



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113359933 B

(45) 授权公告日 2023.06.23

(21) 申请号 202110747647.0

审查员 李慧

(22) 申请日 2021.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113359933 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(73) 专利权人 西交利物浦大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖高等教育区仁爱路111号

(72) 发明人 李昂 刘雯 赵胤超 文辉清

(74) 专利代理机构 苏州谨和知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 32295

专利代理师 叶栋

(51) Int.Cl.

G05F 1/567(2006.01)

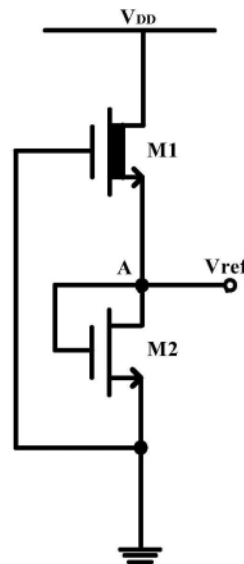
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

参考电压产生电路

(57) 摘要

本申请涉及一种参考电压产生电路,包括:耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管,所述耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管串联连接;所述参考电压产生电路通过所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压匹配,使所述耗尽型氮化镓基MOS管与所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压的绝对值相等,以使所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的串联连接点输出稳定的参考电压。



1. 一种参考电压产生电路,其特征在于,包括:

互补的耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管,所述耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管串联连接;

所述参考电压产生电路通过所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压匹配,使所述耗尽型氮化镓基MOS管与所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压的绝对值相等,以使所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的串联连接点输出稳定的参考电压;

其中,GaN基底的MOS管能够在0~100V下稳定工作,所述参考电压产生电路具体为:

所述耗尽型氮化镓基MOS管的漏极接入电源电压,所述耗尽型氮化镓基MOS管的栅极接地;

所述增强型氮化镓基MOS管的栅极和漏极相连,所述增强型氮化镓基MOS管的源极接地,所述增强型氮化镓基MOS管的栅极和漏极的连接点产生参考电压;当接入所述电源电压后,所述耗尽型氮化镓基MOS管接通,所述连接点电压瞬间达到所述耗尽型氮化镓基MOS管的阈值电压,当所述连接点电压大于所述耗尽型氮化镓基MOS管的阈值电压的同时所述增强型氮化镓基MOS管导通;

所述参考电压产生电路通过对所述耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管进行高温下的阈值电压漂移补偿,以实现所述参考电压产生电路高温下的温度补偿;所述高温下的阈值电压漂移补偿,包括:

所述参考电压产生电路的输出为与绝对温度成正比以及与绝对温度互补的参考电压,以实现在高温下保持稳定的参考电压输出;

所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压随温度升高而上升,以实现输出与绝对温度成正比PTAT的参考电压;

所述耗尽型氮化镓基MOS管的阈值电压的绝对值随温度升高而减少,以实现输出与绝对温度互补CTAT的参考电压;在PTAT与CTAT同时匹配的情况下,参考电压产生电路实现在高温下保持稳定的参考电压输出;

所述增强型氮化镓基MOS管的栅极宽度小于100微米;所述耗尽型氮化镓基MOS管的栅极宽度小于10微米。

2. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于,所述耗尽型氮化镓MOS管的栅极宽度与所述增强型氮化镓基MOS管的栅极宽度的比值为1:10。

参考电压产生电路

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路技术领域,具体涉及一种参考电压产生电路。

背景技术

[0002] CMOS电路的基本单元电路反相器由N沟道和P沟道MOS场效应晶体管对管构成,以推挽形式工作,能实现一定逻辑功能的集成电路,简称CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor,互补金属氧化物半导体)。

[0003] 在传统的CMOS技术中,受限于Si(硅)材料的电子迁移率和禁带宽度。CMOS电源电压只能在低压工作,只能在不超过5V的范围下工作,但实际工业应用需要有上百伏的宽范围的工作电压。

[0004] 同时, Si只能在125℃下工作,而电动汽车、石油等电子系统需要150℃~300℃的工作温度。因此传统的Si基CMOS电路受到大电压应用和高温应用的限制。

[0005] 而且以往的CMOS电路的参考电压产生电路,由于受到Si基器件电压范围的限制,需要在输入电压部分接入预调整级以实现安全工作,并且后端设置缓冲级输出到下一部分。从而使得参考电压产生电路的逻辑模块复杂,工作电源电压范围小。

[0006] 因此,有必要对现有技术予以改良以克服现有技术中的所述缺陷。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种参考电压产生电路,以解决现有技术中参考电压产生电路的逻辑模块复杂、工作电源电压范围小等问题。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案实现:

[0009] 一种参考电压产生电路,包括:

[0010] 互补的耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管,所述耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管串联连接;

[0011] 所述参考电压产生电路通过所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压匹配,使所述耗尽型氮化镓基MOS管与所述增强型氮化镓基MOS管的阈值电压的绝对值相等,以使所述耗尽型氮化镓基MOS管和所述增强型氮化镓基MOS管的串联连接点输出稳定的参考电压。

