(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112514375 B
(45)授权公告日 2023.04.04

(21)申请号 201980038183.7
(22)申请日 2019.06.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112514375 A
(43)申请公布日 2021.03.16
(30)优先权数据
62/682082 2018.06.07 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/000735 2019.06.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/234504 EN 2019.12.12

(73)专利权人 御眼视觉技术有限公司
地址 以色列耶路撒冷
(72)发明人 O·埃坦 E·贝尔曼
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 瞿文慧 陈岚

(51)Int.Cl.
H04N 23/55(2023.01)
H04N 23/57(2023.01)
H04N 25/13(2023.01)
B60R 1/00(2022.01)

审查员 罗璨

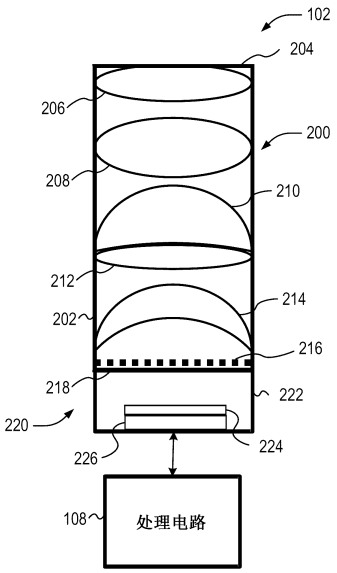
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

高分辨率汽车透镜和传感器

(57)摘要

一种用于汽车应用的相机，其包括透镜系统，所述透镜系统具有调制传递函数(MTF)，所述调制传递函数被调谐成：相较于从蓝色到紫色的光谱范围内的光，以更高的分辨率处理从红色到绿色的光谱范围内的光。相机还包括成像器，所述成像器具有布置成矩阵的像素传感器和包括多个滤色器元件的滤色器矩阵，每个滤色器元件对应于成像器的像素传感器。滤色器矩阵包括红色滤波器元件和黄色滤波器元件，并且黄色滤波器元件的数量大于红色滤波器元件的数量。



CN 112514375 B

1.一种相机模块,所述相机模块具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数MTF,所述相机模块包括:

透镜系统,所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围,所述透镜系统被设计成对于所述绿色到红色光谱范围的光产生比对于所述蓝色到紫色光谱范围的光更高的调制传递函数;

成像器,所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器,以及

位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵,所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件,所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的黄色滤波器元件,

其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置,使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块的所述调制传递函数被增强。

2.根据权利要求1所述的相机模块,其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵,每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和青色滤波器元件。

3.根据权利要求1所述的相机模块,其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵,每个子矩阵包括三个黄色滤波器元件和红色滤波器元件。

4.根据权利要求1所述的相机模块,其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵,每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和绿色滤波器元件。

5.根据权利要求1所述的相机模块,其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵,每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和透明滤波器元件。

6.根据权利要求1所述的相机模块,其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵,每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和蓝色滤波器元件。

7.根据权利要求1-6中任一项所述的相机模块,其中所述透镜系统包括多个光学元件,所述多个光学元件包括合成光学元件,所述合成光学元件具有通过光学胶合剂结合的两个光学子元件。

8.根据权利要求7所述的相机模块,其中所述多个光学元件中的至少一个光学元件包括非球面透镜。

9.根据权利要求1-6中任一项所述的相机模块,其中所述透镜系统包括位于所述透镜系统和所述滤色器矩阵之间的截止滤波器,所述截止滤波器被配置为衰减由所述透镜系统投射到所述滤色器矩阵和成像器上的紫外光谱范围内的光。

10.一种相机模块,所述相机模块具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数MTF,所述相机模块包括:

透镜系统,所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围,所述透镜系统被设计成对于所述绿色到红色光谱范围的光产生比对于所述蓝色到紫色光谱范围的光更高的调制传递函数;

成像器，所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器，以及

位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵，所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件，所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的透明滤波器元件；以及

位于所述透镜系统和所述滤色器矩阵之间的截止滤波器，所述截止滤波器被配置为衰减由透镜系统投射到所述滤色器矩阵和成像器上的蓝色到紫外光谱范围内的光；

其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置，使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块的所述调制传递函数被增强。

11.根据权利要求10所述的相机模块，其中所述截止滤波器还被配置为衰减红外(IR)光谱范围内的光。

12.根据权利要求10所述的相机模块，其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括三个透明滤波器元件和红色滤波器元件。

13.根据权利要求10所述的相机模块，其中所述滤色器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个透明滤波器元件、红色滤波器元件和绿色滤波器元件。

14.根据权利要求10-13中任一项所述的相机模块，其中所述透镜系统包括多个光学元件，所述多个光学元件包括合成光学元件，所述合成光学元件具有通过光学胶合剂结合的两个光学子元件。

15.根据权利要求14所述的相机模块，其中所述多个光学元件中的至少一个光学元件包括非球面透镜。

高分辨率汽车透镜和传感器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 此专利申请基于35 U.S.C § 119(e)要求题为“COST EFFECTIVE LENS AND SENSOR DESIGN FOR HIGH RESOLUTION AUTOMOTIVE APPLICATIONS”并于2018年6月7日提交的美国临时申请序列号62/682,082的优先权的权益,其全部内容由此通过引用结合于本文中。

技术领域

[0003] 本文中描述的实施例一般上涉及图像捕获系统,并且更特定地说,涉及具有汽车应用的透镜、滤色器(color filter)和成像器组件。

背景技术

[0004] 自主或半自主汽车技术(通常被称为汽车中的“自动驾驶”或“辅助驾驶”操作)正在商业和消费级车辆中进行快速开发和部署。这些系统使用传感器的阵列来连续地观察车辆的运动和周围。这些传感器可被用于观察车辆的周围,诸如道路表面和边界、车道标记(lane marking)、其他车辆、行人、物体和危险、标志图样(signage)和其他相关项。

[0005] 包括一个或多个相机的图像捕获传感器对于检测和识别物体、监测其他车辆以及对于读取标志和道路标记是特别有用的。基于相机的系统已被应用于测量三维结构(诸如道路的垂直轮廓)以识别车道标记和路缘,以及检测物体或危险。实践传感器系统被期望于在变化的天气和道路条件下跨广阔的视场可靠地提供高分辨率图像。

发明内容

[0006] 本申请实施例提出了一种具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数(MTF)的相机模块,所述相机模块包括:透镜系统,所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围;成像器,所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器,以及位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵,所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件,所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的黄色滤波器元件,其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置成,使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块的所述MTF被增强。

[0007] 本申请实施例还提出了一种具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数(MTF)的相机模块,所述相机模块包括:透镜系统,所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围;成像器,所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器,以及位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵,所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件,所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的透明滤波器元件;以及位于所述透镜系统和所述滤色器矩阵之间的截止滤波器,所述截止滤波器被配置

为衰减由透镜系统投射到所述滤色器矩阵和成像器上的蓝色到紫外光谱范围内的光;其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置成,使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块的所述MTF被增强。

附图说明

[0008] 在不一定按比例绘制的附图中,相似数字可以在不同的视图中描述类似的组件。具有不同字母后缀的相似数字可以表示类似组件的不同实例。附图通过示例而非限制的方式一般示出了本文档中讨论的各种实施例。

