

## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101285928 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200810092148.7

A61B 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2008.04.08

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 5777797 A, 1998.07.07, 全文.

2007-101588 2007.04.09 JP

US 2004/0125469 A1, 2004.07.01, 全文.

2007-101589 2007.04.09 JP

JP 昭 63-261213 A, 1988.10.27, 全文.

(73) 专利权人 富士能株式会社

审查员 张中青

地址 日本国埼玉县

(72) 发明人 宫野俊

(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 李香兰

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

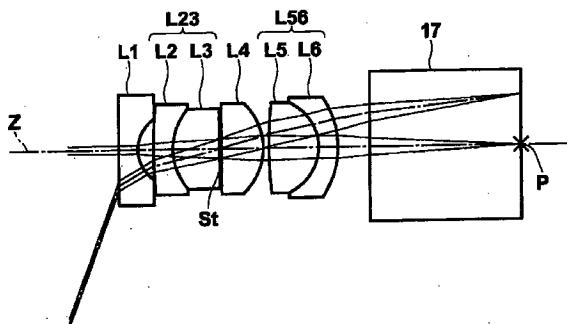
内窥镜用物镜及内窥镜

(57) 摘要

本发明提供一种内窥镜用物镜，不仅确保长的后截距并且良好地校正倍率色差。其中，从物体侧起依次排列：凹面朝向像侧的负的第1透镜(L1)、将任一方为正而另一方为负的第2透镜及第3透镜接合而成的第1接合透镜(L23)、光阑、将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第4透镜(L4)、和将正的第5透镜及负的第6透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第2接合透镜(L56)，且满足式(1)、(2)：

$$(1) \frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 10; (2) Bf/f > 25;$$

在此，f：焦距，Bf：后截距，v<sub>5</sub>：第5透镜的阿贝数，v<sub>6</sub>：第6透镜的阿贝数，R<sub>A</sub>：第2接合透镜的接合面的曲率半径，d<sub>6</sub>：第6透镜的中心厚，n<sub>6</sub>：第6透镜的折射率。



1. 一种内窥镜用物镜, 其特征在于,

从物体侧起依次排列:

凹面朝向像侧的负的第 1 透镜;

将任一方为正而另一方为负的第 2 透镜及第 3 透镜接合而成的第 1 接合透镜;

光阑;

将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第 4 透镜, 和

将正的第 5 透镜及负的第 6 透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第 2 接合透镜而成,

且满足以下条件式 (1)、(2) :

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$Bf/f > 2.5 \quad (2)$$

此处,

$f$ :整个系统的焦距,

$Bf$ :整个系统的后截距, 且是空气换算长的后截距,

$v_5$ :第 5 透镜的阿贝数,

$v_6$ :第 6 透镜的阿贝数,

$R_A$ :第 5 透镜和第 6 透镜的接合面的曲率半径,

$d_6$ :第 6 透镜的中心厚,

$n_6$ :第 6 透镜的折射率。

2. 一种内窥镜用物镜, 其特征在于,

从物体侧起依次排列:

凹面朝向像侧的负的第 1 透镜;

将任一方为正而另一方为负的第 2 透镜及第 3 透镜接合而成的第 1 接合透镜;

光阑;

将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第 4 透镜, 和

将负的第 5 透镜及正的第 6 透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第 2 接合透镜,

且满足以下条件式 (1)'、(2) :

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 8 \quad (1)'$$

$$Bf/f > 2.5 \quad (2)$$

此处,

$f$ :整个系统的焦距,

$Bf$ :整个系统的后截距, 且是空气换算长的后截距,

$v_5$ :第 5 透镜的阿贝数,

$v_6$ :第 6 透镜的阿贝数,

$R_A$ :第 5 透镜和第 6 透镜的接合面的曲率半径,

$d_6$  : 第 6 透镜的中心厚,

$n_6$  : 第 6 透镜的折射率。

3. 根据权利要求 1 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (3) :

$$1.00 < |d/f_1| < 2.00 \quad (3)$$

此处,

$d$  : 从第 1 透镜的像侧凹面顶点到光阑为止在光轴上的距离, 且是空气换算长的距离,

$f_1$  : 第 1 透镜的焦距。

4. 根据权利要求 1 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (4) :

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

此处,

$h$  : 最大像高。

5. 根据权利要求 1 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处,

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数,

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

6. 根据权利要求 3 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (4) :

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

此处,

$h$  : 最大像高。

7. 根据权利要求 4 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处,

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数,

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

8. 根据权利要求 6 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处,

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数,

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

9. 根据权利要求 2 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (3) :

$$1.00 < |d/f_1| < 2.00 \quad (3)$$

此处，

$d$  : 从第 1 透镜的像侧凹面顶点到光阑为止在光轴上的距离, 且是空气换算长的距离,  
 $f_1$  : 第 1 透镜的焦距。

10. 根据权利要求 2 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (4) :

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

此处，

$h$  : 最大像高。

11. 根据权利要求 2 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处，

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数，

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

12. 根据权利要求 9 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (4) :

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

此处，

$h$  : 最大像高。

13. 根据权利要求 10 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处，

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数，

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

14. 根据权利要求 12 所述的内窥镜用物镜, 其特征在于,

满足以下条件式 (5) :

$$15.0 < |v_2-v_3| \quad (5)$$

此处，

$v_2$  : 第 2 透镜的阿贝数，

$v_3$  : 第 3 透镜的阿贝数。

15. 一种内窥镜, 其特征在于, 具备 :

权利要求 1、2、3、6、8、9、12、14 任一项所述的内窥镜用物镜。

## 内窥镜用物镜及内窥镜

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜用物镜及内窥镜，尤其涉及适于在该内窥镜用物镜和其成像面之间配置光路折曲用棱镜等来使用的内窥镜用物镜、及具备该内窥镜用物镜的内窥镜。

### 背景技术

[0002] 以往，在医疗现场等对患者的体内进行观察或治疗时等使用内窥镜。作为内窥镜，大多使用在插入于体内的内窥镜的插入部前端配置观察用物镜而在物镜的成像面配置固体摄像元件来观察插入部的长轴方向的直视型内窥镜。此类型的内窥镜大多被配置成固体摄像元件的受光面与插入部的长轴方向平行，在这种构成中，一般在物镜和固体摄像元件之间插入配置用于将光路折曲 90 度的光路变换棱镜。

[0003] 上述构成的内窥镜的光学系统中，插入配置光路变换棱镜的从物镜的最终面到成像位置为止的距离即后截距有必要增长。本申请人在日本特开 2004-205779 ( 对应于 US 2004/0125469A) 中，公开了具有长的后截距的 4 组 6 片构成的内窥镜用物镜。

[0004] 然而，在从物镜的最终面到成像位置之间，不仅插入所需最低限的光路变换棱镜，优选例如插入低通滤波器或红外线截止滤光片等滤光片类。而且，在考虑光路变换棱镜或滤光等的加工精度或组装精度等的情况下，优选确保更长的后截距。

[0005] 另外，内窥镜用物镜，由于为了使景深增深大多为 F 值大的光学系统即暗的光学系统，因此，球差或彗差等成为决定画质的重要要因的情况少，而作为画质劣化的较大的因素可列举倍率色差。尤其随着固体摄像元件的高密度化，有必要充分校正倍率色差。若倍率色差变大，则不仅发生周边像的色模糊，而且周边部的分辨率也下降，所以存在在使用内窥镜进行管腔内的观察、诊断时受到影响之虞。

[0006] 由上述可知，要求长的后截距及良好的倍率色差的双方。为了校正倍率色差，在远离光阑的位置配置担当校正倍率色差的光学部件的一方是有利的，在比光阑更靠近像侧的、与成像面接近的位置被配置，其校正效果就可越显著地获得。然而，随着后截距增大，此光学部件的光线高则降低而使倍率色差的校正效果变弱，其校正就变得困难。尤其在后截距比焦距的 2.5 倍更长的光学系统中，由于在接近于成像面的位置不存在透镜，因此倍率色差的校正就不容易。

### 发明内容

[0007] 本发明鉴于上述问题，其目的在于，提供一种不仅具有比焦距更长的后截距并且倍率色差被良好地校正的内窥镜用物镜。

[0008] 根据本发明的某种观点，内窥镜用物镜，从物体侧起依次排列：凹面朝向像侧的负的第 1 透镜；将任一方为正而另一方为负的第 2 透镜及第 3 透镜接合而成的第 1 接合透镜；光阑；将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第 4 透镜，和将正的第 5 透镜及负的第 6 透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第 2 接合透镜而成，且

满足以下条件式(1)、(2)：

$$[0009] \frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$[0010] Bf/f > 2.5 \quad (2)$$

[0011] 此处，

[0012]  $f$ ：整个系统的焦距，

[0013]  $Bf$ ：整个系统的后截距（空气换算长），

[0014]  $v_5$ ：第5透镜的阿贝数，

[0015]  $v_6$ ：第6透镜的阿贝数，

[0016]  $R_A$ ：第5透镜和第6透镜的接合面的曲率半径，

[0017]  $d_6$ ：第6透镜的中心厚，

[0018]  $n_6$ ：第6透镜的折射率。

[0019] 另外，在此对构成第1接合透镜的正透镜和负透镜的排列顺序不进行限定，正透镜和负透镜中任一个位于物体侧也可。

[0020] 上述内窥镜用物镜，通过适当选择各透镜的构成，尤其将第2接合透镜构成得满足条件式(1)，良好地校正倍率色差，并且将整个系统构成得满足条件式(2)，谋求确保长的后截距。

[0021] 根据本发明的另一观点，内窥镜用物镜，从物体侧起依次排列：凹面朝向像侧的负的第1透镜；将任一方为正而另一方为负的第2透镜及第3透镜接合而成的第1接合透镜；光阑；将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第4透镜，和将负的第5透镜及正的第6透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第2接合透镜而成，且满足以下条件式(1)'、(2)：

$$[0022] \frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 8 \quad (1)'$$

$$[0023] Bf/f > 2.5 \quad (2)$$

[0024] 此处，

[0025]  $f$ ：整个系统的焦距，

[0026]  $Bf$ ：整个系统的后截距（空气换算长），

[0027]  $v_5$ ：第5透镜的阿贝数，

[0028]  $v_6$ ：第6透镜的阿贝数，

[0029]  $R_A$ ：第5透镜和第6透镜的接合面的曲率半径，

[0030]  $d_6$ ：第6透镜的中心厚，

[0031]  $n_6$ ：第6透镜的折射率。

[0032] 另外，在此对构成第1接合透镜的正透镜和负透镜的排列顺序不进行限定，正透镜和负透镜中任一个位于物体侧也可。

[0033] 上述内窥镜用物镜，通过适当选择各透镜的构成，尤其将第2接合透镜构成得满足条件式(1)，良好地校正倍率色差，并且将整个系统构成得满足条件式(2)，谋求确保长的后截距。

- [0034] 在上述内窥镜用物镜中, 优选满足以下条件式(3)~(5)。
- [0035]  $1.00 < |d/f_1| < 2.00$  (3)
- [0036]  $0.95 < f/h < 1.05$  (4)
- [0037]  $15.0 < |v_2-v_3|$  (5)
- [0038] 此处,
- [0039]  $d$ :从第1透镜的像侧凹面顶点到光阑为止在光轴上的距离(空气换算长),
- [0040]  $f_1$ :第1透镜的焦距,
- [0041]  $h$ :最大像高,
- [0042]  $v_2$ :第2透镜的阿贝数,
- [0043]  $v_3$ :第3透镜的阿贝数。
- [0044] 而且, 根据本发明的更进一步的另一观点, 内窥镜具备上述任一内窥镜用物镜。
- [0045] 另外, 上述条件式(1)~(5)及(1)'的各值是以d线(波长587.6nm)为基准波长。在本说明书中, 只要没有特别限制, 就以d线为基准波长。
- [0046] 根据本发明, 提供一种通过适当选择各透镜的构成按照满足条件式(1)、(2)或条件式(1)'、(2)的方式构成, 不仅具有比焦距更长的后截距, 并且倍率色差被良好地校正的内窥镜用物镜、及具备该内窥镜用物镜的内窥镜。

#### 附图说明

- [0047] 图1是表示本发明的第1实施方式所涉及的内窥镜用物镜的构成的图。
- [0048] 图2是表示本发明的第1实施方式所涉及的内窥镜的概略构成的图。
- [0049] 图3是配置有本发明的第1实施方式所涉及的内窥镜用物镜的插入部的前端面的平面图。
- [0050] 图4是在图3的A-A线断面的前端部的要部截面图。
- [0051] 图5是表示本发明的实施例1所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0052] 图6是表示本发明的实施例2所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0053] 图7是表示本发明的实施例3所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0054] 图8是表示本发明的实施例4所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0055] 图9是表示本发明的实施例5所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0056] 图10是表示本发明的实施例6所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0057] 图11是本发明的实施例1所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0058] 图12是本发明的实施例2所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0059] 图13是本发明的实施例3所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0060] 图14是本发明的实施例4所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0061] 图15是本发明的实施例5所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0062] 图16是本发明的实施例6所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0063] 图17是表示比较例所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0064] 图18是比较例所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0065] 图19是表示本发明的第2实施方式所涉及的内窥镜用物镜的构成的图。
- [0066] 图20是表示本发明的实施例7所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。

