



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115291663 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 04

(21) 申请号 202210928440.8

(22) 申请日 2022.08.03

(71) 申请人 深圳市灵明光子科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街
道福光社区留仙大道3370号南山智园
崇文园区3号楼1201

(72) 发明人 张超 秦玲 左事君

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事
务所(普通合伙) 44285
专利代理师 孙超

(51) Int. Cl.
G05F 1/56 (2006.01)
G01S 7/4861 (2020.01)
G01S 7/4913 (2020.01)
H03K 3/3565 (2006.01)

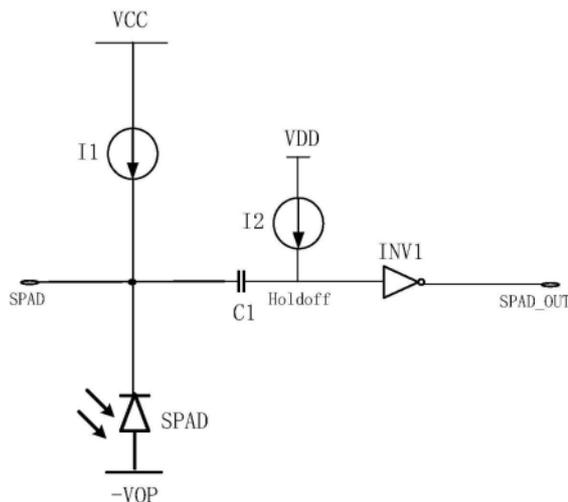
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置

(57) 摘要

本发明公开了一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置,涉及电路设计领域,包括第一电流源、第二电流源、电容和第一反相单元。当SPAD被光子触发生成雪崩电流之后,基于电容两端电压不能突变的特性,SPAD阴极的电压以及电容的第二端的电压均迅速变低,SPAD控制电路的输出端输出高电平,此时为死区时间的开始时间。同时第二电流源为电容的第二端充电,当电容的第二端的电压达到第一反相单元的翻转电压时第一反相单元的输出端也即SPAD控制电路的输出端输出低电平,此时为死区时间的结束时间。本发明能为SPAD提供死区时间且在SPAD和第一反相单元之间不需要设置复杂的电平移位电路,可以减小芯片面积。



1. 一种SPAD控制电路,其特征在于,包括第一电流源、第二电流源、电容和第一反相单元;

所述第一电流源的输入端连接第一供电电源,所述第二电流源的输入端连接第二供电电源,其中,所述第一供电电源的输出电压高于所述第二供电电源的输出电压;

所述第一电流源的输出端分别与所述电容的第一端以及SPAD的阴极连接,所述SPAD的阳极与第三供电电源连接,所述电容的第二端分别与所述第二电流源的输出端以及所述第一反相单元的输入端连接,所述第一反相单元的供电端与所述第二供电电源连接,所述第一反相单元的输出端为所述SPAD控制电路的输出端,其中,所述第三供电电源用于为所述SPAD提供反向击穿的负电压。

2. 如权利要求1所述的SPAD控制电路,其特征在于,所述第一反相单元为施密特触发器;

所述施密特触发器的输入端作为所述第一反相单元的输入端,所述施密特触发器的输出端作为所述第一反相单元的输出端。

3. 如权利要求1所述的SPAD控制电路,其特征在于,所述第一电流源为第一MOS管,所述第二电流源为第二MOS管;

所述第一MOS管的控制端与第一偏置电压连接,所述第一MOS管的输入端为所述第一电流源的输入端,所述第一MOS管的输出端为所述第一电流源的输出端;

所述第二MOS管的控制端与第二偏置电压连接,所述第二MOS管的输入端为所述第二电流源的输入端,所述第二MOS管的输出端为所述第二电流源的输出端。

4. 如权利要求1所述的SPAD控制电路,其特征在于,还包括:

第三MOS管,用于在所述SPAD被光子触发并产生雪崩电流后将所述SPAD的阴极的电压下拉,以便所述SPAD脱离雪崩状态;

所述第三MOS管的输入端与所述SPAD的阴极连接,所述第三MOS管的输出端接地,所述第三MOS管的控制端与所述第一反相单元的输出端连接。

5. 如权利要求1至4任一项所述的SPAD控制电路,其特征在于,还包括:

与所述SPAD的阴极连接的充电电路,用于在所述SPAD被光子触发并产生雪崩电流后为所述SPAD快速充电,以便所述SPAD在下一次光子输入时被触发。

6. 如权利要求5所述的SPAD控制电路,其特征在于,所述充电电路包括第四MOS管、第二反相单元、或非门、延时单元以及第三反相单元;

所述第三反相单元的输入端与所述第一反相单元的输出端连接,所述第三反相单元的输出端与所述延时单元的输入端连接,所述延时单元的输出端与所述或非门的第一输入端连接,所述或非门的第二输入端与所述第一反相单元的输出端连接;