[0009] 图1是包括根据示例实施例的汽车相机的车辆的侧视图。

[0010] 图2是示出根据示例实施例的汽车相机的组件的切开侧视图。

[0011] 图3A是根据示例实施例的滤色器矩阵的俯视图。

[0012] 图3B是与波长相对量子效率(QE)的曲线图,其示出了根据示例实施例的成像器的特性。

[0013] 图4A、4B和4C是与根据示例实施例的透镜系统的视场角相对的调制传递函数(MTF)的曲线图。

[0014] 图5A、5B、5C、6A、6B、6C、7A、7B和7C是与根据示例实施例的透镜系统的焦点位移(focus shift)距离相对的MTF的曲线图。

具体实施方式

[0015] 以下详细描述参考了附图。在不同的附图中可以使用相同的参考数字来标识相同或相似的元件。在以下描述中,出于解释而非限制的目的,阐述了特定细节,诸如特定的结构、架构、接口、技术等,以便提供对各种实施例的各个方面的透彻理解。然而,对于受益于本公开的本领域技术人员来说显而易见的是,各种实施例的各个方面可以在偏离于这些特定细节的其他示例中被实行。在某些实例下,省略了对众所周知的设备、电路和方法的描述,以致于不会用不必要的细节模糊各种实施例的描述。

[0016] 以下描述的实施例实现了相机透镜和滤色器矩阵,其被调谐到红色到绿色光谱范围内的光,而不考虑蓝色光谱范围内的光。红色到绿色光谱范围被用于汽车应用中,以执行许多感测功能,所述功能包括但不限于,感测红色、黄色和绿色交通信号,感测其他车辆的制动灯的激活,识别和读取道路标志和车道标记,以及识别障碍物。这些任务都不依赖于蓝色光谱范围内的光。此外,忽略蓝色光谱范围的透镜系统可以在红色、黄色和绿色光谱范围内产生更聚焦的图像,从而提高由相机捕获的图像的分辨率。

[0017] 有源像素传感器(APS)成像器(诸如互补金属氧化物半导体(CMOS)成像器)对包括从400nm至700nm的可见光谱的宽范围的波长敏感。由APS成像器捕获的图像表示可见光谱中的所有波长以及红外(IR)和紫外(UV)光谱中的波长。为了捕获彩色图像,APS成像器可以采用一个或多个截止滤波器(cut filter)来衰减IR和UV光谱中的波长,并采用以特定模式布置在成像器的各个像素传感器前面的滤色器矩阵。模式包括多个彩色像素滤波器元件,以将可见光谱的不同部分中的光传递到APS成像器的不同像素传感器。虽然本文中描述的实施例使用APS成像器,但是其他实施例可以使用其他类型的成像器,例如电荷耦合器件(CCD)成像器。

[0018] 滤色器元件可以包括红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)像素滤波器元件,所述元件以跨APS成像器的所有像素传感器位置在垂直上和水平上重复的模式来布置。由像素传感器捕获的信号被组合以生成即使在弱光环境下也具有良好分辨率和适当色彩再现的图像。例如,Bayer滤波器使用两倍于以RGGB 2×2(two-by-two)矩阵模式布置的红色和蓝色滤波器的绿色像素滤波器,使得模式的一行包括交替的R和G滤波器,并且模式的下一行包括交替的G和B滤波器。备选的滤波器模式使用互补的滤色器元件,诸如青色(Cy)、黄色(Y)和品红色(M)。R、G和B像素滤波器各自把到达相应像素传感器的光量降低大约2/3,而Cy、Y和M像素滤波器把到达像素传感器的光量降低大约1/3。

[0019] 没有滤色器并因此允许所有入射光到达像素传感器的单色传感器与具有滤色器矩阵的成像器相比具有显著更好的低光性能。实现良好低光性能并仍保留一些彩色信息的一种滤波器矩阵仅使用红色和透明滤色器元件。例如,已经为汽车应用开发了RCCC(红色、透明、透明、透明)滤波器矩阵。这种滤波器没有G或B滤波器元件,并且具有在每隔一行中仅覆盖每隔一个像素传感器的R滤波器元件。R滤波器元件允许使用这种滤波器的相机系统检测红色交通信号和其他车辆的制动光。然而,缺乏G滤波器使得包括RCCC滤波器矩阵的光学系统难以感测其他色,诸如黄色交通标志和/或黄色和绿色交通信号。

[0020] 除了成像器之外,汽车相机还包括透镜系统,其将来自场景的光聚焦到成像器上。期望的是,这种透镜系统在宽视场上提供高分辨率图像。由透镜系统投影的图像的分辨率是透镜系统的空间频率响应的函数。光学系统的空间频率响应可以按照系统的调制传递函数(MTF)来指定。MTF是光学传递函数(OTF)的模数,其指定了光学系统如何影响从场景投射到检测器阵列上的光的振幅和相位。OTF是点扩散函数(PSF)的傅立叶变换。PSF是光学系统的脉冲响应(例如,从理想点源产生的图像)。因为OTF是傅立叶变换,所以它是在实平面和虚平面两者上都有值的复函数。MTF是复OTF的模数(例如,绝对值)。MTF忽略了传递函数的相位部分,其提供了所投影光的振幅跨相关光谱如何变化的测量。OTF和MTF两者指定了光学系统对通过光学系统的周期性正弦波模式的响应。这种响应是正弦波模式的空间频率或周期以及方位两者的函数。

[0021] 本文中描述的OTF和MTF测量可以指定特定的分辨率。分辨率可被指定为每毫米循环(CYC/mm)或每毫米线对(lp/mm)。能够分辨10μm特征的透镜系统具有100 lp/mm的分辨率。因此,在100 lp/mm下具有80%的MTF的透镜系统可以投影每毫米具有200线的图像,所述图像与原始图像相比被稍微模糊。

[0022] 图1是具有包括处理电路108的相机102的示例车辆104的框图。相机102被固定在车辆104上,并监测车辆104的环境。在示例中,处理电路108被集成到相机102中。图1示出了以示例方式作为安装在挡风玻璃后的前视相机的相机。然而,本文中描述的相机组件可以被用于安装在车辆104内部或外部的后向或侧向相机。

[0023] 在示例系统中,处理电路108借助于从相机102获得的图像来执行车辆环境建模。在图1中所示的示例中,车辆环境建模可以包括对道路表面106、障碍物、阻塞和移动实体(例如,其他车辆、行人、动物等)进行建模。然而,可以设想的是,相机102或其他相机(未示出)可以被用于对交通信号、道路标志和环境条件建模。这些模型可以由处理电路108直接使用,或者借助于另一个管理系统(未示出)使用,以基于所感测的环境条件来调整车辆104的操作参数。例如,处理电路可以使用相机102来监测道路表面106上的车道标记,并且在检

测到车辆104正穿过车道标记时警告驾驶员。例如，为了执行对道路表面106的建模，处理系统108被布置成获得表示道路表面106的图像的时间顺序序列。

[0024] 图2是可被用作图1中所示的相机102的示例相机的组件的示意图。示例相机102包括耦合到成像器系统220的透镜系统200。透镜系统200被包含在具有前盖玻璃204和后盖玻璃218的透镜镜筒202中。示例透镜系统200包括第一双凸透镜206、第二双凸透镜208、包括正弯月形透镜210和双凸透镜212的组合透镜以及第二正弯月形透镜214。透镜系统200还包括截止滤波器216，其衰减从透镜系统200投射到成像器系统220上的IR和UV光谱范围内的光。因为透镜系统200被配置为对红色到绿色光谱范围内的光提供相对大的MTF，所以截止滤波器216可被配置为除了衰减IR和UV光谱范围内的光之外，还衰减蓝色光谱范围内的光的至少一部分。透镜元件206、208、210、212和/或214中的任一个可以是球形或非球形元件。形成组合透镜的透镜210和212可以通过光学胶合剂结合或者通过空气分离。这种透镜配置是一种可能的配置。可以使用满足下面参考表1、2和3描述的设计规则的其他配置来代替透镜系统200。

