



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101551509 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200910130061. 9

(22) 申请日 2009. 04. 03

(30) 优先权数据

2008-098183 2008. 04. 04 JP

(73) 专利权人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 高头英泰

(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 13/00(2006. 01)

审查员 李雪春

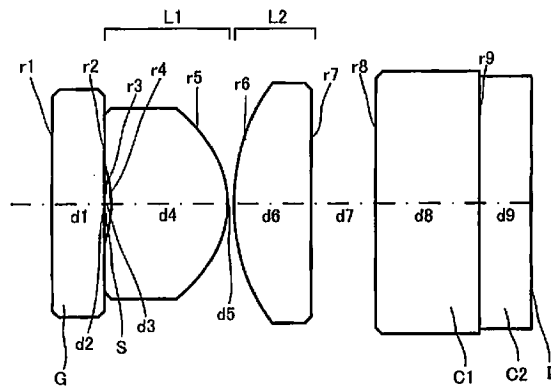
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

内窥镜用物镜光学系统

(57) 摘要

本发明提供一种内窥镜用物镜光学系统,其在光路中途变换视场方向的物镜光学系统中,能减小可动透镜组的直径,适于移动。其特征在于,自物体侧依次由光圈、第 1 透镜、第 2 透镜构成,第 1 透镜由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成,第 2 透镜由凸面朝向物体侧的正透镜构成,满足以下的条件式 (1)、(2)、(3)、(4): $-1.2 < r1/f < -0.8 \dots (1)$ 、 $-1.0 < r2/f < -0.6 \dots (2)$ 、 $2.1 < f2/f < 4.2 \dots (3)$ 、 $nd1 > 1.65 \dots (4)$ 。其中, $r1$  是第 1 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $r2$  是第 1 透镜的像侧的面的曲率半径、 $f$  是整个系统的焦距、 $f2$  是第 2 透镜的焦距、 $nd1$  是第 1 透镜的 d 线的折射率。



1. 一种内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,自物体侧依次由光圈、第1透镜、第2透镜构成,第1透镜由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成,第2透镜由凸面朝向物体侧的正透镜构成,满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4):

$$-1.2 < r1/f < -0.8 \dots (1)$$

$$-1.0 < r2/f < -0.6 \dots (2)$$

$$2.1 < f2/f < 4.2 \dots (3)$$

$$nd1 > 1.65 \dots (4)$$

其中,r1是第1透镜的物体侧的面的曲率半径、r2是第1透镜的像侧的面的曲率半径、f是整个系统的焦距、f2是第2透镜的焦距、nd1是第1透镜的d线的折射率,

满足以下的条件式(9)、(10)、(11)中的任一项:

$$1.3 < f2/f1 < 2.5 \dots (9)$$

$$0.37 < d1/f1 < 0.55 \dots (10)$$

$$0.12 < d2/f2 < 0.24 \dots (11)$$

其中,f1是第1透镜的焦距、d1是第1透镜的厚度、d2是第2透镜的厚度、f2是第2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,其特征在于,该内窥镜用物镜光学系统被配置为大致垂直于内窥镜前端的插入方向。

3. 根据权利要求1所述的物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(5)、(6)、(7)、(8):

$$1.0 < r3/f < 1.8 \dots (5)$$

$$3.2 < lt/ih < 5.2 \dots (6)$$

$$5 < |v2-v1| < 35 \dots (7)$$

$$2w > 85^\circ \dots (8)$$

其中,r3是第2透镜的物体侧的面的曲率半径、lt是物镜光学系统的从第1面到摄像面的透镜全长、ih是最大像高、v1是第1透镜的阿贝数、v2是第2透镜的阿贝数、2w是最大视场角。

4. 根据权利要求1所述的物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(12)、(13):

$$0.34 < d2/r3 < 1.0 \dots (12)$$

$$0.2 < d3/f < 0.6 \dots (13)$$

其中,d2是第2透镜的厚度、r3是第2透镜物体侧的面的曲率半径、d3是第2透镜和CCD玻璃盖片的距离、f是整个系统的焦距。

## 内窥镜用物镜光学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及内窥镜用物镜光学系统。

### 背景技术

[0002] 以往,有数码照相机等民生用的广角光学系统(专利文献1~4),还公开有内窥镜用的光学系统(专利文献5、6)。

[0003] 专利文献1:日本特开2004-109591号公报

[0004] 专利文献2:日本特开2004-62014号公报

[0005] 专利文献3:日本特开2004-45978号公报

[0006] 专利文献4:日本特开2003-195158号公报

[0007] 专利文献5:日本特开平2-176612号公报

[0008] 专利文献6:日本特开平2-69710号公报

[0009] 专利文献7:国际公开99/6866号公报

[0010] 可是,专利文献1~4所公开的光学系统虽然是广角,但不是能够应用于内窥镜程度的视场角。此外,专利文献5或7所公开的光学系统是用于内窥镜的,但是产生像面弯曲,难以对应于高像素化的CCD。而且,专利文献6所公开的光学系统的视场角是民生用的。

### 发明内容

[0011] 鉴于这样的问题,本发明的目的在于提供一种内窥镜用物镜光学系统中的小型且广角的内窥镜用物镜光学系统。

[0012] 为了解决上述问题,本发明的内窥镜用物镜光学系统自物体侧依次由光圈、第1透镜、第2透镜构成,第1透镜由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成,第2透镜由凸面朝向物体侧的正透镜构成,最好满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)。

