



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101937091 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201010256952. 1

CN 1716554 A, 2006. 01. 04,

(22) 申请日 2007. 12. 12

CN 1819203 A, 2006. 08. 16,

(62) 分案原申请数据

CN 1744321 A, 2006. 03. 08,

200710179354. 7 2007. 12. 12

审查员 韩德凯

(73) 专利权人 中国科学院微电子研究所

地址 100029 北京市朝阳区北土城西路 3 号

(72) 发明人 刘梦新 韩郑生 赵超荣 刘刚

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 周国城

(51) Int. Cl.

G01T 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6906387 B1, 2005. 06. 14,

CN 1605886 A, 2005. 04. 13,

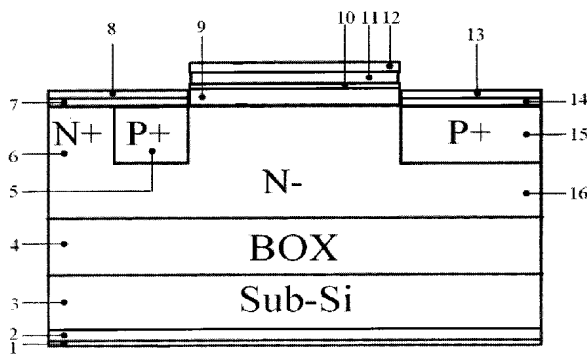
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种可调整量程的堆叠测量电路

(57) 摘要

本发明涉及电离辐射剂量测量领域,公开了一种可调整量程的堆叠测量电路,包括:一只或多只基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计、工作模式选择开关 SW 以及恒流源 Isd;基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为一只时,工作模式选择开关 SW 将该 PMOS 辐射剂量计的源电极连接于恒流源 Isd,用导线将该辐射剂量计漏电极接至地线;基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为多只时,该多只 PMOS 辐射剂量计采用漏/源相接的级联方式连接,并将各自正栅电极或背栅电极与漏电极短接,工作模式选择开关 SW 将第一级辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 Isd。本发明提供的可调整量程的堆叠测量电路,可适应不同监测环境的需要。



1. 一种可调整量程的堆叠测量电路,其特征在于,该电路包括:多只基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计、工作模式选择开关 SW 以及恒流源 I_{sd} ;

该多只 PMOS 辐射剂量计采用漏/源相接的级联方式连接,并将各自正栅电极或背栅电极与漏电极短接,所述工作模式选择开关 SW 将第一级辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 I_{sd} ;最后一级 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线,第一级 PMOS 辐射剂量计源电极接至工作模式选择开关 SW。

2. 根据权利要求 1 所述的可调整量程的堆叠测量电路,其特征在于,所述工作模式选择开关 SW 有以下两种工作模式可供选择:

测量模式,将工作模式选择开关 SW 接至零电位,同时接受辐照;

读出模式,将工作模式选择开关 SW 接至恒流源 I_{sd} ,为基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计源电极注入保证 PMOS 辐射剂量计工作于饱和区的恒定电流,工作模式选择开关 SW 接至恒流源 I_{sd} 20 秒后,将第一级 PMOS 辐射剂量计源电极节点电压作为剂量计输出电压引出至采集电路,利用事先标定的差分电压与辐射剂量的对应关系曲线,得到与其对应的辐射剂量数值。

3. 根据权利要求 1 所述的可调整量程的堆叠测量电路,其特征在于,

当该堆叠测量电路测量低剂量率时,采用多只基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计背栅电极堆叠,达到对辐照环境的较高敏感度,当辐射剂量超过计量量程时,减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目,直至最后一个;

当该堆叠测量电路测量高剂量率时,将电路实现方式改变为多只 PMOS 辐射剂量计正栅电极堆叠,当辐射剂量超过计量量程时,减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目,直至最后一个。

一种可调整量程的堆叠测量电路

[0001] 本申请是分案申请,母案的申请号:200710179354.7,申请日:2007年12月12日,名称:基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计。