[0025] 成像器系统220包括壳体222、滤色器矩阵224和APS图像传感器226，所述APS图像传感器226可以是CMOS传感器。滤色器矩阵224和成像器226的相对尺寸被放大，以帮助对成像器系统220的描述。成像器226位于相对于壳体222中的透镜系统200的位置，使得来自场景的图像通过滤色器矩阵224聚焦到成像器226的顶表面上。由成像器226捕获的像素数据被提供给处理电路108，所述处理电路108也可以控制成像器226的操作。

[0026] 根据示例实施例，成像器系统220的滤色器矩阵224是RYYCy滤波器矩阵。滤色器矩阵224的示例布局在图3A中被示出。常规滤色器(诸如RGGB滤波器矩阵或CyYYM滤波器矩阵)产生跨越从红色到蓝色的光谱的图像。然而，如上所述，这些滤波器将到达像素传感器的光量降低1/3或2/3。光量中的这种降低导致了针对成像器的降低的量子效率(QE)。成像器的QE是由成像器从撞击成像器的光子中产生的电子的比率，因此，QE是成像器将光子转换成电子的效率的测量。RYYCy滤波器矩阵是一个示例矩阵。可以使用的其他滤波器矩阵包括RYYB、RYYY、RYYG和RYYC。如果截止滤波器216被调谐成衰减蓝色光谱范围内的光以及IR和UV光谱范围内的光，则可以使用其他示例滤波器矩阵。在这种实例下，当与诸如如上所述的透镜系统200的透镜系统一起使用时，RCCC或RCCB滤波器矩阵可以产生可接受的图像，所述透镜系统200的MTF被配置用于光谱的红色到绿色范围。

[0027] 如本文中所述，对于汽车应用，来自蓝色光谱范围的图像数据可能不如来自红色到绿色光谱范围的图像数据重要。一种在不增加透镜孔径的情况下增加成像器的量子效率的方法是设计一种透镜，该透镜被配置为在红色到绿色光谱范围内产生比在蓝色光谱范围内更锐利的图像，并提供与透镜匹配的滤色器。

[0028] 当混光时，黄光是红光和绿光的组合。在示例实施例中，成像器滤色器矩阵224被设计成与透镜系统200匹配，并且透镜系统200和滤色器矩阵224两者被配置为比起蓝色到紫色光谱范围内的光强调红色到绿色光谱范围内的光。如上所述，RCCC滤波器矩阵目前被用于许多汽车应用。根据示例实施例的滤色器矩阵224使用黄色滤波器元件代替透明滤波器元件，使得黄色滤波器元件下的成像器像素位置提供来自成像器的大部分信息。处理电路108当在RCCC滤波器矩阵中使用红色滤波器元件来检测尾灯。因为黄色滤波器元件和红色滤波器元件之间的差不如透明滤波器元件和红色滤波器元件之间的差强，所以示例滤色

器矩阵224也使用青色滤波器元件。青色滤波器元件还帮助处理系统108区分红色和橙色。示例滤色器矩阵224是RYYCy滤波器矩阵，所述矩阵的示例在图3A中被示出。如所示的，滤波器包括在水平上和垂直上重复的R、Y和Cy滤波器元素的模式。模式包括布置成2×2子矩阵的四个滤波器元件，即，R滤波器302、第一Y滤波器304、第二Y滤波器306和Cy滤波器308。2×2子矩阵跨成像器226的表面在水平和垂直两者上重复。

[0029] 图3B示出了使用RYYCy滤波器矩阵224的传感器的示例QE。QE取决于用于实现滤波器的染料(dye)和没有滤色器矩阵224的APS成像器的特性。因此，特定传感器的QE可能与图3B中所示的QE显著不同。曲线322表示传感器对于青色光谱范围内的光子的QE。曲线324和326表示传感器对于黄色到绿色光谱范围内的光子的QE，而曲线328表示传感器对于红色光谱范围内的光子的QE。图3B中所示的曲线中的每个对应于图3A中所示的2×2子矩阵中的像素位置。子矩阵的四个像素位置产生分离的信号，所述信号由处理电路108组合以生成例如，红色、绿色和蓝色或品红色、黄色和青色的三色信号。图3B示出了QE从525nm(对应于黄光)附近的约百分之70的峰值下降到800nm(对应于近红外光)处的约百分之50。注意的是，黄色峰值高于红色和青色峰值。另外，图3B示出了黄色像素的QE在475 nm处下降到一半，使得从400 nm到500 nm的蓝色到紫色光谱范围不会显著影响红色到绿色光谱范围内的光的感测。因为RYYCy滤波器矩阵使用红色滤波器来代替CyYYM滤波器矩阵的品红色滤波器，所以图3B中所示的红色、黄色和青色曲线的形状可能与CyYYM滤波器的对应曲线不同。然而，针对不同光谱范围的截断(cutoff)波长是类似的。

[0030] RYYCy滤色器矩阵224不同于诸如RGGB、CyYYM和RCCC的现有模式。与被设计成不考虑蓝色到紫色光谱范围的透镜系统200组合的滤波器矩阵224实现了图1中所示的相机102。根据示例实施例，透镜系统200可以被聚焦以实现红色到绿色光谱范围内的光的良好MTF值，但是实现蓝色到紫色光谱范围内的光的相对降低的MTF。因为成像器系统220使用具有红色滤波器元件的滤色器矩阵224，而不是标准CyYYM滤波器矩阵中的品红色滤波器元件，所以由成像器阵列226提供的红色滤波的像素与黄色滤波的像素一样处于良好的焦点。由于覆盖这些像素的滤色器元件包括显著的蓝色组分并且透镜系统的MTF被设计成对红色到绿色光谱范围的光产生比蓝色到紫色光谱范围的光更高的MTF，所以出现离焦(out of focus)的像素仅是青色滤波的像素。如果单色分辨率目标的图像是用透镜系统(该透镜系统如下所述的来设计)捕获的，并且RYYCy彩色矩阵如图3A中所示，则仅包括红色像素数据的子采样图像将显著比仅包括青色像素数据的子采样图像更锐利，即使成像器包括具有红色滤波器元件和青色滤波器元件的相同数量的像素。

[0031] 诸如图2中所示的透镜系统200的示例透镜系统可根据下表1、2、3中所示的设计规则来设计。表1示出了对于透镜设计的波长加权。表2示出了用于具有表1中所示的波长加权的透镜设计的多色MTF，而表3示出了截止滤波器216的参数，所述截止滤波器216被配置为衰减具有小于可在410nm和395nm之间范围的截断波长的波长的UV光，并且衰减具有大于可在690nm和705nm之间范围的截断波长的波长的IR光。如上所述，在一些实施例中，截止滤波器216可被配置为衰减具有小于约500nm的波长的光，以衰减蓝色到紫色光谱范围内的光以及UV光谱范围内的光。