[0013]  $-1.2 < r1/f < -0.8 \dots (1)$

[0014]  $-1.0 < r2/f < -0.6 \dots (2)$

[0015]  $2.1 < f2/f < 4.2 \dots (3)$

[0016]  $nd1 > 1.65 \dots (4)$

[0017] 其中, $r1$ 是第1透镜的物体侧的面的曲率半径、 $r2$ 是第1透镜的像侧的面的曲率半径、 $f$ 是整个系统的焦距、 $f2$ 是第2透镜的焦距、 $nd1$ 是第1透镜的d线的折射率。

[0018] 通过满足条件式(1)~(4),能充分地矫正像面弯曲。而且,能对应于高像素的CCD等。

[0019] 条件式(1)是第1透镜的物体侧的面的曲率半径和整个系统的焦距的条件式。若条件式(1)的下限低于-1.2,则会造成像面弯曲的矫正不足,像面下凹。若条件式(1)的上限超过-0.8,则会造成像面弯曲的矫正过度,像面凸起。

[0020] 条件式(2)是第1透镜的像侧的面的曲率半径和整个系统的焦距的条件式。若在条件式(2)的范围内,能确保高视场角、高像质,是好的。若条件式(2)的下限低于-1.0,则

无法确保广角。若条件式 (2) 的上限超过  $-0.6$ , 像面成为虚像, 并且非点格差 (astigmatic difference) 变大, 所以不好。此外, 若超过条件式 (2) 的上限, 则也影响色差, 轴上色差、倍率色差一同变大。而且, 造成画面的对比度降低、产生颜色渗入, 所以不好。

[0021] 条件式 (3) 是第 2 透镜组的焦距和整个系统的焦距的条件式。若条件式 (3) 的下限低于  $2.1$ , 则会造成像面弯曲的矫正不足, 像面下凹。若条件式 (3) 的上限超过  $4.2$ , 则会造成非点格差变大。

[0022] 条件式 (4) 是第 1 透镜的  $d$  线的折射率的条件式。若条件式 (4) 的下限低于  $1.65$ , 则会造成像面弯曲的矫正过度, 像面凸起。

[0023] 此外, 最好满足以下的条件式 (5)、(6)、(7)、(8)。

$$[0024] \quad 1.0 < r_3/f < 1.8 \quad \dots (5)$$

$$[0025] \quad 3.2 < l_t/i_h < 5.2 \quad \dots (6)$$

$$[0026] \quad 5 < |v_2 - v_1| < 35 \quad \dots (7)$$

$$[0027] \quad 2w > 85^\circ \quad \dots (8)$$

[0028] 其中,  $r_3$  是第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $l_t$  是透镜全长 (从第 1 面到摄像面)、 $i_h$  是最大像高、 $v_1$  是第 1 透镜的阿贝数、 $v_2$  是第 2 透镜的阿贝数、 $2w$  是最大视场角。

[0029] 条件式 (5) 是第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径和整个系统的焦距的条件式。若在条件式 (5) 的范围内, 能确保后焦距, 是好的。若条件式 (5) 的下限低于  $1.0$ , 则焦度变大, 无法取得后焦距。为此, 焦点调整范围变狭, 所以不好。若条件式 (5) 的上限超过  $1.8$ , 则对 CCD 的倾斜入射角度变小, 难于确保周边光量。

[0030] 此外, 最好将光学系统配置为大致垂直于内窥镜前端的插入方向。由于沿垂直方向配置, 因此全长变短。此外, 能够较佳地斜视、侧视物体, 而无需采用棱镜等视场方向变换构件。

[0031] 条件式 (6) 是透镜全长和最大像高的条件式。若条件式 (6) 的上限超过  $5.2$ , 则全长变长, 难于布局。若条件式的下限低于  $3.2$ , 则没有用于配置滤光片等的空间, 难于制作透镜。

[0032] 条件式 (7) 是第 1 透镜的阿贝数和第 2 透镜的阿贝数的条件式。若超出条件式 (7) 的范围, 则 C 线、F 线的垂离变大, 颜色渗入明显。此外, 轴上色差和倍率色差变大。

[0033] 条件式 (8) 是与最大视场角有关的条件式。作为广角所需的内窥镜的视场角是最低限度所需的视场角。

[0034] 此外, 最好满足以下的条件式 (9)、(10)、(11) 中的任一项。

$$[0035] \quad 1.3 < f_2/f_1 < 2.5 \quad \dots (9)$$

$$[0036] \quad 0.37 < d_1/f_1 < 0.55 \quad \dots (10)$$

$$[0037] \quad 0.12 < d_2/f_2 < 0.24 \quad \dots (11)$$

[0038] 其中,  $f_1$  是第 1 透镜的焦距、 $d_1$  是第 1 透镜的厚度、 $d_2$  是第 2 透镜的厚度、 $f_2$  是第 2 透镜的焦距。