技术领域

[0002] 本发明涉及电离辐射剂量测量技术领域,尤其涉及一种可调整量程的堆叠测量电路。

背景技术

[0003] 对空间辐射环境的研究始于上世纪四十年代。随着地球磁场俘获带电粒子形成的强辐射带(Van-Allen带)的发现和相继发生的辐射引起的卫星运行故障,空间辐射环境的研究越来越受到重视,各种空间辐射探测技术和设备相继得到了应用,其中也包括一些用于辐射总剂量监测的技术,如热释光(TLD)剂量计、尼龙薄膜剂量计、G-M计数管、PIN二极管、半导体探测器等。这些技术虽然取得了一定的成功,但也存在各自的缺陷。如难以实现轨道动态监测,有的存在着测量或读出电路复杂,系统体积或重量庞大,剂量记录信息与电子学系统接口困难,数据处理繁琐等问题。

[0004] 二十世纪七十年代,英国的Holmes-Siedle提出了空间电荷剂量计的概念。特定工艺的P沟道金属-氧化物-半导体晶体管(PMOSFET)受到电离辐射后,在其氧化层中产生的俘获正电荷和界面态会导致阈值电压的漂移,生阈电压漂移的幅度与辐射剂量呈现近乎于线性的单调对应关系。在此基础上,可以利用电离辐射引起PMOSFET阈电压的变化作为辐射敏感参量,进行辐射总剂量测量。由于PMOS辐射剂量计具有体积小、重量轻、功耗低、测量和读出电路简单、可靠性高、便于遥控遥测等特点,非常适用于卫星内外辐射总剂量环境的在轨监测,并在核工业、医学、辐射防护及便携式个人辐射监测领域内也有广泛的应用。

[0005] 但由于PMOS辐射剂量计自身的半导体器件性质,其极易受到外界环境因素的影响。PMOS辐射剂量计的辐照灵敏度、不同环境下长期工作的可靠性和准确性以及监测寿命等方面指标都是目前急待解决的关键技术,并且对于PMOS辐射剂量计来说,对于某种特定的工艺条件其测量容限仅能局限于一较小范围内,并且当其氧化层中陷阱电荷到达饱和,剂量计将不能正常工作。因此有必要对现有PMOS辐射剂量计结构进行改进,并寻求高灵敏度、高稳定性、宽动态范围、可重复利用的PMOS辐射剂量计制造技术。

发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种针对此类PMOS辐射剂量计的可调整量程的堆叠测量电路,以适应不同监测环境的需要。

[0008] (二)技术方案

[0009] 为达到上述目的,本发明提供了一种可调整量程的堆叠测量电路,该电路包括:一

只或多只基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计、工作模式选择开关 SW 以及恒流源 I_{sd} ；

[0010] 所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为一只时，所述工作模式选择开关 SW 将该 PMOS 辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 I_{sd} ，用导线将该 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线；

[0011] 所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为多只时，该多只 PMOS 辐射剂量计采用漏 / 源相接的级联方式连接，并将各自正栅电极或背栅电极与漏电极短接，所述工作模式选择开关 SW 将第一级 PMOS 辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 I_{sd} 。

[0012] 上述方案中，所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为多只时，该电路采用以下方式实现：各 PMOS 辐射剂量计采用漏 / 源相接的级联方式连接，并将各自正栅电极与漏电极短接，最后一级 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线，第一级 PMOS 辐射剂量计源电极接至工作模式选择开关 SW。

[0013] 上述方案中，所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为多只时，该电路采用以下方式实现：各 PMOS 辐射剂量计采用漏 / 源相接的级联方式连接，并将各自背栅电极与漏电极短接，最后一级 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线，第一级 PMOS 辐射剂量计源电极接至工作模式选择开关 SW。

