



(21)申请号 201410289818.X

(22)申请日 2014.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104252036 A

(43)申请公布日 2014.12.31

(30)优先权数据
102013212111.3 2013.06.25 DE

(73)专利权人 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 汤雄军

(51)Int.Cl.

G02B 23/24(2006.01)

A61B 1/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 102958420 A, 2013.03.06, 说明书第
[0001]-[0082]、[0100]-[0109]段及附图1-3、
7A-7E.

CN 102958420 A, 2013.03.06, 说明书第
[0001]-[0082]、[0100]-[0109]段及附图1-3、
7A-7E.

US 2011/0249323 A1, 2011.10.13, 说明书
第[0013]-[0021]段及附图1-3.

CN 101188965 A, 2008.05.28, 全文.

CN 102802520 A, 2012.11.28, 全文.

审查员 王硕

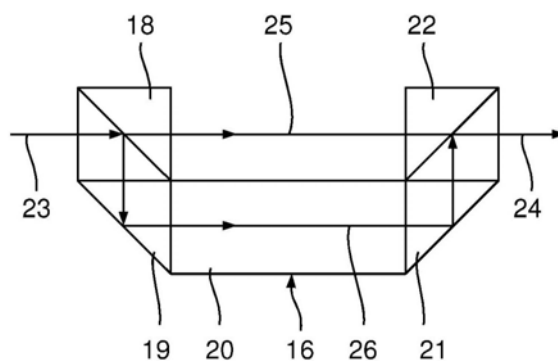
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

内窥镜和内窥镜检查方法

(57)摘要

本发明公开了一种内窥镜,内窥镜包括:主体部;内窥镜轴;以及成像透镜系统。成像透镜系统具有校正模块,校正模块包括分束单元和叠加单元。光经由第一光路被传送到校正模块,第一光路通过分束单元被分成第一分光路和第二分光路,分束单元将来自于可见光谱的光引导至第一分光路和第二分光路中的一个中并将来自于近红外范围的光引导至第一分光路和第二分光路中的另一个中。叠加单元叠加来自第一分光路和第二分光路的光并将光引导至与第一光路同轴的第二光路中。选择第一分光路和第二分光路的用于来自可见光谱的光的光程和用于来自近红外范围的光的光程,使得光程不同,从而补偿在焦平面区域中来自可见光谱的光和来自近红外范围的光之间的纵向色差。



1. 一种内窥镜,所述内窥镜包括:

主体部(2);

连接到所述主体部(2)的内窥镜轴(3);以及

成像透镜系统(4),所述成像透镜系统设置在所述内窥镜轴(3)和所述主体部(2)内部,并将位于所述内窥镜轴(3)的背离所述主体部(2)的端部(5)的前面的物体(6)成像到成像透镜系统(4)的焦平面(7)中,

其中所述主体部(2)包括在所述主体部(2)的背离所述内窥镜轴(3)的端部上的摄像机连接器,

其中所述成像透镜系统(4)具有设置在所述主体部(2)中的校正模块(16),光通过所述校正模块(16)被引导以对所述物体(6)进行成像,并且所述校正模块(16)包括分束单元(18)和叠加单元(22),

其中所述光经由第一光路(23)被传送到所述校正模块(16),所述第一光路(23)通过所述分束单元(18)被分成第一分光路(25)和第二分光路(26),其中所述分束单元(18)将来自于可视光谱的光引导至所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)中的一个中并将来自于近红外范围的光引导至所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)中的另一个中,以及

所述叠加单元(22)叠加来自于所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)的光并将来自于所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)的所述光引导至与所述第一光路(23)同轴的第二光路(24)中,

其中选择所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)的用于来自于可见光谱的光的光程和用于来自于近红外范围的光的光程,使得所述光程不同,从而补偿在所述焦平面(7)区域中来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光之间的纵向色差,

其中所述校正模块没有弯曲且因此具有光学作用的边界表面,并且被设计为无焦校正模块(16)。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述校正模块(16)不包括成像光学元件。

3. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述第一分光路(25)与所述第一光路(23)和所述第二光路(24)同轴。

4. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述第二分光路(26)具有与所述第一光路(23)和所述第二光路(24)平行的部分(20)。

5. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中在所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)中引导来自于近红外范围的光的一个分光路具有直线延伸并具有第一折射率的块(20),在所述第一分光路(25)和所述第二分光路(26)中引导来自于可见光谱的光的另一个分光路包括具有第二折射率的介质,其中来自于近红外范围的光的第一折射率大于来自于可见光谱的光的第二折射率。

6. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述第一分光路(25)是直线型的,所述第二分光路(26)是U型的。

7. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述分束单元(18)和所述叠加单元(22)分别被设计为分束立方体。

8. 根据权利要求7所述的内窥镜,其中所述第一分光路(25)具有设置在所述两个分束立方体之间并直线延伸的块,所述块与所述两个分束立方体机械接触。

9. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述第二分光路(26)具有两个偏转棱镜(19, 21)。

10. 根据权利要求1所述的内窥镜,其中所述分束单元(18)和所述叠加单元(22)分别被设计为分束立方体,所述第二分光路(26)具有两个偏转棱镜(19, 21),每个偏转棱镜(19, 21)分别与所述分束立方体中的一个机械接触。

11. 根据权利要求9所述的内窥镜,其中所述第二分光路(26)具有直线延伸的块(20),所述块设置在所述两个偏转棱镜(19, 21)之间并与所述两个偏转棱镜(19, 21)机械接触。

12. 根据权利要求10所述的内窥镜,其中所述第二分光路(26)具有直线延伸的块(20),所述块设置在所述两个偏转棱镜(19, 21)之间并与所述两个偏转棱镜(19, 21)机械接触。

13. 一种用于内窥镜的内窥镜检查方法,所述内窥镜包括:

主体部;

连接到所述主体部的内窥镜轴;以及

成像透镜系统,所述成像透镜系统设置在所述内窥镜轴和所述主体部内部,并将位于所述内窥镜轴的背离所述主体部的端部的前面的物体成像到成像透镜系统的焦平面中,

其中所述主体部包括在所述主体部的背离所述内窥镜轴的端部上的摄像机连接器,

其中所述成像透镜系统具有布置在所述主体部中的校正模块,所述校正模块将经由第一光路传送的光分成第一分光路和第二分光路,其中来自于可见光谱的光被引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的一个中,并且来自于近红外范围的光被引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的另一个中,来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光在经过所述第一分光路和所述第二分光路之后经由校正模块被叠加并被引导到与所述第一光路同轴的第二光路中,其中选择所述第一分光路和所述第二分光路的用于来自于可见光谱的光和用于来自于近红外范围的光的光程以使所述光程不同,从而补偿在所述焦平面区域中来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光之间的纵向色差,

其中所述校正模块没有弯曲且光学有效的边界表面,并且被设计为无焦校正模块。

内窥镜和内窥镜检查方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜和内窥镜检查方法,其适用于在可见光谱和近红外范围两者内成像。

背景技术

[0002] 如果在可见光谱和近红外范围两者内执行成像,那么经常出现已知的内窥镜(具体地所述内窥镜的成像透镜系统)不是因此而设计的问题。然后导致用于来自于可见光谱的光的焦平面与用于来自于近红外范围的光的焦平面不重合。两个焦平面的存在于轴向方向上的距离经常被称作纵向色差。