[0039] 条件式 (9) 是第 1 透镜的焦距和第 2 透镜的焦距, 即第 1 透镜和第 2 透镜的焦度之比的条件式。若条件式 (9) 的下限低于  $1.3$ , 则由于第 1 透镜的焦度变小, 所以去往第 2 透镜的光线高变大, 造成透镜系统整体大型化。若条件式 (9) 的上限超过  $2.5$ , 则第 1 透镜的焦度变得相对过大, 球面像差的弯曲变大, 且像面弯曲也变大, 所以不好。

[0040] 条件式 (10) 是关于第 1 透镜的厚度和焦距的条件式。若条件式 (10) 的下限低于 0.37, 则由于透镜变薄, 所以难于确保缘厚, 难于加工。若条件式 (10) 的上限超过 0.55, 则第 1 透镜占全长的比率变大, 造成整个系统的大型化。

[0041] 条件式 (11) 是第 2 透镜的厚度和焦距的条件式。若条件式 (11) 的下限低于 0.12, 则由于透镜变薄, 所以难于确保缘厚, 难于加工。若条件式 (11) 的上限超过 0.24, 则第 2 透镜占全长的比率变大, 造成整个系统的大型化。此外, 产生大的像面弯曲, 所以不好。

[0042] 此外, 最好满足以下的条件式 (12)、(13)。

[0043]  $0.34 < d2/r3 < 1.0 \dots (12)$

[0044]  $0.2 < d3/f < 0.6 \dots (13)$

[0045] 其中,  $d2$  是第 2 透镜的厚度、 $r3$  是第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $d3$  是第 2 透镜和 CCD 玻璃盖片之间的距离、 $f$  是整个系统的焦距。

[0046] 条件式 (12) 是第 2 透镜的厚度和第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径的条件式。若条件式 (12) 的下限低于 0.34, 则由于透镜变薄, 所以难于确保缘厚, 难于加工。若条件式 (12) 的上限超过 1.0, 则第 2 透镜占全长的比率变大, 难于确保后焦距。

[0047] 条件式 (13) 是第 2 透镜和 CCD 玻璃盖片之间的距离与整个系统的焦距的条件式。本发明的透镜系统在第 2 透镜和 CCD 玻璃盖片之间进行焦点调整, 然而, 若条件式 (13) 的下限低于 0.2, 则调整间隔不足, 有时无法以希望的距离对焦。若条件式 (13) 的上限超过 0.6, 则全长变大, 所以不好。此外, 由于倾斜入射角度变浅, 所以造成第 2 透镜直径的大型化。

[0048] 根据本发明, 能够提供一种即使不用视场方向变换构件也能够进行斜视、侧视的, 小型且高性能的内窥镜用物镜光学系统。

## 附图说明

[0049] 图 1 是本发明的摄影光学系统的实施例 1 的透镜剖视图。

[0050] 图 2 是本发明的摄影光学系统的实施例 2 的与图 1 相同的图。

[0051] 图 3 是本发明的摄影光学系统的实施例 3 的与图 1 相同的图。

[0052] 图 4 是本发明的摄影光学系统的实施例 4 的与图 1 相同的图。

[0053] 图 5 是实施例 1 的像差图。

[0054] 图 6 是实施例 2 的像差图。

[0055] 图 7 是实施例 3 的像差图。

[0056] 图 8 是实施例 4 的像差图。

[0057] 图 9 是表示具有本发明的内窥镜用物镜光学系统的斜视系统的内窥镜的观测器前端的概略图。

## 具体实施方式

[0058] 以下, 对本发明的内窥镜用物镜光学系统的实施例 1 ~ 4 进行说明。实施例 1 ~ 4 的物镜光学系统的透镜剖视图分别表示于图 1 ~ 图 4。

[0059] 各图中, 第 1 透镜用 L1、第 2 透镜用 L2、光圈用 S、棱镜用 P、保护玻璃用 G、CCD 玻璃盖片用 C1、C2, CCD 的摄像面用 I 分别表示。

[0060] 如图 1 所示, 实施例 1 的物镜光学系统从物体侧依次经由保护玻璃 G、光圈 S、正光焦度的第 1 透镜 L1、正光焦度的第 2 透镜 L2、CCD 玻璃盖片 C1、C2, 使物体像成像于 CCD 的摄像面 I。

[0061] 第 1 透镜 L1 由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0062] 第 2 透镜 L2 由凸面朝向物体侧的平凸正透镜构成。

[0063] 另外, 为了节省用于放入红外线截止滤光片的空间, 用红外线截止滤光片构成第 2 透镜。

[0064] 如图 2 所示, 实施例 2 的物镜光学系统从物体侧依次经由保护玻璃 G、光圈 S、正光焦度的第 1 透镜 L1、正光焦度的第 2 透镜 L2、CCD 玻璃盖片 C1、C2, 使物体像成像于 CCD 的摄像面 I。

[0065] 第 1 透镜 L1 由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0066] 第 2 透镜 L2 由凸面朝向物体侧的平凸正透镜构成。

[0067] 另外, 为了节省用于放入红外线截止滤光片的空间, 用红外线截止滤光片构成第 2 透镜。

[0068] 如图 3 所示, 实施例 3 的物镜光学系统从物体侧依次经由保护玻璃 G、光圈 S、正光焦度的第 1 透镜 L1、正光焦度的第 2 透镜 L2、CCD 玻璃盖片 C1 和 C2, 使物体像成像于 CCD 的摄像面 I。

