



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107111112 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201680003555.9

(22)申请日 2016.06.03

(30)优先权数据

2015-125746 2015.06.23 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.09

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/066675 2016.06.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/208367 JA 2016.12.29

(71)申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 江口阳亮

(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 张会华

(51)Int.Cl.

G02B 13/04(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

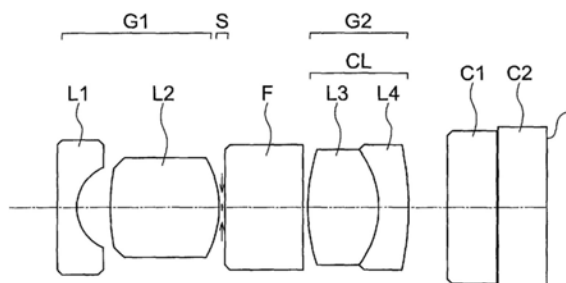
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

内窥镜用物镜光学系统

(57)摘要

提供一种支持光学系统的小型化和摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统。内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组(G1)、亮度光圈(S)以及具有正折射力的第二组(G2)组成,其中,第一组(G1)由靠物体侧为平面且具有负折射力的第一透镜(L1)以及具有正折射力的第二透镜(L2)构成,第二组(G2)由接合透镜(CL)构成,接合透镜(CL)由具有正折射力的第三透镜(L3)以及具有负折射力的第四透镜(L4)构成,内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。 $0.13 \leq L_a/L_b \leq 0.17$ (1) $-2.7 \leq f_4/f \leq -2.2$ (2) $-0.7 \leq (n_{e2} \times f_2)/(n_{e4} \times f_4) \leq 0$ (3) $2.5 \leq v_{d3}/v_{d4} \leq 3.5$ (4)。



1. 一种内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,

由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组、亮度光圈以及具有正折射力的第二组组成,

其中,所述第一组由靠物体侧为平面且具有负折射力的第一透镜以及具有正折射力的第二透镜构成,

所述第二组由接合透镜构成,

所述接合透镜由具有正折射力的第三透镜以及具有负折射力的第四透镜构成,

所述内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4),

$$0.13 \leq L_a / L_b \leq 0.17 \quad (1)$$

$$-2.7 \leq f_4 / f \leq -2.2 \quad (2)$$

$$-0.7 \leq (n_{e2} \times f_2) / (n_{e4} \times f_4) \leq 0 \quad (3)$$

$$2.5 \leq v_{d3} / v_{d4} \leq 3.5 \quad (4)$$

在此,

L_a 是所述内窥镜用物镜光学系统的沿着光轴的空气间隔的总和,

L_b 是所述内窥镜用物镜光学系统的全长,

f_4 是所述第四透镜的焦距,

f 是所述内窥镜用物镜光学系统的焦距,

f_2 是所述第二透镜的焦距,

n_{e2} 是所述第二透镜的针对e线的折射率,

n_{e4} 是所述第四透镜的针对e线的折射率,

v_{d3} 是所述第三透镜的以d线为基准的阿贝数,

v_{d4} 是所述第四透镜的以d线为基准的阿贝数。

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,

满足以下的条件式(5),

$$0.8 \leq I_H / f \leq 1 \quad (5)$$

在此,

I_H 是最大像高,

f 是所述内窥镜用物镜光学系统的焦距。

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,

满足以下的条件式(6),

$$1.8 \leq BF / f \leq 2.4 \quad (6)$$

在此,

BF 是后焦距,

f 是所述内窥镜用物镜光学系统的焦距。

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,

满足以下的条件式(7),

$$-2.6 \leq r_{2o} / r_{cc} \leq -2 \quad (7)$$

在此,

r_{2o} 是所述第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径,

rcc是所述接合透镜的接合面的曲率半径。

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,满足以下的条件式(8),

$$-1.0 \leq (r2o \times r2i) / (rcc \times rci) \leq -0.7 \quad (8)$$

在此,

r2o是所述第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径,

r2i是所述第二透镜的靠像侧的面的曲率半径,

rcc是所述接合透镜的接合面的曲率半径,

rci是所述接合透镜的靠像侧的面的曲率半径。

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,满足以下的条件式(9),

$$-1.2 \leq r2i / f2 \leq -0.9 \quad (9)$$

在此,

r2i是所述第二透镜的靠像侧的面的曲率半径,

f2是所述第二透镜的焦距。

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,满足以下的条件式(10),

$$2 \leq r2o / f2 \leq 2.6 \quad (10)$$

在此,

r2o是所述第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径,

f2是所述第二透镜的焦距。

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,满足以下的条件式(11),

$$-1.45 \leq fc / f4 \leq -0.80 \quad (11)$$

在此,

fc是所述接合透镜的焦距,

f4是所述第四透镜的焦距。

内窥镜用物镜光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜用物镜光学系统。

背景技术

[0002] 内窥镜是在医疗领域、工业领域使用的光学装置。特别是在医疗领域中，内窥镜被插入到体腔内，由此进行体腔内的观察、图像的获取。而且，基于观察像或所获取到的图像来进行诊断。这样，内窥镜用于体腔内的观察、诊断。

[0003] 内窥镜用物镜光学系统中采用逆焦式的光学系统。近年来，为了提高诊断的精度，对内窥镜的图像要求高图像质量化。在目前的内窥镜用物镜光学系统中，在维持逆焦式的透镜配置的状态下实现广角化等高图像质量化。专利文献1、专利文献2公开了这种内窥镜用物镜光学系统。

[0004] 专利文献1所公开的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜以及接合透镜构成。接合透镜由正透镜和负透镜组成。在专利文献1的内窥镜用物镜光学系统中，能够良好地校正以往校正不足的像面弯曲，并且实现了支持摄像元件的高像素化。

[0005] 专利文献2所公开的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负透镜、正透镜以及接合透镜构成。接合透镜由正透镜和负透镜组成。在专利文献2的内窥镜用物镜光学系统中，采用了逆焦式的内窥镜用物镜结构。

[0006] 专利文献1：日本特开平4-275514号公报

[0007] 专利文献2：日本专利第5374667号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 如上所述，在内窥镜中，实现了图像的进一步高图像质量化。另一方面，为了减轻对患者的负担，需要实现插入部的小型化。在使插入部小型化的情况下，作为缺点，光学系统的分辨率发生劣化。

[0010] 例如，设为光学系统中形成的点像的大小和像素的大小均相等。当相对于该状态缩小摄像元件的像素间距从而缩小摄像面的尺寸时，像素的面积变小。在该情况下，点像的大小不变，因此像素的大小变得小于点像的大小。这意味着结果导致光学系统的分辨率发生了劣化。这样，随着摄像元件的高像素化，光学系统的分辨率因衍射的影响而发生劣化。