- [0067] 图 21 是表示本发明的实施例 8 所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0068] 图 22 是表示本发明的实施例 9 所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0069] 图 23 是表示本发明的实施例 10 所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0070] 图 24 是表示本发明的实施例 11 所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0071] 图 25 是表示本发明的实施例 12 所涉及的内窥镜用物镜的透镜构成的图。
- [0072] 图 26 是本发明的实施例 7 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0073] 图 27 是本发明的实施例 8 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0074] 图 28 是本发明的实施例 9 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0075] 图 29 是本发明的实施例 10 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0076] 图 30 是本发明的实施例 11 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0077] 图 31 是本发明的实施例 12 所涉及的内窥镜用物镜的各像差图。
- [0078] 图中 :2- 内窥镜用物镜,3- 观察窗,4- 照明窗,5- 处置具引出口,6- 送气・送水喷嘴,7- 光路变换棱镜,8- 固体摄像元件,9- 处置具插入管,17- 平行平面板,100- 内窥镜,102- 操作部,104- 插入部,110- 前端硬质部,Di (i = 1、2、3、……)- 面间隔,G1- 前组,G2- 后组,L1- 第 1 透镜,L2- 第 2 透镜,L3- 第 3 透镜,L34、L56- 接合透镜,L4- 第 4 透镜,L5- 第 5 透镜,L6- 第 6 透镜,Ri (i = 1、2、3、……)- 曲率半径,St- 孔径光阑,Z- 光轴

## 具体实施方式

- [0079] 以下参照附图对本发明的内窥镜用物镜的实施方式进行详细说明。
- [0080] 图 1 表示在本发明的第 1 实施方式所涉及的内窥镜用物镜的截面图附加透过光线的光路图。此内窥镜用物镜被配设在内窥镜的插入部的前端。在图 2 表示有该内窥镜的整体构成图,在图 3、图 4 分别表示有在插入部配设此内窥镜用物镜时的概略构成的平面图、截面图。
- [0081] 首先,参照图 2 对内窥镜的概略构成进行说明。如图 2 所示,内窥镜 100 主要具备操作部 102、插入部 104、引出通用塞绳 106 的连接器区(未图示)。
- [0082] 在操作部 102 的前端侧连结有插入于患者体内的插入部 104,从操作部 102 的基端侧引出有用于连接于连接器区的通用塞绳 106,该连接器区用于与光源装置等连接。
- [0083] 插入部 104 的大部分是沿着插入路径朝任意方向弯曲的软性部 107,此软性部 107 的前端连接有弯曲部 108,而此弯曲部 108 的前端依次连接有硬质部 110。为了使前端硬质部 110 朝向期望的方向而设置了弯曲部 108,通过使设置在操作部 102 的弯曲扫描旋钮 109 转动,就能够进行弯曲操作。
- [0084] 连接器区与未图示的再现图像的显示器或光源装置等连接。来自光源装置的照明光介由通用塞绳 106 所具备的光波导被传送,且从前端硬质部 110 的照明窗 4 被照射。而且,配设在前端硬质部 110 的内窥镜用物镜 2 所得到的像,由固体摄像元件 8 进行光电变换以后,介由通用塞绳 106 所具备的信号电缆被传送,且被显示在显示器上。
- [0085] 接着,参照图 3、图 4,对配置有本实施方式的内窥镜用物镜 2 的前端硬质部 110 的概略构成进行说明。图 3 为表示前端硬质部 110 的前端面的平面图,图 4 为于包含本内窥镜用物镜 2 的光轴的断面的图 3 的 A-A 线断面的前端硬质部 110 的要部截面图。
- [0086] 如图 3 所示,在前端硬质部 110 的前端面设有内窥镜用物镜 2 的外面的观察窗 3、

配置于观察窗 3 的两侧的 2 个照明窗 4、处置具引出口 5、和送气・送水喷嘴 6。

[0087] 而且,如图 4 所示,在前端硬质部 110 的内部配置有:其光轴被配置得与插入部 104 的长轴方向平行的内窥镜用物镜 2、用于将内窥镜用物镜 2 的像侧的光路折曲 90 度的光路变换棱镜 7、和以其受光面与插入部 104 的长轴方向平行的方式接合于光路变换棱镜 7 的固体摄像元件 8。通过这样配置固体摄像元件 8,在图 4 所示的前端硬质部 110 的下半区构成直视型观察光学系统;在图 4 所示的前端硬质部 110 的上半区构成处置具插入管 9,且在细径的插入部内配设有多数要素。

[0088] 另外,固体摄像元件 8 具有受光面保护用玻璃罩,但在图 3 及图 4 图示有固体摄像元件 8 也包含玻璃罩。而且,图 4 的内窥镜用物镜 2,并非表示透镜形状而示意性地被图示。在图 4 将内窥镜用物镜 2 的观察光学系统的光轴以点划线表示。从图 4 也可知,为了在内窥镜用物镜 2 和其成像面之间配置光路变换棱镜 7,内窥镜用物镜 2 需要长的后截距。

[0089] 接着,参照图 1,对本发明的第 1 实施方式所涉及的内窥镜用物镜的构成进行说明。另外,图 1 所示的构成例对应于后述的实施例 1 的透镜构成。

[0090] 第 1 实施方式的内窥镜用物镜,由 4 组 6 片构成而成,从物体侧起依次排列:凹面朝向像侧的负的第 1 透镜 L1、将任一方为正而另一方为负的第 2 透镜 L2 及第 3 透镜 L3 接合而成的第 1 接合透镜 L23、孔径光阑 St、将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第 4 透镜 L4、和将正的第 5 透镜 L5 及负的第 6 透镜 L6 从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第 2 接合透镜 L56。

[0091] 另外,配置在图 1 的物镜和成像面之间的平行平面板 17 是:对图 4 所示的光路变换棱镜 7 和固体摄像元件 8 用的玻璃罩、以及虽未图示于图 4 而可插入配置的低通滤波器或红外线截止滤光片等进行假设的光学部件。此处,平行平面板 17 的像侧的面按照与本物镜的整个系统的成像位置 P 一致的方式构成。另外,在图 1 的孔径光阑 St 并非表示其形状或大小而表示光轴 Z 上的位置。

[0092] 第 1 实施方式的内窥镜用物镜被构成得满足以下条件式(1)、(2)。

$$[0093] \frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$[0094] Bf/f > 2.5 \quad (2)$$

[0095] 此处,

[0096] f:整个系统的焦距,

[0097] Bf:整个系统的后截距(空气换算长),

[0098]  $v_5$ :第 5 透镜的阿贝数,

[0099]  $v_6$ :第 6 透镜的阿贝数,

[0100]  $R_A$ :第 5 透镜和第 6 透镜的接合面的曲率半径,

[0101]  $d_6$ :第 6 透镜的中心厚,

[0102]  $n_6$ :第 6 透镜的折射率。

[0103] 而且,第 1 实施方式的内窥镜用物镜,优选满足以下条件式(3)~(5)。

$$[0104] 1.00 < |d/f_1| < 2.00 \quad (3)$$

$$[0105] 0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

$$[0106] 15.0 < |v_2 - v_3| \quad (5)$$

[0107] 此处,

[0108]  $d$ :从第 1 透镜的像侧凹面顶点到孔径光阑为止在光轴上的距离(空气换算长),

[0109]  $f_1$ :第 1 透镜的焦距,

[0110]  $h$ :最大像高,

[0111]  $v_2$ :第 2 透镜的阿贝数,

[0112]  $v_3$ :第 3 透镜的阿贝数。

[0113] 对如上所构成的内窥镜用物镜的作用及效果进行详细说明。条件式(1)是在由第 5 透镜 L5 和第 6 透镜 L6 而成的接合透镜 L56 中主要着眼于它们的阿贝数之差和接合面而表示倍率色差的校正的适当程度的式子。条件式(1)可变形成如以下的式(1-1)。

$$[0114] \frac{|v_5 - v_6|}{\left| \frac{R_A}{f} \times \frac{(Bf + d_6/n_6)}{f} \right|} > 10 \quad (1-1)$$

[0115] 由条件式(1-1)可知,条件式(1)的左边由第 5 透镜 L5 和第 6 透镜 L6 的阿贝数之差而成的第 1 项、用焦距使接合面的曲率半径规格化后的第 2 项、用焦距使整个系统的后截距和第 6 透镜 L6 的空气换算长之和规格化后的第 3 项构成。

[0116] 该些第 1 ~ 第 3 项表示有利于倍率色差之校正的 3 个条件。即,第 1 项表示构成接合透镜的 2 个正负透镜的阿贝数之差大,第 2 项表示接合面的曲率半径小,第 3 项表示接合面接近成像位置。条件式(1)的左边为:分子具有第 1 项而分母具有第 2 及第 3 项,此值越大就越有利于倍率色差。当超过条件式(1)的下限时,第 1 实施方式的构成的物镜中在后截距比焦距的 2.5 倍更长的状态下,难以保持良好的倍率色差。

[0117] 通常,在色差的校正不充分的成像透镜中,由于短波长的焦距比长波长的焦距短,因此,轴向、倍率色差均就与基准波长相比为短波长而言成为负数(不足)。为了校正倍率色差的不足,在比孔径光阑 St 更靠近像侧使正透镜的阿贝数大而负透镜的阿贝数小。

[0118] 尤其,构成第 2 接合透镜的负透镜(第 6 透镜 L6)的阿贝数越小就越有利于倍率色差的校正,优选按照第 6 透镜 L6 的阿贝数  $v_6$  满足以下条件式(6)的方式构成。

[0119]  $v_6 < 20 \quad (6)$

[0120] 条件式(2),对后截距和焦距之比的后截距比规定适当的范围。通过满足条件式(2),能够确保整个系统的焦距的 2.5 倍以上的长的后截距,在透镜和像面之间插入光路变换棱镜 7 等光学部件变得容易。

[0121] 条件式(3),对将从第 1 透镜 L1 的像侧凹面顶点到孔径光阑 St 为止的空气换算长和第 1 透镜 L1 的光焦度(焦距  $f_1$  的逆数)相乘后的绝对值规定适当的范围。在如本物镜的光学系统中,可以说视角大体上由从第 1 透镜 L1 到孔径光阑 St 为止的距离规定。另外,作为最靠近物体侧的透镜的第 1 透镜 L1 的物体侧的面,因为成为露出于外部的观察窗,所以优选形成为尘埃难以滞留的形状,于是被构成为平面或接近平面的曲率半径大的形状的情况较多,由此可以说第 1 透镜 L1 的光焦度大体上由像侧的凹面规定。负透镜的第 1 透镜 L1 的光焦度对长的后截距贡献大,从而通过满足条件式(3),就能够不仅谋求广角化并且确保后截距量。

[0122] 具体而言,条件式(3)的  $d/f_1$  的值越大,就越容易使后截距增长。当超过条件式

(3) 的下限时,后截距量变小,插入光路变换棱镜 7 就变得困难。当超过条件式(3)的上限时,虽然能够使后截距增长,但是,所需以上的后截距量导致光学系统全长的增大,作为内窥镜用物镜不作为优选。而且,越是超过条件式(3)的上限,在第 1 透镜 L1 的光焦度大的情况,就使场曲的校正变得越困难。

[0123] 条件式(4)是为了确保超广角的内窥镜用物镜的周边光量所设定的条件式,且是对整个系统的焦距 f 和最大像高 h 之比规定适当的范围的式子。如条件式(4),将此比的值大体上设定为 1 的理由如下。

[0124] 在广角透镜中,公知当除掉负的畸变时基于余弦四次方定律的周边光量的下降显著。例如,视角为 140 度时的周边光量跌落至在中心的光量的 1.37%,就不能够使用。在重视周边光量的情况下所需要的光学系统的畸变量,当半视角设为  $\omega$  时,是:

[0125]  $(\tan \omega^{-1} - 1) \times 100 (\%)$

[0126] 的程度。由此所求出的值与实际视角为 140 度左右的光学系统的畸变量一致。

[0127] 此处,畸变量 D(%) 在实际像高设为  $Y_{real}$  理想像高设为  $Y_{ideal}$  时被定义为  $D = 100 \times (Y_{real} - Y_{ideal}) / Y_{ideal}$ 。使用上述  $(\tan \omega^{-1} - 1) \times 100$  作为此畸变量 D 且将  $Y_{real}$  设为最大像高 h,因为  $Y_{ideal}$  为  $f \times \tan \omega$ ,所以,将最大像高 h 和焦距 f 之比求出就为 1。条件式(4)中,使该值上下持有 5% 的幅度,作为在超广角的透镜中用于确保周边光量的条件。

[0128] 条件式(5)是对于构成第 1 接合透镜 L23 的正透镜和负透镜的阿贝数之差规定适当的范围的式子。通过满足条件式(5),能够良好地校正倍率色差及轴向色差。而且,在本物镜中,构成第 1 接合透镜 L23 的负透镜的阿贝数优选比构成第 1 接合透镜 L23 的正透镜的阿贝数大。

[0129] 接着,以下对本发明的第 2 实施方式所涉及的内窥镜用物镜进行说明。图 19 表示有在本发明的第 2 实施方式所涉及的内窥镜用物镜的截面图附加透过光线的光路图。此内窥镜用物镜配设在内窥镜的插入部的前端。内窥镜的构成与第 1 实施方式同样,且省略说明。

