



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103595402 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201310576652.5

US 6052036 A,2000.04.18,

(22)申请日 2013.11.18

CN 1695294 A,2005.11.09,

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 万洋

申请公布号 CN 103595402 A

(43)申请公布日 2014.02.19

(73)专利权人 四川和芯微电子股份有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区吉泰路
33号A座9楼

(72)发明人 邹铮贤

其他发明人请求不公开姓名

(51)Int.Cl.

H03L 1/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 203554414 U,2014.04.16,

CN 103391045 A,2013.11.13,

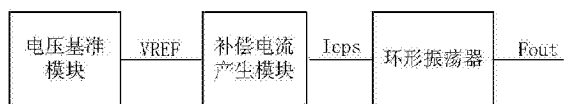
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

高精度振荡器

(57)摘要

本发明公开了一种高精度振荡器,其包括电压基准模块、补偿电流产生模块及环形振荡器;所述电压基准模块包括若干被测场效应管,并对所述被测场效应管进行工艺角检测,用来产生含有被测场效应管工艺角信息的基准电压,且将所述基准电压输入至所述补偿电流产生模块;所述补偿电流产生模块对基准电压进行温度补偿,并产生同时具备工艺补偿和温度补偿的电流,且所述补偿电流产生模块将产生的电流输入至所述环形振荡器;所述环形振荡器接收补偿电流产生模块产生的电流,并根据所述电流输出频率稳定的时钟。本发明的高精度振荡器将工艺补偿和温度补偿独立设计,二者互不影响,便于调节;且其输出时钟频率不受工艺和温度的影响,提高了输出时钟的精度。



1. 一种高精度振荡器,其特征在于,包括电压基准模块、补偿电流产生模块及环形振荡器;所述电压基准模块包括若干被测场效应管,并对所述被测场效应管进行工艺角检测而产生含有被测场效应管工艺角信息的基准电压,且将所述基准电压输入至所述补偿电流产生模块;所述补偿电流产生模块对基准电压进行温度补偿,并产生同时具备工艺补偿和温度补偿的补偿电流,且所述补偿电流产生模块将产生的补偿电流输入至所述环形振荡器;所述环形振荡器接收补偿电流产生模块产生的补偿电流,并根据所述补偿电流输出频率稳定的时钟;所述电压基准模块包括第一场效应管、第二场效应管、第三场效应管、第四场效应管、第五场效应管、第六场效应管、第七场效应管、第八场效应管、第一电阻及第二电阻;所述第一场效应管、第二场效应管及第三场效应管的栅极与漏极均接地,所述第一场效应管的源极与第七场效应管的源极连接,所述第二场效应管的源极与第一电阻的一端连接,所述第三场效应管的源极与第二电阻的一端连接,且所述第一场效应管、第二场效应管及第三场效应管为被测场效应管,以提供场效应管的工艺角信息;所述第四场效应管、第五场效应管及第六场效应管的源极均与外部电源连接,且其栅极均共同连接并与第五场效应管的漏极连接,所述第四场效应管的漏极与第七场效应管的漏极连接,所述第五场效应管的漏极与第八场效应管的漏极连接,所述第六场效应管的漏极与第二电阻的另一端连接,且输出基准电压;所述第七场效应管的栅极与漏极连接,并与所述第八场效应管的栅极连接;所述第八场效应管的源极与第一电阻的另一端连接。

2. 如权利要求1所述的高精度振荡器,其特征在于,所述第五场效应管的宽长比与第六场效应管的宽长比相同。

3. 如权利要求1所述的高精度振荡器,其特征在于,所述补偿电流产生模块包括第九场效应管、第十场效应管、第十一场效应管、第十二场效应管及运算放大器;所述第九场效应管的栅极与漏极接地,其源极与所述运算放大器的反相输入端及第十场效应管的源极连接;所述运算放大器的正相输入端与所述电压基准模块的输出端连接,其输出端与所述第十场效应管的栅极连接;所述第十场效应管的漏极与所述第十一场效应管的漏极及栅极共同连接,并与所述第十二场效应管的栅极连接;所述第十一场效应管及第十二场效应管的源极均与外部电源连接;所述第十二场效应管的漏极输出同时具备工艺补偿和温度补偿的电流。

