



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108737742 B

(45) 授权公告日 2022.06.03

(21) 申请号 201810367449.X  
 (22) 申请日 2018.04.23  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 108737742 A  
 (43) 申请公布日 2018.11.02  
 (30) 优先权数据  
 2017901469 2017.04.21 AU  
 (73) 专利权人 黑魔法设计私人有限公司  
 地址 澳大利亚维多利亚  
 (72) 发明人 T·R·克拉克  
 (74) 专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理  
 有限公司 11728  
 专利代理师 刘金峰

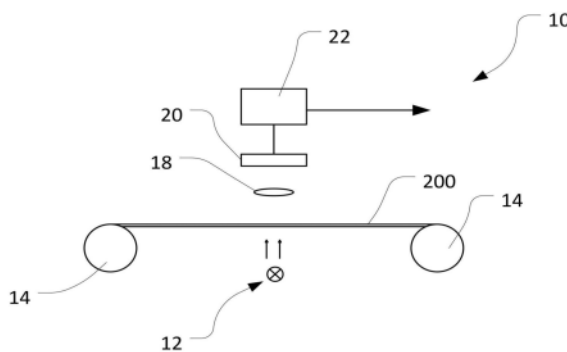
(51) Int.Cl.  
*H04N 5/253* (2006.01)  
*H04N 3/36* (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 101313594 A, 2008.11.26  
 CN 101150671 A, 2008.03.26  
 CN 1485683 A, 2004.03.31  
 US 2010149328 A1, 2010.06.17  
 US 2009167852 A1, 2009.07.02  
 WO 0150733 A2, 2001.07.12  
 US 5430478 A, 1995.07.04  
 US 2005190414 A1, 2005.09.01  
 审查员 张鑫垚

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称  
胶片扫描

(57) 摘要

本公开涉及胶片的数字化,并且更具体地,涉及胶片扫描。该方法可以包括捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和传输穿孔中的一个或多个传输穿孔的至少一部分,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的一部分的数字化图像。该方法还包括基于所捕获的图像中的至少一个检测到的边缘与对应的基准位置之间的比较来确定与至少所捕获的帧对应的图像偏移量。可以生成表示图像偏移量的信号,以使得能够使至少所捕获的帧对准。



1. 一种扫描胶片的方法,所述胶片包括胶片基底和多个传输穿孔,所述胶片基底携带有图像帧序列,所述多个传输穿孔按照与所述图像帧成预定位置关系在所述图像帧序列附近的位置处沿着所述胶片间隔开,其中,所述方法包括:

照射所述胶片的包括待扫描的一个或多个图像帧的至少一部分图像帧的一部分;

捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和多个所述传输穿孔,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的至少一部分的数字化图像;

对包括多个传输穿孔的所述数字化图像进行处理,以检测所述多个传输穿孔的多个传输穿孔边缘的位置;

基于多个所检测到的边缘与多个基准位置之间的比较来确定所捕获的帧的图像偏移量,每个基准位置根据所述传输穿孔与所捕获的帧的预定位置关系来表示传输穿孔的边缘的位置;

生成表示所述图像偏移量的信号,以使得能够使至少所捕获的帧对准。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,对所述数字化图像进行处理以检测所述多个传输穿孔的多个传输穿孔边缘的位置包括:

在所述数字化图像内的感兴趣区域内检测多个边缘;

将至少所检测到的边缘的子集与表示所期待的边缘的位置的多个基准位置进行比较。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,所述方法包括对沿着横向于所述胶片的长度的方向延伸的边缘进行检测。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,对沿着横向于所述胶片的长度的方向的边缘进行检测包括:

对横向于所述胶片的长度的多个带中的多个像素值求平均值,以生成包含对应的多个值的阵列,每个值对应于沿着所述胶片的长度的不同位置。

5. 根据权利要求4所述的方法,包括处理所述阵列以检测边缘。

6. 根据权利要求4或5中任一项所述的方法,所述方法包括将边缘检测滤波器应用于所述阵列。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述方法包括:

确定所检测到的第一多条边缘,并将所述第一多条检测到的边缘与第二多个基准位置进行比较,其中,检测到的边缘的数量超过基准位置的数量;以及

从所述第一多条边缘中选取检测到的边缘的子集以确定图像偏移量。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述方法包括:针对所选择的检测到的边缘的子集中的每条边缘,确定与相应的基准位置的边缘偏移量。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述方法包括:

基于多个边缘偏移量确定所述图像偏移量。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:确定所确定的边缘偏移量的中心趋势度量,并且基于距离所述中心趋势度量的预定距离内的那些检测到的边缘来确定图像偏移量。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,基于多个所述检测到的边缘和多个基准位置之间的比较来确定图像偏移量包括:

确定边缘检测滤波器的输出与所述多个基准位置之间的相关性。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述图像偏移量基于产生边缘检测滤波器的输出和所述多个基准位置之间的最佳相关性的偏移量来确定。

13. 根据权利要求11或12所述的方法,该方法包括基于所述相关性来确定检测到的边缘的子集。

14. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述方法还包括:

在检测到的边缘具有比所选择的检测到的边缘的子集内的边缘更高的幅度的情况下,确定故障状况。

15. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,生成表示图像偏移量的信号使得能够在连续捕获帧的数字化图像的再现过程中使连续捕获的帧对准。

16. 根据权利要求15所述的方法,所方法包括生成表示要应用于所捕获的帧的图像偏移量的元数据。

17. 根据权利要求16所述的方法,所方法包括:

将表示所捕获的帧的数据与所述元数据存储于数据文件中。

18. 根据权利要求15所述的方法,所述方法包括生成要施加至视频再现设备的控制信号,以用于在图像再现期间直接调整连续捕获的帧的相对位置。

19. 一种胶片扫描装置,包括:

光源;

图像捕获系统,所述图像捕获系统被布置成捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和所述传输穿孔中的一个或多个传输穿孔的至少一部分,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的一部分的数字化图像,

数据处理系统,所述数据处理系统被布置成处理所获得的图像数据;

所述胶片扫描装置被配置成执行如权利要求1或2所述的方法。

## 胶片扫描

### 技术领域

[0001] 本公开涉及胶片的数字化,并且更具体地,涉及胶片扫描。

### 背景技术

[0002] 胶片扫描是将胶片的帧转换为数字形式以创建视频数据的过程。以Rank Cintel名义的美国专利5,650,816描述了一种用于对胶片扫描设备的胶片不稳定性进行校正的机制。尽管该专利在将胶片影像转换为视频信号的电视电影的上下文中进行了描述,但是该专利也可以应用于相机。然而,该专利所解决的不稳定性问题还存在于将被扫描的胶片进行数字化以存储在数据存储系统中的胶片扫描仪中。