所述或非门的输出端与所述第二反相单元的输入端连接,所述第二反相单元的输出端与所述第四MOS管的控制端连接,所述第四MOS管的输入端与所述第一供电电源连接,所述第四MOS管的输出端与所述SPAD的阴极连接,所述第二反相单元的供电端与所述第一供电电源连接,所述或非门的供电端、所述延时单元的供电端以及所述第三反相单元的供电端均与所述第二供电电源连接。

7. 如权利要求7所述的SPAD控制电路,其特征在于,所述第二反相单元包括NMOS与PMOS,所述第三反相单元为或非门;

所述NMOS的栅极与所述PMOS的栅极连接且连接的公共端作为所述第二反相单元的输入端,所述NMOS的漏极与所述PMOS的漏极连接且连接的公共端作为所述第二反相单元的输出端,所述PMOS的源极与所述第一供电电源连接,所述NMOS的源极接地;

所述非门的输入端作为所述第三反相单元的输入端,所述非门的输出端作为所述第三反相单元的输出端。

8. 一种SPAD阵列,其特征在于,包括N个如权利要求1至7任一项所述的SPAD控制电路,还包括N个SPAD,其中,N为正整数;

N个所述SPAD控制电路中的第一电流源的输出端均分别与N个所述SPAD的阴极一一对应连接,N个所述SPAD的阳极均与第三供电电源连接,其中,所述第三供电电源用于为所述SPAD提供反向击穿的负电压。

9. 一种激光测距装置,其特征在于,包括如权利要求8所述的SPAD阵列。

一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电路设计领域,特别是涉及一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置。

背景技术

[0002] 激光测距装置通常包括SPAD(Single Photo Avalanche Diode,单光子雪崩二极管)和控制电路。SPAD检测到光子后会产生雪崩电流,为了让SPAD正常进行下一次光子检测需要由控制电路将雪崩电流淬灭,淬灭雪崩电流的时间被称为死区时间。控制电路通常由模拟电路和数字电路共同构成,但模拟电路的工作电压通常要高于数字电路的工作电压,在模拟电路向数字电路传递电压时数字电路中的MOS管等数字元件可能会因承受过大的电压而损坏,因此需要在控制电路中的模拟电路和数字电路之间设置用于将高电压转换为低电压的电平移位电路。现有技术中的电平移位电路的结构比较复杂,占用的芯片面积较大,不利于芯片的小型化。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置,能为SPAD提供死区时间,且不需要设置复杂的电平移位电路,进而减小芯片面积。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种SPAD控制电路,包括第一电流源、第二电流源、电容和第一反相单元;

[0005] 所述第一电流源的输入端连接第一供电电源,所述第二电流源的输入端连接第二供电电源,其中,所述第一供电电源的输出电压高于所述第二供电电源的输出电压;

[0006] 所述第一电流源的输出端分别与所述电容的第一端以及SPAD的阴极连接,所述SPAD的阳极与第三供电电源连接,其中,所述第三供电电源用于为所述SPAD提供反向击穿的负电压,所述电容的第二端分别与所述第二电流源的输出端以及所述第一反相单元的输入端连接,所述第一反相单元的输出端为所述SPAD控制电路的输出端,所述第一反相单元的供电端与第二供电电源连接。

[0007] 优选的,所述第一反相单元为施密特触发器;

[0008] 所述施密特触发器的输入端作为所述第一反相单元的输入端,所述施密特触发器的输出端作为所述第一反相单元的输出端。

[0009] 优选的,所述第一电流源为第一MOS管,所述第二电流源为第二MOS管;

[0010] 所述第一MOS管的控制端与第一偏置电压连接,所述第一MOS管的输入端为所述第一电流源的输入端,所述第一MOS管的输出端为所述第一电流源的输出端;

[0011] 所述第二MOS管的控制端与第二偏置电压连接,所述第二MOS管的输入端为所述第二电流源的输入端,所述第二MOS管的输出端为所述第二电流源的输出端。

[0012] 优选的,还包括第三MOS管,用于在所述SPAD被光子触发并产生雪崩电流后,将所述SPAD的阴极的电压下拉,以便所述SPAD脱离雪崩状态;

[0013] 所述第三MOS管的输入端与所述SPAD的阴极连接,所述第三MOS管的输出端接地,所述第三MOS管的控制端与所述第一反相单元的输出端连接。

[0014] 优选的,还包括:

[0015] 与所述SPAD的阴极连接的充电电路,用于在所述SPAD被光子触发并产生雪崩电流后为所述SPAD快速充电,以便所述SPAD在下一次有光子输入时被触发。

[0016] 优选的,所述充电电路包括第四MOS管、第二反相单元、或非门、延时单元以及第三反相单元;

[0017] 所述第三反相单元的输入端与所述第一反相单元的输出端连接,所述第三反相单元的输出端与所述延时单元的输入端连接,所述延时单元的输出端与所述或非门的第一输入端连接,所述或非门的第二输入端与所述第一反相单元的输出端连接;

