



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107272150 A

(43)申请公布日 2017. 10. 20

(21)申请号 201710205225.4

(22)申请日 2017.03.30

(30)优先权数据

2016-074867 2016.04.04 JP

(71)申请人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72)发明人 井上和纪

(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 刘文海

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/06(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

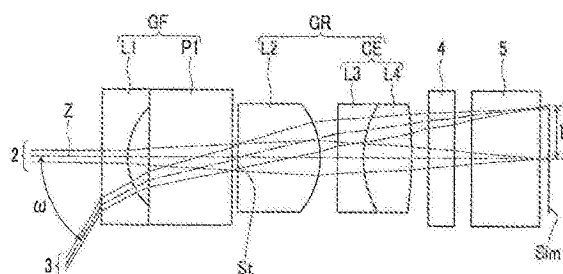
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

内窥镜用物镜光学系统及内窥镜

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种广角且畸变相差减少并具有良好的光学性能的内窥镜用物镜光学系统及具备该内窥镜用物镜光学系统的内窥镜。本发明的内窥镜用物镜光学系统(1)从物体侧依次包括前组(GF)、开口孔径(St)及正后组(GR)。前组(GF)从物体侧依次包括:像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的负第1透镜(L1);及入射面及出射面与光轴(Z)垂直的1个以上的平行平面部件(P1)。后组(GR)从物体侧依次包括:正第2透镜(L2);及负第3透镜(L3)与正第4透镜(L4)被接合而接合面的凹面朝向像侧的接合透镜(CE)。满足与整个系统的焦距(f)和接合透镜(CE)的焦距(f_c)相关的条件式 $0.02 < f/f_c < 0.10$ 。



1. 一种内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,

从物体侧依次包括:作为整体具有负屈光力的前组;开口孔径;及作为整体具有正屈光力的后组,

所述前组从物体侧依次包括:像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的透镜面的曲率半径的绝对值的具有负屈光力的第1透镜;以及入射面及出射面与光轴垂直的至少1个平行平面部件,

所述后组从物体侧依次包括:具有正屈光力的第2透镜;具有负屈光力的第3透镜;及具有正屈光力的第4透镜,

所述第3透镜与所述第4透镜被接合而构成接合透镜,该接合透镜的接合面的凹面朝向像侧,

满足下述条件式(1):

$$0.02 < f/f_c < 0.10 \quad (1)$$

其中,

f:整个系统的焦距;

f_c:所述接合透镜的焦距。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(2):

$$0.51 < f/f_2 < 0.75 \quad (2)$$

其中,

f₂:所述第2透镜的焦距。

3. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(3):

$$-0.83 < f/f_1 < -0.61 \quad (3)$$

其中,

f₁:所述第1透镜的焦距。

4. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(4):

$$0.49 < f/f_r < 0.74 \quad (4)$$

其中,

f_r:所述后组的焦距。

5. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(5):

$$0.55 < \max |IH/LR_i| < 0.90 \quad (5)$$

其中,

IH:最大像高;

LR_i:将i设为1~7的整数时的从物体侧起第i个透镜面的曲率半径;

max |IH/LR_i|:整个系统的|IH/LR_i|的最大值。

6. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(6):

$$0.19 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.32 \quad (6)$$

其中,

IH:最大像高;

LR_i:将i设为1~7的整数时的从物体侧起第i个透镜面的曲率半径;

ave |IH/LR_i|:整个系统的|IH/LR_i|的平均值。

7. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(7):

$$1.79 < \min N_{dp} < 1.98 \quad (7)$$

其中,

$\min N_{dp}$:整个系统的正透镜相对于d线的折射率的最小值。

8. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(8):

$$1.82 < \text{ave} N_{dp} < 1.98 \quad (8)$$

其中,

$\text{ave} N_{dp}$:整个系统的正透镜相对于d线的折射率的平均值。

9. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(9):

$$0.30 < f/R_c < 0.60 \quad (9)$$

其中,

R_c :所述接合透镜的接合面的曲率半径。

10. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(10):

$$0.10 < N_{d3} - N_{d4} < 0.15 \quad (10)$$

其中,

N_{d3} :所述第3透镜相对于d线的折射率;

N_{d4} :所述第4透镜相对于d线的折射率。

11. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(1-1):

$$0.04 < f/f_c < 0.08 \quad (1-1)。$$

12. 根据权利要求2所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(2-1):

$$0.53 < f/f_2 < 0.73 \quad (2-1)。$$

13. 根据权利要求3所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(3-1):

$$-0.80 < f/f_1 < -0.64 \quad (3-1)。$$

14. 根据权利要求4所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(4-1):

$$0.53 < f/f_r < 0.70 \quad (4-1)。$$

15. 根据权利要求5所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(5-1):

$$0.60 < \max |IH/LR_i| < 0.85 \quad (5-1)。$$

16. 根据权利要求6所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(6-1):

$$0.20 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.31 \quad (6-1)。$$

17. 根据权利要求7所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(7-1):

$$1.81 < \min N_{dp} < 1.95 \quad (7-1)。$$

18. 根据权利要求8所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(8-1):

$$1.84 < \text{ave} N_{dp} < 1.96 \quad (8-1)。$$

19. 根据权利要求9所述的内窥镜用物镜光学系统,其满足下述条件式(9-1):

$$0.33 < f/R_c < 0.57 \quad (9-1)。$$

20. 一种内窥镜,其具备权利要求1至19中任一项所述的内窥镜用物镜光学系统。

内窥镜用物镜光学系统及内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜用物镜光学系统及具备该内窥镜用物镜光学系统的内窥镜。

背景技术

[0002] 以往,医疗领域中普遍使用插入型内窥镜,其从受检者的口或鼻子插入在前端部分内置有摄像装置的长条插入部来拍摄体腔内。作为能够在这种内窥镜中使用的物镜光学系统,例如有下述专利文献1~3中记载的物镜光学系统。专利文献1~3中,记载有具备从物体侧依次具有负屈光力的透镜组、开口孔径及具有正屈光力的透镜组的透镜系统。

[0003] 专利文献1:日本专利第4439184号公报

[0004] 专利文献2:日本专利第3851417号公报

[0005] 专利文献3:日本专利第3574484号公报

[0006] 为了提高病变的发现率,对内窥镜用物镜光学系统要求能够观察大范围的广角的光学系统。广角的光学系统的畸变相差易变大,但近年来,逐渐要求成像区域周边部中畸变也较少的图像。然而,专利文献1~3中记载的内窥镜用物镜光学系统的畸变相差较大,因此很难充分响应上述要求。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种广角且畸变相差减少并能够实现良好的光学性能的内窥镜用物镜光学系统及具备该内窥镜用物镜光学系统的内窥镜。

