



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103067660 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201310003028. 6

US 2003/052989 A1, 2003. 03. 20,

(22) 申请日 2008. 05. 08

US 2005/168589 A1, 2005. 08. 04,

US 2006/158537 A1, 2006. 07. 20,

(30) 优先权数据

0709026. 9 2007. 05. 10 GB

0716433. 8 2007. 08. 23 GB

审查员 贺艳娟

(62) 分案原申请数据

200880015174. 8 2008. 05. 08

(73) 专利权人 爱西斯创新有限公司

地址 英国牛津夏镇尤尔特广场尤尔特楼

(72) 发明人 吉尔·布博

(74) 专利代理机构 珠海智专专利商标代理有限公司

公司 44262

代理人 张中 林永协

(51) Int. Cl.

H04N 5/232(2006. 01)

H04N 5/235(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101053249 A, 2007. 10. 10,

JP 特开 2006-238205 A, 2006. 09. 07,

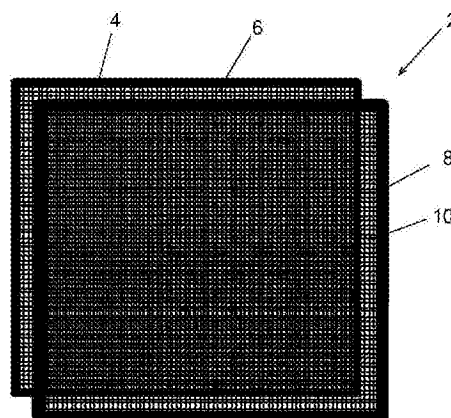
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

图像捕捉设备及方法

(57) 摘要

一种图像捕捉设备(2),包括具有工作区域的传感器(4),该工作区域具有多个像素(6)及控制每一像素曝光的快门阵列(8),像素被划分成多组像素模块并用于捕捉多张时间分离的低分辨率图像,这些低分辨率图像可类似电影地连续播放或用于组合形成一张高分辨率静态图像。



1. 一种用于捕捉系列连续图像的图像捕捉设备,所述图像捕捉设备包括一传感器,所述传感器具有由多个像素构成的工作区域,其中,每一像素提供该像素曝光时形成的数据,一用于存储像素形成的数据的数据存储设备,其中所述像素组成多个像素模块和多个像素组,其中,所述像素组基本覆盖所述传感器的整个工作区域,且每一像素组包含每一像素模块中的至少一个像素,其中,所述图像捕捉设备包括一用于控制像素模块曝光的控制设备,其中,所述控制设备连续地曝光像素模块以捕捉多张时间分离的低分辨率图像,其中,每一张所述低分辨率图像包含一个不同的像素模块形成的数据,其中,在所有像素曝光后,所述图像捕捉设备将所有像素上的电荷数字化以形成一组数字数据,并将所述数字数据转移到所述数据存储设备。

2. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制设备同时地曝光每一像素模块中的像素。

3. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:至少一个像素模块包含所述传感器中几乎全部工作区域内的像素。

4. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制设备调节所捕捉的低分辨率图像的空间分辨率及帧率。

5. 根据权利要求4所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制设备控制所有像素划分成的像素模块的数量。

6. 根据权利要求4所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制设备控制所述像素模块的曝光时间。

7. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制设备反复执行数据捕捉过程一次或多次,以捕捉一个较长的视频序列。

8. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:还包括一个快门阵列,快门阵列包括多个快门元件,每一快门元件控制一个独立的像素的曝光时间。

9. 根据权利要求8所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述快门元件具有不同的透明度。

10. 根据权利要求8所述的图像捕捉设备,其特征在于:快门元件具有不同的反射率。

11. 根据权利要求9所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述快门阵列设置在所述传感器的所述工作区域。

12. 根据权利要求9所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述快门阵列设置在所述传感器的前方。

13. 根据权利要求8所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述快门元件可变方向。

14. 根据权利要求13所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述快门元件包含反射镜,所述反射镜能以朝向或背向所述传感器方向传播或反射光线。

15. 根据权利要求8所述的图像捕捉设备,其特征在于:还包括一控制所述快门阵列工作的控制设备。

16. 根据权利要求15所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述控制装置驱动所述快门元件以预定的或随机的或半随机的顺序工作。

17. 根据权利要求1所述的图像捕捉设备,其特征在于:每一像素与一个电荷存储设备连接,且每一像素上的电荷可转移至电荷存储设备上,其中,所述图像捕捉设备包括一个用

于控制电荷转移的控制设备以捕捉所述多张时间分离的低分辨率图像。

18. 根据权利要求 1 所述的图像捕捉设备,其特征在于:所述图像捕捉设备通过组合所述多张低分辨率图像的数据形成一张高分辨率图像,高分辨率图像的分辨率几乎等于全部像素。

19. 照相机,包括如权利要求 1 所述的图像捕捉设备和用于将光线聚焦到所述传感器的所述工作区域的透镜。

20. 根据权利要求 19 所述的照相机,其中特在于:还包括一用于显示所捕捉的图像的显示设备,其中,所述显示设备用于显示一张高分辨率的图像或者连续的低分辨率的图像。

21. 根据权利要求 19 所述的照相机,其中特在于:包括一用于控制像素模块曝光的控制设备。

22. 一种使用图像捕捉设备捕捉系列连续图像的方法,该图像捕捉设备包括一传感器,该传感器具有由多个像素构成的工作区域,该方法包括:

对传感器进行曝光;

存储每一像素曝光时形成的数据;以及

捕捉多张时间分离的低分辨率图像,

其中,所述图像组成多个像素模块和多个像素组,其中,像素组基本覆盖传感器所有工作区域,且每一像素组包含每一像素模块的至少一个像素,

其中,对传感器进行曝光的步骤包括连续地曝光像素模块,其中每一低分辨率图像包含不同的一个所述像素模块形成的数据,以及

其中,在所有像素模块曝光后,所有像素上的电荷被数字化以形成一组数字数据,所述数字数据被转移到数据存储设备。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:每一像素模块内的像素同时曝光。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,其特征在于:所述像素模块是以预定的或者随机的或者半随机的顺序曝光。

25. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:所捕捉的低分辨率图像的空间分辨率和帧率可以被调节。

26. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:所有像素划分成的像素模块的数量是可以控制的。

27. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:像素模块的曝光时间是可以控制的。

28. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:数据捕捉过程被反复执行一次或多次以捕捉较长的视频序列。

29. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:还包括将每一像素的电荷转移至一个电荷存储设备,然后将存储的电荷数字化。

30. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:还包括将多张低分辨率图像的数据合并形成一张高分辨率图像,高分辨率图像的分辨率几乎等于全部像素。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,其特征在于:还包括显示所述高分辨率图像。

32. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于:还包括显示系列连续的所述时间分离的低分辨率图像。

图像捕捉设备及方法

[0001] 本申请是申请号为 200880015174.8、发明名称为“图像捕捉设备及方法”的发明专利的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种图像捕捉设备以及图像捕捉方法,包括但不限于能同时对静态活动图像及动态图像(电影)进行捕捉的设备与方法。

背景技术

[0003] 电子照相机大体分为两种类型:静态照相机与视频照相机。然而,现有一些照相机是两种照相机的组合,例如,一些“视频”照相机既可捕捉电影,也可捕捉静态图像。

[0004] 另一方面,一些静态照相机也具有“电影”拍摄功能,能捕捉一系列有序的图片,这些图片能像电影一样连续播放。本发明主要涉及(但不限于)后者。

[0005] 电子照相机大多具有一个图像捕捉设备或传感器,该传感器具有排列成阵列的感光探测器或图像元素(像素),活动图像或电影的捕捉可通过记录传感器探测到的连续图像实现。

