



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110651213 A

(43)申请公布日 2020.01.03

(21)申请号 201880033237.6

(22)申请日 2018.03.09

(30)优先权数据

2017-122540 2017.06.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.11.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/009237 2018.03.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/235352 JA 2018.12.27

(71)申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 加茂裕二 辻善文

(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

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

G02B 13/04(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/05(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

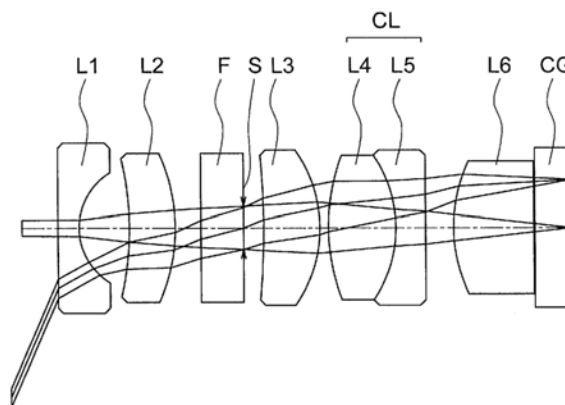
权利要求书2页 说明书17页 附图5页

(54)发明名称

内窥镜用物镜光学系统

(57)摘要

提供一种光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。内窥镜用物镜光学系统具有从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜(L1)、正折射力的第二透镜(L2)、亮度光圈(S)、正折射力的第三透镜(L3)、正折射力的第四透镜(L4)、负折射力的第五透镜(L5)以及正折射力的第六透镜(L6),第二透镜(L2)是朝向像侧凸出的弯月透镜,第三透镜(L3)是朝向像侧凸出的弯月透镜,通过第四透镜(L4)和第五透镜(L5)形成正折射力的接合透镜,第六透镜(L6)与摄像元件接合,内窥镜用物镜光学系统满足下面的条件式(1)。0.55≤(r3f+r3r)/(r3f-r3r)≤5 (1)在此,r3f为第三透镜的物体侧面的曲率半径,r3r为第三透镜的像侧面的曲率半径。



1. 一种内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,具有从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜、正折射力的第二透镜、亮度光圈、正折射力的第三透镜、正折射力的第四透镜、负折射力的第五透镜、以及正折射力的第六透镜,

其中,所述第二透镜为朝向像侧凸出的弯月透镜,

所述第三透镜为朝向像侧凸出的弯月透镜,

通过所述第四透镜和所述第五透镜形成正折射力的接合透镜,

所述第六透镜与摄像元件接合,

所述内窥镜用物镜光学系统满足下面的条件式(1),

$$0.55 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 5 \quad (1)$$

在此,

r_{3f} 为所述第三透镜的物体侧面的曲率半径,

r_{3r} 为所述第三透镜的像侧面的曲率半径。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,满足下面的条件式(2),

$$-20 \leq r_{3f} / r_{4f} \leq -0.5 \quad (2)$$

在此,

r_{3f} 为所述第三透镜的物体侧面的曲率半径,

r_{4f} 为所述第四透镜的物体侧面的曲率半径。

3. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,满足下面的条件式(3),

$$-1 \leq r_{6f} / r_{3f} \leq -0.02 \quad (3)$$

在此,

r_{6f} 为所述第六透镜的物体侧面的曲率半径,

r_{3f} 为所述第三透镜的物体侧面的曲率半径。

4. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,满足下面的条件式(4),

$$-0.7 \leq f_1 / f_4 \leq -0.3 \quad (4)$$

在此,

f_1 为所述第一透镜的焦距,

f_4 为所述第四透镜的焦距。

5. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,满足下面的条件式(5),

$$0.6 \leq r_{3r} / r_{4r} \leq 1.7 \quad (5)$$

在此,

r_{3r} 为所述第三透镜的像侧面的曲率半径,

r_{4r} 为所述第四透镜的像侧面的曲率半径。

6. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,满足下面的条件式(6),

$$-0.7 \leq (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) \leq -0.1 \quad (6)$$

在此，

r_{3r} 为所述第三透镜的像侧面的曲率半径，

r_{4f} 为所述第四透镜的物体侧面的曲率半径。

7. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统，其特征在于，满足下面的条件式(7)，

$$0.05 \leq (r_{4f} + r_{4r}) / (r_{4f} - r_{4r}) \leq 0.33 \quad (7)$$

在此，

r_{4f} 为所述第四透镜的物体侧面的曲率半径，

r_{4r} 为所述第四透镜的像侧面的曲率半径。

8. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统，其特征在于，满足下面的条件式(8)，

$$-1.45 \leq f_3 / f_5 \leq -1 \quad (8)$$

在此，

f_3 为所述第三透镜的焦距，

f_5 为所述第五透镜的焦距。

9. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统，其特征在于，满足下面的条件式(9-1)、(9-2)，

$$-2.5 \leq r_{6f} / r_{3r} \leq -0.65 \quad (9-1)$$

$$1.5 \leq f_2 / f_3 \leq 3 \quad (9-2)$$

在此，

r_{6f} 为所述第六透镜的物体侧面的曲率半径，

r_{3r} 为所述第三透镜的像侧面的曲率半径，

f_2 为所述第二透镜的焦距，

f_3 为所述第三透镜的焦距。

10. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统，其特征在于，满足下面的条件式(10-1)、(10-2)，

$$-0.25 \leq (r_{5f} + r_{6f}) / (r_{5f} - r_{6f}) \leq 0.2 \quad (10-1)$$

$$1 \leq f_2 / f_6 \leq 1.6 \quad (10-2)$$

在此，

r_{5f} 为所述第五透镜的物体侧面的曲率半径，

r_{6f} 为所述第六透镜的物体侧面的曲率半径，

f_2 为所述第二透镜的焦距，

f_6 为所述第六透镜的焦距。

11. 根据权利要求1所述的内窥镜用物镜光学系统，其特征在于，满足下面的条件式(11)，

$$-15 \leq f_{45} / f_1 \leq -3 \quad (11)$$

在此，

f_{45} 为所述接合透镜的焦距，

f_1 为所述第一透镜的焦距。

内窥镜用物镜光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种物镜光学系统,例如涉及一种能够利用于在医疗领域、工业领域等中使用的内窥镜装置的内窥镜用物镜光学系统。

背景技术

[0002] 内窥镜是在医疗用领域及工业用领域中广泛使用着的装置。特别是,在医疗用领域中,内窥镜被利用于观察部位的诊断、治疗。在该诊断、治疗中使用通过被插入到体腔内的内窥镜获得的图像。

[0003] 在内窥镜用的物镜光学系统中,通过设定适当的光圈值和焦点位置,从近点至远点为止形成了聚焦的像。另外,在物镜光学系统中,进行了使透镜直径减小、使光学系统的全长缩短的处理。通过这样,能够使插入部变细。其结果,能够降低插入时的痛苦、实现在体内小幅回转的插入部。近年来,一直在寻求一种更高图像质量且小型的内窥镜。

[0004] 作为小型的物镜光学系统,存在专利文献1~7所记载的物镜光学系统。

[0005] 在专利文献1中公开了摄影透镜。摄影透镜具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜、将负透镜与正透镜接合而成的接合透镜以及正透镜。

[0006] 在专利文献2中公开了内窥镜物镜光学系统。内窥镜物镜光学系统具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、可插拔的弯月透镜、亮度光圈、正透镜以及正透镜。位于最靠像侧的位置的正透镜与摄像元件的护罩玻璃接合。

[0007] 在专利文献3中公开了内窥镜物镜单元。内窥镜物镜单元具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜以及将正透镜与负透镜接合而成的接合透镜。

[0008] 在专利文献4中公开了摄像光学系统。摄像光学系统具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜、将正透镜与负透镜接合而成的接合透镜以及正透镜。位于最靠像侧的位置的正透镜与摄像元件的护罩玻璃接合。

[0009] 在专利文献5中公开了内窥镜物镜。内窥镜物镜具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜、将正透镜与负透镜接合而成的接合透镜以及正透镜。位于最靠像侧的位置的正透镜与摄像元件的护罩玻璃接合。

[0010] 在专利文献6中公开了内窥镜用光学系统。内窥镜用光学系统具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜、将正透镜与负透镜接合而成的接合透镜以及正透镜。位于最靠像侧的位置的正透镜与摄像元件的护罩玻璃接合。

[0011] 在专利文献7中公开了内窥镜物镜光学系统。内窥镜物镜光学系统具有从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜、亮度光圈、正透镜、将正透镜与负透镜接合而成的接合透镜以及正透镜。位于最靠像侧的位置的正透镜与摄像元件的护罩玻璃接合。

