



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110389351 B

(45) 授权公告日 2021.03.26

(21) 申请号 201810337272.9

(22) 申请日 2018.04.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110389351 A

(43) 申请公布日 2019.10.29

(73) 专利权人 宁波飞芯电子科技有限公司
地址 315500 浙江省宁波市奉化区岳林东
路389号2212室

(72) 发明人 雷述宇

(74) 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务
所 61216

代理人 黄小梧

(51) Int. Cl.

G01S 17/10 (2020.01)

G01S 7/4865 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 103869303 A, 2014.06.18

US 2011025843 A1, 2011.02.03

CN 104035097 A, 2014.09.10

CN 204256167 U, 2015.04.08

CN 103163513 A, 2013.06.19

CN 106125086 A, 2016.11.16

审查员 喻新

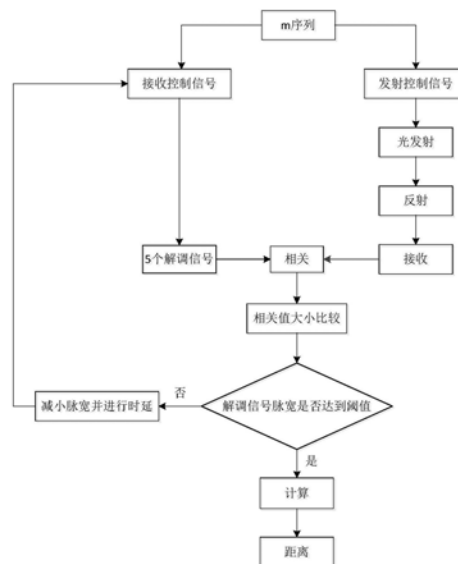
权利要求书3页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

TOF距离传感器、传感阵列及基于TOF距离传感器的测距方法

(57) 摘要

本发明提供了一种TOF距离传感器及基于距离传感器的测距方法,该传感器包括:电子装置,用于产生调制信号以及i个解调信号组和1个复位信号;辐射源,用于发射辐射;接收装置,用于接收由对象反射的辐射;判定修正装置,用于使所接收的辐射与解调信号中的相应一个相关,形成多个相关值;获取多个相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间,将该时间作为解调信号发射起点的时延,并减小解调信号当前的脉宽;循环装置,用于循环通过判定修正装置对解调信号的发射起点进行时延,直至解调信号的当前脉宽为设定阈值时为止;相关装置,获取最终用于计算的多个相关值;计算装置,计算距对象的距离。



1. 一种基于TOF距离传感器的测距方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,从光源中发射辐射,所述辐射通过调制信号调制,所述调制信号包括*i*个状态,*i*为大于等于2的整数;

步骤2,接收所发射的辐射,所述发射的辐射经过对象反射后通过接收传感器进行接收,所述光源和接收传感器之间具有预设的空间关系;

步骤3,形成*i*个解调信号组和1个复位信号,每个解调信号组分别由调制信号的一个状态进行对应调制,每个解调信号组包括*N*个解调信号,所述复位信号与解调信号互补,解调信号之间具有固定的相位差,解调信号具有与调制信号共同的发射起点;

步骤4,设解调信号的脉宽为当前脉宽,使接收的辐射分别与所有解调信号进行相关以形成多个相关值;获取多个相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间,将该时间作为解调信号发射起点的时延,并减小所述解调信号的当前脉宽;

步骤5,将减小后的解调信号的脉宽作为当前脉宽,重复步骤4,直至所述解调信号的当前脉宽为设定阈值时为止,所述阈值大于等于 $\frac{1}{N}$ 小于1;

步骤6,当解调信号的当前脉宽为设定阈值时,获取接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成的多个相关值;

步骤7,通过步骤6获取的所述多个相关值计算距所述对象的距离。

2. 根据权利要求1所述的测距方法,其特征在于,所述调制信号为伪随机码序列。

3. 根据权利要求1或2所述的测距方法,其特征在于,所述解调信号具有相同脉宽。

4. 根据权利要求1或2所述的测距方法,其特征在于,每个解调信号组中的解调信号之间的相位关系为解调信号的当前脉宽。

5. 根据权利要求1或2所述的测距方法,其特征在于,步骤4中将该时间作为解调信号发射起点的时延,并将所述解调信号的脉宽减小为当前脉宽的 $\frac{1}{2}$ 。

6. 根据权利要求1或2所述的测距方法,其特征在于,步骤5中具体为直至所述解调信号的当前脉宽为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{N}$ 时为止。

7. 根据权利要求1或2所述的测距方法,其特征在于,所述解调信号组的数量为2个,接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成4个相关值。

8. 根据权利要求7所述的测距方法,其特征在于,通过4个相关值计算距所述对象的距离包括:

相应的2个相关值相减得到2个差相关值;

所述2个差相关值通过线性相关性计算距所述对象的距离。

9. 根据权利要求8所述的测距方法,其特征在于,根据所述2个差相关值的大小关系,采用4个不同线性相关性中的一个进行计算。

10. 一种TOF距离传感器,用于测量距对象的距离,该传感器包括:

电子装置,用于产生调制信号以及*i*个解调信号组和1个复位信号,每个解调信号组包括*N*个解调信号,所述复位信号与解调信号互补,解调信号相对于彼此相移并且具有与调制

信号共同的发射起点,并且解调信号具有相同脉宽;所述调制信号包括*i*个状态,*i*为大于等于2的整数;

辐射源,用于发射辐射,所述辐射源通过所述调制信号来调制;

接收装置,用于接收由对象反射的辐射,所述接收装置和辐射源之间具有预设的空间关系;

判定修正装置,用于接收的辐射与解调信号进行相关运算,得到多个相关值;获取多个相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间,将该时间作为解调信号发射起点的时延,并减小所述解调信号的当前脉宽;

循环装置,用于循环通过判定修正装置对解调信号的发射起点进行时延,直至所述解调信号的当前脉宽为设定阈值时为止,所述阈值大于等于 $\frac{1}{N}$ 小于1;

相关装置,用于当解调信号的当前脉宽为设定阈值时,获取接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成的多个相关值;

计算装置,通过所述多个相关值计算距所述对象的距离。

11. 根据权利要求10所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述调制信号为伪随机码序列。

12. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述解调信号具有相同脉宽。

13. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述解调信号组的数量为*i*个,且每个解调信号组分别由调制信号的一个状态进行对应调制。

14. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,每个解调信号组中的解调信号之间的相位关系为解调信号的当前脉宽。

15. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述判定修正装置中将该时间作为解调信号发射起点的时延,并将所述解调信号的脉宽减小为当前脉宽的 $\frac{1}{2}$ 。

16. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述循环装置中具体为直至所述解调信号的当前脉宽为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{N}$ 时为止。

17. 根据权利要求10或11所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述解调信号组的数量为2个,接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成4个相关值。

18. 根据权利要求17所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述计算装置被设计为通过相应的2个相关值相减得到2个差相关值;所述2个差相关值通过线性相关性计算距所述对象的距离。

19. 根据权利要求18所述的TOF距离传感器,其特征在于,根据所述2个差相关值的大小关系,采用4个不同线性相关性中的一个进行计算。

20. 根据权利要求10所述的TOF距离传感器,其特征在于,所述接收装置包括具有产生信号载体的光敏区域;

所述相关装置包括至少一个栅体,该栅体用于使所接收的辐射与所有解调信号中的一个解调信号进行相关;

至少一个电容,该电容用于形成所述多个相关值中的一个。

21.一种TOF距离传感阵列,其特征在于,包括权利要求10至权利要求20任一项所述的TOF距离传感器,所述TOF距离传感阵列中TOF距离传感器为M行×N列分布。

TOF距离传感器、传感阵列及基于TOF距离传感器的测距方法

技术领域

[0001] 本发明属于激光雷达技术领域,具体涉及一种TOF距离传感器、传感阵列及基于TOF距离传感器的测距方法。

背景技术

[0002] 随着激光技术、嵌入式技术和集成光学的发展,激光测距正朝着数字化、自动化、低成本、小型化的方向发展。激光测距雷达具有精度高,系统体积小,测量迅速的优点,有着广泛的应用前景。

[0003] 传统激光雷达探测器大多采用单点或多线扫描测量方式,其需要配置机械扫描装置,扫描速度缓慢,图像空间分辨率低。在进行距离测量时一般采用TOF (time-of-flight) 技术,这种技术能够应用在汽车、人工智能、游戏、机器视觉等行业领域,采用激光发射器发射主动光源投射到待测物体表面,利用光学反射在接收器端接收回波信号,通过测算光的折返飞行时间,确定物体距离。

[0004] TOF测距方式中的像元在工作时不仅接收来自反射激光的光强信号,同时,环境光也作为输入光信号的直流噪声分量在像元内完成光电转换和电荷存储。因此,在实际应用中,采用CMOS工艺制程的TOF传感器,为了规避像元光敏区在可见光波段的高量子效率,通常将激光波长设定在大气光谱能量较弱的近红外波段(850nm~1100nm),加上远距离测距、低功率激光测距、焦平面成像测距等使用限制,又进一步削弱了进入单个像元内部的激光回波能量。虽然增大感光面和积分时间都会改善激光回波的量子收集效率,但大尺寸光敏区的寄生效应影响带宽,而长积分周期引入的无法从存储读出节点分离直流背景光信号,都会严重影响TOF的测距精度与测量范围,很难在“高精度测距测不远”与“长距离测距误差大”间平衡,同时无调制与解调机制的TOF测距方式,造成了激光测距设备间的相互干扰。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的是提供一种TOF距离传感器、传感阵列及基于TOF距离传感器的测距方法,通过缩短解调信号的积分时间,探测相同的信号,减少噪声积分和背景光直流积分,提高信噪比与探测距离。

