



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113938623 B

(45) 授权公告日 2024.01.23

(21) 申请号 202111136478.3

CN 105140257 A, 2015.12.09

(22) 申请日 2021.09.27

CN 104735373 A, 2015.06.24

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106601767 A, 2017.04.26

申请公布号 CN 113938623 A

CN 111405208 A, 2020.07.10

(43) 申请公布日 2022.01.14

US 2010013972 A1, 2010.01.21

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第四十四研究所

US 5585847 A, 1996.12.17

US 6654059 B1, 2003.11.25

地址 400060 重庆市南岸区南坪花园路14号

王晓涛. CCD摄像机光控电路研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》. 2016, (第6期), 全文.

(72) 发明人 杨洪 白雪平 李金

刘春浩. 双通道自动增益不等时曝光CCD数据采集与处理. 《中国学位论文全文数据库》. 2008, 全文.

(74) 专利代理机构 重庆辉腾律师事务所 50215  
专利代理师 卢胜斌

Wei Min et al.. The Calibrating Method of Frame-transfer Type CCD Image Smearing. 《The Calibrating Method of Frame-transfer Type CCD Image Smearing》. 2010, 4757-4759.

(51) Int. Cl.

H04N 25/57 (2023.01)

H04N 25/72 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 102055915 A, 2011.05.11

CN 108600658 A, 2018.09.28

审查员 余晓

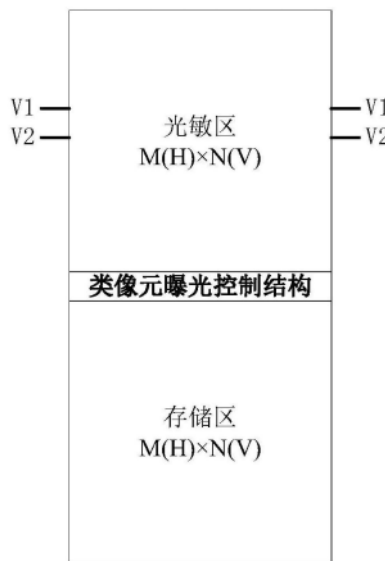
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD

(57) 摘要

本发明涉及一种CCD图像传感器结构, 特别涉及一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD, 包括在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构的方式进行曝光控制, 类像元曝光控制结构由垂直转移栅、曝光栅、曝光漏、曝光势垒以及沟阻构成, 曝光栅、曝光漏电学连接通过一次接触孔、一次金属、二次接触孔以及二次金属实现; 本发明采取在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构进行曝光控制, 不会挤占光敏区像元面积, 确保帧转移CCD灵敏度、势阱容量、动态范围等性能不受到影响。



1. 一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,其特征在在于,在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构的方式进行曝光控制,类像元曝光控制结构包括第一垂直转移栅、第二垂直转移栅、曝光栅、曝光漏、曝光势垒以及沟阻,第一垂直转移栅和第二垂直转移栅垂直电连接,曝光栅和曝光漏上分别设置有一次接触孔,一次接触孔中填充有一次金属,一次金属上设置有二次接触空,二次接触孔中填充有二次金属,曝光栅和曝光漏通过二次金属与外围驱动电路电学连接;曝光势垒设置在曝光栅之下,在曝光栅控制下实现栅下沟道开启和关断。

2. 根据权利要求1所述的一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,其特征在在于,第N帧类像元曝光控制结构的帧转移CCD时序控制包括:

第N帧无效积分时间;

帧转移至类像元曝光控制结构的电荷泄放通道,该通道由类像元曝光控制结构的曝光栅、曝光漏、曝光势垒构成;

第N帧有效积分时间;

帧转移至存储区;