[0008] 本发明的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,从物体侧依次包括:作为整体具有负屈光力的前组;开口孔径;及作为整体具有正屈光力的后组,前组从物体侧依次包括:像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的透镜面的曲率半径的绝对值的具有负屈光力的第1透镜;及入射面及出射面与光轴垂直的至少1个平行平面部件,后组从物体侧依次包括:具有正屈光力的第2透镜;具有负屈光力的第3透镜;及具有正屈光力的第4透镜,第3透镜与第4透镜被接合而构成接合透镜,该接合透镜的接合面的凹面朝向像侧,并满足下述条件式(1)。

[0009] $0.02 < f/f_c < 0.10$ (1)

[0010] 其中,

[0011] f :整个系统的焦距;

[0012] f_c :接合透镜的焦距。

[0013] 本发明的内窥镜用物镜光学系统中,优选满足下述条件式(2)~(10)及(1-1)~(9-1)中的至少1个。

[0014] $0.51 < f/f_2 < 0.75$ (2)

[0015] $-0.83 < f/f_1 < -0.61$ (3)

[0016] $0.49 < f/f_r < 0.74$ (4)

[0017] $0.55 < \max |IH/LR_i| < 0.90$ (5)

[0018] $0.19 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.32$ (6)

[0019] $1.79 < \min N_{dp} < 1.98$ (7)

[0020] $1.82 < \text{ave} N_{dp} < 1.98$ (8)

[0021] $0.30 < f/R_c < 0.60$ (9)

[0022] $0.10 < N_{d3} - N_{d4} < 0.15$ (10)

[0023] $0.04 < f/f_c < 0.08$ (1-1)

[0024] $0.53 < f/f_2 < 0.73$ (2-1)

[0025] $-0.80 < f/f_1 < -0.64$ (3-1)

[0026] $0.53 < f/f_r < 0.70$ (4-1)

[0027] $0.60 < \max |IH/LR_i| < 0.85$ (5-1)

[0028] $0.20 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.31$ (6-1)

[0029] $1.81 < \min N_{dp} < 1.95$ (7-1)

[0030] $1.84 < \text{ave} N_{dp} < 1.96$ (8-1)

[0031] $0.33 < f/R_c < 0.57$ (9-1)

[0032] 其中,

[0033] f : 整个系统的焦距;

[0034] f_2 : 第2透镜的焦距;

[0035] f_1 : 第1透镜的焦距;

[0036] f_r : 后组的焦距;

[0037] IH : 最大像高;

[0038] LR_i : 将 i 设为 1~7 的整数时的从物体侧起第 i 个透镜面的曲率半径;

[0039] $\max |IH/LR_i|$: 整个系统的 $|IH/LR_i|$ 的最大值;

[0040] $\text{ave} |IH/LR_i|$: 整个系统的 $|IH/LR_i|$ 的平均值;

[0041] $\min N_{dp}$: 整个系统的正透镜相对于 d 线的折射率的最小值;

[0042] $\text{ave} N_{dp}$: 整个系统的正透镜相对于 d 线的折射率的平均值;

[0043] R_c : 接合透镜的接合面的曲率半径;

[0044] N_{d3} : 第3透镜相对于 d 线的折射率;

[0045] N_{d4} : 第4透镜相对于 d 线的折射率;

[0046] f_c : 接合透镜的焦距。

[0047] 本发明的内窥镜具备本发明的内窥镜用物镜光学系统。

[0048] 另外, 上述“包括~”表示, 除了作为构成要件来举出的要件以外, 还可以包括实际上没有光焦度的透镜、光圈和/或盖玻璃等透镜以外的光学要件、物镜法兰盘和/或镜筒等。

[0049] 另外, 当包含非球面时, 在近轴区域中考虑上述透镜组的屈光力的符号、透镜的屈光力的符号、透镜面的形状及透镜面的曲率半径。并且, 上述条件式的值均以 d 线 (波长 587.6nm) 为基准。

[0050] 发明效果

[0051] 根据本发明, 从物体侧依次包括负前组、开口孔径及正后组的透镜系统中, 适当设

定前组及后组的结构,使其满足规定的条件式,因此能够提供一种广角且畸变相差减少并能够实现良好的光学性能的内窥镜用物镜光学系统及具备该内窥镜用物镜光学系统的内窥镜。

附图说明

[0052] 图1是表示本发明的一实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统的结构与光路的剖视图,是与本发明的实施例1对应的剖视图。

[0053] 图2是表示本发明的实施例2的内窥镜用物镜光学系统的结构与光路的剖视图。

[0054] 图3是表示本发明的实施例3的内窥镜用物镜光学系统的结构与光路的剖视图。

[0055] 图4是本发明的实施例1的内窥镜用物镜光学系统的各相差图,从左起依次表示球面相差、像散、畸变相差、倍率色差。

[0056] 图5是本发明的实施例2的内窥镜用物镜光学系统的各相差图,从左起依次表示球面相差、像散、畸变相差、倍率色差。

[0057] 图6是本发明的实施例3的内窥镜用物镜光学系统的各相差图,从左起依次表示球面相差、像散、畸变相差、倍率色差。

[0058] 图7是表示本发明的实施方式所涉及的内窥镜的概要结构的图。

[0059] 符号说明

[0060] 1-内窥镜用物镜光学系统,2-轴上光束,3-轴外光束,4-滤波器,5-棱镜,100-内窥镜,102-操作部,104-插入部,106-通用塞绳,107-软性部,108-弯曲部,109-弯曲操作旋钮,110-前端部,CE-接合透镜,GF-前组,GR-后组,IH-最大像高,L1-第1透镜,L2-第2透镜,L3-第3透镜,L4-第4透镜,P1-平行平面部件,Sim-像面,St-开口孔径,Z-光轴, ω -半视角。

具体实施方式

[0061] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行详细说明。图1是表示本发明的一实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统的透镜结构与光路的剖视图。该结构例与后述的实施例1对应。图1中,左侧为物体侧,右侧为像侧,关于光路,针对轴上光束2及最大视角的轴外光束3而示出,还图示了最大的半视角(最大全视角的半值) ω 。

[0062] 该内窥镜用物镜光学系统沿着光轴Z从物体侧朝向像侧而依次包括:作为整体具有负屈光力的前组GF;开口孔径St;及作为整体具有正屈光力的后组GR。通过如此从物体侧依次配置负透镜组、正透镜组,成为负聚焦型屈光力配置,因此能够在确保后焦距的同时实现广角化。

