(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117979180 A
(43)申请公布日 2024.05.03

(21)申请号 202410183541.6

(22)申请日 2019.04.11

(30)优先权数据
62/656,720 2018.04.12 US
62/701,419 2018.07.20 US

(62)分案原申请数据
201980025093.4 2019.04.11

(71)申请人 生命科技股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 M·贝瑞塔 J·米查姆 F·麦汀
J·保林 P·伯施欧顿
E·珀斯马克 E·艾尔坦德夫

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 周全

(51)Int.Cl.
H04N 23/88(2023.01)
H04N 23/56(2023.01)
H04N 23/667(2023.01)
H04N 23/10(2023.01)
H04N 9/76(2006.01)
G02B 21/08(2006.01)
G02B 21/00(2006.01)
G02B 21/36(2006.01)
H04N 1/48(2006.01)
G02B 21/06(2006.01)

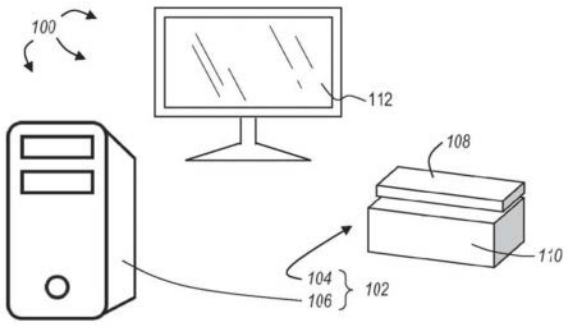
权利要求书1页 说明书16页 附图5页

(54)发明名称

用于利用单色传感器生成彩色视频的设备、系统和方法

(57)摘要

用于利用单色传感器生成彩色视频的设备、系统和方法,包含以下动作:(i)按序列选择性地激励多个光源中的每一个光源;(ii)在所述序列的每个阶段在单色传感器处捕获被照亮样品的单色图像;以及(iii)从所述单色图像生成彩色视频。所述序列可以具有一系列阶段,所述序列的每个阶段对应于来自所述光源的不同波长的光的激活以照亮样品。生成所述单色视频可以包含以下动作:将利用单个光源在所述单色传感器处捕获的多个单色图像编译成包括所述单色视频的一系列单色视频帧。



CN 117979180 A

1.一种用于利用单色相机生成彩色视频的方法,所述方法包括:

按序列选择性地激励多个光源中的每一个光源,所述序列具有一系列阶段,所述序列的每个阶段对应于来自一个或多个光源的不同波长的光的激活以照亮样品;

在所述序列的每个阶段在单色相机处捕获被照亮样品的单色图像;以及

从所述单色图像生成彩色视频。

2.根据权利要求1所述的方法,进一步包括基于所述序列的每个阶段处的对应的不同波长的光,将颜色分配给所述单色图像。

3.根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中按所述序列选择性地激励所述多个光源中的每一个光源包括激励所述多个光源中的每一个光源达预定的时间段。

4.根据权利要求3所述的方法,其中所述预定的时间段对于所述序列的至少两个阶段而言是相同的时间段。

5.根据权利要求3所述的方法,其中所述预定的时间段对于所述序列的至少两个阶段而言是不同的时间段,所述至少两个阶段具有以相同强度选择性地被激励的一个或多个对应的光源。

6.根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中按所述序列选择性地激励所述多个光源中的每一个光源包括以预定的强度激励所述多个光源中的每一个光源。

7.根据权利要求6所述的方法,其中所述预定的强度对于所述多个光源中的每一个光源而言是不同的。

8.根据权利要求6或权利要求7所述的方法,进一步包括使所述彩色视频色彩平衡。

9.根据权利要求8所述的方法,其中使所述彩色视频色彩平衡包括针对所述多个光源中的一个或多个光源自动或手动地调整所述预定的强度。

10.根据权利要求8所述的方法,其中使所述彩色视频色彩平衡包括自动或手动地调整红色通道、绿色通道或蓝色通道中的一个或多个,直至白色样品的彩色视频呈现白色。

用于利用单色传感器生成彩色视频的设备、系统和方法

[0001] 本发明申请是国际申请号为PCT/US2019/027013,国际申请日为2019年4月11日,进入中国国家阶段的申请号为201980025093.4,名称为“用于利用单色传感器生成彩色视频的设备、系统和方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及用于生成视频的显微镜检查设备、系统和方法。更具体地说,本申请涉及用于从用单色传感器捕获的图像序列生成彩色视频的设备、系统和方法。

背景技术

[0003] 显微镜检查涉及观察通常是微观的小型物体。传统的显微镜装有透镜系统,可以放大并观察这些小型物体。在光学显微镜中,透镜系统将小型物体的放大图像导向显微镜的目镜,而在数码显微镜中,图像聚焦在相机或其它图像传感器上。相机记录或转发图像信息,可以渲染这些图像信息以在监视器上显示或存储以供以后查看。此类传统显微镜通常大且昂贵,并且由于观察显微物体所需的精度,特别是高分辨率,因此大多数基于透镜的显微镜内的光学器件都很精密。

[0004] 由于配备了显微镜以实现不同类型的成像方法,因此显微镜的成本和复杂性可能会加剧。例如,荧光显微镜检查通常用于研究和临床环境中,并且可以有利地用于鉴定细胞或组织样品内特定标志物、结构、过程或细胞器的存在、不存在、数量、功能和位置。用于实现荧光显微镜检查的显微镜需要荧光团激发源(通常为激光),这增加了显微镜的复杂性和成本。配置用于荧光显微镜检查的显微镜通常使用单色相机来捕获荧光图像,因为与具有相似像素数的彩色相机相比,单色相机往往会提供更好的对比度和更高的分辨率,并且通常更便宜。

[0005] 另一方面,彩色相机对于捕获彩色图像数据是有用的,单色相机迄今仍无法做到这点。通常使用白光源和彩色相机来采集彩色成像数据(例如,图像和视频)。具体地说,白光均匀地通过样品到达彩色相机,所述彩色相机将原始图像数据或彩色图像数据提供给显示器。白光发光二极管(LED)通常与漫射器一起用作光源,以提供均匀照明的样品。通常也使用镜子将样品的图像反射到彩色相机的透镜。

[0006] 可以将由彩色相机捕获的图像数据处理为相机上的彩色图像并进行传输,或者可以将其作为原始数据进行传输,然后通过图像处理软件将其处理为彩色图像。收集两种类型的图像数据(即,单色图像数据和彩色图像数据)的显微镜通常需要单色相机和彩色相机两者。这些显微镜在机械上更加复杂,并且由于需要针对每种类型的采集控制显微镜配置(例如,控制单色相机和彩色相机进入样品光路的移动、差分图像数据处理步骤等),因此用于控制图像捕获的相关过程也更加复杂。此外,许多彩色相机以拜耳模式排列像素或应用拜耳掩模来差分接收并解释红色、绿色和蓝色分量的光信号。这可能会降低总体相机灵敏度,尤其是在红色通道内,并且还可能在所得图像中产生令人不满意的色相。

[0007] 当前显微镜系统的体积、复杂性和费用限制了它们的实用性。因此,在可以解决的

图像采集和处理领域中的许多额外的问题和缺点中,需要一种在机械上更简单并且为扩展使用提供机会的显微镜系统。

发明内容

[0008] 本文所公开的各个实施例涉及用于利用单色相机生成彩色视频的设备、方法和系统。此类实施例通过例如简化显微镜检查系统、减少显微镜检查系统的部件数量和整体尺寸以及降低显微镜检查系统的成本同时保持基本相同的功能而有益地改善了显微镜检查系统。

[0009] 第一方面提供了一种用于利用单色相机生成彩色视频的方法。所述方法包含按序列选择性地激励多个光源中的每一个光源。所述序列具有一系列阶段,所述序列的每个阶段对应于来自一个或多个光源的不同波长的光的激活以照亮样品。所述方法另外包含以下动作:在所述序列的每个阶段在单色相机处捕获被照亮样品的单色图像,并从所述单色图像生成彩色视频。

[0010] 所公开的用于利用单色相机生成彩色视频的方法可以另外包含以下动作:基于所述序列的每个阶段处的对应的不同波长的光,将颜色分配给所述单色图像并编译视频帧序列,每个视频帧包含一个合成彩色图像。所述合成彩色图像包含在所述序列的第一阶段用第一波长的光捕获的第一单色图像、在所述序列的第二阶段用第二波长的光捕获的第二单色图像以及在所述序列的第三阶段用第三波长的光捕获的第三单色图像。一些方法可以包含通过自动或手动调整光源的强度来对所述彩色视频进行色彩平衡的步骤,在某些情况下,所述光源包含光的原色-红光、绿光和蓝光。

[0011] 在示例性方面,生成彩色视频包含编译第一视频帧和第二视频帧。所述第一视频帧的合成彩色图像包含与所述序列的第一循环中的第一波长的光相关联的第一单色图像、与所述序列的第一循环中的第二波长的光相关联的第二单色图像以及与所述序列的第一循环中的第三波长的光相关联的第三单色图像。在时间上位于所述第一视频帧之后的所述第二视频帧是合成彩色图像,所述合成彩色图像包含所述第二单色图像、所述第三单色图像以及与所述序列的第二循环中的第一波长的光相关联的第四单色图像。

[0012] 在一些实施例中,用于利用单色相机生成彩色视频的方法可以另外包含选择性地生成所述样品的单色视频(例如,响应于请求)。生成所述单色视频可以包含将利用单个光源在所述单色相机处捕获的多个单色图像编译成一系列单色视频帧。所述一系列单色视频帧包括所述单色视频。