第N帧读出,在第N帧读出的同时开始第N+1帧无效积分时间。

3. 根据权利要求2所述的一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,其特征在在于,帧周期 $T_{frame}$ 为从当前帧无效积分时间至当前帧转移到存储区这一段时间,当前帧有效积分周期为 $T_{int}$ ,若需要实现 $T_{int}=T_{frame}$ ,则在光敏区电荷积分、转移过程中,曝光栅控制曝光势垒关闭,光敏区积分完成后的N行信号进行快速行转移至存储区,光敏区每一行电荷信号皆会在类像元曝光控制结构的第一垂直转移栅和第二垂直转移栅经历存储、转移过程。

4. 根据权利要求2所述的一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,其特征在在于,帧周期 $T_{frame}$ 为从当前帧无效积分时间至当前帧转移到存储区这一段时间,当前帧有效积分周期为 $T_{int}$ ,若第N+1帧信号需要实现 $T_{int}<T_{frame}$ ,具体包括:

假设在 $t_0=0$ 时,第N帧信号帧转移过程结束,第N+1帧信号开始积分光敏区垂直转移栅处于积分电平状态,类像元曝光控制结构的垂直转移栅偏置为低电平,曝光栅偏置在高电平,使得曝光势垒开启;

在 $t=T_{frame}-T_{int}$ 时,光敏区垂直转移栅处于帧转移脉冲电平状态,类像元曝光控制结构的垂直转移栅、曝光栅仍旧保持 $t=0$ 时刻电平,使得曝光势垒开启,光敏区在 $t_0\sim t$ 期间积分产生的电荷信号在驱动脉冲作用下进行转移,由于曝光势垒开启,在 $t_0\sim t$ 期间,具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD积分产生的电荷信号泄放至曝光漏,电荷被清空,从而实现曝光控制;

随后光敏区垂直转移栅再次处于积分电平状态,光敏区进行积分时间为 $T_{int}$ 的积分过程,类像元曝光控制结构的垂直转移栅仍旧保持 $t_0$ 时刻电平,曝光栅偏置变化为低电平,使得曝光势垒关闭;

光敏区进行积分时间为 $T_{int}$ 的积分过程后,进行帧转移过程,类像元曝光控制结构的垂直转移栅从 $t_0$ 时刻电平变化为驱动脉冲,曝光栅偏置为低电平状态,使得曝光势垒关闭,光敏区在 $T_{int}$ 期间产生的电荷信号由于曝光势垒关闭,不会进入曝光漏,而是快速转移至存储区,直至输出放大器读出电荷信号。

## 一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种CCD图像传感器结构,特别涉及一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD。

### 背景技术

[0002] 帧转移CCD作为面阵CCD的重要分支,在天文观测、空间遥感等光电成像领域得到了广泛的应用,在一些特殊的领域,如高光谱成像、碰撞试验摄影、动物生态学研究等,帧转移CCD成为关键组件。帧转移CCD作为高光谱相机成像系统关键组件在轨运行时,由于大气光散射、系统参数误差、辐射定标误差、帧转移CCD寿命末期暗电流增加、工作点漂移导致的满阱容量减小等因素会造成帧转移CCD超出动态范围而出现饱和,成像模糊,为此需要帧转移CCD增加曝光控制功能。传统的曝光控制结构需要占用额外的光敏面积造成灵敏度降低,或者造成势阱容量减小,不适用于高灵敏度成像应用。

### 发明内容

[0003] 为了满足以帧转移CCD图像传感器为核心部件的相机成像系统应用需求,本发明提出一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构的方式进行曝光控制,所述类像元曝光控制结构包括第一垂直转移栅、第二垂直转移栅、曝光栅、曝光漏、曝光势垒以及沟阻,第一垂直转移栅和第二垂直转移栅垂直电连接,曝光栅和曝光漏上分别设置有一次接触孔,一次接触孔中填充有一次金属,一次金属上设置有二次接触空,二次接触孔中填充有二次金属,曝光栅和曝光漏通过二次金属与外围驱动电路电学连接;曝光势垒设置在曝光栅之下,在曝光栅控制下实现栅下沟道开启和关断。

