



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105793756 B

(45)授权公告日 2019.03.19

(21)申请号 201480066312.0

(22)申请日 2014.10.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105793756 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(30)优先权数据
2013-251844 2013.12.05 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.03

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/076966 2014.10.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/083439 JA 2015.06.11

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 研野孝吉

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 于英慧

(51)Int.Cl.
G02B 13/04(2006.01) (续)

(56)对比文件
JP 特开平8-220449 A,1996.08.30,说明书第[0008]-[0040]段,附图1-6.

JP 特开2001-75046 A,2001.03.23,说明书第[0009]-[0018]段,附图1-7.

US 4178090 A,1979.12.11,说明书第3列第1行-第18列第12行,附图1-14. (续)

审查员 吴美瑞

权利要求书2页 说明书22页 附图28页

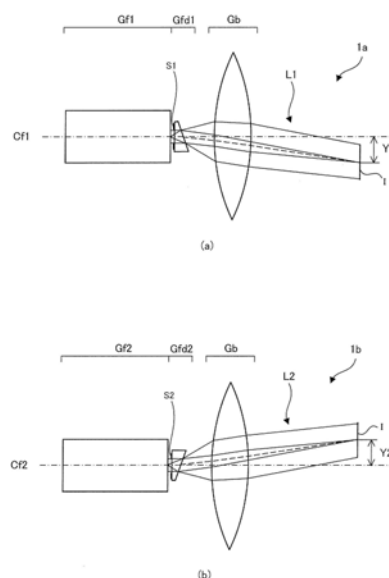
(54)发明名称

立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜

(57)摘要

提供能够进行立体观察的立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜。立体摄像光学系统(1)的特征在于,从物体侧朝像面侧依次具备:前组(Gf),其具有以第1前组中心轴(C1)为中心的第1前组(Gf1)、和以与第1前组中心轴(C1)并列的第2前组中心轴(C2)为中心的第2前组(Gf2);前偏转组(Gfd),其被配置在第1前组(Gf1)和所述第2前组中的至少一方的像面侧;以及后组(Gb),其被配置在前组(Gf)和前偏转组(Gfd)的像面侧,具有单一的后组中心轴,从物体射出的第1光束(L1)至少穿过第1前组(Gf1)和后组(Gb)而入射至像面(I),从物体射出的第2光束(L2)至少穿过第2前组(Gf2)和后组(Gb)而入射至像面(I),所述第1光束和所述第2光束中的至少一方穿过所述前偏转组,前偏转组(Gfd)在将第1光束(L1)和第2光束(L2)投影至与包含第1前组中心轴(C1)和第2前组中心轴(C2)的面垂直、

且包含后组中心轴(Cb)的截面的情况下,将第1光束(L1)和第2光束(L2)偏转成相互不同的方向。



[转续页]

[接上页]

(51) Int. Cl.

A61B 1/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

G02B 23/24(2006.01)

G03B 35/08(2006.01)

(56)对比文件

US 4178090 A, 1979.12.11, 说明书第3列第1行-第18列第12行, 附图1-14.

JP 特开平8-56891 A, 1996.03.05, 说明书第[0014]-[0083]段, 附图1-10.

1. 一种立体摄像光学系统,其特征在于,

从物体侧朝像面侧依次具备:

前组,其具有以第1前组中心轴为中心的第1前组、和以与所述第1前组中心轴并列的第2前组中心轴为中心的第2前组;

前偏转组,其被配置在所述第1前组和所述第2前组中的至少一方的像面侧;以及

后组,其被配置在所述前组和所述前偏转组的像面侧,具有单一的后组中心轴,

从物体射出的第1光束至少穿过所述第1前组和所述后组而入射至像面,

从物体射出的第2光束至少穿过所述第2前组和所述后组而入射至像面,

所述第1光束和所述第2光束中的至少一方穿过所述前偏转组,

所述前偏转组在将所述第1光束和所述第2光束投影至与包含所述第1前组中心轴和所述第2前组中心轴的面垂直、且包含所述后组中心轴的截面的情况下,将所述第1光束和所述第2光束偏转成相互不同的方向,

所述第1前组和所述第2前组分别具有供所述第1光束和所述第2光束的一部分穿过的第1光圈和第2光圈,

所述前偏转组与所述第1光圈和所述第2光圈中的至少一方相邻配置。

2. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转组在将所述第1光束和所述第2光束投影至与包含所述第1前组中心轴和所述第2前组中心轴的面垂直、且包含所述后组中心轴的截面的情况下,通过折射作用将所述第1光束和所述第2光束偏转成相互不同的方向。

3. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转组具有被配置在所述第1前组的像面侧的第1前偏转组、和被配置在所述第2前组的像面侧的第2前偏转组,

从物体射出的所述第1光束至少穿过所述第1前组、所述第1前偏转组和所述后组,

从物体射出的所述第2光束至少穿过所述第2前组、所述第2前偏转组和所述后组,

所述前偏转组在将所述第1光束和所述第2光束投影至所述截面的情况下,使所述第1光束和所述第2光束从所述后组中心轴起朝相互隔开的方向偏转。

4. 根据权利要求3所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转组在将所述第1光束和所述第2光束投影至所述截面的情况下,使所述第1光束和所述第2光束朝关于所述后组中心轴对称的方向偏转。

5. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

满足以下的条件式(1),

$$0 \leq d/f < 5 \quad (1)$$

其中,

d是所述前偏转组至所述光圈的距离,

f是光学系统整体的焦距。

6. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

所述第1前组中心轴与所述第2前组中心轴之间的间隔比所述像面上的所述第1光束的中心与所述像面上的所述第2光束的中心之间的间隔宽。

7. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

所述立体摄像光学系统具有后偏转组,所述后偏转组被配置在所述后组与所述像面之间,使所述第1光束和所述第2光束偏转,

所述后偏转组使穿过所述后组后的所述第1光束和所述第2光束关于所述后组中心轴呈轴对称地偏转,将所述第1光束和所述第2光束的对所述像面的入射角偏转成接近垂直。

8. 根据权利要求7所述的立体摄像光学系统,其中,

所述后偏转组包含使所述第1光束偏转的第1后偏转组、和使所述第2光束偏转的第2后偏转组。

9. 根据权利要求7所述的立体摄像光学系统,其中,

所述后偏转组包含楔形棱镜状的光学元件。

10. 根据权利要求7所述的立体摄像光学系统,其中,

所述后偏转组包含衍射光学元件。

11. 根据权利要求7所述的立体摄像光学系统,其中,

所述后偏转组包含具有曲面的光学元件。

12. 根据权利要求1所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转组包含能够消色差的前偏转部件。

13. 根据权利要求12所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转部件包含阿贝数不同的两个楔形棱镜状的光学元件。

14. 根据权利要求12所述的立体摄像光学系统,其中,

所述前偏转部件包含单一的楔形棱镜状的光学元件和衍射光学元件。

15. 一种立体摄像装置,其特征在于,具有:

权利要求1所述的立体摄像光学系统;以及

摄像元件,其被配置在所述像面,且具有多个像素。

16. 根据权利要求15所述的立体摄像装置,其中,

所述摄像元件由单一的元件构成。

17. 根据权利要求15所述的立体摄像装置,其中,

所述立体摄像装置具备对在所述偏转组中产生的色差进行电子校正的图像处理部。

18. 一种内窥镜,其特征在于,具备权利要求15所述的立体摄像装置。

立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及能够进行立体观察的立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜。

背景技术

[0002] 以往,作为将视差不同的两个图像成像在同一平面内以进行立体观察的光学系统,公开了专利文献1和2所记载的技术。

[0003] 在专利文献1所记载的技术中,物体侧由两个光轴的光学系统构成,像侧由1个光轴的光学系统构成。此外,在专利文献2所记载的技术中,从物体至像,由两个光轴构成,使光穿过用棱镜上下配置了左右的光轴的摄像光学系统,用摄像面侧的棱镜,缩短像中心的间隔而在上下配置了摄像面。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2003-5096号公报

[0007] 专利文献2:国际公开2011/049195号公报

发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 本发明的目的在于提供一种能够进行立体观察的立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 作为本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的特征在于,

[0012] 从物体侧朝像面侧依次具备:

[0013] 前组,其具有以第1前组中心轴为中心的第1前组、和以与所述第1前组中心轴并列的第2前组中心轴为中心的第2前组;

[0014] 前偏转组,其被配置在所述第1前组和所述第2前组中的至少一方的像面侧;以及

[0015] 后组,其被配置在所述前组和所述前偏转组的像面侧,具有单一的后组中心轴,

[0016] 从物体射出的第1光束至少穿过所述第1前组和所述后组而入射至像面,

[0017] 从物体射出的第2光束至少穿过所述第2前组和所述后组而入射至像面,

[0018] 所述第1光束和所述第2光束中的至少一方穿过所述前偏转组,

[0019] 所述前偏转组在将所述第1光束和所述第2光束投影至与包含所述第1前组中心轴和所述第2前组中心轴的面垂直、且包含所述后组中心轴的截面的情况下,将所述第1光束和所述第2光束偏转成相互不同的方向。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明的一个实施方式,可提供一种能够进行立体观察的立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜。

附图说明

[0022] 图1是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的沿着光学系统中心轴而从一个方向观察到的截面图。

[0023] 图2是从与图1垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。

[0024] 图3是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的前偏转组的示意图。

[0025] 图4是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的像面的示意图。

[0026] 图5是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的焦距的示意图。

[0027] 图6是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的从偏转组至光圈的距离的图。

[0028] 图7是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的沿着光学系统中心轴而从一个方向观察到的截面图。

[0029] 图8是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的后偏转组的示例的图。

[0030] 图9是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的衍射光学元件的示例的图。

[0031] 图10是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的两个楔形棱镜状光学元件的图。

[0032] 图11是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的楔形棱镜和衍射光学元件的图。

[0033] 图12是实施例1的立体摄像光学系统的沿着中心轴C的截面图。

[0034] 图13是从与图12垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。

[0035] 图14是实施例1的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0036] 图15是实施例1的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0037] 图16是实施例2的立体摄像光学系统的沿着中心轴的截面图。

[0038] 图17是实施例2的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0039] 图18是实施例2的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0040] 图19是实施例3的立体摄像光学系统的沿着中心轴的截面图。

[0041] 图20是实施例3的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0042] 图21是实施例3的立体摄像光学系统的横向像差图。

[0043] 图22是实施例4的立体摄像光学系统的沿着中心轴的截面图。

[0044] 图23是从与图22垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。

[0045] 图24是实施例4的立体摄像光学系统的右光路的横向像差图。

[0046] 图25是实施例4的立体摄像光学系统的右光路的横向像差图。

[0047] 图26是实施例4的立体摄像光学系统的左光路的横向像差图。

[0048] 图27是实施例5的立体摄像光学系统的沿着中心轴的截面图。

[0049] 图28是从与图27垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。

[0050] 图29是示出使用了本实施方式的立体摄像光学系统的硬性内窥镜的一例的图。

[0051] 图30是示出使用了本实施方式的立体摄像光学系统的柔性内窥镜的一例的图。

具体实施方式

[0052] 对本实施方式的立体摄像光学系统1进行说明。

[0053] 在观察者以几毫米至一百毫米程度的物点距离进行立体观察的情况下,为了得到能够没有不适感地自然观察的立体影像,通常优选给出利用双眼观察进行作业的视差量。例如,眼宽度为6cm的观察者相隔50mm进行立体观察时的收敛角为大约 7° 。因此,在眼宽度为6cm的观察者隔开20mm进行放大观察的立体摄像光学系统中,为了得到大约 7° 的收敛角,需要使光轴间隔接近至2.4mm左右。因此,在单纯地排列两个摄像光学系统时,无法进行立体摄像。此外,当用棱镜上下配置左右的摄像区域时,必须配置多个棱镜,从而成为大型的光学系统。

[0054] 因此,在本实施方式中,提供一种小型、高分辨率、且能够得到水平视场角宽的立体图像的立体摄像光学系统。

[0055] 图1是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的沿着光学系统中心轴而从一个方向观察到的截面图。图2是从与图1垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。图2的(a)表示第1光束的光路,图2的(b)表示第2光束的光路。图3是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的前偏转组的示意图。图4是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的像面的示意图。

[0056] 本实施方式的立体摄像光学系统1优选为,从物体侧朝像面侧依次具备:前组Gf,其具有以第1前组中心轴Cf1为中心的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列的第2前组中心轴Cf2为中心的第2前组Gf2;前偏转组Gfd,其被配置在第1前组Gf1和第2前组Gf2中的至少一方的像面I侧;以及后组Gb,其被配置在前组Gf和前偏转组Gfd的像面I侧,具有单一的后组中心轴Cb,从物体射出的第1光束L1至少穿过第1前组Gf1和后组Gb而入射至像面I,从物体射出的第2光束L2至少穿过第2前组Gf2和后组Gb而入射至像面I,前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,将第1光束L1和第2光束L2偏转成相互不同的方向。另外,在本实施方式中,偏转是指通过折射作用进行偏转。

[0057] 本实施方式的立体摄像光学系统1为了将水平视场角宽的左右的影像高效地拍摄到较小的摄像区域,在上下方向进行了偏转。因此,前偏转组Gfd使穿过两个前组Gf后的两个光束L1、L2中的至少1个朝不同的方向偏转,使其入射至单一的后组Gb而成像。

[0058] 前组Gf具有以第1前组中心轴Cf1为中心的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列的第2前组中心轴Cf2为中心的第2前组Gf2,这样设置的理由是,在前组Gf为单一的中心轴的情况下,必须将入射光瞳分割为两个来得到立体图像,如果要增大观察视场角,则入射光瞳被偏心配置,因此较大程度地产生旋转非对称的图像失真而无法进行立体观察。并且因为,由于将分割的入射光瞳配置在单一的中心轴的前组Gf,因此前组Gf的外径增大。

[0059] 后组Gb具有单一的后组中心轴Cb的理由是为了相邻配置摄像区域。如果后组Gb由两个中心轴构成,则包含透镜框的光学系统的外径变得比摄像区域大,即使相邻配置两个中心轴的后组Gb,左右的图像也隔开成像,从而包含双眼的摄像区域变宽。

[0060] 本实施方式的前偏转组Gfd被配置在前组Gf与后组Gb之间,并被配置成,在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,将第1光束L1和第2光束L2朝相互不同的方向偏转。例如如图3所示,前偏转组Gfd优选包含楔形棱镜状的光学元件。

[0061] 从第1前组Gf1和第2前组Gf2射出的第1光束L1和第2光束L2在通过前偏转组Gfd,投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,朝相互不同的方向偏转,并在经过后组Gb后成像在像面I上。

[0062] 因此,能够使第1光束L1和第2光束L2分别成像在像面I的任意的位置处,能够高效率地使用摄像区域,能够提供小型、高分辨率、且可得到水平视场角宽的立体图像的立体摄像光学系统。

[0063] 另外,对于前偏转组Gfd,配置第1前偏转组Gfd1和第2前偏转组Gfd2中的至少任意一个即可。

[0064] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,前偏转组Gfd具有被配置在第1前组Gf1的像面I侧的第1前偏转组Gfd1、和被配置在第2前组Gf2的像面I侧的第2前偏转组Gfd2,从物体射出的第1光束L1至少穿过第1前组Gf1、第1前偏转组Gfd1和后组Gb,从物体射出的第2光束L2至少穿过第2前组Gf2、第2前偏转组Gfd2和后组Gb,前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,将第1光束L1和第2光束L2从后组中心轴Gb起朝相互隔开的方向偏转。

[0065] 通过这样的结构,能够减轻后组Gb的像差校正的负担。此外,能够对各光束L1、L2分别独立地进行偏转调节。另外,第1前偏转组Gfd1和第2前偏转组Gfd2可以一体形成。

[0066] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,将第1光束L1和第2光束L2朝关于后组中心轴Cb对称的方向偏转。

[0067] 通过这样的结构,如图4所示,能够将沿左右方向并列入射至前组Gf的第1光束L1和第2光束L2的摄像区域I1、I2沿上下方向排列而相对于像面I高效配置。另外,也可以使沿上下方向排列的摄像区域I1、I2隔开。在隔开的情况下,能够抑制从一个摄像区域漏出的光束混入到另一个摄像区域。

[0068] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,第1前组Gf1和第2前组Gf2分别具有供第1光束L1和第2光束L2的一部分穿过的第1光圈S1和第2光圈S2,前偏转组Gfd与第1光圈S1和第2光圈S2中的至少一方相邻配置。

[0069] 通过分别与第1光圈S1和第2光圈S2相邻地配置第1前偏转组Gfd1和第2前偏转组Gfd2,能够小型地构成第1前偏转组Gfd1和第2前偏转组Gfd2。此外,第1光束L1与第2光束L2之间的干涉减少,能够得到宽视场角的影像。

[0070] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选满足以下的条件式(1)。

$$[0071] \quad 0 \leq d/f < 5 \quad (1)$$

[0072] 其中,

[0073] d是从前偏转组Gfd至光圈S的距离,

[0074] f 是光学系统整体的焦距。

[0075] 图5是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的焦距的示意图。图6是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的从偏转组至光圈的距离的图。

[0076] 在本实施方式中,如图5所示,将整个立体摄像光学系统1的焦距设为 f 。在立体摄像光学系统1是偏心光学系统的情况下,去除偏心,使平行光束从无限远入射至立体摄像光学系统1,入射至立体摄像光学系统1的轴上边缘光线 $L1'$ 在穿过光学系统1后射出,将从假设弯曲的位置A起到像面I的距离设为该光学系统1的焦距 f 。

[0077] 此外,在本实施方式中,如图6所示,将立体摄像光学系统1的从前偏转组Gfd至光圈S的距离设为 d 。规定距离 d 的前偏转组Gfd的基准位置例如设为,第1前组中心轴Cf1与前偏转组Gfd的最靠像侧的面的交点B。

[0078] 当超过条件式(1)的上限时,无法得到宽视场角的立体观察图像。

[0079] 另外,本实施方式的立体摄像光学系统1进一步优选满足以下的条件式(1')。

[0080] $0 \leq d/f < 3$ (1')

[0081] 通过满足条件式(1'),能够得到宽视场角的立体观察图像。

[0082] 此外,在本实施方式中,优选的是,第1前组中心轴Cf1与第2前组中心轴Cf2之间的间隔、换言之出射光瞳的间隔比像面I上的第1光束L1的中心与像面I上的第2光束L2的中心之间的间隔宽。

[0083] 即,优选的是,图1中示出的第1前组中心轴Cf1与光学系统整体的中心轴C之间的间隔X1、和第2前组中心轴Cf2与光学系统整体的中心轴C之间的间隔X2之和 $X1+X2$ 比图2中示出的像面I上的第1光束L1的中心与光学系统整体的中心轴C之间的间隔Y1、和像面I上的第2光束L2的中心与光学系统整体的中心轴C之间的间隔Y2之和 $Y1+Y2$ 大。

[0084] 通过设为这样的结构,能够使光学系统整体小型化。

[0085] 图7是本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的沿着光学系统中心轴而从一个方向观察到的截面图。

[0086] 此外,在本实施方式中,如图7所示,优选的是,具有被配置在后组Gb与像面I之间、并使第1光束L1和第2光束L2偏转的后偏转组Gbd,后偏转组Gbd使穿过后组Gb后的第1光束L1和第2光束L2关于后组中心轴Cb轴对称地偏转,从而将第1光束L1和第2光束L2的对像面I的入射角偏转成接近垂直。

