



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104024908 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201280053397. X

(22) 申请日 2012. 10. 31

(30) 优先权数据

2011-240149 2011. 11. 01 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/006971 2012. 10. 31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/065294 JA 2013. 05. 10

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 原田惠介

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 雒运朴

(51) Int. Cl.

G02B 13/04 (2006. 01)

A61B 1/00 (2006. 01)

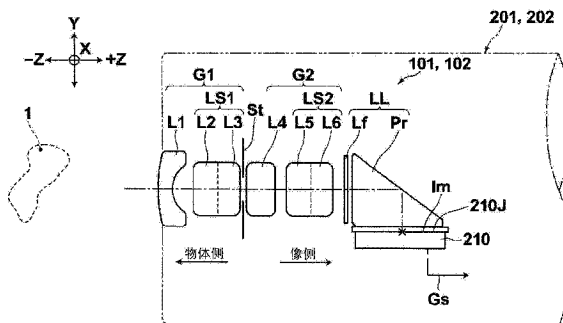
权利要求书3页 说明书15页 附图13页

(54) 发明名称

物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置

(57) 摘要

在物镜光学系统中，一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。其构成方式为，从物体侧起顺次配置拥有负光焦度的第一透镜群 (G1)、光阑 (St)、拥有正光焦度的第二透镜群 (G2)，并且，第一透镜群 (G1)，从物体侧起顺次配置负的作为单透镜的第一透镜 (L1)、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜 (LS1) 而成，第二透镜群 (G2)，从物体侧起顺次配置正的作为单透镜的第四透镜 (L4)、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜 (LS2) 而成，再有，满足条件式 (1) : $15.0 < vd(RN) < 18.6$ 。其中， $vd(RN)$ 为构成第二透镜群 (G2) 的接合透镜中的负透镜在 d 线下的阿贝数。



1. 一种物镜光学系统,其特征在于,从物体侧起顺次由拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群构成,

所述第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成,

所述第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,

满足以下的条件式(1):

$$15.0 < vd(RN) < 18.6 \cdots (1)$$

其中,

$vd(RN)$:构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在d线下的阿贝数。

2. 根据权利要求1所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式(1a):

$$16 < vd(RN) < 18.4 \cdots (1a)。$$

3. 根据权利要求1所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式(1b):

$$16.5 < vd(RN) < 18.2 \cdots (1b)。$$

4. 一种物镜光学系统,其特征在于,

从物体侧起顺次由拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群构成,

所述第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成,

所述第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,

满足以下的条件式(2):

$$380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 1080 \cdots (2)$$

其中,

$vd(RN)$:构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在d线下的阿贝数, ng :构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜对g线的折射率,g线为435.84nm,

nF :构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜对F线的折射率,F线为486.13nm。

5. 根据权利要求4所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式(2a):

$$380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 600 \cdots (2a)。$$

6. 根据权利要求4所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式(2b):

$$380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 525 \cdots (2b)。$$

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

构成所述第一透镜群的所述接合透镜,从物体侧起顺次由使像侧为凸面的正透镜、及负透镜构成。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

构成所述第二透镜群的所述接合透镜,从物体侧起顺次由正透镜、及使凸面朝向像侧的负弯月透镜构成。

9. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

构成所述第二透镜群的所述接合透镜,从物体侧起顺次由负透镜、及使像侧为凸面的正透镜构成。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (3) :

$$vd(RP)+vd(RN) < 79 \cdots (3)$$

其中,

$vd(RP)$:构成第二透镜群的接合透镜中的正透镜在 d 线下的阿贝数,

$vd(RN)$:构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在 d 线下的阿贝数。

11. 根据权利要求 10 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (3a) :

$$70 < vd(RP)+vd(RN) < 78.8 \cdots (3a)。$$

12. 根据权利要求 10 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (3b) :

$$75 < vd(RP)+vd(RN) < 78.5 \cdots (3b)。$$

13. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (4) :

$$41.5 < vd(RP)-vd(RN) \cdots (4)。$$

14. 根据权利要求 13 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (4a) :

$$41.8 < vd(RP)-vd(RN) < 45.0 \cdots (4a)。$$

15. 根据权利要求 13 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (4b) :

$$42.0 < vd(RP)-vd(RN) < 44.0 \cdots (4b)。$$

16. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (5) :

$$f1/f < -1.1 \cdots (5)$$

其中,

$f1$:在最靠物体侧所配置的透镜的焦距,

f :透镜全系的焦距。

17. 根据权利要求 16 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (5a) :

$$-1.5 < f1/f < -1.1 \cdots (5a)。$$

18. 根据权利要求 16 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (5b) :