[0011] 因此，为了实现图像的进一步高图像质量化，需要使光学系统的光圈值减小到至今为止以上的程度。但是，由于光圈值变小，像面弯曲、像散容易劣化。特别是像的周边的分辨率（以下称为“周边分辨率”）由于光圈值变小而容易劣化。另外，在目前的制造误差的范围内像面弯曲的产生量、像散的产生量发生偏差，因此导致周边分辨率容易劣化。

[0012] 在专利文献1的内窥镜用物镜光学系统中，与以往相比良好地校正了像面弯曲，但校正仍然不足。因此，难以支持内窥镜中的图像的高图像质量化。

[0013] 在专利文献2的内窥镜用物镜光学系统中,为了实现支持光学系统的进一步小型化、摄像元件的进一步高像素化,需要减小光圈值。但是,当减小光圈值时,无法充分校正像面弯曲,因此成为具有因制造误差导致的周边分辨率的劣化这种风险的光学系统。

[0014] 本发明是鉴于这种问题点而完成的,目的在于提供一种支持光学系统的小型化及摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统。

[0015] 用于解决问题的方案

[0016] 为了解决上述的问题并实现目的,本发明的内窥镜用物镜光学系统的特征在于,由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组、亮度光圈以及具有正折射力的第二组组成,其中,第一组由靠物体侧为平面且具有负折射力的第一透镜以及具有正折射力的第二透镜构成,第二组由接合透镜构成,接合透镜由具有正折射力的第三透镜以及具有负折射力的第四透镜构成,内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4),

[0017] $0.13 \leq L_a/L_b \leq 0.17$ (1)

[0018] $-2.7 \leq f_4/f \leq -2.2$ (2)

[0019] $-0.7 \leq (n_{e2} \times f_2) / (n_{e4} \times f_4) \leq 0$ (3)

[0020] $2.5 \leq v_{d3}/v_{d4} \leq 3.5$ (4)

[0021] 在此, L_a 是内窥镜用物镜光学系统的沿着光轴的空气间隔的总和, L_b 是内窥镜用物镜光学系统的全长, f_4 是第四透镜的焦距, f 是内窥镜用物镜光学系统的焦距, f_2 是第二透镜的焦距, n_{e2} 是第二透镜的针对e线的折射率, n_{e4} 是第四透镜的针对e线的折射率, v_{d3} 是第三透镜的以d线为基准的阿贝数, v_{d4} 是第四透镜的以d线为基准的阿贝数。

[0022] 发明的效果

[0023] 根据本发明,能够提供一种支持光学系统的小型化及摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统。

附图说明

[0024] 图1是示出本实施方式的内窥镜用物镜光学系统的图。

[0025] 图2是示出实施例1所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构的图以及分别示出球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0026] 图3是示出实施例2所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构的图以及分别示出球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0027] 图4是示出实施例3所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构的图以及分别示出球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0028] 图5是示出实施例4所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构的图以及分别示出球面像差(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

[0029] 以下,针对本实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统,使用附图来说明取这种结构的理由和作用。此外,本发明并不限于以下的实施方式所涉及的内窥镜用物镜光学系统。

[0030] 本实施方式的内窥镜用物镜光学系统的特征在于,由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组、亮度光圈以及具有正折射力的第二组组成,其中,第一组由靠物体侧为平面且具有负折射力的第一透镜以及具有正折射力的第二透镜构成,第二组由接合透镜构成,接合透镜由具有正折射力的第三透镜以及具有负折射力的第四透镜构成,内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

$$[0031] \quad 0.13 \leq L_a/L_b \leq 0.17 \quad (1)$$

$$[0032] \quad -2.7 \leq f_4/f \leq -2.2 \quad (2)$$

$$[0033] \quad -0.7 \leq (n_{e2} \times f_2) / (n_{e4} \times f_4) \leq 0 \quad (3)$$

$$[0034] \quad 2.5 \leq v_{d3}/v_{d4} \leq 3.5 \quad (4)$$

[0035] 在此, L_a 是内窥镜用物镜光学系统的沿着光轴的空气间隔的总和, L_b 是内窥镜用物镜光学系统的全长, f_4 是第四透镜的焦距, f 是内窥镜用物镜光学系统的焦距, f_2 是第二透镜的焦距, n_{e2} 是第二透镜的针对e线的折射率, n_{e4} 是第四透镜的针对e线的折射率, v_{d3} 是第三透镜的以d线为基准的阿贝数, v_{d4} 是第四透镜的以d线为基准的阿贝数。

[0036] 对本实施方式的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图1是示出本实施方式的内窥镜用物镜光学系统的图。

[0037] 为了支持光学系统的小型化,需要减少构成光学系统的透镜个数。另一方面,作为内窥镜用物镜光学系统,需要维持广的视角。因此,在本实施方式的内窥镜用物镜光学系统中,由四个透镜构成光学系统,并且将四个透镜配置为逆焦式的透镜配置。

[0038] 具体地说,内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2组成。在第一组G1与第二组G2之间配置有光学滤波器F。在第二组G2的像侧配置有护罩玻璃C1和护罩玻璃C2。

[0039] 光学滤波器F例如是紫外线吸收滤波器。可以对光学滤波器F的靠像侧的面实施使半导体激光器的激光截止的涂敷。护罩玻璃C2例如是摄像元件的护罩玻璃。护罩玻璃C1与护罩玻璃C2可以接合。I是像面(摄像面)。

[0040] 通过由具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2构成内窥镜用物镜光学系统,能够进行取得平衡的像差校正。

[0041] 另外,第一组G1由具有负折射力的第一透镜L1和具有正折射力的第二透镜L2构成。第二组G2由接合透镜CL构成。第一透镜L1的靠物体侧的面为平面。接合透镜CL由具有正折射力的第三透镜L3和具有负折射力的第四透镜L4构成。

[0042] 在此,第一透镜L1的折射力为负折射力。另一方面,第二透镜L2与接合透镜CL的合成折射力为正折射力。这样,在本实施方式的内窥镜用物镜光学系统中,能够由四个透镜实现逆焦式的光学系统。由此,在本实施方式的内窥镜用物镜光学系统中,能够兼顾光学系统的小型化和广视角的确保。

[0043] 而且,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统满足条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

[0044] 条件式(1)是与光学系统的小型化有关的条件式,是与内窥镜用物镜光学系统中的沿着光轴的空气间隔的总和(以下称为“空气长度”)有关的条件式。通过满足条件式(1),能够使光学系统小型化。

