



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109416459 A

(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201780041707.9

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

(22)申请日 2017.07.06

代理人 刘新宇

(30)优先权数据

2016-190281 2016.09.28 JP

(51)Int.Cl.

G02B 13/04(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.01.03

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/303(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/024801 2017.07.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/061385 JA 2018.04.05

(71)申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 小山雄高

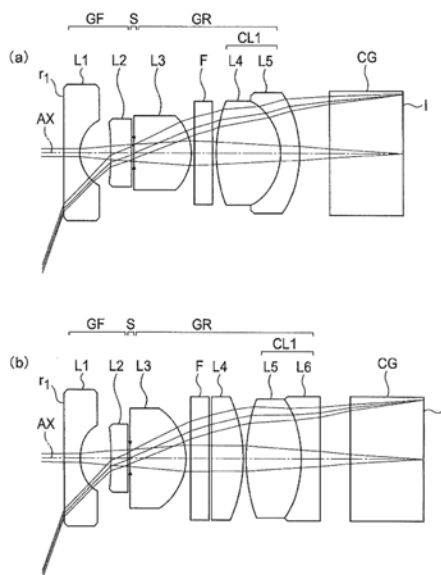
权利要求书1页 说明书15页 附图4页

(54)发明名称

内窥镜物镜光学系统

(57)摘要

本发明提供一种细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短的内窥镜物镜光学系统。由从物体侧起依次配置的负的前组(GF)、亮度光圈(S)以及正的后组(GR)构成,前组(GF)或后组(GR)具有一个以上的接合透镜(CL1),接合透镜具备具有正折射力的透镜和具有负折射力的透镜,后组(GR)在物体侧具有作为单透镜的正透镜(L3),满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。 $1.1 < I_h / f_t < 1.8$  (1),  $-ff / f_t < 0.9$  (2),  $45 < \nu_{d1}$  (3),  $L0_s / I_h < 1.5$  (4),其中, $I_h$ 为最大像高, $f_t$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距, $ff$ 为前组的焦距, $\nu_{d1}$ 为后组的物体侧的正透镜的玻璃材料的阿贝数, $L0_s$ 为从物体侧的第一面到亮度光圈的间隔,物体侧的第一面是内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面。



1. 一种内窥镜物镜光学系统,其特征在于,  
由从物体侧起依次配置的具有负折射力的前组、亮度光圈以及具有正折射力的后组构成,

所述前组或所述后组具有一个以上的接合透镜,

所述接合透镜具备具有正折射力的透镜和具有负折射力的透镜,

所述后组在物体侧具有为单透镜的正透镜,

该内窥镜物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4),

$$1.1 < l_h / f_t < 1.8 \quad (1)$$

$$-f_f / f_t < 0.9 \quad (2)$$

$$45 < v_{d1} \quad (3)$$

$$L_{0s} / l_h < 1.5 \quad (4)$$

其中,

$l_h$ 为最大像高,

$f_t$ 为所述内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距,

$f_f$ 为所述前组的焦距,

$v_{d1}$ 为所述后组的所述物体侧的正透镜的玻璃材料的阿贝数,

$L_{0s}$ 为从所述内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面到所述亮度光圈的间隔,

所述内窥镜物镜光学系统的物体侧的所述第一面是所述内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜物镜光学系统,其特征在于,

所述后组在比所述物体侧的正透镜靠像侧的位置具有为单透镜的正透镜,所述内窥镜物镜光学系统满足以下的条件式(5),

$$L_{2s} / L_{0s} < 1.7 \quad (5)$$

其中,

$L_{2s}$ 为从所述亮度光圈到所述后组的所述像侧的正透镜的靠物体侧的面的间隔,

$L_{0s}$ 为从所述内窥镜物镜光学系统的物体侧的所述第一面到所述亮度光圈的间隔。

3. 根据权利要求2所述的内窥镜物镜光学系统,其特征在于,

所述后组的所述物体侧的正透镜和所述像侧的正透镜满足以下的条件式(6),

$$0 < R_1 / R_2 < 0.7 \quad (6)$$

其中,

$R_1$ 为所述后组的所述物体侧的正透镜的像侧曲率半径,

$R_2$ 为所述后组的所述像侧的正透镜的像侧曲率半径。

## 内窥镜物镜光学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜物镜光学系统,主要涉及一种医疗用内窥镜的物镜光学系统。

### 背景技术

[0002] 作为以泌尿系统脏器为对象的内窥镜,存在一种将插入部经尿道插入的内窥镜(以下适当地称为“泌尿器官用内窥镜”)。在泌尿器官用内窥镜中,为了能够将插入部插入到尿道内,必须使插入部的外径为7mm以下。因此,泌尿器官用内窥镜的插入部的直径相比于胃的诊察、大肠的诊察等中众所周知的消化管用内窥镜的插入部而言为细径。

[0003] 并且,在对膀胱等狭窄的袋状脏器进行观察的情况下,采用使插入部弯曲90度以上来观察脏器的入口方向的方法。在该情况下,光学系统的全长短的话,能够缩短从内窥镜的前端到弯曲部的长度。因此,光学系统的全长短的内窥镜能够在袋状脏器的观察中观察更广的范围,作为泌尿器官用内窥镜的价值大。

[0004] 另外,泌尿系统脏器通常被尿液充满。因此,泌尿器官用内窥镜中使用的内窥镜物镜光学系统为假定水中观察的光学设计。

[0005] 在专利文献1中公开了水中观察时的视角(以下称为“水中视角”)广的内窥镜物镜光学系统。专利文献1的内窥镜物镜光学系统由具有负折射力的第一组、开口光圈以及具有正折射力的第二组构成。在专利文献1的内窥镜物镜光学系统中,水中视角为 $105^{\circ}\sim 164^{\circ}$ 。

[0006] 另外,在专利文献1中记载了观察空间的介质。此处的观察空间是通过泌尿器官用内窥镜对泌尿系统脏器进行观察的情况下的空间。在专利文献1中示出该情况下的观察空间的介质是以水为主要成分的灌流液或尿液、这些介质的折射率可以视为等同于水的折射率。

[0007] 并且,在专利文献1中,列举了使水中视角相对于空气中观察时的视角(以下适当地称为“空气中视角”)变窄。在专利文献1中,空气中视角与水中视角的关系如以下所示。

[0008] 空气中视角  $180^{\circ}$        $160^{\circ}$        $140^{\circ}$        $120^{\circ}$

[0009] 水中视角     $97.2^{\circ}$      $95.3^{\circ}$      $89.7^{\circ}$      $81.0^{\circ}$

[0010] 上述的空气中视角和水中视角通过将水的针对d线(波长587.6nm)的折射率设为1.333、使内窥镜物镜光学系统的最靠物体侧的透镜为平面来进行计算。

[0011] 上述的关系意味着,例如即使是空气中视角为 $120^{\circ}$ 的内窥镜物镜光学系统,如果将该内窥镜物镜光学系统使用于膀胱用内窥镜中,则在实际使用时、即水中观察时,视角也变窄为 $81^{\circ}$ 。在专利文献1中,将即使是空气中视角广的内窥镜物镜光学系统也无法高效地进行膀胱内表面整个区域内的病变的搜索作为问题而提出。

[0012] 另外,在专利文献2中公开了超广角的内窥镜物镜光学系统。在专利文献2的内窥镜物镜光学系统中,空气中视角为 $180^{\circ}$ 以上。专利文献2的内窥镜物镜光学系统由具有从物体侧起配置的负透镜和正透镜的第一组以及具有从物体侧起配置的正透镜和将负透镜与正透镜接合而成的接合透镜的第二组构成。