[0006] 连续图像捕捉的速度(帧率)取决于传感器尺寸的大小(也就是阵列中像素的数量),而这又受限于传感器数据读取(以数字方式)的速度。高速地从图像传感器中读取信息将产生噪声(读噪声),降低图像信号的质量。因此,如果传感器像素较大,帧率大多很慢。像素较少的小传感器具有较快的帧率,但图像的分辨率将相应地降低。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种减少上述技术缺陷的图像捕捉设备以及图像捕捉方法。

[0008] 本发明提供一种图像捕捉设备,其设有包括一个工作区域的传感器,该工作区域具有多个像素,每一像素具有表示该像素曝光时形成的有用数据,并设有一个用于存储每一像素形成数据的数据存储器,所述多个像素组成多个像素模块,所述图像捕捉设备可用于捕捉多张时间分离的低分辨率图像,每一低分辨率图像包含从取自不同像素模块的数据。

[0009] 本发明允许一系列时间分离的低分辨率图像嵌入到高分辨率的图像中,这些嵌入的低分辨率图像能像电影一样连续播放,或者将低分辨率图像的数据组合形成一张高分辨率图像,因此,该设备能同时捕捉电影及静态图像。该设备捕捉图像的帧率远高于目前同等传感器设备所能达到帧率,虽然这些低分辨率图像的空间分辨率低于高分辨率图像,但仍能满足多种场合的需求,分辨率与帧率之间的平衡可以容易地调节。并且,静态图像的捕捉不会造成空间分辨率的损失,且不会增加对设备数据存储容器容量增加的需求。

[0010] 优选地,图像捕捉设备能组合所述多张低分辨率图像的数据来形成一张高分辨率图像。

[0011] 优选地,至少一个像素模块基本包括传感器内全部工作区域的像素,这样,由一个

像素模块生成每一低分辨率图像将会是一张全帧图像。相对应地,至少一个像素模块包含的像素少于传感器内全部工作区域,这允许设备以不同的空间分辨率及时间分辨率对画面中不同部分进行摄像,这可应用在特定的安全照相机或机器人系统中。

[0012] 图像捕捉设备可包括一个具有多个快门元件的快门阵列,每一快门元件用于控制一个像素的曝光。当然,每一快门元件可控制多于一个像素的曝光,该快门元件的面积将大于每一像素的面积。当然,每一快门元件的面积也可小于一个像素的面积,每一像素的曝光由多个快门元件控制。

[0013] 快门阵列可具有多个可变透明度或可变反射率的快门元件。快门阵列可安装在传感器的工作区域上或在传感器前(优选地,在快门阵列与传感器之间设置聚焦设备)。

[0014] 并且,快门阵列可包括多个具有可变方向的快门元件,这些快门元件可设置反射镜,以朝向或背向传感器方向传导或反射光线。

[0015] 优选地,图像捕捉设备设置控制设备以控制快门阵列的工作,例如,可控制传感器内所有像素划分成像素模块的数量、每一像素模块的曝光时间以及与曝光相关的时间、设备的工作模式(例如,电影/静态模式或全静态模式)。控制设备可驱动快门元件以预定的或随机的或半随机方式工作,该半随机方式能被解码并可用于还原高速的图像序列。控制设备还可用于控制一种可选的工作模式,在该工作模式下,所有快门元件被同时驱动。

[0016] 在另一个优选地实施例中,每一像素均与一个电荷存储设备连接,每一像素上的电荷能转移至电荷存储设备上,图像捕捉设备还设置一个用于控制电荷转移的控制设备以捕捉所述时间分离的低分辨率图像。按照这样的设置,图像捕捉设备不需要设置快门阵列,可简化设备的结构。

[0017] 本发明还提供一种具有上述任一权利要求所述图像捕捉设备的照相机,该照相机还设有一个用于聚焦光线到传感器工作区域的透镜。

[0018] 照相机可以设置一个用于显示所捕捉的图像的显示装置,该显示装置可以显示一张高分辨率图像或连续的低分辨率图像。

[0019] 当然,照相机包括一个控制设备以控制像素模块的曝光时间。

[0020] 根据本发明的另一个方面,还提供一种图像捕捉方法,该方法应用一种具有传感器的图像捕捉设备实现,该传感器具有包括多个像素的工作区域,该方法包括曝光传感器,存储每一像素曝光时形成的数据,并捕捉多张时间分离的低分辨率图像,其中,所述多个像素组成多个像素模块,每一低分辨率图像包含取自不同像素模块的数据。

[0021] 并且,该方法包括顺序地曝光多个像素模块,优选地以预定的或随机的或半随机的顺序曝光。当然,多个像素模块还可以同时曝光,以捕捉一张高分辨率的运动模糊较少的静态图像。

[0022] 并且,该方法包括将每一像素上的电荷转移至电荷存储设备并使所存储的电荷数字化的步骤。

[0023] 该方法还包括组合多张低分辨率图像的数据形成高分辨率图像,优选地,显示该高分辨率图像。

[0024] 该方法还可以包括播放连续的时间分离的低分辨率图像。

[0025] 下面结合附图以及实施例详细说明本发明。

附图说明

- [0026] 图 1 是本发明图像捕捉设备第一实施例示意主视图。
- [0027] 图 2 是图像捕捉设备局部放大主视图。
- [0028] 图 3 是图 2 中图像捕捉设备快门元件曝光时间的时序表。
- [0029] 图 4 是图像捕捉设备捕捉图像的顺序图表。
- [0030] 图 5 是图像捕捉设备的主视图,图中显示操作顺序的一个实施例。
- [0031] 图 6 是本发明图像捕捉设备第二实施例光学设置的示意侧视图。
- [0032] 图 7 是本发明图像捕捉设备第三实施例光学设置的示意侧视图。
- [0033] 图 8 是本发明图像捕捉设备第四实施例光学设置的侧视图。
- [0034] 图 9 是本发明图像捕捉设备第五实施例局部主视图。
- [0035] 图 10 是本发明图像捕捉设备第六实施例局部放大主视图。
- [0036] 图 11 是具有本发明图像捕捉设备的照相机结构示意图。

具体实施方式

[0037] 图 1 至图 4 显示了本发明第一实施例的图像捕捉设备,图像捕捉设备 2 具有传感器 4,传感器 4 设有一个工作区域,该工作区域包含排列成正方形阵列的图像元素(像素)6。传感器 4 可以是 CCD、CMOS 设备或类似的设备。本实施例中,传感器 4 是一个具有百万像素的 CCD 设备,其包括一个正方形的阵列,阵列具有 1000 像素的横向宽度以及 1000 像素的纵向宽度。传感器可以大于或小于该尺寸,并具有不同的长宽比例,且像素可排列成多种不同的形状。

[0038] 位于传感器 4 正前方的是电子快门设备 8,其具有与像素尺寸大小相等的快门元件 10 的阵列。快门元件 10 被排列成与传感器 4 的像素 6 相匹配的形状,以便每一快门元件控制其正后方的像素的曝光。因此,本实施例的快门设备 8 具有一百万个快门元件 10,排列成 1000×1000 的阵列,每一快门元件 10 可被单独地驱动或与一个或多个其他快门元件一起驱动以曝光位于其后方的像素 6。

[0039] 本实施例中,快门设备 8 由铁电液晶设备构成,该铁电液晶设备包括排列成阵列的液晶单元,每一液晶单元可根据电压控制变得透明或不透明,这让快门元件 10 可快速地工作。由于该机构没有移动部件,因此其工作可靠。当然,其他可被电子式地控制且需要提供必须的像素电平的快门机构也可以用于本发明。

[0040] 通常,快门设备 8 具有 A 个快门元件,并划分成 N 个模块,我们定义为模块 1、模块 2……模块 N,每一模块具有 A/N 个快门元件。本实施例中,快门设备具有一百万个快门元件(A)以及四个模块(N),每一模块具有 250,000 个快门元件。像素 6 位于像素模块对应的快门元件 10 后方。