[0003] 从US2011/0249323A1中已知在两个威棱镜的最长侧将这两个道威棱镜接合在一起并且在这两个道威棱镜之间设置二向色分流层(dichroic splitter layer),从而因此基本上将来自于可见光谱的光引导在两个道威棱镜的一个中并将来自于近红外范围的光引导在两个道威棱镜的另一个中,然后再将这两种光叠加(US2011/0249323A1的图3)。光程能够设定成使得所述光程通过棱镜材料的选择而不同。然而,这里的一个缺点是一方面在棱镜装置中的入射光线和来自于棱镜装置的出射光线之间出现横向偏移。另外,因为来自于可见光谱的光与来自于近红外范围的光的几何路径相同,所以纵向色差补偿仅仅通过不同的材料进行,因此对于纵向色差的补偿的可能性是非常有限的。

发明内容

[0004] 出于此目的,因此本发明的目的是提供一种内窥镜和一种内窥镜检查方法,其可实现很好的纵向色差校正。

[0005] 通过如下的内窥镜来实现该目的,所述内窥镜具有:主体部;连接到所述主体部的内窥镜轴;以及成像透镜系统,所述成像透镜系统设置在所述内窥镜轴和所述主体部内部,并将位于所述内窥镜轴的背离所述主体部的端部的前面的物体成像到成像透镜系统的焦平面中,其中所述成像透镜系统具有设置在所述主体部中的校正模块,光通过所述校正模块被引导以对所述物体进行成像,并且所述校正模块包括分束单元和叠加单元,其中所述光经由第一光路被传送到所述校正模块,所述第一光路通过所述分束单元被分成第一分光路和第二分光路,其中所述分束单元将来自于可见光谱的光引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的一个中并将来自于近红外范围的光引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的另一个中,以及所述叠加单元叠加来自于所述第一分光路和所述第二分光路的光并将所述光引导至与所述第一光路同轴延伸的第二光路中,其中选择所述第一分光路和所述第二分光路的用于来自于可见光谱的光的光程和用于来自于近红外范围的光的光程,使得所述光程不同,从而补偿在所述焦平面区域中来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光之间的纵向色差。

[0006] 通过两个光路的同轴设置,有利地能够实现使得校正模块的横向尺寸最小化。此外,能够独立于在两个分光路的长度上的横向尺寸和所使用的材料来自由地设定光程差。

[0007] 能够部分地或全部地完成纵向色差的补偿或校正。在任何情况下,都降低了纵向色差。

[0008] 在根据本发明的内窥镜的情况下,校正模块具体地不包括成像光学元件。因此,优选地,校正模块没有弯曲且因此具有光学作用的边界表面。存在的所有的边界表面优选地都形成为平坦的。

[0009] 校正模块因此优选地设计为无焦校正模块。

[0010] 校正模块因此本身可在不需要繁重的劳动的情况下被制造而成,因此是成本有效的。

[0011] 尤其是,所述第一分光路能够与所述两个光路同轴。因此,所述校正模块的横向尺寸(横过两个光路的纵向方向)能够尽可能小。

[0012] 此外,所述第二分光路能够具有与所述两个光路平行的部分。因为仅仅通过以直角弯曲光路就能够获得所述第二分光路的上述部分,所以这使得校正模块的制造更加容易。

[0013] 在根据本发明的内窥镜的情况下,在所述第一分光路和所述第二分光路中引导来自于近红外范围的光的一个分光路具有直线延伸并具有第一折射率的块,在所述第一分光路和所述第二分光路中引导来自于可见光谱的光的另一个分光路包括具有第二折射率的介质,其中来自于近红外范围的光的第一折射率大于来自于可见光谱的光的第二折射率。

[0014] 所述介质能够设计成例如气体,并且直线延伸的所述块能够设计成例如固体的(例如,由玻璃或塑料制成)。此外,能够将所述介质设计成固体(例如,玻璃或者塑料)。

