



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101299599 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 28

(21) 申请号 200810028801. 3

(22) 申请日 2008. 06. 16

(73) 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 诸小胜

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 郝传鑫 熊贤卿

(51) Int. Cl.

H03H 11/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008139160 A1, 2008. 06. 12, 全文 .

WO 2007085997 A1, 2007. 08. 02, 全文 .

审查员 鲍薇

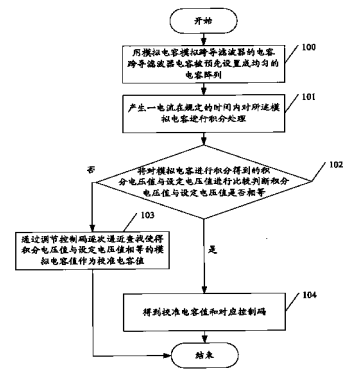
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 12 页

(54) 发明名称

获取跨导滤波器校准电容值的方法、装置和系统

(57) 摘要

本发明实施例公开了获取跨导滤波器校准电容值的方法, 装置和系统。所述方法, 包括: 产生一电流在规定的时间内对模拟电容进行积分处理; 所述模拟电容用于模拟被设置成为均匀电容阵列的跨导滤波器的电容; 将所述对电容阵列进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较, 通过调节控制码, 逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。采用本发明实施例, 具有不影响跨导滤波器的性能的前提下, 提高跨导滤波器的性能的优点。



1. 一种获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,包括:

产生一电流在规定的时间内对模拟电容进行积分处理;所述模拟电容用于模拟被设置成为均匀电容阵列的跨导滤波器的电容;

将所述对电容阵列进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较,通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。

2. 如权利要求 1 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述方法还包括:

存储与所述校准电容值相应的控制码,提供给跨导滤波器以校准所述跨导滤波器的电容值。

3. 如权利要求 2 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述产生一电流在规定的时间内,对所述模拟电容进行积分处理,包括:

模拟跨导滤波器的跨导单元,产生一电流;

用所述电流对与所述跨导单元连接的积分器单元进行充电,在规定的时间内对所述模拟电容进行积分。

4. 如权利要求 3 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述对模拟电容进行积分包括:采用公式 $V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times Vt}{C_{int}}$ 对模拟电容进行积分,得到的积分电压值;

其中 G_m 是跨导值, V_{ref} 是设定电压值, Vt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的模拟电容的值。

5. 如权利要求 2 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述产生一电流在规定的时间内,对所述模拟电容进行积分处理,包括:

通过差分电流源产生一电流;

用所述电流对与所述差分电流源连接的积分器单元进行充电,在规定的时间内对所述模拟电容进行积分。

6. 如权利要求 5 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述对模拟电容进行积分包括:采用公式 $V_{out} = \frac{I_0}{C_{int}} \times \Delta t$ 对模拟电容进行积分,得到的积分电压值;其

中, $I_0 = \frac{V_{ref}}{R}$, I_0 是差分电流源产生的电流值, V_{ref} 是设定电压值, Vt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的模拟电容的值。

7. 如权利要求 4 或 6 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述方法还包括:

将所述积分时间 Vt 分为两个相等的时间 $\frac{\Delta t}{2}$;

在第一个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行正向积分,得到第一个积分电压值;

在第二个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行反向积分,得到第二个积分电压值;

将所述第一个积分电压值和第二个积分电压值累加得到最终的积分电压值,采用所述积分电压值消除由所述跨导单元或差分电流源所产生的直流偏移。

8. 如权利要求 4 或 6 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述方法还包括:

通过自动归零技术消除积分器产生的直流偏移。

9. 如权利要求 4 或 6 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述方法还包括:

将所述跨导滤波器的电容阵列设置为固定电容和校准电容两部分,使电容阵列 $C = C_{fix} + C_{tuning}$,其中, C_{fix} 为固定数量的单位电容; C_{tuning} 为可配置的单位电容。

10. 如权利要求 9 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述跨导滤波器电容的校准频率范围由 C_{fix} 和 C_{tuning} 的比值确定。

11. 如权利要求 9 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述校准电容由 N bit 的二进制码控制,其调节范围为 $(0 \sim 2^N - 1)$ 个可配置的单位电容 C_{tuning} ,其中, N 是自然数。

12. 如权利要求 11 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较,通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值,包括:

调节二进制控制码,使得积分器积分的起始模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}$;

将所述起始模拟电容值 $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}$ 进行积分,得到积分电压值;

若所述积分电压值大于设定电压值,则改变所述二进制控制码,使得模拟电容值为:

$$C = C_{fix} + \frac{2^{N-1} + 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning};$$

若所述积分电压值小于设定电压值,则改变所述二进制控制码,使得模拟电容值为:

$$C = C_{fix} + \frac{2^{N-1} - 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning};$$

重复以上步骤,通过改变二进制控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容值,该模拟电容值即校准电容值。

13. 如权利要求 12 所述的获取跨导滤波器校准电容值的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在检测到校准控制信号有效时,执行产生一电流在规定的时间内对模拟电容进行积分处理的步骤;

在查找到校准电容值后,存储与所述校准电容值相应的二进制控制码。

14. 一种获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,包括:

电流供给单元,用于产生一电流对积分器单元进行充电;

积分器单元,用于在充电情况下,在规定的时间内对模拟电容进行积分处理,所述模拟电容用于模拟被设置为均匀电容阵列的跨导滤波器电容;

比较器单元,用于将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较;

控制器单元,用于通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。

15. 如权利要求 14 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,所述电流供给单元为跨导单元,用于模拟被校准的跨导滤波器中跨导单元的结构。

16. 如权利要求 15 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,

所述跨导单元的正极输出端与积分器单元的正极输入端连接,负极输出端与积分器单元的负极输入端连接,输入电流为积分器单元充电;

所述积分器单元,其正极输入端与所述跨导单元的正极输出端连接,负极输入端与所述跨导单元的负极输出端相连接,或者其正极输入端与所述跨导单元的负极输出端连接,其负极输入端与所述跨导单元的正极输出端相连接;

积分器单元的第一输出端与比较器单元的正极输入端连接,第二输出端与比较器单元的负极输入端相连接,所述第一输入端和第二输入端还各自连接有作为模拟电容的可变电容器,该可变电容器的输出端连接到共模参考电平 VCM;在规定时间内,在控制器单元的控制码的作用下,通过运算放大器对可变电容器进行积分,获得积分电压值;

所述比较器单元,包括比较器和电压放大器,比较器单元的正极输入端连接所述积分器单元的第一输出端,比较器单元的负极输入端连接所述积分器单元的第二输出端,比较器单元的第一输出端和第二输出端连接比较器,所述比较器单元的输出端与控制器单元的输入端连接,以将比较结果输出给控制器单元;

所述控制器单元,用于通过它的输出端提供控制码给所述积分器单元,控制所述积分器单元对可变电容器进行积分,并根据所述比较器单元的比较结果,逐次调节所述控制码,以查找到积分电压值与设定电压值相同的电容值作为校准电容值。

17. 如权利要求 14 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,所述电流供给单元为差分电流源。

18. 如权利要求 17 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,

所述差分电流源的正极输出端与积分器单元的正极输入端连接,负极输出端与积分器单元的负极输入端连接,输入电流为积分器单元充电;

所述积分器单元,其正极输入端与所述差分电流源的正极输出端连接,负极输入端与跨导单元的负极输出端相连接,或者其正极输入端与所述差分电流源的负极输出端连接,其负极输入端与所述差分电流源的正极输出端相连接;

积分器单元的第一输出端与比较器单元的正极输入端连接,第二输出端与比较器单元的负极输入端相连接,所述第一输入端和第二输入端还各自连接有作为模拟电容的可变电容器,该可变电容器的输出端连接到共模参考电平 VCM;在规定时间内,在控制器单元的控制码的作用下,通过运算放大器对可变电容器进行积分,获得积分电压值;

所述比较器单元,包括比较器和电压放大器,比较器单元的正极输入端连接所述积分器单元的第一输出端,比较器单元的负极输入端连接所述积分器单元的第二输出端,比较器单元的第一输出端和第二输出端连接比较器,所述比较器单元的输出端与控制器单元的输入端连接,以将比较结果输出给控制器单元;

所述控制器单元,用于通过它的输出端提供控制码给所述积分器单元,控制所述积分器单元对可变电容器进行积分,并根据所述比较器单元的比较结果,逐次调节所述控制码,以查找到积分电压值与设定电压值相同的电容值作为校准电容值。

19. 如权利要求 15 或 17 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,所述

积分器单元包括：

时间等分子单元,用于将积分时间 Vt 分为两个相等的时间 $\frac{\Delta t}{2}$;

第一积分子单元,用于在第一个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行正向积分,得到第一个积分电压值;

第二积分子单元,用于在第二个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行反向积分,得到第二个积分电压值;

积分电压值累加单元,用于将所述第一个积分电压值和第二个积分电压值累加得到最终的积分电压值,以消除由所述跨导单元或差分电流源所产生的直流偏移。

20. 如权利要求 15 或 17 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,所述控制器单元包括:

控制码输出子单元,用于向所述积分器单元输出 N bit 的二进制控制码,其中, N 是自然数;

控制器调节子单元,用于逐次改变二进制控制码,以查找到得到积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。

21. 如权利要求 20 所述的获取跨导滤波器校准电容值的装置,其特征在于,所述装置还包括:

检测单元,在检测到校准控制信号有效,启动校准,得到校准电容值;

存储器单元,用于在校准完毕时,存储与所述校准电容值相应的控制码,提供给跨导滤波器以校准所述跨导滤波器的电容值。

22. 一种跨导滤波器校准系统,其特征在于,包括:

获取跨导滤波器校准电容值的装置,用于通过对模拟电容进行积分得到积分电压值,所述模拟电容模拟被设置成均匀电容阵列的跨导滤波器电容,并通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容值作为校准电容值,存储与所述校准电容值相应的控制码,提供给跨导滤波器以校准所述跨导滤波器的电容值;

跨导滤波器,用于根据所述获取跨导滤波器校准电容值的装置所提供的控制码,其跨导单元中的电容部分被校准为与所述控制码相应的校准电容值。

获取跨导滤波器校准电容值的方法、装置和系统

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及移动通信技术领域,尤其涉及一种获取跨导滤波器校准电容值的方法、装置和系统。

背景技术

[0002] 跨导电容滤波器 (Gm-C, gm-C filter) 作为最常见的滤波器结构之一,其特点是低功耗,高带宽,可以运用于多种无线或有线技术领域。

[0003] 而对于片上集成滤波器,一个最突出的缺点就是集成电容,电阻具有很大的工艺相关性,往往导致滤波器的截止频率与设计值偏差较大,影响滤波器性能,因此伴随着片上集成滤波器的设计,滤波器校准电路变的必不可少,而在跨导电容滤波器结构中,为了实现滤波器频率校准(有时滤波器的品质因子 Q 也要校准),一般用跨导校准 (Gm tuning) 的方式实现。

[0004] 由于滤波器的截止频率跟 $\frac{Gm}{C}$ 成正比,因此在进行滤波器频率校准时,往往通过改变跨导 (G_m) 的值来实现的,常见的两种 G_m 单元, MOS 管输入 (或双级管输入) 和退化电阻输入级如图 1 所示。该 G_m 单元一个显著的特点就是 G_m 值的大小和电流或电阻不是成绝对的关系,因此很难去用离散的电流去控制滤波器的截止频率,因此数字式锁相环 (PLL, Phase-Locked Loop) 结构的校准 (tuning) 变得非常流行。

[0005] 利用 PLL 来调节尾电流进行滤波器频率校准如图 2 所示,通过片上集成一个 PLL,而 PLL 利用与滤波器相同结构的 Gm-C 单元组成的振荡器 (VCO, Voltage Control Oscillator) 来实现频率控制,通过调节 VCO 的尾电流来确定振荡器的频率控制。

[0006] 在实施本发明的过程中,发明人发现现有的滤波器频率校准技术存在如下缺点:

[0007] 通过改变尾电流的方式实现的频率校准,会使得滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化,从而影响跨导滤波器的性能。

发明内容

[0008] 本发明实施例提供一种获取跨导滤波器校准电容值的方法、装置和系统,可在不影响跨导滤波器性能的前提下,提高跨导滤波器校准的准确性。

[0009] 为解决上述问题,本发明实施例提供了一种获取跨导滤波器校准电容值的方法,包括:

[0010] 产生一电流在规定的时间内对模拟电容进行积分处理;所述模拟电容用于模拟被设置成为均匀电容阵列的跨导滤波器的电容;

[0011] 将所述对电容阵列进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较,通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。

[0012] 相应地,本发明实施例还提供了一种获取跨导滤波器校准电容值的装置,包括:

- [0013] 电流供给单元,用于产生一电流对积分器单元进行充电;
- [0014] 积分器单元,用于在充电情况下,在规定的时间内对模拟电容进行积分处理,所述模拟电容用于模拟被设置为均匀电容阵列的跨导滤波器电容;
- [0015] 比较器单元,用于将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较;
- [0016] 控制器单元,用于通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。
- [0017] 相应地,本发明实施例还提供了一种跨导滤波器校准系统,包括:
- [0018] 获取跨导滤波器校准电容值的装置,用于通过对模拟电容进行积分得到积分电压值,所述模拟电容模拟被设置成均匀电容阵列的跨导滤波器电容,并通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容值作为校准电容值,存储与所述校准电容值相应的控制码,提供给跨导滤波器以校准所述跨导滤波器的电容值;
- [0019] 跨导滤波器,用于根据所述获取跨导滤波器校准电容值的装置所提供的控制码,其跨导单元中的电容部分被校准为与所述控制码相应的校准电容值。
- [0020] 本发明实施例提供的校准方式是线性离散的方式,不会使得跨导滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化,在不影响跨导滤波器的性能的前提下,提高了跨导滤波器的性能。

附图说明

- [0021] 图 1 是现有的两种基本的跨导单元的结构示意图;
- [0022] 图 2 是现有技术利用 PLL 来调节尾电流进行滤波器频率校准的示意图;
- [0023] 图 3 是本发明实施例提供的跨导滤波器校准系统的组成示意图;
- [0024] 图 4 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置第一实施例的结构示意图;
- [0025] 图 5 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置第二实施例的结构示意图;
- [0026] 图 6 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置中的控制器单元的结构示意图;
- [0027] 图 7 是 5bit 的二进制控制码控制校准过程的示意图;
- [0028] 图 8 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置中的积分器单元的结构示意图;
- [0029] 图 9 是本发明实施例提供的积分器单元工作示意图;
- [0030] 图 10 是本发明实施例提供的积分器单元自动归零示意图;
- [0031] 图 11 是本发明实施例提供的比较器单元中电压比较器实现精确的电压相减并放大示意图;
- [0032] 图 12 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置控制时序图;
- [0033] 图 13 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置的第三实施例的结构示意图;
- [0034] 图 14 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第一实施例的流

程示意图；

[0035] 图 15 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第二实施例的流程示意图；

[0036] 图 16 是本发明实施例提供的在规定的时间内对所述电容阵列进行积分,得到的积分电压值的流程示意图；

[0037] 图 17 是本发明实施例提供的逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值的流程示意图；

[0038] 图 18 是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第三实施例的流程示意图。

具体实施方式

[0039] 本发明实施例提供了一种获取跨导滤波器校准电容值的方法和获取跨导滤波器校准电容值的装置,可在不影响跨导滤波器性能的前提下,提高跨导滤波器校准的准确性。

[0040] 参见图 3,是本发明实施例提供的跨导滤波器校准系统的组成示意图。

[0041] 如图 3 所示,该滤波器校准系统包括：

[0042] 获取跨导滤波器校准电容值的装置 1,用于通过模拟电容进行积分得到积分电压值,通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值,并利用与所述校准电容值相应的控制码校准所述跨导滤波器的电容值;需要说明的是,所述模拟电容是模拟被设置成均匀的电容阵列的跨导滤波器 2 的电容。

[0043] 跨导滤波器 2,用于根据获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 提供的控制码,其跨导单元中的电容部分被校准为与所述控制码相应的校准电容值。所述跨导滤波器 2 的电容被预先设置为均匀的电容阵列。

[0044] 所述获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 和跨导滤波器 2 之间的校准模式是主从模式,校准方式是线性离散电容逼近,从而避免在校准过程中,因为跨导滤波器的线性度随着尾电流变化而影响跨导滤波器的性能,最终提高跨导滤波器校准的正确性。

[0045] 参见图 4,是本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置第一实施例的结构示意图。

[0046] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置,包括：

[0047] 电流供给单元 10,用于产生一电流对积分器单元 11 进行充电；

[0048] 积分器单元 11,用于在充电情况下,在规定的时间内对模拟电容进行积分处理;所述模拟电容模拟被预先设置成均匀电容阵列的跨导滤波器的电容；

[0049] 比较器单元 12,用于将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较。

[0050] 控制器单元 13,用于通过调节控制码,逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值；

[0051] 需要说明的是,所述电流供给单元 10 可以为跨导单元,所述跨导单元模拟被校准的跨导滤波器中跨导单元的结构;所述电流供给单元 10 还可以为差分电流源。在后面的实施例中分别阐述电流供给单元是跨导单元和差分电流源的实施例。

[0052] 参见图 5,为本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置第二实施例

的结构示意图。

[0053] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置中, 电流供给单元在具体实现的时候为跨导单元 10, 该跨导单元 10 为模拟被校准跨导滤波器相同结构的跨导单元, 并且由积分器单元 11 中的模拟电容 115 模拟被预先设置成均匀电容阵列的跨导滤波器的电容, 以避免跨导滤波器的跨导单元的线性度对校准精度的影响。

[0054] 需要说明的是, 通过电容校准跨导滤波器频率截至的方式, 首先将跨导滤波器的电容设置成一些较小的均匀电容阵列。例如, 把 2pF 的电容表示为 20 个 100fF 的电容之和, 根据工艺导致的频率偏差范围, 将电容设置为固定电容和校准电容两部分, 及电容阵列的大小, $C = C_{\text{fix}} + C_{\text{tuning}}$, 其中, C_{fix} 为固定数量的单位电容; C_{tuning} 为可配置的单位电容。校准的频率由 C_{fix} 和 C_{tuning} 的比值决定。

[0055] 然后再用积分器单元 11 中的可变电容 115 模拟所述跨导滤波器的电容阵列, 通过所述跨导单元 10 产生电流在规定的时间内对可变电容器 115 进行积分, 将得到积分电压值与设定的电压值进行比较, 直到找到最佳的模拟电容 115 (即可变电容器 115) 的模拟电容值, 使得积分电压值与设定电压值相等时, 校准结束, 此时模拟电容的值即为校准电容值。具体地, 如图 5 所示, 所述获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 包括:

[0056] 跨导单元 10, 它的正极输出端 100 与积分器单元 11 的正极输入端 110 连接, 负极输出端 101 与积分器单元 11 的负极输入端 111 连接, 输入电流为积分器单元 11 充电;

[0057] 积分器单元 11, 通过它的正极输入端 110 与所述跨导单元 10 的正极输出端 100 连接, 积分器单元 11 的负极输入端 111 与所述跨导单元 10 的负极输出端 101 相连接, 或者正极输入端 110 与所述跨导单元 10 的负极输出端 101 连接, 积分器单元 11 的负极输入端 111 与所述跨导单元 10 的正极输出端 100 相连接;

[0058] 而积分器单元 11 的一个输出端 112 与比较器单元 12 的正极输入端 120 连接, 另一个输出端 113 与比较器单元 12 的负极输入端 121 相连接, 所述输入端 110 和输入端 111 还各自连接有可变电容器 115, 该可变电容器 115 的输出端 1150 连接到共模参考电平 VCM; 在规定时间内, 在控制器单元 13 的控制码的作用下, 通过运算放大器 114 对可变电容器 115 进行积分, 获得积分电压值;

[0059] 图 5 所示的获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 还包括:

[0060] 比较器单元 12, 包括比较器 123 和电压放大器 124, 比较器单元 12 的正极输入端 120 连接所述积分器单元 11 的输出端 112, 比较器单元 12 的负极输入端 121 连接所述积分器单元 11 的输出端 113, 比较器单元 12 的输出端 125 和输出端 126 连接比较器 123, 所述电压放大器 124 通过两相位开关电容实现电压放大并相减, 所述比较器 123 用于将所述积分器单元 11 积分获得的积分电压值与设定电压值进行比较; 所述比较器单元 11 的输出端 122 与控制器单元 13 的输入端 130 连接, 以将比较结果输出给控制器单元 13;

[0061] 图 5 所示的获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 还包括:

[0062] 控制器单元 13, 用于通过它的输出端 131 提供控制码给所述积分器单元 11, 控制所述积分器单元 11 对可变电容器 115 进行积分, 并根据所述比较器单元 12 的比较结果, 逐次调节所述控制码, 以查找到积分电压值与设定电压值相同的电容值作为校准电容值。需要说明的是, 本发明实施例中, 控制器单元 13 输出的控制码可以为 Nbit 的二进制控制码, 其调节范围为 $(0 \sim 2^N - 1)$ 个可配置的单位电容 C_{tuning} , 其中, N 是自然数。例如, 5bit 的二

进制控制码,其调节范围为(0~31)个可配置的单位电容 C_{tuning} 。

[0063] 参见图6,所述控制器单元13包括:

[0064] 控制码输出子单元130,用于向所述积分器单元11输出Nbit的二进制控制码,其中,N是自然数;

[0065] 控制器调节子单元131,用于逐次改变二进制控制码,以查找到得到积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值。

[0066] 具体地,通过跨导单元10为积分器单元11进行充电,所述积分器单元11获得一个积分电压值 $V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times \Delta t}{C_{int}}$,其中 G_m 是跨导值, V_{ref} 是设定电压值, Δt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的模拟电容的值,该电容值受控制器单元13的控制码输出子单元130输出的二进制控制码的控制,积分器单元11获得一个积分电压值 V_{out} 后,再由比较器单元12将所述积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 进行比较,判断 $\frac{G_m}{C}$ 的大小是否等于1,直到在控制器单元13的控制下,比较器单元12比较得出积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等,也即 $\frac{G_m}{C}$ 的大小等于1时,此时的 C_{int} 则是校准电容值。

[0067] 具体地,控制器单元13通过Nbit的二进制控制码控制电容值的方式如下:

[0068] 控制器单元13的控制器调节子单元131调节二进制控制码,使得积分器单元11进行积分的模拟电容模拟的起始模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}$,

[0069] 将所述起始模拟电容值 $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}$ 进行积分,得到积分电压值,若所述积分电压值大于设定电压值,则改变所述二进制控制码,使得模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1} + 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning}$;

[0070] 若所述积分电压值小于设定电压值,则改变所述二进制控制码,使得模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1} - 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning}$;

[0071] 重复以上步骤,通过改变二进制控制码,逐次逼近查找使得积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等的模拟电容的值,该模拟电容的值即校准电容值。

[0072] 如图5所示的获取跨导滤波器校准电容值的装置1中,还包括:

[0073] 检测单元14,在检测到校准控制信号有效,启动查找校准电容值的;

[0074] 存储器单元15,用于在校准完毕时,存储与所述校准电容值相应的控制码,提供给跨导滤波器以校准所述跨导滤波器的电容值。

[0075] 参见图7,是5bit的二进制控制码控制校准过程的示意图。

[0076] 以5bit的二进制控制码为例,首先控制器单元13自动设置该5bit的二进制控制码为10000,则对应的积分器积分的模拟电容模拟的起始模拟电容值为:

[0077] $C = C_{fix} + \frac{16}{31} C_{tuning}$,

[0078] 将所述起始模拟电容值 $C = C_{fix} + \frac{16}{31} C_{tuning}$ 用公式 $V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times \Delta t}{C_{int}}$ 进行积分,得到

积分电压值,若所述积分电压值 V_{out} 大于设定电压值 V_{ref} ,则控制器单元 13 改变所述二进制控制码为 11000,使得模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{24}{31} C_{tuning}$,

[0079] 若所述积分电压值 V_{out} 小于设定电压值 V_{ref} ,则控制器单元 13 改变所述二进制控制码为 01000,使得模拟电容值为: $C = C_{fix} + \frac{8}{31} C_{tuning}$;

[0080] 重复以上步骤,通过改变二进制控制码,逐次逼近查找使得积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等的模拟电容的值,该模拟电容的值即校准电容值。最后确定的二进制控制码将提供给跨导滤波器使用。

[0081] 由于跨导单元 10 和积分器单元 11 中的运算放大器单元 114 (Op-amp) 存在的输入偏移 (offset) 会对校准精度造成影响,尤其是跨导单元 10,在积分过程中,需要让跨导单元 10 工作在高线性区,则跨导单元 10 的输入的参考电压不能很高,通常就在几十毫伏到几百毫伏,因为跨导单元 10 几毫伏甚至更大的直流偏移 (DC offset) 会对跨导单元 10 输出的电流造成较大的影响,从而影响积分器单元 11 最终的输出结果。

[0082] 为了解决上述问题,参见本发明实施例提供的积分器单元 11 参见图 8 所述积分器单元 11 包括:

[0083] 时间等分子单元 110,用于将积分时间 Δt 分为两个相等的时间 $\frac{\Delta t}{2}$;

[0084] 第一积分子单元 111,用于在第一个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行正向积分,得到第一个积分电压值;

[0085] 第二积分子单元 112,用于在第二个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行反向积分,得到第二个积分电压值;

[0086] 积分电压值累加单元 113,用于将所述第一个积分电压值和第二个积分电压值累加得到最终的积分电压值,以消除由所述跨导单元或差分电流源所产生的直流偏移。

[0087] 积分器单元 11 工作示意图参见图 9,时间等分子单元 110 将所述积分器单元 11 对电容阵列进行积分的时间 Δt 分为两个相等的时间 $\frac{\Delta t}{2}$;

[0088] 第一积分子单元 111 在第一个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对模拟电容进行正向积分,具体地,如图 9 中 (a) 部分所示,首先将一个正向的参考电压 V_{ref} 输入到跨导单元 10,然后将跨导单元 10 的正极输出端 100 和积分器单元 11 的正极输入端 110 连接,将跨导单元 10 的负极输出端 101 和积分器单元 11 的负极输入端 11 连接,得到第一个积分电压值;

[0089] 第二积分子单元 112 在第二个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行反向积分,具体地,如图 9 中 (b) 部分所示,首先将一个反向的参考电压 V_{ref} 输入到跨导单元 10,然后将跨导单元 10 的正极输出端 100 和积分器单元 11 的负极输入端 111 连接,将跨导单元 10 的负极输出端 101 和积分器单元 11 的正极输入端 110 连接,得到第二个积分电压值;

[0090] 积分电压值累加单元 113 用于将所述第一个积分电压值和第二个积分电压值的累加以消除由所述跨导单元 10 本身产生的 DC offset。

[0091] 对于积分器单元 11 中的运算放大器单元 114(Op-amp) 存在的输入 DCoffset, 本发明实施例提供了一种自动归零技术以消除该运算放大器 114(Op-amp) 存在的输入 DC offset。

[0092] 如图 10 所示, 将 Op-amp114 的 offset 通过放电周期 (a), 自校准周期 (b), 以及输出周期 (c) 三个周期消除, 使得最后输出的积分电压值 $V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times \Delta t}{C_{int}}$ 只跟 G_m 、 C_{int} 以及 Δt 有关。

[0093] 在 (a) 自校准周期, 将两个可变电容器 115 的输出端 1150 分别接到共模参考电平 VCM, 运算放大器 114 的输入端 110 和输出端 112 短接, 输入端 111 和输出端 113 短接, 用来记忆运算放大器 114 自身固有 DC offset;