[0012] 现有技术文献

[0013] 专利文献

[0014] 专利文献1:日本特许第3723637号公报

[0015] 专利文献2:国际公开第2013/002019号

- [0016] 专利文献3:国际公开第2011/145505号
[0017] 专利文献4:日本特开2001-083400号公报
[0018] 专利文献5:日本特开平6-222263号公报
[0019] 专利文献6:日本特许第2596810号公报
[0020] 专利文献7:日本特许第5927368号公报

发明内容

[0021] 发明要解决的问题

[0022] 一般地,通过增加摄像元件的像素数,能够实现高图像质量化。如果与像素数的增加相应地使摄像面大型化,则形成于摄像面的像的高度也必须高。然而,如果像高变高,则物镜光学系统也变大。在该情况下,难以使光学系统小型化。因此,在使用于内窥镜的摄像元件中,多数情况是进行通过保持摄像元件的尺寸相同地减小像素间距来保持小型化并实现高图像质量化的方法。

[0023] 然而,如果像素间距变小,则对物镜光学系统要求使容许模糊圈更小。因此,需要具有高的光学性能的物镜光学系统。容许模糊圈受衍射的影响强。因此,需要将物镜光学系统形成为光圈值小的光学系统。

[0024] 一般地,如果光圈值变小,则像差校正变难。为了良好地校正像差,必须增加透镜片数,或者使光学系统的全长变长。因此,存在光学系统大型化的倾向。像这样,如果保持摄像元件的尺寸相同地减小像素间距,则无法简单地达成光学系统的小型化和高性能化。

[0025] 并且,如果光圈值变小,则导致光学系统抗制造偏差的能力变弱。即,光学性能容易因透镜部件的曲率半径的误差、壁厚的误差、以及光学系统组装时的机械框与透镜的移位、倾斜误差等而劣化。根据这样的情形,针对光学系统期望能够容许的误差量大。

[0026] 另外,近年来,关于摄像元件,多像素化不断发展。随着多像素化的发展,像素间距变小。当像素间距变小时,光学系统的容许模糊圈也变小。

[0027] 在光学系统的组装中,进行用于使物体像的位置与摄像面的位置一致的调整(以下称为“焦点调整”)。为了拍摄所聚焦的物体像,需要以高精度进行焦点调整。在焦点调整中,进行透镜的移动、摄像元件的移动、或者透镜和摄像元件的移动。如果光学系统的容许模糊圈小,则针对焦点调整要求更高的精度。

[0028] 特别是,关于在制造时进行的聚焦,由像素间距和大致由光圈值决定的容许模糊圈决定了所容许的误差量。例如,当聚焦的容许误差为 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 时,作为容许量而言相当小。

[0029] 在将透镜与摄像元件的护罩玻璃进行了接合的情况下,透镜位于摄像元件的附近、即像面的附近。在该情况下,与护罩玻璃接合的透镜作为场镜发挥功能。在该状态下,当使透镜与摄像元件成一体地移动时,光学系统的纵向倍率变小。其结果为,能够容易地进行焦点调整。

[0030] 当聚焦结束时,将透镜、摄像元件利用粘接剂进行固定。此时,伴随着粘接剂的固化,透镜的位置、摄像元件的位置产生偏移。如果如上述那样容许量小,则针对粘接剂要求使由于固化而产生的偏移量为相当小的量。然而,关于粘接剂,也存在难以应对的情况。根据这样的情形,关于制造时的焦点误差,针对光学系统期望能够容许的误差量大。

[0031] 专利文献1的摄影透镜是光圈值为2.8的明亮的光学系统。然而,没有考虑到针对小的像素间距的制造误差的问题。另外,由于是摄像机用的光学系统,因此没有达到如内窥镜的光学系统那样的小型化。

[0032] 专利文献2的内窥镜物镜光学系统是光圈值为8的暗的光学系统。因此,不是支持小的像素间距的光学系统。

[0033] 专利文献3的内窥镜物镜单元是光圈值为4~5的比较明亮的光学系统。然而,没有考虑到针对小的像素间距的制造误差的问题。

[0034] 专利文献4的摄像光学系统是光圈值为9.6~11的暗的光学系统。因此,不是支持小的像素间距的光学系统,并且也没有考虑到针对小的像素间距的制造误差的问题。

[0035] 专利文献5的内窥镜物镜是比较明亮的光学系统。然而,位于场镜的物体侧的接合透镜具有负折射力。在该情况下,由于无法使正折射力分散,因此难以说充分地校正了像差。因此,不能说是考虑到了光学系统小型化时的制造误差引起的性能劣化、针对小的像素间距的制造误差引起的性能劣化。

[0036] 专利文献6的内窥镜用光学系统是光圈值为4.7的比较明亮的光学系统。然而,不是支持小的像素间距的光学系统。

[0037] 专利文献7的内窥镜物镜光学系统是比较明亮的光学系统,而且具备场镜。因此,也针对制造误差引起的焦点偏移进行了考虑。但是,存在由于场镜而使在摄像面以外产生的反射光成为光斑的情况。

[0038] 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光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。

[0039] 用于解决问题的方案

[0040] 为了解决上述的问题并达到目的,本发明的至少几个实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统具有从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜、正折射力的第二透镜、亮度光圈、正折射力的第三透镜、正折射力的第四透镜、负折射力的第五透镜、以及正折射力的第六透镜,

[0041] 其中,第二透镜为朝向像侧凸出的弯月透镜,

[0042] 第三透镜为朝向像侧凸出的弯月透镜,

[0043] 通过第四透镜和第五透镜形成正折射力的接合透镜,

[0044] 第六透镜与摄像元件接合,

[0045] 所述内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1),

[0046] $0.55 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 5$ (1)

[0047] 在此,

[0048] r_{3f} 为第三透镜的物体侧面的曲率半径,

[0049] r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径。

[0050] 发明的效果

[0051] 本发明能够提供一种光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。

附图说明

- [0052] 图1是示出本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统的具体结构的截面图。
- [0053] 图2是示出光斑产生的情形的图。
- [0054] 图3是实施例1的内窥镜用物镜光学系统的截面图和像差图。
- [0055] 图4是实施例2的内窥镜用物镜光学系统的截面图和像差图。
- [0056] 图5是实施例3的内窥镜用物镜光学系统的截面图和像差图。

具体实施方式

[0057] 下面,针对本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统,使用附图来说明采用这种结构的理由和作用。此外,并不是通过下面的实施方式来对本发明进行限定。

[0058] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统的特征在于,具有从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜、正折射力的第二透镜、亮度光圈、正折射力的第三透镜、正折射力的第四透镜、负折射力的第五透镜以及正折射力的第六透镜,第二透镜是朝向像侧凸出的弯月透镜,第三透镜是朝向像侧凸出的弯月透镜,通过第四透镜和第五透镜形成正折射力的接合透镜,第六透镜与摄像元件接合,内窥镜用物镜光学系统满足下面的条件式(1)。

$$[0059] \quad 0.55 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 5 \quad (1)$$

[0060] 在此,

[0061] r_{3f} 为第三透镜的物体侧面的曲率半径,

[0062] r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径。

[0063] 对本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图1是示出本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统的截面图。如图1所示,本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜L1、正折射力的第二透镜L2、亮度光圈S、正折射力的第三透镜L3、正折射力的第四透镜L4、负折射力的第五透镜L5以及正折射力的第六透镜L6构成。

[0064] 第二透镜L2为朝向像侧凸出的弯月透镜。第三透镜L3为朝向像侧凸出的弯月透镜。通过第四透镜L4和第五透镜L5形成了正折射力的接合透镜CL。第六透镜L6与护罩玻璃CG被接合。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。第六透镜L6也可以不隔着护罩玻璃CG而直接与摄像元件的摄像面接合。

[0065] 在第二透镜L2与第三透镜L3之间配置有平行平板F。平行平板F能够配置于内窥镜用物镜光学系统中的任意位置。在第六透镜L6的像侧配置有护罩玻璃CG。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。在护罩玻璃CG的像侧配置有摄像元件(未图示)。护罩玻璃CG的像侧面为像面。摄像元件的摄像面与护罩玻璃CG的像侧面一致。

[0066] 在第二透镜L2与第三透镜L3之间配置有亮度光圈S。更具体地说,亮度光圈S位于平行平板F的像侧面。

[0067] 在内窥镜中,一般的是需要能够观察广范围的区域。另外,由于进行向体内的插入,因此需要使插入部的外径细。根据这样的情形,在内窥镜用物镜光学系统中,必须减小光学系统的外径、特别是位于最靠物体侧的位置的透镜的外径。

[0068] 根据这样的理由,在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,作为光学系统的类型,采用了反远距型的光学系统。为了实现反远距型的光学系统,在本实施方式所涉