[0004] 进一步的,第N帧类像元曝光控制结构的帧转移CCD时序控制包括:

[0005] 第N帧无效积分时间;

[0006] 帧转移至类像元曝光控制结构的电荷泄放通道,该通道由类像元曝光控制结构的曝光栅、曝光漏、曝光势垒构成;

[0007] 第N帧有效积分时间;

[0008] 帧转移至存储区;

[0009] 第N帧读出,在第N帧读出的同时开始第N+1帧无效积分时间。

[0010] 进一步的,帧周期 $T_{\text{frame}}$ 为从当前帧无效积分时间至当前帧转移到存储区这一段时间,当前帧有效积分周期为 $T_{\text{int}}$ ,若需要实现 $T_{\text{int}} = T_{\text{frame}}$ ,则在光敏区电荷积分、转移过程中,曝光栅控制曝光势垒关闭,光敏区积分完成后的N行信号进行快速行转移至存储区,光敏区每一行电荷信号皆会在类像元曝光控制结构的第一垂直转移栅和第二垂直转移栅经历存储、转移过程。

[0011] 进一步的,帧周期 $T_{\text{frame}}$ 为从当前帧无效积分时间至当前帧转移到存储区这一段时间,当前帧有效积分周期为 $T_{\text{int}}$ ,若第N+1帧信号需要实现 $T_{\text{int}} < T_{\text{frame}}$ ,具体包括:

[0012] 假设在 $t_0=0$ 时,第N帧信号帧转移过程结束,第N+1帧信号开始积分光敏区垂直转移栅处于积分电平状态,类像元曝光控制结构的垂直转移栅偏置为低电平,曝光栅偏置在高电平,使得曝光势垒开启;

[0013] 在 $t=T_{\text{frame}}-T_{\text{int}}$ 时,光敏区垂直转移栅处于帧转移脉冲电平状态,类像元曝光控制结构的垂直转移栅、曝光栅仍旧保持 $t=0$ 时刻电平,使得曝光势垒开启,光敏区在 $t_0\sim t$ 期间积分产生的电荷信号在驱动脉冲作用下进行转移,由于曝光势垒开启,在 $t_0\sim t$ 期间,具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD积分产生的电荷信号泄放至曝光漏,电荷被清空,从而实现曝光控制;

[0014] 随后光敏区垂直转移栅再次处于积分电平状态,光敏区进行积分时间为 $T_{\text{int}}$ 的积分过程,类像元曝光控制结构的垂直转移栅仍旧保持 $t_0$ 时刻电平,曝光栅偏置变化为低电平,使得曝光势垒关闭;

[0015] 光敏区进行积分时间为 $T_{\text{int}}$ 的积分过程后,进行帧转移过程,类像元曝光控制结构的垂直转移栅从 $t_0$ 时刻电平变化为驱动脉冲,曝光栅偏置为低电平状态,使得曝光势垒关闭,光敏区在 $T_{\text{int}}$ 期间产生的电荷信号由于曝光势垒关闭,不会进入曝光漏,而是快速转移至存储区,直至输出放大器读出电荷信号。

[0016] 本发明提供的一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,使得帧转移CCD在具备曝光控制功能的同时不影响帧转移CCD灵敏度、势阱容量、动态范围等性能。

## 附图说明

[0017] 图1为现有技术中具有横向电荷泄放控制结构帧转移CCD像元架构;

[0018] 图2为现有技术中具有纵向电荷泄放控制结构帧转移CCD像元架构;

[0019] 图3为本发明具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD像元架构;

[0020] 图4为本发明类像元曝光控制结构示意图;

[0021] 图5为本发明具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD时序控制示意图。

## 具体实施方式

[0022] 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,所描述的实施例仅仅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。