[0012] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,该参考电压产生电路通过对所述耗尽型氮化镓基MOS管和增强型氮化镓基MOS管进行高温下的阈值电压漂移补偿,以实现所述参考电压产生电路高温下的温度补偿。

[0013] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,所述参考电压产生电路具体为:

[0014] 所述耗尽型氮化镓基MOS管的漏极接入电源电压,所述耗尽型氮化镓基MOS管的栅极接地;

[0015] 所述增强型氮化镓基MOS管的栅极和漏极相连,所述增强型氮化镓基MOS管的源极

接地,所述增强型氮化镓基MOS管的栅极和漏极的连接点产生参考电压。

[0016] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,高温下的阈值电压漂移补偿,包括:

[0017] 所述参考电压产生电路的输出为与绝对温度成正比以及与绝对温度互补的参考电压,以实现在高温下保持稳定的参考电压输出。

[0018] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,增强型氮化镓基MOS管的阈值电压随温度升高而上升,以实现输出与绝对温度成正比的参考电压。

[0019] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,耗尽型氮化镓基MOS管的阈值电压的绝对值随温度升高而减少,以实现输出与绝对温度互补的参考电压。

[0020] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,耗尽型氮化镓MOS管的栅极宽度与所述增强型氮化镓基MOS管的栅极宽度的比值为1:10。

[0021] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,增强型氮化镓MOS管的栅极宽度小于100微米。

[0022] 可选地,在本发明参考电压产生电路的一个实施例中,耗尽型氮化镓基MOS管的栅极宽度小于10微米。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:通过使用GaN基的MOS管代替Si基的MOS管组成集成电路,由于GaN器件的宽禁带和高击穿电场,实现了大范围的电源电压输出和高温稳定工作的效果。

[0024] 通过使用GaN基的集成电路,其高耐压的特点使其可省略电路保护部分,如预防大级和缓冲级,输入信号能直接用于电路中且输出信号能直接用于下一级,实现了简洁的电路拓扑,减少了电路的功率损耗。

[0025] 通过GaN器件的组成的电路,避免了使用肖特基二极管,使电路设计更方便,器件制备条件更稳定,芯片均匀性进一步提高。同时,本发明的电路结构由更少的器件组成,提高的集成电路的转换效率减少了功耗。

附图说明

[0026] 图1是本发明的参考电压产生电路的电路原理图。

具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0028] 传统的Si基的CMOS电路,由于受到大电压应用和高温应用的限制,需要在输入电压部分接入预调整级以实现安全工作,并且后端设置缓冲级输出到下一部分,使得参考电压产生电路的逻辑模块复杂,工作电源电压范围小。

[0029] 针对上述技术问题,可以采用GaN(氮化镓)基器件。基于GaN(氮化镓)基器件的参考电压产生电路将耗尽型GaN基器件与肖特基二极管(SBD)相连,通过基电流匹配,产生参考电压。

[0030] 但是上述结构产生的参考电压,受到电源电压和肖特基二极管压降的影响,在不

同的参考电压变化下,不能产生一个稳定的参考电压输出。同时,由于大电流匹配的影响,功耗变大,且效率降低。

[0031] 为解决上述参考电压产生电路不能产生一个稳定的参考电压输出的技术问题,本发明提供一种CMOS集成电路的参考电压产生电路。如图1所示,该参考电压产生电路,包括:

[0032] 耗尽型氮化镓基MOS管M1和增强型氮化镓基MOS管M2。

[0033] 耗尽型氮化镓基MOS管M1和增强型氮化镓基MOS管M2串联连接。

[0034] 其中,耗尽型氮化镓基MOS管M1和增强型氮化镓基MOS管M2的串联连接点产生参考电压 V_{ref} 。

[0035] 本实施例采用GaN基底的MOS管,GaN基底的MOS管有大电压工作的特点,能够在0~100V下稳定工作。同时,由于GaN本身的抗高温特性,使GaN基底的MOS管能够在0~300°C的温度范围内工作。

[0036] 本实施例的参考电压产生电路通过对耗尽型氮化镓基MOS管M1和增强型氮化镓基MOS管M2的阈值电压进行匹配,使耗尽型氮化镓基MOS管M1与增强型氮化镓基MOS管M2的阈值电压的绝对值相等。

[0037] 具体地,为了实现M1与M2的阈值电压匹配,即M1的阈值电压与M2的阈值电压绝对值相等,可选地,本实施例设置耗尽型氮化镓MOS管M1的栅极宽度与增强型氮化镓基MOS管M2的栅极宽度的比值为1:10。

[0038] 进一步地,为了减小电路工作过程中的功耗,本实施例设置耗尽型氮化镓基MOS管的栅极宽度小于10微米,同时设置增强型氮化镓MOS管的栅极宽度小于100微米。

[0039] 可选地,本实施例的参考电压产生电路具体实现如下:

[0040] 耗尽型氮化镓基MOS管M1的漏极接入电源电压VDD,耗尽型氮化镓基MOS管M1的栅极接地,耗尽型氮化镓基MOS管M1的源极与增强型氮化镓基MOS管M2的漏极相连。