$$-1.4 < f1/f < -1.2 \cdots (5b)。$$

19. 根据权利要求 1 至 16 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (6) :

$$1.92 < f_{2-6}/f < 3 \cdots (6)$$

其中,

f_{2-6} :仅将在最靠物体侧所配置的透镜除去后的其他的透镜的合成焦距。

20. 根据权利要求 19 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (6a) :

$$1.92 < f_{2-6}/f < 2.5 \cdots (6a)。$$

21. 根据权利要求 19 所述的物镜光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式 (6b) :

$$1.92 < f_{2-6}/f < 2.2 \cdots (6b)。$$

22. 根据权利要求 1 至 19 中任一项所述的物镜光学系统,其特征在于,
所述物镜光学系统,用于内窥镜用物镜光学系统。

23. 一种内窥镜装置,其特征在于,具备权利要求 1 至 22 中任一项所述的物镜光学系统。

物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及将第一透镜群和第二透镜群以在它们之间夹设光阑的方式配置的物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置。

背景技术

[0002] 一直以来,由内窥镜进行体腔内的诊断时,若内窥镜用物镜光学系统的倍率色像差未得到充分地校正,则不易看到在周边部发生色渗散的病变部。该倍率色像差的校正,通过在内窥镜用物镜光学系统的远离光阑的位置上所配置的消色差的接合透镜进行,例如,已知针对比光阑更靠像侧所配置的构成消色差的接合透镜的具有负光焦度的透镜,使用高色散的(阿贝数小的)材料(参照专利文献1、2、3)。

[0003] 在这样的内窥镜用物镜光学系统中,若以高视场角化为目标,来确定在光阑的物体侧所配置的透镜的光焦度,则难以抑制诸像差。因此,已知使比光阑更靠物体侧所配置的接合透镜拥有正光焦度,使像差的校正优先于宽视场角化(参照专利文献3的实施例1、2、3、4);另外,使比光阑更靠物体侧所配置的接合透镜拥有负光焦度,使宽视场角化优先于像差的校正(参照专利文献1的实施例5、专利文献2的实施例6)等。

[0004] 【先行技术文献】

[0005] 【专利文献】

[0006] 【专利文献1】特开2008-257108号公报

[0007] 【专利文献2】特开2008-257109号公报

[0008] 【专利文献3】特开2004-205779号公报

[0009] 再有,近年来,能够使用更高色散的(阿贝数小的)材料作为透镜材料。因此,就有通过使用这样的高色散的材料而想要取得既充分校正倍率色像差、又宽视场角化的内窥镜用物镜光学系统这样的要求。

[0010] 还有,这样的要求,不限于内窥镜用物镜光学系统的情况,在一般的物镜光学系统的情况下也有要求。

发明内容

[0011] 本发明鉴于上述情况而形成,其目的在于,提供能够一边抑制倍率色像差的发生、一边宽视场角化的物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置。

[0012] 本发明的第一物镜光学系统,其特征在于,从物体侧起顺次由拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群构成,并且,第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成;第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,再有,满足条件式(1): $15.0 < vd(RN) < 18.6$ 。

[0013] 其中, $vd(RN)$ 为构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在d线下的阿贝数。

[0014] 所述第一物镜光学系统,优选满足条件式(1a): $16 < vd(RN) < 18.4$,更优选满足

条件式 (1b) : $16.5 < vd(RN) < 18.2$ 。

[0015] 本发明的第二物镜光学系统,其特征就在于,从物体侧起顺次由拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群构成,并且,第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成;第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,再有,满足条件式 (2) : $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 1080$ 。

[0016] 其中, $vd(RN)$ 为构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在 d 线下的阿贝数, ng 为构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜对 g 线 (435.84nm) 的折射率, nF 为构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜对 F 线 (486.13nm) 的折射率。

[0017] 所述第二物镜光学系统,优选满足条件式 (2a) : $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 600$,更优选满足条件式 (2b) : $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 525$ 。

[0018] 构成所述第一和第二物镜光学系统的第一透镜群的所述接合透镜,能够从物体侧起顺次由使像侧为凸面的正透镜、及负透镜构成。

[0019] 构成所述第一和第二物镜光学系统的第二透镜群的所述接合透镜,能够从物体侧起顺次由正透镜、及使凸面朝向像侧的负弯月透镜构成,或者,能够从物体侧起顺次由负透镜、及使像侧为凸面的正透镜构成。

[0020] 所述第一和第二物镜光学系统,优选满足条件式 (3) : $vd(RP)+vd(RN) < 79$,更优选满足条件式 (3a) : $70 < vd(RP)+vd(RN) < 78.8$,进一步优选满足条件式 (3b) : $75 < vd(RP)+vd(RN) < 78.5$ 。

