



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117155287 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202310987469.8

(22) 申请日 2023.08.07

(71) 申请人 南方科技大学

地址 518055 广东省深圳市南山区桃源街
道学苑大道1088号

申请人 深圳市爱协生科技股份有限公司

(72) 发明人 施永娟 姜俊敏 胡琛 刘寻
梁丕树

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

专利代理师 廖慧贤

(51) Int. Cl.

H03B 5/04 (2006.01)

H03B 5/12 (2006.01)

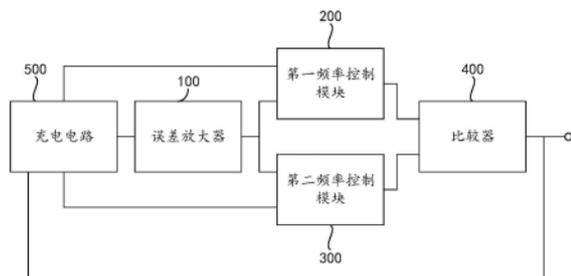
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

时钟频率控制电路及振荡装置

(57) 摘要

本发明公开了一种时钟频率控制电路及振荡装置,本发明涉及电路振荡设计技术领域。其中,时钟频率控制电路包括误差放大器、第一频率控制模块、第二频率控制模块、比较器。本实施例的时钟频率控制电路的第一频率控制模块、第二频率控制模块通过信号频率调整,生成高斜率的调频控制信号,以此减小了比较器输出的调频时钟信号的抖动现象,同时第一频率控制模块、第二频率控制模块不会增加电路的整体功耗,从而减小了在控制相对斜率时电路的能量损耗。



1. 时钟频率控制电路,其特征在于,包括:

误差放大器,所述误差放大器分别与预设的参考电压源、充电电路电连接,所述误差放大器用于接收所述充电电路提供的峰值采样信号、所述参考电压源提供的参考电压,所述误差放大器用于根据所述峰值采样信号、所述参考电压生成误差信号;

第一频率控制模块,所述第一频率控制模块分别与所述误差放大器、外部电源、所述充电电路电连接,所述第一频率控制模块用于接收所述误差信号、所述充电电路提供的充电信号,所述第一频率控制模块用于根据所述充电信号、所述误差信号进行频率调整操作,生成第一调频控制信号;

第二频率控制模块,所述第二频率控制模块分别与所述误差放大器、外部电源、所述充电电路电连接,所述第二频率控制模块用于接收差值误差信号、差值充电信号,所述第一频率控制模块用于根据所述差值充电信号、所述差值误差信号进行频率调整操作,生成第二调频控制信号;其中,所述差值误差信号为根据所述外部电源提供的恒压信号、所述误差信号得到的信号,所述差值充电信号为根据所述恒压信号、所述充电信号得到的信号;

比较器,所述比较器的输入端分别与所述第一频率控制模块、所述第二频率控制模块电连接,所述比较器用于根据所述第一调频控制信号、所述第二调频控制信号生成调频时钟信号。

2. 根据权利要求1所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第一频率控制模块包括:

第一电阻,所述第一电阻的一端接地;

第一开关单元,所述第一开关单元分别与所述第一电阻的另一端、所述误差放大器、所述充电电路、所述外部电源、所述比较器电连接,所述第一开关单元用于根据所述误差信号、所述充电信号进行频率调整操作,生成所述第一调频控制信号。

3. 根据权利要求2所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第一开关单元包括:

第一控压流元件,所述第一控压流元件的栅极与所述误差放大器电连接,所述第一控压流元件的漏极与所述外部电源电连接,所述第一控压流元件的源极与所述第一电阻电连接,所述第一控压流元件用于根据所述误差信号导通;

第二控压流元件,所述第二控压流元件的栅极与所述充电电路电连接,所述第二控压流元件的源极与所述第一控压流元件和所述第一电阻的连接节点电连接,所述第二控压流元件的漏极与所述比较器电连接,所述第二控压流元件用于根据所述充电信号导通。

4. 根据权利要求3所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第一频率控制模块还包括:

第一电容,所述第一电容的一端接地;

第二电容,所述第二电容的一端接地;

第二开关单元,所述第二开关单元分别与所述第二控压流元件的漏极、所述第一电容的另一端、所述第二电容的另一端、所述外部电源、预设的参考时钟源电连接,所述第二开关单元用于接收所述参考时钟源提供的参考时钟信号,所述第二开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第一电容与所述第二控压流元件电连接,并控制所述第二电容与所述外部电源电连接,或者,所述第二开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第二电容与所述第二控压流元件电连接,并控制所述第一电容与所述外部电源电连接。

5. 根据权利要求4所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第二开关单元包括:

第一开关,所述第一开关分别与所述参考时钟源、所述第一电容、所述第二控压流元件的漏极电连接,所述第一开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第二开关,所述第二开关分别与所述参考时钟源、所述第一电容、所述外部电源电连接,所述第二开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第三开关,所述第三开关分别与所述参考时钟源、所述第二电容、所述第二控压流元件的漏极电连接,所述第三开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第四开关,所述第四开关分别与所述参考时钟源、所述第二电容、所述外部电源电连接,所述第四开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断。

6. 根据权利要求5所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第二频率控制模块包括:

第二电阻,所述第二电阻的一端与所述外部电源电连接;

第三开关单元,所述第三开关单元分别与所述第二电阻的另一端、所述误差放大器、所述充电电路、所述比较器、地端电连接,所述第三开关单元用于根据所述差值误差信号、所述差值充电信号进行频率调整操作,生成所述第二调频控制信号。

7. 根据权利要求6所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第三开关单元包括:

第三控压流元件,所述第三控压流元件的栅极与所述误差放大器电连接,所述第三控压流元件的漏极与所述地端电连接,所述第三控压流元件的源极与所述第二电阻电连接,所述第三控压流元件用于根据所述差值误差信号导通;

第四控压流元件,所述第四控压流元件的栅极与所述充电电路电连接,所述第四控压流元件的源极与所述第三控压流元件和所述第二电阻的连接节点电连接,所述第四控压流元件的漏极与所述比较器电连接,所述第四控压流元件用于根据所述差值充电信号导通。

8. 根据权利要求7所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第二频率控制模块还包括:

第三电容,所述第三电容的一端接地;

第四电容,所述第四电容的一端接地;