[0045] 当低于条件式(1)的下限值时,空气长度变短,因此难以设计保持透镜的保持架。另外,无法调整焦点。这样,当低于条件式(1)的下限值时,难以组装光学系统。当超过条件

式(1)的上限值时,空气长度变长,因此导致光学系统的全长变长。因此,无法使光学系统小型化。

[0046] 空气长度是从最靠物体侧的透镜面至像面之间的空气间隔的总和。内窥镜用物镜光学系统的全长是对从最靠物体侧的透镜面至最靠像侧的透镜面的距离加上后焦距所得到的长度。后焦距是从最靠像侧的透镜面至像面为止的长度,是不进行空气换算时的长度。

[0047] 在此,优选代替条件式(1)而满足以下的条件式(1')。

[0048] $0.15 \leq L_a/L_b \leq 0.17$ (1')

[0049] 条件式(2)是与光学系统的小型化有关的条件式,是取得第四透镜的焦距与内窥镜用物镜光学系统整体的焦距之比的条件式。焦距是针对e线的焦距。通过满足条件式(2),能够使光学系统小型化。

[0050] 当低于条件式(2)的下限值时,第四透镜的焦距变小,因此第四透镜的负折射力变小。因此,色像差的校正过量。为了对校正过量的色像差进行校正,缩短第一透镜的焦距即可。然而,当将第一透镜的焦距缩短至色像差的校正足够的程度时,光学系统整体的负折射力变大。在该情况下,球面像差、彗星像差等劣化,因此光学系统的成像性能劣化。

[0051] 当超过条件式(2)的上限值时,第四透镜的焦距变大,因此第四透镜的负折射力变大。因此,导致色像差的校正不足。当想要对校正不足的色像差进行校正时,光学系统整体的正折射力变大。在该情况下,光学系统的全长变长或透镜直径变大。由此,难以使光学系统小型化。

[0052] 为了避免因制造误差而发生周边分辨率的劣化,需要充分校正像面弯曲。为此,需要减小匹兹瓦(Petzval)和。匹兹瓦和是针对各透镜将透镜的折射率与焦距之积的倒数相加而得到的。

[0053] 条件式(3)是取得第二透镜的折射率与焦距的积同第四透镜的折射率与焦距的积之比的条件式。通过满足条件式(3),能够防止因制造误差引起的周边分辨率劣化。

[0054] 当低于条件式(3)的下限值时,无法使匹兹瓦和足够小。在该情况下,无法良好地校正像面弯曲,因此难以防止周边分辨率的劣化。当超过条件式(3)的上限值时,无法充分地校正色像差。

[0055] 在此,优选代替条件式(3)而满足以下的条件式(3')。

[0056] $-0.7 \leq (n_{e2} \times f_2) / (n_{e4} \times f_4) \leq -0.3$ (3')

[0057] 条件式(4)是与光学系统的全长有关的条件式。通过满足条件式(4),能够校正倍率色像差,因此能够防止周边分辨率的劣化。

[0058] 为了良好地校正倍率色像差,需要考虑各透镜的阿贝数(色散)。然而,在内窥镜用物镜光学系统中,从生物体适应性这一观点考虑能够选择为第一透镜用的光学玻璃少。虽然能够通过增加透镜来良好地校正倍率色像差,但是从光学系统的小型化这一观点考虑,增加透镜并不理想。因此,为了不加长光学系统的全长就良好地校正由第一透镜产生的倍率色像差,需要适当地设定接合透镜的阿贝数。

[0059] 当低于条件式(4)的下限值时,第四透镜的阿贝数过大,因此不能充分地校正倍率色像差。当超过条件式(4)的上限值时,第三透镜的阿贝数过大。在该情况下,当想要从现有的光学玻璃中选择第三透镜所使用的光学玻璃时,所能选择的光学玻璃自动变为折射率小的光学玻璃。因此,不能充分地校正彗星像差、像散等。

[0060] 通过同时满足条件式(1)、(2)、(3)、(4),能够实现支持光学系统的小型化及摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统,并且还能够实现低成本化。

[0061] 另外,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式(5)。

[0062] $0.8 \leq IH/f \leq 1$ (5)

[0063] 在此,IH是最大像高,f是内窥镜用物镜光学系统的焦距。

[0064] 条件式(5)是与光学系统的广角化有关的条件式。

[0065] 当低于条件式(5)的下限值时,视角过小。因此,在内窥镜的用途中,观察性变差。或者,由于光学系统的全长变长而无法实现光学系统的小型化。

[0066] 当超过条件式(5)的上限值时,视角过大。因此,导致图像的周边部的成像性能的劣化过大。或者,由于光学系统的全长过短而难以确保足够的后焦距。其结果,光学系统的组装性劣化。

[0067] 另外,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式(6)。

[0068] $1.8 \leq BF/f \leq 2.4$ (6)

[0069] 在此,BF是后焦距,f是内窥镜用物镜光学系统的焦距。

[0070] 如上所述,在本实施方式的内窥镜用物镜光学系统中,采用了逆焦式的光学系统。因此,后焦距容易变长。因此,优选满足条件式(6)。由此,能够确保适当的长度的后焦距。

[0071] 当低于条件式(6)的下限值时,后焦距过短。在该情况下,难以确保调整焦点所需要的间隔,因此光学系统的组装性差。当超过条件式(6)的上限值时,后焦距过长,因此难以实现光学系统的小型化。

[0072] 另外,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式(7)。

[0073] $-2.6 \leq r_{2o}/r_{cc} \leq -2$ (7)

[0074] 在此, r_{2o} 是第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径, r_{cc} 是接合透镜的接合面的曲率半径。

[0075] 为了实现具有高成像性能的光学系统,需要设为进一步平衡良好地校正彗星像差、倍率色像差并且抗制造误差性强的光学系统。为此,优选满足条件式(7)。

[0076] 条件式(7)是取得第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径与接合透镜的接合面的曲率半径之比的条件式。

[0077] 当低于条件式(7)的下限值时,第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径相对于接合透镜的接合面的曲率半径而言过大。在该情况下,不能充分校正彗星像差,因此因制造误差导致的周边分辨率的劣化增加。或者,接合透镜的接合面的曲率半径过小,因此导致透镜的加工性变差。

[0078] 当超过条件式(7)的上限值时,第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径相对于接合透镜的接合面的曲率半径而言过小。在该情况下,倍率色像差的校正过量。或者,接合透镜的接合面的曲率半径相对于第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径而言过大。在该情况下,导致倍率色像差的校正不足。

[0079] 在此,优选代替条件式(7)而满足以下的条件式(7')。

[0080] $-2.6 \leq r_{2o}/r_{cc} \leq -2.2$ (7')