[0069] 第 1 透镜 L1 由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0070] 第 2 透镜 L2 由凸面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0071] 另外, 因为难于确保用于放入红外线截止滤光片的空间, 所以在找中心用的 CCD 玻璃盖片 C1 的前表面上实施红外线截止涂敷。此外, 也可以根据用途在该面上实施激光截止滤光片、YAG 截止滤光片、颜色矫正滤光片等的涂敷。

[0072] 如图 4 所示, 实施例 4 的物镜光学系统从物体侧依次经由保护玻璃 G、光圈 S、正光焦度的第 1 透镜 L1、正光焦度的第 2 透镜 L2、CCD 玻璃盖片 C1 和 C2, 使物体像成像于 CCD 的摄像面 I。

[0073] 第 1 透镜 L1 由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0074] 第 2 透镜 L2 由凸面朝向物体侧的正凹凸透镜构成。

[0075] 另外, 因为难于确保用于放入红外线截止滤光片的空间, 所以在取出芯用的 CCD 玻璃盖片 C1 的前表面上实施红外线截止涂敷。此外, 也可以根据用途在该面上实施激光截止滤光片、YAG 截止滤光片、颜色矫正滤光片等的涂敷。

[0076] 以下表示各实施例的透镜的数据。

[0077] 在各实施例的透镜的数据中, r 表示各透镜面的曲率半径、d 表示各透镜的厚度或间隔、ne 表示各透镜的 e 线的折射率、vd 表示各透镜的 d 线的阿贝数。

[0078] 数值实施例 1

[0079] 单位 mm

[0080] 焦距 1.181

[0081] 面数据

[0082]                                    r                                    d                                    n e                                    v d

[0083] 面号码

[0084]		$\infty$	11.9000		
[0085]	物点				
[0086]	1	$\infty$	0.4000	1.88815	40.76
[0087]	2(光圈)	$\infty$	0.0100		
[0088]	3	$\infty$	0.0500		
[0089]	4	-1.1000	0.9000	1.73234	54.68
[0090]	5	-0.9000	0.0500		
[0091]	6	1.6500	0.6000	1.51965	75.00
[0092]	7	$\infty$	0.5000		
[0093]	8	$\infty$	0.8000	1.51825	64.14
[0094]	9	$\infty$	0.4000	1.61379	50.20
[0095]	像面				
[0096]	数值实施例 2				
[0097]	单位 mm				
[0098]	焦距 1.182				
[0099]	面数据				
[0100]		r	d	n e	v d
[0101]	面号码				
[0102]		$\infty$	11.9000		
[0103]	物点				
[0104]	1	$\infty$	0.4000	1.88815	40.76
[0105]	2(光圈)	$\infty$	0.0100		
[0106]	3	$\infty$	0.0500		
[0107]	4	-1.1500	0.9200	1.77621	49.60
[0108]	5	-0.9500	0.0500		
[0109]	6	1.6500	0.6000	1.51965	75.00
[0110]	7	$\infty$	0.5000		
[0111]	8	$\infty$	0.8000	1.51825	64.14
[0112]	9	$\infty$	0.4000	1.61379	50.20
[0113]	像面				
[0114]	数值实施例 3				
[0115]	单位 mm				
[0116]	焦距 1.206				
[0117]	面数据				
[0118]		r	d	ne	v d
[0119]	面号码				
[0120]		$\infty$	11.9000		
[0121]	物点				
[0122]	1	$\infty$	0.4000	1.88815	40.76

[0123]	2(光圈)	$\infty$	0.0100		
[0124]	3	$\infty$	0.0500		
[0125]	4	-1.0500	1.0500	1.69979	55.53
[0126]	5	-0.8500	0.0500		
[0127]	6	1.6500	0.6500	1.51825	64.14
[0128]	7	5.0000	0.5600		
[0129]	8	$\infty$	0.8000	1.51825	64.14
[0130]	10	$\infty$	0.4000	1.61379	50.20
[0131]	像面				
[0132]	数值实施例 4				
[0133]	单位 mm				
[0134]	焦距 1.261				
[0135]	面数据				
[0136]		r	d	n e	v d
[0137]	面号码				
[0138]		$\infty$	11.9000		
[0139]	物点				
[0140]	1	$\infty$	0.4000	1.88815	40.76
[0141]	2(光圈)	$\infty$	0.0100		
[0142]	3	$\infty$	0.0500		
[0143]	4	-1.3000	1.0500	1.88815	40.76
[0144]	5	-1.0800	0.0500		
[0145]	6	1.5500	0.8800	1.48915	70.23
[0146]	7	4.7000	0.4200		
[0147]	8	$\infty$	0.8000	1.51825	64.14
[0148]	9	$\infty$	0.4000	1.61379	50.20
[0149]	像面				

[0150] 以上的实施例 1 ~ 4 的像差图分别表示于图 5 ~ 图 8。另外,在球面像差图和倍率色差图中,短虚线表示 C 线的像差量 (mm)、长虚线表示 e 线的像差量 (mm)、点划线表示 F 线的像差量 (mm)、双点划线表示 g 线的像差量 (mm)。在像散现象图中,实线 S 表示弧矢像面 (mm)、虚线 M 表示子午像面 (mm)。此外,在畸变像差图中,双点划线表示 g 线的畸变 (%)。