[0094] 在 (b) 充电周期, 将运算放大器 114 的输入端 110 和输出端 112 以及输入端 111 和输出端 113 的短接开关断开, 将两个可变电容器 115 输出端 1150 分别接到运算放大器 114 的输出端 112 和输出端 113, 跨导单元 10 在该周期对积分器单元 11 进行积分;

[0095] 在 (c) 输出周期: 在将运算放大器 114 的输入端 110 和输入端 111 短接, 输出积分电压。

[0096] 对于比较器单元 12 中的电压比较器 124, 本发明实施例通过两相位开关电容技术实现精确的电压相减放大, 具体如图 11 所示。

[0097] 在 (a) 自校准充电周期, 将电压比较器 124 的输入端 120 和输出端 125 短接, 输入端 121 和输出端 126 短接, 输入信号和参考信号同时对可变电容器 115 进行充电;

[0098] 在 (b) 将电压比较器 124 的输入端 120 和输出端 125 断开, 输入端 121 和输出端 126 断开, 充电的可变电容器 115 断开接到共模电平 VCM, 此时的输出为比较结果。

[0099] 参见图 12, 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置控制时序图。

[0100] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置 1 的检测模块 14 在检测到校准控制信号有效 (RST), 且内部校准有效信号 (TUN_enable) 为低电平时, 启动校准将 TUN_enable 置为有效, 校准完毕, 存储器单元 15 更新原先存储的控制码的值, 并关闭 TUN_enable 信号, 该模式支持任意时刻校准, 能够很好的跟踪外界条件对滤波器频率造成的影响。

[0101] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置, 通过模拟电容模拟所述跨导滤波器的电容, 所述跨导滤波器的电容被预先设置成为均匀的电容阵列, 获取跨导滤波器校准电容值的装置还模拟跨导滤波器的跨导单元产生电流, 对所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值, 将所述电压值与设定电压值进行比较, 逐次逼近查找得到使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值, 这种校准方式是线性离散的方式, 不会使得跨导滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化, 并且还通过对电容阵列进行正向积分和反向积分, 消除了跨导单元产生的直流偏移, 在不影响跨导滤波器的性能的前提下, 提高了跨导滤波器的性能。

[0102] 参见图 13, 为本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置的第三实施例的结构示意图。

[0103] 本发明实施例通过对 C_{int} 单元进行适当的变换, 得到一个完整的有源 R, C 校准电路, 具体地, 将 C_{int} 单元直接改为差分电流输出单元 (或差分电流源), 修改后获取跨

导滤波器校准电容值的装置 1 结构图如图 13 所示,由差分电流输出单元(或差分电流源)10(reference current source),积分器 11(integrator),比较器 12(Comparator),控制单元 14(Control) 以及检测单元 14 和存储器单元 15 组成,其连接方式和内部结构方式和第一实施例相同,在此不再赘述。该差分电流源 10 输出的电流 $I_0 = \frac{V_{ref}}{R}$ 跟电阻 R 成反比,跟设定电压值 V_{ref} 成正比,利用本发明第一实施例中控制方式,首先对电容阵列进行积分,得到积分电压值: $V_{out} = \frac{I_0}{C_{int}} \times \Delta t$ 。

[0104] 其中, V_{ref} 是设定电压值, Δt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的电容值。首先比较器单元 12 的电压比较器 124 通过两相位的开关电容技术对 V_{out} 实现电压相减并放大,然后再通过比较器单元 12 的比较器 123,将 V_{out} 与 V_{ref} 进行比较,通过控制器单元 13 的控制码的控制,逐次逼近,查找到使得 V_{out} 与 V_{ref} 相等的 C_{int} 的值以及对应的控制码,此时, C_{int} 就是校准电容值,对应的控制码将提供给跨导滤波器使用。

[0105] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的装置,通过模拟电容模拟所述跨导滤波器的电容,所述跨导滤波器的电容被预先设置成为均匀的电容阵列,获取跨导滤波器校准电容值的装置通过差分电流源产生电流,对所述对电容阵列进行积分得到的积分电压值,将所述电压值与设定电压值进行比较,逐次逼近查找得到使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值,这种校准方式是线性离散的方式,不会使得跨导滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化,并且还通过对电容阵列进行正向积分和反向积分,消除了跨导单元产生的直流偏移,在不影响跨导滤波器的性能的前提下,提高了跨导滤波器的性能。

[0106] 参见图 14,为本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第一实施例的流程示意图。

[0107] 本发明实施例提供的一种获取跨导滤波器校准电容值的方法,包括:

[0108] 首先在步骤 100,用模拟电容模拟跨导滤波器的电容;所述跨导滤波器电容被预先设置成均匀的电容阵列;

[0109] 在步骤 101,产生一电流在规定的时间内对所述模拟电容进行积分处理;

[0110] 在步骤 102,将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较;判断积分电压值与设定电压值是否相等;若不等,则转入步骤 103;若相等,则转入步骤 104;

[0111] 在步骤 103,通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值;

[0112] 在步骤 104,得到校准电容值和对应控制码。

[0113] 参见图 15,为本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第二实施例的流程示意图。

[0114] 首先在步骤 200,用模拟电容模拟跨导滤波器的电容,所述跨导滤波器的电容被预先设置成均匀的电容阵列,并且设置为固定电容和校准电容两部分,即电容阵列的电容大小, $C = C_{fix} + C_{tuning}$,其中, C_{fix} 为固定数量的单位电容; C_{tuning} 为可配置的单位电容。所述跨导滤波器电容的校准频率范围由 C_{fix} 和 C_{tuning} 的比值确定。

[0115] 在步骤 201,模拟跨导滤波器的跨导单元,产生一电流;

[0116] 在步骤 202,用所述电流对积分器进行充电,在规定的时间内对所述模拟电容进行积分,得到的积分电压值:
$$V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times \Delta t}{C_{int}},$$

[0117] 其中 G_m 是跨导值, V_{ref} 是设定电压值, Δt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的模拟电容的值。所述 C_{int} 由 Nbit 的二进制码控制,其调节范围为 $(0 \sim 2^N - 1)$ 个可配置的单位电容 C_{tuning} ,其中, N 是自然数。

[0118] 在步骤 202,将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 进行比较,通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等的模拟电容的值作为校准电容值。具体地,通过判断 $\frac{G_m}{C_{int}}$ 的大小是否等于 1,可以得出积分电压

值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 是否相等,也即 $\frac{G_m}{C_{int}}$ 的大小等于 1 时,此时的 C_{int} 则是校准电容值,与其对应的二进制控制码则为校准得到的二进制控制码;

[0119] 在步骤 203,保存所述二进制控制码,并将该二进制控制码提供给跨导滤波器使用。

[0120] 具体地,参见图 16,用所述电流对积分器进行充电,在规定的时间内对模拟电容进行积分,得到的积分电压值的步骤 201 具体包括:

[0121] 在步骤 2010,将所述积分时间 Δt 分为两个相等的时间 $\frac{\Delta t}{2}$;

[0122] 在步骤 2011,在第一个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行正向积分,得到第一个积分电压值;

[0123] 在步骤 2012,在第二个 $\frac{\Delta t}{2}$ 积分时间内,对所述模拟电容进行反向积分,得到第二个积分电压值;

[0124] 在步骤 2013,所述第一个积分电压值和第二个积分电压值的累加得到最终的积分电压值,以消除由所述跨导单元所产生的直流偏移 (DC offset)。

[0125] 参见图 17,是逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值的流程示意图。

[0126] 将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值与设定电压值进行比较,通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值与设定电压值相等的校准电容值的步骤 202,包括:

[0127] 在步骤 2020,调节二进制控制码,使得积分器积分的模拟电容模拟的起始模拟电容值为:
$$C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}。$$

[0128] 在步骤 2021,将所述起始模拟电容值 $C = C_{fix} + \frac{2^{N-1}}{2^N - 1} C_{tuning}$ 用公式 $V_{out} = \frac{G_m \times V_{ref} \times \Delta t}{C_{int}}$ 进行积分,得到积分电压值 V_{out} ;

[0129] 在步骤 2022,判断所述积分电压值 V_{out} 是否大于所述设定电压值 V_{ref} ;若是则转入步骤 2023,若否,则转入步骤 2024;

[0130] 在步骤 2023,所述积分电压值 V_{out} 大于设定电压值 V_{ref} ,则改变所述二进制控制

码,使得模拟电容值为: $C = C_{fx} + \frac{2^{N-1} + 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning}$;

[0131] 在步骤 2024,所述积分电压值 V_{out} 小于设定电压值 V_{ref} ,则改变所述二进制控制码,使得模拟电容值为: $C = C_{fx} + \frac{2^{N-1} - 2^{N-2}}{2^N - 1} C_{tuning}$;

[0132] 重复以上步骤,通过改变二进制控制码,逐次逼近查找使得积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等的模拟电容的值 C_{int} ;

[0133] 最后,在步骤 2025,查找到一个模拟电容的值 C_{int} 使得积分电压值 V_{ref} 与设定电压值 V_{ref} 相等,该模拟电容的值 C_{int} 即校准电容值;与它对应的二进制控制码将提供给跨导滤波器使用。

[0134] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法,通过模拟电容来模拟预先设置成电容阵列的滤波器电容,并通过模拟跨导单元产生电流,对所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值,将所述电压值与设定电压值进行比较,逐次逼近查找得到使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值,这种校准方式是线性离散的方式,不会使得跨导滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化,并且还通过对电容阵列进行正向积分和反向积分,消除了跨导单元产生的直流偏移,在不影响跨导滤波器的性能的前提下,提高了跨导滤波器的性能。