[0015] 具体地,所述第一分光路可以是直线型的,所述第二分光路可以是U型的。

[0016] 在根据本发明的内窥镜的情况下,所述分束单元和所述叠加单元能够分别被设计成分束立方体。

[0017] 此外,所述第二分光路可以具有两个偏转棱镜。

[0018] 具体地,每个偏转棱镜能够分别与分束立方体机械接触。

[0019] 所述第二分光路能够具有位于所述两个偏转棱镜之间的直线块。所述直线块能够与所述两个偏转棱镜机械接触。

[0020] 此外,所述第一分光路额外地或者可选地能够具有直线延伸并设置在所述两个分束立方体之间的块。具体地,所述块能够与所述两个分束立方体机械接触。

[0021] 根据本发明的内窥镜能够设计成医学用或技术用内窥镜。此外,根据本发明的内窥镜能够被气密密封或耐高压加热。

[0022] 内窥镜轴能够设计为刚性内窥镜轴、带有能够倾斜的远端的内窥镜轴、或者柔性内窥镜轴。

[0023] 根据本发明的内窥镜在主体部的背离所述内窥镜轴的端部能够具有摄像机连接器,摄像机能够连接到该摄像机连接器,且利用该摄像机能够记录借助于所述成像透镜系统而成像的物体。该摄像机能够设计成使得该摄像机能够(同时和/或按时间顺序先后)记录带有来自于可见光谱的光的图像和带有来自于近红外范围的光的图像。

[0024] 具体地,提供了根据本发明的并连接有摄像机的内窥镜系统。

[0025] 来自于可见光谱的光在本文中具体是指波长范围在380nm至750nm之间的光,并且

尤其是波长范围在400nm至700nm之间的光。来自于近红外 范围的光在本文中具体是指波长范围在700nm至3 μ m之间的光、780nm至3 μ m之间的光、700nm至1500nm之间的光、尤其是780nm至1500nm之间的光。在任何情况下,来自于可见光谱的光的波长范围和来自于近红外范围的光的波长范围不重叠。

[0026] 成像透镜系统的焦平面能够位于主体部中或者位于主体部的后面,并因此位于主体部之外。

[0027] 所述第一光路优选地结束于所述校正模块的分束单元。所述第二光路优选地起始于所述校正模块的组合单元。两个分光路优选地分别从所述分束单元延伸到所述叠加单元。

[0028] 根据本发明的内窥镜此外还可具有本领域技术人员已知的且对于根据本发明的内窥镜的操作而言所必需的元件。

[0029] 此外通过用于内窥镜的内窥镜检查方法来完成上述目的,所述内窥镜包括:主体部;连接到所述主体部的内窥镜轴;以及成像透镜系统,所述成像透镜系统设置在所述内窥镜轴和所述主体部内部,并将位于所述内窥镜轴的背离所述主体部的端部的前面的物体成像到成像透镜系统的焦平面中,其中所述主体部中的成像透镜系统将经由第一光路传送的光分成第一分光路和第二分光路,其中来自于可见光谱的光被引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的一个中,并且来自于近红外范围的光被引导至所述第一分光路和所述第二分光路中的另一个中,来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光在经过所述第一分光路和所述第二分光路之后被叠加并被引导到与所述第一光路同轴延伸的第二光路中,其中选择所述第一分光路和第二分光路的用于来自于可见光谱的光和用于来自于近红外范围的光的光程以使所述光程不同,从而补偿在所述焦平面区域中来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光之间的纵向色差。

[0030] 根据本发明的内窥镜检查方法能够被形成使得该内窥镜检查方法具有与接合根据本发明(包括本发明的扩展)的内窥镜所述的方法步骤。类似地,根据本发明(包括本发明的扩展)的内窥镜能够被形成使得能够利用该内窥镜来执行根据本发明(包括本发明的扩展)的内窥镜检查方法。

[0031] 应当理解,上述提及的特征和下文将描述的特征在不脱离本发明的范围的情况下不仅能够用在已经说明的组合中,也可用在其他的组合中或者单独使用。

附图说明

[0032] 以下将参考附图以示例的方式更加详细地说明本发明,其中这些附图也公开了对本发明而言必不可少的特征。其中,

[0033] 图1是根据本发明的内窥镜的一个实施例的示意图;