[0032]

表1	
波长[nm]	权重
660	24
588	75
550	100
510	66

表2	
视场[deg]	MTF[在120 LP/mm下的%]
0	80
20	75
40	70
50	65
60	65

表3	
波长范围[nm]	透射率[%]
＜395	＜1
＜410＜690	＞95
＞705	＜2

[0033] 这些设计规则规定了在其中红色到绿色光谱范围内的光的焦点在60度的视场上被强调的透镜系统。相较于对红色波长或蓝色波长，表1中所示的加权设计规则对黄色波长寄予了更多权重。因此，表1-3中所示的视场设计规则规定了跨透镜系统的视场对于至少红色到绿色光谱范围内的光的相对高MTF。可以由相机102的处理系统108使用这样的透镜系统来识别跨相机102的视场的感兴趣的项。

[0034] 图4A示出了在如图3A中所示的与黄色滤波器元件304和306相关联的510nm到660nm波长范围的透镜的60度视场上的设计MTF(例如，设计OTF的模数)。曲线412表示切向平面中的MTF，而曲线414表示矢状平面中的MTF。切向响应涉及传播方向上的光，而矢状响应涉及与传播方向垂直的光。曲线412和414表示在120 lp/mm的分辨率下的示例透镜系统的空间频率响应。如图4A中所示的，针对120 lp/mm，设计MTF在FOV中心中不小于0.8(百分之80)，并且设计MTF跨60度FOV大于0.5。

[0035] 图4B示出了针对蓝色范围内(在约450nm)波长的MTF。曲线422示出切向响应，而曲线424示出矢状响应。如图4B中所示，同样在120 lp/mm的分辨率下，MTF贯穿FOV小于0.5或甚至小于0.4。

[0036] 图4C示出了使用针对从436nm至656nm可见光谱的标准加权的透镜的设计MTF。如图4C中所示，在FOV的中心，切向MTF小于0.8，而在FOV中的许多其他角度，FOV小于0.5。

[0037] 图5A、5B和5C示出了针对510nm到660nm范围内的光(例如，红色到绿色光谱范围内

的光)的MTF作为根据表1、2和3中所示的设计规则设计的示例透镜系统200的焦点位移的函数。图5A、5B和5C中所示的MTF值是处于120 lp/mm的分辨率下。图5A示出了在FOV 中0度下的焦点响应。图5B示出了在FOV中30度下的焦点响应,而5C示出了在FOV中60度下的焦点响应。因为图5A示出了在0度下的响应,切向曲线和矢状曲线重合,并由曲线502表示。在图5B和5C中,曲线512和522示出了相应的切向焦点响应,而曲线514和524示出了相应矢状焦点响应。图5A、5B和5C示出了510nm至660nm光谱范围内的光的大约0mm的焦点位移。

[0038] 图6A、6B和6C示出了针对根据表1、2和3中所示的设计规则设计的透镜系统200对于在大约450nm的光(例如,蓝光)的焦点响应(例如,与焦点位移相对的MTF)。图6A、6B和6C也是处于120 lp/mm的分辨率下。图6A中的曲线602示出了在FOV中0度下蓝光的切向和矢状焦点响应。图6B的曲线612和614分别示出了在FOV中30度下透镜系统200对蓝光的切向和矢状焦点响应,并且图6C的曲线622和624示出了在FOV中60度下透镜系统200对蓝光的切向和矢状焦点响应。将图6A、6B和6C相应与图5A、5B和5C进行比较,示出了蓝光的焦点相对于红色到绿色光谱范围内的光的焦点在FOV中0度下位移约0.01mm。注意的是,焦点中的位移对于FOV中更向外的角度(例如,30度和60度)甚至更大。

[0039] 图5A-6C示出了根据表1、2和3中所示的设计规则设计的透镜系统对于蓝色到紫色光谱范围内的光表现不佳。然而,对于红色到绿色光谱范围内的光,针对FOV的各种角度的MTF的峰值集中在相同的焦点位移区域周围。因此,红色到绿色光谱范围内的光可以在相同时间跨整个FOV达到焦点。

[0040] 图7A-7C示出了对于生产透镜系统200针对红色到绿色光谱范围(例如,从大约430nm到大约660nm)内的光的焦点响应。如同图5A-6C所示的情况一样,图7A-7C中所示的MTF是处于120 lp/mm的分辨率下,并且处于相应为0度、30度和60度的FOV角下。在图7A中,曲线702表示透镜系统200在切向和矢状平面两者中的焦点响应。在图7B和7C中,曲线712和722表示透镜系统200在切向平面中的相应焦点响应,而曲线714 和724表示透镜系统200在矢状平面中的相应焦点响应。图7A-7C中所示的示例MTF值低于上述参考图5A-5C的设计值,因为生产响应反映了包含制造公差。然而,注意的是,在0mm的焦点位移下,在FOV中心,透镜系统200的MTF仍然大于0.60,而在FOV中30度和60度两者下,MTF都大于0.55。虽然未示出,但是在FOV的一些部分中,对于在120 lp/mm下蓝色到紫色光谱范围内的光,生产透镜系统200的MTF可以在红色到绿色光谱范围内的光的MTF的百分之50到百分之60之间。例如,在FOV中心下,对于蓝色到紫色光谱范围内的光的MTF可以小于0.35,在30度下MTF可以小于0.33,而在60度下对于蓝色到紫色光谱范围内的光的MTF可小于0.30。这些值假设透镜系统200是基于聚焦的,以获得对于红色到绿色光谱范围内的光的相对高的MTF。

[0041] 示例

[0042] 示例1是一种具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数(MTF)的相机模块,所述相机模块包括:透镜系统,所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围;成像器,所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器,以及位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵,所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件,所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的黄色滤波器元件,其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置成,使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块

的所述MTF被增强。

[0043] 在示例2中，示例1的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和青色滤波器元件。

[0044] 在示例3中，示例1-2的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括三个黄色滤波器元件和红色滤波器元件。

[0045] 在示例4中，示例1-3的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和绿色滤波器元件。

[0046] 在示例5中，示例1-4的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和透明滤波器元件。

[0047] 在示例6中，示例1-5的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个黄色滤波器元件、红色滤波器元件和蓝色滤波器元件。

[0048] 在示例7中，示例1-6的主题包括，其中所述透镜系统被设计成对黄色光谱范围内的光的加权高于对红色和蓝色光谱范围内的光的加权。

[0049] 在示例8中，示例1-7的主题包括，其中所述透镜系统包括多个光学元件，所述多个光学元件包括具有通过光学胶合剂结合的两个光学子元件的合成光学元件。

[0050] 在示例9中，示例8的主题包括，其中所述多个光学元件中的至少一个光学元件包括非球面透镜。

[0051] 在示例10中，示例1-9的主题包括，其中所述透镜系统包括位于所述透镜系统和所述滤色器矩阵之间的截止滤波器，所述截止滤波器被配置为衰减由所述透镜系统投射到所述滤色器矩阵和成像器上的紫外光谱范围内的光。

