



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106461920 B

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201580027281.2

(22)申请日 2015.11.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106461920 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据

2015-031361 2015.02.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/082288 2015.11.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/132613 JA 2016.08.25

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 高杉芳治

(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)

(56)对比文件

CN 101021606 A, 2007.08.22,

JP 特开平9-269450 A, 1997.10.14,

US 6040949 A, 2000.03.21,

JP 特开平9-113799 A, 1997.05.02,

JP 昭和63-292106 A, 1988.11.29,

JP 平1-191820 A, 1989.08.01,

JP 昭和64-44908 A, 1989.02.17,

JP 特开平8-179226 A, 1996.07.12,

JP 特开平5-288985 A, 1993.11.05,

审查员 吴美瑞

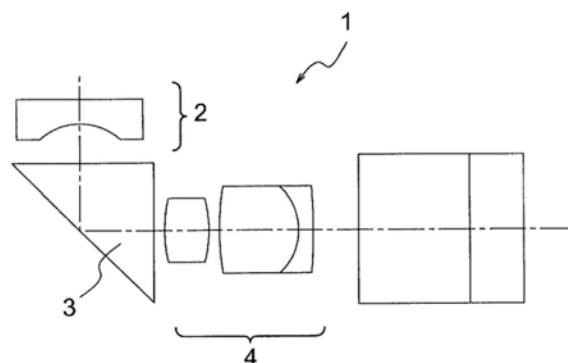
权利要求书1页 说明书39页 附图20页

(54)发明名称

斜视物镜光学系统以及具备斜视物镜光学系统的内窥镜

(57)摘要

斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的由负透镜组成的前侧透镜组(GF)、光路转换元件(P)、亮度光圈(S)以及具有正的折射力的后侧透镜组(GR)构成,后侧透镜组(GR)由正透镜(L2)和具有正的折射力的接合透镜组成,接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜(L3)和负透镜(L4)构成,并满足以下的条件式(1)、(2)、(3)。- $2.0 < f_F/f < -1.3$ (1) $1.7 < f_R/f < 2.7$ (2) $0.63 < |f_F/f_R| < 0.88$ (3) 其中, f_F 为前侧透镜组的焦距, f_R 为后侧透镜组的焦距, f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。



1. 一种斜视物镜光学系统,其特征在于,

由从物体侧起依次配置的前侧透镜组、光路转换元件、亮度光圈以及后侧透镜组构成,
所述前侧透镜组的具有折射力的透镜由负透镜组成,

所述后侧透镜组的具有折射力的透镜由正透镜以及具有正的折射力的接合透镜组成,

所述接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜和负透镜构成,

满足以下的条件式(1)、(2)、(3)、(4)及(5),

$$-2.0 < f_F/f < -1.3 \quad (1)$$

$$1.7 < f_R/f < 2.7 \quad (2)$$

$$0.63 < |f_F/f_R| < 0.88 \quad (3)$$

$$2.4 < D1/f < 4.4 \quad (4)$$

$$1.1 < D2/f < 1.7 \quad (5)$$

在此, f_F 为所述前侧透镜组的焦距,

f_R 为所述后侧透镜组的焦距,

f 为所述斜视物镜光学系统整个系统的焦距,

$D1$ 为从所述前侧透镜组的所述负透镜的像侧面到所述亮度光圈的空气当量长度,

$D2$ 为从所述后侧透镜组的最靠像侧的透镜的像侧面到像面的空气当量长度。

2. 一种斜视用内窥镜,其特征在于,

具备根据权利要求1所述的斜视物镜光学系统。

斜视物镜光学系统以及具备斜视物镜光学系统的内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具备光路转换元件的斜视物镜光学系统以及具备斜视物镜光学系统的斜视用内窥镜。

背景技术

[0002] 近年来,在CCD(Charge Coupled Devices:电荷耦合器件)、C-MOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor:互补金属氧化物半导体)等摄像元件中,由于微细化技术的进步,而像素的微细化和元件自身的小型化正在发展。特别是最近,开始制造具有非常微细的像素的摄像元件、例如像素间距为大约 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 的摄像元件。这样,近年来的摄像元件相比于以前成为多像素且小型。

[0003] 另外,当使光学系统的透镜外径、全长小型化时,难以使从光学系统射出的光线相对于摄像元件的受光面垂直地入射。在该情况下,光线倾斜地入射(以下称为“斜入射”)至受光面。因此,近年来的CCD、C-MOS等摄像元件以向受光面的最佳的光线的入射是斜入射为前提来设计。这样,近年来的摄像元件具有斜入射特性。

[0004] 通过在内窥镜中使用多像素且小型的摄像元件,能够实现图像的高图像质量化和内窥镜的细径化。与此同时,对于内窥镜用的物镜光学系统,寻求高性能且小型的物镜光学系统。高性能的光学系统是指例如分辨率高且良好地校正了像差的光学系统。

[0005] 内窥镜用的物镜光学系统之一有斜视物镜光学系统。在斜视物镜光学系统中,能够进行前方观察、侧方观察或后方观察。

[0006] 图1是以往的斜视物镜光学系统的例子。斜视物镜光学系统1是进行侧方观察的斜视物镜光学系统。斜视物镜光学系统1由前侧透镜组2、棱镜3以及后侧透镜组4构成。在斜视物镜光学系统1中,通过棱镜3形成前侧透镜组2的光轴与后侧透镜组4的光轴正交的状态。

[0007] 图2是以往的斜视物镜光学系统的另一例。斜视物镜光学系统5是进行前方观察的斜视物镜光学系统。斜视物镜光学系统5由前侧透镜组6、棱镜7以及后侧透镜组8构成。在斜视物镜光学系统5中,通过棱镜7形成前侧透镜组6的光轴与后侧透镜组8的光轴交叉的状态(但是,不是正交状态)。

[0008] 如图1、图2所示,在斜视物镜光学系统中,较大的光程长的光路转换元件被配置在光学系统中。因此,特别是在斜视物镜光学系统中,需要用于配置光路转换元件、例如棱镜的较大的空间。其结果,在斜视物镜光学系统中,与直视型的物镜光学系统相比,光学系统的全长变长。这样,斜视物镜光学系统与直视型的物镜光学系统相比有变大型的倾向,因此对斜视物镜光学系统要求更加的小型化。在专利文献1~5中公开了斜视物镜光学系统。

[0009] 专利文献1所公开的斜视物镜光学系统由前组发散透镜系统和后组收敛透镜系统构成。该斜视物镜光学系统是以在影像光纤中使用为前提的光学系统。因此,在该斜视物镜光学系统中,使从斜视物镜光学系统射出的光线能够相对于光纤的入射端面大致垂直地入射。

[0010] 专利文献2所公开的斜视物镜光学系统由第一透镜组以及具有正的折射力的第二

透镜组构成,该第一透镜组由一个负透镜组成。在该斜视物镜光学系统中,为了进行色像差校正,而在第一透镜组的负透镜和棱镜中使用了色散小的玻璃材料(阿贝数大的玻璃材料)。

[0011] 专利文献3所公开的斜视物镜光学系统由具有负的焦距的前组和具有正的焦距的后组构成。

[0012] 专利文献4所公开的斜视物镜光学系统由负的折射力的由单透镜组成的第一透镜组、具有正的折射力的第二透镜组以及具有正的折射力的第三透镜组构成。在该斜视物镜光学系统中,通过由从物体侧起依次配置的负透镜和正透镜构成的接合透镜来构成第三透镜组。通过这样,确保了远心性。即,在专利文献4所公开的斜视物镜光学系统中,使从斜视物镜光学系统射出的光线能够相对于CCD的受光面大致垂直地入射。

[0013] 专利文献5所公开的斜视物镜光学系统由负的第一组和正的第二组构成。

[0014] 另外,在斜视物镜光学系统、直视型的物镜光学系统中,光学系统通过框构件来保持。光学系统在组装时,经由框构件被安装于组装用的工夹具。另外,组装后的光学系统经由框构件被嵌入到内窥镜前端部。因此,关于框构件的嵌合部,需要确保某种程度的长度。

[0015] 图3是斜视物镜光学系统的框构件的例子。斜视物镜光学系统9是进行侧方观察的斜视物镜光学系统。斜视物镜光学系统9由前侧透镜组10、棱镜11 以及后侧透镜组12构成。在斜视物镜光学系统9中,通过棱镜11处的一次反射而形成前侧透镜组10的光轴与后侧透镜组12的光轴正交的状态。

[0016] 在斜视物镜光学系统9中,前侧透镜组10和棱镜11通过框构件13保持,后侧透镜组12通过框构件14保持。另外,摄像元件15通过框构件16保持。

[0017] 图4和图5是斜视物镜光学系统的框构件的另一例。斜视物镜光学系统 17、斜视物镜光学系统18是进行前方观察的斜视物镜光学系统。在斜视物镜光学系统17、斜视物镜光学系统18中,通过棱镜处的两次反射而形成前侧透镜组的光轴与后侧透镜组的光轴交叉的状态。在斜视物镜光学系统17中,使用两个框构件,在斜视物镜光学系统18中使用三个框构件。

[0018] 专利文献1:日本特开昭51-62053号公报

[0019] 专利文献2:日本专利3385090号公报

[0020] 专利文献3:日本专利3574484号公报

[0021] 专利文献4:日本专利4439184号公报

[0022] 专利文献5:日本专利4814746号公报

发明内容

[0023] 发明要解决的问题

[0024] 关于专利文献1所公开的斜视物镜光学系统,光学系统整体大,并且光学性能也不足。因此,无法将专利文献1所公开的斜视物镜光学系统应用为能够应用于多像素且小型的CCD等摄像元件的斜视物镜光学系统、即支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0025] 另外,在专利文献2所公开的斜视物镜光学系统中,为了进行色像差校正,而在第一透镜组的负透镜和棱镜中分别使用了低折射率的玻璃材料。在该情况下,特别地,物体侧的空气当量长度比亮度光圈的空气当量长度长。其结果,导致负透镜的外径、棱镜的外径变

大。因此,无法将专利文献2所公开的斜视物镜光学系统应用到支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0026] 另外,在专利文献3所公开的斜视物镜光学系统中,由于后焦距长,因此导致光学系统整体大型化。另外,前组中的负透镜的焦距短,因此前组的负的折射力大。然而,由于后焦距长,因此接合透镜的焦距变长。这样,由于光学系统整体的折射力的平衡差,因此光学性能不足。因此,无法将专利文献3所公开的斜视物镜光学系统应用到支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0027] 另外,在专利文献4所公开的斜视物镜光学系统中,确保了远心性。然而,由于近年来的摄像元件具有斜入射特性,因此不需要在光学系统中确保远心性。在专利文献4所公开的斜视物镜光学系统中,从斜视物镜光学系统射出的光线的角度反倒偏离了满足摄像元件的斜入射特性的角度。其结果,导致在图像的周边部产生了亮度的不均、颜色的不均。因此,无法将专利文献4所公开的斜视物镜光学系统应用到支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0028] 另外,在专利文献5所公开的斜视物镜光学系统中,由于视角大,因此第一组的焦距变短(第一组的负折射力变大)。另一方面,为了配置滤波器类,而需要使光学系统的全长和后焦距变长,因此第二组的焦距变长(第二组的正折射力变小)。这样的话,导致负折射力与正折射力失去平衡,因此产生了像面弯曲和像散。并且,在专利文献5所公开的斜视物镜光学系统中,由于像高高,因此第二组的透镜外径也变大。因此,无法将专利文献5所公开的斜视物镜光学系统应用到支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0029] 如以上那样,在专利文献1~5所公开的斜视物镜光学系统中,难以实现支持高性能化和小型化的斜视物镜光学系统。

[0030] 另外,如图3所示,框构件13与框构件14通过嵌合部13a和嵌合部14a而连接。在组装斜视物镜光学系统9时,框构件13和框构件14分别通过工夹具保持。而且,在两者的相对位置被调整之后固定。

[0031] 在此,当斜视物镜光学系统9形成为小型时,框构件13和框构件14也变短。当框构件13和框构件14过短时,导致保持框构件13的工夹具与保持框构件14的工夹具发生干扰。因此,无法进行斜视物镜光学系统9的组装。

[0032] 另外,当斜视物镜光学系统9形成为小型时,难以分别充分地确保嵌合部13a的长度和嵌合部14a的长度。在该情况下,难以将框构件13和框构件14 保持为预先决定的状态。因此,无法高精度地组装斜视物镜光学系统9。

[0033] 框构件14与框构件16通过嵌合部14b和嵌合部16a而连接。当斜视物镜光学系统9形成为小型时,框构件14和框构件16也产生上述的问题。

[0034] 另外,斜视物镜光学系统9经由框构件13的嵌合部13b被嵌入到内窥镜前端部。当斜视物镜光学系统9形成为小型时,难以充分地确保嵌合部13b的长度。在该情况下,针对内窥镜前端部,难以将框构件13保持为预先决定的状态。因此,无法将斜视物镜光学系统9高精度地安装于内窥镜前端部。

[0035] 另外,如图4和图5所示,在斜视物镜光学系统17中使用两个框构件,在斜视物镜光学系统18中,使用三个框构件。因此,在这些斜视物镜光学系统中也产生上述的问题。

[0036] 本发明是鉴于这样的问题而完成的,其目的在于提供一种能够高精度且容易地进

行组装、向内窥镜前端部的安装并且高性能且小型的斜视物镜光学系统。另外,还提供一种能够获得高图像质量的图像并且具有细径化的前端部的斜视用内窥镜。

[0037] 用于解决问题的方案

[0038] 为了解决上述的问题并达到目的,本发明的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的由负透镜组成的前侧透镜组、光路转换元件、亮度光圈以及具有正的折射力的后侧透镜组构成,

[0039] 后侧透镜组由正透镜和具有正的折射力的接合透镜组成,

[0040] 接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜和负透镜构成,

[0041] 满足以下的条件式(1)、(2)、(3),

[0042] $-2.0 < f_F/f < -1.3$ (1)

[0043] $1.7 < f_R/f < 2.7$ (2)

[0044] $0.63 < |f_F/f_R| < 0.88$ (3)

[0045] 其中, f_F 为前侧透镜组的焦距,

[0046] f_R 为后侧透镜组的焦距,

[0047] f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0048] 另外,本发明的斜视用内窥镜的特征在于,具备上述的斜视物镜光学系统。

[0049] 发明的效果

[0050] 根据本发明,能够实现高精度且容易地进行组装、向内窥镜前端部的安装并且高性能且小型的斜视物镜光学系统。另外,能够提供一种能够获得高图像质量的图像并且具有细径化的前端部的斜视用内窥镜。

附图说明

[0051] 图1是表示以往的斜视物镜光学系统的图。

[0052] 图2是表示以往的其它的斜视物镜光学系统的图。

[0053] 图3是表示斜视物镜光学系统的框构件的图。

[0054] 图4是表示斜视物镜光学系统的其它的框构件的图。

[0055] 图5是表示斜视物镜光学系统的其它的框构件的图。

[0056] 图6是表示本实施例所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和表示棱镜的图。

[0057] 图7是表示实施例1所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0058] 图8是表示实施例2所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0059] 图9是表示实施例3所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0060] 图10是表示实施例4所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0061] 图11是表示实施例5所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0062] 图12是表示实施例6所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0063] 图13是表示实施例7所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0064] 图14是表示实施例8所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0065] 图15是表示实施例9所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0066] 图16是表示实施例10所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0067] 图17是表示实施例11所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0068] 图18是表示实施例12所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0069] 图19是表示实施例13所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0070] 图20是表示实施例14所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0071] 图21是表示实施例15所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和分别表示球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)以及倍率色像差(CC)的像差图。

[0072] 图22是表示内窥镜装置的结构图。

具体实施方式

[0073] 以下,关于本实施方式所涉及的斜视物镜光学系统,使用附图来说明采用这种结构的理由和作用。此外,本发明并不限于以下的实施方式所涉及的斜视物镜光学系统。

[0074] 本实施方式的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的由负透镜组成的前侧透镜组、光路转换元件、亮度光圈以及具有正的折射力的后侧透镜组构成,后侧透镜组由正透镜和具有正的折射力的接合透镜组成,接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜和负透镜构成。

[0075] 通过在亮度光圈附近、即亮度光圈的物体侧或亮度光圈的像侧配置光路转换元件,能够将光路转换元件中的光线高抑制得低。其结果,能够减小光路转换元件的尺寸。

[0076] 然而,当在比亮度光圈靠像侧的位置配置光路转换元件时,从亮度光圈到像面的距离至少变长了光路转换元件的光程长的量。那样的话,从斜视物镜光学系统射出的光线相对于摄像元件的受光面大致垂直。因此,从斜视物镜光学系统射出的光线的角度不是满足摄像元件的斜入射特性的角度。其结果,导致在图像的周边部产生了亮度的不均、颜色的不均。

[0077] 另外,在斜视物镜光学系统的组装中,进行焦点调整。因此,如果硬要满足摄像元件的斜入射特性,则焦点调整所需的间隔不足。另外,由于根据斜入射特性而硬将光线弯曲,因此产生了像差。其结果,导致光学性能显著地下降。

[0078] 因此,在本实施方式所涉及的斜视物镜光学系统中,在比亮度光圈靠物体侧的位置配置有光路转换元件。由此,由于能够缩短从亮度光圈到像面的距离,因此能够比较容易地使从斜视物镜光学系统射出的光线的角度为满足摄像元件的斜入射特性的角度。

[0079] 并且,在比亮度光圈靠物体侧的位置,光程长变长。因此,能够适当地确保保持前侧透镜组的框构件的长度。其结果,能够高精度且容易地进行斜视物镜光学系统的组装、斜视物镜光学系统向内窥镜前端部的安装。

[0080] 期望接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜和负透镜构成。通过这样,能够使斜视物镜光学系统小型化。另外,能够使从斜视物镜光学系统射出的光线的角度为满足摄像元件的斜入射特性的角度。

[0081] 当接合透镜由从物体侧起依次配置的负透镜和正透镜构成时,导致接合透镜中的光线高变高,因此透镜的外径变大。因此,透镜的加工性变差。另外,就斜视物镜光学系统整体而言,也导致外径变大。