[0018] 所述或非门的输出端与所述第二反相单元的输入端连接,所述第二反相单元的输出端与所述第四MOS管的控制端连接,所述第四MOS管的输入端与所述第一供电电源连接,所述第四MOS管的输出端与所述SPAD的阴极连接,所述第二反相单元的供电端与所述第一供电电源连接,所述或非门的供电端、所述延时单元的供电端以及所述第三反相单元的供电端均与所述第二供电电源连接。

[0019] 优选的,所述第二反相单元包括NMOS与PMOS,所述第三反相单元为或非门;

[0020] 所述NMOS的栅极与所述PMOS的栅极连接且连接的公共端作为所述第二反相单元的输入端,所述NMOS的漏极与所述PMOS的漏极连接且连接的公共端作为所述第二反相单元的输出端,所述PMOS的源极与所述第一供电电源连接,所述NMOS的源极接地;

[0021] 所述或非门的输入端作为所述第三反相单元的输入端,所述或非门的输出端作为所述第三反相单元的输出端。

[0022] 为解决上述技术问题本发明还提供了一种SPAD阵列,包括N个上述SPAD控制电路,还包括N个SPAD,其中,N为正整数;

[0023] N个所述SPAD控制电路中的第一电流源的输出端均分别与N个所述SPAD的阴极一一对应连接,N个所述SPAD的阳极均与第三供电电源连接,其中,所述第三供电电源用于为所述SPAD提供反向击穿的负电压。

[0024] 为解决上述技术问题本发明还提供了一种激光测距装置,包括上述的SPAD阵列。

[0025] 综上,本发明提供了一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置,包括第一电流源、第二电流源、电容和第一反相单元。第一电流源的输出端与SPAD的阴极连接,第二电流源的输出端与第一反相单元的输入端连接,在第一电流源的输出端与第二电流源的输出端之间设置有电容,因此当SPAD被光子触发生成雪崩电流之后,基于电容两端电压不能突变的特性,SPAD的阴极的电压变低,第一反向单元的输入端的电压也迅速变低,SPAD控制电路的输出端的电压变为高电平,此时为死区时间的开始时间,同时第二电流源为电容的第二端进行充电,当电容的第二端的电压达到第一反相单元的翻转电压时,第一反相单元输出低电平,SPAD控制电路的输出端的电压变为低电平,此时为死区时间的结束时间。因此,能够正常为SPAD提供死区时间且在SPAD和第一反相单元之间不需要设置复杂的电平移位电路,进而可以减小芯片面积,利于芯片小型化。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明提供的一种SPAD控制电路的结构示意图;

[0028] 图2为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图;

[0029] 图3为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图;

[0030] 图4为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图;

[0031] 图5为本申请提供的一种施密特触发器的电路结构示意图。

具体实施方式

[0032] 本发明的核心是提供一种SPAD控制电路、SPAD阵列和激光测距装置,能为SPAD提供死区时间,且不需要设置复杂的电平移位电路,进而减小芯片面积。

[0033] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 请参照图1,图1为本发明提供的一种SPAD控制电路的结构示意图,该SPAD控制电路包括第一电流源I1、第二电流源I2、电容C1和第一反相单元INV1;

[0035] 第一电流源I1的输入端连接第一供电电源,第二电流源I2的输入端连接第二供电电源,其中,第一供电电源的输出电压高于第二供电电源的输出电压;

[0036] 第一电流源I1的输出端分别与电容C1的第一端以及SPAD的阴极连接,SPAD的阳极与第三供电电源连接,其中,第三供电电源用于为SPAD提供反向击穿的负电压,电容C1的第二端分别与第二电流源I2的输出端以及第一反相单元INV1的输入端连接,第一反相单元INV1的输出端为SPAD控制电路的输出端,第一反相单元INV1的供电端与第二供电电源连接。

[0037] SPAD控制电路中通常会同时包括模拟电路和数字电路,但是模拟电路的工作电压通常都会高于数字电路的工作电压,例如模拟电路的工作电压为3.3V,数字电路的工作电压为1.1V,因此需要在模拟电路和数字电路之间设置额外的电平移位电路,但现有技术中的电平移位电路一般都比较复杂,占用的芯片面积都比较大。

[0038] 请参照图1,图1为本发明提供的一种SPAD控制电路的结构示意图,图1中的SPAD节点表示SPAD的阴极,Holdoff节点为电容的第二端也即第一反相单元INV1的输入端,SPAD_Out节点表示SPAD控制电路的输出端,VCC表示第一供电电源,VDD表示第二供电电源,-VOP表示第三供电电源。为解决上述技术问题本申请提供了一种SPAD控制电路,本申请中的SPAD控制电路中的模拟器件是指SPAD,数字器件是指第一反相单元INV1。本申请在SPAD的阴极与第一反相单元INV1的输入端之间设置了电容C1,一方面,电容C1具有两端电压不能突变的特性,因此能够实现SPAD与第一反相单元INV1之间进行电压转换的电平移位电路的功能;另一方面,电容C1的体积比较小,能够减小电平移位电路占用的芯片面积,更有利于

