



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116636143 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 22

(21) 申请号 202180084391.8

(22) 申请日 2021.12.14

(30) 优先权数据

102020133457.5 2020.12.15 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/085689 2021.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2022/129048 EN 2022.06.23

(71) 申请人 AMS-欧司朗有限公司

地址 奥地利普伦斯塔滕

(72) 发明人 约瑟普·米库利奇

格雷戈·沙特茨贝格尔

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

务所(普通合伙) 11413

专利代理师 谢攀 刘继富

(51) Int.Cl.

H03K 3/0231(2006.01)

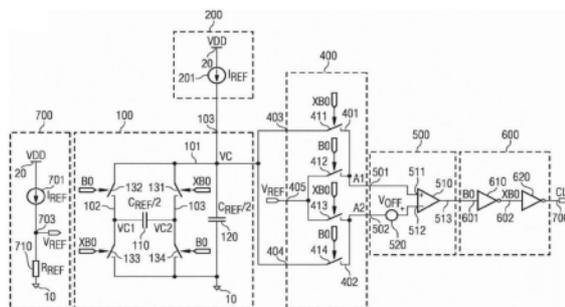
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

振荡器电路装置

(57) 摘要

一种振荡器电路装置,其包括开关电容器电路(100),该开关电容器电路(100)包括至少一个电容器(110),所述至少一个电容器(110)选择性地耦合到电源端子(103)和地电位端子(10)之一。斩波器电路(400)设置在开关电容器电路(100)与比较器(500)之间。该斩波器电路选择性地将其输入端子(403、404)和参考电位端子(405)之一耦合到其输出端子(401、402)。缓冲器电路(600)耦合到比较器电路(400)的输出端(513)。缓冲器电路(600)连接到开关电容器电路(100)和斩波器电路(400)以控制它们中的选择性耦合操作。



1. 一种振荡器电路装置,其包括:

- 开关电容器电路(100),其具有至少一个输出端子(101)、电源端子(103)和地电位端子(10),所述开关电容器电路(100)包括具有至少一个端子(102)的至少一个电容器(110、121),所述开关电容器电路被配置为选择性地将所述至少一个端子(102)耦合到所述电源端子(103)和所述地电位端子(10)之一,所述输出端子(101)耦合到所述至少一个电容器(110、121);

- 斩波器电路(400),其具有连接到所述开关电容器电路(100)的第一输入端子(403)和第二输入端子(404)、参考电位(VREF)端子(405)、第一输出端子(401)和第二输出端子(402),所述斩波器电路被配置为选择性地将所述第一输出端子(401)耦合到所述第一输入端子(403)和所述参考电位(VREF)端子(405)之一,并将所述第二输出端子(402)耦合到所述第二输入端子(404)和所述参考电位(VREF)端子(405)之一;

- 比较器电路(400),其具有输出端子(513)和连接到所述斩波器电路的输出端子(401、402)的输入端子(501、502);

- 缓冲器电路(600),其包括至少一个缓冲器(610),所述至少一个缓冲器(610)连接到所述比较器电路(500)的输出端子(513),连接到所述开关电容器电路(100)以控制所述至少一个电容器(110、121)的选择性耦合,以及连接到所述斩波器电路(400)以控制所述第一输出端子(401)和所述第二输出端子(402)的选择性耦合;和

- 输出端子(700),其连接到所述缓冲器电路(600)以提供时钟信号(CLK)。

2. 如权利要求1所述的振荡器电路装置,其中,所述斩波器电路(400)被配置为将所述斩波器电路的第一输入端子(403)耦合到所述斩波器电路的第一输出端子(401)并将所述参考电位(VREF)端子(405)耦合到所述斩波器电路的第二输出端子(402),并且随后,将所述斩波器电路的第二输入端子(404)耦合到所述斩波器电路的第二输出端子(402)并将所述参考电位(VREF)端子(405)耦合到所述斩波器电路的第一输出端子(401)。

3. 如权利要求1所述的振荡器电路装置,其中,所述斩波器电路(400)包括第一开关(411)、第二开关(412)、第三开关(413)和第四开关(414),所述第一开关(411)连接在所述斩波器电路的第一输入端子(403)与所述斩波器电路的第一输出端子(401)之间,所述第二开关(412)连接在所述参考电位(VREF)端子(405)与所述斩波器电路的第一输出端子(401)之间,所述第三开关(413)连接在所述参考电位(VREF)端子(405)与所述斩波器电路的第二输出端子(402)之间,所述第四开关(414)连接在所述斩波器电路的第二输入端子(404)与所述斩波器电路的第二输出端子(402)之间,所述第一开关(411)和所述第三开关(413)彼此同相操作,而与所述第二开关(412)和所述第四开关(414)异相或互补操作。

4. 如权利要求3所述的振荡器电路装置,其中,所述斩波器电路的第一开关(411)和第三开关(413)由所述缓冲器电路的所述至少一个缓冲器(610)控制,并且,所述第二开关(412)和第四开关(414)被控制为与所述第一开关和第三开关(411、413)互补。

5. 如权利要求3或4所述的振荡器电路装置,其中,所述斩波器电路的第一开关(411)和第三开关(413)由所述缓冲器电路的至少一个缓冲器(610)的输出信号(XB0)控制,而所述第二开关(412)和第四开关(414)由所述缓冲器电路的至少一个缓冲器(610)的输入信号(B0)控制。

6. 如权利要求1所述的振荡器电路装置,其中,所述开关电容器电路(100)包括第五开

关(131)、第六开关(132)、第七开关(133)和第八开关(134),其中,所述至少一个电容器的至少一个端子(102)通过所述第六开关(132)连接到所述开关电容器电路的输出端子(101),并通过所述第七开关(133)连接到所述地电位端子(10),其中,所述至少一个电容器的另一端子(103)通过所述第五开关(131)连接到所述开关电容器电路的输出端子(101)并通过所述第八开关(134)连接到所述地电位端子(10),其中,所述第五开关(131)和第七开关(133)彼此同相操作,而第六开关(132)和第八开关(134)与第五开关和第七开关(131、133)异相或互补操作。

7.如权利要求6所述的振荡器电路装置,其中,所述开关电容器电路的第五开关(131)和第七开关(133)由所述缓冲器电路(600)的至少一个缓冲器(610)的输出信号(XB0)控制,而所述第六开关(132)和第八开关(134)由所述至少一个缓冲器(610)的输入信号(B0)控制。

8.如权利要求1至7中任一项所述的振荡器电路装置,所述开关电容器电路(100)还包括连接在所述开关电容器电路的输出端子(101)与所述地电位端子(10)之间的另一电容器(120),其中所述电源端子(103)连接到所述开关电容器电路(100)的输出端子(101)。

9.如权利要求1至8中任一项所述的振荡器电路装置,所述开关电容器电路(100)还包括另一电容器(111)和另一输出端子(1010),所述另一电容器(111)连接到所述开关电容器电路的另一输出端子(1010),其中,所述电源端子(103)通过开关(141、142)耦合到所述至少一个电容器(121)和所述另一电容器(111)。

10.如权利要求1至9中任一项所述的振荡器电路装置,还包括连接到所述开关电容器电路(100)的电源端子(103)的恒流源(201)。

11.如权利要求10所述的振荡器电路装置,还包括参考电压发生器(700),所述参考电压发生器(700)包括另一恒流源(701)和与所述另一恒流源(701)串联连接的电阻器(710),其中设置在所述另一恒流源(701)与所述电阻器(710)之间的节点(703)连接到所述斩波器电路(400)的参考电位(VREF)端子(405)。

12.如权利要求1至9中任一项所述的振荡器电路装置,还包括连接到所述开关电容器电路(100)的电源端子(103)的电阻器(210)。

13.如权利要求12所述的振荡器电路装置,还包括连接在电源电位(VDD)端子(20)与所述地电位端子(10)之间的分压器(310、320),所述分压器的输出端子(301)连接到所述斩波器电路(400)的参考电位端子(405)。

14.一种电子设备(800),其包括:

-数字电路部分(820),其配置为响应于时钟信号顺时针操作;和

-根据权利要求1至13中任一项所述的振荡器电路装置(810),其中所述时钟信号是从在所述振荡器电路(810)的输出端子处提供的时钟信号(CLK)得到的。

## 振荡器电路装置

[0001] 本专利申请要求2020年12月15日提交的德国专利申请102020133457.5的优先权，其公开内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及一种振荡器电路装置。具体来讲，本公开涉及一种振荡器电路装置，其包括开关电容器电路、比较器电路和缓冲器电路以生成时钟信号。本公开还涉及一种包括振荡器电路装置的电子设备。