[0023] 本发明提出一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD,在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构的方式进行曝光控制,类像元曝光控制结构包括第一垂直转移栅、第二垂直转移栅、曝光栅、曝光漏、曝光势垒以及沟阻,第一垂直转移栅和第二垂直转移栅垂直电连接,曝光栅和曝光漏上分别设置有一次接触孔,一次接触孔中填充有一次金属,一次金属上设置有二次接触空,二次接触孔中填充有二次金属,曝光栅和曝光漏通过二次金属与外围驱动电路电学连接;曝光势垒设置在曝光栅之下,在曝光栅控制下实现栅下沟道开启和关断。

[0024] 本实施例从现有帧转移的CCD曝光控制技术出发,进一步对本发明的一种具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD进行说明。

[0025] 现有帧转移CCD曝光控制技术分为横向电荷泄放控制以及纵向电荷泄放控制两种,以两相帧转移CCD为例,图1所示为具有横向电荷泄放控制结构帧转移CCD像元架构。

[0026] 图1所示像元架构由沟阻、抗晕漏、横向抗晕栅以及垂直驱动V1/V2构成,在横向抗晕栅施加电平,使得横向抗晕栅下电势分布处于图1(b)中A状态下,此时电荷存储在垂直CCD势阱之中,超过垂直CCD势阱容量的光生电荷可以越过横向抗晕栅下势垒进入抗晕漏,从而实现光晕抑制;增加横向抗晕栅驱动电平,横向抗晕栅下电势分布处于图1(b)中B状态下,此时存储在垂直CCD势阱之中的电荷全部泄放至抗晕漏,实现曝光控制。由上述具有横向电荷泄放控制结构帧转移CCD工作原理分析可以看出,横向电荷泄放控制结构会占据CCD像元一部分面积,使得此类帧转移CCD灵敏度、势阱容量、动态范围等性能下降,不适用于高灵敏度成像应用。

[0027] 图2所示具有纵向电荷泄放控制结构帧转移CCD像元架构由沟阻、垂直驱动V1/V2构成,其中电荷泄放结构由图2中埋沟-p阱-n型外延层-n<sup>+</sup>型衬底构成。在n<sup>+</sup>型衬底偏置电压作用下电荷泄放结构电势分布形成图2中(b)中A状态,此时电荷存储在垂直CCD势阱之中,超过垂直CCD势阱容量的光生电荷可以越过横向抗晕栅下势垒进入抗晕漏,从而实现光晕抑制;增加n<sup>+</sup>型衬底偏置电压,电荷泄放结构电势分布形成图2中(b)中B状态,此时存储在垂直CCD势阱之中的电荷全部泄放至抗晕漏,实现曝光控制。由上述具有纵向电荷泄放控制结构帧转移CCD工作原理分析可以看出,具有纵向电荷泄放控制结构帧转移CCD基于n型衬底制作,不能实现背照入射,因此具有纵向电荷泄放控制结构帧转移CCD灵敏度提升空间有限,此类帧转移CCD不适合高灵敏度成像应用。

[0028] 针对传统的帧转移CCD曝光控制结构需要占用额外的光敏元面积造成灵敏度降低,或者造成满阱容量、动态范围减小,不适用于高灵敏度成像应用问题,为了避免曝光控制结构对帧转移CCD性能的影响,采取在光敏区和存储区之间插入类像元曝光控制结构进行曝光控制,不会挤占光敏区像元面积,确保帧转移CCD灵敏度、势阱容量、动态范围等性能不受到影响。

[0029] 本实施例以两相帧转移CCD为例描述类像元曝光控制结构,其示意图如下图4所示,该结构由垂直转移栅TG1/TG2、曝光栅EG、曝光漏ED、曝光势垒EB以及沟阻构成。曝光栅EG、曝光漏ED电学连接通过一次接触孔、一次金属、二次接触孔以及二次金属实现。