[0006] 本发明提供了一种TOF距离传感器,包括电子装置,该电子装置用于产生调制信号以及*i*个解调信号组和1个复位信号,每个解调信号组包括*N*个解调信号,所述复位信号与解调信号互补,解调信号相对于彼此相移并且具有与调制信号共同的发射起点,并且解调信号具有相同脉宽;调制信号包括*i*个状态,*i*为大于等于2的整数。该传感器进一步包括辐射源,其用于发射辐射,该辐射通过调制信号来调制。该传感器进一步包括接收装置,其与辐射源具有预设的空间关系,用于接收由对象反射的辐射。该传感器进一步包括判定修正装置,用于使所接受的辐射与所有解调信号中的相应一个相关,以便形成多个相应的相关值;获取多个相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间,将该时间作为解调信号发射起点的时延,并减小所述解调信号的当前脉宽。该传感

器进一步包括循环装置,其用于循环通过判定修正装置对解调信号的发射起点进行时延,直至所述解调信号的当前脉宽为设定阈值时为止,该阈值大于等于 $\frac{1}{N}$ 小于1。该传感器进一步包括相关装置,用于获取当解调信号的当前脉宽为设定阈值时,接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成的多个相关值;计算装置,通过所述多个相关值计算距所述对象的距离。

[0007] 其优点在于,逐次缩短解调信号的脉宽,使其在探测的接收信号并没有减少的同时,减少噪声积分和背景光积分,提升整个测距装置的信噪比。

[0008] 特别地,对象可以是人或可移动或固定的物体。

[0009] 每个解调信号组内的N个解调信号的脉宽总和必须与接收辐射的脉宽 T_1 相等,所以每个解调信号的脉宽阈值 T_2 的范围应该为 $\frac{T_1}{N} \leq T_2 < T_1$ 。

[0010] 辐射源优选是半导体辐射源,可以是LED(发光二极管)或LD(激光二极管)。所发射的辐射可以是可见或不可见的光,例如IR(红外线)、VIS(可见光)或UV辐射(紫外线)。特别地,所发射的辐射可以基本上是单色的,即采用小于10%的半最大值全宽度,更特别的是小于5%的半最大值全宽度,更特别的是小于2%的半最大值全宽度,更特别的是小于1%的半最大值全宽度,更特别的是小于0.1%的半最大值全宽度。

[0011] 调制信号、解调信号的波形为线性和/或非线性组合的一定波形。特别地,调制信号、解调信号的波形可以为三角形形状,可以为具有大部分垂直侧面的锯齿形状,可以为梯形形状或矩形形状。特别地,调制信号的波形可与解调信号的波形不同。特别地,调制信号可以是正弦信号。特别地,解调信号可以具有周期性在阈值上方和下方交替的波形。当调制信号、解调信号的波形为非矩形分布时,可以在计算中采用小误差或计算装置通过校正函数或校正表来补充。

[0012] 特别地,复位信号与解调信号互补,例如对于矩形信号来说,当解调信号取值均为0时,复位信号取值为1;解调信号至少有一个取值为1时,复位信号取值为0。

[0013] 预定的空间关系指在接收时光源和接收传感器以确定的空间关系进行设置,可以共同设置在一个载体上,也可分别固定在不同的载体上且保持确定的空间关系。

[0014] 相关通常为在一个周期或若干周期中两个信号的卷积。

[0015] 相关值最大所对应的解调信号是接收辐射强度的时间分布值最大的相应的解调信号。本发明中的上升沿是指信号从低电平变为高电平的时刻,即上升沿指的是一个时刻,由于在初始状态时,解调信号与调制信号有相同的发射时刻,故该相关值最大所对应的解调信号的上升沿距离调制信号的发射时刻会有一个 Δt 存在,该 Δt 就是解调信号均需要相移的时延。

[0016] 脉宽是指信号脉冲的宽度,若信号为方波信号时,则脉宽为方波信号在取值为1时的时间宽度,若信号为正弦信号时,则脉宽为正弦信号幅值大于0时的时间宽度,若信号为三角波信号时,与正弦信号同理。

[0017] 本发明中解调信号、发射的辐射、调制信号均具有不同的脉宽,其中发射的辐射和调制信号的脉宽是恒定不变的,而解调信号的脉宽每进行一次 Δt 的时延就需要减小一次,一直到预先设定的脉宽阈值为止。

[0018] 相移指信号相对于彼此具有时间偏移分布。

[0019] 距离的计算可以是与距离等同的变量的计算,例如发射辐射相对于接收辐射之间的相移或在发射和接收的辐射之间的时间偏移的计算。

[0020] 用于表示函数单元的术语“装置”不一定指空间单元,而是更特别地指函数关系。

[0021] 调制信号为伪随机码序列,包括*i*个状态,*i*为大于等于2的整数。其中,伪随机码序列是结构可以预先确定,可重复产生和复制,具有某种随机序列随机特性的序列码。其优点在于,伪随机码序列为随机信号,故可以避免干扰。

[0022] 伪随机序列是具有类似于随机序列基本特性的确定序列。广泛应用于二进制序列:有0和1两种元素。其中,包括*m*序列,Gold序列,GMW序列,Bent序列等。常用的伪随机码为*m*序列码和Gold码。

[0023] 在所有的伪随机序列中,*m*序列是最重要、最基本的一种伪随机序列,它容易产生、规律性强、有很好的自相关性和较好的互相关特性。*m*序列是最长线性反馈移位寄存器序列的简称,它是由多级移位寄存器或其他延迟单元通过线性反馈产生的最长码序列,若级数为*n*,产生的最大长度的码序列为 2^n-1 。

[0024] Gold码序列是一种基于*m*序列的码序列,具有较优良的自相关和互相关特性,产生的序列数多。Gold码的自相关性不如*m*序列,互相关性比*m*序列要好,但还没有达到最佳。*n*级移位寄存器可以产生 2^n+1 个Gold序列。

[0025] 还可以为多元伪随机序列,如:*p*元*m*序列(*p*是素数),*p*元Gold序列,*p*元GMW序列,广义Bent序列等等。

[0026] 具体地,解调信号组的数量为*i*个,且每个解调信号组分别由调制信号的一个状态进行对应调制。

[0027] 优选地,调制信号和解调信号均为矩形信号。矩形信号是在两个值之间进行改变,优选在两个正值之间,优选在零和固定值之间。

[0028] 优选地,每个解调信号组中的解调信号之间的相位关系为解调信号的当前脉宽。

[0029] 以矩形信号为例,设矩形信号的两个值分别是0和1,且解调信号的组数为2个,即第一解调信号组和第二解调信号组,初始时,第一解调信号组中的一个解调信号与调制信号同时发射,取值为1,当该解调信号的初始脉宽到达时,该解调信号取值从1变为0,则第一解调信号组中的另一个解调信号的取值从0变为1,另一个解调信号的初始脉宽到达后,则第一解调信号组中的两个解调信号的取值均为0,直至下一次跟随调制信号一起发射;第二解调信号组中的两个解调信号之间的相移关系和第一解调信号组相同,只是第二解调信号组初始时,第一解调信号组中的一个解调信号与调制信号从1变为0时进行发射。

[0030] 优选地,减小解调信号当前的脉宽具体为将解调信号当前脉宽设置为初始脉宽的 $\frac{1}{2}$ 。

[0031] 其优点在于,每相移一次即将解调信号的脉宽调整为上次的 $\frac{1}{2}$,能够在最短的时间内使解调信号的脉宽达到设定的阈值。

[0032] 优选地,循环装置中具体为直至所述解调信号的当前脉宽为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{N}$ 时

为止。即解调信号的脉宽设定阈值为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{N}$ ，这时第一解调信号组中的两个解调信号的脉宽相加正好为发射辐射的脉宽。

[0033] 优选地，解调信号组的数量最优为2个，此时解调信号的脉宽设定阈值为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{2}$ ，接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成4个相关值。

[0034] 优选地，计算装置被设计为通过相应的2个相关值相减得到2个差相关值；2个差相关值通过线性相关性计算距对象的距离。

[0035] 优选地，本发明提供了4个不同的线性相关性用于计算，本发明根据2个差相关值的大小关系，分情况采用4个不同线性相关性中的一个进行计算。

[0036] 检测的辐射信号通过具有相同形状但具有各不相同预定义相位的信号来相乘，并且在时间上积分，得到4个解调信号中所检测到的辐射信号，根据4个解调信号中所检测到的辐射信号，对4个解调信号进行相移，并减小4个解调信号的脉宽，直至4个解调信号的脉宽为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{2}$ 时，即可在较小的积分时间内对发射辐射进行检测，避免噪声在积分时增强的问题，并通过在4个解调信号中作差，得到2个差相关变量来去除背景光对检测到辐射信号的干扰。

[0037] 优选地，接收装置包括具有产生信号载体的光敏区域；相关装置包括至少一个栅体，该栅体用于使所接收的辐射与所有解调信号中的一个解调信号进行相关；至少一个电容，该电容用于形成多个相关值中的一个。

[0038] 本发明中的信号载体可以是光电子。

[0039] 具体地，接收装置、相关装置可使用CMOS技术来实现，也可以使用CCD技术来实现，还可以通过组合的CMOS/CCD技术来相应实现。本发明中的栅体可以通过多晶硅电阻的材料制成。本发明中的栅体包括两个状态：开通状态和关断状态，其作为开关控制在光敏区域产生的光电子是否流入电容中，当栅体开通时，光敏区域产生的光电子即通过栅体导向电容中进行存储，电容中存储的光电子数量即为相关值的大小。栅体的开通和关断由外部控制信号进行控制。

[0040] 优选地，接收装置中具有产生信号载体的光敏区域从上至下包括深N型重掺杂半导体、P型低掺杂半导体外延层和P型低掺杂半导体衬底；

[0041] 当P型半导体和N型半导体结合在一起时，在两种半导体的交界面区域里会形成一个特殊的薄层，界面的P型一侧带负电，N型一侧带正电。这是由于P型半导体多空穴，N型半导体多自由电子，出现了浓度差。N区的电子会扩散到P区，p区的空穴会扩散到N区，一旦扩散就形成了一个由N指向P的“内电场”，从而阻止扩散进行。达到平衡后，就形成了一个特殊的薄层形成电势差，即P-N结。

[0042] 进一步地，相关装置包括4个栅体，该栅体通过使所述信号载体与相应一个不同解调信号进行时间相关而对所述信号载体进行空间分离；4个电容，每个电容与相应一个栅体关联，用于收集空间分离后的信号载体的总和；复位器，用于将没有通过栅体进行空间分离的信号载体进行抽取；通过I/D转换器将分离后的信号载体的总和转换为数字信号，得到相关值。