[0082] 并且,由于通过配置在像侧的正透镜的作用而使光线弯曲,因此从斜视物镜光学系统射出的光线相对于摄像元件的受光面大致垂直。其结果,难以使从斜视物镜光学系统射出的光线的角度为满足摄像元件的斜入射特性的角度。如果硬要形成满足斜入射特性的角度,则在接合透镜面处使光线弯曲得大,因此产生像差。因此,导致光学性能劣化。

[0083] 本实施方式的斜视物镜光学系统具备上述的结构,并且满足以下的条件式(1)、(2)。

$$[0084] \quad -2.0 < f_F/f < -1.3 \quad (1)$$

$$[0085] \quad 1.7 < f_R/f < 2.7 \quad (2)$$

[0086] 在此, f_F 为前侧透镜组的焦距,

[0087] f_R 为后侧透镜组的焦距,

[0088] f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0089] 条件式(1)是规定了前侧透镜组的焦距的条件式。

[0090] 当低于条件式(1)的下限值时,前侧透镜组的折射力变小,因此斜视物镜光学系统的视角变小。如果要在该状态下确保大的视角,则导致从前侧透镜组的负透镜(以下称为“前侧负透镜”)到亮度光圈的距離变长。那样的话,前侧负透镜与亮度光圈之间的光线高变高,因此导致前侧负透镜大型化,并且光学系统整体大型化。

[0091] 当超过条件式(1)的上限值时,前侧透镜组的折射力变大,因此斜视物镜光学系统的视角变大。当视角变大时,通过透镜的光线的高度变高,因此导致透镜外径变大。并且,由于视角变大而导致观察图像的周边部变暗。为了使图像周边部变亮,必须使照明光更亮,但是那样会招致照明光学系统的大型化。无论哪种情况,对于内窥镜的细径化都是不理想的。

[0092] 并且,当前侧透镜组的折射力变大时,前侧负透镜的曲率半径变小,因此难以进行透镜的加工。并且,由于前侧负透镜的折射力变大,特别是在透镜偏心的情况下,光学性能的劣化变大。其结果,难以实现具有稳定的光学性能的斜视物镜光学系统。

[0093] 条件式(2)是规定了后侧透镜组的焦距的条件式。

[0094] 当低于条件式(2)的下限值时,后侧透镜组的折射力变大,因此导致像位置过于接近后侧透镜组。那样的话,导致焦点调整所需的间隔变窄,因此焦点调整所需的间隔不足。因此,远点侧的深度相比于本来需要的深度变浅。

[0095] 并且,当后侧透镜组的折射力变大时,构成后侧透镜组的各透镜的折射力也变大。在该情况下,由于各透镜的曲率半径变小,因此难以进行透镜的加工。

[0096] 当超过条件式(2)的上限值时,由于后侧透镜组的折射力变小,因此导致像位置离后侧透镜组过远。在该情况下,由于从亮度光圈到像位置的光程长变长,因此光学系统整体大型化。

[0097] 通过满足条件式(1)和条件式(2),由此在本实施方式所涉及的斜视物镜光学系统中,能够使前侧透镜组的折射力与后侧透镜组的折射力的平衡最佳。其结果,能够实现各像差被良好地校正的斜视物镜光学系统。

[0098] 优选的是,代替条件式(1)而满足以下的条件式(1')。

[0099] $-1.9 < f_F/f < -1.4$ (1')

[0100] 优选的是,代替条件式(2)而满足以下的条件式(2')。

[0101] $1.8 < f_R/f < 2.5$ (2')

[0102] 并且,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(3)。

[0103] $0.63 < |f_F/f_R| < 0.88$ (3)

[0104] 在此, f_F 为前侧透镜组的焦距,

[0105] f_R 为后侧透镜组的焦距。

[0106] 条件式(3)是规定了前侧透镜组的焦距与后侧透镜组的焦距之比的条件式。通过满足条件式(3),能够使前侧透镜组的折射力与后侧透镜组的折射力的平衡最佳。其结果,能够实现各像差被良好地校正的斜视物镜光学系统。

[0107] 当低于条件式(3)的下限值时,前侧透镜组的焦距变短(前侧透镜组的折射力变大)。因此,斜视物镜光学系统的视角变大。当视角变大时,通过透镜的光线的高度变高,因此导致透镜外径变大。并且,由于视角变大而导致观察图像的周边部变暗。为了使图像周边部变亮,而必须使照明光更亮,但是那样的话会招致照明光学系统的大型化。无论哪种情况,对于内窥镜的细径化都是不理想的。

[0108] 并且,前侧负透镜的折射力大于后侧透镜组的正的折射力。因此,无法通过后侧透镜组充分地校正受到负的折射力的影响的像差。其结果,在正方向产生像面弯曲。

[0109] 并且,前侧透镜组的折射力与后侧透镜组的折射力的平衡变差。在该情况下,像散的产生量变大,因此尤其导致子午线方向的像面大幅地向正方向倾斜。因此,在透镜偏心的情况下,图像容易产生单侧模糊。特别是在近点观察时,有可能导致图像的周边部明显地变模糊。

[0110] 当超过条件式(3)的上限值时,前侧透镜组的焦距变长(前侧透镜组的折射力变小)。因此,斜视物镜光学系统的视角变小。

[0111] 并且,前侧负透镜的折射力小于后侧透镜组的正的折射力。因此,利用后侧透镜组进行的校正对于受到负的折射力的影响的像差而言是过度的。其结果,在负方向产生较大的像面弯曲。

[0112] 并且,前侧透镜组的折射力与后侧透镜组的折射力的平衡变差。在该情况下,由于像散的产生量变大,因此尤其导致子午线方向的像面大幅地向负方向倾斜。因此,在透镜偏心的情况下,图像容易产生单侧模糊。特别是在远点观察时,有可能导致图像的周边部明显地变模糊。

[0113] 另外,优选的是,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(4)、(5)。

[0114] $2.4 < D1/f < 4.4$ (4)

[0115] $1.1 < D2/f < 1.7$ (5)

[0116] 在此,D1为从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度,

[0117] D2为从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度,

[0118] f为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0119] 条件式(4)是规定了从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度的条件式。例如,在后述的实施例1中,通过以下的式子求出D1。

[0120] $D1 = d2 + d3/n3 + d4 + d5/n5$

[0121] 当低于条件式(4)的下限值时,难以充分地确保用于配置最佳的外径形状的光路转换元件的空间。因此,在光路转换元件中,产生光线的渐晕。另外,由于光线入射到光路转换元件的光学面以外,而图像有可能产生光斑。

[0122] 另外,难以适当地确保保持前侧透镜组的框构件的长度。在该情况下,无法在组装用的工夹具稳定地保持框构件。因此,难以高精度地进行斜视物镜光学系统的组装、焦点调整。并且,难以高精度地进行斜视物镜光学系统向内窥镜前端部的安装和固定。

[0123] 当超过条件式(4)的上限值时,能够充分地确保用于配置光路转换元件的空间,但是从前侧负透镜到亮度光圈的光程长变得过长。在该情况下,由于前侧负透镜中的光线高变高,因此前侧负透镜的外径变大。与此同时,斜视物镜光学系统大型化。并且,随着斜视物镜光学系统的大型化,而搭载该斜视物镜光学系统的内窥镜的外径也变大。

[0124] 条件式(5)是规定了从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度的条件式。在此,最终透镜是指具有折射力的透镜。因此,滤色片等平行平板滤波器、无焦度(powerless)透镜不是最终透镜。例如,在后述的实施例1中,通过以下的式子求出D2。

[0125] $D2 = d14 + d15/n15 + d16/n16 + d17/n17$

[0126] 当低于条件式(5)的下限值时,从最终透镜到像面的间隔变得过窄。在该情况下,由于摄像元件与斜视物镜光学系统的间隔变得过窄,因此在组装斜视物镜光学系统时无法进行充分的焦点调整。因此,远点侧的深度比本来需要的深度浅。

[0127] 当超过条件式(5)的上限值时,由于能够充分地确保从最终透镜到像面的距离,因此能够进行组装斜视物镜光学系统时的焦点调整。然而,由于从最终透镜到像面的距离过长,因此导致摄像元件的位置离斜视物镜光学系统过远。其结果,在将斜视物镜光学系统安装于内窥镜前端部时,斜视物镜光学系统和摄像元件(以下称为“摄像系统”)容易与其它构件发生干扰。为了避免该干扰,需要在内窥镜内的摄像系统周围设置间隙。那样的话,导致内窥镜前端部整体大型化。

[0128] 优选的是,代替条件式(4)而满足以下的条件式(4')。

[0129] $2.4 < D1/f < 4.2$ (4')

[0130] 优选的是,代替条件式(5)而满足以下的条件式(5')。

[0131] $1.1 < D2/f < 1.6$ (5')

[0132] 另外,优选的是,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(6)。

[0133] $1.7 < D1/D2 < 3.1$ (6)

[0134] 在此,D1为从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度,

[0135] D2为从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度。

[0136] 条件式(6)是规定了从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度与从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度之比的条件式。通过满足条件式(6),能够使两个空气当量长度的平衡最佳。其结果,特别地,能够使摄像系统的尺寸最佳。

[0137] 当低于条件式(6)的下限值时,从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度过短。在该情况下,由于难以通过组装用的工夹具来保持框构件,因此组装性变差。

[0138] 当超过条件式(6)的上限值时,框构件大型化。特别地,由于招致保持前侧透镜组的框构件的大型化,因此内窥镜前端部的外径变大。

[0139] 另外,优选的是,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(7)。

[0140] $1.5 < f_3/f_2 < 3.1$ (7)

[0141] 在此, f_2 为后侧透镜组的正透镜的焦距,

[0142] f_3 为后侧透镜组的接合透镜的焦距。

[0143] 条件式(7)是规定了后侧透镜组的正透镜的焦距和后侧透镜组的接合透镜的焦距的条件式。通过满足条件式(7),能够使正透镜的折射力与接合透镜的折射力的平衡最佳。

[0144] 当低于条件式(7)的下限值时,由于接合透镜的焦距变短,因此后侧透镜组的正的折射力变大。在该情况下,导致像位置过于接近后侧透镜组。因此,焦点调整所需的间隔不足。其结果,远点侧的深度比本来需要的深度浅。另外,由于在像的周边部彗星像差的产生量变大,因此光学性能下降。

[0145] 并且,特别地,在后侧透镜组中,正透镜整体的折射力与负透镜整体的折射力失去平衡。其结果,产生轴上色像差和倍率色像差。因此,光学性能下降。

[0146] 当超过条件式(7)的上限值时,由于接合透镜的焦距变长,因此后侧透镜组的正的折射力变小。在该情况下,像位置离后侧透镜组过远。因此,光学系统的全长变长。另外,由于在像的周边部彗星像差的产生量变大,因此光学性能下降。

[0147] 并且,特别地,在后侧透镜组中,正透镜整体的折射力与负透镜整体的折射力失去平衡。其结果,产生轴上色像差和倍率色像差。因此,光学性能下降。

[0148] 另外,优选的是,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(8)。

[0149] $1.1 < |R_c|/f < 2.1$ (8)

[0150] 在此, R_c 为后侧透镜组的接合透镜的接合面的曲率半径,

[0151] f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0152] 当低于条件式(8)的下限值时,接合透镜的接合面的曲率半径变小。在该情况下,关于接合透镜的正透镜,导致边壁变少,并且,关于接合透镜的负透镜,导致矢状面变深。因此,透镜的加工性变差。

[0153] 当超过条件式(8)的上限值时,接合透镜的接合面的曲率半径变大。在该情况下,由于接合面的折射力变小,因此难以进行色像差的校正。

[0154] 关于条件式(8),将 R_c 规定为绝对值,但是期望 R_c 的值为负的值。

[0155] 另外,优选的是,本实施方式的斜视物镜光学系统满足以下的条件式(9)。

[0156] $-17^\circ < TW < 0^\circ$ (9)

[0157] 在此,TW为最大像高时的向像面的光线入射角度。

[0158] 通过满足条件式(9),能够将后侧透镜组中的光线高抑制得低。因此,能够减小后侧透镜组中的透镜的外径。此外,在也包括框构件在内的状态下能够使后侧透镜组小型化。

[0159] 此外,TW为达到最大像高的主光线与同光轴平行的轴所形成的角度。关于角度的正负,将达到最大像高的主光线逐渐远离光轴地入射的情况设为负。另外,TW是介质为空气中时的角度。

[0160] 优选的是,代替条件式(9)而满足以下的条件式(9')。

[0161] $-12^{\circ} \leq TW \leq -5^{\circ}$ (9')

[0162] 另外,优选的是,在本实施方式的斜视物镜光学系统中,光路转换元件是棱镜或反射镜。

[0163] 另外,在本实施方式的斜视物镜光学系统中,对光路转换元件能够使用高折射率玻璃材料。

[0164] 如上述那样,在本实施方式所涉及的斜视物镜光学系统中,在比亮度光圈靠物体侧的位置配置有光路转换元件。根据该结构,能够适当地确保保持前侧透镜组的框构件的长度。其中,在该结构中,特别地,由于在前侧负透镜中光线高变高,因此前侧负透镜的外径容易变大。

[0165] 因此,对光路转换元件优选使用高折射率玻璃材料。通过这样,能够缩短光路转换元件的空气当量长度,因此能够将前侧负透镜中的光线高抑制得低。

[0166] 另外,在本实施方式的斜视物镜光学系统中,对接合透镜的正透镜能够使用低色散玻璃材料,对接合透镜的负透镜能够使用高色散玻璃材料。

[0167] 一般地,由于高折射率玻璃材料的阿贝数不太大,因此关于高折射率玻璃材料,色散变大。因此,即使能够通过对光路转换元件使用高折射率玻璃材料来缩短光路转换元件的空气当量长度,也残留对色像差的影响。

[0168] 从这样的情形出发,优选的是,对接合透镜的正透镜使用低色散玻璃材料,对接合透镜的负透镜使用高色散玻璃材料。特别地,对接合透镜的负透镜最好使用具有反常色散性的玻璃材料。通过这样,能够良好地校正色像差。并且,能够使斜视物镜光学系统整体的各像差成为取得了平衡的状态。

[0169] 另外,斜视物镜光学系统的视角主要由前侧负透镜的折射力决定。在前侧负透镜与亮度光圈之间配置光程长较长的光路转换元件,因此前侧负透镜中的光线高变高。因此,负透镜的外径变大,而物镜光学系统也大型化。但是,另一方面,由于前侧负透镜的曲率半径变大,因此即使前侧负透镜偏心也难以产生单侧模糊等,从而光学性能不易下降。因此,不仅是透镜外径,还考虑透镜偏心所致的对光学性能的影响,而需要将亮度光圈起物体侧的结构设为最佳的结构。

[0170] 另外,本实施方式的斜视用内窥镜的特征在于,具备上述的斜视物镜光学系统。

[0171] 本实施方式的斜视物镜光学系统是小型且高性能的斜视物镜光学系统。因此,通过具备这样的斜视物镜光学系统,能够实现能够获得高图像质量的图像并且具有细径化的前端部的斜视用内窥镜。

[0172] 另外,本实施方式的斜视物镜光学系统能够在内窥镜装置中使用。内窥镜装置至少具备本实施方式的斜视物镜光学系统和摄像元件。

[0173] 在说明实施例之前,先说明本实施例的斜视物镜光学系统的概要。在表示各实施例中的斜视物镜光学系统的截面结构的图中,光路转换元件被表示为将棱镜展开后的图。因此,光路转换元件被绘制为平行平板。

[0174] 在图6中表示未展开的状态的棱镜的例子。图6的(a)是在不将棱镜展开的状态下绘制时的透镜截面图。在此,作为本实施例的斜视物镜光学系统,例示了实施例1的斜视物镜光学系统。本实施例的斜视物镜光学系统具有经由棱镜P配置的前侧透镜组GF和后侧透镜组GR,孔径光圈S配置在棱镜P与后侧透镜组GR之间。

[0175] 即,本实施例的斜视物镜光学系统在棱镜P的物体侧配置前侧透镜组 GF,在棱镜P的像侧配置后侧透镜组GR。前侧透镜组GF具有负的折射力,由负的折射力的透镜L1构成。后侧透镜组GR具有正的折射力,由正的折射力的透镜L2以及将正的折射力的透镜L3与负的折射力的透镜L4依次接合而成的正的折射力的接合透镜构成。

[0176] 如果将被绘制为平行平板的棱镜P构成为一次反射型的棱镜,则如图6 的(a)所示,能够构成能够进行90度侧方观察的侧方观察用物镜光学系统。另外,如果将棱镜的反射面设定为45度以外的角度,则能够构成45度以外的前方观察、后方观察等的物镜光学系统。另外,如果构成为两次反射型的棱镜,则也能够构成45度的前方观察用物镜光学系统。

[0177] 并且,棱镜P也能够由多个棱镜构成。在图6的(b)中表示通过两个棱镜来完成侧方观察的结构,在图6的(c)中表示通过两个棱镜来完成前方观察的结构。

[0178] 另外,优选的是,棱镜P的玻璃材料使用折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。通过这样,能够缩短棱镜中的空气当量长度。

[0179] 也可以将负透镜L1的玻璃材料设为蓝宝石。蓝宝石是硬度非常高的材料,因此抗来自外部的冲击的能力强。因此,物体侧的透镜面不易损伤。通过使用蓝宝石,不易引起瑕疵拍摄到图像中、瑕疵所致的光斑产生。此外,负透镜的玻璃材料不限于蓝宝石。如果负透镜L1使用高硬度的结晶材料,则透镜的表面不易损伤。

[0180] 在本实施例的斜视物镜光学系统中,使用了两个正透镜。无论哪个正透镜都具有双凸形状。关于低色散玻璃材料,由于折射率变低,因此如果将低色散玻璃材料使用于正透镜,则导致透镜面的曲率半径变小。因此,容易产生无法充分地确保透镜的边缘厚度的问题、无法确保相对于有效口径有富余的透镜外径的问题。因此,当考虑透镜的加工性时,优选的是不使正透镜的曲率半径过小。从这样的情形出发,最好将折射率为1.7以上的高折射率玻璃材料使用于正透镜L2和正透镜L3中的至少一方。