实现芯片小型化。

[0039] 需要说明的是,本申请中利用第一电流源I1为模拟器件也即SPAD供电,利用第二电流源I2为数字器件也即第一反相单元INV1供电,能够增加SPAD阵列增益的一致性。此外,考虑到SPAD的工作电压高于第一反相单元INV1的工作电压,因此为与SPAD连接的第一电流源I1供电的第一供电电源的输出电压高于为与第一反相单元INV1连接的第二电流源I2供电的第二供电电源的输出电压,例如,第一供电电源的输出电压为3.3V,第二供电电源的输出电压为1.1V。

[0040] 同时,本申请中的SPAD控制电路能够实现为SPAD提供死区时间的基本功能。具体的,当SPAD被光子触发产生雪崩电流之后,SPAD的阴极电压以及电容C1的第一端的电压下降,同时由于电容C1两端的电压不能突变导致电容C1的第二端以及第一反相单元INV1的输入端的电压下降,第一反相单元INV1将输入端反相后输出高电平,此时为SPAD控制电路提供的死区时间的开始时间。由于第二电流源I2的作用,电容C1的第二端的电压以及第一反相单元INV1的输入端的电压会逐渐上升,当第一反相单元INV1的输入端的电压上升到第一反相单元INV1的翻转电压时第一反相单元INV1输出低电平,此时为SPAD控制电路提供的死区时间的结束时间。

[0041] 可见,本申请提供的SPAD控制电路能够在芯片面积有限的情况下减小模拟电路和数字电路之间的电平移位电路占用的面积,同时能够满足为SPAD提供死区时间的要求。

[0042] 此外,本申请中的SPAD的阴极连接的第三供电电源的输出电压为负电压,实际上SPAD的阴极连接的第三供电电源的输出电压也能够为正电压,但是当第三供电电源的输出电压为正电压时,SPAD控制电路的电路结构也要相适应地进行调整,请参照图2,图2为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图,SPAD节点表示SPAD的阴极,Holdoff节点为电容的第二端也即第一反相单元INV1的输入端,SPAD_Out节点表示SPAD控制电路的输出端,VCC表示第一供电电源,VDD表示第二供电电源,+VOP表示第三供电电源。具体的,SPAD的阴极连接输出电压为正电压的第三供电电源的输出端,SPAD的阳极连接第一电流源I1的输入端以及电容C1的第一端,电容C1的第二端连接第一反相单元INV1的输入端,第一电流源I1的输出端和第二电流源I2的输出端均接地,第一反相单元INV1的输出端为SPAD控制电路的输出端。

[0043] 综上,本发明提供的SPAD控制电路包括第一电流源I1、第二电流源I2、电容C1和第一反相单元INV1。当SPAD被光子触发生成雪崩电流之后,基于电容C1两端电压不能突变的特性,SPAD阴极的电压以及电容C1的第二端的电压均迅速变低,SPAD控制电路的输出端输出高电平,此时为死区时间的开始时间。同时第二电流源I2为电容C1的第二端充电,当电容C1的第二端的电压达到第一反相单元INV1的翻转电压时第一反相单元INV1的输出端也即SPAD控制电路的输出端输出低电平,此时为死区时间的结束时间。本发明能为SPAD提供死区时间且在SPAD和第一反相单元INV1之间不需要设置复杂的电平移位电路,可以减小芯片面积。

[0044] 在上述实施例的基础上:

[0045] 作为一种优选的实施例,第一反相单元INV1为施密特触发器;

[0046] 施密特触发器的输入端作为第一反相单元INV1的输入端,施密特触发器的输出端作为第一反相单元INV1的输出端。

[0047] 考虑到在SPAD控制电路提供死区时间的过程中,当由于第二电流源I2的作用使得第一反相单元INV1的输入端的电压逐渐上升的过程中,第一反相单元INV1的输入端的电压通常会出现抖动,在第一反相单元INV1下降沿的翻转电压比较大的时候可能会出现误翻转的问题。

[0048] 因此,在本申请中选用施密特触发器作为第一反相单元INV1,请参照图5,图5为本申请提供的一种施密特触发器的电路结构示意图,图5中 V_{in} 为施密特触发器的输入电压, V_{out} 为施密特触发器的输出电压, V_{DD} 为第二供电电源, GND 为接地端, $PM5$ 为PMOS, $NM3$ 、 $NM6$ 和 $NM7$ 均为NMOS。施密特触发器下降沿的翻转电压比较低,因此不易出现因为第一反相单元INV1的输入端的电压出现抖动而导致误翻转的问题。此外,施密特触发器作为一种数字电路,施密特触发器的供电端与第二供电电源连接。