[0030] 如图4所示,类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2与光敏区像元垂直转移栅V1/V2具有类似的结构设计与功能,可以实现信号的存储、转移。类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1承接光敏区垂直转移栅V1,存储区垂直转移栅V1承接类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG2;该结构与光敏区像元不同的是增加了由曝光栅EG、曝光漏ED、曝光势垒EB构成的电荷泄放通道。

[0031] 假设帧周期为 $T_{\text{frame}}$ ,有效积分周期为 $T_{\text{int}}$ ,具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD时序控制如图5所示:

[0032] (1) 若需实现 $T_{\text{int}} = T_{\text{frame}}$ ,则在光敏区电荷积分、转移过程中,曝光栅EG控制曝光势垒EB关闭。光敏区积分完成后的N行信号进行快速行转移至存储区,光敏区每一行电荷信号皆会在类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2经历存储、转移过程,由于曝光栅EG控制曝光势垒EB关闭,流经垂直转移栅TG1/TG2的电荷信号不会进入曝光漏ED,电荷信号不会被清空,此种情形下的存储区等效于增加了一行,即N+1行,进入存储区的电荷信号经N+1个慢

速行转移实现信号最终读出。

[0033] (2) 若需实现 $T_{int} < T_{frame}$ , 在 $t_0=0$ 时, 第N帧信号帧转移过程结束, 第N+1帧信号开始积分, 此时光敏区垂直转移栅V1/V2处于积分电平状态, 类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2偏置为低电平, 曝光栅EG偏置在高电平, 使得曝光势垒EB开启。

[0034] 在 $t=T_{frame}-T_{int}$ 时, 光敏区垂直转移栅处于帧转移脉冲电平状态, 帧转移时间忽略不计, 类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2、曝光栅EG仍旧保持 $t=0$ 时刻电平, 使得曝光势垒EB开启, 光敏区在 $t_0 \sim t$ 期间积分产生的电荷信号在驱动脉冲作用下进行转移, 由于曝光势垒EB开启, 在 $t_0 \sim t$ 期间, 具有类像元曝光控制结构的帧转移CCD积分产生的电荷信号泄放至曝光漏ED, 电荷被清空, 从而实现曝光控制。

[0035] 随后光敏区垂直转移栅再次处于积分电平状态, 光敏区进行积分时间为 $T_{int}$ 的积分过程, 类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2仍旧保持 $t_0$ 时刻电平, 曝光栅EG偏置变化为低电平, 使得曝光势垒EB关闭。

[0036] 光敏区进行积分时间为 $T_{int}$ 的积分过程后, 进行帧转移过程, 类像元曝光控制结构的垂直转移栅TG1/TG2从 $t_0$ 时刻电平变化为驱动脉冲, 曝光栅EG偏置仍旧为低电平状态, 使得曝光势垒EB关闭, 光敏区在 $T_{int}$ 期间产生的电荷信号由于曝光势垒EB关闭, 不会进入曝光漏ED, 而是快速转移至存储区, 直至输出放大器读出电荷信号。

[0037] 在本发明的描述中, 需要理解的是, 术语“同轴”、“底部”、“一端”、“顶部”、“中部”、“另一端”、“上”、“一侧”、“顶部”、“内”、“外”、“前部”、“中央”、“两端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本发明和简化描述, 而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本发明的限制。

[0038] 在本发明中, 除非另有明确的规定和限定, 术语“安装”、“设置”、“连接”、“固定”、“旋转”等术语应做广义理解, 例如, 可以是固定连接, 也可以是可拆卸连接, 或成一体; 可以是机械连接, 也可以是电连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系, 除非另有明确的限定, 对于本领域的普通技术人员而言, 可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0039] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例, 对于本领域的普通技术人员而言, 可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型, 本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