及的内窥镜用物镜光学系统中,在最靠物体侧的位置配置有负折射力的第一透镜L1。由此,确保了反远距型的光学系统所需要的负折射力。

[0069] 在第一透镜L1的像侧配置有第二透镜L2。第二透镜L2为朝向像侧凸出的弯月透镜。通过这样,通过第二透镜L2校正了由第一负透镜L1产生的像差。

[0070] 开口光圈S位于第二透镜L2的像侧。在开口光圈S的像侧配置有第三透镜L3。第三透镜L3为朝向像侧凸出的弯月透镜。第三透镜L3主要对成像作出贡献。因此,通过第三透镜L3确保了成像所需要的正折射力。

[0071] 在第三透镜L3的像侧配置有接合透镜CL。接合透镜CL具有第四透镜L4和第五透镜L5。在第三透镜L3的像侧,到达像的周边部的光线高变高。在光线高较高的位置,容易进行色像差的校正。因此,通过在第三透镜L3的像侧配置接合透镜CL,由此进行了色像差的校正。

[0072] 另外,通过使接合透镜CL的折射力为正折射力,由此通过接合透镜CL也确保了成像所需要的正折射力。在该情况下,由于能够通过第三透镜L3和接合透镜CL来分担成像所需要的正折射力,因此能够同时抑制第三透镜L3中的像差的产生、接合透镜CL中的像差的产生。

[0073] 在接合透镜CL的像侧配置有第六透镜L6。第六透镜L6配置于像面的附近。

[0074] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统能够与像素间距小的摄像元件进行组合。当像素间距小时,光学系统的容许模糊圈也小。如上述那样,如果光学系统的容许模糊圈小,则针对焦点调整要求更高的精度。

[0075] 在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第六透镜L6与护罩玻璃CG接合。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。因此,第六透镜L6隔着护罩玻璃CG与摄像元件成为一体。

[0076] 第六透镜L6由于与摄像元件成为一体,因此位于像面的附近。另外,第六透镜L6具有正折射力。因此,第六透镜L6作为场镜发挥功能。在该情况下,在将第六透镜L6与摄像元件一起进行了移动时,光学系统的纵向倍率变小。因此,能够降低焦点调整时的误差灵敏度。其结果,能够高精度且容易地进行焦点调整。

[0077] 另外,第六透镜L6具有正折射力。因此,导致从第六透镜L6射出的光线的主光线与像面的法线平行、或大致平行。通过像这样将第六透镜L6配置于像面的附近,从而向像面入射的主光线与像面的法线所形成的角度变小。

[0078] 摄像元件的摄像面位于像面。另外,在像面的周围配置有构成摄像元件的构件。因此,入射到像面的光被摄像面、构件反射。反射后的光再次去向光学系统。在反射后的光不向光学系统入射的情况下,没有问题。然而,在反射后的光向光学系统入射的情况下,有可能由于反射后的光而产生光斑。

[0079] 图2是示出光斑产生的情形的图。图2的(a)示出产生光斑的情况,图2的(b)示出不产生光斑的情况。在图2中,入射到像面I的光用实线表示,被像面I反射的光用虚线表示。

[0080] 光线BE1为从透镜LA去向透镜LB的光线,是形成物体的像的光线。光线BE1穿过透镜LB和护罩玻璃CG而到达像面I。光线BE1被配置于像面I的构件反射。光线BE2是被配置于像面I的构件反射后的光线。光线BE2穿过护罩玻璃CG和透镜LB而到达透镜LA。

[0081] 在透镜LA中,光线BE2被物体侧面和像侧面反射。光线BE3为被透镜面反射后的光

线。光线BE3朝向像面I行进。

[0082] 在透镜LA为双凸透镜的情况下,物体侧面为向像侧凹陷的面。在该情况下,如图2的(a)所示,光线BE3到达像侧面,在像侧面发生折射。因此,光线BE3穿过透镜LB和护罩玻璃CG而到达像面I。光线BE3成为杂光,因此产生光斑。

[0083] 另一方面,像侧面为向像侧凸出的面。在该情况下,如图2的(b)所示,光线BE3向离开光轴的方向行进。因此,光线BE3不穿过透镜LB和护罩玻璃CG,并且未到达像面I。光线BE3不会成为杂光,因此不产生光斑。

[0084] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统包括多个透镜,因此在各透镜中产生光线BE3。特别是,第三透镜配置于容易使光线BE3到达像面I的位置。因此,在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,将第三透镜设为朝向像侧凸出的弯月透镜。

[0085] 像这样,关于第三透镜,物体侧面和像侧面均成为向像侧凸出的面。因此,能够通过物体侧面和像侧面两方使被第三透镜反射的光与图2的(b)同样地向离开光轴的方向行进。其结果是能够抑制光斑产生。

[0086] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统具备上述的结构,并且满足条件式(1)。

[0087] 当超过条件式(1)的上限值时,第三透镜的物体侧面的曲率半径过小。因此,导致球面像差、彗星像差劣化。

[0088] 当低于条件式(1)的下限值时,第三透镜的像侧面的曲率半径过大。在该情况下,当由第六透镜或配置于像面的构件反射后的光被第三透镜反射时,成为被反射的杂光而到达像面。因此,导致容易产生光斑。

[0089] 优选的是,代替条件式(1),而满足下面的条件式(1')。

$$[0090] \quad 0.9 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 3.5 \quad (1')$$

[0091] 更优选的是,代替条件式(1),而满足下面的条件式(1'')。

$$[0092] \quad 1.2 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 2 \quad (1'')$$

[0093] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(2)。

$$[0094] \quad -20 \leq r_{3f} / r_{4f} \leq -0.5 \quad (2)$$

[0095] 在此,

[0096] r_{3f} 为第三透镜的物体侧面的曲率半径,

[0097] r_{4f} 为第四透镜的物体侧面的曲率半径。

[0098] 如上述那样,第三透镜配置于容易使光线BE3到达像面I的位置。关于第四透镜,由于物体侧面位于第三透镜的附近,因此第四透镜的物体侧面也配置在容易使光线BE3到达像面I的位置。因此,需要考虑由第四透镜的物体侧面产生光斑。

[0099] 但是,在第四透镜的物体侧面,不只是抑制光斑产生,还必须抑制各像差的产生。通过满足条件式(2),能够抑制光斑产生并能够良好地校正各像差。其结果是,能够抑制光学性能的劣化。

[0100] 当超过条件式(2)的上限值时,第三透镜的物体侧面的曲率半径过大,或者第四透镜的物体侧面的曲率半径过小。当第三透镜的物体侧面的曲率半径过大时,导致容易产生光斑。当第四透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致球面像差、彗星像差劣化。

[0101] 当低于条件式(2)的下限值时,第三透镜的物体侧面的曲率半径过小,或者第四透

镜的物体侧面的曲率半径过大。当第三透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致球面像差、彗星像差劣化。当第四透镜的物体侧面的曲率半径过大时,难以良好地校正像的周边部处的彗星像差、像散。

[0102] 优选的是,代替条件式(2),而满足下面的条件式(2')。

$$[0103] \quad -10 \leq r_{3f}/r_{4f} \leq -0.7 \quad (2')$$

[0104] 更优选的是,代替条件式(2),而满足下面的条件式(2'')。

$$[0105] \quad -7 \leq r_{3f}/r_{4f} \leq -1 \quad (2'')$$

[0106] 为了良好地校正各像差,优选的是使第四透镜为双凸透镜。但是,当使第四透镜为双凸透镜时,第四透镜的物体侧面成为向像侧凹陷的面。在该情况下,由于被第四透镜的物体侧面反射后的光而容易产生光斑。

[0107] 为了抑制由第四透镜的物体侧面产生光斑,而使第四透镜的物体侧面成为向像侧凸出的面即可。然而,当像这样形成时,导致无法校正球面像差、彗星像差。

[0108] 通过满足条件式(2),即使第四透镜的物体侧面为向像侧凹陷的面,也能够抑制光斑产生并能够良好地校正球面像差、彗星像差。

[0109] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(3)。

$$[0110] \quad -1 \leq r_{6f}/r_{3f} \leq -0.02 \quad (3)$$

[0111] 在此,

[0112] r_{6f} 为第六透镜的物体侧面的曲率半径,

[0113] r_{3f} 为第三透镜的物体侧面的曲率半径。

[0114] 在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第三透镜的物体侧面及第六透镜的物体侧面是与杂光的成像位置有关的。另外,第六透镜与焦点调整时的误差灵敏度有关。通过满足条件式(3),能够同时适当地设定第三透镜的物体侧面的曲率半径和第六透镜的物体侧面的曲率半径。其结果是,能够抑制光斑产生并能够降低焦点调整时的误差灵敏度。