[0043] 具体地,栅体的开通或关断分别通过解调信号来进行控制。当方波形式的解调信号取值为1时,则该解调信号对应的栅体则处于开通状态,当方波形式的解调信号取值为0时,则该解调信号对应的栅体处于关断状态。同理,复位器的开通与关断通过复位信号进行控制。本发明中的复位器在4个栅体同时关闭的时候,将深n型重掺杂半导体里面的光电子存储到n型重掺杂区域,通过电源 V_{DD} 对光电子进行抽取。

[0044] 其优点在于,当4个栅体同时关闭时,由于背景光的存在,光敏区域上还会产生光电子,通过设置复位器可以将4个栅体同时关闭时背景关在光敏区域上产生的光电子抽取出去,以免使4个电容中存储的光电子量掺杂进噪声。

[0045] 本发明还提供了一种TOF距离传感阵列,包括本申请提供的TOF距离传感器,该TOF距离传感阵列中TOF距离传感器呈M行×N列分布。

[0046] 其优点在于,TPF距离传感阵列可以实现点到面的测距,增加了测距范围且能够形成测距图像。

[0047] 本发明提供的基于TOF距离传感器的测距方法,包括以下步骤:

[0048] 步骤1,从光源中发射辐射,所述辐射通过调制信号调制,所述调制信号包括i个状态,i为大于等于2的整数;步骤2,接收所发射的辐射,所述发射的辐射经过对象反射后通过接收传感器进行接收,所述光源和接收传感器之间具有预设的空间关系;步骤3,形成i个解调信号组和1个复位信号,每个解调信号组分别由调制信号的一个状态进行对应调制,每个解调信号组包括N个解调信号,所述复位信号与解调信号互补,解调信号之间具有固定的相位差,解调信号具有与调制信号共同的发射起点;步骤4,设解调信号的脉宽为当前脉宽,使接收的辐射分别与所有解调信号进行相关以形成多个相关值;获取多个相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间,将该时间作为解调信号发射起点的时延,并减小所述解调信号的当前脉宽;步骤5,将减小后的解调信号的脉宽作为当前脉宽,重复步骤4,直至所述解调信号的当前脉宽为设定阈值时为止,所述阈值大于等于 $\frac{1}{N}$ 小于1;步骤6,当解调信号的当前脉宽为设定阈值时,获取接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成的多个相关值;步骤7,通过步骤6获取的所述多个相关值计算距所述对象的距离。

[0049] 特别地,该方法步骤可连续且周期性执行。光源可发射辐射持续特定的测量延续时间,然后在计算器件暂停另外特定的计算延续时间,以便随后从开始重新启动循环。具体地,测量延续时间为20ms,调制信号的脉宽为1.2 μ s,发射辐射的脉宽为100ns。

[0050] 优选地,调制信号为伪随机码序列,包括i个状态,i为大于等于2的整数。其中,伪随机码序列是结构可以预先确定,可重复产生和复制,具有某种随机序列随机特性的序列码。具有避免发射的辐射在接收时受其他发射辐射干扰的优点。

[0051] 具体地,解调信号组的数量为i个,且每个解调信号组分别由调制信号的一个状态进行对应调制。

[0052] 优选地,每个解调信号组中的解调信号之间的相位关系为解调信号的当前脉宽。

[0053] 以矩形信号为例,设矩形信号的两个值分别是0和1,且解调信号的组数为2个,即第一解调信号组和第二解调信号组;第一解调信号组和第二解调信号组分别通过循环相移并逐次减小解调信号脉宽的方式,实现第一解调信号组或第二解调信号组中存在一个解调

信号和接收的辐射相关后,积分时间全部被接收的辐射占满,此时,第一解调信号组中的一个解调信号与第二解调信号组中与该解调信号相移调制信号脉宽的一个解调信号相减,得到第一差相关值;第一解调信号组中的另一个解调信号与第二解调信号组中与该解调信号相移调制信号脉宽的一个解调信号相减,得到第二差相关值;通过第一差相关值和第二差相关值可计算距离。本发明中调制信号为随机码序列,当伪随机码序列发送一串完成后,统一计算两个差相关值,作为一个循环;当另一串伪随机码序列发射后,再次通过本发明执行新的测量。

[0054] 优选地,减小解调信号当前脉宽是将所述解调信号当前脉宽设置为初始脉宽的 $\frac{1}{2}$;

[0055] 优选地,直至解调信号的当前脉宽为发射辐射脉宽的 $\frac{1}{N}$ 时,解调信号停止相移。

[0056] 优选地,解调信号组的数量最优为2个,接收的辐射分别与所有解调信号相关后形成4个相关值。

[0057] 优选地,在步骤7中通过4个相关值计算距对象的距离包括:

[0058] 相应的2个相关值相减得到2个差相关值;

[0059] 2个差相关值通过线性相关性计算距所述对象的距离。

[0060] 优选地,根据2个差相关值的大小关系,采用4个不同线性相关性中的一个进行计算。

[0061] 本发明提供了如下的4个线性函数:

[0062] 如果 $Q_0 > Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 > x$, $d = \frac{1}{2} * c * (t_0 - \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} * T_2)$

[0063] 如果 $Q_0 < Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 > x$, $d = \frac{1}{2} * c * (t_0 + \frac{Q_1 - Q_0}{Q_1} * T_2)$

[0064] 如果 $Q_0 < Q_1$ 且 $Q_0 < x$ 且 $Q_1 > x$, $d = \frac{1}{2} * c * (t_0 + T_2)$

[0065] 如果 $Q_0 > Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 < x$, $d = \frac{1}{2} * c * (t_0 - T_2)$

[0066] 其中, t_0 为电容开始积分的起始时间, $T_2 = 50\text{ns}$ 为解调信号的脉宽, d 为所计算的距对象的距离, c 为光速, 即 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

[0067] Q_0 、 Q_1 分别为两个差相关值:

[0068] $Q_0 = Q_{f1} - Q_{f2}$

[0069] $Q_1 = Q'_{f1} - Q'_{f2}$

[0070] Q_{f1} 、 Q_{f2} 、 Q'_{f1} 、 Q'_{f2} 分别为四个解调信号的相关值:

[0071] Q_{f1} : 来自初始由调制信号上升沿调制, 通过一定的时延且脉宽减小后的解调信号;

[0072] Q_{f2} : 来自初始由调制信号下降沿调制, 通过一定的时延且脉宽减小后的解调信号;

[0073] Q'_{f1} : 来自关于 Q_{f1} 偏移一个解调信号脉宽的解调信号;

[0074] Q'_{f2} : 来自关于 Q_{f2} 偏移一个解调信号脉宽的解调信号。

[0075] 本发明与现有技术相比, 具有如下技术效果:

[0076] 1、本发明通过逐次缩短解调信号的积分时间, 使得其探测的接收信号并没有减

少,并且减少噪声积分和背景光积分,降低整个测距系统的信噪比;

[0077] 2、本发明通过解调信号的相移,提高了探测距离。

附图说明

[0078] 图1为基于TOF距离传感器的测距方法的流程图;

[0079] 图2为发射辐射和接收辐射的时序图;

[0080] 图3为解调信号的信号分布;;

[0081] 图4为初扫描第一阶段接收控制时序图;

[0082] 图5为初扫描第二阶段接收控制时序图;

[0083] 图6为初扫描第三阶段接收控制时序图;

[0084] 图7为精确判断回波位置的接收控制时序图;

[0085] 图8为接受辐射与解调信号的相位分布示例一;

[0086] 图9为接受辐射与解调信号的相位分布示例二;

[0087] 图10为接受辐射与解调信号的相位分布示例三;

[0088] 图11为接受辐射与解调信号的相位分布示例四;

[0089] 图12为具有对象的TOF距离传感器系统结构框图;

[0090] 图13为TOF距离传感器单个像元的结构示意图;

[0091] 图14为TOF距离传感阵列的结构示意图。

[0092] 图中各个标号的含义为:1-电子装置;2-辐射源;3-接收装置;4-相关装置;5-判定修正装置;6-循环装置;7-计算装置;

[0093] 10-金属遮挡层;21-栅体;22-悬浮扩散节点;23-复位器;24-N型重掺杂区;25-P型重掺杂区;30-钳位P型重掺杂半导体;40-深N型重掺杂半导体;50-P型低掺杂半导体外沿层;51-P型低掺杂半导体衬底;

[0094] 101-调制信号;201-发射的辐射;401-接收的辐射;501~504-解调信号。

[0095] 以下结合附图对本发明的具体内容作进一步详细解释说明。

具体实施方式

[0096] 以下给出本发明的具体实施例,需要说明的是本发明并不局限于以下具体实施例,凡在本申请技术方案基础上做的等同变换均落入本发明的保护范围。

[0097] 图12示出具有对象的TOF距离传感器。该对象在距TOF距离传感器一定距离处。本实施例中辐射源是一个激光器或多个激光器排列。该辐射源通过电子装置1来调制,该电子装置1采用作为调制信号的伪随机码序列以调制的方式来操作辐射源2。本实施例中辐射源2发射单色IR光,该IR光在对象处漫反射并且入射在接收装置3上作为反射辐射。在接收装置3中,接收的辐射产生感应光电子的值分布。判定修正装置5被连接到接收装置3并且得到所接收辐射强度的时间值分布,根据得到的所接收辐射强度的时间值分布,选择所接收辐射强度的时间分布值最大的相应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点之间的时间作为时延,将解调信号的发射起点统一进行该时延后,并同时减小解调信号的当前脉宽。循环装置6中,循环通过判定修正装置5对解调信号的发射起点进行时延,并且每次循环时还要同时减小解调信号的脉宽,直到解调信号的当前脉宽到达设定阈值时,该阈值大于等于