[0014] 上述方案中，所述工作模式选择开关 SW 有以下两种工作模式可供选择：测量模式，将工作模式选择开关 SW 接至零电位，同时接受辐照；读出模式，将工作模式选择开关 SW 接至恒流源，为 PMOS 辐射剂量计源电极注入保证 PMOS 辐射剂量计工作于饱和区的恒定电流，SW 接至恒流源 20 秒后，将第一级 PMOS 辐射剂量计源电极节点电压作为剂量计输出电压引出至采集电路，利用事先标定的差分电压与辐射剂量的对应关系曲线，得到与其对应辐射剂量数值。

[0015] 上述方案中，当该堆叠测量电路测量低剂量率时，采用多只 PMOS 辐射剂量计背栅电极堆叠，达到对辐照环境的较高敏感度，当辐射剂量超过计量量程时，减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目，直至最后一个；当该堆叠测量电路测量高剂量率时，将电路实现方式改变为多只 PMOS 辐射剂量计正栅电极堆叠，当辐射剂量超过计量量程时，减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目，直至最后一个。

[0016] (三) 有益效果

[0017] 从上述技术方案可以看出，本发明具有以下有益效果：

[0018] 1、利用本发明，可得到一种基于此种 PMOS 辐射剂量计的可调整量程的堆叠测量电路结构，对辐照环境的敏感度显著提高，可测量程较宽并易于控制；

[0019] 2、利用本发明，可实现 PMOS 辐射剂量计探头的重复利用，有效降低使用成本。

附图说明

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明：

[0021] 图 1 是本发明提供的基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计的结构示意图；

[0022] 图 2 是本发明提供的基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计的版图示意图；

[0023] 图 3 是本发明提供的正栅电极堆叠结构电路示意图；

[0024] 图 4 是本发明提供的背栅电极堆叠结构电路示意图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0026] 如图 1 所示,图 1 是本发明提供的基于 SOI 的双探头 PMOS 辐射剂量计的结构示意图,该辐射剂量计以从上至下依次为顶层硅 16、埋氧层 4 和底层硅 3 的 SOI 作为基本架构,该辐射剂量计包括:

[0027] 设置于顶层硅 16 上表面的正栅氧化层 9,设置于正栅氧化层 9 上表面的正栅多晶硅层 10,设置于正栅多晶硅层 10 上表面的正栅多晶硅化物层 11,以及设置于正栅多晶硅化物层 11 上表面的正栅电极 12;

[0028] 设置于正栅氧化层 9 一侧的漏区 15,设置于漏区 15 上表面的漏区多晶硅化物层 14,设置于漏区多晶硅化物层 14 上表面的漏电极 13;

[0029] 设置于正栅氧化层 9 另一侧的源区 5,在紧邻源区 5 的旁侧设置的与顶层硅 16 同型的重掺杂体接触区 6,在体接触区 6 和源区 5 上表面设置的体区及源区多晶硅化物层 7,设置于体区及源区多晶硅化物层 7 上表面的源电极 8;

[0030] 设置于底层硅 3 下表面的背栅多晶硅化物层 2,设置于背栅多晶硅化物层 2 下表面的背栅电极 1。

[0031] 所述正栅氧化层 9 覆盖了顶层硅 16 上表面等于设计规则中沟道尺寸的区域。所述底层硅 3 和埋氧层 4 构成背栅。

[0032] 分别在源区 5、体接触区 6、漏区 15、正栅多晶硅层 10 上表面的中央进一步设置有接触孔,所述源电极 8、漏电极 13 和正栅电极 12 设置于该接触孔之上;在底层硅 3 下表面的中央进一步设置有接触孔,所述背栅电极 1 设置于该接触孔之上。