[0013] 另外,在专利文献3中公开了胶囊内窥镜用的广角的物镜光学系统。在专利文献3的实施例中,空气中视角为 $168^\circ$ 。该视角换算为水中视角时为 $96.5^\circ$ 。专利文献3的内窥镜物镜光学系统由5片透镜构成,包括从物体侧起配置的负的弯月透镜、正的弯月透镜、接合透镜。

[0014] 另外,在专利文献4中公开了超广角的内窥镜物镜光学系统。在专利文献4的内窥镜物镜光学系统中,空气中视角为 $180^\circ$ 以上。专利文献4的内窥镜物镜光学系统由具有负折射力的第一组、开口光圈以及具有正折射力的第二组构成。

[0015] 另外,在专利文献5所示的内窥镜用物镜光学系统中,没有针对水中观察进行说明。然而,在所有实施例中,前端面具有正折射力,因此专利文献5的内窥镜物镜光学系统的结构为对于水中视角的广角化有利的结构。根据这样的情况,认为专利文献5的内窥镜物镜光学系统能够取得足够大的水中视角。

[0016] 专利文献1:国际公开第2014/208373号

[0017] 专利文献2:国际公开第2011/152099号

[0018] 专利文献3:日本特开2009-136387号公报

[0019] 专利文献4:国际公开第2011/148822号

[0020] 专利文献5:国际公开第2011/070897号

## 发明内容

[0021] 发明要解决的问题

[0022] 在专利文献1所公开的内窥镜物镜光学系统的所有实施例中使用了两组接合透镜。因此,在专利文献1的内窥镜物镜光学系统中,光学系统的全长有变长的倾向,进而需要缩短光学系统的全长。

[0023] 另外,在专利文献2所公开的内窥镜物镜光学系统中,最靠物体侧的透镜过大,因此难以进行细径化。这是由于,正透镜被配置为从物体侧起的第二个透镜,第一组的负焦距弱。这是因为视场的轴外光线在最靠物体侧的透镜的物体侧的面上通过的位置远离透镜的面顶部(光轴的位置)。

[0024] 另外,专利文献3所公开的内窥镜物镜光学系统不能说水中视角非常广。

[0025] 另外,在专利文献4所公开的内窥镜物镜光学系统中,最靠物体侧的透镜过大,因此难以进行细径化。

[0026] 另外,在专利文献5所公开的内窥镜物镜光学系统中,轴上色像差和倍率色像差大,色模糊的校正不足。在该内窥镜物镜光学系统中,为了得到色模糊更少的画质,需要进一步的改善。

[0027] 如以上那样,在专利文献1~5所公开的内窥镜物镜光学系统中,无法同时满足主要是膀胱用内窥镜所需要的细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短这样的要求。

[0028] 本发明是鉴于这样的问题点而完成的,其目的在于提供一种细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短的内窥镜物镜光学系统。

[0029] 用于解决问题的方案

[0030] 为了解决上述的问题并达到目的,本发明的内窥镜物镜光学系统由从物体侧起依

次配置的具有负折射力的前组、亮度光圈以及具有正折射力的后组构成，

[0031] 前组或后组具有一个以上的接合透镜，

[0032] 接合透镜具备具有正折射力的透镜和具有负折射力的透镜，

[0033] 后组在物体侧具有为单透镜的正透镜，

[0034] 该内窥镜物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

[0035]  $1.1 < l_h / f_t < 1.8$  (1)

[0036]  $-f_f / f_t < 0.9$  (2)

[0037]  $45 < v_{d1}$  (3)

[0038]  $L_{0s} / l_h < 1.5$  (4)

[0039] 其中，

[0040]  $l_h$ 为最大像高，

[0041]  $f_t$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距，

[0042]  $f_f$ 为前组的焦距，

[0043]  $v_{d1}$ 为后组的物体侧的正透镜的玻璃材料的阿贝数，

[0044]  $L_{0s}$ 为从内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面到亮度光圈的间隔，

[0045] 内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面是内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面。

[0046] 发明的效果

[0047] 根据本发明，能够提供一种细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短的内窥镜物镜光学系统。

## 附图说明

[0048] 图1的(a)是示出第一实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构的透镜截面图。(b)是示出第二实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构的透镜截面图。

[0049] 图2的(a)是示出实施例1所涉及的内窥镜物镜光学系统整体的基本结构的透镜截面图。(b)、(c)、(d)、(e)是分别表示本实施例的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0050] 图3的(a)是示出实施例2所涉及的内窥镜物镜光学系统整体的基本结构的透镜截面图。(b)、(c)、(d)、(e)是分别表示本实施例的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0051] 图4的(a)是示出实施例3所涉及的内窥镜物镜光学系统整体的基本结构的透镜截面图。(b)、(c)、(d)、(e)是分别表示本实施例的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

## 具体实施方式

[0052] 下面，基于附图详细地说明实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统。

[0053] 下面，针对第一实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统，使用附图来说明采用这种结构的理由和作用。此外，本发明不限于下面的实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统。

[0054] 对第一实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构进行说明。基本结构的光学系统由从物体侧起依次配置的具有负折射力的前组GF、亮度光圈S以及具有正折射力的后组GR构成,前组GF或后组GR具有一个以上的接合透镜CL1,后组GR在物体侧具有作为单透镜的正的第三透镜L3。

[0055] 本实施方式的内窥镜物镜光学系统为超广角光学系统。因此,为了确保非常广的视角,基本结构采用最适合于扩大视角的所谓的反远距型的结构。

[0056] 图1的(a)是示出本实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构的一例的透镜截面结构图。在基本结构中,由从物体侧起依次配置的具有负折射力的前组GF、亮度光圈S以及具有正折射力的后组GR构成光学系统。

[0057] 并且,在基本结构中,后组GR具有由正的第四透镜L4和负的第五透镜L5构成的接合透镜CL1。通过该结构来校正色像差。

[0058] 并且,后组GR在物体侧具有作为单透镜的正的第三透镜L3。为了确保在水中观察时广的视角,需要使前组GF具有大的负折射力。为了通过光学系统整个系统形成为正折射力,需要在后组GR配置大的正折射力,通过后组GR的正的作为单透镜的第三透镜L3确保了该大的正折射力。此外,优选的是,期望正的第三透镜L3配置在后组GR的最靠物体侧的位置。另外,在将上述的正的第三透镜L3不是紧挨着亮度光圈S的像侧之后配置而是隔着一片以上的透镜地配置在像侧后方的情况下,轴外光线通过的位置远离光轴AX,导致透镜的有效直径变大,这是不期望的。因此,将亮度光圈S的像侧后的第三透镜L3设为单透镜的具有正折射力的结构。

[0059] 像这样,本实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构为针对细径化(透镜外径的小径化)、广角化、光学系统的全长的缩短化全部进行考虑所得到的结构。

[0060] 此外,在超广角光学系统中,也存在在亮度光圈S的物体侧配置正透镜的光学系统。然而,在前组GF配置的正折射力在使视角变窄的方向上发挥作用。并且,正折射力使入射光瞳位置位于更靠像侧的位置,因此使透镜外径增大。因此,在亮度光圈S的物体侧配置正透镜是不期望的。

[0061] 在本实施方式中,亮度光圈S配置于前组GF与后组GR之间。在前组GF与后组GR的间隔窄的情况下,也可以将亮度光圈S设置于透镜面。作为将亮度光圈S设置于透镜面的方法、结构,例如存在对透镜面涂布金属遮光膜并通过蚀刻形成开口部的方法、结构、或者在透镜与框之间夹持圆环状的薄金属板的方法、结构。

[0062] 后组GR由正的第三透镜L3和接合透镜CL1构成。接合透镜CL1由正的第四透镜L4和负的第五透镜L5构成。另外,在后组GR配置有光学滤波器F。在本实施方式中,光学滤波器F配置于正的第三透镜L3与接合透镜CL1之间。