[0115] 当超过条件式(3)的上限值时,第六透镜的物体侧面的曲率半径过小,或者第三透镜的物体侧面的曲率半径过大。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致像面弯曲校正过度。当第三透镜的物体侧面的曲率半径过大时,导致容易产生光斑。

[0116] 当低于条件式(3)的下限值时,第六透镜的物体侧面的曲率半径过大,或者第三透镜的物体侧面的曲率半径过小。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过大时,由于制造误差而使焦点偏移变大。另外,由于被第六透镜反射的光容易到达第三透镜,因此容易产生光斑。当第三透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致球面像差、彗星像差劣化。

[0117] 优选的是,代替条件式(3),而满足下面的条件式(3')。

$$[0118] \quad -0.7 \leq r_{6f}/r_{3f} \leq -0.05 \quad (3')$$

[0119] 更优选的是,代替条件式(3),而满足下面的条件式(3'')。

$$[0120] \quad -0.5 \leq r_{6f}/r_{3f} \leq -0.1 \quad (3'')$$

[0121] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(4)。

$$[0122] \quad -0.7 \leq f_1/f_4 \leq -0.3 \quad (4)$$

[0123] 在此,

[0124] f_1 为第一透镜的焦距,

[0125] f_4 为第四透镜的焦距。

[0126] 关于反远距型的光学系统,具有光学系统的全长变大的倾向。为了抑制光学系统的全长的增大和像差的劣化,需要同时适当地设定负透镜的折射力和正透镜的折射力。在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,通过负折射力的第一透镜和正折射力的第四透镜构成了反远距型的光学系统。通过满足条件式(4),能够抑制光学系统的全长的增大和像差的劣化。

[0127] 当超过条件式(4)的上限值时,第一透镜的焦距过大,或者第四透镜的焦距过小。当第一透镜的焦距过大时,导致光学系统的全长过大。当第四透镜的焦距过小时,导致球面像差、彗星像差等劣化。

[0128] 当低于条件式(4)的下限值时,第一透镜的焦距过小,或者第四透镜的焦距过大。当第一透镜的焦距过小时,导致彗星像差、像散劣化。当第四透镜的焦距过大时,导致光学系统的全长变大。

[0129] 优选的是,代替条件式(4),而满足下面的条件式(4')。

$$[0130] \quad -0.68 \leq f_1/f_4 \leq -0.35 \quad (4')$$

[0131] 更优选的是,代替条件式(4),而满足下面的条件式(4'')。

$$[0132] \quad -0.65 \leq f_1/f_4 \leq -0.4 \quad (4'')$$

[0133] 如上述那样,为了良好地校正各像差,优选的是使第四透镜为双凸透镜。另一方面,为了抑制由第四透镜的物体侧面产生光斑,使第四透镜的物体侧面成为向像侧凸出的面即可。

[0134] 然而,当使第四透镜的物体侧面为向像侧凸出的面时,第四透镜的形状为弯月形状。在该情况下,在使第四透镜的正折射力变大时,导致成像性能劣化。

[0135] 通过满足条件式(4),即使第四透镜的物体侧面为向像侧凹陷的面,也能够抑制光斑产生并能够防止成像性能的劣化。

[0136] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(5)。

$$[0137] \quad 0.6 \leq r_{3r}/r_{4r} \leq 1.7 \quad (5)$$

[0138] 在此,

[0139] r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径,

[0140] r_{4r} 为第四透镜的像侧面的曲率半径。

[0141] 如上述那样,关于第三透镜的物体侧面和第四透镜的物体侧面,必须抑制光斑产生。因此,第三透镜的物体侧面的曲率半径的设定和第四透镜的物体侧面的曲率半径的设定受到某种程度的限制。这意味着无法将第三透镜的物体侧面和第四透镜的物体侧面只利用于像差校正。

[0142] 因此,第三透镜处的像差校正和第四透镜处的像差校正由第三透镜的像侧面和第四透镜的像侧面负责。通过满足条件式(5),能够良好地校正各像差。其结果是,能够抑制光学性能的劣化。

[0143] 当超过条件式(5)的上限值时,第三透镜的像侧面的曲率半径过大,或者第四透镜的像侧面的曲率半径过小。当第三透镜的像侧面的曲率半径过大时,对球面像差、彗星像差校正不足,或者光学系统的全长变大。当第四透镜的像侧面的曲率半径过小时,导致对彗星像差、像散以及色像差校正过度。

[0144] 当低于条件式(5)的下限值时,第三透镜的像侧面的曲率半径过小,或者第四透镜的像侧面的曲率半径过大。当第三透镜的像侧面的曲率半径过小时,对球面像差、彗星像差校正过度。当第四透镜的像侧面的曲率半径过大时,导致对彗星像差、像散以及色像差校正不足。

[0145] 优选的是,代替条件式(5),而满足下面的条件式(5')。

$$[0146] \quad 0.7 \leq r_{3r}/r_{4r} \leq 1.5 \quad (5')$$

[0147] 更优选的是,代替条件式(5),而满足下面的条件式(5'')。

$$[0148] \quad 0.8 \leq r_{3r}/r_{4r} \leq 1.3 \quad (5'')$$

[0149] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(6)。

$$[0150] \quad -0.7 \leq (r_{3r}+r_{4f})/(r_{3r}-r_{4f}) \leq -0.1 \quad (6)$$

[0151] 在此,

[0152] r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径,

[0153] r_{4f} 为第四透镜的物体侧面的曲率半径。

[0154] 在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第三透镜的像侧面与光学系统整体的正折射力有关,第四透镜的物体侧面与光斑的产生有关。通过满足条件式(6),能够同时适当地设定第三透镜的像侧面的曲率半径和第四透镜的物体侧面的曲率半径。其结果是,能够适当地维持光学系统整体的正折射力并能够抑制光斑产生。

[0155] 当超过条件式(6)的上限值时,第四透镜的物体侧面的曲率半径过小。因此,导致容易产生光斑。当低于条件式(6)的下限值时,第三透镜的像侧面的曲率半径过小。因此,导致球面像差、彗星像差劣化。

[0156] 优选的是,代替条件式(6),而满足下面的条件式(6')。

$$[0157] \quad -0.5 \leq (r_{3r}+r_{4f})/(r_{3r}-r_{4f}) \leq -0.18 \quad (6')$$

[0158] 更优选的是,代替条件式(6),而满足下面的条件式(6'')。

$$[0159] \quad -0.35 \leq (r_{3r}+r_{4f})/(r_{3r}-r_{4f}) \leq -0.18 \quad (6'')$$

[0160] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(7)。

$$[0161] \quad 0.05 \leq (r_{4f}+r_{4r})/(r_{4f}-r_{4r}) \leq 0.33 \quad (7)$$

[0162] 在此,

[0163] r_{4f} 为第四透镜的物体侧面的曲率半径,

[0164] r_{4r} 为第四透镜的像侧面的曲率半径。

[0165] 在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第四透镜的物体侧面与光斑的产生有关,像侧面与在像的周边部显著的像差、例如色像差、彗星像差有关。通过满足条件式(7),能够同时适当地设定物体侧面的曲率半径和像侧面的曲率半径。其结果是,能够抑制光斑产生并能够使像侧面良好地校正在像的周边部显著的像差、例如色像差、彗星像差。

[0166] 当超过条件式(7)的上限值时,像侧面的曲率半径过小。因此,导致对色像差、彗星像差校正过度。当低于条件式(7)的下限值时,物体侧面的曲率半径过小。因此,导致容易产生光斑。

[0167] 优选的是,代替条件式(7),而满足下面的条件式(7')。

$$[0168] \quad 0.1 \leq (r_{4f}+r_{4r})/(r_{4f}-r_{4r}) \leq 0.29 \quad (7')$$

[0169] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(8)。

[0170] $-1.45 \leq f_3/f_5 \leq -1$ (8)

[0171] 在此,

[0172] f_3 为第三透镜的焦距,

[0173] f_5 为第五透镜的焦距。

[0174] 在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第三透镜的正折射力及第五透镜的负折射力是与像的周边部处显著的像差、例如彗星像差、像散有关的。通过满足条件式(8),能够取得第三透镜的正折射力与第五透镜的负折射力的平衡。其结果是,能够良好地校正像的周边部处显著的像差、例如彗星像差、像散。

[0175] 当超过条件式(8)的上限值时,第三透镜的焦距过小,或者第五透镜的焦距过大。当第三透镜的焦距过小时,对彗星像差、像散校正过度。当第五透镜的焦距过大时,对彗星像差、像散校正不足。