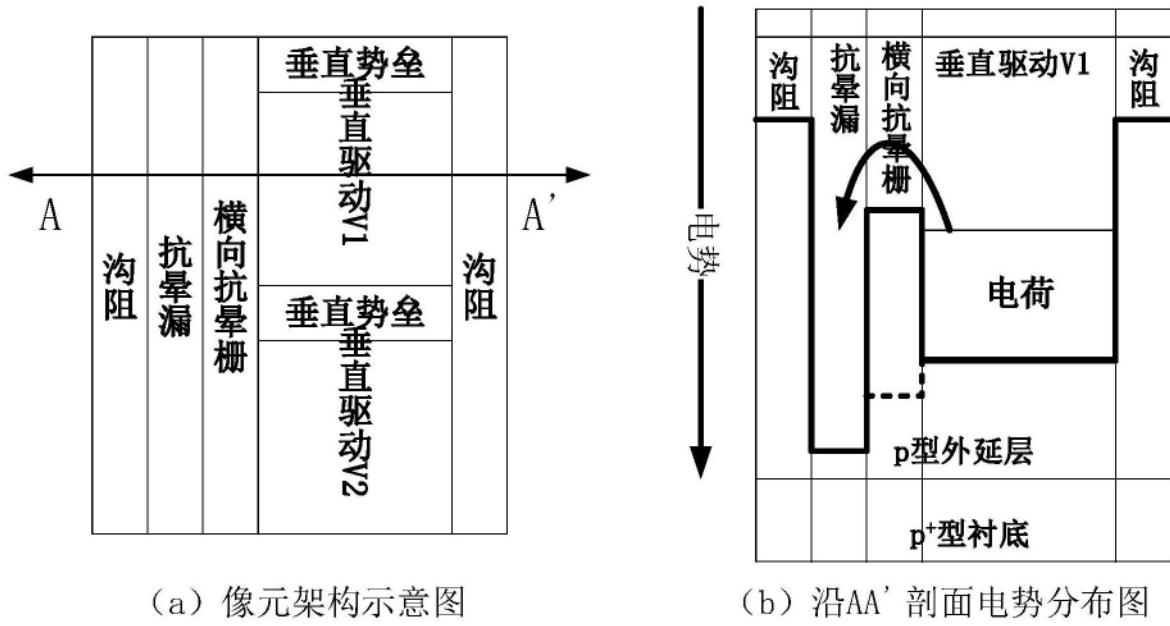


图1

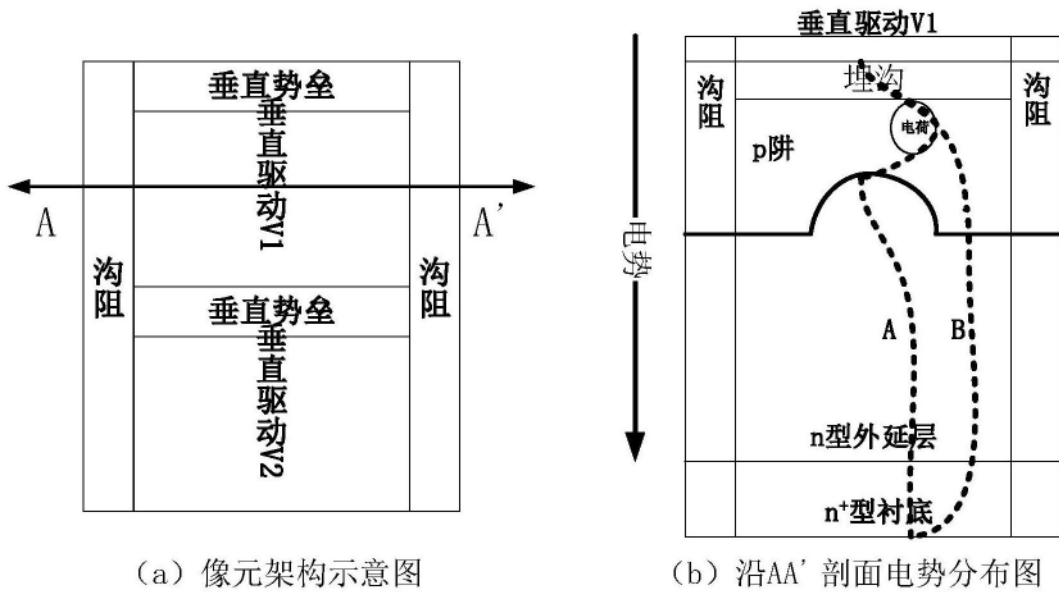


图2