[0081] 另外,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式(8)。

[0082] $-1.0 \leq (r_{2o} \times r_{2i}) / (r_{cc} \times r_{ci}) \leq -0.7$ (8)

[0083] 在此, r_{2o} 是第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径, r_{2i} 是第二透镜的靠像侧的面的曲率半径, r_{cc} 是接合透镜的接合面的曲率半径, r_{ci} 是接合透镜的靠像侧的面的曲率半径。

[0084] 通过不仅良好地校正彗星像差、倍率色像差, 还良好地校正像面弯曲, 能够提高光学系统的成像性能。为此, 优选满足条件式 (8)。条件式 (8) 是取得第二透镜的两个面的曲率半径的积与第四透镜的两个面的曲率半径的积之比的条件式。

[0085] 当低于条件式 (8) 的下限值时, 第四透镜的曲率半径的绝对值相对地变小, 因此导致像面弯曲的校正过量或难以进行透镜加工。另外, 第二透镜的曲率半径的绝对值变大, 因此导致光学系统的全长变长。因此, 难以实现光学系统的小型化。

[0086] 当超过条件式 (8) 的上限值时, 第四透镜的曲率半径的绝对值相对地变大, 因此导致像面弯曲的校正不足。另外, 第二透镜的曲率半径的绝对值变小, 因此难以进行透镜加工。

[0087] 当同时满足条件式 (6)、(7)、(8) 时, 能够使光学系统更加小型, 并且能够实现具有高成像性能的内窥镜用物镜光学系统。

[0088] 另外, 本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式 (9)。

[0089] $-1.2 \leq r_{2i}/f_2 \leq -0.9$ (9)

[0090] 在此, r_{2i} 是第二透镜的靠像侧的面的曲率半径, f_2 是第二透镜的焦距。

[0091] 通过不仅良好地校正彗星像差、倍率色像差以及像面弯曲, 还良好地校正球面像差, 能够进一步提高光学系统的成像性能。为此, 优选满足条件式 (9)。

[0092] 在低于条件式 (9) 的下限值的情况下, 第二透镜的焦距过小, 第二透镜的两面的曲率半径也随之变小。因此, 除了球面像差的产生量变大以外, 彗星像差的产生量、像散的产生量也变大。或者, 当第二透镜的靠像侧的面的曲率半径的值变大时, 光学系统的全长变长。

[0093] 如果在超过条件式 (9) 的上限值的情况下第二透镜的焦距的值变大, 则光学系统的全长变长。或者, 当第二透镜的靠像侧的面的曲率半径的值变小时, 球面像差的产生量过大, 因此成像性能劣化。

[0094] 另外, 本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式 (10)。

[0095] $2 \leq r_{2o}/f_2 \leq 2.6$ (10)

[0096] 在此, r_{2o} 是第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径, f_2 是第二透镜的焦距。

[0097] 通过满足条件式 (10), 能够实现进一步取得中心的成像性能与周边的成像性能的平衡的光学系统。

[0098] 当低于条件式 (10) 的下限值时, 第二透镜的焦距变大。在该情况下, 全长变长。或者第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径变小。在该情况下, 第二透镜的折射力过大。因此, 像面弯曲的校正过量。

[0099] 当超过条件式 (10) 的上限值时, 第二透镜的靠物体侧的面的曲率半径变大。在该情况下, 像散的校正不足。或者第二透镜的焦距变小。在该情况下, 除了球面像差的产生量变大以外, 彗星像差的产生量、像散的产生量也变大。因此, 无法整体上良好地校正像差。

[0100] 在此, 优选代替条件式 (10) 而满足以下的条件式 (10')。

[0101] $2 \leq r_{2o}/f_2 \leq 2.5$ (10')

[0102] 另外,本实施方式的内窥镜用物镜光学系统优选满足以下的条件式(11)。

[0103] $-1.45 \leq f_c/f_4 \leq -0.80$ (11)

[0104] 在此, f_c 是接合透镜的焦距, f_4 是第四透镜的焦距。

[0105] 条件式(11)是取得接合透镜的焦距与第四透镜的焦距之比的条件式。为了校正像面弯曲,第四透镜的焦距需要是负的值。通过满足条件式(11),能够良好地校正倍率色像差。其结果,能够防止周边分辨率的劣化。

[0106] 当低于条件式(11)的下限值时,接合透镜的焦距变大。在该情况下,导致光学系统的全长变长。因此,在光学系统的小型化这一观点上,低于条件式(11)的下限值并不理想。当超过条件式(11)的上限值时,倍率色像差变大。由此,超过条件式(11)的上限值并不理想。

[0107] 通过同时满足条件式(9)、(10)、(11),能够使像的周边的分辨率更加良好。

[0108] 以下对实施例进行说明。在各像差图中,横轴表示像差量。关于球面像差、像散、彗星像差以及倍率像差,像差量的单位为mm。另外,关于畸变像差,像差量的单位为%。FIY是像高,单位为mm,FN0是光圈值。像差曲线的波长的单位为nm。

[0109] (实施例1)

[0110] 对实施例1所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图2是示出实施例1所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构和像差的图,(a)示出剖面结构,(b)示出球面像差(SA),(c)示出像散(AS),(d)示出畸变像差(DT),(e)示出倍率色像差(CC)。

[0111] 如图2的(a)所示,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具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2组成。

[0112] 第一组G1由平面朝向物体侧的平凹负透镜L1以及双凸正透镜L2组成。

[0113] 第二组G2由双凸正透镜L3以及凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,双凸正透镜L3与负弯月透镜L4接合。

[0114] 在第一组G1与第二组G2之间配置有光学滤波器F。光学滤波器F是红外线吸收滤波器。对光学滤波器F的靠像侧的面实施了使半导体激光器的激光截止的涂敷。

[0115] 另外,在第二组G2的像侧配置有护罩玻璃C1和护罩玻璃C2。护罩玻璃C2是CCD的护罩玻璃。护罩玻璃C1与护罩玻璃C2接合。

[0116] (实施例2)

[0117] 对实施例2所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图3是示出实施例2所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构和像差的图,(a)示出剖面结构,(b)示出球面像差(SA),(c)示出像散(AS),(d)示出畸变像差(DT),(e)示出倍率色像差(CC)。

[0118] 如图3的(a)所示,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具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2组成。

[0119] 第一组G1由平面朝向物体侧的平凹负透镜L1以及双凸正透镜L2组成。

[0120] 第二组G2由双凸正透镜L3以及凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,双凸正透镜L3与负弯月透镜L4接合。