第四开关单元,所述第四开关单元分别与所述第四控压流元件的漏极、所述第三电容的另一端、所述第四电容的另一端、所述参考时钟源、所述地端电连接,所述第四开关单元用于接收所述参考时钟信号,所述第四开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第三电容与所述第四控压流元件电连接,并控制所述第四电容与所述地端电连接,或者,所述第四开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第四电容与所述第四控压流元件电连接,并控制所述第三电容与所述地端电连接。

9. 根据权利要求8所述的时钟频率控制电路,其特征在于,所述第四开关单元包括:

第五开关,所述第五开关分别与所述参考时钟源、所述第三电容、所述第四控压流元件的漏极电连接,所述第五开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第六开关,所述第六开关分别与所述参考时钟源、所述第三电容、所述地端电连接,所述第六开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第七开关,所述第七开关分别与所述参考时钟源、所述第四电容、所述第四控压流元件的漏极电连接,所述第七开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

第八开关,所述第八开关分别与所述参考时钟源、所述第四电容、所述地端电连接,所述第八开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断。

10. 振荡装置,其特征在于,包括:

如权利要求1至9任一项所述的时钟频率控制电路;

触发器,所述触发器与所述比较器的输出端电连接,所述触发器用于对所述调频时钟信号进行时钟周期调整操作,生成目标时钟信号;

充电电路,所述充电电路分别与所述外部电源、所述误差放大器、所述第一频率控制模块、所述第二频率控制模块、所述比较器电连接。

时钟频率控制电路及振荡装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电路振荡设计技术领域,尤其是涉及一种时钟频率控制电路及振荡装置。

背景技术

[0002] 目前,RC振荡装置包括比较器,通过控制该比较器的输入信号的相对斜率,可以控制RC振荡装置输出的时钟信号的时钟频率,从而减少时钟信号出现的抖动现象,以此确保时钟信号的质量。

[0003] 相关技术中,上述控制相对斜率通常采用提升外部电源电压的方式。然而,提升外部电源的电压会增加电路的整体功耗,从而导致RC振荡装置能量损耗大。因此,如何提供一种时钟频率控制电路,以在控制相对斜率时减小电路的能量损耗,成了亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明提出一种时钟频率控制电路,能够减小电路的能量损耗。

[0005] 本发明还提出一种具有上述时钟频率控制电路的振荡装置。

[0006] 根据本发明的第一方面实施例的时钟频率控制电路,包括:

[0007] 误差放大器,所述误差放大器分别与预设的参考电压源、充电电路电连接,所述误差放大器用于接收所述充电电路提供的峰值采样信号、所述参考电压源提供的参考电压,所述误差放大器用于根据所述峰值采样信号、所述参考电压生成误差信号;

[0008] 第一频率控制模块,所述第一频率控制模块分别与所述误差放大器、外部电源、所述充电电路电连接,所述第一频率控制模块用于接收所述误差信号、所述充电电路提供的充电信号,所述第一频率控制模块用于根据所述充电信号、所述误差信号进行频率调整操作,生成第一调频控制信号;

[0009] 第二频率控制模块,所述第二频率控制模块分别与所述误差放大器、外部电源、所述充电电路电连接,所述第二频率控制模块用于接收差值误差信号、差值充电信号,所述第一频率控制模块用于根据所述差值充电信号、所述差值误差信号进行频率调整操作,生成第二调频控制信号;其中,所述差值误差信号为根据所述外部电源提供的恒压信号、所述误差信号得到的信号,所述差值充电信号为根据所述恒压信号、所述充电信号得到的信号;

[0010] 比较器,所述比较器的输入端分别与所述第一频率控制模块、所述第二频率控制模块电连接,所述比较器用于根据所述第一调频控制信号、所述第二调频控制信号生成调频时钟信号。

[0011] 根据本发明实施例的时钟频率控制电路,至少具有如下有益效果:误差放大器根据峰值采样信号、参考电压生成误差信号。第一频率控制模块通过误差信号、充电电路提供的充电信号进行频率调整操作,得到第一调频控制信号;第二频率控制模块通过差值误差

信号、充电电路提供的差值充电信号进行频率调整操作,得到第二调频控制信号。比较器根据第一调频控制信号、第二调频控制信号生成调频时钟信号。本实施例的时钟频率控制电路的第一频率控制模块、第二频率控制模块通过信号频率调整,生成高斜率的调频控制信号,以此减小了比较器输出的调频时钟信号的抖动现象,同时第一频率控制模块、第二频率控制模块不会增加电路的整体功耗,从而减小了在控制相对斜率时电路的能量损耗。

[0012] 根据本发明的一些实施例,所述第一频率控制模块包括:

[0013] 第一电阻,所述第一电阻的一端接地;

[0014] 第一开关单元,所述第一开关单元分别与所述第一电阻的另一端、所述误差放大器、所述充电电路、所述外部电源、所述比较器电连接,所述第一开关单元用于根据所述误差信号、所述充电信号进行频率调整操作,生成所述第一调频控制信号。

[0015] 根据本发明的一些实施例,所述第一开关单元包括:

[0016] 第一控压流元件,所述第一控压流元件的栅极与所述误差放大器电连接,所述第一控压流元件的漏极与所述外部电源电连接,所述第一控压流元件的源极与所述第一电阻电连接,所述第一控压流元件用于根据所述误差信号导通;

[0017] 第二控压流元件,所述第二控压流元件的栅极与所述充电电路电连接,所述第二控压流元件的源极与所述第一控压流元件和所述第一电阻的连接节点电连接,所述第二控压流元件的漏极与所述比较器电连接,所述第二控压流元件用于根据所述充电信号导通。

[0018] 根据本发明的一些实施例,所述第一频率控制模块还包括:

[0019] 第一电容,所述第一电容的一端接地;

[0020] 第二电容,所述第二电容的一端接地;

[0021] 第二开关单元,所述第二开关单元分别与所述第二控压流元件的漏极、所述第一电容的另一端、所述第二电容的另一端、所述外部电源、预设的参考时钟源电连接,所述第二开关单元用于接收所述参考时钟源提供的参考时钟信号,所述第二开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第一电容与所述第二控压流元件电连接,并控制所述第二电容与所述外部电源电连接,或者,所述第二开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第二电容与所述第二控压流元件电连接,并控制所述第一电容与所述外部电源电连接。

[0022] 根据本发明的一些实施例,所述第二开关单元包括:

[0023] 第一开关,所述第一开关分别与所述参考时钟源、所述第一电容、所述第二控压流元件的漏极电连接,所述第一开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0024] 第二开关,所述第二开关分别与所述参考时钟源、所述第一电容、所述外部电源电连接,所述第二开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0025] 第三开关,所述第三开关分别与所述参考时钟源、所述第二电容、所述第二控压流元件的漏极电连接,所述第三开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0026] 第四开关,所述第四开关分别与所述参考时钟源、所述第二电容、所述外部电源电连接,所述第四开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断。

[0027] 根据本发明的一些实施例,所述第二频率控制模块包括:

[0028] 第二电阻,所述第二电阻的一端与所述外部电源电连接;

[0029] 第三开关单元,所述第三开关单元分别与所述第二电阻的另一端、所述误差放大器、所述充电电路、所述比较器、地端电连接,所述第三开关单元用于根据所述差值误差信

号、所述差值充电信号进行频率调整操作,生成所述第二调频控制信号。

[0030] 根据本发明的一些实施例,所述第三开关单元包括:

[0031] 第三控压流元件,所述第三控压流元件的栅极与所述误差放大器电连接,所述第三控压流元件的漏极与所述地端电连接,所述第三控压流元件的源极与所述第二电阻电连接,所述第三控压流元件用于根据所述差值误差信号导通;

[0032] 第四控压流元件,所述第四控压流元件的栅极与所述充电电路电连接,所述第四控压流元件的源极与所述第三控压流元件和所述第二电阻的连接节点电连接,所述第四控压流元件的漏极与所述比较器电连接,所述第四控压流元件用于根据所述差值充电信号导通。

[0033] 根据本发明的一些实施例,所述第二频率控制模块还包括:

[0034] 第三电容,所述第三电容的一端接地;

[0035] 第四电容,所述第四电容的一端接地;

[0036] 第四开关单元,所述第四开关单元分别与所述第四控压流元件的漏极、所述第三电容的另一端、所述第四电容的另一端、所述参考时钟源、所述地端电连接,所述第四开关单元用于接收所述参考时钟信号,所述第四开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第三电容与所述第四控压流元件电连接,并控制所述第四电容与所述地端电连接,或者,所述第四开关单元用于根据所述参考时钟信号控制所述第四电容与所述第四控压流元件电连接,并控制所述第三电容与所述地端电连接。

[0037] 根据本发明的一些实施例,所述第四开关单元包括:

[0038] 第五开关,所述第五开关分别与所述参考时钟源、所述第三电容、所述第四控压流元件的漏极电连接,所述第五开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0039] 第六开关,所述第六开关分别与所述参考时钟源、所述第三电容、所述地端电连接,所述第六开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0040] 第七开关,所述第七开关分别与所述参考时钟源、所述第四电容、所述第四控压流元件的漏极电连接,所述第七开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断;

[0041] 第八开关,所述第八开关分别与所述参考时钟源、所述第四电容、所述地端电连接,所述第八开关用于根据所述参考时钟信号导通或关断。

[0042] 根据本发明的第二方面实施例的振荡装置,包括:

[0043] 上述第一方面实施例所述的时钟频率控制电路;

[0044] 触发器,所述触发器与所述比较器的输出端电连接,所述触发器用于对所述调频时钟信号进行时钟周期调整操作,生成目标时钟信号;

[0045] 充电电路,所述充电电路分别与所述外部电源、所述误差放大器、所述第一频率控制模块、所述第二频率控制模块、所述比较器电连接。

[0046] 根据本发明实施例的振荡装置,至少具有如下有益效果:该振荡装置通过采用上述时钟频率控制电路,减小了在控制相对斜率时电路的能量损耗。

[0047] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0048] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明,其中:

[0049] 图1为本发明实施例时钟频率控制电路的一具体实施例的模块框图;

[0050] 图2为本发明实施例第一频率控制模块的一具体实施例的电路原理图;

[0051] 图3为本发明实施例第二频率控制模块的一具体实施例的电路原理图;

[0052] 图4为本发明实施例充电信号、参考电压的波形图;

[0053] 图5为本发明实施例第一调频控制信号、第二调频控制信号的波形图;

[0054] 图6为本发明实施例振荡装置的一具体实施例的电路示意图;

[0055] 图7为本发明实施例时钟频率控制电路的一具体实施例的电路示意图。

[0056] 附图标记:

[0057] 误差放大器100、第一频率控制模块200、第一开关单元210、第二开关单元220、第二频率控制模块300、第三开关单元310、第四开关单元320、比较器400、充电电路500、触发器600。

具体实施方式

[0058] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0059] 在本发明的描述中,需要理解的是,涉及到方位描述,例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0060] 在本发明的描述中,若干的含义是一个以上,多个的含义是两个以上,大于、小于、超过等理解为不包括本数,以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

[0061] 本发明的描述中,除非另有明确的限定,设置、安装、连接等词语应做广义理解,所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

[0062] 本发明的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0063] 目前,RC振荡装置包括比较器,通过控制该比较器的输入信号的相对斜率,可以控制RC振荡装置输出的时钟信号的时钟频率,从而减少时钟信号出现的抖动现象,以此确保时钟信号的质量。

[0064] 相关技术中,上述控制相对斜率通常采用提升外部电源电压的方式。然而,提升外部电源的电压会增加电路的整体功耗,从而导致RC振荡装置能量损耗大。因此,如何提供一

种时钟频率控制电路,以在控制相对斜率时减小电路的能量损耗,成了亟待解决的技术问题。

[0065] 基于此,本发明实施例提供一种时钟频率控制电路及振荡装置,能够减小在控制相对斜率时电路的能量损耗。

[0066] 如图1所示,本发明实施例提供了一种时钟频率控制电路,该时钟频率控制电路包括:误差放大器100、第一频率控制模块200、第二频率控制模块300、比较器400。误差放大器100分别与预设的参考电压源、充电电路500电连接,误差放大器100用于接收充电电路500提供的峰值采样信号、参考电压源提供的参考电压,误差放大器100用于根据峰值采样信号、参考电压生成误差信号;第一频率控制模块200分别与误差放大器100、外部电源、充电电路500电连接,第一频率控制模块200用于接收误差信号、充电电路500提供的充电信号,第一频率控制模块200用于根据充电信号、误差信号进行频率调整操作,生成第一调频控制信号;第二频率控制模块300分别与误差放大器100、外部电源、充电电路500电连接,第二频率控制模块300用于接收差值误差信号、差值充电信号,第一频率控制模块200用于根据差值充电信号、差值误差信号进行频率调整操作,生成第二调频控制信号;其中,差值误差信号为根据外部电源提供的恒压信号、误差信号得到的信号,差值充电信号为根据恒压信号、充电信号得到的信号;比较器400的输入端分别与第一频率控制模块200、第二频率控制模块300电连接,比较器400用于根据第一调频控制信号、第二调频控制信号生成调频时钟信号。