4. 如权利要求3所述的高精度振荡器,其特征在于,所述第十一场效应管的宽长比与第十二场效应管的宽长比相同。

5. 如权利要求3所述的高精度振荡器,其特征在于,所述第九场效应管、第一场效应管、第二场效应管及第三场效应管均为P型场效应管。

6. 如权利要求1所述的高精度振荡器,其特征在于,所述环形振荡器包括第十三场效应管、第十四场效应管、第十五场效应管、比较器及多个振荡单元;所述第十三场效应管的漏极、栅极及第十四场效应管的栅极共同连接,并与所述补偿电流产生模块的输出端连接,所述第十三场效应管与第十四场效应管的源极均接地;所述第十四场效应管的漏极与第十五场效应管的漏极连接;所述第十五场效应管的漏极与栅极共同连接,并与各个所述振荡单元连接,其源极与外部电源连接;各个所述振荡单元依次相互串连,最后一个振荡单元的输出端与第一个振荡单元的输入端连接,且最后一个振荡单元的两输出端对应与所述比较器的两输入端连接,所述比较器的输出端输出频率稳定的时钟。

高精度振荡器

技术领域

[0001] 本发明涉及模拟电路振荡器技术领域,更具体地涉及一种高精度振荡器。

背景技术

[0002] 现有振荡器一般具备工艺补偿,很少引入温度补偿,故振荡器在实际工作中会随着温度的变化,其振荡器频率会发生改变,一般称之为温漂,使得其输出的时钟精度偏低。现有振荡器一般难以将工艺补偿和温度补偿分开设计,因为工艺补偿与温度补偿二者具有相互影响的关系,故很难调节,无法同时满足工艺补偿和温度补偿。

[0003] 因此,有必要提供一种改进的高精度振荡器来克服上述缺陷。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种高精度振荡器,本发明的高精度振荡器将工艺补偿和温度补偿独立设计,二者互不影响,便于调节;且其输出时钟频率不受工艺和温度的影响,提高了输出时钟的精度。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种高精度振荡器,其包括电压基准模块、补偿电流产生模块及环形振荡器;所述电压基准模块包括若干被测场效应管,并对所述被测场效应管进行工艺角检测以产生含有被测场效应管工艺角信息的基准电压,且将所述基准电压输入至所述补偿电流产生模块;所述补偿电流产生模块对基准电压进行温度补偿,并产生同时具备工艺补偿和温度补偿的电流,且所述补偿电流产生模块将产生的电流输入至所述环形振荡器;所述环形振荡器接收补偿电流产生模块产生的电流,并根据所述电流输出频率稳定的时钟。

[0006] 较佳地,所述电压基准模块包括第一场效应管、第二场效应管、第三场效应管、第四场效应管、第五场效应管、第六场效应管、第七场效应管、第八场效应管、第一电阻及第二电阻;所述第一场效应管、第二场效应管及第三场效应管的栅极与漏极均接地,所述第一场效应管的源极与第七场效应管的源极连接,所述第二场效应管的源极与第一电阻的一端连接,所述第三场效应管的源极与第二电阻的一端连接,且所述第一场效应管、第二场效应管及第三场效应管为被测场效应管,以提供场效应管的工艺角信息;所述第四场效应管、第五场效应管及第六场效应管的源极均与外部电源连接,且所述第四场效应管、第五场效应管及第六场效应管的栅极均与所述第五场效应管的漏极连接,所述第四场效应管的漏极与第七场效应管的漏极连接,所述第五场效应管的漏极与第八场效应管的漏极连接,所述第六场效应管的漏极与第二电阻的另一端连接,且输出基准电压;所述第七场效应管的栅极与漏极连接,并与所述第八场效应管的栅极连接;所述第八场效应管的源极与第一电阻的另一端连接。

[0007] 较佳地,所述第五场效应管的宽长比与第六场效应管的宽长比相同。

[0008] 较佳地,所述补偿电流产生模块包括第九场效应管、第十场效应管、第十一场效应管、第十二场效应管及运算放大器;所述第九场效应管的栅极与漏极接地,其源极与所述运