[0063] 光学滤波器F例如是红外线截止滤波器、色温变换滤波器。这些滤波器被使用于CCD等摄像元件的灵敏度校正。

[0064] 另外,也可以在光学系统中配置激光截止滤波器、特殊功能滤波器。作为激光截止滤波器,例如存在用于将YAG激光、半导体激光等激光截止的滤波器。作为特殊功能滤波器,例如存在将特定波长范围的光线截止的陷波滤波器。

[0065] 另外,在光学滤波器F中也可以使用吸收型的滤波器、反射型的滤波器、或者将它们组合而成的复合型的滤波器。另外,也可以使用施加有防反射膜的滤波器。

[0066] 在后组GR的像侧配置有玻璃块CG。玻璃块CG假定为固体摄像元件的护罩玻璃。在玻璃块CG的像侧面形成像高为Ih的物体的像。玻璃块CG的像侧面与摄像元件的摄像面一致。

[0067] 下面,对第一实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统进一步进行说明。

[0068] 第一实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统的特征在于,具备上述的基本结构,并且满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

[0069]  $1.1 < I_h / f_t < 1.8$  (1)

[0070]  $-ff / f_t < 0.9$  (2)

[0071]  $45 < v_{d1}$  (3)

[0072]  $L_{0s} / I_h < 1.5$  (4)

[0073] 其中,

[0074]  $I_h$ 为最大像高,

[0075]  $f_t$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距,

[0076]  $ff$ 为前组GF的焦距,

[0077]  $v_{d1}$ 为后组GF的物体侧的第三透镜L3的玻璃材料的阿贝数,

[0078]  $L_{0s}$ 为从内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面r1到亮度光圈S的间隔,

[0079] 内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面r1为内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面r1。

[0080] 条件式(1)是与水中视角相关的条件式。最大像高 $I_h$ 是也考虑到水中观察的最大像高。 $f_t$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距。但是,在物体侧的第一面r1具有曲率的情况下,焦距根据物体侧介质的折射率而变化。因此, $f_t$ 与一般的透镜的焦距的定义同样地设为以物体侧介质为空气时的焦距。

[0081] 在条件式(1)中,当 $I_h / f_t$ 的值变小时,水中视角变窄,当 $I_h / f_t$ 的值变大时,水中视角变广。

[0082] 在被设计为空气中观察用的以往的内窥镜物镜光学系统中,像高H大致与焦距 $f_t$ 及入射角 $\theta_a$ 的正弦成比例的情形多。这样的内窥镜物镜光学系统已知有所谓的 $H = f_t \times \sin(\theta_a)$ 型的物镜光学系统。 $\theta_a$ 为物体侧介质空间内的主光线与光轴所形成的角度,是空气中观察时的角度。在 $H = f_t \times \sin(\theta_a)$ 型的物镜光学系统中, $H / f_t$ 的值为1以下。

[0083] 与此相对地,在第一实施方式的内窥镜物镜光学系统中,如从条件式(1)可知, $I_h / f_t$ 的值大于1。这意味着,在第一实施方式的内窥镜物镜光学系统中,使水中观察时的最大像高大于在空气中观察时假定的像高。超过条件式(1)的下限值有助于水中视角的广角化。通过低于条件式(1)的上限值,能够避免水中视角的过度的广角化。

[0084] 条件式(2)是与前组GF的负折射力相关的条件式。为了达到水中广角,需要使前组GF所具有的负折射力变大。此时,前组GF的焦距(以下称为“ff”)变短。由于ff为负的值,因此用内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距 $f_t$ 来使“-ff”标准化(归一化),并设置了上限值。

[0085] 当超过条件式(2)的上限值时,水中视角变窄。即,难以充分地获得水中的观察所需要的视角。

[0086] 条件式(3)是与后组GR的具有正折射力的最靠物体侧的透镜的玻璃材料相关的条件式。

[0087] 如上述的那样,为了达到水中广角,需要使前组GF所具有的负折射力变大。为了抑制具有强的负折射力的透镜所产生的球面像差,优选的是,使用高折射率的玻璃材料,使得透镜的曲率半径不会过小。

[0088] 但是,当前能够获得的高折射率的光学玻璃具有分散高、即阿贝数小的特征。因此,为了良好地校正轴上色像差,除了接合透镜CL1以外,还需要对后组GR的正的第四透镜L4使用低分散、即阿贝数大的玻璃材料。

[0089] 当低于条件式(3)的下限值时,无法良好地校正光学系统的色像差。或者,需要两组以上的接合透镜,导致光学系统的全长变长,因此是不期望的。

[0090] 条件式(4)是与透镜的最大直径相关的条件式。在广角透镜中,一般是所谓的前透镜为具有最大直径的透镜的情况。在第一实施方式的内窥镜物镜光学系统中,具有物体侧的第一面r1的透镜、即负的第一透镜L1相当于前透镜。

[0091] 在超广角透镜中,负的第一透镜L1处的光线高大致由视角和入射光瞳位置决定。在决定了视角的情况下,入射光瞳位置成为用于决定负的第一透镜L1处的光线高的参数。入射光瞳位置越是向像侧远离物体侧的第一面r1,负的第一透镜L1处的光线高越高。因此,为了使负的第一透镜L1小径化,需要努力使入射光瞳位置接近物体侧的第一面r1。

[0092] 为了使入射光瞳位置接近物体侧的第一面r1,只要缩短从物体侧的第一面r1到亮度光圈S的间隔(以下称为“L0s”)即可。因此,用最大像高Ih来使L0s标准化,并设置了上限值。

[0093] 当超过条件式(4)的上限值时,负的第一透镜L1的外径增大。与此同时,内窥镜、尤其是前端硬质部的直径增加。因此,不期望超过条件式(4)的上限值。

[0094] 接着,针对第二实施方式所涉及的内窥镜物镜光学系统,使用附图来说明采用这种结构的理由和作用。

[0095] 图1的(b)是示出本实施方式的内窥镜物镜光学系统的基本结构的一例的透镜截面结构图。

[0096] 第二实施方式的内窥镜物镜光学系统的特征在于,由从物体侧起依次配置的具有负折射力的前组GF、亮度光圈S以及具有正折射力的后组GR构成,前组GF或后组GR具有一个以上的接合透镜CL1,后组GR由物体侧的作为单透镜的正的第三透镜L3、像侧的正的第四透镜L4以及接合透镜CL1构成,接合透镜CL1具有正的第五透镜L5和负的第六透镜L6,该内窥镜物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

$$[0097] \quad 1.1 < l_h / f_t < 1.8 \quad (1)$$

$$[0098] \quad -f_f / f_t < 0.9 \quad (2)$$

$$[0099] \quad 45 < v_{d1} \quad (3)$$

$$[0100] \quad L_{0s} / l_h < 1.5 \quad (4)$$

[0101] 其中,

[0102] Ih为最大像高,

[0103]  $f_t$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距,

[0104]  $f_f$ 为前组GF的焦距,

[0105]  $v_{d1}$ 为后组GR的物体侧的正的第三透镜L3的玻璃材料的阿贝数,

[0106]  $L_{0s}$ 为从内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面r1到亮度光圈S的间隔,内窥镜物

镜光学系统的物体侧的第一面r1为内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面r1。

[0107] 另外,在第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,后组在比物体侧的正的第三透镜L3靠像侧的位置具有作为单透镜的正的第四透镜L4,并满足以下的条件式(5)。

[0108]  $L2s/L0s < 1.7$  (5)

[0109] 其中,

[0110] L2s为从亮度光圈S到后组的像侧的正的第四透镜L4的靠物体侧的面的间隔,

[0111] L0s为从内窥镜物镜光学系统的物体侧的第一面r1到亮度光圈S的间隔。

[0112] 当超过条件式(5)的上限值时,通过后组的像侧的正的第四透镜L4的像侧面的轴外光线变高(远离光轴),正的第四透镜L4的透镜直径变大。其结果,前端硬质部的直径增加,因此是不理想的。