[0087] 通过将对像面I的入射角偏转成接近垂直,能够应对具有入射角特性的、高分辨率且高感光度的摄像元件。

[0088] 此外,在本实施方式中,优选的是,后偏转组Gbd包含偏转第1光束L1的第1后偏转组Gbd1、和偏转第2光束L2的第2后偏转组Gbd2。

[0089] 图8是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的后偏转组的示例的图。

[0090] 如图8所示,后偏转组Gbd通过包含第1后偏转组Gbd1和第2后偏转组Gbd2,能够对各光束分别独立地进行偏转调节。另外,第1后偏转组Gbd1和第2后偏转组Gbd2可以分开形成,也可以如图8所示那样一体形成。

[0091] 此外,在本实施方式中,优选的是,后偏转组Gbd包含楔形棱镜状的光学元件。

[0092] 后偏转组Gbd能够用平面构成楔形棱镜状的光学元件,从而能够容易地制作后偏转组Gbd。

[0093] 此外,在本实施方式中,优选的是,后偏转组Gbd包含衍射光学元件。

[0094] 图9是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的衍射光学元件的示例的图。

[0095] 如图9所示,衍射光学元件da可以是任意的形状。这样,通过由后偏转组Gbd包含衍射光学元件da,能够减少像面的倾斜和彗形像差的产生,并且能够使光学系统进一步小型化。

[0096] 此外,在本实施方式中,优选的是,后偏转组Gbd包含具有曲面的光学元件。

[0097] 由于后偏转组Gbd包含具有曲面的光学元件,因而能够更自由地设定入射至像面的光线的角度。此外,成为在从后组射出后平行地射出各像高的主光线的远心的配置,同时能够改善像面弯曲。另外,曲面可以是球面、复曲面、变形面或自由曲面。

[0098] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,前偏转组Gfd包含能够消色差的偏转部件。

[0099] 通过使用能够消色差的偏转部件,能够抑制色差的产生,提高分辨率。

[0100] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,偏转部件包含阿贝数不同的两个楔形棱镜状光学元件db1、db2。

[0101] 图10是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的两个楔形棱镜状光学元件的图。

[0102] 如图10所示,两个楔形棱镜状光学元件db1、db2优选被接合使用。通过使用阿贝数不同的两个楔形棱镜状光学元件db1、db2,能够抑制色差的产生,提高分辨率。

[0103] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1中,优选的是,偏转部件包含单一的楔形棱镜状光学元件db和衍射光学元件da。

[0104] 图11是示出本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的楔形棱镜和衍射光学元件的图。

[0105] 如图11所示,单一的楔形棱镜状光学元件db和衍射光学元件da优选被接合使用。此外,如图9所示,衍射光学元件da可以是任意的形状。

[0106] 通过使用单一的楔形棱镜状光学元件db和衍射光学元件da,能够抑制色差的产生,提高分辨率,并且能够缩短立体摄像光学系统的全长。

[0107] 另外,在偏转部件由楔形棱镜状光学元件构成的情况下,在前组Gf与后组Gb之间,优选设为平行光束。平行光束是指物体位置无穷大、且轴上边缘光线与中心轴平行。通过在前组Gf与后组Gb之间,设为平行光束,能够抑制在楔形棱镜状光学元件中产生的彗形像差。

[0108] 并且,可以使后组Gb的至少1个透镜能够在后组中心轴Cb方向上移动。这样,通过使后组Gb的至少1个透镜在后组中心轴Cb方向上移动,能够以对焦到高像素的摄像元件的功能进行应对。

[0109] 并且,前偏转组Gfd和后偏转组Gbd可以使用具有自由曲面的偏转部件。通过使用自由曲面,能够减轻后组Gb的像差校正的负担,进行分辨率高的摄像。

[0110] 在本实施方式中使用的自由曲面FFS的形状用以下的式(a)进行定义。另外,该定义式的Z是自由曲面FFS的Z轴。另外,未记载数据的系数项是0。

$$Z = (r^2/R) / [1 + \sqrt{1 - (1+k)(r/R)^2}]$$

[0111]

66

$$+ \sum_{j=1}^{66} C_j X^m Y^n \cdots (a)$$

[0112] 这里, (a) 式的第1项是球面项, 第2项是自由曲面项。

[0113] 此外, 在球面项中,

[0114] R: 顶点的曲率半径

[0115] k: 二次曲线常数 (圆锥常数)

[0116] $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ 。

[0117] 自由曲面项为

66

$$\sum_{j=1}^{66} C_j X^m Y^n$$

[0118] $= C_1$

$$+ C_2 X + C_3 Y$$

$$+ C_4 X^2 + C_5 XY + C_6 Y^2$$

$$+ C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 XY^2 + C_{10} Y^3$$

$$+ C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} XY^3 + C_{15} Y^4$$

$$+ C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} XY^4$$

$$+ C_{21} Y^5$$

[0119] $+ C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4$

$$+ C_{27} XY^5 + C_{28} Y^6$$

$$+ C_{29} X^7 + C_{30} X^6 Y + C_{31} X^5 Y^2 + C_{32} X^4 Y^3 + C_{33} X^3 Y^4$$

$$+ C_{34} X^2 Y^5 + C_{35} XY^6 + C_{36} Y^7$$

.

[0120] 其中, C_j (j 为1以上的整数) 是系数。

[0121] 此外, 上述定义式 (a) 如前述那样示出为1个示例, 本发明的自由曲面的特征在于, 通过使用旋转非对称的面, 校正由于偏心而产生的旋转非对称的像差, 同时还提高制作性, 当然对其他任何的定义式都能够得到相同的效果。

[0122] 以下, 说明本实施方式的光学系统1的实施例1~5。另外, 实施例1~4的数值数据将后述。省略实施例5的数值数据。

[0123] 坐标系按照每个面进行定义。将从定义该面的坐标系的原点0在各中心轴上朝向像面的方向设为Z轴正向。此外, 将在相同的面上从第2前组中心轴Cf2朝向第1前组中心轴Cf1的方向设为X轴正向。并且, Y轴正向用右手系的坐标系进行定义。

[0124] 图12是实施例1的立体摄像光学系统1的沿着中心轴C的截面图。图13是从与图12

垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。图14和图15是实施例1的立体摄像光学系统1的横向像差图。

[0125] 在横向像差图中,中央示出的角度表示(垂直方向的视场角),表示该视场角时的Y方向(子午方向)和X方向(弧矢方向)的横向像差。另外,负的视场角是指朝向X轴正向时的右旋的角度。以下,关于实施例1~4的横向像差图,也同样如此。省略实施例5的横向像差图。

[0126] 如图12和图13所示,实施例1的立体摄像光学系统1从物体侧朝像侧,依次具备:前组Gf,其具有以第1前组中心轴Cf1为光轴的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列地配置的第2前组中心轴Cf2为光轴的第2前组Gf2;前偏转组Gfd,其具有与第1前组中心轴Cf1交叉的第1前偏转组Gfd1、和与第2前组中心轴Cf2交叉的第2前偏转组Gfd2;以及后组Gb,其具有单一的后组中心轴Cb。

[0127] 通过并列配置第1前组Gf1和第2前组Gf2,能够进行立体观察。

[0128] 第1前组Gf1优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf1₁、双凸正透镜Lf1₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf1₃的接合透镜Suf1₁、双凹负透镜Lf1₄与双凸正透镜Lf1₅的接合透镜Suf1₂、第1光圈S1。

[0129] 第1前偏转组Gfd1由楔形棱镜状光学元件Lfd1₁构成。第1前偏转组Gfd1与第1光圈S1相邻地配置。

[0130] 第2前组Gf2优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf2₁、双凸正透镜Lf2₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf2₃的接合透镜Suf2₁、双凹负透镜Lf2₄与双凸正透镜Lf2₅的接合透镜Suf2₂、第2光圈S2。

[0131] 第2前偏转组Gfd2由楔形棱镜状光学元件Lfd2₁构成。第2前偏转组Gfd2与第2光圈S2相邻地配置。

[0132] 后组Gb具备双凸正透镜Lb₁、双凹负透镜Lb₂与双凸正透镜Lb₃的接合透镜SUB₁、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₄。

[0133] 此外,在像面I的近前配置滤光片F。

[0134] 从第1物体面入射至第1前组Gf1的第1光束L1穿过负凹凸透镜Lf1₁、接合透镜Suf1₁、接合透镜Suf1₂和第1光圈S1,从第1前组Gf1射出,然后经过第1前偏转组Gfd1并入射至后组Gb。

[0135] 从第2物体面入射至第2前组Gf2的第2光束L2穿过负凹凸透镜Lf2₁、接合透镜Suf2₁、接合透镜Suf2₂和第2光圈S2,从第2前组Gf2射出,然后经过第2前偏转组Gfd2并入射至后组Gb。

[0136] 入射至后组Gb的第1光束L1和第2光束L2分别穿过双凸正透镜Lb₁、接合透镜SUB₁、正凹凸透镜Lb₄和滤光片F而入射至像面I。

[0137] 实施例1的立体摄像光学系统1的前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,使第1光束L1和第2光束L2朝关于后组中心轴Cb隔开并对称的方向偏转。

[0138] 图16是实施例2的立体摄像光学系统1的沿着中心轴C的截面图。图17和图18是实施例2的立体摄像光学系统1的横向像差图。

[0139] 如图16所示,实施例2的立体摄像光学系统1从物体侧朝像侧,依次具备:前组Gf,

其具有以第1前组中心轴Cf1为光轴的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列地配置的第2前组中心轴Cf2为光轴的第2前组Gf2;前偏转组Gfd,其具有与第1前组中心轴Cf1交叉的第1前偏转组Gfd1、和与第2前组中心轴Cf2交叉的第2前偏转组Gfd2;以及后组Gb,其具有单一的后组中心轴Cb。

[0140] 通过并列配置第1前组Gf1和第2前组Gf2,能够进行立体观察。

[0141] 第1前组Gf1优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf1₁、双凸正透镜Lf1₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf1₃的接合透镜Suf1₁、双凹负透镜Lf1₄与双凸正透镜Lf1₅的接合透镜Suf1₂、第1光圈S1。

[0142] 第1前偏转组Gfd1由楔形棱镜状光学元件Lfd1₁构成。第1前偏转组Gfd1与第1光圈S1相邻地配置。

[0143] 第2前组Gf2优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf2₁、双凸正透镜Lf2₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf2₃的接合透镜Suf2₁、双凹负透镜Lf2₄与双凸正透镜Lf2₅的接合透镜Suf2₂、第2光圈S2。

[0144] 第2前偏转组Gfd2由楔形棱镜状光学元件Lfd2₁构成。第2前偏转组Gfd2与第2光圈S2相邻地配置。

[0145] 后组Gb具备双凸正透镜Lb₁、双凹负透镜Lb₂与双凸正透镜Lb₃的接合透镜SUB₁、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₄。

[0146] 此外,在像面I的近前配置滤光片F。

[0147] 从第1物体面入射至第1前组Gf1的第1光束L1穿过负凹凸透镜Lf1₁、接合透镜Suf1₁、接合透镜Suf1₂和第1光圈S1,从第1前组Gf1射出,然后经过第1前偏转组Gfd1并入射至后组Gb。

[0148] 从第2物体面入射至第2前组Gf2的第2光束L2穿过负凹凸透镜Lf2₁、接合透镜Suf2₁、接合透镜Suf2₂和第2光圈S2,从第2前组Gf2射出,然后经过第2前偏转组Gfd2并入射至后组Gb。

[0149] 入射至后组Gb的第1光束L1和第2光束L2分别穿过双凸正透镜Lb₁、接合透镜SUB₁、正凹凸透镜Lb₄和滤光片F而入射至像面I。

[0150] 实施例2的立体摄像光学系统1的前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,使第1光束L1和第2光束L2朝关于后组中心轴Cb隔开并对称的方向偏转。

[0151] 图19是实施例3的立体摄像光学系统1的沿着中心轴C的截面图。图20和图21是实施例3的立体摄像光学系统1的横向像差图。

[0152] 如图19所示,实施例3的立体摄像光学系统1从物体侧朝像侧,依次具备:前组Gf,其具有以第1前组中心轴Cf1为光轴的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列地配置的第2前组中心轴Cf2为光轴的第2前组Gf2;前偏转组Gfd,其具有与第1前组中心轴Cf1交叉的第1前偏转组Gfd1、和与第2前组中心轴Cf2交叉的第2前偏转组Gfd2;以及后组Gb,其具有单一的后组中心轴Cb。

[0153] 通过并列配置第1前组Gf1和第2前组Gf2,能够进行立体观察。

[0154] 第1前组Gf1优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf1₁、凸面朝向像面侧的正凹凸透镜Lf1₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf1₃的接合透镜Suf1₁、双凹负透镜Lf1₄与双凸

正透镜Lf1₅的接合透镜Suf1₂、第1光圈S1。

[0155] 第1前偏转组Gfd1由楔形棱镜状光学元件Lfd1₁构成。第1前偏转组Gfd1与第1光圈S1相邻地配置。

[0156] 第2前组Gf2优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf2₁、凸面朝向像面侧的正凹凸透镜Lf2₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf2₃的接合透镜Suf2₁、双凹负透镜Lf2₄与双凸正透镜Lf2₅的接合透镜Suf2₂、第2光圈S2。

[0157] 第2前偏转组Gfd2由楔形棱镜状光学元件Lfd2₁构成。第2前偏转组Gfd2与第2光圈S2相邻地配置。

[0158] 后组Gb具备双凸正透镜Lb₁、双凹负透镜Lb₂与双凸正透镜Lb₃的接合透镜Sub₁、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₄。

[0159] 此外,在像面I的近前配置滤光片F。

[0160] 从第1物体面入射至第1前组Gf1的第1光束L1穿过负凹凸透镜Lf1₁、接合透镜Suf1₁、接合透镜Suf1₂和第1光圈S1,从第1前组Gf1射出,然后经过第1前偏转组Gfd1并入射至后组Gb。

[0161] 从第2物体面入射至第2前组Gf2的第2光束L2穿过负凹凸透镜Lf2₁、接合透镜Suf2₁、接合透镜Suf2₂和第2光圈S2,从第2前组Gf2射出,然后经过第2前偏转组Gfd2并入射至后组Gb。

[0162] 入射至后组Gb的第1光束L1和第2光束L2分别穿过双凸正透镜Lb₁、接合透镜Sub₁、正凹凸透镜Lb₄和滤光片F而入射至像面I。

[0163] 实施例3的立体摄像光学系统1的前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,使第1光束L1和第2光束L2朝关于后组中心轴Cb隔开并对称的方向偏转。

[0164] 图22是实施例4的立体摄像光学系统1的沿着中心轴C的截面图。图23是从与图22垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。图24和图25是实施例4的立体摄像光学系统1的右光路的横向像差图。图26是实施例4的立体摄像光学系统1的左光路的横向像差图。

[0165] 如图22和图23所示,实施例4的立体摄像光学系统1从物体侧朝像侧,依次具备:前组Gf,其具有以第1前组中心轴Cf1为光轴的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列地配置的第2前组中心轴Cf2为光轴的第2前组Gf2;与第2前组中心轴Cf2交叉的前偏转组Gfd;以及具有单一的后组中心轴Cb的后组Gb。

[0166] 通过并列配置第1前组Gf1和第2前组Gf2,能够进行立体观察。

[0167] 第1前组Gf1优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf1₁、双凸正透镜Lf1₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf1₃的接合透镜Suf1₁、双凹负透镜Lf1₄与双凸正透镜Lf1₅的接合透镜Suf1₂、第1光圈S1。

[0168] 第2前组Gf2优选具备凸面朝向物体侧的负凹凸透镜Lf2₁、双凸正透镜Lf2₂与凸面朝向像面侧的负凹凸透镜Lf2₃的接合透镜Suf2₁、双凹负透镜Lf2₄与双凸正透镜Lf2₅的接合透镜Suf2₂、平板Lf2₆、第2光圈S2。

[0169] 前偏转组Gfd由楔形棱镜状光学元件Lfd₁构成。前偏转组Gfd与第1光圈S1相邻地配置。

[0170] 后组Gb具备双凸正透镜Lb₁、双凹负透镜Lb₂与双凸正透镜Lb₃的接合透镜SUB₁、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₄。

[0171] 此外,在像面I的近前配置滤光片F。

[0172] 从第1物体面入射至第1前组Gf1的第1光束L1穿过负凹凸透镜Lf1₁、接合透镜Suf1₁、接合透镜Suf1₂、第1光圈S1,从第1前组Gf1射出,然后经过前偏转组Gfd并入射至后组Gb。

[0173] 从第2物体面入射至第2前组Gf2的第2光束L2经过负凹凸透镜Lf2₁、接合透镜Suf2₁、接合透镜Suf2₂、第2光圈S2和平板Lf2₆,从第2前组Gf2射出,然后入射至后组Gb。

[0174] 入射至后组Gb的第1光束L1和第2光束L2分别穿过双凸正透镜Lb₁、接合透镜SUB₁、正凹凸透镜Lb₄和滤光片F而入射至像面I。

[0175] 实施例4的立体摄像光学系统1的前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,将穿过前偏转组Gfd后的第1光束L1偏转成与后组中心轴Cb隔开,第2光束L2由于不穿过前偏转组Gfd,因此不被偏转。因此,第1光束L1和第2光束L2成为相互不同的方向。

[0176] 图27是实施例5的立体摄像光学系统1的沿着中心轴C的截面图。图28是从与图27垂直的方向观察到的本发明的一个实施方式的立体摄像光学系统的截面图。

[0177] 如图27和图28所示,实施例5的立体摄像光学系统1从物体侧朝像侧,依次具备:前组Gf,其具有以第1前组中心轴Cf1为光轴的第1前组Gf1、和以与第1前组中心轴Cf1并列地配置的第2前组中心轴Cf2为光轴的第2前组Gf2;前偏转组Gfd,其具有与第1前组中心轴Cf1交叉的第1前偏转组Gfd1、和与第2前组中心轴Cf2交叉的第2前偏转组Gfd2;以及后组Gb,其具有单一的后组中心轴Cb。

[0178] 通过并列配置第1前组Gf1和第2前组Gf2,能够进行立体观察。

[0179] 第1前组Gf1优选具备平面朝向物体侧的平凹透镜Lf1₁、平面朝向物体侧的平凹透镜Lf1₂与双凸正透镜Lf1₃的接合透镜Suf1₁、双凸正透镜Lf1₄与平面朝向像面侧的平凹透镜Lf1₅的接合透镜Suf1₂、第1光圈S1、平面朝向物体侧的平凹透镜Lf1₆与双凸正透镜Lf1₇的接合透镜Suf1₃。

[0180] 第1前偏转组Gfd1由楔形棱镜状光学元件Lfd1₁和楔形棱镜状光学元件Lfd1₂构成。各楔形棱镜状光学元件Lfd1₁、Lfd1₂的阿贝数不同,能够消色差。各楔形棱镜状光学元件Lfd1₁、Lfd1₂在包含前组Gf的两个中心轴Cf1、Cf2的面内也具有偏转作用,能够减轻后组Gb中的像差校正的负担。

[0181] 第2前组Gf2优选具备平面朝向物体侧的平凹透镜Lf2₁、平面朝向物体侧的平凹透镜Lf2₂与双凸正透镜Lf2₃的接合透镜Suf2₁、双凸正透镜Lf2₄与平面朝向像面侧的平凹透镜Lf2₅的接合透镜Suf2₂、第2光圈S2、平面朝向物体侧的平凹透镜Lf2₆与双凸正透镜Lf2₇的接合透镜Suf2₃。

[0182] 第2前偏转组Gfd2由楔形棱镜状光学元件Lfd2₁和楔形棱镜状光学元件Lfd2₂构成。各楔形棱镜状光学元件Lfd2₁、Lfd2₂的阿贝数不同,能够消色差。各楔形棱镜状光学元件Lfd2₁、Lfd2₂在包含前组Gf的两个中心轴Cf1、Cf2的面内也具有偏转作用,能够减轻后组Gb中的像差校正的负担。