[0067] 具体地,充电电路500可以由电阻、电容组成的RC电路。充电电路500通过外部电源对该充电电路500中的电容进行充电,可以在电容两端形成充电电压,该充电电压即为充电信号。对充电电路500提供的充电信号的电压峰值进行采样,采样得到的信号为峰值采样信号。参考电压源提供电压值稳定的参考电压,外部电源提供具有固定电压值的恒压信号。充电电路500、参考电压源分别与误差放大器100电连接,第一频率控制模块200分别与充电电路500、误差放大器100、比较器400电连接,第二频率控制模块300分别与充电电路500、误差放大器100、比较器400电连接。

[0068] 充电电路500与比较器400的输出端电连接,当充电信号的电压达到参考电压时,比较器400的输出信号会触发充电电路500中的电容进行放电操作,从而使充电信号的电压降低。电容完成放电操作后,再次进行充电操作,以此形成充放电循环。误差放大器100获取表示充电信号电压峰值的峰值采样信号,并根据峰值采样信号、参考电压进行误差放大操作以生成误差信号。该误差信号表示充电信号的峰值电压与参考电压之间的差值,误差信号的电压值越大,表明充电信号的电压与参考电压之间的差值越大,即表示比较器400输出信号的频率越大。

[0069] 第一频率控制模块200在接收误差信号、充电信号后,根据误差信号和充电信号生成第一调频控制信号,同时第一频率控制模块200能够实时根据误差信号的电压变化、充电信号的电压变化对第一调频控制信号进行频率调整,以此确保输出的第一调频控制信号频率稳定。

[0070] 第二频率控制模块300在接收差值误差信号、差值充电信号,差值误差信号的电压为恒压信号的电压与误差信号的电压之差,差值充电信号的电压为恒压信号的电压与充电信号的电压之差。可以理解的是,差值误差信号和差值充电信号均可以通过减法运算电路

生成,减法运算电路的具体设计可以根据实际需求进行适应性调整。第二频率控制模块300根据差值误差信号和差值充电信号生成第二调频控制信号,同时第二频率控制模块300能够实时根据差值误差信号的电压变化、差值充电信号的电压变化进行第二调频控制信号的频率调整,以此确保输出的第二调频控制信号频率稳定。

[0071] 比较器400在接收第一调频控制信号、第二调频控制信号后,根据第一调频控制信号、第二调频控制信号生成调频时钟信号。相关技术中,由于比较器400输出的调频时钟信号存在延时问题,因此当电容两端的充电信号的电压超过参考电压时,最终会导致比较器400输出的调频时钟信号频率降低。然而,本实施例的第一频率控制模块200和第二频率控制模块300能够通过误差放大器100生成的误差信号,对第一调频控制信号、第二调频控制信号进行信号频率的反馈调节,因此能够减少比较器400延时问题对调频时钟信号的频率的影响。

[0072] 由于第一频率控制模块200和第二频率控制模块300能够对输出信号进行上述频率调整操作,使得第一调频控制信号和第二调频控制信号之间的电压斜率之差远大于充电信号和参考信号之间的电压斜率之差。因此,与相关技术相比,比较器400根据第一调频控制信号和第二调频控制信号生成的调频时钟信号出现的抖动现象更小。同时,与相关技术中提升外部电源电压的方式不同,第一频率控制模块200、第二频率控制模块300无需增加电路的整体功耗,以此减小了电路的能量损耗。

[0073] 根据本发明实施例的时钟频率控制电路,通过第一频率控制模块200、第二频率控制模块300通过信号频率调整,生成高斜率的调频控制信号,以此减小了比较器400输出的调频时钟信号的抖动现象,同时第一频率控制模块200、第二频率控制模块300不会增加电路的整体功耗,从而减小了在控制相对斜率时电路的能量损耗。

[0074] 如图2所示,在本发明的一些具体实施例中,第一频率控制模块200包括:第一电阻RS1、第一开关单元210。第一电阻RS1的一端接地;第一开关单元210分别与第一电阻RS1的另一端、误差放大器100、充电电路500、外部电源、比较器400电连接,第一开关单元210用于根据误差信号、充电信号进行频率调整操作,生成第一调频控制信号。

[0075] 具体地,误差放大器100、充电电路500、外部电源、比较器400均与第一开关单元210电连接,第一电阻RS1分别与第一开关单元210和地端电连接。第一开关单元210分别接收误差信号、充电信号,并根据误差信号和充电信号控制第一电阻RS1分别与外部电源、比较器400的连接,以此生成并向比较器400输出第一调频控制信号。同时,第一开关单元210能够实时根据误差信号的电压变化、充电信号的电压变化对第一调频控制信号进行频率调整,以此确保输出的第一调频控制信号频率稳定。

[0076] 如图2所示,在本发明的一些具体实施例中,第一开关单元210包括:第一控压流元件M1、第二控压流元件M2。第一控压流元件M1的栅极与误差放大器100电连接,第一控压流元件M1的漏极与外部电源电连接,第一控压流元件M1的源极与第一电阻RS1电连接,第一控压流元件M1用于根据误差信号导通;第二控压流元件M2的栅极与充电电路500电连接,第二控压流元件M2的源极与第一控压流元件M1和第一电阻RS1的连接节点电连接,第二控压流元件M2的漏极与比较器400电连接,第二控压流元件M2用于根据充电信号导通。

[0077] 具体地,第一控压流元件M1的源极与第二控压流元件M2的源极电连接,第一电阻RS1与第一控压流元件M1和第二控压流元件M2之间的连接节点电连接。参照图2,第一控压

流元件M1通过栅极接收误差放大器100发送的误差信号“Vint”，并根据误差信号导通。第二控压流元件M2通过栅极接收充电电路500发送的充电信号“Vcap”，并根据充电信号导通。当第一控压流元件M1、第二控压流元件M2均导通时，即可通过第二控压流元件M2的漏极向比较器400发送第一调频控制信号。