算放大器的反相输入端及第十场效应管的源极连接；所述运算放大器的正相输入端与所述电压基准模块的输出端连接，其输出端与所述第十场效应管的栅极连接；所述第十场效应管的漏极与所述第十一场效应管的漏极及栅极共同连接，并与所述第十二场效应管的栅极连接；所述第十一场效应管及第十二场效应管的源极均与外部电源连接；所述第十二场效应管的漏极输出同时具备工艺补偿和温度补偿的电流。

[0009] 较佳地，所述第十一场效应管的宽长比与第十二场效应管的宽长比相同。

[0010] 较佳地，所述第一场效应管、第二场效应管、第三场效应管及第九场效应管均为P型场效应管。

[0011] 较佳地，所述环形振荡器包括第十三场效应管、第十四场效应管、第十五场效应管、比较器及多个振荡单元；所述第十三场效应管的漏极、栅极及第十四场效应管的栅极共同连接，并与所述补偿电流产生模块的输出端连接，所述第十三场效应管与第十四场效应管的源极均接地；所述第十四场效应管的漏极与第十五场效应管的漏极连接；所述第十五场效应管的漏极与栅极共同连接，并与各个所述振荡单元连接，其源极与外部电源连接；各个所述振荡单元依次相互串连，最后一个振荡单元的输出端与第一个振荡单元的输入端连接，且最后一个振荡单元的两输出端对应与所述比较器的两输入端连接，所述比较器的输出端输出频率稳定的时钟。

[0012] 本发明的高精度振荡器，由于所述电压基准模块包括若干被测场效应管，并对所述被测场效应管进行工艺角检测而产生含有被测场效应管工艺角信息的基准电压，且将所述基准电压输入至所述补偿电流产生模块；所述补偿电流产生模块对基准电压进行温度补偿，并产生同时具备工艺补偿和温度补偿的电流，且所述补偿电流产生模块将产生的电流输入至所述环形振荡器；从而将工艺补偿和温度补偿独立设计，二者互不影响，便于调节；而且同时对输出的时钟进行了工艺补偿与温度补偿，使得输出时钟频率不受工艺和温度的影响，提高了输出时钟的精度。

[0013] 通过以下的描述并结合附图，本发明将变得更加清晰，这些附图用于解释本发明。

附图说明

[0014] 图1为本发明高精度振荡器的系统框图。

[0015] 图2为图1所示电压基准模块的电路结构图。

[0016] 图3为图1所示补偿电流产生模块的电路结构图。

[0017] 图4为图3所示补偿电流产生模块输出电流随场效应管的工艺和温度变化的特性图

[0018] 图5为图1所示环形振荡器的电路结构图。

[0019] 图6为本发明一个振荡单元的电路结构图。

具体实施方式

[0020] 现在参考附图描述本发明的实施例，附图中类似的元件标号代表类似的元件。如上所述，本发明提供了一种高精度振荡器，本发明的高精度振荡器将工艺补偿和温度补偿独立设计，二者互不影响，便于调节；且其输出时钟频率不受工艺和温度的影响，提高了输出时钟的精度。

[0021] 请参考图1,图1为本发明高精度振荡器的系统框图。如图所示,本发明的高精度振荡器包括电压基准模块、补偿电流产生模块及环形振荡器;所述电压基准模块产生含有场效应管工艺角信息的基准电压 V_{REF} ,且将所述基准电压 V_{REF} 输入至所述补偿电流产生模块;所述补偿电流产生模块对基准电压 V_{REF} 进行温度补偿,并产生同时具备工艺补偿和温度补偿的补偿电流 I_{cps} ,且所述补偿电流产生模块将产生的补偿电流 I_{cps} 输入至所述环形振荡器;所述环形振荡器接收补偿电流产生模块产生的补偿电流 I_{cps} ,并输出频率稳定的时钟 F_{out} 。

