



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106026924 A

(43)申请公布日 2016. 10. 12

(21)申请号 201610309967.7

(22)申请日 2016.05.11

(71)申请人 复旦大学

地址 200433 上海市杨浦区邯郸路220号

(72)发明人 任俊彦 陈沂 马顺利 魏东

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 陆飞 陆尤

(51)Int. Cl.

H03B 19/14(2006.01)

H03B 5/12(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

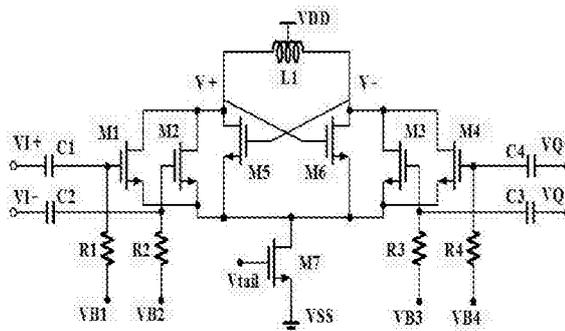
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器

(57)摘要

本发明属于太赫兹波CMOS集成电路设计领域,具体为一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器。该电路由两对双推注入对管和一个交叉耦合振荡器共用尾电流源组成。双推注入对管的正交输入采用电容交流方式耦合,栅极偏置电压设置可调,通过调节双推注入对管的偏置可以获得最大的转换增益和锁定范围。倍频器工作中心频率在100GHz左右。驱动容性负载时,该注入锁定倍频器能以较低功耗实现宽的频率锁定范围和较高转换增益,彻底克服工艺误差、温度漂移带来的锁定范围变化,中心频率浮动和输出摆幅偏低等影响。



1. 一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其特征在于:电路结构主要由两个双推注入对管、一个带电感电容谐振腔的交叉耦合振荡器和差分缓冲器构成;两个双推注入对管和交叉耦合振荡器共用尾电流源;其中:

四路正交输入信号通过隔直电容交流耦合输入到双推注入对管,产生所需的2倍频谐波,注入到带电感电容谐振腔的交叉耦合振荡器中,使振荡器振荡频率锁定到注入频率的2倍频上,通过调节双推注入对管的偏置电压获得最大的转换增益和宽的锁定范围;倍频器的差分输出信号通过差分缓冲器输出。

2. 根据权利要求书1所述的应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其特征在于:所述的双推注入对管由两个NMOS管对漏极相连构成;栅极偏置电压可调,漏极相连以产生所需2倍频谐波。

3. 根据权利要求书1所述的应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其特征在于:所述的交叉耦合振荡器由交叉耦合的NMOS管对、片上无源电感和器件寄生电容构成,所选取的无源电感Q值曲线在锁定频段范围内缓而平;具有缓而平品质因数曲线的片上电感和器件寄生电容构成无源电感电容谐振腔。

4. 根据权利要求书1所述的应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其特征在于:所述的尾电流源由单个栅极偏置电压可调的NMOS管构成,两个双推注入对管和交叉耦合振荡器共用此尾电流源。

5. 根据权利要求书1所述的应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其特征在于:所述的差分缓冲器由带无源电感电容谐振腔的差分电路构成。

一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器

技术领域

[0001] 本发明属于太赫兹波CMOS集成电路技术领域,具体涉及应用于太赫兹波生物成像系统的宽锁定范围、高增益低功耗注入锁定倍频器。

背景技术

[0002] 太赫兹波是频率在0.1~10THz的电磁波,处于宏观电子学向微观光子学过渡的波段。太赫兹检测医学是涉及医学、生物学、生物医学工程学、物理学、光学、计算机学、信息和材料等多学科的综合交叉前沿学科,是以生物医学实验诊断应用为目的,采用太赫兹(THz)波技术无标记、无损检测生物大分子、生物细胞和组织医学和物理交叉的新学科。相较于现有医学成像技术,太赫兹波光谱成像技术具有更独特、更适用的物理特征,由于太赫兹波具有反映物质结构与性质的指纹特性,并且光子能量低,远小于X射线能量,不会对生物大分子、生物细胞和组织产生有害电离,辐射剂量几乎为零,对人体伤害非常小,特别适合于对生物组织进行活体检查;与现有X光、核磁共振等检测手段相比,太赫兹波的频率很高,发出脉冲的时间很短(皮秒量级),所以它具有很高的空间分辨率和时间分辨率,因此太赫兹波能将检测细致到细胞级别,为人体成像以及太赫兹波与人体组织相互作用研究提供了一种新型可靠的技术方法。目前,国际众多科研团队都在对太赫兹波生物成像进行深入的应用研究。