[0151] 接着,表示上述各实施例的条件式 (1) ~ (8) 的值。

[0152]	条件	式实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
[0153]	(1)	-0.93	-0.97	-0.87	-1.03
[0154]	(2)	-0.76	-0.80	-0.70	-0.86
[0155]	(3)	2.69	2.69	3.69	3.43
[0156]	(4)	1.729	1.772	1.697	1.883
[0157]	(5)	1.40	1.40	1.37	1.23
[0158]	(6)	4.07	4.12	4.34	4.45



[0159]	(7)	20.32	25.40	8.61	29.47
[0160]	(8)	99.1	98.9	95.0	90.3
[0161]	(9)	1.36	1.36	2.21	1.96
[0162]	(10)	0.39	0.39	0.52	0.47
[0163]	(11)	0.19	0.19	0.15	0.2
[0164]	(12)	0.36	0.36	0.39	0.57
[0165]	(13)	0.42	0.42	0.46	0.33

[0166] 以上的本发明的内窥镜用物镜光学系统例如可以如下构成。

[0167] (1) 一种内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,自物体侧依次由光圈、第 1 透镜、第 2 透镜构成,第 1 透镜由凹面朝向物体侧的正凹凸透镜构成,第 2 透镜由凸面朝向物体侧的正透镜构成,满足以下的条件式 (1)、(2)、(3)、(4)。

$$[0168] \quad -1.2 < r1/f < -0.8 \quad \dots (1)$$

$$[0169] \quad -1.0 < r2/f < -0.6 \quad \dots (2)$$

$$[0170] \quad 2.1 < f2/f < 4.2 \quad \dots (3)$$

$$[0171] \quad nd1 > 1.65 \quad \dots (4)$$

[0172] 其中,  $r1$  是第 1 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $r2$  是第 1 透镜的像侧的面的曲率半径、 $f$  是整个系统的焦距、 $f2$  是第 2 透镜的焦距、 $nd1$  是第 1 透镜的  $d$  线的折射率。

[0173] (2) 根据 (1) 所述的内窥镜用物镜光学系统,其特征在于,该内窥镜用物镜光学系统被配置为大致垂直于内窥镜前端的插入方向。

[0174] (3) 根据 (1) 或 (2) 所述的物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式 (5)、(6)、(7)、(8)。

$$[0175] \quad 1.0 < r3/f < 1.8 \quad \dots (5)$$

$$[0176] \quad 3.2 < lt/ih < 5.2 \quad \dots (6)$$

$$[0177] \quad 5 < |v2-v1| < 35 \quad \dots (7)$$

$$[0178] \quad 2w > 85^\circ \quad \dots (8)$$

[0179] 其中,  $r3$  是第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $lt$  是透镜全长 (从第 1 面到摄像面)、 $ih$  是最大像高、 $v1$  是第 1 透镜的阿贝数、 $v2$  是第 2 透镜的阿贝数、 $2w$  是最大视场角。

[0180] (4) 根据 (1) ~ (3) 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式 (9)、(10)、(11) 中的任一项。

$$[0181] \quad 1.3 < f2/f1 < 2.5 \quad \dots (9)$$

$$[0182] \quad 0.37 < d1/f1 < 0.55 \quad \dots (10)$$

$$[0183] \quad 0.12 < d2/f2 < 0.24 \quad \dots (11)$$

[0184] 其中,  $f1$  是第 1 透镜的焦距、 $d1$  是第 1 透镜的厚度、 $d2$  是第 2 透镜的厚度、 $f2$  是第 2 透镜的焦距。

[0185] (5) 根据 (1) ~ (4) 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式 (12)、(13)。

$$[0186] \quad 0.34 < d2/r3 < 1.0 \quad \dots (12)$$

$$[0187] \quad 0.2 < d3/f < 0.6 \quad \dots (13)$$

[0188] 其中,  $d2$  是第 2 透镜的厚度、 $r3$  是第 2 透镜的物体侧的面的曲率半径、 $d3$  是第 2

透镜和 CCD 玻璃盖片的距离、 $f$  是整个系统的焦距。

[0189] 图 9 是表示具有本发明的内窥镜用物镜光学系统的斜视系统的内窥镜的观测器前端的概略图。本发明的内窥镜 1 在前端部侧面配置有内窥镜用物镜光学系统 2。此外,在内窥镜用物镜光学系统 2 附近的侧面配置有照明光学系统 3。

[0190] 根据这样的构成,来自照明光学系统 3 的光被照射于被检查对象,来自被检查对象的反射光透过物镜光学系统 2,在 CCD 上成像。之后,通过使成像了的光转换为电信号、影像信号并在监视器上映出,从而观察被检查对象。