[0033] 所述正栅电极 12 采用多根栅条叉指形式并联,多根折形栅条之间通过接触孔与金属互连,相邻栅条共用一个漏电极。

[0034] 所述正栅电极 12 和背栅电极 1 为两种不同量程的电极探头。

[0035] 该剂量计采用不同方式的正、背栅调栅注入;对正栅氧化层 9 区域进行调正栅注入,注入剂量范围为 $1e10$ 至 $1e12/cm^2$ 、能量范围为 95 至 105keV 的 BF_2 ;对顶层硅 16 区域进行调背栅注入,注入剂量范围为 $1.2e11$ 至 $1e13/cm^2$ 、能量范围为 155 至 165keV 的磷 (P)。

[0036] 具体可再参照图 1 以及图 2,本发明所提供的基于绝缘体上硅的 PMOS 辐射剂量计包括半导体基片,埋氧层 4 将半导体基片分为上下两部分,下部分为底层硅 3,上部分为顶层硅 16。在底层硅 3 下方设置背栅多晶硅化物层 2,利用底层硅 3 和埋氧层 4 形成背栅,在背栅多晶硅化物层 2 上设置金属层作为背栅电极 1。

[0037] 在顶层硅 16 上表面设置正栅氧化层 9 并覆盖等于设计规则中沟道尺寸的区域,并在正栅氧化层上设置正栅多晶硅层 10。对正栅氧化层 9 区域进行调正栅注入,注入剂量范围为 $1e10$ 至 $1e12/cm^2$ 、能量范围为 95 至 105keV 的 BF_2 。在正栅氧化层 9 的一侧形成漏区 15,并在其上部覆盖漏区多晶硅化物层 14。在正栅氧化层 9 的另一侧形成源区 5。在紧邻源区 5 的旁侧设置与衬底同型的重掺杂体接触区 6。在体接触区 6 和源区 5 上部形成体区及源区多晶硅化物层 7。对顶层硅 16 区域进行调背栅注入,注入剂量范围为 $1.2e11$ 至 $1e13/cm^2$ 、能量范围为 155 至 165keV 的 P(磷)。分别在源区 5 和体接触区 6 中央、漏区 14、正栅

多晶硅栅层 10 以及背栅底层硅 3 上表面设置接触孔 17,并在接触孔 17 上分别设置源电极 8、漏电极 13、正栅电极 12 以及背栅电极 1。

[0038] 图 2 中正栅多根折形栅条之间 12 通过接触孔 17 和金属互连,其中相邻栅条 12 共用一个漏 13。

[0039] 本发明所提供的可调整量程的堆叠测量电路结构包括:一只或多只所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计、工作模式选择开关 SW 以及恒流源 I_{sd} ;所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为一只时,所述工作模式选择开关 SW 将该辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 I_{sd} ,用导线将该 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线;所述基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计为多只时,该多只 PMOS 辐射剂量计采用漏/源相接的级联方式连接,并将各自正栅电极或背栅电极与漏电极短接,所述工作模式选择开关 SW 将第一级辐射剂量计的源电极连接于所述恒流源 I_{sd} 。

[0040] 将选取的一只或多只相同的 PMOS 辐射剂量计尽可能靠近的并排安置于 PCB 板上,该电路可采用两种方式实现:各 PMOS 辐射剂量计采用漏/源相接的级联方式并将各自正栅电极与漏电极短接,如图 3 所示,最后一级 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线,第一级 PMOS 辐射剂量计源电极接至工作模式选择开关 SW;另一种电路实现方式为:各 PMOS 辐射剂量计采用漏/源相接的级联方式并将各自背栅电极与漏电极短接,如图 4 所示,最后一级 PMOS 辐射剂量计漏电极接至地线,第一级 PMOS 辐射剂量计源电极接至工作模式选择开关 SW,具有与第一种电路实现方式相同的两种工作模式可供选择。

[0041] 该工作模式选择开关 SW 有两种工作模式可供选择:测量模式,即开 SW 接至零电位,同时接受辐照;或读出模式,即开关 SW 接至恒流源,为 PMOS 辐射剂量计源电极注入保证 PMOS 辐射剂量计工作于饱和区的恒定电流,SW 接至恒流源 20 秒后,将第一级 PMOS 辐射剂量计源电极节点电压作为剂量计输出电压引出至采集电路,利用事先标定的差分电压与辐射剂量的对应关系曲线,得到与其对应辐射剂量数值。

