



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107272183 A

(43)申请公布日 2017. 10. 20

(21)申请号 201710230695.6

(22)申请日 2017.04.10

(30)优先权数据

102016106518.8 2016.04.08 DE

(71)申请人 汉克沙斯伍夫公司

地址 德国塔特灵格肯

(72)发明人 奥立弗·瑞赫

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 李江晖

(51)Int.Cl.

G02B 23/24(2006.01)

A61B 1/04(2006.01)

A61B 1/055(2006.01)

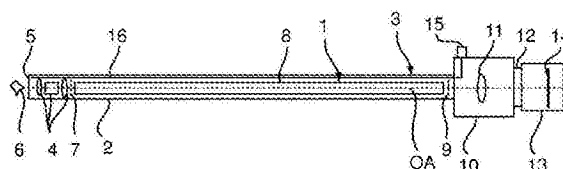
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于内窥镜的光学系统

(57)摘要

提供了一种用于内窥镜的光学系统,具有:物镜(4),用于将对象(6)成像作为远端中间图像平面(7)中的远端中间图像;和反转系统(8),所述反转系统设置在物镜(4)后面,并包括用于将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面(9)中的至少一个反转台(17,18,19),其中所述反转系统(8)将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关的第一纵向色像差印记在近端中间图像上,其中物镜(4)将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关第二纵向色像差印记在远端中间图像上,以及其中第二纵向色像差具有与第一纵向色像差相关的相反的符号,以减小在近端中间图像中由反转系统(8)引起的纵向色像差。



1. 一种用于内窥镜的光学系统, 具有:

物镜 (4), 用于将对象 (6) 成像作为远端中间图像平面 (7) 中的远端中间图像; 和

反转系统 (8), 所述反转系统设置在物镜 (4) 后面, 并包括至少一个反转台 (17, 18, 19), 所述至少一个反转台 (17, 18, 19) 用于将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面 (9) 中,

其中所述反转系统 (8) 将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关的第一纵向色像差印记在近端中间图像上,

其中物镜 (4) 将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关的第二纵向色像差印记在远端中间图像上, 以及

其中第二纵向色像差具有与第一纵向色像差相关的相反的符号, 以减小在近端中间图像中由反转系统 (8) 引起的纵向色像差。

2. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中, 物镜 (4) 的所有弯曲材料边界表面都球状地弯曲。

3. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中反转系统 (18) 包括一个接一个布置的多个反转台 (17-19)。

4. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中, 至少一个反转台 (17-19) 包括直接相互结合的两个透镜, 选择所述两个透镜的材料使得所述材料的折射率的差值不超过0.3。

5. 根据权利要求4所述的光学系统, 其中, 来自至少一个反转台 (17-19) 的直接相互结合的所有透镜的每一个折射指数阶跃都小于或等于0.3。

6. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中, 至少一个反转台包括具有非球面边界表面的透镜。

7. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中, 来自可见光谱的预定波长在400-700nm的范围内, 而来自近红外线范围的预定波长在710-900nm的范围内。

8. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中

来自可见光谱的预定波长为540nm, 而来自近红外线范围的预定波长为840nm,

其中第一纵向色像差在从35 μ m到65 μ m的范围内, 而第二纵向色像差在从-4 μ m到-0.5 μ m的范围内。

9. 根据权利要求1所述的用于内窥镜的光学系统, 其中

来自可见光谱的预定波长为460nm, 而来自近红外线范围的预定波长为840nm,

其中第一纵向色像差与第二纵向色像差的比值在从-4到-1的范围内。

10. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中

反转系统包括用于540nm的波长相对于460nm的波长的第三纵向色象差和用于540nm的波长相对于640nm的波长的第四纵向色像差,

其中物镜包括用于540nm的波长相对于460nm的波长的第五纵向色像差和用于540nm的波长相对于640nm的波长的第六纵向色像差,

其中第三纵向色像差与第四纵向色像差的比值在从-1.1到-0.8的范围内, 而第五纵向色像差与第六纵向色像差的比值在从-4.5到-3的范围内。

11. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中

物镜包括用于460nm的波长相对于840nm的波长的第七纵向色像差和在对象空间内的

图像角 α ,

其中 $\sin(\alpha/2)$ 和第七纵向色像差的乘积在从18到26 μm 的范围内。

12. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中

来自可见光谱的预定波长为540nm, 而来自近红外线范围的预定波长为840nm, 并且反转系统包括n个光学元件,

其中光学元件的数量n和第一纵向色像差的乘积在从1500到2000 μm 的范围内。

13. 根据权利要求1所述的光学系统, 其中, 物镜将840nm的波长的聚焦位置位于用于540nm的波长的聚焦位置与用于640nm的波长的聚焦位置之间的纵向色像差印记在远端中间图像中。

14. 一种具有根据权利要求1所述的光学系统的内窥镜。

用于内窥镜的光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于内窥镜的光学系统,其中光学系统包括用于将对象进行成像作为远端中间图像平面中的远端中间图像的物镜和设置在物镜后面的反转系统,所述反转系统包括用于将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面中的至少一个反转台。

背景技术

[0002] 通常,这种光学系统被设计成用于从可见光波长范围进行辐射以便能够对这些波长实现尽可能良好的图像。

[0003] 然而,还期望的是能够通过来自近红外线范围的辐射进行成像,这是因为这可在内窥镜诊断和内窥镜外科技术中带来额外的益处。因此,例如,患病结构或血液循环障碍可以通过荧光诊断被更好地识别和治疗。为此,医疗产品(例如,ICG=吲哚花氰绿)被引入到要被检查的组织或血管系统中,其中当所述医疗产片被预定波长(例如,805nm)的辐射激发时,所述医疗产品在从830-840nm的范围的波长下以最大强度发射荧光信号。因此,例如,可以按时间顺序执行用来自可见光波长范围的光进行成像或图像拍摄和用来自红外线范围的辐射进行成像或图像拍摄,所述成像或图像拍摄然后为用户单独或以叠加的方式表示在显示器单元上。因此,例如,荧光信号或相应图像拍摄中的相应图像可以被来自可见光波长范围的光标记。例如,通常将荧光区域染成绿色。

[0004] 因为通常光学系统被设计成用于来自可见光波长范围的光,因此来自可见光波长范围的光相对于来自红外线范围的光具有大的纵向色像差,这导致该光学系统不能通过来自近红外线范围的光进行尖锐成像。来自近红外线范围的这种光的聚焦位置与来自可见光波长范围的光的聚焦位置间隔开一远距离,以使得位于来自可见光波长范围的光的聚焦位置不能进行来自近红外线范围的光的尖锐成像。

[0005] 然而,目前为了能够执行来自近红外线范围的光的期望的尖锐成像,可以手动或自动前后聚焦。此外,公知的是在内窥镜外提供光学组合,这可校正纵向色像差。还可以使用传感器,所述传感器可以在不同位置通过来自可见光波长范围的光进行成像和来自近红外线范围的光进行成像。所有这些变形例成本都很高。

[0006] 此外,可以设计光学系统的反转系统以使得纵向色像差被校正。然而,这导致由许多不同光学透镜和材料组成的非常复杂的反转系统,这导致在材料边界表面之间的大的折射指数阶跃(steps)。这种反转系统成本非常高并且还往往具有公差。