[0034] 图2是成像透镜系统的校正模块的放大视图;以及

[0035] 图3是根据图2的校正模块的变形例。

具体实施方式

[0036] 在图1中示出的实施例的情况下,根据本发明的内窥镜1具有主体部2和连接到主体部2的内窥镜轴3。

[0037] 此外,内窥镜1包括成像透镜系统4,所述成像透镜系统将位于内窥镜轴3的背离主体部2的远端5的前面的物体6成像到成像透镜系统4的焦平面7中。如图1示意性地示出,摄像机9能够(例如可拆卸地)固定在主体部2的背离内窥镜轴3的近端8上,其中摄像机9具有摄像透镜系统10和设置在该摄像透镜系统10下游的采集传感器11。成像透镜系统4优选地设置成使得焦平面7与采集传感器11的位置重合,因此能够执行物体6的清晰成像。

[0038] 摄像透镜系统10能够设计成独立的耦合器,所述耦合器可以例如可拆卸地固定在主体部2的近端8上。带有相应的采集传感器11的摄像模块继而能够优选地可拆卸地被固定在耦合器的背离主体部2的端部上。该耦合器例如能够提供聚焦功能。

[0039] 还可以修改根据本发明的内窥镜1,使得该耦合器固定地连接到主体部2。此外,该耦合器也能够与主体部2形成为一体。

[0040] 如图1示意性地示出,成像透镜系统4在从远端5向近端8的方向上包括物镜12、第一光学模块13、一个接一个设置的三个倒像系统14、第二光学模块15、校正模块16、和目镜17。借助于物镜12来记录物体6,并且经由第一光学模块13将物体6耦合到第一倒像系统14中,第一倒像系统14以与另外两个倒像系统14同样的方式分别传输出现在输入侧的图像,使得该图像在输出侧表现为旋转180°而被成像。分别优选地设计为柱状透镜系统的三个倒像系统14因此形成引导系统,利用该引导系统被记录物体6的图像被引导到主体部2,在该主体部2中,被记录物体6的图像借助于光学模块15被传送到校正模块16,然后经由目镜17而成像,从而借助于摄像机9来记录该图像。不带有校正模块16的成像透镜系统4能够按照例如德国专利申请号No.102005032515A1中描述的那样设计。两个光学模块13和15是任选的,且任选地可省略。

[0041] 如下文中更加详细地描述的那样,随着内窥镜除了记录可见光波长范围内的图像之外还越来越频繁地用于记录近红外范围内的图像,校正模块16用于补偿焦平面7区域内的来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光之间的纵向色差。因此,例如,荧光物质能够聚集在癌变组织中且在835nm下被激发出荧光。然而,一般地,因为传统的成像棱镜系统只对可视范围内的图像进行校正,因此用于来自于近红外范围的光的焦平面不会落在焦平面7内而是在此焦平面7的后面(图1的右侧)。设计成像透镜系统4使得该成像透镜系统也能够校正来自于近红外范围的光,这将导致需要更多的光学元件,因此制造将变得更加繁重且更加昂贵。此外,一般地,在内窥镜轴3的区域中存在确切地用于透镜系统的非常小的空间,因此这将潜在地不利地导致轴直径变大。

[0042] 在根据本发明的内窥镜1的情况下,因此将校正焦平面7的区域内的这种纵向色差的校正模块16设置在主体部2中。

[0043] 为此,从图2所示的详细放大视图中可以看出,校正模块16具有分束器18、第一偏转棱镜19、玻璃部20、第二偏转棱镜21和光束组合器22。来自于第二光学模块15的光在第一光路23中传播到达分束器18,该分束器18将来自于近红外范围内的光朝向第一偏转棱镜19反射且透射来自可见光谱的光。来自近红外范围的光被第一偏转棱镜19偏转,穿过玻璃部20,然后被第二偏转棱镜21朝向光束组合器22偏转。光束组合器22反射来自近红外范围的光,并且透射来自可见光谱的光从分束器18沿着第一分光路25到达光束组合器22的光,结果光束组合器22叠加来自于可见光谱的光和来自于近红外范围的光,且沿着第二光路24将经叠加的光引导至目镜17。