[0042] 该堆叠测量电路测量低剂量率时,可用多只 PMOS 辐射剂量计背栅电极堆叠,从而达到对辐照环境的较高敏感度,当辐射剂量超过计量量程时,可减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目,直至最后一个;当堆叠测量高剂量率时,可将电路实现方式改变为多只 PMOS 辐射剂量计正栅电极堆叠,当辐射剂量超过计量量程时,可减少堆叠 PMOS 辐射剂量计数目,直至最后一个。

[0043] 本发明所提供的对基于绝缘体上硅的双探头 PMOS 辐射剂量计退火过程控制及偏置条件、退火温度和时间调节按如下步骤实施:将经辐照后失效的 PMOS 辐射剂量计正栅电极、背栅电极、源电极以及漏电极接至地线,置于 $95 \sim 105^{\circ}\text{C}$ 环境温度范围下退火 230 ~ 310 小时;之后将环境温度升温至 $145 \sim 155^{\circ}\text{C}$ 范围继续退火 80 ~ 120 小时;然后将 PMOS 辐射剂量计取出置于 20 至 25°C 环境温度下测试,与该 PMOS 辐射剂量计未辐照前数据比对校准。同时,利用该方法我们也进行了模拟和实验,结果表明此退火控制方法正确,总体误差在 20% 以内。