[0041] 不同模块的快门元件 10 排列组成快门组 12,每一快门组具有每一模块的一个快门元件。如图 2 所示的,本实施例中,每一快门组 12 具有四个排列成正方形的快门元件 10,包括位于左上角的模块 1 的快门元件 10A、位于右上角的模块 2 的快门元件 10B、位于左下角的模块 3 的快门元件 10C 以及位于右下角的模块 4 的快门元件 10D。快门设备 8 具有 250,000 个这样的快门组。像素也类似地排列形成像素模块以及像素组,每一像素组包括每一像素模块的一个像素。像素组基本覆盖传感器 4 所有工作表面,因此,每一像素模块具有

取自传感器 4 几乎所有工作区域的像素。

[0042] 每一模块的快门元件相互间均电连接,以便在控制电路的控制下该模块的所有快门元件同时开启或关闭。本实施例中,四个快门模块按图 3 所示的顺序依次开启。

[0043] 可见,快门模块 1 开启时间为 0.25 秒,接着模块 2 在接下来的 0.25 秒内开启,然后模块 3 再开启 0.25 秒,最后模块 4 在第四个 0.25 秒内开启。因此,所有模块的总工作时间 T_i 为 1.0 秒,每一像素的曝光时间即为 T_i/N (本实施例中为 0.25 秒)。

[0044] 每一曝光时间内,位于开启的快门元件下方的像素在光线下曝光。然而,像素并不是同时曝光的,而是随着相对应的快门元件开启与关闭被依次曝光。因此,位于模块 1 的快门元件后方的像素在第一个 0.25 秒内曝光,然后依次是位于模块 2、3、4 的快门元件后方的像素。

[0045] 曝光时间内,伴随每一像素表面的光子放电,每一像素将产生一定量的电荷。在总的工作时间 T_i 后,所有像素上的电荷将被数字化,并且数字化后的图像数据将从传感器 4 转移至存储设备。

[0046] 存储的图像数据可被显示成动态图像(电影)或一张静态图像,当显示成电影时,每一像素模块的图像数据将形成一张独立的图像。因此,如图 4 所示的,图像 1 是由像素模块 1 内所有像素捕捉的图像数据形成,其表示光线在第一个 0.25 秒内入射到传感器时形成的图像。图像 2 是由像素模块 2 内所有像素捕捉的图像数据形成,其表示光线在第二个 0.25 秒内入射到传感器时形成的图像,图像 3 与图像 4 也类似地形成。四张图像将依次显示,就像一个四帧的视频。所显示的低分辨率图像内的每一像素的位置将发生移动,这是因为采集数据的像素位置发生轻微的变化。电影中的每帧图像具有 250,000 像素,这是传感器最高分辨率的四分之一。我们这里定义低分辨率(lo-res)图像是区别于使用所有像素形成的高分辨率(hi-res)图像。

[0047] 如果需要播放连续的视频,则可重复一次或多次上述操作,以每 T_i 秒获取一组数据的速度捕捉多组数据,并按顺序依次播放所捕捉的低分辨率图像。

[0048] 若需要显示一张静态图像,传感器上的所有像素形成的数据将合成一张全帧的高分辨率图像。本实施例中,该图像是一百万像素的,这可通过组合四张低分辨率图像的数据来实现形成一张高分辨率的图像。

[0049] 每一模块的像素不一定需要按照如图 2 所示的规则形状排列,可以应用一个数字图案来实现快门组内像素的随机排列,该数字图案可以由随机数生成器生成,使用者输入一个源参数,随机数生成器重新排列曝光组内每一像素的位置。如图 5 所示,假设一个具有 4 方阵的 6×6 的像素集内,每一像素组具有 4 个像素。数字图案生成一个重新排列的序列,用于在前述的总工作时间内曝光像素组内的所有像素,但像素的曝光时间被重新排序。

[0050] 图 2 中,未重新排序的序列 $((1, 2, 3, 4), (1, 2, 3, 4), (1, 2, 3, 4) \cdots)$ 表示位于第一快门组左上角的像素 6A 曝光时间在 0-0.25 秒之间,位于第一快门组右上角的像素 6B 曝光时间在 0.25-0.5 秒之间,如此类推。由于操作按照预定的模型重复进行,每一像素组的曝光时间相同。

[0051] 相反地,图 5 所示的重新排序后的序列 $((3, 2, 1, 4), (4, 1, 2, 3), (2, 3, 1, 4) \cdots)$ 表示第一快门组左上角的像素 6A 曝光时间在 0.5-0.75 秒之间,第一快门组右上角的像素 6B 的曝光时间在 0.25-0.5 秒之间,第一快门组左下角的像素 6C 曝光时间在 0-0.25 秒之

间,第一快门组右下角的像素 6D 曝光时间在 0.75-1.0 秒之间。第二曝光组具有不同顺序的曝光时间:第二快门组左上角像素的曝光时间在 0.75-1.0 秒之间,第二快门组右上角像素的曝光时间在 0-0.25 之间,如此类推。此外,这些时序不会在连续的帧上重复出现:从 0 至 1 秒的曝光模型与 1 至 2 秒的不同,以后每帧也类似,这取决于重新排序的长度。

[0052] 选用随机的快门图案具有两个优点。首先,低分辨率图像的每一像素的位置可随机的布置,即使相邻两像素之间的平均距离相等。像素的随机分布相对于规则的简单排列在图像修复应用中的优点在 Resnikoff、Poggio 和 Sims 申请的名为“Random Array Sensing Devices”的 4574311 号美国专利中有详细描述。其次,如果获得正确时间下重新排列顺序的序列,低分辨率图像顺序是可以单向恢复的。正如重新排列顺序由包含有使用密钥生成随机数的算法产生,一旦观看图像顺序的观看者输入该密钥,图像顺序能单向恢复,这能使图像顺序被加密以防止被未经许可地观看。

[0053] 除了像图 2 与图 5 所示的排列成规则的正方形形状外,快门组还可以排列成不规则的多边形形状,快门组可只精确地覆盖感兴趣的区域,而不覆盖不需要的像素。其中一个具体的应用是在生命科学领域,当使用者只希望监控显微镜下一小部分细胞的活动情况,他可以围绕这些感兴趣的细胞画一个不规则的形状,通过算法将在该形状内的像素划分成组,并在不同时间内曝光。

[0054] 如果被传感器成像的物体在曝光期间移动,图像将产生“运动模糊”现象,并且运动模糊的程度通常要高于传统的静态照相机传感器产生的程度,因为传统的照相机传感器中所有像素是同时曝光,而本发明的总曝光时间长于单一像素的曝光时间。

[0055] 然而,若物体移动较少或没有移动,所形成图像的质量将大体上与传统的传感器相当。

[0056] 当然,图像捕捉设备可以工作在不同的模式下,例如所有快门元件如前述的依次动作的“电影/静态”模式,或者所有快门元件同时动作的“全静态”模式。在电影/静态模式下,所捕捉的低分辨率图像类似电影一样连续播放,或组合形成一张高分辨率图像(可能带有运动模糊)。在全静态模式下运动模糊与传统的传感器相当,这是因为传感器不能捕捉时间分离的低分辨率图像,图像也不能像电影一样连续播放。

[0057] 当然,一部分像素可用于获取一张无模糊的高分辨率图像,其他像素如前述的用于获取一系列低分辨率图像。使用者可根据图像质量的要求选择生成高分辨率无模糊图像的像素数量,例如,使用 50% 的像素用于生成高分辨率无模糊图像,并且该模块组的像素分布在阵列中,这些像素将同时曝光,并在使用者设定的最佳曝光时间的一瞬间进行。其他的像素如前述的将被划分为 N-1 组,并被依次曝光形成电影顺序。用于形成高分辨率图像的像素可分布成规则形状(例如,每一模块中的第二像素),或者随机地、半随机地分布(这样,在设定的子区域内相邻像素的平均距离相等,但该区域内的每一像素按已知的规律随机分布)。高分辨率图像中所缺失的像素可使用各种已知的图像处理技术修复。像素的随机分布相对于规则的简单排列在图像修复应用中的优点在 Resnikoff、Poggio 和 Sims 申请的名为“Random Array Sensing Devices”的 4574311 号美国专利中有详细描述。

