



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104993793 B

(45)授权公告日 2017.12.05

(21)申请号 201510380084.0

(22)申请日 2015.07.01

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104993793 A

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 东南大学
地址 211134 江苏省南京市江宁区汤山街
道鹤龄社区平墓地57号

(72)发明人 廖小平 王小虎

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51)Int.Cl.
H03B 5/04(2006.01)
B81B 7/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 102735934 A,2012.10.17,全文.
WO 2014169242 A1,2014.10.16,全文.

(54)发明名称
硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器

(57)摘要

本发明的硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器用具有悬臂梁栅的MOS管代替传统的MOS管。悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器由交叉耦合的悬臂梁栅NMOS管,谐振LC回路和恒流源构成。该交叉耦合振荡器中的悬臂梁栅NMOS管是制作在P型Si衬底上,该悬臂梁栅MOS管的栅极是悬浮在栅氧化层上方的,形成悬臂梁栅,悬臂梁栅下方设计有下拉电极板,下拉电极板接地,相对于传统MOS管在截止时栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大会产生一定的栅极漏电流,该交叉耦合振荡器中的悬臂梁栅MOS管关断时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,栅极漏电流大大减小,从而使得该硅基悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的功耗得到有效的

CN 102735933 A,全文.

Zhaqiang Zhang et al.Suspended Thermopile for Microwave Power Sensor Based on Buik MEMS and GaAs MMIC Technology.《IEEE SENSOR JOURNAL》.2015,第15卷(第4期),第2019-2020页.

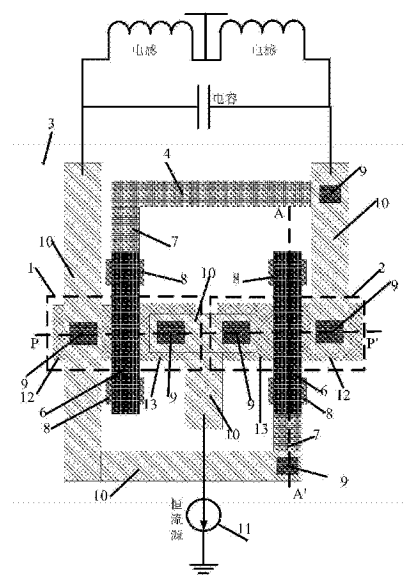
Zhiqiang Zhang et al.A Directional Inline-Type Millimeter-Wave MEMS Power Sensor for GaAs MMIC Applications.《Journal of Microelectromechanical Systems》.2015,第2卷第253-255页.

Juzheng Han et al.Third-order Intermodulation of an MEMS Clamped-Clamped Beam Capacitive Power Sensor Based on GaAs Technology.《IEEE Sensor Journal》.2015,第15卷(第7期),第3645-3646页.

审查员 李思彤

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

降低。



1. 一种硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器,其特征是该振荡器由第一悬臂梁栅NMOS管(1),第二悬臂梁栅NMOS管(2),LC谐振回路和恒流源(11)组成,该交叉耦合振荡器中的悬臂梁栅NMOS管制作在P型Si衬底(3)上,该第一悬臂梁栅NMOS管(1)和第二悬臂梁栅NMOS管(2)的栅极是依靠锚区(7)的支撑悬浮在栅氧化层(5)上方形成悬臂梁栅(6),悬臂梁栅(6)的两个锚区(7)用多晶硅制作在栅氧化层(5)上,悬臂梁栅(6)下方设计有下拉电极板(8),下拉电极板(8)接地,第一悬臂梁栅NMOS管(1)和第二悬臂梁栅NMOS管(2)的N+有源区源极(13)通过通孔(9)与引线(10)连在一起并与恒流源(11)相连,恒流源(11)另一端接地,第一悬臂梁栅NMOS管(1)的N+有源区漏极(12)通过锚区(7)、通孔(9)和引线(10)与悬臂梁栅(6)连接,第二悬臂梁栅NMOS管(2)的N+有源区漏极(12)通过锚区(7)、通孔(9)和引线(10)与第一悬臂梁栅NMOS管(1)的悬臂梁栅(6)连接从而形成交叉耦合结构,LC谐振回路接在第一悬臂梁栅NMOS管(1)和第二悬臂梁栅NMOS管(2)的漏极(12)之间;