[0013] 本文所公开的方法另外使得能够从所述彩色/单色视频中选择和查看单色图像。

[0014] 另一个方面提供了一种用于生成彩色视频的成像设备或系统。所述设备或系统可以包含光组件,所述光组件具有围绕所述光组件的光轴布置的多个光源。所述光组件可以被配置成按序列选择性地激励所述多个光源。在示例性实例中,所述多个光源可以包含白光源、红光源、绿光源和蓝光源。所述设备或系统可以另外包含:台架组件,其被配置成在所述光组件的光路内接收生物样品;单色相机,其被设置在所述光路内并被配置成生成与所述序列的连续阶段相对应的单色图像;以及处理器,其与所述单色相机电通信。所述图像处理器可以被配置成在连续的时间点接收所述单色图像并将所述单色图像编译成多个视频帧,以生成彩色视频。

[0015] 所公开的成像设备或系统可以另外包含与所述光轴对准的显微镜物镜以及与所述光轴对准的透镜管。所述成像设备或系统可以另外包含与所述光轴对准并且被定位成包围所述光组件的光筒,所述光筒具有定位在其中的光漫射器。所述光筒可以另外包含:第二光漫射器,其与所述光漫射器间隔开一定距离;以及第三光漫射器,其邻近所述第二光漫射器定位并且与所述光漫射器间隔开第二距离。

[0016] 所公开的成像设备或系统或其部件可以被并入用于从单色图像生成彩色视频的设备或系统中,所述设备或系统包含一个或多个处理器以及其上存储有计算机可执行指令的一个或多个计算机可读介质,所述指令可由所述一个或多个处理器执行,以使所述系统执行本文所公开的方法的一种或多种方法动作。

[0017] 本公开的额外的特征和优势将在下面的说明书中阐述,且部分地在说明书中将是明显的,或可以通过本公开的实践被了解。本公开的特征和优势可以借助于所附权利要求书中特别指出的仪器和组合实现和获得。本公开的这些和其它特征将根据以下描述和所附权利要求书变得更为充分地明显,或者可以通过如下文阐述的本公开的实践被了解。

附图说明

[0018] 为了描述可以获得本公开的上述以及其它优点和特征的方式,将通过参考附图中所展示的特定实施例呈现对以上简要描述的本公开的更具体描述。应当理解,这些附图仅描绘了本公开的典型实施例,并且因此不应被视为限制本公开的范围。将通过使用附图以额外的特征和细节来描述和解释本公开,在附图中:

[0019] 图1展示了装有本文所公开或预想的特征的系统的示例实施例;

[0020] 图2展示了照明聚光器和相机的简化示意图,其中样品设置在照明聚光器和相机之间;

[0021] 图3展示了示例性照明聚光器的组装透视图,所述照明聚光器被配置成按序列照亮样品;

[0022] 图4展示了图3的照明聚光器的剖视图;

[0023] 图5是被配置成与本文所公开的照明聚光器一起使用的光组件的一个实施例的示意图,并且展示了电连接和光源的示例性配置;

[0024] 图6展示了用于协调序列照明和单色图像的捕获以生成彩色视频的示例性布线/通信图;

[0025] 图7A是展示用于从在单色相机处捕获的单色图像流中选择图像以形成包括彩色视频的彩色视频帧序列的一个实施例的图;

[0026] 图7B是展示用于从在单色相机处捕获的单色图像流中选择图像以形成包括彩色视频的彩色视频帧序列的另一个实施例的图;并且

[0027] 图7C是展示用于从在单色相机处捕获的单色图像流中选择图像以形成包括彩色视频的彩色视频帧序列的又一个实施例的图。

具体实施方式

[0028] 如说明书中所使用的,除非以其它方式隐含或明确地理解或陈述,否则以单数形式出现的单词涵盖其复数形式,而以复数形式出现的单词涵盖其单数形式。此外,应当理

解,对于本文描述的任何给定部件或实施例,除非以其它方式隐含或明确地理解或陈述,否则通常可以单独地或彼此组合地使用针对所述部件列出的任何可能的候选物或替代物。另外,将理解的是,除非以其它方式隐含或明确地理解或陈述,否则此类候选物或替代物的任何列表仅是说明性的,而非限制性的。另外,除非另外指明,否则在说明书和权利要求书中所使用的表达数量、构成、距离或其它度量的数字应被理解为由术语"约"修饰。

[0029] 因此,除非有相反的指示,否则在说明书和所附权利要求书中所阐述的数值参数是可根据寻求通过本文提出的主题获得的期望特性而改变的近似值。至少,并且并非试图将等同原则的应用限制于权利要求书的范围,每个数值参数应至少根据所报告的有效数字的数目并通过应用普通的舍入技术来解释。尽管阐述本文提出的主题的广泛范围的数值范围和参数是近似值,但具体实施例中阐述的数值尽可能精确地报告。然而,任何数值都固有地含有某些误差,所述误差必然由其各自的测试测量中发现的标准偏差引起。

[0030] 此外,如在说明书和所附权利要求书中所使用的,方向性术语,如"顶部"、"底部"、"左"、"右"、"上"、"下"、"上部"、"下部"、"近侧"、"邻近"、"远侧"等仅用来指示相对的方向,而非旨在以其它方式限制说明书或权利要求书的范围。

[0031] 成像系统和方法概述

[0032] 显微镜是非常有用的工具,其可用于查看小型(通常是微观的)物体并使所述物体成像。然而,显微镜检查的精确性质需要一套复杂且昂贵的仪器。可用的显微镜检查方法的数量和类型各不相同,这使情况进一步复杂化,每种方法都需要额外的部件。例如,可以用相机修改简单的光学显微镜,所述相机在目镜和相机透镜之间切换观察区域,以使能够拍摄样品的照片或视频。在更复杂的方法(如荧光共聚焦显微镜检查)中,可以用激光修改数码显微镜,以激发样品中存在的荧光团,并用自动马达进行修改数码显微镜,以使样品前进通过一系列微米级的薄z截面。与显微镜相关联的数码相机(或与其相关联的其它图像传感器)在每个z截面同步捕获图像数据。然后由计算系统处理图像数据,以创建样品的三维模型。如本文所使用的,相机是指与本文所描述的设备、系统和方法兼容的任何适用的图像传感器,包含但不限于电荷耦合装置、互补金属氧化物半导体装置、N型金属氧化物半导体装置、量子图像传感器、上述各项的组合(如科学的互补金属氧化物半导体装置)等。

[0033] 设计显微镜以执行许多普通显微镜检查方法可能会导致成本过高。不仅每个额外的专用部件需要额外的时间和资源来获得并在现有显微镜中成功实施,而且添加到显微镜上的每个额外的部件都会增加显微镜的机械复杂性和操作复杂性。这增加了机械故障的可能性,并可能使显微镜更难以使用。此外,许多显微镜部件是通过计算机可执行指令(例如,软件应用程序)来操作的,并且各种软件应用程序之间的不兼容性会限制翻新部件的组合使用或使其效率降低。

[0034] 大多数显微镜被配置成捕获样品的图像数据。出于实用和经济原因,这些显微镜中的许多显微镜仅(或主要)耦合至单色相机,而不耦合至彩色相机。单色相机可以捕获可用于多种显微镜检查方法的高分辨率图像数据,但是当期望或需要彩色图像数据时,要么用单色相机替代单色相机,要么用户必须找到一个专为捕获彩色图像数据而配备的显微镜。无论哪种情况,都需要额外的资源和时间。

[0035] 为了克服现有技术显微镜系统的局限性,本文所公开的系统和方法通过使得能够从单色相机采集彩色图像数据来简化显微镜。一种示例性方法连续捕获在每个主光谱(即,

红色、绿色和蓝色(RGB)波长)中照亮的样品的图像,并将这些图像编译成单个图像,从而使用单色相机生成样品的彩色图像。重要的是,所得的彩色图像并非是通过图像处理技术获得的伪彩色图像;而是,所编译的彩色图像的每个像素都包含RGB强度值(分别从红色、绿色和蓝色单色图像获得),就如同所述图像是使用白色光源捕获的一样。进一步地,通过按序列选择性地激励不同光源并以高的帧速率同步图像捕获,可以将由单色相机捕获的图像数据用于生成包含实时彩色视频的彩色视频。例如,第一彩色视频帧可以是最近捕获的RGB单色图像的编译。捕获较新的(即,最近的)红色、绿色或蓝色单色图像后,可以编译第二彩色视频帧,用较新的单色图像替换过时的单色图像。随着捕获较新的RGB单色图像,此过程持续进行,并且连接以这种方式生成的彩色视频帧会产生彩色视频。

[0036] 通过允许对已经配备有单色相机的显微镜进行修改,并对其进行适当的硬件和/或软件更改,该技术的应用可以用于改善当前的显微镜系统,从而获得在不使用彩色相机的情况下生成彩色图像数据(具体地说,彩色视频)的能力。通过消除对彩色相机的需求,同时仍然能够生成彩色图像数据,所公开的系统和方法降低了显微镜系统的成本以及机械复杂性和操作复杂性,同时扩大了所述显微镜系统的实用性,或者至少不降低其功能。这种复杂性的降低可以有利地减少显微镜的占位并减少机械故障的可能性(例如,较少的移动部件和较少的显微镜部件处理导致较少的磨损和较低的意外损坏发生率),这可以延长显微镜的使用寿命,并且可以在较低的运营成本下进行。

[0037] 另外,通过利用单色相机生成彩色图像数据,显微镜成为更加通用和有效的工具。例如,这种显微镜可以从生成彩色视频切换为生成单色视频,而无需在不同的相机之间进行切换或无需滤光器。类似地,这种显微镜可以从生成单色视频切换为生成彩色视频,而无需在不同相机之间进行物理切换。这样可以节省时间和精力,并且可以使显微镜变得更加动态和响应。