[0063] 另外,图1所示的开口孔径St并不一定表示大小和/或形状,表示光轴Z上的位置。并且,图1中示出了在透镜系统与像面Sim之间配置有滤波器4与棱镜5的例子,但本发明中也可设为省略滤波器4和/或棱镜5的结构。棱镜5可以是具有折弯光路的功能的棱镜,此时,成为弯曲光路,但为了便于理解,图1中设想展开光路的状态而示出了直线状的光路。

[0064] 前组GF构成为从物体侧依次包括:具有负屈光力的第1透镜L1;及入射面及出射面与内窥镜用物镜光学系统的光轴Z垂直的至少1个平行平面部件P1。

[0065] 第1透镜L1构成为像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的透镜面的曲率半径的绝对值。通过设为这种形状,容易抑制像面弯曲并有利于广角化。

[0066] 通过设为内窥镜用物镜光学系统包括平行平面部件P1,并将该平行平面部件P1配置于比开口孔径 St 更靠物体侧的结构,能够降低周边视角的光线与第1透镜L1的物体侧的面相交的点距光轴Z的高度,有利于第1透镜L1的小径化。平行平面部件P1具有上述作用的同时没有近轴屈光力,因此与透镜相比,偏心时对光学性能带来的影响较小。具体而言,平行平面部件P1即使平行偏心,也不会产生图像的劣化,与透镜相比,能够加大倾斜误差的容许量。因此,变得易组装,能够有助于实现良好的光学性能。另外,“平行偏心”是指与光轴Z垂直的方向的移动,“倾斜误差”的“倾斜”是指在包含光轴Z的剖面内的旋转。

[0067] 图1的平行平面部件P1由入射面与出射面平行的平行平板构成。可根据需要设为使平行平面部件P1具有滤波器功能的结构。另外,前组GF所具有的平行平面部件可以是棱镜。由棱镜构成平行平面部件,并且光轴在该棱镜内部折弯时,不考虑该内部中的折弯,无需折弯被折弯的光路而展开为直线状时,入射面与出射面呈平行即可。其中,优选平行平面部件的内部的折射率分布实际上为均质。

[0068] 图1中例示了前组GF仅具有1个平行平面部件P1的例子,但前组GF所具有的平行平面部件的数量能够任意选择。例如,有包括相同材料的多个平行平面部件时,关于具有与它们的厚度总和相同的厚度且包括相同材料的1个平行平面部件与上述多个平行平面部件,若无视表面反射,则在几何光学上发挥相同的作用,因此能够适当变更平行平面部件的数量及厚度。并且,前组GF也可设为具有包括相互不同的材料的多个平行平面部件的结构。

[0069] 第1透镜L1为像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的透镜面的曲率半径的绝对值的负透镜,因此第1透镜L1的像侧的透镜面成为凹面。第1透镜L1的像侧的面中,在比该凹面更靠径向外侧设置与光轴Z垂直的平面部,如图1所示,优选构成为该平面部和与第1透镜L1相邻的平行平面部件P1沿光轴方向抵接。如此构成时,能够防止产生第1透镜L1的倾斜,并能够减少制造误差引起的性能劣化。

[0070] 如上所述,使第1透镜L1的平面部与平行平面部件P1抵接时,若将该平面部设为环绕状,则能够不使用其他部件而密封由第1透镜L1的像侧的凹面与平行平面部件P1的物体侧的面形成的空间并保持为气密。内窥镜用物镜光学系统例如通过用于去除附着于暴露在外部的第1透镜L1的物体侧的面的污垢的送水等被冷却,但通过将上述空间设为气密,能够抑制湿气浸入该空间,并抑制产生结露。

[0071] 并且,如在后面详细叙述,将内窥镜用物镜光学系统设为可分离的结构时,通过前组GF具有至少1个平行平面部件,能够发挥各种效果。

[0072] 后组GR从物体侧依次包括:具有正屈光力的第2透镜L2;具有负屈光力的第3透镜L3;及具有正屈光力的第4透镜L4,第3透镜L3与第4透镜L4被接合而构成接合透镜CE。

[0073] 通过具有正屈光力的第2透镜L2,能够抑制球面相差。通过接合透镜CE,能够抑制倍率色差。并且,通过将接合透镜CE配置于透镜系统的最靠近像侧的位置,能够提高接合透镜CE的接合面中的周边光线的高度,从而变得容易进行倍率色差的良好校正。

[0074] 并且,该内窥镜用物镜光学系统中,构成为接合透镜CE的接合面成为凹面朝向像侧的形状。由此,有利于抑制倍率色差。

[0075] 第2透镜L2的物体侧的透镜面可设为平面,设为平面时,能够加大倾斜误差的容许量,因此组装变得容易。并且,第3透镜L3的物体侧的透镜面可设为平面,设为平面时,能够加大倾斜误差的容许量,因此组装变得容易。

[0076] 并且,该内窥镜用物镜光学系统构成为满足下述条件式(1)。

[0077] $0.02 < f/f_c < 0.10$ (1)

[0078] 其中,

[0079] f:整个系统的焦距;

[0080] f_c :接合透镜的焦距。

[0081] 通过设为避免成为条件式(1)的下限以下,能够抑制周边视角的主光线向像面Sim的入射角,有利于广角化。通过设为避免成为条件式(1)的上限以上,能够抑制畸变相差。为了更加提高与条件式(1)相关的效果,优选满足下述条件式(1-1)。

[0082] $0.04 < f/f_c < 0.08$ (1-1)

[0083] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(2)。

[0084] $0.51 < f/f_2 < 0.75$ (2)

[0085] 其中,

[0086] f:整个系统的焦距;

[0087] f_2 :第2透镜的焦距。

[0088] 通过以满足条件式(2)的方式设定第2透镜L2的屈光力的范围,能够抑制像面弯曲。为了更加提高与条件式(2)相关的效果,优选满足下述条件式(2-1)。

[0089] $0.53 < f/f_2 < 0.73$ (2-1)

[0090] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(3)。

[0091] $-0.83 < f/f_1 < -0.61$ (3)

[0092] 其中,

[0093] f:整个系统的焦距;

[0094] f_1 :第1透镜的焦距。

[0095] 通过设为避免成为条件式(3)的下限以下,能够抑制像面弯曲。通过设为避免成为条件式(3)的上限以上,变得容易抑制透镜直径的同时维持视角。为了更加提高与条件式(3)相关的效果,优选满足下述条件式(3-1)。