[0041] 增强型氮化镓基MOS管M2的栅极和漏极相连,增强型氮化镓基MOS管的源极接地,增强型氮化镓基MOS管M2的栅极和漏极的连接点产生参考电压。

[0042] 具体地,M1的源极与M2的漏极的连接点A为参考电压输出点,输出参考电压 V_{ref} 。

[0043] 本实施例中,由于M2的源极接地,因此,输出的参考电压 V_{ref} 实际为M2的漏极电压。

[0044] 根据图1,M1的栅极接地,所以M1的栅源电压 $V_{GS,D}$ 就等于负的M1的源极电压。

[0045] 由于M1的源极与M2的漏极相连,所以,M1的源极电压等于M2的漏极电压。

[0046] 因此,M2的漏极电压等于负的M1的栅源电压 $V_{GS,D}$,在M1接通的情况下,A点输出的参考电压 V_{ref} 等于M1的栅源电压 $V_{GS,D}$,即 $V_{ref} = -V_{GS,D}$ 。

[0047] 又由于M2中栅极与漏极相连,所以,M2的漏源电压 $V_{DS,E}$ (也即漏极电压)也等于M2的栅源电压,在M2导通的情况下,A点输出的参考电压 V_{ref} 为M2的栅源电压,即 $V_{ref} = V_{GS,E}$ 。

[0048] 本实施例参考电压产生电路工作时,初始时,当接入VDD后,M1接通,VDD通过M1给A点充电,A点电压瞬间达到M1的阈值电压 $V_{th,D}$ (即M1的关断电压),并在当A点电压大于 $V_{th,D}$ 时,即 $V_{GS,D} > V_{th,D}$ 时,M1关断。

[0049] 由于M1与M2的阈值电压相等,因此, $V_{GS,D} > V_{th,D}$ 时,M2的栅源电压 $V_{GS,E}$ 同样大于其阈值电压 $V_{th,E}$ (即M2的开通电压),基本在M1关断的同时,M2接通。

[0050] A点开始通过M2放电,且A点电压瞬间放电到小于M2阈值电压时,M2关断,M1接通,如此循环。

[0051] 因此,A点输出的参考电压 V_{ref} 始终在M1、M2的阈值电压附近,从而得到稳定的参考电压输出。

[0052] 针对现有的参考电压产生电路收到高温应用的限制的问题,可选地,本实施例参考电压产生电路通过对耗尽型氮化镓基MOS管M1和增强型氮化镓基MOS管M2进行高温下的阈值电压漂移补偿,以实现参考电压产生电路高温下的温度补偿。

[0053] 具体地,在本实施例的参考电压产生电路中,高温下的温度补偿,是通过融合与绝对温度成正比(PTAT),以及与绝对温度互补(CTAT)两种方式来实现的。具体为:

[0054] M2的阈值电压 $V_{th,E}$ 随温度升高而上升,实现输出PTAT的参考电压。

[0055] M1的阈值电压 $V_{th,D}$ 的绝对值随温度升高而减少,实现输出CTAT的参考电压。

[0056] 绝对温度一般指热力学温度,又称开尔文温度,单位为开尔文,简称开,符号为K。

[0057] 在上述PTAT与CTAT同时匹配的情况下,本实施例的参考电压产生电路实现在高温下保持稳定的参考电压输出。

[0058] 本实施例通过温度补偿设计,即在高温下的耗尽型器件和增强型器件满足温度参数补偿,实现了温度自补偿,在高温下实现了稳定的参考电压输出。

[0059] 综上所述,本实施例的参考电压产生电路只通过一个增强型GaN器件和一个耗尽型GaN器件的串联连接实现,并通过阈值电压匹配和高温下的阈值漂移补偿,能够实现在电源电压为0~100V的大电压范围下,输出稳定的参考电压。

[0060] 而且由于GaN基的MOS管具有良好的耐压特性,省略了预防大级和缓冲级,实现了简洁和更紧凑的集成电路拓扑。

[0061] 本实施例进行了温度补偿设计,即在高温下的耗尽型器件和增强型器件满足温度参数补偿,实现了温度自补偿,在高温下实现了稳定的参考电压输出。

[0062] GaN器件组合的电路,避免了使用肖特基二极管,使电路设计更方便,器件制备条件更稳定,芯片均匀性进一步提高。同时,此电路结构由更少的器件组成,提高的集成电路的转换效率减少了功耗。

[0063] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

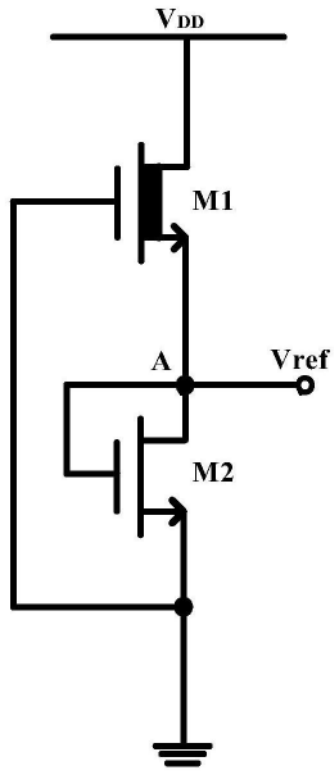


图1