[0003] 一般来说,胶片扫描仪包括被放置在胶片通道的相对侧上的光源和接收器。待扫描的胶片通过经过光源和接收器的高精度传输机构来移动,并且每一帧胶片按顺序扫描。扫描是通过激活光源并使光透过胶片以使光被接收器接收来执行的。在现代胶片扫描仪中,胶片在逐帧的基础上被扫描,使得使用二维宽场接收器同时捕获整个帧的胶片,该二维宽场接收器通常是电荷耦合器件(CCD)或者CMOS图像捕获芯片。如US 5,650,816中所讨论的那样,当扫描胶片时,每个帧可以与每个其他帧正确对准地放置,这是非常重要的。否则,由此产生的视频信号或视频数据将出现不稳定,因为在回放时电影序列会出现来回移动。US 5,650,816通过生成校正信号来解决该问题,该校正信号调整扫描装置的位置以相对于胶片移动扫描的位置,以校正扫描过程中所测得的不稳定性。然而,该专利中使用的反馈机制只能部分地校正图像不稳定性,因为真实的不稳定性因帧而异,并且可能会从一帧变为连续帧。

[0004] 因此,本公开寻求解决该缺点或者至少为该缺点提供替代机制。参考说明书中的任何现有技术并非承认或者暗示下述项:该现有技术形成任何领域的公知常识的一部分,或者该现有技术可以合理地预期或被理解、被认为是与本领域技术人员已知的其他现有技术相关,和/或可以与本领域技术人员已知的其他现有技术结合。

### 发明内容

[0005] 一方面,本发明提供了一种扫描一种类型的胶片的方法,所述胶片包括胶片基底和多个传输穿孔,所述胶片基底携带有图像帧序列,所述多个传输穿孔按照与所述图像帧成预定位置关系在所述图像帧序列附近的位置处沿着所述胶片间隔开,该方法包括:

[0006] 照射所述胶片的包括待扫描的一个或多个图像帧的至少一部分图像帧的一部分;

[0007] 捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和所述传输穿孔中的一个或多个传输穿孔的至少一部分,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的一部分的数字化图像;

[0008] 对所述数字化图像进行处理,以检测所述传输穿孔中的至少一个传输穿孔中的至少一条边缘的位置;

[0009] 基于所检测到的边缘中的至少一个边缘与对应的基准位置之间的比较来确定与

至少所捕获的帧对应的图像偏移量；

[0010] 生成表示所述图像偏移量的信号,以使得能够使至少所捕获的帧对准。

[0011] 胶片中的传输穿孔通常包括一系列在沿着胶片的长度的线上隔开放置的穿孔。在没有任何损坏、退化或制造缺陷的情况下,穿孔的形状和位置通常是标准化的。

[0012] 对所述数字化图像进行处理以检测所述传输穿孔中的至少一个传输穿孔中的至少一条边缘的位置可以包括在数字化图像内的感兴趣区域内执行下述步骤:

[0013] 在感兴趣区域内检测至少一条边缘;

[0014] 将至少所检测到的边缘的子集与表示所期待的边缘的位置的多个基准位置进行比较。

[0015] 该方法还可以包括对在横向于胶片的长度的方向上延伸的边缘进行检测。

[0016] 可以理解的是,数字化图像将包括表示在图像传感器上的相应位置处接收到的光的强度的多个像素值。在这种情况下,对沿着横向于所述胶片的长度的方向的边缘进行检测可以包括:

[0017] 对横向于所述胶片的长度的多条带中的感兴趣区域内的多个像素值求平均值,以生成包含对应的多个值的阵列,每个值对应于沿着所述胶片的长度的不同位置。该方法还可以包括对阵列进行处理以检测边缘。在优选的形式中,该方法可以包括将边缘检测滤波器应用于所述阵列,可以应用多个具有不同长度的边缘检测滤波器。

[0018] 基于所检测到的边缘中的至少一条边缘与对应的基准位置之间的比较来确定图像偏移量可以包括:

[0019] 针对多条检测到的边缘,将边缘的位置与多个基准位置进行比较并确定多条边缘的图像偏移量。

[0020] 该方法可以包括确定检测到的第一多条边缘,并将这些边缘与第二多个基准位置进行比较,其中,检测到的边缘的数量超过基准位置的数量;从第一多个边缘中选择检测到的边缘的子集以确定图像偏移。

[0021] 该方法可以包括:针对所选择的检测到的边缘的子集中的每条边缘,确定与相应的基准位置的偏移量。优选地基于多个边缘偏移量来执行对图像偏移量的确定。这可以通过下述方式执行:确定所确定的边缘偏移量的中心趋势的度量,并且基于距离所述中心趋势度量的预定距离内的那些检测到的边缘来确定图像偏移量。

[0022] 在其他实施例中,基于所检测到的边缘中的至少一条边缘与对应的基准位置之间的比较来确定图像偏移量可以包括确定边缘检测滤波器的输出和表示所期望的边缘的位置的多个基准位置之间的相关性。

[0023] 优选地,产生边缘检测滤波器的输出和多个基准位置之间的最佳相关性的偏移量可以优选地用作图像偏移量。

[0024] 上述方法可以包括在存在所检测到的边缘具有比在根据其确定图像偏移的检测边缘的子集内的边缘更高的幅度的情况下确定优选地指示胶片被损坏、劣化或弄脏的故障状况。

[0025] 在一种形式中,生成表示图像偏移量的信号使得能够在连续捕获帧的数字化图像的再现过程中使连续捕获的帧对准。该方法可以包括生成表示要施加至所捕获的帧的图像偏移量的元数据。优选地,元数据与表示所捕获的帧的数据一起存储在数据文件中。

[0026] 在一种形式中,生成表示图像偏移量的信号以使得能够在捕获的帧的数字化图像的再现的过程中使连续图像帧对准可以包括生成要施加至视频再现设备的控制信号,以用于在图像再现期间直接调整连续捕获的帧的相对位置。

[0027] 本公开的第二方面,提供了一种用于在扫描一种类型的胶片的过程中识别故障的方法,所述胶片包括胶片基底和多个传输穿孔,所述胶片基底携带有图像帧序列,所述多个传输穿孔按照与所述图像帧成预定位置关系在所述图像帧序列附近的位置处沿着所述胶片间隔开。该方法可以包括:照射所述胶片的包括待扫描的一个或多个图像帧的至少一部分图像帧的一部分;捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和所述传输穿孔中的一个或多个传输穿孔的至少一部分,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的一部分的数字化图像;对所述数字化图像进行处理,以检测所述传输穿孔中的至少一个传输穿孔中的至少一条边缘的位置;确定所检测到的第一多条边缘,并将所述第一多条边缘与第二多个基准位置进行比较,其中,检测到的边缘的数量超过基准位置的数量;以及从所述第一多条边缘中选取检测到的边缘的子集以确定图像偏移量,以及在检测到的边缘具有比所选择的检测到的边缘的子集内的边缘更高的幅度的情况下,确定故障状况。该方法可以包括发送指示故障状况的信号。

