



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102209198 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201110157819. 5

(22) 申请日 2011. 06. 13

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 余达 周怀得 李广泽 李云飞  
李洪法 刘金国 郭永飞

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

H04N 5/232 (2006. 01)

H04N 5/235 (2006. 01)

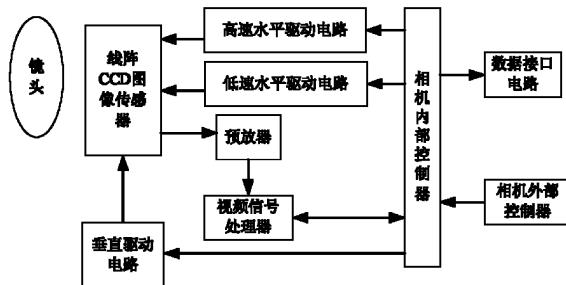
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于航空航天应用积分时间可调节的线阵  
CCD 相机系统

(57) 摘要

基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统，涉及航空航天中 CCD 应用的技术领域，它解决了现有线阵 CCD 图像传感器在航空和航天应用中的控制曝光时间时无电子快门或使用电子快门后成像质量变差的问题，本发明把每个行周期分为三阶段：一、曝光前的空扫阶段；二、曝光阶段；三、线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段；空扫阶段和线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段采用较低的水平信号，曝光阶段采用较高的水平转移信号；为使线阵 CCD 相机系统在两种水平转移信号的频率下性能最佳，采用了独立的两组水平驱动电路在一个行周期内交替工作，本发明控制灵活，适用于多种应用要求。



1. 基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,该系统包括线阵 CCD 图像传感器、高速水平驱动电路、低速水平驱动电路、预放器、视频信号处理器、相机内部控制器、相机外部控制器、数据接口电路和垂直驱动电路,其特征是,所述相机外部控制器通过向相机内部控制器发出命令;相机内部控制器接收相机外部控制器发出的命令后产生垂直转移时序信号、两组水平转移时序信号和控制信号;所述相机内部控制器产生的垂直转移时序信号经垂直驱动电路后变为垂直转移驱动信号;两组水平转移时序信号分别传送至高速水平驱动电路和低速水平驱动电路,所述高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作,产生水平转移驱动信号;镜头的像面耦合到线阵 CCD 图像传感器的焦平面上,所述 CCD 图像传感器的感光区产生与接收到的光能量成线性关系的电荷;线阵 CCD 图像传感器感光区域的电荷受垂直转移驱动信号和水平转移驱动信号控制,输出模拟图像信号经预放器后传送至视频信号处理器进行视频处理,然后以数字图像信号传送至相机内部控制器进行数据整合,经数据接口电路输出数据。

2. 根据权利要求 1 所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,其特征在于,所述高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作,产生水平转移驱动信号的切换过程分为从低速水平驱动电路切换到高速水平驱动电路和从高速水平驱动电路切换到低速水平驱动电路的工作过程。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,其特征在于,所述从低速水平驱动电路切换至高速水平驱动电路的工作过程为:一、低速水平驱动电路由输出高低电平变化的信号变为输出消隐阶段的固定电平信号;二、高速水平驱动电路使能输出,由输出高阻变为与输出消隐阶段的固定电平信号,所述高速水平驱动电路输出电平值与低速水平驱动电路相同;三、低速水平驱动电路设置为输出高阻状态;四、高速水平驱动电路由输出消隐阶段的固定电平信号变为输出高低电平变化的信号。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,其特征在于,所述从高速水平驱动电路切换至低速水平驱动电路的工作过程为:一、高速水平驱动电路由输出高低电平变化的信号变为输出消隐阶段的固定电平信号;二、低速水平驱动电路使能输出,由输出高阻变为与输出消隐阶段的固定电平信号,所述低速水平驱动电路输出电平值与高速水平驱动电路相同;三、高速水平驱动电路设置为输出高阻状态;四、低速水平驱动电路由输出消隐阶段的固定电平信号变为输出高低电平变化的信号。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,其特征在于,所述高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作,产生水平转移驱动信号,具体为在一个行周期内的积分时间控制经过三个阶段:线阵 CCD 图像传感器曝光前的空扫阶段、线阵 CCD 图像传感器的曝光阶段和线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段。