[0044] 因此,校正模块16具有不同的分光路25、26,其中用于来自于可见光谱的光的分光路被标记为第一分光路25,用于来自于近红外范围的光的分光路被标记为第二分光路26。校正模块16因此设计成使得两个分光路25和26中的光程可被选择而使之不同。光程差被选择以使得焦平面7区域中的纵向色差被补偿(优选地,被全部补偿)。通过选择用于两个分光路25和26的材料而使之不同来实现此。因此,例如,对于来自于可见光谱的光来说,折射率 n_0 为1的空气存在于第一分光路中。分束器18和光束组合器22分别具有比折射率 n_0 大的折射率 n_1 。因此,例如,材料N-BK10能够用于分束器18和光束组合器22,所述分束器18和光束组合器22对于588nm的波长来说具有1.49782的折射率,而对于852nm的波长来说具有1.49127的折射率。

[0045] 至于两个偏转棱镜19和21以及玻璃部20,为来自于近红外范围的光选择折射率为 n_2 的材料,其中该折射率 n_2 大于来自于可见光谱的光的第一分光路25的折射率 n_0 。例如,可将对于852nm的波长来说折射率为1.97630的S-LAH79选为所述材料。

[0046] 通过选择考虑了相应的折射率 n_0 、 n_1 、 n_2 的第二分光路的长度(因此,来自于近红外范围的光在第一折射棱镜19、玻璃部20和第二折射棱镜21中的路径),能够进行期望的纵向色差的补偿。玻璃部20的长度因此能够大幅地变化以达到所期望的必要校正。

[0047] 由于第一和第二光路23、24同轴,因此校正模块16所需的横过两个光路23和24的纵向方向的空间能够被最小化。对于来自于可见光谱的光而言,第一光路23、第一分光路25和第二光路24组成了直线延伸的主分光路,只有来自于近红外范围的光从该主光路中被耦合出来,且被引导通过第二分光路26,然后被耦合回到主光路中。校正模块16因此能够容易被设计成使得能够实现焦平面7的区域中的所期望的纵向色差补偿,同时能够最小化光路23、24所必需的空间尺寸(具体地,横过纵向方向)。因为校正模块16设置在内窥镜的主体部2中,因此存在足够的用于校正模块16的空间。

[0048] 分束器18和光束组合器22以及两个偏转棱镜19和21和玻璃部20的设计允许各个元件能够被接合在一起。因此出现大致U型玻璃结构,该结构能够实现所期望的纵向色差校正。

[0049] 在图3中,示出了校正模块16的变形例。在此情况下,分束器18设计成使得该分束器18反射来自于可见光谱的光并透射来自于近红外范围的光。此外,光束组合器22被设计成使得该光束组合器透射来自于近红外范围的光并反射来自于可见光谱的光。

[0050] 此外,还达到了如下的优点:两个光路23和24同轴地设置。继而,

[0051] 也存在出U型玻璃结构。

[0052] 当然,来自于可见光谱的光的分光路没有必要穿过空气。也能够选择适当的玻璃材料。必要的是用于来自于可见光谱的光的玻璃材料的折射率小于用于来自于近红外范围的光的玻璃部20的折射率小。