$\frac{1}{N}$ 小于1, 循环结束。根据相关装置4得到多个相关值。计算装置7中, 对多个相关值按照其相位关系分为对应的2个相关值, 通过对应的2个相关值之间进行相减得到2个差相关值, 再根据2个差相关值之间的大小关系, 通过预设的线性关系进行计算本实施例中TOF距离传感器距对象的距离。电子装置1、接收装置3、相关装置4、判定修正装置5、循环装置6以及计算装置7被集成到芯片上并且以CMOS方法来实现。芯片和辐射源2被布置到支持物上并且通过外壳围绕。其中辐射源2和接收装置3分别具有光学装置, 该光学装置聚焦在其中要确定对象距离的空间方向中。

[0098] 本实施例中调制信号为伪随机码序列, 包括*i*个状态, 其中*i*为大于等于2的整数, 具有1.2μs的脉宽, 发射的辐射具有905nm的波长并且具有100ns的脉宽。通过接收装置3接收的反射辐射仍然为100ns脉宽的矩形信号, 接收的反射辐射关于发射的辐射相移。在发射和接收的矩形信号之间的相移与在TOF距离传感器和对象之间的两倍距离对应。

[0099] 本实施例中, 作为调制信号的伪随机码序列包括0和1两种状态。

[0100] 接收装置为具有P型低掺杂的半导体衬底, 在该半导体衬底上包括P型低掺杂外延层50, 深N型重掺杂半导体40, p型重掺杂钳位层51。

[0101] 当深N型重掺杂半导体40和P型半导体衬底结合在一起时, 在两者的交界面区域里会形成一个特殊的薄层, 界面的P型一侧带负电, N型一侧带正电。这是由于P型半导体多空穴, N型半导体多自由电子, 出现了浓度差。N区的电子会扩散到P区, P区的空穴会扩散到N区, 一旦扩散就形成了一个由N指向P的“内电场”, 从而阻止扩散进行。达到平衡后, 就形成了这样一个特殊的薄层形成电势差, 即P-N结。

[0102] 在半导体衬底表面上布置有栅体21, 并且4个栅体21对称分布在半导体衬底表面上, 半导体衬底中还设置有悬浮扩散节点22, 并且4个悬浮扩散节点22分别对应设置在栅体旁, 栅体21上设置有金属遮挡层10, 该金属遮挡层10可以用于遮挡栅体21和悬浮扩散节点22, 金属遮挡层10上设置有在深N型重掺杂半导体40上的孔, 其孔径大小使反射的辐射照射到深N型重掺杂半导体40上, 从而产生电子-空穴对, 电子向带正电的N型区域移动, 空穴向带负电的P型区域移动。当栅体21打开时, 电子通过沟道存储到悬浮扩散节点22, 在悬浮扩散节点22收集的电子, 通过I/D转换器, 将模拟信号转成数字信号, 然后将相关值传送到计算装置进行进一步的计算。

[0103] 本实施例的半导体衬底表面还设置有复位器23, 复位器旁23的半导体衬底中具有N型重掺杂区域24, 复位器23在4个栅体21同时关闭的时候, 将深N型重掺杂半导体里面40的电子存储到N型重掺杂区域24, 由于N型重掺杂区域24与电源 V_{DD} 相连接, 故存储到N型重掺杂区域24的电子通过电源 V_{DD} 对N型重掺杂区域24的电子进行抽取。

[0104] 本实施例中的复位器23、栅体21分别是一种多晶硅电阻材料。

[0105] 本实施例中栅体21的开通和关闭通过外部控制信号进行控制, 外部控制信号给予栅体21一个脉冲, 则栅体21处于开通状态, 且脉冲的脉宽为栅体21的开通时间, 脉冲结束后栅体21则处于关闭状态。本实施例中的4个栅体分别通过4个解调信号控制其开通和关闭, 若栅体21在开通时, 正好深N型重掺杂半导体40里面产生有电子, 则该电子通过沟道存储到悬浮扩散节点22中, 形成模拟的相关值, 还可能存在栅体21开通时, 深N型重掺杂半导体40里面几乎没有产生电子, 则此时悬浮扩散节点22中的电子也几乎为0。

[0106] 优选地,本实施例中,解调信号组的数量最优为2个,即为4个解调信号。

[0107] 配合4个解调信号的相移关系,如图8,在一种实施例下,设4个栅体分别为第一栅体、第二栅体、第三栅体、第四栅体,则当第一栅体处于开通状态时,第二栅体、第三栅体、第四栅体均处于关闭状态,当第一栅体从开通到关闭时,第二栅体从关闭向开通状态转换,当第二栅体关闭后,此时第一栅体和第二栅体均处于关闭状态,经过一个调制信号的脉宽后,第三栅体开通,当第三栅体从开通向关闭状态转换时,第四栅体从关闭向开通状态转换。再经过一个调制信号的脉宽后,第一栅体开通,开始下一个循环。

[0108] 本实施例需要将4个悬浮扩散节点22中收集的电子进行比较,找到收集电子最多的一个悬浮扩散节点22,将控制该悬浮扩散节点22相对应栅体21的解调信号的上升沿和调制信号发射起点之间的时间作为一个时延,并将所有解调信号都相移该时延,并将解调信号的脉宽设置为现有脉宽的 $\frac{1}{2}$,重复调整解调信号的相移,直至解调信号的脉宽为发射脉

冲的 $\frac{1}{2}$ 为止,利用此时得到的解调信号对栅体21进行控制而在悬浮扩散节点22收集的电子则为将要进行计算的4个模拟的相关值,将4个模拟的相关值通过I/D转换器转换为数字信号,输入计算装置中相对应的两个相关值进行相减,得到两个差相关值,并通过4个不同的线性相关性计算距对象的距离。

[0109] 如图8,501、502、503、504分别为四个解调信号:

[0110] Q_{f1} :来自初始由调制信号上升沿调制,通过一定的时延且脉宽减小后的解调信号501;

[0111] Q_{f2} :来自初始由调制信号下降沿调制,通过一定的时延且脉宽减小后的解调信号502;

[0112] Q'_{f1} :来自关于 Q_{f1} 偏移一个解调信号脉宽的解调信号503;

[0113] Q'_{f2} :来自关于 Q_{f2} 偏移一个解调信号脉宽的解调信号504。

[0114] Q_0 、 Q_1 分别为两个差相关值:

$$[0115] \quad Q_0 = Q_{f1} - Q_{f2}$$

$$[0116] \quad Q_1 = Q'_{f1} - Q'_{f2}$$

[0117] 本实施例中判定修正装置、循环装置、计算装置是在与接收装置和相关装置相同的半导体芯片上执行的数字电路。

[0118] 图1示出为基于TOF距离传感器的测距方法的流程图。

[0119] 电子装置产生作为调制信号的矩形信号。该调制信号可同样从外部被提供到TOF距离传感器。在初始时,调制信号被同步传送到用于调制光发射的辐射源并且到用于形成4个解调信号和1个复位信号的相关装置。辐射源发射的辐射经过对象的反射后通过接收装置接收反射光。接收的反射光和4个解调信号在相关装置中进行相关,得到4个初始的相关值。在判定修正装置中将4个初始的相关值中最大的相关值所对应的解调信号的上升沿与调制信号的发射起点的时间作为修正的时延,将4个解调信号均相移得到的用于修正的时延,并将解调信号的脉宽修改为当前脉宽的 $\frac{1}{2}$,这样重新得到4个解调信号,并将该解调信号

与接收的辐射进行相关,重复调整时延,直至解调信号的脉宽为发射的辐射(接收的辐

射)的 $\frac{1}{2}$ 时,将此时的4个解调信号与接收的辐射的相关作为4个相关值;将该4个相关值传送到计算装置中,从相应2个相关值的差中形成2个差相关值,并根据2个差相关值的大小情况,选择4个线性函数中的一个函数用于计算距离值。

[0120] 本实施例通过图3至图11详细提供该方法。

[0121] 如图4为电子装置形成的调制信号101、发射的辐射201、接收的辐射401,均为矩形信号且具有0和1的值。发射的辐射201与调制信号101同时发射,调制信号101的脉宽为 T_c ,发射的辐射201的脉宽为 T_1 ,本实施例中调制信号101和发射的辐射201之间存在一定的关系,调制信号101通过上升沿触发的方式对发射的辐射201进行调制;发射的辐射201经过对象反射后的接收的辐射401与发射的辐射之间的相移为 $t_{\text{回波}}$ 。

[0122] 其中,调制信号采用14阶的伪随机码序列,伪随机码序列是一种伪随机序列,14阶的伪随机码序列有 $2^{14}=16384$ 种状态,其中0和1基本各占一半,为保证与其他信道不相交,防止串扰,伪随机码序列中连续出现1的个数不能超过14。当伪随机码序列为1时,通过上升沿触发的方式调制辐射源发射的光。

[0123] 在初扫描阶段中,作为相关装置一部分的电子装置从调制信号101中产生两个解调信号组和一个复位信号505,如图4,第一解调信号组包括解调信号501和解调信号503,第二解调信号组包括解调信号502和解调信号504,从图4中可以看出,解调信号501和调制信号101同时发射,此时解调信号501~504的脉宽为400ns,复位信505与解调信号501~504进行互补,当解调信号501~504同时为0时,复位信号505取1。

[0124] 在图4中可以看出,解调信号503与接收的辐射401相关后的相关值最大,其余三个解调信号与接收的辐射401的相关值均为0,此时以解调信号503的上升沿与调制信号101的发射起点之间的时间作为时延 Δt 。

[0125] 如图5,将时延 Δt 作为解调信号501~504的相移,并将解调信号501~504的脉宽减小为200ns,在图6中可以看出,解调信号503与接收的辐射401相关后的相关值还为最大,则继续将此时解调信号503的上升沿与调制信号101的发射起点之间的时间作为修正的时延 Δt 。

[0126] 如图6,将修正的时延 Δt 作为解调信号501~504的相移,并将解调信号501~504的脉宽减小为100ns,从图7中可以看出,此时解调信号501与接收的辐射401相关得到的相关值最大,则将解调信号501的上升沿与调制信号101的发射起点之间的时间作为再次修正后的时延 Δt 。

[0127] 如图7,将再次修正后的时延 Δt 作为解调信号501~504的相移,并将解调信号501~504的脉宽减小为50ns,由于发射的辐射201的脉宽为100ns,满足解调信号脉宽为发射的辐射脉宽的 $\frac{1}{2}$ 的条件。

