



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207586523 U

(45)授权公告日 2018.07.06

(21)申请号 201790000092.0

(22)申请日 2017.02.21

(30)优先权数据

PCT/JP2016/055251 2016.02.23 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/006296 2017.02.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/146021 JA 2017.08.31

(73)专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 藤井宏明 那须幸子

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 玉昌峰 吴孟秋

(51)Int.Cl.

G02B 15/16(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

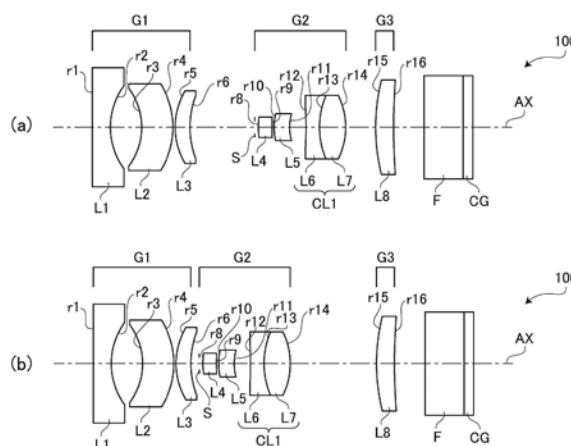
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54)实用新型名称

内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统

(57)摘要

提供一种内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统。将内窥镜用变焦光学系统设为，具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组，第一透镜组、第二透镜组以及第三透镜组从物体起依次排列，一边将第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定，一边使第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的第一透镜组和第三透镜组移动，从而使光学像变焦。



1. 一种内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,

一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,

在将望远端处的所述第二透镜组的倍率定义为 m_{2t} 并将广角端处的所述第二透镜组的倍率定义为 m_{2w} 的情况下,满足如下的条件式:

$$-1 < m_{2t} < m_{2w} < -0.35。$$

2. 一种内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,

一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,

在将所述第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为mm,将广角端处的所述第一透镜组至所述第三透镜组的合成焦距定义为 f_w 且单位为mm的情况下,满足如下的条件式:

$$6 < f_3/f_w < 10。$$

3. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述第三透镜组仅具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜。

4. 根据权利要求1或2所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述第一透镜组至少具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

5. 根据权利要求4所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述第一透镜组具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

6. 一种内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,

一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,

在将所述第二透镜组的焦距定义为 f_2 且单位为mm,将所述第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为mm的情况下,满足如下的条件式:

$$0.2 < f_2/f_3 < 0.7,$$

所述第一透镜组具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

7. 根据权利要求6所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

满足如下的条件式:

$0.2 < f_2/f_3 < 0.4$ 。

8. 根据权利要求1或2或6所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

在将所述第一透镜组的焦距定义为 f_1 且单位为mm,将所述第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为mm的情况下,满足如下的条件式:

$0.7 < |f_3/f_1| < 3.5$ 。

9. 根据权利要求8所述的内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

满足如下的条件式:

$1.2 < |f_3/f_1| < 3.2$ 。

10. 一种内窥镜用变焦光学系统,其特征在于,

所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,

一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,

在所述第一透镜组与所述第二透镜组之间具有光圈,所述光圈在光轴上与所述第二透镜组一体地移动,

所述第一透镜组具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

11. 一种内窥镜,其特征在于,所述内窥镜在末端组装有权利要求1至10中任一项所述的内窥镜用变焦光学系统。

12. 一种内窥镜系统,其特征在于,包括:

权利要求11所述的内窥镜;

光源装置,向所述内窥镜供给照射光;以及

图像处理装置,对从所述内窥镜输出的图像信号进行处理。

内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统。

背景技术

[0002] 在医疗领域中,作为用于观察患者的体腔内的设备,一般已知有内窥镜(光纤镜或者电子镜),并已经供实际应用。在这种内窥镜中,为了细致地进行病变观察,而搭载了具有变焦功能的变焦光学系统。

[0003] 例如在日本专利第3845331号公报(以下,记作“专利文献1”)中记载了一种内窥镜用变焦光学系统的具体构成。专利文献1所记载的内窥镜用变焦光学系统构成为,从物体侧起依次由具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组、具有正放大率的第三透镜组、具有负放大率的第四透镜组构成,通过以不使从第一透镜组至像面的全长变化为前提,一边使物体距离变化一边使第二以及第三透镜组移动,而能够保持对焦状态不变地使整个系统的焦距变化。

实用新型内容

[0004] 近年来,搭载于电子镜等电子设备的固体摄像元件为了响应小型化的要求,而采用了适合短的出射光瞳距离的构成。另一方面,专利文献1所记载的内窥镜用变焦光学系统由于从第三透镜组射出的光线入射到第四透镜组(凹凸透镜)的物体侧面(凹面)的光线高度比较低的位置,并在像侧面(凸面)的光线高度比较高的位置以强大的正放大率折射,因此出射光瞳距离变长。因此,若将专利文献1所记载的内窥镜用变焦光学系统与适合短出射光瞳距离的构成的固体摄像元件进行组合,则由于角度小的光线(接近远心的状态的光线)入射到固体摄像元件的周边像素,因此被指出存在无法在周边像素中高效地获取来自被摄体的光这一问题。

[0005] 本实用新型是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的内窥镜用变焦光学系统、包括该内窥镜用变焦光学系统的内窥镜以及包括该内窥镜的内窥镜系统。

[0006] 本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统,具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,第一透镜组、第二透镜组以及第三透镜组从物体起依次排列,一边将第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的该第一透镜组和第三透镜组移动,从而使光学像变焦在将望远端处的该第二透镜组的倍率定义为 m_{2t} 并将广角端处的第二透镜组的倍率定义为 m_{2w} 的情况下,满足如下的条件式:

[0007] $-1 < m_{2t} < m_{2w} < -0.35$ 。

[0008] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透

镜的第三透镜组,第一透镜组、第二透镜组以及第三透镜组从物体起依次排列,一边将第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的该第一透镜组和第三透镜组移动,从而使光学像变焦,在将第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为mm,将广角端处的第一透镜组至该第三透镜组的合成焦距定义为 f_w 且单位为mm的情况下,满足如下的条件式:

[0009] $4 < f_3/f_w < 11$ 。

[0010] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,满足如下的条件式:

[0011] $6 < f_3/f_w < 10$ 。

[0012] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,第三透镜组仅具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜。

[0013] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,第一透镜组至少具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

[0014] 另外,在本实用新型的一实施方式中,第一透镜组例如具备具有负放大率的两个透镜和具有正放大率的透镜。

[0015] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,在将第二透镜组2 的焦距定义为 f_2 且单位为mm、将第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为 mm的情况下,满足如下的条件式:

[0016] $0.2 < f_2/f_3 < 0.7$ 。

[0017] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,满足如下的条件式:

[0018] $0.2 < f_2/f_3 < 0.4$ 。

[0019] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,在将第一透镜组的焦距定义为 f_1 且单位为mm,将第三透镜组的焦距定义为 f_3 且单位为mm的情况下,满足如下的条件式:

[0020] $0.7 < |f_3/f_1| < 3.5$ 。

[0021] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,满足如下的条件式:

[0022] $1.2 < |f_3/f_1| < 3.2$ 。

[0023] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦,在第一透镜组与第二透镜组之间具有光

圈,光圈在光轴上与第二透镜组一体地移动。

[0024] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有从物体起依次排列的正透镜和负透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦。

[0025] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统也可以构成为,所述内窥镜用变焦光学系统具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及仅具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组,所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组从物体起依次排列,一边将所述第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定,一边使所述第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的所述第一透镜组和所述第三透镜组移动,从而使光学像变焦。

[0026] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜是在末端组装有上述的内窥镜用变焦光学系统的设备。

[0027] 另外,本实用新型的一实施方式的内窥镜系统具备:上述的内窥镜;光源装置,向内窥镜供给照射光;以及图像处理装置,对从内窥镜输出的图像信号进行处理。

[0028] 根据本实用新型的一实施方式,可提供一种适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的内窥镜用变焦光学系统、具备该内窥镜用变焦光学系统的内窥镜以及具备该内窥镜的内窥镜系统。

附图说明

[0029] 图1是表示本实用新型的一实施方式的电子镜的外观的外观图。

[0030] 图2是表示本实用新型的实施例1的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0031] 图3是本实用新型的实施例1的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0032] 图4是表示本实用新型的实施例2的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0033] 图5是本实用新型的实施例2的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0034] 图6是表示本实用新型的实施例3的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0035] 图7是本实用新型的实施例3的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0036] 图8是表示本实用新型的实施例4的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0037] 图9是本实用新型的实施例4的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0038] 图10是表示本实用新型的实施例5的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0039] 图11是本实用新型的实施例5的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0040] 图12是表示本实用新型的实施例6的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0041] 图13是本实用新型的实施例6的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

[0042] 图14是表示本实用新型的实施例7的内窥镜用变焦光学系统的构成的透镜配置图。

[0043] 图15是本实用新型的实施例7的内窥镜用变焦光学系统的各种像差图。

具体实施方式

[0044] 以下,参照附图,对本实用新型的一实施方式的内窥镜用变焦光学系统、组装有该内窥镜用变焦光学系统的电子镜以及包括该电子镜的内窥镜系统进行说明。

[0045] 图1是表示本实用新型的一实施方式的内窥镜系统SYS的外观的外观图。如图1所示,内窥镜系统SYS包括电子镜1和处理器2。

[0046] 电子镜1包括通过具有挠性的护套11a而外装的插入部挠性管11。插入部挠性管11的末端部分(弯曲部14)根据来自连结于插入部挠性管11的基端的手边操作部13的远程操作(具体而言是弯曲操作旋钮13a的旋转操作)而弯曲。弯曲机构是组装于一般的内窥镜中的公知的机构,通过与弯曲操作旋钮13a的旋转操作连动的操作线的牵引,而使弯曲部14弯曲。在弯曲部14的末端连结有通过具有硬质性的树脂制壳体而外装的末端部12的基端。末端部12的方向根据弯曲操作旋钮13a的旋转操作所引起的弯曲动作而变化,由此使得电子镜1的摄影区域移动。

[0047] 在末端部12的树脂制壳体的内部组装有内窥镜用变焦光学系统100(图1中斜线所示的块)。内窥镜用变焦光学系统100为了获取摄像区域中的被摄体的图像数据,而使来自被摄体的光成像于固体摄像元件(省略图示)的光接收面上。作为固体摄像元件,例如可以列举CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合器件)图像传感器、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor,互补金属氧化物半导体)图像传感器。

[0048] 从手边操作部13延伸有通用缆线15,在其基端连接有连接器部16。连接器部16与设置于处理器2的前置面板面的连接器部电连接并且光学连接。

[0049] 处理器2内置有光源装置21和图像处理装置22。在光源装置21中组装有氙灯、卤素灯、水银灯、金属卤化物灯等高亮度灯或者LED(Light Emitting Diode,发光二极管)、LD(Laser Diode,激光器二极管)等半导体发光元件。从光源装置21照射的照射光在电子镜1的LCB(Light Carrying Bundle,光导束)内传播(即,照射光被供给到电子镜1),由配置于末端部12内的LCB的出射端面出射,并经由配置于末端部12的末端面的配光透镜而照射到体腔内的生物组织。来自被照射光照射到的被摄体的返回光经由内窥镜用变焦光学系统100在固体摄像元件的光接收面上对光学像进行成像。

[0050] 固体摄像元件将光接收面上的由各像素成像的光学像作为与光量相应的电荷存储,并作为图像信号输出。由固体摄像元件输出的图像信号经由连接器部16内装备的驱动器电路输出至图像处理装置22。图像处理装置22在对输入的图像信号实施了去马赛克处理、矩阵运算、Y/C分离等预定的信号处理之后,生成显示图像数据,并将所生成的显示图像数据转换为预定的视频格式信号。转换后的视频格式信号被输出到监视器等显示装置(未图示)。由此,将体腔内的图像显示于显示装置的显示画面。

[0051] 在本实施方式中,在处理器2内装备有光源装置21和图像处理装置22,但在其他实施方式中,光源装置21与图像处理装置22也可以作为分体的装置构成。

[0052] 图2是表示本实用新型的实施例1(之后详细叙述)的内窥镜用变焦光学系统100以及配置于其后段的光学部件的配置的剖面图。图2(a)、图2(b)分别是表示变焦位置处于广角端和望远端时的透镜配置的剖面图。接着,引用图2,对本实用新型的一实施方式的内窥