[0130] 接着,参照图 19,对本发明的第 2 实施方式所涉及的内窥镜用物镜的构成进行说明。另外,图 19 所示的构成例对应于后述的实施例 7 的透镜构成。

[0131] 第 2 实施方式的内窥镜用物镜,为 4 组 6 片构成,从物体侧起依次排列:凹面朝向像侧的负的第 1 透镜 L1;将任一方为正而另一方为负的第 2 透镜 L2 及第 3 透镜 L3 接合而成的第 1 接合透镜 L23;孔径光阑 St;将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第 4 透镜 L4,和将负的第 5 透镜 L5 及正的第 6 透镜 L6 从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第 2 接合透镜 L56。

[0132] 另外,配置在图 19 的物镜和成像面之间的平行平面板 17 是:对图 4 所示的光路变换棱镜 7 和固体摄像元件 8 用玻璃罩、以及虽未图示于图 4 而可插入配置的低通滤波器或红外线截止滤光片等进行假设的光学部件。此处,平行平面板 17 的像侧的面按照与本物镜的整个系统的成像位置 P 一致的方式构成。另外,在图 19 的孔径光阑 St 并非表示其形状或大小而表示光轴 Z 上的位置。

[0133] 第 2 实施方式的内窥镜用物镜被构成得满足以下条件式(1)'、(2)。

$$[0134] \frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6/n_6)} > 8 \quad (1)',$$

[0135]  $Bf/f > 2.5$  (2)

[0136] 此处,

[0137]  $f$ :整个系统的焦距,

[0138]  $Bf$ :整个系统的后截距(空气换算长),

[0139]  $v_5$ :第5透镜的阿贝数,

[0140]  $v_6$ :第6透镜的阿贝数,

[0141]  $R_A$ :第5透镜和第6透镜的接合面的曲率半径,

[0142]  $d_6$ :第6透镜的中心厚,

[0143]  $n_6$ :第6透镜的折射率,

[0144] 而且,第2实施方式的内窥镜用物镜,优选满足在第1实施方式所示的条件式(3)~(5)。

[0145] 如上那样所构成的第2实施方式的内窥镜用物镜的作用及效果大体上与第1实施方式相同。

[0146] 而且,构成第2接合透镜的负透镜(第5透镜L5)的阿贝数越小就越有利于倍率色差的校正,第5透镜L5的阿贝数 $v_5$ 优选按照满足以下条件式(6)'的方式构成。

[0147]  $v_5 < 20$  (6)'

[0148] <实施例>

[0149] 接着,对第1及第2实施方式所涉及的内窥镜用物镜的具体数值实施例进行说明。实施例1~6对应于第1实施方式,实施例7~12对应于第2实施方式。

[0150] <实施例1>

[0151] 实施例1所涉及的内窥镜用物镜的诸元值(specification values)示于表1,透镜构成图示于图5。图5的左侧为物体侧,右侧为像侧。在表1中,面号码表示以最靠近物体侧的构成要素的面为第1号而随着朝向像侧依次增加的第*i*号的( $i = 1, 2, 3, \dots$ )面号码。R<sub>i</sub>表示第*i*号的面(第*i*面)的曲率半径,D<sub>i</sub>表示第*i*面和第*i+1*面在光轴Z上的面间隔。而且,nd<sub>j</sub>表示以最靠近物体侧的透镜为第1号而按照朝向像侧依次增加的第*j*号( $j = 1, 2, 3, \dots$ )的透镜或平行平面板17相对于d线(波长587.6nm)的折射率,vd<sub>j</sub>表示第*j*号的透镜(第*j*透镜)或平行平面板17相对于d线的阿贝数。在表1中,曲率半径及面间隔的单位为mm,并且,曲率半径将凸面朝向物体侧的设为正而将凸面朝向像侧的设为负。

[0152] 另外,表1及图5的符号也包括且表示有孔径光阑St及平行平面板17。图5的符号R<sub>i</sub>、D<sub>i</sub>对应于表1的R<sub>i</sub>、D<sub>i</sub>。如表1所示,在第3透镜L3和第4透镜之间配置有孔径光阑St,图5的D<sub>5</sub>表示第3透镜L3和孔径光阑St之间的面间隔,D<sub>6</sub>表示孔径光阑St和第4透镜L4之间的面间隔。另外,图中的孔径光阑St并非表示形状或大小而表示在光轴Z上的位置。图5或表1的记号的意思对于其他实施例也相同。

[0153] 以下表格中,开口光圈即为孔径光阑。

[0154] 【表1】

[0155] 实施例1

面号码	R <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	nd <sub>j</sub>	vd <sub>j</sub>
1	$\infty$	0.38362	1.88300	40.8
2	0.7166	0.31574		

[0159]	3	10.6926	0.38362	1.83481	42.7
[0160]	4	1.2458	0.91682	1.84666	23.8
[0161]	5	$\infty$	0.01918		
[0162]	6(开口光圈)	$\infty$	0.01918		
[0163]	7	$\infty$	0.81467	1.62041	60.3
[0164]	8	-1.2569	0.10960		
[0165]	9	8.2976	0.98621	1.62041	60.3
[0166]	10	-0.9816	0.38362	1.92286	18.9
[0167]	11	-1.7995	0.63669		
[0168]	12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0169]	像面	$\infty$			

[0170] <实施例 2>

[0171] 实施例 2 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 2, 透镜构成图示于图 6。在图 6 中, 符号 Ri、Di 与表 2 的 Ri、Di 对应。

[0172] 【表 2】

[0173] 实施例 2

[0174]	面号码	Ri	Di	ndj	vdj
[0175]	1	$\infty$	0.38128	1.88300	40.8
[0176]	2	0.7256	0.30504		
[0177]	3	8.2441	0.78564	1.92286	18.9
[0178]	4	-3.0060	0.38128	1.83481	42.7
[0179]	5	10.8937	0.02179		
[0180]	6(开口光圈)	$\infty$	0.03813		
[0181]	7	$\infty$	1.00479	1.62041	60.3
[0182]	8	-1.2345	0.10894		
[0183]	9	5.3069	0.98045	1.62041	60.3
[0184]	10	-1.1058	0.38128	2.14352	17.8
[0185]	11	-1.8364	0.65520		
[0186]	12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0187]	像面	$\infty$			

[0188] <实施例 3>

[0189] 实施例 3 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 3, 透镜构成图示于图 7。在图 7 中, 符号 Ri、Di 与表 3 的 Ri、Di 对应。

[0190] 【表 3】

[0191] 实施例 3

[0192]	面号码	Ri	Di	ndj	vdj
[0193]	1	9.0671	0.39669	2.00950	29.4
[0194]	2	0.7131	0.31774		
[0195]	3	15.0254	0.39669	1.83481	42.7
[0196]	4	1.1745	0.91980	1.92286	18.9
[0197]	5	$\infty$	0.03967		
[0198]	6(开口光圈)	$\infty$	0.02042		
[0199]	7	-11.3339	0.91635	1.62041	60.3
[0200]	8	-1.2695	0.11334		
[0201]	9	4.9733	1.02432	1.62041	60.3
[0202]	10	-1.1039	0.39669	2.14352	17.8

[0203]	11	1.8602	0.73389		
[0204]	12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0205]	像面	$\infty$			

[0206] <实施例 4>

[0207] 实施例 4 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 4, 透镜构成图示于图 8。在图 8 中, 符号 Ri、Di 与表 4 的 Ri、Di 对应。

[0208] 【表 4】

[0209] 实施例 4

	Ri	Di	ndj	vdj
[0210]	面号码			
[0211]	1	$\infty$	0.45634	1.88300
[0212]	2	0.8459	0.75503	40.8
[0213]	3	35.8721	0.45634	1.83481
[0214]	4	1.1120	0.82983	1.84666
[0215]	5	$\infty$	0.02282	23.8
[0216]	6(开口光圈)	$\infty$	0.02282	
[0217]	7	$\infty$	1.04293	1.62041
[0218]	8	-1.7282	0.13038	60.3
[0219]	9	10.4434	1.17347	1.62041
[0220]	10	-1.0432	0.45634	1.92286
[0221]	11	-1.8508	1.12318	18.9
[0222]	12	$\infty$	3.00000	1.51633
[0223]	像面	$\infty$		64.1

[0224] <实施例 5>

[0225] 实施例 5 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 5, 透镜构成图示于图 9。在图 9 中, 符号 Ri、Di 与表 5 的 Ri、Di 对应。

[0226] 【表 5】

[0227] 实施例 5

	Ri	Di	ndj	vdj
[0228]	面号码			
[0229]	1	$\infty$	0.45595	1.88300
[0230]	2	0.8896	0.66220	40.8
[0231]	3	$\infty$	0.45595	1.83481
[0232]	4	1.1285	0.80093	1.84666
[0233]	5	13.0273	0.04560	23.9
[0234]	6(开口光圈)	$\infty$	0.02347	
[0235]	7	-13.0273	0.98678	1.62041
[0236]	8	-1.4646	0.13027	60.3
[0237]	9	7.46447	1.17245	1.62041
[0238]	10	-1.0422	0.45595	1.92286
[0239]	11	-1.8677	1.11783	18.9
[0240]	12	$\infty$	3.00000	1.51633
[0241]	像面	$\infty$		64.1

[0242] <实施例 6>

[0243] 实施例 6 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 6, 透镜构成图示于图 10。在图 10 中, 符号 Ri、Di 与表 6 的 Ri、Di 对应。

[0244] 【表 6】

[0245] 实施例6

	Ri	Di	ndj	vdj
[0247] 1	$\infty$	0.4562	1.88300	40.8
[0248] 2	0.8714	0.5226		
[0249] 3	$\infty$	0.4562	1.83481	42.7
[0250] 4	1.0445	0.9423	1.84666	23.8
[0251] 5	$\infty$	0.0228		
[0252] 6(开口光圈)	$\infty$	0.0228		
[0253] 7	$\infty$	1.0396	1.62041	60.3
[0254] 8	-1.5585	0.1303		
[0255] 9	14.8794	1.1740	1.71300	53.9
[0256] 10	-1.0356	0.4562	2.14352	17.8
[0257] 11	-1.8359	1.0048		
[0258] 12	$\infty$	3.0000	1.51633	64.1
[0259] 像面	$\infty$			

[0260] 上述实施例 1 ~ 6 所涉及的内窥镜用物镜的球差、像散、畸变 (distortion)、倍率色差的像差图分别示于图 11 ~ 图 16。在各像差图表示以 d 线为基准波长的像差,但在球差图及倍率色差图中也表示相对于 F 线 (波长 486.1nm)、C 线 (波长 656.3nm) 的像差。在像散图中,实线表示弧矢方向的像差,而虚线表示子午方向的像差。球差图的纵轴的 Fno. 表示 F 值,而其他像差图的纵轴的  $\omega$  表示半视角。从图 11 ~ 图 16 可知,上述实施例 1 ~ 实施例 6,各像差被良好地校正。

[0261] 在表 7 中表示上述实施例 1 ~ 实施例 6 的物体距离、整个系统的焦距 f、整个系统的后截距 (空气换算长) Bf、后截距比 Bf/f、像高、视角、畸变量、倍率色差量。表 7 所示的畸变量及倍率色差量皆为最大像高时的值,倍率色差量是与 F 线和 C 线有关的差。表 7 中单位没有特别记载的,其单位全部为 mm。

[0262] 【表 7】

[0263]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	比较例
物体距离	10	10	10	10	10	10	10
焦距 f	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
后截距 Bf	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
后截距比 Bf/f	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
像高	1.008	1.002	0.050	0.992	0.990	0.998	0.988
视角 (度)	139.7	139.9	140.4	139.7	139.5	139.5	133.0

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	比较例
畸变量 (%)	-62.2	-62.5	-60.2	-62.3	-62.2	-61.9	56.4
倍率色差量 ( $\mu\text{m}$ )	-1.41	-1.80	-2.31	-2.19	-1.98	1.54	-2.41

[0264] 而且, 对应于上述实施例 1 ~ 实施例 6 的条件式 (1) ~ (5) 的值示于表 8。从表 8 可知, 实施例 1 ~ 实施例 6 满足条件式 (1) ~ (5)。

[0265] 【表 8】

[0266]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	比较例
条件式 (1)	15.5	14.1	13.7	12.2	12.3	11.2	17.1
条件式 (2)	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
条件式 (3)	1.28	1.15	1.34	1.52	1.38	1.30	1.29
条件式 (4)	0.99	1.00	0.95	1.01	1.01	1.00	1.01
条件式 (5)	18.9	23.8	23.8	18.9	18.9	18.9	17.1

[0267] 接着, 作为比较例 1, 对于具有与上述实施例相同的焦距的以往的内窥镜用物镜 L100 进行说明。此物镜 L100 的诸元值示于表 9, 透镜构成图示于图 17, 各像差图示于图 18。图 17 及图 18 所示的符号的意思与上述实施例的符号意思相同。而且, 表 7 及表 8 中以与上述实施例组合的方式也表示有此比较例所涉及的各值。

[0268] 【表 9】

[0269] 比较例

面号码	Ri	Di	ndj	vdj
[0271] 1	$\infty$	0.32905	1.88300	40.8
[0272] 2	0.6996	0.28827		
[0273] 3	8.2262	1.01476	1.84666	23.8
[0274] 4	-0.8813	0.32905	1.80610	40.9
[0275] 5	$\infty$	0.00000		
[0276] 6(开口光圈)	$\infty$	0.02879		
[0277] 7	8.2262	0.79760	1.62041	60.3
[0278] 8	-1.4803	0.08226		
[0279] 9	7.7805	0.82262	1.62041	60.3
[0280] 10	-0.8226	0.32905	1.84666	23.8
[0281] 11	-1.6885	0.53487		
[0282] 12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0283] 像面	$\infty$			