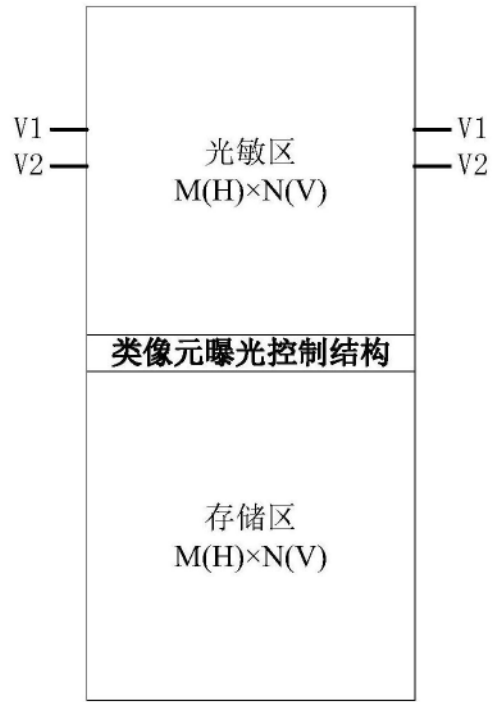


图3





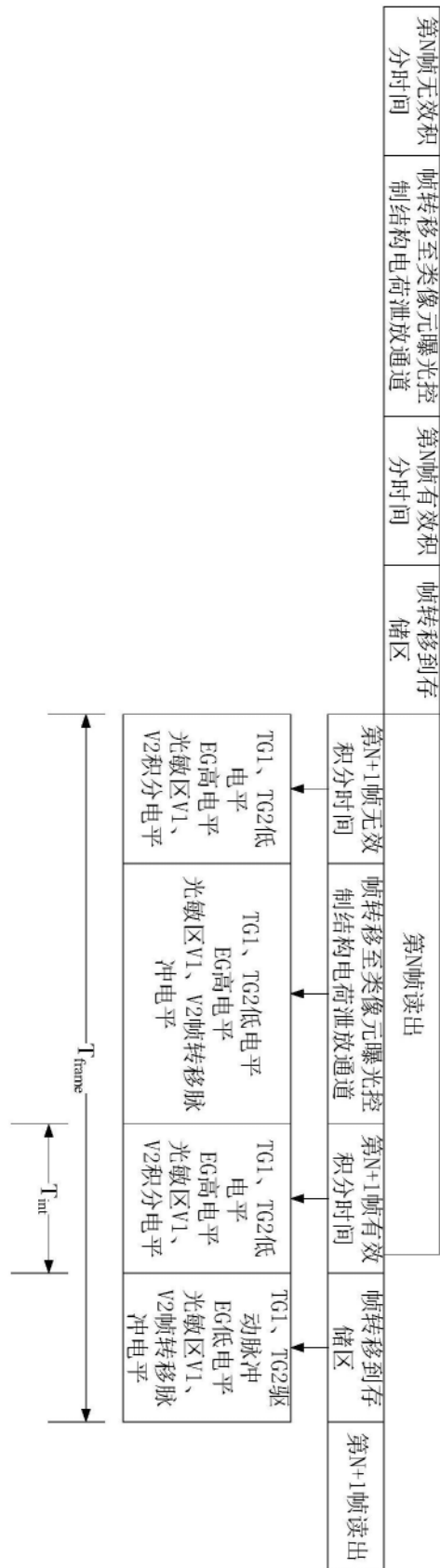


图5