[0038] 显然,本文所公开的系统和方法相对于现有技术显微镜检查系统和方法具有明显的优势。彩色相机通常包含一个像素阵列,其分别采集三种分量原色之一。这可以通过在整个阵列中均匀分配分量特异性像素、将图案中的分量特异性像素组织起来或者通过覆盖马赛克滤镜(例如,拜耳滤镜)以确保每个像素在给定的像素位置仅接收单色强度信息来实现。在每种情况下,关于每种分量原色的分辨率小于整个阵列的分辨率。因为单色相机的每个像素记录光信息,所以单色图像将比使用具有相同像素数的彩色相机捕获的彩色图像具有更高的单色分辨率。

[0039] 而且,由于通过所公开的系统和方法生成的彩色图像数据是使用单色相机捕获的单色分量的编译,因此每个彩色图像或彩色视频帧可以是分辨率比使用彩色相机所产生的图像/视频帧更高的图像/视频帧,所述彩色相机的像素数与单色相机的像素数相似。这增加了可以通过现有技术显微镜检查系统和方法从图像数据中提取的数据的清晰度和粒度(例如,可以从编译后的图像数据中分离出高分辨率的单分量图像),并且还允许使用总像素计数较低的相机(传统上这是价格较便宜的相机)生成分辨率较高的彩色图像数据。进一步地,本文所述的光源照亮、图像采集和图像处理的唯一协调允许彩色图像数据的生成以高的帧速率发生,从而使彩色视频(包含实时或近实时的彩色视频)能够代表样品。

[0040] 所公开的系统和方法的方面包含图像处理。因此,本文所公开或设想的实施例可以包括或利用专用或通用计算机,所述专用或通用计算机包含计算机硬件(如例如,一个或

多个处理器),如下文更详细地讨论的。实施例还可以包含用于携带或存储计算机可执行指令和/或数据结构的物理介质和其它计算机可读介质。此类计算机可读介质可以是可由通用或专用计算机系统访问的任何可用介质。存储计算机可执行指令的计算机可读介质是物理存储介质。携带计算机可执行指令的计算机可读介质是传输介质。因此,作为示例而非限制,实施例可以包括至少两种明显不同种类的计算机可读介质:计算机存储介质和传输介质。

[0041] 计算机存储介质包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁存储装置、或可用于以计算机可执行指令或数据结构的形式存储期望的程序代码装置并且可以由通用或专用计算机访问的任何其它介质。

[0042] “网络”被定义为使得能够在计算机系统和/或模块和/或其它电子装置之间传输电子数据的一个或多个数据链路。当通过网络或其它通信连接(硬接线、无线或硬接线和无线的组合)将信息传输或提供给计算机时,所述计算机适当地将所述连接视为传输介质。传输介质可以包含网络和/或数据链路,所述链路可以用于以计算机可执行指令或数据结构的形式携带数据或期望的程序代码装置,并且可以由通用或专用计算机访问。上述各项的组合也应包含在计算机可读介质的范围内。

[0043] 此外,在到达各个计算机系统部件时,可以将计算机可执行指令或数据结构形式的程序代码装置自动地从传输介质转移到计算机存储介质(反之亦然)。例如,可以将通过网络或数据链路接收的计算机可执行指令或数据结构缓冲在网络接口模块(例如,“NIC”)内的RAM中,然后最终转移到计算机系统RAM和/或计算机系统上的易失性较小的计算机存储介质中。因此,应当理解,计算机存储介质可以被包含在计算机系统部件中,所述计算机系统部件也(或者甚至主要地)利用传输介质。

[0044] 计算机可执行指令包括例如指令和数据,所述指令和数据使通用计算机、专用计算机或专用处理装置执行某一功能或一组功能。计算机可执行指令可以是例如二进制、中间格式指令(如汇编语言)或甚至源代码。尽管已经用特异于结构特征和/或方法动作的语言描述了主题,但是应当理解,所附权利要求书中定义的主题不必限于上述所描述的特征或动作。相反,所描述的特征和动作作为权利要求的实例形式被公开。

[0045] 本领域技术人员将理解,可以在具有许多类型的计算机系统配置的网络计算环境中实践实施例,所述计算机系统配置包含个人计算机、台式计算机、膝上型计算机、消息处理器、手持式装置、多处理器系统、基于微处理器或可编程的消费类电子产品、网络PC、小型计算机、大型计算机、平板电脑、智能电话、路由器、交换机等。可以在分布式系统环境中实践实施例,在所述分布式系统环境中,通过网络链接(通过有线数据链接、无线数据链接,或通过有线和无线数据链接的组合)的本地计算机系统和远程计算机系统均执行任务。在分布式系统环境中,程序模块可以定位在本地和远程存储器存储装置中。一个实体的程序模块可以定位在和/或运行在另一个实体的数据中心或“云中”。

[0046] 在本说明书和所附权利要求书中,计算机系统也被定义为包含成像系统(例如,图1中的成像系统102)。所公开的成像系统可以包含专用计算机,所述专用计算机被配置成捕获一系列单色图像并将这些图像编译成视频。视频优选为从单色图像流生成的彩色视频,但是成像系统可以另外被配置成从相同或不同的单色图像流生成单色视频。

[0047] 图1展示了装有本文所公开或预想的特征的示例性系统100。系统100的核心是成

像系统102,在所述成像系统中,对如生物细胞等样品进行成像和分析。示例性成像系统102包含但不限于成像装置104和计算装置106。成像装置104包含安装在显微镜组件110内的台架组件108。台架组件108被配置成容纳定位样品所需的部件(如,96孔板或含有细胞的载玻片),以便显微镜组件110可以使细胞成像。在成像装置104内的是被配置成捕获单色图像数据的单色相机(例如,图2的单色相机114)。在一些实施例中,单色相机类似地定位在由成像装置104生成的光路内,并捕获透射穿过样品的光。

[0048] 在一般的工作实例中,成像系统102的部件被配置成与光组件116和/或单色相机114通信,以控制或协调光源的选择性和循环性激励以及图像数据的相应捕获。例如,计算装置106可以与光组件116电通信,以控制或引导以下中的任一项:多个光源何时被选择性地激励以及其中哪个光源被选择性地激励、以何种强度以及持续多长时间。计算装置106可以另外与单色相机114电通信,以实例化或修改图像捕获频率或定时。如下所述,对捕获的图像数据进行进一步处理,以生成彩色图像和/或彩色视频。在优选实施例中,成像系统102使用单色相机114以高帧速率同步样品照亮和图像采集,从而生成样品的彩色视频,包含实时或近实时的彩色视频。

[0049] 如本文所使用的,术语"视频"等旨在包含以等于或快于每秒6帧的帧速率显示图像。视频的帧速率可以包含每秒显示6、7、8、9、10、12、14、16、18、20、24、30、48、50或60帧图像,以及每秒6帧到每秒60帧之间的所有其它速率和每秒60帧以上的。

[0050] 如本文所使用的,术语"实时彩色视频"等旨在包含几乎同时采集、处理和存储/显示代表样品的视频,而没有任何明显的时滞或图像数据的视觉损失。如本文所使用的,术语"近实时彩色视频"等包含采集、处理和存储/显示代表样品的视频,所述视频包含时滞或图像数据的视觉损失。如本文所使用的,近实时视频的时滞小于2-5秒,优选地小于1秒,并且更优选地小于0.5秒。近实时视频的数据的视觉损失可以包含视觉伪像,如色带伪像,缺乏色彩平衡或类似现象,并且在一些实施例中,可以使用本文所描述的图像处理技术来减轻数据的视觉损失。

[0051] 应当理解,计算装置106可以另外与成像系统102的其它部件电通信,如与显微镜组件110电通信(例如,以改变物镜放大率)和/或与台架组件108电通信(例如,在成像之前、期间和/或之后定位和聚焦样品)。

[0052] 继续参考图1,台架组件108可以安装在成像装置104上或以其它方式与所述成像装置相关联,并且可以包含定位机构,所述定位机构被配置成保持并选择性地移动样品以供成像装置104查看,如本领域中已知的。应当理解,台架组件108可以被配置成在三个维度中的任何一个维度内移动,如本领域中已知的。例如,台架组件108可以被配置成横向移动(例如,在与由成像装置104生成的光路垂直的x平面、y平面中)以将样品的不同部分定位在光路内。另外或可替代地,台架组件108可以被配置成使用本领域中已知的任何机制在z方向上移动(例如,在平行的x平面、y平面之间移动,所述平面各自定位在沿光路距离不同的地方),如例如,步进电机和螺杆/螺母组合可提供样品朝向/远离相机的逐步移动,其增量可低至0.006μm/微步。应当理解,计算装置106可以另外与成像系统102的其它部件电通信,如与台架组件108电通信(例如,在成像之前、期间和/或之后定位和聚焦样品)和/或与显微镜组件110电通信(例如,以改变物镜放大率)。

[0053] 在相机处捕获图像数据时,可以在成像装置104处和/或结合计算装置106在本地

对数据进行分析和/或存储。这可以包含例如将单色图像编译成合成彩色图像/彩色视频帧和/或从单色图像生成(彩色或单色)视频。计算装置106可以另外用作系统的控制器,以及用于单独或与成像装置104一起执行对成像装置104获得的数据的分析和/或存储。计算装置106可以包括:如上所述的通用或专用计算机或服务器等,或任何其它计算机化的装置。如本领域中已知的,计算装置106可以直接或通过网络与成像装置104通信。在一些实施例中,计算装置106被并入成像装置104中。在一些实施例中,计算装置106被电子地耦合至成像装置104的相机和光源,以使选择性地激励光源与图像采集同步。

[0054] 系统100还可以包含用户显示装置112以显示结果和/或系统配置。成像装置104和/或计算装置106可以与用户显示装置112直接或间接地通信,并且可以使单色和/或彩色图像数据显示在用户显示装置112上。例如,计算装置106可以从单色图像生成彩色视频,并将所述彩色视频显示在显示装置上。应当理解,当所生成的视频由计算装置106生成时,或从在显示之前生成的所存储的视频文件中生成时,所生成的视频可以被显示为实时视频或近实时视频。