[0028] 另一方面,提供了一种胶片扫描装置,包括:光源;图像捕获系统,该图像捕获系统被布置成捕获透过所述胶片的光线,以获取数字化图像,所述数字化图像包括所捕获的帧和所述传输穿孔中的一个或多个传输穿孔的至少一部分,所捕获的帧包括所述图像帧中的至少一个图像帧的一部分的数字化图像,数据处理系统,该数据处理系统被布置成处理所获得的图像数据;所述胶片扫描装置被配置成执行本文所述的方法。还可以提供传输系统来调整胶片相对于图像捕获系统的相对位置。

[0029] 如本文所用的那样,除上下文另有要求外,否则术语“包括(comprise)”以及该术语的变化,例如“包括(comprising)”,“包括(comprises)”和“包括(comprised)”并不旨在排除其他添加物、组分、整件或步骤。

[0030] 根据以下通过示例并参照附图所给出的描述,本公开的其他方面和前述段落中所描述的方面的其他方面将变得明显。

## 附图说明

[0031] 图1是描述胶片扫描系统的示意图。

[0032] 图2示出了在本公开的实施例中的胶片片段和所扫描的区域的示例。

[0033] 图3的(a)示出了在第一实施例中的其中检测到穿孔边缘的感兴趣区域。

[0034] 图3的(b)示出了在感兴趣区域内的带上执行的求平均值过程的输出。

[0035] 图3的(c)示出了边缘检测滤波器针对来自图3B的平均数据的输出,而图3的(d)示出了所检测到的边缘的位置。

[0036] 图3的(e)示出了在实施例中所使用的理论基准边缘位置的位置。

[0037] 图3的(f)显示了理论基准边缘与图3的(d)中的所检测到的边缘位置之间的相关性。

[0038] 图4的(a)至图4的(f)示出了与图3的(a)至图3的(f)等同的图,其中,感兴趣区域中的伪影造成检测到虚假的边缘。

[0039] 图5的 (a) 和图5的 (b) 分别示出了各自实现本公开的实施例的示例性胶片扫描系统的框图。

### 具体实施方式

[0040] 图1是描述胶片扫描系统10的示意图。胶片扫描系统10大体上包括：

[0041] 光源12,其通常为灯或者LED照明系统的形式。

[0042] 胶片传送系统14,其包括用于在扫描期间以受控方式来移动胶片200的一系列辊子和胶片引导件。

[0043] 光学系统18,其可以包括一个或多个透镜或反射镜,所述一个或多个透镜或反射镜用于确保来自光源12的、透射穿过胶片的光能够正确聚焦。

[0044] 成像系统20,其通常包括电荷耦合器件 (CCD) 或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 成像传感器以及相关的读出硬件。成像系统被配置成接收光并且从而生成表示在已知位置 (像素) 处接收的光的数字数据,从而可以根据数字输出来重建图像。

[0045] 还提供了数据处理系统22。数据处理系统22可以包括一个或多个诸如专用集成电路 (ASIC) 或现场可编程门阵列 (FPGA)、微处理器之类的数字处理器,并且被配置成执行一系列图像处理任务。这些处理任务可以包括例如通过去除坏点并校正像素之间的转换效率变化来校正不希望的光学效应 (例如,镜头失真、共同的噪声减少、对所捕获的图像数据中像素与像素的变化的进行校正等)。在利用滤色器阵列操作的成像系统20的情况下,图像处理系统22可以根据要采用的图像和数据处理管线的下游使用来将捕获的图像去马赛克到不同的颜色平面中。在一些实施例中,数据处理系统22附加地对数字化图像执行图像分析以使得能够执行图像稳定。可以理解的是,数据处理系统22将包括工作存储器以存储由成像系统20生成的数据,以及,如果有的话,包括执行其数据处理功能所需要的软件应用程序和/或数据库和文件。

[0046] 现在将结合图2至图5的 (b) 描述执行图像稳定的过程。首先转向图2,图2示出了一段胶片200,胶片200包括其上存储有光学数据的基底202。基底202可以附加地承载编码在胶片的特定区域中的音频轨道,但是这里将不会进一步详细描述。胶片200在每个纵向边缘204A和204B下方包括一系列穿孔206。这些穿孔被提供来使得在播放过程和其他需要胶片移动的过程中能够通过机械链轮来移动胶片。在诸如图1的系统中,传送系统14可以使用穿孔206来移动胶片。然而,在一些实施例中,胶片的移动可以通过其他机构来执行,诸如通过夹紧在夹送辊等之间从而使得胶片可以被传送,而不管穿孔是损坏的还是结构上不牢固。胶片200还包括一系列图像帧208A和208B。如本领域技术人员将理解的是,胶片库通常是根据已知的标准来创建的。标准可以由制造商或制造商组或行业主体来定义,但是帧的大小和位置以及传输穿孔和任何音频轨道、元数据存储等的大小和位置通常是已知的。重要的是,穿孔的位置及其相对于图像帧208B的尺寸将是已知的。也就是说,可以确定任何给定胶片的理论预定标准。

[0047] 如本领域技术人员将理解的那样,胶片200通常比图2中所示的胶片长得多,并且包括一起形成胶片序列的多重帧。在扫描期间,胶片200将逐帧地逐步移动穿过光源12。当帧与图像捕获系统20对准并被光源照亮时,特定图像帧的数字图像会被捕获到。如将认识到的那样,光源可以是脉冲式的或者被连续照射。

[0048] 在本公开的实施例中,并非仅仅捕获胶片的图像帧部分例如208B的图像,而是还捕获由虚线框指示的较大区域210的数字化图像。区域210的形状和大小将因实施例而异,并且可以由用户根据所给定的胶片的特定扫描需求来进行选择。例如,可以将区域210选择成使得一次能够捕获一个以上的图像帧(206B,208B)的数字化图像。在这种情况下,可以通过单个图像捕获过程来生成多个捕获帧。相反地且更通常地,数字化图像中可以仅包括单个图像帧208B的一部分。在这种情况下,捕获帧将仅仅是胶片上图像帧的一部分。这可能会在如下情况出现:胶片的图像帧的纵横比不同于数字捕获帧的所期望的纵横比,例如,当对胶片上的4:3图像帧进行16:9格式扫描时。在数字化图像内,定义了感兴趣区域212,感兴趣区域212包括与帧208B相邻的多个传输穿孔206A、206B、206C和206D中的至少一部分。

[0049] 该感兴趣区域212用于在优选实施例中进行进一步图像处理,以确定所捕获的帧相对于该序列中的所捕获的至少一个相邻帧正确对准。

[0050] 基于适用于胶片的标准,可以为穿孔206A至206D的一条或多条边确定相对于图像帧208B的位置的一组理论基准位置。如下面将要讨论的那样,在本实施例中使用这些基准点来确定扫描帧208B相对于胶片序列中的每个其他扫描图像正确对准。