[0183] 后组Gb具备凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₁、双凹负透镜Lb₂与双凸正透镜Lb₃的

接合透镜SUB₁、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₄、凸面朝向物体侧的正凹凸透镜Lb₅。

[0184] 此外,在像面I的近前配置滤光片F。

[0185] 从第1物体面入射至第1前组Gf1的第1光束L1穿过平凹透镜Lf1₁、接合透镜Suf1₁、接合透镜Suf1₂、第1光圈S1和接合透镜Suf1₃,从第1前组Gf1射出,经过第1前偏转组Gfd1并入射至后组Gb。

[0186] 从第2物体面入射至第2前组Gf2的第2光束L2穿过平凹透镜Lf2₁、接合透镜Suf2₁、接合透镜Suf2₂、第2光圈S2和接合透镜Suf2₃,从第2前组Gf2射出,经过第2前偏转组Gfd2并入射至后组Gb。

[0187] 入射至后组Gb的第1光束L1和第2光束L2分别经过正凹凸透镜Lb₁、接合透镜SUB₁、正凹凸透镜Lb₄、正凹凸透镜Lb₅和滤光片F而入射至像面I。

[0188] 实施例5的立体摄像光学系统1的前偏转组Gfd在将第1光束L1和第2光束L2投影至与包含第1前组中心轴Cf1和第2前组中心轴Cf2的面垂直、且包含后组中心轴Cb的截面的情况下,使第1光束L1和第2光束L2朝关于后组中心轴Cb隔开并对称的方向偏转。

[0189] 另外,实施例1~5中示出的前偏转组Gfd和后偏转组Gbd的任何面都可以使用任意的球面、非球面、变形面或自由曲面等。通过由这样的面构成前偏转组Gfd和后偏转组Gbd,能够有效地进行像差校正。

[0190] 以下,示出上述实施例1~实施例4的结构参数。实施例1~4的结构参数示出了第1光束的光路。

[0191] 在各实施例的构成光学系统的光学作用面中,在特定的面和与其相连的面构成共轴光学系统的情况下赋予了面间隔,除此以外,按照惯用方法赋予了面的曲率半径、介质的折射率、阿贝数。

[0192] 关于偏心面,赋予了定义该面的坐标系的从原点0起的偏心量(将X轴方向、Y轴方向、Z轴方向分别设为X、Y、Z),定义各面的坐标系的倾斜角(分别为 α 、 β 、 γ (°)),各面分别以被原点0定义的坐标系的X轴、Y轴、Z轴为中心。该情况下, α 和 β 的正是指相对于各个轴的正向的逆时针方向, γ 的正是指相对于Z轴的正向的顺时针方向。另外,面的中心轴的 α 、 β 、 γ 的旋转方式为,将定义各面的坐标系首先绕被光学系统的原点定义的坐标系的X轴沿逆时针方向旋转 α ,接着绕该旋转后的新的坐标系的Y轴沿逆时针方向旋转 β ,继而绕该旋转后的另一新的坐标系的Z轴沿顺时针方向旋转 γ 。

[0193] 折射率、阿贝数是针对d线(波长587.56nm)记述的。长度的单位是mm。如上所述,各面的偏心用从基准面起的偏心量表示。曲率半径所记载的“ ∞ ”表示无穷大。

[0194] 在非球面数据中,示出了面数据中的、与设为非球面形状的透镜面相关的数据。在设z为将光的行进方向设为正的光轴、y为与光轴垂直的方向时,用下述式子表示非球面形状。

$$[0195] \quad z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K) \cdot (y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} \dots$$

[0196] 其中,r是近轴曲率半径,K是圆锥系数,A₄、A₆、A₈分别是4次、6次、8次的非球面系数。另外,符号“e”表示其后的数值是底为10的幂指数。例如,“1.0e-5”表示“ 1.0×10^{-5} ”。

[0197] 实施例1

	面编号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
	物体面	∞	100.000			
	1	非球面[1]	0.600		1.8830	40.7
	2	非球面[2]	1.066			
	3	26.845	1.000		1.9229	18.9
[0198]	4	-1.428	0.400		1.8830	40.7
	5	-7.449	0.966			
	6	-12.279	0.300		1.9229	18.9
	7	3.471	0.800		1.4875	70.2
	8	-1.709	0.075			
	9	光圈面	0.000			
	10	∞	0.500		1.4875	70.2
	11	∞	0.300	偏心 (1)		
	12	∞	0.000	偏心 (2)		
	13	6.487	1.200		1.8830	40.7
	14	-29.393	0.421			
	15	-5.655	0.600		1.9229	18.9
[0199]	16	75.749	1.400		1.8830	40.7
	17	-6.615	2.232			
	18	3.235	1.400		1.8903	33.4
	19	11.056	0.611			
	20	∞	0.750		1.5163	64.1
	21	∞	0.100			
	像 面	∞		偏心 (3)		
[0200]	非球面[1]					
[0201]	r	4.208				
[0202]	K	-3.1711e+000				
[0203]	非球面[2]					
[0204]	r	0.877				
[0205]	K	-5.5206e-001				
[0206]	偏心[1]					

[0207]	X	0.000	Y	0.000	Z	0.000
	α	12.000	β	0.000	γ	0.000
[0208]	偏心 [2]					
[0209]	X	-1.500	Y	0.000	Z	0.000
	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0210]	偏心 [3]					
[0211]	X	0.000	Y	-0.420	Z	0.000
	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0212]	规格					
	基准线长度（入射光瞳间隔）					3mm
	视场角（对角）					90°
[0213]	光圈直径					$\phi 1.0\text{mm}$
	像的大小					$\phi 2.17\text{mm}$ （1.92×1.08）
	焦距					1.29
	有效 Fno					3.94
[0214]	实施例2					

	面编号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
	物体面	∞	100.000			
	1	非球面[1]	0.600		1.8830	40.7
	2	非球面[2]	0.904			
	3	519.737	1.000		1.9229	18.9
	4	-1.493	0.400		1.8830	40.7
	5	-8.396	1.236			
	6	光圈面	0.100			
	7	-18.475	0.300		1.9229	18.9
	8	4.639	0.800		1.4875	70.2
[0215]	9	-1.890	0.100			
	10	∞	0.500		1.4875	70.2
	11	∞	0.300	偏心 (1)		
	12	∞	0.000	偏心 (2)		
	13	6.088	1.200		1.8830	40.7
	14	-60.708	0.561			
	15	-6.409	0.600		1.9229	18.9
	16	20.191	1.400		1.8830	40.7
	17	-7.575	2.100			
	18	3.091	1.600		1.8921	32.0
	19	10.903	0.448			
	20	∞	0.750		1.5163	64.1
[0216]	21	∞	0.100			
	像 面	∞		偏心 (3)		
[0217]	非球面[1]					
[0218]	r	4.038				
[0219]	K	-2.2135e+000				
[0220]	非球面[2]					
[0221]	r	0.920				
[0222]	K	-5.3147e-001				
[0223]	偏心[1]					

[0224]	X	0.000	Y	0.000	Z	0.000
	α	12.070	β	0.000	γ	0.000
[0225]	偏心[2]					
[0226]	X	-1.500	Y	0.000	Z	0.000
	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0227]	偏心[3]					
[0228]	X	0.000	Y	-0.420	Z	0.000
	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0229]	规格					
	基准线长度（入射光瞳间隔）					3mm
	视场角（对角）					90°
[0230]	光圈直径					$\phi 1.0\text{mm}$
	像的大小					$\phi 2.17\text{mm}$ （1.92×1.08）
	焦距					1.29
	有效 Fno					3.33
[0231]	实施例3					
	面编号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
[0232]	物体面	∞	100.000			
	1	非球面[1]	0.600		1.8830	40.7
	2	非球面[2]	0.974			

	3	-486.159	1.000	1.9229	18.9
	4	-1.281	0.400	1.8830	40.7
	5	-5.917	0.942		
	6	-12.817	0.300	1.9229	18.9
	7	3.314	0.800	1.4875	70.2
	8	-1.675	0.100		
	9	∞	0.500	1.4875	70.2
	10	∞	0.300 偏心 (1)		
	11	光圈面	0.000		
	12	∞	0.000 偏心 (2)		
[0233]	13	6.676	1.200	1.8830	40.7
	14	-33.664	0.668		
	15	-5.594	0.600	1.9229	18.9
	16	30.538	1.400	1.8830	40.7
	17	-6.542	2.282		
	18	3.236	1.600	1.8943	30.4
	19	12.049	0.483		
	20	∞	0.750	1.5163	64.1
	21	∞	0.100		
	像 面	∞	偏心 (3)		
[0234]	非球面[1]				
[0235]	r 4.175				
[0236]	K -3.2958e+000				
[0237]	非球面[2]				
[0238]	r 0.837				
[0239]	K-5.3767e-001				
[0240]	偏心[1]				
	X	0.00	Y	0.00	Z 0.00
[0241]	α	11.68	β	0.00	γ 0.00
[0242]	偏心[2]				
	X	-1.50	Y	0.00	Z 0.00
[0243]	α	0.00	β	0.00	γ 0.00
[0244]	偏心[3]				

[0245]	X	0.00	Y	-0.42	Z	0.00
	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0246]	规格					
	基准线长度（入射光瞳间隔） 3mm					
[0247]	视场角（对角） 90°					
	光圈直径 $\phi 1.0\text{mm}$					
	像的大小 $\phi 2.17\text{mm}$ （1.92×1.08）					
	焦距 1.29					
	有效 Fno 3.85					
[0248]	实施例4					
	面编号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
	物体面	∞	100.000			
	1	非球面[1]	0.600		1.8830	40.7
	2	非球面[2]	1.066			
	3	26.845	1.000		1.9229	18.9
	4	-1.428	0.400		1.8830	40.7
	5	-7.449	0.966			
	6	-12.279	0.300		1.9229	18.9
	7	3.471	0.800		1.4875	70.2
	8	-1.709	0.075			
	9	光圈面	0.000			
	10	∞	0.500		1.4875	70.2
	11	∞	0.300	偏心（1）		
	12	∞	0.000	偏心（2）		
	13	6.487	1.200		1.8830	40.7

	14	-29.393		0.421		
	15	-5.655		0.600	1.9229	18.9
	16	75.749		1.400	1.8830	40.7
	17	-6.615		2.232		
[0250]	18	3.235		1.400	1.8903	33.4
	19	11.056		0.611		
	20	∞		0.750	1.5163	64.1
	21	∞		0.100		
	像 面	∞	偏心 (3)			
[0251]	非球面[1]					
[0252]	r 4.208					
[0253]	K -3.1711e+000					
[0254]	非球面[2]					
[0255]	r 0.877					
[0256]	K -5.5206e-001					
[0257]	第1光束的光路 偏心[1]					
	X	0.000	Y	0.000	Z	0.000
[0258]	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0259]	第2光束的光路 偏心[1]					
	X	0.000	Y	0.000	Z	0.000
[0260]	α	22.400	β	0.000	γ	0.000
[0261]	偏心[2]					
	X	-1.500	Y	0.000	Z	0.000
[0262]	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0263]	第1光束的光路 偏心[3]					
	X	0.000	Y	0.000	Z	0.000
[0264]	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0265]	第2光束的光路 偏心[3]					
[0266]	X	0.000	Y	-0.830	Z	0.000
[0267]	α	0.000	β	0.000	γ	0.000
[0268]	规格					

	基准线长度（入射光瞳间隔）	3mm
	视场角（对角）	90°
[0269]	光圈直径	$\phi 1.0\text{mm}$
	像的大小	$\phi 2.17\text{mm}$ (1.92×1.08)
	焦距	1.29
	有效 Fno	3.94

[0270] 关于上述实施例1~4,以下示出要素和条件式(1)的值。此外,作为参考,一并示出第1前组中心轴Cf1与第2前组中心轴Cf2之间的间隔Dep和后组的最大有效直径Db。

	实施例 1	实施例 2	实施例 3
d	1.250	1.250	0.600
f	0.809	0.828	1.070
(1) d/f	1.545	1.510	0.561
Dep	3.00	3.00	3.00
Db	$\phi 5.06$	$\phi 6.00$	$\phi 4.66$
[0271]	实施例 4		
d	0.600		
f	1.037		
(1) d/f	0.579		
Dep	3.00		
Db	$\phi 5.29$		

[0272] 由此,本实施方式的立体摄像光学系统1的各实施例满足以下的条件式(1)。

[0273] $0 \leq d/f < 5$ (1)

[0274] 其中,

[0275] d是从前偏转组至光圈的距离,

[0276] f是光学系统整体的焦距。

[0277] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1的各实施例中,第1前组中心轴Cf1与第2前组中心轴Cf2之间的间隔比像面I上的第1光束L1的中心与像面I上的第2光束L2的中心之间的间隔宽。

[0278] 并且,在本实施方式的立体摄像光学系统1的各实施例中,后偏转组Gbd可以包含楔形棱镜状的光学元件、衍射光学元件和具有曲面的光学元件中的至少1个。并且,后偏转组Gbd的第1后偏转组Gbd1和第2后偏转组Gbd2可以一体形成。

[0279] 此外,在本实施方式的立体摄像光学系统1的各实施例中,前偏转组Gfd可包含能够消色差的前偏转部件。前偏转部件可以包含阿贝数不同的两个楔形棱镜状的光学元件、单一的楔形棱镜状的光学元件和衍射光学元件中的至少1个。并且,前偏转组Gbd的第1前偏

转组Gfd1和第2前偏转组Gfd2可以是一体的。

[0280] 以下,说明本实施方式的立体摄像光学系统1的应用例。

[0281] 图29是示出使用本实施方式的立体摄像光学系统的硬性内窥镜的一例的图。图30是示出使用了本实施方式的立体摄像光学系统的柔性内窥镜30的一例的图。

[0282] 图29的(a)示出使用本实施方式的立体摄像光学系统1的立体摄像装置的概略结构。图29的(b)是在硬性内窥镜20的前端安装本实施方式的立体摄像光学系统1从而立体地拍摄观察图像的示例。

[0283] 本实施方式的立体摄像装置10优选具备:立体摄像光学系统1;以及被配置在像面I、且具有多个像素的摄像元件2。

[0284] 本实施方式的立体摄像装置10是小型且高分辨率的,根据本实施方式的立体摄像装置10,能够得到水平视场角宽的立体图像。

[0285] 此外,在本实施方式的立体摄像装置10中,摄像元件2优选由单一的元件构成。

[0286] 通过将摄像元件2设为单一的元件,能够将输出摄像信号的布线设为1个,从而能够使立体摄像装置10变得小型。

[0287] 此外,在本实施方式的立体摄像装置10中,优选具备图像处理部4,图像处理部4对在上述偏转组Gfd、Gbd中产生的色差和在光学系统中产生的失真进行电子校正。

[0288] 通过具备对在上述偏转组Gd中产生的色差和在光学系统中产生的失真进行电子校正的图像处理部4,能够在显示部5上立体地显示高分辨率的影像。

[0289] 另外,图像处理部4可以对在入射至摄像元件2的光线角度增大的情况下产生的阴影进行电子校正。

[0290] 并且,本实施方式的硬性内窥镜20或柔性内窥镜30优选使用立体摄像装置10。

[0291] 通过在硬性内窥镜20或柔性内窥镜30中使用立体摄像装置10,能够设为小型且高分辨率的内窥镜,能够设为低侵袭的医疗设备。

[0292] 另外,可以将立体摄像装置用作搭载于车辆的车载摄像装置。例如,可以在汽车的前方安装本实施方式的光学系统,作为摄像装置的一部分,对经过各光学系统拍摄的图像实施图像处理,校正失真而在车内的显示装置上同时显示图像,或者在汽车的各角部或头部的磁极的顶部,安装多个本实施方式的光学系统,作为摄像装置的一部分,通过立体摄像装置10对经过各光学系统拍摄的图像实施图像处理,校正失真而同时在车内的显示装置上立体显示图像。

[0293] 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,对各个实施方式的结构适当进行变更而构成的实施方式和适当组合而构成的实施方式也属于本发明的范畴。

[0294] 标号说明

[0295] 1:立体摄像光学系统

[0296] 2:摄像元件

[0297] 3:布线

[0298] 4:图像处理部

[0299] 5:显示部

[0300] 10:立体摄像装置

- [0301] 20:内窥镜
- [0302] Gf:前组
- [0303] Gb:后组
- [0304] Gd:偏转组
- [0305] S:光圈
- [0306] I:像面