[0113] 另外,在第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,后组的物体侧的正的第三透镜L3和像侧的正的第四透镜L4满足以下的条件式(6)。

[0114]  $0 < R1/R2 < 0.7$  (6)

[0115] 其中,

[0116] R1为后组GR的物体侧的正的第三透镜L3的像侧曲率半径,

[0117] R2为后组GR的像侧的正的第四透镜L4的像侧曲率半径。

[0118] 当超过条件式(6)的上限值时,正的第四透镜L4的中间厚度增加,全长变长,因此是不理想的。

[0119] 在低于条件式(6)的下限值的情况下,像侧的正的第四透镜L4的形状为(A)使平面朝向物体侧的凸平透镜或(B)使凸面朝向物体侧的正弯月透镜。在此,考虑将像侧的正的第四透镜L4的玻璃材料和透镜的折射力固定的情况下透镜形状对彗星象差的影响。

[0120] 所述形状的透镜(A)、(B)与除了该形状以外的形状的透镜、即(C)双凸透镜、(D)使平面朝向像侧的平凸透镜、或(E)使凸面朝向像侧的正弯月透镜相比,靠物体侧的面的轴外的主光线入射角(主光线与透镜面的法线方向所成的角)大。在透镜(A)、(B)时,在靠物体侧的面,轴外的主光线被弯曲得较大,从而轴外的彗星象差变大,因此是不理想的。

[0121] 第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中的结构、条件式与第一实施方式的内窥镜物镜光学系统中的结构、条件式的意义相同。因此,省略重复的说明。

[0122] 另外,在第一实施方式的内窥镜物镜光学系统、第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,负的第一透镜L1是靠物体侧的面为平面的平凹透镜。

[0123] 通过使靠物体侧的面为平面,能够降低透镜面的破损。另外,由于在透镜面的周边部不容易积存水滴,因此能够观察的范围不会变窄。

[0124] 另外,在第一实施方式和第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,负的第二透镜L2为平凹透镜,使凹面朝向物体侧,像侧面为平面。

[0125] 另外,在第一实施方式和第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,负的第二透镜L2的折射率为1.75以上。

[0126] 另外,在第一实施方式和第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,物体侧的正的第三透镜L3为平凸透镜,靠物体侧的面为平面,像侧面使凸面朝向像侧。

[0127] 另外,在第一实施方式和第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,像侧

的正的第四透镜L4为平凸透镜,靠物体侧的面为平面,像侧面使凸面朝向像侧。

[0128] 另外,在第二实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,像侧的正的第四透镜L4的折射率高于物体侧的正的第三透镜L3的折射率。

[0129] 另外,在本实施方式的内窥镜物镜光学系统中,优选的是,负的第五透镜L5或负的第六透镜L6的折射率为1.85以上,阿贝数为23以下。

[0130] 此外,上述的内窥镜物镜光学系统也可以同时满足多个结构。在获得良好的内窥镜物镜光学系统方面,像这样构成是优选的。另外,优选的结构的组合是任意的。另外,关于各条件式,也可以仅对进一步限定了的条件式的数值范围的上限值或下限值进行限定。

[0131] 以下,对实施例进行说明。在各实施例的透镜截面图中记载了将物体侧空间设为水时的光线。另外,在各像差图中,横轴表示像差量。像差图所示的像差曲线表示水中观察时的像差。关于球面像差和像散,像差量的单位为mm。另外,关于畸变像差,像差量的单位为%。另外,Ih为最大像高,单位为mm,FNO为光圈值。另外,像差曲线的波长的单位为nm。

[0132] (实施例1)

[0133] 对实施例1所涉及的内窥镜物镜光学系统进行说明。图2的(a)是实施例1所涉及的内窥镜物镜光学系统的透镜截面图。图2的(b)表示球面像差(SA),图2的(c)表示像散(AS),图2的(d)表示畸变像差(DT),图2的(e)表示倍率色像差(CC)。

[0134] 如图2的(a)所示,实施例1的内窥镜物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前组GF、亮度光圈S以及正折射力的后组GR构成。

[0135] 前组GF由物体侧为平面的平凹的负的第一透镜L1和像侧为平面的平凹的负的第二透镜L2构成。

[0136] 后组GR由物体侧为平面的平凸的正的第三透镜L3、光学滤波器F、双凸的正的第四透镜L4以及使凸面朝向像侧的负的第五弯月透镜L5构成。在此,由双凸的正的第四透镜L4和负的第五弯月透镜L5形成了正折射力的接合透镜CL1。

[0137] 亮度光圈S设置于平凸的正的第三透镜L3的靠物体侧的面。在后组GR配置有光学滤波器F。光学滤波器F配置于平凸的正的第三透镜L3与双凸的正的第四透镜L4之间。在后组GR的像侧,假定为配置固体摄像元件的护罩玻璃而配置了玻璃块CG。

[0138] 将接合透镜CL1与玻璃块CG之间的距离设为焦点调整间隔,进行光学设计以能够确保足够的调整宽度。

[0139] 实施例1是后组GR只具有一个正折射力的单透镜的结构。

[0140] 在实施例1中,由负的第一透镜L1和负的第二透镜L2构成了前组GF。负的第一透镜L1和负的第二透镜L2都为单透镜。像这样,通过将构成前组GF的透镜限定为两个负的单透镜,由此在比亮度光圈S靠物体侧的空间内实现了广角化并缩短了入射光瞳位置。入射光瞳位置的缩短是指使入射光瞳位置更接近物体侧。

[0141] 如果由接合透镜构成前组GF的负的第一透镜L1和负的第二透镜L2中的任一方或两方,则由于透镜壁厚的增大导致比亮度光圈S靠物体侧的空间变长。通过如本实施例那样将负的第一透镜L1和负的第二透镜L2分别设为单透镜,能够避免前组GF中的透镜壁厚的增大。其结果,能够使比亮度光圈S靠物体侧的空间中透镜所占的空间最小化。

[0142] 像这样的前组GF的结构实现前组GF的长度的缩短,并且还有助于光学系统整体的长度的缩短。

[0143] 接着,对负的第一透镜L1的特征进行说明。在负的第一透镜L1中,使靠物体侧的面为平面。该结构一般作为内窥镜前端结构。在内窥镜中,在使靠物体侧的面为凸面的情况下,导致照明光直接入射,因此需要在内窥镜前端部设计遮光结构。因此,在实施例1中,不需要针对来自未图示的照明系统的直接光入射杂光进行负的第一透镜L1或框结构的遮光设计。

[0144] 另外,负的第一透镜L1的物体侧为平面,因此没有突起(凸形状)。因此,即使物体从物体侧碰撞透镜面,负的第一透镜L1损伤的概率也低于凸面的情况。此外,负的第一透镜L1的玻璃材料优选设为机械耐久性优秀的蓝宝石。通过使用蓝宝石,不容易发生损伤被拍摄到图像中、因损伤所致的杂光的产生。

[0145] 在负的第二透镜L2中使用高折射率玻璃材料,来尽可能地减小负的佩兹瓦尔(Petzval)和的绝对值。另外,在负的第二透镜L2中,使亮度光圈S侧为平面。当像这样构成时,在由薄板构成亮度光圈S的情况下,能够在负的第二透镜L2与正的第三透镜L3之间夹持亮度光圈S。像这样,通过设为将亮度光圈S夹在两个透镜的间隙中的结构,由此削减了空气间隔。削减除光学调整间隔以外的空气间隔有助于缩短光学系统的全长。