[0044] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

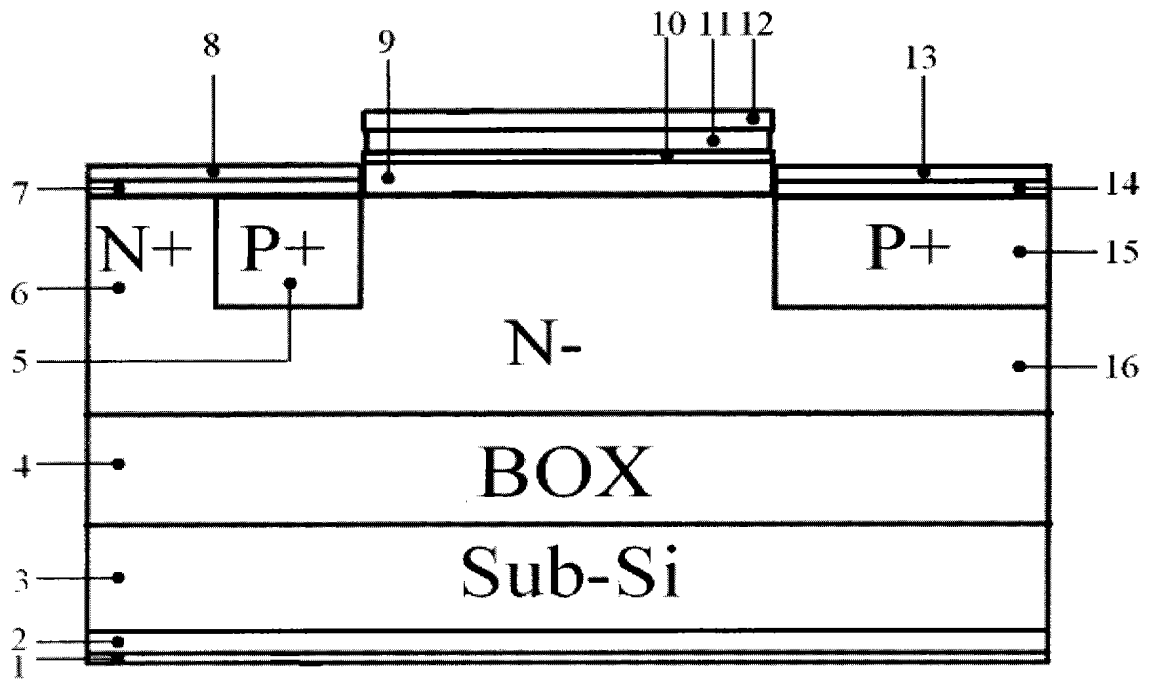