[0022] 请再结合参考图2,图2为图1所示电压基准模块的电路结构图。如图所示,所述电压基准模块包括第一场效应管M1、第二场效应管M2、第三场效应管M3、第四场效应管M4、第五场效应管M5、第六场效应管M6、第七场效应管M7、第八场效应管M8、第一电阻R1及第二电阻R2;所述第一场效应管M1、第二场效应管M2及第三场效应管M3的栅极与漏极均接地,所述第一场效应管M1的源极与第七场效应管M7的源极连接,所述第二场效应管M2的源极与第一电阻R1的一端连接,所述第三场效应管M3的源极与第二电阻R2的一端连接,且所述第一场效应管M1、第二场效应管M2及第三场效应管M3为被测场效应管,以提供场效应管的工艺角信息;所述第四场效应管M4、第五场效应管M5及第六场效应管M6的源极均与外部电源VCC连接,且其栅极均共同连接并与第五场效应管M5的漏极连接,所述第四场效应管M4的漏极与第七场效应管M7的漏极连接,所述第五场效应管M5的漏极与第八场效应管M8的漏极连接,所述第六场效应管M6的漏极与第二电阻R2的另一端连接,且输出基准电压 V_{REF} ;所述第七场效应管M7的栅极与漏极连接,并与所述第八场效应管M8的栅极连接;所述第八场效应管M8的源极与第一电阻R1的另一端连接。在本发明的优选实施方式中,所述第五场效应管M5的宽长比与第六场效应管M6的宽长比相同。

[0023] 所述电压基准模块通过比较第一场效应管M1、第二场效应管M2及第三场效应管M3的栅极电压,其比较结果中含有工艺角的信息,从而实现对第一场效应管M1、第二场效应管M2及第三场效应管M3的工艺角检测。且第四场效应管M4、第五场效应管M5、第七场效应管M7及第八场效应管M8组成一个运算放大器,以使电压 V_1 、 V_3 相等;同时使流过第五场效应管M5的电流镜像至第六场效应管M6,且设定流过第五场效应管M5的电流为 I 。所述第一电阻R1使其两端的电压差 V_R (即电压 V_2 、 V_3 的电压差)转换为电流 I ,且明显地,所述电流 I 中含有第一场效应管M1、第二场效应管M2工艺角信息;第二电阻R2和第三场效应管M3接收流过第六场效应管M6的电流,并将该电流转换为基准电压 V_{REF} ,由于基准电压 V_{REF} 是由含有第一场效应管M1、第二场效应管M2工艺角信息的电流 I 和第三场效应管M3的栅极电压共同组成,故所述基准电压 V_{REF} 含有第一场效应管M1、第二场效应管M2及第三场效应管M3的工艺角信息。具体地:

[0024] 第一场效应管M1、第二场效应管M2的栅源电压 V_1 、 V_2 分别为:

$$[0025] \quad V_1 = V_{th} + \sqrt{\frac{2I}{Cox * \mu_p * (W/L)_1}}$$

$$[0026] \quad V_2 = V_{th} + \sqrt{\frac{2I}{Cox * \mu_p * (W/L)_2}}$$

[0027] 由于 $V_1 = V_3$,则第一电阻R1两端的电压差 V_R 为:

$$[0028] \quad VR = V3 - V2 = \sqrt{\frac{2I}{Cox * up}} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)$$

[0029] 则：

$$[0030] \quad VR = I * R1 = \sqrt{\frac{2I}{Cox * up}} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)$$

[0031] 解得：

$$[0032] \quad I = \frac{2}{Cox * up * R1} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)^2$$

[0033] 由于第五场效应管M5与第六场效应管M6的宽长比相等，故流过第六场效应M6的电流也为I，则第六场效应管M6的栅源电压V4为：

$$[0034] \quad V4 = Vth + \frac{2}{Cox * up} * \sqrt{\frac{1}{R1 * (W/L)_3}} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)$$

[0035] 则输出的基准电压VREF为：

[0036]

$$VREF = V4 + I * R2$$

$$= Vth + \frac{2}{Cox * up} * \sqrt{\frac{1}{R1 * (W/L)_3}} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right) + \frac{2}{Cox * up} * \frac{R2}{R1} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)^2$$

[0037] 令：

$$[0038] \quad \alpha = \sqrt{\frac{1}{R1 * (W/L)_3}} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right), \quad \beta = \frac{R2}{R1} * \left(\sqrt{\frac{1}{(W/L)_1}} - \sqrt{\frac{1}{(W/L)_2}} \right)^2$$