镜用变焦光学系统100 进行详细的说明。

[0053] 如图2所示,内窥镜用变焦光学系统100从物体(被摄体)侧起依次具备具有负放大率的第一透镜组G1、光圈S、具有正放大率的第二透镜组 G2、第三透镜组G3。内窥镜用变焦光学系统100一边将第一透镜组G1 的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离(即,内窥镜用变焦光学系统100 的全长)(与物体距离无关而始终)保持为恒定,一边使第二透镜组G2 相对于作为固定透镜组的第一透镜组G1以及第三透镜组G3沿光轴方向 AX移动,从而在保持对焦状态的同时,使整个系统的焦距(从第一透镜组G1至第三透镜组的合成焦距)变化,形成使光学像变焦的构成。内窥镜用变焦光学系统100的广角端的视场角为 120° 以上(半视场角为 60° 以上)。构成各透镜组G1~G3的各光学透镜具有以内窥镜用变焦光学系统100的光轴AX为中心旋转对称的形状。在第三透镜组G3的后段配置有固体摄像元件用的颜色修正滤光器F。颜色修正滤光器F粘接在保护固体摄像元件的防护玻璃CG上。

[0054] 在手边操作部13设置有用操作变焦机构的变焦按钮。操作变焦按钮时的操作信号被输入到在收纳于连接器部16内的基板上安装的驱动控制电路。驱动控制电路根据操作信号来驱动配置于手边操作部13内的马达。马达的驱动经由连结于马达的齿轮以及从手边操作部13跨越末端部 12延伸的转矩线,传递到配置于末端部12内的齿轮。凸轮与配置于末端部12内的齿轮的旋转连动地运动,与凸轮连结的凸轮环沿光轴方向AX 移动。在凸轮环内收纳有第二透镜组G2。即,第二透镜组G2根据使用者所进行的变焦按钮的操作而沿光轴方向AX移动。通过第二透镜组G2沿光轴方向AX移动,从而在保持对焦状态的同时,使整个系统的焦距变化,从而光学像变焦。

[0055] 即,电子镜1采用如下构成:包括驱动控制电路、根据由驱动控制电路输出的控制信号而驱动的马达、将马达的驱动力传递到第二透镜组G2 的传递机构(连结于马达的齿轮、转矩线、末端部12内的齿轮、凸轮、凸轮环),通过将驱动力传递到第二透镜组G2,使得第二透镜组G2相对于作为固定透镜组的第一透镜组G1以及第三透镜组G3沿光轴方向AX 移动。

[0056] 第一透镜组G1是配置于比光圈S靠物体侧的具有负放大率的透镜组。在图2的例子中,第一透镜组G1采用了包含两片负透镜和一片正透镜的构成。具体而言,第一透镜组G1从物体侧起依次至少包括具有负放大率的透镜L1、具有负放大率的透镜L2、具有正放大率的透镜L3。记载为“至少包括”是因为,在本实用新型的技术思想的范围内也可以具有追加配置平行平板等其他光学元件的构成例。在第二透镜组G2、第三透镜组G3 的说明中,也出于相同的理由表述为“至少包括”。这样,通过将第一透镜组G1设为将组内的负放大率分散且具有正放大率的构成,从而作为组良好地抑制了彗形像差以及色像差的产生。由此,抑制了整个系统中的像差变动,从广角端直至望远端维持良好的像差性能。

[0057] 此外,在图2(a)的例子中,第一透镜组G1作为整体采用了三片构成,但在另一例中,也可以具有两片构成(例如后述的实施例6、7)。另外,透镜L2与透镜L3也可以作为接合透镜构成(例如后述的实施例5)。

[0058] 第二透镜组G2是配置于光圈S的紧后方的具有正放大率的透镜组。在图2的例子中,第二透镜组G2从物体侧起至少包括透镜L4、L5、接合透镜CL1。为了抑制色像差的变化,接合透镜CL1将正负2片透镜(透镜L6、L7)接合而成。在图2的例子中,接合透镜CL1中,负透镜(透镜L5)配置于物体侧,正透镜(透镜L6)配置于像侧,但在其他实施方式中,也可以是正

透镜配置于物体侧,负透镜配置于像侧。

[0059] 第二透镜组G2为了将在固体摄像元件的光接收面上成像的光学像变焦,而与光圈S一体地沿光轴AX方向移动。通过使第二透镜组G2与光圈S一体地移动,来有效地抑制处于望远端时的像散的产生。此外,在图2(a)的例子中,第二透镜组G2作为整体采用了4片构成,但在其它例中,也可以具有3片构成(例如后述的实施例3)。另外,第二透镜组G2也可以由两个接合透镜构成(例如后述的实施例4)。

[0060] 光圈S是具有以光轴AX为中心的预定的圆形开口的板状部件,或者第二透镜组G2的距光圈S最近的透镜面(在图2的构成例中是透镜L4 的物体侧面r8)、并且是以光轴AX为中心的规定的圆形区域以外被涂敷的遮光膜。光圈S的厚度与构成内窥镜用变焦光学系统100的各光学透镜的厚度相比非常薄,在计算内窥镜用变焦光学系统100的光学性能方面也可以忽略。因此,在本说明书中,将光圈S的厚度视为零来进行说明。

[0061] 第三透镜组G3至少包括凸面朝向物体侧且具有正放大率的凹凸透镜(透镜L8)。举例来说,第三透镜组G3为单片构成(仅包括凸面朝向物体侧且具有正放大率的凹凸透镜的构成)。在第三透镜组G3中,若透镜彼此产生偏心,则有像差(特别是像散)增大的担心。在将第三透镜组G3 做成单片构成的情况下,具有避免这种像差产生的优点。

[0062] 另外,第三透镜组G3也可以是从物体侧起依次配置有正透镜和负透镜的构成。该正透镜具有与凸面朝向物体侧且具有正放大率的单片构成的凹凸透镜的凸面(物体侧面)同等的放大率。另外,该负透镜具有与凸面朝向物体侧且具有正放大率的单片构成的凹凸透镜的凹面(像侧面)同等的放大率。即,利用正透镜和负透镜这两片透镜,具有与透镜L8同等的放大率。

[0063] 另外,第三透镜组G3也可以是由凸面朝向物体侧且具有正放大率的凹凸透镜和具有负放大率的透镜构成的结构(利用两片透镜具有与透镜 L8同等的放大率的结构)。

[0064] 这样,通过将凸面朝向物体侧且具有正放大率的凹凸透镜(透镜L8) 配置于第二透镜组G2的像侧,能够在抑制对整个系统的焦距的影响的同时,减少像面弯曲(像散)。另外,通过将这样配置的该透镜L8与为了小型化而加强了负放大率的设计的第一透镜组G1组合,使得佩兹伐和数接近零。

[0065] 另外,一般来说,若使具有正放大率的可动透镜组向望远端侧移动,则子午像面比弧矢像面靠下,产生像散。但是,在图2的例子中,通过将凸面朝向物体侧且具有正放大率的凹凸透镜(透镜L8)配置于可动透镜组(第二透镜组G2)的像侧,从而在使第二透镜组G2移动到望远端侧时,透过透镜8的周边光线有助于像散的修正。

[0066] 例如,考虑在可动透镜组的像侧配置凹面朝向物体侧的凹凸透镜作为最终透镜的构成。在该构成中,从可动透镜射出的光线入射到凹面(凹凸透镜的物体侧面)的光线高度比较低的位置,并在凸面(凹凸透镜的像侧面)的光线高度比较高的位置以强大的正放大率折射。因此,子午像面成为下方,并且出射光瞳距离变长,角度小的光线(接近远心的状态的光线)入射到固体摄像元件的周边像素。在固体摄像元件适合短出射光瞳距离的情况下,无法在周边像素中高效地获取来自被摄体的光。

[0067] 与此相对,在图2的例子中,通过使内窥镜用变焦光学系统100的最终透镜面(透镜L8的像侧面)为凹面,与使最终透镜面为凸面的情况相比,能够增大光线向固体摄像元件的周边像素的入射角度。因此,在固体摄像元件适合短出射光瞳距离的情况下,在周边像素中

高效地获取来自被摄体的光。另外,由于适当地实现了内窥镜用变焦光学系统100与固体摄像元件间的短出射光瞳距离化,因此能够缩短电子镜1的末端部12的全长。

[0068] 另外,在图2的例子中,通过配置凸面朝向物体侧的凹凸透镜(透镜 L8)作为第三透镜组G3,使得从第二透镜组G2射出的光线入射到透镜 L8的凸面的光线高度比较高的位置。因此,无需在第一透镜组G1以及第二透镜组G2中使光线大幅度折射,就可抑制第一透镜组G1以及第二透镜组10G2的放大率。换言之,第一透镜组G1以及第二透镜组G2的误差灵敏度降低,有助于成品率的提高。

[0069] 内窥镜用变焦光学系统100在将望远端的第二透镜组G2的倍率定义为 m_{2t} 并将广角端的第二透镜组G2的倍率定义为 m_{2w} 的情况下,成为满足如下的条件式(1)的构成:

[0070] $-1 < m_{2t} < m_{2w} < -0.35 \cdots (1)$

[0071] 通过满足条件式(1),能够将内窥镜用变焦光学系统100在设为适合细致的焦点调整的构成的同时设计为小型化。

[0072] 在条件式(1)中的倍率 m_{2w} 为右边的值以上的情况下,由于广角端的第二透镜组G2的倍率 m_{2w} 较低,因此变焦所需的第二透镜组G2的移动量变大,内窥镜用变焦光学系统100的全长变长。其结果,在收纳全长较长的内窥镜用变焦光学系统100是必要性上,必须加长作为硬质部分的电子镜1的末端部12的全长。另外,在条件式(1)中的倍率 m_{2w} 为右边的值以上的情况下,由于望远端的第二透镜组G2的倍率 m_{2t} 相对变大,因此使第二透镜组G2移动时的最佳物体距离的变化变大。因此,不再能够进行细致的焦点调整。

[0073] 若考虑观察体腔内时的电子镜1的使用便利性,则最佳物体距离优选的是从广角端起越是接近望远端而越短,在到达望远端时达到最短。但是,在条件式(1)中的倍率 m_{2t} 为左边的值以下的情况下,最良物体距离在到达望远端之前达到最短。因此,观察体腔内时的电子镜1的使用便利性变差。

[0074] 内窥镜用变焦光学系统100在将第三透镜组G3的焦距定义为 f_3 (单位:mm)、将广角端的整个系统的焦距定义为 f_w (单位:mm)的情况下,成为满足如下的条件式(2)的构成:

[0075] $114 < f_3/f_w < 11 \cdots (2)$

[0076] 通过满足条件式(2),可良好地校正各像差(主要是像散、色像差、彗形像差以及像面弯曲),并且抑制阴影的产生。

[0077] 在条件式(2)中的中间的值右边的值以上的情况下,由于第三透镜组G3的放大率变得过弱,因此难以良好地校正像散。另外,在条件式(2)中的中间的值右边的值以上的情况下,第三透镜组G3具有过大的凹凸形状,由此导致色像差以及彗形像差增加。

[0078] 在条件式(2)中的中间的值左边的值以下的情况下,第三透镜组 G3的放大率变得过强、或者第三透镜组G3的凹面的曲率相对于凸面的曲率变得过小,导致佩兹伐和数增加,产生较大的像面弯曲。另外,在条件式(2)中的中间的值左边的值以下的情况下,光向固体摄像元件间的入射角度变得过小,导致产生阴影而摄像图像恶化。

[0079] 内窥镜用变焦光学系统100也可以是满足如下的条件式(3)的构成:

[0080] $6 < f_3/f_w < 10 \cdots (3)$

[0081] 由此,可进一步良好地校正各像差(主要是像散、色像差、彗形像差以及像面弯曲),并且进一步抑制阴影的产生。

[0082] 内窥镜用变焦光学系统100在将第二透镜组G2的焦距定义为 f_2 (单位:mm)的情况

下,成为满足如下的条件式(4)的构成:

[0083] $0.2 < f_2/f_3 < 0.7 \cdots (4)$

[0084] 通过满足条件式(4),能够将内窥镜用变焦光学系统100在设为适合细致的焦点调整的构成的同时设计为小型化。

[0085] 在条件式(4)中的中间的值右边的值以上的情况下,由于第二透镜组G2的负放大率变得相对过弱,因此第二透镜组G2的移动量变大,因此不利于内窥镜用变焦光学系统100的小型化。另外,在条件式(4)中的中间的值右边的值以上的情况下,第三透镜组G3对光学像的缩小效果变得过强。无论相对减弱第三透镜组G3对光学像的缩小效果,必须增大第一透镜组G1以及第二透镜组G2的直径。

[0086] 在条件式(4)中的中间的值左边的值以下的情况下,第二透镜组G2的负放大率相对变强,第二透镜组G2的移动量变小。因此,必须以第二透镜组G2的微小的移动进行焦点调整。因此,需要精度较高的焦点调整机构,将会导致电子镜1高成本化或大型化。另外,在条件式(4)中的中间的值左边的值以下的情况下,变焦位置处于广角端、望远端时的光向固体摄像元件的入射角的变化变大。因此,难以适应固体摄像元件的阴影特性。