[0135] 参见图 18,为本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法第三实施例的流程示意图。

[0136] 首先在步骤 300,用一电容模拟所述滤波器的电容,所述跨导滤波器的电容被预先设置为均匀的电容阵列,并被设置为固定电容和校准电容两部分,即电容阵列的电容大小, $C = C_{fix} + C_{tuning}$,

[0137] 其中, C_{int} 为固定数量的单位电容; C_{tuning} 为可配置的单位电容。所述跨导滤波器电容的校准频率范围由 C_{int} 和 C_{tuning} 的比值确定。

[0138] 在步骤 301,通过差分电流源产生一电流;

[0139] 在步骤 302,用所述电流对积分器进行充电,在规定的时间内对所述模拟电容进行积分,得到的积分电压值: $V_{out} = \frac{I_0}{C_{int}} \times \Delta t$,

[0140] 其中, $I_0 = \frac{V_{ref}}{R}$, I_0 是差分电流源产生的电流值, V_{ref} 是设定电压值, Δt 是规定的积分时间, C_{int} 是校准实际用到的模拟电容的值。所述 C_{int} 由 Nbit 的二进制码控制,其调节范围为 $(0 \sim 2^N - 1)$ 个可配置的单位电容 C_{tuning} ,其中, N 是自然数。

[0141] 在步骤 303,将所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 进行比较,通过调节控制码逐次逼近查找使得积分电压值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 相等的模拟电容的值作为校准电容值。具体地,通过判断 $\frac{I}{RC_{int}}$ 的大小是否等于 1,可以得出积分电压

值 V_{out} 与设定电压值 V_{ref} 是否相等,也即 $\frac{I}{RC_{int}}$ 的大小等于 1 时,校准结束,此时的 C_{int} 则是校准电容值,与其对应的二进制控制码则为校准得到的二进制控制码;

[0142] 在步骤 304,保存所述二进制控制码,并将该二进制控制码提供给跨导滤波器使

用。

[0143] 本发明实施例提供的获取跨导滤波器校准电容值的方法,用一电容模拟跨导滤波器的电容,并通过差分电流源产生电流,对所述对模拟电容进行积分得到的积分电压值,将所述电压值与设定电压值进行比较,逐次逼近查找得到使得积分电压值与设定电压值相等的模拟电容的值作为校准电容值,这种校准方式是线性离散的方式,不会使得跨导滤波器的线性度随着尾电流的变化而变化,并且还通过对电容阵列进行正向积分和反向积分,消除了跨导单元产生的直流偏移,在不影响跨导滤波器的性能的前提下,提高了跨导滤波器的性能。

[0144] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的硬件平台的方式来实现,当然也可以全部通过硬件来实施。基于这样的理解,本发明的技术方案对背景技术做出贡献的全部或者部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在存储介质中,如 ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0145] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