[0078] 当误差信号的电压增大时，表明调频时钟信号的频率增大，此时第一控压流元件M1的栅极电压增大，使得流经第一电阻RS1的电流增大。当流经第一电阻RS1的电流增大时，第一电阻RS1两端的压降增大，使得第二控压流元件M2的源极电压上升，从而导致第二控压流元件M2导通时刻延后。当第二控压流元件M2导通时刻延后时，生成第一调频控制信号的時刻延后，使得比较器400触发时刻延后，此时比较器400能够降低输出调频时钟信号的频率，从而稳定了调频时钟信号的频率。

[0079] 当误差信号的电压减小时，表明调频时钟信号的频率减小，此时第一控压流元件M1的栅极电压减小，使得流经第一电阻RS1的电流减小。当流经第一电阻RS1的电流减小时，第一电阻RS1两端的压降减小，使得第二控压流元件M2的源极电压下降，从而导致第二控压流元件M2导通时刻提前。当第二控压流元件M2导通时刻提前时，生成第一调频控制信号的時刻提前，使得比较器400触发时刻提前，此时比较器400能够增加输出调频时钟信号的频率，从而稳定了调频时钟信号的频率。

[0080] 如图2所示，在本发明的一些具体实施例中，第一频率控制模块200还包括：第一电容C1、第二电容C2、第二开关单元220。第一电容C1的一端接地；第二电容C2的一端接地；第二开关单元220分别与第二控压流元件M2的漏极、第一电容C1的另一端、第二电容C2的另一端、外部电源、预设的参考时钟源电连接，第二开关单元220用于接收参考时钟源提供的参考时钟信号，第二开关单元220用于根据参考时钟信号控制第一电容C1与第二控压流元件M2电连接，并控制第二电容C2与外部电源电连接，或者，第二开关单元220用于根据参考时钟信号控制第二电容C2与第二控压流元件M2电连接，并控制第一电容C1与外部电源电连接。

[0081] 具体地，第二开关单元220接收参考时钟源提供的参考时钟信号，并根据参考时钟信号控制第一电容C1、第二电容C2分别与第二控压流元件M2的连接状态，以及控制第一电容C1、第二电容C2分别与外部电源的连接状态。第二开关单元220的开关控制可以分为两个循环的控制阶段。

[0082] 在第一控制阶段时，第二开关单元220根据参考时钟信号控制第一电容C1与第二控压流元件M2之间的连接通道导通。在第二控压流元件M2导通后，第一电容C1与第一电阻RS1能够形成电流回路，从而使第一电容C1进行放电操作。此时图2中第二开关单元220与第二控压流元件M2的连接节点“VC1”的电压，即为第一电容C1的放电下冲电压。其中，该节点“VC1”的电压也为第一调频控制信号的电压。同时，第二开关单元220还根据参考时钟信号控制第二电容C2与外部电源之间的连接通道导通，使得第二电容C2与外部电源能够形成电流回路，从而使第二电容C2根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。

[0083] 在第二控制阶段时，第二开关单元220根据参考时钟信号控制第二电容C2与第二控压流元件M2之间的连接通道导通。在第二控压流元件M2导通后，第二电容C2与第一电阻RS1能够形成电流回路，从而使第二电容C2进行放电操作。此时图2中第二开关单元220与第二控压流元件M2的连接节点“VC1”的电压，即为第二电容C2的放电下冲电压。同时，第二开

关单元220还根据参考时钟信号控制第一电容C1与外部电源之间的连接通道导通,使得第一电容C1与外部电源能够形成电流回路,从而使第一电容C1根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。其后再次执行上述的第一控制阶段,以此实现循环开关控制。

[0084] 如图2所示,在本发明的一些具体实施例中,第二开关单元220包括:第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4。第一开关S1分别与参考时钟源、第一电容C1、第二控压流元件M2的漏极电连接,第一开关S1用于根据参考时钟信号导通或关断;第二开关S2分别与参考时钟源、第一电容C1、外部电源电连接,第二开关S2用于根据参考时钟信号导通或关断;第三开关S3分别与参考时钟源、第二电容C2、第二控压流元件M2的漏极电连接,第三开关S3用于根据参考时钟信号导通或关断;第四开关S4分别与参考时钟源、第二电容C2、外部电源电连接,第四开关S4用于根据参考时钟信号导通或关断。

[0085] 具体地,第一电容C1与第一开关S1和第二开关S2的连接节点电连接,第二电容C2与第三开关S3和第四开关S4的连接节点电连接,第二控压流元件M2的漏极与第一开关S1和第三开关S3的连接节点电连接,外部电源与第二开关S2和第四开关S4的连接节点电连接,参考时钟源分别与第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4电连接。第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4在接收参考时钟信号后,分别根据参考时钟信号的电平状态导通或关断,从而可以使第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4形成两个的开关控制阶段。

[0086] 在第一控制阶段时,参考时钟信号控制第一开关S1、第四开关S4导通,第二开关S2、第三开关S3关断。在第二控压流元件M2导通后,第一电容C1与第一电阻RS1能够形成电流回路,从而使第一电容C1进行放电操作。同时第二电容C2与外部电源能够形成电流回路,从而使第二电容C2根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。此时图2中节点“VC1”的电压,即为第一电容C1的放电下冲电压。其中,该节点“VC1”的电压也为第一调频控制信号的电压。

[0087] 在第二控制阶段时,参考时钟信号控制第二开关S2、第三开关S3导通,第一开关S1、第四开关S4关断。在第二控压流元件M2导通后,第二电容C2与第一电阻RS1能够形成电流回路,从而使第二电容C2进行放电操作。同时第一电容C1与外部电源能够形成电流回路,从而使第一电容C1根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。此时图2中节点“VC1”的电压,即为第二电容C2的放电下冲电压。其后再次执行上述的第一控制阶段,以此实现循环开关控制。

[0088] 如图3所示,在本发明的一些具体实施例中,第二频率控制模块300包括:第二电阻RS2、第三开关单元310。第二电阻RS2的一端与外部电源电连接;第三开关单元310分别与第二电阻RS2的另一端、误差放大器100、充电电路500、比较器400、地端电连接,第三开关单元310用于根据差值误差信号、差值充电信号进行频率调整操作,生成第二调频控制信号。

[0089] 具体地,误差放大器100、充电电路500、比较器400、地端均与第三开关单元310电连接,第二电阻RS2分别与第三开关单元310和外部电源电连接。第三开关单元310分别接收差值误差信号、差值充电信号,并根据差值误差信号和差值充电信号控制第二电阻RS2分别与地端、比较器400的连接,以此生成并向比较器400输出第二调频控制信号。同时,第三开关单元310能够实时根据差值误差信号的电压变化、差值充电信号的电压变化对第二调频控制信号进行频率调整,以此确保输出的第二调频控制信号频率稳定。