[0096] $-0.80 < f/f_1 < -0.64$ (3-1)

[0097] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(4)。

[0098] $0.49 < f/f_r < 0.74$ (4)

[0099] 其中,

[0100] f:整个系统的焦距;

[0101] f_r :后组的焦距。

[0102] 通过设为避免成为条件式(4)的下限以下,能够抑制周边视角的主光线向像面Sim的入射角,有利于广角化。通过设为避免成为条件式(4)的上限以上,能够抑制畸变相差。为了更加提高与条件式(4)相关的效果,优选满足下述条件式(4-1)。

[0103] $0.53 < f/f_r < 0.70$ (4-1)

[0104] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(5)。

[0105] $0.55 < \max |IH/LR_i| < 0.90$ (5)

[0106] 其中,

[0107] IH:最大像高;

[0108] LR_i :将 i 设为1~7的整数时的从物体侧起第 i 个透镜面的曲率半径;

[0109] $\max |IH/LR_i|$:整个系统的 $|IH/LR_i|$ 的最大值。

[0110] 另外,上述“ LR_i ”的“透镜面”为第1透镜 L_1 ~第4透镜 L_4 这4个透镜的各透镜所具有的物体侧的透镜面及像侧的透镜面的每一个。其中,“ LR_i ”的“透镜面”中,接合面视作1个面。由此,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统中,“ LR_i ”的“透镜面”共为7个。与“ LR_i ”的“透镜面”相关的这些方面对于后述的条件式(6)的“ LR_i ”也相同。

[0111] 通过设为避免成为条件式(5)的下限以下,能够抑制像面弯曲。通过设为避免成为条件式(5)的上限以上,能够加大透镜的平行偏心的容许量及倾斜误差的容许量,组装变得容易,能够有助于实现良好的光学性能。为了更加提高与条件式(5)相关的效果,优选满足下述条件式(5-1)。

[0112] $0.60 < \max |IH/LR_i| < 0.85$ (5-1)

[0113] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(6)。

[0114] $0.19 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.32$ (6)

[0115] 其中,

[0116] IH :最大像高;

[0117] LR_i :将 i 设为1~7的整数时的从物体侧起第 i 个透镜面的曲率半径;

[0118] $\text{ave} |IH/LR_i|$:整个系统的 $|IH/LR_i|$ 的平均值。

[0119] 通过设为避免成为条件式(6)的下限以下,能够抑制像面弯曲。通过设为避免成为条件式(6)的上限以上,能够加大透镜的平行偏心的容许量及倾斜误差的容许量,组装变得容易,能够有助于实现良好的光学性能。为了更加提高与条件式(6)相关的效果,优选满足下述条件式(6-1)。

[0120] $0.20 < \text{ave} |IH/LR_i| < 0.31$ (6-1)

[0121] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(7)。

[0122] $1.79 < \min N_{dp} < 1.98$ (7)

[0123] 其中,

[0124] $\min N_{dp}$:整个系统的正透镜相对于 d 线的折射率的最小值。

[0125] 通过设为避免成为条件式(7)的下限以下,能够抑制球面相差。通过设为避免成为条件式(7)的上限以上,能够抑制像面弯曲。为了更加提高与条件式(7)相关的效果,优选满足下述条件式(7-1)。

[0126] $1.81 < \min N_{dp} < 1.95$ (7-1)

[0127] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(8)。

[0128] $1.82 < \text{ave} N_{dp} < 1.98$ (8)

[0129] 其中,

[0130] $\text{ave} N_{dp}$:整个系统的正透镜相对于 d 线的折射率的平均值。

[0131] 通过设为避免成为条件式(8)的下限以下,能够抑制球面相差。通过设为避免成为条件式(8)的上限以上,能够抑制像面弯曲。为了更加提高与条件式(8)相关的效果,优选满足下述条件式(8-1)。

[0132] $1.84 < \text{ave} N_{dp} < 1.96$ (8-1)

[0133] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(9)。

[0134] $0.30 < f/R_c < 0.60$ (9)

[0135] 其中,

[0136] f : 整个系统的焦距;

[0137] R_c : 接合透镜的接合面的曲率半径。

[0138] 通过设为避免成为条件式(9)的下限以下,能够抑制球面相差。通过设为避免成为条件式(9)的上限以上,能够抑制像散。为了更加提高与条件式(9)相关的效果,优选满足下述条件式(9-1)。

[0139] $0.33 < f/R_c < 0.57$ (9-1)

[0140] 并且,优选该内窥镜用物镜光学系统满足下述条件式(10)。

[0141] $0.10 < Nd_3 - Nd_4 < 0.15$ (10)

[0142] 其中,

[0143] Nd_3 : 第3透镜相对于d线的折射率;

[0144] Nd_4 : 第4透镜相对于d线的折射率。

[0145] 通过设为避免成为条件式(10)的下限以下,能够抑制球面相差。通过设为避免成为条件式(10)的上限以上,能够抑制像面弯曲。为了更加提高与条件式(10)相关的效果,优选满足下述条件式(10-1)。

[0146] $0.11 < Nd_3 - Nd_4 < 0.14$ (10-1)

[0147] 另外,该内窥镜用物镜光学系统可构成第1透镜L1及平行平面部件P1能够与比平行平面部件P1更靠像侧的光学部件分离。即,图1的例子中,可构成前组GF能够与开口孔径 St 及后组GR分离。此时,可构成由不同部件构成固定前组GF的镜筒与固定开口孔径 St 及后组GR的镜筒,并用可通过溶剂、热或光等外部刺激拆解的粘结剂粘结这2个镜筒。通过采用这种可分离的结构,第1透镜L1中产生污损或破损时,能够拆解去除上述粘结剂来一体更换包含第1透镜L1的镜筒。

[0148] 配置于最靠物体侧并暴露于外部的第1透镜L1随着使用有可能污损或破损。第1透镜L1中产生污损或破损时,内窥镜用物镜光学系统以无法分离的方式构成一体时,需更换整个内窥镜用物镜光学系统,修理费用增加。相对于此,如上述结构那样,以能够仅更换物体侧的一部分光学部件的方式构成的内窥镜用物镜光学系统中,能够抑制更换所需的费用。

[0149] 采用如上述那样的可分离的结构时,通过前组GF具有平行平面部件P1,能够通过平行平面部件P1,在其像侧密封前组GF,因此在分离时容易操作,容易去除垃圾或污垢等来进行清扫。