[0181] 在由双凸透镜构成正透镜L2的情况下,物体侧面和像侧面优选设为曲率半径的绝对值相等的面(以下称为“等R面”)。这样,由于不需要进行透镜的前后的判别,因此容易进行组装。

[0182] 在由双凸透镜构成正透镜L2的情况下,也可以使物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。这样,能够容易地进行像差校正。

[0183] 另外,当摄像元件的像素间距逐渐变小时,与其对应地,也需要将色像差抑制得小。为了与其对应,构成接合透镜的负透镜L4优选使用折射率为1.9 以上且阿贝数为25以下的高色散玻璃材料。通过这样,能够良好地进行色像差的校正。

[0184] 另一方面,构成接合透镜的正透镜L3尽可能使用阿贝数大的低色散的玻璃材料较好。例如,优选的是将阿贝数50以上的玻璃材料使用于正透镜L3。

[0185] 另外,通过将接合透镜配置在接近像面的位置,由此通过接合透镜的光线高变高。通过使接合透镜位于光线高较高的位置,能够良好地校正倍率色像差。这样,将接合透镜配置在接近像面的位置对于倍率色像差的校正而言尤其有效。

[0186] 另外,设置在本实施例的斜视物镜光学系统中的棱镜以外的平行平板例如是红外线截止滤波器、色温转换滤波器。这些滤波器在CCD等摄像元件的灵敏度校正中使用。

[0187] 另外,也可以将激光截止滤波器、特殊功能滤波器配置于斜视物镜光学系统。作为激光截止滤波器,例如存在用于将YAG激光器、半导体激光器等激光截止的滤波器。作为特殊功能滤波器,例如存在将特定波长域的光线截止的陷波滤波器。

[0188] 另外,光学滤波器也可以使用吸收型的滤波器、反射型的滤波器或者它们的复合型。另外,也可以对光学滤波器的表面实施反射防止膜。

[0189] 并且,也能够使在棱镜的透过面设置具有红外线截止特性或激光截止特性的干涉膜。

[0190] 另外,在本实施例的斜视物镜光学系统的像面侧配置的平行平板滤波器是在摄像元件中使用的玻璃盖和护罩玻璃。通过框构件来保持护罩玻璃的侧面和表面,由此摄像元件被固定在框构件内。

[0191] 并且,通过以靠近负透镜L1的方式设置滤波器F1,能够减小在负透镜L1的像面侧形成的空气层的体积。其结果,能够降低透镜面因结露所引起的模糊不清的影响。

[0192] 并且,也可以将负透镜L1与滤波器F1接合,还可以将两者通过焊料等气密性密封。通过这样,能够更有效地防止模糊不清的产生。

[0193] 另外,本实施例的斜视物镜光学系统的透镜个数少到4个,但是成像性能良好。这样,能够以少的透镜个数来构成物镜光学系统,因此能够降低成本。

[0194] 并且,在本实施例的斜视物镜光学系统中,与以往的斜视物镜光学系统相比,空气间隔变窄,因此光学系统整体形成为小型。

[0195] 以下说明实施例。在各像差图中,横轴表示像差量。关于球面像差、像散以及倍率像差,像差量的单位为mm。另外,关于畸变像差,像差量的单位为%。另外,IH为像高,单位为mm,FN0为光圈值。另外,像差曲线的波长的单位为nm。

[0196] (实施例1)

[0197] 对于实施例1所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图7是表示实施例1所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0198] 如图7的(a)所示,实施例1的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0199] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0200] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0201] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0202] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜

L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0203] (实施例2)

[0204] 对于实施例2所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图8是表示实施例2 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0205] 如图8的(a)所示,实施例2的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0206] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0207] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0208] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0209] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0210] (实施例3)

[0211] 对于实施例3所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图9是表示实施例3 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0212] 如图9的(a)所示,实施例3的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0213] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0214] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料、。

[0215] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0216] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0217] (实施例4)

[0218] 对于实施例4所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图10是表示实施例4 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0219] 如图10的(a)所示,实施例4的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0220] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0221] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0222] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0223] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0224] (实施例5)

[0225] 对于实施例5所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图11是表示实施例5所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0226] 如图11的(a)所示,实施例5的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0227] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0228] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0229] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0230] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0231] (实施例6)

[0232] 对于实施例6所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图12是表示实施例6所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0233] 如图12的(a)所示,实施例6的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0234] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0235] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0236] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设

置在光路转换元件P的像侧面。

[0237] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0238] (实施例7)

[0239] 对于实施例7所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图13是表示实施例7 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0240] 如图13的(a)所示,实施例7的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0241] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0242] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0243] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0244] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0245] (实施例8)

[0246] 对于实施例8所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图14是表示实施例8 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0247] 如图14的(a)所示,实施例8的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0248] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。平凹负透镜L1使用了蓝宝石。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0249] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0250] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0251] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0252] (实施例9)

[0253] 对于实施例9所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图15是表示实施例9 所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图，(a)表示透镜截面，(b)表示球面像差(SA)，(c)表示像散(AS)，(d)表示畸变像差(DT)，(e)表示倍率色像差(CC)。

[0254] 如图15的(a)所示，实施例9的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0255] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外，在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0256] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0257] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说，亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0258] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此，由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有玻璃盖GL和护罩玻璃CG。

[0259] 在本实施例所涉及的斜视物镜光学系统中，作为光学滤波器的功能被汇总于滤波器F1。因此，配置在斜视物镜光学系统的光学滤波器只有一个。

[0260] (实施例10)

[0261] 对于实施例10所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图16是表示实施例 10所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图，(a)表示透镜截面，(b)表示球面像差(SA)，(c)表示像散(AS)，(d)表示畸变像差(DT)，(e)表示倍率色像差(CC)。

[0262] 如图16的(a)所示，实施例10的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0263] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外，在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0264] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0265] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说，亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0266] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此，由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的两面成为等R面。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0267] (实施例11)

[0268] 对于实施例11所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图17是表示实施例 11所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图，(a)表示透镜截面，(b)表示球面像差(SA)，(c)表示像散(AS)，(d)表示畸变像差(DT)，(e)表示倍率色像差(CC)。

[0269] 如图17的(a)所示，实施例11的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0270] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外，在前侧透镜组GF配置

有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0271] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0272] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0273] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0274] (实施例12)

[0275] 对于实施例12所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图18是表示实施例 12所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0276] 如图18的(a)所示,实施例12的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0277] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0278] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0279] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0280] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0281] (实施例13)

[0282] 对于实施例13所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图19是表示实施例 13所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图,(a)表示透镜截面,(b)表示球面像差(SA),(c)表示像散(AS),(d)表示畸变像差(DT),(e)表示倍率色像差(CC)。

[0283] 实施例13的斜视物镜光学系统如图19的(a)所示,由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0284] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外,在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0285] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0286] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0287] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2

的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0288] (实施例14)

[0289] 对于实施例14所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图20是表示实施例 14所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图, (a) 表示透镜截面, (b) 表示球面像差(SA), (c) 表示像散(AS), (d) 表示畸变像差(DT), (e) 表示倍率色像差(CC)。

[0290] 如图20的(a)所示, 实施例14的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0291] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外, 前侧透镜组GF配置有滤波器F1, 滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0292] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱镜。对棱镜使用了折射率为1.5左右的低折射率玻璃材料。

[0293] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说, 亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0294] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及平凹负透镜L4组成。在此, 由双凸正透镜L3和平凹负透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0295] 在本实施例所涉及的斜视物镜光学系统中, 对棱镜使用了低折射率玻璃材料。因此, 需要加宽前侧透镜组GF与后侧透镜组GR的间隔(空气当量长度) 而能够配置棱镜。其中, 低折射率玻璃材料相比于高折射率玻璃材料是低色散。因此, 即使接合透镜不使用阿贝数小于20的高折射率且反常色散的玻璃材料, 也能够进行色像差的校正。在本实施例中, 对平凹负透镜L4使用了折射率为1.8左右、阿贝数为22左右的玻璃材料。

[0296] 另外, 当对光路转换元件(棱镜) 使用低折射率玻璃材料时, 与高折射率玻璃材料的情况相比, 前侧透镜组与后侧透镜组的间隔变长, 因此负透镜的外径容易大型化。然而, 在本实施例所涉及的斜视物镜光学系统中, 由于将光路转换元件构成得较短, 因此前侧透镜组的透镜直径成为与其它的实施例相同程度的直径。

[0297] 另外, 接合透镜的双凸正透镜L3与平凹负透镜L4的折射率差小到约 0.07。另外, 平凹负透镜L4的像侧面构成为平面。因此, 透镜的加工性好, 也容易判别组装时的透镜的前后。

[0298] (实施例15)

[0299] 对于实施例15所涉及的斜视物镜光学系统进行说明。图21是表示实施例 15所涉及的斜视物镜光学系统的截面结构的图和像差图, (a) 表示透镜截面, (b) 表示球面像差(SA), (c) 表示像散(AS), (d) 表示畸变像差(DT), (e) 表示倍率色像差(CC)。

[0300] 如图21的(a)所示, 实施例15的斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的负折射力的前侧透镜组GF、光路转换元件P、亮度光圈S以及正折射力的后侧透镜组GR组成。

[0301] 前侧透镜组GF由物体侧为平面的平凹负透镜L1组成。另外, 在前侧透镜组GF配置有滤波器F1。滤波器F1配置在平凹负透镜L1与光路转换元件P之间。

[0302] 光路转换元件P配置在前侧透镜组GF与后侧透镜组GR之间。光路转换元件P为棱

镜。对棱镜使用了折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料。

[0303] 亮度光圈S配置在光路转换元件P与后侧透镜组GR之间。更具体地说,亮度光圈S设置在光路转换元件P的像侧面。

[0304] 后侧透镜组GR由双凸正透镜L2、双凸正透镜L3以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L4组成。在此,由双凸正透镜L3和负弯月透镜L4形成了正折射力的接合透镜。双凸正透镜L2的物体侧面的曲率半径的绝对值大于像侧面的曲率半径的绝对值。在后侧透镜组GR配置有滤波器F2、玻璃盖GL以及护罩玻璃CG。滤波器F2配置在双凸正透镜L2与接合透镜之间。

[0305] 在本实施例所涉及的斜视物镜光学系统中,使视角广角化成120度,但是由于对棱镜使用折射率为1.8以上的高折射率玻璃材料,而不使平凹负透镜 L1的像侧面的曲率半径(绝对值)变小。另外,形成如光圈值为3.6左右那样明亮且高性能的斜视物镜光学系统。

[0306] 如以上说明的那样,各实施例的斜视物镜光学系统包括配置在棱镜的物体侧的前侧透镜组以及配置在棱镜的像侧的后侧透镜组,前侧透镜组具有负的折射力,并且由负的折射力的透镜构成,后侧透镜组具有正的折射力,并且由正的折射力的透镜和具有正的折射力的接合透镜构成,接合透镜是将正的折射力的透镜与负的折射力的透镜依次接合而成的,在棱镜与后组透镜组之间具备孔径光圈。

[0307] 各实施例的斜视物镜光学系统具有支持摄像元件的小型化和多像素化而提高光学性能的最佳的透镜结构,通过该结构,也能够有助于内窥镜前端部的细径化。并且,各实施例的斜视物镜光学系统满足了各条件式,因此各像差被良好地校正。

[0308] 以下示出上述各实施例的数值数据。关于符号,r表示各面的曲率半径,d表示各光学构件的壁厚或空气间隔,nd表示各光学构件的针对d线的折射率,vd表示各光学构件的针对d线的阿贝数,f表示斜视物镜光学系统整个系统的焦距,IH表示像高, ω 表示半视角, f_F 表示前侧透镜组的焦距, f_R 表示后侧透镜组的焦距,D1表示从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度,D2表示从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度, R_c 表示后侧透镜组的接合透镜的接合面的曲率半径, f_2 表示后侧透镜组的正透镜的焦距, f_3 表示后侧透镜组的接合透镜的焦距,TW表示最大像高时的向像面的光线入射角度。另外,r、d、IH、空气当量长度以及各焦距的单位为mm。另外,f被标准化为1mm。

[0309] 数值实施例1

[0310] 单位mm

[0311] 面数据

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.5824	1.88300	40.76
2	1.3715	0.9318		
3	∞	0.5824	1.51633	64.14
4	∞	0.0582		
5	∞	3.3735	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.1893		
8	3.9034	1.2667	1.75500	52.32
9	-3.9034	0.0874		
[0312] 10	∞	0.8736	1.52100	65.13
11	∞	0.1165		
12	2.4271	1.6452	1.58913	61.14
13	-1.5608	0.4368	1.92286	18.90
14	-18.2083	0.6471		
15	∞	0.4805	1.88300	40.76
16	∞	0.0146	1.51300	64.00
17	∞	0.5824	1.61062	50.49
18	0			
(像面)				
[0313]	各种数据			
[0314]	IH	0.754		
[0315]	ω	46.963		
[0316]	Fno	5.585		
[0317]	数值实施例2			
[0318]	单位mm			
[0319]	面数据			

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.5849	1.88300	40.76
2	1.3488	0.9358		
3	∞	0.5849	1.51633	64.14
4	∞	0.0585		
5	∞	3.3878	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.1901		
8	4.7265	1.1067	1.72916	54.68
9	-3.3389	0.0731		
[0320] 10	∞	0.8773	1.52100	65.13
11	∞	0.1024		
12	2.5638	1.9281	1.58913	61.14
13	-1.6295	0.4533	1.92286	18.90
14	-17.7766	0.5258		
15	∞	0.4825	1.51633	64.14
16	∞	0.0146	1.51300	64.00
17	∞	0.5849	1.61062	50.49
18	0			
(像面)				
[0321]	各种数据			
[0322]	IH	0.757		
[0323]	ω	47.49		
[0324]	Fno	5.337		
[0325]	数值实施例3			
[0326]	单位mm			
[0327]	面数据			

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.5774	1.88300	40.76
2	1.2959	0.9238		
3	∞	0.5774	1.51633	64.14
4	∞	0.0577		
5	∞	3.3446	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.1877		
8	4.2060	1.2820	1.77250	49.60
9	-4.2060	0.0866		
[0328] 10	∞	0.8661	1.52100	65.13
11	∞	0.1155		
12	2.2312	1.6570	1.58913	61.14
13	-1.4930	0.4330	1.92286	18.90
14	-25.0484	0.6461		
15	∞	0.5774	1.51633	64.14
16	∞	0.0144	1.51300	64.00
17	∞	0.5774	1.61062	50.49
18	0			
(像面)				
[0329]	各种数据			
[0330]	IH	0.748		
[0331]	ω	46.852		
[0332]	Fno	5.382		
[0333]	数值实施例4			
[0334]	单位mm			
[0335]	面数据			

	面编号	r	d	nd	ν d
	1	∞	0.5574	1.88300	40.76
	2	1.4786	0.8083		
	3	∞	0.5574	1.51633	64.14
	4	∞	0.0557		
	5	∞	3.2290	1.88300	40.76
	6	∞	0		
	7(光圈)	∞	0.2508		
	8	3.4826	1.3936	1.72916	54.68
	9	-3.4826	0.1394		
[0336]	10	∞	0.4320	1.51401	75.26
	11	∞	0.1394		
	12	2.6785	1.2542	1.51633	64.15
	13	-1.6389	0.3763	1.92286	18.90
	14	-4.6881	0.7878		
	15	∞	0.5574	1.51633	64.14
	16	∞	0.0139	1.51300	53.00
	17	∞	0.5574	1.50510	63.26
	18	0			
	(像面)				
[0337]	各种数据				
[0338]	IH	0.715			
[0339]	ω	44.041			
[0340]	Fno	3.582			
[0341]	数值实施例5				
[0342]	单位mm				
[0343]	面数据				

	面编号	r	d	nd	ν d
	1	∞	0.5574	1.88300	40.76
	2	1.4786	0.8083		
	3	∞	0.5574	1.51633	64.14
	4	∞	0.0557		
	5	∞	3.2290	1.88300	40.76
	6	∞	0		
	7(光圈)	∞	0.2508		
	8	3.4826	1.3936	1.72916	54.68
	9	-3.4826	0.1394		
[0344]	10	∞	0.4320	1.51401	75.26
	11	∞	0.1394		
	12	2.6785	1.2542	1.51633	64.15
	13	-1.6389	0.3763	1.92286	18.90
	14	-4.6881	0.7921		
	15	∞	0.5574	1.51633	64.14
	16	∞	0.0139	1.50808	63.26
	17	∞	0.5574	1.52275	55.29
	18	0			
	(像面)				
[0345]	各种数据				
[0346]	IH	0.739			
[0347]	ω	45.823			
[0348]	Fno	3.582			
[0349]	数值实施例6				
[0350]	单位mm				
[0351]	面数据				

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.6039	1.88300	40.76
2	1.3977	0.9902		
3	∞	0.6039	1.51633	64.14
4	∞	0.0604		
5	∞	3.4984	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.2202		
8	4.1101	1.3586	1.75500	52.32
9	-4.1101	0.0906		
[0352] 10	∞	0.9059	1.52100	65.13
11	∞	0.1208		
12	2.4546	1.6388	1.58913	61.14
13	-1.6488	0.4530	1.92286	18.90
14	-15.7302	0.6285		
15	∞	0.5285	1.51633	64.14
16	∞	0.0151	1.51300	64.00
17	∞	0.6039	1.61062	50.49
18	0			

(像面)

[0353] 各种数据

[0354] IH 0.782

[0355] ω 49.682

[0356] Fno 3.919

[0357] 数值实施例7

[0358] 单位mm

[0359] 面数据

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.6047	1.88300	40.76
2	1.4045	0.9860		
3	∞	0.6047	1.51633	64.14
4	∞	0.0605		
5	∞	3.5027	1.80610	40.92
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.2150		
8	4.1478	1.3511	1.75500	52.32
9	-4.1478	0.0907		
[0360] 10	∞	0.9070	1.52100	65.13
11	∞	0.1209		
12	2.4738	1.6527	1.58913	61.14
13	-1.6436	0.4535	1.92286	18.90
14	-16.3751	0.6376		
15	∞	0.5291	1.51633	64.14
16	∞	0.0151	1.51300	64.00
17	∞	0.6047	1.61062	50.49
18	0			