[0087] 内窥镜用变焦光学系统100还可以成为满足如下的条件式(5)的构成:

[0088] $0.2 < f_2/f_3 < 0.4 \cdots (5)$

[0089] 由此,能够将内窥镜用变焦光学系统100在设为更适合细致的焦点调整的构成的同时进一步设计为小型化。

[0090] 内窥镜用变焦光学系统100在将第一透镜组G1的焦距定义为 f_1 (单位:mm)的情况下,成为满足如下的条件式(6)的构成:

[0091] $0.7 < |f_3/f_1| < 3.5 \cdots (6)$

[0092] 通过满足条件式(6),能够在良好地校正各像差(主要是像散以及像面弯曲)的同时设计为小型化。

[0093] 在条件式(6)中的中间的值右边的值以上的情况下,由于第一透镜组G1的放大率变得过强,因此佩兹伐和数向负增加,产生不能利用第三透镜组G3校正的较大的像散以及像面弯曲。

[0094] 在条件式(6)中的中间的值左边的值以下的情况下,由于第一透镜组G1的放大率变得过弱,因此必须增大第一透镜组G1的直径。另外,在条件式(6)中的中间的值左边的值以下的情况下,由于第三透镜组G3的放大率变得过强,因此彗形像差的产生增加,并且变焦位置处于广角端、望远端时的光向固体摄像元件的入射角的变化变大。因此,难以适应固体摄像元件的阴影特性。

[0095] 内窥镜用变焦光学系统100还可以是满足如下的条件式(7)的构成:

[0096] $1.2 < |f_3/f_1| < 3.2 \cdots (7)$

[0097] 由此,能够在进一步良好地校正各像差(主要是像散以及像面弯曲)的同时,进一步设计为小型化。

[0098] 内窥镜用变焦光学系统100适合例如0.3百万像素以上的固体摄像元件。另外,内窥镜用变焦光学系统100更适合例如1.0百万像素以上的固体摄像元件。另外,内窥镜用变焦光学系统100进一步适合例如1.0百万像素~2.0百万像素的固体摄像元件。

[0099] 接下来,对至此为止说明的内窥镜用变焦光学系统100的具体数值,说明7个实施

例。各数值实施例1~7的内窥镜用变焦光学系统100配置于图1所示的电子镜1的末端部12。

[0100] 实施例1

[0101] 如上述那样,本实用新型的实施例1的内窥镜用变焦光学系统100的构成如图2所示。

[0102] 本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100 (以及配置于其后级的光学部件) 的具体数值构成(设计值)如表1所示。表1的上栏(面数据)所示的面编号NO除了与光圈S对应的面编号7之外,对应于图2中的面标号rn (n是自然数)。在表1的上栏,R (单位:mm)表示光学部件的各面的曲率半径,D (单位:mm)表示光轴AX上的光学部件厚度或者光学部件间隔,N (d)表示d线(波长588nm)的折射率,vd表示d线的阿贝数。

[0103] 表1的下栏(各种数据)对于广角端、望远端分别示出本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100的规格(有效F值、整个系统的焦距(单位:mm)、光学倍率、半视场角(单位:degree)、像高(单位:mm)、组间隔D6(单位:mm)、组间隔D14(单位:mm))。组间隔D6是第一透镜组G1与第二透镜组G2的组间隔。组间隔D14是第二透镜组G2与第三透镜组G3的组间隔。组间隔D6、组间隔D14对应于变焦位置而变化。

[0104] [表1]

[0105] 实施例1

[0106] 面数据

NO	R	D	N (d)	vd
1	INFINITY	0.460	1.88300	40.8
2	1.812	0.801		
3	-1.681	0.805	1.80611	40.7
4	-2.106	0.058		
5	1.850	0.378	1.74950	35.3
6	2.299	D 6		
7 光圈	INFINITY	0.092		
8	2.231	0.345	1.80400	46.6
9	6.668	0.058		
10	1.840	0.396	1.88300	40.8
11	1.365	0.416		
12	-10.619	0.345	1.84666	23.8
13	2.083	0.671	1.72916	54.7
14	-1.834	D14		
15	5.032	0.460	1.72916	54.7
16	16.258	0.779		
17	INFINITY	1.000	1.51407	73.4
18	INFINITY	0.250	1.51000	63.0
19	INFINITY	-		

[0108] 各种数据

	广角	望远
有效 F 值	9.0	11.2
焦距	1.29	1.77
倍率	-0.090	-0.542
半视场角	70.7	40.6
像高	1.32	1.32
D 6	1.658	0.218
D14	0.765	2.205

[0110] 图3(a)的图表A~D是本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图3(b)的图表A~D是本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。图3(a)、(b)的图表A表示d线、g线(波长436nm)、C线(波长656nm)上的球面像差以及轴上色像差。图3(a)、(b)的图表B表示d线、g线、C线上的倍率色像差。在图表A、B中,实线表示d线上的像差,虚线表示g线上的像差,单点划线表示C线上的像差。图3(a)、(b)的图表C表示像散。在图表C中,实线表示弧矢成分,虚线表示子午成分。图3(a)、(b)的图表D表示畸变像差。图表A~C的纵轴表示像高,横轴表示像差量。图表D的纵轴表示像高,横轴表示失真率。此外,关于本实施例1的各表或者各附图的说明,也适

用于之后的各数值实施例中示出的各表或者各附图中。

[0111] 本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100在广角端、望远端的任意一者中都良好地校正了各像差(参照图3),并且配置凸面朝向物体侧的凹凸透镜作为第三透镜组G3(参照图2以及表1),从而成为适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。此外,在广角端与望远端的中间区域,各种像差在图3(a)与图3(b)所示的范围内变化。即,本实施例1的内窥镜用变焦光学系统100的光学性能在从广角端至望远端的各变焦位置为良好。

[0112] 实施例2

[0113] 图4(a)、(b)是表示包含本实施例2的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的配置的剖面图。图4(a)示出变焦位置处于广角端时的透镜配置示。图4(b)示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0114] 图5(a)的图表A~D是本实施例2的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图5(b)的图表A~D是本实施例2的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0115] 表2示出包含本实施例2的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。根据图4以及图5、表2可知,本实施例2的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0116] [表2]

[0117] 实施例2

[0118] 面数据

NO	R	D	N(d)	νd
1	INFINITY	0.350	1.88300	40.8
2	1.372	0.619		
3	-1.251	0.613	1.80611	40.7
4	-1.565	0.044		
5	1.328	0.321	1.74950	35.3
6	1.571	D 6		
7光圈	INFINITY	0.070		
8	2.643	0.263	1.95906	17.5
9	2.469	0.044		
10	1.220	0.404	1.88300	40.8
11	1.202	0.302		
12	24.692	0.263	1.84666	23.8
13	1.338	0.547	1.77250	49.6
14	-1.535	D14		
15	3.810	0.350	1.72916	54.7
16	9.976	0.470		
17	INFINITY	0.876	1.51407	73.4
18	INFINITY	0.263	1.51000	63.0
19	INFINITY	-		

[0120] 各种数据

	广角	望远
有效F值	8.1	10.0
焦距	1.00	1.39
倍率	-0.091	-0.553
半视场角	70.1	40.0
像高	1.00	1.00
D 6	1.221	0.070
D14	0.929	2.080

[0122] 实施例3

[0123] 图6(a)、(b)是表示包含本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的配置的剖面图。图6(a)示出变焦位置处于广角端时的透镜配置。图6(b)示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0124] 图7(a)的图表A~D是本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于

广角端时的各种像差图。图7 (b) 的图表A~D是本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0125] 表3示出包含本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。此外,在表3中,用符号“D12”表示第二透镜组G2与第三透镜组G3的组间隔。根据图6以及图7、表3可知,本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0126] [表3]

[0127] 实施例3

[0128] 面数据

NO	R	D	N(d)	νd
1	INFINITY	0.452	1.88300	40.8
2	2.426	0.663		
3	-1.781	0.791	1.84666	23.8
4	-2.907	0.113		
5	-5.413	0.678	1.77250	49.6
6	-2.647	D 6		
7光圈	INFINITY	0.091		
8	1.734	0.849	1.95906	17.5
9	1.599	0.186		
10	-5.791	0.339	1.92286	18.9
11	2.680	0.551	1.77250	49.6
12	-1.717	D12		
13	3.390	0.565	1.72916	54.7
14	15.844	0.795		
15	INFINITY	0.800	1.51407	73.4
16	INFINITY	0.400	1.51000	63.0
17	INFINITY	-		

[0130] 各种数据

	广角	望远
有效F值	6.8	8.9
焦距	1.31	1.85
倍率	-0.116	-0.567
半视场角	71.2	41.5
像高	1.30	1.30
D 6	1.813	0.080
D12	1.017	2.750

[0132] 实施例4

[0133] 图8 (a)、(b) 是表示包含本实施例4的内窥镜用变焦光学系统100 的各光学部件的配置的剖面图。图8 (a) 示出变焦位置处于广角端时的透镜配置。图8 (b) 示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0134] 图9 (a) 的图表A~D是本实施例4的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图9 (b) 的图表A~D是本实施例4的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0135] 表4示出包含本实施例4的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。此外,在表4中,用符号“D13”表示第二透镜组G2与第三透镜组G3的组间隔。根据图8以及图9、表4可知,本实施例4的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0136] [表4]

[0137] 实施例4

[0138] 面数据

[0139]	NO	R	D	N(d)	νd
	1	INFINITY	0.356	1.88300	40.8
	2	1.300	0.600		
	3	-1.311	0.552	1.84666	23.8
	4	-1.597	0.089		
	5	1.315	0.379	1.77250	49.6
	6	1.585	D 6		
	7 光圈	INFINITY	0.082		
	8	2.670	0.267	1.88300	40.8
	9	1.871	0.623	1.84666	23.8
	10	2.907	0.096		
	11	-12.488	0.267	1.84666	23.8
	12	1.288	0.531	1.77250	49.6
	13	-1.322	D13		
	14	4.647	0.445	1.72916	54.7
	15	14.634	0.429		
	16	INFINITY	1.000	1.51407	73.4
	17	INFINITY	0.200	1.51000	63.0
	18	INFINITY	-		

[0140] 各种数据

[0141]		广角	望远
	有效F值	6.1	7.4
	焦距	1.00	1.34
	倍率	-0.091	-0.531
	半视场角	67.9	41.1
	像高	1.00	1.00
	D 6	1.161	0.120
	D13	1.047	2.088

[0142] 实施例5

[0143] 图10 (a)、(b) 是表示包含本实施例5的内窥镜用变焦光学系统100 的各光学部件的配置的剖面图。图10 (a) 示出变焦位置处于广角端时的透镜配置。图10 (b) 示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0144] 图11 (a) 的图表A~D是本实施例5的内窥镜用变焦光学系统100 中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图11 (b) 的图表A~D是本实施例5的内窥镜用变焦光学系统100 中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0145] 表5示出包含本实施例5的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。此外,在表5中,用符号“D5”表示第一透镜组G1与第二透镜组G2的组间隔,用符号“D13”表示第二透镜组G2 与第三透镜组G3的组间隔。根据图10以及图11、表5可知,本实施例5 的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0146] [表5]

[0147] 实施例5

[0148] [表5]

[0149] 实施例5

[0150] 面数据

NO	R	D	N(d)	νd
1	INFINITY	0.440	1.88300	40.8
2	3.125	0.592		
3	-2.063	1.476	1.88300	40.8
4	-3.400	0.330	1.77250	49.6
5	-2.596	D 5		
6 光圈	INFINITY	0.088		
7	1.497	0.660	1.88300	40.8
8	1.420	0.411		
[0151] 9	-3.050	0.415	1.80400	46.6
10	-1.740	0.296		
11	-9.171	0.554	1.77250	49.6
12	-1.659	0.330	1.95906	17.5
13	-3.495	D13		
14	2.549	0.496	1.72916	54.7
15	3.822	1.149		
16	INFINITY	0.700	1.51407	73.4
17	INFINITY	0.250	1.51000	63.0
18	INFINITY	-		

[0152] 各种数据

	广角	望远
有效 F 值	5.8	7.1
焦距	1.37	1.75
[0153] 倍率	-0.133	-0.565
半视场角	74.4	43.8
像高	1.28	1.28
D 5	1.583	0.115
D13	0.330	1.798