[0128] 进入第二阶段,如图8,得到对应的相关值 Q_{f1} 、相关值 Q_{f2} 、相关值 Q'_{f1} 、相关值 Q'_{f2} ,将4个相关值输入计算装置中即可计算出距对象的距离。

[0129] 在计算距离时,首选需将对应的两个相关值的差形成2个差相关值 Q_0 、 Q_1 。

$$[0130] \quad Q_0 = Q_{f1} - Q_{f2}$$

$$[0131] \quad Q_1 = Q'_{f1} - Q'_{f2}$$

[0132] 图8到图11给出了2个差相关值在不同情况下,接收的辐射与解调信号的分布。

[0133] 如图8, $Q_0 < Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 > x$ 时, $t_{\text{回波}} = t_0 + \frac{Q_1 - Q_0}{Q_1} \times T_2$;

[0134] 如图9, $Q_0 > Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 > x$ 时, $t_{\text{回波}} = t_0 - \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} \times T_2$;

[0135] 如图10, $Q_0 < Q_1$ 且 $Q_0 < x$ 且 $Q_1 > x$ 时, $t_{\text{回波}} = t_0 + T_2$;

[0136] 如图11, $Q_0 > Q_1$ 且 $Q_0 > x$ 且 $Q_1 < x$ 时, $t_{\text{回波}} = t_0 - T_2$;

[0137] 其中, x 是根据实际情况设定的小量,用来区分是否接收到激光回波信号, t_0 为电容开始积分的起始时间, $T_2 = 50\text{ns}$ 为解调信号的脉宽。

[0138] 距对象的距离 d 为:

$$[0139] \quad d = \frac{1}{2} \times c \times t_{\text{回波}}$$

[0140] c 为光速,即 $3 \times 10^8\text{m/s}$ 。

[0141] 本实施例还提供了一种TOF距离传感阵列,如图14,TOF距离传感器为 M 行 \times N 列分布,其中TOF距离传感阵列包括时序控制电路、行选模块、读出电路模块,其中每个TOF距离传感器为一个像元,每个像元的电路如图14中310所示。

[0142] 本实施例以2个解调信号组,即4个解调信号为例,时序控制电路通过沿触发方式对四个解调信号进行调制;行选模块的作用是确定某一时刻哪一行在工作;读出电路模块的功能是将各像元内的光电信号进行采集、处理和输出,最后将数据传输到主处理器。本实施例中每一行的像元同时进行工作,当一行的像元内的光电信号完成采集、处理并传输至主处理器后,下一行像元才开始进行光电信号的采集、处理和输出。