通过设计使第一悬臂梁栅NMOS管(1)和第二悬臂梁栅NMOS管(2)的阈值电压相等,并使悬臂梁栅(6)的下拉电压与第一悬臂梁栅NMOS管(1)和第二悬臂梁栅NMOS管(2)阈值电压相等,在悬臂梁栅(6)和下拉电极板之间的电压小于阈值电压时,悬臂梁栅(6)是悬浮在栅氧化层(5)上方,栅极电容较小,悬臂梁栅NMOS管关断,悬浮的悬臂梁栅(6)使得栅氧化层(5)中的场强比较小,栅极漏电流很小。

硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器

技术领域

[0001] 本发明提出了硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器,属于微电子机械系统的技术领域。

背景技术

[0002] 随着现代通信的飞速发展,高稳定高性能的振荡器已经成为决定系统性能优劣的关键部件之一。振荡器的应用很广,微处理机,蜂窝电话,测试仪器设备等都要用到振荡器,特别是在军事侦察,雷达,通信领域中,需要采用信号源作为日益复杂的基带信息的载波,对振荡器的稳定性提出更高的要求。振荡器在很高频率下工作,会导致芯片功耗问题变的日益明显,太高的功耗会对芯片的散热提出更高的要求,还会使芯片的性能受到影响。对于振荡器的低功耗的设计在超大规模集成电路的设计中显得越来越重要。

[0003] 交叉耦合振荡器因为其优越的相位噪声性能,并且单片电感逐渐出现在双极和CMOS工艺中,使得基于无源谐振元件的交叉耦合振荡器得以广泛应用。常规的交叉耦合振荡器在大规模集成电路中,功耗问题日益明显。本发明即是基于Si工艺设计了一种具有极低的栅极漏电流的悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器,采用可动栅极的结构,可以有效的减少栅极漏电流从而降低交叉耦合振荡器的功耗。

发明内容

[0004] 技术问题:本发明的目的是提供一种硅基悬臂梁栅MOSFET的交叉耦合振荡器,使用硅基悬臂梁栅MOSFET替代传统的MOSFET。传统的交叉耦合振荡器形成稳定振荡后两个MOS管交替导通和截止。传统的MOS管在截止时,由于传统MOS管栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的漏电流。在超大规模集成电路中,由于存在这样的漏电流会增加振荡器的工作功耗。在本发明中可以使这种漏电流得到有效的降低。

[0005] 技术方案:本发明的一种硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器由第一悬臂梁栅NMOS管,第二悬臂梁栅NMOS管,LC谐振回路和恒流源组成,该交叉耦合振荡器中的悬臂梁栅NMOS管制作在P型Si衬底上,该第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管的栅极是依靠锚区的支撑悬浮在栅氧化层上方形成悬臂梁栅,悬臂梁栅的两个锚区用多晶硅制作在栅氧化层上,悬臂梁栅下方设计有下拉电极板,下拉电极板接地,第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管的N+有源区源极通过通孔与引线连在一起并与恒流源相连,恒流源另一端接地,第一悬臂梁栅NMOS管的N+有源区漏极通过锚区、通孔和引线与悬第二悬臂梁栅NMOS管的悬臂梁栅连接,第二悬臂梁栅NMOS管的N+有源区漏极通过锚区、通孔和引线与第一悬臂梁栅NMOS管的悬臂梁栅连接从而形成交叉耦合结构,LC谐振回路接在第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管的漏极之间。