[0284] 如图 17 所示,此比较例的物镜 L100,是 4 组 6 片构成,从物体侧起依次排列负透镜、正透镜及负透镜的接合透镜、正透镜、和正透镜及负透镜的接合透镜。

[0285] 在上述本发明的实施例和此比较例相比较的情况下,虽然在 4 组 6 片构成的一点上类似,但从表 8 的条件式(2)的值可知,比较例的后截距比小于 2.5,相对于此,本发明的实施例的后截距比大于 2.5,具有充分长的后截距。而且,本发明的实施例,倍率色差也包括在内的各像差以与比较例同等或更佳的方式被良好地校正。

[0286] <实施例 7>

[0287] 实施例 7 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 10,透镜构成图示于图 20。在图 20 中,符号 Ri、Di 与表 10 的 Ri、Di 对应。

[0288] 【表 10】

[0289] 实施例 7

[0290] 面号码	Ri	Di	ndj	vdj
[0291] 1	$\infty$	0.3919	1.88300	40.8
[0292] 2	0.7196	0.3360		
[0293] 3	40.8481	0.9598	1.80518	25.4
[0294] 4	-0.8959	0.4479	1.80400	46.6
[0295] 5	$\infty$	0.0000		
[0296] 6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0297] 7	$\infty$	0.6719	1.62041	60.3
[0298] 8	-1.4330	0.1120		
[0299] 9	3.5356	0.3920	1.92286	18.9
[0300] 10	1.3164	1.0079	1.62041	60.3
[0301] 11	-1.9059	0.6990		
[0302] 12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0303] 像面	$\infty$			

[0304] <实施

[0305] 实施例 8 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 11,透镜构成图示于图 21。在图 21 中,符号 Ri、Di 与表 11 的 Ri、Di 对应。

[0306] 【表 11】

[0307] 实施例 8

[0308] 面号码	Ri	Di	ndj	vdj
[0309] 1	$\infty$	0.3927	1.88300	40.8
[0310] 2	0.7147	0.5580		
[0311] 3	-357.939	0.4005	1.80895	47.1
[0312] 4	0.8977	0.7863	1.78217	25.9
[0313] 5	-5.6122	0.0000		
[0314] 6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0315] 7	$\infty$	0.6736	1.71300	53.9
[0316] 8	-2.0084	0.1125		
[0317] 9	3.5290	0.3929	1.92286	18.9
[0318] 10	1.1823	1.0156	1.62041	60.3
[0319] 11	-1.9177	0.7488		
[0320] 12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0321] 像面	$\infty$			

[0322] <实施例 9>

[0323] 实施例 9 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 12, 透镜构成图示于图 22。在图 22 中, 符号 Ri、Di 与表 12 的 Ri、Di 对应。

[0324] 【表 12】

[0325] 实施例 9

	Ri	Di	ndj	vdj
[0327] 1	$\infty$	0.3906	1.88300	40.8
[0328] 2	0.7163	0.5237		
[0329] 3	17.5737	0.3906	1.81000	47.0
[0330] 4	0.8928	0.7812	1.80162	24.9
[0331] 5	$\infty$	0.0000		
[0332] 6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0333] 7	$\infty$	0.6696	1.71300	53.9
[0334] 8	-1.7362	0.1116		
[0335] 9	3.2937	0.3906	1.92286	18.9
[0336] 10	1.2321	1.0044	1.62041	60.3
[0337] 11	-1.8869	0.7300		
[0338] 12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0339] 像面	$\infty$			

[0340] <实施例 10>

[0341] 实施例 10 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 13, 透镜构成图示于图 23。在图 23 中, 符号 Ri、Di 与表 13 的 Ri、Di 对应。

[0342] 【表 13】

[0343] 实施例 10

	Ri	Di	ndj	vdj
[0344] 面号码				
[0345] 1	$\infty$	0.3914	1.88300	40.8
[0346] 2	0.7229	0.4496		
[0347] 3	32.0003	0.7827	1.79423	25.3
[0348] 4	-0.8946	0.4473	1.80999	47.0
[0349] 5	$\infty$	0.0000		
[0350] 6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0351] 7	$\infty$	0.6709	1.71300	53.9
[0352] 8	-1.6888	0.1119		
[0353] 9	3.5760	0.3914	1.92286	18.9
[0354] 10	1.2369	1.0064	1.62041	60.3
[0355] 11	-1.7514	0.7830		
[0356] 12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0357] 像面	$\infty$			

[0358] <实施例 11>

[0359] 实施例 11 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 14, 透镜构成图示于图 24。在图 24 中, 符号 Ri、Di 与表 14 的 Ri、Di 对应。

[0360] 【表 14】

[0361] 实施例 11

	Ri	Di	ndj	vdj
[0362] 面号码				
[0363] 1	11.5906	0.4057	2.01540	40.3

[0364]	2	0.7499	0.3709		
[0365]	3	0.0000	0.9836	1.81002	24.5
[0366]	4	-0.9273	0.4636	1.79971	48.0
[0367]	5	$\infty$	0.0000		
[0368]	6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0369]	7	$\infty$	0.8962	1.71300	53.9
[0370]	8	-1.8117	0.1160		
[0371]	9	3.1956	0.4057	2.14352	17.8
[0372]	10	1.4493	1.0432	1.62041	60.3
[0373]	11	-1.8567	0.9473		
[0374]	12	$\infty$	3.00000	1.51633	64.1
[0375]	像面	$\infty$			

[0376] <实施

[0377] 实施例 12 所涉及的内窥镜用物镜的诸元值示于表 12,透镜构成图示于图 25。在图 25 中,符号  $R_i$ 、 $D_i$  与表 12 的  $R_i$ 、 $D_i$  对应。

[0378] 【表 15】

[0379] 实施例 12

[0380]	面号码	$R_i$	$D_i$	$n_{d,j}$	$v_{d,j}$
[0381]	1	$\infty$	0.3919	1.88300	40.8
[0382]	2	0.716	0.4300		
[0383]	3	76.5399	0.8149	1.81005	24.5
[0384]	4	-0.8958	0.4478	1.80973	47.0
[0385]	5	5.6139	0.0114		
[0386]	6(开口光圈)	$\infty$	0.0000		
[0387]	7	5.6317	0.6718	1.71300	53.9
[0388]	8	-1.7203	0.1120		
[0389]	9	2.7917	0.3920	2.14352	17.8
[0390]	10	1.2877	1.0078	1.62041	60.3
[0391]	11	-1.7157	0.7985		
[0392]	12	$\infty$	3.0000	1.51633	64.1
[0393]	像面	$\infty$			

[0394] 上述实施例 7 ~ 12 所涉及的内窥镜用物镜的球差、像散、畸变(畸变)、倍率色差的像差图分别示于图 26 ~ 图 31。在各像差图表示以 d 线为基准波长的像差,但在球差图及倍率色差图中也表示相对于 F 线(波长 486.1nm)、C 线(波长 656.3nm)的像差。在像散图中,实线表示弧矢方向的像差,而虚线表示子午方向的像差。球差图的纵轴的  $F_{no.}$  表示 F 值,而其他像差图的纵轴的  $\omega$  表示半视角。从图 26 ~ 图 31 可知,上述实施例 7 ~ 实施例 12,各像差被良好地校正。

[0395] 在表 16 中表示上述实施例 7 ~ 实施例 12 的物体距离、整个系统的焦距 f、整个系统的后截距(空气换算长)Bf、后截距比  $Bf/f$ 、像高、视角、畸变量、倍率色差量。表 16 所示的畸变量及倍率色差量皆为最大像高时的值,倍率色差量为与 F 线和 C 线有关的差。在表 16 中,单位无特别记载的,其单位全部为 mm。

[0396] 【表 16】

[0397]

	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12	比较例
物体距离	10	10	10	10	10	10	10
焦距 f	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
后截距 Bf	2.582	2.632	2.613	2.666	2.831	2.669	2.418
后截距比 Bf/f	2.582	2.632	2.613	2.666	2.831	2.669	2.418
像高	1.020	1.018	1.016	1.018	1.062	1.020	0.988
视角(度)	139.8	139.7	139.8	139.7	140.0	139.8	133.0
畸变量(%)	-61.9	-61.9	-62.0	-61.9	-60.5	-61.9	56.4
倍率色差量( $\mu m$ )	1.94	-0.76	-1.06	-1.97	-0.09	1.78	-2.41

[0398] 而且,对应于上述实施例 7 ~ 实施例 12 的条件式 (1)'、(2) ~ (5) 的值示于表 17。从表 17 可知,实施例 7 ~ 实施例 12 满足条件式 (1)'、(2) ~ (5)。

[0399] 【表 17】

[0400]

	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12	比较例
条件式 (1)	9.8	10.7	10.4	10.2	8.4	10.0	17.1
条件式 (2)	2.582	2.632	2.613	2.666	2.831	2.669	2.418
条件式 (3)	1.37	1.51	1.44	1.38	1.46	1.41	1.29
条件式 (4)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.94	0.98	1.01
条件式 (5)	21.2	21.2	22.1	21.7	23.5	22.5	17.1

[0401] 比较例的构成及诸元值已经作了上述,所以此处省略。

[0402] 以上,列举实施方式及实施例说明了本发明,但本发明不限定于上述实施方式及实施例,可以进行种种变形。例如,各透镜成分的曲率半径、面间隔及折射率的值不限定于在上述各数值实施例所示的值,可取其他值。