[0055] 在一个实施例中,本文描述的一个或多个方法步骤作为软件应用程序执行。然而,实施例不限于此,并且方法步骤也可以在固件、硬件或固件、硬件和/或软件的组合中执行。此外,方法的步骤可以全部或部分存在于成像装置104、计算装置106和/或其它计算装置上。

[0056] 用于系统的装置的操作环境可以包括或利用具有一个或多个微处理器和系统存储器的处理系统。根据计算机编程领域的技术人员的实践,除非另外指出,否则以下参照由处理系统执行的操作或指令的动作和符号表示来描述实施例。此类动作和操作或指令被称为由“计算机执行的”、“CPU执行的”或“处理器执行的”。

[0057] 示例性显微镜组件

[0058] 如上所述,成像系统102可以包含显微镜组件110作为成像装置104的一部分。图2展示了示例性显微镜组件110的一部分的简化示意图,即照明聚光器111。在简化形式中,照明聚光器111包含:光组件116,所述光组件被配置成选择性地激励一个或多个光源118以产生不同波长的光(例如,图2中所示的红色、绿色和蓝色波长,作为从光源118发出的阴影线);一个或多个光漫射器120;以及一个或多个聚光透镜122,其均匀地漫射并聚焦样品109上发射的光的波长。如图2所示,一个或多个光源118生成的光被引导穿过照明聚光器111的一个或多个光漫射器120和一个或多个聚光透镜122,在所述聚光透镜处,光被聚焦在样品109上。定位在由照明聚光器111产生的光路中的单色相机114捕获透射穿过样品109的光。所得的单色图像被编译成包括彩色视频的彩色视频帧。

[0059] 虽然图2中的照明聚光器111的简化图示描绘了三个均匀间隔的光漫射器120和一对聚光透镜122,但是应当理解,在用于使用单色相机生成彩色视频的所公开的系统和方法中使用的照明聚光器可以包含任何数量和/或类型的光漫射器120和聚光透镜122。可以基于特定的显微镜或显微镜检查方法、由光源118发射的光的波长、期望的结果(例如,样品的均匀照明)或出于任何其它原因来配置照明聚光器。

[0060] 除其它因素外,照明聚光器111内光漫射器120和聚光透镜122的数量和位置可能影响照亮样品的光的均匀性,并且可能单独地影响单色图像的分辨率以及通常影响合成图像的分辨率和色彩平衡。由于不同波长的光的单色图像被编译为彩色图像的分量通道,因

此不均匀的照亮光会导致所得合成图像内出现颜色平衡问题。例如,使用第一波长的光(例如,如红光等光的原色之一)对样品进行不均匀照亮会导致斑点或渐变的单色图像,所述图像歪曲了样品中颜色的实际强度和分布。如果用第二和/或第三波长的光(例如,光的其余原色-当第一波长的光为红光时的绿色和/或蓝色光)对样品进行不均匀照亮,则该问题可能会更加严重,特别是如果第二和/或第三波长的不均匀照亮导致聚焦或渐变的光强度模式与第一波长的光产生的模式不同。在这种情况下,从第二/第三波长的光得到的单色图像将无法匹配从第一波长的光生成的单色图像中存在的不均匀照亮的类型,并且在编译时,告知彩色图像的每个分量通道的强度信息将导致图像与样品的实际着色相比发生偏斜和变色。

[0061] 因此,在一些实施例中,除了光漫射器120和聚光透镜122与光源、样品、相机和/或彼此的间隔之外,还选择了所述光漫射器和所述聚光透镜的数量和类型,以使得不管所使用的光的波长如何,都能促进样品的光散射、混合和均匀照亮。这可以有益地提供更均匀的单色图像,当将所述单色图像编译成彩色图像时(无论是用作彩色视频中的彩色视频帧还是用作独立的彩色图像),其可以精确地复制具有良好色彩平衡的样品。另外地,其可以减少生成均匀的、色彩平衡的彩色视频所涉及的后期制作图像处理的数量。

[0062] 如本文所使用的,当图像中的颜色看起来具有与原始样品中的颜色相同的总体外观时,样品的图像具有“良好”的色彩平衡。更具体地说,当图像具有“良好”的色彩平衡时,样品中的中性色(例如,灰色和白色)在复制的图像中显得中性。另外或可替代地,当图像具有“良好”的色彩平衡时,复制的图像内的非中性色看起来可能具有与原始样品中的颜色相同的颜色(例如,相同的色相、饱和度和/或亮度)。

[0063] 在一些实施例中,在捕获单色图像并生成彩色视频的同时操纵样品109。例如,可以通过其上放置有样品109的台架组件108的一个或多个维度上的移动来相对于样品109的位置对其进行操纵。台架组件108的这种操纵可以包含台架组件108(以及相应地,样品109)在选自x、y和z维度的一个或多个维度上的移动。例如,作为在捕获单色图像和生成彩色视频期间平移视场的一部分,台架组件108可以在x维度和y维度上移动。这些实施例在操纵样品的同时(如在x维度和y维度上平移视场,在z维度上调整样品的位置等),可以实现实时或近实时的彩色视频。在某些另外的实施例中,在样品被操纵时生成的实时或近实时的彩色视频在这种操纵发生时被显示在用户显示装置112上,以使用户能够在持续操纵样品的同时持续查看所生成和显示的视频,这可以例如帮助指导用户在观察所显示的彩色视频时识别一个或多个所关注区域。

[0064] 在一些实施例中,在捕获单色图像并生成彩色视频的同时聚焦样品109。例如,可以通过用户对成像系统102的设置(包含显微镜组件110和/或台架组件108的设置)的调整来手动聚焦样品109,以调整样品109的聚焦。可替代地,样品109可以自动聚焦,例如,通过由计算装置106采用的自动聚焦软件来聚焦。这些实施例使得在手动或自动聚焦样品109的同时实现例如实时或近实时的彩色视频。在某些另外的实施例中,在样品被聚焦时生成的实时或近实时的彩色视频在这种聚焦发生时被显示在用户显示装置112上,这可以例如帮助指导至少针对正在显示的所关注的区域选择最佳焦点。

[0065] 在一些实施例中,所生成的视频至少部分地包含z堆栈视频。成像系统102可以被配置成采集一系列z堆栈图像,其可以例如在不同水平处(例如,样品109的中间、样品109的

底部、样品109的顶部)聚焦时示出所关注的区域,或者能够生成比单独采集的图像具有更大景深的合成图像。在此类实施例中,在捕获这种z堆栈图像期间,成像系统102可以持续提供彩色视频。这些实施例使得在获得z堆栈图像的同时实现例如实时或近实时的彩色视频。在某些另外的实施例中,在样品被聚焦时生成的实时或近实时的彩色视频在这种聚焦发生时被显示在用户显示装置112上,这可以例如帮助指导选择z堆栈设置(例如,位置设置、步长设置、景深设置、投影方法设置等)。

[0066] 在一些实施例中,在调整一个或多个照亮条件的同时,捕获单色图像并生成彩色视频。成像系统102可以允许调整各种照亮条件,同时仍然捕获单色图像并生成彩色视频。在此类实施例中可以调整的照亮条件的非限制性实例包含调整一个或多个照明聚光器(例如,照明聚光器111)、调整一个或多个光漫射器(例如,光漫射器120)、调整一个或多个光源的波长(例如,通过激活不同的光源、通过在滤镜轮上使用不同的激发滤镜等)、调整是否从一个或多个光源118中的一个或多个光源阻挡光或者调整是否从光源118中的一个或多个光源显示光。这些实施例使得在调整一个或多个照亮条件的同时实现例如实时或近实时的彩色视频。在某些另外的实施例中,在调整一个或多个照亮条件时生成的实时或近实时的彩色视频在这种调整发生时被显示在用户显示装置112上,这可以例如帮助指导至少针对正在显示的所关注的区域选择最终照亮条件。

[0067] 图3和图4展示了用于在使用单色相机生成彩色图像/视频的系统和方法中使用的照明聚光器111的示例性实施例。图3展示了示例性照明聚光器111的组装透视图,并且图4展示了图3的照明聚光器111的剖视图。

[0068] 在图3和图4的示例性实施例中,照明聚光器111包含设置在光筒124的近端处的光组件116。光筒124的远端(例如,通过如图所示的螺纹,或通过本领域已知的任何其它附接机构)耦合至照明聚光器主体126的近端,所述照明聚光器主体将相位轮128保持在其中,并允许相位轮128将多个相位环130中的任何一个旋转到光路内和/或围绕光轴的位置,以适应各种显微镜检查方法。相位轮128和相关联的环130被配置用于本领域中已知的用途,并且可以基于期望的显微镜检查方法进行选择(例如,相位轮可以装有物镜特异性相位环以进行相位对比显微镜检查,或者没有环以进行明场显微镜检查)。图3和4的照明聚光器111另外包含透镜管132,所述透镜管(例如,通过如图所示的螺纹,或通过本领域已知的任何其它附接机构)耦合至照明聚光器主体126的远端。透镜管132容纳并保持一对聚光透镜122a、122b。

[0069] 关于照明聚光器111的光组件116,所述光组件116包括多个光源118,所述多个光源围绕照明聚光器111的光轴134定位,并且被配置成选择性地被激励,以在光筒124内发射光。发射的光穿过设置在光筒124内的三个光漫射器120a、120b和120c中的每一个光漫射器,并且当这样做时,光强度在光路上均匀化,并且发生足够的颜色混合。如图所示,第一光漫射器120a被定位成与光源118相距第一距离136,并与第二光漫射器120b相距第二距离138。可以使用例如间隔件140来隔开第一光漫射器120a和第二光漫射器120b。跨越第一距离136和第二距离138的空隙可以允许更多的光散射和混合的机会,这增加了整体照亮均匀性。