[0176] 当低于条件式(8)的下限值时,第三透镜的焦距过大,或者第五透镜的焦距过小。当第三透镜的焦距过大时,光学系统的全长变大,或者对彗星像差、像散校正不足。当第五透镜的焦距过小时,导致对彗星像差、像散校正过度。

[0177] 优选的是,代替条件式(8),而满足下面的条件式(8')。

[0178] $-1.4 \leq f_3/f_5 \leq -1.1$ (8')

[0179] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(9-1)。

[0180] $-2.5 \leq r_{6f}/r_{3r} \leq -0.65$ (9-1)

[0181] 在此,

[0182] r_{6f} 为第六透镜的物体侧面的曲率半径,

[0183] r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径。

[0184] 当超过条件式(9-1)的上限值时,第六透镜的物体侧面的曲率半径过小,或者第三透镜的像侧面的曲率半径过大。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致像散、像面弯曲劣化。当第三透镜的像侧面的曲率半径过大时,导致光学系统的全长变大,或者对彗星像差校正不足。

[0185] 当低于条件式(9-1)的下限值时,第六透镜的物体侧面的曲率半径过大,或者第三透镜的像侧面的曲率半径过小。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过大时,由于制造误差引起的焦点偏移的影响变大。当第三透镜的像侧面的曲率半径过小时,导致对彗星像差校正过度。

[0186] 优选的是,代替条件式(9-1),而满足下面的条件式(9-1')。

[0187] $-2 \leq r_{6f}/r_{3r} \leq -0.8$ (9-1')

[0188] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(9-2)。

[0189] $1.5 \leq f_2/f_3 \leq 3$ (9-2)

[0190] 在此,

[0191] f_2 为第二透镜的焦距,

[0192] f_3 为第三透镜的焦距。

[0193] 在亮度光圈的两侧配置有透镜的光学系统中,一个透镜的折射力与另一个透镜的折射力的平衡是与像的周边部处显著的像差有关的。在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,第二透镜的折射力与第三透镜的折射力的平衡是与像的周边部处显著的像差

有关的。通过满足条件式(9-2),能够取得第二透镜的折射力与第三透镜的折射力的平衡。其结果是,能够良好地校正像的周边部处显著的像差。

[0194] 当超过条件式(9-2)的上限值时,第二透镜的焦距过大,或者第三透镜的焦距过小。当第二透镜的焦距过大时,对彗星像差、像散以及倍率色像差校正不足。当第三透镜的焦距过小时,导致对彗星像差校正过度。

[0195] 当低于条件式(9-2)的下限值时,第二透镜的焦距过小,或者第三透镜的焦距过大。当第二透镜的焦距过小时,对彗星像差、像散以及倍率色像差校正过度。当第三透镜的焦距过大时,导致光学系统的全长变大,或者对彗星像差校正不足。

[0196] 优选的是,代替条件式(9-2),而满足下面的条件式(9-2')。

$$[0197] \quad 1.6 \leq f_2/f_3 \leq 2.9 \quad (9-2')$$

[0198] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(10-1)、(10-2)。

$$[0199] \quad -0.25 \leq (r_{5f} + r_{6f}) / (r_{5f} - r_{6f}) \leq 0.2 \quad (10-1)$$

$$[0200] \quad 1 \leq f_2/f_6 \leq 1.6 \quad (10-2)$$

[0201] 在此,

[0202] r_{5f} 为第五透镜的物体侧面的曲率半径,

[0203] r_{6f} 为第六透镜的物体侧面的曲率半径,

[0204] f_2 为第二透镜的焦距,

[0205] f_6 为第六透镜的焦距。

[0206] 如上述那样,第六透镜隔着护罩玻璃与摄像元件成为一体。在焦点调整时,通过将第六透镜与摄像元件一体地移动,能够降低焦点调整时的误差灵敏度。如果使该降低的效果增大,则对像的周边部处的成像性能的影响也变大。

[0207] 第六透镜对该降低的效果产生影响。因此,优选的是,通过第六透镜与其它透镜来针对透镜面的形状、折射力取得平衡。通过满足条件式(10-1)、(10-2),能够获得上述的降低的效果并能够抑制像的周边部处的成像性能的下降。

[0208] 当超过条件式(10-1)的上限值时,第五透镜的物体侧面的曲率半径过大,或者第六透镜的物体侧面的曲率半径过小。当第五透镜的物体侧面的曲率半径过大时,导致对色像差校正不足。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致对像面弯曲校正过度。

[0209] 当低于条件式(10-1)的下限值时,第五透镜的物体侧面的曲率半径过小,或者第六透镜的物体侧面的曲率半径过大。当第五透镜的物体侧面的曲率半径过小时,导致对色像差校正过度。当第六透镜的物体侧面的曲率半径过大时,由于制造误差引起的焦点偏移的影响变大。

[0210] 当超过条件式(10-2)的上限值时,第二透镜的焦距过大,或者第六透镜的焦距过小。当第二透镜的焦距过大时,导致对像散、彗星像差以及色像差校正不足。当第六透镜的焦距过小时,导致像面弯曲、彗星像差劣化。

[0211] 当低于条件式(10-2)的下限值时,第二透镜的焦距过小,或者第六透镜的焦距过大。当第二透镜的焦距过小时,导致对像散、彗星像差以及色像差校正过度。当第六透镜的焦距过大时,由于制造误差引起的焦点偏移的影响变大。

[0212] 优选的是,代替条件式(10-1),而满足下面的条件式(10-1')。

[0213] $-0.18 \leq (r5f+r6f) / (r5f-r6f) \leq 0.15$ (10-1')

[0214] 优选的是,代替条件式(10-2),而满足下面的条件式(10-2')。

[0215] $1.1 \leq f2/f6 \leq 1.5$ (10-2')

[0216] 本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统优选满足下面的条件式(11)。

[0217] $-15 \leq f45/f1 \leq -3$ (11)

[0218] 在此,

[0219] $f45$ 为接合透镜的焦距,

[0220] $f1$ 为第一透镜的焦距。

[0221] 接合透镜由于具有正折射力,因此通过与第一透镜的负折射力组合,能够实现反远距型的光学系统。通过适当地维持接合透镜的正折射力,能够与第一透镜的负折射力一起构成反远距型的光学系统。

[0222] 反远距型的光学系统所需要的负折射力的大部分由第一透镜负责。由于第一透镜组的负折射力大,因此在第一透镜产生比较大的像差。因此,需要通过隔着亮度光圈而位于像侧的接合透镜来适当地校正由第一透镜产生的像差。通过满足条件式(11),能够良好地校正由第一透镜产生的像差。

[0223] 当超过条件式(11)的上限值时,接合透镜的焦距过小,或者第一透镜的焦距过大。当接合透镜的焦距过小时,导致对色像差校正过度。当第一透镜的焦距过大时,导致光学系统的全长过大。

[0224] 当低于条件式(11)的下限值时,接合透镜的焦距过大,或者第一透镜的焦距过小。当接合透镜的焦距过大时,导致对色像差校正不足。当第一透镜的焦距过小时,导致彗星像差、像散劣化。

[0225] 优选的是,代替条件式(11),而满足下面的条件式(11')。

[0226] $-13.5 \leq f45/f1 \leq -4$ (11')

[0227] 更优选的是,代替条件式(11),而满足下面的条件式(11'')。

[0228] $-12 \leq f45/f1 \leq -5$ (11'')

[0229] 另外,在本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统中,优选的是如下那样构成第一透镜。在观察过程中,有污垢、血液等附着于第一透镜的物体侧面。在该状态下,不能进行清晰的观察。因此,通过从位于插入部的前端的喷嘴喷出的水来进行第一透镜的物体侧面的清洗。

[0230] 当第一透镜的物体侧面为凸形状时,在清洗时污垢不易脱落。另外,当第一透镜的物体侧面为凹形状时,导致积存水。特别是,当第一透镜的物体侧面为凸形状时,容易产生因冲击所致的损伤、裂纹。因此,优选的是,第一透镜的形状为平凹,且使平面朝向物体侧。

[0231] 下面,基于附图详细地说明内窥镜用物镜光学系统的实施例。此外,本发明不限于该实施例。

[0232] 对各实施例的透镜截面图进行说明。在图3~图5中,(a)示出透镜截面图。

[0233] 对各实施例的像差图进行说明。在图3~图5中,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0234] 在各像差图中,横轴显示像差量。关于球面像差、像散以及倍率像差,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,FIY为像高,单位为mm,FNO为光圈

值。另外，像差曲线的波长的单位为nm。

[0235] (实施例1)

[0236] 对实施例1所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。实施例1的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的平凹负透镜L1、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L2、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L3、双凸正透镜L4、凹平负透镜L5以及凸平正透镜L6构成。在此，双凸正透镜L4与凹平负透镜L5被接合。