[0052] 在示例11中，示例10的主题包括，其中所述截止滤波器还被配置为衰减蓝色到紫色光谱范围内的光。

[0053] 在示例12中，示例10-11的主题包括，其中所述截止滤波器还被配置为衰减红外(IR)光谱范围内的光。

[0054] 示例13是一种具有被调谐成在绿色到红色光谱范围内比在蓝色到紫色光谱范围内更好的调制传递函数(MTF)的相机模块，所述相机模块包括：透镜系统，所述透镜系统相对于所述蓝色到紫色光谱范围被优先配置用于所述绿色到红色光谱范围；成像器，所述成像器包括排列成矩阵的多个像素传感器，以及位于所述透镜系统和所述成像器之间的滤色器矩阵，所述滤色器矩阵具有位置上对应于所述成像器的所述多个像素传感器的多个滤波器元件，所述滤波器元件包括比红色滤波器元件更多数量的透明滤波器元件；以及位于所述透镜系统和所述滤色器矩阵之间的截止滤波器，所述截止滤波器被配置为衰减由透镜系统投射到所述滤色器矩阵和成像器上的蓝色到紫外光谱范围内的光；其中所述成像器相对于所述透镜系统被配置成，使得对于所述光谱的所述绿色到红色部分所述相机模块的所述MTF被增强。

[0055] 在示例14中，示例13的主题包括，其中所述截止滤波器还被配置为衰减红外(IR)光谱范围内的光。

[0056] 在示例15中，示例13-14的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括三个透明滤波器元件和红色滤波器元件。

[0057] 在示例16中，示例13-15的主题包括，其中所述滤波器矩阵包括跨所述成像器的所述像素传感器在水平上和垂直上重复的多个2×2子矩阵，每个子矩阵包括两个透明滤波器元件、红色滤波器元件和绿色滤波器元件。

[0058] 在示例17中，示例13-16的主题包括，其中所述透镜系统被设计成对黄色光谱范围内的光的加权高于对红色和蓝色光谱范围内的光的加权。

[0059] 在示例18中，示例13-17的主题包括，其中所述透镜系统包括多个光学元件，所述多个光学元件包括具有通过光学胶合剂结合的两个光学子元件的合成光学元件。

[0060] 在示例19中，示例18的主题包括，其中所述多个光学元件中的至少一个光学元件包括非球面透镜。一个或多个实现方式的前述描述提供了说明和描述，但并不旨在穷举或将实施例的范围限制为所公开的精确形式。按照上述教导，修改和变化是可能的，或者可以从实施例的各种实现方式的实践中获得。

[0061] 提供了摘要以符合37 C.F.R 节1.72(b)，37 C.F.R 节1.72(b)要求将允许读者确定技术公开的性质和要点的摘要。摘要是基于这样的理解被提交的：它将不被用于限制或解释权利要求的范围或含义。