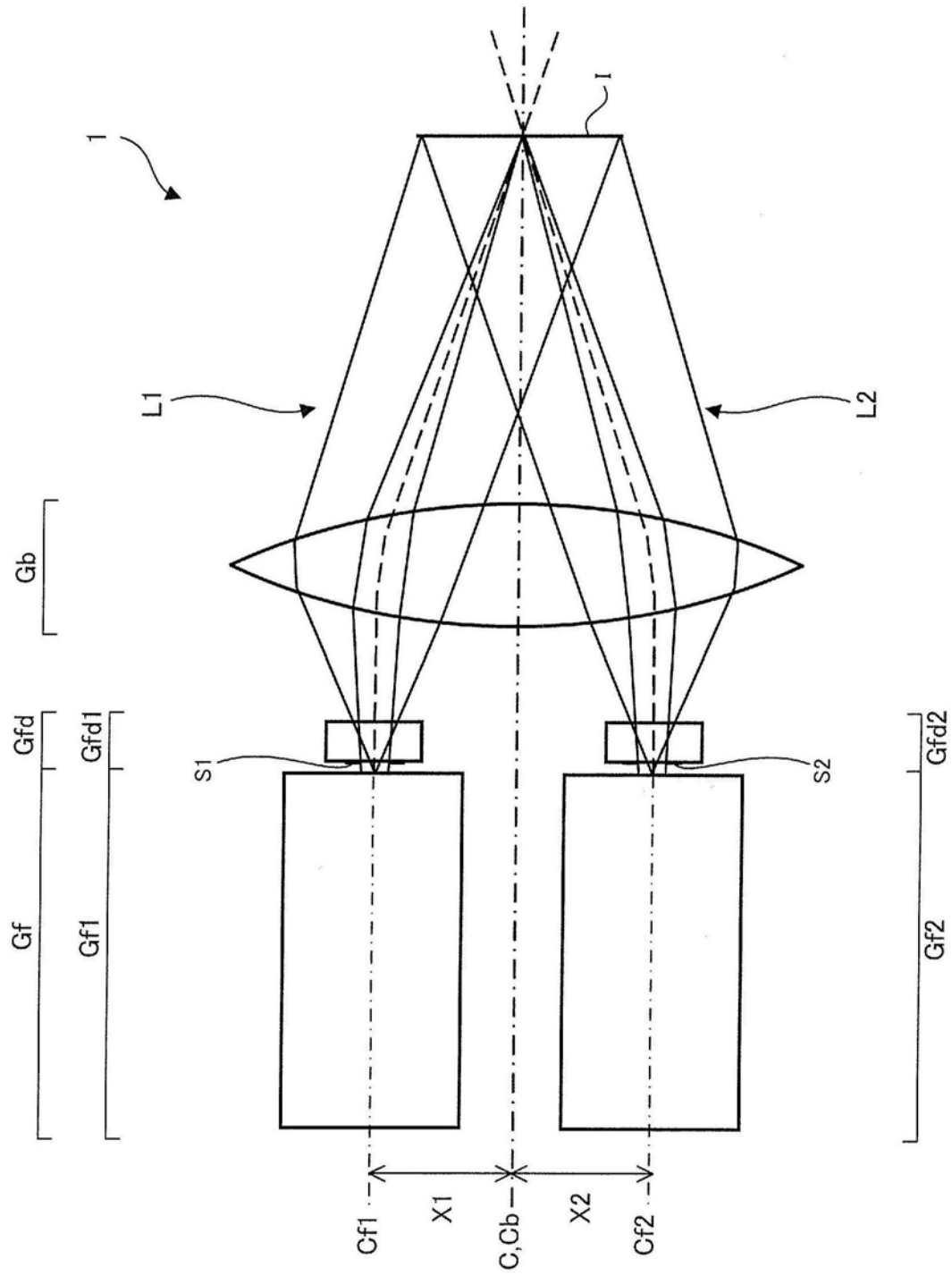


图1

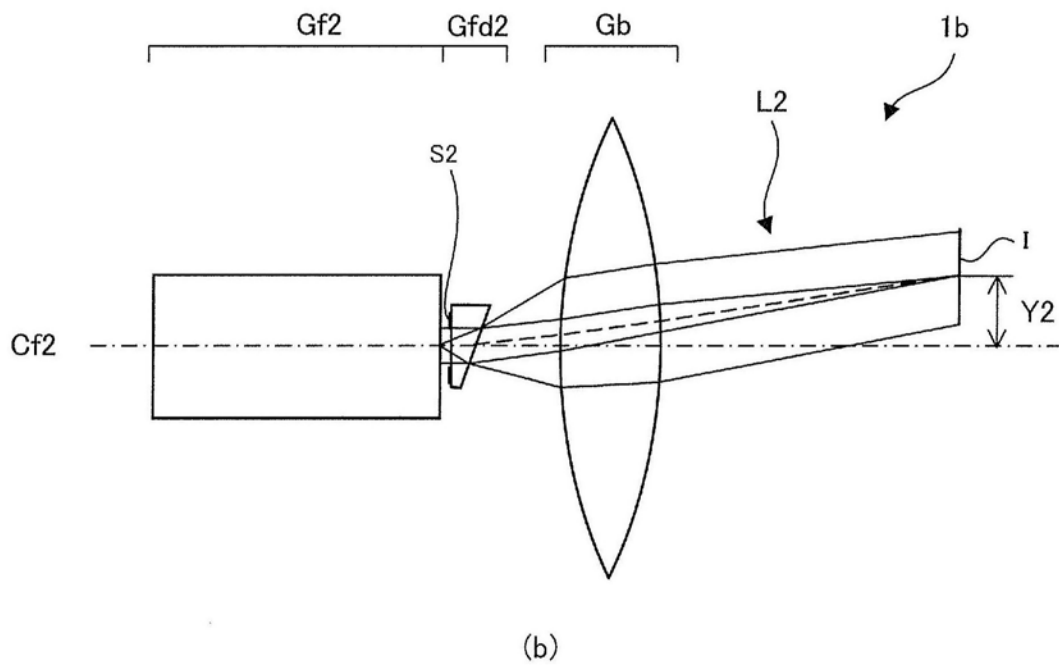
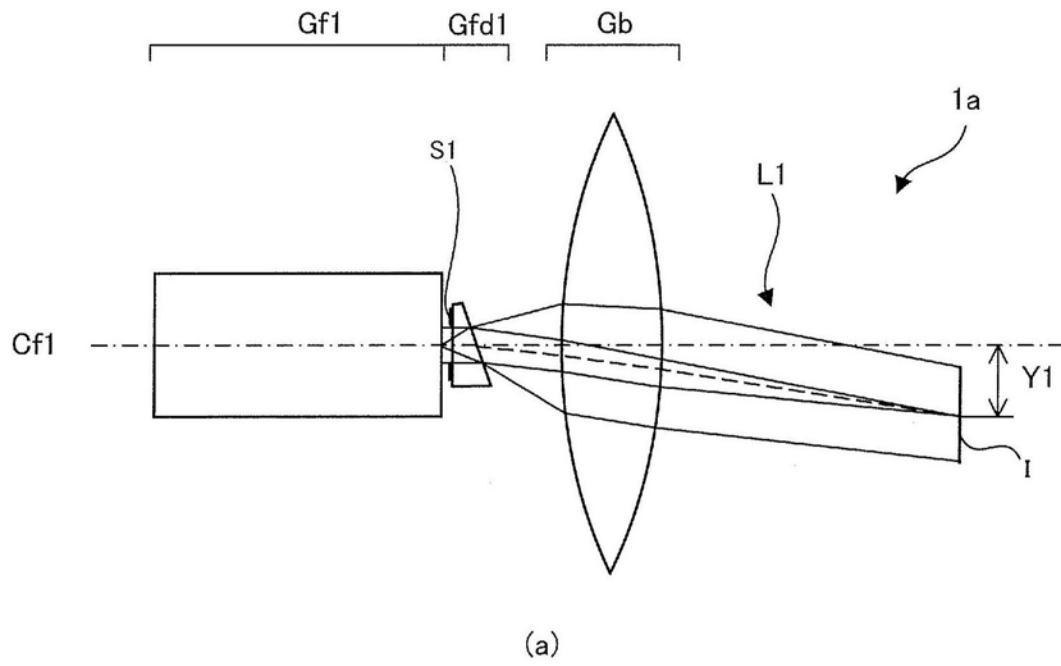


图2

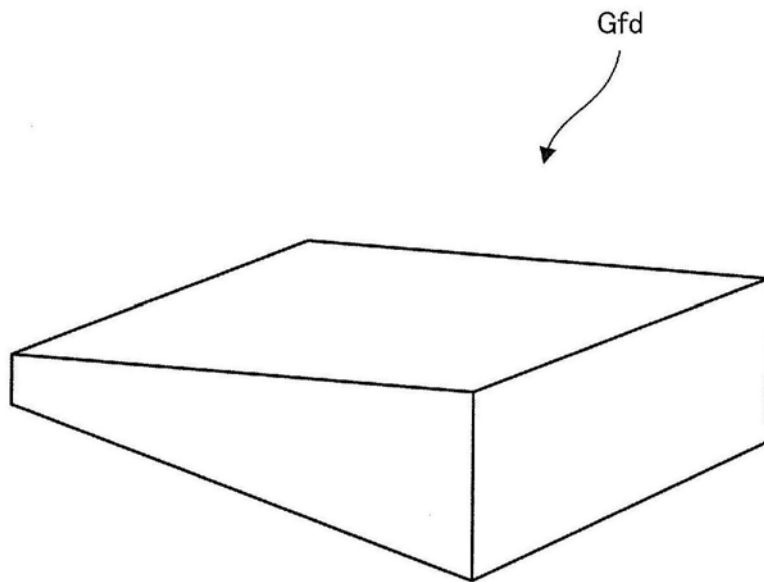


图3

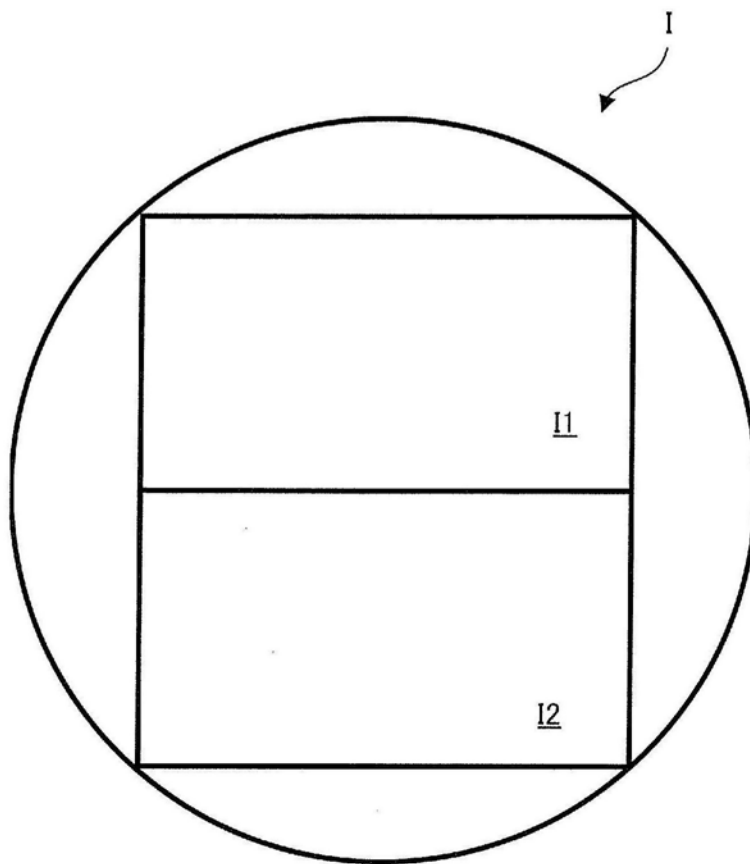
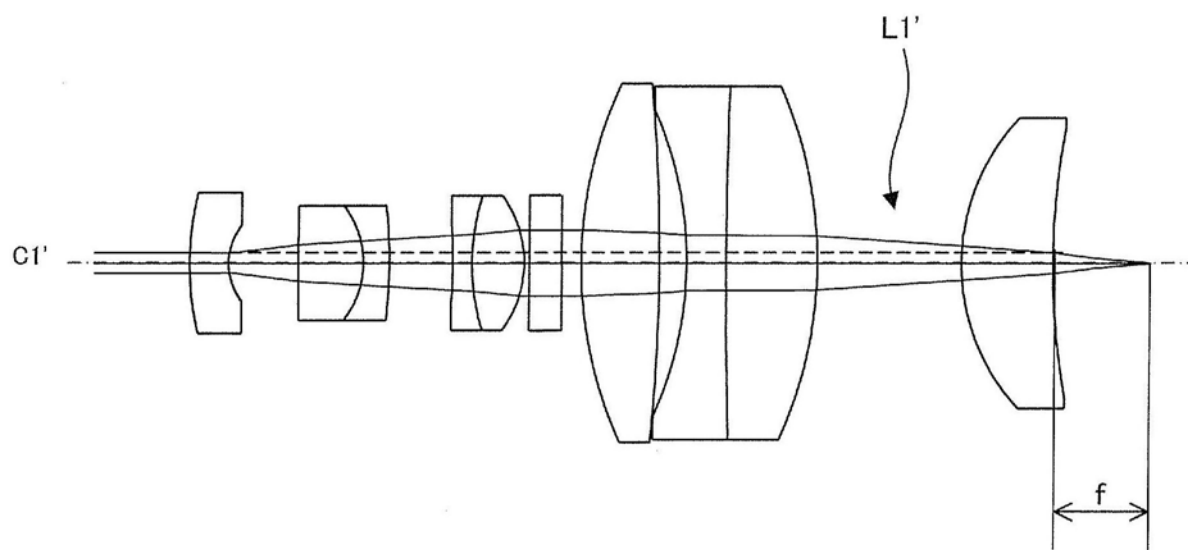
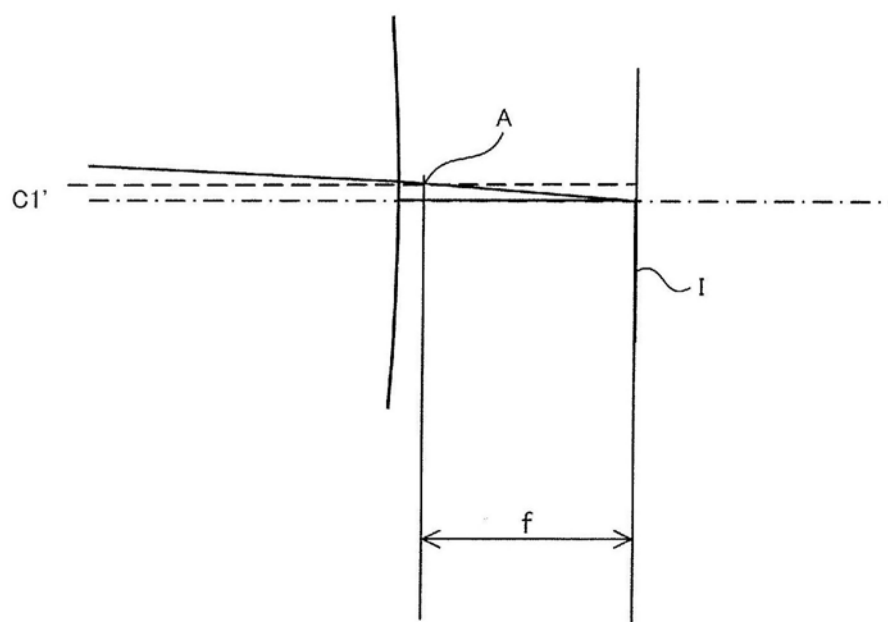


图4



(a)



(b)