[0006] 根据权利要求1所述的硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器,其特征在于用具有悬臂梁栅MOS管代替传统的MOS管,悬臂梁栅是依靠锚区的支撑悬浮在栅氧化层的上方,形成悬臂梁结构,通过设计使第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管的阈值电压

相等,并使悬臂梁栅的下拉电压与第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管阈值电压相等,在栅极和下拉电极板之间的电压小于阈值电压,悬臂梁栅是悬浮在氧化层上方,此时的栅极电容较小,当栅极和下拉电极板之间的电压大于阈值电压时,悬臂梁栅此时下拉到氧化层上面,从而使MOS管导通,栅电容也增大,该硅基悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器产生稳定振荡后,第一悬臂梁栅NMOS管和第二悬臂梁栅NMOS管交替导通与关断,当悬臂梁栅MOS管关断时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,栅极漏电流很小,相对于传统MOS管在截止时栅极氧化层很薄会产生一定的栅极漏电流,该交叉耦合振荡器中的悬臂梁栅MOS管关断时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此该硅基悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器在工作时的栅极漏电流大大减小,从而使得该硅基悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的功耗得到有效的降低。

[0007] 设计交叉耦合的悬臂梁栅MOS管的阈值电压相等,同时设计悬臂梁栅的下拉电压和悬臂梁栅MOS管的阈值电压相等。当栅极和下拉电极板之间的电压大于阈值电压时,悬臂梁栅此时下拉到氧化层上面,从而使悬臂梁栅MOS管导通。在栅极和下拉电极板之间的电压小于阈值电压,悬臂梁栅是悬浮在氧化层上方,栅极氧化层中的场强比较小,漏电流大大减小。该交叉耦合振荡器形成稳定振荡后两个悬臂梁栅MOS管交替导通和截止。对于传统MOS管在截止时,由于栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的直流漏电流,本发明中的悬臂梁栅MOS管截止时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的漏电流大大减小。

[0008] 悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的制备方法包括以下几个步骤:

[0009] 1) 准备P型Si衬底;

[0010] 2) 初始氧化,生长SiO₂层,作为掺杂的屏蔽层;

[0011] 3) 去除硅表面的全部氧化层;

[0012] 4) 底氧生长。通过热氧化在平整的硅表面生长一层均匀的氧化层,作为缓冲层。

[0013] 5) 沉积氮化硅,然后光刻和刻蚀氮化硅层,保留有源区的氮化硅,场区的氮化硅去除;

[0014] 6) 场氧化。对硅片进行高温热氧化,在场区生长了所需的厚氧化层;

[0015] 7) 去除氮化硅和底氧层,采用干法刻蚀技术将硅片表面的氮化硅和底氧全部去除。

[0016] 8) 在硅片上涂覆一层光刻胶,光刻和刻蚀光刻胶,去除需要制作下拉电极板8位置的光刻胶。然后淀积一层Al,去除光刻胶以及光刻胶上的Al,形成下拉电极板;

[0017] 9) 进行栅氧化。形成一层高质量的氧化层;

[0018] 10) 离子注入,调整NMOS的阈值电压;

[0019] 11) 利用CVD技术沉积多晶硅,光刻栅图形和多晶硅引线图形,通过干法刻蚀技术刻蚀多晶硅,保留输入引线4和悬臂梁栅MOS管6的锚区7位置的多晶硅。

[0020] 12) 通过旋涂方式形成PMGI牺牲层,然后光刻牺牲层,仅保留悬臂梁栅MOS管6下方的牺牲层;

[0021] 13) 蒸发生长Al;

[0022] 14) 涂覆光刻胶,保留悬臂梁栅MOS管6上方的光刻胶;

[0023] 15) 反刻Al,形成悬臂梁栅MOS管6;

[0024] 16) 涂覆光刻胶,光刻并刻蚀出磷的注入孔,注入磷,形成NMOS管的有源区11;

[0025] 17) 制作通孔12和引线13;

[0026] 18) 释放PMGI牺牲层,形成悬浮的悬臂梁栅MOS管6;