### 背景技术

[0003] 振荡器广泛用于电子设备中以生成稳定的时钟信号来操作由时钟驱动的数字电路。因为弛张振荡器能够完全集成在集成电路上且不需要诸如石英部件之类的外部元件，因此可以使用弛张振荡器代替基于石英的振荡器。弛张振荡器通常用于kHz至数百kHz范围内的低频应用。

[0004] 输出时钟信号的频率的稳定性取决于振荡器设计中所用部件的参数的变化以及比较器的非理想性，振荡器设计中所用部件的参数例如像电阻器和电容器等参考元件的参数，这些参数通常取决于技术。比较器通常具有影响比较器的切换阈值的偏置电压。比较器相对于其阈值电压的切换取决于偏置电压，该偏置电压通常因每个单个振荡器而异，因此输出时钟信号的频率取决于弛张振荡器中使用的比较器的偏置电压。

[0005] 常规的弛张振荡器设计包括开关电容级，该开关电容级生成被转接到比较器的振荡信号。比较器将该信号与阈值电压进行比较，该阈值电压可以由参考电压源生成，其中比较器的切换涉及单独的偏置电压和下降信号与上升信号转换的延迟时间。输出级生成输出时钟信号并提供控制信号以控制开关电容级的操作。开关电容级可以具有各种设计变型，包括旋转电容器或RC设计。输出级可以包括触发器（例如T触发器(Toggle Flip-Flop)或D触发器），包括执行分频以使比较器的输出信号适应开关电容级中的控制要求的触发器。

[0006] 随着未来电子电路对弛张振荡器的需求不断增加，需要一种弛张振荡器来生成具有高度稳定和可预测频率的输出时钟信号。输出频率应独立于比较器偏置电压。此外，电源电压的变化对输出频率的影响应尽可能低，并且输出频率较少地依赖温度。

[0007] 本公开的目标是提供一种振荡器电路装置，其生成具有稳定输出频率的输出时钟信号。

[0008] 本公开的另一个目标是提供一种振荡器电路装置，其生成的输出时钟信号的频率较少或者甚至不依赖于比较器偏置电压以及温度和电源电压的变化。

[0009] 本公开的另一个目标是提供一种尽管提供具有稳定频率的输出时钟信号但不是很复杂的振荡器电路装置。

### 发明内容

[0010] 一个或多个上述目标通过包含权利要求1特征的振荡器电路装置来解决。

[0011] 根据实施例,振荡器电路装置包括开关电容器电路。该开关电容器电路包括电源端子、地电位端子和耦合到下游连接的电路级的输出端子。该开关器电容电路包括一个或更多个电容器。电容器中的至少一个在开关模式下操作,其中开关电容器的至少一个端子连接到具有不同电位的节点。开关电容器的一个端子可以选择性地连接到开关电容器电路的地电位端子、电源端子或输出端子等中的一个或更多个。具体来讲,该开关电容器电路可以被配置成选择性地至少一个电容器的至少一个端子耦合到电源端子或地电位端子。该开关电容器电路可以具有许多不同的设计,包括旋转电容器设计,该旋转电容器设计包括顺序旋转的开关电容器使得该开关电容器的极性在两个连接端子之间按顺序变化。

[0012] 该振荡器电路装置包括比较器电路上游的斩波器电路,其中该斩波器电路对比较器的输入信号进行斩波。该斩波器电路可以包括第一输入端子和第二输入端子以及第一输出端子和第二输出端子,第一输入端子和第二输入端子连接到开关电容器电路和参考电位端子,第一输出端子和第二输出端子连接到比较器的输入端。该斩波器电路被配置为执行斩波操作,其中该斩波器电路选择性地至少一个输出端子耦合到第一输入端子或参考电位端子,并选择性地至少一个输出端子耦合到第二输入端子或参考电位端子。在一个操作阶段中,启用这些连接中的一个,在紧随的操作阶段中,启用这些连接中的另一个,依此类推。该比较器电路是在其输入侧连接到斩波器级的常规比较器。该比较器可能表现出固有的切换偏置电压。

[0013] 缓冲器电路连接到比较器的下游以缓冲、去耦并生成输出时钟信号,并控制信号以反馈到上游连接的级,例如开关电容器电路和斩波器电路。反馈信号控制开关电容器电路中的开关以执行开关电容器操作,并控制斩波器电路中的开关以执行斩波操作,以确保开关电容器和斩波器电路的相位正确地切换,从而允许生成具有稳定频率的输出时钟信号。

[0014] 根据实施例,斩波器电路执行斩波操作,其中第一输入端子连接到第一输出端子且参考电位端子连接到第二输出端子。随后,第二输入端子连接到第二输出端子且参考电位端子连接到第一输出端子。斩波操作从输出频率中消除了比较器的输入参考偏置电压的影响,使得输出时钟信号的频率与比较器的偏置电压无关。输出频率主要取决于振荡器电路中所使用的部件的参数,例如开关电容器电路中所使用的电阻器的电阻和所使用的电容器的电容以及比较器的切换延迟。输出时钟频率不再取决于比较器偏置电压。与其他贡献相比时,比较器处的下降信号和上升信号转换的延迟对输出频率的影响相对小,使得比较器的高到低切换延迟和低到高切换延迟的变化仅以从属方式影响输出频率。

[0015] 根据实施例,斩波器电路包括开关,这些开关设置在第一输入端子与第一输出端子之间、参考电位端子与第一输出端子之间、参考电位端子与第二输出端子之间以及第二输入端子与第二输出端子之间。第一开关和第三开关彼此同步或同相操作,第二开关和第四开关彼此同步或同相操作,而第一开关和第三开关与第二开关和第四开关反向或互补或异相操作,以实现从开关电容器级提供给比较器级的信号进行斩波操作。

[0016] 根据实施例,缓冲级包括一个或更多个缓冲器。连接到比较器输出端的缓冲器为斩波器电路的开关提供控制信号。所述缓冲器的输入端(即,比较器的输出端)被转接到斩波器电路的第二开关和第四开关,并且所述缓冲器的输出端连接到第一开关和第三开关,使得缓冲器提供互补的控制信号,该互补的控制信号将被转接到斩波器电路的开关使得斩

波器电路在每个输出时钟周期以与输出时钟信号相同的频率切换。

[0017] 根据实施例,开关电容器电路可以实现为旋转电容器电路,该旋转电容器电路包括电容器,该电容器的第一电容器端子和第二电容器端子在某一实例连接到开关电容器电路的电源端子和地电位端子,并随后旋转使得端子被反向连接以反转电容器的极性,其中第二电容器端子连接到电源端子且第一电容器端子连接到地电位端子。通过操作相应的开关,所述开关使开关电容器的第一端子连接到电源和接地端子并且使第二电容器端子连接到接地和电源端子,旋转操作以连续的方式反转并由此旋转两个端子之间的电容器极性。至少两个开关连接到彼此反向或互补操作的每个电容器端子,使得其中一个开关在连接到同一电容器端子的另一个开关断开或不导电的时候闭合或导电。在旋转电容器电路的情况下,旋转电容器端子的电源端子连接到旋转电容器电路的输出端子,以被转接到斩波器电路。旋转电容器电路中开关的操作由缓冲级中缓冲器的输入和输出信号控制。

[0018] 开关电容器电路和斩波器电路中的开关由诸如MOS晶体管的晶体管实现。与耦合到低电位侧的晶体管相比,耦合到高电位侧的晶体管具有相反的极性。p-MOS晶体管可用作连接到电源端子的开关,n-MOS晶体管可用作连接到接地端子的开关。

[0019] 根据实施例,旋转电容器电路可以包括连接在旋转电容器电路的输出端子和电源端子与接地端子之间的另一个电容器。在一个操作级中,具有旋转电容器级的两个电容器彼此并联或同时充电。然后,旋转电容器的极性被反转使得两个电容器迅速放电至零。然后,两个电容器再次彼此并联充电,依此类推。

[0020] 根据另一实施例,开关电容器电路可以包括另一电容器,该另一电容器的一个端子选择性地连接到地电位端子和电源电位端子。两个开关电容器具有相应的结构并且开关被控制为彼此互补。开关电容器电路的输出端被子转接到斩波器电路的第一输入端子和第二输入端子。