图5

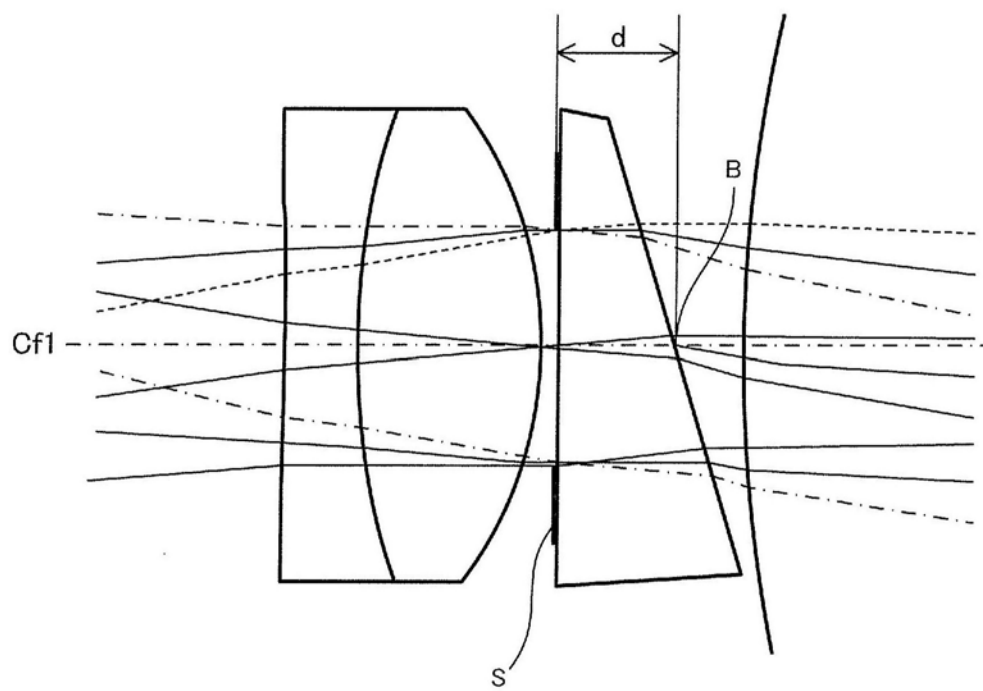


图6

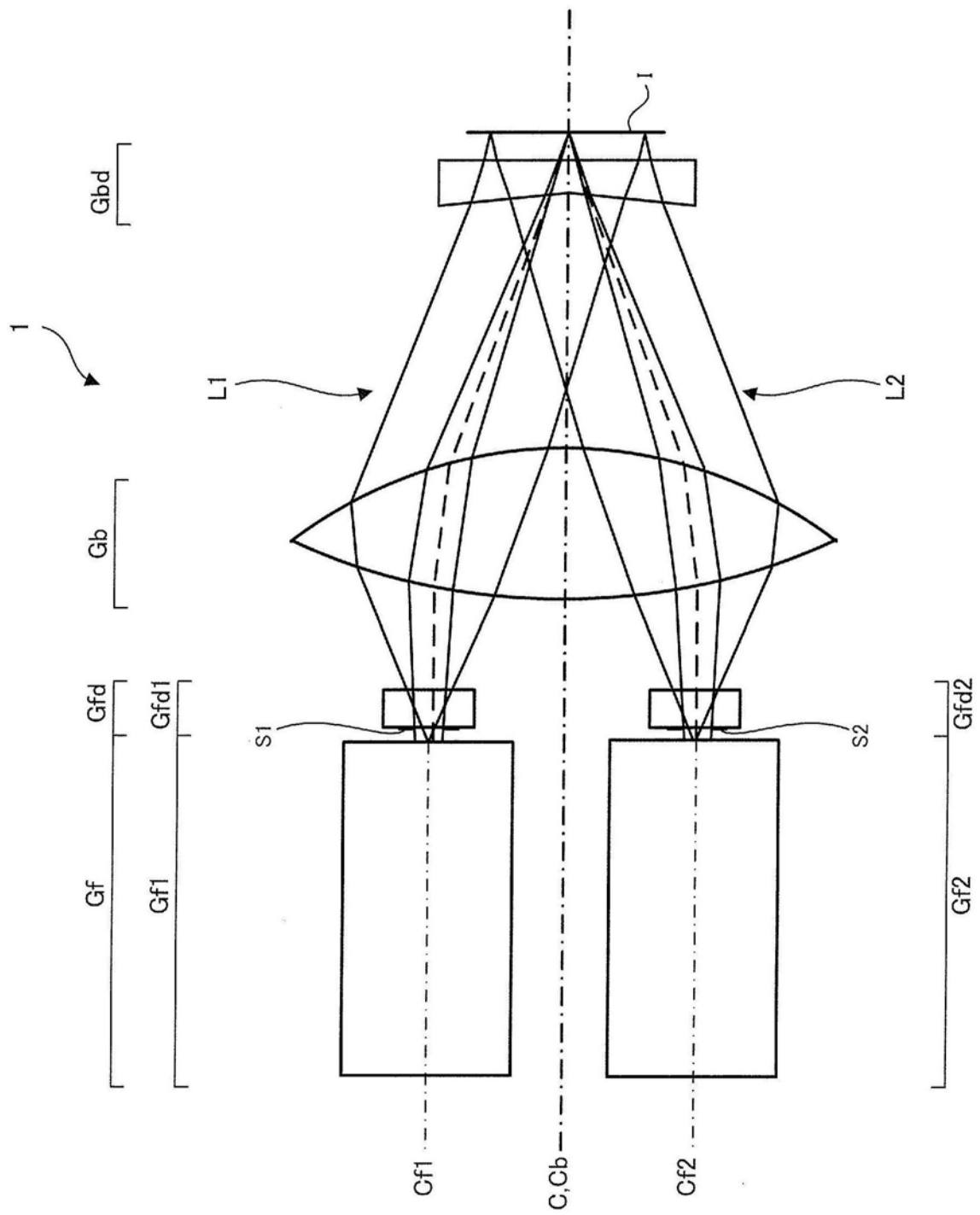


图7

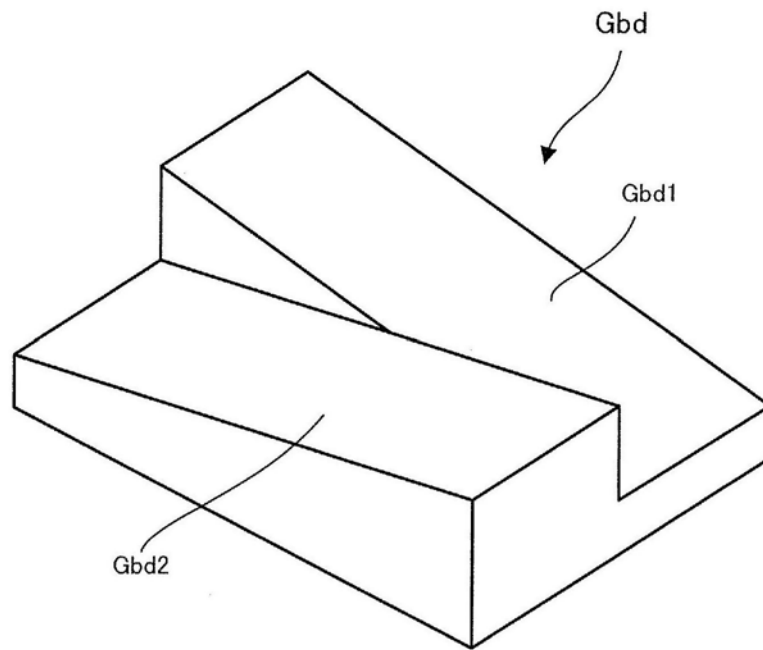


图8

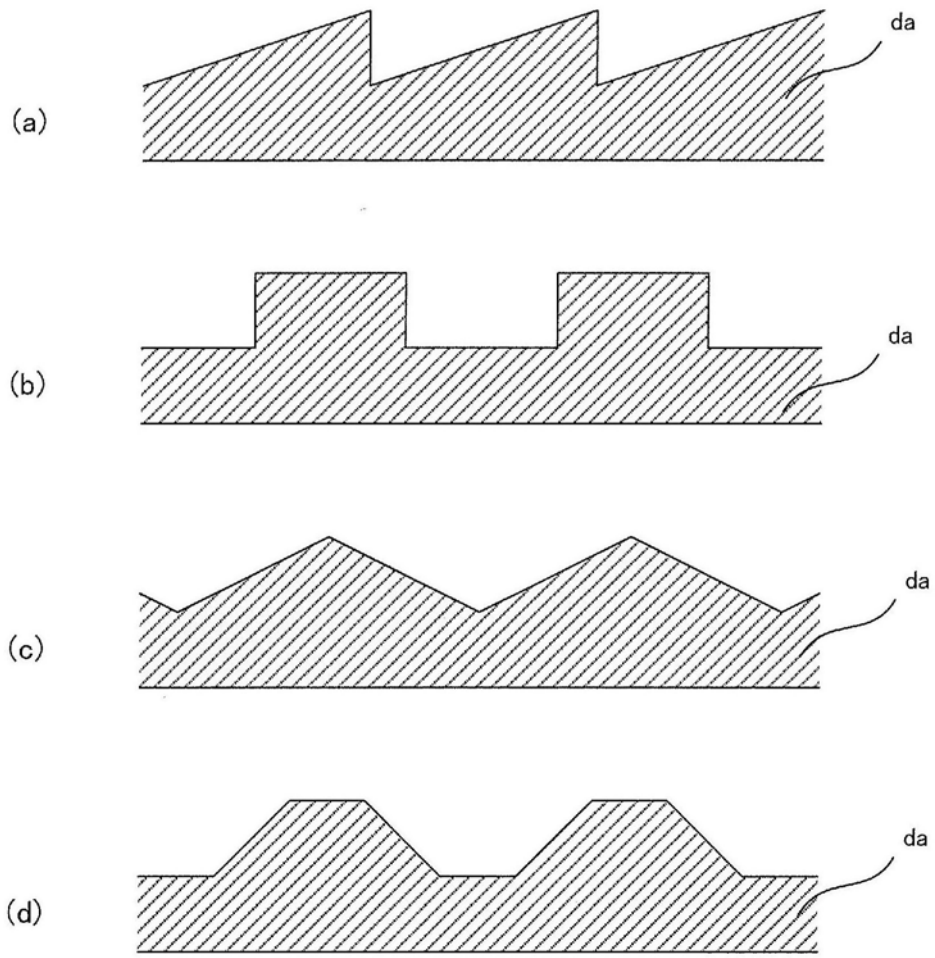


图9

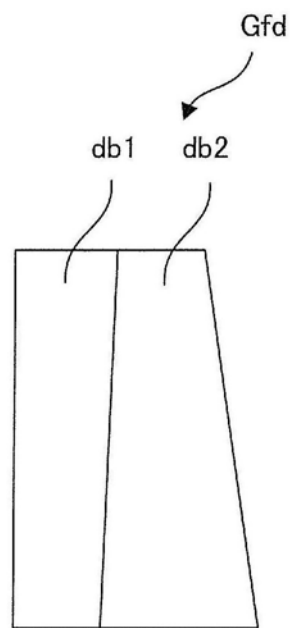


图10

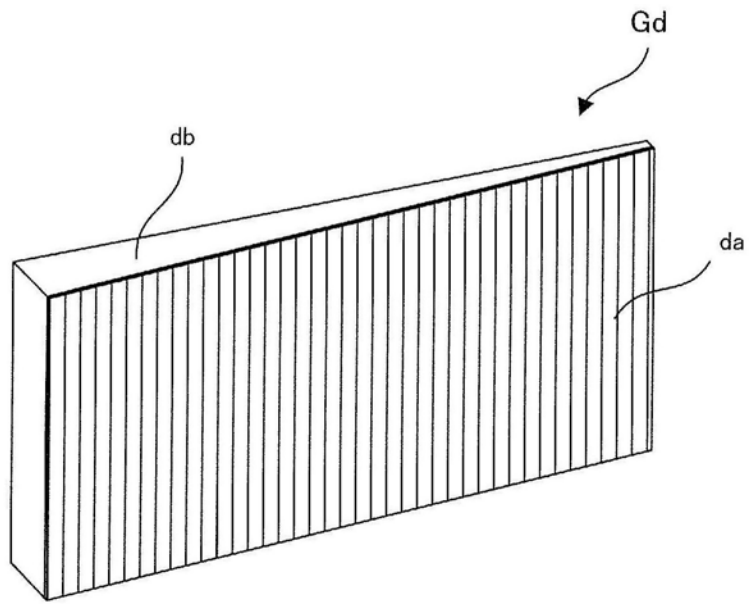


图11

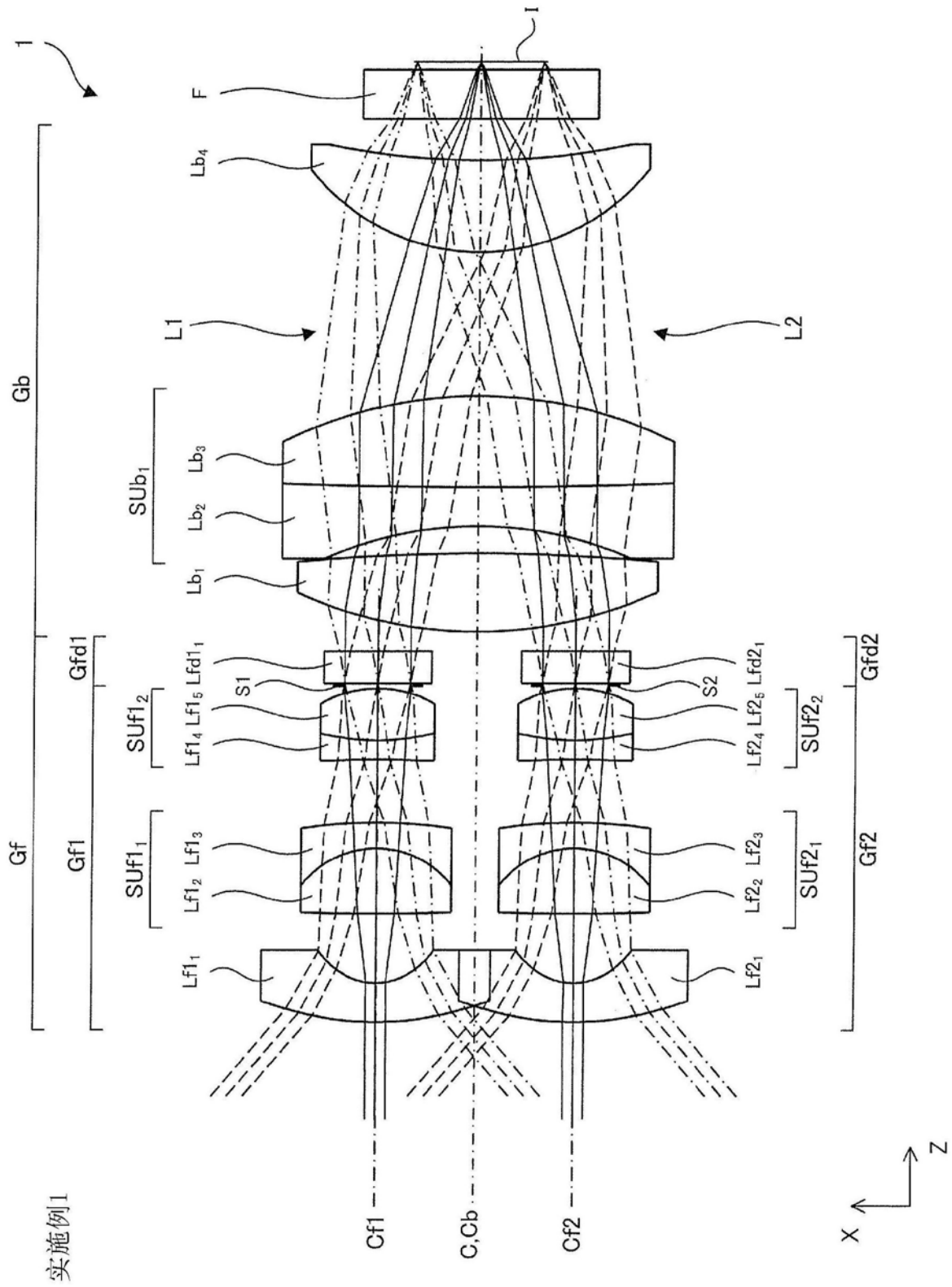


图12