[0027] 在本发明中的交叉耦合振荡器的悬臂梁栅MOS管的栅极不是直接附在氧化层上的,而是悬浮在氧化层的上方,形成一个悬臂梁结构,设计交叉耦合的悬臂梁栅MOS对管的阈值电压相等,同时设计悬臂梁栅的下拉电压和悬臂梁栅MOS管的阈值电压相等。当栅极和下拉电击板之间的电压大于阈值电压时,悬臂梁此时下拉到氧化层上面,从而使悬臂梁栅MOS管导通。在栅极和下拉电极板之间的电压小于阈值电压,悬臂梁栅是悬浮在氧化层上方,栅极氧化层中的场强比较小,漏电流大大减小。该交叉耦合振荡器形成稳定振荡后当,两个悬臂梁栅MOS管交替导通和截止。相对于传统MOS管在截止时,由于栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的直流漏电流,本发明中的悬臂梁栅MOS管截止时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的漏电流大大减小。

[0028] 有益效果:本发明的悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器产生稳定振荡后两个悬臂梁栅MOS管交替导通和截止。相对于传统MOS管在截止时,由于栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的栅极漏电流。本发明中的悬臂梁栅MOS管截止时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的栅极漏电流大大减小。从而使得本发明中的悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的功耗得到有效的降低。

附图说明

[0029] 图1为本发明硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的俯视图。

[0030] 图2为图1硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的P-P' 向的剖面图。

[0031] 图3为图1硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的A-A' 向的剖面图。

[0032] 图4为硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器原理图。

[0033] 其中有:第一悬臂梁栅NMOS管1,第二悬臂梁栅NMOS管2,P型Si衬底3,输入引线4,栅氧化层5,悬臂梁栅6,锚区7,悬臂梁下极板8,通孔9,引线10,恒流源11,N+有源区漏极12,N+有源区源极13,氧化层14。

具体实施方式

[0034] 本发明的悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器是由第一悬臂梁栅NMOS管1、第二悬臂梁栅NMOS管2、LC谐振回路、恒流源构成,该交叉耦合振荡器的两个悬臂梁栅MOS管是制作在P型Si衬底3制作,其输入引线4是利用多晶硅4制作。本发明中的NMOS的栅极是悬浮在栅氧化层5的上方,形成悬臂梁栅6。悬臂梁栅6的两个锚区7制作在栅氧化层上。悬臂梁下方设有下拉电极板8,下拉电极板8在悬臂梁栅6下的部分被在二氧化硅层5包裹,下拉电极板8接地。

[0035] 在本发明中的交叉耦合振荡器的悬臂梁栅MOS管的栅极不是直接附在氧化层上的,而是悬浮在氧化层的上方,形成一个悬臂梁结构。设计交叉耦合的悬臂梁栅MOS对管的阈值电压相等,同时设计悬臂梁栅的下拉电压和悬臂梁栅MOS管的阈值电压相等。在本发明中的交叉耦合振荡器的悬臂梁栅MOS管工作时,在栅极和下拉电极板之间的电压小于阈值

电压,悬臂梁栅是悬浮在氧化层上方,此时的栅极电容较小。当栅极和下拉电极板之间的电压大于阈值电压时,悬臂梁此时下拉到氧化层上面,从而使悬臂梁栅MOS管导通,栅电容也增大。相对于传统MOS管在截止时,由于栅极氧化层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的栅极漏电流,本发明中的悬臂梁栅MOS管截止时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的栅极漏电流大大减小。

[0036] 悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的制备方法包括以下几个步骤:

[0037] 1) 准备P型Si衬底3;

[0038] 2) 初始氧化,生长SiO₂层,作为掺杂的屏蔽层;

[0039] 3) 去除硅表面的全部氧化层;

[0040] 4) 底氧生长。通过热氧化在平整的硅表面生长一层均匀的氧化层,作为缓冲层。

[0041] 5) 沉积氮化硅,然后光刻和刻蚀氮化硅层,保留有源区的氮化硅,场区的氮化硅去除;