[0070] 在一个实施例中,可以通过首先将扣环固定在光筒124的远端,然后将第三光漫射器120c邻近扣环定位并将第二光漫射器120b邻近第三光漫射器120c定位来组装光筒124。

然后,可以使隔离件140在光筒125内朝其远端螺纹式前进,直至所述隔离件邻接第二光漫射器120b,或以其它方式将第二光漫射器120b固定在光筒124内。随后,可以将第一光漫射器120a定位成与间隔件140相邻并且位于间隔件140的与第二光漫射器120b相反的一侧上。在一些实施例中,通过设置在第一光漫射器120a的近侧且与间隔件140相对的扣环(未示出)将第一光漫射器120a另外固定和/或保持在光筒124内。

[0071] 继续参考图3和4,非限制性工作实例可以包含光筒124,所述光筒的直径约为32mm,长度约为53mm,其中第一光漫射器120a定位在距光源118约14mm的位置处,第二光漫射器120b定位在距第一光漫射器120a约19mm的位置并且第三光漫射器120c邻近第二光漫射器120b定位并与其接触。另外,第一光漫射器120a和第二光漫射器120b可以各自包括120粒度的漫射器,而第三光漫射器120c可以包括220粒度的漫射器。在这个(和其它)实施例中,光漫射器120a、120b、120c的方向应使粒度表面背对光源118。当与一对聚光透镜122a、122b组装在一起(例如,与第三光漫射器120c间隔不超过80mm)时,上述光筒配置可以有益地产生良好的颜色混合、强度均匀性以及光通道之间的最小像素偏移。

[0072] 这些益处中的许多益处可以通过其它配置来维持。例如,可以在直径介于20-50mm之间(优选地直径介于30-40mm之间,并且更优选地直径介于32-35mm之间)且长度介于10-100mm之间、长度介于30-80mm之间或长度介于45-55mm之间的光筒中保持良好的色彩混合、强度均匀性或光通道之间的最小像素偏移中的一项或多项。在一个实施例中,光筒的长度被限制某些长度,在这些长度下,相对于聚光透镜在照明聚光器内的位置,光源不与样品平面共轭。

[0073] 另外或可替代地,分别使第一光漫射器120a与光源118和第二光漫射器120b间隔开的第一距离136和第二距离138可以不同于所示(即,大于或小于),并且在上文的非限制性工作实例中提供。在一些实施例中,有可能在不强烈影响照明聚光器的性能的情况下减小第一距离136和/或第二距离138。

[0074] 进一步地,应当理解,尽管图3和4中所示的照明聚光器111具有三个光漫射器120a、120b、120c,但是在一些实施例中,所述照明聚光器包含比图3和4中所示的光漫射器更多或更少的光漫射器。除其它外,光漫射器的数量会影响颜色混合、强度均匀性以及复制相似成像条件时每个通道所需的驱动电流和光功率的量。在一些实施例中,第三光漫射器的存在显著影响照明聚光器的性能。例如,第三光漫射器的存在可以允许良好的颜色混合。

[0075] 因此,减少光漫射器的数量可能会对颜色混合和强度均匀性产生负面影响,但会降低复制与图3和4的照明聚光器111的成像条件相似的成像条件所需的每通道驱动电流和光功率。另一方面,增加光漫射器的数量可能会对颜色混合和强度均匀性产生积极影响,但会增加复制相似成像条件所需的每通道驱动电流和光功率。例如,具有单个光漫射器的照明聚光器可以使用1/10-1/30的驱动电流和光功率来复制与图3和4的照明聚光器111的成像条件相似的成像条件。

[0076] 在光穿过照明聚光器和相位轮的环(如果存在的话)之后,光被导向一对聚光透镜122a、122b。类似于上文讨论的光漫射器120a、120b,聚光透镜122a、122b与透镜管132相关联,并且通过间隔件142间隔开一定距离。聚光透镜122a、122b可以另外通过扣环144保持在相对于彼此的限定位置中。在一个实施例中,透镜管132和聚光透镜122a、122b定位在照明聚光器111内,使得光路聚焦在台架组件上,并且更具体地说,聚焦在与其相关的样品上。

[0077] 示例性光组件

[0078] 在所公开的用于生成彩色图像/视频的系统和方法中,使用了光组件,如上文所述的并在图5中进行了更详细描绘的光组件116。光组件116被配置成按序列选择性地激励多个光源中的每一个光源。所述序列可以是例如光原色RGB的循环序列,其中每个光源包括不同的颜色。在图5所示的示例性实施例中,所述多个光源可以包括多个发射器LED封装件148,其中每种颜色是封装在一起作为LED源的单独的发射器/半导体管芯。例如,LED封装件148可以包含定位在围绕LED封装中心的象限中的红色LED源118a、绿色LED源118b、蓝色LED源118c和白色LED源118d。作为非限制性实例,红色LED源118a是617nm的光,绿色LED源118b是530nm的光,并且蓝色LED源118c是447.5nm的光。

[0079] 在一个实施例中,LED封装件148的中心对应于照明聚光器111的光轴134。从图5中可以看出,LED封装件148可以以大致圆形的图案围绕光轴134布置光源。在一些实施例中,LED封装件可以包含通常定位在大致圆形图案(未示出)的中心处的额外光源。例如,可以定位额外光源,使其沿照明聚光器111的光轴134对齐。在操作过程中,每个RGB LED源均被选择性地激励,从而使样品在红光、绿光或蓝光中被照亮。由于RGB LED源未从相同位置发射光,因此所得的单色图像可能会在每个RGB光通道之间包含像素偏移。通过围绕光轴定位RGB LED源,可以减少像素偏移的发生率。通过使从RGB LED源发射的光穿过光漫射器(例如,图4的光漫射器120a、120b和120c)而实现的强度均匀性和颜色混合可以另外防止或减少从不同角度照亮样品可能产生的伪影。

[0080] 在一些实施例中,所述多个光源可以另外包含荧光团激发源,所述荧光团激发源被配置成产生被导向所成像样品内的荧光团的激发光,并从所述样品中诱发荧光团发射光。除了由所公开的系统实现的彩色成像和单色成像之外,此类实施例还可以使样品的荧光成像成为可能。在一些实施例中,荧光图像被并入视频帧中以创建单色荧光成像视频或作为彩色视频内的额外分量。例如,可以使用RGB图像产生彩色视频,从而生成背景彩色图像,并且荧光峰可以覆盖在图像上,从而指示荧光物体在包含彩色视频的图像内的位置和/或动作。因此,本文描述的系统可以另外包含荧光成像能力,无论是作为彩色视频或单色视频的一部分还是作为独立的单色荧光图像/视频并入。

[0081] 在一些实施例中,并且如图5所示,可以将透镜146设置在多个光源118a、118b、118c、118d上方,所述多个光源可以在发射器起点处起作用,以至少部分地集中和分配沿光轴134的光路,从而还减少了从不同角度照亮样品可能产生的伪影。

[0082] 继续参考图5,光组件116包含多个连接点150、152、154、156、158、160、162、164,如本领域中已知的,用于将每个LED源电耦合至连接器(未示出)。每个LED源与一对连接点关联(一个对应于正极端子,一个对应于负极端子)。例如,红色LED源118a可以与两个相邻的连接点150、152相关联,而白色LED源可以与其它两个连接点162、164相关联。图5中所示的连接点的位置和定位可以有利地允许更好的电线管理,将电线偏置远离光组件主体的凹槽区域,但是如本领域中已知的,该位置和定位可以变化。

[0083] 重要的是,在一些实施例中,光组件116的LED源形成电开关的一部分。例如,在连接点处终止的电线可以在控制器的相对端处被耦合(例如,直接地或经由连接器),所述控制器被配置成按序列选择性地激励LED源。这使得能够以受控的方式单独且快速地激励LED源,并且在一些实施例中,选择性地激励LED源的控制器还控制或指示单色相机通过选择性

被激励的LED源与样品照亮同步捕获图像数据。

[0084] 图6中描绘了说明上述内容的示例性布线/通信图166。图166示出了光组件116(例如,通过相关的LED电子板)、单色相机114和计算装置106之间的布线。图166描绘了连接在光组件116和相机114之间的三根电线。这些电线可以利用例如相机的通用输入输出(GPIO)连接。线路1表示来自相机114的输出,其指示帧曝光期间的高电平。随着每个帧曝光的完成,从高到低的信号过渡发生,从而向光组件116发出信号,使其按预定义的序列(例如,包括RGB、RBG、GRB、GBR、BGR或BRG中的一个或组合的三重循环序列)过渡到下一个彩色LED源。该序列可以例如从红色到绿色再到蓝色进行,并且随着相机连续和/或同步地捕获图像并通过线路1向光组件116发出信号而重复。

[0085] 在示例性布线/通信图166中,线路2和3表示来自光组件116的输出,这些输出指示当前的LED源正被激励,或者仅指示用于照亮的光的颜色。在一个实施例中,这些值可以在彩色视频显示期间分别在二进制值1(01)、2(10)和3(11)之间转换以指示红色、绿色和蓝色。在单色视频和图像捕获期间,线路2和3可以是二进制0(00)。可以将与捕获图像时正被激励的LED源相关联的颜色信息以及任选的时间戳或其它与时间有关的信息与相机114内所采集的图像相关联,并将该信息与图像数据本身一起从相机114发送(例如,经由USB连接)到计算装置106。可替代地,可以基于每个所采集的图像被计算装置106接收的时间将时间戳与每个所采集的图像相关联。可以基于接收到每个图像的时间将颜色与每个图像相关联,或者可替代地,可以基于对捕获图像时所照亮的光源的反向计算(基于光源照亮序列)来确定每个接收到的图像的颜色。存储在计算装置106上的计算机可执行指令(如软件)访问颜色信息以确定所接收的特定单色图像的照亮条件。