发明内容

[0007] 这里,本发明的目的因此是提供一种用于内窥镜的光学系统,通过所述光学系统,上述困难尽可能完全被克服。

[0008] 所述目的通过一种用于内窥镜的光学系统来实现,其中所述光学系统包括物镜和反转系统,所述物镜用于将对象成像作为远端中间图像平面中的远端中间图像,所述反转

系统设置在物镜后面并包括用于将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面的至少一个反转台,其中反转系统将基于来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长的第一纵向色像差印记在近端中间图像上,其中物镜将基于来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长的第二纵向色像差印记在远端中间图像上,并且其中第二纵向色像差具有相对于第一纵向色像差相反的符号以减小在近端中间图像中由反转系统引起的纵向色像差。

[0009] 根据本发明,因此使用以下事实,由于物镜的与反转系统相比相对较短的总长度,因此物镜通常几乎不对纵向色像差做贡献。物镜当前被另外设计成使得物镜与通常相比具有大得多的纵向色像差,所述纵向色像差此外仍与反转系统的纵向色像差相反。因此可实现对由反转系统引起的纵向色像差的校正。此外,与其中纵向色像差校正仅仅通过反转系统执行的情况相比,对反转系统的光学要求要低,因此根据本发明的光学系统的反转系统可以例如形成具有较少的光学元件。

[0010] 第一纵向色像差还可以与来自可见光谱(或可见光波长范围)的多个预定波长(或一个或多个波长范围)和来自近红外线范围的预定波长或来自近红外线范围的多个预定波长(或一个或多个波长范围)有关。此外,第一和第二纵向色像差可以与来自近红外线范围的多个波长(或一个或多个波长范围)和来自可见光谱的预定波长或来自可见光谱的多个波长(或一个或多个波长范围)有关。还要说的是第一和第二纵向色像差在每一种情况下都具有梯度或进程,其中所述梯度或进程相反,使得该梯度或进程当加和在一起时变得更小。

[0011] 在根据本发明的光学系统的情况下,物镜的所有的弯曲材料边界表面可以被球状地弯曲。这简化了物镜的生产。

[0012] 还可以被称为棒形透镜系统的反转系统可以包括一个接一个设置的多个反转台。优选地,每一个反转台都执行一个中间投影。反转台优选地一个接一个设置,以使得通过连续中间投影,远端中间图像平面中的中间图像被进一步传导到近端中间图像平面。

[0013] 反转台中的至少一个可以包括直接相互结合的两个透镜,选择所述两个透镜的材料,以使得所述材料的折射指数阶跃不超过0.3。具体地,反转台中的至少一个可以形成为使得该反转台的直接相互结合的所有透镜的每一个折射指数阶跃都小于或等于0.3。透镜的结合可以例如通过粘合、粘结或光学接触来实现。

[0014] 通过这些小折射指数阶跃,菲涅耳损失减小,并因此透射率可以增加。这具体地对于来自近红外线范围的信号是有利的,这是因为通常所述信号相对较弱。

[0015] 这里,通常, n_d 用作折射率,并因此用作波长为587.56nm的折射率。

[0016] 这里,可见光谱或可见光波长范围具体地具有400–700nm的波长范围。近红外线范围这里具体地表示710–3000nm、710–900nm或此外780–900nm的范围。

[0017] 在根据本发明的光学系统的情况下,至少一个反转台可以包括具有非球面边界面的透镜。因此可以对球面像差进行良好地校正。

[0018] 来自可见光谱的预定波长具体地可以是来自400–700nm范围的波长,而来自近红外线范围的预定波长可以是来自710–900nm的范围的波长。

[0019] 反转系统的多个反转台具体地可以一个接一个地设置,使得反转台的中间图像平面与中间图像平面重合,其中在所述中间图像平面之外,随后的反转台将中间图像投影到该随后的反转台的下一个中间图像平面中。

[0020] 反转系统可以为对称或非对称的棒形透镜系统。具体地,反转系统可以包括两个或多个反转台,其中精确地一个反转台或反转台中的至少一个被形成为非对称的反转台。具体地,两个反转台或所有反转台可以形成为非对称的反转台。

[0021] 此外,最靠近远端中间图像平面的第一反转台可以具有大于1的放大倍率因子。最靠近第一反转台的第二反转台可以具有小于1的放大倍率因子。具体地,第一和第二反转台一起可以具有为1的放大倍率因子。

[0022] 此外,反转台中的一个可以包括面向中间图像平面的弯曲边界表面,所述弯曲边界表面以非球面的方式被弯曲。非球面曲率可以具有旋转对称。然而,非球面曲率还可以不具有旋转对称,并且以被不同地弯曲成两个主部分。

[0023] 优选地,每一个反转系统的至少一个棒形透镜包括至少一个弯曲(例如,以球面方式或非球面方式弯曲)的材料边界表面。

[0024] 每一反转台都可以具体地,包括至少两个棒形透镜,其中反转台的棒形透镜可以形成为相同或不同的。如果棒形透镜被形成为相同的,则所述棒形透镜可以布置在彼此相同或相反的方向上。棒形透镜中的至少一个可以由至少两个、三个或四个部件够造而成。当然,棒形透镜还可以由多个4个的部件够造而成。具体地,棒形透镜可以形成为粘合部件。此外,棒形透镜中的至少一个可以形成为一体件。

[0025] 反转系统的至少两个反转台可以相对于彼此对称布置。

[0026] 根据本发明的光学系统被提供具体地应用于刚性内窥镜或具有刚性内窥镜轴的内窥镜。根据本发明的光学系统可以形成用于前观察式内窥镜或用于具有倾斜观察方向的内窥镜。此外,光学系统可以被形成为使得观察方向可以改变。

[0027] 反转台的棒形透镜可以具有在从1mm到7.5mm、1mm到6.5mm的范围、并且具体地在从1.7mm.到5mm的范围内的直径。反转台的长度可以在从30mm到120mm的范围或在从40mm到80mm的范围内。

[0028] 反转台的数量可以在从1到11或2到11个反转台的范围内。奇数个反转台是优选的。具体地,一个反转台、三个、五个、七个、九个和十一个反转台因此是可能的。当然,还可以提供偶数个反转台。

[0029] 反转系统可以具体地具有在从0.5到2的放大倍率因子。更大或更小的值同样地是可以的。

[0030] 玻璃和塑性材料可以用作用于反转系统和/或物镜的材料。

[0031] 来自可见光谱的预定波长可以是540nm,并且来自近红外线范围的预定波长可以是840nm,其中第一纵向色像差可以在从35 μ m到65 μ m的范围内(或在从40 μ m到60 μ m的范围内),而第二纵向色像差可以在从-4 μ m到-0.5 μ m的范围内(或在从-3.5 μ m到-1 μ m的范围内)。

[0032] 此外,第一纵向色像差与第二纵向色像差(绿色与红外线)的比值可以在从-55到-5的范围内。

[0033] 来自可见光谱的预定波长可以是540nm,并且来自近红外线范围的预定波长可以是840nm,其中第一纵向色像差与纵向色像差(蓝色与红外线)的比值可以在从-4到-1的范围内。

[0034] 反转系统可以包括用于540nm的波长相对于460nm的波长的第三纵向色象差和用于540nm的波长相对于640nm的波长的第四纵像差,而物镜可以包括用于540nm的波长相对

于460nm的波长的第五纵向色像差和用于540nm的波长相对于640nm的波长的第六纵向色像差。第三纵向色像差与第四纵向色像差的比值可以在从-1.1到-0.8的范围内,而第五纵向色像差与第六纵向色像差的比值可以在从-4.5到-3的范围内。