(像面)

[0361] 各种数据

[0362] IH 0.783

[0363] ω 49.783

[0364] Fno 3.963

[0365] 数值实施例8

[0366] 单位mm

[0367] 面数据

	面编号	r	d	nd	ν d
	1	∞	0.6025	1.76820	71.79
	2	1.2469	0.9706		
	3	∞	0.6025	1.51633	64.14
	4	∞	0.0603		
	5	∞	3.4902	1.80610	40.92
	6	∞	0		
	7(光圈)	∞	0.2007		
	8	4.3747	0.8191	1.75500	52.32
	9	-3.9694	0.0904		
[0368]	10	∞	0.9038	1.52100	65.13
	11	∞	0.1205		
	12	2.3851	1.6115	1.58913	61.14
	13	-1.6658	0.4519	1.92286	18.90
	14	-17.1437	0.6244		
	15	∞	0.5272	1.51633	64.14
	16	∞	0.0151	1.51300	64.00
	17	∞	0.6025	1.61062	50.49
	18	0			

(像面)

[0369] 各种数据

[0370] IH 0.78

[0371] ω 49.868

[0372] Fno 3.914

[0373] 数值实施例9

[0374] 单位mm

[0375] 面数据

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.6063	1.88300	40.76
2	1.4043	0.7963		
3	∞	0.9094	1.52100	65.13
4	∞	0.0606		
5	∞	3.5118	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.2215		
[0376] 8	4.1211	1.3238	1.75500	52.32
9	-4.1211	0.8039		
10	2.4518	1.6393	1.58913	61.14
11	-1.6490	0.4547	1.92286	18.90
12	-15.6642	0.6244		
13	∞	0.5305	1.51633	64.14
14	∞	0.0152	1.51300	64.00
15	∞	0.6063	1.61062	50.49
16	0			

(像面)

[0377] 各种数据

[0378] IH 0.785

[0379] ω 49.819

[0380] Fno 3.902

[0381] 数值实施例10

[0382] 单位mm

[0383] 面数据

	面编号	r	d	nd	νd
	1	∞	0.7091	1.88300	40.76
	2	1.5748	1.2402		
	3	∞	0.7091	1.51633	64.14
	4	∞	0.0709		
	5	∞	4.1075	1.88300	40.76
	6	∞	0		
	7(光圈)	∞	0.3344		
	8	4.7563	1.4638	1.75500	52.32
	9	-4.7563	0.1064		
[0384]	10	∞	1.0636	1.52100	65.13
	11	∞	0.1418		
	12	2.6909	1.7969	1.58913	61.14
	13	-2.0324	0.5318	1.92286	18.90
	14	-12.6152	0.6184		
	15	∞	0.6205	1.88300	40.76
	16	∞	0.0177	1.51300	64.00
	17	∞	0.7091	1.61062	50.49
	18	0			
	(像面)				
[0385]	各种数据				
[0386]	IH	0.775			
[0387]	ω	49.712			
[0388]	Fno	4.826			
[0389]	数值实施例11				
[0390]	单位mm				
[0391]	面数据				

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.7151	1.88300	40.76
2	1.6305	1.2317		
3	∞	0.7151	1.51633	64.14
4	∞	0.0715		
5	∞	4.1421	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.2647		
8	5.3567	1.0020	1.75500	52.32
9	-4.4586	0.1073		
[0392] 10	∞	1.0726	1.52100	65.13
11	∞	0.1430		
12	3.4196	1.9581	1.72916	54.68
13	-1.6984	0.5363	1.92286	18.90
14	-15.0024	0.6204		
15	∞	0.6257	1.88300	40.76
16	∞	0.0179	1.51300	64.00
17	∞	0.7151	1.61062	50.49
18	0			
(像面)				
[0393]	各种数据			
[0394]	IH	0.781		
[0395]	ω	49.83		
[0396]	Fno	4.686		
[0397]	数值实施例12			
[0398]	单位mm			
[0399]	面数据			

面编号	r	d	nd	νd
1	∞	0.7148	1.88300	40.76
2	1.6360	1.2338		
3	∞	0.7148	1.51633	64.14
4	∞	0.0715		
5	∞	4.1406	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.2616		
8	5.7330	0.9374	1.78590	44.20
9	-4.5891	0.1072		
[0400] 10	∞	1.0722	1.52100	65.13
11	∞	0.1430		
12	3.3805	1.9484	1.72916	54.68
13	-1.6935	0.5361	1.92286	18.90
14	-14.9347	0.6272		
15	∞	0.6255	1.88300	40.76
16	∞	0.0179	1.51300	64.00
17	∞	0.7148	1.61062	50.49
18	0			
(像面)				
[0401]	各种数据			
[0402]	IH	0.781		
[0403]	ω	49.8		
[0404]	Fno	4.679		
[0405]	数值实施例13			
[0406]	单位mm			
[0407]	面数据			

面编号	r	d	nd	ν d
1	∞	0.5257	1.88300	40.76
2	1.3088	0.7804		
3	∞	0.5257	1.51633	64.14
4	∞	0.0526		
5	∞	3.0450	1.80610	40.92
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.0848		
8	3.7410	1.1367	1.75500	52.32
9	-3.5359	0.0789		
[0408] 10	∞	0.7885	1.52100	65.13
11	∞	0.1051		
12	2.3989	1.5316	1.58913	61.14
13	-1.2564	0.4164	1.80810	22.76
14	-33.5075	0.6417		
15	∞	0.4600	1.51633	64.14
16	∞	0.0131	1.51300	64.00
17	∞	0.5257	1.61062	50.49
18	0			

(像面)

[0409] 各种数据

[0410] IH 0.769

[0411] ω 47.829

[0412] Fno 4.29

[0413] 数值实施例14

[0414] 单位mm

[0415] 面数据

	面编号	r	d	nd	ν d
	1	∞	0.5392	1.88300	40.76
	2	1.4109	0.7483		
	3	∞	0.5392	1.51633	64.14
	4	∞	0.0539		
	5	∞	3.1230	1.51633	64.14
	6	∞	0		
	7(光圈)	∞	0.0809		
	8	4.7542	1.4154	1.77250	49.60
	9	-3.7982	0.0809		
[0416]	10	∞	0.8087	1.52100	65.13
	11	∞	0.1078		
	12	3.4342	1.7847	1.72916	54.68
	13	-1.1903	0.5256	1.80810	22.76
	14	∞	0.7540		
	15	∞	0.4718	1.51633	64.14
	16	∞	0.0135	1.51300	64.00
	17	∞	0.5392	1.61062	50.49
	18	0			
	(像面)				
[0417]	各种数据				
[0418]	IH	0.789			
[0419]	ω	49.83			
[0420]	Fno	4.282			
[0421]	数值实施例15				
[0422]	单位mm				
[0423]	面数据				

面编号	r	d	nd	νd
1	∞	0.6803	1.88300	40.76
2	1.5386	1.1825		
3	∞	0.6803	1.51633	64.14
4	∞	0.0680		
5	∞	3.9405	1.88300	40.76
6	∞	0		
7(光圈)	∞	0.3052		
8	5.2193	1.3688	1.77250	49.60
9	-4.3467	0.1020		
[0424] 10	∞	1.0204	1.52100	65.13
11	∞	0.1361		
12	2.5755	1.6909	1.58913	61.14
13	-2.0613	0.5201	1.95906	17.47
14	-13.8236	0.6296		
15	∞	0.5952	1.51633	64.14
16	∞	0.0170	1.51300	64.00
17	∞	0.6803	1.61062	50.49
18	0			

(像面)

[0425] 各种数据

[0426] IH 0.881

[0427] ω 59.74

[0428] Fno 3.569

[0429] 以下示出实施例1～实施例15所涉及的物镜光学系统中的条件式(1)～(9)的数值。

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
(1) f_F/f	-1.553	-1.528	-1.468	-1.675	-1.675
(2) f_R/f	2.062	2.056	2.069	2.108	2.108
(3) $ f_F/f_R $	0.753	0.743	0.709	0.794	0.794
(4) $D1/f$	3.166	3.179	3.139	2.946	2.946
(5) $D2/f$	1.274	1.217	1.395	1.535	1.535
(6) $D1/D2$	2.486	2.613	2.25	1.92	1.92
(7) f_3/f_2	3.008	2.962	2.681	2.55	2.55
(8) $ R_c /f$	1.561	1.629	1.493	1.639	1.639
(9) TW	-10.032	-10.411	-10	-7.365	-7.59
	实施例 6	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10
(1) f_F/f	-1.583	-1.591	-1.623	-1.59	-1.783
(2) f_R/f	2.163	2.179	2.08	2.16	2.457
(3) $ f_F/f_R $	0.732	0.73	0.78	0.736	0.726
(4) $D1/f$	3.307	3.385	3.361	3.320	3.96
(5) $D2/f$	1.362	1.372	1.356	1.361	1.4
(6) $D1/D2$	2.428	2.467	2.478	2.440	2.829
(7) f_3/f_2	2.612	2.673	2.555	2.601	1.996
(8) $ R_c /f$	1.649	1.644	1.666	1.649	2.032
(9) TW	-9.433	-9.563	-10.863	-9.529	-7.277
	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15
(1) f_F/f	-1.847	-1.853	-1.482	-1.598	-1.742
(2) f_R/f	2.395	2.382	1.927	2.159	2.37
(3) $ f_F/f_R $	0.771	0.778	0.769	0.74	0.735
(4) $D1/f$	3.975	3.976	2.866	3.217	3.792
(5) $D2/f$	1.408	1.415	1.28	1.409	1.456
(6) $D1/D2$	2.822	2.81	2.239	2.284	2.605
(7) f_3/f_2	1.733	1.705	2.973	2.115	2.125
(8) $ R_c /f$	1.698	1.693	1.256	1.19	2.061
(9) TW	-8.003	-8.17	-11.235	-9.216	-8.876

[0430]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
f	1	1	1	1	1
f_F	-1.553	-1.528	-1.468	-1.675	-1.675
f_R	2.062	2.056	2.069	2.108	2.108
D1	3.166	3.179	3.139	2.946	2.946
D2	1.274	1.217	1.395	1.535	1.535
f_2	2.779	2.848	2.916	2.608	2.608
f_3	8.358	8.438	7.818	6.652	6.652
R_c	-1.561	-1.629	-1.493	-1.639	-1.639
	实施例 6	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10
f	1	1	1	1	1
f_F	-1.583	-1.591	-1.623	-1.59	-1.783
f_R	2.163	2.179	2.08	2.16	2.457
[0431] D1	3.307	3.385	3.361	3.320	3.96
D2	1.362	1.372	1.356	1.361	1.4
f_2	2.93	2.954	2.878	2.932	3.373
f_3	7.655	7.896	7.355	7.625	6.734
R_c	-1.649	-1.644	-1.666	-1.649	-2.032
	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15
f	1	1	1	1	1
f_F	-1.847	-1.853	-1.482	-1.598	-1.742
f_R	2.395	2.382	1.927	2.159	2.37
D1	3.975	3.976	2.866	3.217	3.792
D2	1.408	1.415	1.28	1.409	1.456
f_2	3.371	3.378	2.581	2.946	3.274
f_3	5.841	5.758	7.673	6.229	6.957
R_c	-1.698	-1.693	-1.256	-1.19	-2.061

[0432] 图22是使用了本实施方式的斜视物镜光学系统的内窥镜装置的结构例。内窥镜装置20具备斜视用内窥镜21(以下称为“内窥镜21”)、视频处理器22以及监视器23。内窥镜21具备插入部21a和信号线缆21b。在插入部21a前端配置有斜视物镜光学系统24。斜视物镜光学系统24在此是前方观察用的斜视物镜光学系统。该斜视物镜光学系统24能够使用实施例1~15中的任一个的斜视物镜光学系统。

[0433] 另外,在此虽未图示,但在该斜视物镜光学系统24附近配置有用于对被摄体25进行照明的照明光学系统。该照明光学系统具有光源、照明光学元件以及光纤维束。作为光源,例如有发光二极管(LED:Light Emitting Diode)、激光二极管(LD:Laser Diode)的发光元件。作为照明光学元件,例如有透镜元件。透镜元件具备使照明光扩散或会聚的功能。光纤维束向内窥镜21传输照明光。

[0434] 另外,内窥镜21经由信号线缆21b与视频处理器22连接。由斜视物镜光学系统24成像得到的被摄体25的像被摄像元件拍摄。拍摄到的被摄体25的像通过内置于视频处理器22的电路系统被转换为影像信号。根据影像信号,在监视器23上显示被摄体的图像26。

[0435] 此外,在该视频处理器22的内部设置有驱动LED等光源的电路系统。

[0436] 另外,通过将LED、LD等发光元件设置在内窥镜21内,而不需要在内窥镜21的外部设置光源。并且,通过这些发光元件设置在内窥镜21的前端部,不需要设置传输照明光的光纤维束。

[0437] 并且,关于光源,也可以使用氙气灯、卤素灯等。另外,在内窥镜装置 20中,内置有光源的光源装置与视频处理器22形成为一体。然而,光源装置也可以与视频处理器22分开地构成。在该情况下,光源装置和视频处理器22 分别与内窥镜21连接。

[0438] 如以上说明的那样,根据本发明的斜视物镜光学系统,虽然提高组装性、向内窥镜前端部的安装性,但也能够提供一种对于实现了多像素化和小型化的摄像元件而言最佳的高性能且小型的斜视物镜光学系统。并且,通过使用本发明的斜视物镜光学系统,能够提供一种能够获得高图像质量的图像并且具有细径化的前端部的斜视用内窥镜。

[0439] 以上说明了本发明的各种实施方式,但是本发明不仅仅限于这些实施方式,在不脱离其宗旨的范围内,将这些实施方式的结构适当地组合所构成的实施方式也为本发明的范畴。

[0440] (附记)

[0441] 此外,基于这些实施例能够导出以下结构的发明。

[0442] (附记项1)

[0443] 一种斜视物镜光学系统,其特征在于,

[0444] 由从物体侧起依次配置的由负透镜组成的前侧透镜组、光路转换元件、亮度光圈以及具有正的折射力的后侧透镜组构成,

[0445] 后侧透镜组由正透镜以及具有正的折射力的接合透镜组成,

[0446] 接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜和负透镜构成,

[0447] 满足以下的条件式(1)、(2)、(3),

[0448] $-2.0 < f_F/f < -1.3$ (1)

[0449] $1.7 < f_R/f < 2.7$ (2)

[0450] $0.63 < |f_F/f_R| < 0.88$ (3)

[0451] 在此, f_F 为前侧透镜组的焦距,

[0452] f_R 为后侧透镜组的焦距,

[0453] f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0454] (附记项2)

[0455] 根据附记项1所记载的斜视物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(4)、

(5),

[0456] $2.4 < D1/f < 4.4$ (4)

[0457] $1.1 < D2/f < 1.7$ (5)

[0458] 在此, D1为从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度,

[0459] D2为从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度,

[0460] f为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0461] (附记项3)

[0462] 根据附记项1或附记项2所记载的斜视物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(6),

[0463] $1.7 < D1/D2 < 3.1$ (6)

[0464] 在此, D1为从前侧透镜组的负透镜的像侧面到亮度光圈的空气当量长度,

[0465] D2为从后侧透镜组的最终透镜的像侧面到像面的空气当量长度。

[0466] (附记项4)

[0467] 根据附记项1至3中的任一项所记载的斜视物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(7),

[0468] $1.5 < f_3/f_2 < 3.1$ (7)

[0469] 在此, f_2 为后侧透镜组的正透镜的焦距,

[0470] f_3 为后侧透镜组的接合透镜的焦距。

[0471] (附记项5)

[0472] 根据附记项1至4中的任一项所记载的斜视物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(8),

[0473] $1.1 < |R_c|/f < 2.1$ (8)

[0474] 在此, R_c 为后侧透镜组的接合透镜的接合面的曲率半径,

[0475] f为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

[0476] (附记项6)

[0477] 根据附记项1至5中的任一项所记载的斜视物镜光学系统,其特征在于,满足以下的条件式(9),

[0478] $-17^\circ < TW < 0^\circ$ (9)

[0479] 在此, TW为最大像高时的向像面的光线入射角度。

[0480] (附记项7)

[0481] 一种斜视用内窥镜,其特征在于,具备根据附记项1至6中的任一项所记载的斜视物镜光学系统。

[0482] 产业上的可利用性

[0483] 如以上那样,本发明对于能够高精度且容易地进行组装、向内窥镜前端部的安装并且高性能且小型的斜视物镜光学系统而言是有用的。另外,对于能够获得高图像质量的图像并且具有细径化的前端部的斜视用内窥镜而言是有用的。

[0484] 附图标记说明

[0485] GF:前侧透镜组;GR:后侧透镜组;L1、L2、L3、L4:透镜;S:亮度光圈;P:棱镜;F1、F2:滤波器;GL:玻璃盖;CG:护罩玻璃;I:像面;1、5、9:斜视物镜光学系统;2、6、10:前侧透镜组;

3、7、11:棱镜;4、8、12:后侧透镜组;13、14、16:框构件;13a、13b、14a、14b、16a:嵌合部;15:摄像元件;17、18:斜视物镜光学系统;20:内窥镜装置;21:斜视用内窥镜;22:视频处理器;23:监视器;24:斜视物镜光学系统;25:被摄体;26:被摄体的图像。