[0042] 6) 场氧化。对硅片进行高温热氧化,在场区生长了所需的厚氧化层;

[0043] 7) 去除氮化硅和底氧层,采用干法刻蚀技术将硅片表面的的氮化硅和底氧全部去除。

[0044] 8) 在硅片上涂覆一层光刻胶,光刻和刻蚀光刻胶,去除需要制作下拉电极板8位置的光刻胶。然后淀积一层Al,去除光刻胶以及光刻胶上的Al,形成下拉电极板;

[0045] 9) 进行栅氧化。形成一层高质量的氧化层;

[0046] 10) 离子注入,调整NMOS的阈值电压;

[0047] 11) 利用CVD技术沉积多晶硅,光刻栅图形和多晶硅引线图形,通过干法刻蚀技术刻蚀多晶硅,保留输入引线4和悬臂梁栅MOS管6的锚区7位置的多晶硅。

[0048] 12) 通过旋涂方式形成PMGI牺牲层,然后光刻牺牲层,仅保留悬臂梁栅MOS管6下方的牺牲层;

[0049] 13) 蒸发生长Al;

[0050] 14) 涂覆光刻胶,保留悬臂梁栅MOS管6上方的光刻胶;

[0051] 15) 反刻Al,形成悬臂梁栅MOS管6;

[0052] 16) 涂覆光刻胶,光刻并刻蚀出磷的注入孔,注入磷,形成NMOS管的有源区11;

[0053] 17) 制作通孔9和引线10;

[0054] 18) 释放PMGI牺牲层,形成悬浮的悬臂梁栅MOS管6;

[0055] 本发明与现有技术的区别在于:

[0056] 本发明中交叉耦合振荡器与传统的交叉耦合振荡器最大的区别在于所用的悬臂梁栅MOSFET的栅极并不是直接紧贴在氧化层上方,而是依靠锚区的支撑悬浮在氧化层上,形成悬臂梁结构。本发明中的交叉耦合振荡器由两个悬臂梁栅MOS管,LC谐振回路,恒流源构成。设计交叉耦合的悬臂梁栅MOS对管的阈值电压相等,同时设计悬臂梁栅的下拉电压和悬臂梁栅MOS管的阈值电压相等。在本发明中的交叉耦合振荡器的悬臂梁栅MOS管工作时,在栅极和下拉电极板之间的电压小于阈值电压,悬臂梁栅是悬浮在氧化层上方,此时的栅极电容较小。当栅极和下拉电极板之间的电压大于阈值电压时,悬臂梁此时下拉到氧化层上面,从而使悬臂梁栅MOS管导通,栅电容也增大。该悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器产生稳定振荡后两个悬臂梁栅MOS管交替导通和截止。相对于传统MOS管在截止时,由于栅极氧化

层很薄,导致栅极氧化层中的场强很大,通常会产生一定的栅极漏电流,本发明中的悬臂梁栅MOS管截止时,悬臂梁栅是悬浮的,栅极氧化层中的场强比较小,因此悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器的栅极漏电流大大减小。