[0086] 可替代地,计算装置106可以查询单色相机114以确定当前的GPIO线值(从而确定图像颜色),或者与光组件116通信以确定当前的LED源照亮颜色。然而,这些方法容易出现定时错误,这可能导致对从相机114检索的当前图像的照亮颜色的错误识别。至少由于这个原因,将LED彩色照亮信息嵌入图像数据本身的前一种方法可能更优选。

[0087] 如上所述,光组件(例如,图5的光组件116)可以包含多个光源,所述多个光源围绕照明聚光器的光轴定位并且被配置成选择性地被激励,以在光筒内发射光。在一些实施例中,选择性地激励光源包含选择性地阻挡和显示源自多个光源中的每一个光源的光。例如,光组件可以另外包含圆盘,所述圆盘邻近多个光源并且被配置成选择性地阻挡和显示源自多个光源中的每一个光源的光。

[0088] 在一个实施例中,圆盘限定了相对于光源定位的光圈,使得其在阻挡其余光源的同时显示单个光源。围绕光轴旋转光盘可以显示其它光源,并阻挡先前显示的光源。在这种示例性实施例中,多个光源可以保持在激励状态,而不是循环开和关,并且光圈的旋转可以起到允许各个光源照射在样品上的作用。此外,旋转圆盘可以由计算装置(例如,类似于上述计算装置106)控制,以在多个光源中的每一个光源照亮样品时,协调显示多个光源中的每一个光源,并在单色相机处捕获图像。

[0089] 从单色图像生成彩色视频

[0090] 在被配置成生成彩色图像/视频的成像系统的操作期间(或在采集并存储必要的图像数据之后),将单色图像与LED源照亮信息一起接收(如上所述)。由计算装置106通过编译来自红色、绿色和蓝色单色图像中的每一个的红色、绿色和蓝色像素数据来创建彩色图

像。所得彩色图像中的每个像素均包含来自红色、绿色和蓝色单色图像中相同像素位置的像素数据。可以对各个红色、绿色和蓝色值(或通常为红色、绿色和蓝色单色图像)的强度进行调整,以创建具有良好色彩平衡的彩色图像。可以执行额外的后处理以校正单色图像内的像素偏移,从而确保红色、绿色和蓝色单色图像内的像素数据以这样的方式进行编译:在编译过程中产生的彩色图像中,样品的给定像素区域可以准确地表示出来。

[0091] 在一个实施例中,以相同的强度激励每个LED源并持续相同的时间段,并且单色相机被配置成针对每种颜色使用相同的曝光时间同步捕获单色图像。然而,可以将LED源的强度、LED源被激励的时间段以及单色相机的曝光时间中的每一项调整为期望的结果。例如,这可以通过以下方式来实现:将每个光源激励一定的时间(可能不同),或者在带有光圈的旋转圆盘选择性地显示光源的情况下,根据每个光源所需的曝光时间旋转与每个光源相符的光圈。在一个实例中,期望的结果是具有良好色彩平衡的彩色图像。当将序列彩色图像组合成彩色视频时,使单色图像捕获率最大化可能是有利的,这将减少视频帧之间的潜在延迟。因此,在某些情况下使每种颜色的曝光时间最小化可能是有益的。对LED源的强度的单独调整(例如,有区别地并且具体地增加红色、绿色和蓝色LED源的强度)可以允许所得的彩色图像保持良好的色彩平衡。

[0092] 图7A展示了一个范例168,其用于从红色、绿色和蓝色单色图像的图像流170中生成彩色视频帧序列172。图像流170内的每个单色图像被表示为与图像采集期间使用的LED源颜色相对应的字母(即,“R”代表红色,“G”代表绿色,并且“B”代表蓝色)。如图像流170所示,按循环RGB序列选择性地激励LED源,从而产生“RGBRGBRGBR…”图像流。应当理解,如上所述,可以使用其它序列,或者可以以不同的频率表示颜色之一(例如,RGBRGRGB…、RGBGBRGB…、RGBRBRGB…、RGRBRGRB…、RGBGRGBG…、RBGBRBGB…或类似的颜色)。

[0093] 如图7A所示,彩色视频帧序列172内的第一彩色视频帧包括每个分量颜色R、G和B的第一实例的编译。第二彩色视频帧是“GBR”,即来自第一彩色视频帧的绿色和蓝色单色图像与更新的红色单色图像的编译。第三彩色视频帧是“BRG”,即来自第一彩色视频帧的蓝色单色图像、来自第二视频帧的红色单色图像与更新的绿色单色图像的编译。该范例168可以被概括为三个最新的分量图像的编译(例如,如由与每个图像相关联的时间戳所确定的)。当接收到每个后续的单色图像时,使用两个最新的分量单色图像进行编译,这两个最新的分量单色图像与接收到的单色图像的颜色不对应。作为从图7A推断的一般实例,可以根据与光序列的第一阶段相对应的第一单色图像、与光序列的第二阶段相对应的第二单色图像以及与光序列的第三阶段相对应的第三单色图像来编译第一视频帧。可以将与光序列的重复的第一阶段相对应的第四单色图像与第二图像和第三图像一起进行编译,以生成第二视频帧。同样,可以将与光序列的重复的第二阶段相对应的第五单色图像与第三单色图像和第四单色图像一起进行编译,以生成第三视频帧,并且可以将与光序列的重复的第三阶段相对应的第六单色图像与第四单色图像和第五单色图像一起进行编译,以生成第四视频帧。

[0094] 在一些实施例中,可以基于与每个图像相关联的时间戳(即,按时间顺序),按照单色相机接收到的顺序,或者通过识别与每个接收到的图像关联的颜色并按照定义的序列(例如RGBRGBRGB…)将图像放置在该给定颜色的下一个可用位置内,来对图像流170中接收到的彩色图像进行排序。后者可以基于定时误差或多个图像的重叠接收,防止彩色图像在

分量颜色的预定序列内的无意放置。

[0095] 图7A的范例168可以提供具有最小延迟的高保真度、响应性彩色视频。一旦生成了第一彩色视频帧，该彩色视频的帧速率就等于单色图像捕获率。然而，该范例168可能比其它彩色视频生成范例在计算上更加昂贵。

[0096] 图7B展示了另一个范例174，其用于从红色、绿色和蓝色单色图像的图像流170中生成彩色视频帧序列176。如图所示，彩色视频帧序列176内的第一彩色视频帧包括每个分量颜色R、G和B的第一实例的编译。第二彩色视频帧是“BRG”，即来自第一彩色视频帧的蓝色单色图像与更新的红色和绿色单色图像的编译。第三彩色视频帧是“GBR”，即来自第二彩色视频帧的绿色单色图像与更新的蓝色和红色单色图像的编译。该范例174可以被概括为与至少一个其它合成彩色图像共享至少两个单色图像的合成彩色图像的编译，或更具体地说，最旧的分量彩色图像与两个最新的分量图像的编译。

[0097] 在一般意义上，范例174允许使用共享单色图像数据的合成图像来编译彩色视频帧序列。例如，第一视频帧和第二视频帧可以包含共享相同的两个单色图像但相对于其余单色图像不同的合成图像。作为更详细的实例，第一视频帧和第二视频帧(不一定按时间顺序排列)可以包含共享相同的蓝色和绿色单色图像但各自使用不同的红色单色图像制作的合成图像。

[0098] 图7B的范例174可以提供比图7A的范例168下生成的彩色视频稍微滞后的响应性较差的彩色视频。一旦生成了第一彩色视频帧，该彩色视频的帧速率就等于单色图像捕获率的两倍。然而，该范例174在计算上可以比图7A的范例168更便宜。

[0099] 图7C展示了另一个范例178，其用于从红色、绿色和蓝色单色图像的图像流170中生成彩色视频帧序列180。如图所示，彩色视频帧序列176内的第一彩色视频帧包括每个分量颜色R、G和B的第一实例的编译。每个后续彩色视频帧类似地是“RGB”，即在不使用先前彩色视频帧中表示的任何单色图像的情况下，最新的红色、绿色和蓝色单色图像的编译。该范例174可以被概括为唯一的三重RGB图像的编译。

[0100] 图7C的范例174提供了比在图7A和7B的先前范例168、174下生成的彩色视频更滞后的响应性较差的彩色视频。彩色视频的帧速率相当于单色图像捕获率的三倍。

[0101] 彩色相机包含拜耳滤镜，以确保每个像素在给定的像素位置仅接收单色强度信息。为了创建彩色图像，每个像素位置都需要有关所有三种颜色的信息，因此要使用去马赛克处理在每个像素处插值缺失的颜色信息。此过程会导致图像伪影，其中会发生颜色突然变化或沿样品中存在的锐利边缘。

[0102] 由图7A-7C中概述的彩色图像生成所产生的图像不会受到这些伪影的影响，从而可以为视频提供更好的图像质量，并为不移动的样品提供捕获的图像。对于移动中的样品，在样品移动期间可能会出现一些色带伪影，这是由于单个图像颜色分量信息在时间上较新，因此相对于图像中的其它两种分量颜色而言处于新的位置。这些伪影不可能通过改变彩色图像的生成中所包含的新图像的数量来校正，因为总是在稍微不同的时间采集每个分量图像。

[0103] 在一些实施例中，可以通过保持较高的相机帧速率来减轻色带伪影，较高的相机帧速率将使帧之间的时间差较小(因此移动差较小)。在一些实施例中，可以通过保持样品静止来消除色带，或者可以使用图像处理技术来减轻色带。在一种此类图像处理技术中，可