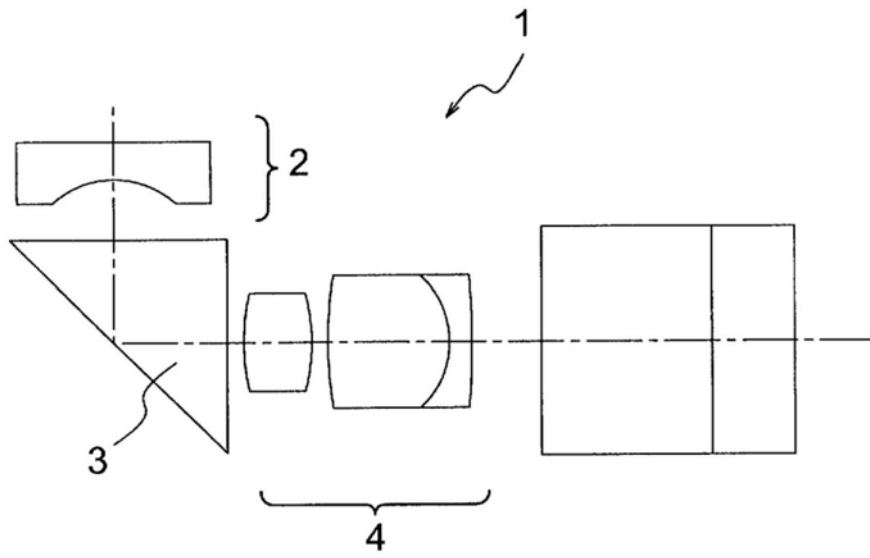


图1

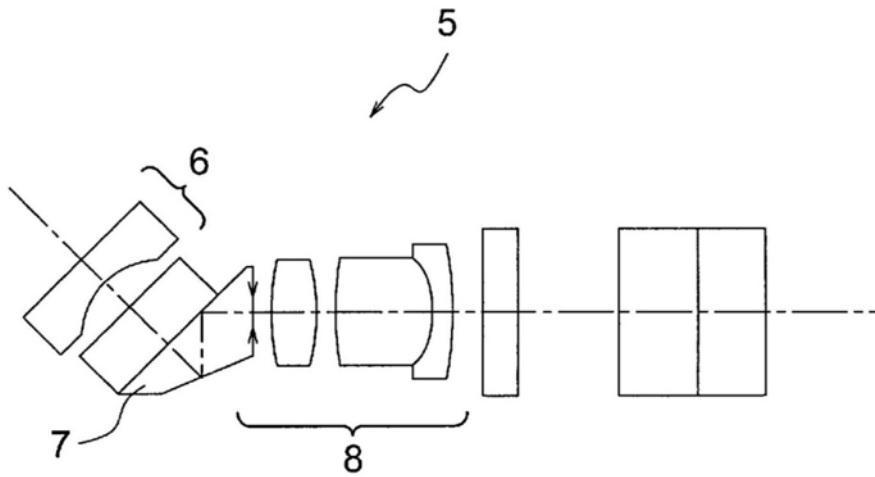


图2

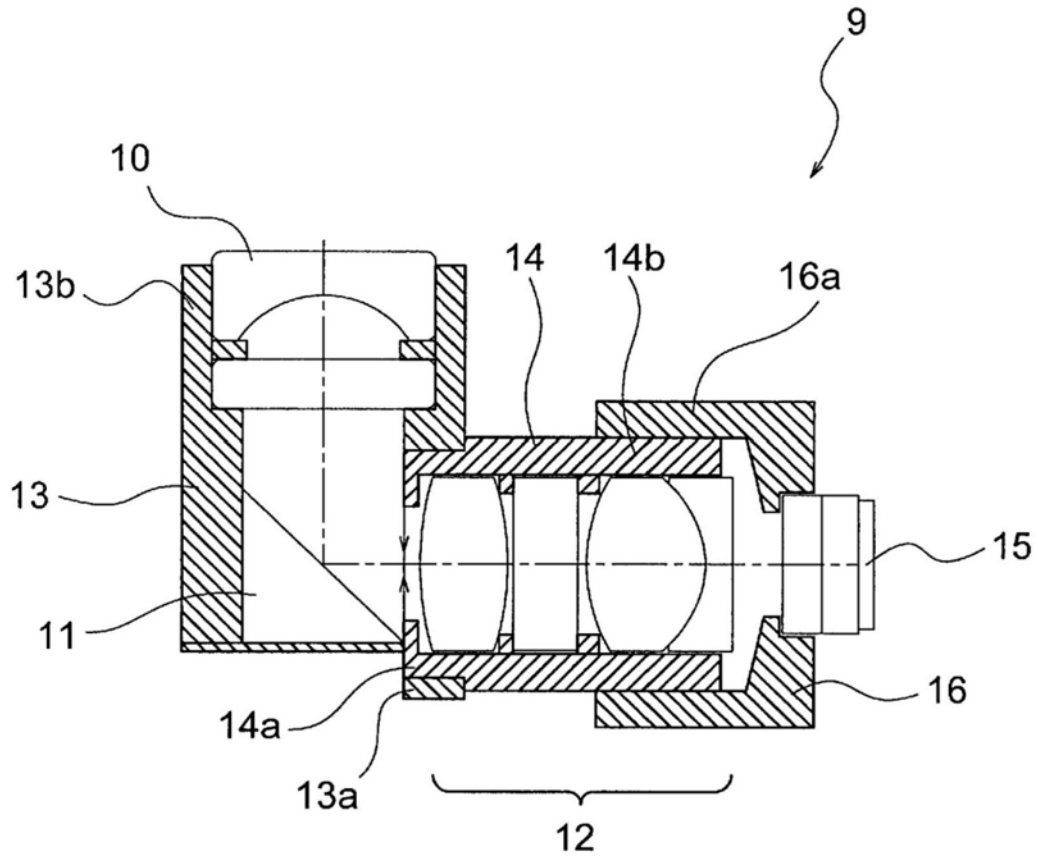


图3

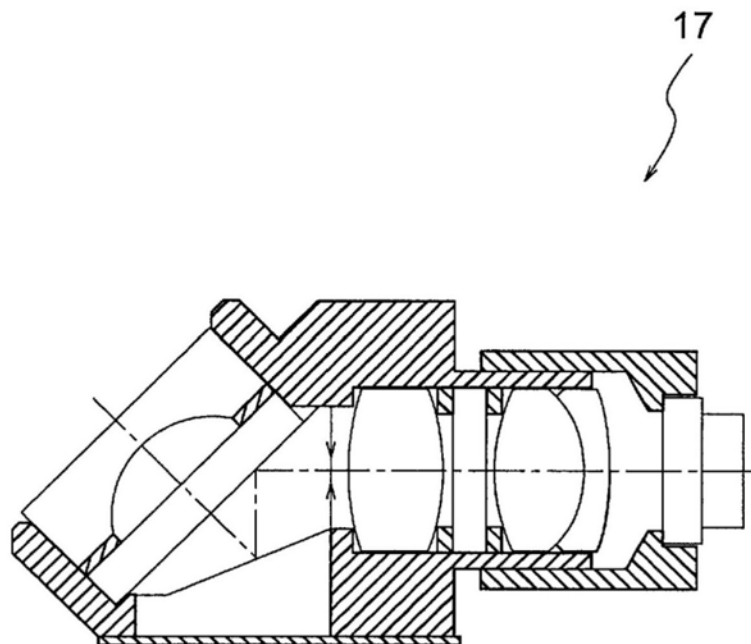


图4

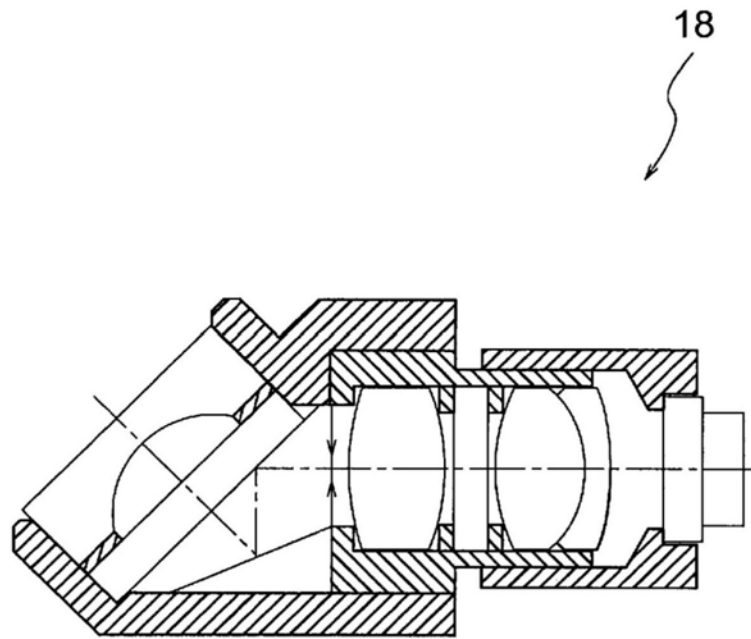
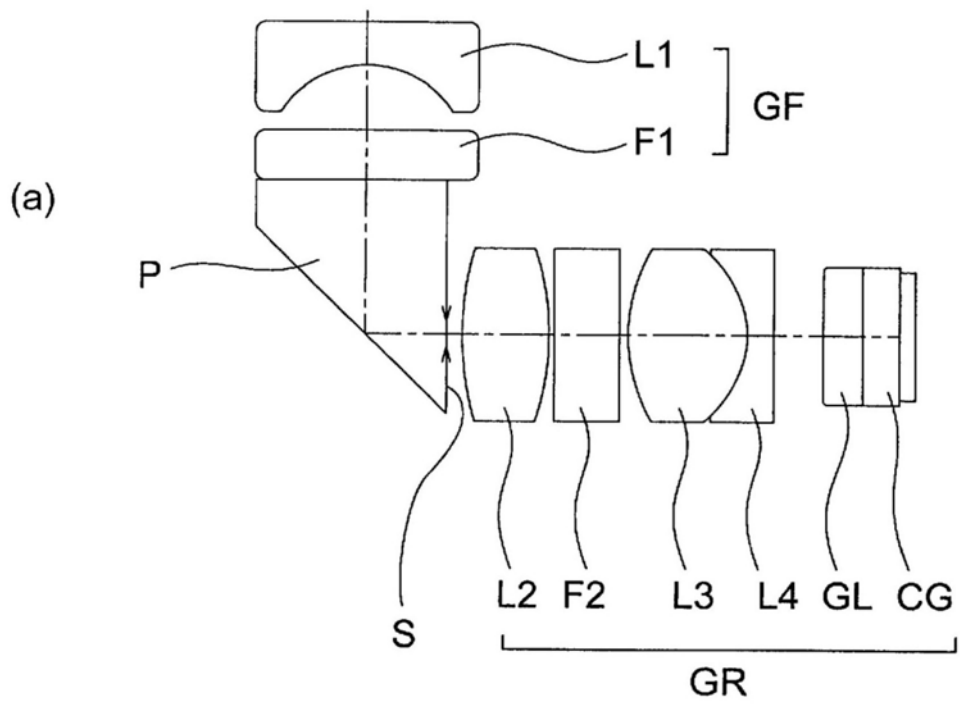
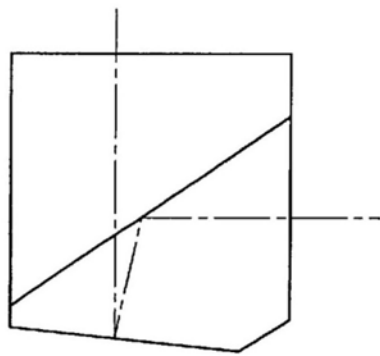


图5



(b)



(c)