[0146] 在正的第三透镜L3中使用低折射率玻璃材料,从而使正的佩兹瓦尔和变大。

[0147] 光学滤波器F例如是颜色校正滤波器。颜色校正滤波器由使可见光区域的长波长侧至近红外波长范围衰减的吸收材料构成。但是,在泌尿器官用途中,有时在肿瘤等的处置中使用Nd:YAG激光。因此,期望在颜色校正滤波器的单面或两面施加针对Nd:YAG激光的波长具有大致100%的反射率的多层光学干涉膜。

[0148] 多层光学干涉膜由于入射角依赖性强,因此反射率根据入射角而变化大。因此,在颜色校正滤波器具备多层光学干涉膜的情况下,需要在主光线入射角不会过大的位置配置颜色校正滤波器。在实施例1的内窥镜物镜光学系统的结构中,期望颜色校正滤波器配置在比正的第三透镜L3靠像侧的位置。

[0149] 接合透镜CL1由低折射率玻璃材料的正的第四透镜L4和高折射率玻璃材料的负的第五弯月透镜L5构成。而且,通过使接合面具有负折射力,来校正像散、彗星象差。并且,考虑到通过增大接合面的物体侧的折射率与像侧的折射率之差,使得接合面的曲率半径不会过小。由此,抑制了伴随偏心所产生的像差变动。在比接合透镜CL1靠物体侧的位置不存在能够校正倍率色像差的透镜。因此,在接合透镜CL1的负的第五弯月透镜L5中使用超高分散玻璃,通过接合透镜一并校正倍率色像差。

[0150] 对实施例1的内窥镜物镜光学系统的规格进行说明。在实施例1的内窥镜物镜光学系统中,水中观察状态下的最大像高 $I_h$ 为0.942mm。最大像高 $I_h$ 假定为使最大像高 $I_h$ 与固体摄像元件的有效摄像区域一致。因此,在水中观察状态中,使用固体摄像元件的有效摄像区域整体。

[0151] 另外,在实施例1的内窥镜物镜光学系统中,水中视角为 $139.5^\circ$ 。因此,实施例1的内窥镜物镜光学系统作为能够进行水中观察的内窥镜物镜光学系统而言是非常广角的光学系统。根据实施例1的内窥镜物镜光学系统,能够使用固体摄像元件的有效摄像区域整个区域来观察水中的被摄体。

[0152] (实施例2)

[0153] 接着,对实施例2所涉及的内窥镜物镜光学系统进行说明。图3的(a)是实施例2所

涉及的内窥镜物镜光学系统的透镜截面图。图3的 (b) 表示球面像差 (SA), 图3的 (c) 表示像散 (AS), 图3的 (d) 表示畸变像差 (DT), 图3的 (e) 表示倍率色像差 (CC)。

[0154] 如图3的 (a) 所示, 实施例2的内窥镜物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前组GF、亮度光圈S以及正折射力的后组GR构成。

[0155] 前组GF由物体侧为平面的平凹的负的第一透镜L1和像侧为平面的平凹的负的第二透镜L2构成。

[0156] 后组GR由物体侧为平面的平凸的正的第三透镜L3、光学滤波器F、物体侧为平面的平凸的正的第四透镜L4、双凸的正的第五透镜L5以及像侧为平面的平凹的负的第六透镜L6构成。在此, 由双凸的正的第五透镜L5和平凹的负的第六透镜L6形成了正折射力的接合透镜CL1。

[0157] 亮度光圈S设置于平凸的正的第三透镜L3的靠物体侧的面。在后组GR配置有光学滤波器F。光学滤波器F配置于平凸的正的第三透镜L3与平凸的正的第四透镜L4之间。在后组GR的像侧, 假定为配置固体摄像元件的护罩玻璃而配置了玻璃块CG。

[0158] 将接合透镜CL1与玻璃块CG之间的距离设为焦点调整间隔, 进行光学设计以能够确保足够的调整宽度。

[0159] 实施例2中的前组GF的负的第一透镜L1和负的第二透镜L2以及光学滤波器F的结构与实施例1中的透镜结构相同。因此, 省略重复的说明。

[0160] 在正的第三透镜L3中使用低折射率玻璃材料, 从而使正的佩兹瓦尔和变大。

[0161] 正的第四透镜L4也产生了正佩兹瓦尔和。但是, 在正的第四透镜L4中, 相比于佩兹瓦尔和的增加, 优先使光线高降低, 因此在正的第四透镜L4中使用了高折射率玻璃材料。在正的第四透镜L4中, 与正的第三透镜L3相比, 光线高变高。因此, 正的第四透镜L4中的像侧凸面的折射力和中间壁厚对正的第四透镜L4以后的透镜的外径产生影响。

[0162] 在正的第四透镜L4中, 越是提高折射率, 则曲率半径越是增加。随着曲率半径的增加, 能够使透镜的中间厚度变薄。并且, 还能够获得空气当量长度的降低效果。

[0163] 接合透镜CL1由低折射率玻璃材料的正的第五透镜L5和高折射率玻璃材料的负的第六透镜L6构成。而且, 通过使接合面具有负折射力, 来校正像散、彗星象差。并且, 考虑到通过增大接合面的物体侧的折射率与像侧的折射率之差, 使得接合面的曲率半径不会过小。由此, 抑制了伴随偏心所产生的像差变动。在比接合透镜CL1靠物体侧的位置不存在能够校正倍率色像差的透镜。因此, 在接合透镜CL1的负的第六透镜L6中使用超高分散玻璃, 通过接合透镜CL1一并校正倍率色像差。

[0164] 对实施例2的内窥镜物镜光学系统的规格进行说明。在实施例2的内窥镜物镜光学系统中, 水中观察状态下的最大像高 $I_h$ 为0.942mm。最大像高 $I_h$ 假定为与固体摄像元件的有效摄像区域一致。因此, 在水中观察状态中, 使用固体摄像元件的有效摄像区域整体。

[0165] 另外, 在实施例2的内窥镜物镜光学系统中, 水中视角为 $138.4^\circ$ 。因此, 实施例2的内窥镜物镜光学系统作为能够进行水中观察的内窥镜物镜光学系统而言是非常广角的光学系统。根据实施例2的内窥镜物镜光学系统, 能够使用固体摄像元件的有效摄像区域整个区域来观察水中的被摄体。

[0166] (实施例3)

[0167] 对实施例3所涉及的内窥镜物镜光学系统进行说明。图4的 (a) 是实施例3所涉及的

内窥镜物镜光学系统的透镜截面图。图4的 (b) 表示球面像差 (SA), 图4的 (c) 表示像散 (AS), 图4的 (d) 表示畸变像差 (DT), 图4的 (e) 表示倍率色像差 (CC)。

[0168] 如图4的 (a) 所示, 实施例3的内窥镜物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前组GF、亮度光圈S以及正折射力的后组GR构成。

[0169] 前组GF由物体侧为平面的平凹的负的第一透镜L1和像侧为平面的平凹的负的第二透镜L2构成。

[0170] 后组GR由物体侧为平面的平凸的正的第三透镜L3、光学滤波器F、物体侧为平面的平凸的正的第四透镜L4、双凸的正的第五透镜L5以及像侧为平面的平凹的负的第六透镜L6构成。在此, 由双凸的正的第五透镜L5和平凹的负的第六透镜L6形成了正折射力的接合透镜CL1。

[0171] 亮度光圈S设置于平凸的正的第三透镜L3的靠物体侧的面。在后组GR配置有光学滤波器F。光学滤波器F配置于平凸的正的第三透镜L3与平凸的正的第四透镜L4之间。在后组GR的像侧, 假定为配置固体摄像元件的护罩玻璃而配置了玻璃块CG。