[0058] 除了使用与像素数量相等的快门组外,还可以在全景图像中使用具有不同尺寸的快门组来生成具有多种分辨率的图像。例如,上半部分的探测器使用规格为 4 的快门组生成图像(这样,捕捉全帧图像时将形成四张低分辨率图像),而下半部分的探测器使用规格

为 9 的快门组生成图像(这样,捕捉全帧图像时将形成九张低分辨率图像)。

[0059] 原则上不同帧组的数量可根据使用者的需要自由定义,使用者可能需要在同一画面内监控多个运动的物体,并根据每一物体设定最佳的设置(帧率与分辨率)。快门组的规格以及形状也可一帧一帧地动态地变化,以满足画面中不同图像的需要。

[0060] 在特定的环境下,可以选用不同规格的快门元件以便使每一快门元件控制多于一个像素的曝光,每一快门元件的有效面积将大于一个像素的面积,这将允许快门设备中快门元件的数量少于像素的数量。当然,每一快门元件的面积也可以小于一个像素的面积,每一像素的曝光将由多个快门元件控制。在特定环境下这将有助于聚焦,因为不同快门能用于补偿透镜形成的轴向弯曲,通过开启不同组的快门还可以增加传感器各帧的空间分辨率。

[0061] 下面使用一个具体的例子说明本发明在具有 8.2 百万像素传感器的单反照相机中的应用,该传感器具有 2340×3500 像素。目前,传统的同等规格照相机能以每秒五帧的速度捕捉全帧图像,如果该照相机应用本发明的技术,则每一全帧图像可以分成十张 0.82 百万像素的低分辨率图像捕捉,这些低分辨率图像可以在电影模式下以每秒五十帧的速度顺序播放,每帧的规格是 738×1108 像素。当然,每一组低分辨率图像可以组合形成一张具有 8.2 百万像素的高分辨率静态图像。

[0062] 由此可见,每一全帧图像嵌入的低分辨率图像越多,获得的帧率越高。当然,如果较低的帧率已经满足要求,则可以获取较高分辨率的图像。

[0063] 如前所述,连续两张低分辨率图像的曝光时间间隔等于每次曝光的持续时间,也就是下一曝光的开始时刻是上一曝光结束时刻,而总曝光时间 T_i 等于 Nt , 其中 N 是像素模块的数量, t 是每一像素的曝光时间。当然,相邻两次曝光的时间间隔与每次曝光时间是可以调整的,以使得曝光时间重叠或分离,这将有利于使用者对运动模糊或在低光强环境下拍摄进行补偿。例如,曝光时间可以减少至 0.15 秒,而并非如图 3 所示的 0.25 秒。每一像素模块的曝光时序如下所示:

[0064] 像素模块 1 从 0 至 0.15 秒,像素模块 2 从 0.25 至 0.4 秒,像素模块 3 从 0.5 至 0.65 秒,像素模块 4 从 0.75 至 0.9 秒,总的曝光时间将少于 Nt 。

[0065] 另外一个例子中,曝光时间可以增加至 0.4 秒,各像素模块的曝光时间如下:像素模块 1 从 0 至 0.4 秒,像素模块 2 从 0.25 至 0.65 秒,像素模块 3 从 0.5 至 0.9 秒,像素模块 4 从 0.75 至 1.15 秒。这样,像素模块的曝光时间将重叠(1 与 2 重叠,2 与 3 重叠,3 与 4 重叠,4 与 1 重叠)。曝光时间的间隔可根据物体的转变或移动速度相应调整。

[0066] 另一个方案是,像素模块并非在总曝光时间的一小部分时间内依次曝光,他们可在总曝光时间 T_i 除去短暂的光线遮挡时间内曝光。光线遮挡时间可以在每一像素模块之间轮转,遮挡时间内的像素值可通过 N 条线性方程计算出来,其中 N 为未知值。例如,短暂的遮挡时间可以是 T_i/N , 其中 T_i 是总曝光时间, N 是像素模块的数量,每一像素的曝光时间即为 $T_i - T_i/N$, 当 N 为较大的数值是,每一像素的曝光时间接近于总的曝光时间 T_i 。在低分辨率图像带有诸如光强误差时,每一像素的光强可以从邻近的像素中推断得出,这一处理具有以下优点:在低光强的环境中获得的全分辨率帧图像的光亮度接近于传统传感器获得的全帧图像。

[0067] 图 1、6、7、8 是传感器设备的多个不同的实际应用例子。图 1 中,随机可达 LCD 像

素电平快门阵列 8 位于传感器阵列 4 表面,传感器阵列 4 是诸如 CCD、CMOS 或 EMCCD 等设备。快门阵列 8,诸如铁电快门设备,其透明度可以快速地改变,便于在入射光线下将其背后的像素曝光。

[0068] 如图 6 所示的,可以使用硅基液晶(LCOS)设备将光线反射至像素上。从物体 14 出射的光线经过物镜 16 的聚焦后反射至偏振滤光器(或分束器)18 上,进而入射至 LCOS 设备 20 中,LCOS 设备 20 将偏振光束按照使用者选择的模型反射出去。光束经过偏振滤光器 18 后聚焦通过目镜 22 入射至包含有 CCD 探测器的传感器 4 中。

[0069] 当然,若使用一个反射像素电平快门(LCOS 或 DMD),从被遮挡像素出射的光线能聚焦至与一个 CCD 探测器相对的另一 CCD 探测器中,这将确保 CCD 成像时捕捉多数光线。

[0070] 指定像素的光强度值可以被集合以生成一张光亮的高分辨率图像。

[0071] 如图 7 所示的设置中,快门阵列 8 与 CCD 传感器设备 4 之间具有一定距离,并设有两组透镜,其中第一组透镜 24 位于快门阵列 8 的前方,用于将物体 14 的图像聚焦至快门阵列。第二组透镜 26 位于快门阵列与 CCD 传感器 4 之间,用于将快门阵列形成的图像聚焦至 CCD 传感器 4 中。快门阵列 8,诸如铁电 LCD 快门阵列,用于根据情况遮挡从传感器阵列出射的光线或允许光线从传感器阵列中通过。

[0072] 如图 8 所示的设置中,高速数字微镜设备(DMD) 28 设置在一对物镜 30 的焦平面上,物镜 30 用于将物体 14 的图像聚焦在 DMD28 的表面上。DMD28 包括一个随机可达的微型透镜 32 阵列,微型透镜 32 可在驱动电压的驱动下前后倾斜。DMD 阵列具有 0.7 英寸的 1024×768 的双稳态微型透镜,其能容易并合适地实现每秒 16,000 全阵列透镜模型的质量。

[0073] 微型透镜 32 可设置成将入射光线反射至 CCD 传感器阵列 34 的第一角度,或者设置成将光线反射至光陷阱 36 的第二角度。第二组透镜 38 位于 DMD28 与传感器 34 之间,用于将在 DMD 表面形成的图像聚焦至传感器 34 中。这样,DMD28 可用于控制入射光线对每一像素的曝光。

[0074] 上述的实施例均使用动态遮蔽技术,光线只是在像素前被诸如 LCD 快门设备或 DMD 阵列等实质性地遮挡。实际应用时,本发明还可以使用模拟实质遮蔽技术的静态片装遮蔽技术,即将像素上的电荷顺序地转移到另一芯片上被遮蔽的无电荷区域,图 9 是应用这种技术的传感器实施例的示意图。