[0150] 另外,前组GF可具有多个平行平面部件,此时,优选构成第1透镜L1及最靠物体侧的平行平面部件能够与从物体侧起第2个平行平面部件及比该第2个平行平面部件更靠像侧的光学部件分离。由此,通过从物体侧起第2个平行平面部件,能够在其物体侧密封该第2个平行平面部件之后的像侧的光学部件,因此同样地在分离时容易操作,容易进行维护。

[0151] 以上叙述的优选结构及可实现的结构能够进行任意组合,优选根据所要求的规格适当地选择性地采用。根据本实施方式,能够实现广角且抑制包含畸变相差在内的各相差的具有良好的光学性能的内窥镜用物镜光学系统。另外,在此所说的广角是指最大全视角

为 100° 以上。

[0152] 接着,对本发明的内窥镜用物镜光学系统的数值实施例进行说明。

[0153] [实施例1]

[0154] 实施例1的内窥镜用物镜光学系统的透镜结构与光路示于图1,其图示方法如上所述,因此此处省略重复说明。表1中示出实施例1的内窥镜用物镜光学系统的基本透镜数据。表1的Si栏中,示出以将最靠物体侧的构成要件的物体侧的面作为第1个并随着朝向像侧而依次增加的方式对构成要件的面标注面编号时的第i个($i=1,2,3,\dots$)面编号,Ri栏中示出第i个面的曲率半径,Di栏中示出第i个面与第i+1个面之间在光轴Z上的面间隔。表1的Ndj栏中示出将最靠物体侧的构成要件设为第1个并随着朝向像侧而依次增加的第j个($j=1,2,3,\dots$)构成要件的与d线(波长587.6nm)相关的折射率, v_dj 栏中示出第j个构成要件的d线基准的色散系数。

[0155] 关于曲率半径的符号,将使凸面朝向物体侧的面形状的曲率半径设为正,将使凸面朝向像侧的面形状的曲率半径设为负。表1中还一并示出开口孔径 St 、滤波器4及棱镜5。表1中,在相当于开口孔径 St 的面的面编号栏中记载有面编号与(St)这样的语句。Di的最下栏的值为表中的最靠像侧的面与像面 Sim 之间的间隔。

[0156] 在表1的框外上部,以d线基准示出整个系统的焦距 f 、F编号 $FNo.$ 、最大全视角 2ω 、物体距离(从第1透镜 $L1$ 的物体侧的透镜面至物体的光轴上的距离) OB 及最大像高 IH 。表1的Di的最下栏的值及后述的相差图是物体距离为表1所示的值时的值及图。

[0157] 各表的数据中,角度单位使用度,长度单位使用mm,但即使放大比例或缩小比例,也能够使用光学系统,因此还能够使用其他适当的单位。并且,以下示出的各表中,记载有以规定位数四舍五入的数值。

[0158] [表1]

[0159] 实施例1

[0160] $f=0.32, FNo.=4.25, 2\omega=117.2, OB=4, IH=0.295$

[0161]

Si	Ri	Di	Ndj	v_dj
1	∞	0.1500	1.88299	40.78
2	0.3600	0.1255		
3	∞	0.4800	1.91082	35.25
4	∞	0.0350		
5 (St)	∞	0.0000		
6	∞	0.4800	1.90043	37.37
7	-0.4500	0.1000		
8	∞	0.1500	1.95906	17.47
9	0.5800	0.2800	1.83481	42.72
10	-1.9950	0.1000		
11	∞	0.1500	1.85150	40.78
12	∞	0.1000		
13	∞	0.4000	1.51633	64.14

14	∞	0.0535		
----	----------	--------	--	--

[0162] 图4中,从左起依次示出实施例1的内窥镜用物镜光学系统的球面相差、像散、畸变相差(失真)及倍率色差(倍率的色差)的各相差图。球面相差图中,分别以实线、长虚线及短虚线表示与d线(波长587.6nm)、C线(波长656.3nm)及F线(波长486.1nm)相关的相差。像散图中,以实线表示弧矢方向与d线相关的相差,以短虚线表示切线方向与d线相关的相差。畸变相差图中,以实线表示与d线相关的相差。倍率色差图中,分别以长虚线及短虚线示出与C线及F线相关的相差。球面相差图的FNo.表示F编号,其他相差图的 ω 表示半视角。

[0163] 关于与上述实施例1的结构例相关的说明中叙述的图示方法、各数据的记号、含义及记载方法,若无特别说明,对于以下的实施例也相同,因此以下省略重复说明。

[0164] [实施例2]

[0165] 对于实施例2的内窥镜用物镜光学系统,将透镜结构图与光路示于图2中,将基本透镜数据示于表2中,将各相差图示于图5中。

[0166] [表2]

[0167] 实施例2

[0168] $f=0.32, FNo.=4.25, 2\omega=118.8, OB=4, IH=0.295$

[0169]

Si	Ri	Di	Ndj	v dj
1	∞	0.0300	1.95375	32.32
2	0.4000	0.0930		
3	∞	0.8000	1.94595	17.98
4	∞	0.2320		
5(St)	∞	0.0000		
6	∞	0.3113	1.88100	40.14
7	-0.5263	0.2670		
8	∞	0.2507	1.94595	17.98
9	0.6667	0.2100	1.81600	46.57
10	-2.2675	0.1000		
11	∞	0.1500	1.85150	40.78
12	∞	0.0600		
13	∞	0.4000	1.51633	64.14
14	∞	0.0711		

[0170] [实施例3]

[0171] 对于实施例3的内窥镜用物镜光学系统,将透镜结构图与光路示于图3中,将基本透镜数据示于表3中,将各相差图示于图6中。

[0172] [表3]

[0173] $f=0.32, FNo.=4.25, 2\omega=117.4, OB=4, IH=0.295$

[0174]

Si	Ri	Di	Ndj	v dj
1	∞	0.0300	1.90043	37.37

2	0.4444	0.0845		
3	∞	0.8000	2.00178	19.32
4	∞	0.1145		
5 (St)	∞	0.0000		
6	∞	0.5164	1.91082	35.25
7	-0.5128	0.1759		
8	∞	0.1800	2.00178	19.32
9	0.6329	0.2100	1.88300	40.76
10	-2.5000	0.1000		
11	∞	0.1500	1.85150	40.78
12	∞	0.0700		
13	∞	0.4000	1.51633	64.14
14	∞	0.0619		

[0175] 表4中,示出实施例1~3的内窥镜用物镜光学系统的条件式(1)~(10)的对应值。表4的数据以d线作为基准。

[0176] [表4]

[0177]