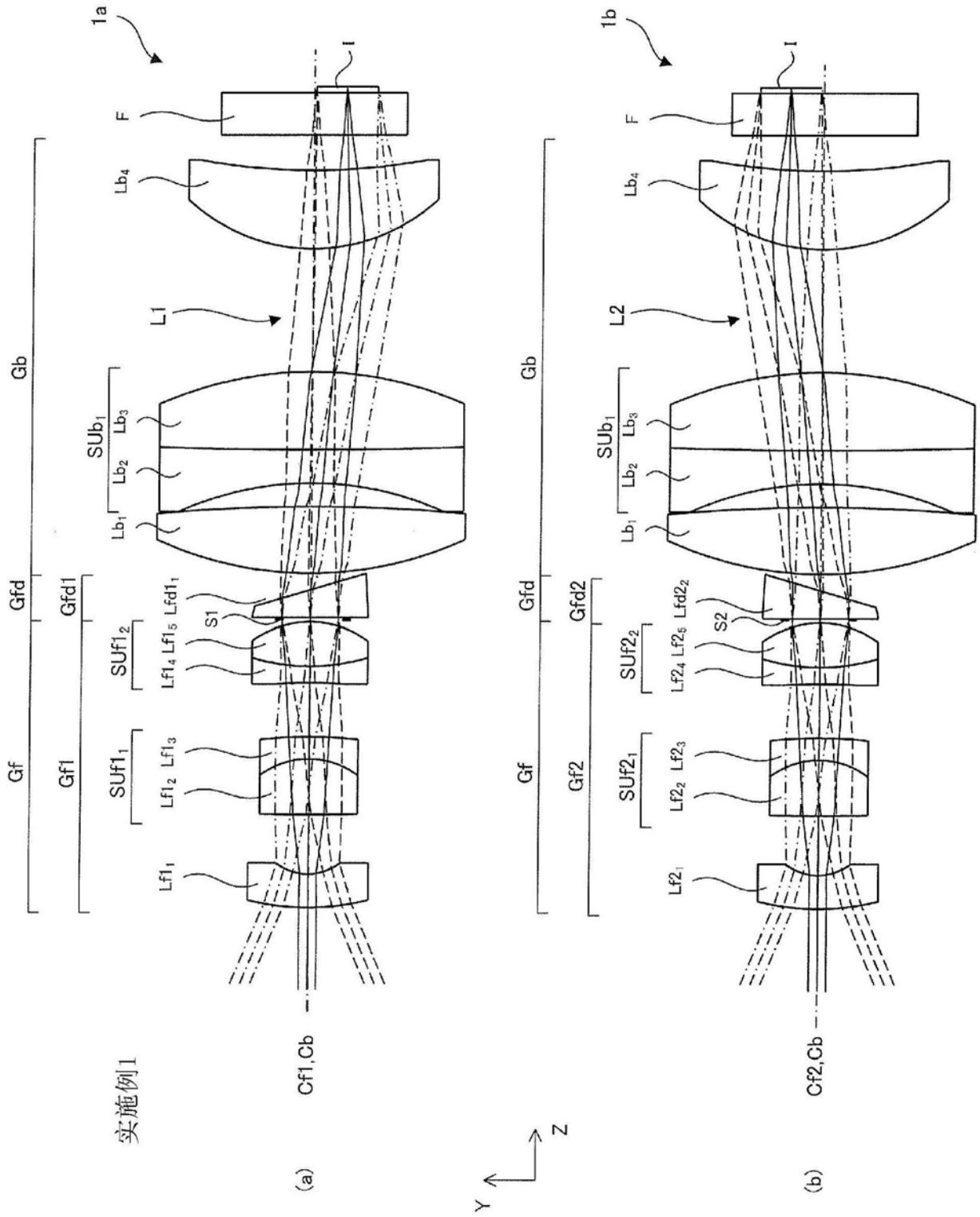


图13

实施例1

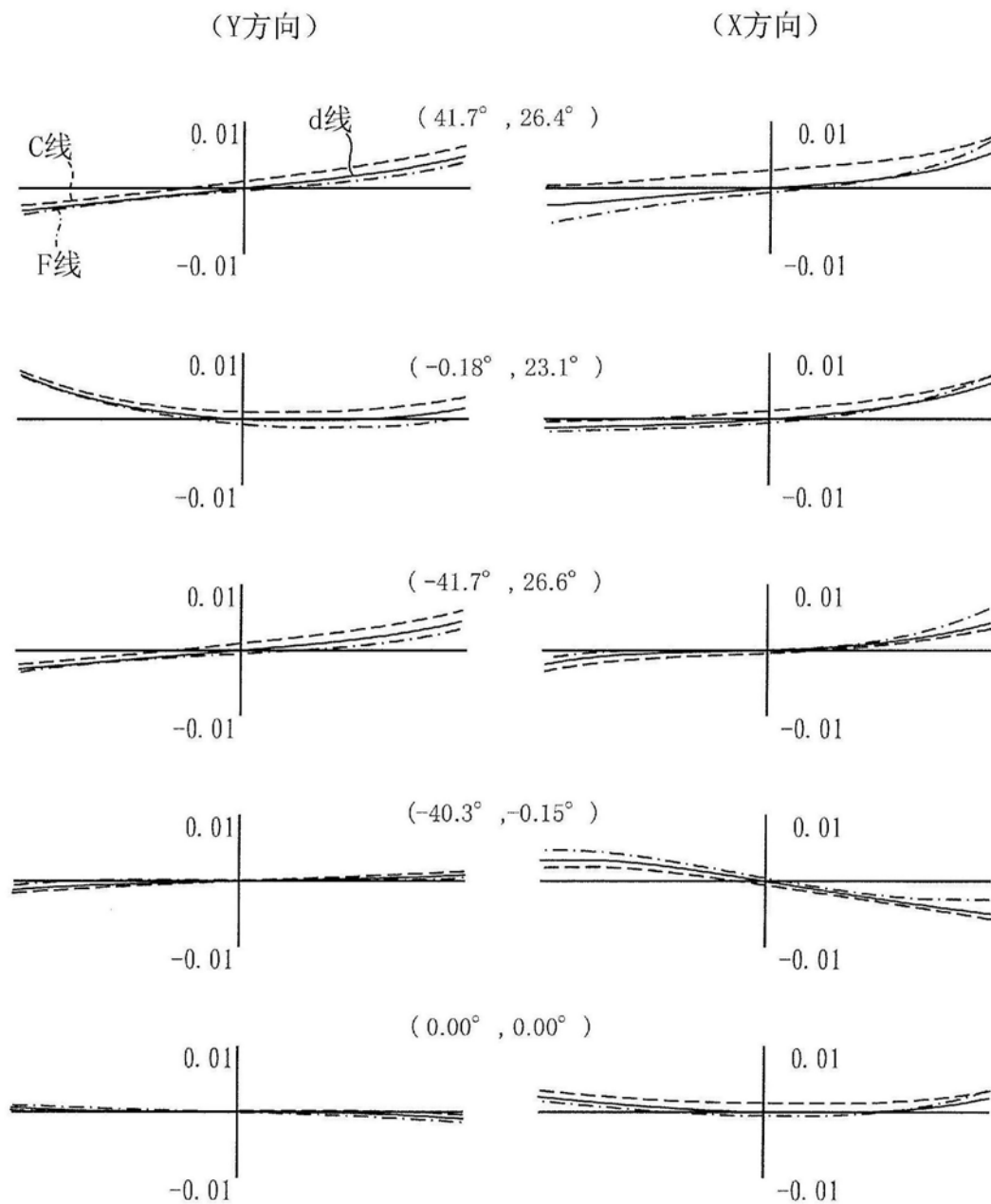


图14

实施例1

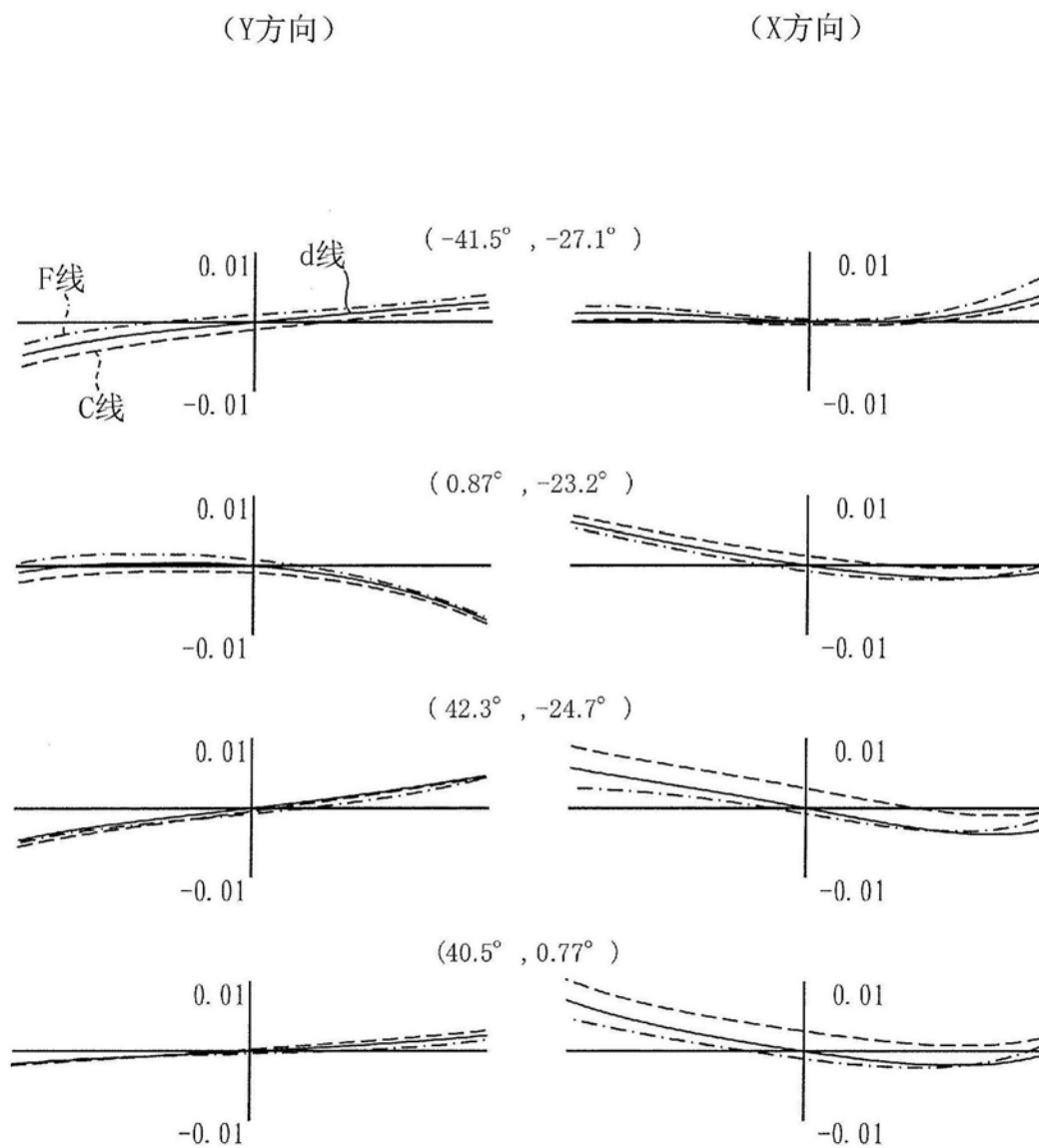


图15

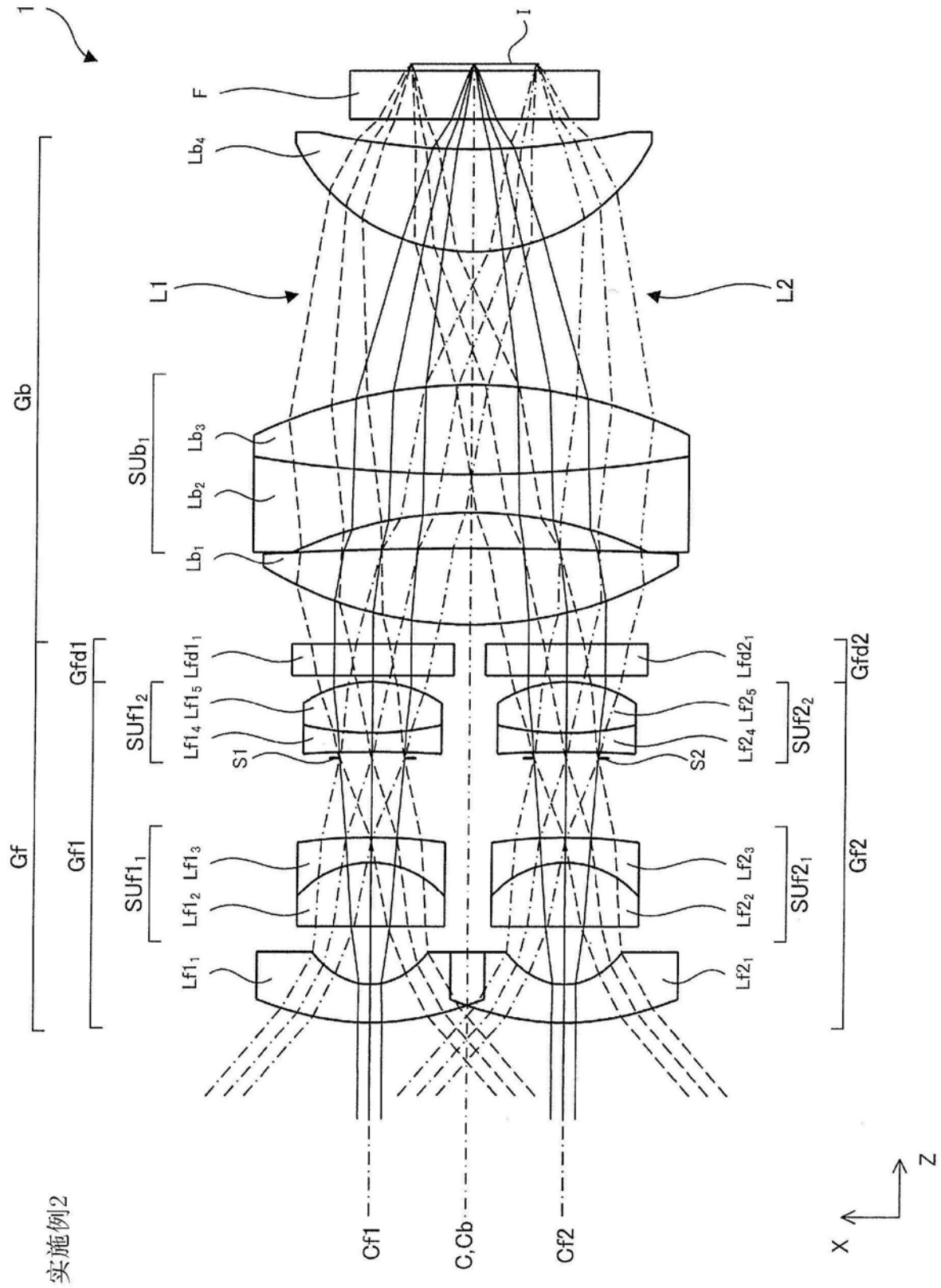


图16

实施例2

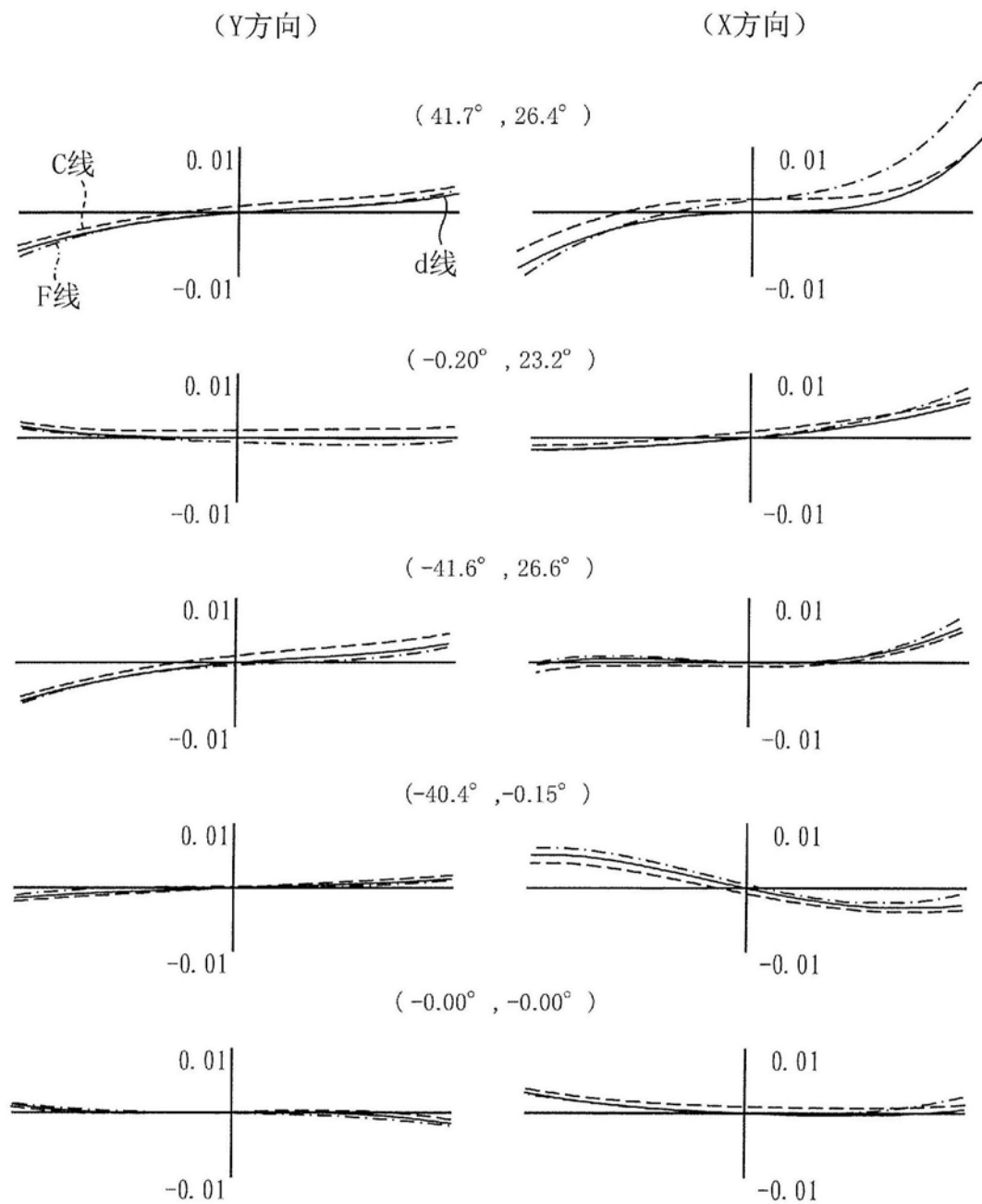


图17

实施例2

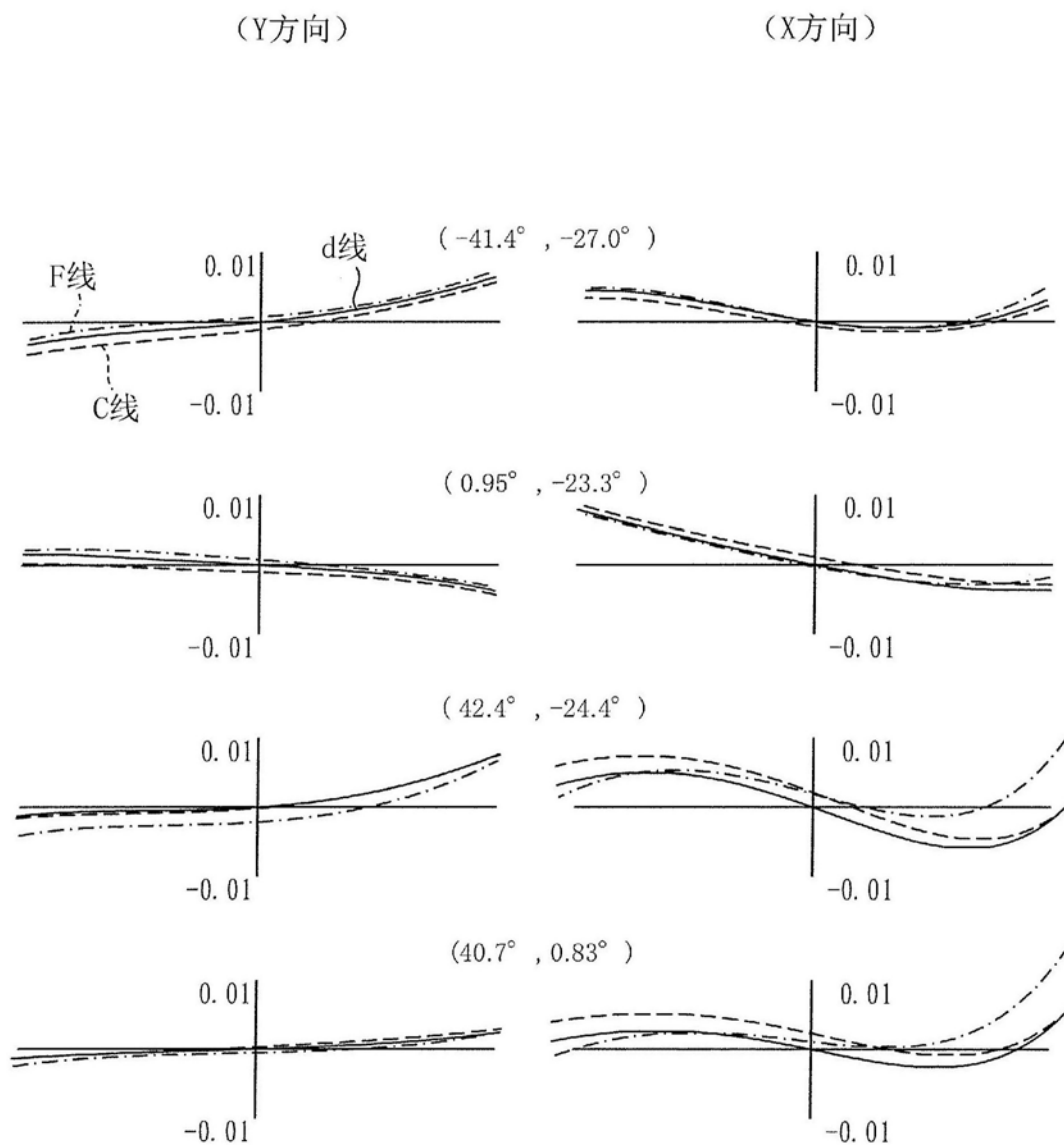


图18

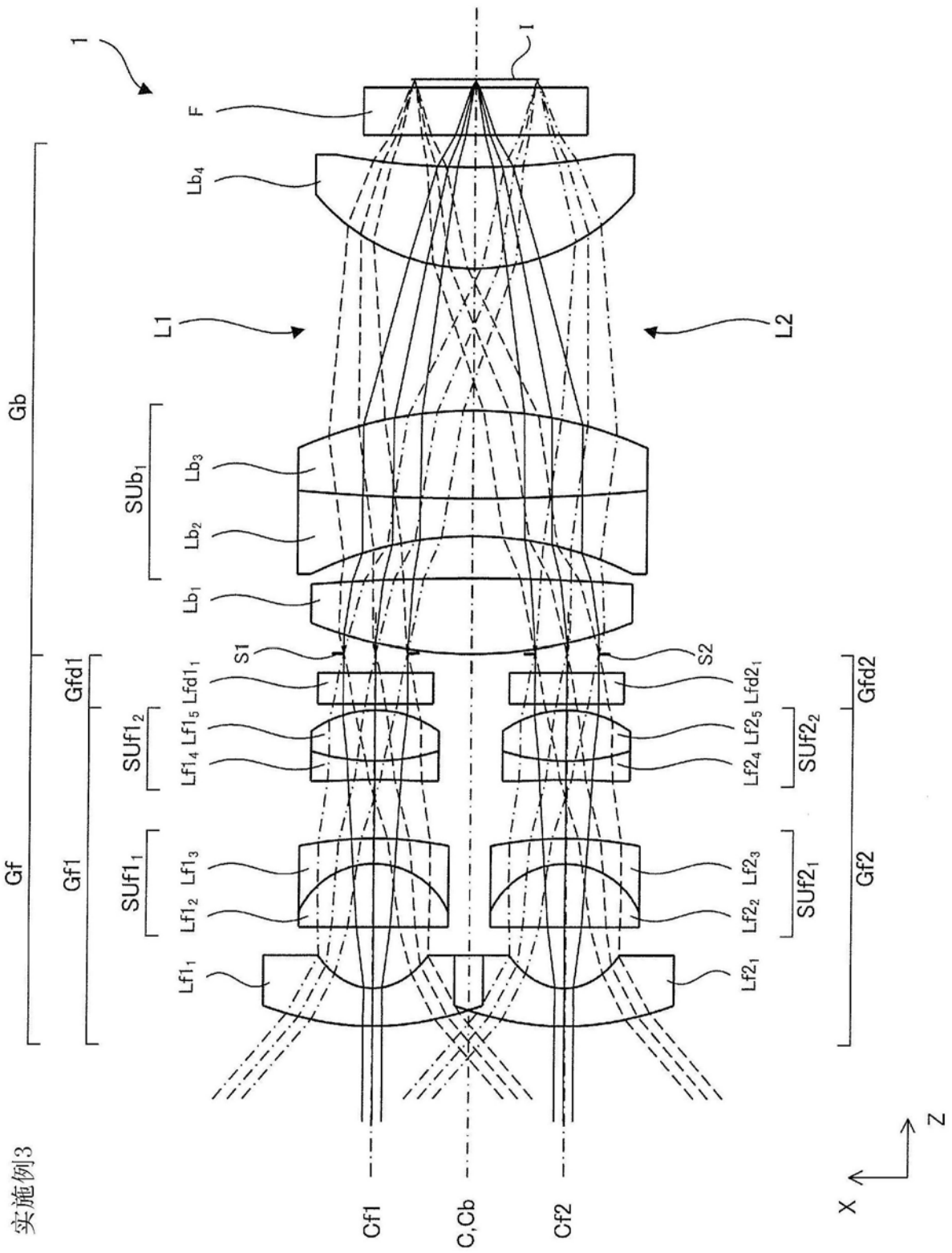