[0051] 如上所讨论的那样,在使用过程中,当帧208B与胶片扫描仪的图像传感器20对准时,光线透过胶片并且区域210的数字化图像被获取。数据处理系统然后选择出感兴趣区域212用于进行如下所述的进一步分析。

[0052] 在示意性实施例中,图像传感器20是CMOS传感器,该CMOS传感器具有施加至其上的传统RGB拜尔滤色器阵列。因此,图像传感器20的输出是RGGB拜尔马赛克图案。在示意性实施例中,仅拜尔模式下的红色像素用于感兴趣区域212的图像分析。然而,在其他实施例中,可以另外地或替代地使用其他像素颜色。因此,示意性示例不应当被视为对本发明构思的限制。在示意性实施例中,图像传感器20以4k分辨率进行操作,并且因此在水平方向上具有4096个像素的分辨率。感兴趣区域212被设置成由于机械公差而始终保证包含胶片穿孔206a至206d的宽度。一个示例中,对于35mm厚度的薄胶片而言,感兴趣区域可以小至扫描区域210的宽度的1%,但是如果需要更大的机械公差,则也可以更大,例如高达10%。例如,对于用4k图像传感器20扫描的35mm厚度的胶片而言,感兴趣区域可以接近30至40像素宽,并且,从图2可以看出,感兴趣区域设置在纵向边缘扫描区域210处或者接近纵向边缘扫描区域210以便与穿孔重合。例如,如果仅考虑拜尔模式下的红色像素,则感兴趣区域可以包括像素数量为2010至2041的红色拜尔像素,这些拜尔像素在1至2048的范围内延伸,使得感兴趣区域像素宽为32。对于16mm厚度的薄胶片而言,可以使用不同的感兴趣区域。

[0053] 应该注意的是,尽管图2仅示出了单个感兴趣区域212,但是其可以覆盖胶片20的一侧上的穿孔206A至206D。类似地,第二感兴趣区域可以被放置在胶片的另一纵向边缘处或者放置在胶片的另一纵向边缘附近。也就是说,在一些实施例中,可以替代地或附加地使用沿着胶片200的边缘204B放置的穿孔206。

[0054] 图3示出了确定所扫描的图像帧208B的图像位置校正输出的示例性方法的一系列步骤。

[0055] 图3的(a)示出了来自图2的感兴趣区域212的数字图像的细节。可以看出,感兴趣区域的图像包含四个传输穿孔206A、206B、206C和206D。为了方便起见,箭头302示出了胶片的纵向方向。最初,感兴趣区域212的图像被处理以检测穿孔206A至206D的边缘。在本示例

中,感兴趣边缘是横向于胶片的纵向边缘延伸的前边缘和后边缘。对于穿孔206A而言,这些边缘分别被标记为304A和304B。在第一过程中,对横向于胶片的纵向方向延伸的一系列带的像素值求平均值以生成一系列值。在图3的(a)中,对带310中的所有像素求平均值以给出单个值,类似地,对带312中的所有像素求平均值以生成单个值。这可以扩展至对于沿感兴趣区域212的长度的所有*i*频带。

[0056] 图3的(b)示出了每个带内的平均像素值相对于沿着胶片的位置的曲线。在本示例中,每个带最好是单个像素宽。但是,对于水平分辨率非常高的扫描仪而言,所述带可以是多个像素宽(沿纵向方向)。可以看出,没有穿孔的区域例如区域314和316具有相对低的平均像素值,而对应于穿孔206A至206D的区域具有相对较高的平均像素值。图3的(b)的曲线表示一组理想化值,并且可以看出的是,该曲线本质上是对应于每个穿孔206A至206D的一系列方形脉冲。事实上,由于胶片并不完美,无法在求平均值步骤中实现理想的平均值。图3的(b)的步骤的输出实际上是沿感兴趣区域的相应位置的平均像素值的一维阵列。然后,将这些值馈送至边缘检测滤波处理,以识别任何检测到的边缘的位置。在优选的形式中,应用两级边缘检测滤波器。第一边缘检测滤波器获取特定像素周围的前向窗口和后向窗口内的差异。在一个优选的形式中,窗口相对较长,例如8个像素。因此,一阶滤波器的形式为:

[0057]

像素位置	<i>i</i> -8	<i>i</i> -7	<i>i</i> -6	<i>i</i> -5	<i>i</i> -4	<i>i</i> -3	<i>i</i> -2	<i>i</i> -1	<i>i</i>	<i>i</i> +1	<i>i</i> +2	<i>i</i> +3	<i>i</i> +4	<i>i</i> +5	<i>i</i> +6	<i>i</i> +7
滤波器系数	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

[0058] 可以理解的是,对于位置(第*i*个像素位置)的平均像素值合理恒定的情况下,滤波器输出将平均成接近于零的值,并且在快速变化发生的地情况下,会在输出中生成峰值。然后,第一滤波器的输出可以馈送至二阶滤波器,该二阶滤波器区分下述项:正向边缘沿和负向边缘沿(即穿孔的开始处的边缘(类似于304A)和穿孔的后方的边缘(类似于304B))。然而,这个滤波器还区分更窄的窗口。二阶滤波器的形式为:

[0059]

像素位置	<i>i</i> -3	<i>i</i> -2	<i>i</i> -1	<i>i</i>	<i>i</i> +1	<i>i</i> +2
滤波器系数	-1	-1	-1	+1	+1	+1

[0060] 其中,输入是第一个过滤器的输出。结果是诸如图3的(c)所示的输出。可以看出的是,对于穿孔的每条边缘而言,负向峰值或正向峰值被输出。通过阈值化这些峰值来识别足够坚固的边缘,并且通过确定这些足够坚固的边缘的中心位置可以确定检测到的边缘的位置。对于图3的(c)中标识的每个峰值而言,边缘的位置如图3的(d)所示。

[0061] 如上所述,可以为任何给定类型的胶片确定理论基准位置。对于本示例而言,图3的(e)示出了表示图3的(a)中所示的胶片中的边缘的预期位置的八个基准位置的定位。图3的(f)示出感兴趣区域212的所检测到的边缘(实线)和基准位置(虚线)的叠加。

[0062] 在该过程的下一个阶段中,将检测到的边缘位置和基准位置彼此进行比较并确定图像偏移量。以最简单的形式,这可以通过如下方式来实现:找到每条边缘与其相应的基准位置之间的边缘偏移量,然后对对于所有检测到的边缘而言的边缘偏移量集合求平均值。以更复杂的形式将每条边缘与其相应的基准位置进行比较,以确定相应的独立的边缘偏移。然后,可以对这些多个独立的边缘偏移量进行统计分析,以确定是否存在不可靠的边缘偏移量并且应当将所述不可靠的边缘偏移从图像偏移量的最终计算中排除。这可以通过下述方式实现:确定各个边缘偏移量的中心趋势的测量值,然后,根据中心趋势度量来确定阈值距离。可以将比阈值要更远离中心测量值的所有边缘排除而不进行进一步处理,因为这