[0090] 如图3所示,在本发明的一些具体实施例中,第一开关单元210包括:第三控压流元件M3、第四控压流元件M4。第三控压流元件M3的栅极与误差放大器100电连接,第三控压流元件M3的漏极与地端电连接,第三控压流元件M3的源极与第二电阻RS2电连接,第三控压流元件M3用于根据差值误差信号导通;第四控压流元件M4的栅极与充电电路500电连接,第四控压流元件M4的源极与第三控压流元件M3和第二电阻RS2的连接节点电连接,第四控压流元件M4的漏极与比较器400电连接,第四控压流元件M4用于根据差值充电信号导通。

[0091] 具体地,第三控压流元件M3的源极与第四控压流元件M4的源极电连接,第二电阻RS2与第三控压流元件M3和第四控压流元件M4之间的连接节点电连接。参照图3,第三控压流元件M3通过栅极接收差值误差信号“Vint_N”,并根据差值误差信号导通。第四控压流元件M4通过栅极接收差值充电信号“Vcap_N”,并根据差值充电信号导通。当第三控压流元件M3、第四控压流元件M4均导通时,即可通过第四控压流元件M4的漏极向比较器400发送第二调频控制信号。

[0092] 当差值误差信号的电压减小时,误差信号的电压增大,表明调频时钟信号的频率增大。此时第三控压流元件M3的栅极电压增大,使得流经第二电阻RS2的电流增大。当流经第二电阻RS2的电流增大时,第二电阻RS2两端的压降增大,使得第四控压流元件M4的源极电压上升,从而导致第四控压流元件M4导通时刻延后。当第四控压流元件M4导通时刻延后时,生成第二调频控制信号的时刻延后,使得比较器400触发时刻延后,此时比较器400能够降低输出调频时钟信号的频率,从而稳定了调频时钟信号的频率。

[0093] 当差值误差信号的电压增大时,误差信号的电压减小,表明调频时钟信号的频率减小,此时第三控压流元件M3的栅极电压减小,使得流经第二电阻RS2的电流减小。当流经第二电阻RS2的电流减小时,第二电阻RS2两端的压降减小,使得第四控压流元件M4的源极电压下降,从而导致第四控压流元件M4导通时刻提前。当第四控压流元件M4导通时刻提前时,生成第二调频控制信号的时刻提前,使得比较器400触发时刻提前,此时比较器400能够增加输出调频时钟信号的频率,从而稳定了调频时钟信号的频率。

[0094] 如图3所示,在本发明的一些具体实施例中,第二频率控制模块300还包括:第三电容C3、第四电容C4、第四开关单元320。第三电容C3的一端接地;第四电容C4的一端接地;第四开关单元320分别与第四控压流元件M4的漏极、第三电容C3的另一端、第四电容C4的另一端、参考时钟源、地端电连接,第四开关单元320用于接收参考时钟信号,第四开关单元320用于根据参考时钟信号控制第三电容C3与第四控压流元件M4电连接,并控制第四电容C4与地端电连接,或者,第四开关单元320用于根据参考时钟信号控制第四电容C4与第四控压流元件M4电连接,并控制第三电容C3与地端电连接。

[0095] 具体地,第四开关单元320接收参考时钟源提供的参考时钟信号,并根据参考时钟信号控制第三电容C3、第四电容C4分别与第四控压流元件M4的连接状态,以及控制第三电容C3、第四电容C4分别与外部电源的连接状态。第四开关单元320的开关控制可以分为两个循环的控制阶段。

[0096] 在第一控制阶段时,第四开关单元320根据参考时钟信号控制第三电容C3与第四控压流元件M4之间的连接通道导通。在第四控压流元件M4导通后,第三电容C3与第二电阻RS2能够形成电流回路,从而使第三电容C3根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。此时图3中第四开关单元320与第四控压流元件M4的连接节点“VC2”的电压,即为第三电容C3

的充电上冲电压。其中,该节点“VC2”的电压也为第二调频控制信号的电压。同时,第四开关单元320还根据参考时钟信号控制第四电容C4与地端之间的连接通道导通,使得第四电容C4与地端能够形成电流回路,从而使第四电容C4向地端放电。

[0097] 在第二控制阶段时,第四开关单元320根据参考时钟信号控制第四电容C4与第四控压流元件M4之间的连接通道导通。在第四控压流元件M4导通后,第四电容C4与第二电阻RS2能够形成电流回路,从而使第四电容C4根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。此时图3中第四开关单元320与第四控压流元件M4的连接节点“VC2”的电压,即为第四电容C4的充电上冲电压。同时,第四开关单元320还根据参考时钟信号控制第三电容C3与地端之间的连接通道导通,使得第三电容C3与地端能够形成电流回路,从而使第三电容C3向地端放电。其后再次执行上述的第一控制阶段,以此实现循环开关控制。

[0098] 如图3所示,在本发明的一些具体实施例中,第四开关单元320包括:第五开关S5、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8。第五开关S5分别与参考时钟源、第三电容C3、第四控压流元件M4的漏极电连接,第五开关S5用于根据参考时钟信号导通或关断;第六开关S6分别与参考时钟源、第三电容C3、地端电连接,第六开关S6用于根据参考时钟信号导通或关断;第七开关S7分别与参考时钟源、第四电容C4、第四控压流元件M4的漏极电连接,第七开关S7用于根据参考时钟信号导通或关断;第八开关S8分别与参考时钟源、第四电容C4、地端电连接,第八开关S8用于根据参考时钟信号导通或关断。

[0099] 具体地,第三电容C3与第五开关S5和第六开关S6的连接节点电连接,第四电容C4与第七开关S7和第八开关S8的连接节点电连接,第四控压流元件M4的漏极与第五开关S5和第七开关S7的连接节点电连接,地端与第六开关S6和第八开关S8的连接节点电连接,参考时钟源分别与第五开关S5、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8电连接。第五开关S5、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8在接收参考时钟信号后,分别根据参考时钟信号的电平状态导通或关断,从而使得第五开关S5、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8形成两个的开关控制阶段。