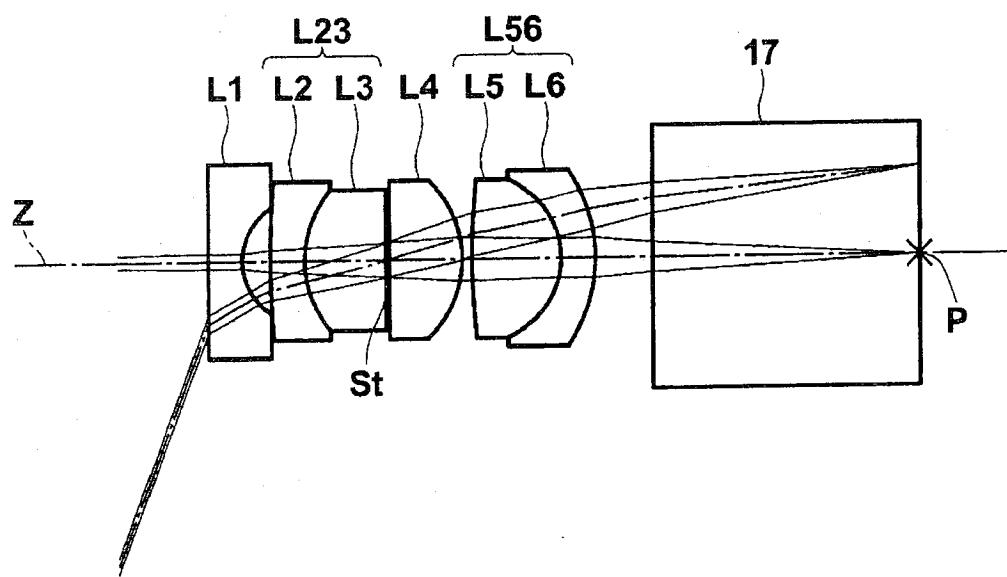


图 1

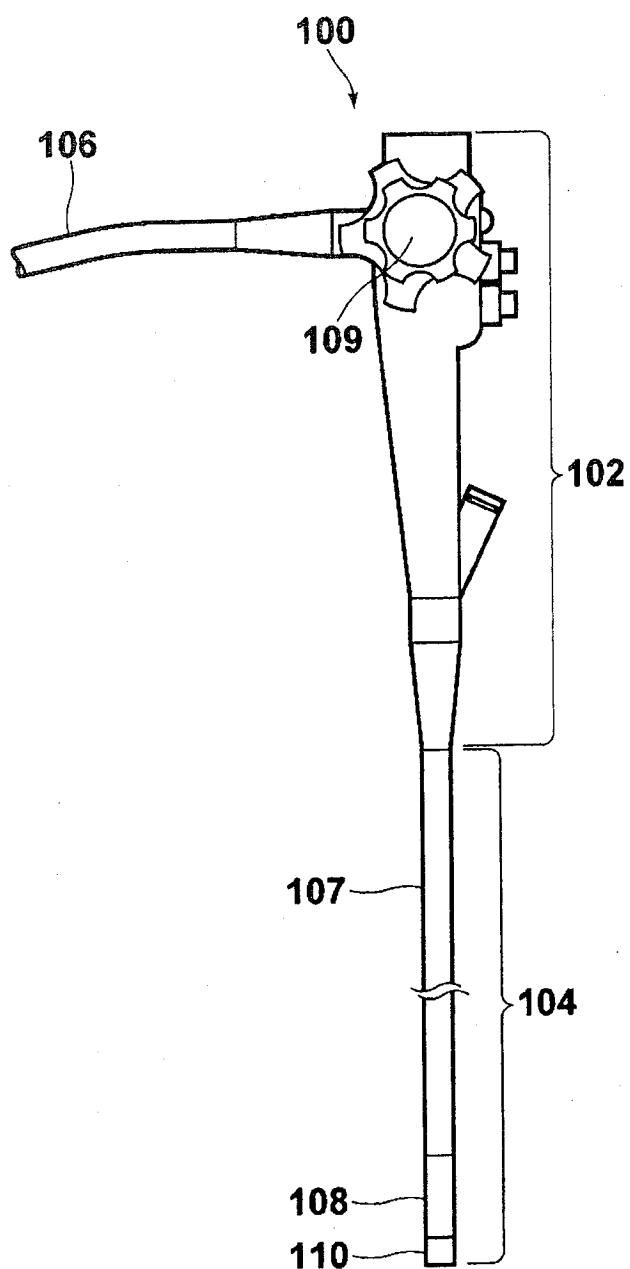


图 2

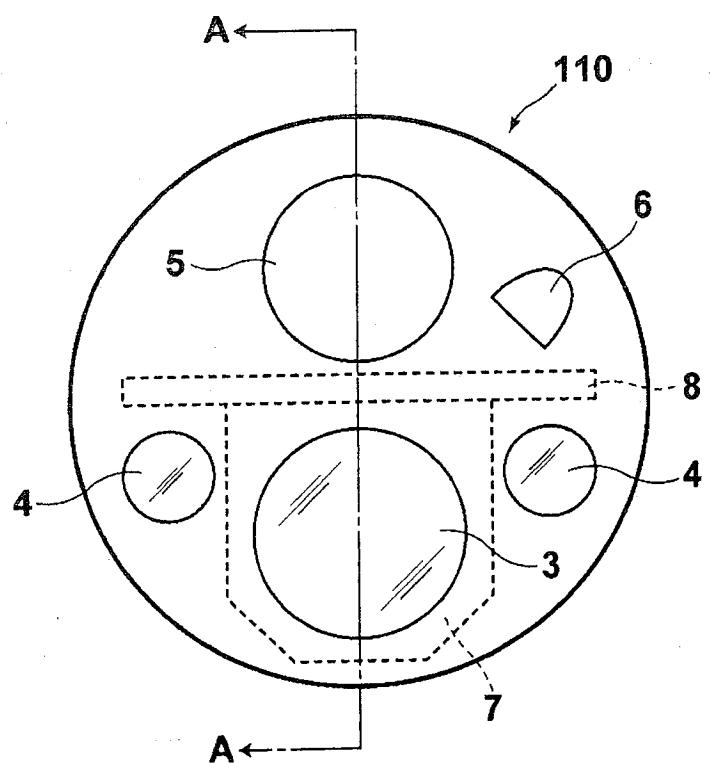


图 3

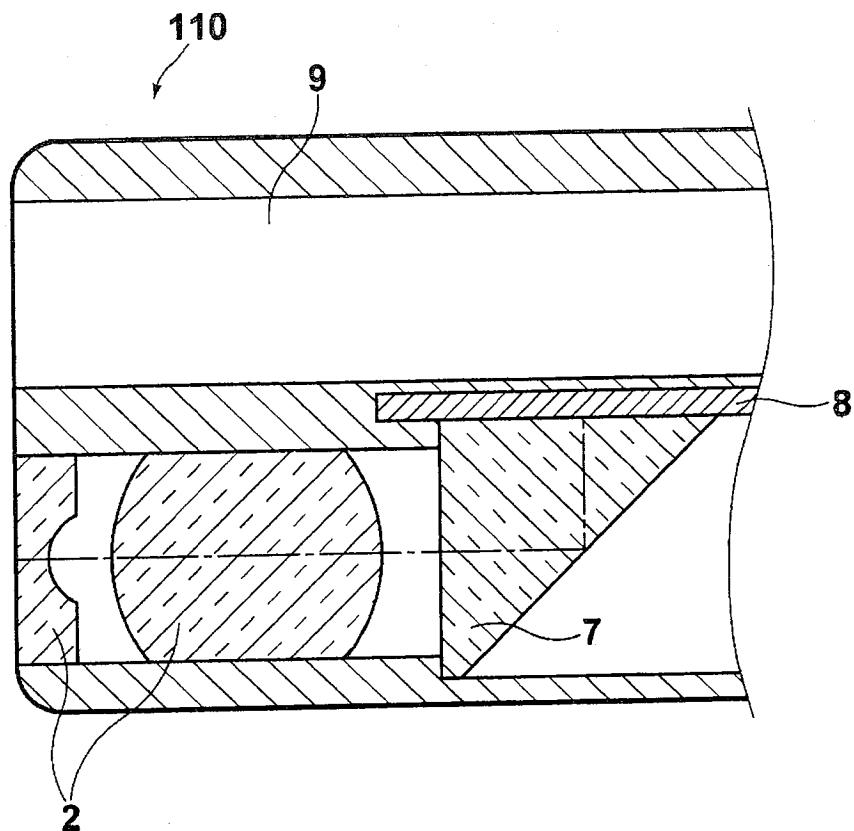


图 4

## 实施例 1

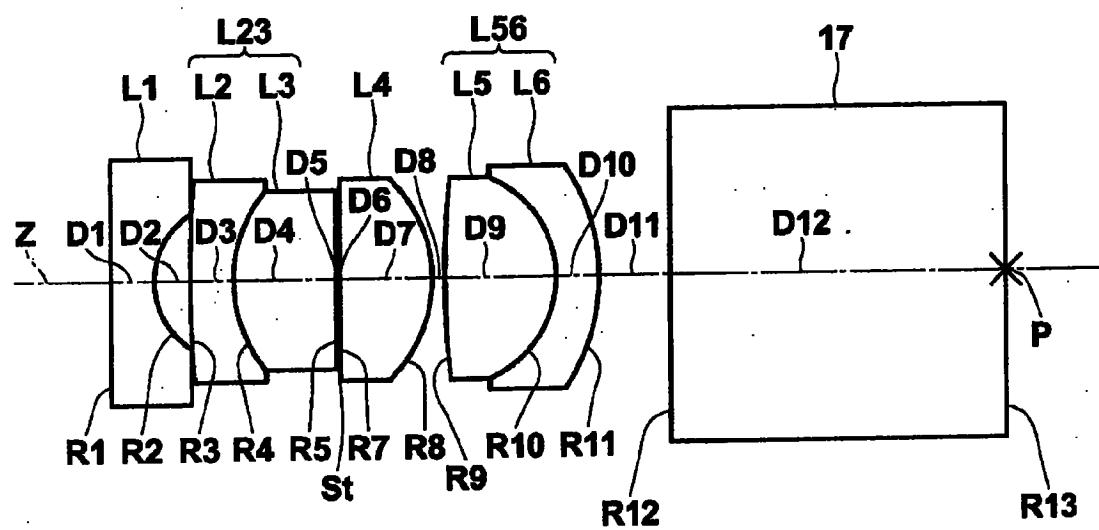


图 5

## 实施例 2

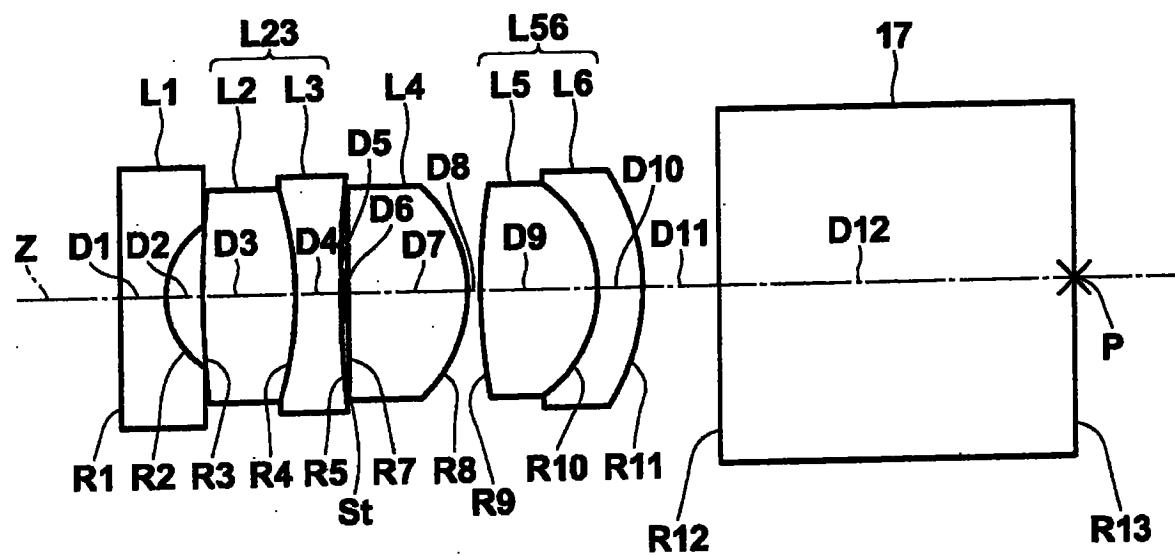


图 6

## 实施例 3

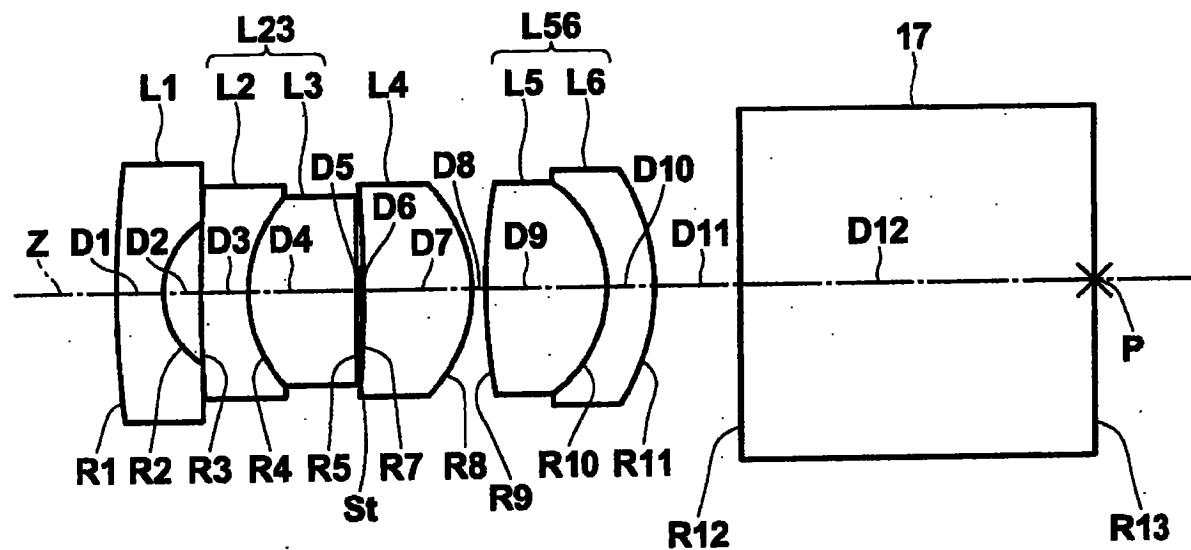


图 7

## 实施例 4

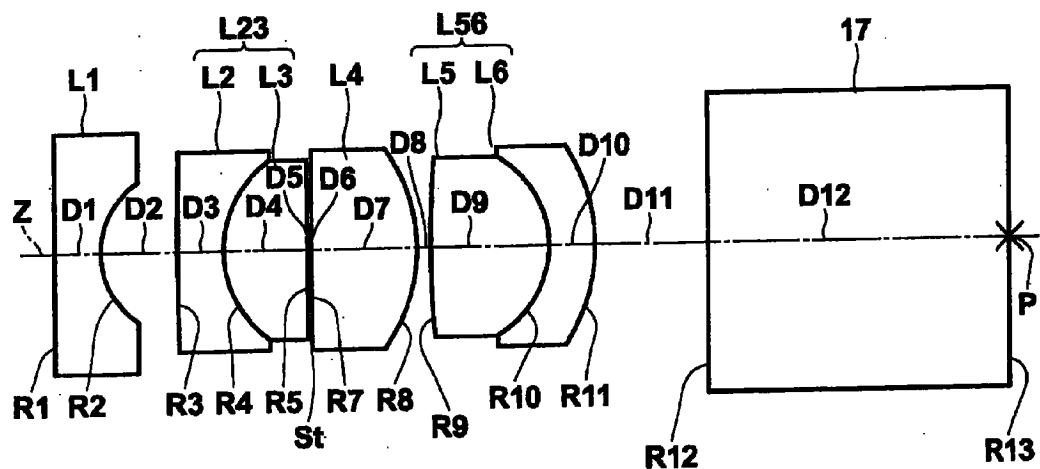


图 8

## 实施例 5

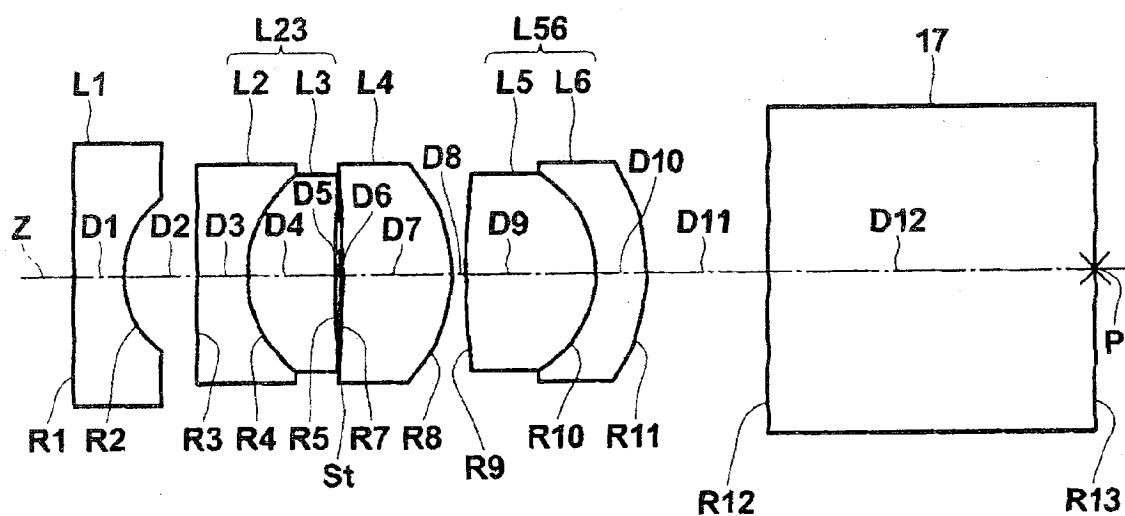


图 9

## 实施例 6

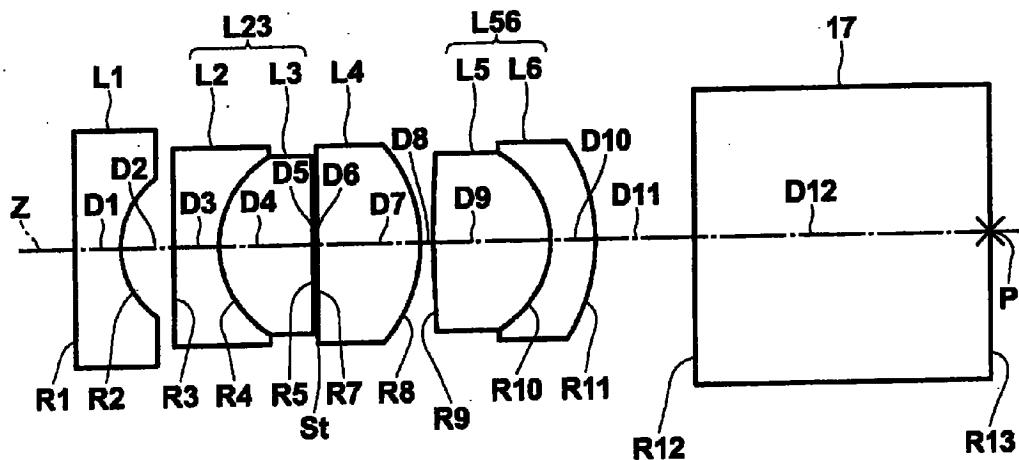


图 10

## 实施例 1

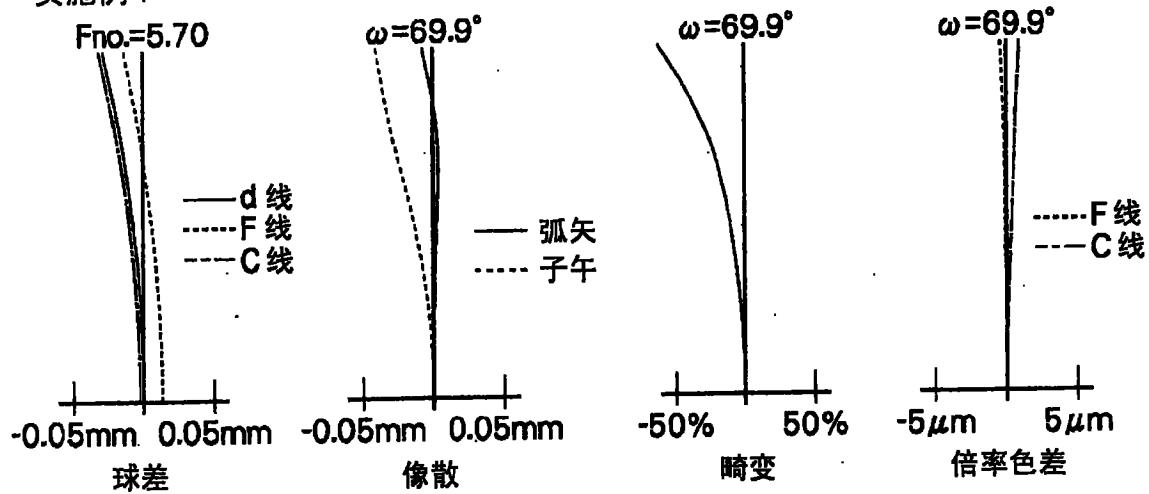


图 11