[0075] 图 9 中传感器 40 被划分为多列工作像素 42 以及与工作像素 42 相互独立的多列被遮蔽像素 44,被遮蔽像素 44 被不透明的掩膜遮挡在入射光线之下,因此不在图像捕捉过程中参与工作。并且,被遮蔽像素 44 可用作电荷存储设备,每一被遮蔽像素 44 与相邻的工作像素 42 连接。工作时,电荷一列一列地从未被遮蔽的一列工作像素中转移至被遮蔽的一列非工作像素上。传感器可被设置成如图 9 所示的那样具有四个像素模块,并被定义为像素模块 1、像素模块 2、像素模块 3 以及像素模块 4。像素模块位于曝光组 46 中,每一曝光组具有每一像素模块的一列像素元件。

[0076] 每一像素模块的像素在曝光时间内在光线中曝光,像素上的电荷转移至邻近的一列遮蔽的像素上并被数字化,每一像素模块将依次重复这一过程,在每一高分辨率的全帧图像时间内形成四张时间分离的低分辨率图像。这些嵌入的低分辨率图像可以像电影一样顺序播放,或者组合形成一张高分辨率的图像。

[0077] 一旦电荷转移至被遮蔽的像素上,未遮蔽的像素将马上在光线中再次曝光以捕捉下一图像。

[0078] 下面将描述一个具有帧转移结构静态片装遮蔽处理过程。

[0079] 我们假设 CCD 中帧转移数量为 M 列,其中芯片的部分暴露在光线中,且每 T_i 秒生成一张高分辨率的图像。曝光组由被指定的相邻 N 列组成,且每组第 n 列像素的电荷同时转移至被遮挡区域。

[0080] 集聚在 CCD 的每一第 n 列上的电荷重复地在 $(n \times T_i)/N$ 时间内转移到被遮蔽的区域上,这确保所有列电荷的转移时间总和在 T_i 秒内。上述过程将重复进行,以使每列像素的总曝光时间为 T 秒,但每列像素的曝光是交错进行的。

[0081] 任一子区域内第 n 列任一像素上的电荷可通过从前一列上像素减去相邻列像素计算出。

[0082] 上述方案的一个实施例如下:假设具有 1000 像素宽的图像区域被划分为 250 个曝光组,每一曝光组具有四列像素,一个全帧图像的曝光时间为 1 秒。每一曝光组的第一列在 $t = 0.25$ 秒的时刻转移至被遮蔽区域,第二列在 $t = 0.5$ 秒时刻转移至被遮蔽区域,第三列在 $t = 0.75$ 秒时刻发生转移,而第四列在 $t = 0.75$ 秒时刻发生转移。一旦任一列的电荷发生转移,该列像素继续在光线中曝光,并在 1 秒后再次转移至被遮蔽区域(也就是第一列在 $t = 1.25$ 秒、2.25 秒等时刻发生转移,第二列在 $t = 1.5$ 秒、2.5 秒等时刻发生转移)。

[0083] 当然,通过将电荷在被遮蔽像素与工作像素上来回移动可实现光线被短暂遮挡过程所实现的功能,另一种实现方式是使用一个 CMOS 探测器来存储在捕捉一张高分辨率图像时间内不同时刻下像素所产生的电荷。

[0084] 图 10 显示了实现本发明的另一种方式。本实施例中,传感器设备 50 具有一个 640×640 的像素阵列,并且像素 52 与其相对应的快门元件(未示)被划分成一百个像素组 54,每一像素组具有排列成 8×8 阵列的六十四像素。使用时,每组 54 内的六十四像素 52 依次曝光,例如,按照图 10 中的标注 1-64 的顺序曝光。由本实施例可见,每一像素组 54 内像素曝光顺序是相同的,这样设置的顺序能确保连续曝光的像素在空间上是相互分离的。本实施例中,首先曝光的像素位于第一列第一行,第二个曝光的像素位于第五列第一行,第三个曝光的像素位于第一列第五行,如此类推。

[0085] 将不同组合的像素信号输出过程中,可以通过平衡时间分辨率与空间分辨率来调整传感器设备捕捉图像时帧率与分辨率的关系。例如,传感器设备捕捉的每一全帧图像可以显示成一张 640×640 像素的高分辨率图像,也可以是六十四张顺序播放的 80×80 像素的低分辨率图像。这样,可以将像素 1 至 4 合并形成一个模块(由于它们在相邻的较短时间内曝光),像素 5 至 8 也类似地合并形成一个模块,如此类推,原来的六十四像素组可合并形成十六个像素模块。所有的像素组也可以执行相同的操作,这样将形成十六帧 160×160 像素的图像。

[0086] 当然,还可以进一步合并曝光时间邻近的像素,时间或空间分辨率的进一步合并是可以实现的。例如,如图 10 所示的,像素 1-16(点填充)合并形成第一模块,像素 17-32(条纹填充)合并形成第二模块,像素 33-48(网状填充)合并形成第三模块,像素 49-64(无填充)合并形成第四模块。这些合并后的模块形成的低分辨率图像可用于生成四帧 320×320 像素的图像序列。通常,一个具有 N 平方像素的传感器,且该传感器设有包括 A 个快门元件

的快门设备,在等式 $4m \times D^2 = A$ 成立时,将形成具有 $4m$ 元素的图像序列,其中 D 是一个等于图像序列中每一图像尺寸(宽度和长度)的正整数, m 是正整数。在原始快门组具有足够快门元件的前提下,这将允许使用者在图像捕捉后决定这些低分辨率图像合适的空间以及时间分辨率。当然,由于合并后模块的快门元件并不是同时曝光的,因此合并形成的新图像序列中的图像会发生变形。例如,如图 10 所示的合并形成的四帧 320×320 像素图像序列的清晰度可能低于如图 2 至 4 所示的所获得的四元素图像序列。

[0087] 如果像素组的尺寸足够大,并能确保顺序曝光的像素之间有足够的距离,上述方案的多种变形可实现像素的随机布置。理论上说,像素组的尺寸可以做成所有像素形成一组的大小,这将允许使用者合并当前相邻近的所有像素以获得合适的图像序列。

[0088] 本发明可以应用在多种场合,下面将说明其中一些应用。

[0089] 家用照相机

[0090] 本发明可应用在照相机中,主要用于捕捉静态图像,并尽可能地捕捉较高分辨率和帧率的电影。例如,如前所述的,照相机可以每秒五帧的速度捕捉 8.2 百万像素的连续图像,也可以每秒五十帧的速度捕捉 0.8 百万像素的电影。

[0091] 给消费者带来的好处是:原始的高分辨率图像可被转换,且数据存储要求(存储器中图像大小)与传统的数字照相机相同。具体的应用包括视频获取和监控照相机操作,这允许使用者同时捕捉屏幕中某一细节的高分辨率图像以及多张低分辨率图像。

[0092] 照相机的基本元件框图如图 11 所示。照相机 60 具有将图像聚焦至 CCD 传感器 64 上的透镜 62,传感器 64 正前方设有 LCD 快门阵列 66,用于控制每一像素在入射光线下曝光。LCD 快门阵列 66 的工作由中央处理器(CPU)68 控制,CPU68 还与传感器 64 连接以读取传感器传送的数据。数据存储在诸如闪存卡的存储设备 70 中。照相机包括一个与 CPU68 连接的快门复位器 72 以及控制开关 74,用于设置诸如照相机的工作模式。这些模式可以是“电影/静态”模式或“全静态”模式,“电影/静态”模式下,照相机捕捉多张时间分离的低分辨率图像,并可以类似电影一样播放或组合形成一张高分辨率的静态图像。“全静态”模式下,所有像素同时曝光以形成一张运动模糊较少的高分辨率图像。照相机可以包括传统的设备,如反光镜、用于检查设置或查看所捕捉图像的显示单元、用于控制透镜 62 孔径、焦距长度或聚焦的透镜控制、闪存单元或数据输出端口等。