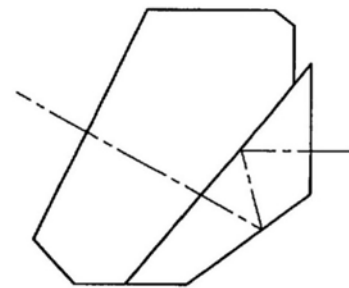


图6

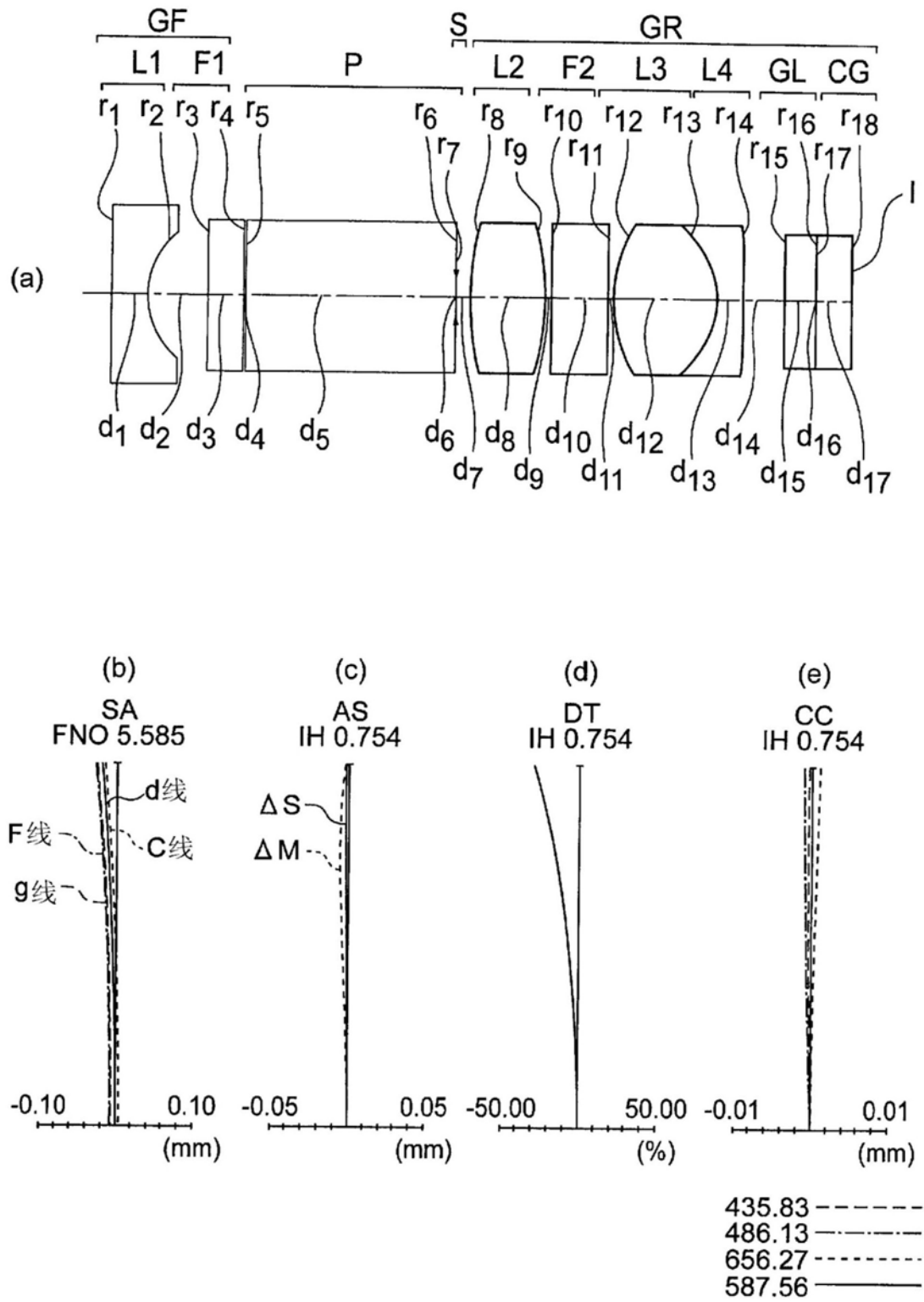


图7

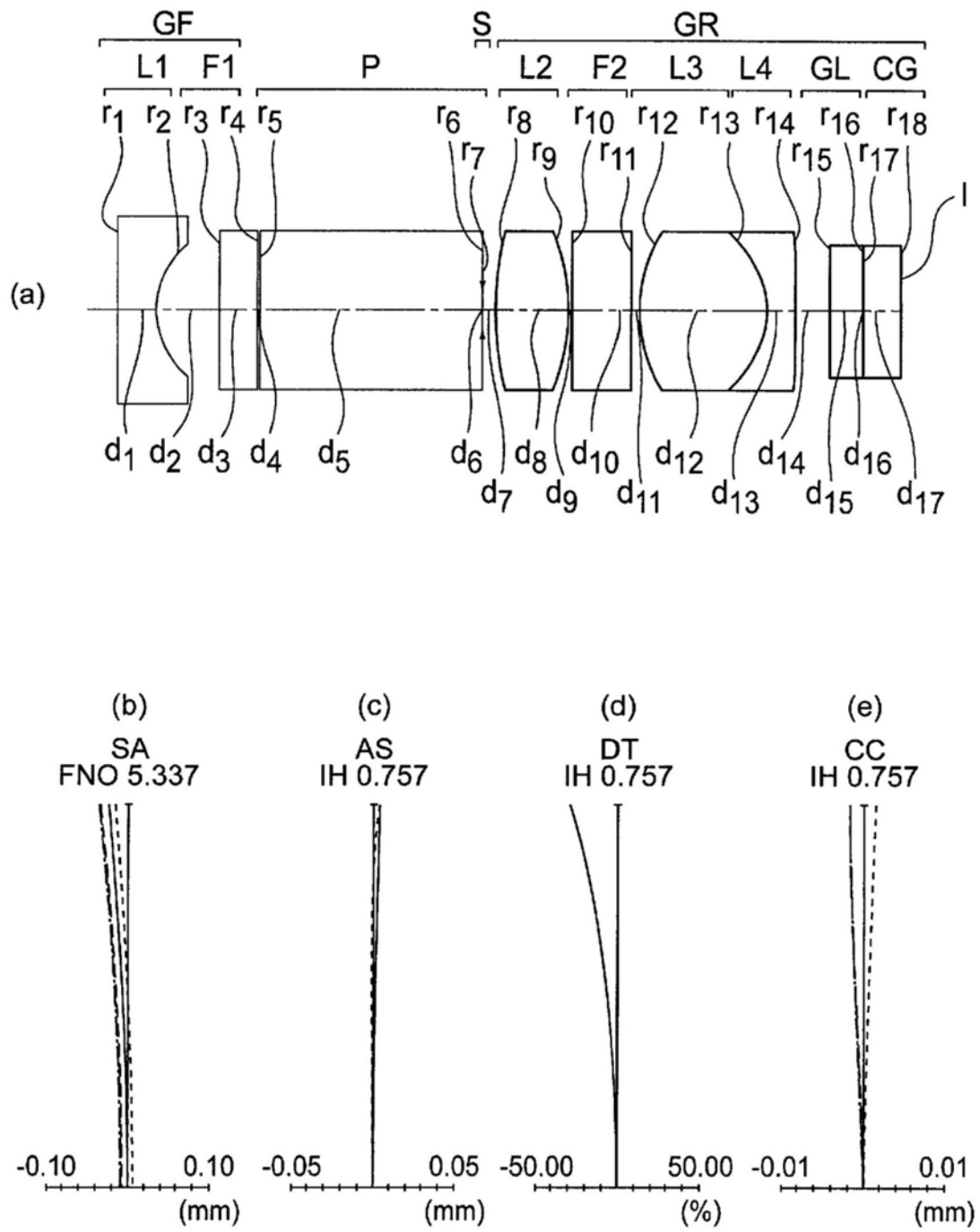


图8

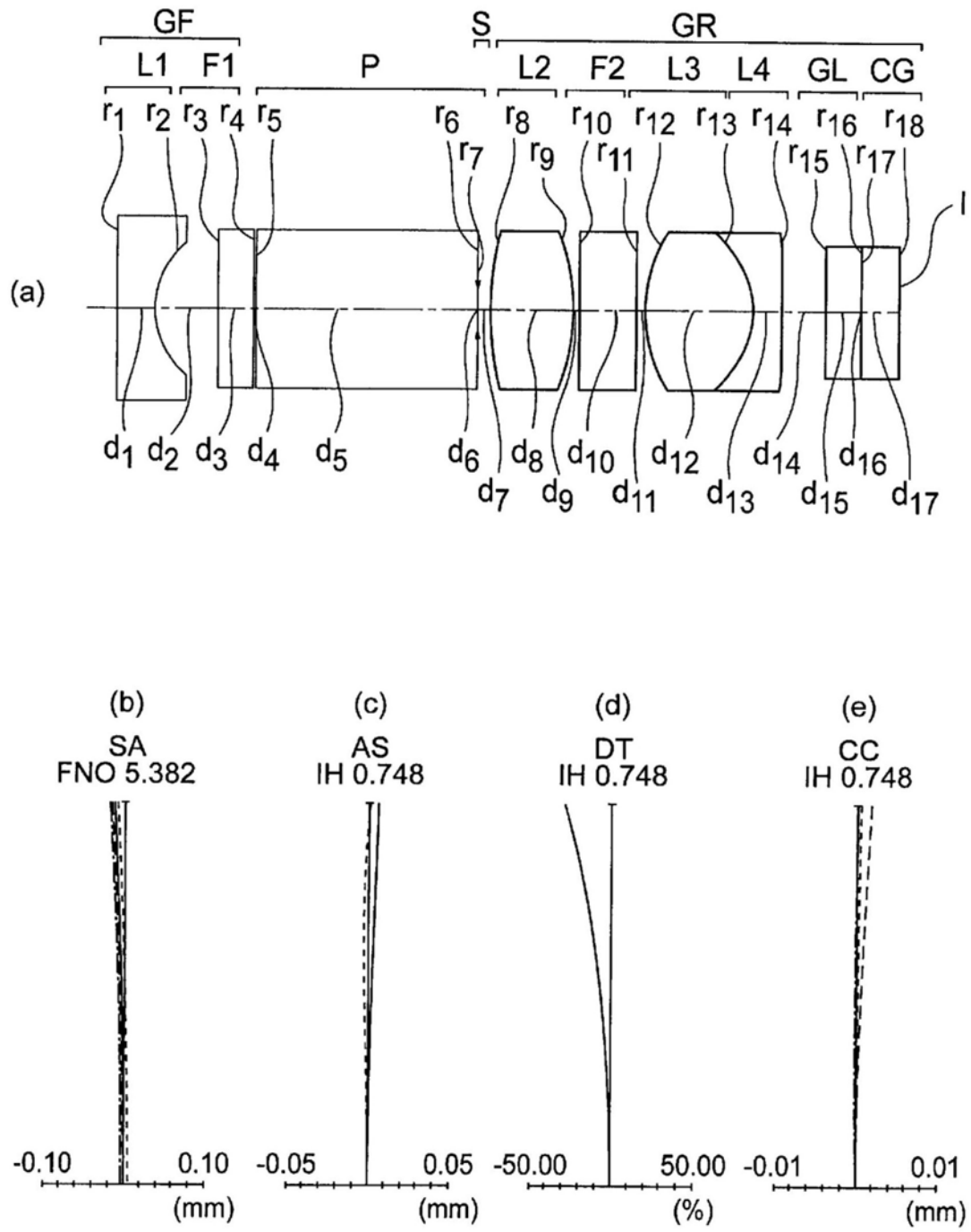


图9

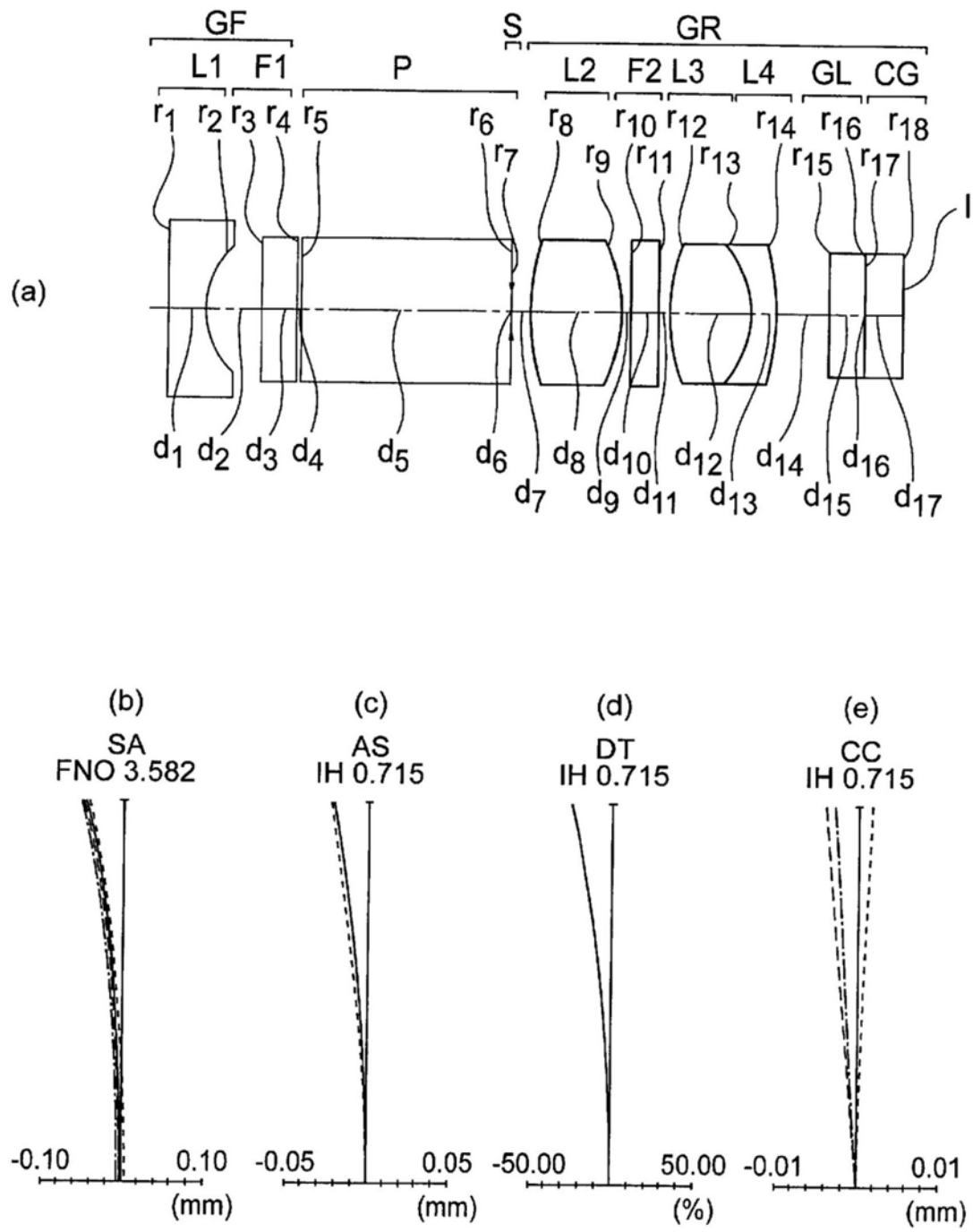


图10

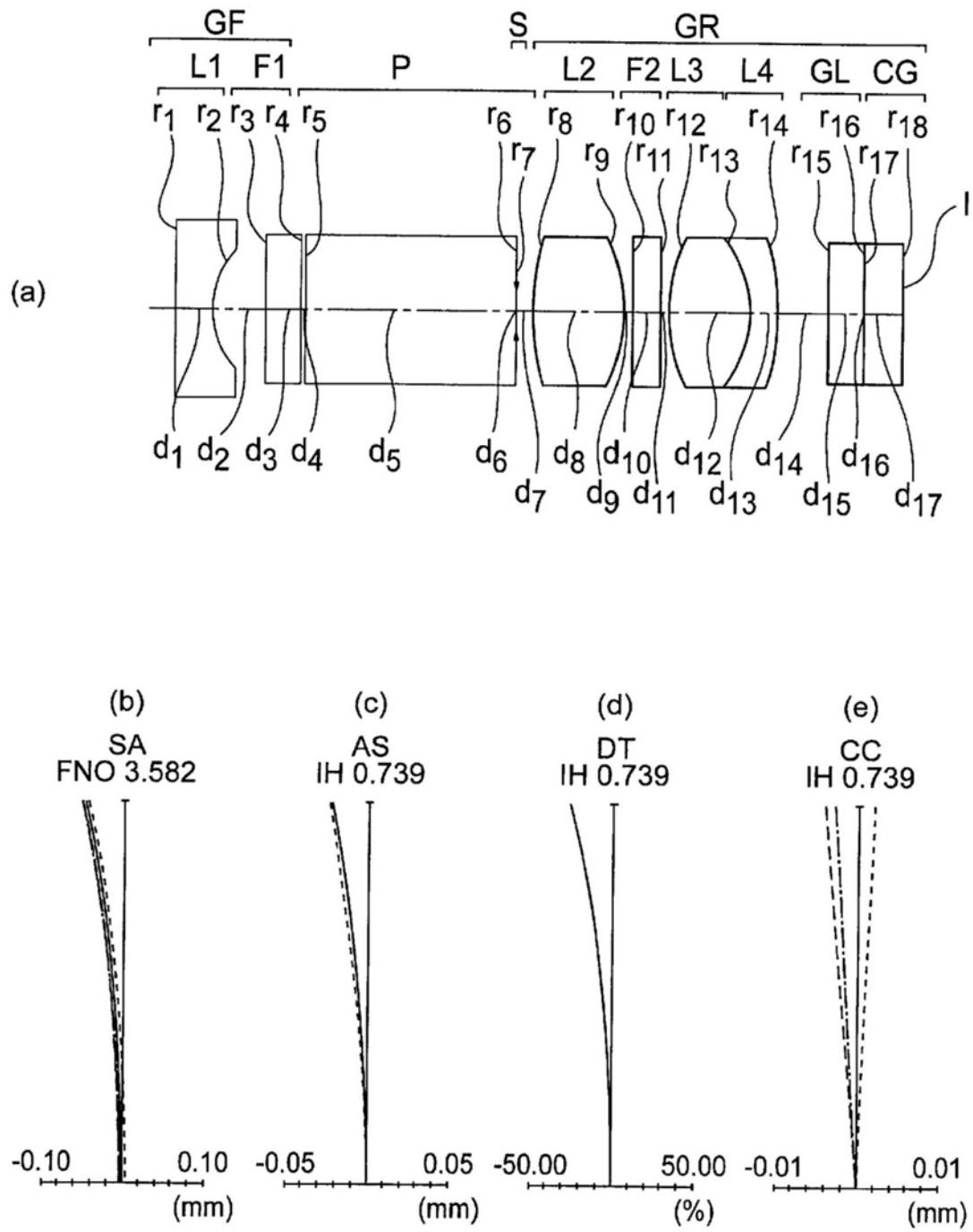


图11

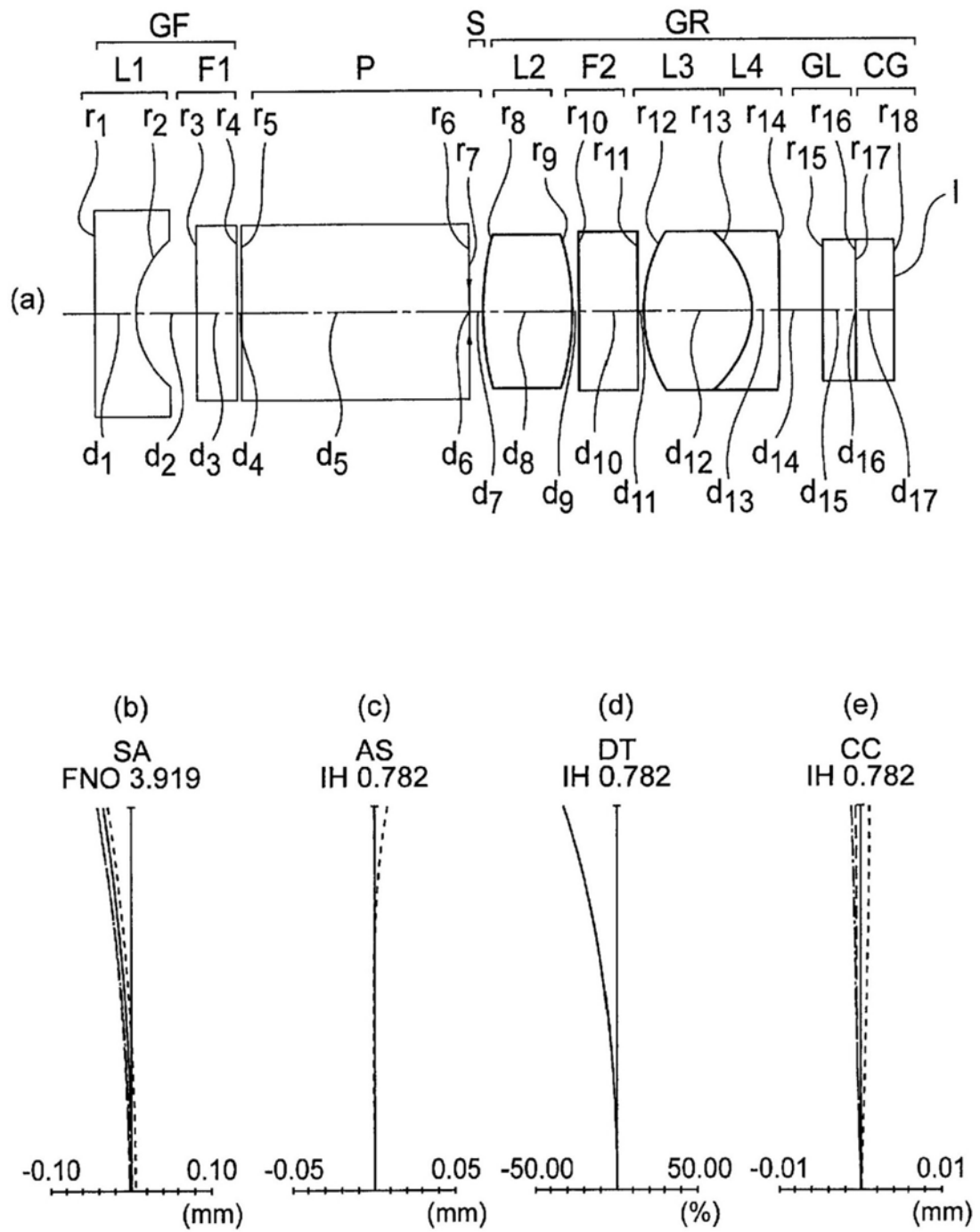


图12

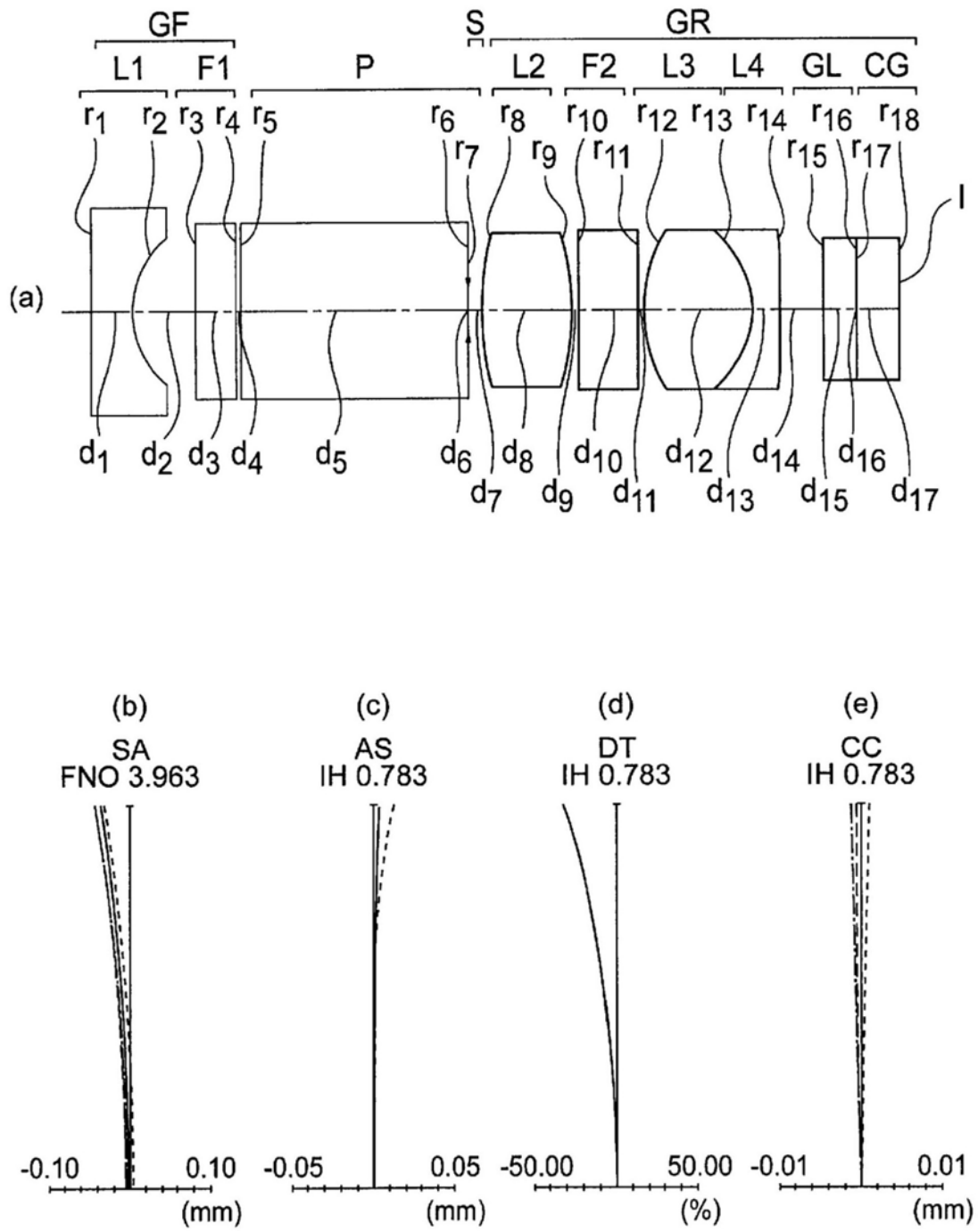


图13

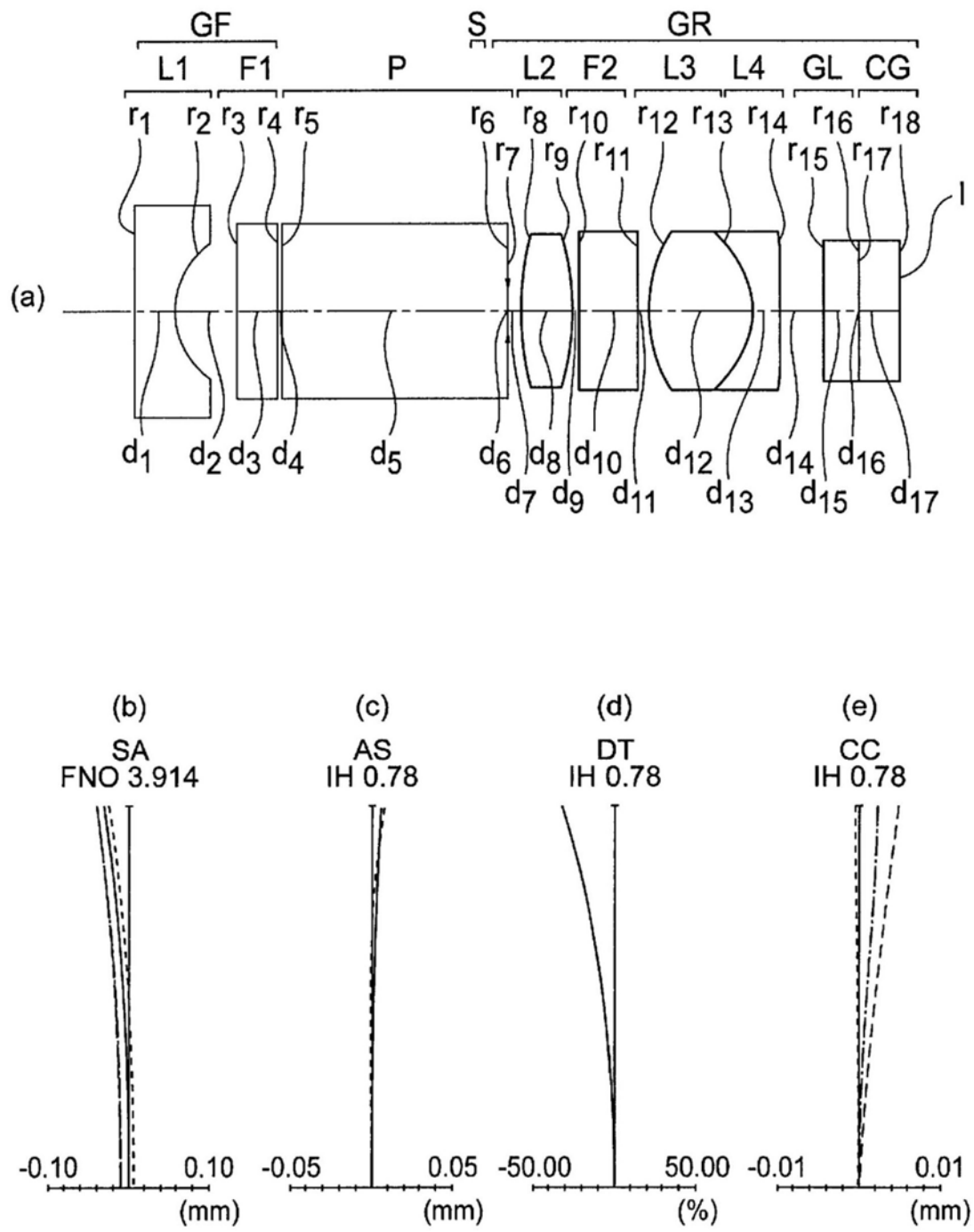


图14

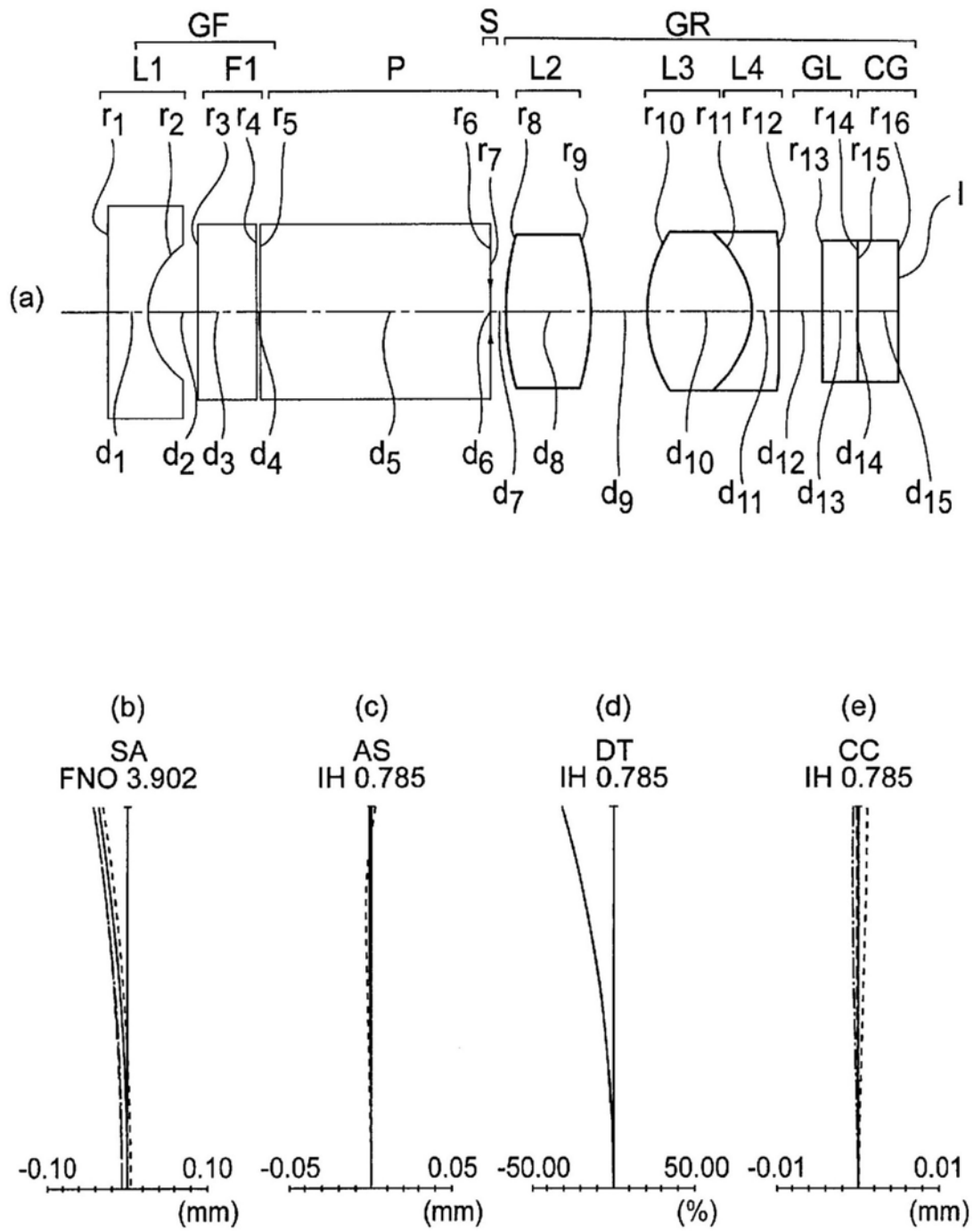


图15

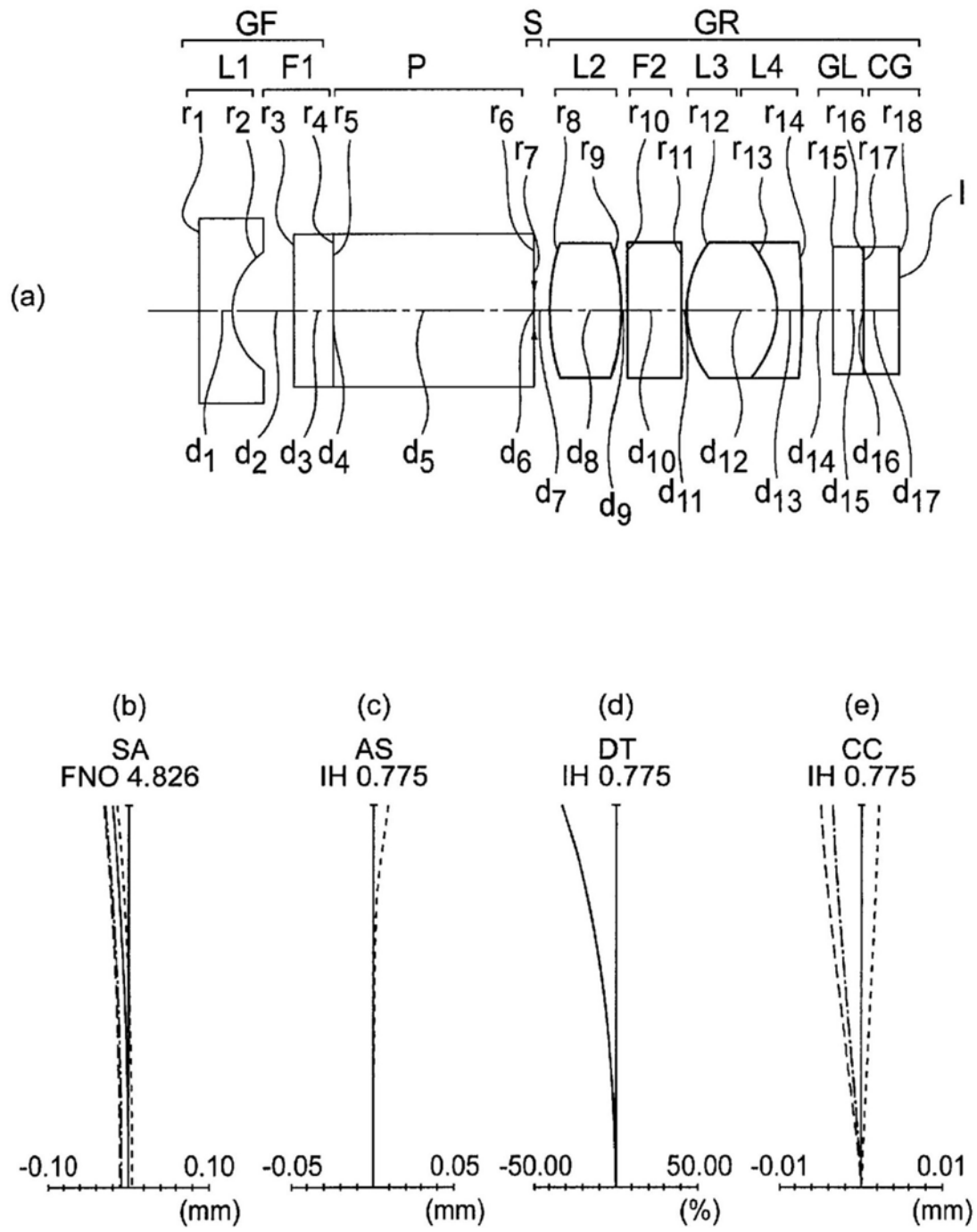


图16