[0172] 将接合透镜CL1与玻璃块CG之间的距离设为焦点调整间隔, 进行光学设计以能够确保足够的调整宽度。

[0173] 在实施例3中, 在负的第一透镜L1的玻璃材料中使用了除蓝宝石以外的光学玻璃。机械耐久性不如蓝宝石, 但是加工性优于蓝宝石。根据玻璃材料的价格以及易于加工的优势, 与使用蓝宝石的情况相比, 能够低成本地制造。

[0174] 对实施例3的内窥镜物镜光学系统的规格进行说明。在实施例3的内窥镜物镜光学系统中, 水中观察状态下的最大像高 $I_h$ 为0.942mm。最大像高 $I_h$ 假定为与固体摄像元件的有效摄像区域一致。因此, 在水中观察状态中, 使用固体摄像元件的有效摄像区域整体。

[0175] 另外, 在实施例3的内窥镜物镜光学系统中, 水中视角为 $137.3^\circ$ 。因此, 实施例3的内窥镜物镜光学系统作为能够进行水中观察的内窥镜物镜光学系统而言是非常广角的光学系统。根据实施例3的内窥镜物镜光学系统, 能够使用固体摄像元件的有效摄像区域整个区域来观察水中的被摄体。

[0176] 以下示出上述各实施例的数值数据。关于记号,  $r$ 表示各面的曲率半径,  $d$ 表示各光学构件的壁厚或空气间隔,  $n_d$ 表示各光学构件的针对 $d$ 线的折射率,  $v_d$ 表示各光学构件的针对 $d$ 线的阿贝数,  $I_h$ 表示最大像高,  $f_t$ 表示内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距,  $f_f$ 表示内窥镜物镜光学系统的前组的焦距,  $L_{0s}$ 表示从物体侧的第一面 $r_1$ 到亮度光圈(光圈)S的间隔,  $L_{2s}$ 表示从亮度光圈S到后组的像侧的正透镜的靠物体侧的面的间隔,  $FNO$ 表示光圈值,  $\omega$ 表示半视角。此外,  $I_h$ 和 $\omega$ 分别是假定水中观察时的值。另外,  $r$ 、 $d$ 、 $f_t$ 、 $L_{0s}$ 、 $L_{2s}$ 的单位为mm。 $\omega$ 的单位为 $^\circ$ (度)。

[0177] 数值实施例1

[0178] 单位mm

[0179] 面数据

	面编号	r	d	nd	$\nu d$
	1	$\infty$	0.25	1.76820	71.79
	2	0.600	0.50	1	-
	3	-5.480	0.34	2.00330	28.27
	4(光圈)	$\infty$	0.03	1	-
	5	$\infty$	0.91	1.64000	60.08
[0180]	6	-0.836	0.05	1	-
	7	$\infty$	0.30	1.52100	65.13
	8	$\infty$	0.05	1	-
	9	2.248	1.05	1.57099	50.80
	10	-0.970	0.30	1.95906	17.47
	11	-1.890	0.47	1	-
	12	$\infty$	1.19	1.51633	64.14
	摄像面	$\infty$			
[0181]	各种数据				
	l h	0.942			
	f t	0.703			
	f f	-0.630			
[0182]	L O s	1.090			
	F N O	4.996			
	2 $\omega$	139.5			
[0183]	数值实施例2				
[0184]	单位mm				
[0185]	面数据				

	面编号	r	d	nd	$\nu d$
	1	$\infty$	0.25	1.76820	71.79
	2	0.639	0.51	1	-
	3	-3.127	0.27	2.00330	28.27
	4(光圈)	$\infty$	0.03	1	-
	5	$\infty$	0.89	1.58913	61.14
	6	-0.961	0.08	1	-
[0186]	7	$\infty$	0.30	1.52100	65.13
	8	$\infty$	0.03	1	-
	9	$\infty$	0.51	1.88300	40.76
	10	-2.500	0.05	1	-
	11	2.665	0.89	1.63854	55.38
	12	-1.817	0.30	1.95906	17.47
	13	$\infty$	0.47	1	-
	14	$\infty$	1.19	1.51633	64.14
	摄像面	$\infty$			
[0187]	各种数据				
	l h	0.942			
	f t	0.725			
	f f	-0.579			
[0188]	L O s	1.030			
	L 2 s	1.300			
	F N O	5.191			
	2 $\omega$	138.4			
[0189]	数值实施例3				
[0190]	单位mm				
[0191]	面数据				

	面编号	r	d	nd	$\nu d$
	1	$\infty$	0.27	1.88300	40.76
	2	0.703	0.51	1	-
	3	-2.186	0.31	1.88300	40.76
	4(光圈)	$\infty$	0.03	1	-
	5	$\infty$	0.69	1.56384	60.67
	6	-0.832	0.08	1	-
[0192]	7	$\infty$	0.30	1.52100	65.13
	8	$\infty$	0.03	1	-
	9	$\infty$	0.50	1.85026	32.27
	10	-2.194	0.05	1	-
	11	3.597	0.94	1.72916	54.68
	12	-1.356	0.30	1.95906	17.47
	13	$\infty$	0.47	1	-
	14	$\infty$	1.19	1.51633	64.14
	摄像面	$\infty$			
[0193]	各种数据				
	l h	0.942			
	f t	0.725			
	f f	-0.518			
[0194]	L O s	1.088			
	L 2 s	1.101			
	F N O	5.189			
	2 $\omega$	140.4			
[0195]	以下示出条件式对应值。				

	条件式	实施例1	实施例2	实施例3
	(1) $l_h / f_t$	1.339	1.299	1.299
	(2) $-f_f / f_t$	0.896	0.798	0.714
[0196]	(3) $\nu_{d1}$	60.08	61.14	60.67
	(4) $L_{0s} / l_h$	1.157	1.093	1.155
	(5) $L_{2s} / L_{0s}$	-	1.262	1.012
	(6) $R_1 / R_2$	-	0.384	0.379

[0197] 以上,对本发明的各种实施方式进行了说明,但是本发明不仅限于这些实施方式,在不脱离其宗旨的范围内将这些实施方式的结构适当组合所构成的实施方式也属于本发明的范畴。

[0198] 产业上的可利用性

[0199] 如以上那样,本发明对于细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短的内窥镜物镜光学系统是有用的。

[0200] 附图标记说明

[0201] GF:前组;GR:后组;L1~L6:透镜;CL1:接合透镜;S:亮度光圈;F:光学滤波器;CG:玻璃块(护罩玻璃);I:摄像面(像面);AX:光轴。