些边缘与所有其他被认为是不可靠的边缘完全不同。在一个更具体的示例中，每个独立的偏移量可以根据其所确定的边缘偏移量被分组到单元中，并且只有所检测到的那些落在模态单元内的边缘才会用于确定图像偏移量。下面将进一步详细解释这种方案的示例。

[0063] 图3所示的示例表示具有完美穿孔并且不存在任何其他复杂因素(例如灰尘或污垢等)的理想情况。在存在这些复杂因素的情况下，可能难以检测带边缘，并且还可能检测到虚假的边缘。例如，胶片中的灰尘或裂缝可能表现为感兴趣区域中的边缘，因此，本系统的实际实施例会需要用于处理虚假边缘检测的方法。图4被提供用于解释一个这样的过程。

[0064] 图4的各个曲线对应于图3的曲线并且被相应地标记。为了保持清晰度，将不再提供这些图的完整描述。如将在图4的(a)中看到的那样，除了穿孔206A至206D之外，感兴趣区域212还包括特征400，特征400可以是胶片中的裂缝。裂缝400将表现为感兴趣区域中的亮斑点，因此，裂缝400将在图4的(b)所示的平均像素值的曲线中生成另一峰值402。当平均值被置于边缘检测滤波器中时，另外一对边缘404和406将被相应地检测到。因此，与图3实施例相比，图4的(d)中的边缘检测滤波器的输出将包括所检测到的两个附加的边缘。然而，可以理解的是，这些边缘并不对应于图4的(e)所示的基准集中的边缘。这些边缘可以按照下述方式进行识别和丢弃。

[0065] 首先，确定第一多条候选检测边缘。这组候选检测边缘可以例如是所有的检测到具有超过预定阈值的强度的边缘，或者可以是在感兴趣的区域中所检测到最坚固的边缘。然后，将第一多条边缘与多个基准位置进行比较。然而，在这个过程中候选检测边缘的数量应该高于基准位置的数量，以便于可以将一些边缘丢弃。

[0066] 在本示例中，这组基准位置包括八个预期边缘，并且这组候选检测边缘等于十个基准边缘。要执行的第一步是确定哪一组八个候选检测边缘是最适合的八个基准边缘。这是通过针对每组潜在的八个候选检测边缘来确定“品质因数”而执行的。品质因数通过以下方式计算：将包括“子集中的最大边缘数”(例如，在本示例中，为8条)的子集中的每个所检测到的边缘的位置与每个基准位置进行比较，以及对子集中的所有潜在边缘的偏移量进行总计。对于候选边缘的每个子集而言，品质因数计算如下：

$$[0067] \quad \sum_{j=1}^{\text{子集中的最大边缘数}} \left| \sum_{i=1}^{\text{最大基准}} |\text{边缘位置}(j) - \text{基准位置}(i)| \right|$$

[0068] 这是针对所有可能的n个候选子集计算的，所述所有可能的n个候选子集能够从候选边缘中选择。具有最小品质因数的边缘的子集被选择成与基准位置最佳匹配，并且然后该集合在进一步的处理中被用于确定如上所述的图像偏移量。

[0069] 可以看出的是，使用类似于这样的过程，将虚假的边缘丢弃，而不会在计算图像偏移量时进行进一步考虑。然而，本发明人附加地确定：虚假的边缘可以提供有关正在扫描的胶片状况的有用信息。

[0070] 对于清洁、没有损坏的胶片而言，具有最低品质因数的八条边缘的集合还应该是一组具有最高峰值的边缘，也就是说，在感兴趣的区域内应该不存在任何比穿孔的边缘更坚固的边缘。然而，如果胶片被灰尘或污垢弄脏、刮花、撕裂等，或者穿孔的边缘损坏，则在检测到的候选边缘内会存在更坚固的边缘。

[0071] 在优选的形式中，使用第二边缘检测滤波器的输出来确定每条边缘的强度。如果

边缘的子集中的没有被选择用于确定图像偏移量的任何候选边缘的峰值高于所选子集内的任何边缘,则可以生成输出信号以指示存在故障状况。故障状况可以是当前正在扫描的帧上的胶片上存在污垢或灰尘或损坏。因此,返回至图4,发现由406指示的峰值并不在八个最佳对准的候选边缘内,因为所述峰值将贡献高边缘偏移量到所述峰值所属的任何候选边缘子集,并且因此所述峰值将在确定图像偏移量的进一步处理中被丢弃。然而,如图4的(c)所示,由于它们的峰值高于所选择的边缘子集中任何一个(在这种情况下全部的)峰值的那些峰值,因此将给出下述指示:感兴趣区域存在问题并且存在裂缝400。

[0072] 现在回到可以使用如何使用中心趋势的测量值来进行统计分析的具体实例来选择用于计算图像偏移量的边缘,对于3mm的胶片而言,在丢弃任何虚假的检测边缘之后,将所选择的候选边缘子集与基准集中的八条候选边缘进行比较,并且针对八条边缘中的每条边缘来计算关于基准的相对位移。每条边缘根据与关于其相应基准位置的相对位移的大小而被放置在单元中。在这个例子中,发明人发现14个红色拜耳像素的单元尺寸是有用的。一旦所有的边缘被分单元,如果其中有个单元具有至少四条边缘,则确定该单元内的边缘将提供要应用的图像偏移量的最可靠的度量。然后,选择那些边缘,并确定该组的平均偏移量。然后,使用该平均偏移量作为图像偏移量用于校正所捕获的与检测到的穿孔相对应的捕获帧的位置。

[0073] 如果正在扫描其他薄胶片,将对不同数量的穿孔进行分析,因此也会出现不同数量的边缘。因此,在一个示例中,如果正在扫描16mm的薄胶片,则可能适合于只需要单元内的一对边缘就认为单元充分代表图像偏移量以使用这些边缘进行进一步处理。

[0074] 在可替代实施例中,可以执行使用检测到的边缘和基准位置之间的比较来确定图像偏移量的不同方法。在这个示例中,分别执行边缘检测滤波器的输出(例如图3的(d)或图4的(d)的输出)与图3的(e)或图4的(e)的基准边缘的比较。该比较可以涉及在基准位置和边缘检测滤波器输出之间执行互相关系数,以确定使得边缘检测滤波器与基准位置最佳匹配的图像。在这种情况下,可以将互相关系数在每个可能的偏移量情况下的输出用作品质因数,并且具有最佳品质因数的偏移量优选为图像偏移值。