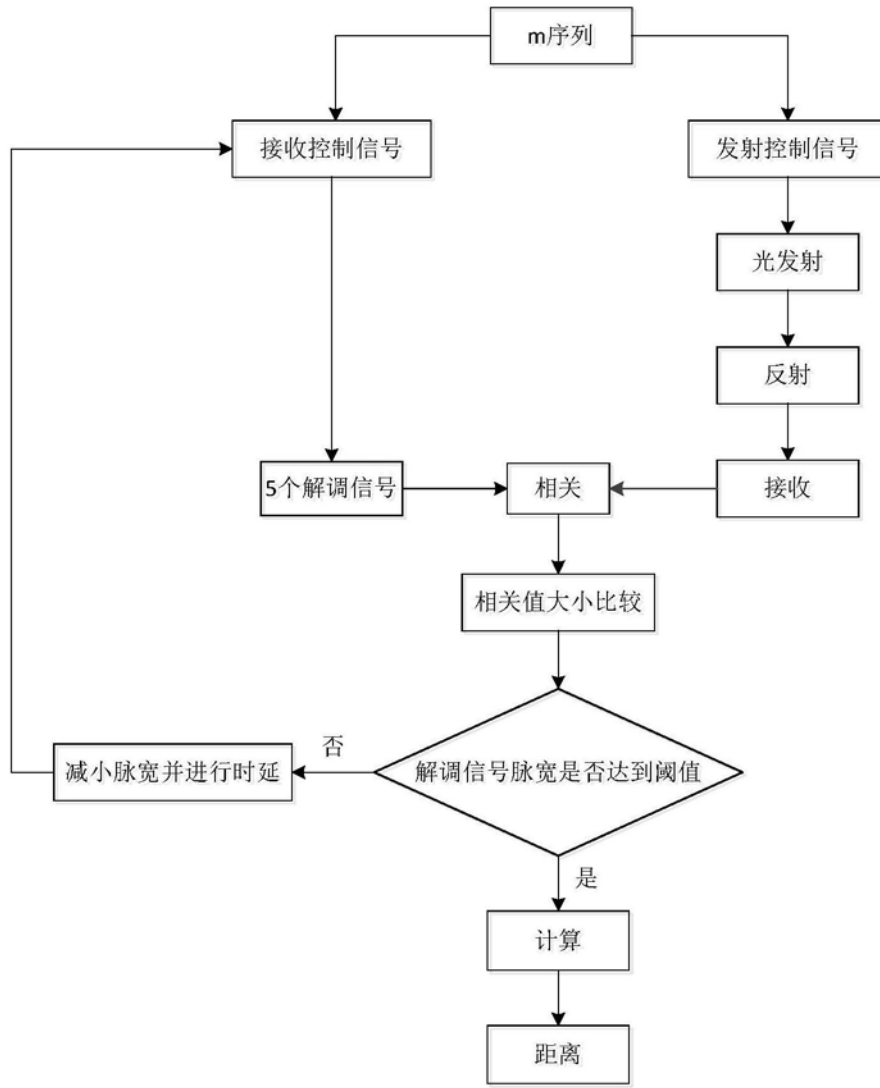


图1

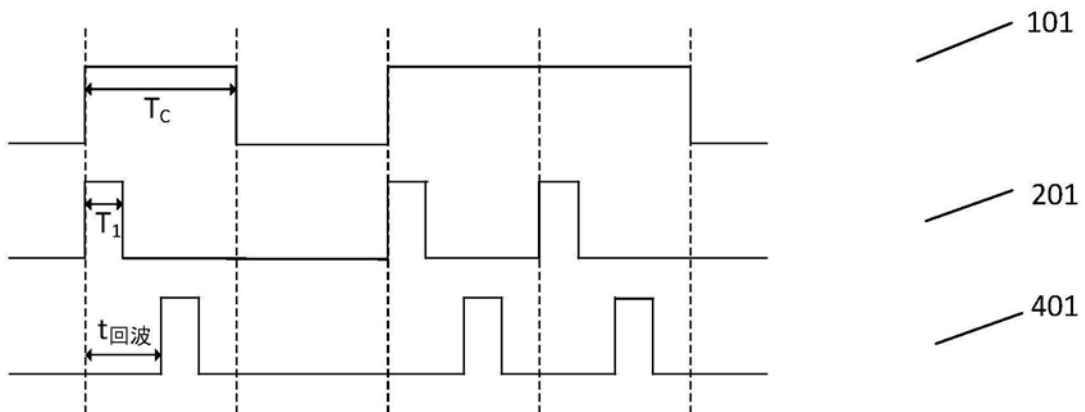


图2

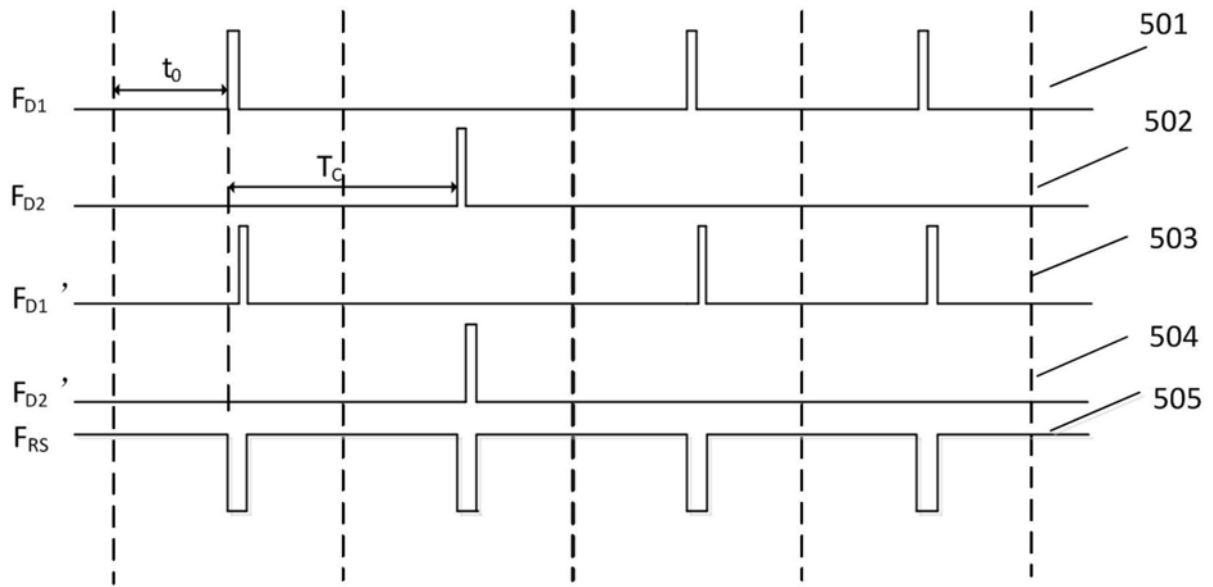


图3

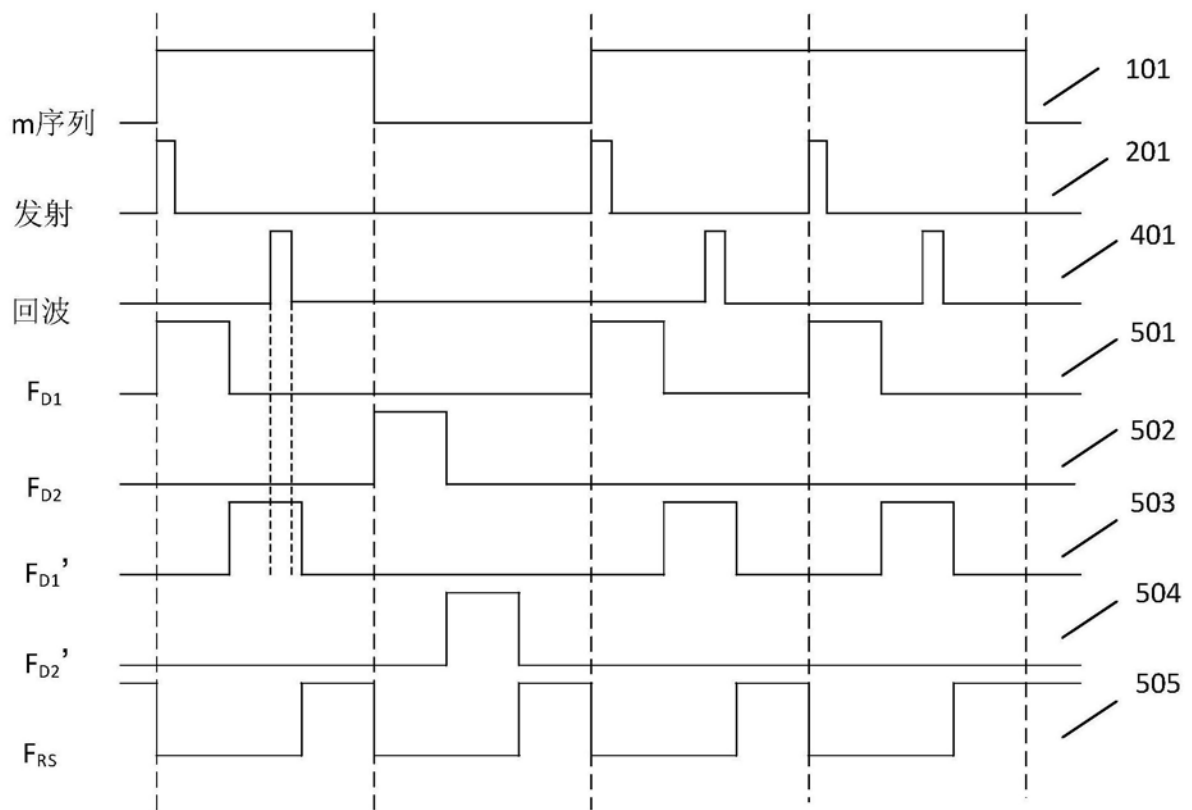


图4

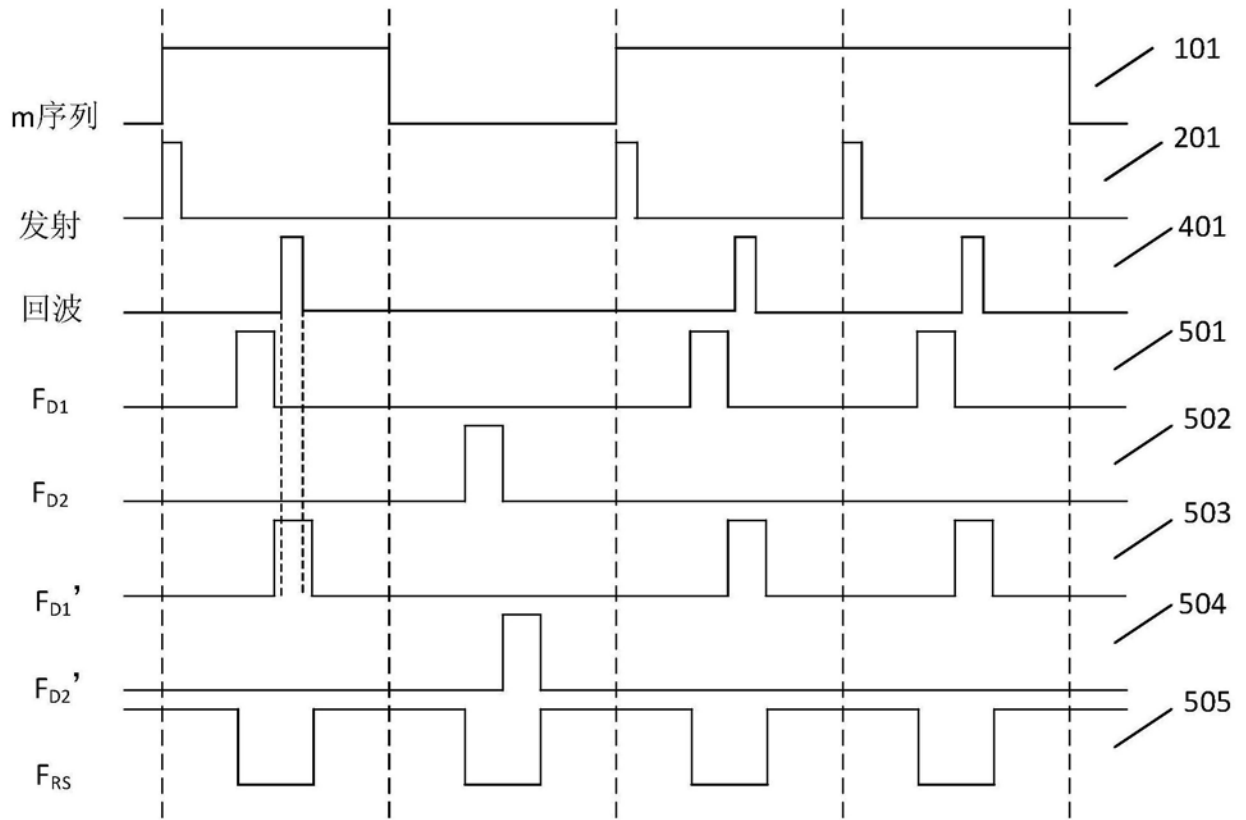