## 基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空航天中 CCD 应用的技术领域,具体涉及一种积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统。

### 背景技术

[0002] 在航空航天领域,大量用到线阵 CCD 图像传感器,以完成图像拍摄的任务。要正常完成图像拍摄任务,一个先决条件是线阵 CCD 图像传感器必须进行适度的曝光,以获得清晰的图像,曝光不足和过度曝光都无法得到清晰的图像,这通常是通过控制目标光亮度和线阵 CCD 图像传感器的曝光时间来实现的。但多数情况下,目标的光亮度是无法控制的,这就只能控制线阵 CCD 图像传感器的积分时间。

[0003] 由于线阵 CCD 相机系统相对地面始终处于运动状态,因而产生像移,为了得到清晰图像也必须对行周期进行控制。结合图 1 所示,线阵 CCD 图像传感器的像元尺寸  $a$ 、镜头的焦距  $f$ ,飞行器以速度  $V$  高度  $H$  在空中飞行时,地面景物 A 点相对飞机向后移动到  $A'$ ,通过光学系统成像于  $a$  点,在靶面上像点  $a$  变成一条短线  $aa'$ ,即产生像的移动,靶面上像移速度  $V'$  为:

$$[0004] V' = \frac{V \times f}{H};$$

[0005] 则相机系统的行周期为

$$[0006] t_H = \frac{H \times a}{V' \times f};$$

[0007] 有的线阵 CCD 图像传感器无电子快门,有的线阵 CCD 图像传感器使用电子快门后成像质量变差,不少的期刊文章、学位论文、专利等反映了人们对曝光时间调节方法的研究,总结这些研究成果,对曝光时间的调节方法有:保持整个工作过程中所有行周期内驱动信号频率不变,调节行周期内有效驱动信号后面的空驱动数目;或者调节行周期内有效驱动信号后面的空驱动数目同时改变驱动信号频率,但都采用相同的一组水平驱动系统。在两组不同的水平转移时钟频率相差较大时使用同一组水平驱动系统,要么出现驱动能力不足,影响电荷转移效率,要么出现过冲现象,易产生时钟诱导电荷,严重时还可能对 CCD 器件造成损坏。

### 发明内容

[0008] 本发明为解决现有线阵 CCD 图像传感器在航空和航天应用中的控制曝光时间时无电子快门或使用电子快门后成像质量变差的问题,提供一种基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统。

[0009] 基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统,该系统包括线阵 CCD 图像传感器、高速水平驱动电路、低速水平驱动电路、预放器、视频信号处理器、相机内部控制器、相机外部控制器、数据接口电路和垂直驱动电路,所述相机外部控制器通过向相机内部

控制器发出命令；相机内部控制器接收相机外部控制器发出的命令后产生垂直转移时序信号、两组水平转移时序信号和控制信号；所述相机内部控制器产生的垂直转移时序信号经垂直驱动电路后变为垂直转移驱动信号；两组水平转移时序信号分别传送至高速水平驱动电路和低速水平驱动电路，所述高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作，产生水平转移驱动信号；镜头的像面耦合到线阵 CCD 图像传感器的焦平面上，所述 CCD 图像传感器的感光区产生与接收到的光能量成线性关系的电荷；线阵 CCD 图像传感器感光区域的电荷受垂直转移驱动信号和水平转移驱动信号控制，输出模拟图像信号经预放器后传送至视频信号处理器进行视频处理，然后以数字图像信号传送至相机内部控制器进行数据整合，经数据接口电路输出数据。

[0010] 本发明的有益效果：本发明为使线阵 CCD 相机系统在两种水平转移信号的工作频率下性能最佳，采用了独立的两组水平驱动电路在一个行周期内交替工作，实现了两组水平驱动电路的切换，并保证切换过程的稳定可靠；把每个行周期分为三个阶段，控制灵活，本发明可适用于多种应用要求。

#### 附图说明

[0011] 图 1 为现有的像移图形示意图；

[0012] 图 2 为本发明所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统中高速水平驱动电路和低速水平驱动电路的切换时序图；