[0121] 在第一组G1与第二组G2之间配置有光学滤波器F。光学滤波器F是红外线吸收滤波器。对光学滤波器F的靠像侧的面实施了使半导体激光器的激光截止的涂敷。

[0122] 另外,在第二组G2的像侧配置有护罩玻璃C1和护罩玻璃C2。护罩玻璃C2是CCD的护罩玻璃。护罩玻璃C1与护罩玻璃C2接合。

[0123] (实施例3)

[0124] 对实施例3所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图4是示出实施例3所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构和像差的图,(a)示出剖面结构,(b)示出球面像差(SA),(c)示出像散(AS),(d)示出畸变像差(DT),(e)示出倍率色像差(CC)。

[0125] 如图4的(a)所示,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具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2组成。

[0126] 第一组G1由平面朝向物体侧的平凹负透镜L1以及双凸正透镜L2组成。

[0127] 第二组G2由双凸正透镜L3以及凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,双凸正透镜L3与负弯月透镜L4接合。

[0128] 在第一组G1与第二组G2之间配置有光学滤波器F。光学滤波器F是红外线吸收滤波器。对光学滤波器F的靠像侧的面实施了使半导体激光器的激光截止的涂敷。

[0129] 另外,在第二组G2的像侧配置有护罩玻璃C1和护罩玻璃C2。护罩玻璃C2是CCD的护罩玻璃。护罩玻璃C1与护罩玻璃C2接合。

[0130] (实施例4)

[0131] 对实施例4所涉及的内窥镜用物镜光学系统进行说明。图5是示出实施例4所涉及的内窥镜用物镜光学系统的剖面结构和像差的图,(a)示出剖面结构,(b)示出球面像差(SA),(c)示出像散(AS),(d)示出畸变像差(DT),(e)示出倍率色像差(CC)。

[0132] 如图5的(a)所示,实施例4的内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组G1、亮度光圈S以及具有正折射力的第二组G2组成。

[0133] 第一组G1由平面朝向物体侧的平凹负透镜L1以及双凸正透镜L2组成。

[0134] 第二组G2由双凸正透镜L3以及凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,双凸正透镜L3与负弯月透镜L4接合。

[0135] 在第一组G1与第二组G2之间配置有光学滤波器F。光学滤波器F是红外线吸收滤波器。对光学滤波器F的靠像侧的面实施了使半导体激光器的激光截止的涂敷。

[0136] 另外,在第二组G2的像侧配置有护罩玻璃C1和护罩玻璃C2。护罩玻璃C2是CCD的护罩玻璃。护罩玻璃C1与护罩玻璃C2接合。

[0137] 以下示出上述各实施例的数值数据。符号r表示各面的曲率半径,符号d表示各光学部件的壁厚或空气间隔,符号 n_e 表示各光学部件的针对e线的折射率,符号 v_d 表示各光学部件的针对d线的阿贝数,符号FL表示内窥镜用物镜光学系统的整个系统的焦距,符号 $FN0$ 表示光圈值,符号 ω 表示半视角,符号IH表示最大像高。焦距、最大像高的单位为mm,半视角的单位为度(°)。

[0138] 数值实施例1

[0139] 单位mm

[0140] 面数据

	面序号	r	d	ne	νd
	1	∞	0.3072	1.88815	40.76
	2	0.7097	0.5222		
	3	3.8402	1.6897	1.83945	42.73
	4	-1.7020	0.0461		
	5(光圈)	∞	0.0461		
	6	∞	1.2289	1.52300	65.13
[0141]	7	∞	0.0768		
	8	2.9754	1.1060	1.75844	52.32
	9	-1.5499	0.4608	1.97189	17.47
	10	-4.7174	0.6006		
	11	∞	0.7680	1.51825	64.14
	12	∞	0.0154	1.51500	64.00
	13	∞	0.7680	1.61350	50.49
	14(像面)	∞			
[0142]	各种数据				
	F L	1.04766			
	F N O.	5.530			
[0143]	ω	66.1			
	I H	1			
[0144]	数值实施例2				
[0145]	单位mm				
[0146]	面数据				

	面序号	r	d	ne	νd
	1	∞	0.3072	1.88815	40.76
	2	0.7379	0.5222		
	3	3.2645	1.6897	1.83945	42.73
	4	-1.7569	0.0461		
	5(光圈)	∞	0.0461		
	6	∞	1.2289	1.52300	65.13
[0147]	7	∞	0.0768		
	8	3.0274	1.1060	1.75844	52.32
	9	-1.4905	0.4608	1.97189	17.47
	10	-3.8354	0.4565		
	11	∞	0.7680	1.51825	64.14
	12	∞	0.0154	1.51500	64.00
	13	∞	0.7680	1.61350	50.49
	14(像面)	∞			
[0148]	各种数据				
	F L	1.03029			
[0149]	F N O.	5.161			
	ω	68.9			
	I H	1			
[0150]	数值实施例3				
[0151]	单位mm				
[0152]	面数据				

	面序号	r	d	ne	νd
	1	∞	0.3072	1.88815	40.76
	2	0.7179	0.5222		
	3	4.1175	1.6897	1.83945	42.73
	4	-1.6679	0.0461		
	5(光圈)	∞	0.0461		
	6	∞	1.2289	1.52300	65.13
[0153]	7	∞	0.0768		
	8	2.9343	1.1060	1.75844	52.32
	9	-1.4597	0.4608	1.97189	17.47
	10	-4.7856	0.5709		
	11	∞	0.7680	1.51825	64.14
	12	∞	0.0154	1.51500	64.00
	13	∞	0.7680	1.61350	50.49
	14(像面)	∞			
[0154]	各种数据				
	F L	1.04767			
	F N O.	4.774			
[0155]	ω	65.7			
	I H	1			
[0156]	数值实施例4				
[0157]	单位mm				
[0158]	面数据				

	面序号	r	d	ne	νd
	1	∞	0.3072	1.88815	40.76
	2	0.7110	0.5222		
	3	3.8392	1.6897	1.83945	42.73
	4	-1.6442	0.0461		
	5(光圈)	∞	0.0461		
	6	∞	1.2289	1.52300	65.13
[0159]	7	∞	0.0768		
	8	2.9076	1.1060	1.75844	52.32
	9	-1.5669	0.4608	1.97189	17.47
	10	-5.4770	0.3072		
	11	∞	1.0753	1.51825	64.14
	12	∞	0.0150	1.51500	64.00
	13	∞	0.7680	1.61350	50.49
	14(像面)	∞			
[0160]	各种数据				
	F L	1.04766			
	F N O.	5.899			
[0161]	ω	65.9			
	I H	1			
[0162]	接着,列举各实施例中的条件式(1)~(11)的值。				

[0163]