[0154] 实施例6

[0155] 图12(a)、(b)是表示包含本实施例6的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的配置的剖面图。图12(a)示出变焦位置处于广角端时的透镜配置。图12(b)示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0156] 图13(a)的图表A~D是本实施例6的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图13(b)的图表A~D是本实施例6的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0157] 表6示出包含本实施例6的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。此外,在表6中,用符号“D4”表示第一透镜组G1与第二透镜组G2的组间隔,用符号“D12”表示第二透镜组G2与第三透镜组G3的组间隔。根据图12以及图13、表6可知,本实施例6的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0158] [表6]

[0159] 实施例6

[0160] 面数据

NO	R	D	N(d)	νd
1	INFINITY	0.340	1.88300	40.8
2	1.876	0.614		
3	-1.361	0.847	1.88300	40.8
4	-1.636	D 4		
5 光圈	INFINITY	0.111		
6	1.592	0.695	1.88300	40.8
7	1.465	0.315		
[0161] 8	-4.358	0.434	1.80400	46.6
9	-1.471	0.131		
10	12.713	0.548	1.88300	40.8
11	-1.853	0.255	1.95906	17.5
12	-14.011	D12		
13	2.509	0.441	1.72916	54.7
14	4.185	0.618		
15	INFINITY	0.850	1.51407	73.4
16	INFINITY	0.255	1.51000	64.1
17	INFINITY	-		

[0162] 各种数据

	广角	望远
有效 F 值	8.2	9.7
焦距	1.00	1.28
倍率	-0.106	-0.460
半视场角	75.9	46.4
像高	1.00	1.00
D 4	1.030	0.085
D12	0.116	1.062

[0164] 实施例7

[0165] 图14(a)、(b)是表示包含本实施例7的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的配置的剖面图。图14(a)示出变焦位置处于广角端时的透镜配置。图14(b)示出变焦位置处于望远端时的透镜配置。

[0166] 图15(a)的图表A~D是本实施例7的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于广角端时的各种像差图。图15(b)的图表A~D是本实施例7的内窥镜用变焦光学系统100中的变焦位置处于望远端时的各种像差图。

[0167] 表7示出包含本实施例7的内窥镜用变焦光学系统100的各光学部件的具体的数值构成以及规格。此外,在表7中,用符号“D4”表示第一透镜组G1与第二透镜组G2的组间隔,用符号“D12”表示第二透镜组G2与第三透镜组G3的组间隔。根据图14以及图15、表7可知,本实施例7的内窥镜用变焦光学系统100成为在从广角端至望远端的各变焦位置光学性能良好、并且适用于适合短出射光瞳距离的固体摄像元件的构成。

[0168] [表7]

[0169] 实施例7

[0170] 面数据

NO	R	D	N(d)	νd
1	INFINITY	0.335	1.88300	40.8
2	1.819	0.637		
3	-1.257	0.838	1.88300	40.8
4	-1.589	D 4		
5 光圈	INFINITY	0.067		
6	1.427	0.670	1.88300	40.8
7	1.387	0.251		
8	-3.590	0.335	1.80400	46.6
9	-1.410	0.243		
10	-12.863	0.251	1.95906	17.5
11	3.069	0.503	1.77250	49.6
12	-3.069	D12		
13	2.546	0.335	1.72916	54.7
14	3.875	0.574		
15	INFINITY	0.750	1.51407	73.4
16	INFINITY	0.270	1.51000	63.0
17	INFINITY	-		

[0172] 各种数据

	广角	望远
有效 F 值	5.7	7.0
焦距	0.99	1.32
倍率	-0.106	-0.562
半视场角	80.5	42.9
像高	1.00	1.00
D 4	1.274	0.167
D12	0.396	1.502

[0174] (条件式验证)

[0175] 表8是在本实施例1~7的各实施例中使用时(1)~(7)的各条件式时计算出的值的一览表。

[0176] [表8]

[0177] (条件式验证)

[0178]

条件式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7
(1) m_{2w}	-0.455	-0.469	-0.366	-0.408	-0.389	-0.468	-0.469
(1) m_{2t}	-0.954	-0.983	-0.853	-0.945	-0.823	-0.873	-0.949
(2) (3) f_3/f_w	7.6	8.3	4.4	9.2	6.6	7.7	9.3
(4) (5) f_2/f_3	0.29	0.27	0.61	0.24	0.38	0.30	0.25
(6) (7) $ f_3/f_1 $	2.43	2.78	0.81	3.11	1.39	2.27	3.04

[0179] 本实施例1、2、4~7的各实施例的内窥镜用变焦光学系统100如表8所示那样满足条件式(1)~(7)。另外,本实施例3的内窥镜用变焦光学系统100如表8所示那样满足条件式(1)、(2)、(4)以及(6)。由此,在本实施例1~7的各实施例中,起到满足各条件式的而带来的进一步的效果。

[0180] 以上是本实用新型的例示的实施方式的说明。本实用新型的实施方式并不限于上述说明的内容,而是能够在本实用新型的技术思想的范围内进行各种变形。例如,将在说明书中例示地示出的实施方式等或者自明的实施方式等适当地组合而得的内容也包含在本申请的实施方式中。