[0021] 电路设计是灵活的,这是因为还能使用其他开关电容器电路向斩波器电路的输入端子提供斜坡信号。旋转电容器电路也可以实现为RC结构,而不是使用第二电容器。

[0022] 开关电容器电路和旋转电容器电路均包括电源端子,该电源端子用于提供电流以对电路内的电容器充电。根据实施例,该电源端子可以连接到恒流源以向电容器提供恒定电流来对电容器连续充电。

[0023] 待提供给斩波器电路的参考电压端子的参考电压可以接收从包括另一恒流源的参考电压电路生成的电压基准。该恒流源向电阻器提供电流,使得能够从设置在恒流源与所述电阻器之间的节点处获得参考电压。参考电压电路的恒流源可以提供与连接到开关电容器电路的电源端子的恒流源相同的电流量。

[0024] 根据另一个实施例,开关电容器电路的电源端子处的电流可以由连接到电源电位端子的电阻器提供,该电阻器可以是欧姆电阻器。该电阻器所提供取决于电源端处的电压的电流,使得电容器的充电呈指数形式。在该实施例中,待提供给斩波器电路的参考电压端子的参考电压可以由连接在电源电位端子与地电位端子之间的分压器生成。该分压器可以是具有第一欧姆电阻器和第二欧姆电阻器的欧姆分压器。该分压器的欧姆电阻器可以具有不同的电阻值。设置在电阻器之间的节点连接到斩波器电路的参考电压端子。使用电阻器向开关电容器级提供电流和使用欧姆分压器向斩波器电路提供参考电位,降低了电源电压的变化对输出频率的影响,从而提高了输出频率的稳定性。此外,降低了电路复杂性。

[0025] 上述振荡器电路装置可用于电子设备中,该电子设备包括响应于时钟信号顺时针操作的数字电路部分例如处理器和/或包括根据开关电容器工作原理操作的测量电路或模数转换器电路的电路。振荡器电路装置为数字电路部分的操作提供了时基。来自振荡器电路装置的输出时钟信号生成用于数字电路部分操作的时钟信号包括来自振荡器电路装置的输出时钟信号的附加缓冲和/或倍频和/或分频。

[0026] 振荡器电路装置的上述实施例可用于需要完全集成的片上振荡器而不具有石英部件的工业应用或其他技术领域,例如飞行时间传感器或环境光传感器。这些应用通常只需要数百或几百kHz范围内的中等频率。上述构思可以涵盖甚至低至几Hz范围内的低频的工作频率。

[0027] 应当理解,上述一般描述和下文详细描述都仅仅是示例性的,旨在提供理解权利要求的本质和特征的概述或框架。将附图包括在内是为了提供进一步的理解,附图被纳入并构成该说明书的一部分。附图示出了一个或多个实施例,其与说明书一起用于解释各种实施例的原理和操作。附图的不同图中的相同元素用相同的附图标记来表示。

## 附图说明

[0028] 在这些图中:

[0029] 图1示出了根据本公开中阐述的原理的振荡器电路装置的实施例;

[0030] 图2示出了图1中电路的信号的波形图;

[0031] 图3示出了根据本公开中阐述的原理的振荡器电路装置的另一实施例;

[0032] 图4示出了图3中电路的信号的波形图;

[0033] 图5示出了根据本公开中阐述的原理的振荡器电路装置的又一实施例;和

[0034] 图6示出了包括振荡器电路装置的电子电路的框图。

## 具体实施方式

[0035] 在下文中,将参照展现本公开实施例的附图对本公开作更全面的描述。不过,本公开可以以许多不同的形式体现,而不应将其解释为仅限于本文中阐述的实施例。相反,提供这些实施例是为了将本公开的公开范围完全地传达给本领域技术人员。附图不一定是按比例绘制的,而是被配置为清楚地说明本公开。

[0036] 图1示出了振荡器电路装置,其能集成到集成CMOS电路中,无需外部石英时基。更具体地,振荡器电路包括旋转电容积分器电路100、参考电流电路200、斩波器电路400、参考电压电路700、比较器电路500和逻辑电路600。旋转电容积分器电路100包括电流接收端子103,生成电流IREF的恒流源201连接到该电流接收端子103。恒流源201连接在端子103和提供电源电压VDD的电源电压端子20之间。旋转电容积分器块100包括两个电容器110、120,每个电容器具有等于 $C_{REF}/2$ 的电容值。电容器110是连接到四个开关131、132、133、134的开关电容器。电容器120连接在承载积分电压VC的积分节点101和接地端子10之间。积分节点101连接到电流供应端子103并形成旋转电容器电路100的输出。电容器110的一个端子102通过开关132连接到积分节点101,并且通过开关133连接到地电位端子10。电容器110的另一个端子103通过开关131连接到节点101,并通过开关134连接到地电位端子10。开关132、133被缓冲器电路600所提供的反向信号B0或互补信号XB0操作,使得开关132、133彼此异相或互

补地操作。开关131、134被信号XB0、B0控制,彼此异相或互补地操作。此外,开关132、131彼此互补地操作,并且开关133、134彼此互补地操作。开关131、...、134引起电容器110的旋转运行,这是因为:在某一实例,端子102连接到节点110且端子103连接到地电位端子10,并且在随后的实例,由于端子103连接到节点101且端子102连接地电位端子10导致电容器110的极性发生改变。当施加到开关的相应控制信号为逻辑高电平“1”时各个开关131、...、134闭合或导电,当相应的控制信号为逻辑低电平“0”时各个开关131、...、134断开或不导电。

[0037] 比较器500包括第一输入端子501和第二输入端502以及输出端子513。比较器500用理想比较器510加上生成电压V<sub>OFF</sub>、连接到负输入端512的偏置电压源520来表示。虽然理想比较器510在端子511处的信号超过端子512处的信号时切换,但是如果端子501处的信号高于端子502处的信号加上失调电压V<sub>OFF</sub>,则实际比较器500发生切换。实际比较器主要由于其元件内部的不对称性而总是具有输入参考的偏置电压。比较器之间的实际偏置电压可能在一定范围内变化,因此常规振荡器的输出频率在很大程度上取决于偏置电压。

[0038] 斩波器级400连接在旋转电容器级100的输出端子101与比较器500之间。该斩波器级包括输入端子403、404和输出端子401、402,输入端子403、404均与电容器级100的输出端子101连接在一起,输出端子401、402连接到比较器500的输入端子501、502。斩波器级400的参考端子405连接到参考电压电路700。斩波器块400包括四个开关411、412、413、414,这四个开关选择性地斩波器级400的输入端子和参考电位端子连接到其输出端子。开关411连接在输入端子403与输出端子401之间,开关412连接在参考电位端子405与输出端子401之间。开关413连接在参考电位端子405与输出端子402之间。开关414连接在输入端子404与输出端子402之间。开关411、412分别通过控制信号XB0、B0彼此反向或互补地操作,开关413、414分别通过控制信号XB0、B0彼此反向或互补地操作。因此,输出端401子选择性地连接到开关电容器级100的输出端子101或连接到参考电位端子405。输出端子402选择性地连接到参考电位端子405或开关电容器级100的输出端子101。斩波器级400的控制信号由缓冲级600提供。

[0039] 缓冲级600包括一个或更多个缓冲器,以在逻辑块600的输出端子700处为输出时钟信号CLK提供驱动强度,该输出时钟信号CLK是振荡器电路的输出信号,并将信号彼此解耦。缓冲块600包括连接到比较器500的输出端513的第一反向缓冲器610。另一反向缓冲器620连接在缓冲器610的下游并在其输出端子700处提供输出信号CLK。缓冲器620具有足够的驱动功率,以将时钟信号CLK分配给配备有时钟信号CLK的数字电路。在缓冲器级600的输入端处和第一缓冲器610的输入端处获取控制信号B0,在第一缓冲器610的输出端处获取反向控制信号XB0。控制信号B0、XB0被反馈到旋转电容器电路100的开关131、...、134和斩波器级400的开关411、...、414,以控制如上所述的旋转电容器电路100中的电容旋转操作和斩波器级400中的斩波操作。

[0040] 端子405处的参考电压V<sub>REF</sub>由电压生成器电路700生成,电压生成器电路700包括生成电流I<sub>REF</sub>的恒流源701。电流源701可以产生与恒流源201的电流具有相同强度的电流。电流源710连接到电源电压端子20并将电流I<sub>REF</sub>提供给参考电阻器710,参考电阻器710还连接到地电位端子10。电阻器710的电阻值为R<sub>REF</sub>。电流源701生成供应给电阻器710的恒定电流,使得设置在电流源701与电阻器710之间的端子703携带恒定的参考电位V<sub>REF</sub>,以供应给斩波器级400的端子405。