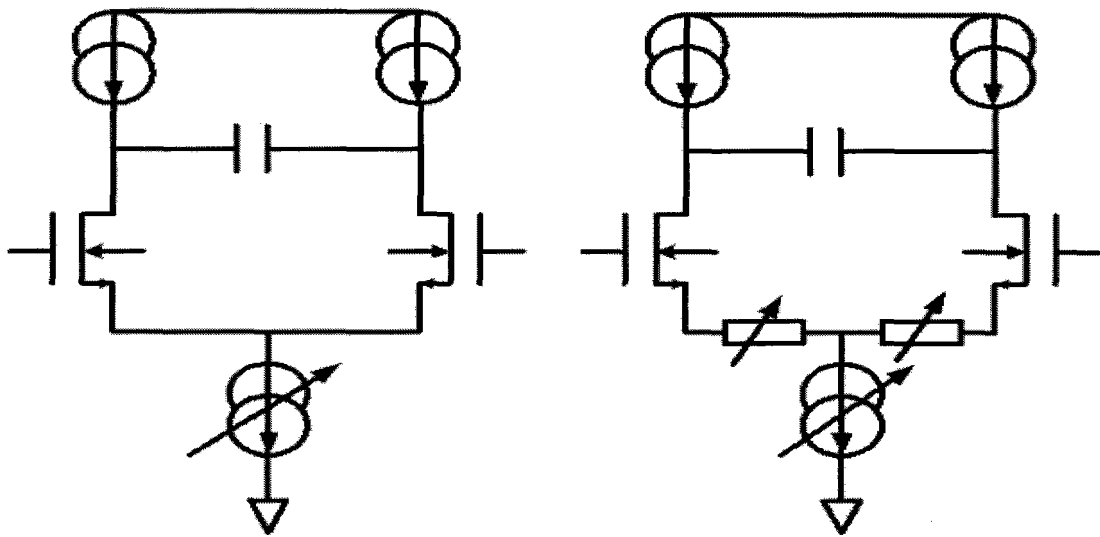


图 1

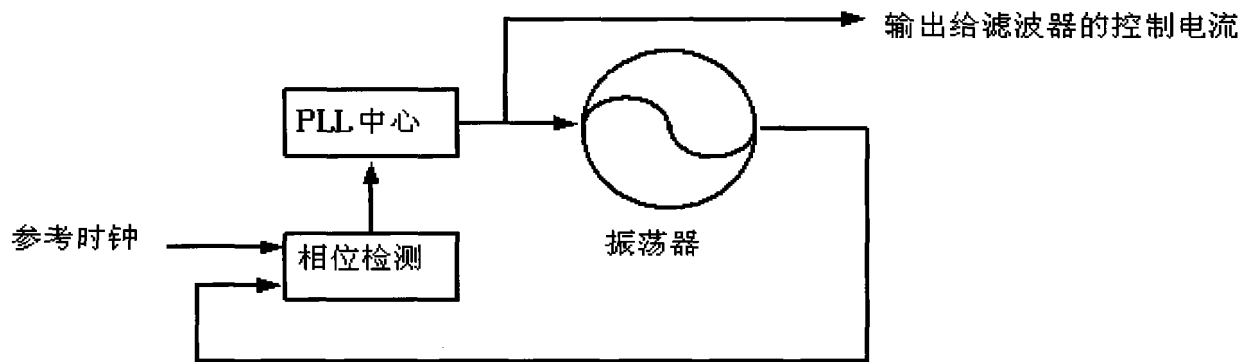


图 2

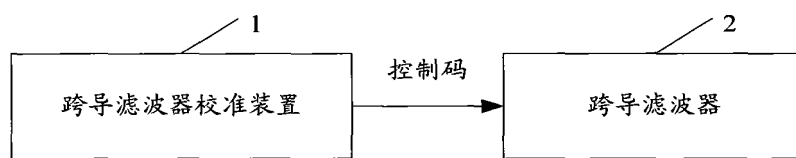


图 3

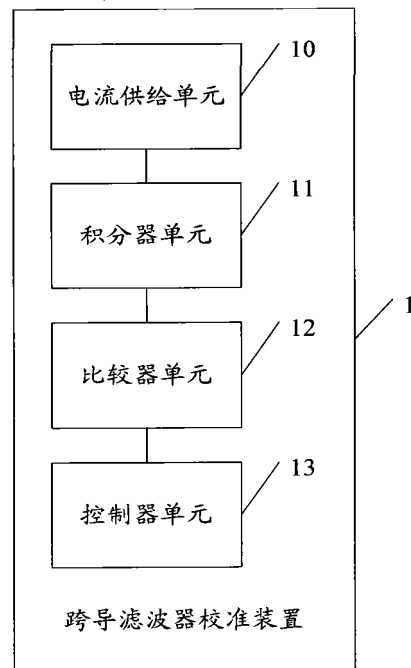


图 4

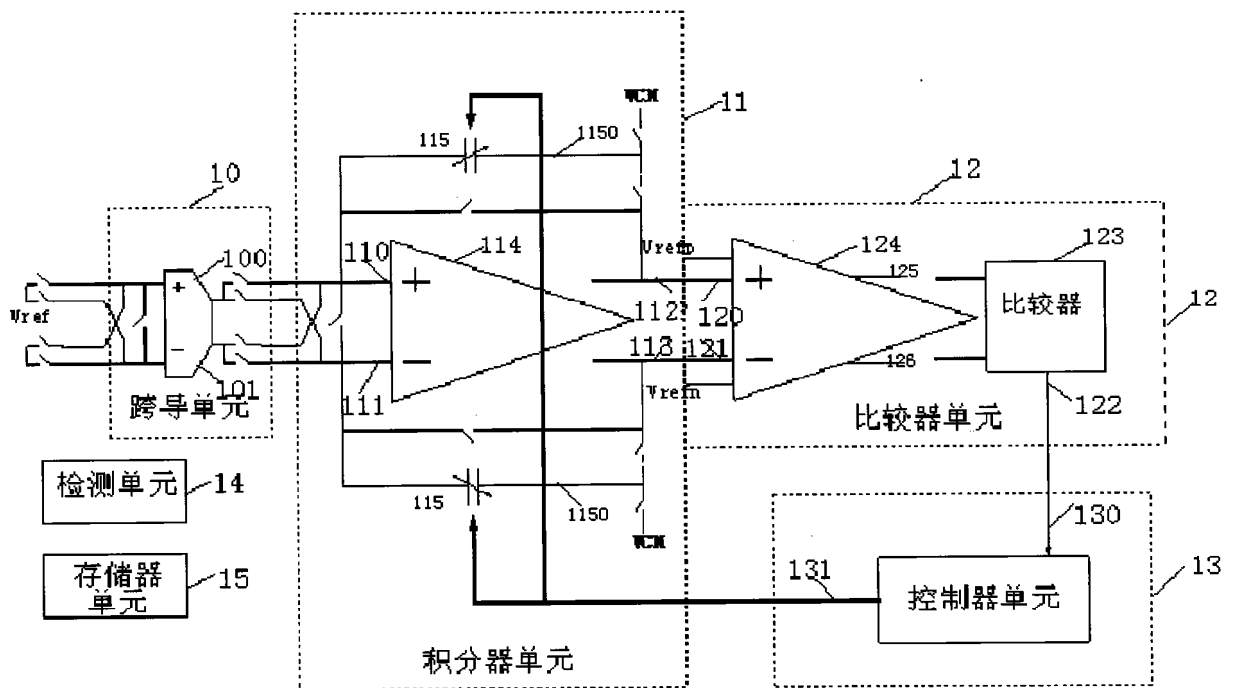


图 5

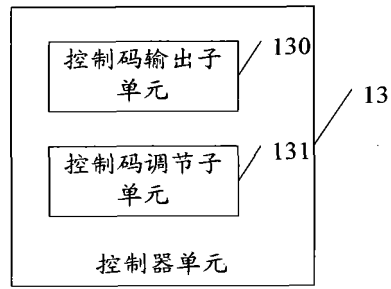


图 6

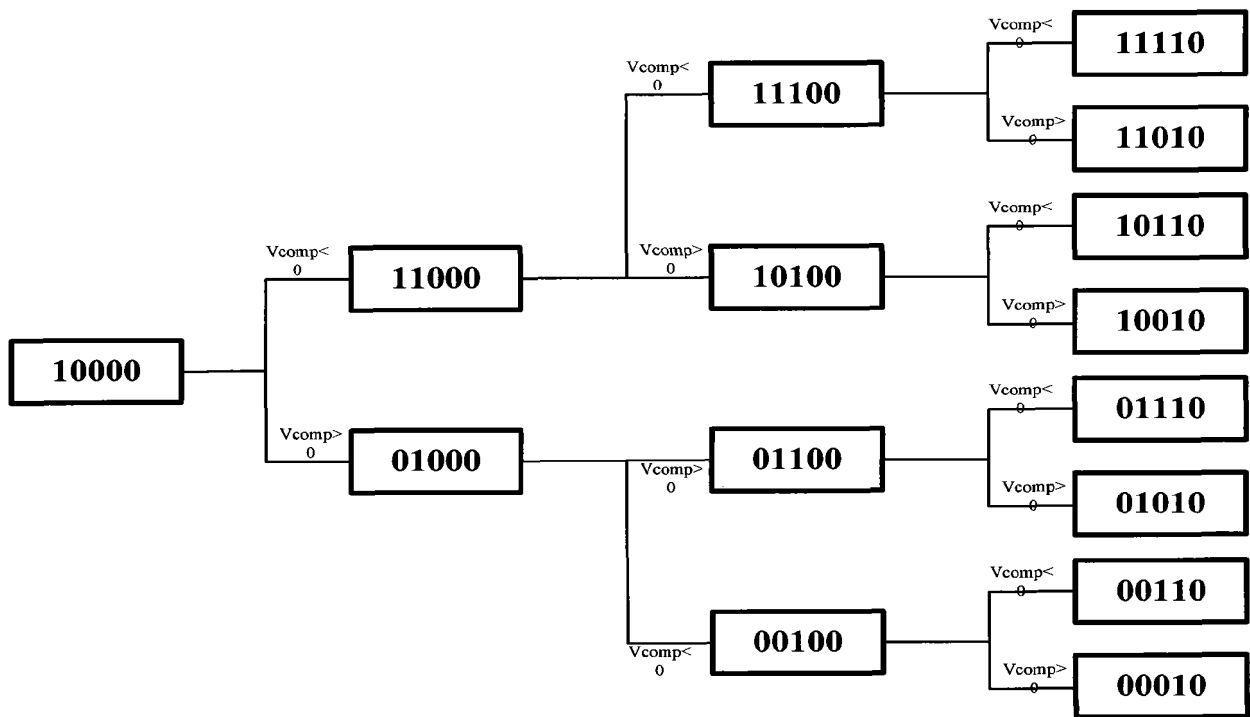


图 7

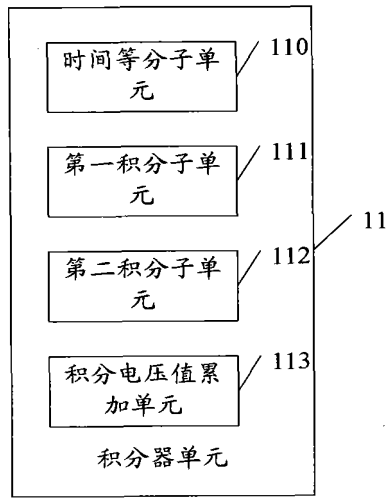
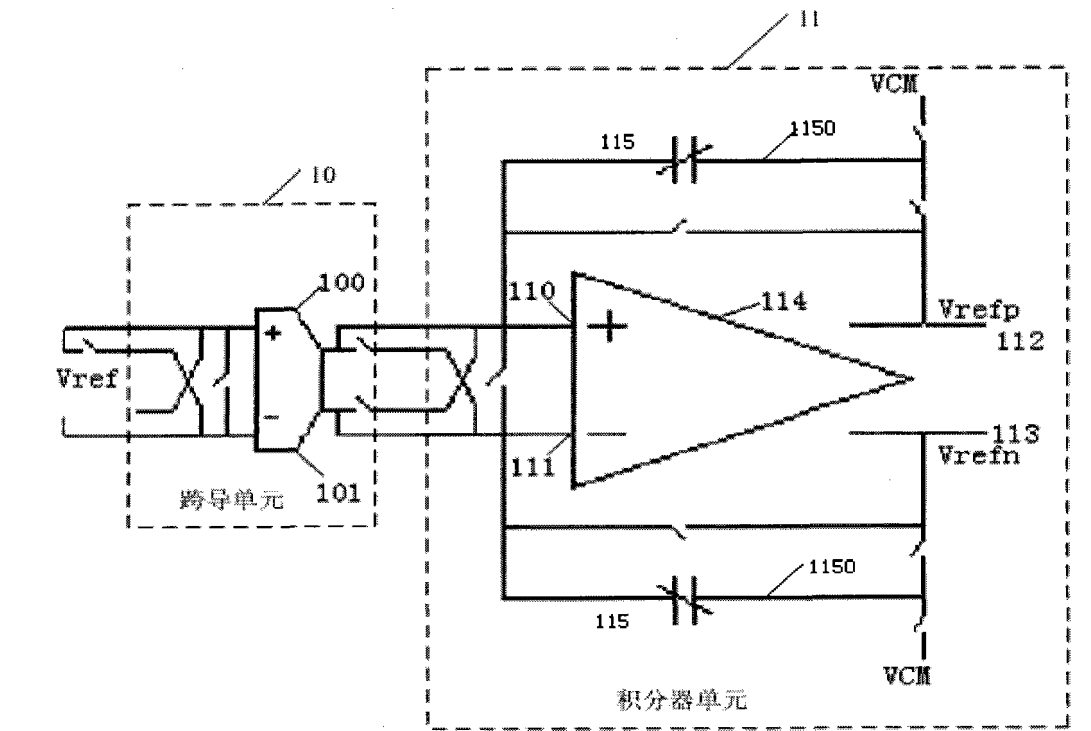
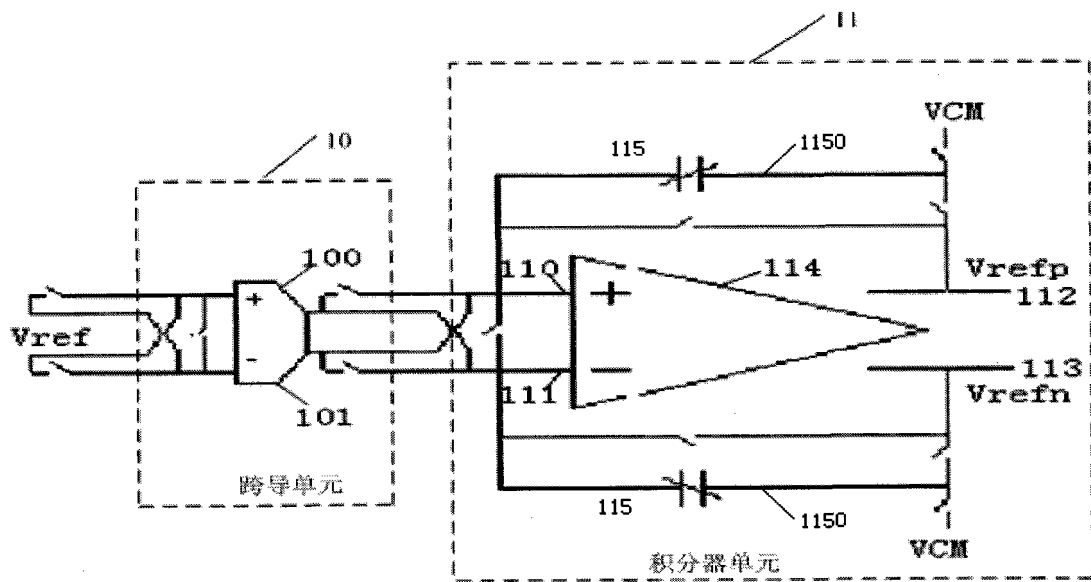