[0035] 反转系统和物镜优选地被设计成使得第三纵向色像差包括负值,而第五纵向色像差包括正值。

[0036] 物镜可以包括用于460nm的波长相对于840nm的波长的第七纵向色像差和在对象空间内的图像角。 $\sin(\alpha/2)$ 与第七纵向色像差的乘积可以在从18 μm 到26 μm 的范围内。

[0037] 在根据本发明的光学系统的情况下,来自可见光谱的预定波长可以是540nm,而来自近红外线范围的预定波长可以是840nm,并且反转系统可以包括n个光学元件。光学元件的数量n和第一纵向色像差的乘积可以在从1500 μm 到2000 μm 的范围内。

[0038] 此外,物镜可以在远端中间图像上印记这种纵向色像差,使得840nm的波长的轴向位置或聚焦位置位于540nm的波长的轴向位置或聚焦位置与640nm的波长的轴向位置或聚焦位置之间。

[0039] 在物镜的情况下,640nm、540nm和460nm的波长的聚焦位置的进程(course)可以是负数。在反转系统的情况下,聚焦位置的进程在从640nm到460nm的波长范围内可以是正的(优选地几乎线性进程)。此外,对于波长460nm、540nm、640nm来说,聚焦位置的进程相对于近红外线范围为正。换句话说,蓝色、绿色和红色相对于近红外线范围的色彩位置的进程是正的。

[0040] 在物镜的情况下,作为波长的函数的聚焦位置的极值可以在从640nm到680nm的范围内。

[0041] 此外,提供了根据本发明的具有光学系统的内窥镜(包括根据本发明的光学系统的开发)。

[0042] 内窥镜此外可以包括设置在反转系统后面的诸如目镜的光学单元。另外,内窥镜可以照相机连接部,照相机可以直接或经由联接器可拆卸地固定到该照相机连接部。另外,内窥镜可以包括照明光连接部,照明光可以经由所述照明光连接部供应,所述照明光接着在内窥镜内被传导到内窥镜的轴的远端以照射位于远端的前面的对象。

[0043] 具体地,内窥镜可以是形成为具有刚性轴的内窥镜,其中根据本发明的光学系统设置在该刚性轴中。

[0044] 通过来自可见光波长范围的光和来自近红外线的光进行的拍摄优选地通过内窥镜按时间依序执行。

[0045] 根据本发明的内窥镜可以具有本领域技术人员所公知的操作内窥镜所必需的进一步的特征。

附图说明

[0046] 以下参照附图以示例的方式更加详细地说明本发明,其中所述附图还公开了本发明的必需特征。其中:

[0047] 图1是在内窥镜中的根据本发明的光学系统的第一实施例的示意图;

[0048] 图2是在内窥镜中的根据本发明的光学系统的第二实施例的示意图;

[0049] 图3是传统的光学系统的聚焦位置取决于波长的表示;

- [0050] 图4是根据本发明的光学系统的反转系统的结构的示意图；
- [0051] 图5是由根据图4的反转系统引起的作为波长的函数的聚焦位置的示意图；
- [0052] 图6是根据本发明的光学系统的物镜4的光学结构的示意图；
- [0053] 图7是由物镜引起的作为波长的函数的聚焦位置的表示；
- [0054] 图8是由根据本发明的光学系统引起的作为波长的函数的聚焦位置的示意图；
- [0055] 图9是由已知的内窥镜的反转系统引起的作为波长的函数的聚焦位置的示意图；
- [0056] 图10是由已知的光学系统的物镜引起的作为波长函数的聚焦位置的示意图；以及
- [0057] 图11是已知的光学系统的作为波长的函数的聚焦位置的示意图。

具体实施方式

[0058] 在图1所示的实施例中，根据本发明的光学系统1设置在示意性地表示的内窥镜3的刚性轴2中。

[0059] 光学系统1包括示意性地表示的物镜4和示意性地表示的反转系统8，所述物镜将位于远端5的前面的对象6成像作为远端中间图像平面7中的远端中间图像，所述反转系统将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面9。物镜4和反转系统8具有共用光轴OA。

[0060] 此外，内窥镜3包括主部件10，在所述主部件10内，可以设置另一个光学系统，例如示意性地表示的目镜11以及照相机连接部12。照相机13可以在照相机连接部12处可拆卸地连接到主部件10，如图1中示意性地所示。照相机13可以包括光学系统（未示出）。此外，照相机13包括平坦图像传感器14，所述平坦图像传感器被形成为例如CCD传感器或CMOS传感器。照相机可以不仅直接连接到照相机连接部12，如图1所示。耦合器（未示出）还可以连接在照相机连接部12与照相机13之间，其中所述照相机的部件可以包括光学系统。

[0061] 图1所示的内窥镜3被形成为前观察式内窥镜，这是因为对象6可以通过在内窥镜轴2延伸的方向位于远端5的前面的该内窥镜被拍摄。然而，内窥镜3也可以几乎在与内窥镜轴2延伸的方向的不同的另一个方向往里面看。在图2中被适应性显示，其中这里与内窥镜轴2的延伸方向相比，观察方向向上倾斜45°。在根据图1和2的内窥镜中，反转系统8在每一种情况中都被形成为是相同的。仅仅物镜4不同，在于所需的期望偏转发生在物镜中，如下更详细地所示。

[0062] 此外，内窥镜可以包括例如在主部件10照明上的连接部15，其中期望的照明辐射可以经由所述连接部被供应给内窥镜3。照明连接部15连接到被适应性示出的光导16，所述光导延伸到内窥镜3的远端5并发射被导向的辐射以用于对象6的照明。

[0063] 在内窥镜3的操作中，要被成像的对象6被来自光导16的辐射照射，并且被照射对象6经由物镜系统1在近端中间图像平面9成像和通过目镜11在图像传感器14的平面中成像，使得图像传感器14可以拍摄对象6的尖锐图像。已知的内窥镜通常被设计成用于来自人眼可见的近似400nm至700nm的波长范围。对于可见光波长范围，基于波长的纵向色像差应尽可能地小。在图3中，在传统的内窥镜中产生的聚焦位置沿x轴线（单位 μm ）作为沿y轴线的波长（单位 μm ）的函数被绘制。0 μm 的聚焦位置表示最尖锐的图像的位置与图像传感器14所在的平面重合。大于0 μm 的聚焦位置表示最尖锐的图像的位置在图像传感器14所在的平面的后面（并因此是指图1和图2中的右侧）。相应地，负聚焦位置在朝向远端5的方向上远离最

佳聚焦位置。如可以从此图获悉,在从近似 $-100\mu\text{m}$ 到 $400\mu\text{m}$ 的范围的偏差在从 460nm 到 700nm 的范围内。这对于通过传感器14进行充分良好的成像仍然是可接受的。