[0041] 启动电路(未显示)初始化开关以启动振荡操作。在图1的振荡器电路操作期间,电容器110通过控制信号B0、XB0来以输出信号CLK的频率旋转,使得在某一实例,两个电容器110、120都通过电流源201以恒定电流充电。然后,电容器110被旋转使得其端子102、103以相反的极性连接,使得电容器110、120通过平衡电容器110、120中所携带的相反电荷而立即放电至零。然后,电容110、120再次通过电流源201充电且电容器110再次旋转放电,并且重复该过程使得端子101处的信号VC具有锯齿形状。斩波级400在其输出端子401、402处交换信号A1、A2,其在当比较器500的输入端501、502处的信号转换时,进一步考虑偏置电压V<sub>OFF</sub>的影响,在比较器500的输出端处产生切换信号。对电路100和400的控制由输出缓冲级600所提供的控制信号执行。响应于比较器500的输出信号或从其得到的输出时钟信号CLK,开关以合适的相位关系或极性关系操作,其中开关以输出信号CLK的频率工作。

[0042] 缓冲器电路600仅包括反向缓冲器,而不包括存储器元件(例如触发器、带反馈环路的触发器等)。因此,存在从比较器500的输出端到旋转电容器级100和斩波器级400的开关的直接控制路径。这避免了常规电路中使用T触发器的可能发生的不稳定情况。

[0043] 图1所示的振荡器电路例如在EMI(电磁干扰)事件或强电压变化的情况下避免了振荡挂起。因为稳定的时钟时基是集成电路中的关键功能,因此由触发器挂起而引起的振荡停止将是有害的。图1的电路提供了稳定的操作,其对EMI事件或电压变化是鲁棒的,因为它从EMI干扰中自我恢复。

[0044] 图2示出了图1中的代表性电路节点的若干信号随时间变化的波形。下面解释由图2所示的信号来表示的图1中的电路的详细运行。符号“←”表示动态事件,其中符号“←”左端的电压或电位假定为或被驱动为符号“←”右端的电压或电位。例如,VC2←VC意味着信号VC2达到信号VC的电压,使得转换后VC2=VC。

[0045] 在参考生成器电路700中生成的端子405处的参考电压V<sub>REF</sub>与参考电流的关系如下:

$$V_{REF} = I_{REF} \cdot R_{REF} \quad (1)$$

[0047] 假设在 $t = t_0$ 时,所有信号都处于由启动电路所确保的默认状态,并且电源电压V<sub>DD</sub>和参考电压V<sub>REF</sub>是稳定的。

$$VC = VC1 = VC2 = A1 = A2 = 0. \quad (2)$$

$$B0 = '0' \text{ (低)}. \quad (3)$$

$$XB01 = '1' \text{ (高)}. \quad (4)$$

$$CLK = '0' \text{ (高)}. \quad (5)$$

[0052] 由于电路状态的原因,以下情况为真:

[0053] • 开关131、133、411和413闭合(132、134、412和414断开)

[0054] ○VC2←VC

[0055] ○VC1←GND

[0056] ○A1←VC

[0057] ○A2←V<sub>REF</sub>

[0058] ○电容器110和120并联连接,总电容等于C<sub>REF</sub>

[0059] ○节点A1←VC2←VC利用参考电流I<sub>REF</sub>充电

[0060] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_0 \sim t_2$ )内A1←VC2←VC的波形:

$$[0061] \quad A1(t) = VC2(t) = VC(t) = \frac{I_{REF}}{C_{REF}}(t - t_0) \quad (6)$$

[0062] 在 $t=t_1$ 时,电压A1变得等于参考电压 $A2 \leftarrow V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_1'$ 时在A1等于 $(V_{REF}+V_{OFF})$ 的情况下开始,这是由比较器的输入参考偏置电压引起的。此外,作为比较器延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dh}$ )才能使比较器输出的状态从低状态变为高状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_2$ 时变高。

[0063] 作为比较器输出B0的状态的变化的结果,在 $t_{2+}$ 时以下情况为真:

[0064] • B0='1'(高)

[0065] • XB0='0'(低)

[0066] • CLK='1'(高)

[0067] • 开关132、134、412和414闭合(131、133、411和413断开)

[0068] oVC1 $\leftarrow$ VC

[0069] oVC2 $\leftarrow$ GND

[0070] oA1 $\leftarrow$  $V_{REF}$

[0071] oA2 $\leftarrow$ VC

[0072] o由于电容器110和120的电荷在 $t=t_{2-}$ 时刻相等,因此在 $t=t_{2+}$ 时,电荷在电容器之间重新分配并等于零

[0073] o电容器110和120并联连接,总电容等于 $C_{REF}$

[0074] o节点 $A2 \leftarrow VC1 \leftarrow VC$ 利用参考电流 $I_{REF}$ 来充电,作为电容器110和120上的零电荷的结果,这些节点在 $t=t_{2+}$ 时为0V

[0075] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_2 \sim t_4$ )内 $A2 \leftarrow VC1 \leftarrow VC$ 的波形:

$$[0076] \quad A2(t) = VC1(t) = VC(t) = \frac{I_{REF}}{C_{REF}}(t - t_2) \quad (7)$$

[0077] 在 $t=t_3$ 时,电压A2等于参考电压 $A1 \leftarrow V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_3'$ 时,在A2等于 $(V_{REF}-V_{OFF})$ 的情况下开始,这是由比较器的偏置电压引起的。此外,作为比较器的延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dh1}$ )才能使比较器输出的状态从高状态变为低状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_4$ 时变低。

[0078] 作为比较器输出B0的状态的变化的结果,在 $t_{4+}$ 时以下情况为真:

[0079] • B0='0'(低)

[0080] • XB0='1'(高)

[0081] • CLK='0'(低)

[0082] • 开关131、133、411和413闭合(132、134、412和414断开)

[0083] oVC1 $\leftarrow$ GND

[0084] oVC2 $\leftarrow$ VC

[0085] oA1 $\leftarrow$ VC

[0086] oA2 $\leftarrow$  $V_{REF}$

[0087] o由于电容器110和120的电荷在 $t=t_{4-}$ 时相等,因此在 $t=t_{4+}$ 时,电荷在电容器之间重新分配并等于零

[0088] o电容器110和120并联连接,总电容等于 $C_{REF}$

[0089] o节点A1←VC2←VC利用参考电流 $I_{REF}$ 来充电,作为电容器110和120上的零电荷的结果,这些节点在 $t=t_{4+}$ 时为0V

[0090] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_4 \sim t_6$ )内A1←VC2←VC的波形:

$$[0091] \quad A1(t) = VC2(t) = VC(t) = \frac{I_{REF}}{C_{REF}}(t - t_4) \quad (8)$$

[0092] 在 $t=t_5$ 时,电压A1变得等于参考电压 $A2 \leftarrow V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_5'$ 时,在A1等于( $V_{REF} + V_{OFF}$ )的情况下开始,这是由比较器的偏置电压引起的。此外,作为比较器的延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dlh}$ )才能使比较器输出的状态从低状态变为高状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_6$ 时变高。

[0093] 从分析能够得出结论,电路具有周期性行为,例如,由于时间间隔( $t_4 \sim t_6$ )与时间间隔( $t_0 \sim t_2$ )相同,随后的时间间隔( $t_6 \sim t_8$ )与时间间隔( $t_2 \sim t_4$ )相同,等等。

[0094] 因此,时间间隔( $t_2 \sim t_6$ )完全地描述了电路的一个周期,并且振荡周期能表示为:

$$[0095] \quad T_{OSC} = t_6 - t_2 = (t'_3 - t_2) + (t_4 - t'_3) + (t'_5 - t_4) + (t_6 - t'_5). \quad (9)$$

[0096] 根据(7),以下内容有效:

$$[0097] \quad VC(t'_3) = \frac{I_{REF}}{C_{REF}}(t'_3 - t_2), \quad (10)$$

$$[0098] \quad VC(t'_3) = V_{REF} - V_{OFF}, \quad (11)$$

$$[0099] \quad t'_3 - t_2 = (V_{REF} - V_{OFF}) \frac{C_{REF}}{I_{REF}}. \quad (12)$$