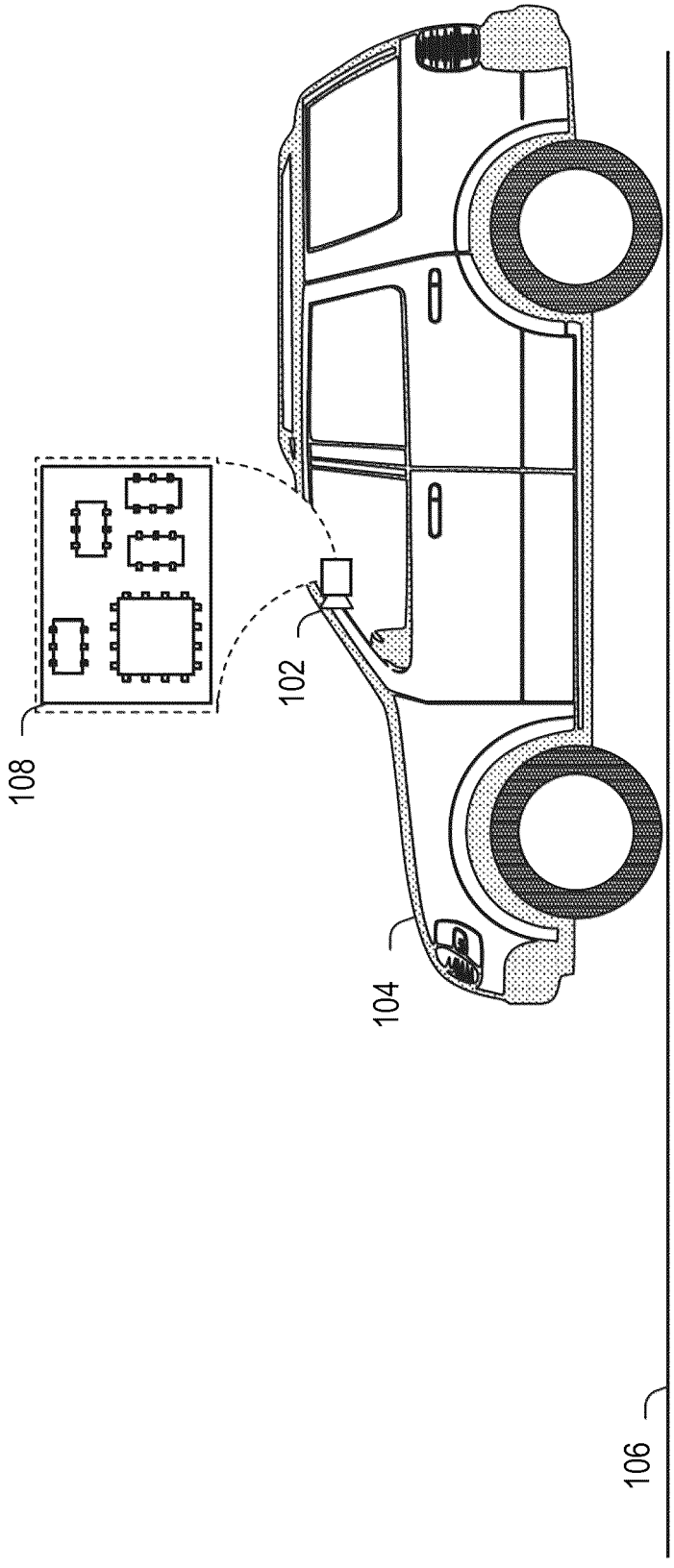


图 1

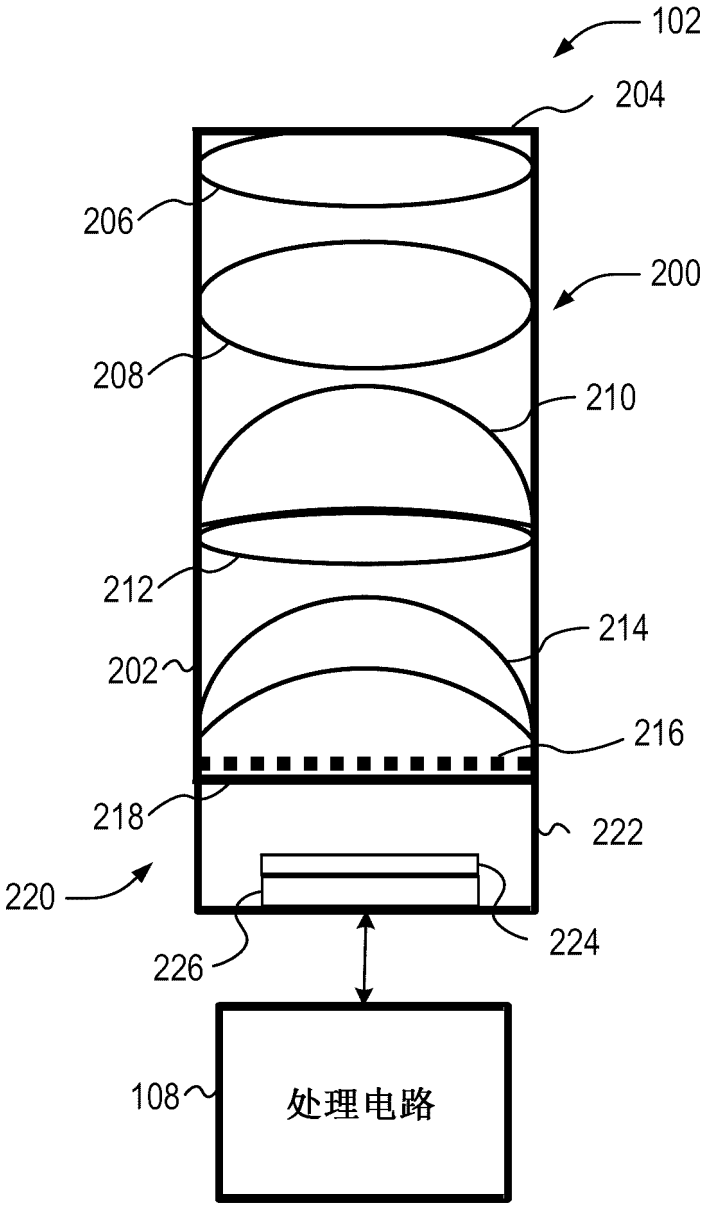

102
204
206
200
208
210
212
214
202
216
218
222
220
224
226
108
处理电路

图 2

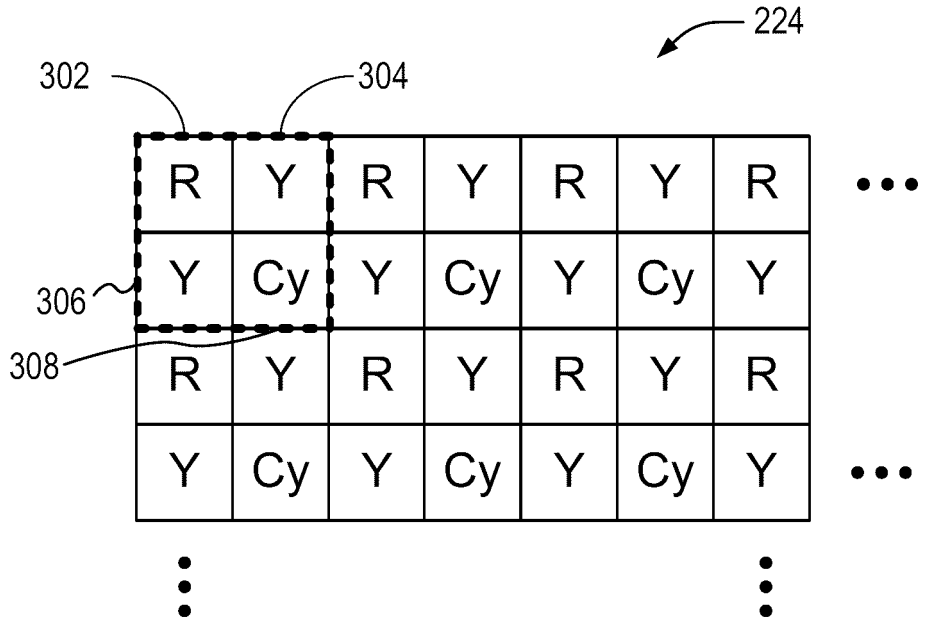

224
302
304
306
308
R Y R Y R Y R
Y Cy Y Cy Y Cy Y
R Y R Y R Y R
Y Cy Y Cy Y Cy Y

图 3A

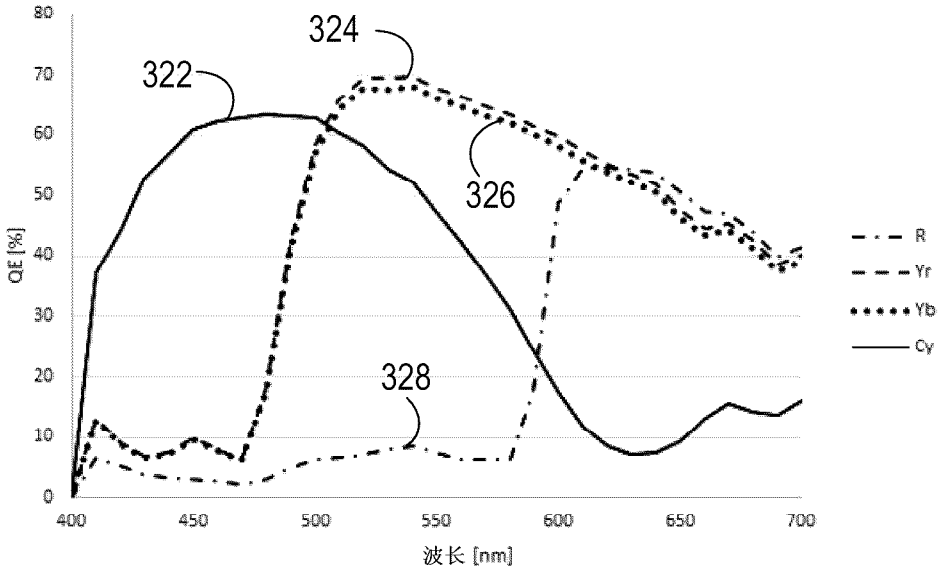

324
322
326
328
QE [%]
波长 [nm]
R
Yr
Yb
Cy

图 3B

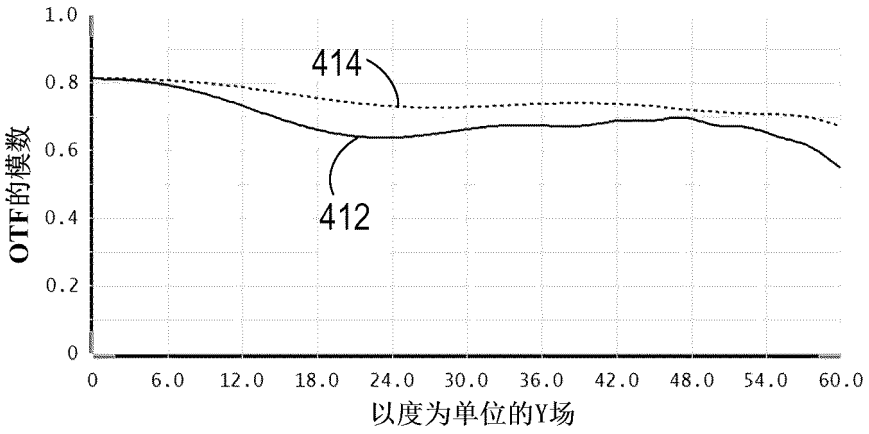

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
414
412
0
6.0
12.0
18.0
24.0
30.0
36.0
42.0
48.0
54.0
60.0
以度为单位的Y场