图19

实施例3

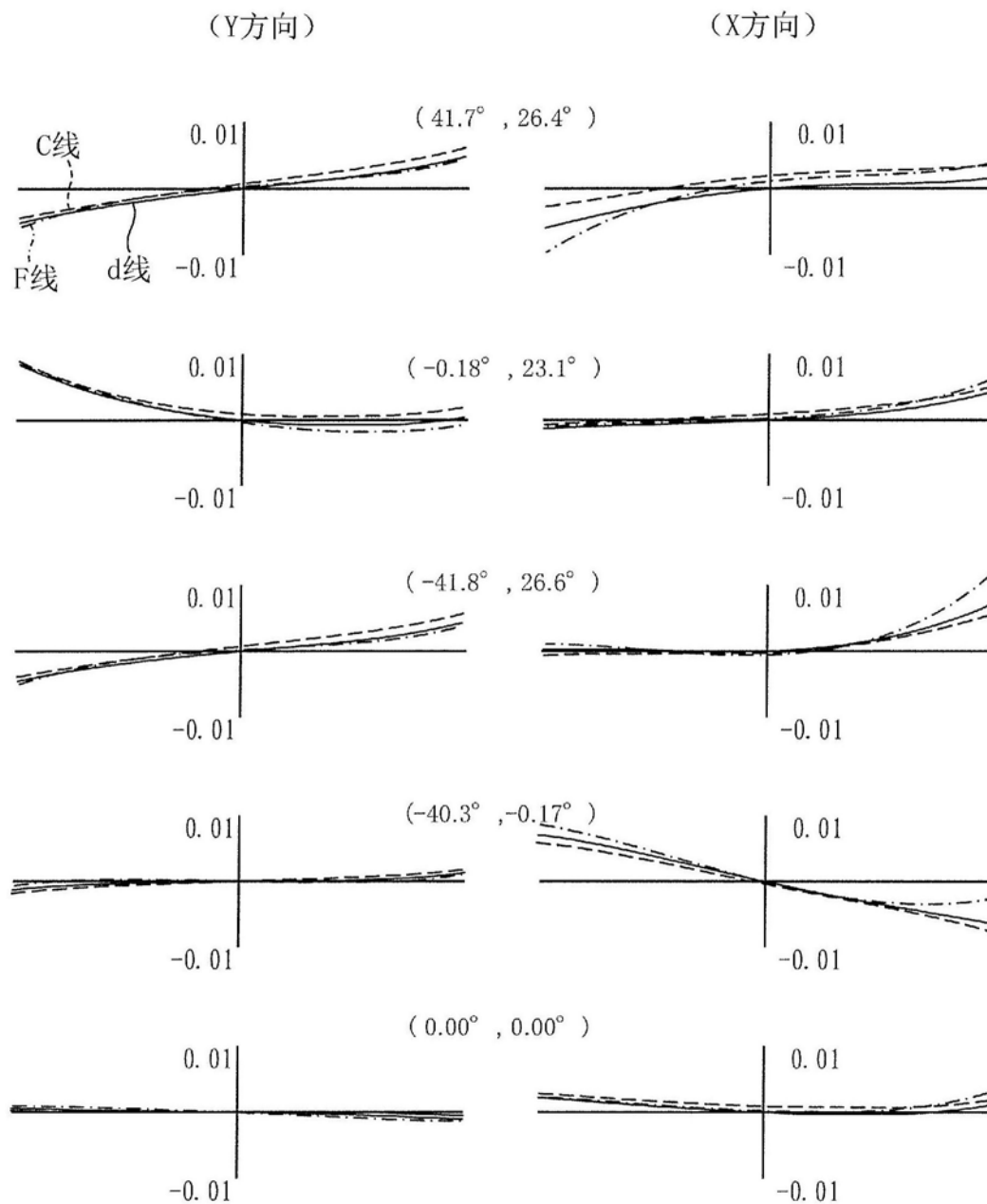


图20

实施例3

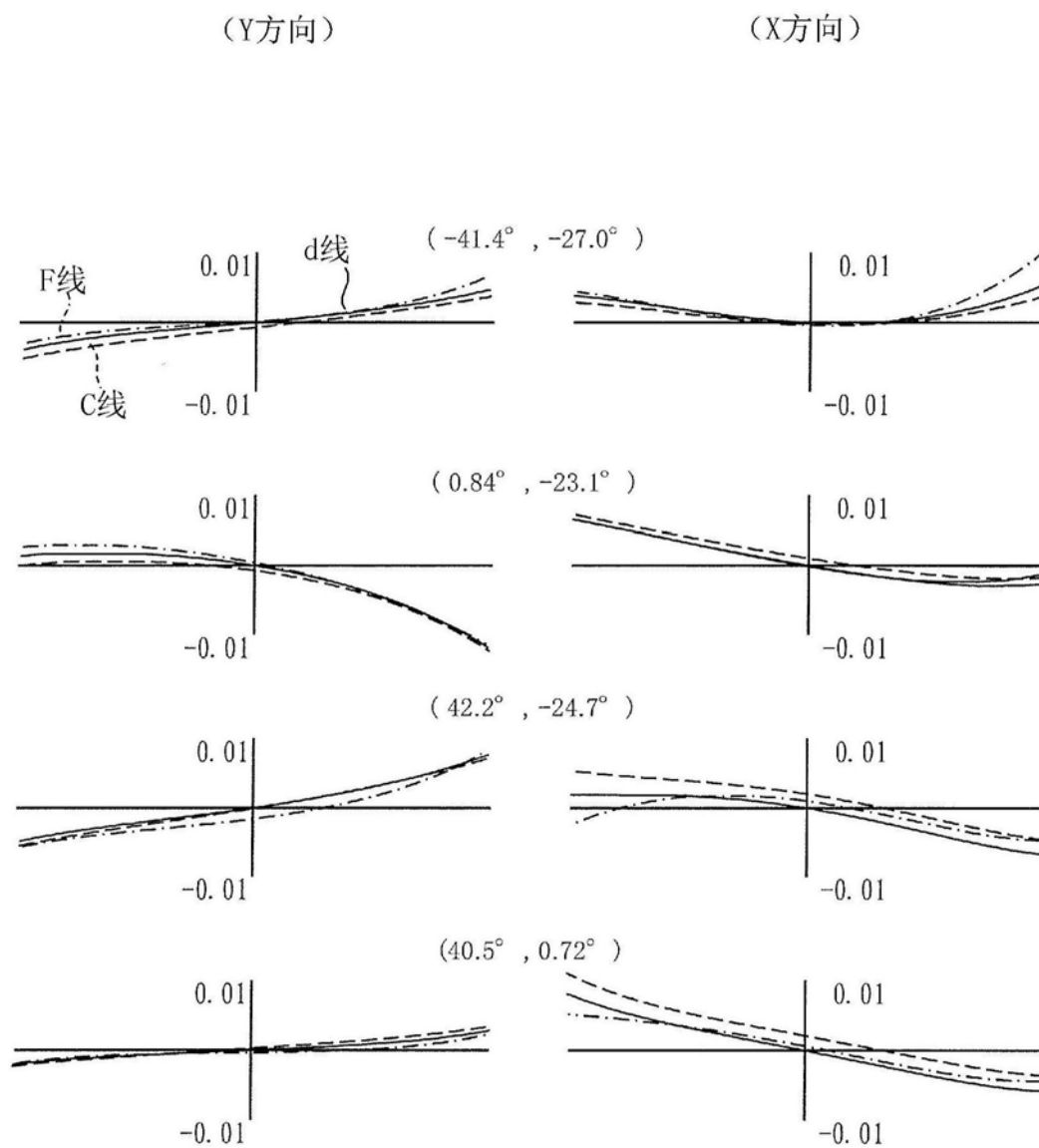


图21

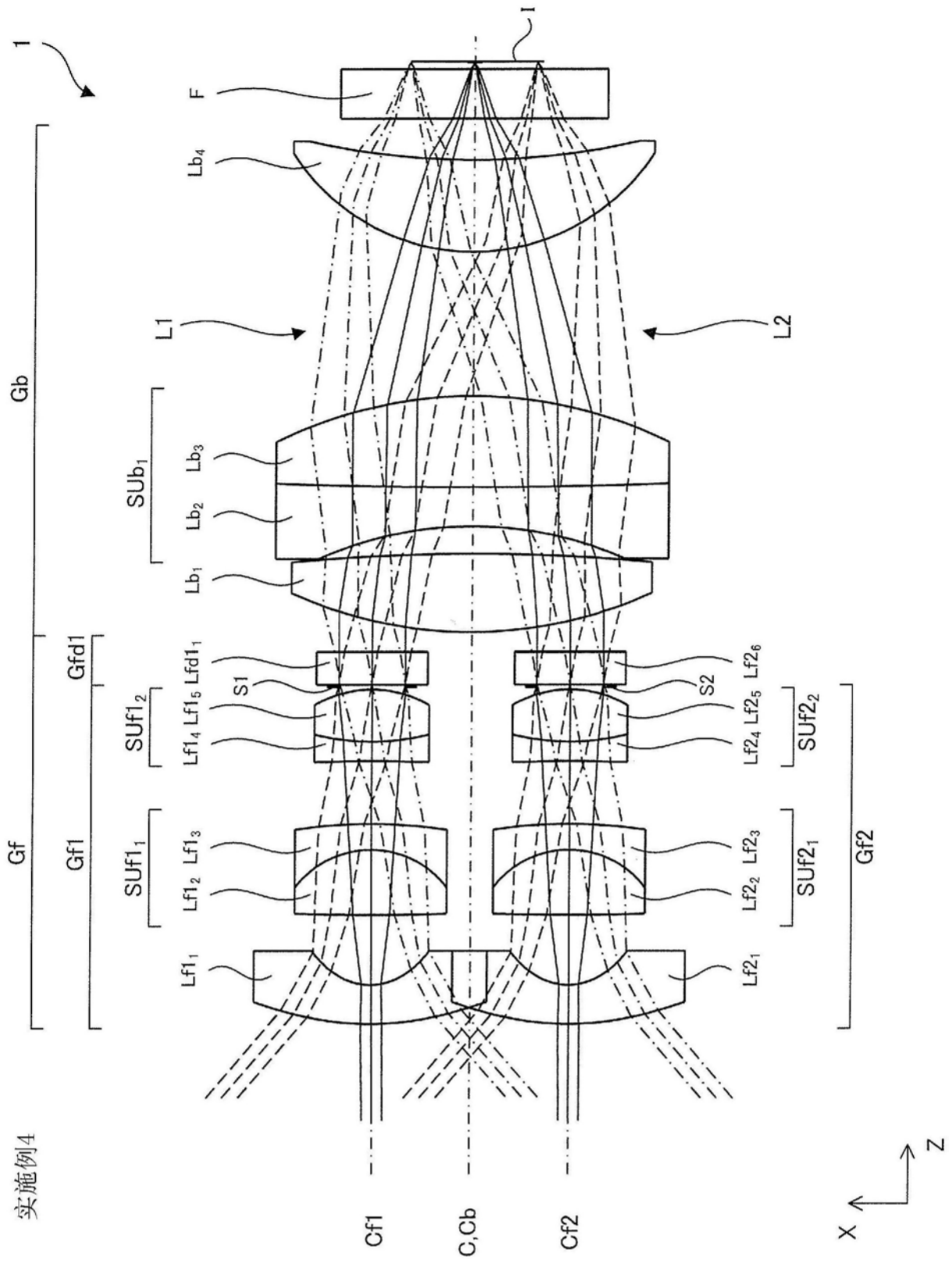


图22

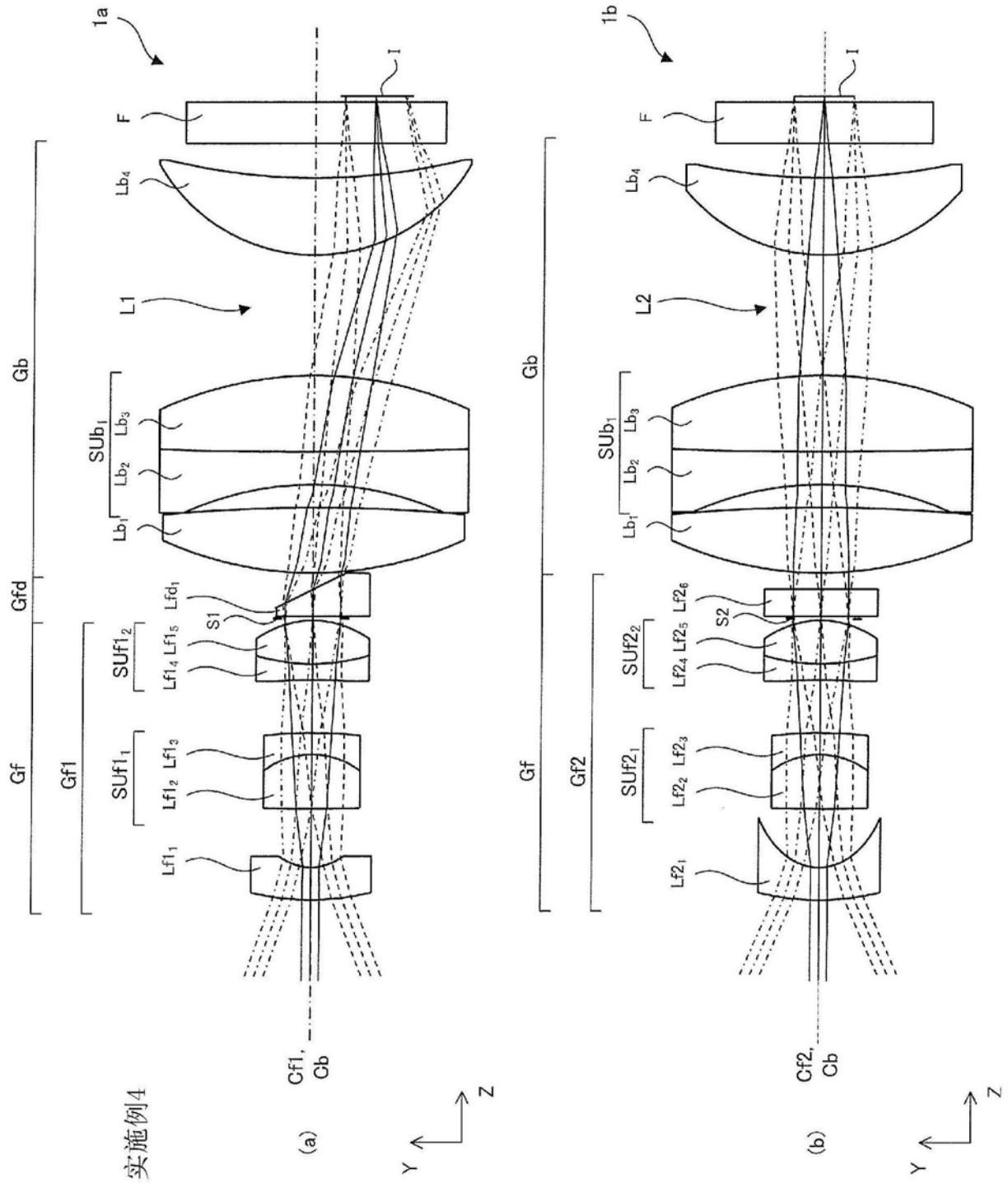


图23

实施例4 (右光路)

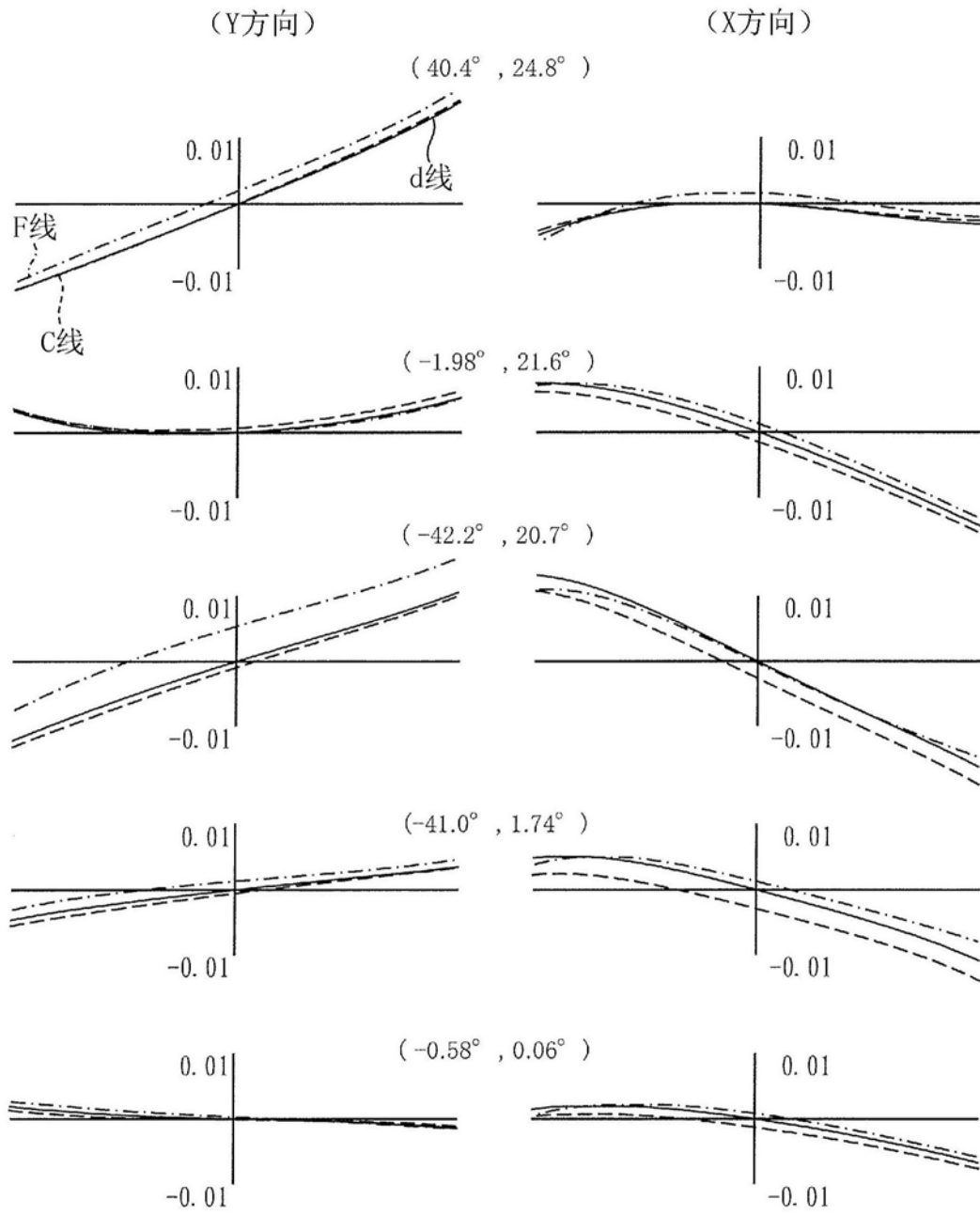


图24

实施例4 (右光路)

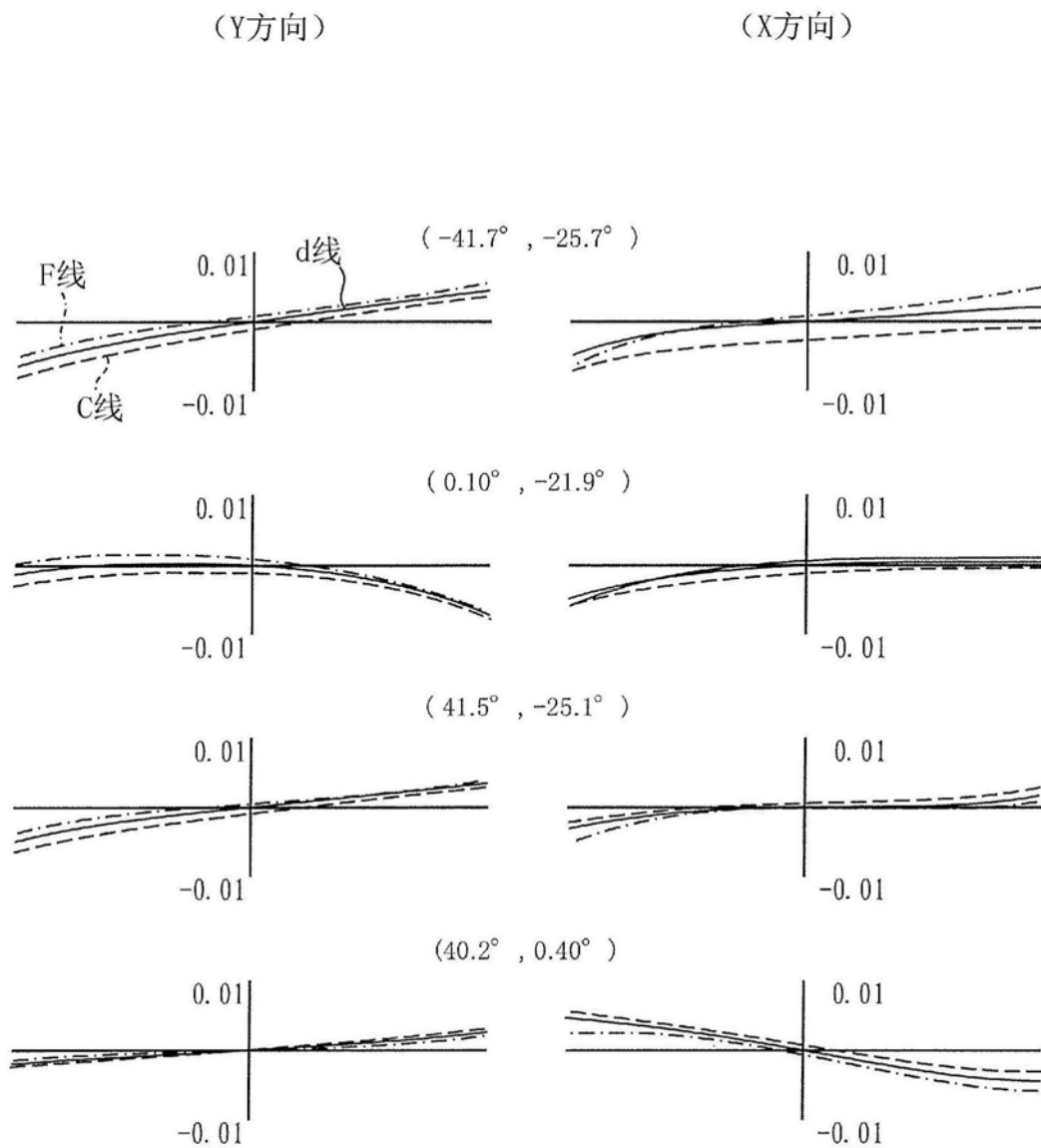


图25

实施例4 (左光路)