[0049] 例如,施密特触发器的上升沿的翻转电压设置为0.8V,下降沿的翻转电压设置为0.4V,第一反相单元INV1的输入端的电压发生抖动达到0.5V时由于翻转电压设置的比较低因此并不会出现误翻转的问题,当第二电流源I2为第一反相单元INV1的输入端的电压充电至0.8V时第一反相单元INV1的输出电压才变为高电平,保证了SPAD控制电路的可靠性。

[0050] 作为一种优选的实施例,第一电流源I1为第一MOS管M1,第二电流源I2为第二MOS管M2;

[0051] 第一MOS管M1的控制端与第一偏置电压连接,第一MOS管M1的输入端为第一电流源I1的输入端,第一MOS管M1的输出端为第一电流源I1的输出端;

[0052] 第二MOS管M2的控制端与第二偏置电压连接,第二MOS管M2的输入端为第二电流源I2的输入端,第二MOS管M2的输出端为第二电流源I2的输出端。

[0053] 请参照图3,图3为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图, V_{CC} 表示第一供电电源, V_{DD} 表示第二供电电源, $-V_{OP}$ 表示第三供电电源,本实施例中, $-V_{OP}$ 为-28v,SPAD节点表示SPAD的阴极,holdoff节点为电容的第二端也即第一反相单元INV1的输入端,SPAD_Out节点表示SPAD控制电路的输出端,BIAS1表示第一偏置电压,BIAS2表示第二偏置电压。

[0054] 在本实施例中,选用MOS管作为为SPAD以及第一反相单元INV1供电的电流源。具体的,第一电流源I1为第一MOS管M1,第一MOS管M1的控制端与第一偏置电压连接,通过调节第一偏置电压的高低即可控制第一MOS管M1的电流大小,也即可以控制为SPAD充电的电流大小,第一MOS管M1的输入端即为第一电流源I1的输入端与第一供电电源的输出端连接,第一MOS管M1的输出端即为第一电流源I1的输出端与SPAD的阴极连接。

[0055] 第二电流源I2为第二MOS管M2,第二MOS管M2的控制端与第二偏置电压连接,通过调节第二偏置电压的高低即可控制第二MOS管M2的电流大小,也即可以控制为holdoff充电的电流大小,第二MOS管M2的输入端即为第二电流源I2的输入端与第二供电电源的输出端连接,第二MOS管M2的输出端即为第二电流源I2的输出端与第一反相单元INV1输入端连接,即holdoff节点。

[0056] 此外,本实施例中的第一MOS管M1可以为PMOS,第二MOS管M2可以为PMOS。

[0057] 作为一种优选的实施例,还包括第三MOS管M3,用于在SPAD被光子触发并产生雪崩电流后,将SPAD的阴极的电压下拉,以便SPAD脱离雪崩状态;

[0058] 第三MOS管M3的输入端与SPAD的阴极连接,第三MOS管M3的输出端接地,第三MOS管

M3的控制端与第一反相单元INV1的输出端连接。

[0059] 请参照图4,图4为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图,VCC表示第一供电电源,VDD表示第二供电电源,SPAD节点表示SPAD的阴极,Holdoff节点为电容的第二端也即第一反相单元INV1的输入端,SPAD_Out节点表示SPAD控制电路的输出端,BIAS1表示第一偏置电压,BIAS2表示第二偏置电压。

[0060] 考虑到当SPAD被当前光子触发后会生成雪崩电流,将雪崩电流淬灭后SPAD才能正常进行下一次光子检测,因此为了缩短淬灭雪崩电流的时间,在本申请中在SPAD的阴极连接的第三MOS管M3,第三MOS管M3的控制端与第一反相单元INV1的输出端连接,第三MOS管M3的输出端接地。增加了第三MOS管M3之后,SPAD的阴极的电压被强制迅速拉低使得SPAD快速脱离雪崩状态,从而避免SPAD发生损坏,保证了SPAD控制电路的可靠性。

[0061] 同时,由于第三MOS管M3将SPAD的阴极的电压强制拉低使得电容C1的第一端的电位持续为低电平,第二电流源I2持续为电容C1充电使得电容C1的第二端的电位也即第一反相单元INV1的输入端的电位缓慢上升,因此SPAD控制电路输出高电平的时间增加。

[0062] 作为一种优选的实施例,还包括:

[0063] 与SPAD的阴极连接的充电电路,用于在SPAD被光子触发并产生雪崩电流后为SPAD快速充电,以便SPAD在下次有光子输入时能被及时触发。

[0064] 考虑到在利用SPAD进行光子检测时需要使SPAD工作在击穿电压,因此在SPAD被光子触发后为了使得SPAD能够正常进行下一次光子检测,在本实施例中利用充电电路在SPAD被光子触发并产生雪崩电流后为SPAD快速充电,为SPAD下次进行光子检测做准备,进一步保证了光子检测的准确和可靠性。