[0100] 此外,根据(8),以下内容有效:

$$[0101] \quad VC(t'_5) = \frac{I_{REF}}{C_{REF}}(t'_5 - t_4), \quad (13)$$

$$[0102] \quad VC(t'_5) = V_{REF} + V_{OFF}, \quad (14)$$

$$[0103] \quad t'_5 - t_4 = (V_{REF} + V_{OFF}) \frac{C_{REF}}{I_{REF}}. \quad (15)$$

[0104] 此外,时间间隔( $t_3' \sim t_4$ )和( $t_5' \sim t_6$ )已被定义为:

$$[0105] \quad (t_4 - t_3') = t_{dlh}, \quad (16)$$

$$[0106] \quad (t_6 - t_5') = t_{dlh}. \quad (17)$$

[0107] 因此,振荡周期能表示为:

$$[0108] \quad T_{OSC} = (V_{REF} - V_{OFF}) \frac{C_{REF}}{I_{REF}} + t_{dlh} + (V_{REF} + V_{OFF}) \frac{C_{REF}}{I_{REF}} + t_{dhl}, \quad (18)$$

[0109] 或者简化为:

$$[0110] \quad T_{OSC} = 2 \frac{V_{REF} \cdot C_{REF}}{I_{REF}} + t_{dlh} + t_{dhl}. \quad (19)$$

[0111] 此外,根据(1),以下内容有效:

$$[0112] \quad \frac{V_{REF}}{I_{REF}} = R_{REF}, \quad (20)$$

[0113] 这意味着振荡周期的最终表达式为

$$[0114] \quad T_{OSC} = 2 \cdot R_{REF} \cdot C_{REF} + t_{dlh} + t_{dhl}. \quad (21)$$

[0115] 因此,根据(21),振荡周期由参考元件 $R_{REF}$ 和 $C_{REF}$ 以及比较器的传播延迟 $t_{dlh}$ 和 $t_{dhl}$

确定,同时偏置电压的贡献被抵消。

[0116] 输出时钟信号CLK的频率与比较器500的偏置电压V<sub>OFF</sub>无关,因为它被斩波器电路400的斩波操作所抵消。比较器针对上升信号转换和下降信号转换的传播延迟可以具有容差,使得在实际比较器之间它们的绝对值可能会变化。然而,由于这些延迟相对小,并且相应地它们的变化甚至更小,因此在公式(21)中变化的传播延迟的影响几乎可以忽略不计。

[0117] 图3示出了根据本公开原理的振荡器电路装置的替代实施例,其在旋转电容器电路100的电流供应输入端103处使用不同的电流源电路200及不同的电路305来生成待提供给斩波器级400的端子405的参考电压V<sub>REF</sub>。在电流源电路200中,参考电阻器210(可以是欧姆电阻器)连接在电源电压端子20与电流供应输入端103之间。电阻器210的电阻为R<sub>REF</sub>。图3的电路中,供应给端子103的电流根据节点101处的电压V<sub>C</sub>而变化,使得节点101处的电压V<sub>C</sub>具有指数行为,不同于图1电路中的线性行为。进一步参考图3,端子405处的参考电压V<sub>REF</sub>由分压器305产生,分压器305包括串联在电源电位端子20与地电位端子10之间的电阻器310、320。通常,电阻器310、320的电阻值分别为R<sub>2</sub>、R<sub>1</sub>。电阻器310、320可以是欧姆电阻器,使得分压器305是欧姆分压器。参考电压V<sub>REF</sub>是在电阻器310、320之间的节点301处获得的。图3的电路不太复杂,因为电流源电路200和参考发生器电路305是纯无源的和欧姆电阻网络,使得在保持相似性能水平的同时降低了复杂性和功耗。使用欧姆电阻器生成参考电压V<sub>REF</sub>并且使用电阻器在电流供应端子103处生成开关电容器电路的电源电流,降低了电源电压的变化对输出频率的影响,因为电源端子20处的电源电压V<sub>DD</sub>的电压变化对端子103处的电流和端子301处的参考电压V<sub>REF</sub>二者具有相当的影响。

[0118] 图4描绘了来自图3的电路中的节点的若干信号随时间变化的波形。

[0119] 假设比较器510的阻抗为无穷大,则端子405处的参考电压V<sub>REF</sub>由下式给出

$$[0120] \quad V_{REF} = V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2}. \quad (101)$$

[0121] 假设在 $t = t_0$ 时,所有信号都处于由启动电路所确保的默认状态,并且电源电压V<sub>DD</sub>和参考电压V<sub>REF</sub>是稳定的。

$$[0122] \quad V_C = V_{C1} = V_{C2} = A1 = A2 = 0. \quad (102)$$

$$[0123] \quad B0 = '0' \text{ (低)}. \quad (103)$$

$$[0124] \quad XB0 = 1^\circ \text{ (高)}. \quad (104)$$

$$[0125] \quad CLK = '0' \text{ (高)}. \quad (105)$$

[0126] 由于电路的状态的原因,以下情况为真:

[0127] • 开关131、133、411和413闭合(132、134、412和414断开)

[0128] ◦ V<sub>C2</sub> ← V<sub>C</sub>

[0129] ◦ V<sub>C1</sub> ← GND

[0130] ◦ A1 ← V<sub>C</sub>

[0131] ◦ A2 ← V<sub>REF</sub>

[0132] ◦ 电容器110和120并联连接,总电容等于C<sub>REF</sub>

[0133] ◦ 节点A1 ← V<sub>C2</sub> ← V<sub>C</sub>通过参考电阻器R<sub>REF</sub>充电至V<sub>DD</sub>

[0134] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_0 \sim t_2$ )内A1 ← V<sub>C2</sub> ← V<sub>C</sub>的波形:

$$[0135] \quad A1(t) = VC2(t) = VC(t) = VDD \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right) \right] \quad (106)$$

[0136] 在 $t=t_1$ 时,电压A1变得等于参考电压 $A2 \leftarrow V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_1'$ 时在A1等于 $(V_{REF}+V_{OFF})$ 的情况下开始,这是由比较器的输入参考偏置电压引起的。此外,作为比较器延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dlh}$ )才能使比较器输出的状态从低状态变为高状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_2$ 时变为高。

[0137] 作为比较器输出B0的状态的变化的结果,在 $t_{2+}$ 时刻以下情况为真:

[0138] • B0='1'(高)

[0139] • XB0='0'(低)

[0140] • CLK='1'(高)

[0141] • 开关132、134、412和414闭合(131、133、411和413断开)

[0142] oVC1 $\leftarrow$ VC

[0143] oVC2 $\leftarrow$ GND

[0144] oA1 $\leftarrow$  $V_{REF}$

[0145] oA2 $\leftarrow$ VC

[0146] o由于电容器110和120的电荷在 $t=t_{2-}$ 时相等,因此在 $t=t_{2+}$ 时,电荷在电容器之间重新分配并等于零

[0147] o电容器110和120并联连接,总电容等于 $C_{REF}$

[0148] o节点A2 $\leftarrow$ VC1 $\leftarrow$ VC通过参考电阻器 $R_{REF}$ 充电至VDD,作为电容器110和120上的零电荷的结果,这些节点在 $t=t_{2+}$ 时为0V

[0149] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_2 \sim t_4$ )内A2 $\leftarrow$ VC1 $\leftarrow$ VC的波形:

$$[0150] \quad A2(t) = VC1(t) = VC(t) = VDD \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t-t_2}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right) \right] \quad (107)$$

[0151] 在 $t=t_3$ 时,电压A2等于参考电压 $A1 \leftarrow V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_3'$ 时,在A2等于 $(V_{REF}-V_{OFF})$ 的情况下开始,这是由比较器的偏置电压引起的。此外,作为比较器的延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dhl}$ )才能使比较器输出的状态从高状态变为低状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_4$ 时变低。

[0152] 作为比较器输出B0的状态的变化的结果,在 $t_{4+}$ 时以下情况为真:

[0153] • B0='0'(低)

[0154] • XB0='1'(高)

[0155] • CLK='0'(低)

[0156] • 开关131、133、411和413闭合(132、134、412和414断开)

[0157] oVC1 $\leftarrow$ GND

[0158] oVC2 $\leftarrow$ VC

[0159] o A1 $\leftarrow$ VC

[0160] oA2 $\leftarrow$  $V_{REF}$

[0161] o由于电容器110和120的电荷在 $t=t_{4-}$ 时相等,因此在 $t=t_{4+}$ 时,电荷在电容器之间重新分配并等于零

[0162] o电容器110和120并联连接,总电容等于 $C_{REF}$

[0163] o节点A1←VC2←VC通过参考电阻器 $R_{REF}$ 充电至VDD,作为电容器110和120上的零电荷的结果,这些节点在 $t=t_{4+}$ 时为0V