图 1

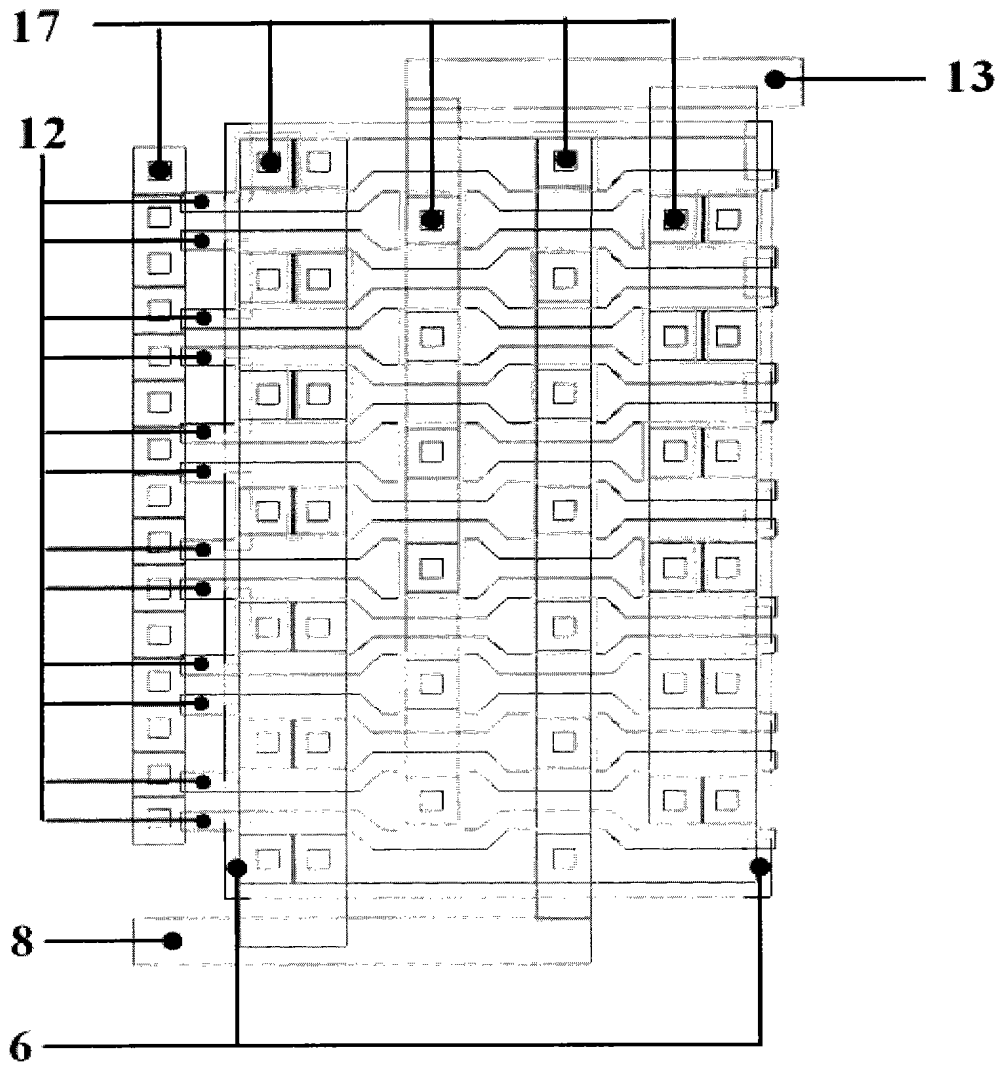


图 2