[0237] 亮度光圈S位于正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间。在正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间配置有平行平板F。亮度光圈S位于平行平板F的像侧面。平行平板F为红外线吸收滤波器。

[0238] 在凸平正透镜L6的像侧配置有护罩玻璃CG。凸平正透镜L6与护罩玻璃CG被接合。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。

[0239] (实施例2)

[0240] 对实施例2所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。实施例2的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的平凹负透镜L1、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L2、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L3、双凸正透镜L4、使凸面朝向像侧的负弯月透镜L5以及凸平正透镜L6构成。在此，双凸正透镜L4与负弯月透镜L5被接合。

[0241] 亮度光圈S位于正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间。在正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间配置有平行平板F。亮度光圈S位于平行平板F的像侧面。平行平板F为红外线吸收滤波器。

[0242] 在凸平正透镜L6的像侧配置有护罩玻璃CG。凸平正透镜L6与护罩玻璃CG被接合。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。

[0243] (实施例3)

[0244] 对实施例3所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。实施例3的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的平凹负透镜L1、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L2、使凸面朝向像侧的正弯月透镜L3、双凸正透镜L4、使凸面朝向像侧的负弯月透镜L5以及凸平正透镜L6构成。在此，双凸正透镜L4与负弯月透镜L5被接合。

[0245] 亮度光圈S位于正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间。在正弯月透镜L2与正弯月透镜L3之间配置有平行平板F。亮度光圈S位于平行平板F的像侧面。平行平板F为红外线吸收滤波器。

[0246] 在凸平正透镜L6的像侧配置有护罩玻璃CG。凸平正透镜L6与护罩玻璃CG被接合。护罩玻璃CG为摄像元件的护罩玻璃。

[0247] 下面，示出上述各实施例的数值数据。在面数据中， r 为各透镜面的曲率半径， d 为各透镜面间的间隔， n_e 为各透镜的针对e线的折射率， v_d 为各透镜的针对d线的阿贝数。

[0248] 在各种数据中， f 为针对e线的焦距， F_{no} 为光圈值， ω 为半视角， IH 为像高。

[0249] 数值实施例1

[0250] 单位mm

[0251] 面数据

	面编号	r	d	ne	ν d
	1	∞	0.2227	1.88815	40.76
	2	0.6837	0.5233		
	3	-3.1793	0.4788	1.97189	17.47
	4	-1.8898	0.2673		
	5	∞	0.4454	1.49557	75.00
	6	∞	0.0000		
	7(光圈)	∞	0.2116		
[0252]	8	-7.9376	0.5902	1.88815	40.76
	9	-1.4053	0.0891		
	10	2.1058	0.7016	1.69979	55.53
	11	-1.3563	0.3007	1.97189	17.47
	12	∞	0.2906		
	13	1.6281	0.8352	1.51825	64.14
	14	∞	0.0100	1.51500	64.00
	15	∞	0.3898	1.50700	63.26
	16	∞	0.0000		
	像面	∞			
[0253]	各种数据				
[0254]	Fno	2.97			
[0255]	ω	66.3°			
[0256]	IH	0.5mm			
[0257]	数值实施例2				
[0258]	单位mm				
[0259]	面数据				

面编号	r	d	ne	ν d
1	∞	0.2372	1.88815	40.76
2	0.6418	0.5346		
3	-3.1017	0.4000	1.97189	17.47
4	-1.8160	0.2059		
5	∞	0.4400	1.49557	75.00
6	∞	0.0000		
7(光圈)	∞	0.2007		
[0260] 8	-11.3385	0.6000	1.88815	40.76
9	-1.5047	0.1042		
10	2.2678	0.7012	1.69979	55.53
11	-1.2720	0.3018	1.97189	17.47
12	-10.0055	0.3348		
13	1.6494	0.8911	1.51825	64.14
14	∞	0.0100	1.51500	64.00
15	∞	0.3898	1.50700	63.26
16	∞	0.0000		
像面	∞			
[0261]	各种数据			
[0262]	Fno 2.96			
[0263]	ω 66.0°			
[0264]	IH 0.5mm			
[0265]	数值实施例3			
[0266]	单位mm			
[0267]	面数据			

面编号	r	d	ne	νd
1	∞	0.2326	1.88815	40.76
2	0.6675	0.4938		
3	-12.6752	0.4994	1.97189	17.47
4	-2.6882	0.1172		
5	∞	0.4454	1.49557	75.00
6	∞	0.0000		
7(光圈)	∞	0.1980		
[0268] 8	-4.2927	0.5991	1.88815	40.76
9	-1.3857	0.0921		
10	2.1456	0.6994	1.69979	55.53
11	-1.4128	0.3001	1.97189	17.47
12	-19.0871	0.2027		
13	1.3844	1.0779	1.51825	64.14
14	∞	0.0100	1.51500	64.00
15	∞	0.3898	1.50700	63.26
16	∞	0.0000		
像面	∞			

[0269] 各种数据

[0270] F_{no} 2.81

[0271] ω 66.2°

[0272] IH 0.5mm

[0273] 下面,示出实施例1~实施例3所涉及的内窥镜用物镜光学系统中的条件式(1)~(11)的数值。

条件式	实施例1	实施例2	实施例3
(1) $(r3f+r3r)/(r3f-r3r)$	1.43	1.31	1.95
(2) $r3f/r4f$	-3.77	-5.00	-2.00
(3) $r6f/r3f$	-0.21	-0.15	-0.32
(4) $f1/f4$	-0.60	-0.57	-0.57
(5) $r3r/r4r$	1.04	1.18	0.98
[0274] (6) $(r3r+r4f)/(r3r-r4f)$	-0.20	-0.20	-0.22
(7) $(r4f+r4r)/(r4f-r4r)$	0.22	0.28	0.21
(8) $f3/f5$	-1.32	-1.24	-1.33
(9-1) $r6f/r3r$	-1.16	-1.10	-1.00
(9-2) $f2/f3$	2.20	2.06	1.63
(10-1) $(r5f+r6f)/(r5f-r6f)$	-0.09	-0.13	0.01
(10-2) $f2/f6$	1.29	1.23	1.28
(11) $f45/f1$	-8.16	-6.76	-6.58

[0275] 根据各实施例,能够提供光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。

[0276] 以上,对本发明的各种实施方式进行了说明,但是本发明并不仅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。