[0164] 因此,以下公式描述了在时间间隔( $t_4 \sim t_6$ )内A1←VC2←VC的波形:

$$[0165] \quad A1(t) = VC2(t) = VC(t) = VDD \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t-t_4}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right) \right] \quad (108)$$

[0166] 在 $t=t_5$ 时,电压A1变得等于参考电压 $A2 - V_{REF}$ 。然而,比较仅在 $t=t_5'$ 时,在A1等于( $V_{REF} + V_{OFF}$ )的情况下开始,这是由比较器的偏置电压引起的。此外,作为比较器的延迟的结果,需要额外的时间(即, $t_{dlh}$ )才能使比较器输出的状态从低状态变为高状态。最后,比较器输出B0的状态在 $t=t_6$ 时变高。

[0167] 从分析能够得出结论,电路具有周期性行为,例如,由于时间间隔( $t_4 \sim t_6$ )与时间间隔( $t_0 \sim t_2$ )相同,随后的时间间隔( $t_6 \sim t_8$ )与时间间隔( $t_2 \sim t_4$ )相同,等等。

[0168] 因此,时间间隔( $t_2 \sim t_6$ )完全地描述了电路的一个周期,并且振荡周期能表示为:

$$[0169] \quad T_{OSC} = t_6 - t_2 = (t_3' - t_2) + (t_4 - t_3') + (t_5' - t_4) + (t_6 - t_5'). \quad (109)$$

[0170] 根据(107),以下内容有效:

$$[0171] \quad VC(t_3') = V_{REF} - V_{OFF} = VDD \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_3' - t_2}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right) \right], \quad (110)$$

$$[0172] \quad \frac{V_{REF} - V_{OFF}}{VDD} = 1 - \exp\left(-\frac{t_3' - t_2}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right), \quad (111)$$

$$[0173] \quad t_3' - t_2 = -R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{REF} - V_{OFF}}{VDD}\right). \quad (112)$$

[0174] 此外,根据(108),以下内容有效:

$$[0175] \quad VC(t_5') = V_{REF} + V_{OFF} = VDD \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_5' - t_4}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right) \right], \quad (113)$$

$$[0176] \quad \frac{V_{REF} + V_{OFF}}{VDD} = 1 - \exp\left(-\frac{t_5' - t_4}{R_{REF} \cdot C_{REF}}\right), \quad (114)$$

$$[0177] \quad t_5' - t_4 = -R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{REF} + V_{OFF}}{VDD}\right). \quad (115)$$

[0178] 此外,时间间隔( $t_3' \sim t_4$ )和( $t_5' \sim t_6$ )已被定义为:

$$[0179] \quad (t_4 - t_3') = t_{dhl}, \quad (116)$$

$$[0180] \quad (t_6 - t_5') = t_{dlh}. \quad (117)$$

[0181] 因此,振荡周期能表示为:

$$[0182] \quad T_{OSC} = -R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{REF} - V_{OFF}}{VDD}\right) + t_{dlh} - \\ -R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{REF} + V_{OFF}}{VDD}\right) + t_{dhl}, \quad (118)$$

[0183] 否则,记作:

$$[0184] \quad T_{OSC} = -R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln\left[\left(1 - \frac{V_{REF}}{VDD}\right)^2 - \left(\frac{V_{OFF}}{VDD}\right)^2\right] + t_{dlh} + t_{dhl}. \quad (119)$$

[0185] 由于以下表达式对于弛张振荡器通常是有效的:

$$[0186] \quad \left(1 - \frac{V_{REF}}{VDD}\right)^2 \gg \left(\frac{V_{OFF}}{VDD}\right)^2, \quad (120)$$

[0187] 因此(119)能进一步简化为:

$$[0188] \quad T_{osc} \approx -2 \cdot R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V_{REF}}{V_{DD}} \right] + t_{dlh} + t_{dhl} \quad (121)$$

[0189] 此外,根据(101),以下内容是有效的:

$$[0190] \quad \frac{V_{REF}}{V_{DD}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad (122)$$

[0191] 这意味着振荡周期的最终表达式是:

$$[0192] \quad T_{osc} \approx 2 \cdot R_{REF} \cdot C_{REF} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{R_1}{R_2} \right] + t_{dlh} + t_{dhl} \quad (123)$$

[0193] 因此,根据(123),振荡周期由参考元件 $R_{REF}$ 和 $C_{REF}$ 、分压电阻器R1和R2的比值、以及比较器的传播延迟 $t_{dlh}$ 和 $t_{dhl}$ 确定,同时偏置电压的贡献被抵消。

[0194] 图5示出了根据本公开原理的振荡器电路的替代实施例。图5中的振荡器使用不同的开关电容器电路100,该开关电容器电路包括两个开关电容器111、121而不是旋转电容器。电流源200由电阻器210形成,并且参考电压发生器305是欧姆分压器,其包括电阻器310、320,与图3的振荡器电路相同。

[0195] 图5中振荡器的开关电容器电路100包括第一电容器121,第一电容器121连接在开关电容器电路100的输出节点101与地电位端子10之间,其电容为 $C_{REF}$ 。开关141连接在电容器121的顶部板与电流供应节点103之间。另一开关144与电容器121并联连接,位于输出节点101与地电位端子10之间。开关141、144由缓冲器电路600所提供的互补信号XB0、B0操作。开关电容器电路100包括第二电容器111,第二电容器111连接到电路100的另一输出端子1010,其电容为 $C_{REF}$ 。开关142连接在电容器111的顶部板与电流供应节点103之间。另一个开关143与电容器111并联连接,位于输出节点1010与参考电位端子10之间。开关142、143由缓冲器电路600所提供的互补控制信号B0、XB0操作,使得开关141、142也彼此互补地操作,并且开关144、143彼此互补地操作。电路100的第一输出端子101连接到斩波器电路400的第一输入端子403,而电路100的第二输出端子1010连接到斩波器电路400的第二输入端子404。在操作期间,图5的电路的若干节点的行为与图3的电路的节点的行为相同,因此图4的描绘若干信号的波形图也适用于图5中的振荡器电路。

[0196] 使用开关电容器电路和斩波器级,结合比较器级还包括仅具有反向器和缓冲器而缓冲级中没有锁存电路的缓冲级的构思,能应用于许多类型的开关电容器电路,其中的两种类型(例如图1和图3中的旋转电容器电路以及图5中的开关电容器电路)作为代表性实施例示出。开关电容器级也可以执行RC行为以对开关电容器进行充电和放电。开关电容器电路应包括至少一个电容器,该电容器具有至少一个端子,该端子选择性地耦合到电源端子或地电位端子,以在充电、放电和积分阶段对电容器执行开关操作。

[0197] 图6示出了诸如光电设备的电子系统800,其包括根据上述的本公开的原理的弛张振荡器电路装置810。设备800包括电路部分820,电路部分820是数字电路,其可包括处理器和需要时钟信号进行时间离散操作的其它数字操作电路。振荡器电路810的端子700处的输出信号CLK被作为时基提供给数字电路部分820。在数字电路块820中使用的操作时钟可以直接从时钟信号CLK得到,或者可以是具有时钟信号CLK的频率的倍数的时钟信号或者具有与时钟信号CLK的频率相比具有降低的分频的时钟信号。振荡器电路装置810提供高稳定性

的时钟信号,该时钟信号是温度稳定的,并且对电源电压的变化相对不敏感。振荡器在干扰(例如电源电压中的电压尖峰或EMI事件)后是自恢复的。

[0198] 所公开的振荡器电路具有稳定的输出时钟频率,因为该输出时钟频率由电路的参数(例如RREF和CREF)确定,这些参数能以受控方式制造,其中比较器的偏置电压对输出频率没有影响,因为它被抵消了。

[0199] 对于本领域技术人员来说,显而易见的是,可以在不偏离所附权利要求所规定的公开精神或范围的情况下进行各种修改和变更。由于本领域技术人员可能会对包含本公开的精神和实质的所公开实施例进行修改、组合、子组合和变更,因此本公开应被解释为包括所附权利要求范围内的所有内容。