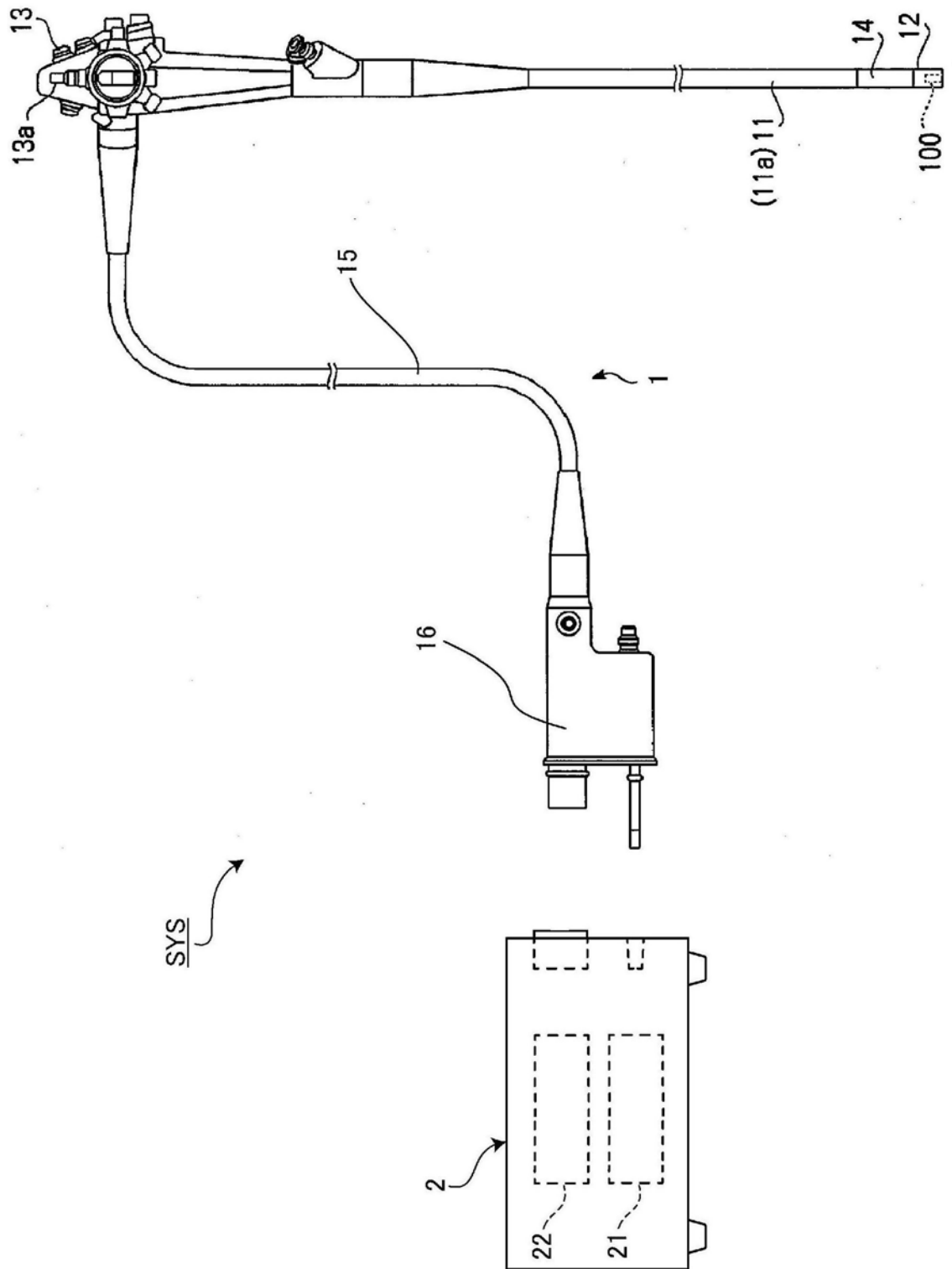


图1

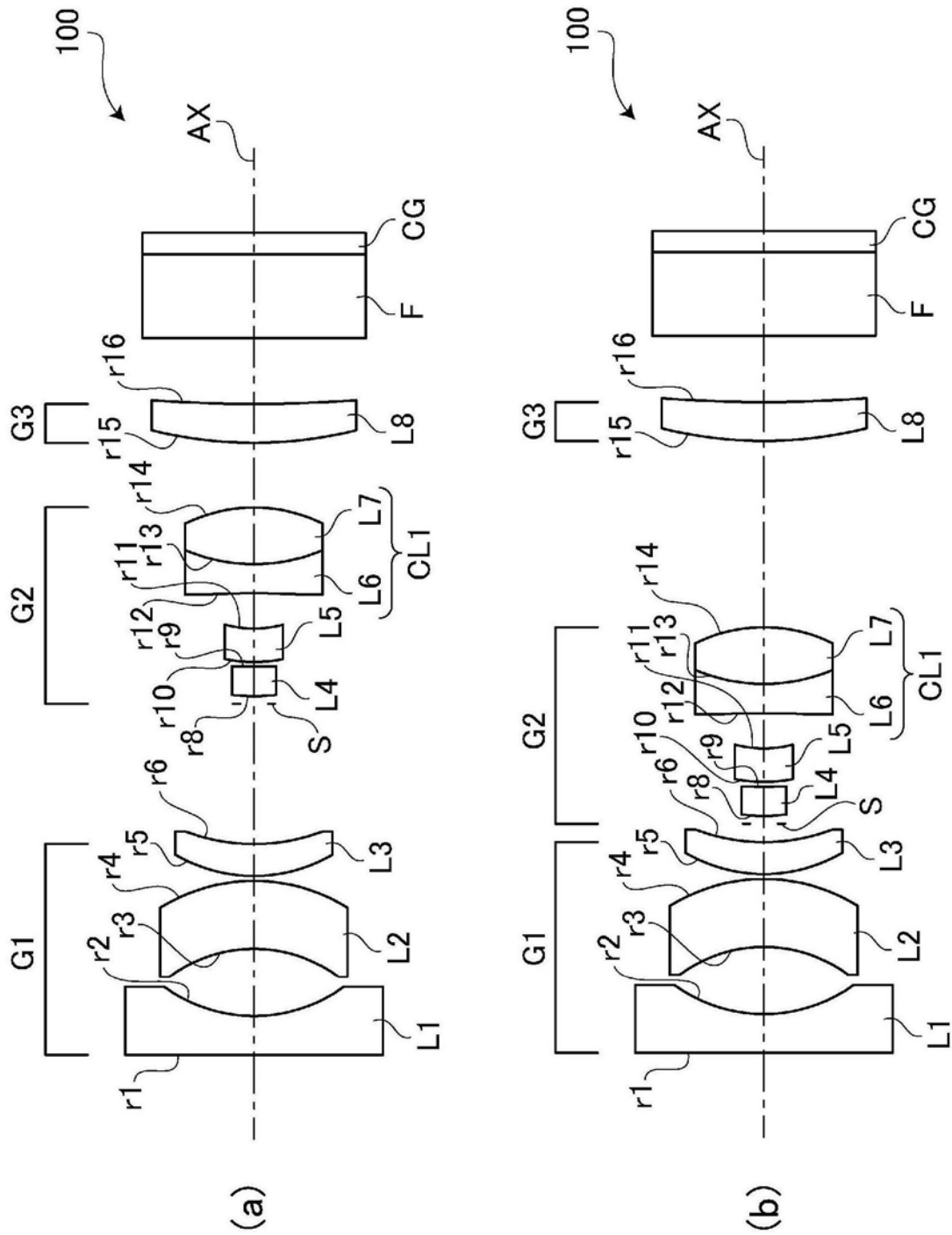


图2

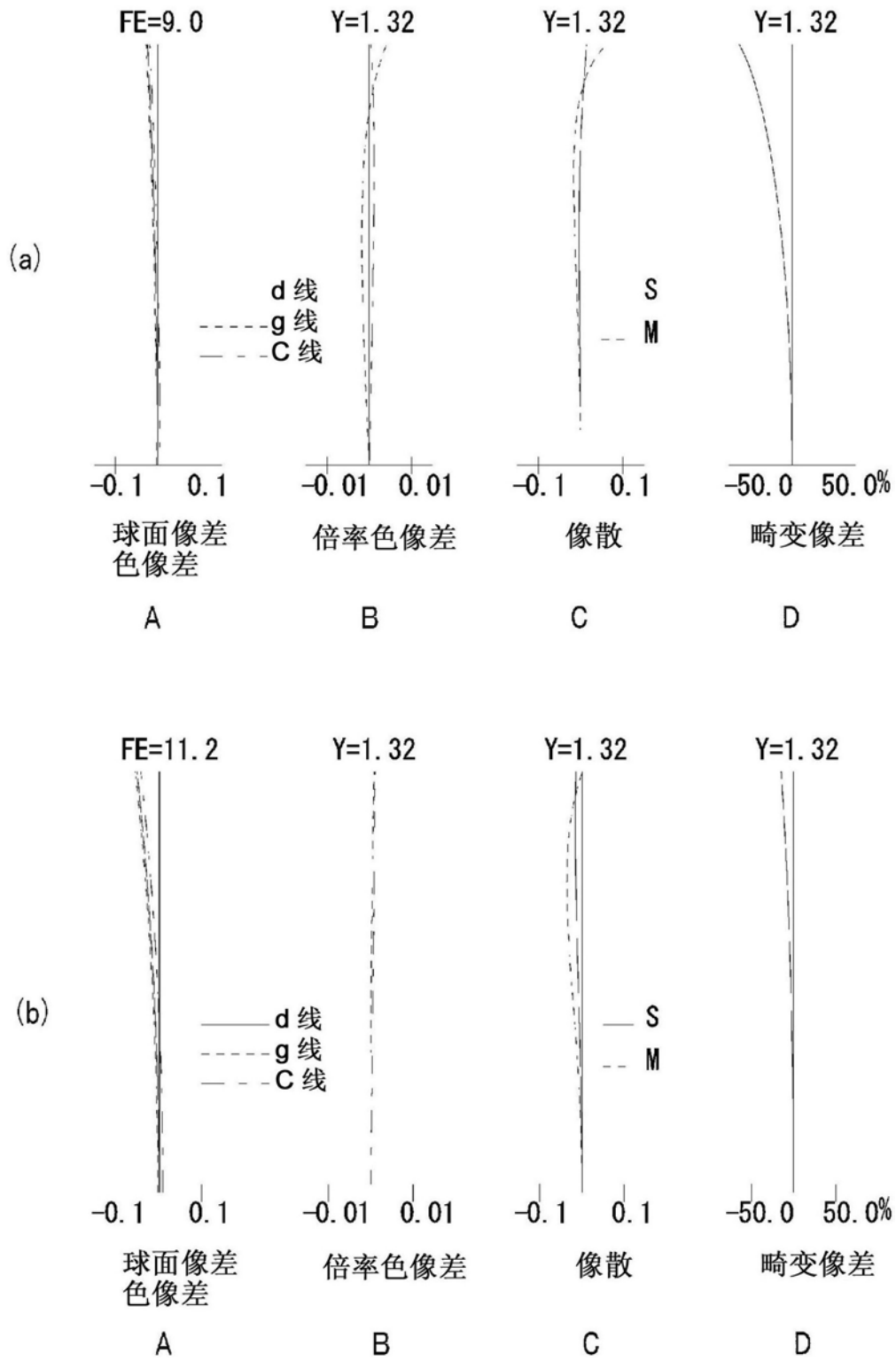


图3

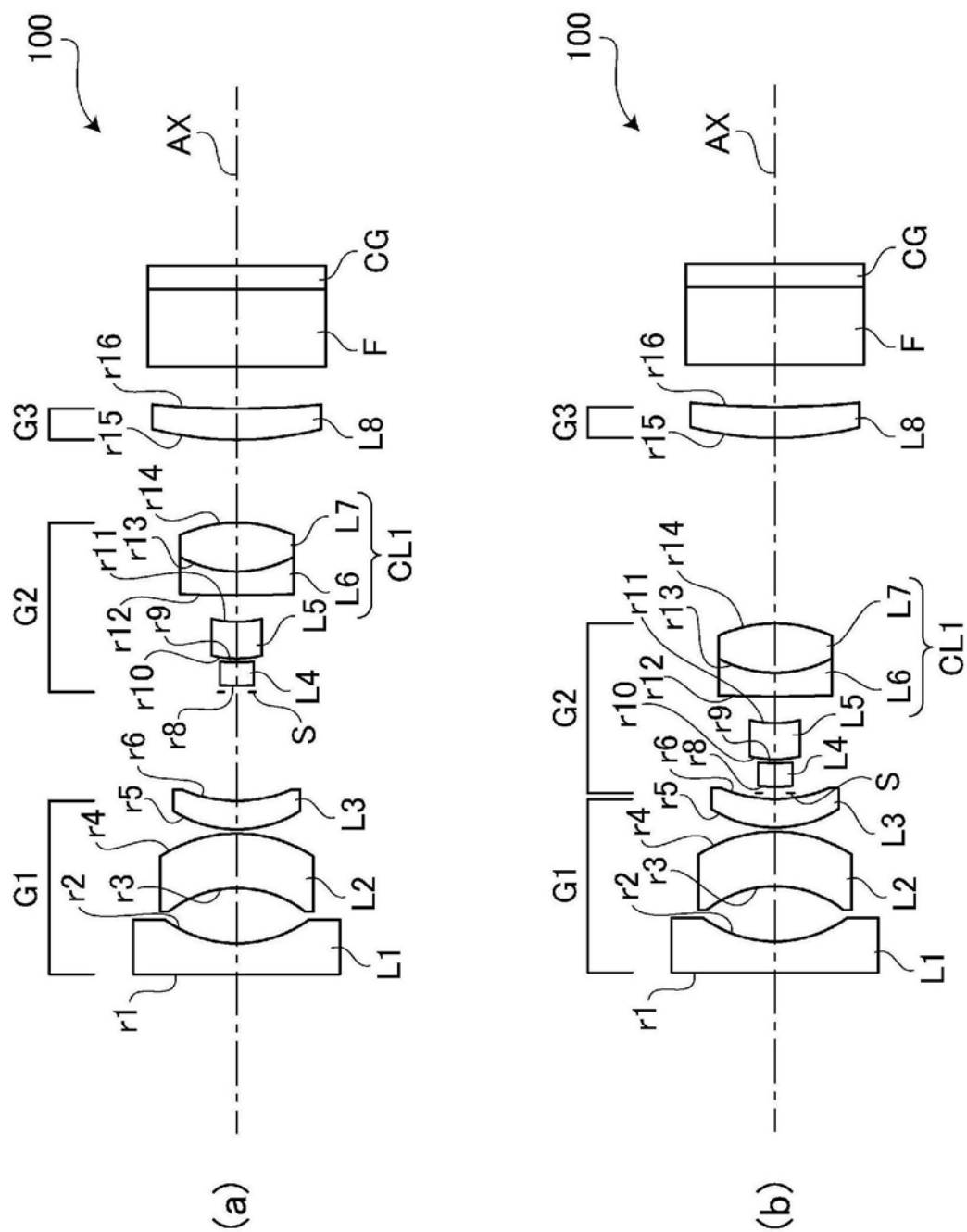


图4

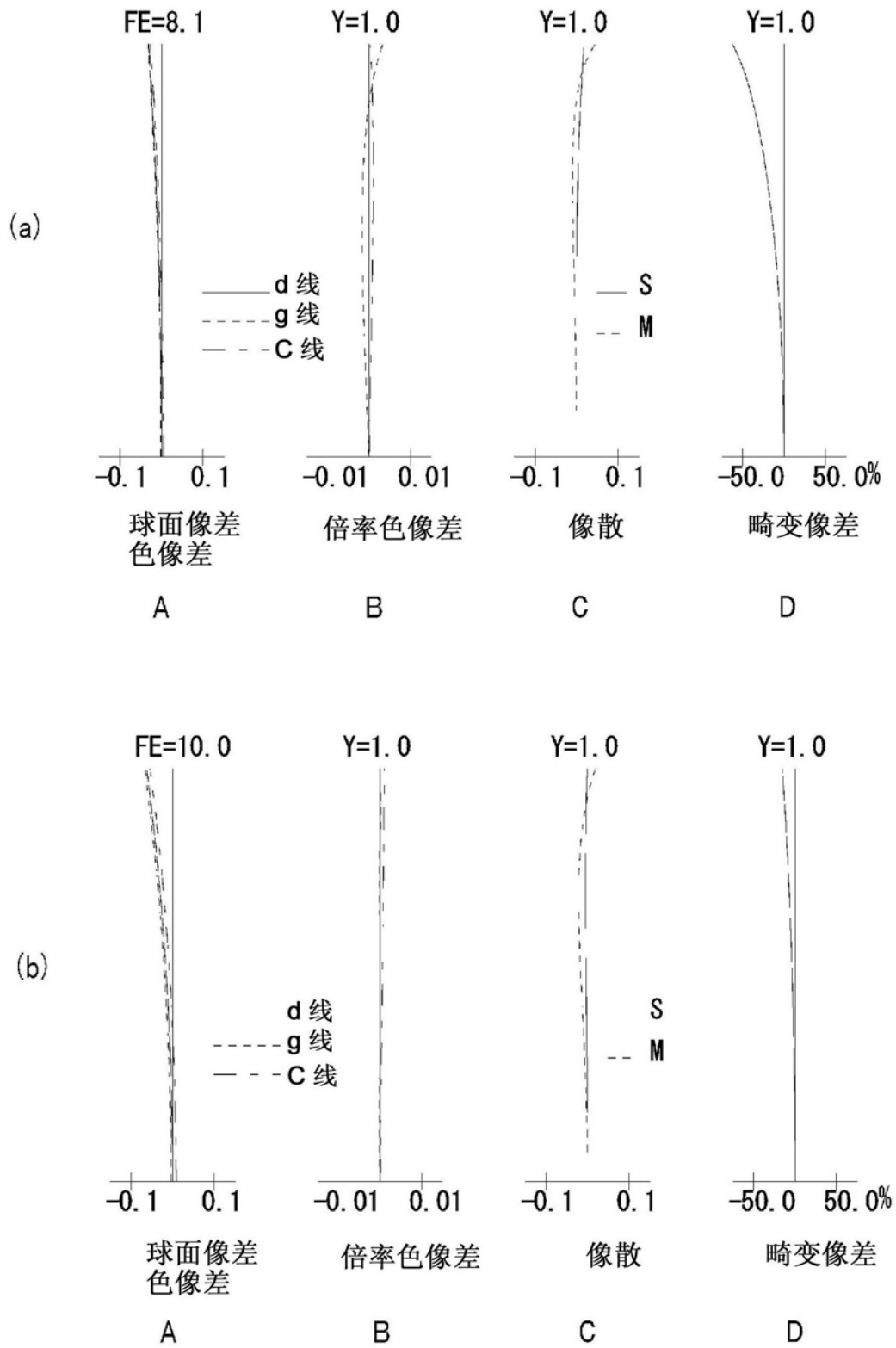


图5

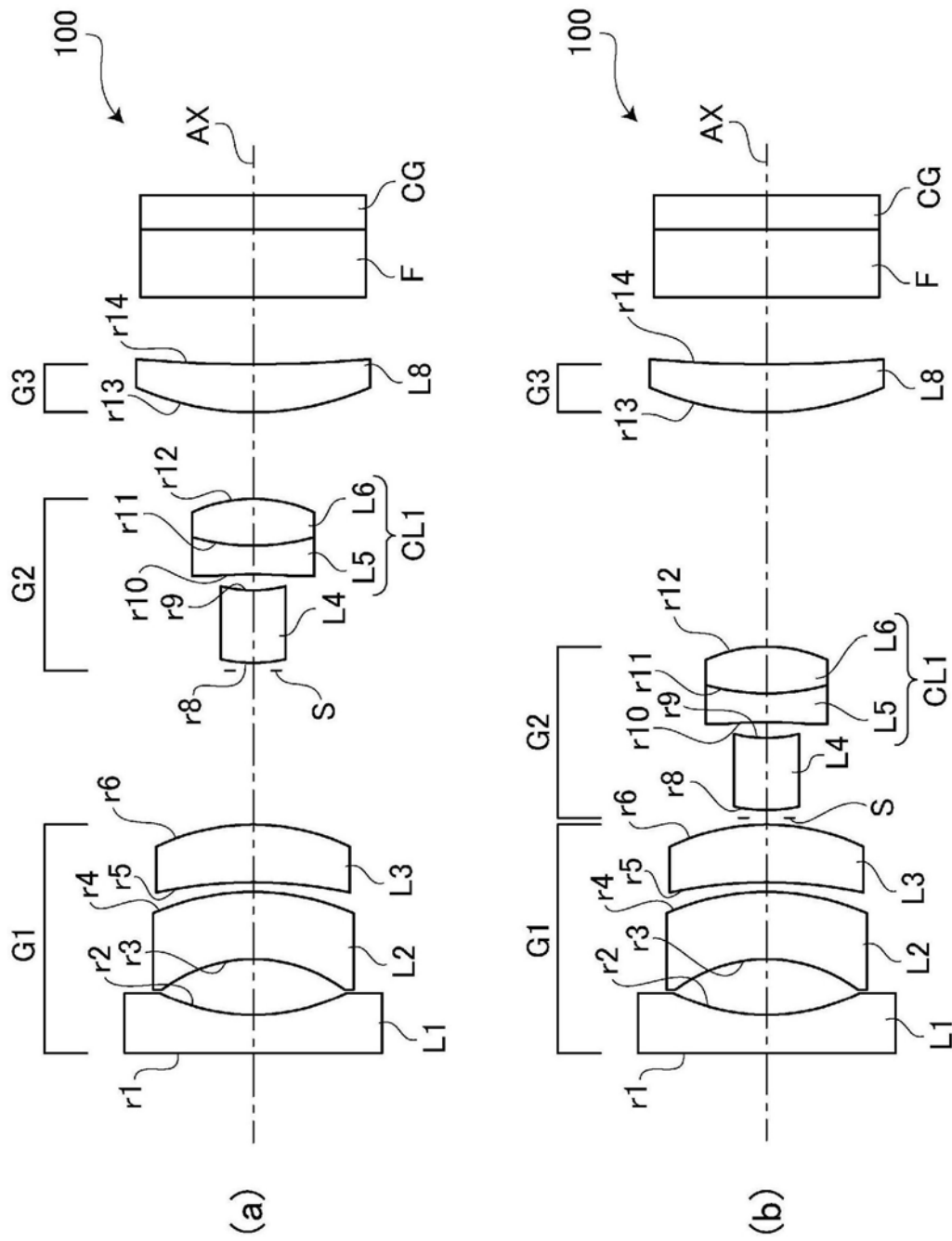


图6

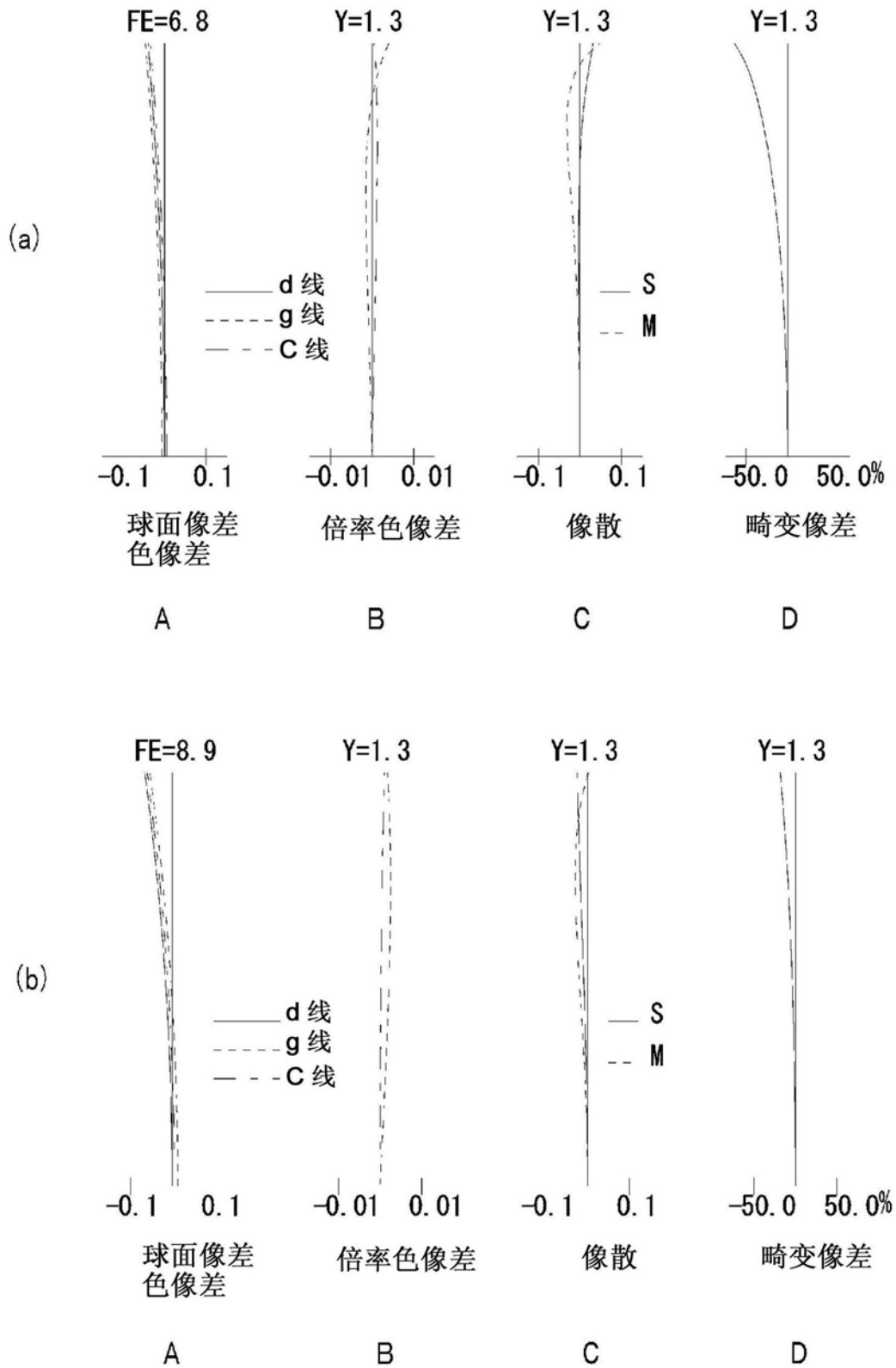


图7