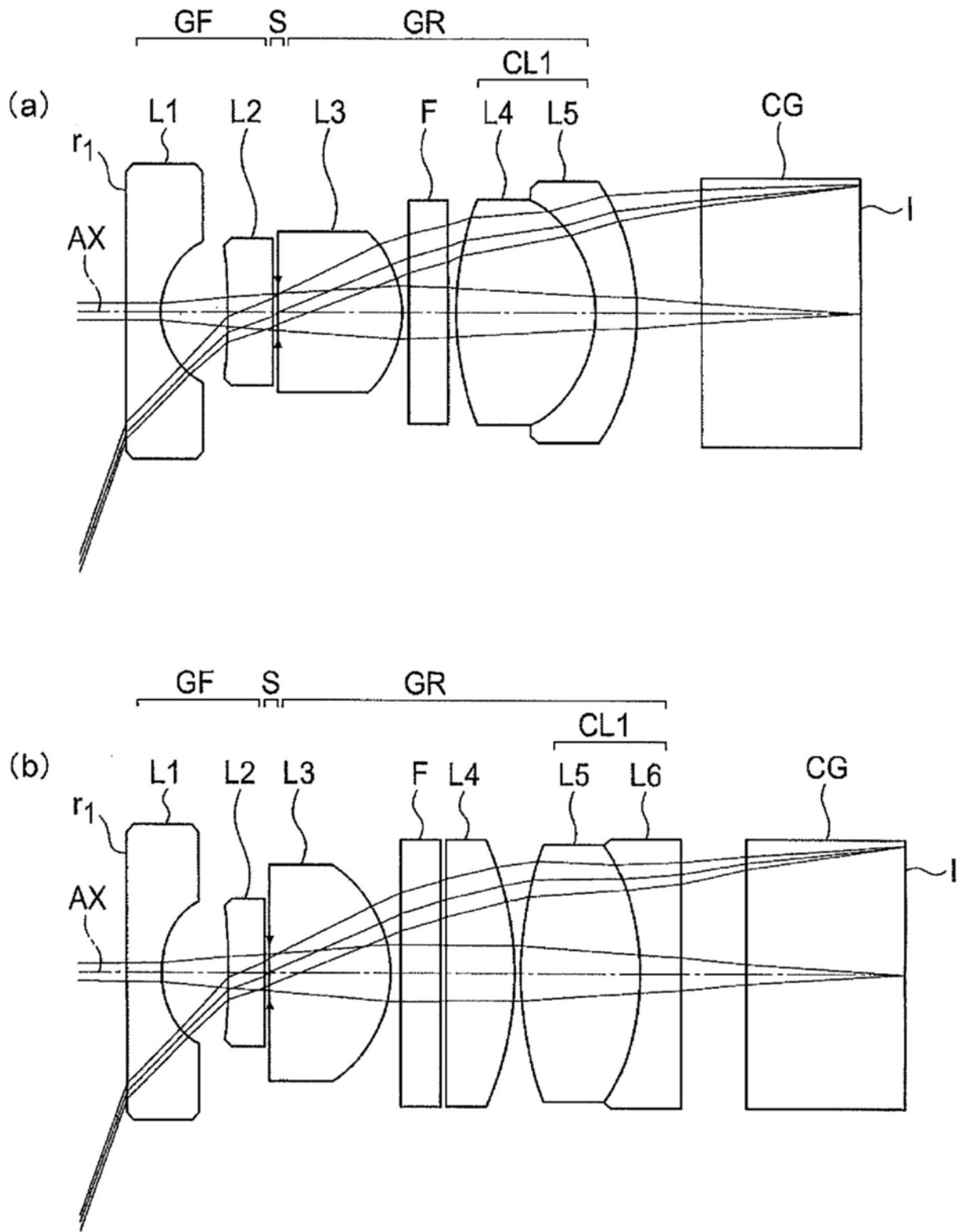


图1

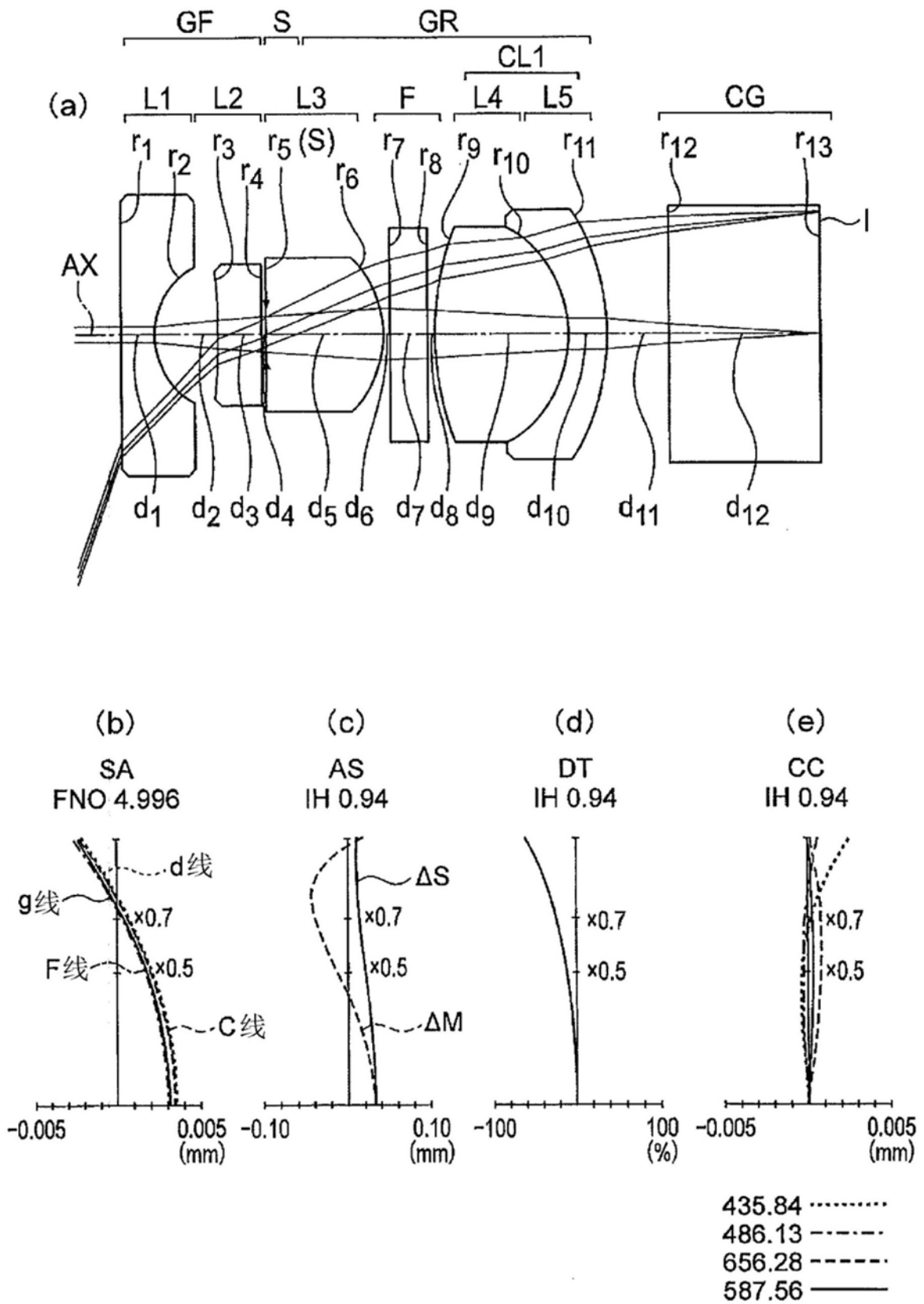


图2

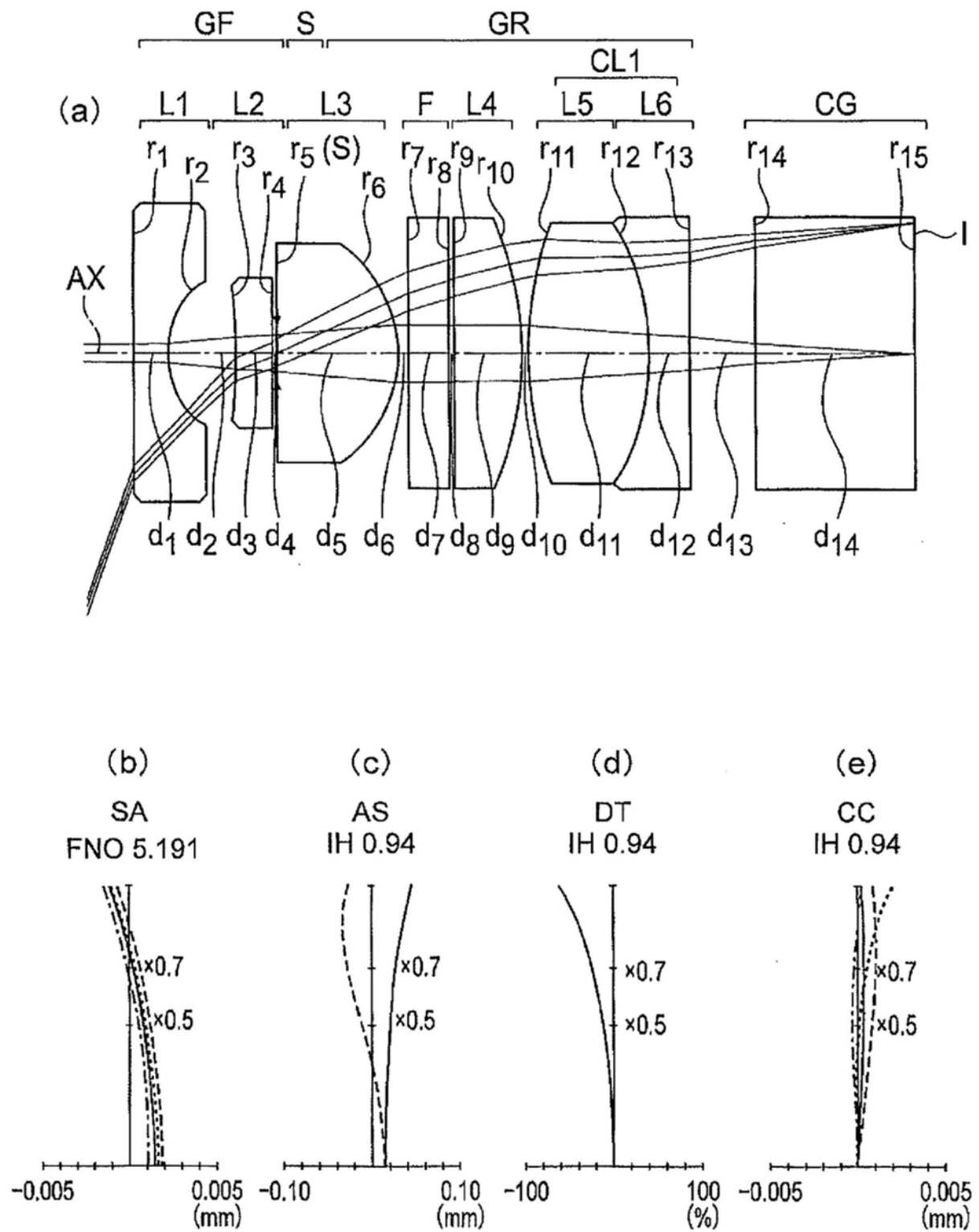


图3

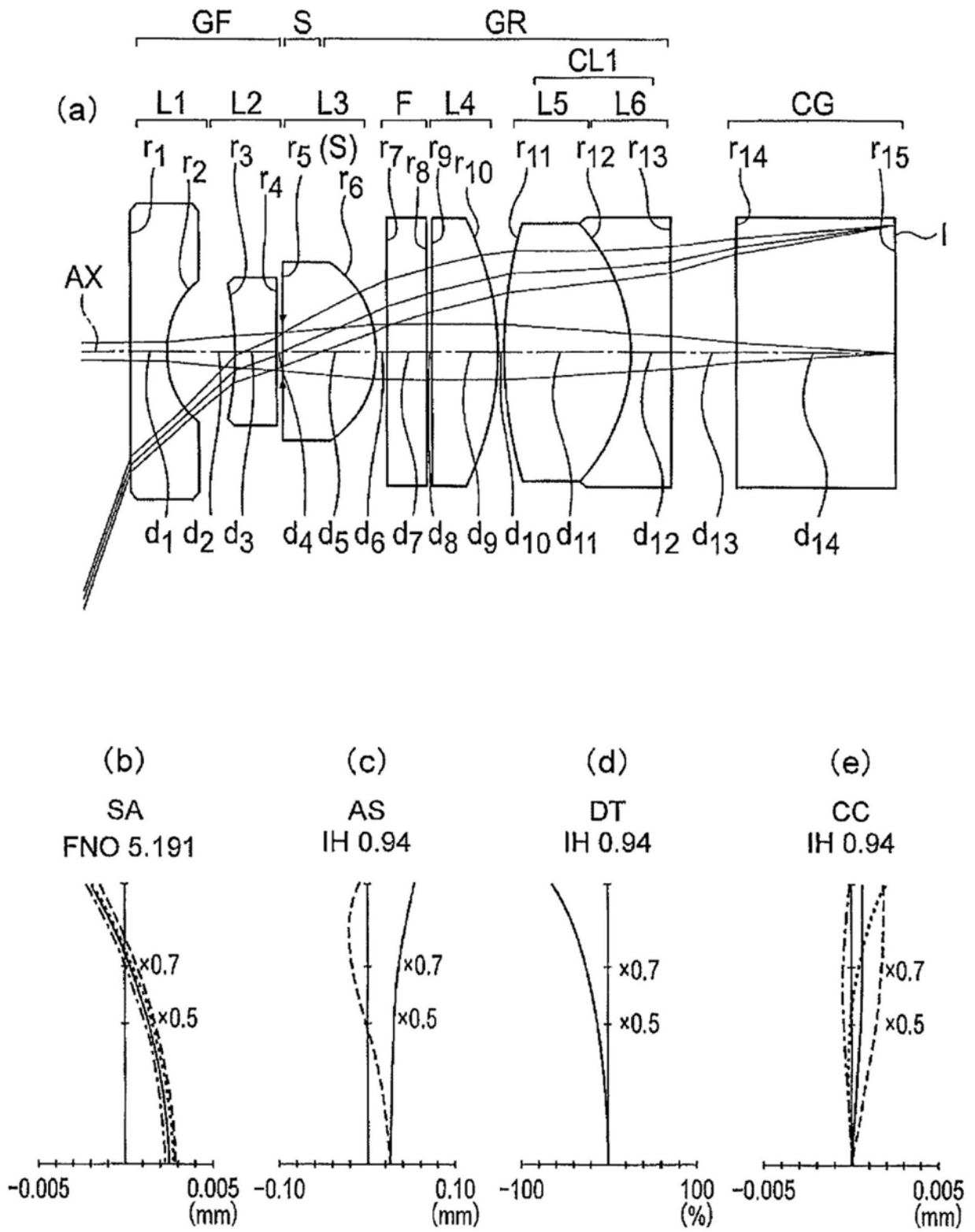


图4

专利名称(译)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN109416459A</a>	公开(公告)日	2019-03-01
申请号	CN201780041707.9	申请日	2017-07-06
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	小山雄高		
发明人	小山雄高		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 A61B1/303		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/00186 A61B1/307 G02B9/60 G02B23/243 A61B1/00009 A61B1/00174 A61B1/051 A61B1/0676		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	2016190281 2016-09-28 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种细径、水中视角广、能够良好地校正色像差并且光学系统的全长短的内窥镜物镜光学系统。由从物体侧起依次配置的负的前组(GF)、亮度光圈(S)以及正的后组(GR)构成，前组(GF)或后组(GR)具有一个以上的接合透镜(CL1)，接合透镜具备具有正折射力的透镜和具有负折射力的透镜，后组(GR)在物体侧具有作为单透镜的正透镜(L3)，满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。 $1.1 < lh/ft < 1.8$  (1),  $-ff/ft < 0.9$  (2),  $45 < vd1$  (3),  $L0s/lh < 1.5$  (4), 其中,  $lh$ 为最大像高,  $ft$ 为内窥镜物镜光学系统整个系统的焦距,  $ff$ 为前组的焦距,  $vd1$ 为后组的物体侧的正透镜的玻璃材料的阿贝数,  $L0s$ 为从物体侧的第一面到亮度光圈的间隔, 物体侧的第一面是内窥镜物镜光学系统中位于最靠物体侧的位置的透镜面。