式编号		实施例1	实施例2	实施例3
(1)	f/f_c	0.070	0.056	0.056
(2)	f/f_2	0.647	0.537	0.571
(3)	f/f_1	-0.793	-0.765	-0.652
(4)	f/f_r	0.651	0.534	0.578
(5)	$\text{Max} IH/LR_i $	0.819	0.738	0.664
(6)	$\text{ave} IH/LR_i $	0.304	0.267	0.260
(7)	minNdp	1.83481	1.81600	1.88300
(8)	aveNdp	1.86762	1.84850	1.89691
(9)	f/R_c	0.557	0.481	0.508
(10)	Nd_3-Nd_4	0.12425	0.12995	0.11878

[0178] 根据以上数据可知,实施例1~3的内窥镜用物镜光学系统中,全视角为 117° 以上,实现了广角的透镜系统,并且包含畸变相差在内的各相差得到良好的校正,实现了较高的光学性能。

[0179] 接着,参考图7,对适用本发明的内窥镜用物镜光学系统的内窥镜的实施方式进行说明。图7中示出该内窥镜的概略整体结构图。图7所示的内窥镜100主要具备操作部102、插入部104及与连接器部(不图示)连接的通用塞绳106。插入部104的大部分为沿着插入路径向任意方向弯曲的软性部107,该软性部107的前端连结有弯曲部108,该弯曲部108的前端连结有前端部110。弯曲部108为了使前端部110朝向所希望的方向而设置,能够通过转动设置于操作部102的弯曲操作旋钮109来进行弯曲操作。在前端部110的内部前端配设有本发明的实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统1。图7中,概略图示有内窥镜用物镜光学系统1。本实施方式的内窥镜具备内窥镜用物镜光学系统1,因此能够获取广角且即使在成像

区域周边部中畸变也较少的良好的图像。

[0180] 以上,举出实施方式及实施例对本发明进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式及实施例,能够进行各种变形。例如,各透镜的曲率半径、面间隔、折射率及色散系数并不限于上述实施例中示出的值,可取其他值。同样地,前组GF所具有的平行平板的数量、厚度及折射率也并不限于上述实施例中示出的值,可取其他值。