以确定视频中每个帧的基础偏移,并且在合成彩色视频帧时将补偿偏移应用于每个彩色图像分量。例如,这可以包含确定彩色视频中每个视频帧的竖直和/或水平偏移,并通过调整包括受影响的视频帧的每个单色图像内的竖直和/或水平像素位置(整体或部分)来补偿竖直和/或水平偏移。此类补偿在减少或减轻延迟方面可能是有益的,特别是在具有较慢的视频帧速率的实施例中(例如,如图7C中示出和讨论的)。

[0104] 与使用彩色相机相比,所得彩色图像帧中的某些颜色可能无法清晰地区分。例如,与使用拜耳滤镜的彩色相机生成的图像相比,红色与橙色以及蓝色与紫色往往很难区分。为了帮助区分在RGB LED照亮下看起来相似的颜色,还可以使用额外的LED颜色来补充RGB颜色信息。

[0105] 本文所公开的系统和方法有利地使得能够动态生成单色视频。例如,响应于用户请求,可以通过激励单个LED源并在单色相机处捕获与该颜色相关的曝光率等效的图像,将彩色视频生成(和显示)切换为单色视频生成(和显示)。使用每个随后接收到的单色图像来编译单色视频帧。彩色视频可以按需恢复。接收到彩色视频的请求后,光组件将恢复按序列选择性地激励光源。第一彩色视频帧可以包含在单色视频内拍摄的最后的单色图像作为一个分量,并根据上文讨论的范例或其变体来编译彩色视频帧。

[0106] 应当理解,关于本文的各个实施例描述的特征可以以任何期望的组合形式被混合和匹配。另外,本文所公开或设想的概念可以以其它特定形式来体现。所描述的实施例在所有方面均被认为仅仅是说明性的而非限制性的。因此,范围由所附权利要求书指示,而不是由前述说明书指示。落入权利要求书的等效含义和范围内的所有变化均应涵盖在其范围内。