[0065] 作为一种优选的实施例,充电电路包括第四MOS管M4、第二反相单元I2、或非门I4、延时单元I5以及第三反相单元I3;

[0066] 第三反相单元I3的输入端与第一反相单元INV1的输出端连接,第三反相单元I3的输出端与延时单元I5的输入端连接,延时单元I5的输出端与或非门I4的第一输入端连接,或非门I4的第二输入端与第一反相单元INV1的输出端连接;

[0067] 或非门I4的输出端与第二反相单元I2的输入端连接,第二反相单元I2的输出端与第四MOS管M4的控制端连接,第四MOS管M4的输入端与第一供电电源连接,第四MOS管M4的输出端与SPAD的阴极连接,第二反相单元I2的供电端与第一供电电源连接,或非门I4的供电端、延时单元I5的供电端以及第三反相单元I3的供电端均与第二供电电源连接。

[0068] 请参照图4,图4为本发明提供的另一种SPAD控制电路的结构示意图。

[0069] 在本实施例中,用于在SPAD被光子触发产生雪崩电流之后为SPAD充电的充电电路包括第四MOS管M4、第二反相单元I2,或非门I4、延时单元I5以及第三反相单元I3。第三反相单元I3与第一反相单元INV1的输出端也即SPAD控制电路的输出端连接,或非门I4的一个输入端为SPAD控制电路的输出端的电平翻转并延时之后的信号,或非门I4的另一个输入端直接为SPAD控制电路的输出端的电平,或非门I4的输出端与第二反相单元I2的输入端连接,对于第二反相单元I2的具体结构本申请不作特别限定,然后将第二反相单元I2的输出端与第四MOS管的控制端连接以控制是否将SPAD的阴极的电位拉高也即是否为SPAD充电。

[0070] 此外,本实施例中的或非门I4、延时单元I5以及第三反相单元I3均为数字器件,因此或非门I4的供电端、延时单元I5的供电端以及第三反相单元I3的供电端均与第二供电电

源连接。

[0071] 作为一种优选的实施例,第二反相单元I2包括NMOS与PMOS,第三反相单元I3为非门;

[0072] NMOS的栅极与PMOS的栅极连接且连接的公共端作为第二反相单元I2的输入端,NMOS的漏极与PMOS的漏极连接且连接的公共端作为第二反相单元I2的输出端,PMOS的源极与第一供电电源连接,NMOS的源极接地;

[0073] 非门的输入端作为第三反相单元I3的输入端,非门的输出端作为第三反相单元I3的输出端。

[0074] 反相单元通常有多种实现结构,在本实施例中第二反相单元I2由NMOS和PMOS构成,第三反相单元I3为非门。具体的,第二反相单元I2中NMOS的栅极与PMOS的栅极连接且连接的公共端作为第二反相单元I2的输入端,NMOS的漏极与PMOS的漏极连接且连接的公共端作为第二反相单元I2的输出端,PMOS的源极作为第二反相单元I2的供电端与第一供电电源连接,NMOS的源极接地。非门的输入端作为第三反相单元I3的输入端,非门的输出端作为第三反相单元I3的输出端。进一步优化SPAD控制电路的电路结构,更好的实现对SPAD的控制作用,保证光子检测的准确和可靠性。

[0075] 为解决上述技术问题本发明还提供了一种SPAD阵列,包括N个上述SPAD控制电路,还包括N个SPAD,其中,N为正整数;

[0076] N个SPAD控制电路中的第一电流源I1的输出端均分别与N个SPAD的阴极一一对应连接,N个SPAD的阳极均与第三供电电源连接,其中,第三供电电源用于为SPAD提供反向击穿的负电压。

[0077] 对于本发明提供的一种SPAD阵列的相关介绍请参照上述SPAD控制电路的实施例,本申请在此不做赘述。

[0078] 为解决上述技术问题本发明还提供了一种激光测距装置,包括上述的SPAD阵列。

[0079] 对于本发明提供的一种激光测距装置的相关介绍请参照上述SPAD控制电路的实施例,本申请在此不做赘述。

[0080] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0081] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0082] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