[0075] 使用上述技术,边缘检测滤波器在确定的位置(即对应于最佳图像偏移量的那些位置)的输出可以用作针对其来识别虚假边缘的所选的边缘子集。

[0076] 一旦确定图像偏移量,则该图像偏移量可以以各种方式用于控制对所捕获的胶片帧的使用和/或校正所捕获的胶片帧。图5的(a)和图5的(b)示出了两个这样的示例。可以看出,图5的(a)和图5的(b)类似于图1的系统,并且共有的组件已经被赋予相同的附图标记。图5的(a)的示例包括数据处理系统,该数据处理系统包括信号处理前端22A,信号处理前端22A执行如本领域技术人员将理解的早期图像处理。提供了运动补偿系统22B,该运动补偿系统22B根据本公开的实施例的方法来计算图像偏移量。运动补偿系统22B分析感兴趣区域并且运动补偿系统22B针对每一帧确定图像偏移量输出并且还确定指示穿孔的故障的存在(诸如,灰尘、污物或降解)的任何警报信号。

[0077] 数字化的捕获帧连同相对应的图像偏移输出一起被传送至图像位置校正模块,并且由图像位置校正模块22C直接执行图像位置校准。在这种情况下,由图像位置校正模块22C生成直接视频信号输出50。在优选的形式中,数字图像输出50是HDMI信号或者其他合适的视频输出信号,其可以由监视器或其他呈现设备直接使用以回放所捕获的帧数据。可以

理解的是,图像位置校正模块22C将实时对每一帧施加必要位置校正,使得数字图像输出50具有稳定的视频输出。

[0078] 图5的(b)表示一个稍微不同于图5的(a)中的系统的系统,不同点在于,其并不输出适合于在监视器等处直接播放的视频信号,而是生成包含表示数字化视频图象序列的数据的数据文件。在这种情况下,不是使用图像位置校正模块22C来执行对图像位置校正的直接调整,而是可以生成元数据并且将使用图像数据嵌入模块22D来将元数据插入到数据文件中。然后,可以将元数据与表示所捕获的图像帧的数据一起存储和传输。来自图5的(b)的系统的输出60可以存储在大容量存储设备上以供稍后使用,或者被直接传递至下游处理设备用于进行本领域技术人员已知类型的视频处理。图像偏移元数据可以由下游图像位置校正系统62进行提取,以使得所捕获的帧能够在随后生成的数字图像输出50中正确对准。

[0079] 从前面的内容可以看出的是,本公开的实施例可以用于在数字化期间校正胶片的扫描帧中的位置错误,使得扫描帧可以以稳定的方式再现。应当理解的是,与调整传送胶片位置或光源或成像器的位置以校正后续帧的捕获的馈送系统不同,本公开使得捕获到的来自胶片的所捕获的帧能够进行后校正。

[0080] 应该理解的是,在本说明书中公开和限定的本发明扩展至文字或附图中提及或显然的单独特征中的两个或更多个特征的所有可替代组合。所有这些不同的组合构成本发明的各种可替代方面。