[0064] 然而,在图3中,还显示了用于大于 700nm 的波长的聚焦位置,并且特别地用于从 700 到 840nm 的范围。这种大于 700nm 的范围,并且例如从 700nm 到 900nm 或还从 780nm 到 3000nm 的范围,被称为近红外线范围,并且用于内窥镜检查来说越来越感兴趣,这是因为除了通过来自可见光波长范围的光进行成像之外,还可以执行荧光诊断。例如,诸如ICG(吲哚花氰绿)的荧光物质可以被注入到要被检查的组织或要被检查的脉管系统中,当被近似 805nm 的波长的光激发时,所述物质发射具有更长波长的荧光信号,其波长例如为 830nm 到 840nm 。因此,还期望的是能够通过照相机13通过来自近红外线范围的辐射拍摄图像。然而,如可以从图3中获悉,例如基于 540nm 的波长和 840nm 的波长的纵向色像差(因此用于这两个波长的聚焦位置的差值)大约为 $1200\mu\text{m}$ 。在波长 460nm 和 840nm 的情况下,纵向色像差大约为 $1000\mu\text{m}$ 。这导致不能通过荧光进行尖锐成像。

[0065] 所述纵向色像差主要由反转系统引起,这是因为由于轴2的必需长度,具有不同材料的许多杆状透镜是必需的,所有这些都会对纵向色像差做贡献。根据本发明,光学系统1因此被设计成使得由反转系统8引起的纵向色像差通过物镜4的相反的纵向色像差而尽可能地被减小。通常,由于与反转系统8相比较短得多的长度,物镜4几乎不会对纵向色像差做贡献。根据本发明,物镜4目前被设计成使得与通常相比较,该物镜4具有非常大的纵向色像差,然而,该纵向色像差与反转系统8的纵向色像差相反,因此导致近端中间图像平面9中的中间图像的纵向色像差被减小到物镜根本不会导致纵向色像差并且纵向色像差仅由反转系统引起的情况。

[0066] 在根据本发明的光学系统1中,如图4所示的反转系统8由一个接一个布置的三个反转台17、18、19形成,所述反转台在每一个情况下都将中间图像投影到下一个中间图像平面。第一反转台17因此将位于远端中间图像平面7中的中间图像投影到第二中间图像平面20中。第二反转台18将位于第二中间图像平面20中的中间图像投影到第三中间图像平面21中。第三反转台19将来自第三中间图像平面21的中间图像投影到近端中间图像平面9中。

[0067] 三个反转台17-19因此一个接一个地布置,使得位于远端中间图像平面7中的中间图像被投影(在每一种情况下经由下一个中间图像平面20和21)到近端中间图像平面9中。因为每一个反转台17-19在中间图像的投影期间产生反转中间图像,并且设置奇数反转台17-19,因此位于远端中间图像平面7的对象6的中间图像作为反转的中间图像被投影到近端中间图像平面9中。

[0068] 两个反转台17和18在每一种情况中都包括两个A式棒形透镜。反转台19包括A式棒形透镜和B式棒形透镜。所有A式棒形透镜具有球面半径并被同样地构造。图4中的标有-A的棒形透镜与A式棒形透镜完全相同,仅从相反的方向安装。A式棒形透镜包括边界表面A1(正球状地弯曲)、A2(负球状地弯曲)、A3(负球状地弯曲)、A4(正球状地弯曲)和A5(负球状地弯曲)。表面A1与A2之间的材料具有 $n_d=1.8$ 的折射率和 $v_d=29.9$ 的阿贝数。边界表面A2与A3之间的材料具有 $n_d=1.5182$ 的折射率和 $v_d=58.9$ 的阿贝数。边界表面A3与A4之间的材料具有 $n_d=1.6377$ 的折射率和 $v_d=42.4$ 的阿贝数。边界表面A4与A5之间的材料具有 $n_d=1.65$ 的折射率和 $v_d=50.9$ 的阿贝数。

[0069] B式棒形透镜包括边界表面B1(正非球状地弯曲)、B2(负球状地弯曲)、B3(负球面

地弯曲)、B4(正球面地弯曲)和B5(负球面地弯曲)。边界表面B1与B2之间的材料具有 $n_d=1.75$ 的折射率和 $v_d=45.4$ 的阿贝数。边界表面B2与B3之间的材料具有 $n_d=1.523$ 的折射率和 $v_d=59.5$ 的阿贝数。边界表面B3与B4之间的材料具有 $n_d=1.6377$ 的折射率和 $v_d=42.4$ 的阿贝数。边界表面B4与B5之间的材料具有 $n_d=1.65$ 的折射率和 $v_d=50.9$ 的阿贝数。

[0070] 以这种方式形成的反转系统6具有如图5所示的纵向色像差特性。在图5中,以与图3相同的方式,聚焦位置沿x轴线被绘制(单位 μm),而波长沿y轴线被绘制(单位 μm)。从图5的该图中可以获悉来自可见光波长范围的540nm的第一预定波长相对于来自近红外线范围的840nm的第二预定波长的纵向色像差近似为 $59.05\mu\text{m}$ 。用于波长460nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $88.08\mu\text{m}$ 。纵向色像差特性可以被描述为正纵向色像差。

[0071] 物镜4具有图6所示的结构,具有光学平面22、棱镜23和透镜24-30。在图6中的表示中,棱镜23被表示为细长玻璃条,该玻璃条在形成如图1所示的前观察式内窥镜的光学系统中作为所述的玻璃条被实现。在进行倾斜观察方向的光学系统1中,如图2所示,棱镜23则实际上被形成为棱镜。图6中选择的表示仅用于简化表示,这是因为纵向色像差的描述取决于玻璃路径以及弯曲边界表面。

[0072] 所使用的曲率特性和材料在物镜4的表面F1-F16的以下表格中被示出,其中表面的折射率 n_d 和阿贝数 v_d 的规格表示该材料存在于规定所在行中的表面与下一个随后的表面之间。

[0073]

表面	曲率	折射率 n_d	阿贝数 v_d
F1	平坦	1.768	72.2
F2	平坦		

[0074]

F3	正球面	1.892	37.1
F4	正球面		
F5	平坦	1.835	42.7
F6	平坦	1.8502	32.2
F7	负球面		
F8	正球面	1.529	77
F9	负球面		
F10	负球面	1.855	24.8
F11	负球面		
F12	正球面	1.603	65.4
F13	负球面	1.6377	42.4
F14	正球面		
F15	正球面	1.529	77
F16	负球面		

[0075] 由物镜4引起的纵向色像差在图7中以与图5相同的方式表示。物镜4被设计成使得基本上具有负纵向色像差。因此,对于波长540nm和840nm来说,纵向色像差为 $-2.3\mu\text{m}$ 。用于波长460nm和840nm来说,纵向色像差是 $32.7\mu\text{m}$ 。在从远端中间图像平面7到近端中间图像平面9的投影期间由物镜4和反转系统8作为整体印记的纵向色像差在图8中被示出。由于物镜4和反转系统8的相反的纵向色像差,因此最终的纵向色像差小于仅反转系统8的纵向色像差。因此,对于波长540nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $55.61\mu\text{m}$,而对于波长460nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $54.05\mu\text{m}$ 。由于该极小的纵向色像差,因此可以进行尖锐拍摄,而没有具有来自可见光波长谱的光和具有来自红外光谱的光进行的问题。

[0076] 在图9-11中,公知对比内窥镜(所述内窥镜还包括光学系统,所述光学系统由在刚性内窥镜轴中的物镜和反转系统组成)的反转系统的纵向色像差(图9)、物镜(图10)的纵向