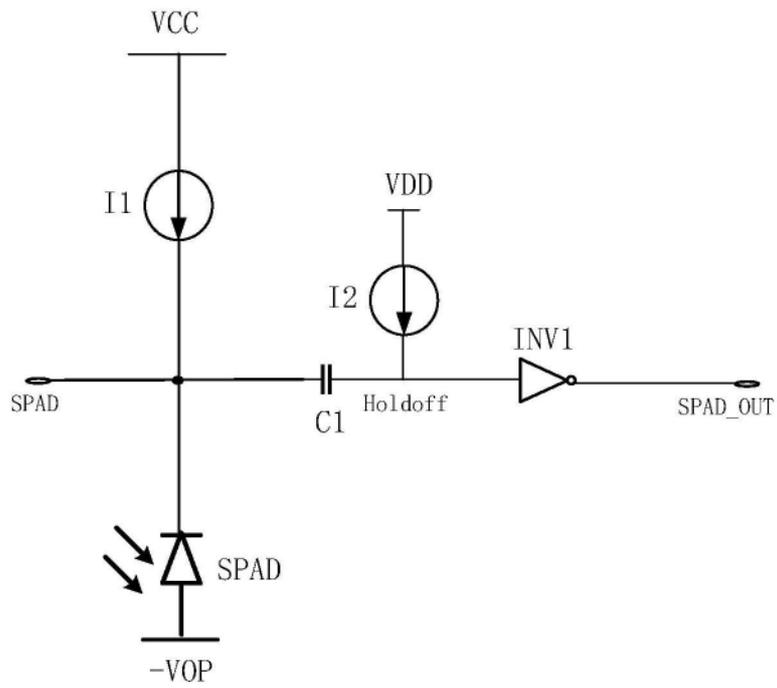


图1

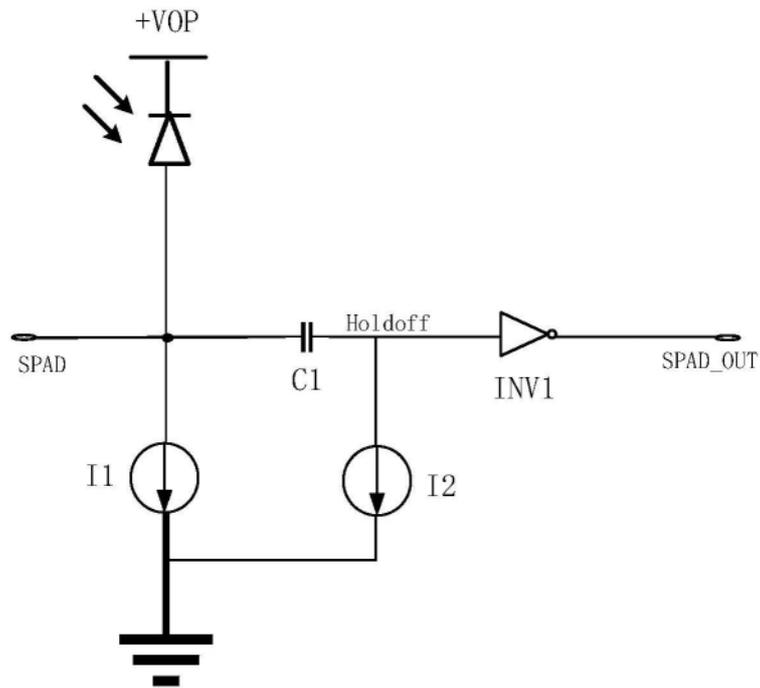


图2

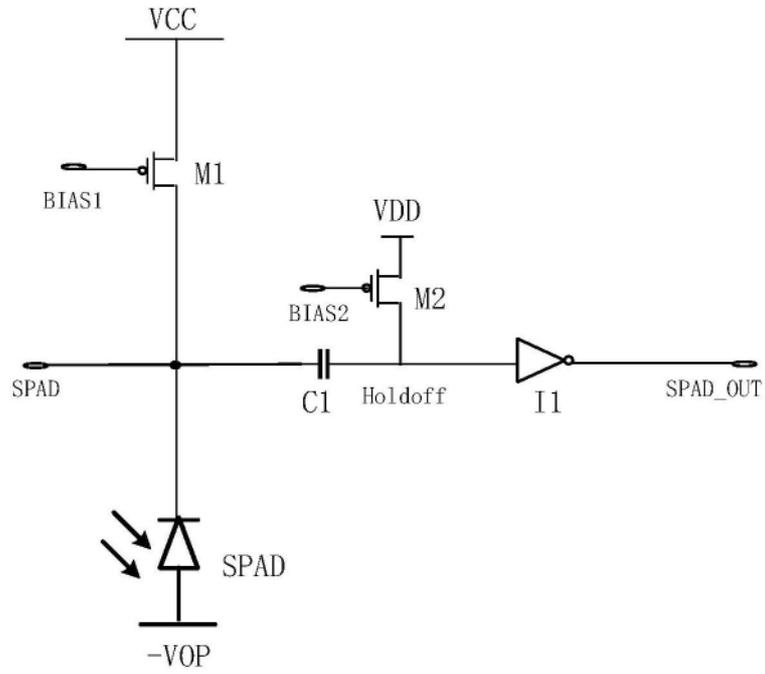