图 4A

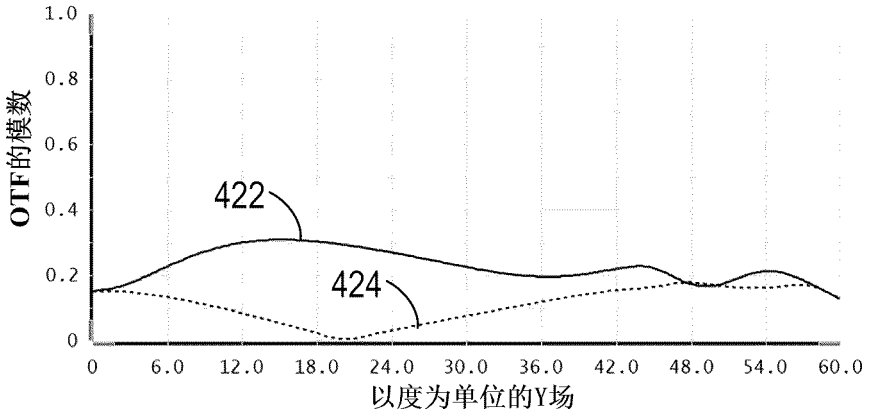

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
422
424
0
6.0
12.0
18.0
24.0
30.0
36.0
42.0
48.0
54.0
60.0
以度为单位的Y场

图 4B

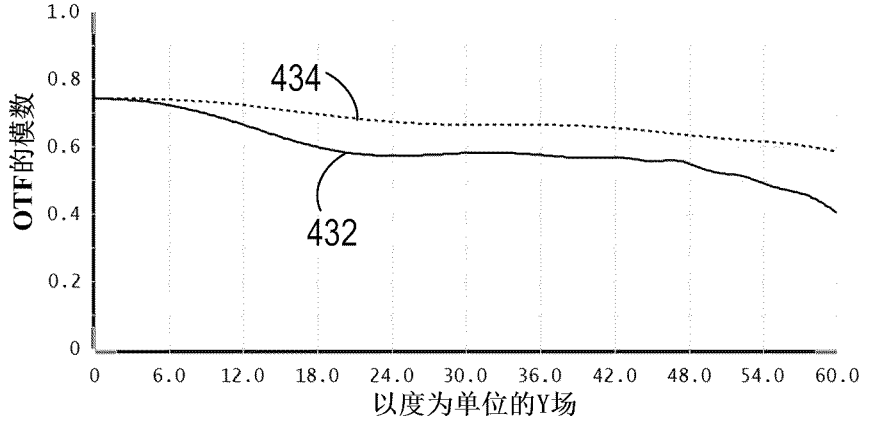

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
434
432
0
6.0
12.0
18.0
24.0
30.0
36.0
42.0
48.0
54.0
60.0
以度为单位的Y场

图 4C

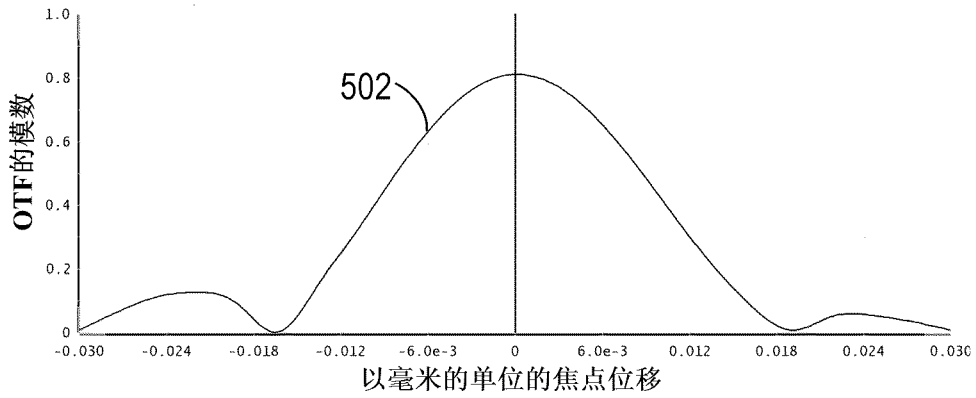

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
502
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 5A

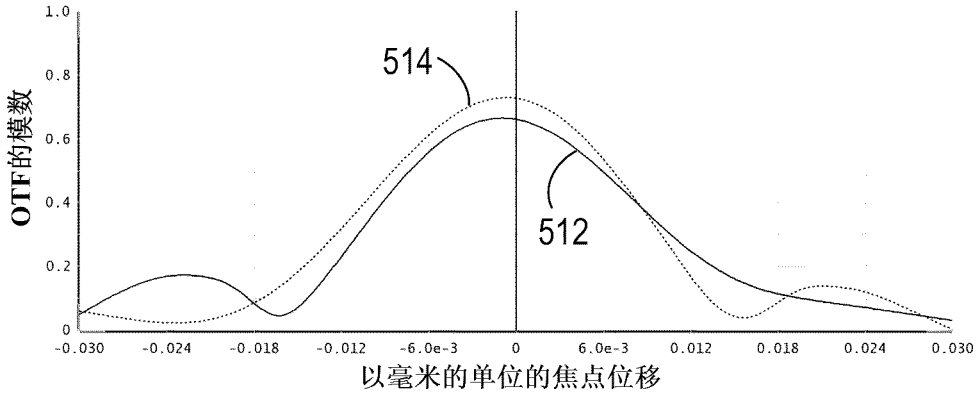

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
514
512
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 5B

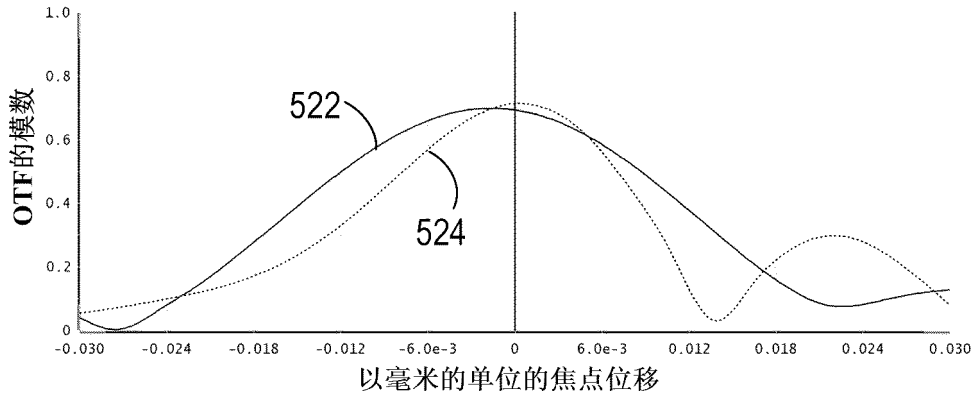

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
522
524
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 5C

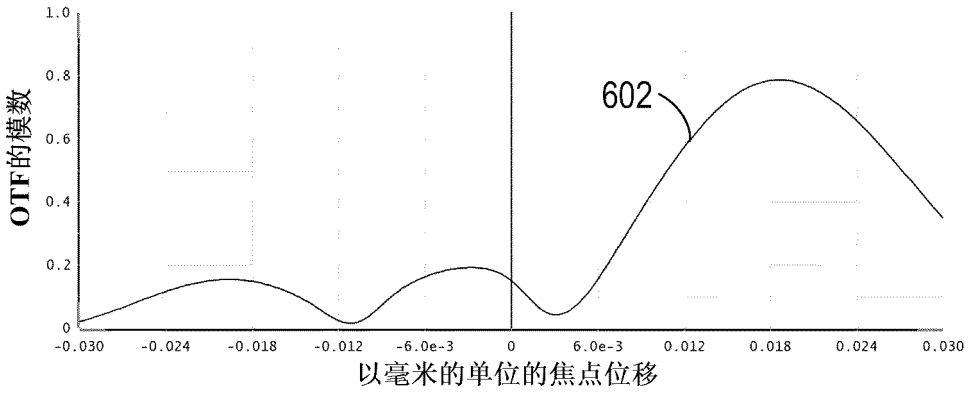

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
602
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 6A