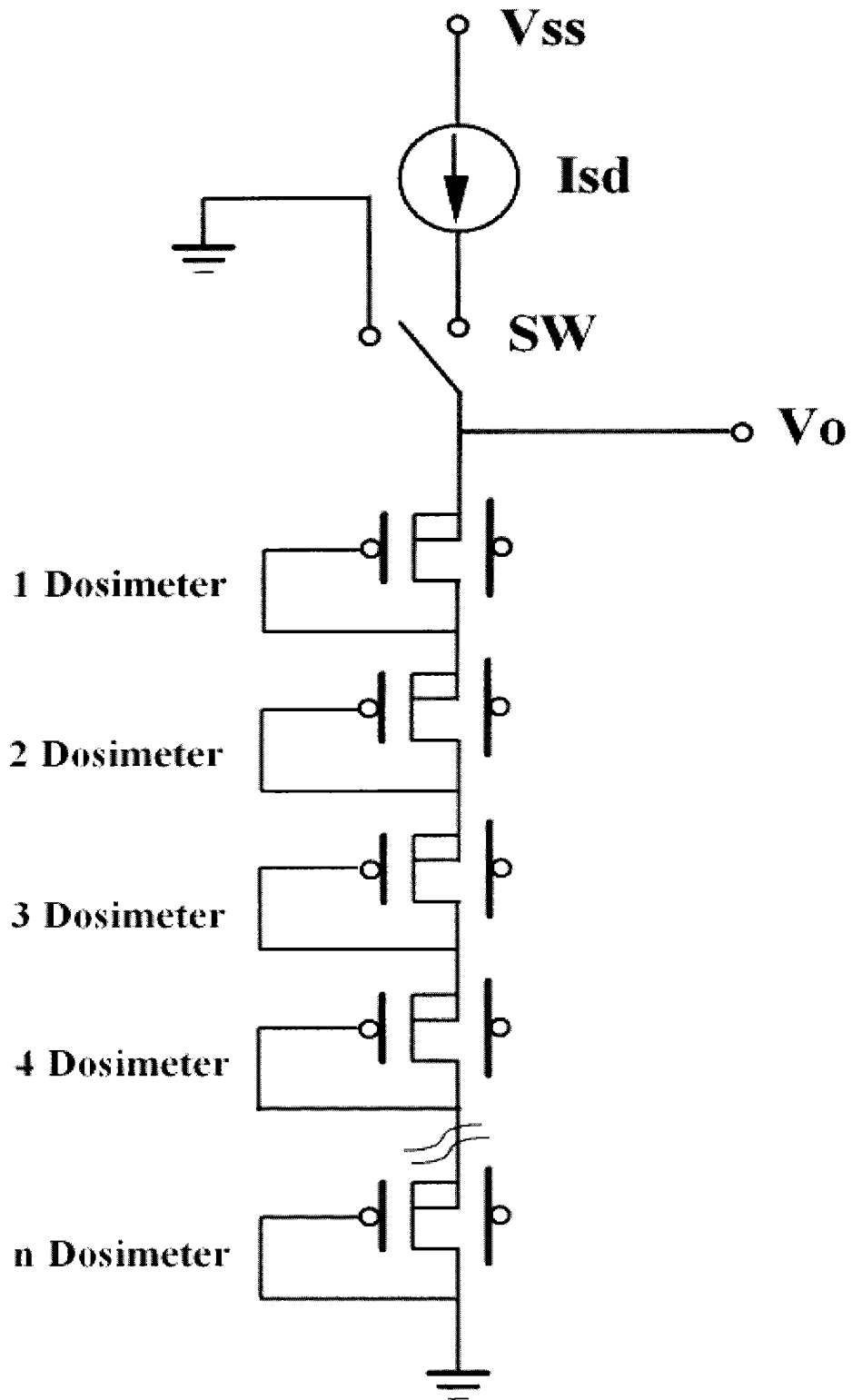


图 3

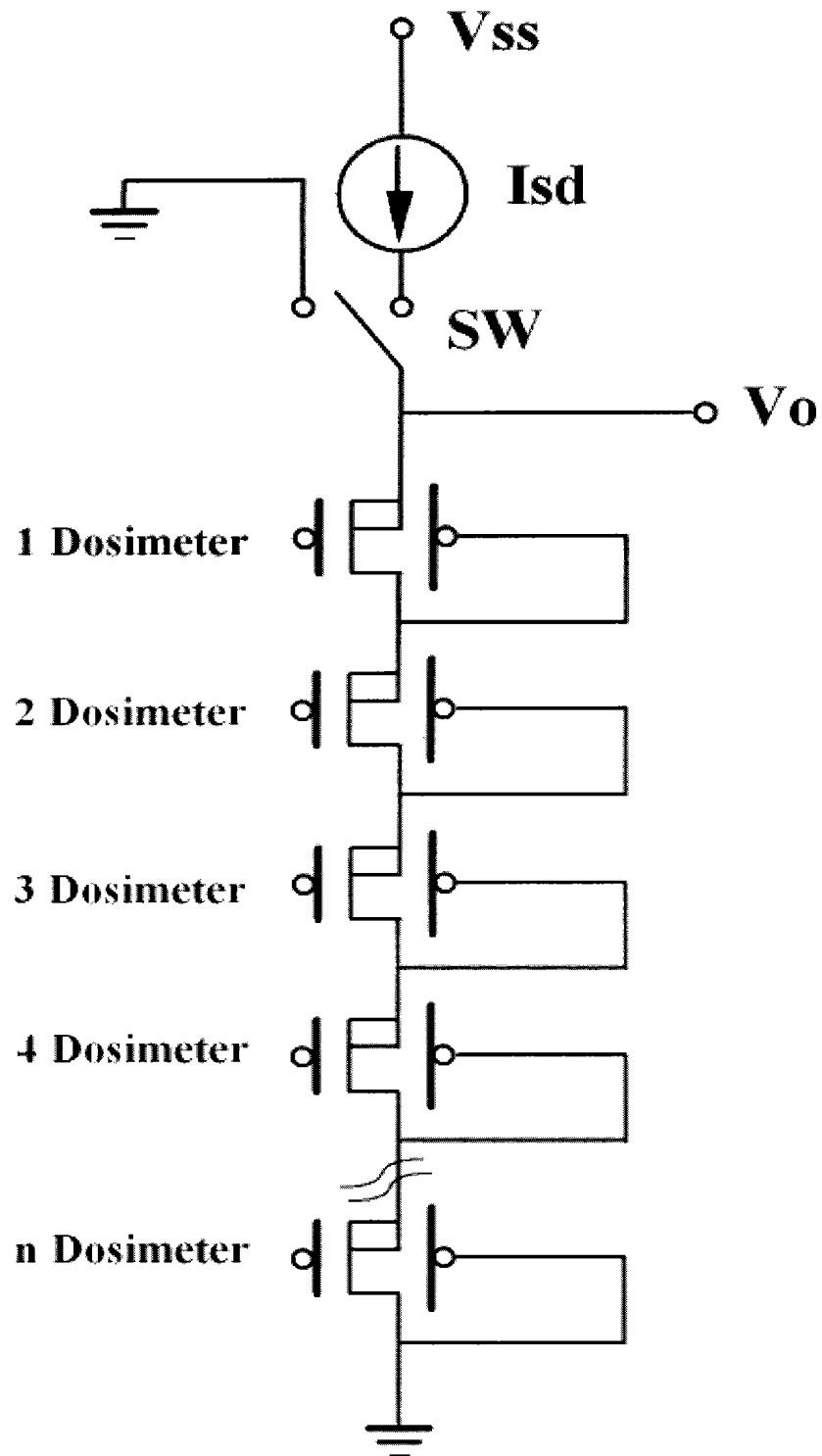


图 4