图3

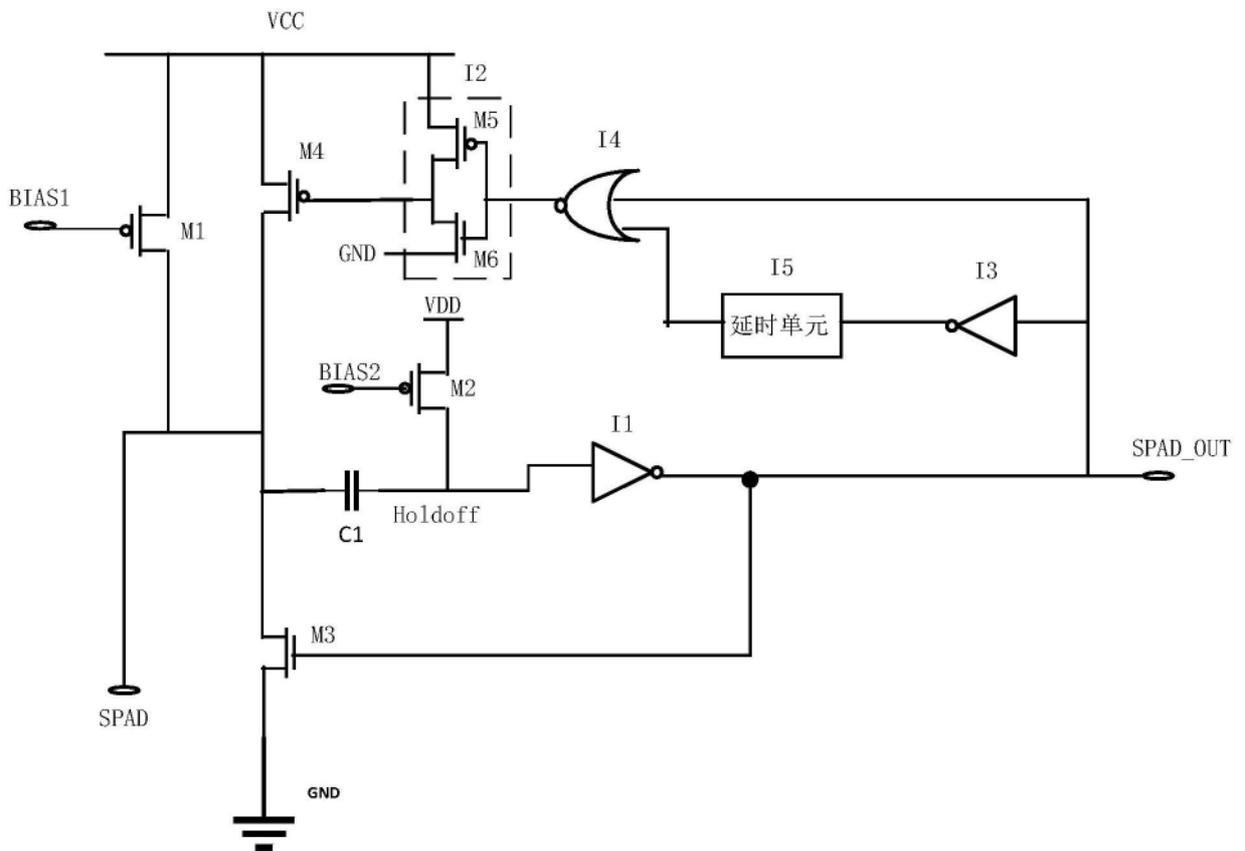


图4

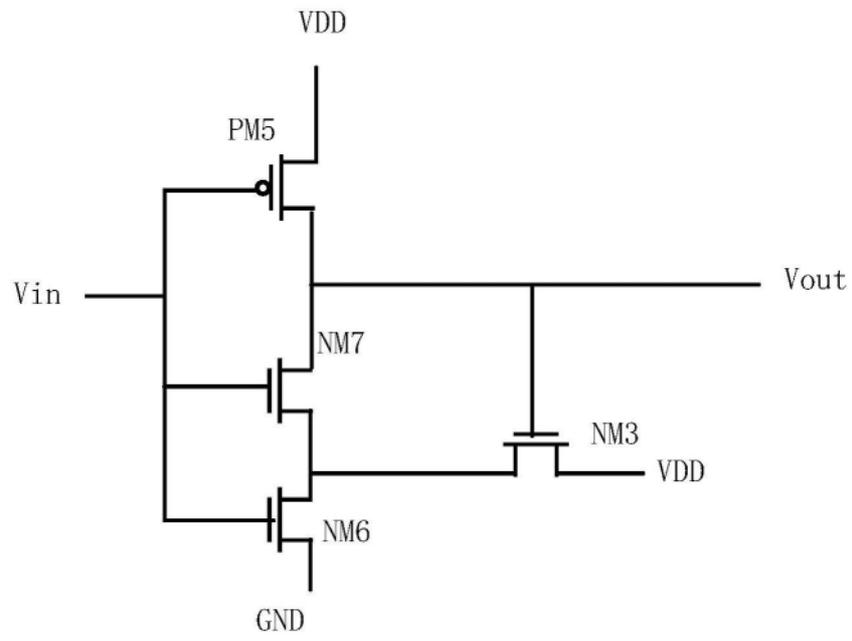


图5