色像差、以及物镜和反转系统最终的纵向色像差(图11)以与图5-8相同的方式被示出。对比内窥镜相对于反转系统的纵向色像差被设计得尽可能小。这还略小于根据本发明的光学系统的反转系统8的纵向色像差。因此,对于540nm和840nm来说,对比内窥镜的反转系统的纵向色像差近似为 $59\mu\text{m}$,而对于460nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $82.1\mu\text{m}$ 。这通过使用多个不同的玻璃来实现,这是因为比对内窥镜的反转系统包括三个反转台,所述三个反转台具有两个棒形透镜,并且在每一种情况下,所述棒形透镜具有4-5个元件,因此整个设置有27个元件。此外,不同材料之间的折射指数阶跃大于0.5。

[0077] 根据图10,比对内窥镜的物镜具有正纵向色像差。因此,对于540nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $88.7\mu\text{m}$,而对于460nm和840nm来说,纵向色像差近似为 $115.5\mu\text{m}$ 。虽然这是小纵向色像差,但是为正的纵向色像差,因此最终的纵向色像差如图11所示对于540-840nm来说近似为 $140\mu\text{m}$,而对于460-840nm来说近似为 $186.7\mu\text{m}$ 。最终的纵向色像差因此显著地大于根据本发明的光学系统的情况下的纵向色像差。

[0078] 另外,与根据本发明的反转系统8相比较,在反转系统中使用更多的光学元件并且在反转系统中使用折射指数阶跃折射指数阶跃大于0.5的材料导致更大的菲涅耳损失发生,其中在发明中,折射指数阶跃不大于0.3。由于根据本发明的反转系统8中较小的折射指数阶跃和较小数量的透镜,根据本发明的光学系统1的透射率相当高。因此,根据本发明的光学系统1对于波长460nm、540nm、588nm、640nm、656nm、和840nm的透射率分别为0.69、0.77、0.78、0.77、0.76、和0.78。这给出0.75的总透射率。相比之下,在公知的内窥镜的光学系统的情况下,对于同一波长的透射率仅为0.60、0.71、0.72、0.72、0.72、和0.74。总透射率则为0.68。因此,在根据本发明的光学系统1的情况下,对于蓝色(640nm)来说,具有多于16%的亮度,对于绿色(540nm)来说,具有多于9%的亮度,而对于近红外线840nm来说,具有多于5%的亮度。此外,由于对蓝色的更高透射率,图像更白,这带来大约更好的图像感觉。