[0277] 产业上的可利用性

[0278] 如以上那样,本发明适合于光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。

[0279] 附图标记说明

[0280] L1~L6、LA、LB:透镜;CL:接合透镜;S:亮度光圈;F:平行平板;CG:护罩玻璃;I:像面;BE1、BE2、BE3:光线。

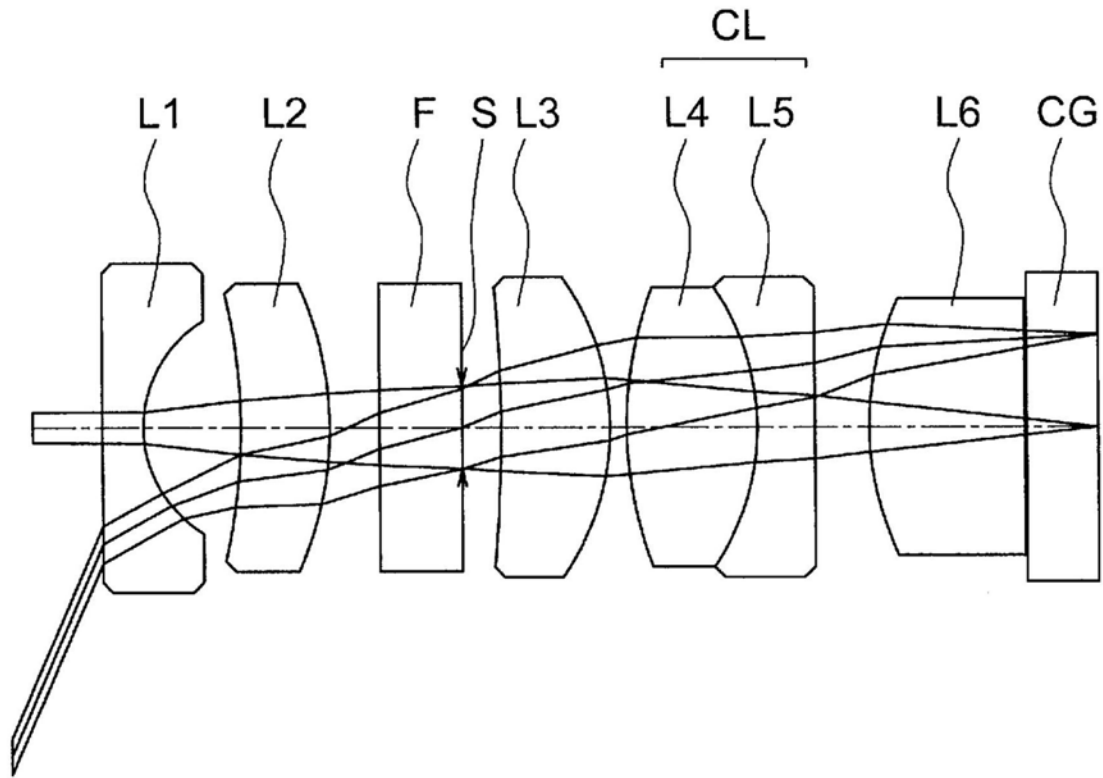


图1

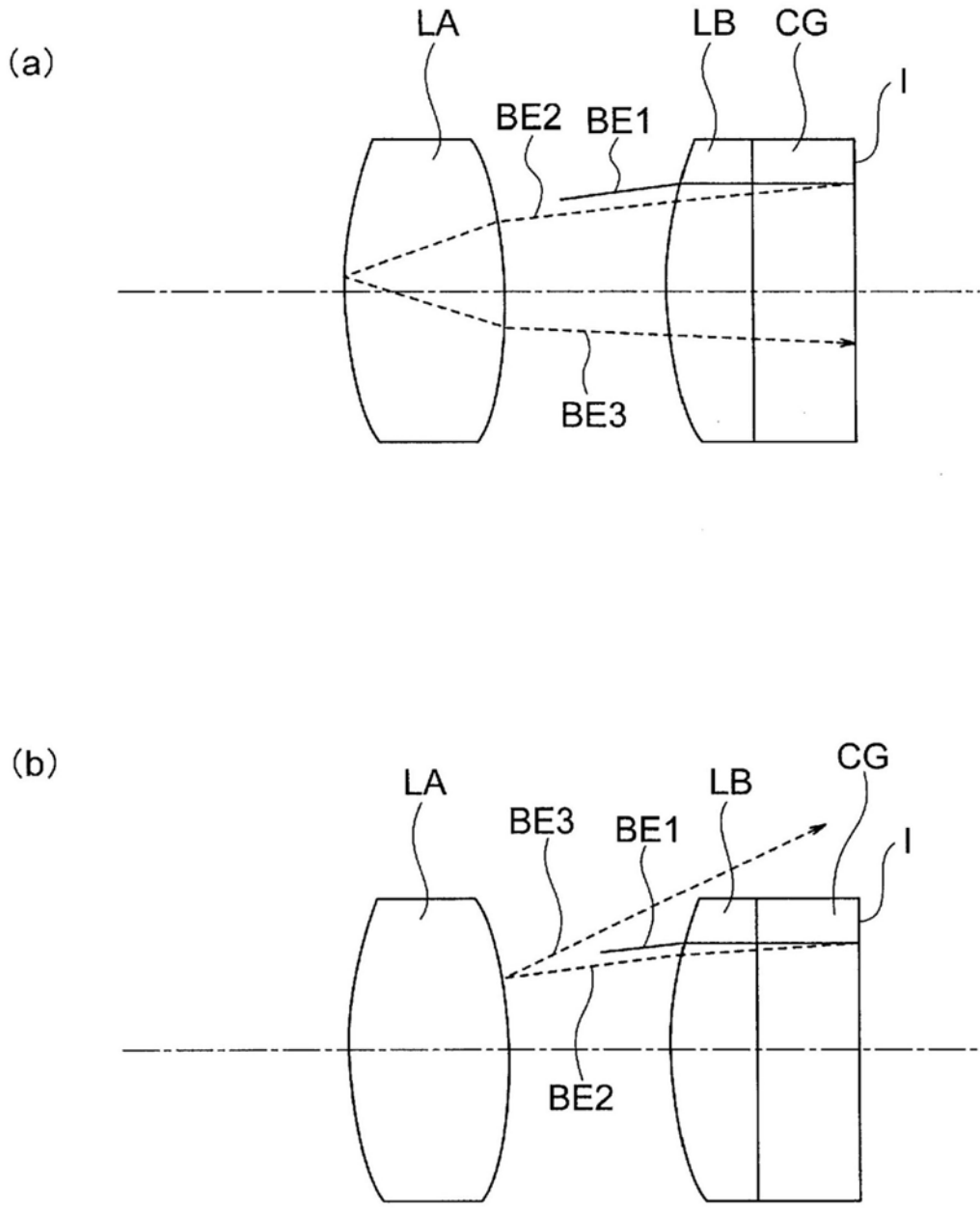


图2

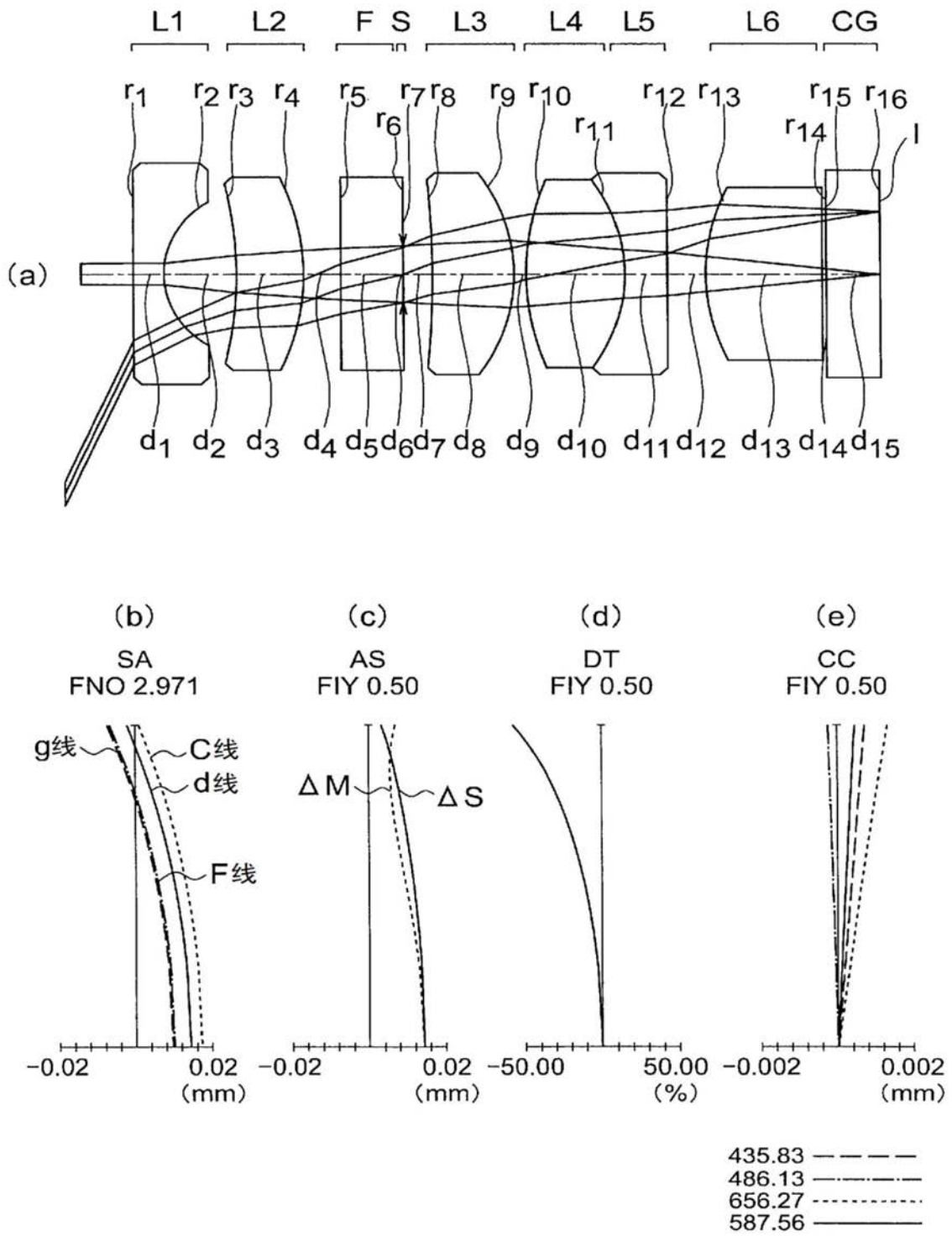


图3

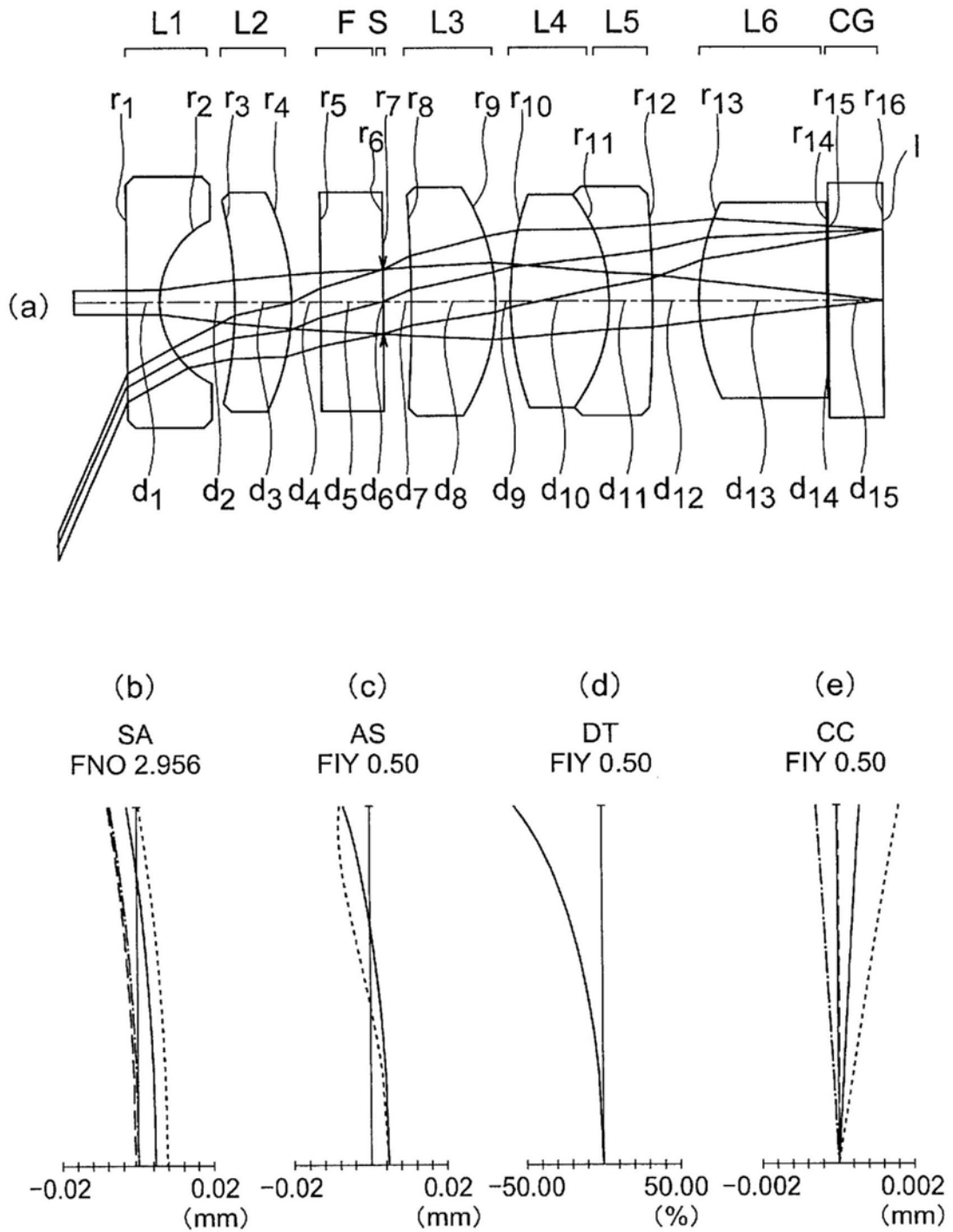


图4

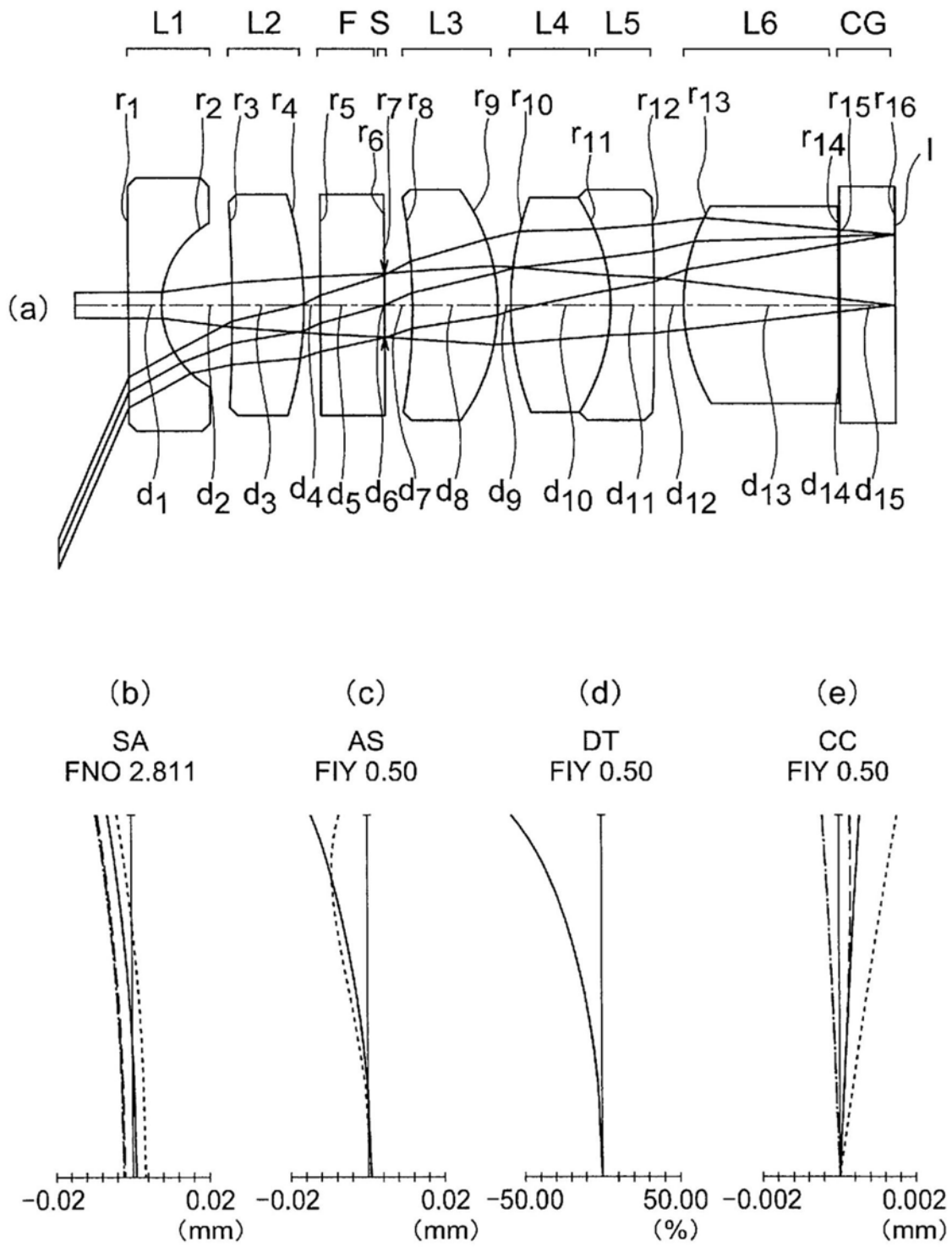


图5

专利名称(译)	内窥镜用物镜光学系统		
公开(公告)号	CN110651213A	公开(公告)日	2020-01-03
申请号	CN201880033237.6	申请日	2018-03-09
[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	加茂裕二 辻善文		
发明人	加茂裕二 辻善文		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 A61B1/05 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00 A61B1/05 G02B15/1465 G02B23/243 G02B23/2484 G02B23/2446 G02B23/26		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	2017122540 2017-06-22 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种光圈值小、小型并且具有高的成像性能、抗制造误差的能力强、容易抑制光斑产生的内窥镜用物镜光学系统。内窥镜用物镜光学系统具有从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜(L1)、正折射力的第二透镜(L2)、亮度光圈(S)、正折射力的第三透镜(L3)、正折射力的第四透镜(L4)、负折射力的第五透镜(L5)以及正折射力的第六透镜(L6)，第二透镜(L2)是朝向像侧凸出的弯月透镜，第三透镜(L3)是朝向像侧凸出的弯月透镜，通过第四透镜(L4)和第五透镜(L5)形成正折射力的接合透镜，第六透镜(L6)与摄像元件接合，内窥镜用物镜光学系统满足下面的条件式(1)。 $0.55 \leq (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \leq 5$ (1)在此， r_{3f} 为第三透镜的物体侧面的曲率半径， r_{3r} 为第三透镜的像侧面的曲率半径。