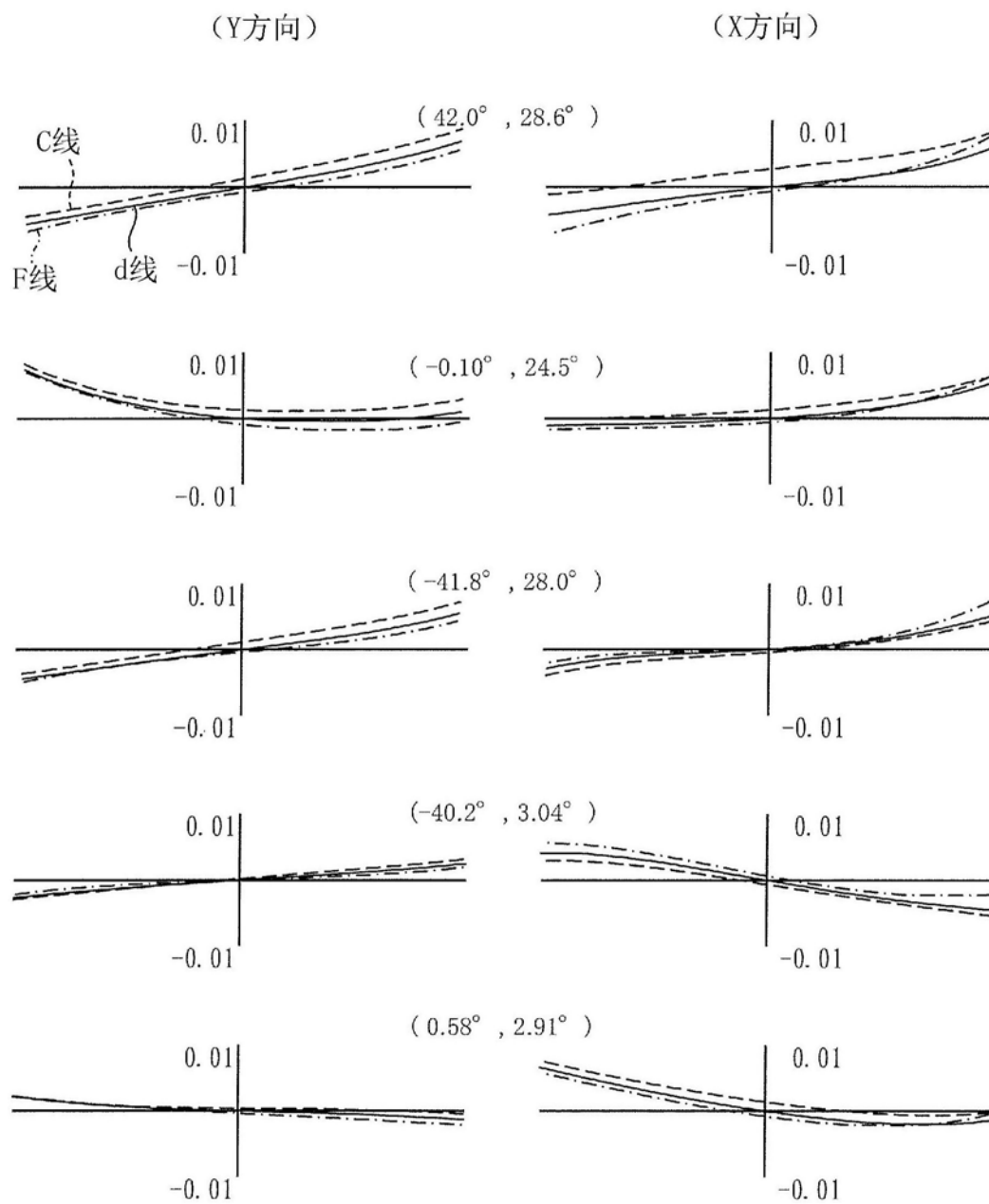


图26

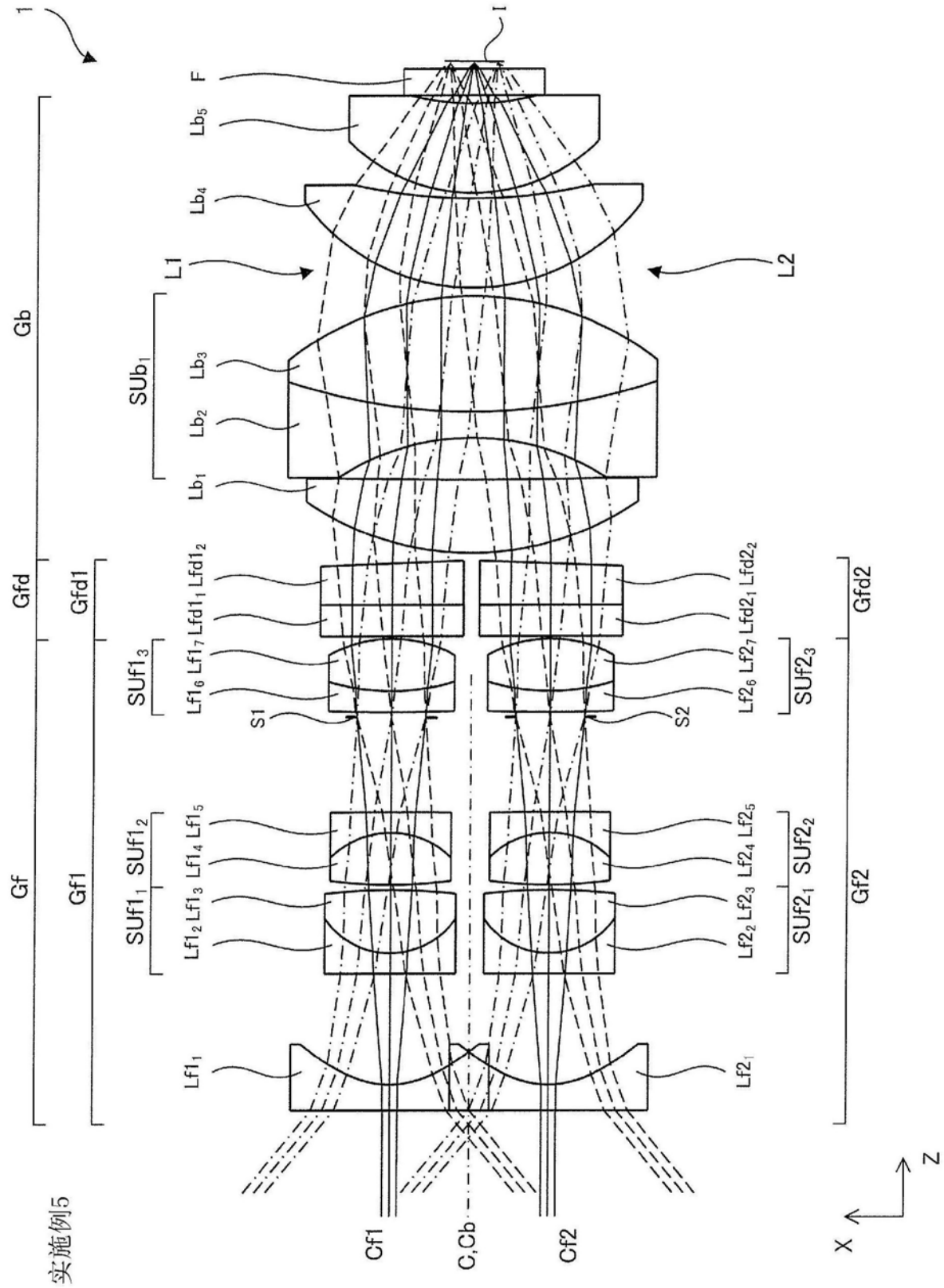


图27

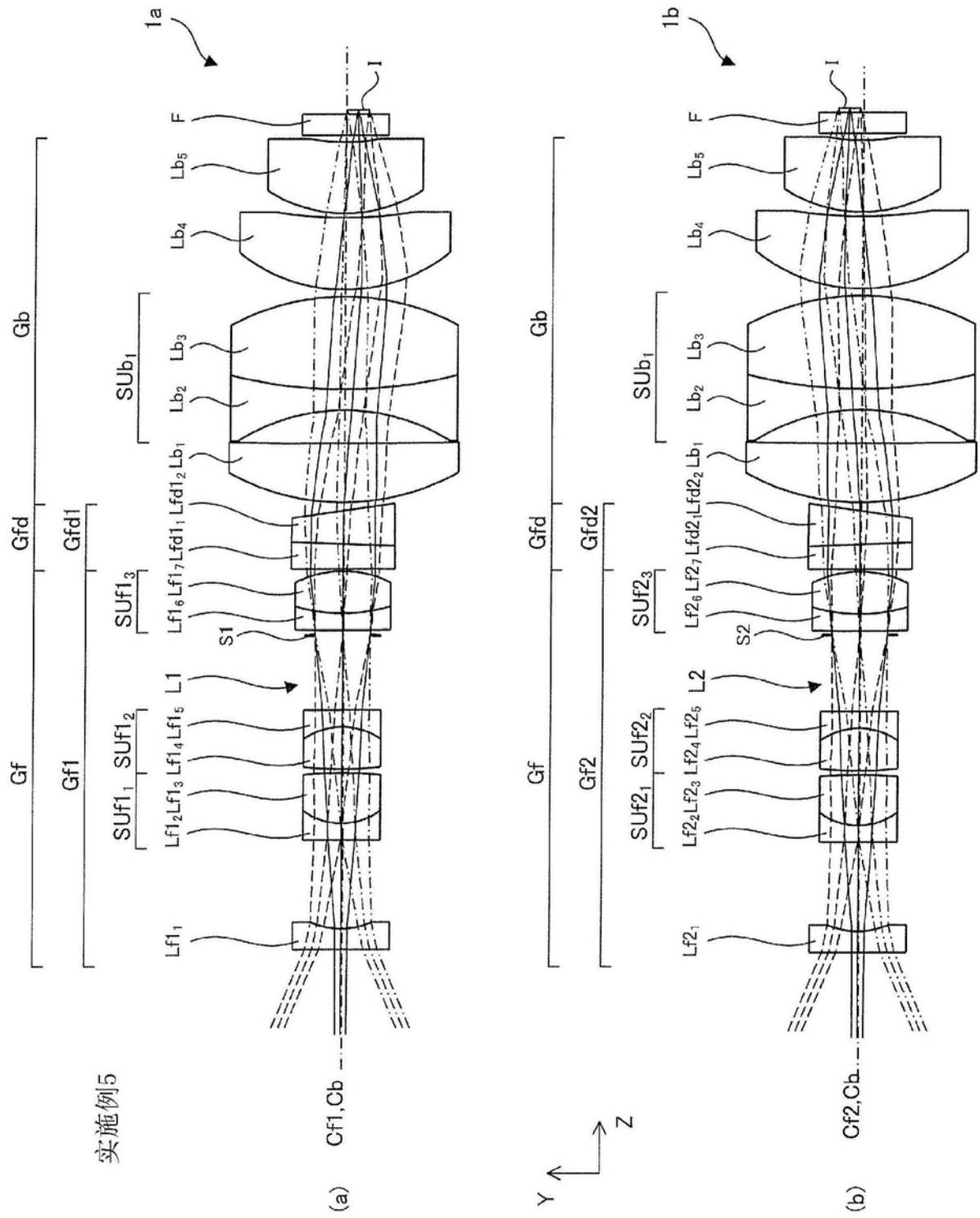


图28

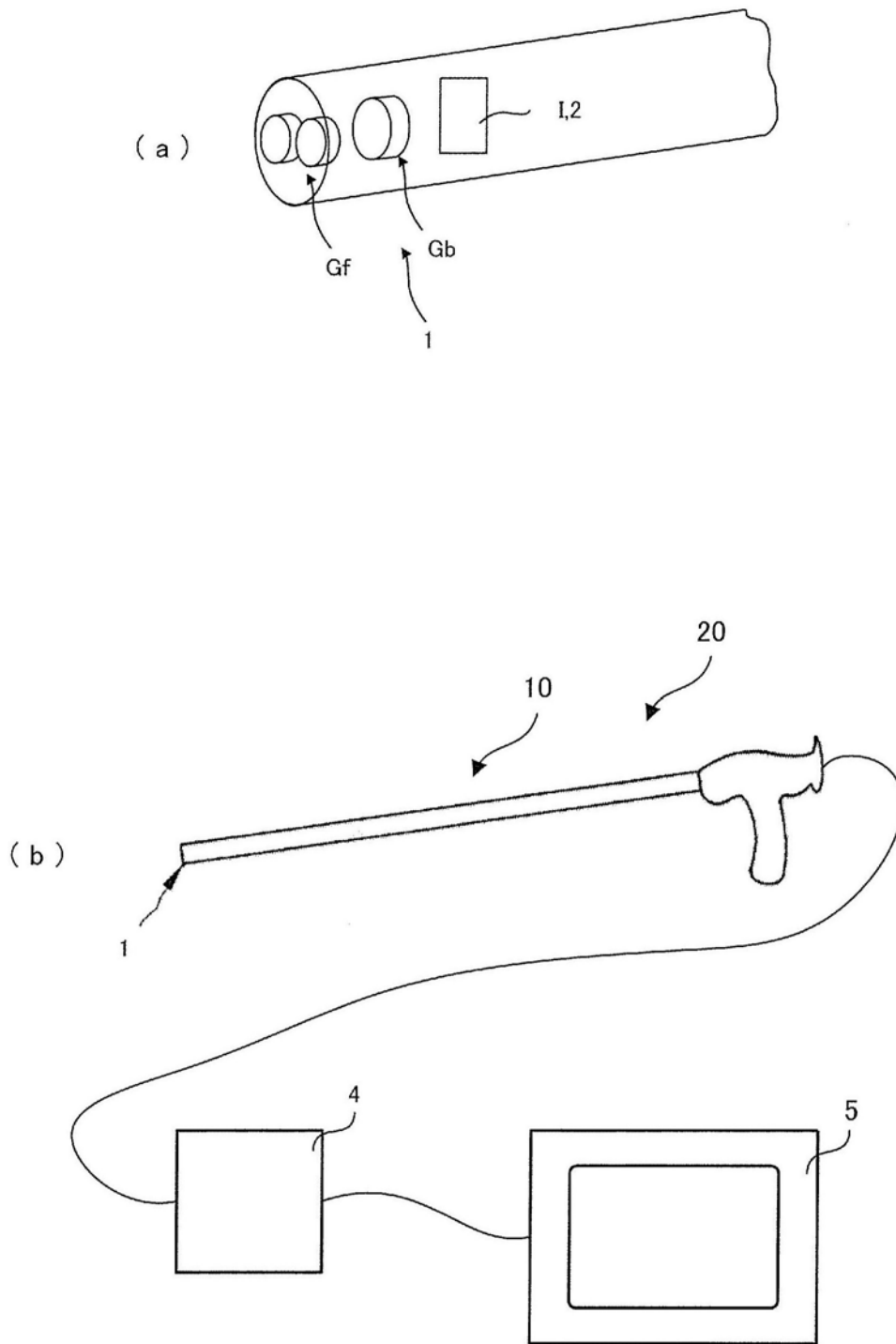


图29

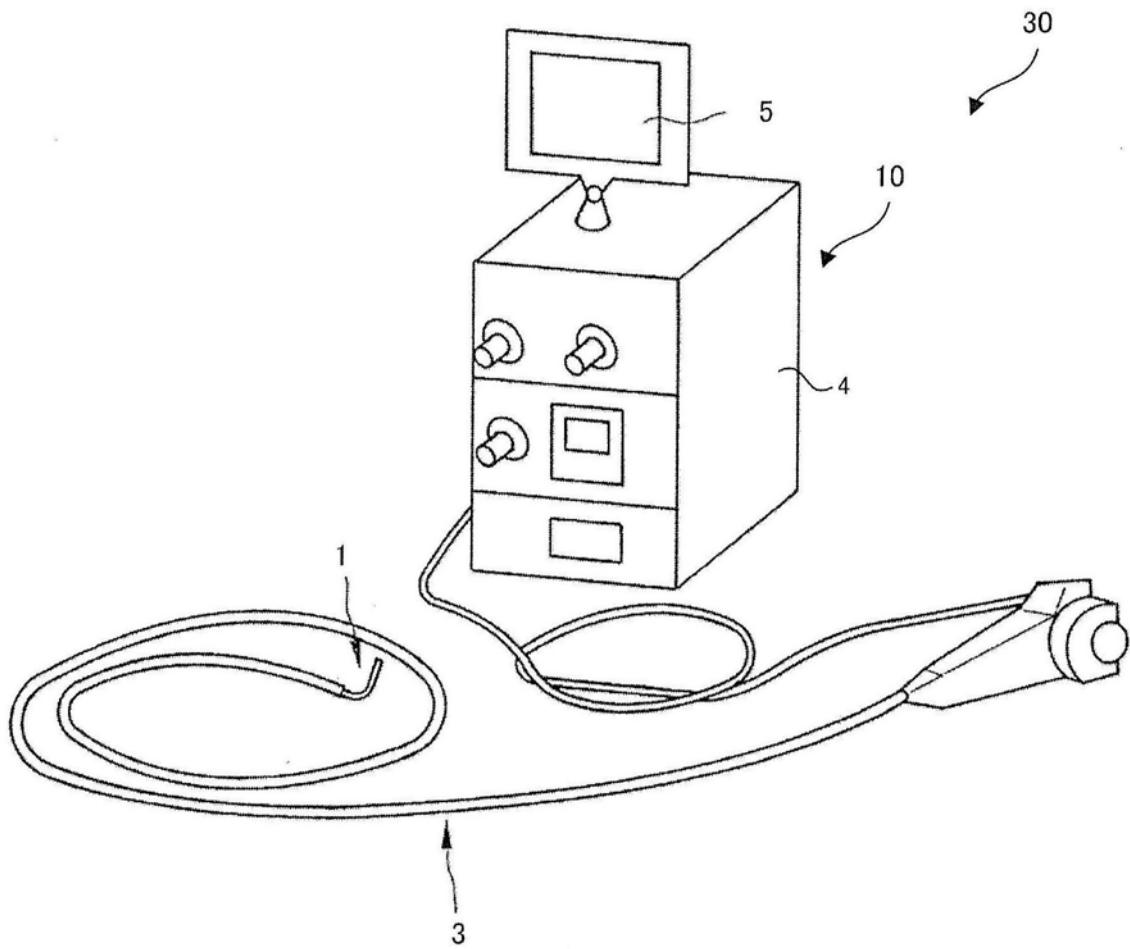


图30

专利名称(译)	立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜		
公开(公告)号	CN105793756B	公开(公告)日	2019-03-19
申请号	CN201480066312.0	申请日	2014-10-08
[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	研野孝吉		
发明人	研野孝吉		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B13/18 G02B23/24 G03B35/08		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00096 A61B1/00101 A61B1/00188 A61B1/00193 A61B1/05 G02B13/22 G02B23/2415 G02B23/243 G02B27/4205 G03B35/10 H04N13/204 A61B1/04 G02B13/18 G02B23/06 G02B23/2484 G02B27/0025		
代理人(译)	李辉		
优先权	2013251844 2013-12-05 JP		
其他公开文献	CN105793756A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供能够进行立体观察的立体摄像光学系统、立体摄像装置以及内窥镜。立体摄像光学系统(1)的特征在于，从物体侧朝像面侧依次具备：前组(Gf)，其具有以第1前组中心轴(C1)为中心的第1前组(Gf1)、和以与第1前组中心轴(C1)并列的第2前组中心轴(C2)为中心的第2前组(Gf2)；前偏转组(Gfd)，其被配置在第1前组(Gf1)和所述第2前组中的至少一方的像面侧；以及后组(Gb)，其被配置在前组(Gf)和前偏转组(Gfd)的像面侧，具有单一的后组中心轴，从物体射出的第1光束(L1)至少穿过第1前组(Gf1)和后组(Gb)而入射至像面(I)，从物体射出的第2光束(L2)至少穿过第2前组(Gf2)和后组(Gb)而入射至像面(I)，所述第1光束和所述第2光束中的至少一方穿过所述前偏转组，前偏转组(Gfd)在将第1光束(L1)和第2光束(L2)投影至与包含第1前组中心轴(C1)和第2前组中心轴(C2)的面垂直、且包含后组中心轴(Cb)的截面的情况下，将第1光束(L1)和第2光束(L2)偏转成相互不同的方向。