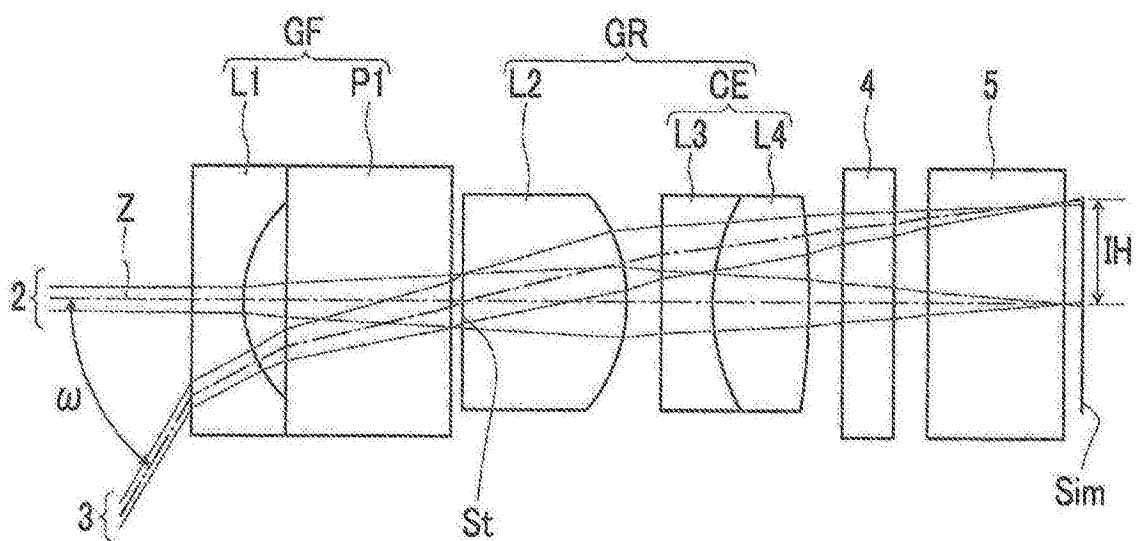


图1

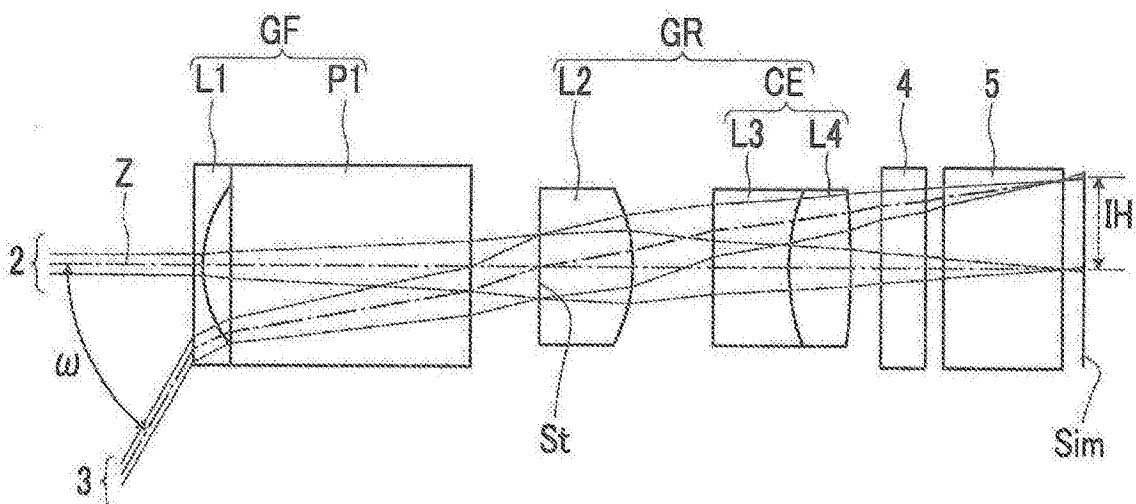


图2

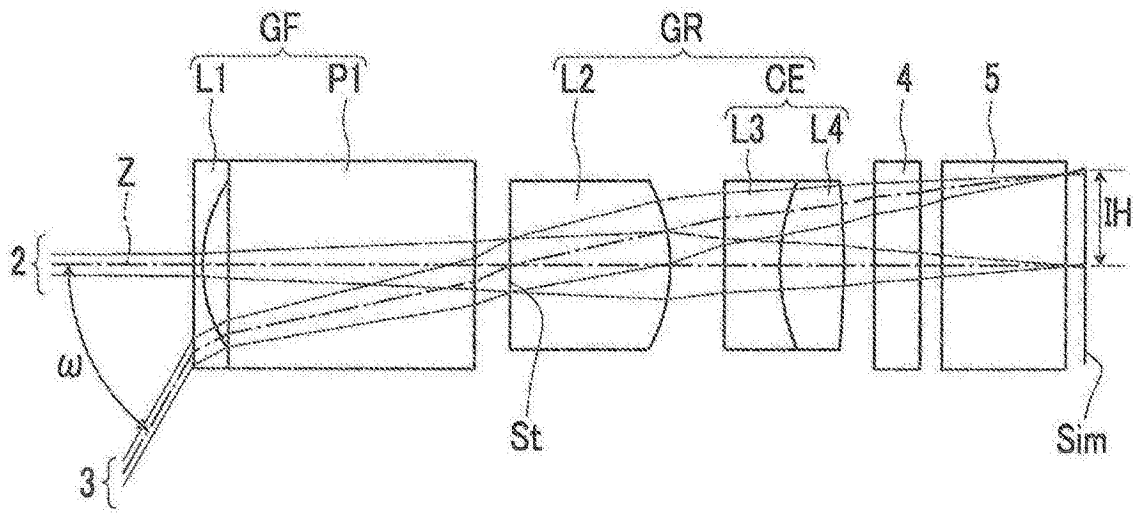


图3

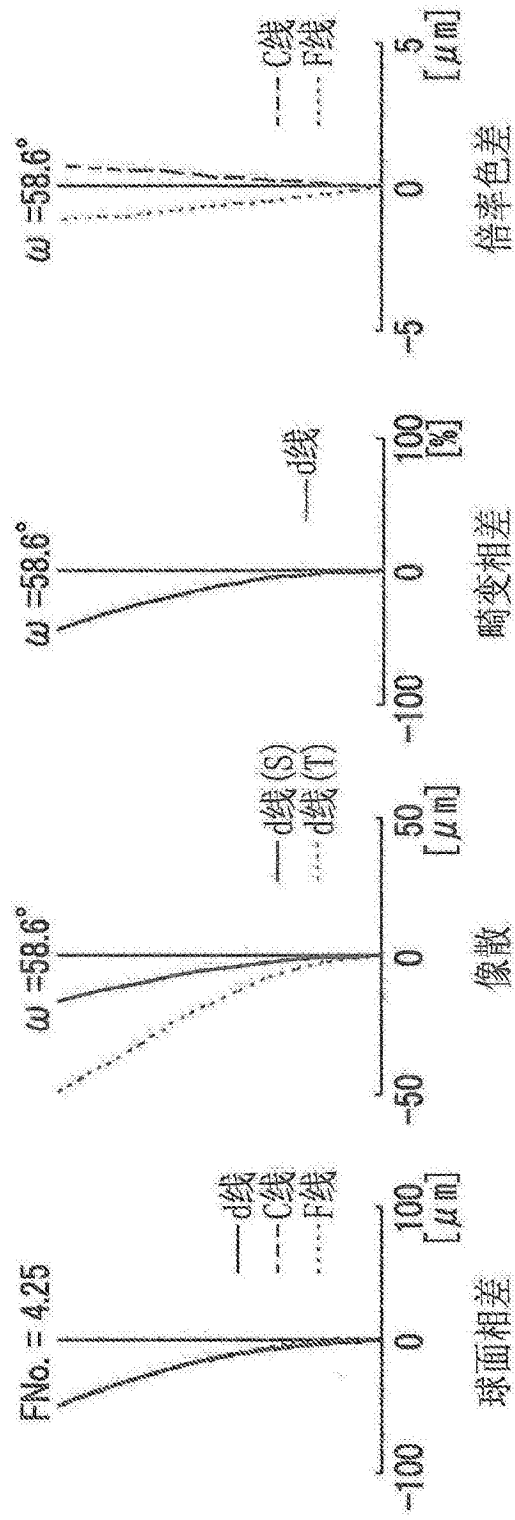


图4

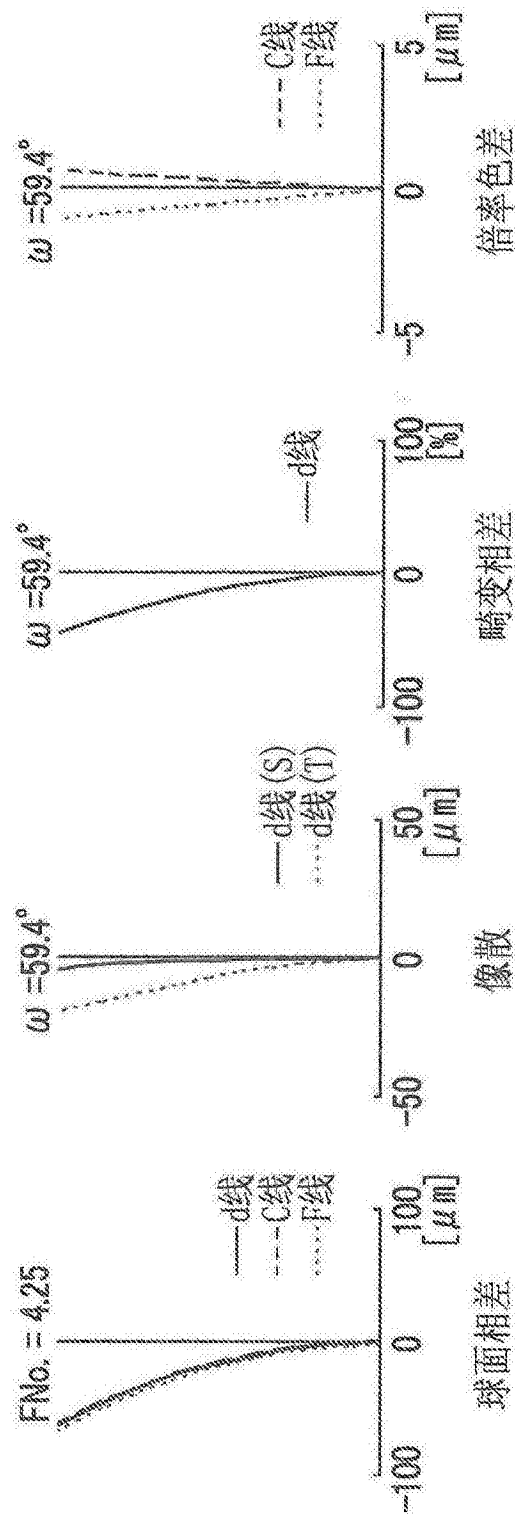


图5

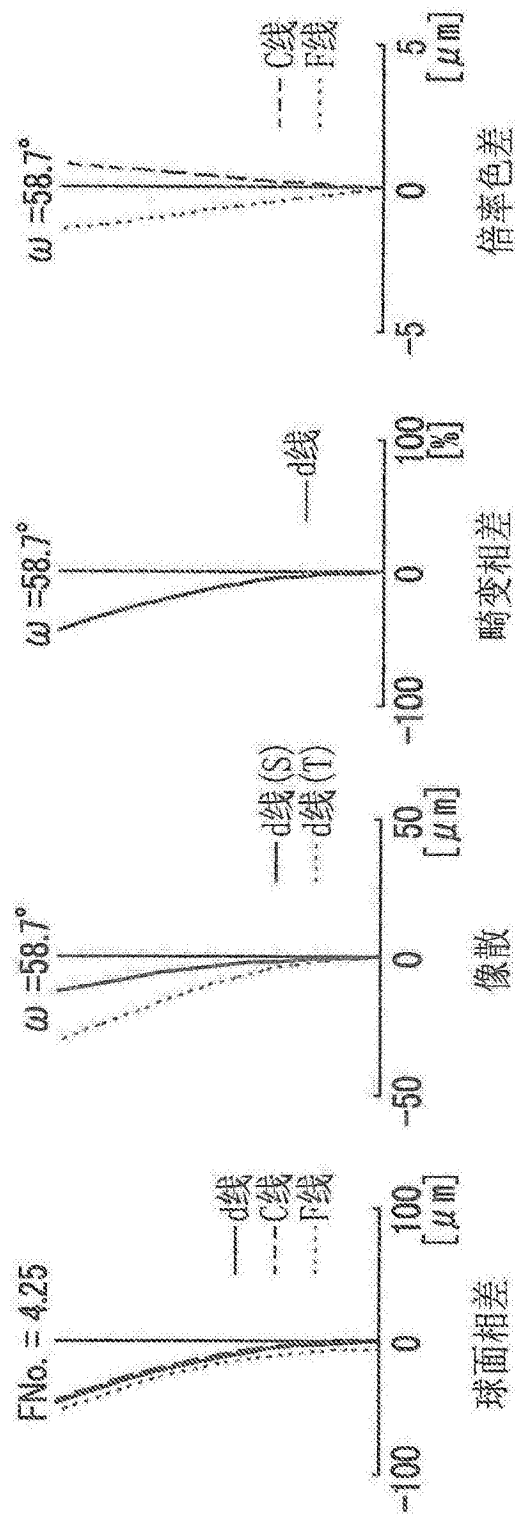


图6

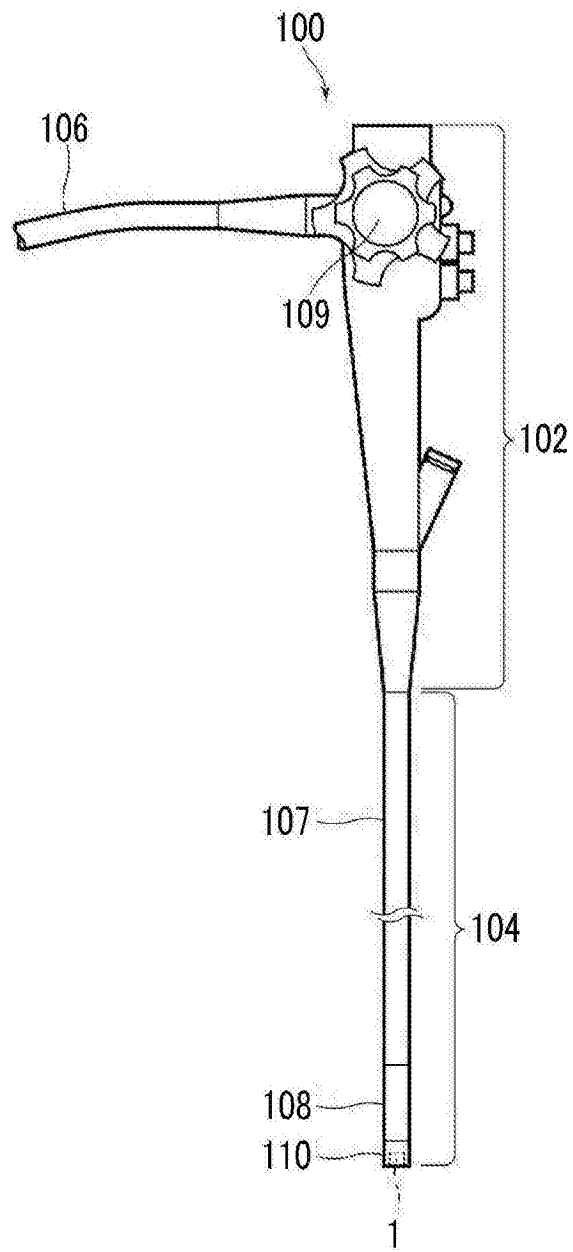


图7

专利名称(译)	内窥镜用物镜光学系统及内窥镜		
公开(公告)号	CN107272150A	公开(公告)日	2017-10-20
申请号	CN201710205225.4	申请日	2017-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	井上和纪		
发明人	井上和纪		
IPC分类号	G02B13/00 G02B13/06 G02B13/18 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00064 A61B1/00163 G02B13/004 G02B13/06 G02B13/18 G02B23/243 A61B1/00096 G02B7/105 G02B9/60 G02B13/04 G02B23/2415		
代理人(译)	刘文海		
优先权	2016074867 2016-04-04 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的课题在于提供一种广角且畸变相差减少并具有良好的光学性能的内窥镜用物镜光学系统及具备该内窥镜用物镜光学系统的内窥镜。本发明的内窥镜用物镜光学系统(1)从物体侧依次包括前组(GF)、开口孔径(St)及正后组(GR)。前组(GF)从物体侧依次包括：像侧的透镜面的曲率半径的绝对值小于物体侧的负第1透镜(L1)；及入射面及出射面与光轴(Z)垂直的1个以上的平行平面部件(P1)。后组(GR)从物体侧依次包括：正第2透镜(L2)；及负第3透镜(L3)与正第4透镜(L4)被接合而接合面的凹面朝向像侧的接合透镜(CE)。满足与整个系统的焦距(f)和接合透镜(CE)的焦距(fc)相关的条件式 $0.02 < f/fc < 0.10$ 。