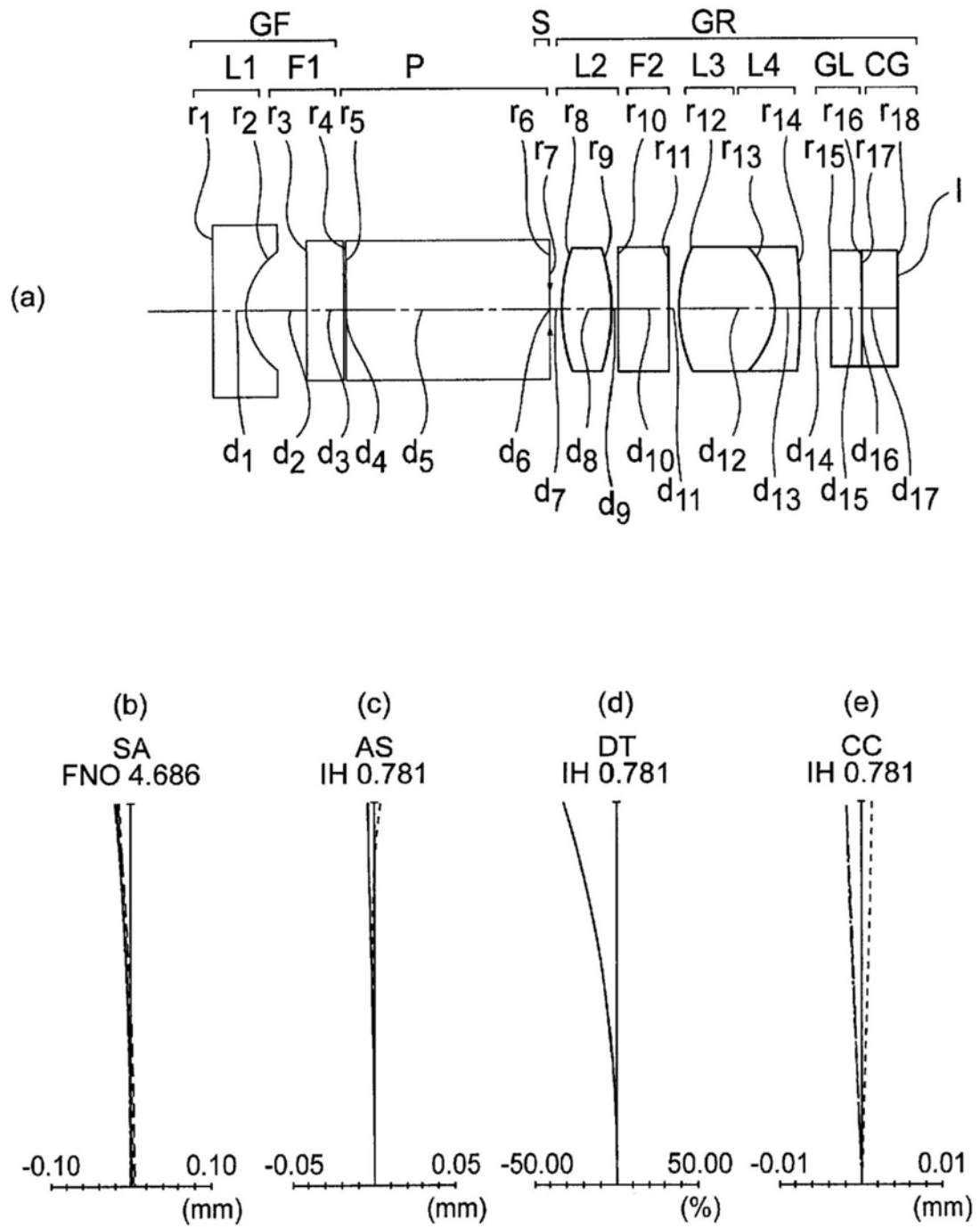


图17

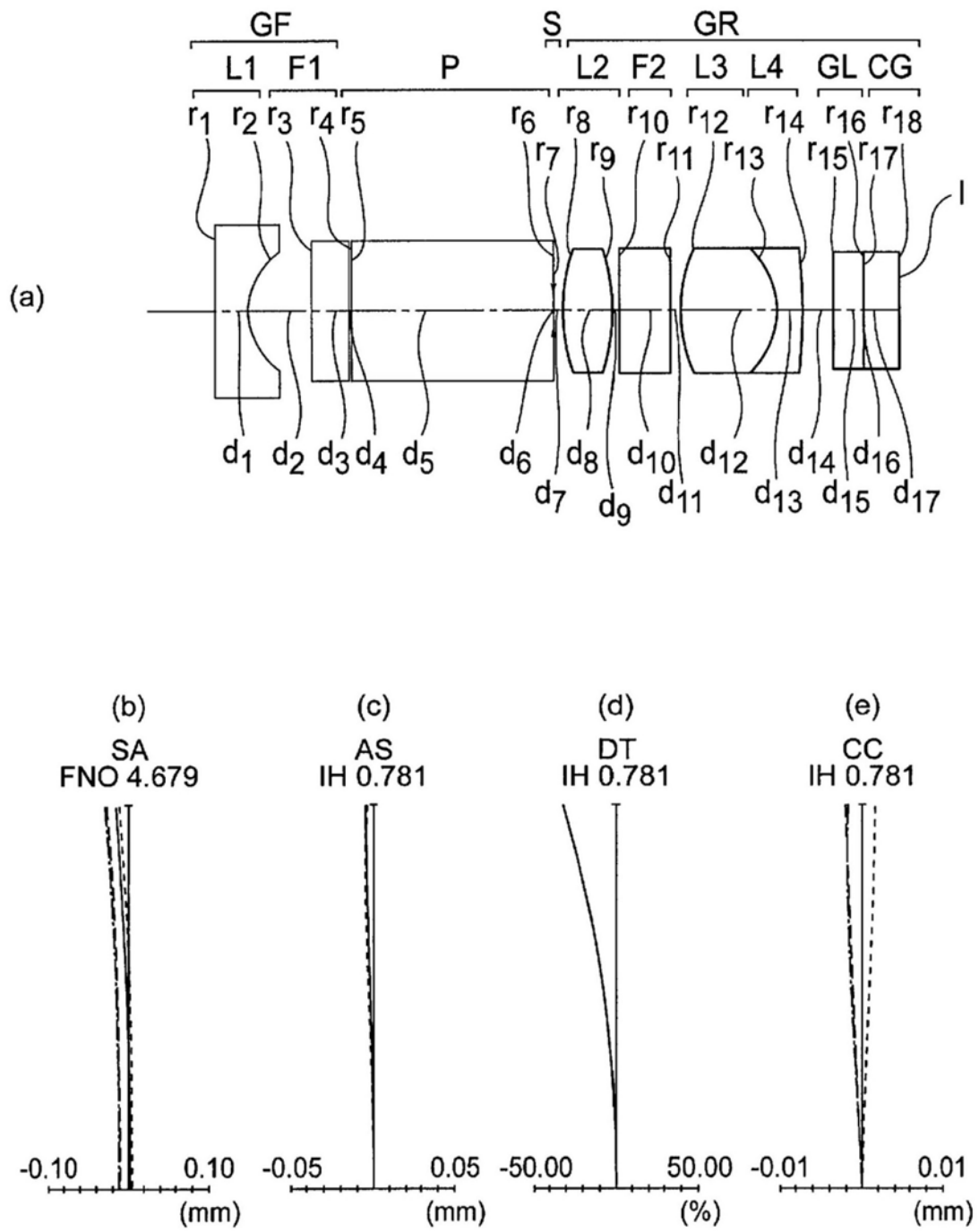


图18

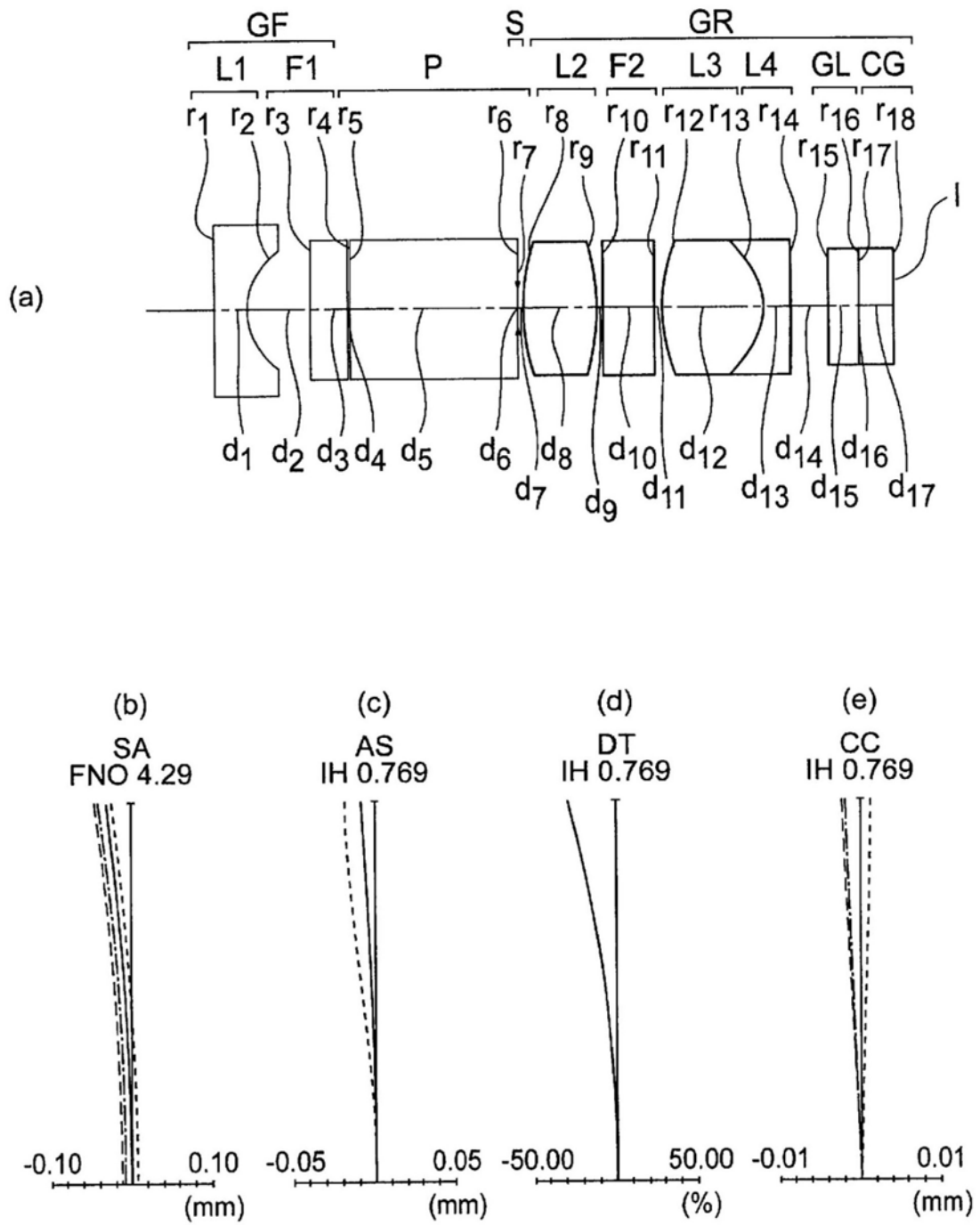


图19

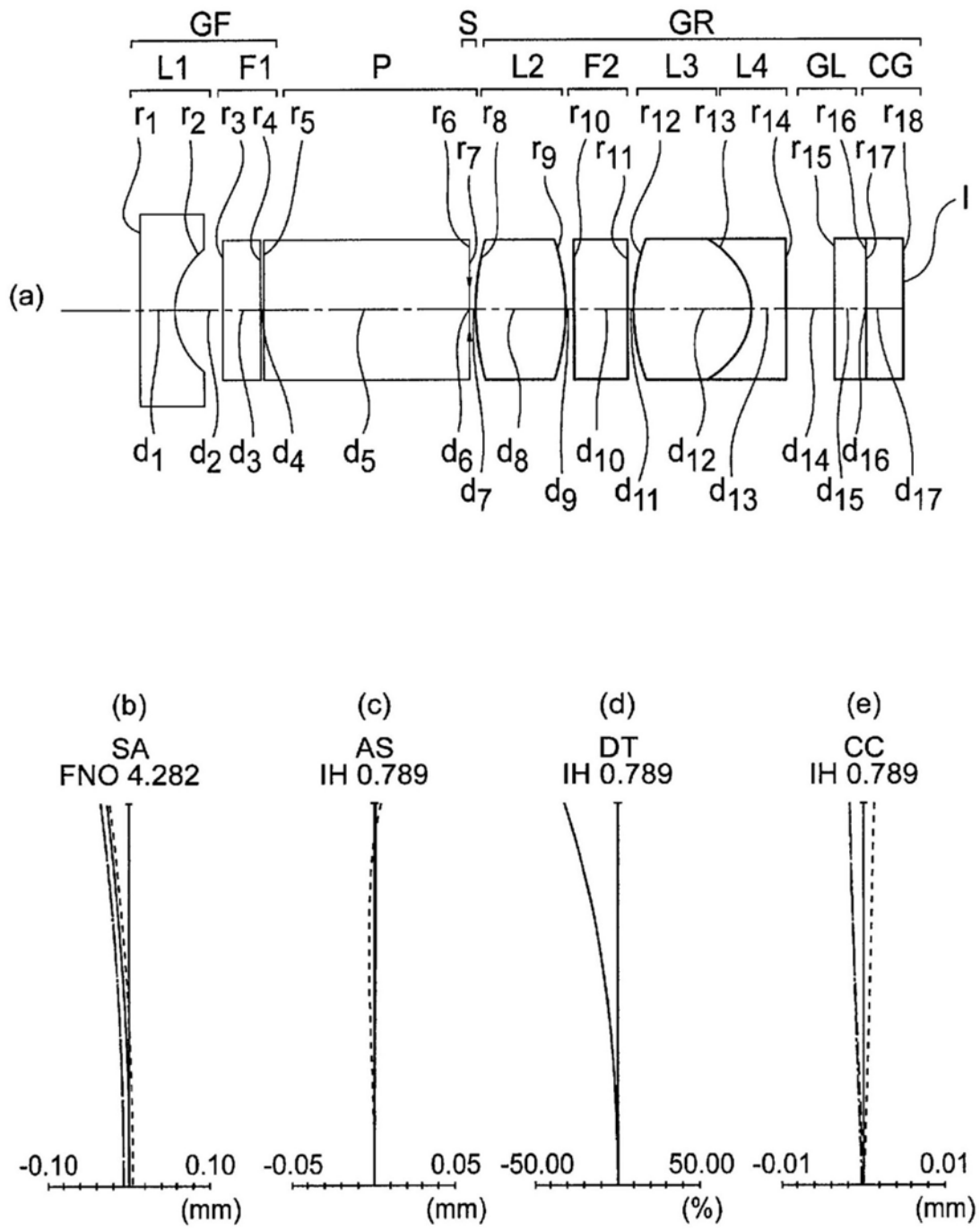


图20

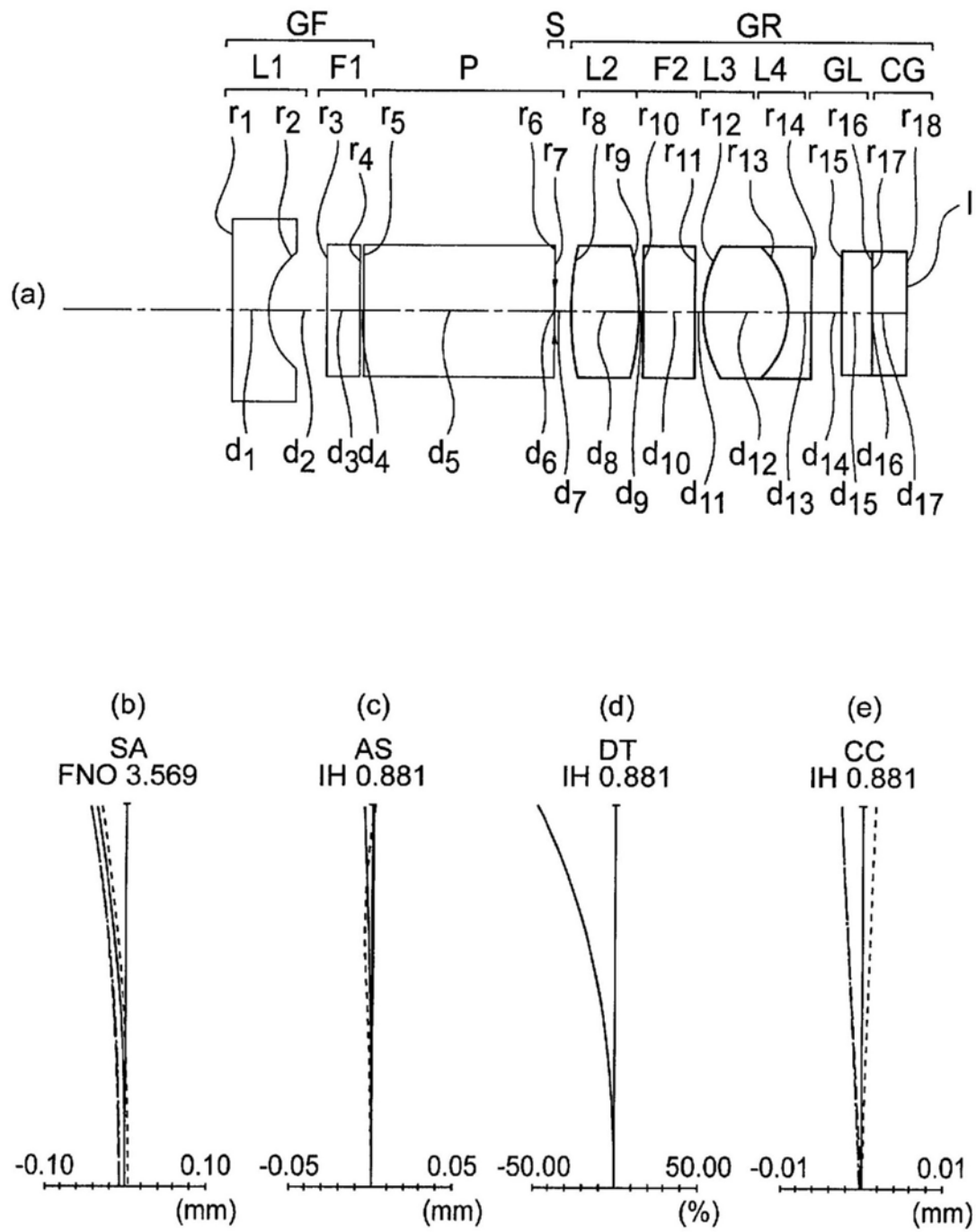


图21

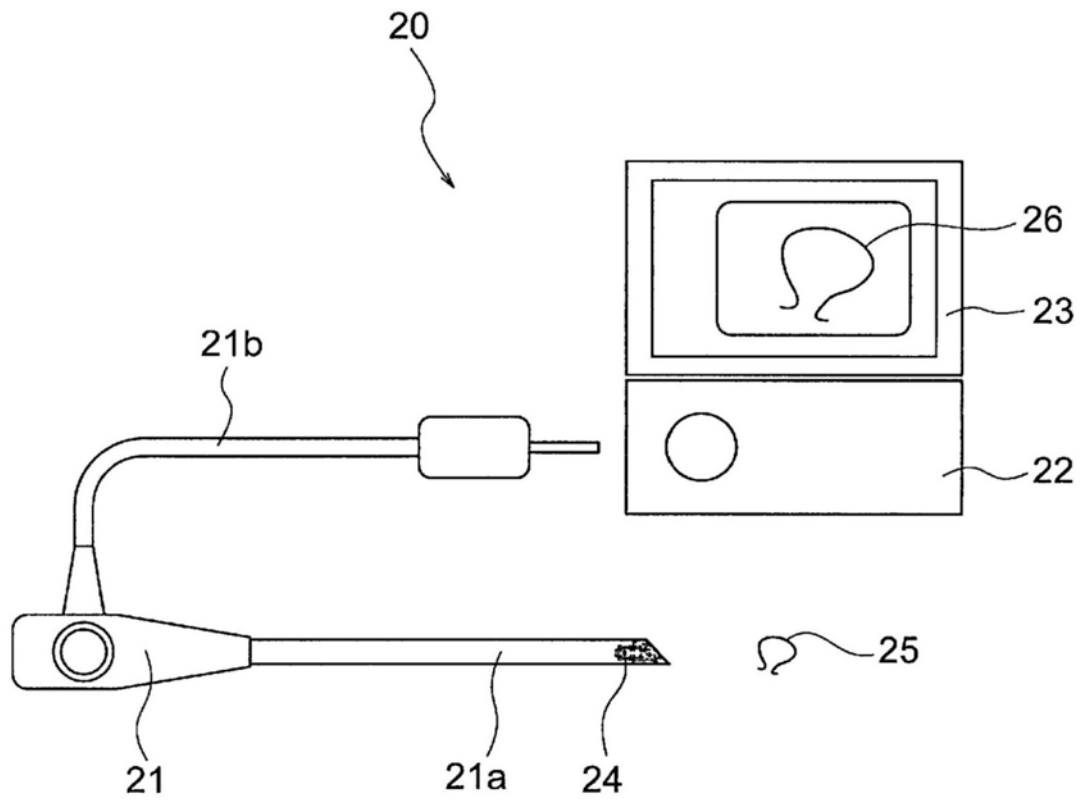


图22

专利名称(译)	斜视物镜光学系统以及具备斜视物镜光学系统的内窥镜		
公开(公告)号	CN106461920B	公开(公告)日	2019-01-22
申请号	CN201580027281.2	申请日	2015-11-17
[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	高杉芳治		
发明人	高杉芳治		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00179 A61B1/00096 A61B1/00177 A61B1/00186 A61B1/05 G02B13/04 G02B23/02 G02B23/24 G02B23/243 G02B23/26		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2015031361 2015-02-20 JP		
其他公开文献	CN106461920A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

斜视物镜光学系统由从物体侧起依次配置的由负透镜组成的前侧透镜组(GF)、光路转换元件(P)、亮度光圈(S)以及具有正的折射力的后侧透镜组(GR)构成, 后侧透镜组(GR)由正透镜(L2)和具有正的折射力的接合透镜组成, 接合透镜由从物体侧起依次配置的正透镜(L3)和负透镜(L4)构成, 并满足以下的条件式(1)、(2)、(3)。 $-2.0 < f_F/f < -1.3$ (1) $1.7 < f_R/f < 2.7$ (2) $0.63 < |f_F/f_R| < 0.88$ (3) 其中, f_F 为前侧透镜组的焦距, f_R 为后侧透镜组的焦距, f 为斜视物镜光学系统整个系统的焦距。