图5

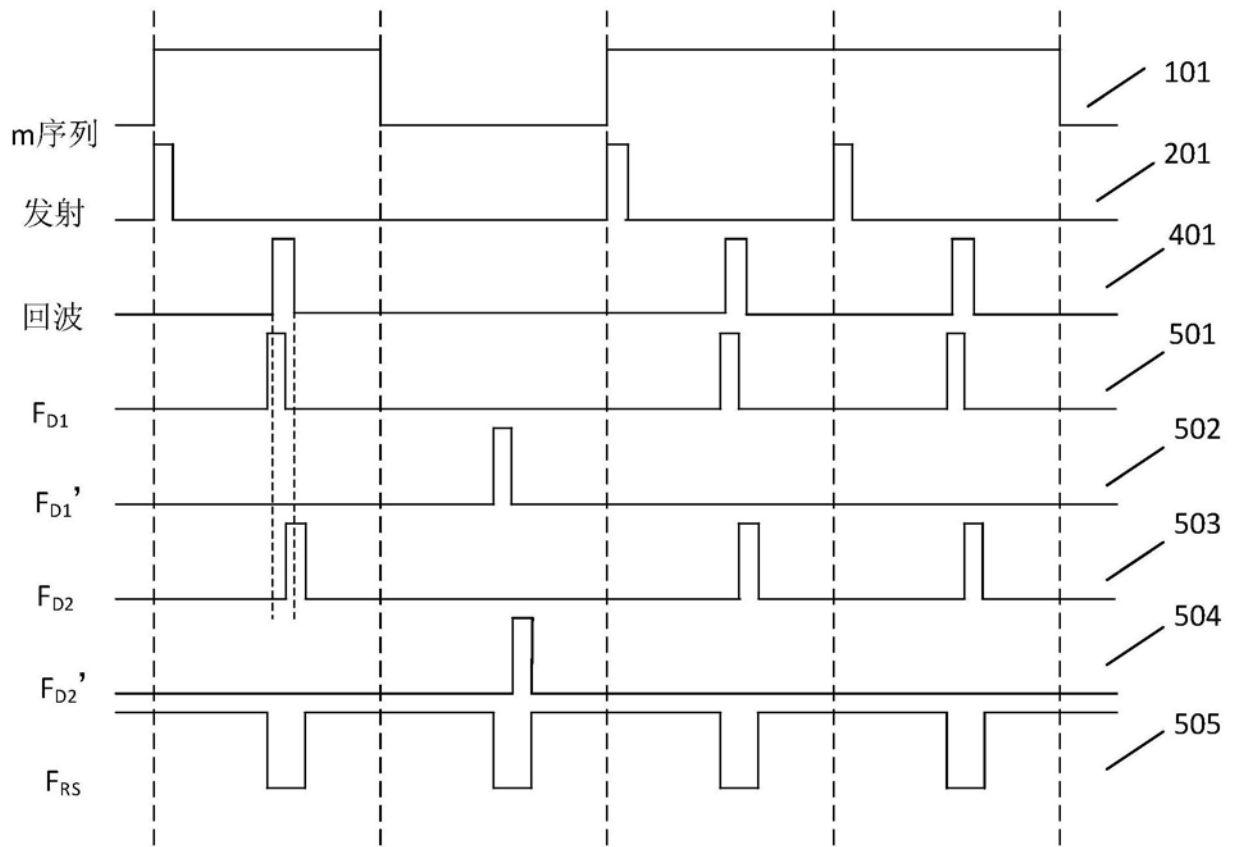


图6

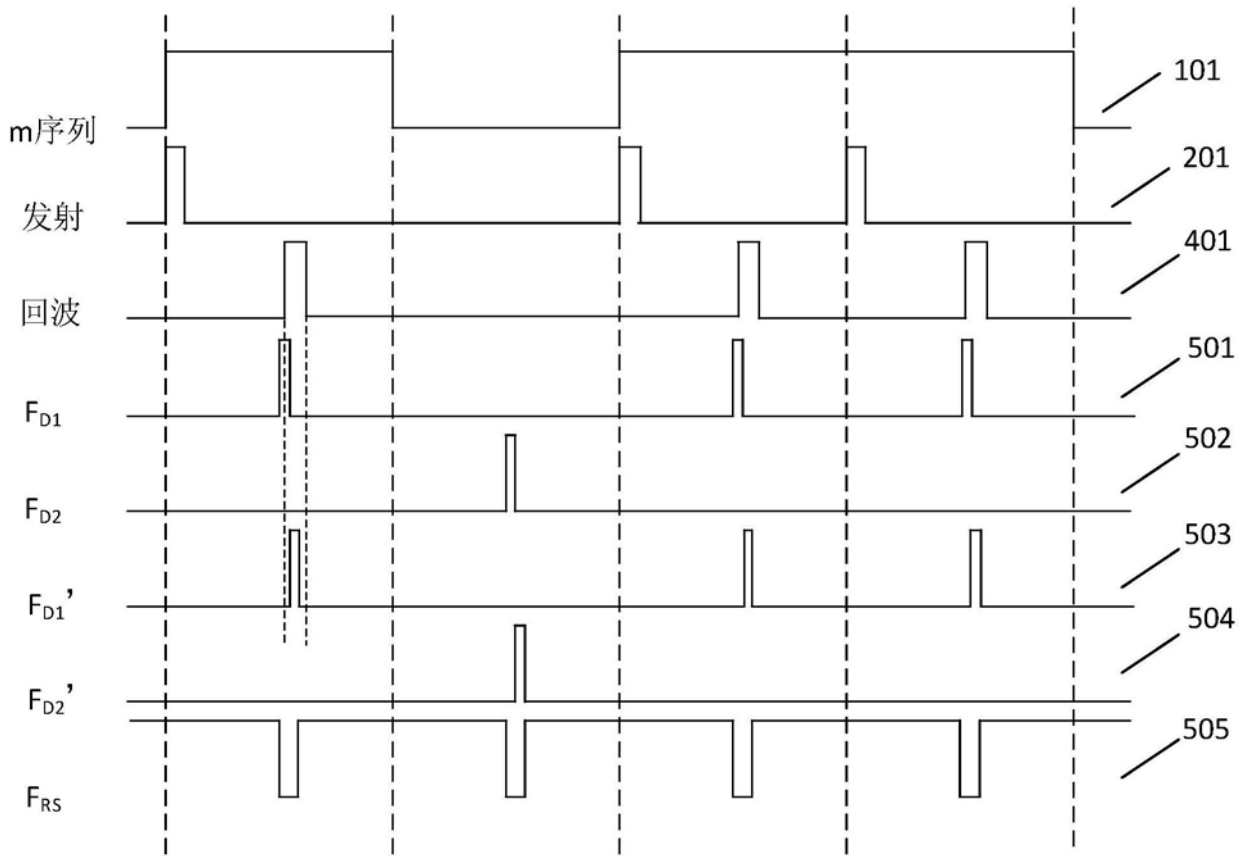


图7

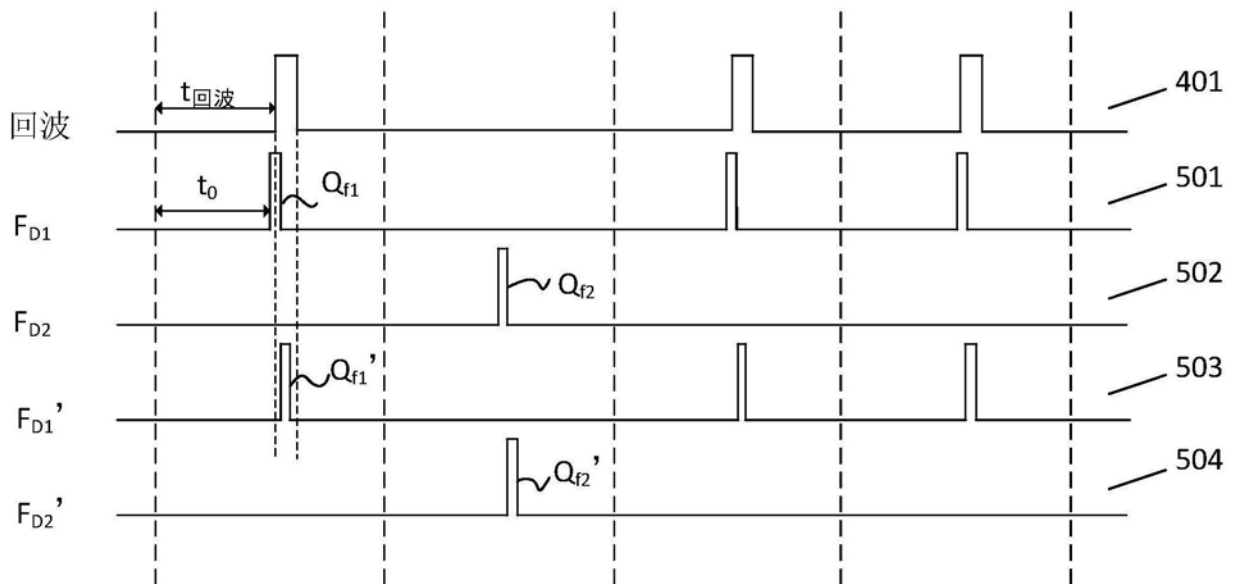


图8

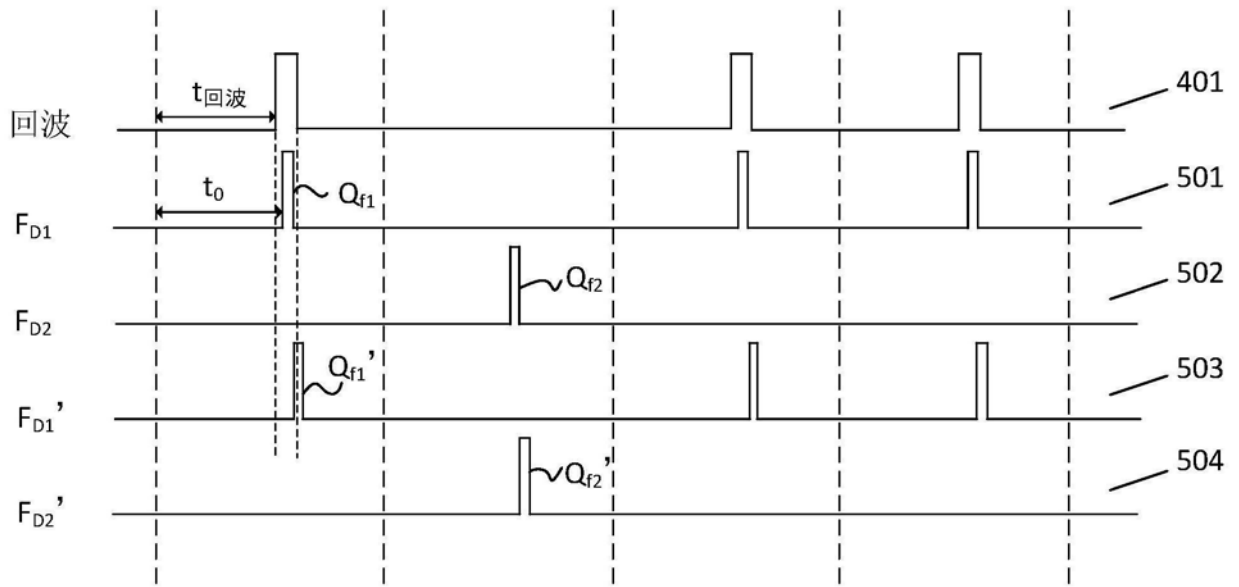


图9