条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
(1) L_a/L_b	0.169	0.153	0.166	0.13
(2) f_4/f	-2.44	-2.69	-2.21	-2.28
(3) $(ne_2 \times f_2)/(ne_4 \times f_4)$	-0.595	-0.539	-0.656	-0.62
(4) ν_{d3}/ν_{d4}	2.99	2.99	2.99	2.99
(5) I_H/f	0.955	0.97	0.954	0.954
(6) BF/f	2.05	1.94	2.02	2.06
(7) r_{2o}/r_{cc}	-2.48	-2.19	-2.82	-2.45
(8) $(r_{2o} \times r_{2i})/(r_{cc} \times r_{ci})$	-0.894	-1	-0.983	-0.735
(9) r_{2i}/f_2	-1.04	-1.09	-1.022	-1.03
(10) r_{2o}/f_2	2.35	2.03	2.523	2.4
(11) f_c/f_4	-1.27	-1.073	-1.43	-1.44

[0164] 产业上的可利用性

[0165] 如上所述,本发明在支持光学系统的小型化及摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统中是有用的。

[0166] 附图标记说明

[0167] G1:第一组;G2:第二组;L1、L2、L3、L4:透镜;CL:接合透镜;S:亮度光圈;F:光学滤波器;C1、C2:护罩玻璃;I:像面。

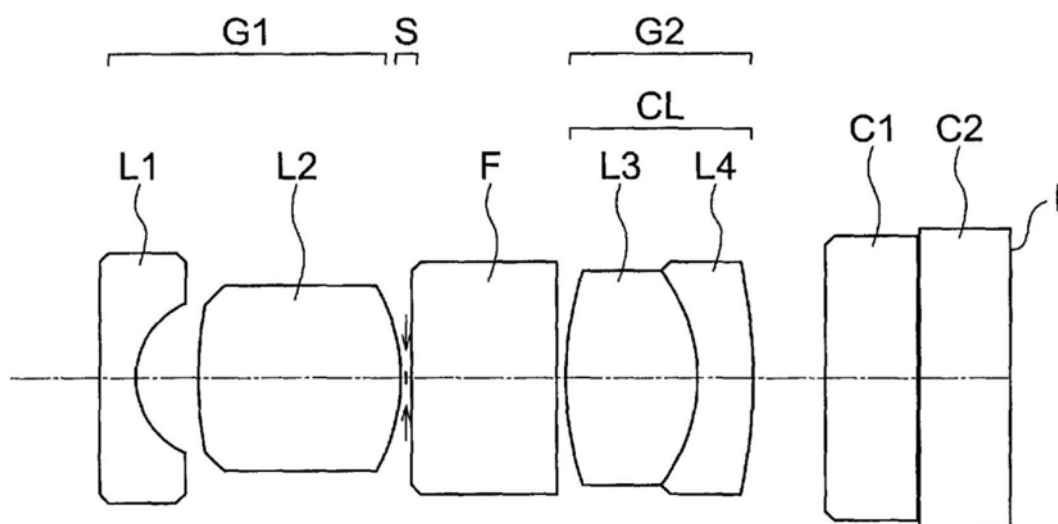


图1

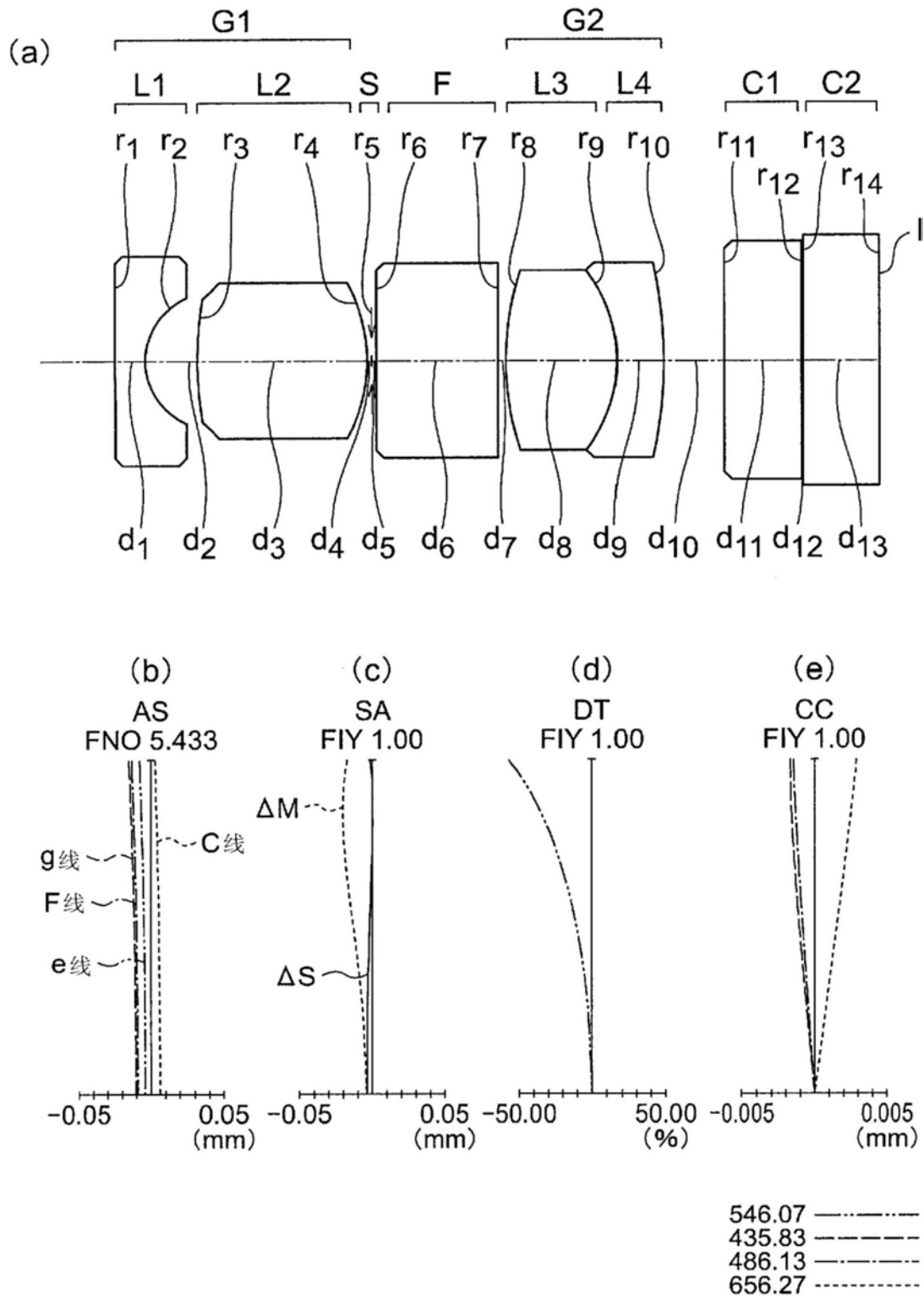


图2

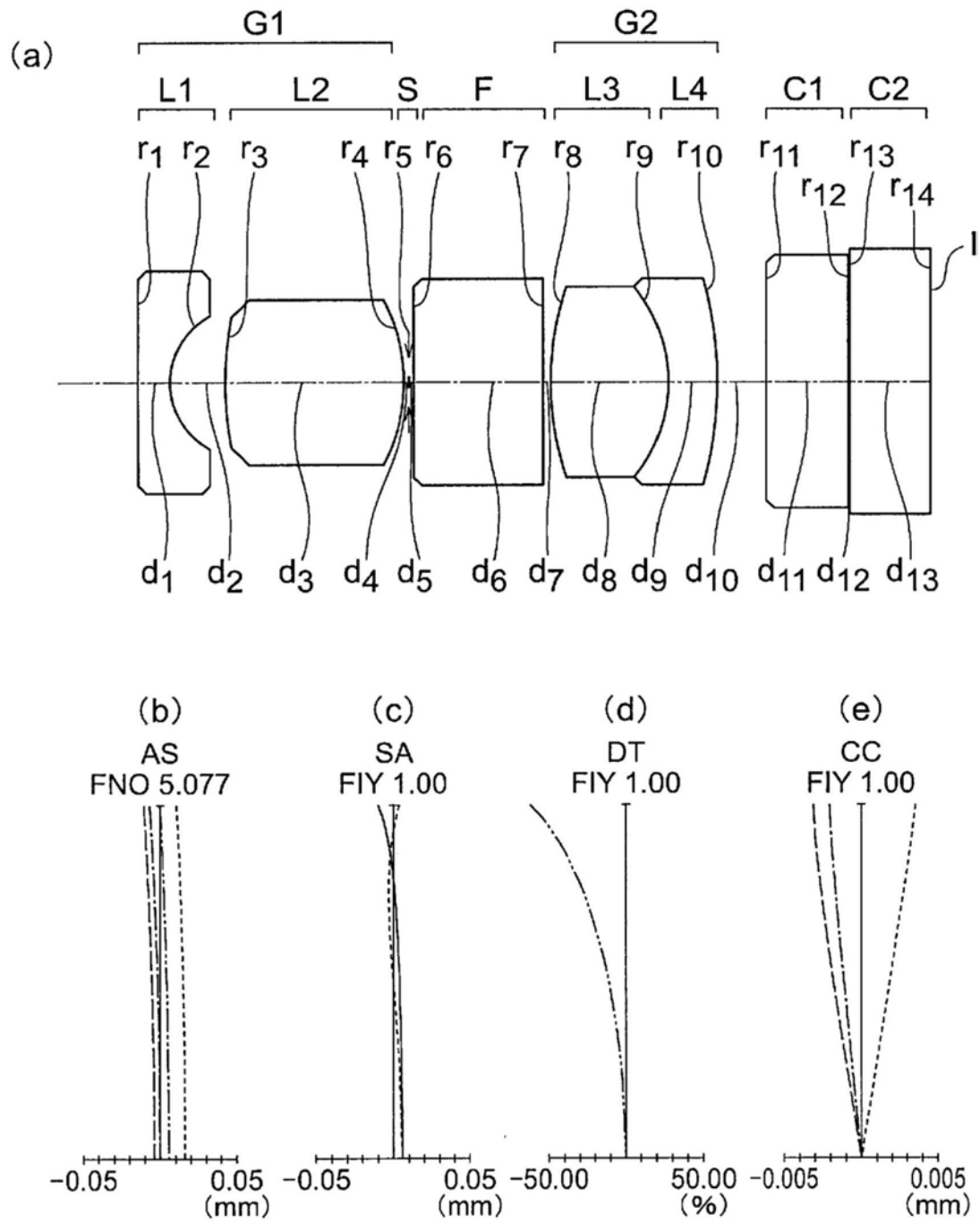


图3

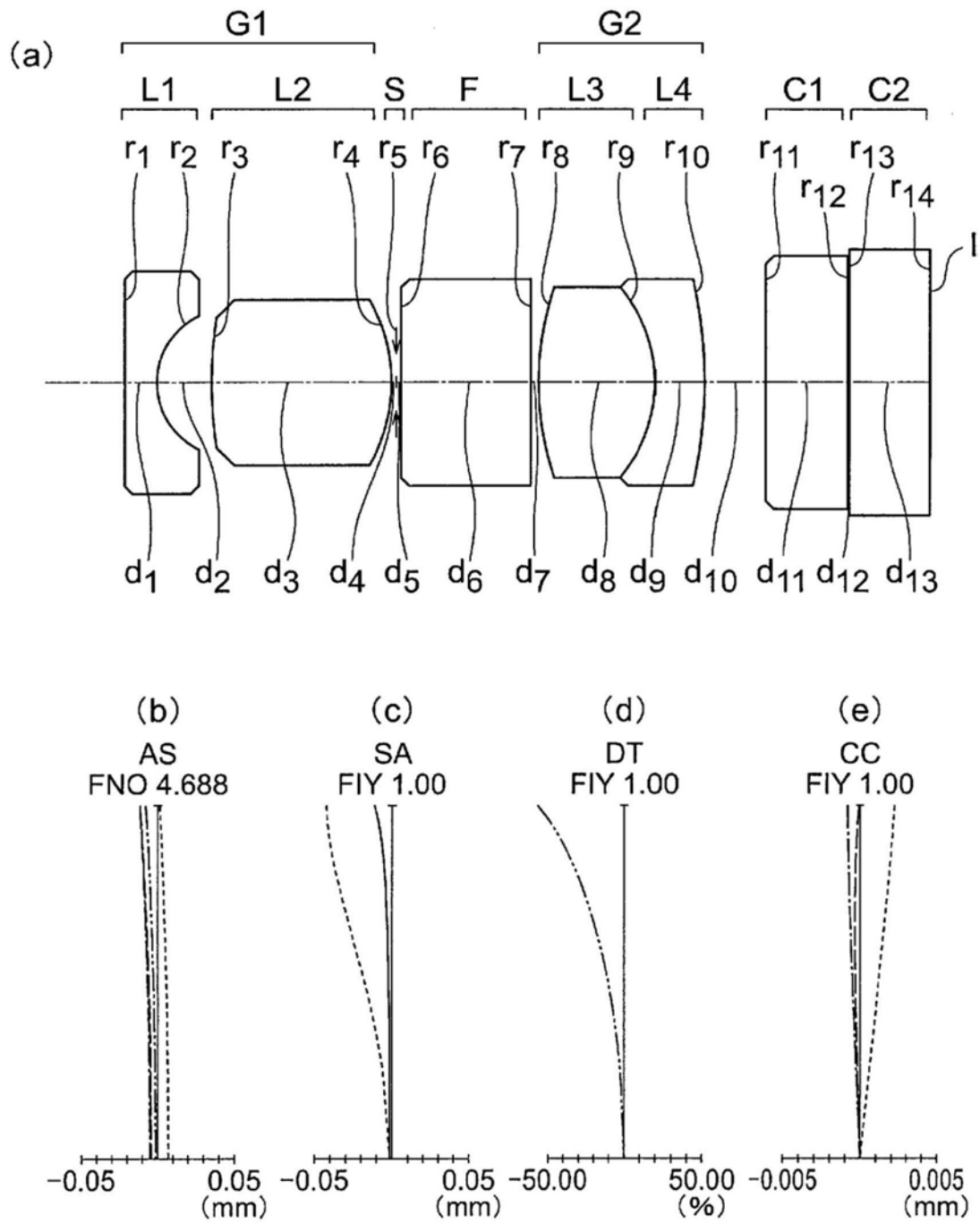


图4

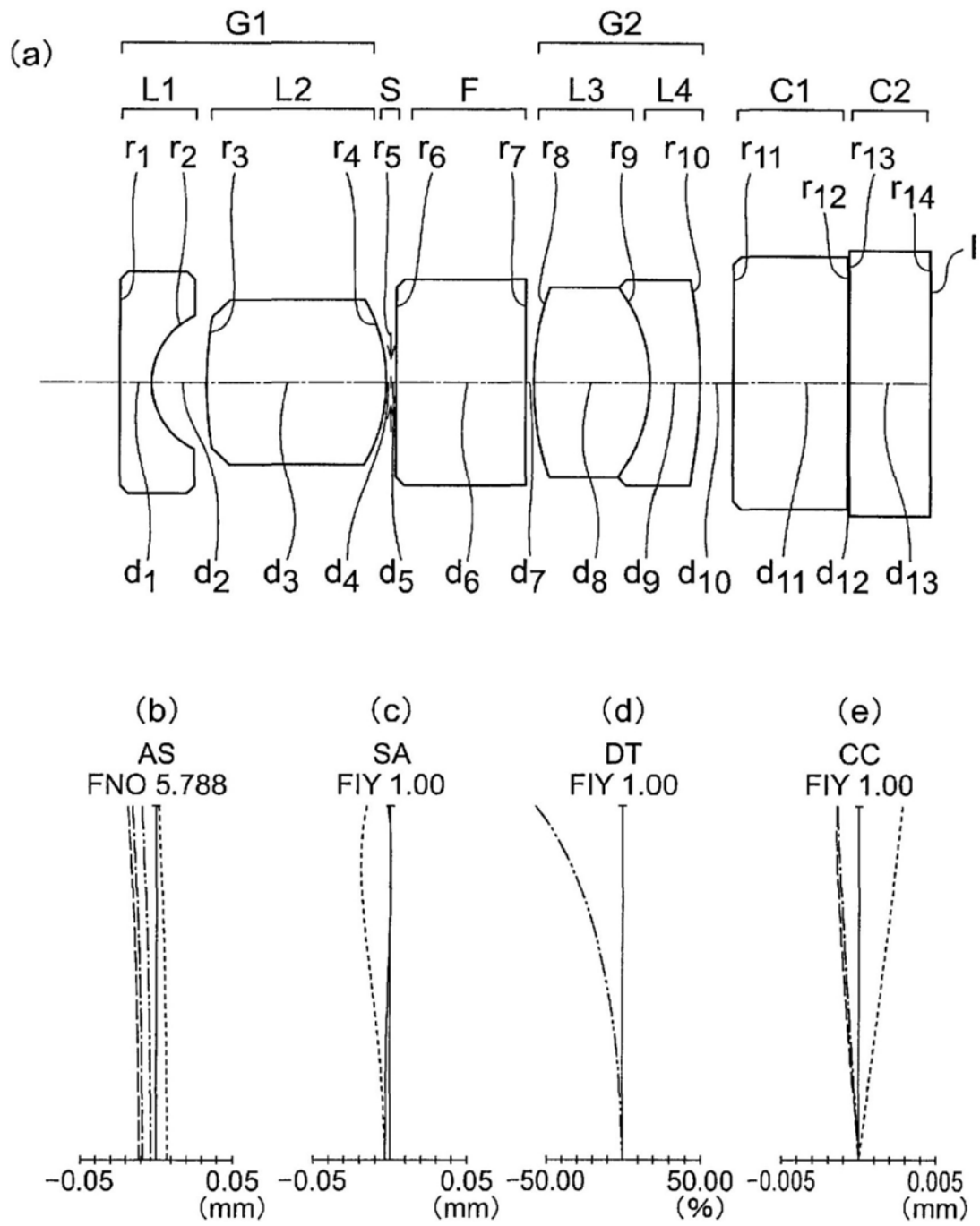


图5

专利名称(译)	内窥镜用物镜光学系统		
公开(公告)号	CN107111112A	公开(公告)日	2017-08-29
申请号	CN201680003555.9	申请日	2016-06-03
[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	江口阳亮		
发明人	江口阳亮		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00 A61B1/00096 A61B1/00163 A61B1/00188 G02B5/005 G02B9/34 G02B9/58 G02B13/004 G02B13/006 G02B13/04 G02B13/18 G02B15/177 G02B23/26		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2015125746 2015-06-23 JP		
其他公开文献	CN107111112B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种支持光学系统的小型化和摄像元件的高像素化、抗制造误差范围内的性能的偏差性强且周边分辨率不易劣化的内窥镜用物镜光学系统。内窥镜用物镜光学系统由从物体侧起依次配置的具有正折射力的第一组(G1)、亮度光圈(S)以及具有正折射力的第二组(G2)组成，其中，第一组(G1)由靠物体侧为平面且具有负折射力的第一透镜(L1)以及具有正折射力的第二透镜(L2)构成，第二组(G2)由接合透镜(CL)构成，接合透镜(CL)由具有正折射力的第三透镜(L3)以及具有负折射力的第四透镜(L4)构成，内窥镜用物镜光学系统满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。 $0.13 \leq L_a/L_b \leq 0.17$ (1) $-2.7 \leq f_4/f_3 \leq -2.2$ (2) $-0.7 \leq (n_{e2} \times f_2)/(n_{e4} \times f_4) \leq 0$ (3) $2.5 \leq v_d3/v_d4 \leq 3.5$ (4)。