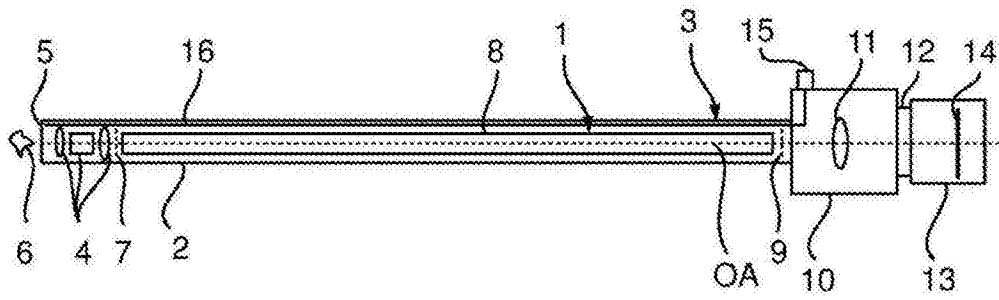


图1

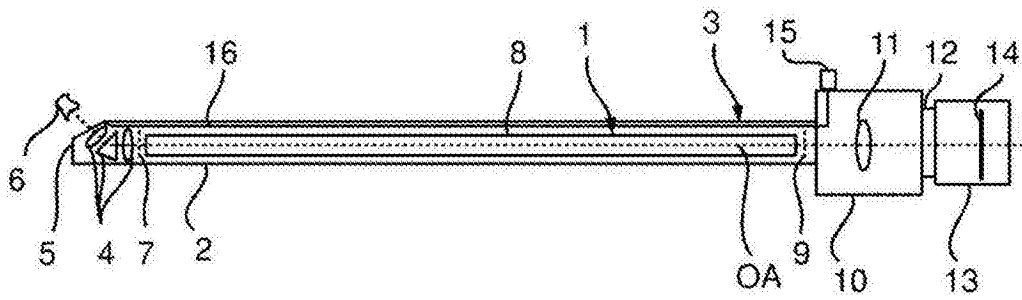


图2

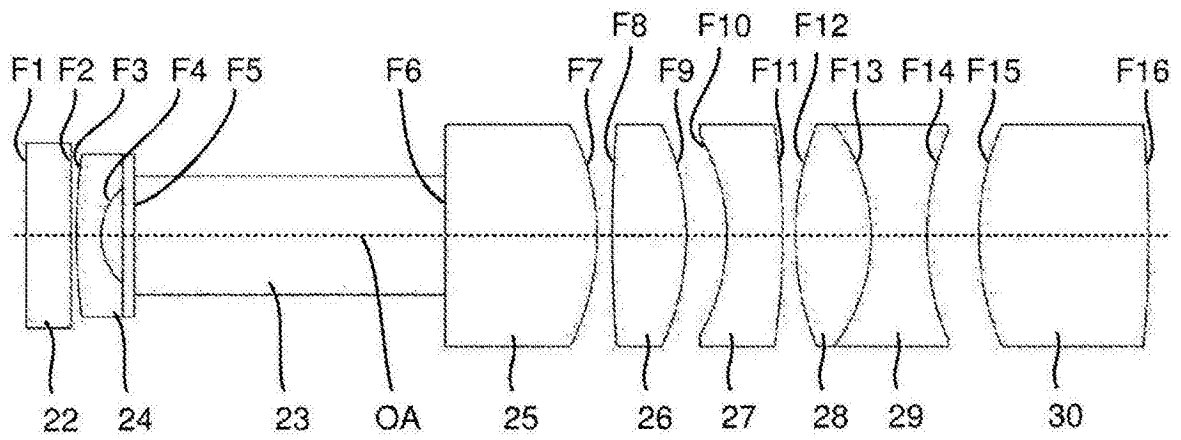


图6

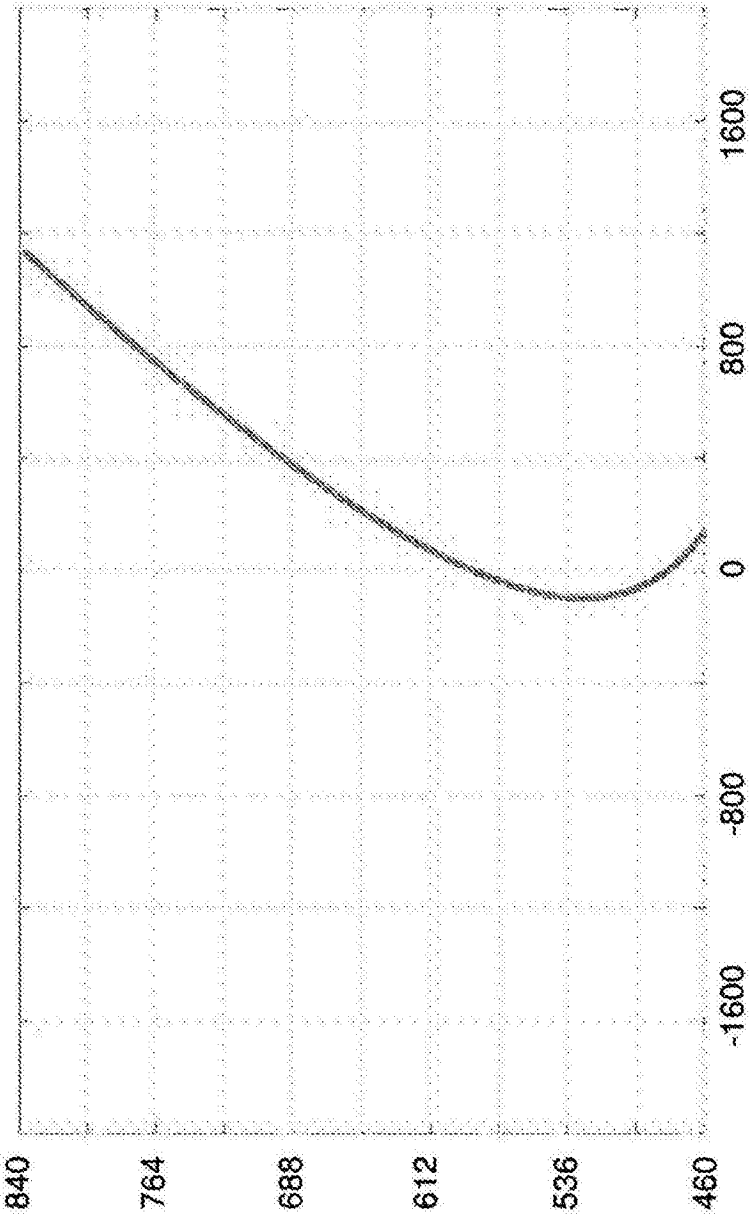


图3

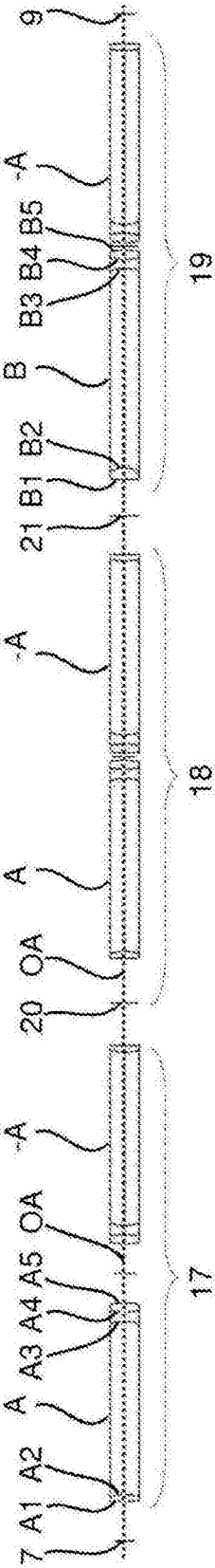


图4

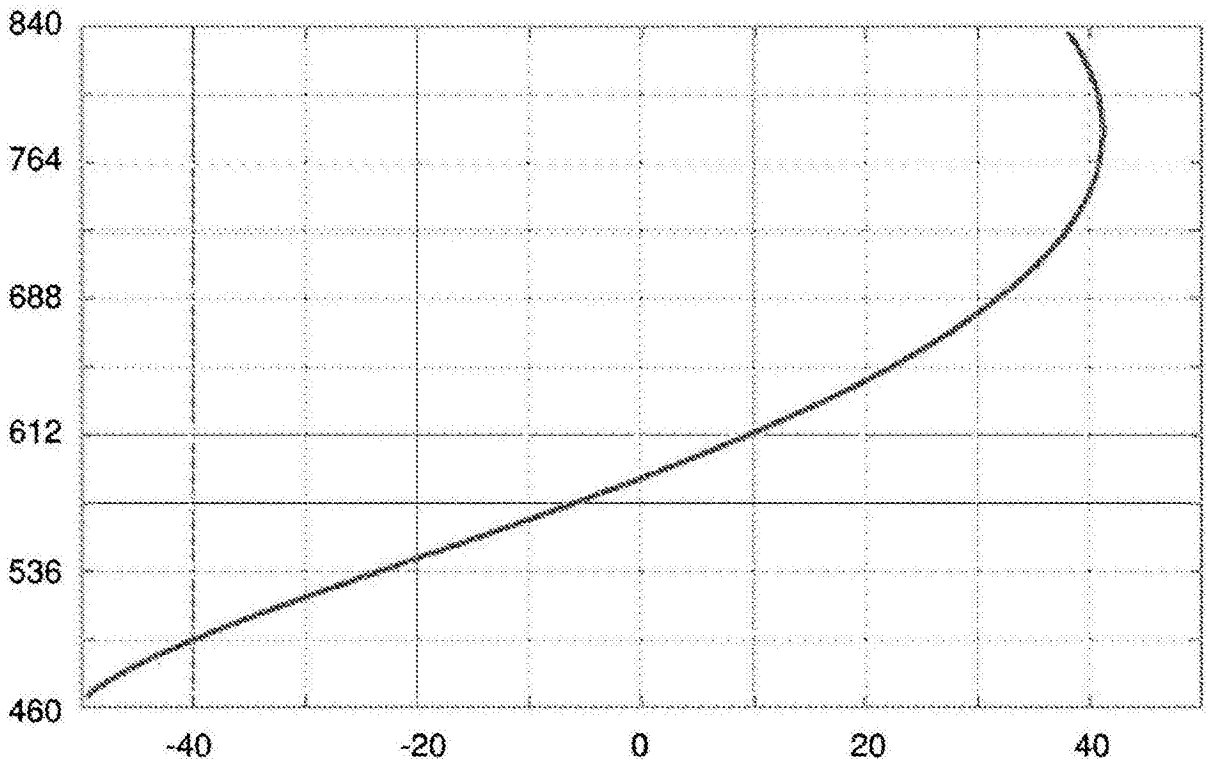


图5

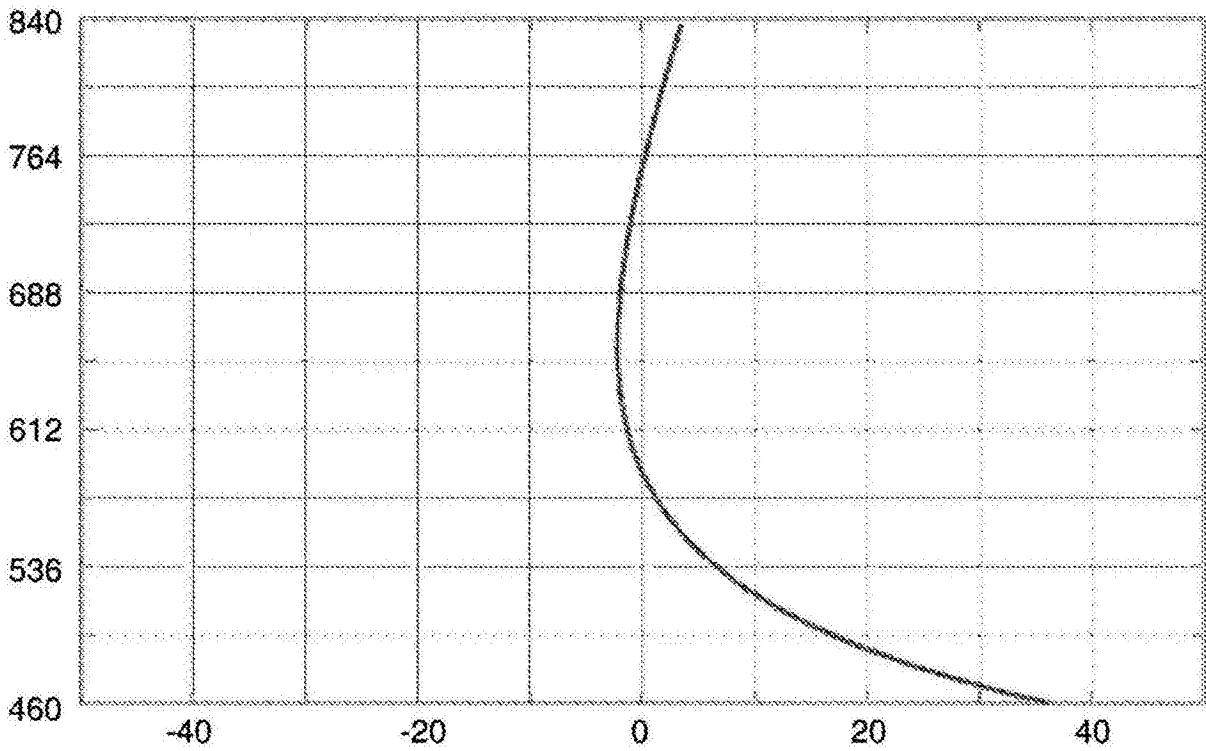


图7

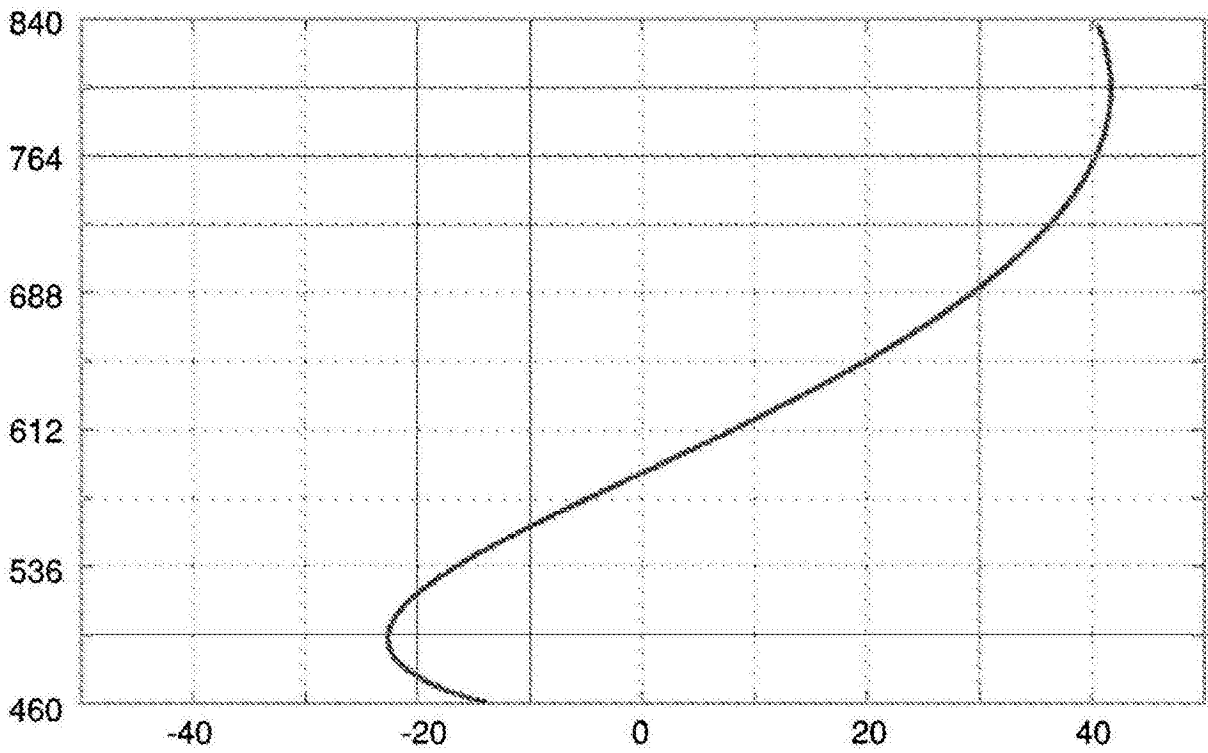


图8

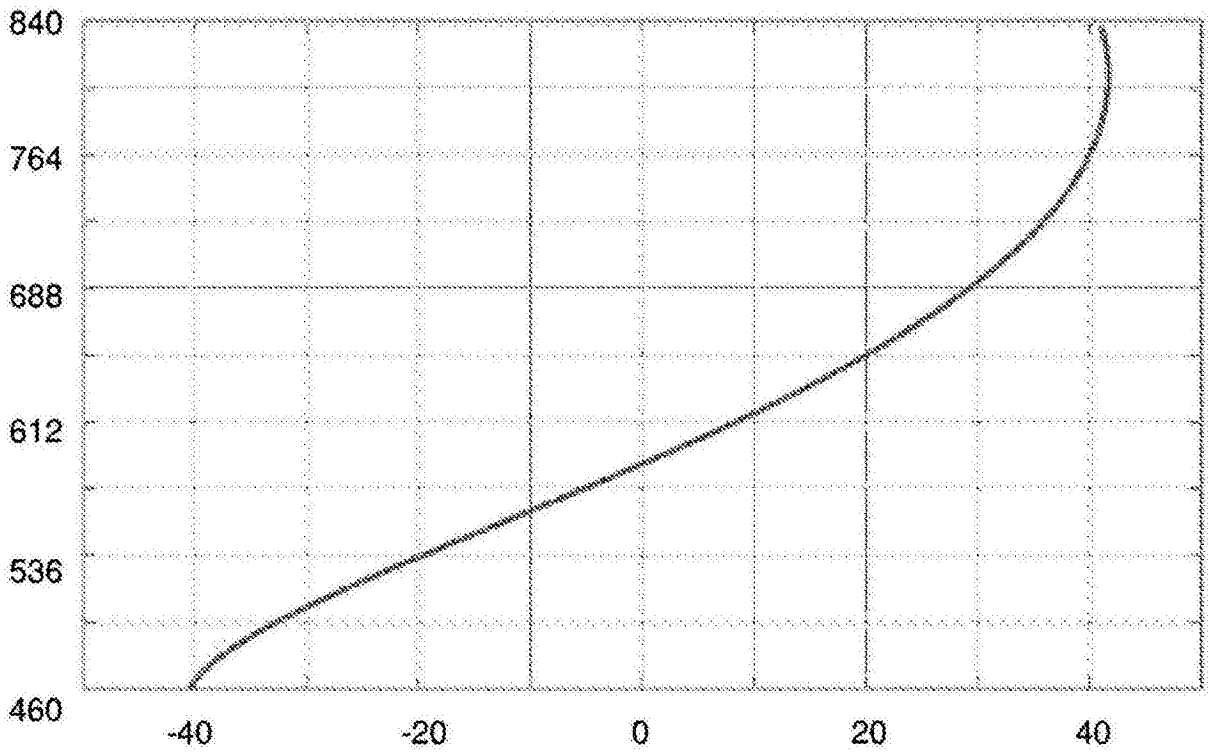


图9

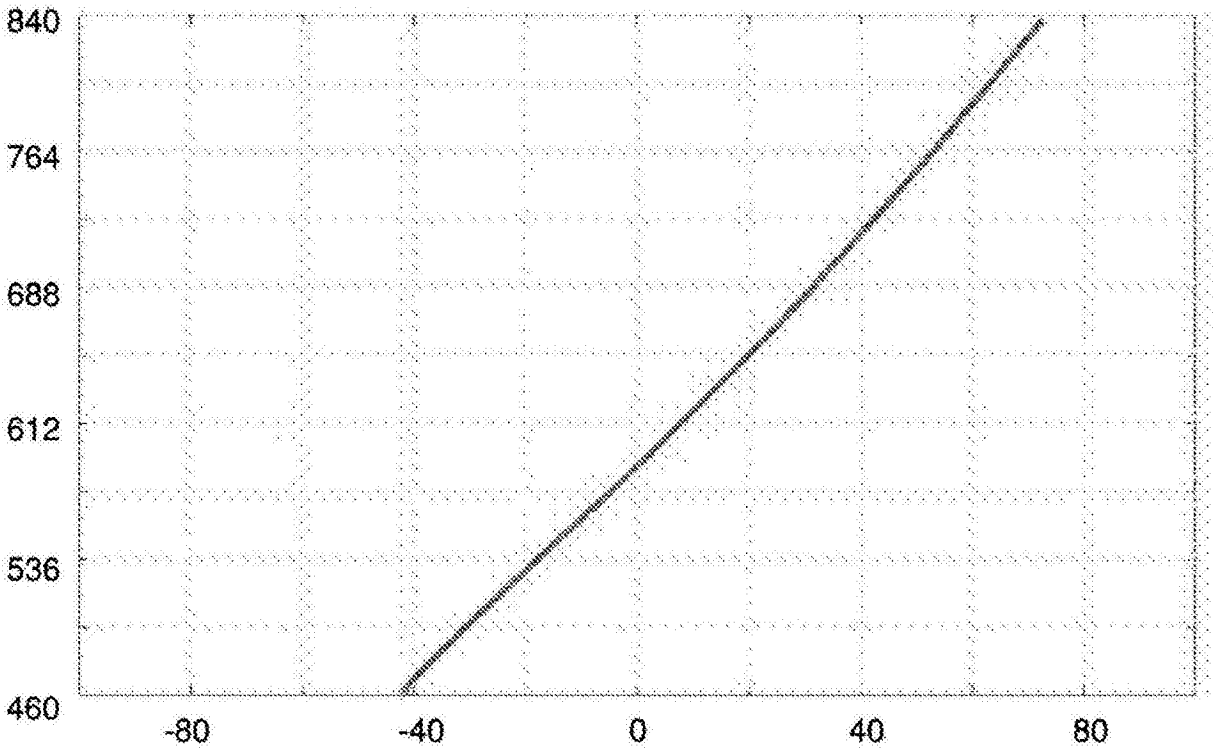


图10