[0039] 则：

$$[0040] \quad VREF = Vth + \frac{2}{Cox * up} * (\alpha + \beta)$$

[0041] 其中Vth为第一场效应管M1、第二场效应管M2、第三场效应管M3的阈值电压，Cox为栅单位电容，up为电子迁移率， α 、 β 为常数，W/L为相应场效应管的宽长比；当场效应管的工艺角处于慢工艺时，Vth增大，Cox减小，则基准电压VREF增大；当场效应管的工艺角处于快工艺时，Vth减小，Cox增大，则基准电压VREF减小；可见，基准电压VREF的变化反映了场效应管工艺角的变化；同时，由于Vth为正温系数，up为负温系数，则基准电压VREF与温度无关，不随温度变化而变化，即基准电压VREF仅反映工艺角变化，可对场效应管进行工艺补偿。

[0042] 请再结合参考图3，本发明的高精度振荡器的所述补偿电流产生模块包括九场效应管M9、第十场效应管M10、第十一场效应管M11、第十二场效应管M12及运算放大器OP；所述第九场效应管M9的栅极与漏极接地，其源极与所述运算放大器OP的反相输入端及第十场效应管M10的源极连接；所述运算放大器OP的正相输入端与所述电压基准模块的输出端（即所述第六场效应管M6的漏极）连接，其输出端与所述第十场效应管M10的栅极连接；所述第十场效应管M10的漏极与所述第十一场效应管M11的漏极及栅极共同连接，并与所述第十二场

效应管M12的栅极连接；所述第十一场效应管M11及第十二场效应管M12的源极均与外部电源VCC连接；所述第十二场效应管M12的漏极输出同时具备工艺补偿和温度补偿的补偿电流Icps。且在本发明的优选实施例中，所述第十一场效应管M11的宽长比与第十二场效应管M12的宽长比相同。

[0043] 具体地，在所述补偿电流产生模块中，所述运算放大器OP和第十场效应管M10构成负反馈环路，以强制运算放大器OP的负相输入端的电压Vg等于基准电压VREF；当整个所述高精度振荡器工作时，所述第九场效应管M9产生电流I1，且由图3可知，流过所述第十一场效应管M11的电流等于电流I1；由于所述第十一场效应管M11与第十二场效应管M12的宽长比相等，则所述第十二场效应管M12可以1:1的比例镜像所述第十一场效应管M11上的电流I1，并将镜像后的电流I1输出，即为补偿电流产生模块输出的补偿电流Icps。且补偿电流Icps等于流过第九场效应管M9的电流I1。具体原理如下：

[0044] 由于负反馈环路的存在，Vg=VREF，因为电压Vg是第九场效应管M9的栅源电压，则第九场效应管M9产生的电流为：

$$I1 = \frac{1}{2} * Cox * up * (W/L)_9 * (VREF - Vth9)^2$$

[0045]

$$= \frac{1}{2} * Cox * up * (W/L)_9 * (Vth9 - Vth + \frac{2}{Cox * up} * (\alpha + \beta))^2$$

[0046] 因为第九场效应管M9和电压基准模块的第一场效应管M1、第二场效应管M2、第三场效应管M3均为P型场效应管，故第九场效应管M9的阈值电压Vth9与第三场效应管M3的阈值电压Vth相等，故在上式中可以直接消去；则上式可变为：

$$I1 = \frac{2}{Cox * up} * (W/L)_9 * (\alpha + \beta)^2$$

[0047] (W/L)₉为第九场效应管M9的宽长比。由于α、β为常数，令ε=2*(α+β)²，得：

$$I1 = Icps = \varepsilon * (W/L)_9 * \frac{1}{Cox * up}$$

[0048]

[0049] 由上式可得，当工艺角处于慢工艺时，cox减小，则I1增大；当工艺角处于快工艺时，Cox增大，则I1减小，所以补偿电流I1反映了工艺角的变化；up为负温系数，由上式可知，I1与up成反比，则I1具备正温系数，即实现了对电流I1的温度补偿，且补偿电流Icps中还包含有工艺的变化信息（即Cox和up，它们二者反应了场效应管工艺角的变化）；同时，通过调节第九场效应管M9的宽长比(W/L)₉，可以调节电流I1的温度系数。可见，所述补偿电流产生模块对输出的补偿电流Icps进行了温度补偿（正温补偿），并可以通过调节第九场效应管M9的宽长比(W/L)₉，调节补偿电流Icps的温度系数；同时，由于电压基准模块的输出的基准电压VREF包含了工艺信息，故补偿电流Icps也具备工艺信息，不同工艺下，具备不同的电流值。补偿电流Icps的特性如图4，其中SS表示慢工艺角，FF表示快工艺角，TT表示中间工艺角。