[0013] 图 3 为本发明所述的基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统的原理框图。

#### 具体实施方式

[0014] 具体实施方式一、结合图 2 和图 3 说明本实施方式，基于航空航天应用积分时间可调节的线阵 CCD 相机系统，该系统包括线阵 CCD 图像传感器、高速水平驱动电路、低速水平驱动电路、预放器、视频信号处理器、相机内部控制器、相机外部控制器、数据接口电路和垂直驱动电路，镜头的像面耦合到线阵 CCD 图像传感器的焦平面上，相机外部控制器通过串口向相机内部控制器发出命令；相机内部控制器根据从相机外部控制器接收到的命令，产生线阵 CCD 图像传感器工作所需的垂直转移时序信号、在不同阶段交替工作的两组水平转移时序信号、视频处理器工作所需的控制信号及其它控制信号；相机内部控制器产生的垂直转移时序信号经垂直驱动电路后变为垂直转移驱动信号；相机内部控制器产生的两组水平转移时序信号分别送入高速水平驱动电路和低速水平驱动电路，两水平驱动电路受相机内部控制器控制，交替工作，一组处于输出使能状态，一组处于输出高阻状态，共同产生水平转移驱动信号；镜头视场内的目标将成像于线阵 CCD 图像传感器的焦平面上，在线阵 CCD 图像传感器的感光区产生的感生电荷数量与输入的光能量成线性关系；线阵 CCD 图像传感器感光区域的电荷受垂直转移驱动信号和水平转移驱动信号控制，输出模拟图像信号经预放器后送视频信号处理器进行视频处理，然后以数字图像信号送入相机内部控制器进行数据整合，最后经数据接口电路输出数据。

[0015] 本实施方式所述的高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作，产生水平转移驱动信号的切换过程分为从低速水平驱动电路切换到高速水平驱动电

路和从高速水平驱动电路切换到低速水平驱动电路的工作过程。

[0016] 所述的从低速水平驱动电路换至高速水平驱动电路的工作过程为：一、低速水平驱动电路由输出高低电平变化的信号变为输出消隐阶段的固定电平信号；二、高速水平驱动电路使能输出，由输出高阻变为与输出消隐阶段的固定电平信号，其输出电平值与低速水平驱动电路相同；三、低速水平驱动电路设置为输出高阻状态；四、高速水平驱动电路由输出消隐阶段的固定电平信号变为输出高低电平变化的信号。

[0017] 所述的从高速水平驱动电路换至低速水平驱动电路的工作过程为：一、高速水平驱动电路由输出高低电平变化的信号变为输出消隐阶段的固定电平信号；二、低速水平驱动电路使能输出，由输出高阻变为与输出消隐阶段的固定电平信号，其输出电平值与高速水平驱动电路相同；三、高速水平驱动电路设置为输出高阻状态；四、低速水平驱动电路由输出消隐阶段的固定电平信号变为输出高低电平变化的信号。

[0018] 结合图 2 说明本实施方式，本实施方式所述的高速水平驱动电路和低速水平驱动电路在同一行周期内交替工作，产生水平转移驱动信号，具体为在一个行周期内的积分时间控制经过三个阶段：

[0019] 一、线阵 CCD 图像传感器曝光前的空扫阶段，曝光之前的空扫时间

$$t_{\text{pre\_idle}} = t_H - t_{\text{expose}} - t_{\text{read}}$$

[0021] 此阶段采用频率为  $f_{\text{read\_low}}$  的水平转移信号，其时钟个数的最小值可为 0，其值为  $n_{\text{pre\_idle}}$ ，

$$[0022] n_{\text{pre\_idle}} = f_{\text{read\_low}} \times t_{\text{pre\_idle}}$$

[0023] 其中  $t_H$  为当前的行周期，受线阵 CCD 图像传感器的像元尺寸  $a$ 、镜头的焦距  $f$ 、飞行器当前的速度  $V$  和高度  $H$  决定，可能需要实时改变，根据实际应用可设置行周期在最小行周期  $t_{H\min}$  和最大的行周期  $t_{H\max}$  内变化；

$$[0024] t_H = \frac{H \times a}{V \times f}$$

[0025] 二、线阵 CCD 图像传感器的曝光阶段， $t_{\text{expose}}$  为当前的曝光时间，受飞行器的环境限制，可能需要实时改变，根据实际应用可设置曝光时间在最小曝光时间  $t_{\text{expose\_min}}$  和最大曝光时间  $t_{\text{expose\_max}}$  内变化；此阶段采用频率为  $f_{\text{read\_high}}$  的水平转移信号，设置其最大值为器件允许的最大水平转移时钟，最小值为  $f_{\text{read\_low}}$ ，

$$[0026] f_{\text{read\_high}} = \frac{n_{\text{expose\_min}}}{t_{\text{expose\_min}} - t_{\text{xiao}}}$$