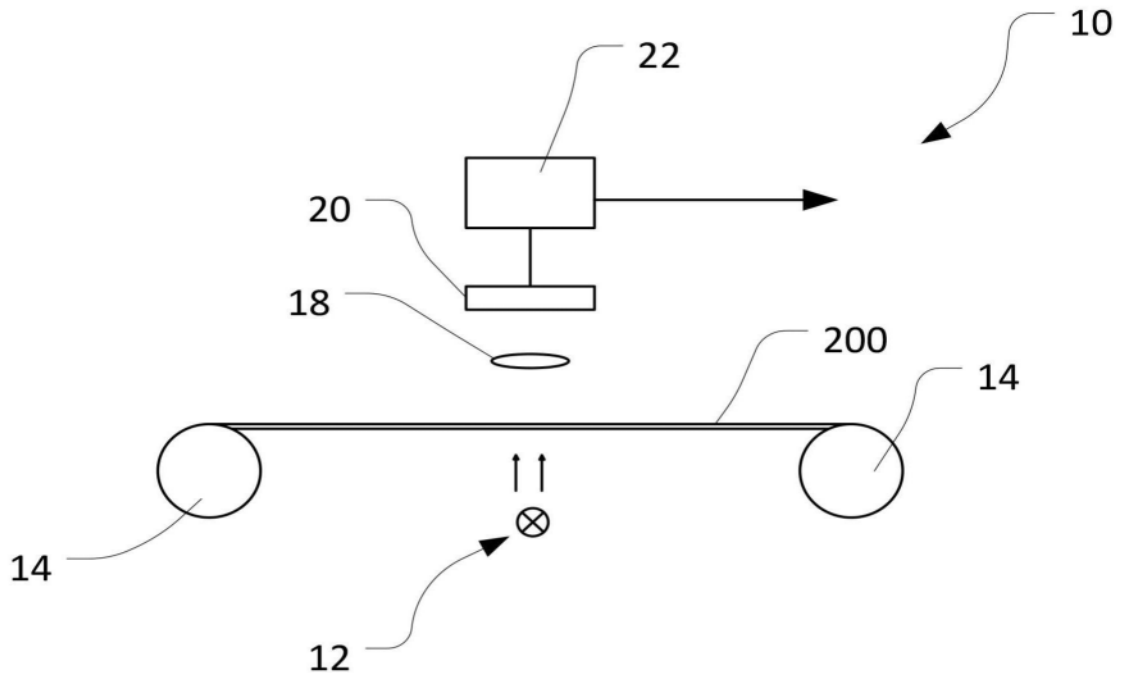


图1

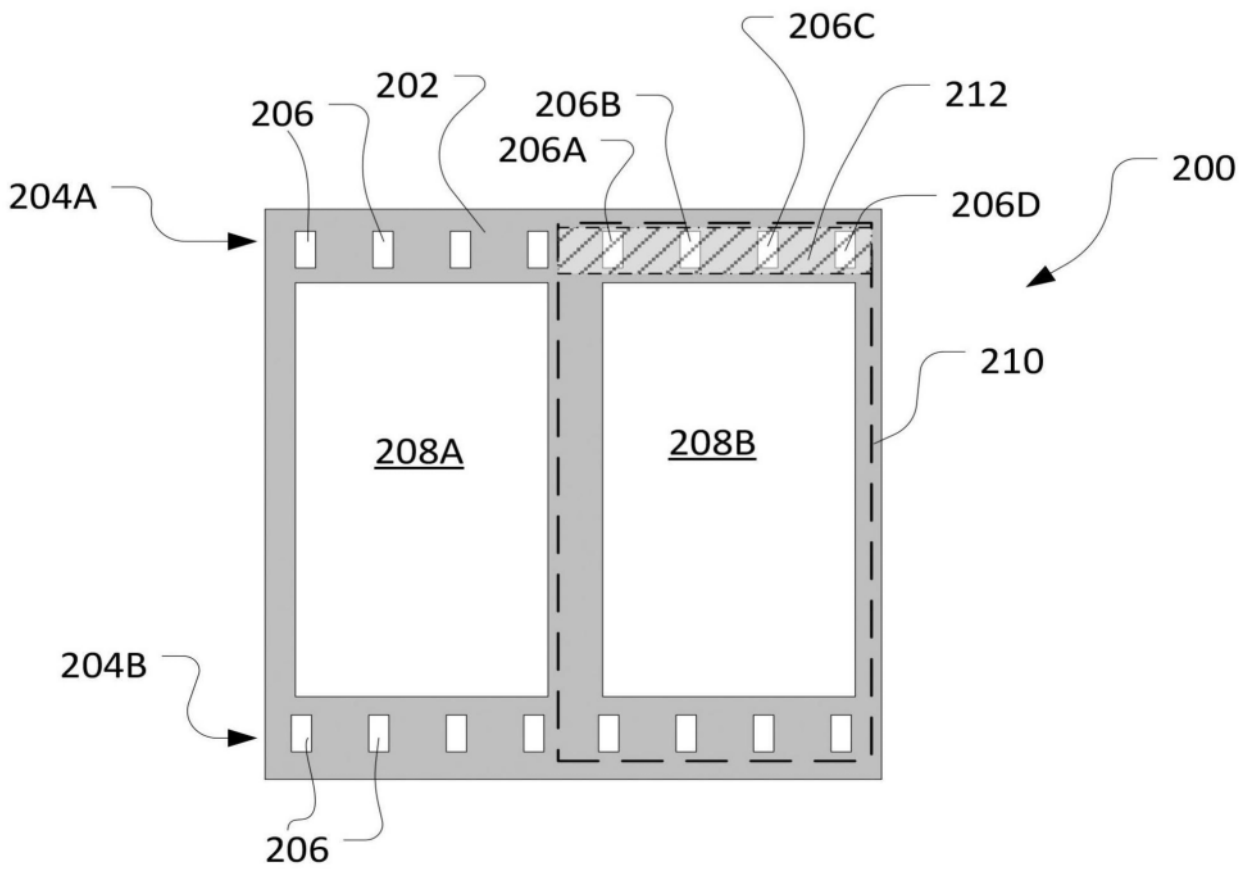


图2

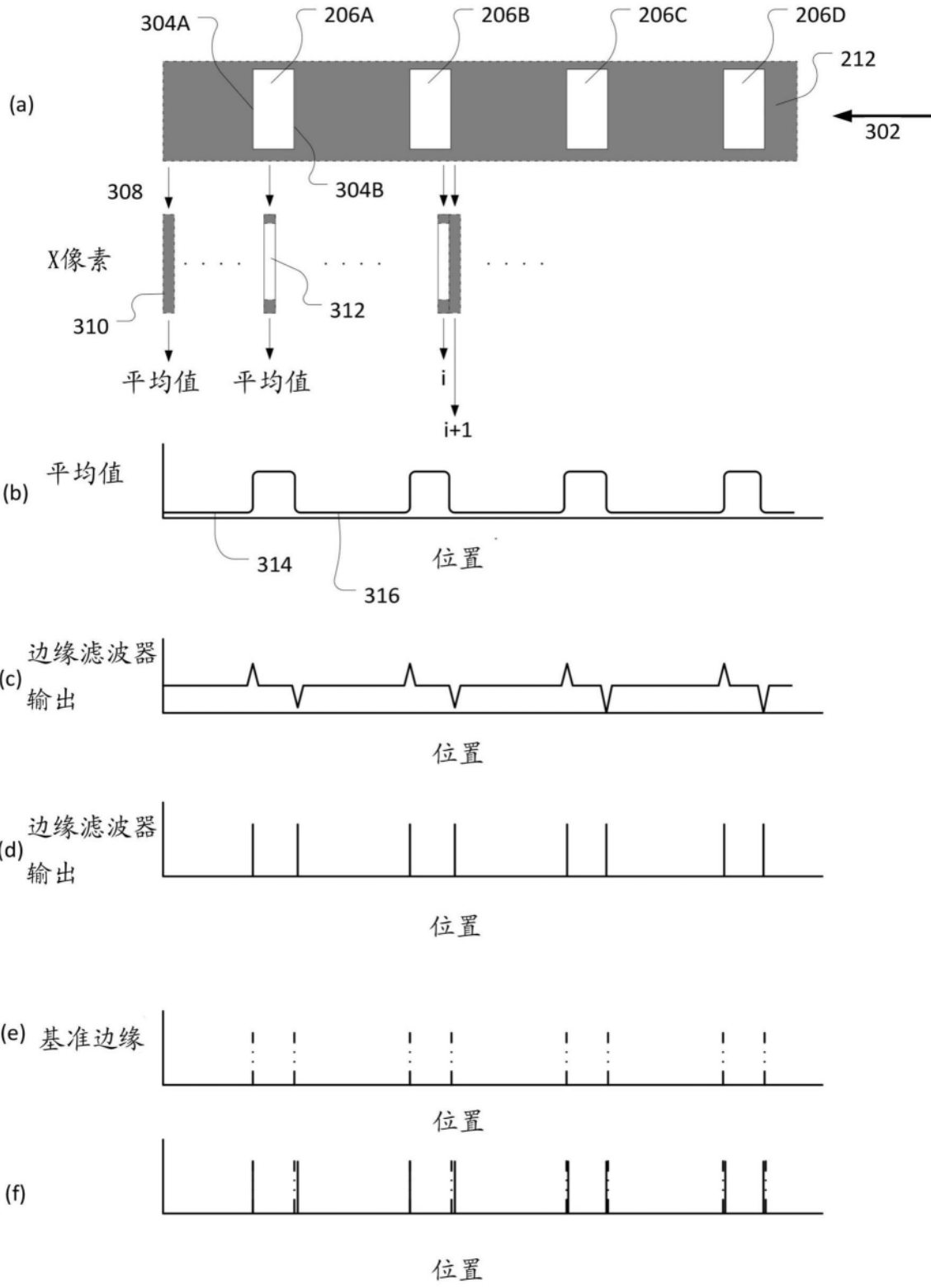