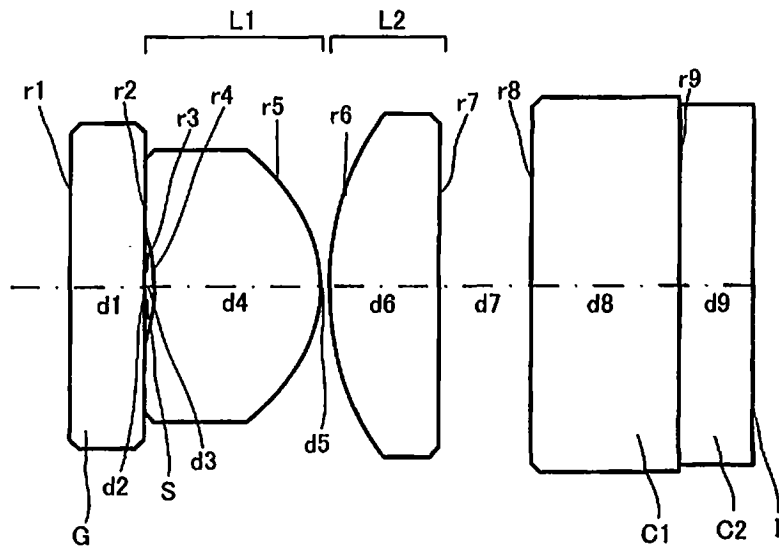


图 1

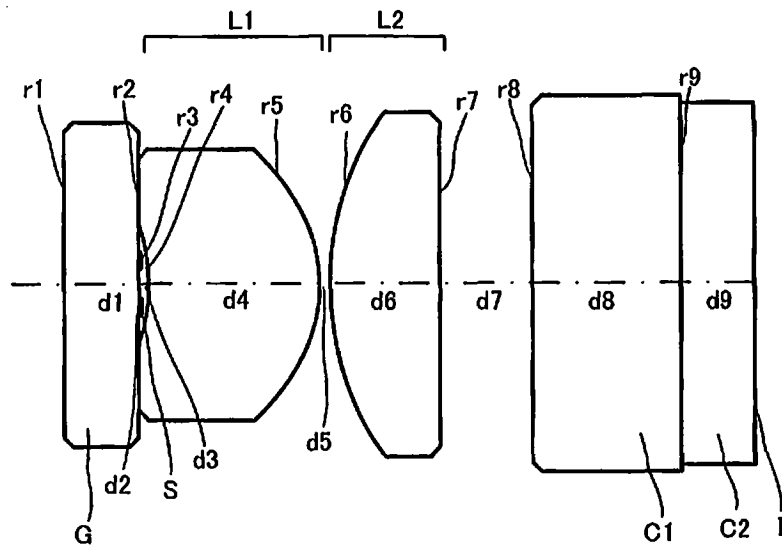


图 2

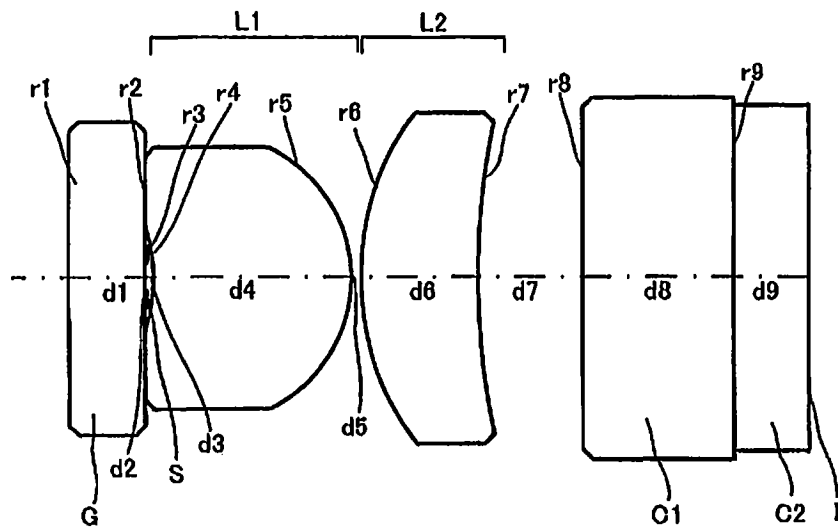


图 3