[0050] 请再结合参考图5，本发明的高精度振荡器的所述环形振荡器包括第十三场效应管M13、第十四场效应管M14、第十五场效应管M15、比较器CMP及多个振荡单元，在本发明的优选实施方式中，所述振荡单元为三个，分别为D1、D2、D3，明显地，振荡单元的个数并不限于此；所述第十三场效应管M13的漏极、栅极及第十四场效应管M14的栅极共同连接，并与所

述补偿电流产生模块的输出端(即所述第十二场效应管M12的漏极)连接,所述第十三场效应管M13与第十四场效应管M14的源极均接地;所述第十四场效应管M14的漏极与第十五场效应管M15的漏极连接;所述第十五场效应管M15的漏极与栅极共同连接,并与各个所述振荡单元连接,其源极与外部电源连接;各个所述振荡单元依次相互串连,最后一个振荡单元的输出端与第一个振荡单元的输入端连接,且最后一个振荡单元的两输出端对应与所述比较器CMP的两输入端连接;即,所述振荡单元D1的输出端与所述振荡单元D2的输入端连接,所述振荡单元D2的输出端与所述振荡单元D3的输入端连接,且所述振荡单元D3的输出端与所述振荡单元D1的输入端连接,从而所述三个振荡单元形成一个闭合的回路;且所述振荡单元的具体结构及原理为本领域技术人员所熟知(电路结构如图6所示),在此不再细述。所述比较器CMP的输出端输出频率稳定的时钟Fout。

[0051] 请同时结合参考图5及图6,在所述环形振荡器中,所述第十三场效应管M13、第十四场效应管M14、第十五场效应管M15将补偿电流Icps镜像并输送至振荡单元D1、D2、D3,所述振荡单元D1、D2、D3发生自由震荡,最终由且所述振荡单元D3输出差分信号;所述比较器CMP将差分信号转换成时钟Fout输出。其中各个所述振荡单元的场效应管M1a、M1b为输入管,且与补偿电流产生模块的第九场效应管M9相匹配;场效应管Mb1接收经过镜像后的补偿电流Icps,并对振荡单元进行偏置;场效应管Mc1a、Mc1b为负载电容,电阻R1a和R1b为负载电阻;在使用过程中,要保证环行振荡器的输出的时钟Fout的频率不变,须保证各个振荡单元的gm(跨导)不变,即各个振荡单元的场效应管M1a、M1b的gm不变,其gm表示为:

$$[0052] \quad gm = \sqrt{Cox * up * (W/L)_{1x} * Ib}$$

[0053] 其中(W/L)_{1x}为场效应管M1a、M1b的宽长比,Ib为流过场效应管M1a、M1b的电流,设置场效应管M15的宽长比为(W/L)₁₅与场效应管Mb1的宽长比(W/L)_{b1}的关系为(W/L)_{b1}=2a*(W/L)₁₅,则Ib=a*Icps,故gm表达式变为:

[0054]

$$gm = \sqrt{Cox * up * (W/L)_1 * Ib} = \sqrt{Cox * up * (W/L)_1 * a * Icps}$$

$$= \sqrt{Cox * up * (W/L)_1 * a * \epsilon * (W/L)_{1x} * \frac{1}{Cox * up}} = \sqrt{(W/L)_1 * a * \epsilon * (W/L)_{1x}}$$

[0055] 其中a、 ϵ 均为常量,(W/L)₁、(W/L)_{1x}与工艺和温度无关,也为常量,故可知gm为常量,不随环形振荡器的场效应管M1a、M1b的工艺和温度变化。

[0056] 由上述可知,本发明的高精度振荡器将工艺补偿和温度补偿独立设计,二者互不影响,便于调节;且其输出时钟频率不受环形振荡器内部场效应管的工艺和温度的影响,提高了输出时钟的精度。