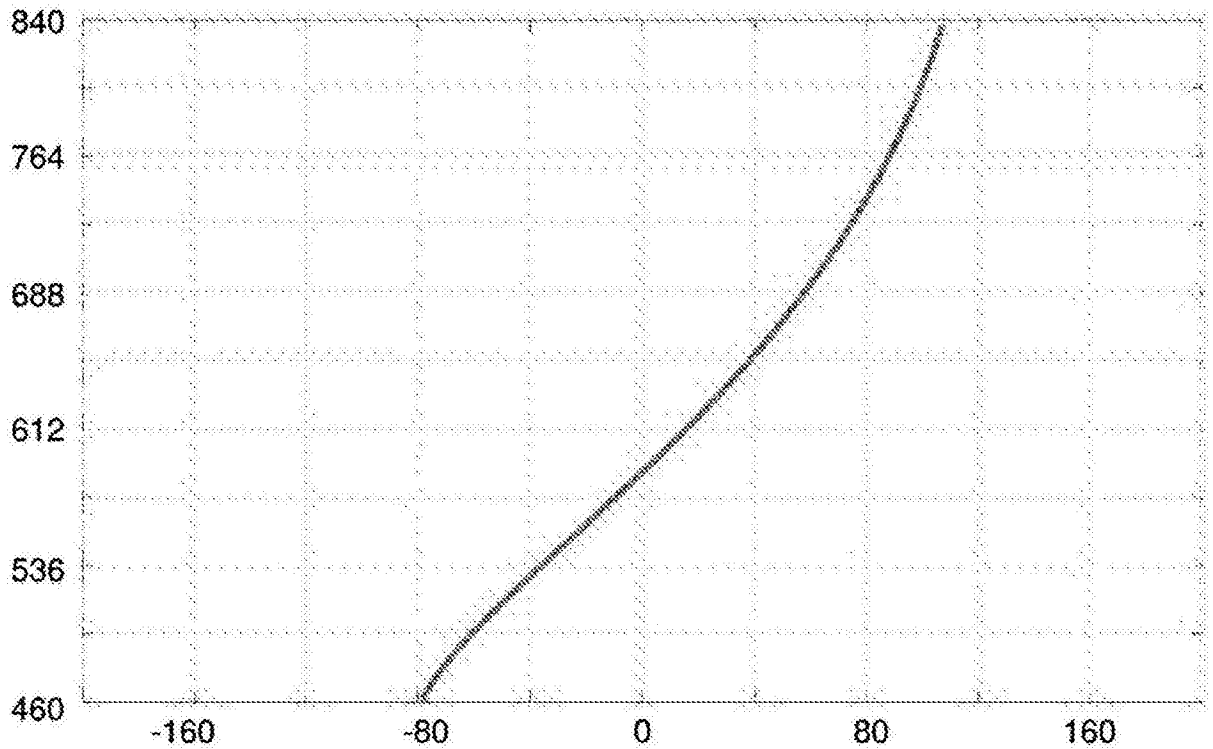


图11

专利名称(译)	用于内窥镜的光学系统		
公开(公告)号	CN107272183A	公开(公告)日	2017-10-20
申请号	CN2017110230695.6	申请日	2017-04-10
[标]申请(专利权)人(译)	汉克沙斯伍夫公司		
申请(专利权)人(译)	汉克沙斯伍夫公司		
当前申请(专利权)人(译)	汉克沙斯伍夫公司		
[标]发明人	奥立弗瑞赫		
发明人	奥立弗·瑞赫		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/04 A61B1/055		
CPC分类号	G02B27/0025 A61B1/00126 A61B1/00128 A61B1/00179 A61B1/00188 A61B1/00195 A61B1/04 A61B1/042 A61B1/043 A61B1/055 A61B1/0669 A61B1/07 G02B13/14 G02B23/243 G02B23/2446 G02B23/2453 G02B23/2407		
代理人(译)	李江晖		
优先权	102016106518 2016-04-08 DE		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了一种用于内窥镜的光学系统，具有：物镜(4)，用于将对象(6)成像作为远端中间图像平面(7)中的远端中间图像；和反转系统(8)，所述反转系统设置在物镜(4)后面，并包括用于将远端中间图像作为近端中间图像投影到近端中间图像平面(9)中的至少一个反转台(17，18，19)，其中所述反转系统(8)将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关的第一纵向色像差印记在近端中间图像上，其中物镜(4)将与来自可见光谱的预定波长和来自近红外线范围的预定波长有关第二纵向色像差印记在远端中间图像上，以及其中第二纵向色像差具有与第一纵向色像差相关的相反的符号，以减小在近端中间图像中由反转系统(8)引起的纵向色像差。