[0100] 在第一控制阶段时,参考时钟信号控制第五开关S5、第八开关S8导通,第六开关S6、第七开关S7关断。在第四控压流元件M4导通后,第三电容C3与第二电阻RS2能够形成电流回路,从而使第三电容C3根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。同时第四电容C4与地端能够形成电流回路,从而使第四电容C4向地端放电。此时图3中节点“VC2”的电压,即为第三电容C3的充电上冲电压。其中,该节点“VC2”的电压也为第一调频控制信号的电压。

[0101] 在第二控制阶段时,参考时钟信号控制第六开关S6、第七开关S7导通,第五开关S5、第八开关S8关断。在第四控压流元件M4导通后,第四电容C4与第二电阻RS2能够形成电流回路,从而使第四电容C4根据外部电源提供的恒压信号进行充电操作。同时第三电容C3与地端能够形成电流回路,从而使第三电容C3向地端放电。此时图3中节点“VC2”的电压,即为第四电容C4的充电上冲电压。其后再次执行上述的第一控制阶段,以此实现循环开关控制。

[0102] 在本发明一个具体的实施例中,为了保持电路良好的对称性,第一电阻RS1与第二电阻RS2需设置为相同的阻值,第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3、第四电容C4需设置为相同的容值。其中,第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3、第四电容C4的容值均选择为10fF数量级的容值。同时为了提供时钟频率控制电路输出时钟信号的斜率,第一频率控制模块

200与第二频率控制模块300的整体电阻-电容值,需远小于充电电路500的整体电阻-电容值。

[0103] 下面对本实施例时钟频率控制电路的第一频率控制模块200、第二频率控制模块300的输出信号波形进行介绍。

[0104] 设充电信号的电压为 V_{cap} ,参考电压为 V_{ref} ,恒压信号的电压为 V_{DD} ,第一调频控制信号的电压为 V_{C1} ,第二调频控制信号的电压为 V_{C2} ,可以得到如图4、图5所示的信号电压波形图。图4、图5中,横坐标为时间,纵坐标为电压值。

[0105] 参照图4,图4为充电信号、参考电压的波形图。其中,参考电压 V_{ref} 波形的斜率为0,充电信号 V_{cap} 波形的斜率为 $slope_0$ 。区域 $Jitter_1$ 为在仅采用充电信号、参考电压作为比较器400输入信号的情况下,比较器400输出的时钟信号出现抖动的时长。

[0106] 参照图5,图5为第一调频控制信号、第二调频控制信号的波形图。其中,第一调频控制信号 V_{C1} 波形的斜率为 $slope_1$,第二调频控制信号 V_{C2} 波形的斜率为 $slope_2$ 。区域 $Jitter_2$ 为在采用第一调频控制信号、第二调频控制信号作为比较器400输入信号的情况下,比较器400输出的时钟信号出现抖动的时长。

[0107] 可见,第一调频控制信号与第二调频控制信号之间的斜率之差,明显大于参考电压与充电信号之间的斜率之差。因此,第一频率控制模块200、第二频率控制模块300能够减小比较器400输出时钟信号的抖动现象,故图5中区域 $Jitter_2$ 的范围远小于图4中区域 $Jitter_1$ 的范围。

[0108] 如图6、图7所示,本发明实施例还提供了一种振荡装置,该振荡装置包括:触发器600、充电电路500、如上述任一实施例所描述的时钟频率控制电路。触发器600与比较器400的输出端电连接,触发器600用于对调频时钟信号进行时钟周期调整操作,生成目标时钟信号;充电电路500分别与外部电源、误差放大器100、第一频率控制模块200、第二频率控制模块300、比较器400电连接。

[0109] 具体地,充电电路500为由电阻、电容组成的RC电路,充电电路500通过外部电源对该充电电路500中的电容进行充电。触发器600可以选择为D类型触发器600。时钟频率控制电路接收充电电路500提供的峰值采样信号、充电信号,并通过上述实施例介绍的操作生成调频时钟信号。触发器600接收调频时钟信号后,对调频时钟信号的时钟周期进行调整,从而生成目标时钟信号。

[0110] 可见,上述时钟频率控制电路实施例中的内容均适用于本振荡装置的实施例中,本振荡装置实施例所具体实现的功能与上述时钟频率控制电路实施例相同,并且达到的有益效果与上述时钟频率控制电路实施例所达到的有益效果也相同。

[0111] 上面结合附图对本发明实施例作了详细说明,但是本发明不限于上述实施例,在所属技术领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。此外,在不冲突的情况下,本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