[0093] 科学成像

[0094] 专业的高级照相机系统对高时间分辨率探测器有特殊的要求,其或者有很低的空间分辨率(如 Marconi CCD39,能以 1 千赫兹速度运行,但仅为 80×80 像素),或者有较低的动态量程(如增强型 CCD 或 EMCCD,使用增益补偿机器来补偿因高帧率产生的增高的帧读取噪声,但以动态量程急剧减少为代价)。本发明能使传统的低噪声、高分辨率 CCD 捕捉高速图像。

[0095] 以下论述其他优点。

[0096] 目前,同时具有准确的高时间分辨率与高空间分辨率的图像模型是无法建立的,但在生命科学领域却需要应用这一技术。例如,人们需要在高空间分辨率下监控心脏肌肉的运动,同时需要在高时间分辨率下监控心电波活动。

[0097] 高分辨率的百万科学级 CCD 能在 0.1 至 1 秒时间内(取决于该数据的深度以及照相机内部电路结构)生成一帧图像。大多科学级的高分辨率 CCD 和 EMCCD 系统应用传统的

方法能提高读取速度,其应用一种名为片装集成(on chip binning)的技术,即将芯片上的邻近的像素分组以被高速度读出。集成的 $N \times N$ 模型能将速度提高 N 倍,但系数 N 仍小于应用前述技术所获得的预期效果。此外,集成的图像不包含高空间分辨率数据。

[0098] 新技术可定义任意的曝光组形状(不规则的),这将允许研究人员根据需要成像的画面中具体的特征来选用合适的速度与分辨率。

[0099] 若低的空间分辨率可被接受,则可获得较高的帧率,该技术可在高动态量程下以毫秒级以下的帧时间成像。这将远快于目前低噪声、高动态量程的科学领域探测器所能达到的。

[0100] 提高信噪比(S/N):该新技术的另一重要优点是在同等帧率下,全帧读取速度较现有片装集成的慢。这将在更高速度下大大提高信噪比,即读噪声影响信号质量的问题得到有意义的改进。

[0101] 可以预期的是,该技术进一步在可应用的新采样协议中提高空间和时间分辨率。一个可能的应用是在不规则采样时间上,在像素电压方面,提高时间分辨率(相对于 Lomb 周期图),这在目前的图像处理技术中是无法实现的。

[0102] 安全 / 机械领域前瞻

[0103] 用于监控变化的三维图像,如通常的监控应用或用于机器人 / 机械监视的照相机必然需要解决几个问题,一个问题是若物体正对照相机移动时,移动物体在传感器上的成像大小跟物体与照相机之间的距离成反比,这将导致靠近照相机的物体运动模糊十分明显,并且会遮蔽必要的细节。例如,监控一群走在大街上或建筑物大堂的人群,若他们太靠近照相机,他们的脸将变得模糊。减少整个图像的成像时间将降低远离照相机物体的成像质量,因为对较远物体发出光线的收集将减少。

[0104] 本发明能通过在一帧内改变快门组的数量(时间分辨率、空间分辨率以及总曝光时间)来解决上述问题,因此可以优化屏幕上多个物体的成像。优选地,将靠近照相机的物体整体放大,降低空间分辨率要求并提高时间分辨率。快门组的尺寸可以根据一个已知的屏幕(例如,在高速公路上使用安装在高处且正对车流方向的照相机来监控汽车运行情况时,可将图像顶部整体缩小,并使用逐渐变化的快门组尺寸来保持用于每一汽车上像素的平均数量不变)来选择。当然,快门组的尺寸可以通过算法的方法(例如在静态图像中从运动模糊中获取光线流,这在 Berthold 与 Shunck 编写的“Determining Optical Flow”,工程学报,MIT,1980 中有所描述)或量程搜索设备(如激光瞄准器等)来动态选择。

[0105] 并且,对于感兴趣的特定区域可以使用不同于图像大部分区域所使用快门组模型的分辨率成像。例如,监控交通情况的照相机可通过控制合适的被选择的排列成规则形状像素的曝光时间来获取汽车车牌的高分辨率图像,而使用低空间分辨率来监控汽车运动。

[0106] 使用该系统监控汽车运行速度以及车牌时可通过照相机以低空间分辨率(使用足够大的快门组)连续地监控汽车运动来实现,而不需要使用雷达设备。计算机算法可计算汽车速度并动态地改变快门组,根据实际需要形成全景图像或以高空间分辨率形成汽车车牌的图像。