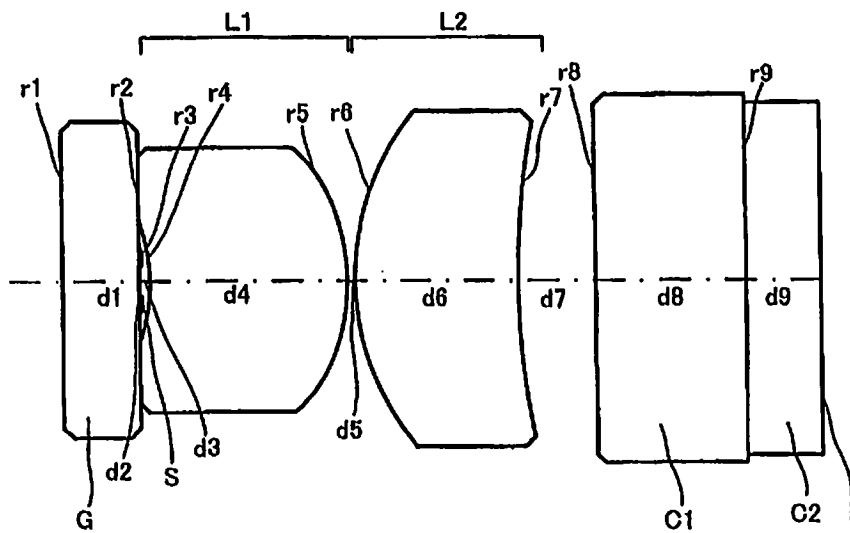


图 4

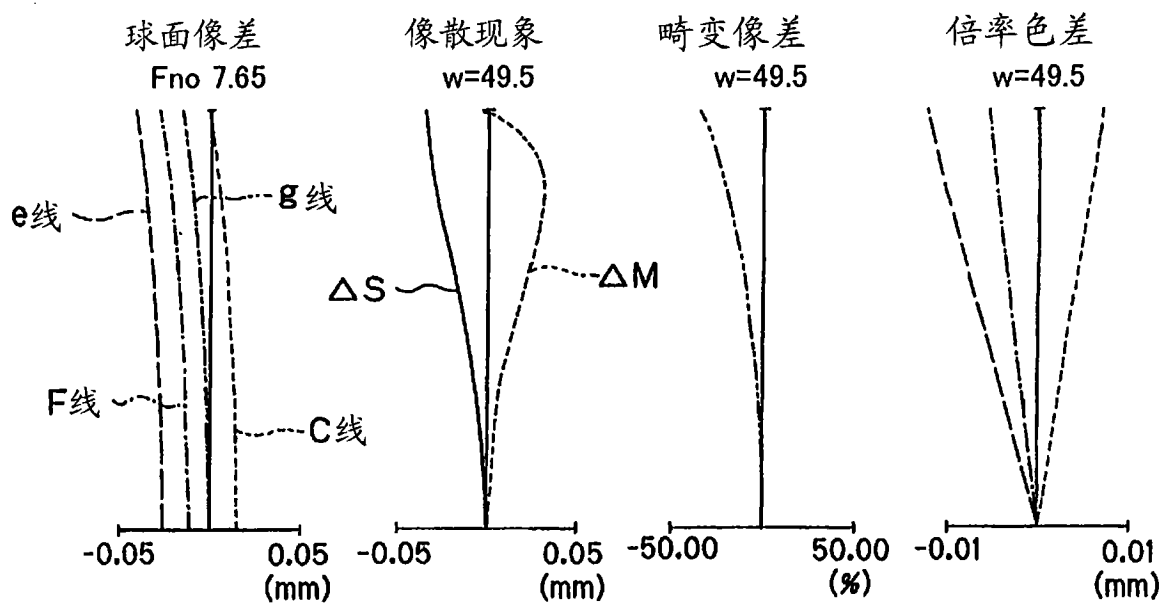


图 5

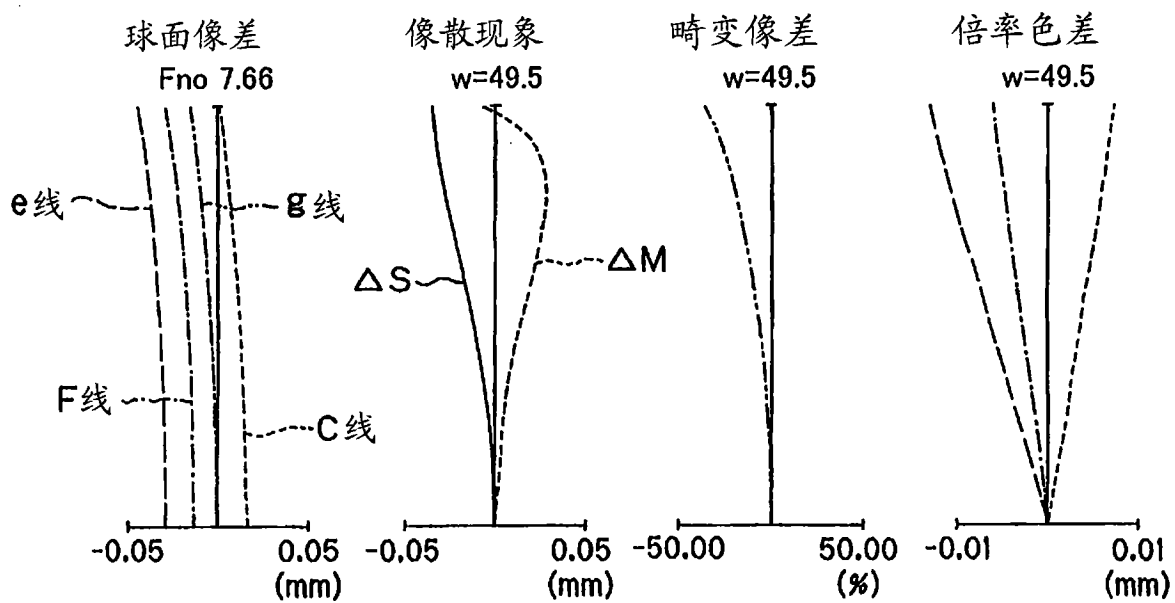


图 6