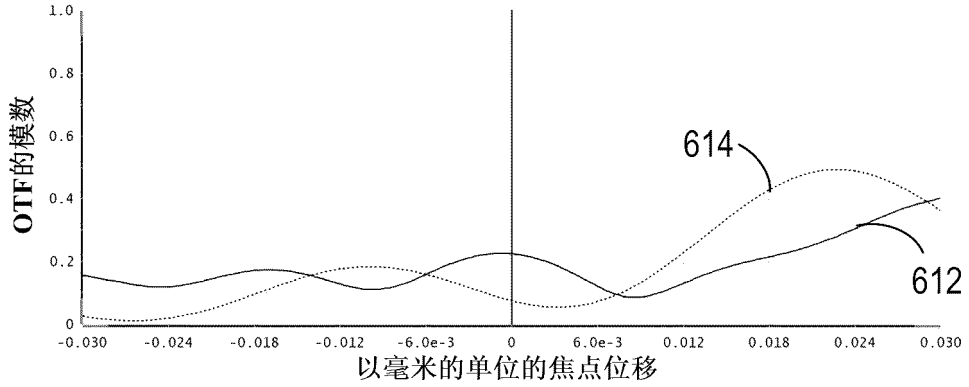

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
614
612
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 6B

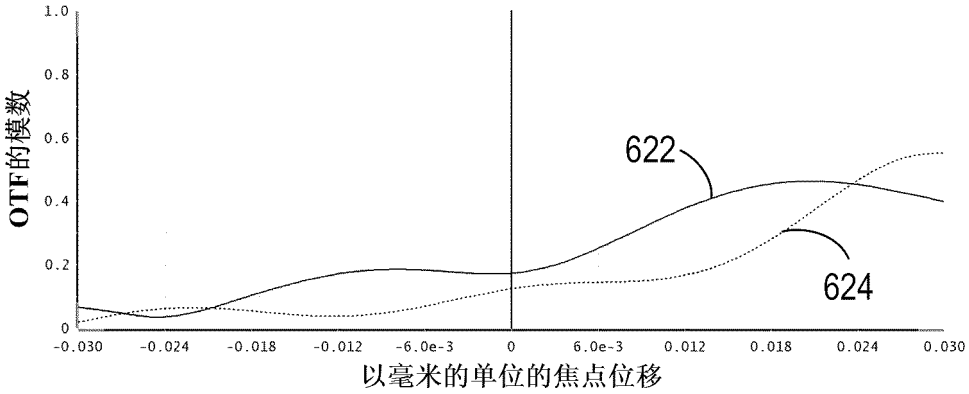

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
622
624
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 6C

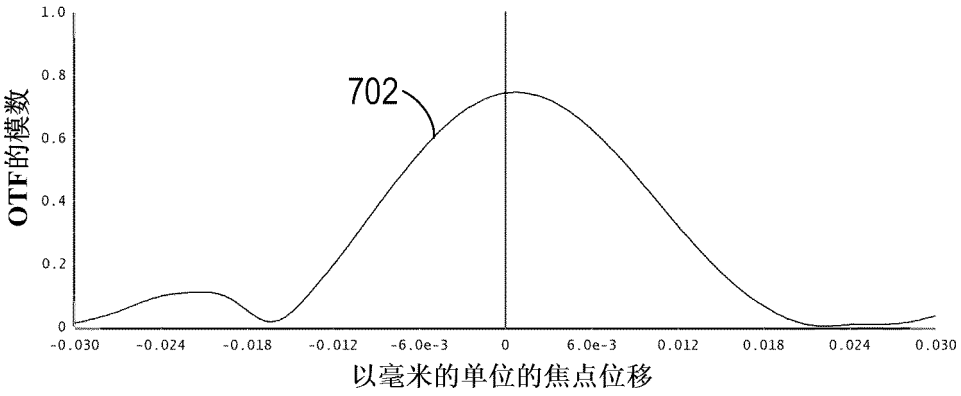

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
702
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 7A

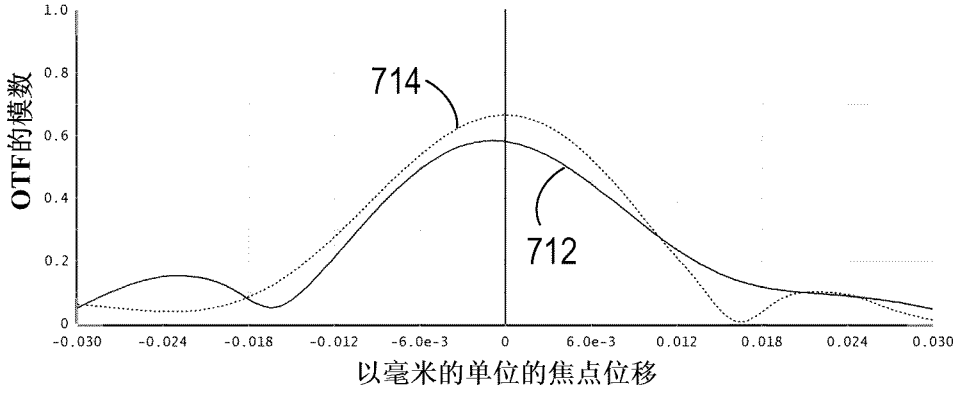

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
714
712
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 7B

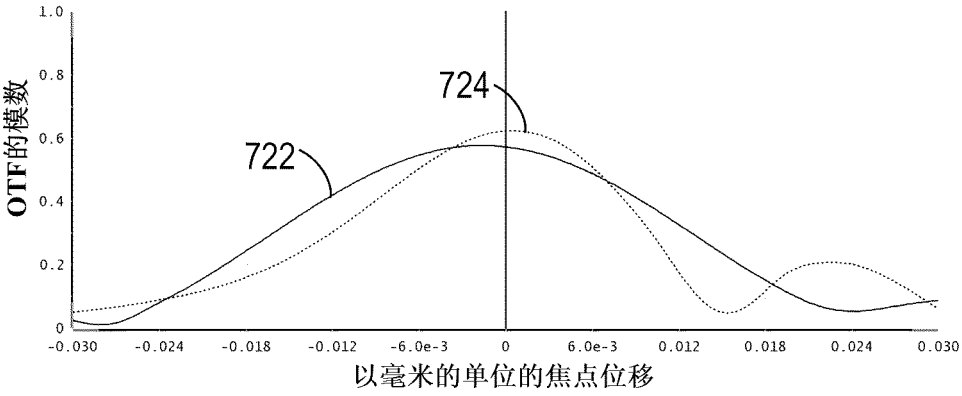

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
OTF的模数
724
722
-0.030
-0.024
-0.018
-0.012
-6.0e-3
0
6.0e-3
0.012
0.018
0.024
0.030
以毫米的单位的焦点位移

图 7C