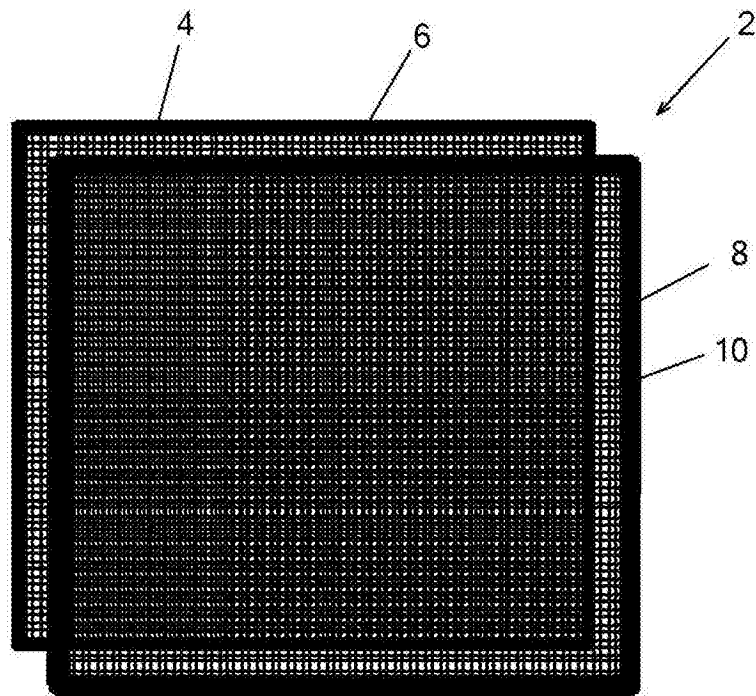


图 1

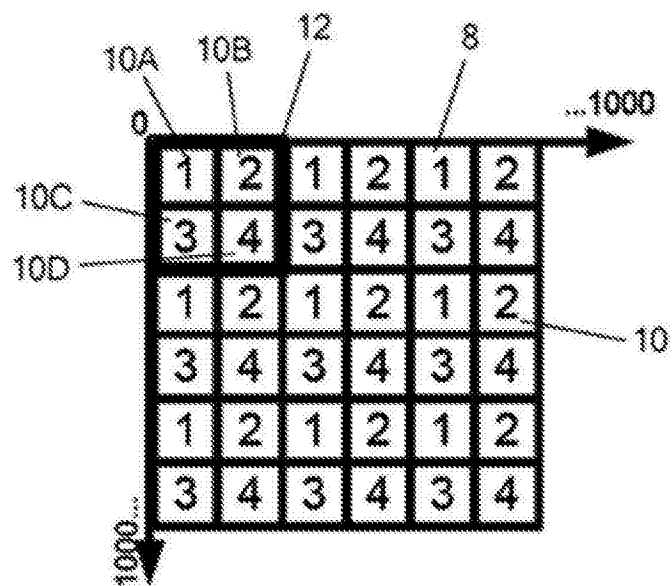


图 2

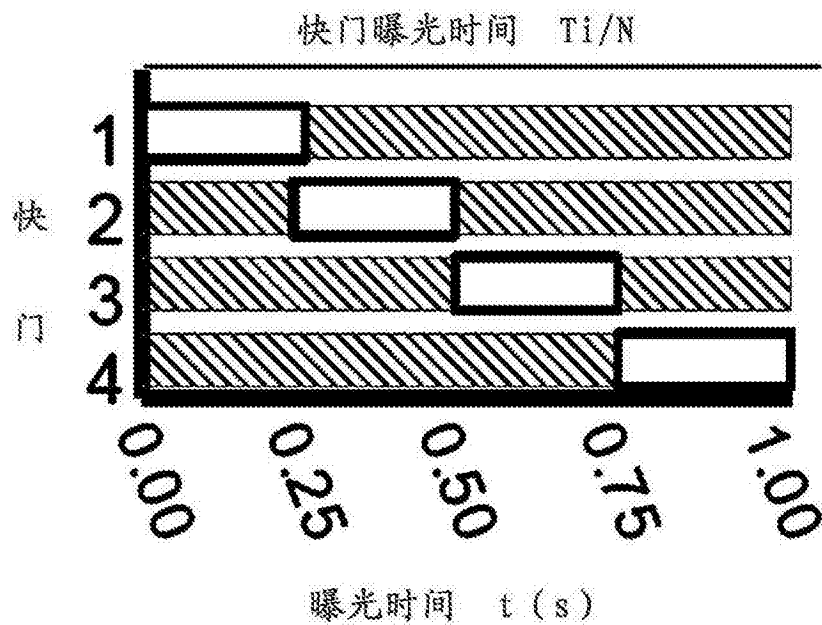


图 3

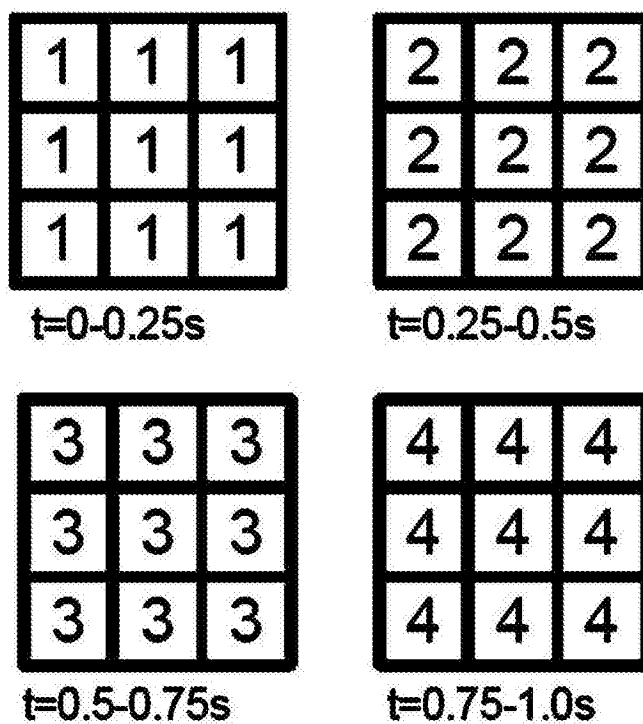


图 4

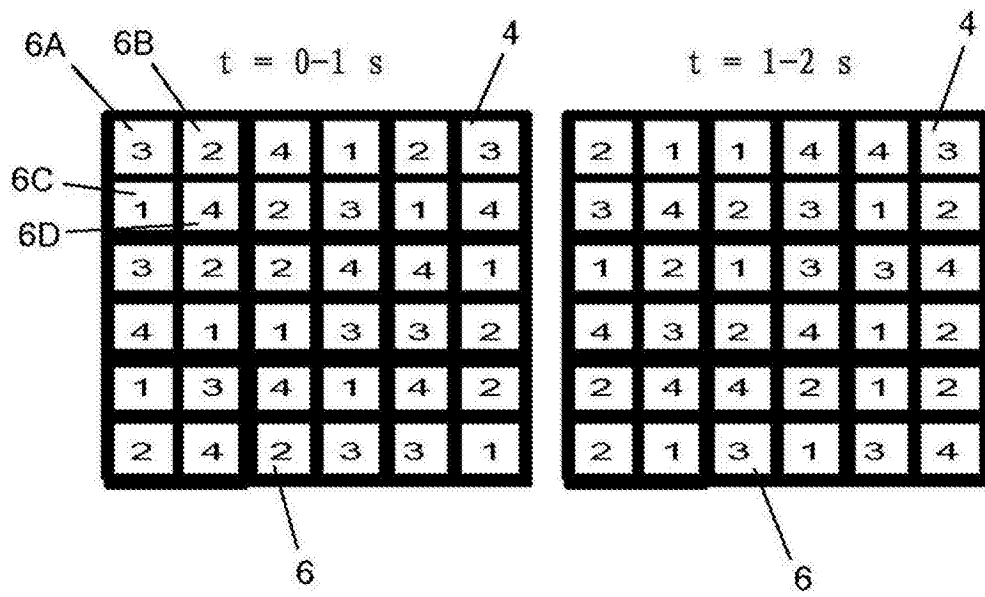


图 5

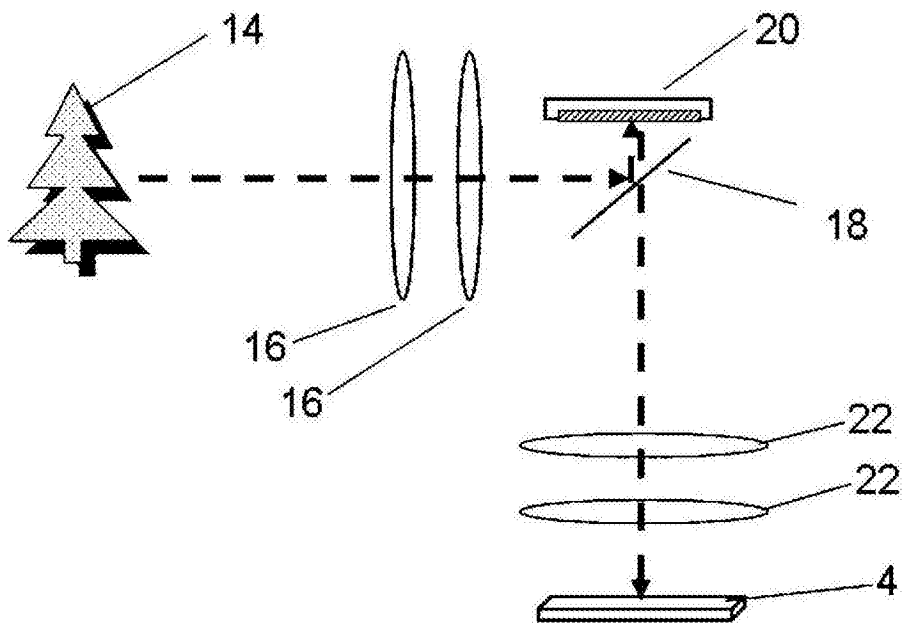