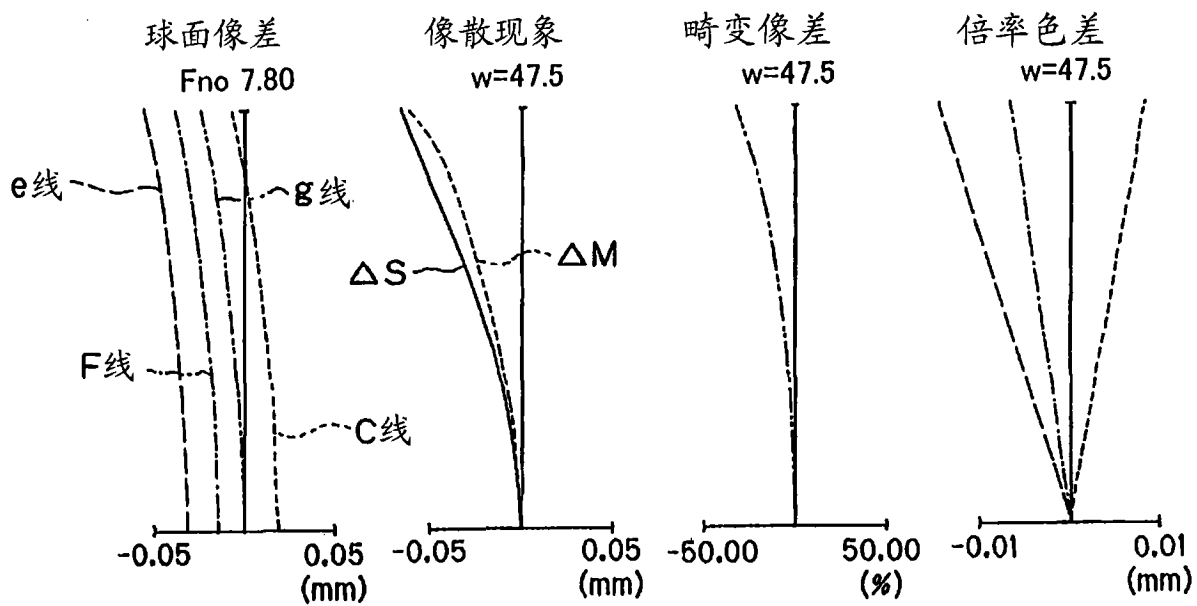


图 7

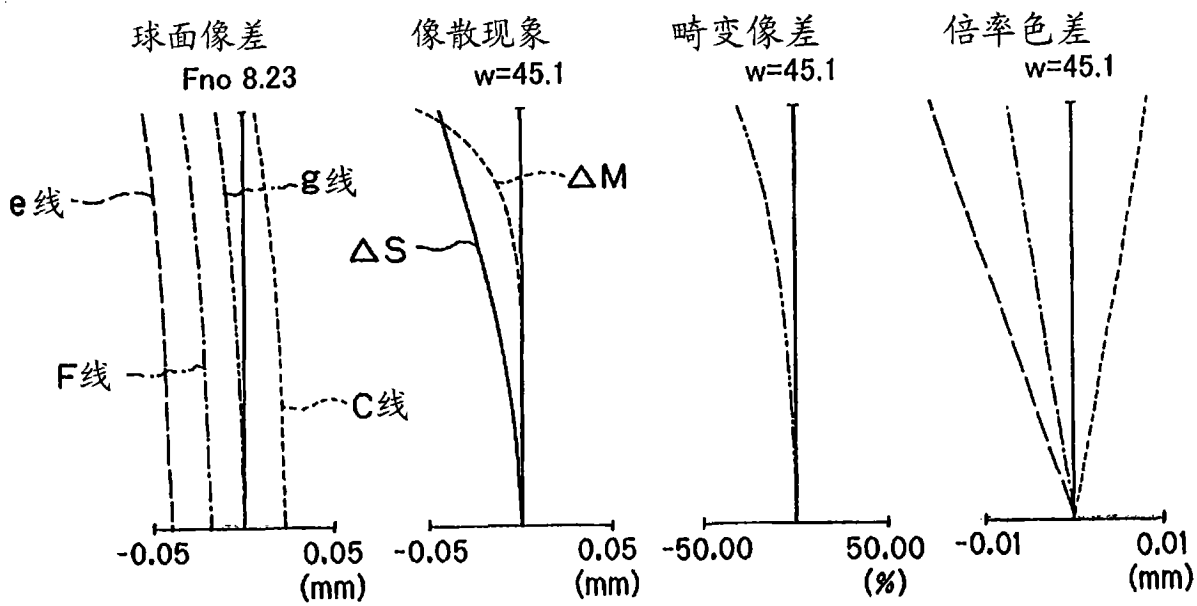


图 8

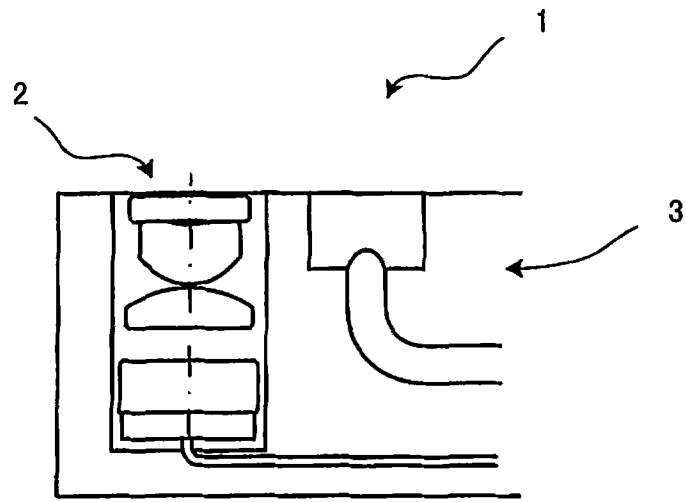


图 9