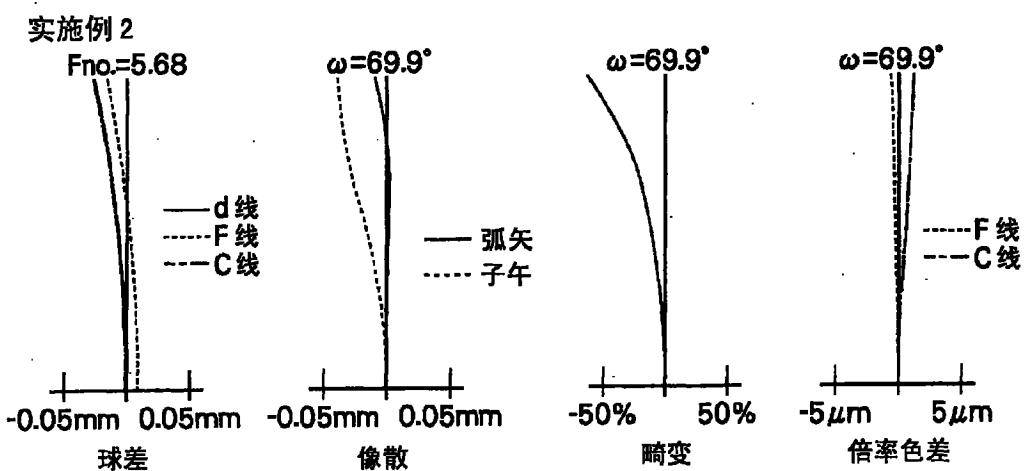


图 12

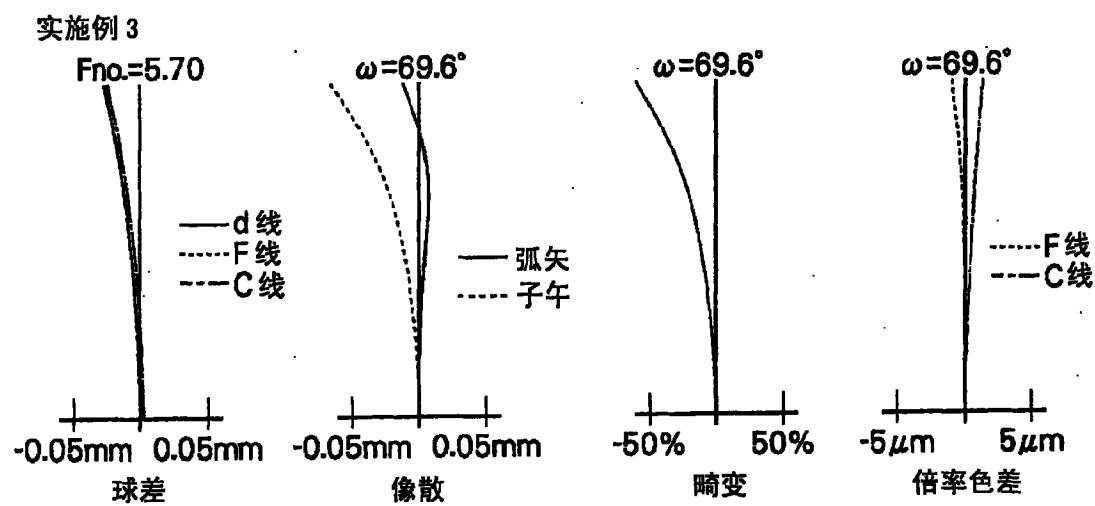


图 13

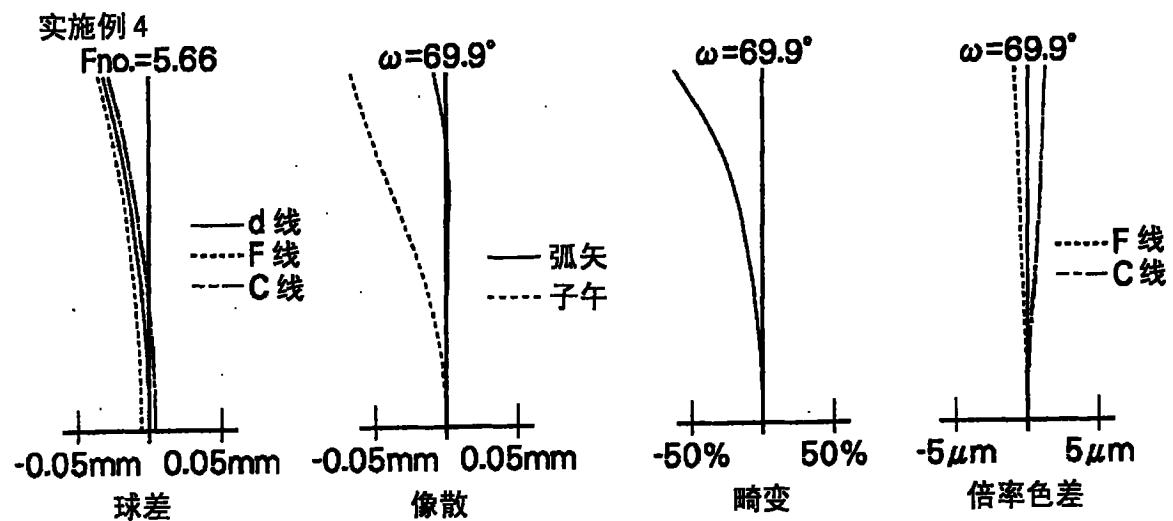


图 14

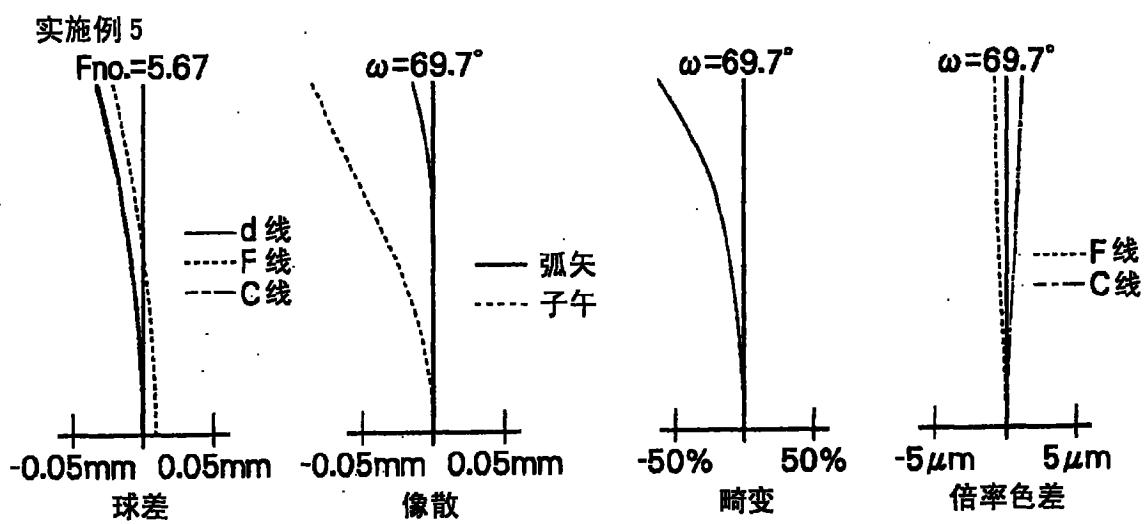


图 15

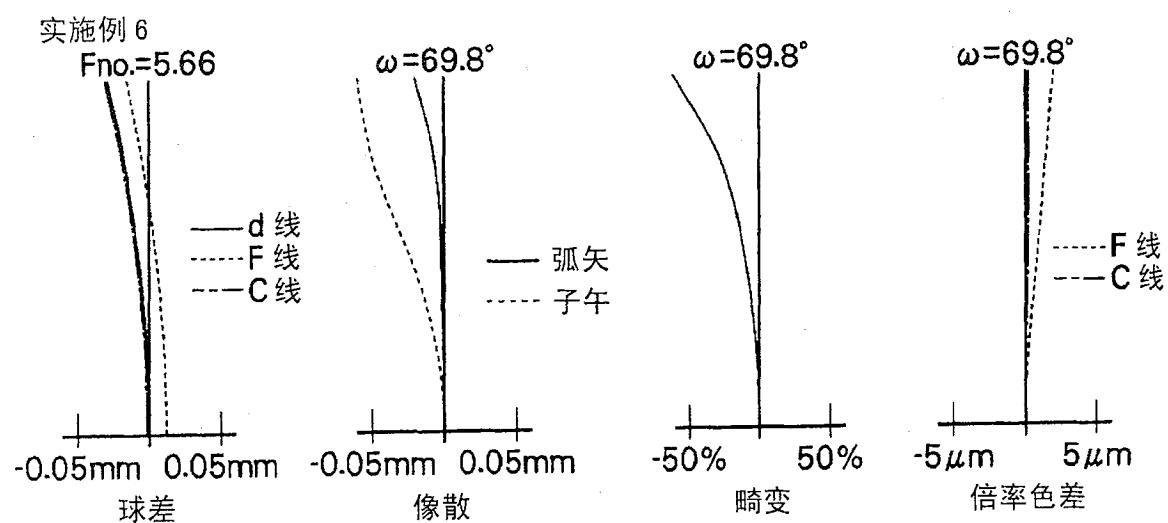


图 16

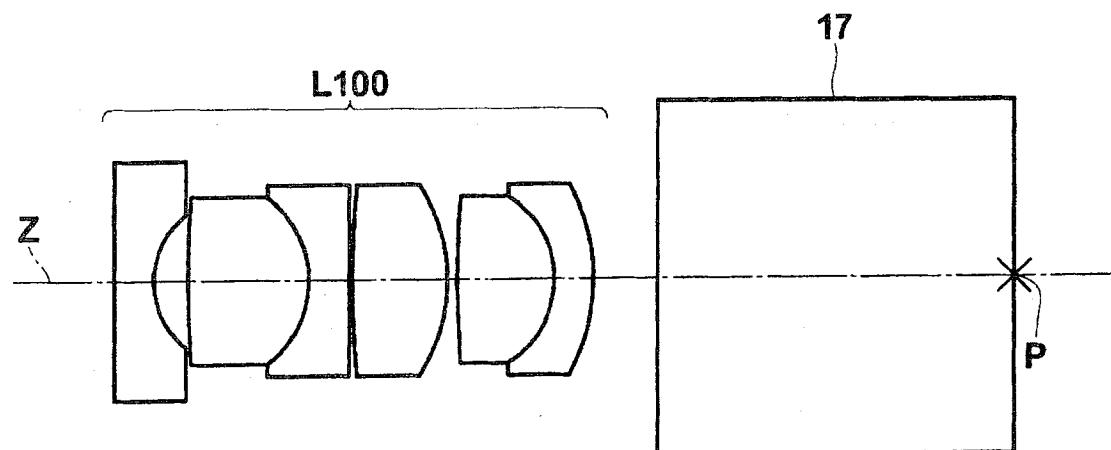


图 17

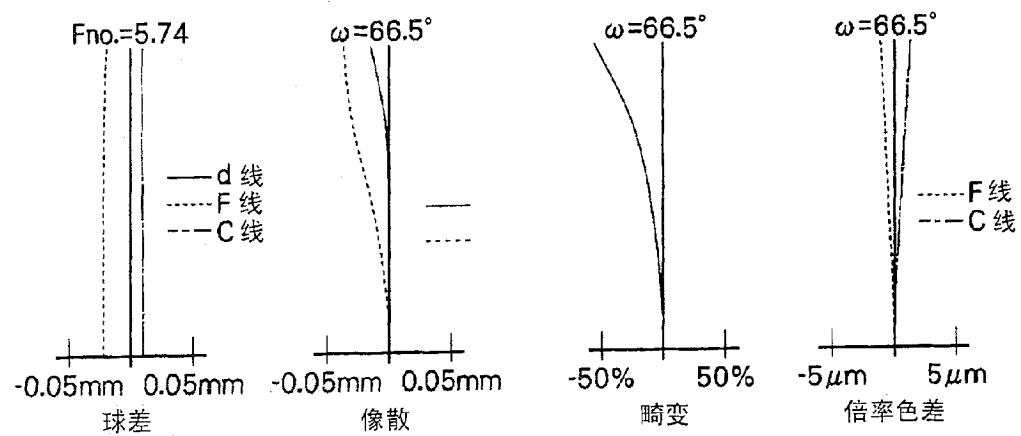


图 18

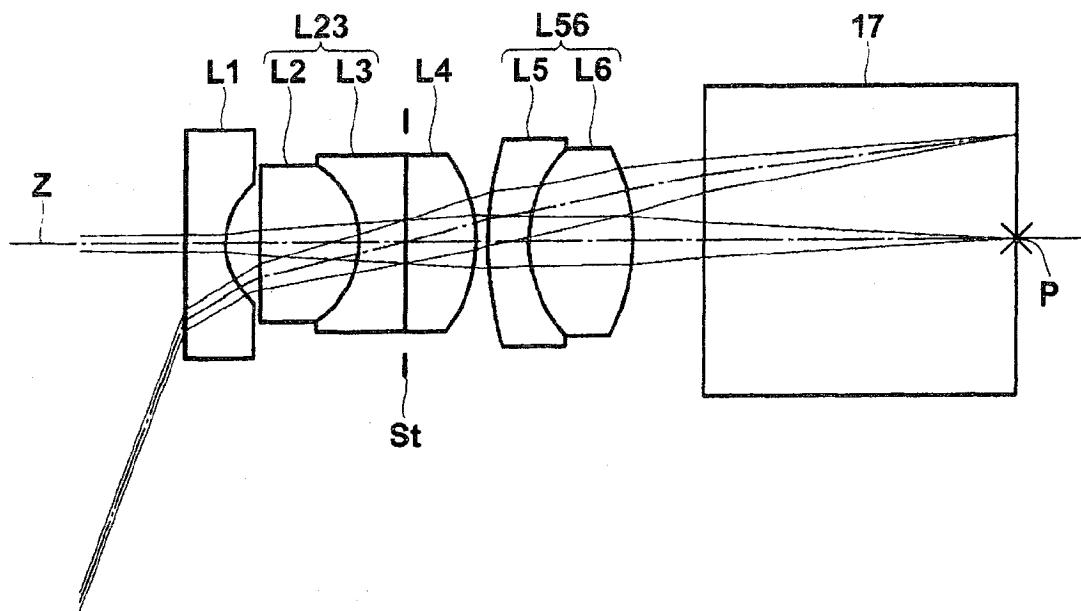


图 19

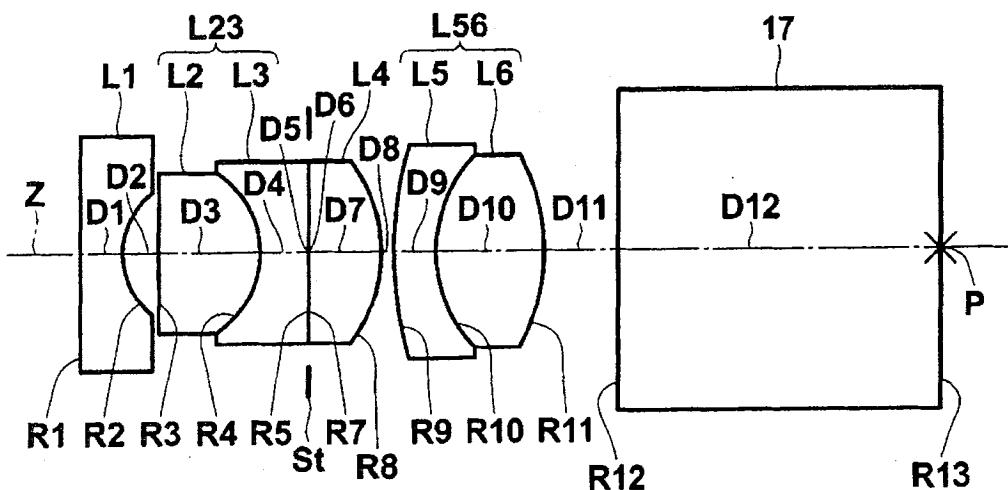
实施例 7

图 20

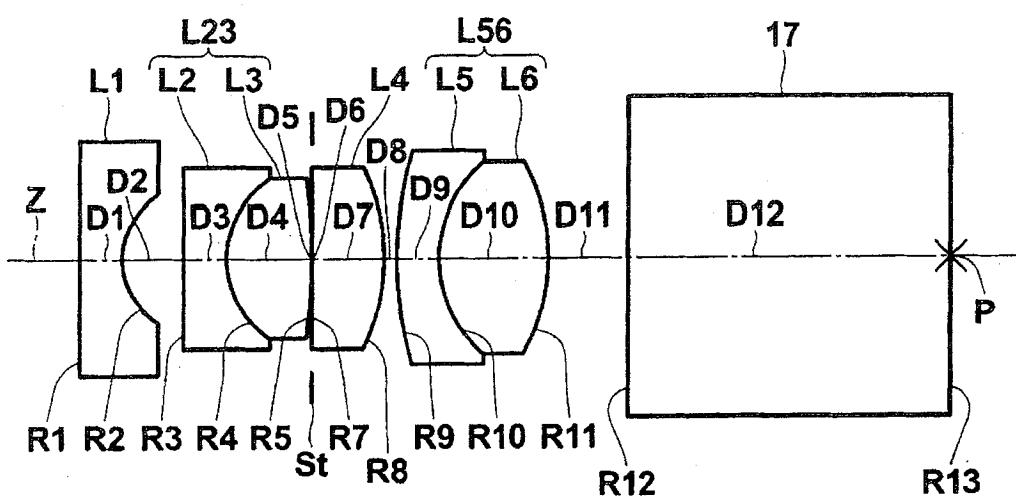
实施例 8

图 21

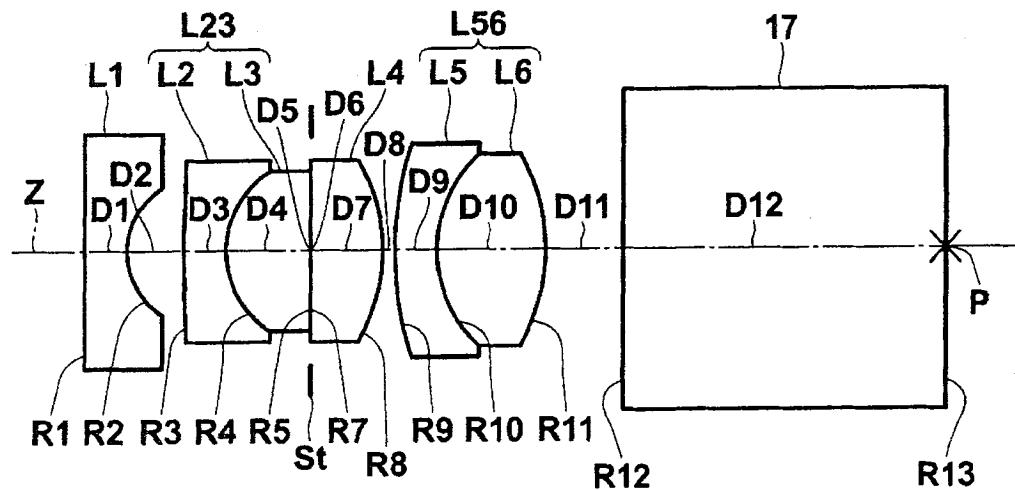
实施例 9

图 22

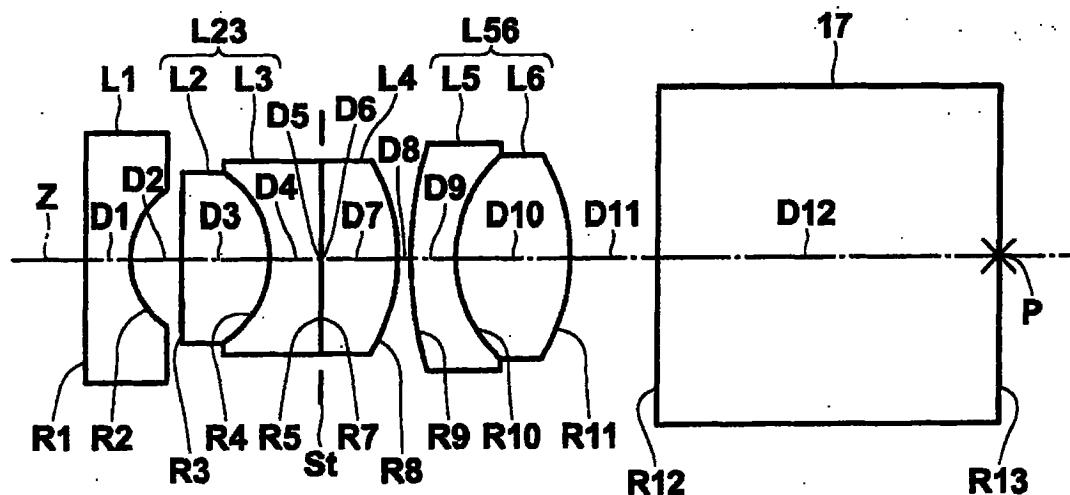
实施例 10