[0027] 其中  $n_{\text{expose\_min}}$  为线阵 CCD 图像传感器的水平移位寄存器和过扫寄存器个数之和， $t_{\text{xiao}}$  为固定的垂直转移时间；曝光期间频率为  $f_{\text{read\_high}}$  的水平转移信号的个数  $n$  为

$$[0028] n = (t_{\text{expose}} - t_{\text{xiao}}) \times f_{\text{read\_high}}$$

[0029] 最大个数  $n_{\text{max}}$  为

$$[0030] n_{\text{max}} = (t_{\text{expose\_max}} - t_{\text{xiao}}) \times f_{\text{read\_high}};$$

[0031] 三、线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段； $t_{\text{read}}$  为有用电荷读出时间，为固定值，采用频率为  $f_{\text{read\_low}}$  的水平转移信号；

$$[0032] t_{\text{read}} = t_{\text{xiao}} + \frac{n_{\text{expose\_min}}}{f_{\text{read\_low}}}$$

[0033] 由于在一个行周期内不同的阶段采用了不同频率的水平转移信号,为使线阵 CCD 相机系统工作在最佳状态,采用低速水平驱动电路和高速水平驱动电路在一个行周期内交替工作。

[0034] 本实施方式所述的相机外部控制器向相机内部控制器发出的命令,具体为:相机外部控制器通过串口 RS232 或 RS422 接口向相机内部控制器发出摄像开始、摄像结束、修改行周期和积分时间参数等命令。

[0035] 本实施方式所述的镜头为定制的光学镜头;线阵 CCD 图像传感器为 E2V 公司的线阵 CCD TH7834C;预放器为美国 TI 公司的运放 THS3061;视频信号处理器美国 Analog Device 生产的视频处理器 AD9945;所述的高速水平驱动电路和低速水平驱动电路分别采用美国 intersil 公司生产的驱动器 ISL55110 和 EL7156C 作为核心器件;所述的垂直驱动电路采用美国国家半导体公司生产的驱动器作为 DS0026 核心器件;所述的相机内部控制器采用美国 Xilinx 的 FPGA 作为核心器件;数据接口电路采用美国国家半导体公司公司的 DS90CR287 作为核心器件;相机外部控制器采用美国 TI 公司的 DSP 作为核心器件。

[0036] 本发明针对线阵 CCD 图像传感器在航空和航天应用中需要控制曝光时间,而有的线阵 CCD 图像传感器无电子快门或使用电子快门后成像质量变差,采用新方法实现了线阵 CCD 相机系统的曝光控制,把每个行周期分为三阶段:一、曝光前的空扫阶段;二、曝光阶段;三、线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段;所述的空扫阶段和线阵 CCD 图像传感器的有用电荷读出阶段采用较低的水平信号,曝光阶段采用较高的水平转移信号;空扫阶段的水平转移信号个数由当前的行周期和曝光时间决定;曝光阶段的水平转移信号的频率由最小曝光时间决定,个数由当前的曝光时间决定;控制灵活,可适应多种应用要求。

[0037] 本发明为使线阵 CCD 相机系统在两种水平转移信号的工作频率下性能最佳,采用了独立的两组水平驱动电路在一个行周期内交替工作,设计的两组水平驱动电路的切换工作保证了两组水平驱动电路切换过程的稳定可靠。