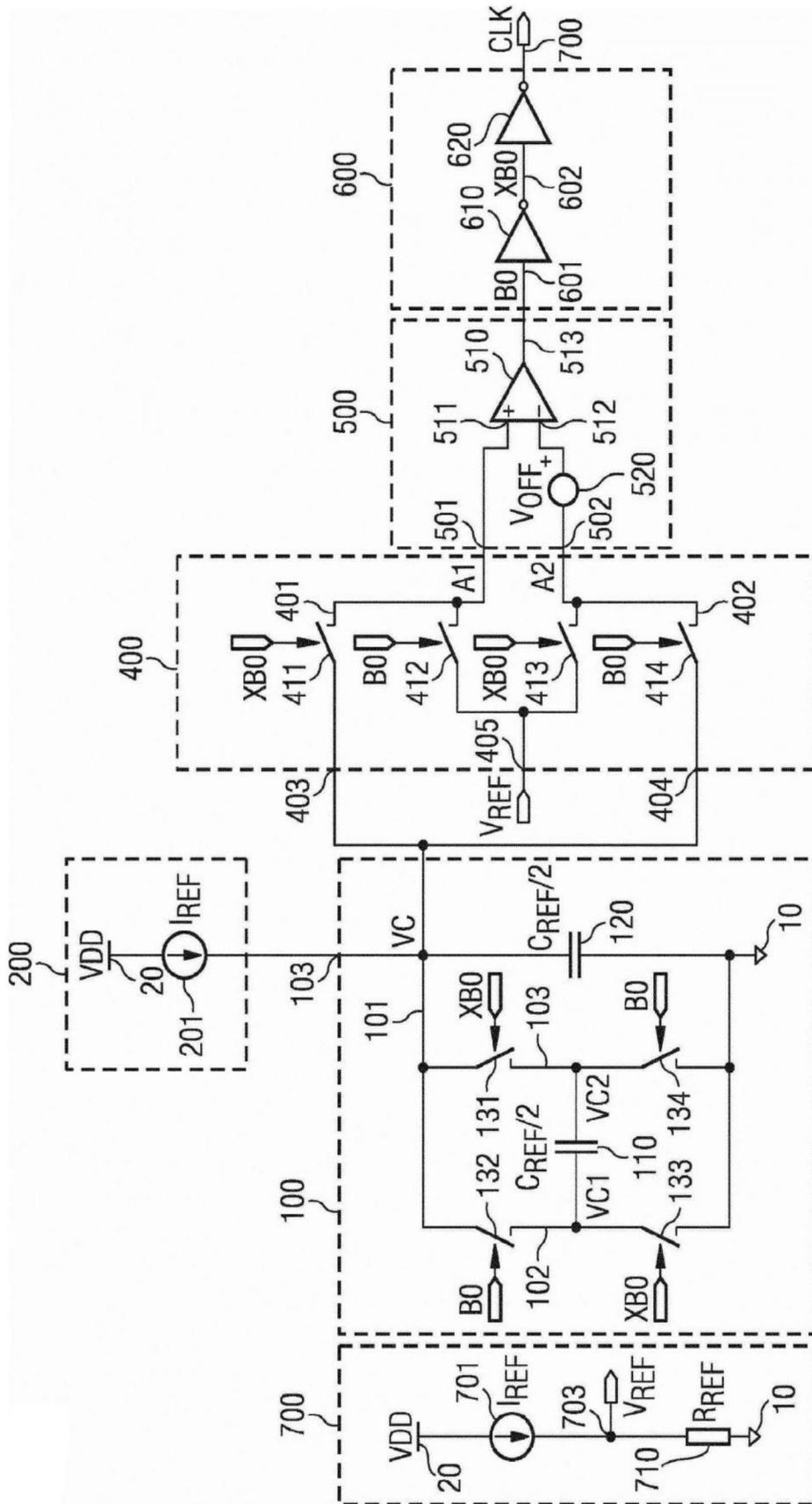


图1

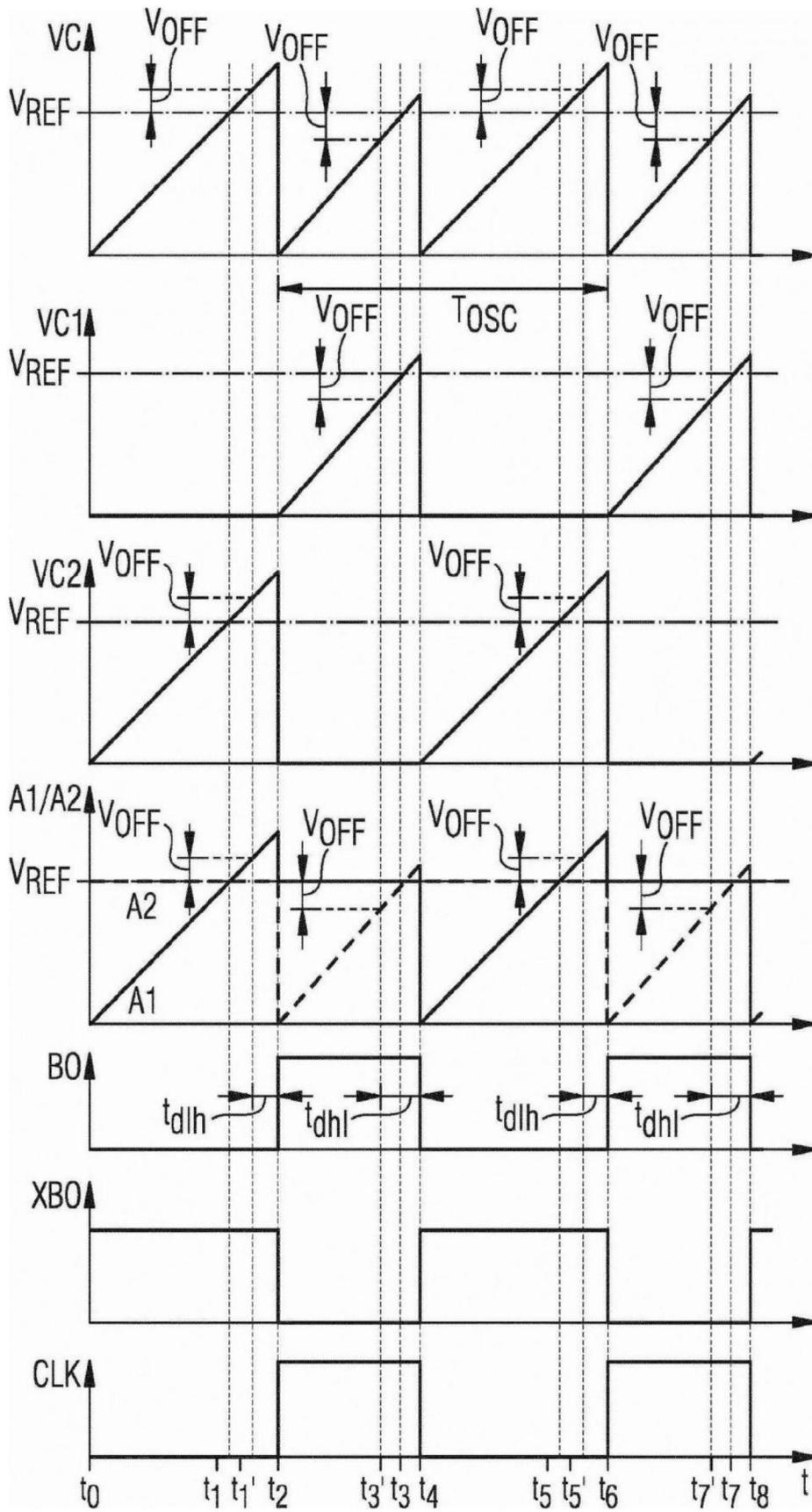


图2



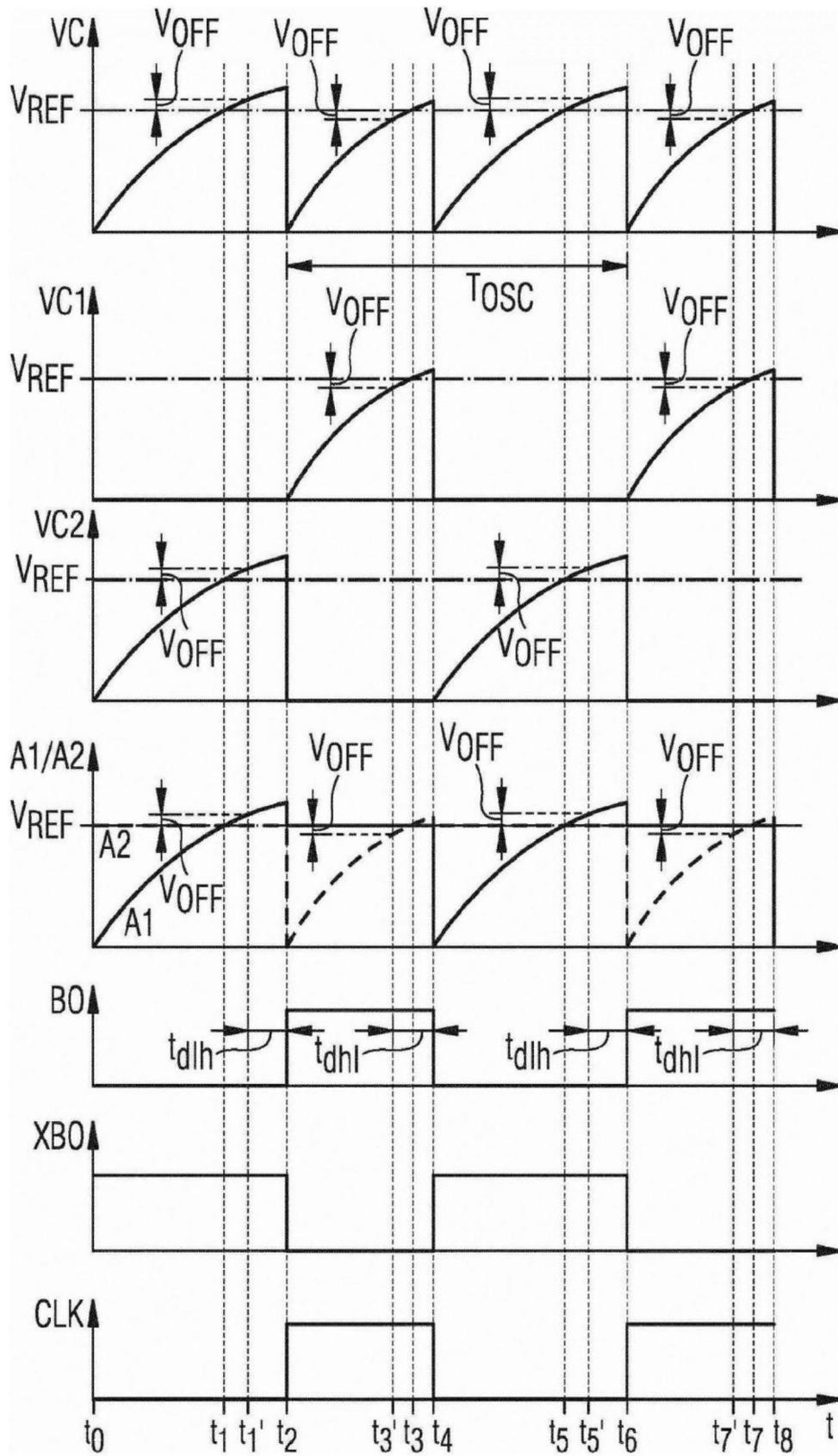