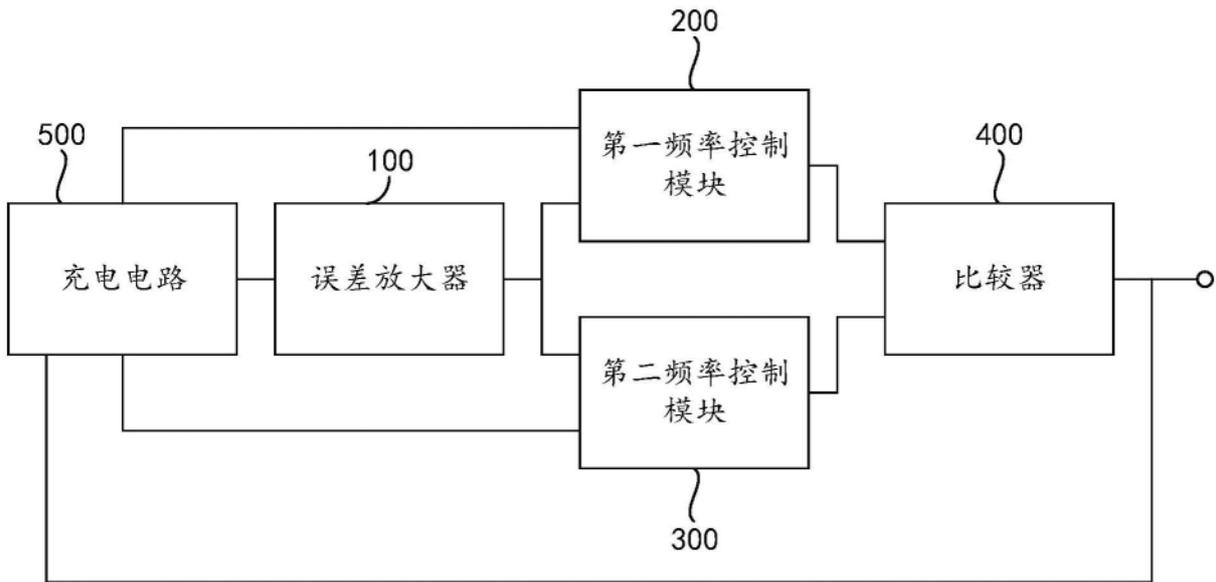


图1

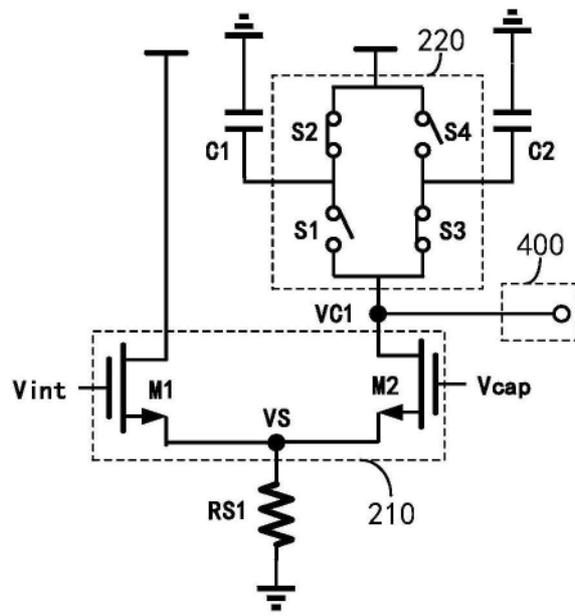


图2

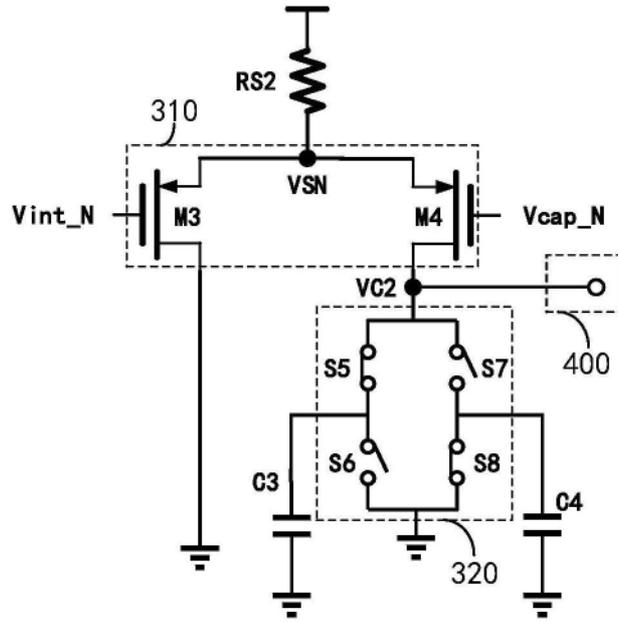


图3

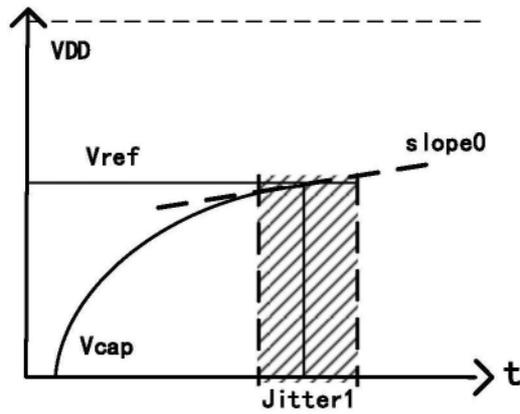


图4

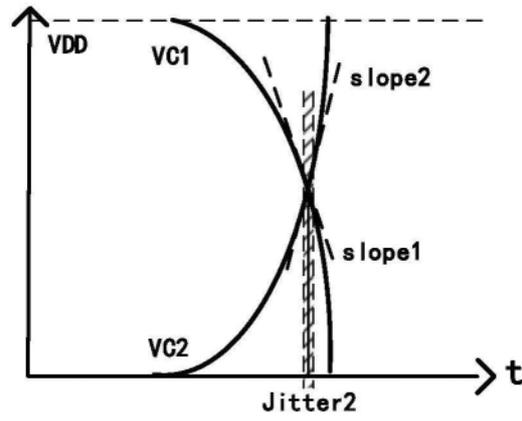


图5

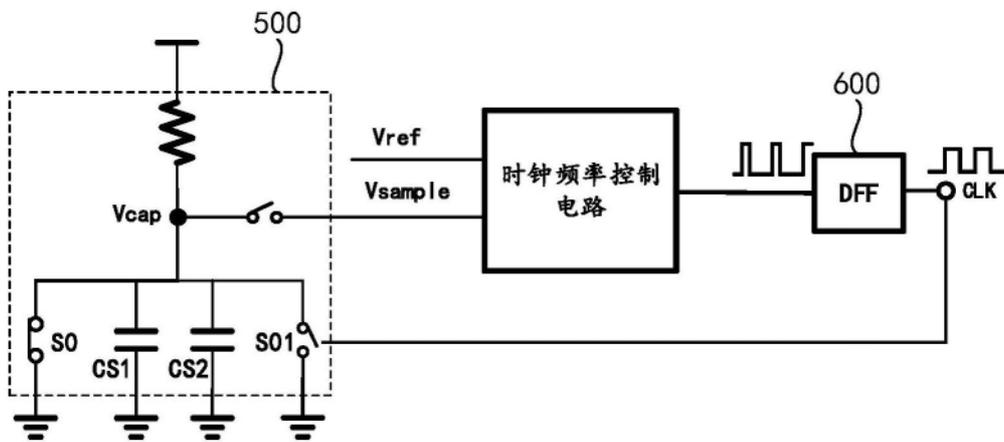


图6

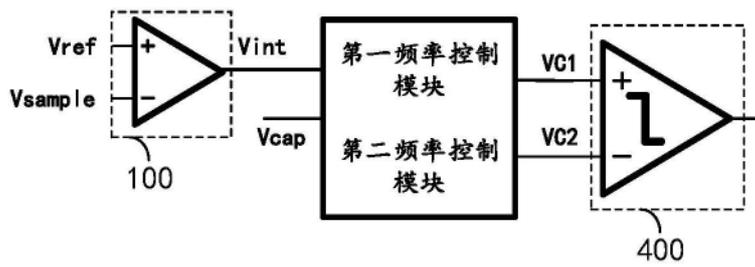


图7