[0003] 得益于器件尺寸的降低和工艺的进一步发展,CMOS集成电路也已进入太赫兹频段,使基于CMOS的太赫兹波芯片设计成为可能。CMOS太赫兹芯片具有低成本、便于射频/基带集成的特点。尽管如此,作为太赫兹芯片的关键模块,太赫兹波本振已成为太赫兹波芯片设计的最大难点和瓶颈。直接设计太赫兹波本振受限于CMOS片上无源器件的低品质因数,其功耗大、调谐范围窄且噪声高。太赫兹倍频器设计绕开了直接设计太赫兹波本振的困难,通过倍频的方式实现更高频段的时钟信号,大大降低了压控振荡器的设计难度,使高性能低功耗的本振设计成为可能。尽管如此,寻找高效可靠的倍频方式仍然是需要解决的难题。

[0004] 注入锁定倍频是太赫兹波CMOS倍频器的主要研究热点之一。它能以较低功耗实现高的转换增益,同时不会对前级电路带来过大的负载。注入锁定倍频器的锁定范围和转换增益相互限制,所以设计宽锁定范围、高转换增益的注入锁定倍频器是电路设计中重要课题。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种新的能以较低功耗实现宽锁定范围和高转换增益的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器。

[0006] 本发明提供的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器,其电路结构由主要两个双推注入对管、一个交叉耦合振荡器和差分缓冲器构成;交叉耦合振荡器共用尾电流源。其中:

四路正交输入信号通过隔直电容交流耦合输入到双推注入对管,产生所需的2倍频谐波,注入到带电感电容谐振腔的交叉耦合振荡器中,使振荡器振荡频率锁定到注入频率的2

倍频上,通过调节双推注入对管的偏置电压可以获得最大的转换增益和宽的锁定范围;倍频器的差分输出信号通过差分缓冲器输出。

[0007] 本发明中,所述双推注入对管由两个NMOS管对(M1和M2,M3和M4)漏极相连构成;栅极偏置电压可调,漏极相连以产生所需2倍频谐波。

[0008] 本发明中,所述隔直电容由片上金属-绝缘体-金属电容器(MIM-cap)构成。

[0009] 本发明中,所述交叉耦合振荡器由交叉耦合的NMOS管对、片上无源电感和器件寄生电容构成,所选取的无源电感Q值曲线在锁定频段范围内缓而平。对管M5和M6源极与尾电流源相连,漏极连接差分电感,电感中间抽头与电源相连接。

[0010] 本发明中,所述尾电流源由单个栅极偏置电压可调的NMOS管构成。

[0011] 本发明中,所述差分缓冲器由带无源电感电容谐振腔的差分电路构成。

附图说明

[0012] 图1为本发明注入锁定倍频器电路示意图。

[0013] 图2为差分缓冲器电路示意图。

[0014] 图3为驱动容性负载时,倍频器最大输出摆幅曲线和对应双推注入对管偏置曲线仿真示意图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图对发明中的注入锁定振荡器和锁定范围优化方式做进一步说明。

[0016] 本发明的电路结构如附图1所示,其中NMOS管M5、M6、M7和电感L1构成交叉耦合振荡器,对管M5、M6源极与M7漏极相连,M7源极接地,栅极接偏置电压 V_{taiI} ,对管M5、M6漏极分别连接差分电感L1两端,该电感中间抽头连接电源,并且M5栅极与M6漏极连接,M6栅极与M5漏极连接;NMOS管M1和M2,M3和M4构成两组双推注入对管,双推注入对管M1、M2源极与微电流源M7漏极相连接,M1、M2漏极与M5漏极相连接,M1栅极与电容C1连接,电容另一端为输入端 V_{I+} ,M2栅极与电容C2连接,电容另一端为输入端 V_{I-} ,双推注入对管M3、M4源极与微电流源M7漏极相连接,M3、M4漏极与M6漏极相连接,M3栅极与电容C3连接,电容另一端为输入端 V_{Q-} ,M4栅极与电容C4连接,电容另一端为输入端 V_{Q+} ,偏置电压 V_{B1} 通过电阻R1与M1栅极相连接,偏置电压 V_{B2} 通过电阻R2与M2栅极相连接,偏置电压 V_{B3} 通过电阻R3与M3栅极相连接,偏置电压 V_{B4} 通过电阻R4与M4栅极相连接。