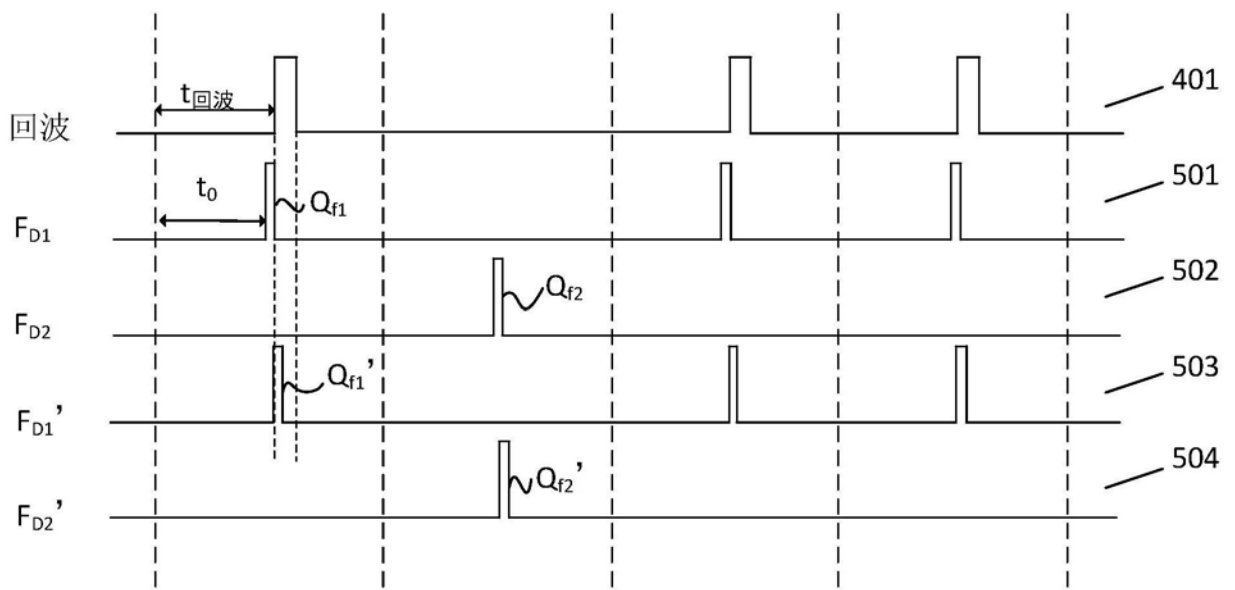


图10

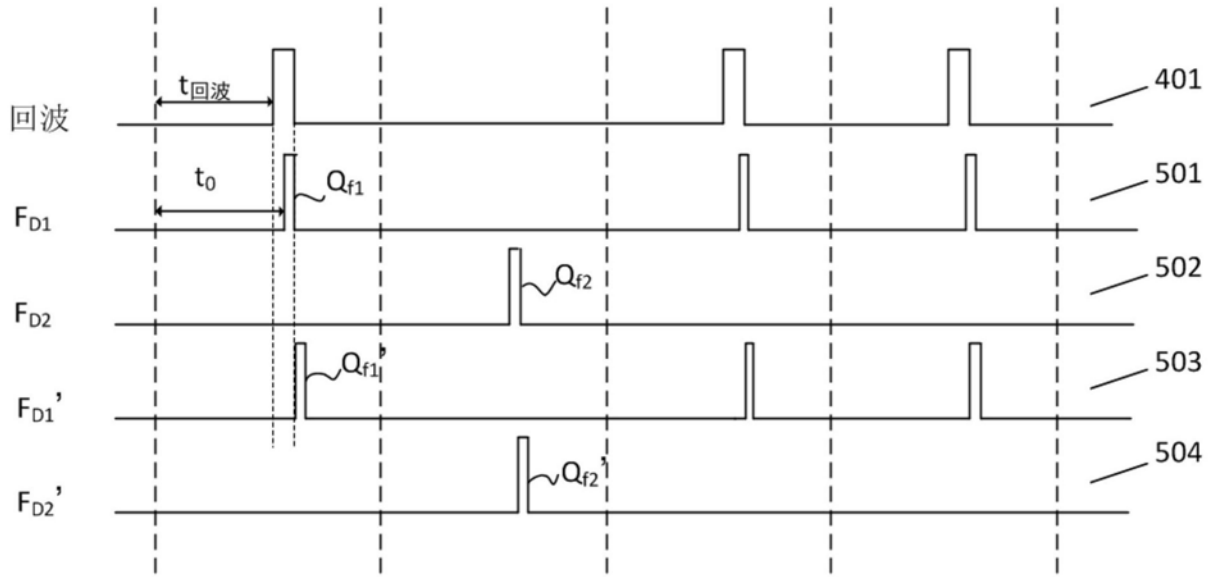


图11

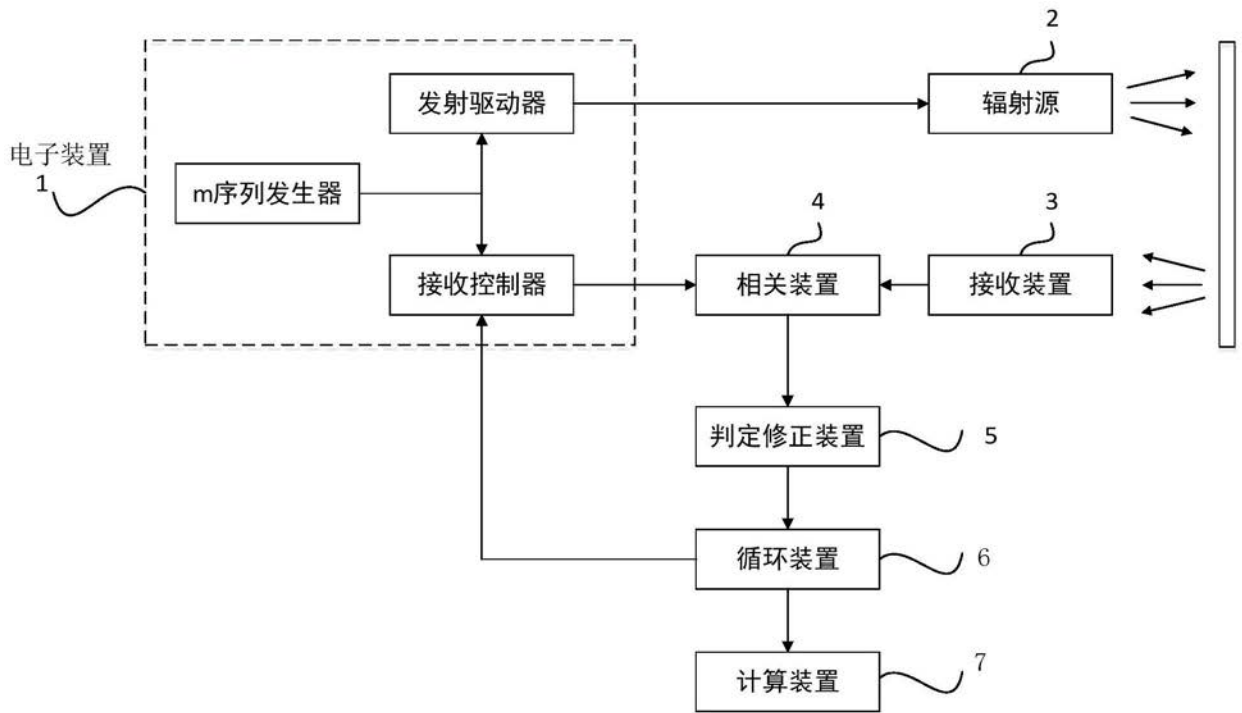


图12

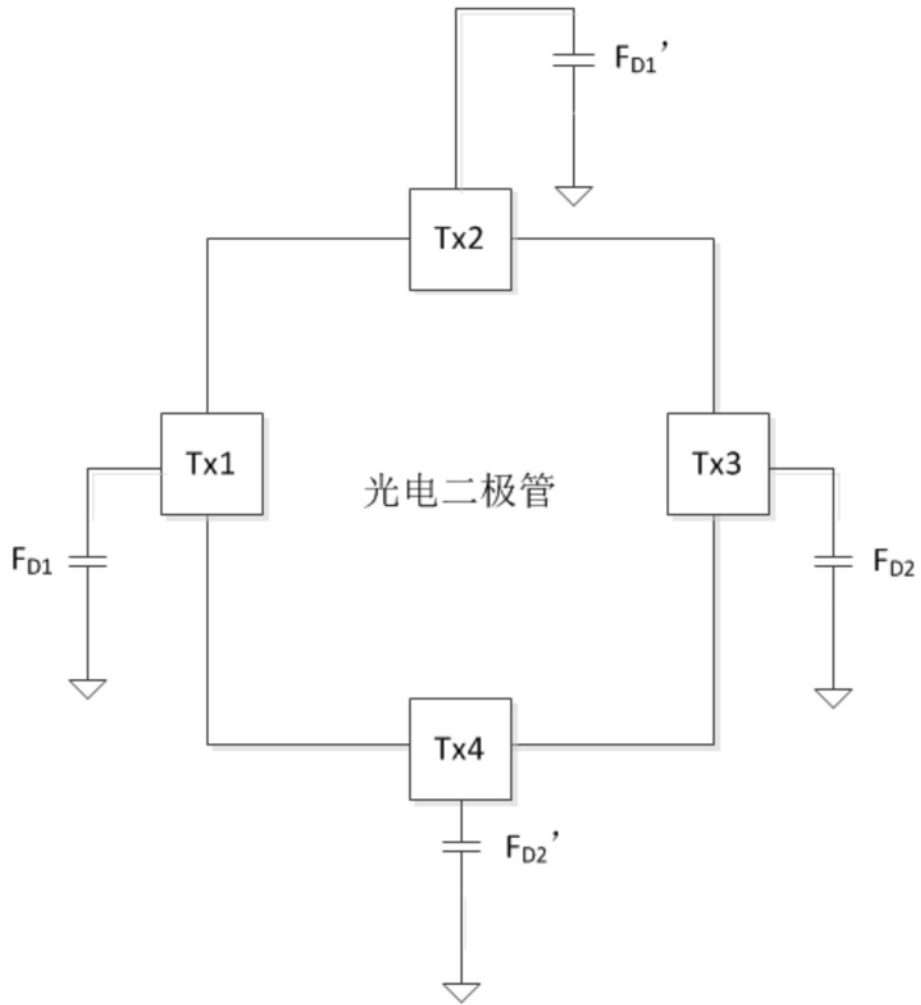


图13

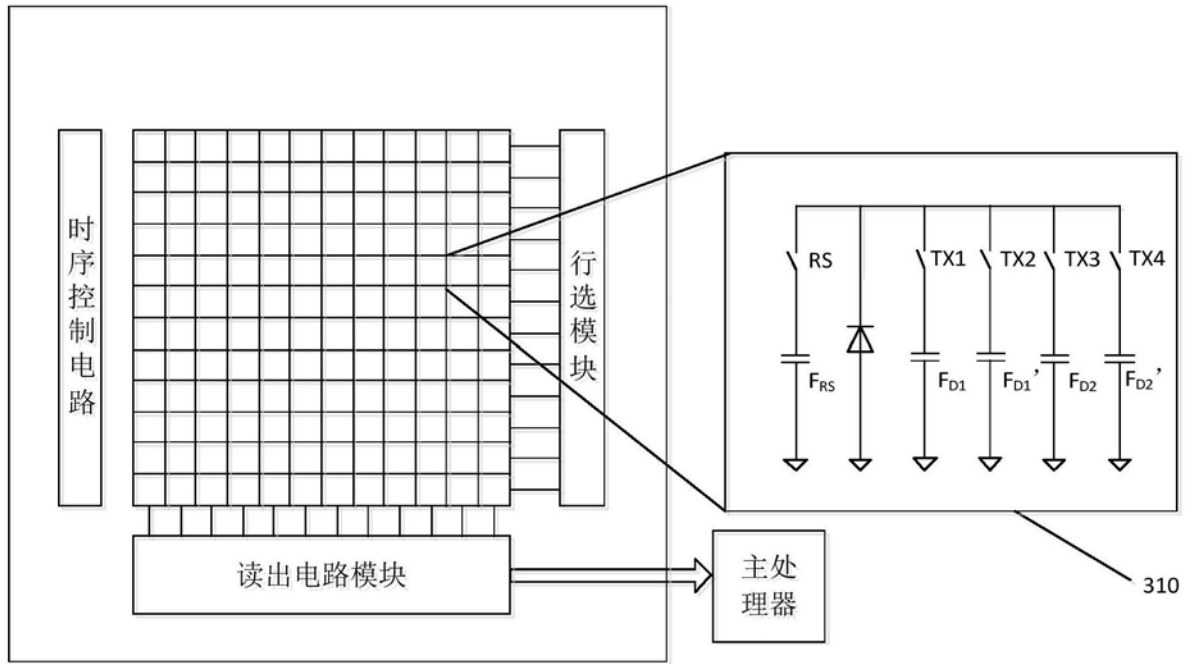


图14