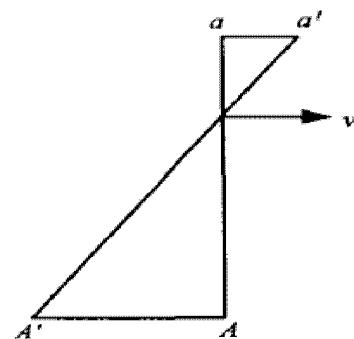


图 1

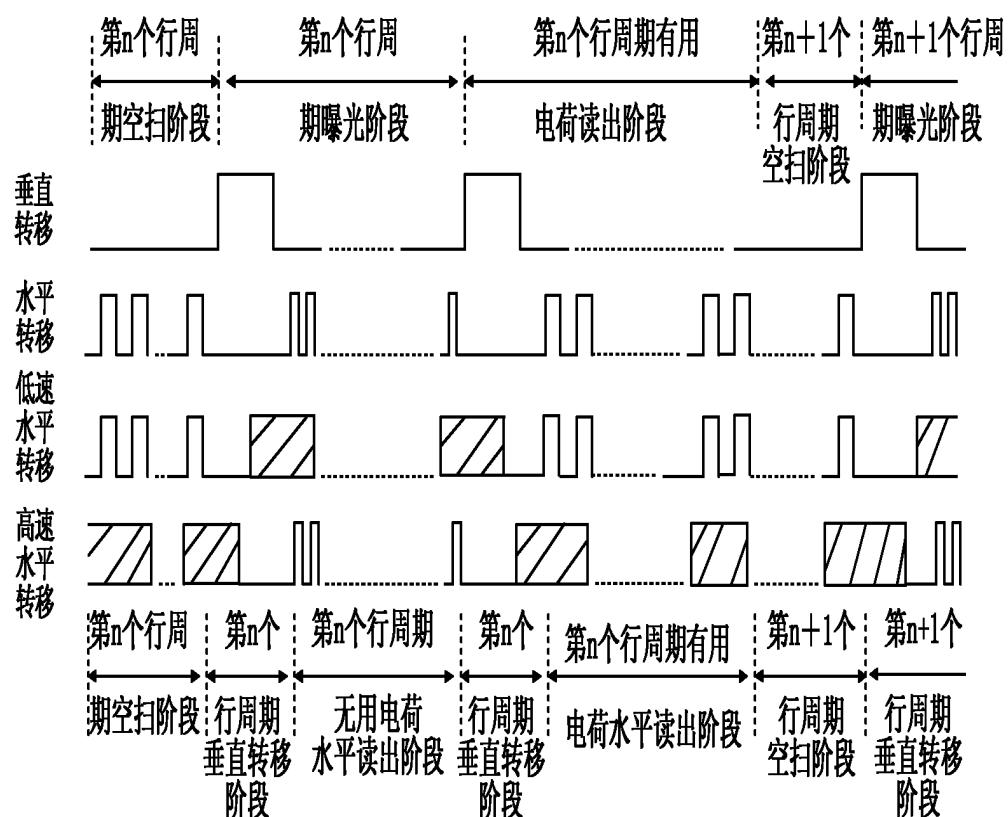


图 2

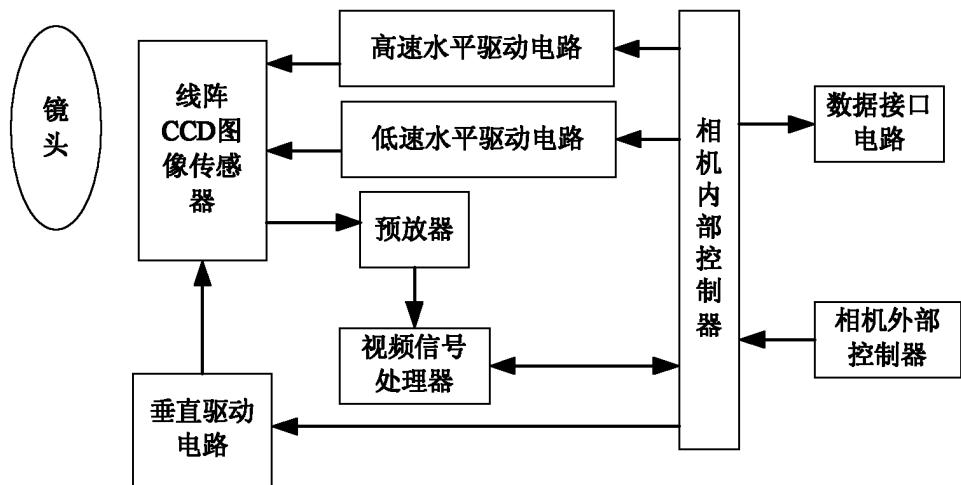


图 3