[0017] 振荡器输出的2倍频信号最后通过差分缓冲器输出,如附图2所示,该差分缓冲器由NMOS对管M8、M9,尾电流源M10,差分电感L2和电容C5、C6构成,对管M8、M9的源极与尾电流源M10相连接,M10源极接地,栅极接偏置电压 V_{taiI} ,对管M8、M9漏极分别连接差分电感L2两端,该电感中间抽头接电源,M8栅极与交叉耦合振荡器其中一个输出 V_{+} 相连接,M9栅极与交叉耦合振荡器另一输出 V_{-} 相连接,电容C5两端分别连接M8漏极和地,电容C6两端分别连接M9漏极和地。

[0018] 片上差分电感和器件的寄生电容构成了无源电感电容谐振腔,交叉耦合管M5、M6为振荡器震荡提供了所需的负阻抗。输入信号通过隔直电容后输入到双推注入对管(M1-4)的栅极在共漏极产生较强的2倍频谐波,并注入到振荡器中,当2倍频谐波频率满足锁定要求时,振荡器震荡频率便稳定在2倍频谐波频率上。双推注入对管的直流偏置电压通过偏置

电阻连接到双推注入对管栅极并设置可调,以获取最宽的锁定范围。尾电流源M7的栅极偏置电压根据需要选取合适的值,控制电路整体功耗。

[0019] 本发明通过四路正交信号(V_{I+} 、 V_{I-} 、 V_{Q+} 、 V_{Q-})输入双推注入对管产生一对差分2倍频信号实现了较强的2倍频谐波注入,所选取的无源电感电容谐振腔Q值曲线在锁定频段范围内缓而平,所以既实现了强的注入比,又保证了足够的转换增益。同时,通过调节双推注入对管的栅极偏置电压,动态控制流入双推注入对管和交叉耦合振荡器的静态电流:当注入频率接近中心频率时降低注入对管偏置电压使转换增益最大;当注入频率远离中心频率时提高注入对管偏置电压以拓宽锁定范围并保证最大的输出振幅,从而实现最优的倍频性能。锁定的倍频信号通过差分缓冲器输出。附图3为驱动容性负载时,倍频器最大输出摆幅曲线 V_{O+} 和对应双推注入对管偏置曲线 V_B 仿真示意图。