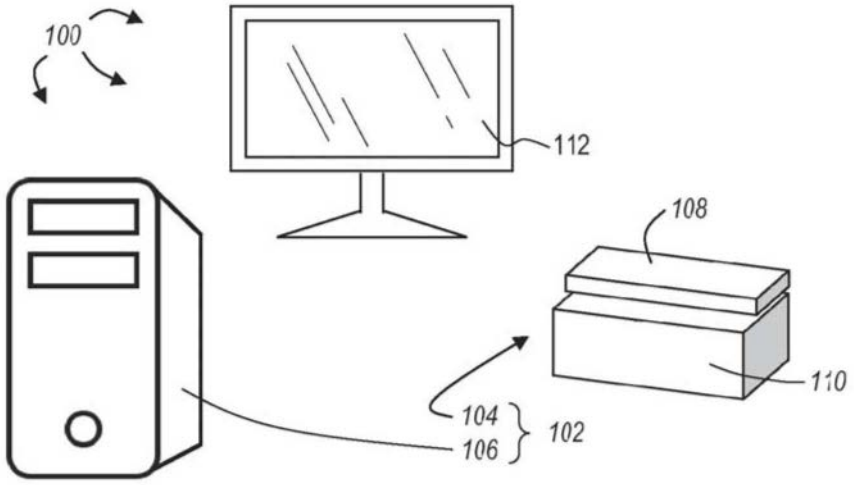


图1

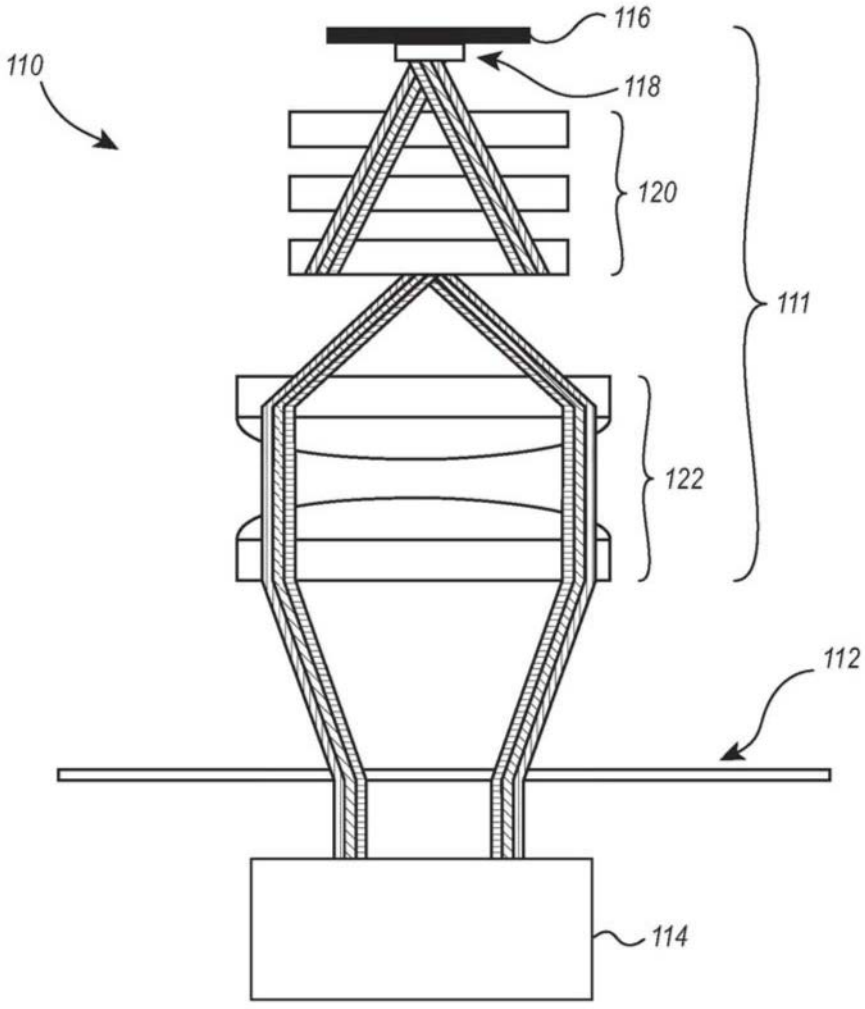


图2

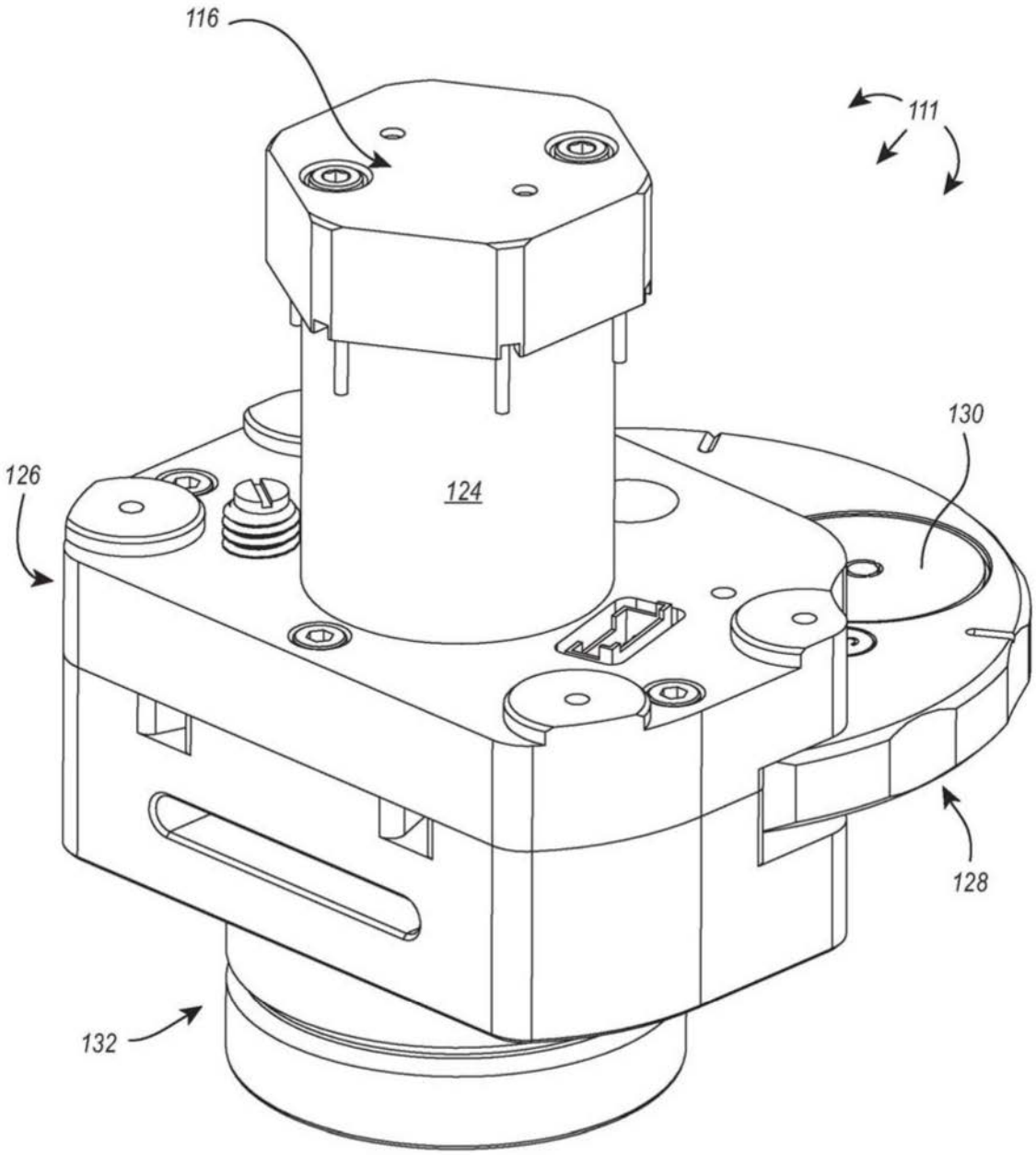


图3

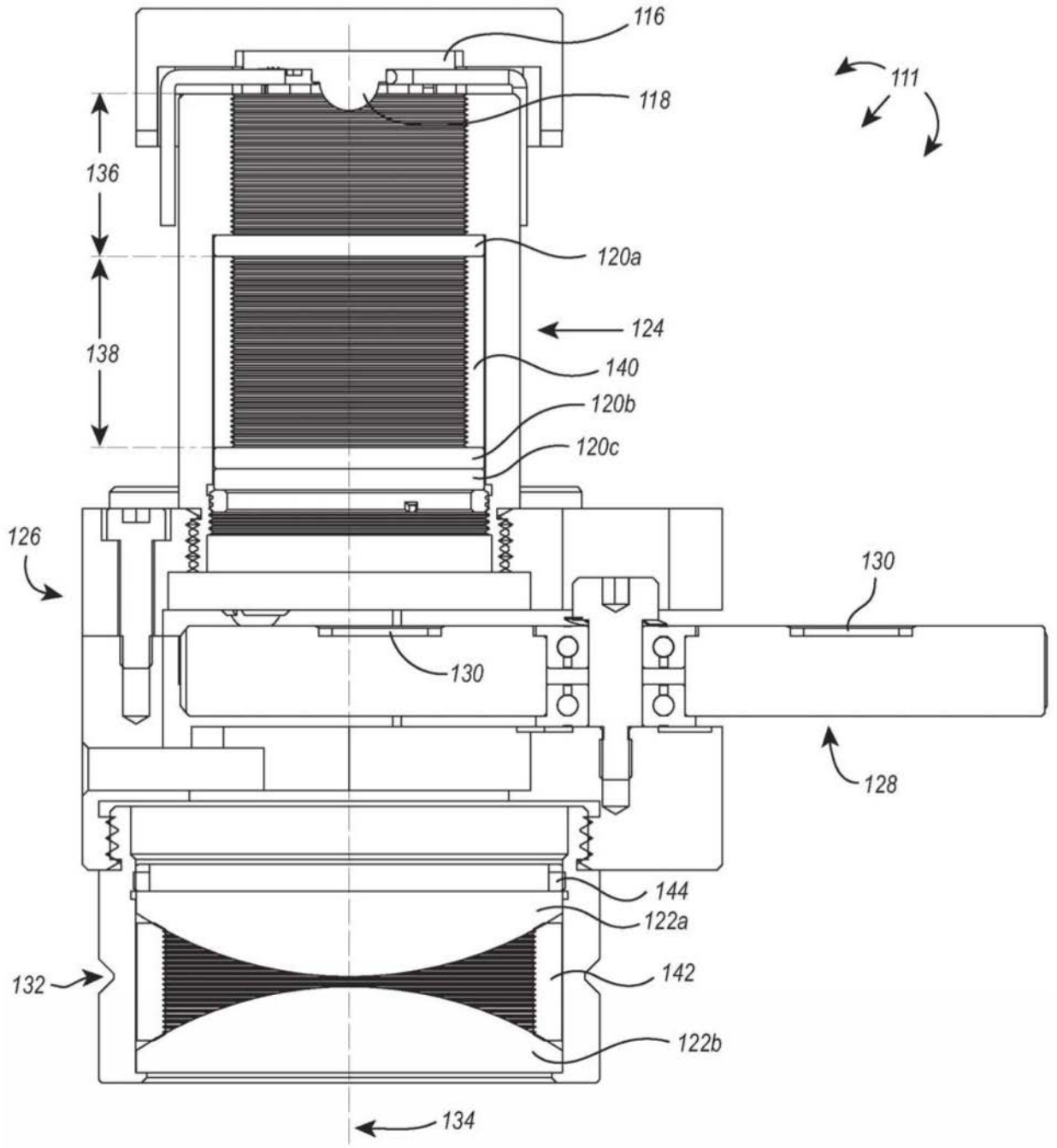

116
118
111
136
120a
124
138
140
120b
120c
126
130
130
128
144
122a
132
142
122b
134

图4

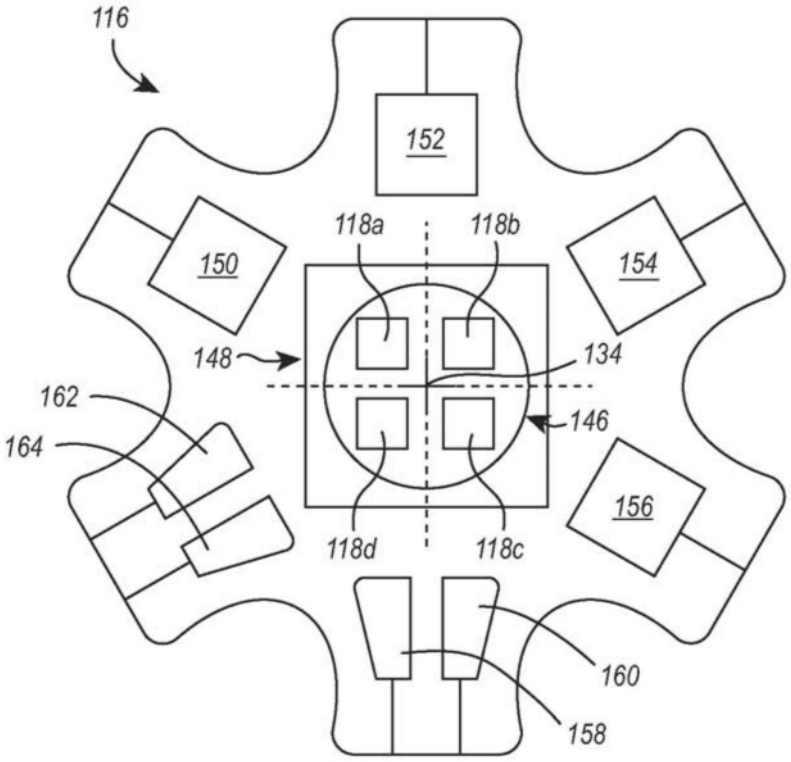

116
152
150
154
118a
118b
148
134
162
164
146
156
118d
118c
160
158

图5

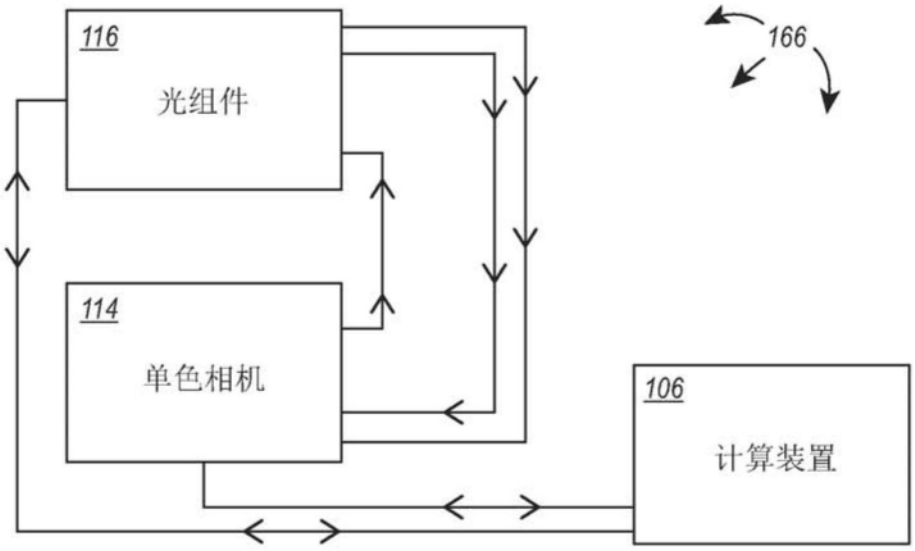

116
光组件
166
114
单色相机
106
计算装置

图6

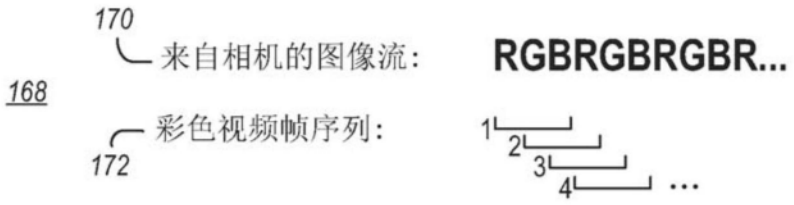

170
来自相机的图像流：
RGBRGBRGBR...
168
彩色视频帧序列：
172
1
2
3
4
...

图7A

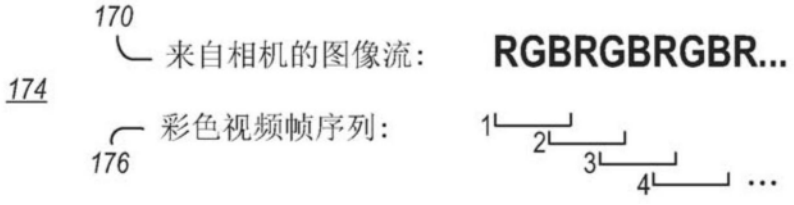

170
来自相机的图像流：
RGBRGBRGBR...
174
彩色视频帧序列：
176
1
2
3
4
...

图7B

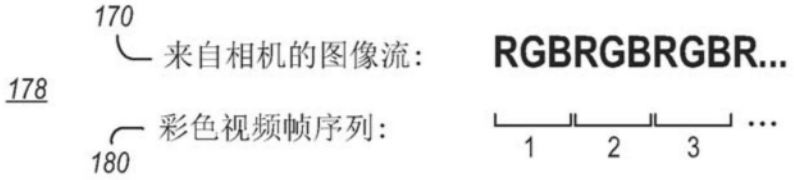

170
来自相机的图像流：
RGBRGBRGBR...
178
彩色视频帧序列：
180
1
2
3
...

图7C