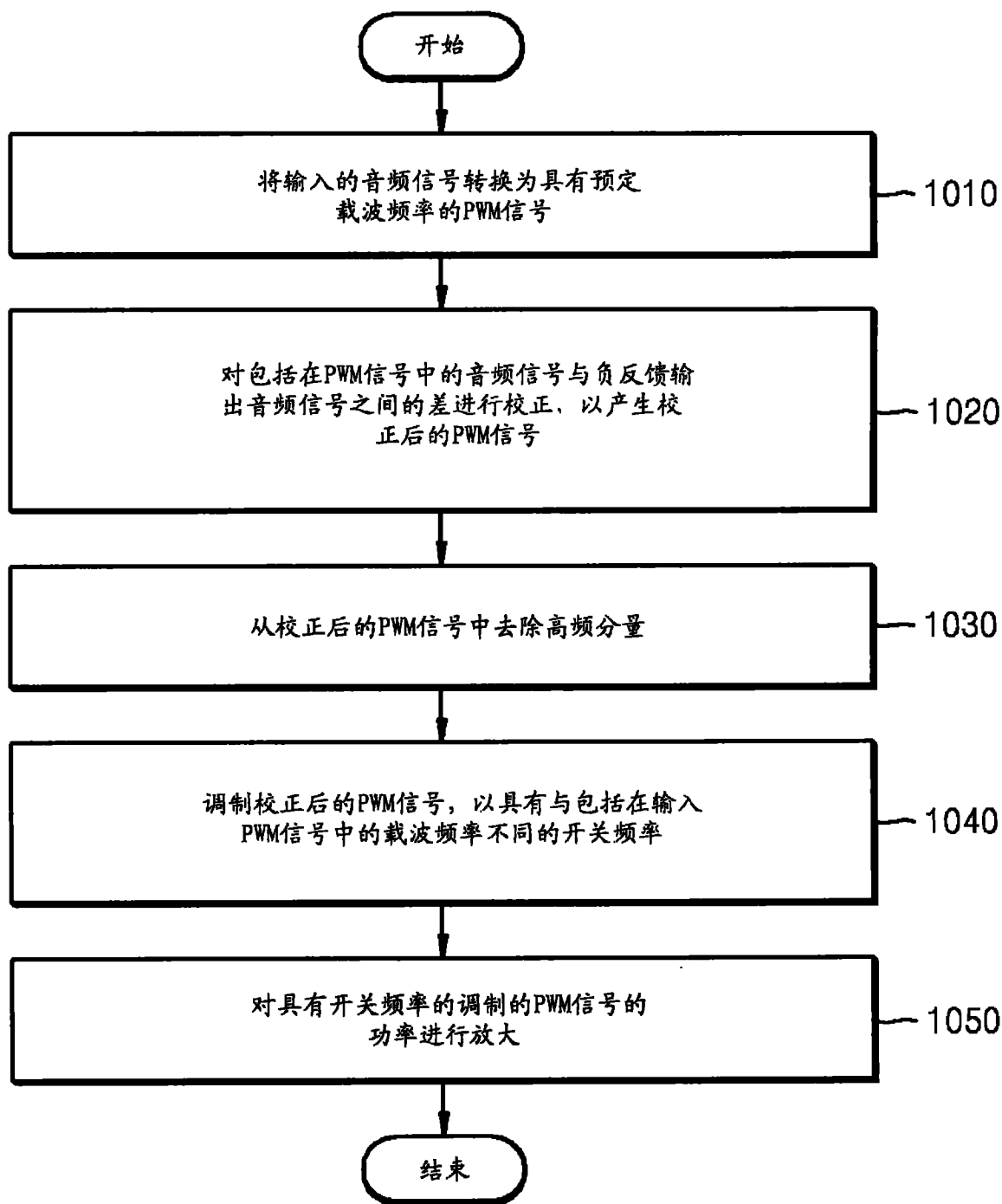


图 10