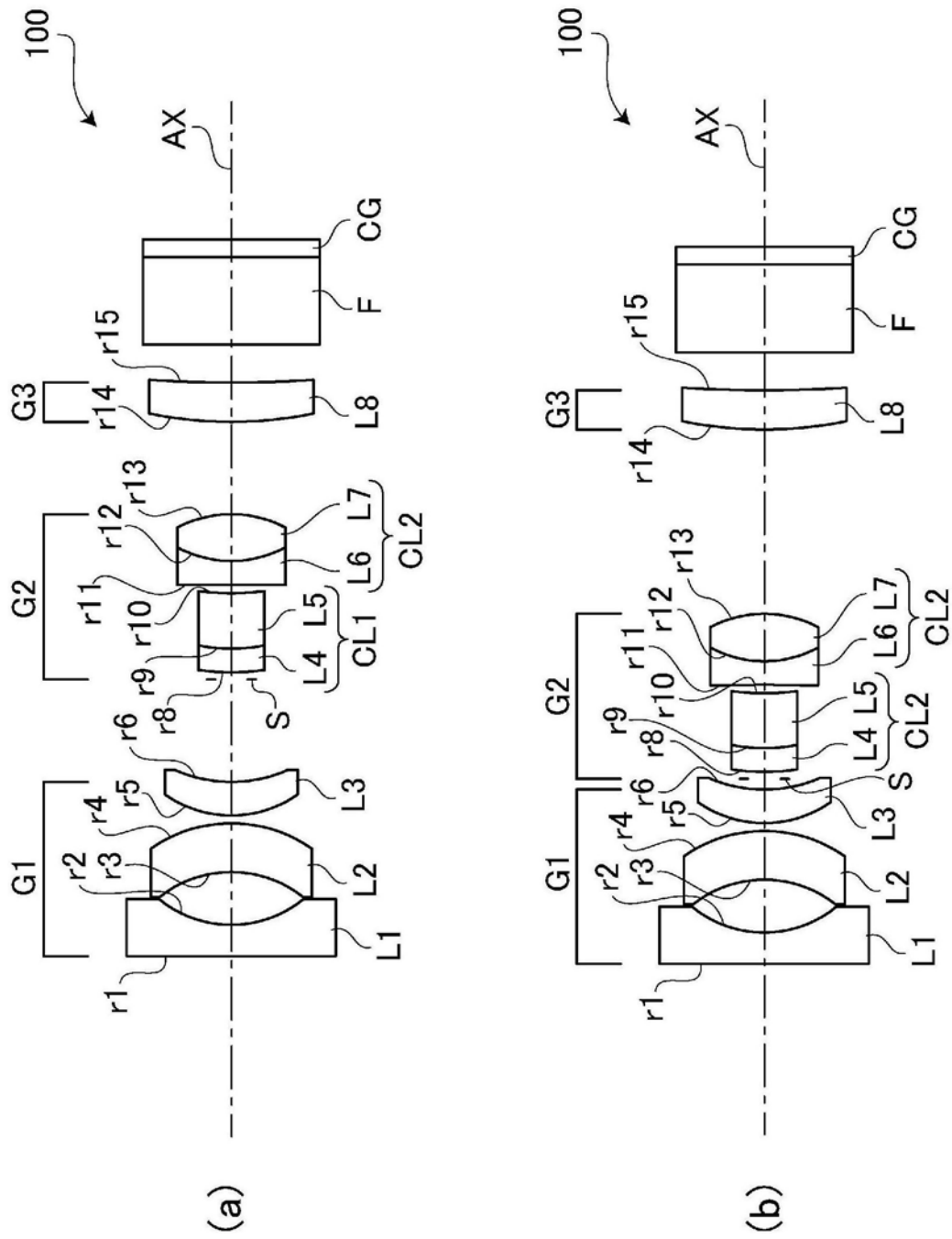


图8

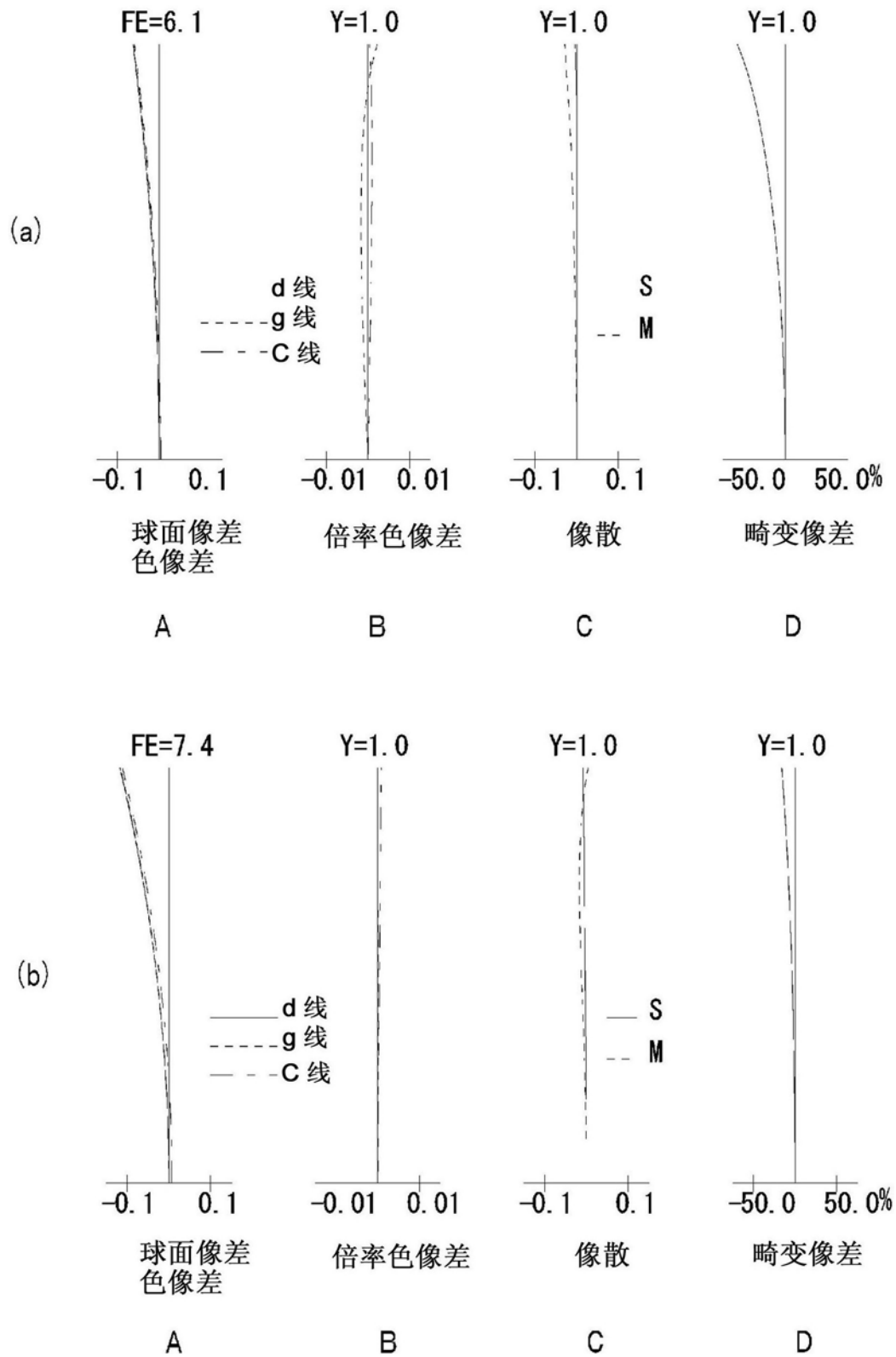


图9

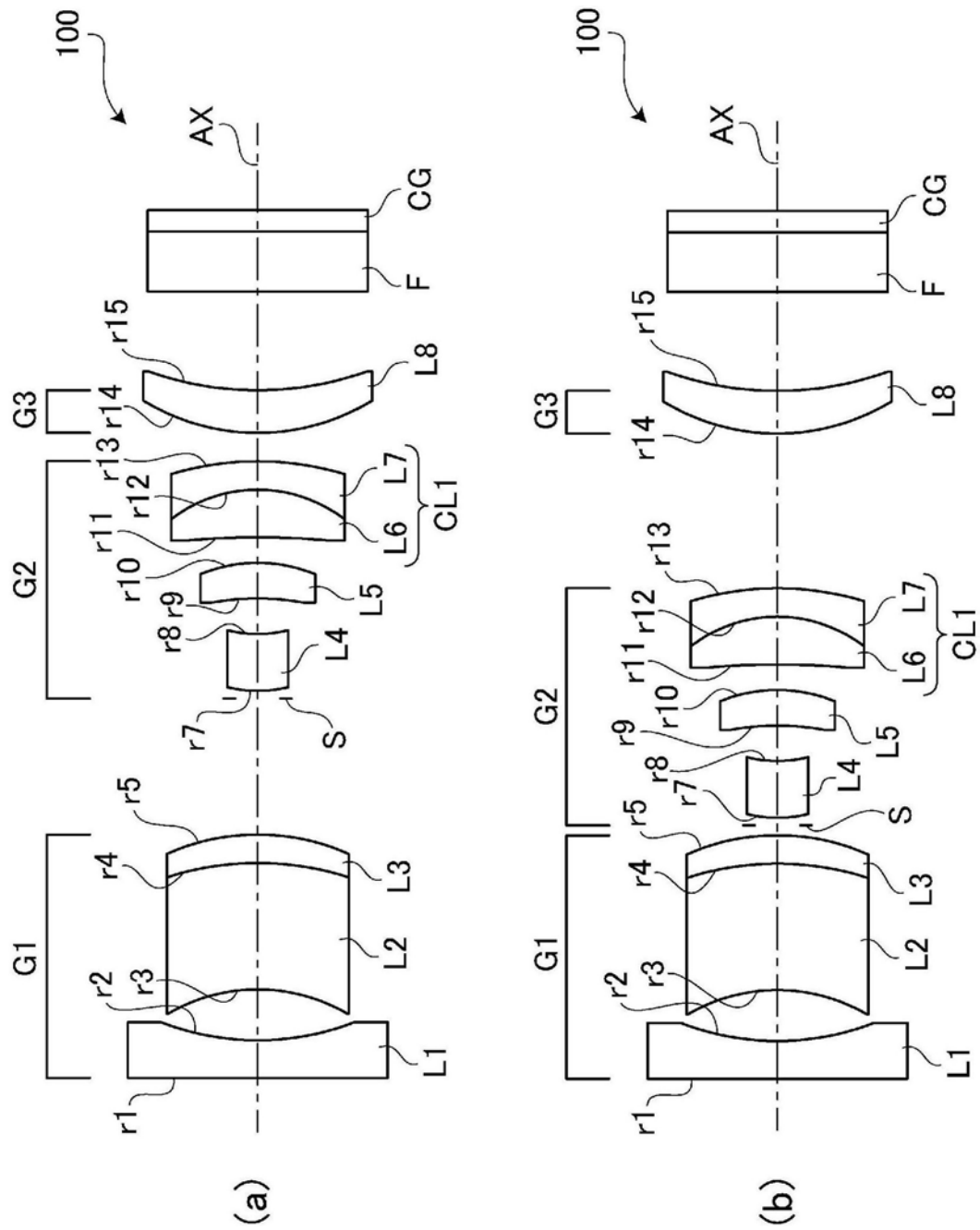


图10

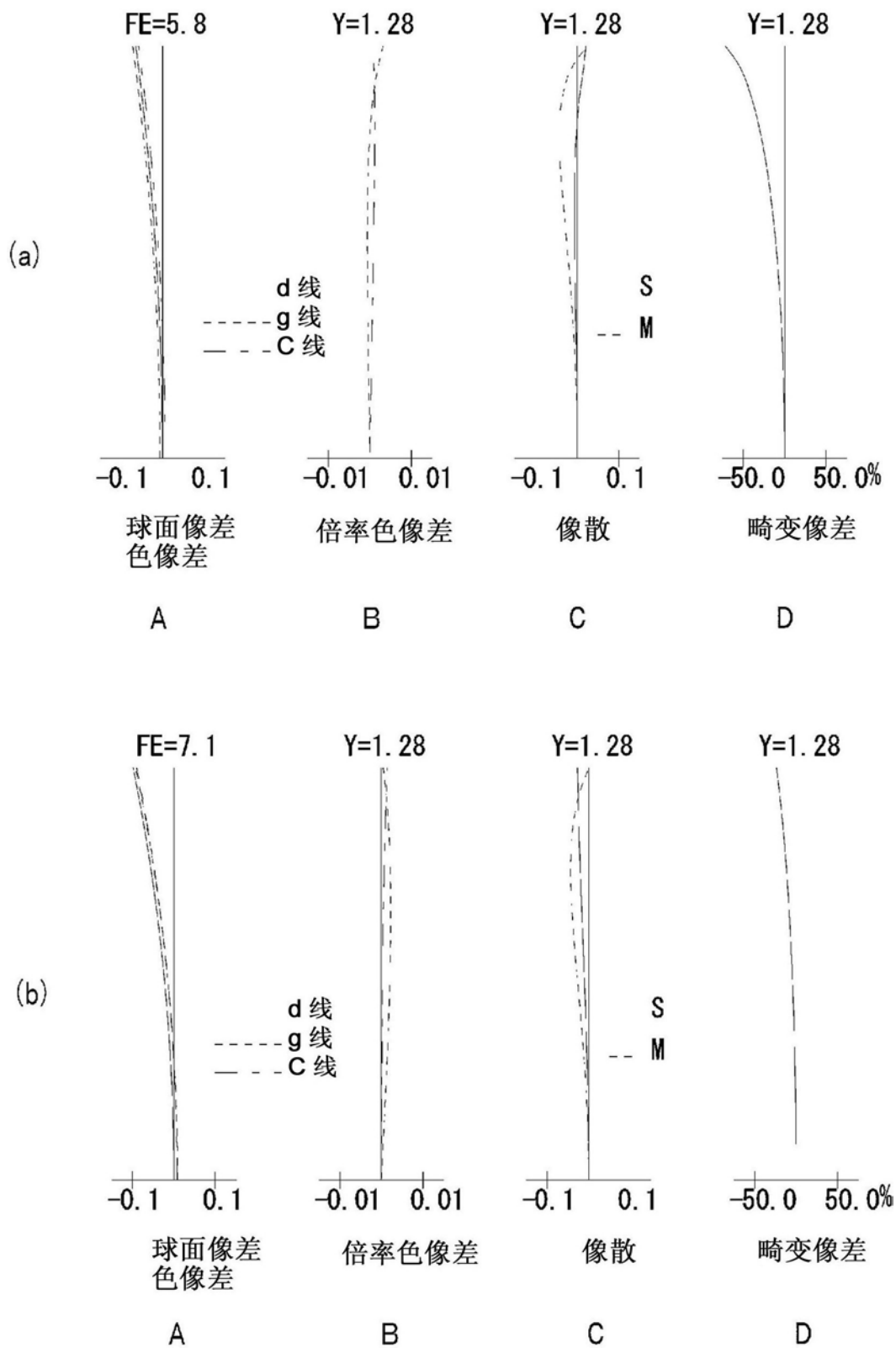


图11

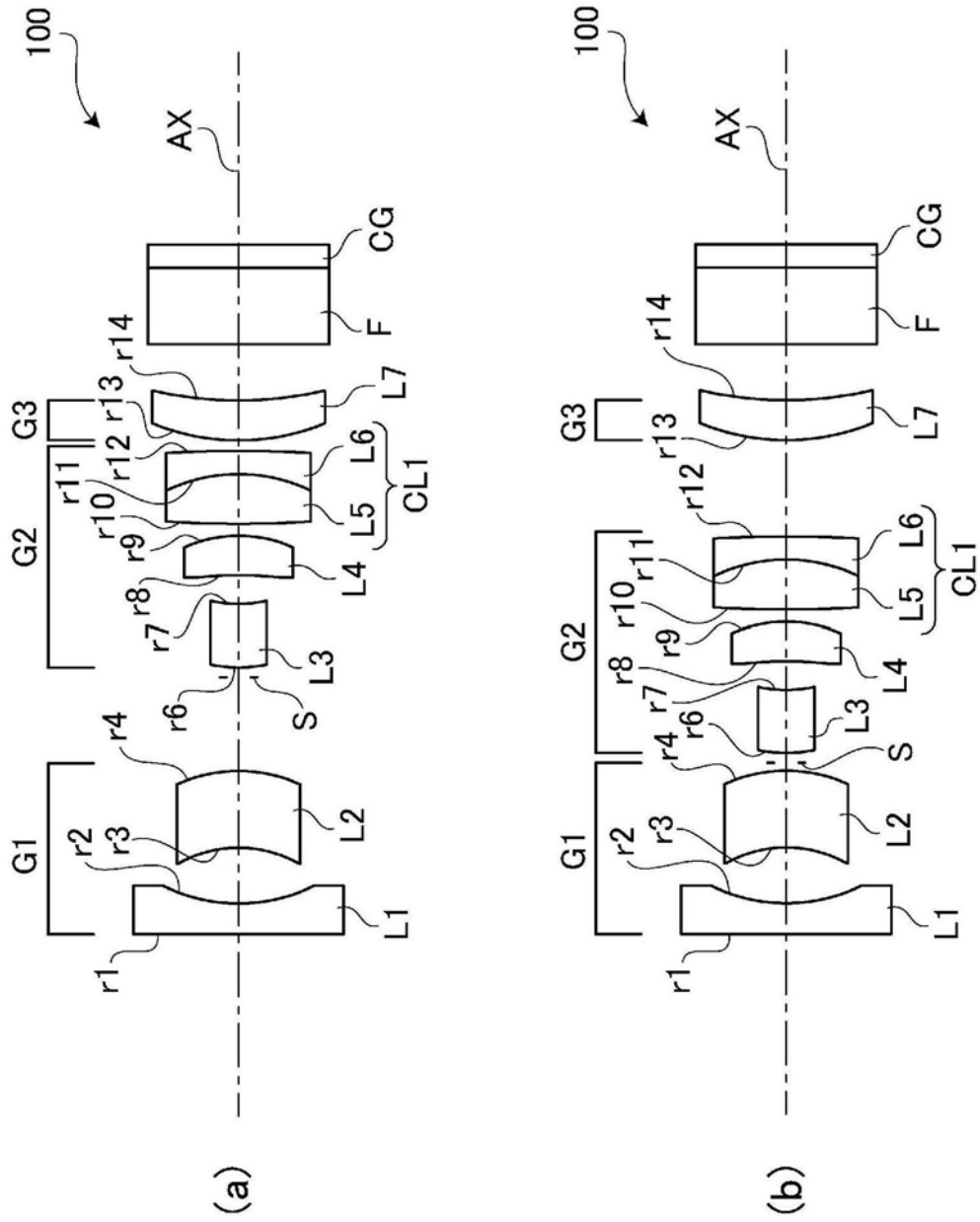


图12

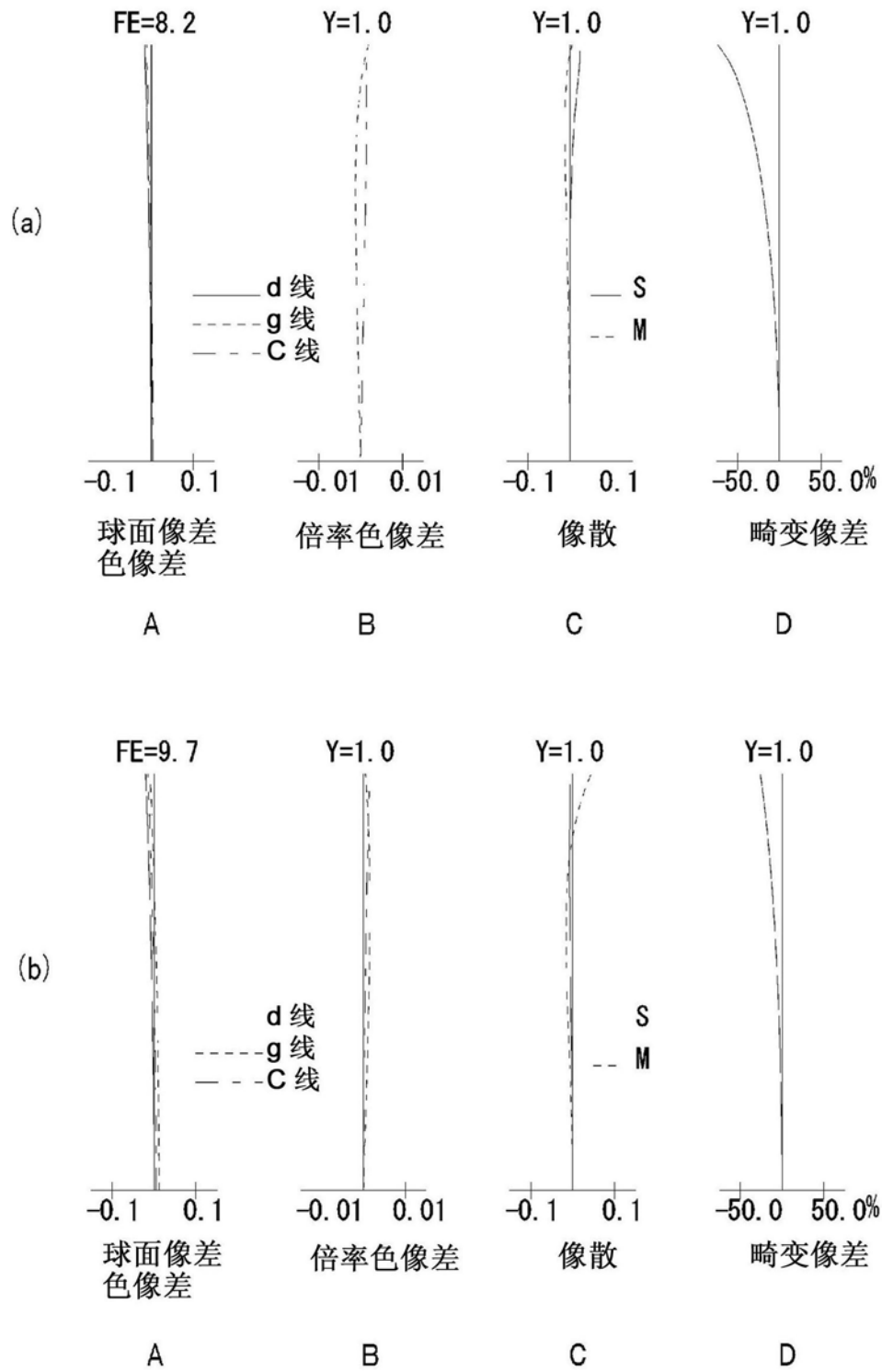


图13

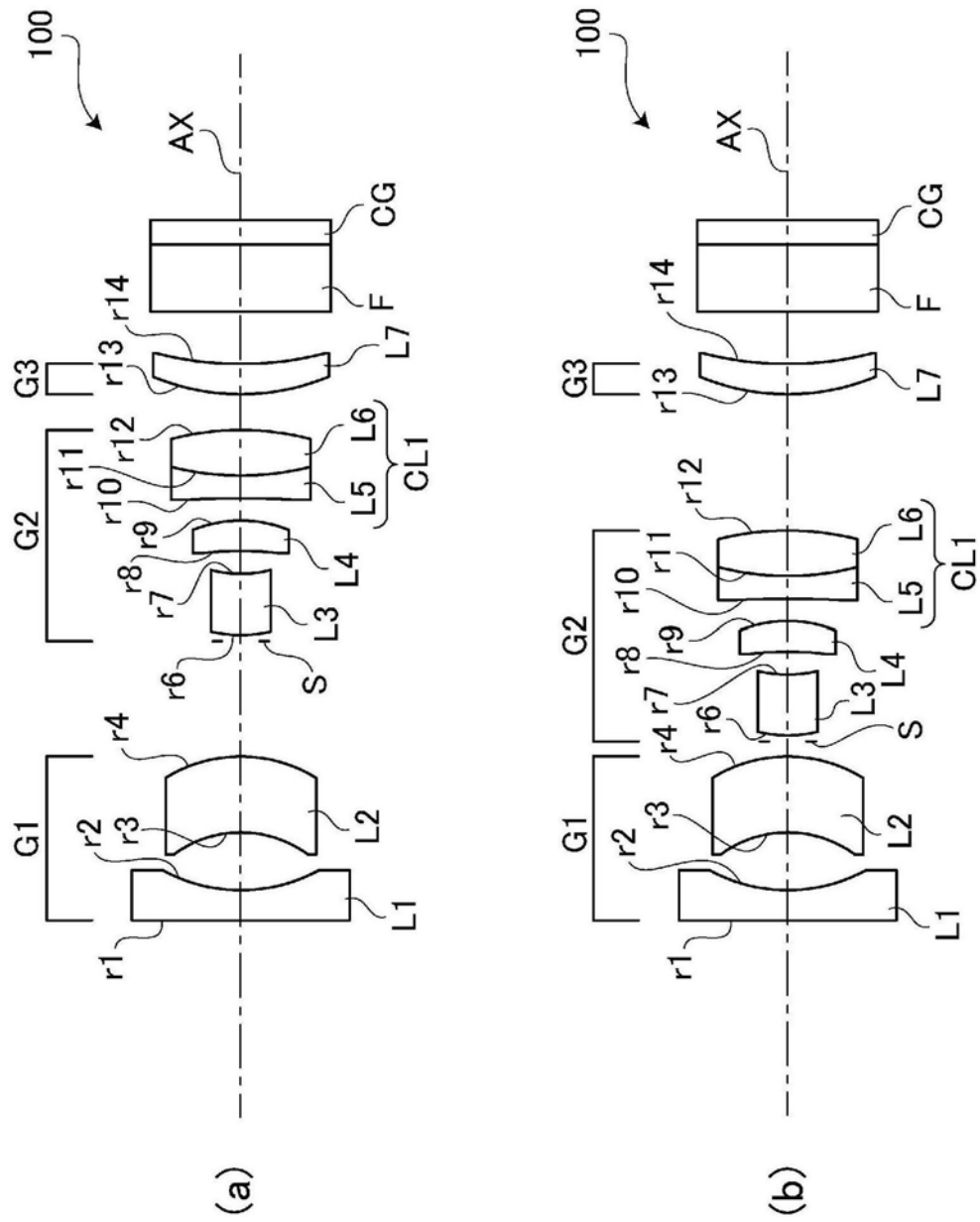


图14

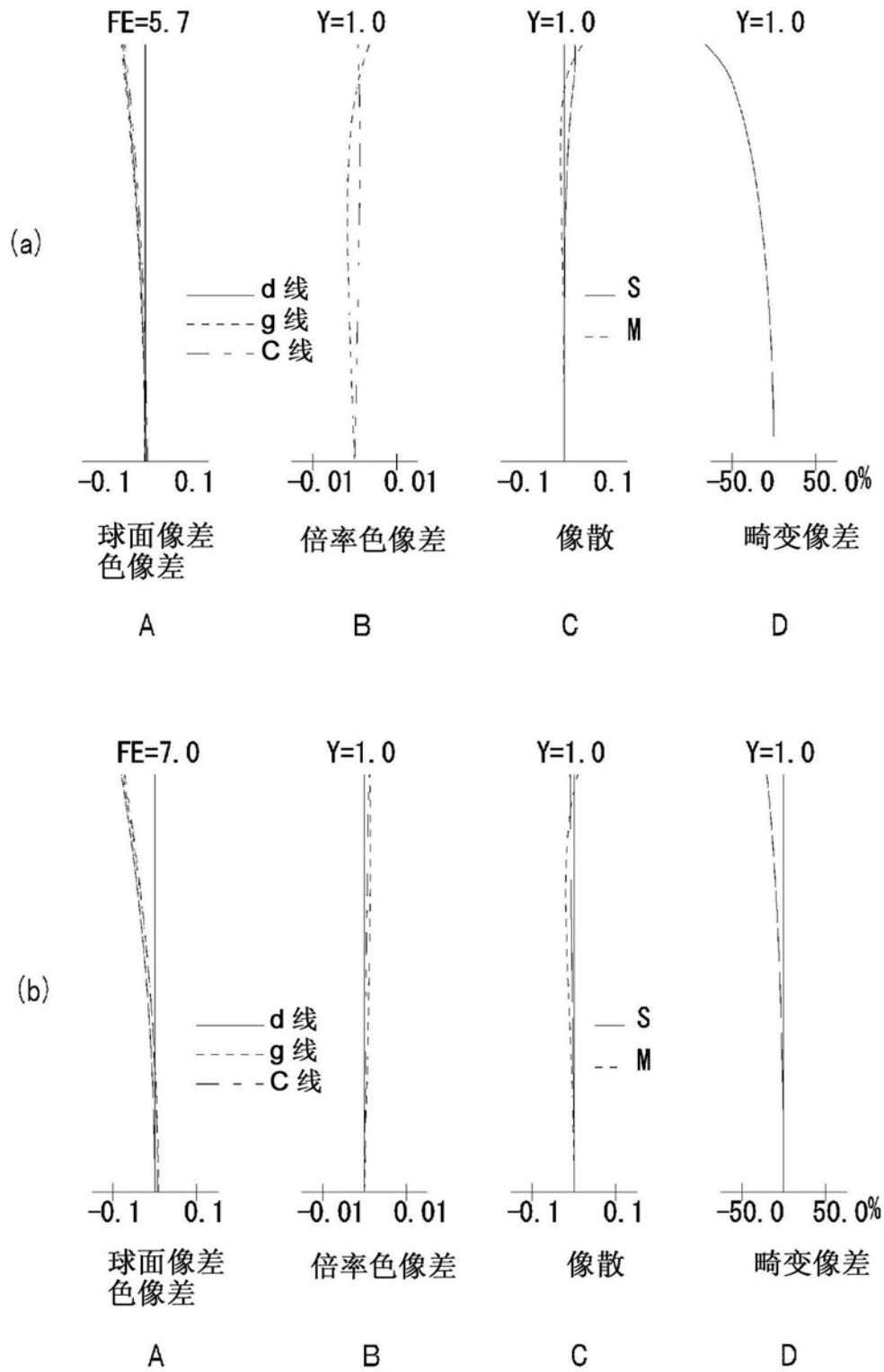


图15

专利名称(译)	内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统		
公开(公告)号	CN207586523U	公开(公告)日	2018-07-06
申请号	CN201790000092.0	申请日	2017-02-21
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	藤井宏明 那须幸子		
发明人	藤井宏明 那须幸子		
IPC分类号	G02B15/16 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00 G02B15/16 G02B23/26 A61B1/00009 A61B1/00096 A61B1/00188 A61B1/04 A61B1/06 G02B7/08 G02B13/18 G02B15/24		
优先权	PCT/JP2016/055251 2016-02-23 WO		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种内窥镜用变焦光学系统、内窥镜以及内窥镜系统。将内窥镜用变焦光学系统设为，具备具有负放大率的第一透镜组、具有正放大率的第二透镜组以及具有凸面朝向物体侧的凹凸透镜的第三透镜组，第一透镜组、第二透镜组以及第三透镜组从物体起依次排列，一边将第一透镜组的最靠近物体侧的透镜面至像面的距离保持为恒定，一边使第二透镜组沿光轴方向相对于作为固定透镜组的第一透镜组和第三透镜组移动，从而使光学像变焦。