图 6

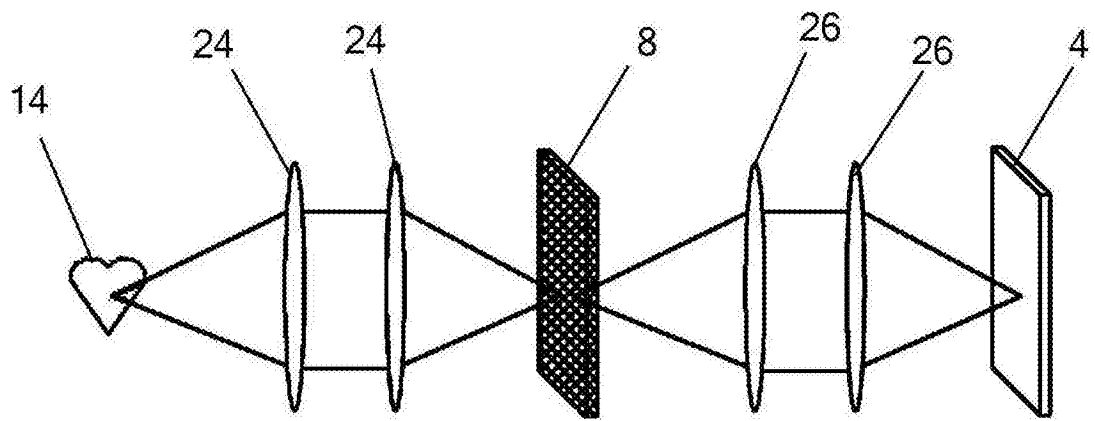


图 7

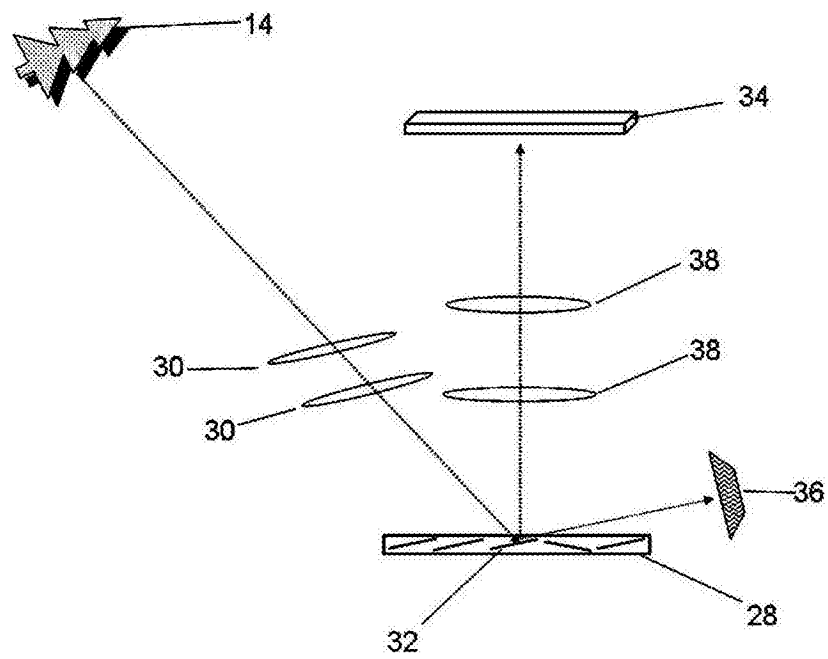


图 8

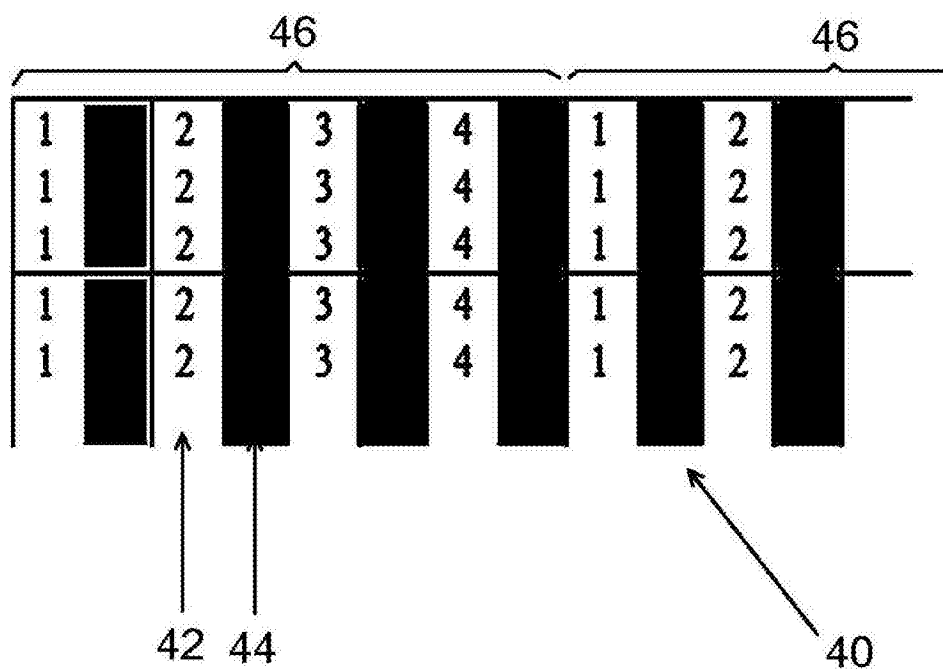


图 9

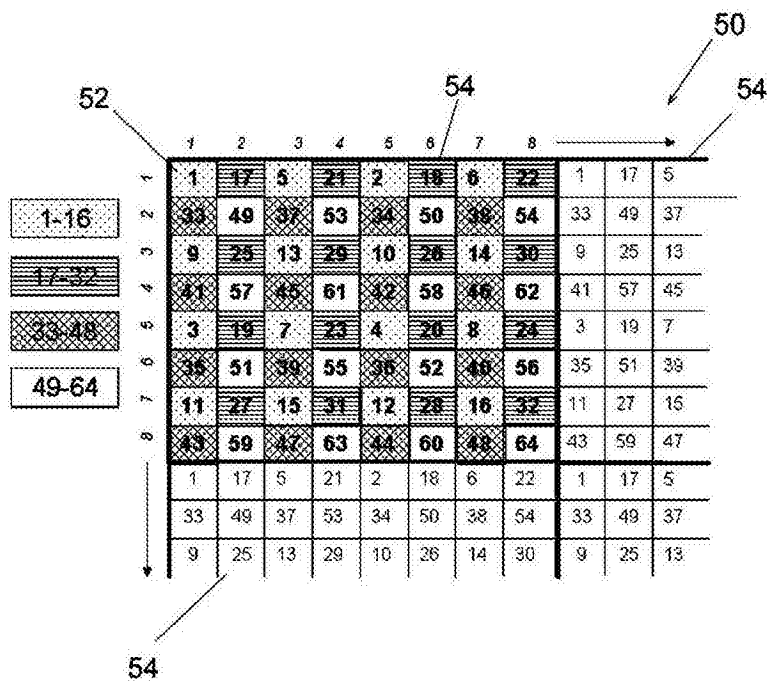


图 10

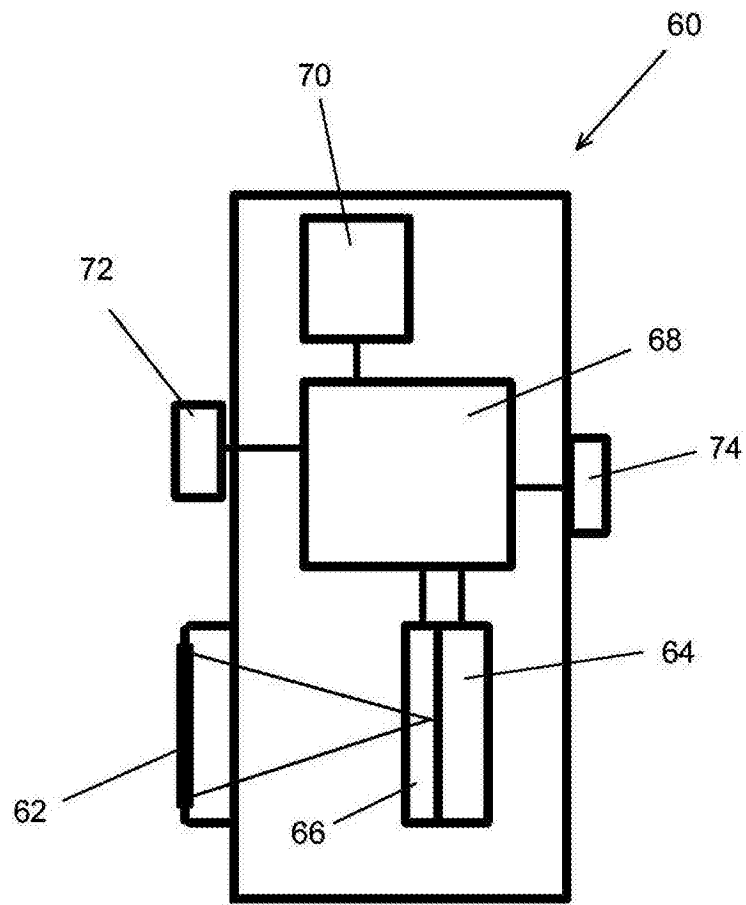


图 11