图3

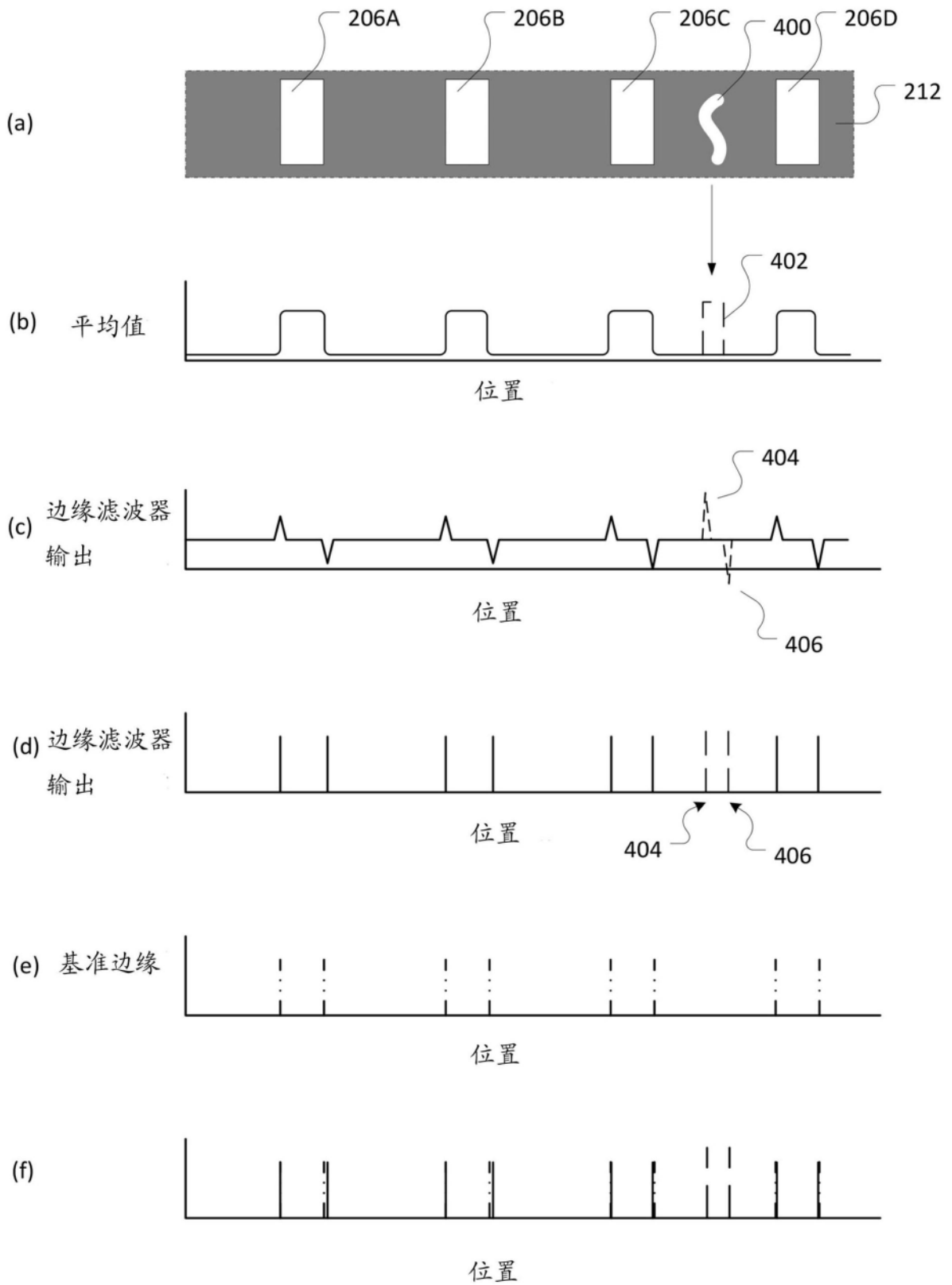


图4

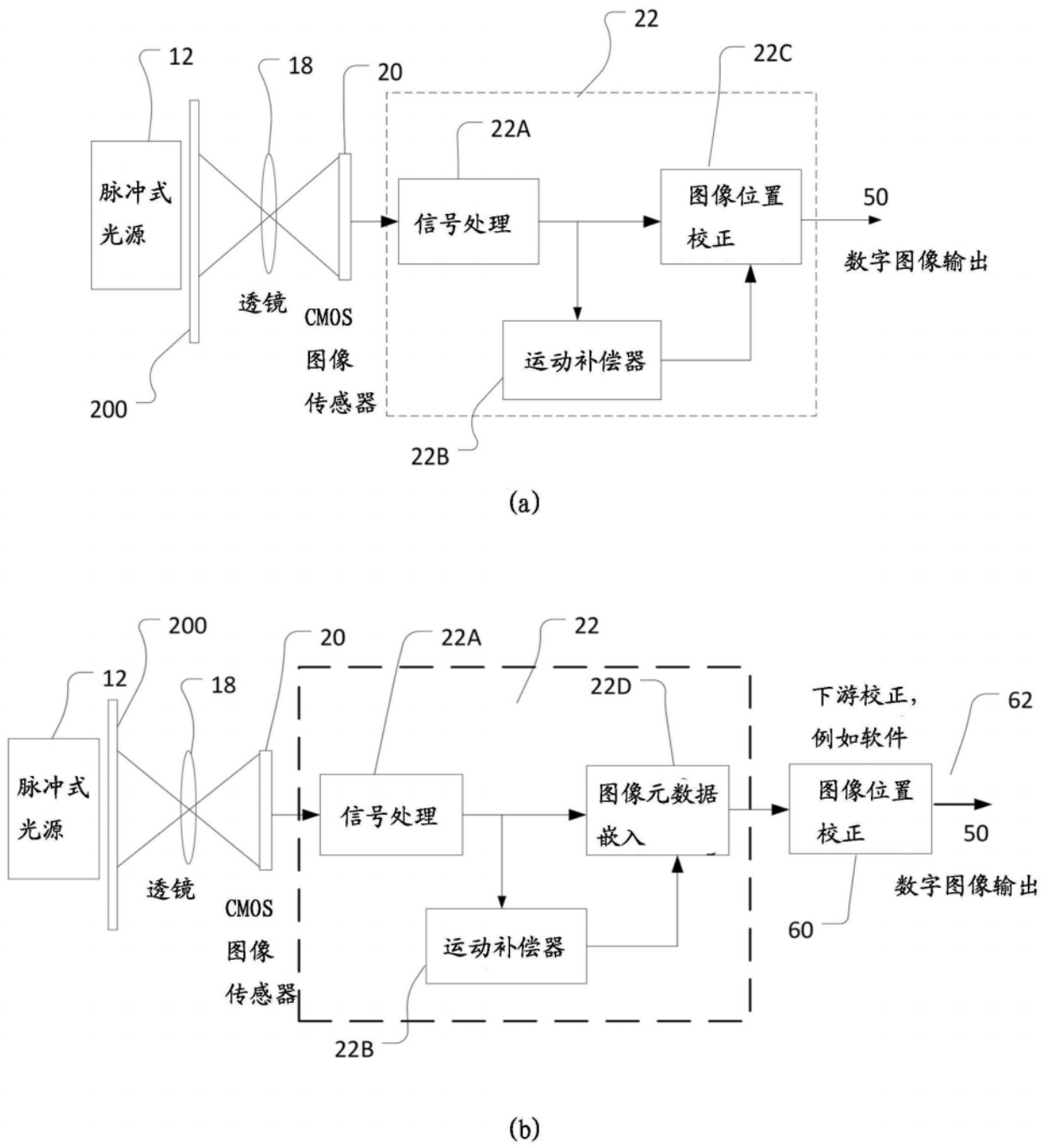


图5