图4

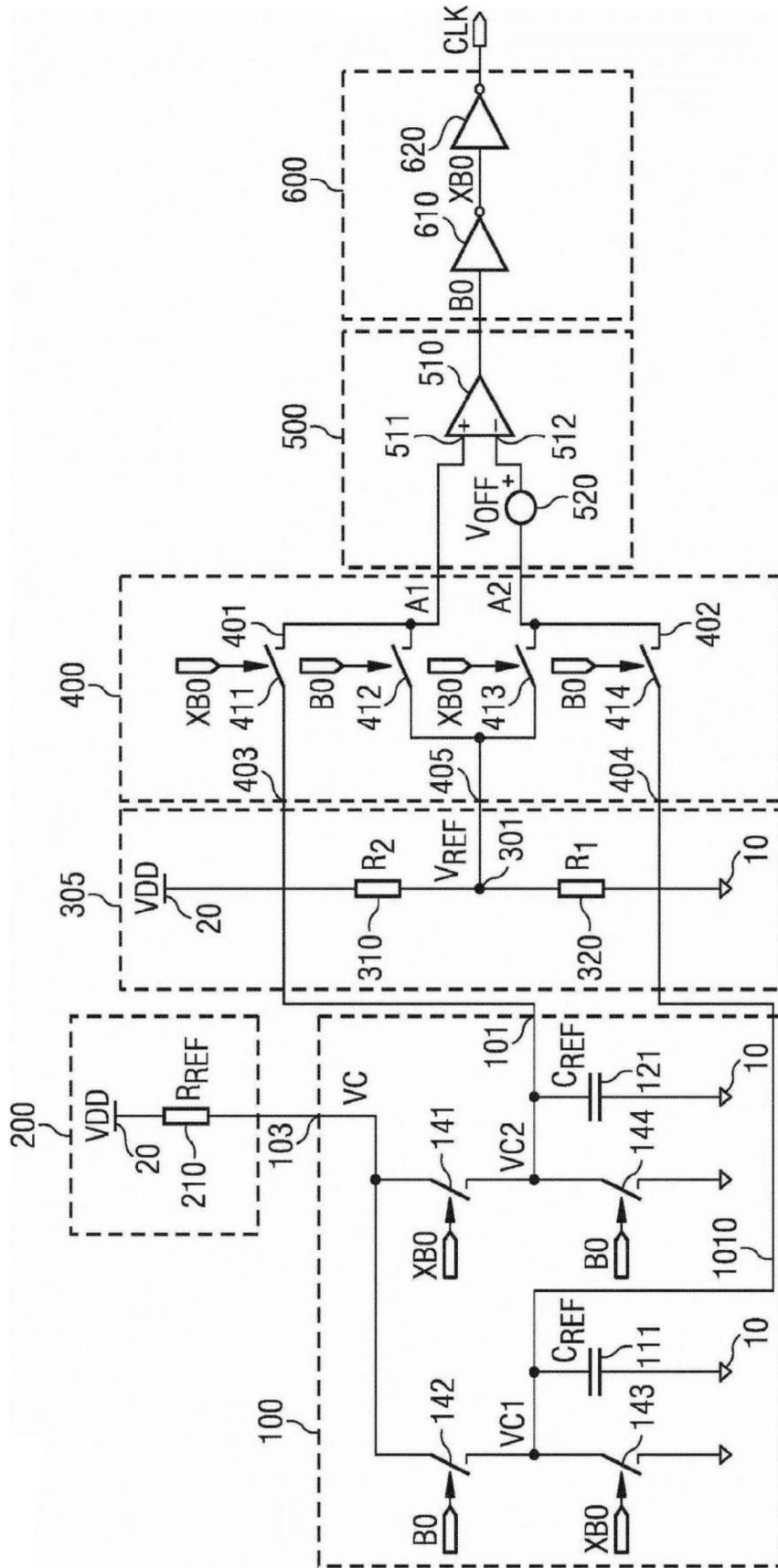


图5

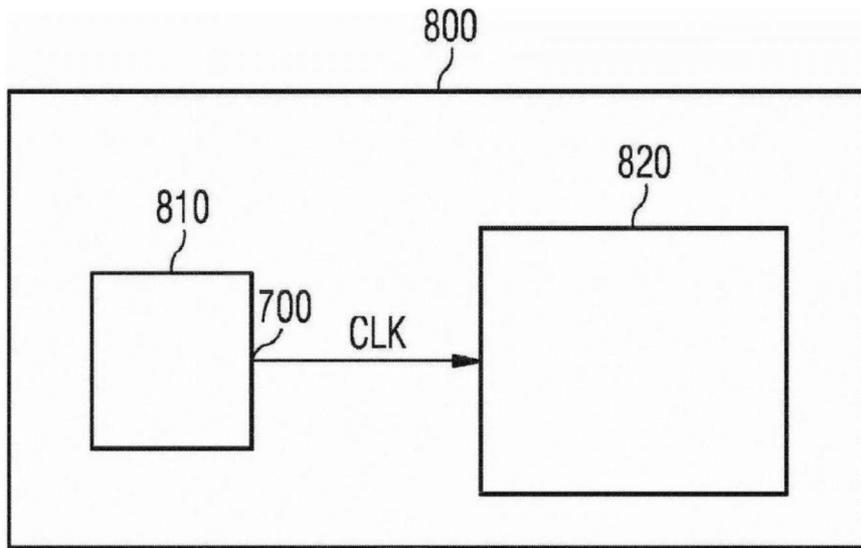


图6