[0057] 以上结合最佳实施例对本发明进行了描述,但本发明并不局限于以上揭示的实施例,而应当涵盖各种根据本发明的本质进行的修改、等效组合。

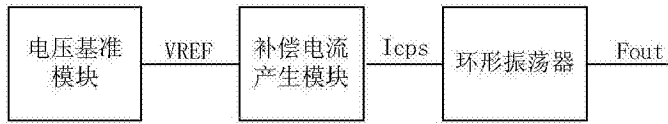


图1

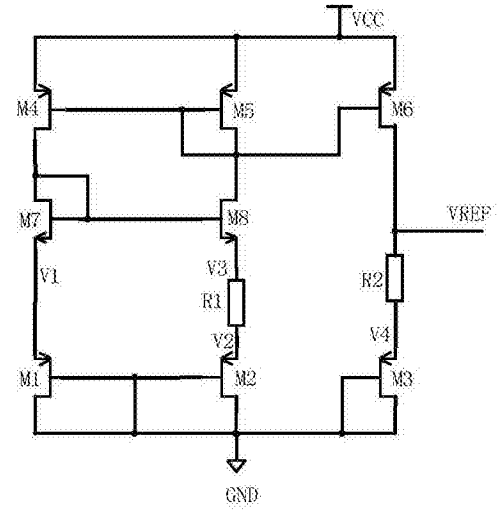


图2

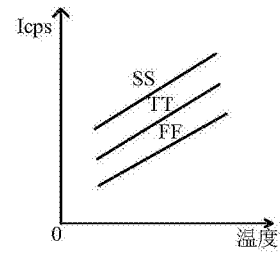
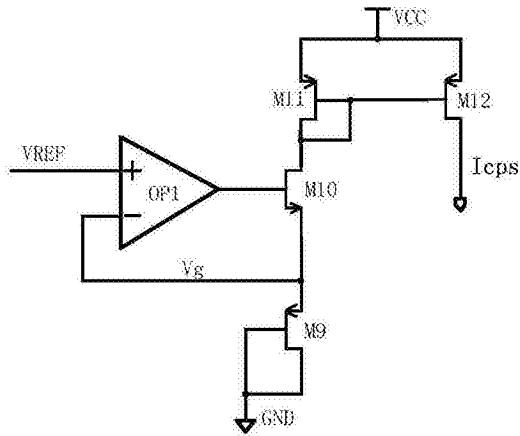


图4

图3

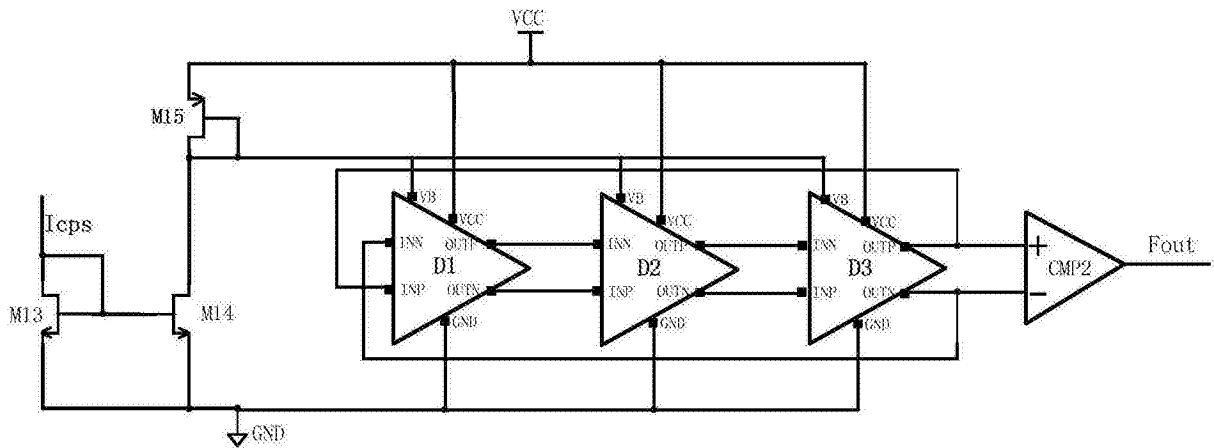


图5