[0057] 满足以上条件的结构即视为本发明的硅基低漏电流悬臂梁栅MOS管交叉耦合振荡器。

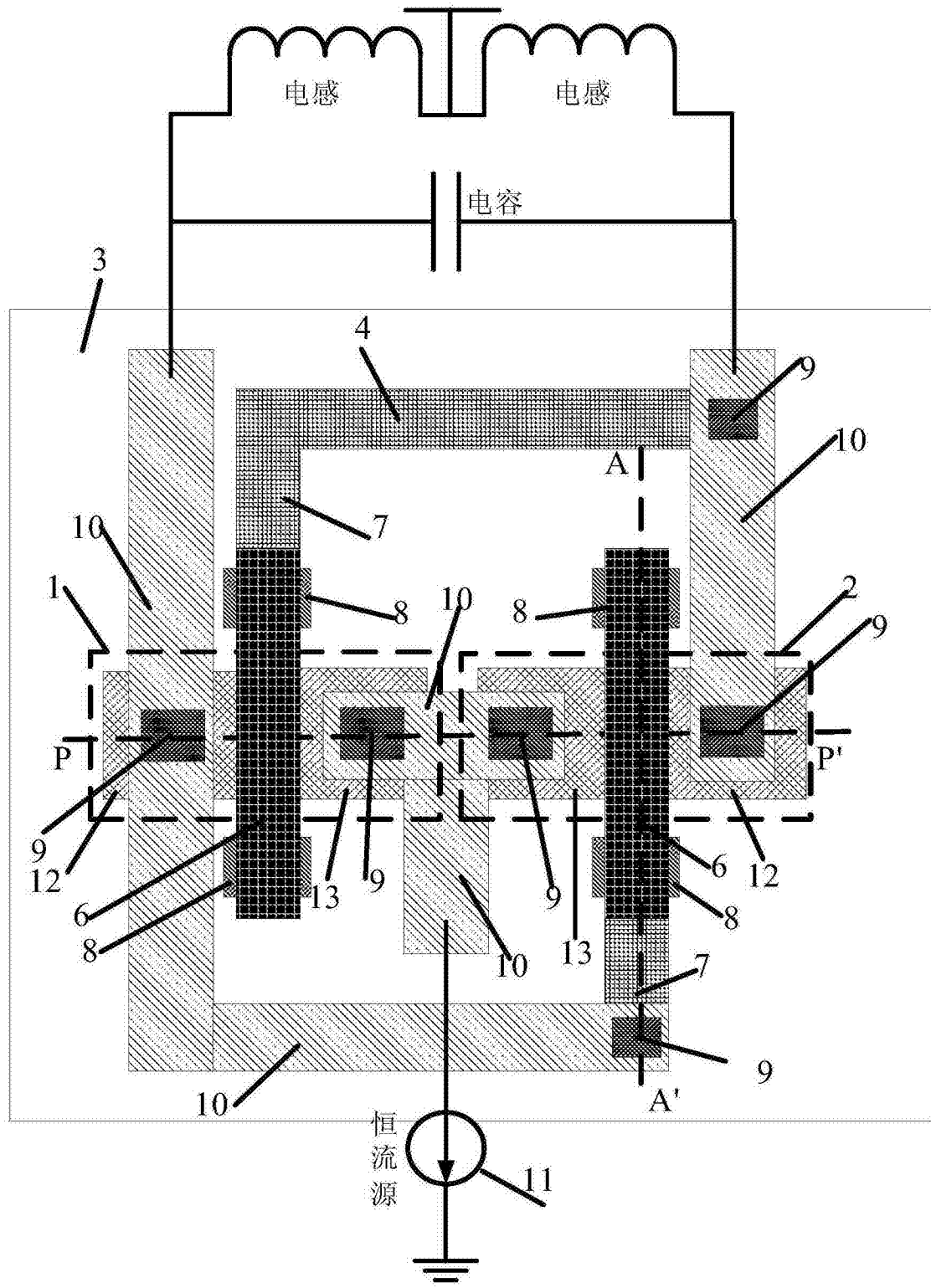


图1

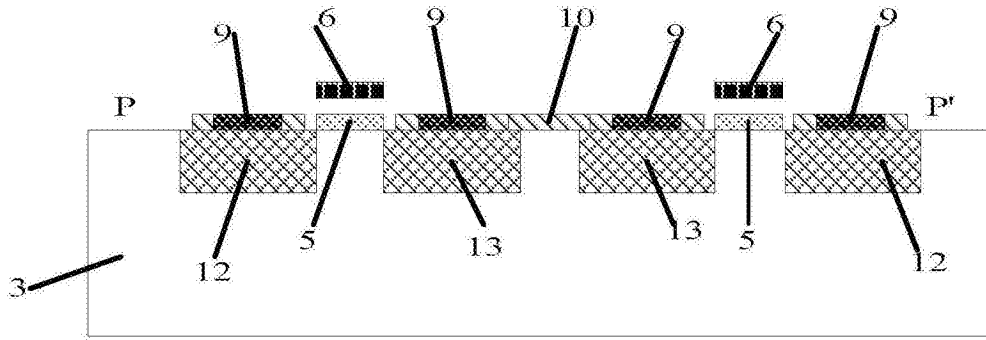