图 23

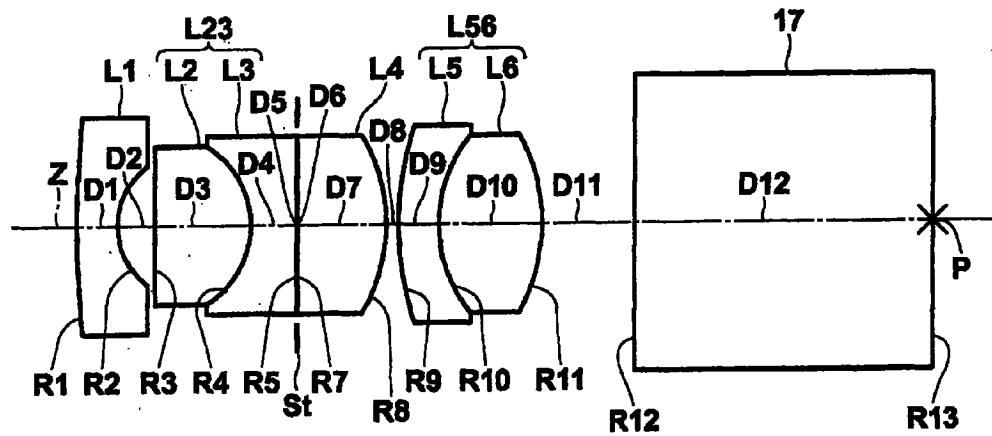
实施例 11

图 24

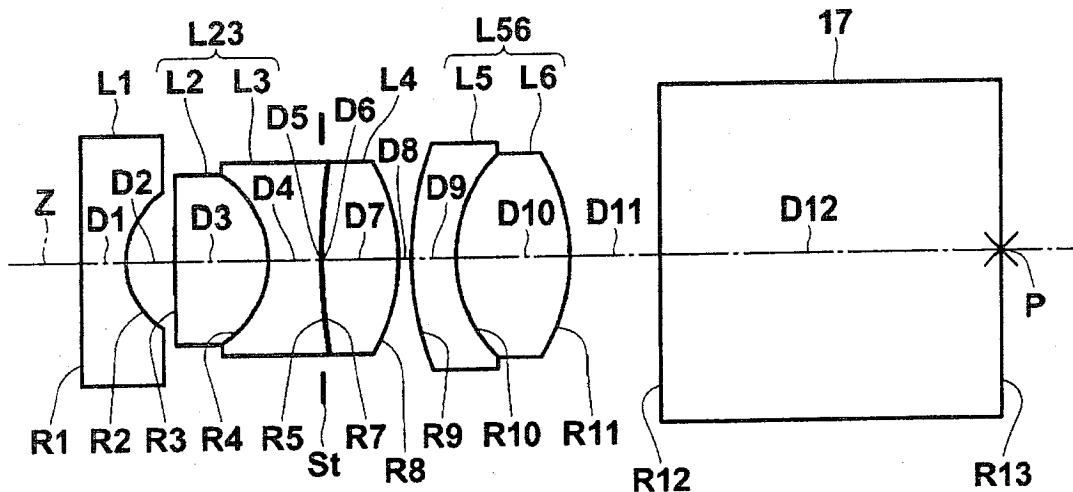
实施例 12

图 25

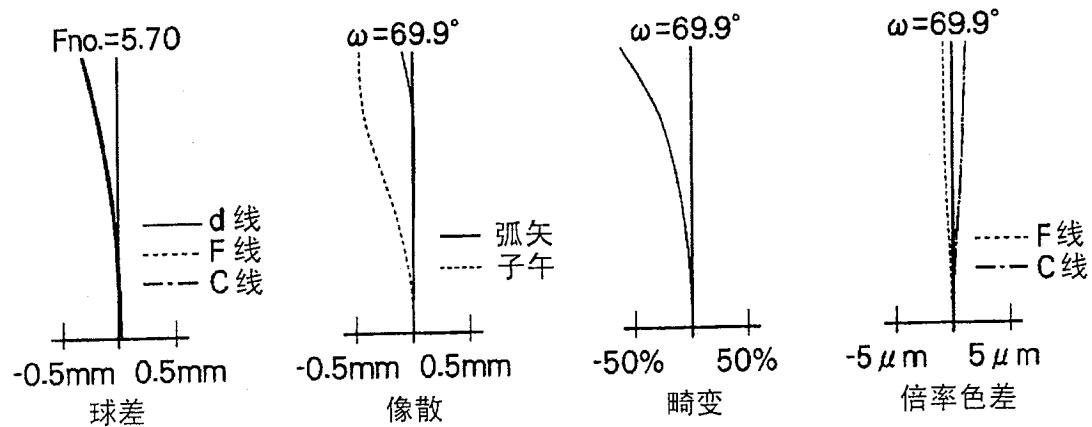
实施例 7

图 26

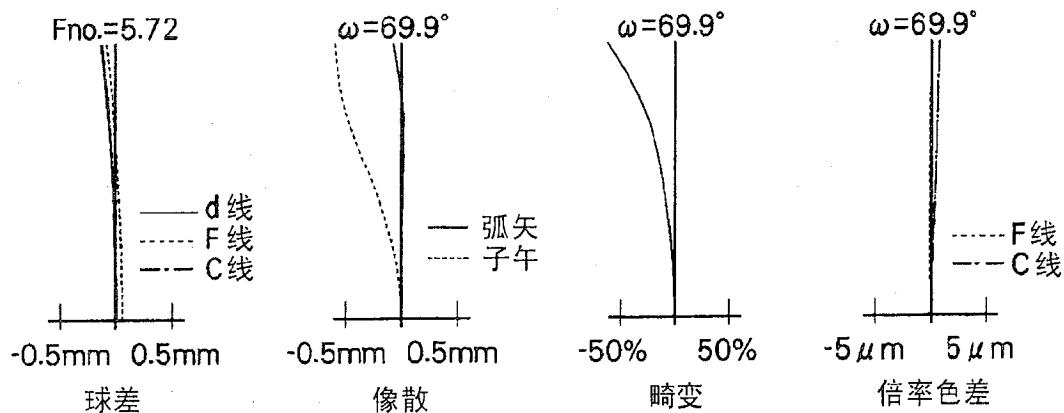
实施例 8

图 27

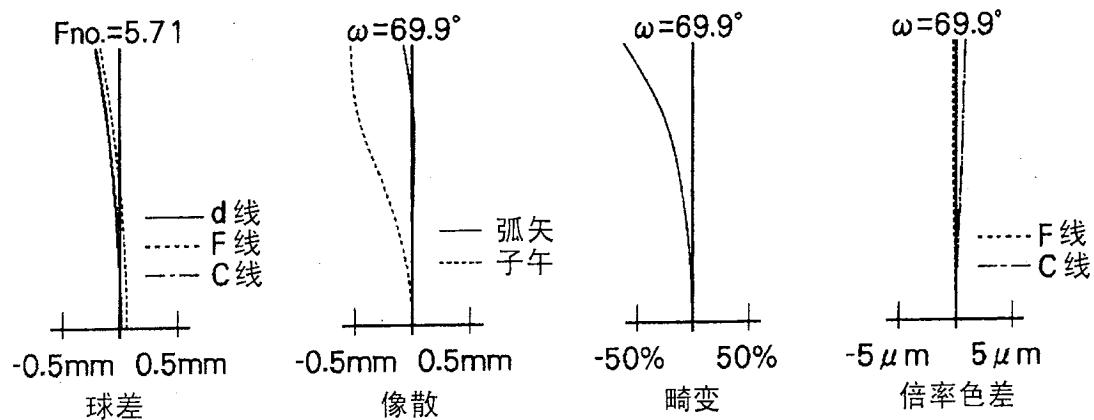
实施例 9

图 28

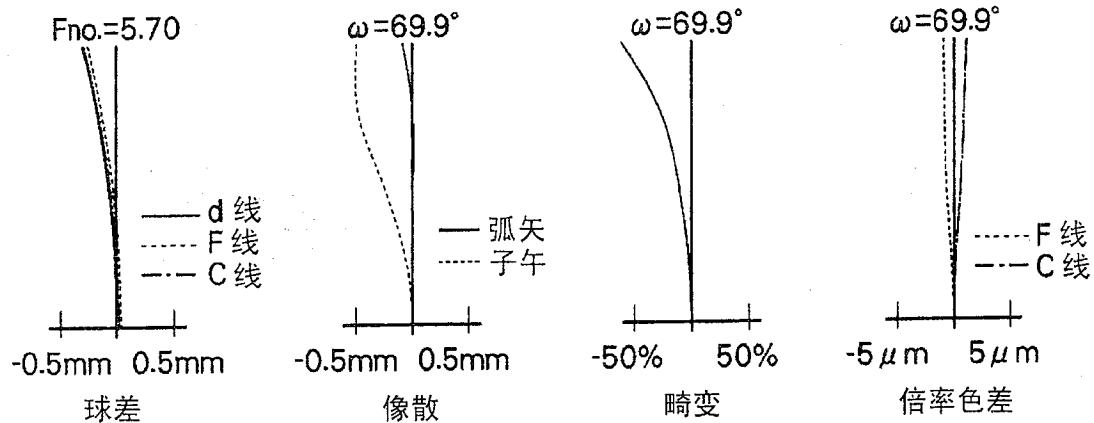
实施例 10

图 29

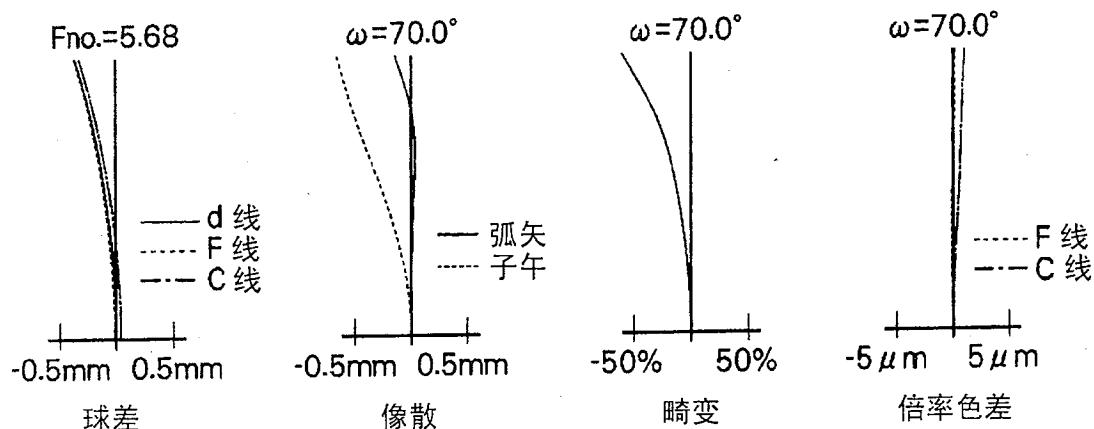
实施例 11

图 30

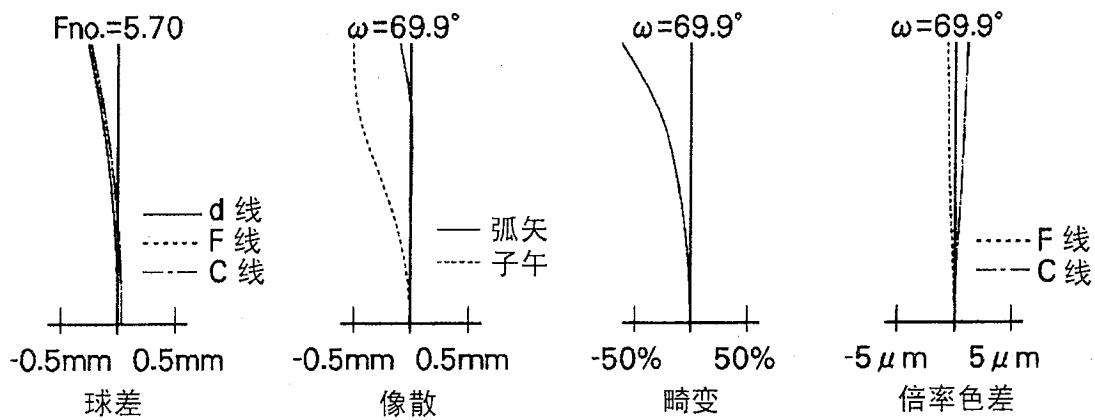
实施例 12

图 31

专利名称(译)	内窥镜用物镜及内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">CN101285928B</a>	公开(公告)日	2010-06-16
申请号	CN200810092148.7	申请日	2008-04-08
[标]申请(专利权)人(译)	富士写真光机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士能株式会社		
[标]发明人	宫野俊		
发明人	宫野俊		
IPC分类号	G02B13/00 G02B23/24 A61B1/00		
代理人(译)	李香兰		
审查员(译)	张中青		
优先权	2007101588 2007-04-09 JP 2007101589 2007-04-09 JP		
其他公开文献	CN101285928A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

#### 摘要(译)

本发明提供一种内窥镜用物镜，不仅确保长的后截距并且良好地校正倍率色差。其中，从物体侧起依次排列：凹面朝向像侧的负的第1透镜(L1)、将任一方为正而另一方为负的第2透镜及第3透镜接合而成的第1接合透镜(L23)、光阑、将平面或曲率半径的绝对值大的面朝向物体侧的正的第4透镜(L4)、和将正的第5透镜及负的第6透镜从物体侧起顺次接合而成的整体上具有正的折射力的第2接合透镜(L56)，且满足式(1)、(2)：；  
(2)  $Bf/f > 25$ ;在此，f：焦距，Bf：后截距，v5：第5透镜的阿贝数，v6：第6透镜的阿贝数，RA：第2接合透镜的接合面的曲率半径，d6：第6透镜的中心厚，n6：第6透镜的折射率。