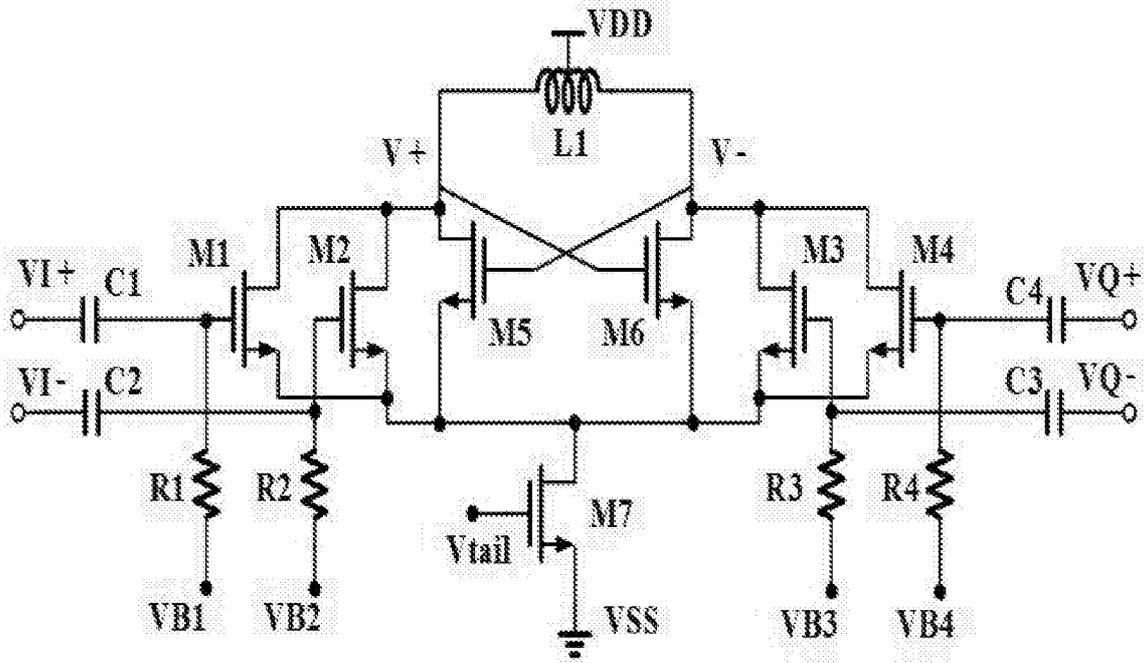


图1

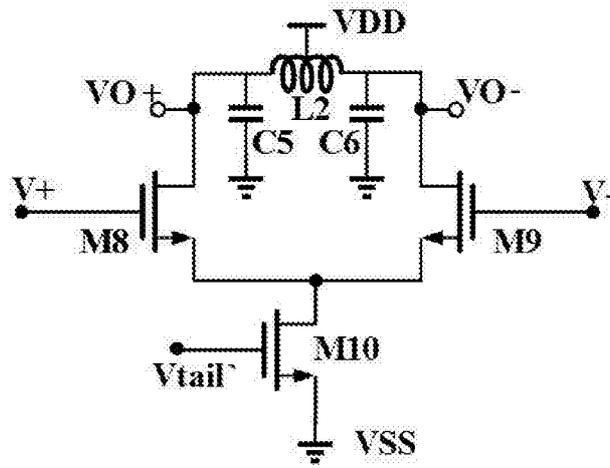


图2

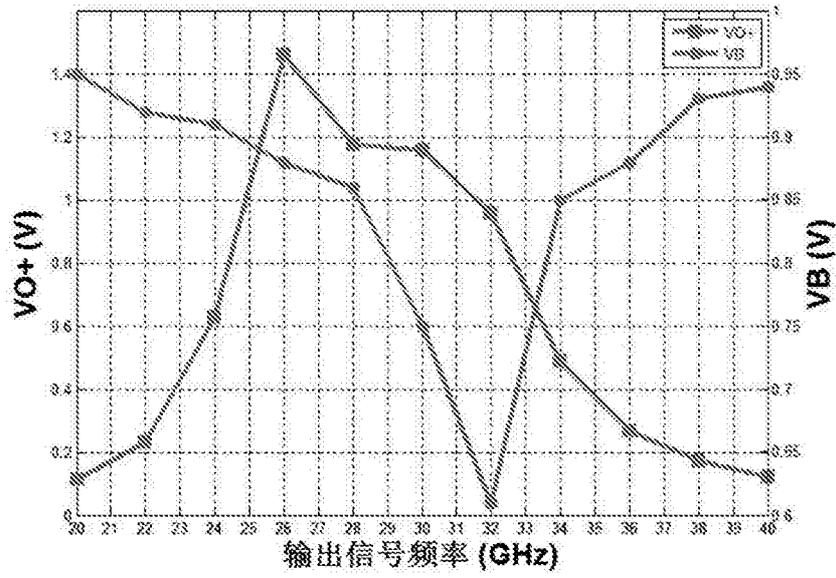


图3

专利名称(译)	一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器		
公开(公告)号	CN106026924A	公开(公告)日	2016-10-12
申请号	CN201610309967.7	申请日	2016-05-11
[标]申请(专利权)人(译)	复旦大学		
申请(专利权)人(译)	复旦大学		
当前申请(专利权)人(译)	复旦大学		
[标]发明人	任俊彦 陈汧 马顺利 魏东		
发明人	任俊彦 陈汧 马顺利 魏东		
IPC分类号	H03B19/14 H03B5/12 A61B5/00		
CPC分类号	H03B19/14 A61B5/00 H03B5/1206		
代理人(译)	陆飞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于太赫兹波CMOS集成电路设计领域，具体为一种应用于生物成像的太赫兹波CMOS注入锁定倍频器。该电路由两对双推注入对管和一个交叉耦合振荡器共用尾电流源组成。双推注入对管的正交输入采用电容交流方式耦合，栅极偏置电压设置可调，通过调节双推注入对管的偏置可以获得最大的转换增益和锁定范围。倍频器工作中心频率在100GHz左右。驱动容性负载时，该注入锁定倍频器能以较低功耗实现宽的频率锁定范围和较高转换增益，彻底克服工艺误差、温度漂移带来的锁定范围变化，中心频率浮动和输出摆幅偏低等影响。