图 8



(a)



(b)

图 9

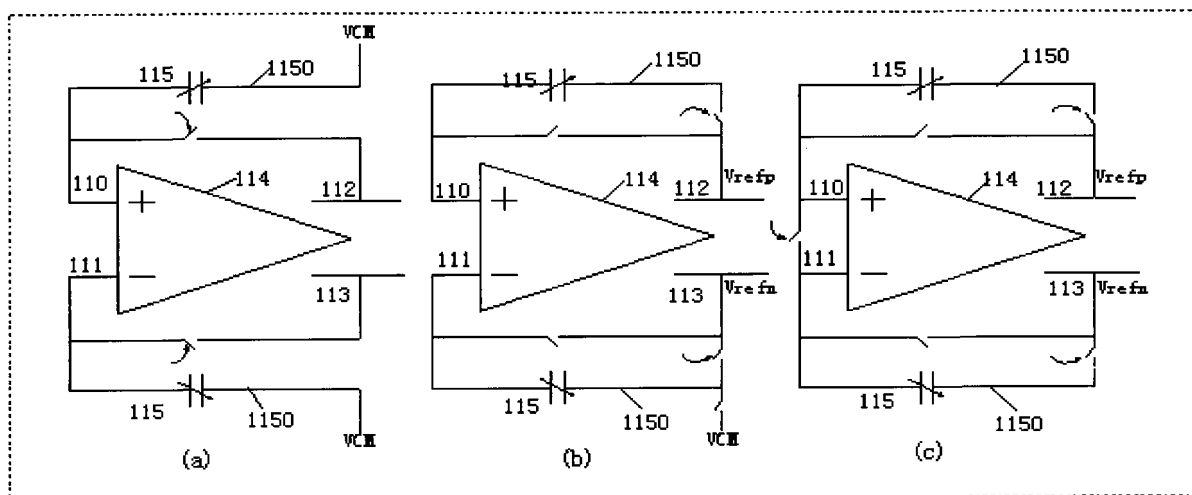


图 10

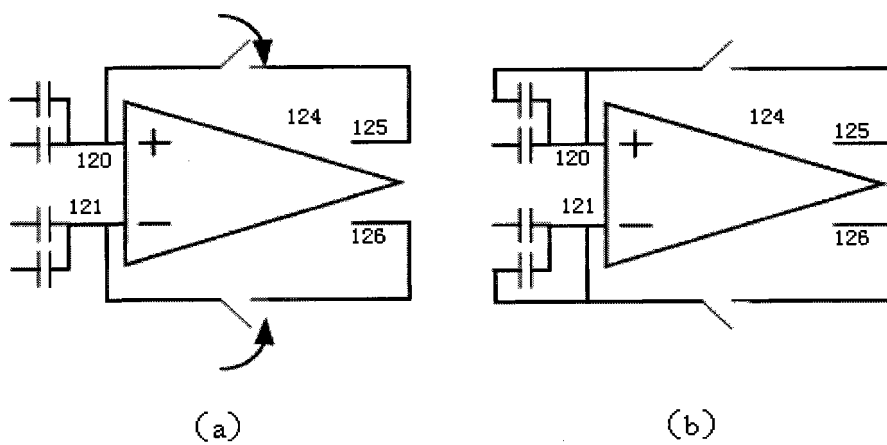


图 11

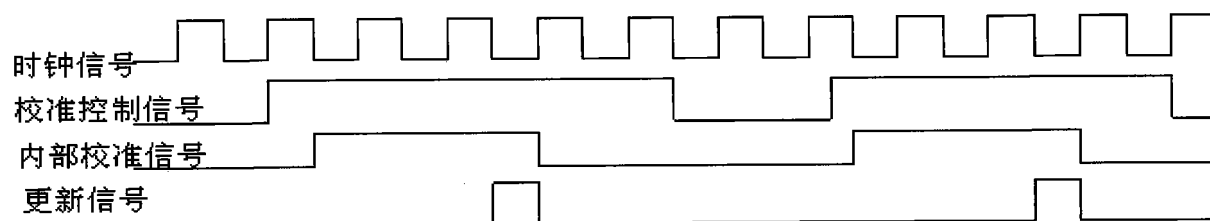


图 12

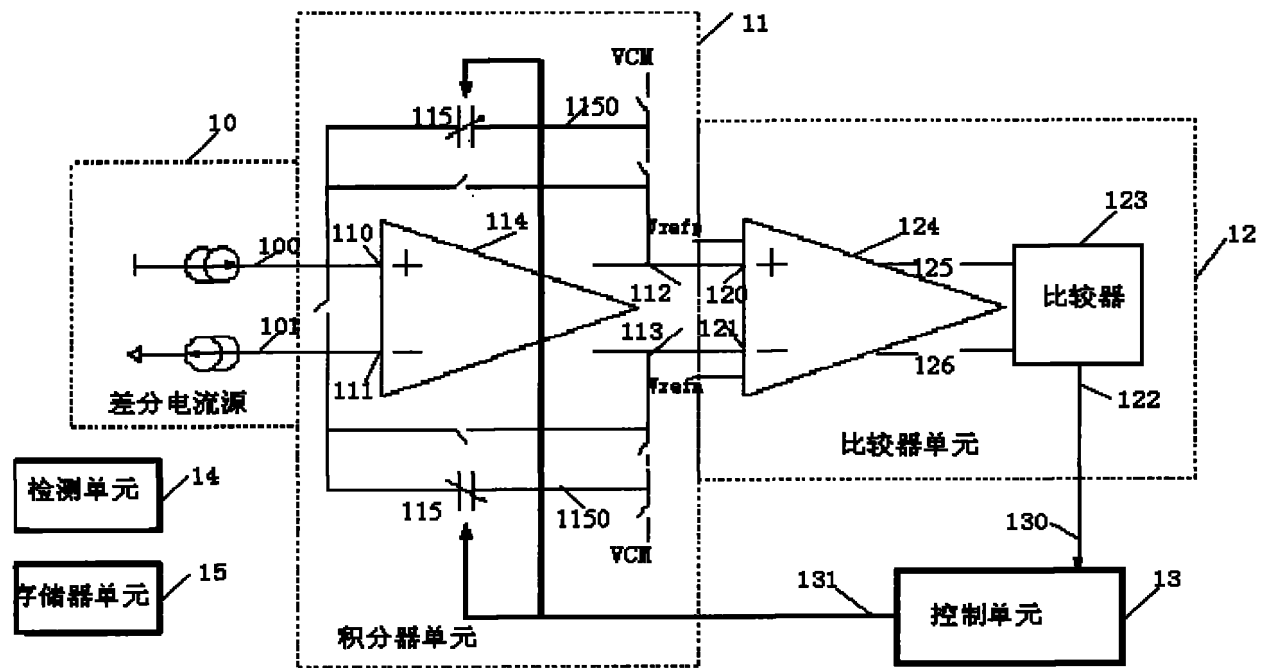


图 13