[0053] 校正模块16被设计为无焦校正模块16,并且没有被设计成弯曲的边界表面(具体地,没有透镜)。

[0054] 当然,校正模块16的元件不需要由玻璃形成。其他任何物质都是可以的。例如,可以使用塑料。

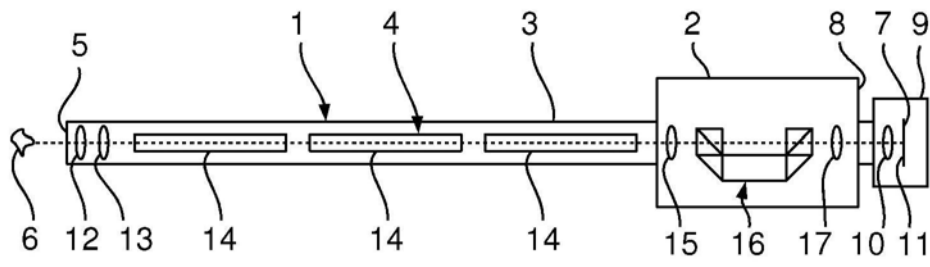


图1

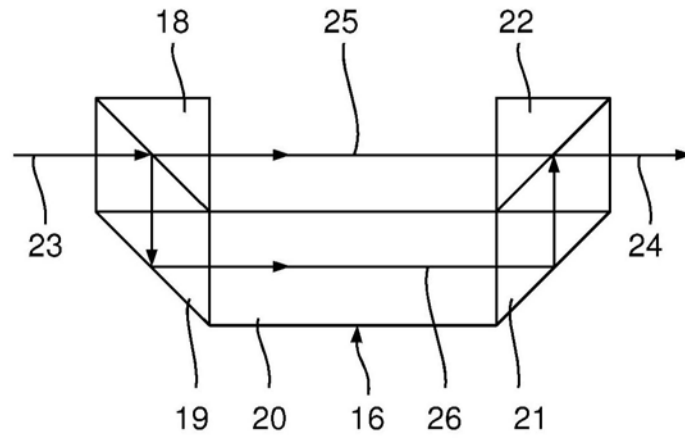


图2

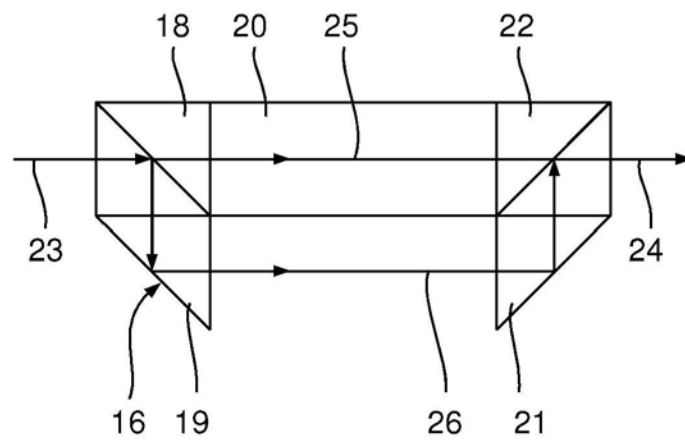


图3

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜检查方法		
公开(公告)号	CN104252036B	公开(公告)日	2018-07-20
申请号	CN201410289818.X	申请日	2014-06-25
[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		
CPC分类号	A61B1/00186 A61B1/002 A61B1/042 G02B23/2446 G02B23/2453 G02B27/005 G02B27/141 A61B1/00163 A61B5/0075 G02B15/173 G02B23/26 G02B27/1006		
审查员(译)	王硕		
优先权	102013212111 2013-06-25 DE		
其他公开文献	CN104252036A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种内窥镜，内窥镜包括：主体部；内窥镜轴；以及成像透镜系统。成像透镜系统具有校正模块，校正模块包括分束单元和叠加单元。光经由第一光路被传送到校正模块，第一光路通过分束单元被分成第一分光路和第二分光路，分束单元将来自可见光谱的光引导至第一分光路和第二分光路中的一个中并将来自近红外范围的光引导至第一分光路和第二分光路中的另一个中。叠加单元叠加来自第一分光路和第二分光路的光并将光引导至与第一光路同轴的第二光路中。选择第一分光路和第二分光路的用于来自可见光谱的光的光程和用于来自近红外范围的光的光程，使得光程不同，从而补偿在焦平面区域中来自可见光谱的光和来自近红外范围的光之间的纵向色差。