图2

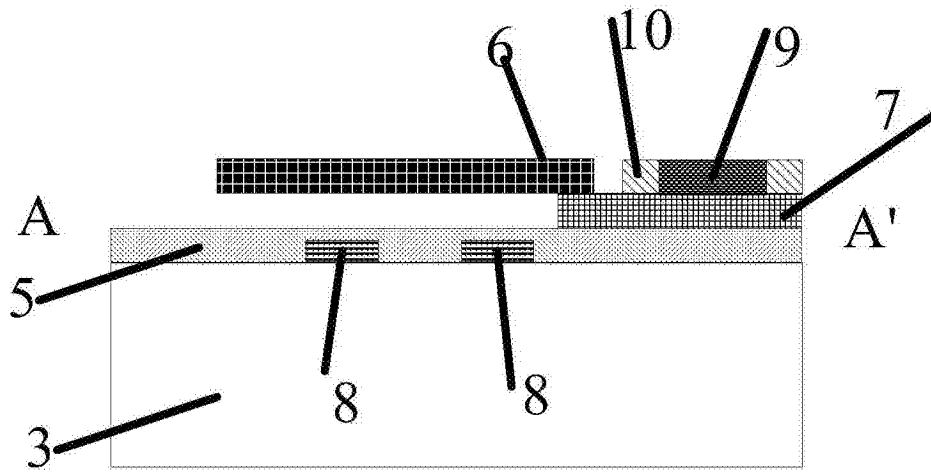


图3

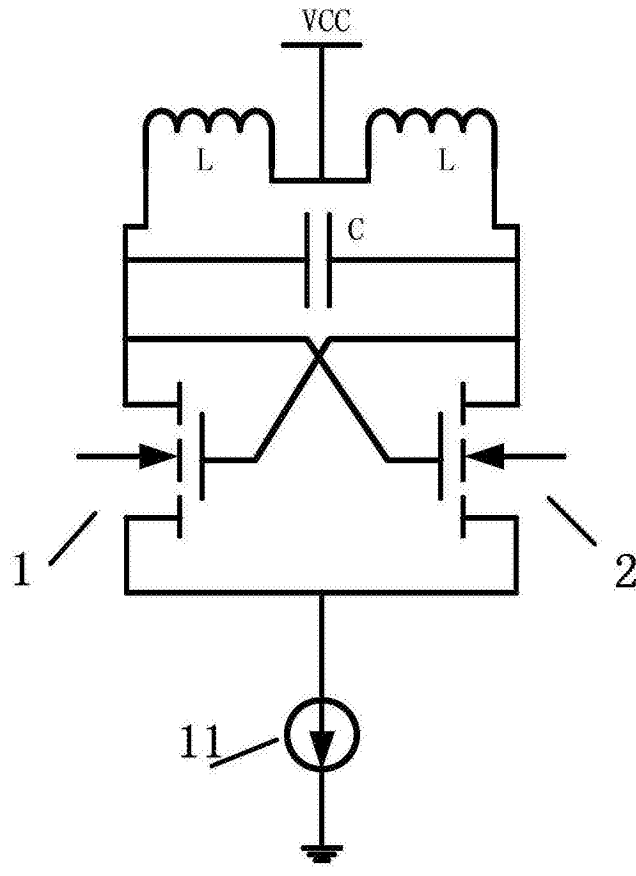


图4