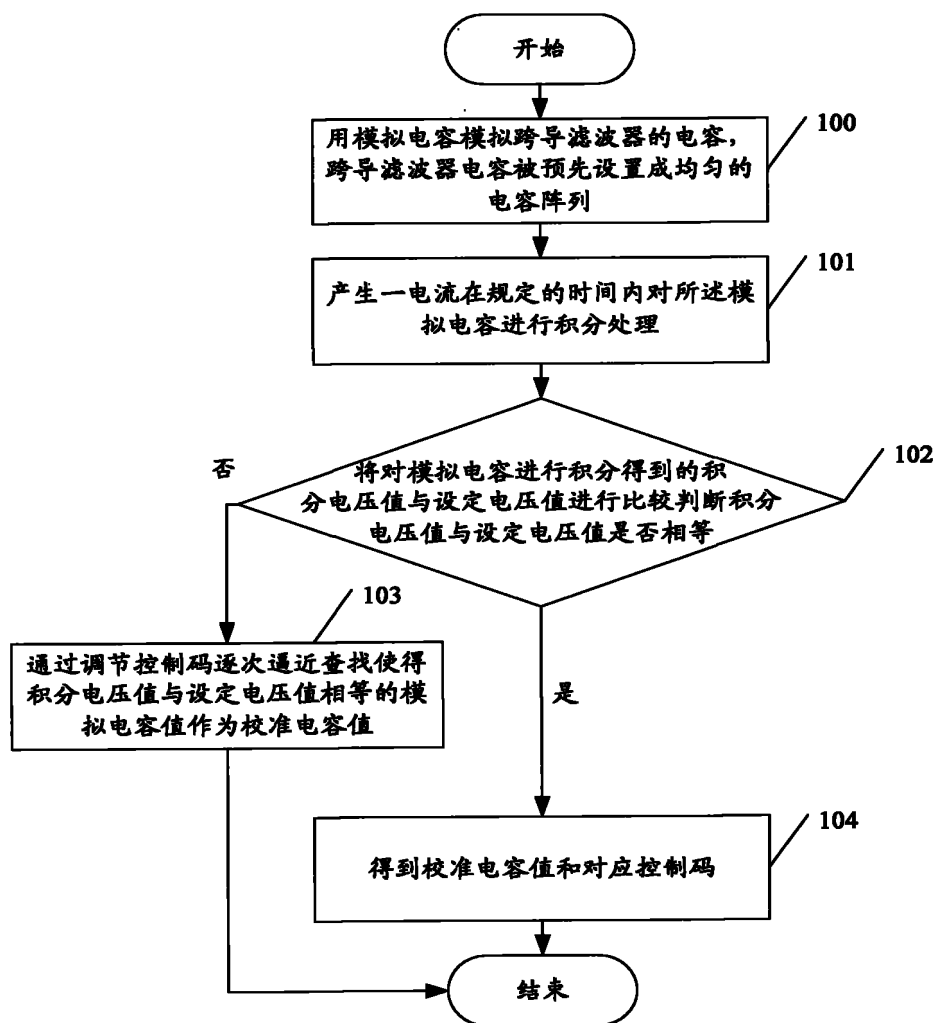


图 14

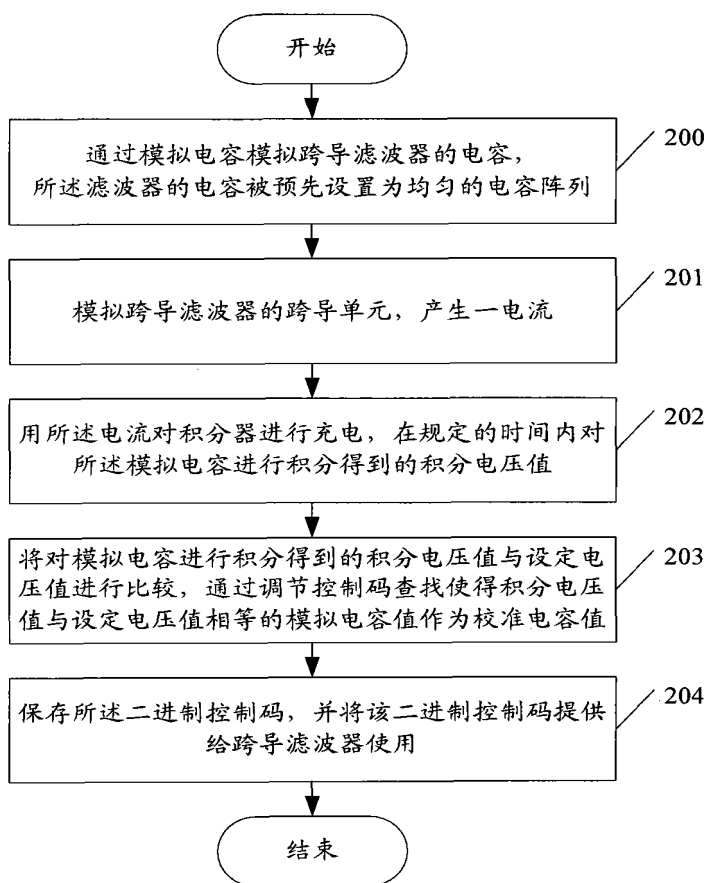


图 15

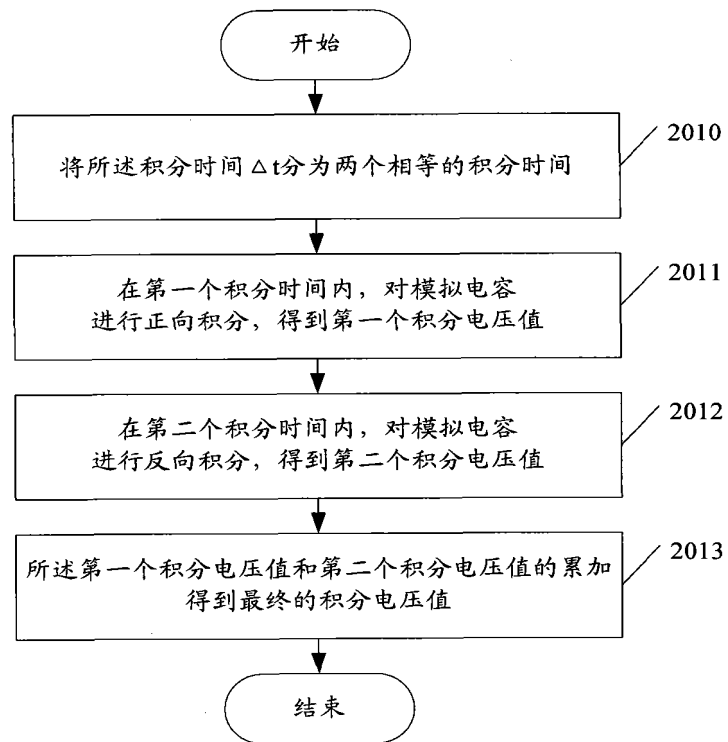


图 16

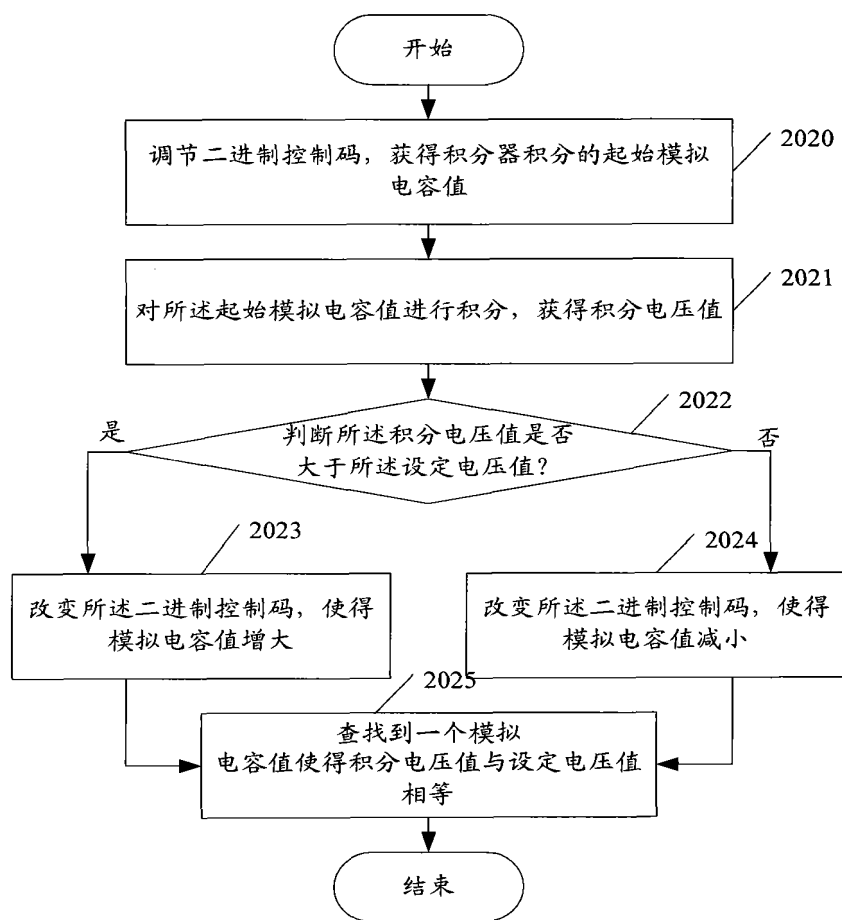


图 17

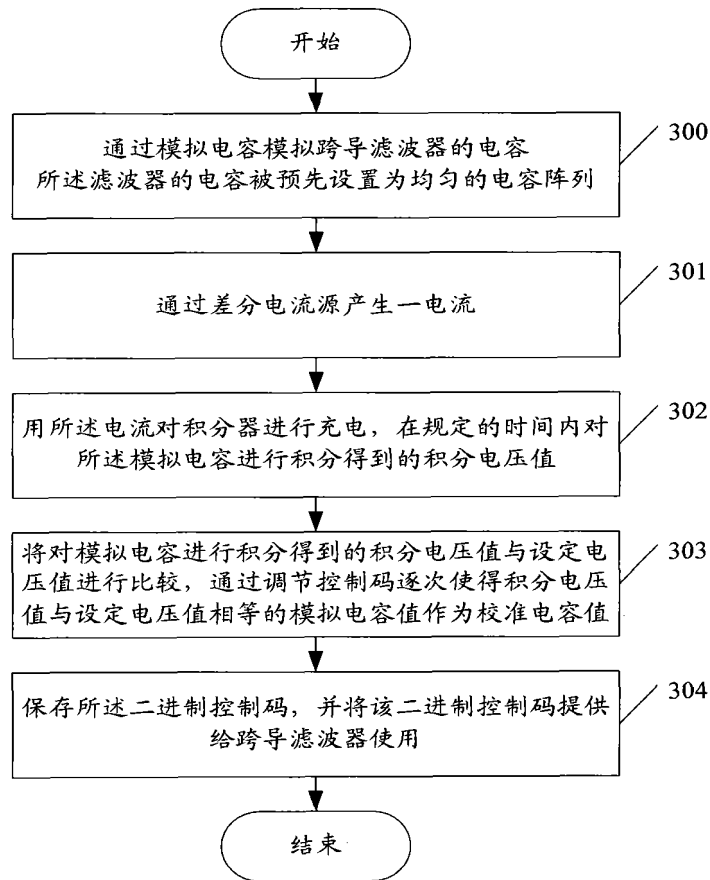


图 18