[0021] 其中, $vd(RP)$ 为构成第二透镜群的接合透镜中的正透镜在 d 线下的阿贝数, $vd(RN)$ 为构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜在 d 线下的阿贝数。

[0022] 所述第一和第二物镜光学系统,优选满足条件式 (4) : $41.5 < vd(RP)-vd(RN)$,更优选满足条件式 (4a) : $41.8 < vd(RP)-vd(RN) < 45.0$,进一步优选满足条件式 (4b) : $42.0 < vd(RP)-vd(RN) < 44.0$ 。

[0023] 所述第一和第二物镜光学系统,优选满足条件式 (5) : $f1/f < -1.1$,更优选满足条件式 (5a) : $-1.5 < f1/f < -1.1$,进一步优选满足条件式 (5b) : $-1.4 < f1/f < -1.2$ 。

[0024] 其中, $f1$ 为在最靠物体侧所配置的透镜的焦距, f 为透镜全系的焦距。

[0025] 所述第一和第二物镜光学系统,优选满足条件式 (6) : $1.92 < f2-6/f < 3$,更优选满足条件式 (6a) : $1.92 < f2-6/f < 2.5$,进一步满足条件式 (6b) : $1.92 < f2-6/f < 2.2$ 。

[0026] 其中, $f2-6$ 为仅将在最靠物体侧所配置的透镜除去后的其他的透镜的合成焦距。

[0027] 所述第一和第二物镜光学系统,能够用于内窥镜用物镜光学系统。

[0028] 本发明的内窥镜装置,其特征就在于,具备所述第一物镜光学系统或所述第二物镜光学系统。

[0029] 所述第一和第二物镜光学系统,由技术实质上的 2 个透镜群构成。还有,“由技术实质上的 2 个透镜群构成”,也包括除了 2 个透镜群以外还具有实质上没有光焦度的透镜、光阑和保护玻璃等透镜以外的光学零件,透镜凸缘、透镜镜筒、摄像元件,手抖补正机构等的机构部分等的情况。

[0030] 所述第一和第二物镜光学系统,由技术实质上的 6 片透镜构成。还有,所谓“由技术实质上的 6 片透镜构成”,也包括除了 6 片透镜以外还具有实质上没有光焦度的透镜、光

阑和保护玻璃等透镜以外的光学零件,透镜凸缘、透镜镜筒、摄像元件、手抖补正机构等的机构部分等的情况。

[0031] 如此,第一和第二物镜光学系统,可以只由 2 个透镜群和 6 片透镜构成,或者,也可以是除了 2 个透镜群和 6 片透镜以外还拥有实质上不具备光焦度的透镜和透镜以外的光学零件等。

[0032] 还有,关于含有接合透镜时的透镜片数,将接合 n 片透镜而成的接合透镜作为由 n 片透镜构成的接合透镜来计算其透镜片数。

[0033] 单透镜意思是 1 片透镜。即,单透镜意思是没有被接合的单独的透镜。

[0034] 物镜光学系统使用非球面时,非球面的凹凸、非球面的光焦度的正负、和非球面的曲率半径的正负,由该非球面的近轴区域的凹凸、光焦度的正负、和曲率半径的正负规定。

[0035] 根据本发明的第一物镜光学系统和使用它的内窥镜装置,从物体侧起顺次配置拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群,并且,第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成;第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,再有,满足条件式 (1) : $15.0 < vd(RN) < 18.6$, 因此,能够既抑制倍率色像差的发生,又实现宽视场角化。

[0036] 在此,条件式 (1) 规定构成第二透镜群的接合透镜中的负透镜的阿贝数。通过以满足条件式 (1) 的方式构成第一物镜光学系统,能够良好地校正倍率色像差。即,倍率色像差在从光阑沿光轴方向远离的光线高度高的位置显著地发生,但第二透镜群中的接合透镜按照将上述正的单透镜夹在其间的方式配置在从该光阑沿光轴方向远离的位置,通过使用构成该接合透镜的负透镜来进行消色差的调节(阿贝数的调节),能够良好地校正倍率色像差。

[0037] 还有,若以高于条件式 (1) 的上限的方式构成第一物镜光学系统,则倍率色像差校正不足。另一方面,若以低于条件式 (1) 的下限的方式构成第一物镜光学系统,则轴上色像差校正不足。

[0038] 根据本发明的第二物镜光学系统和使用它的内窥镜装置,从物体侧起顺次配置拥有负光焦度的第一透镜群、光阑、拥有正光焦度的第二透镜群而成,并且,第一透镜群,从物体侧起顺次由负的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜构成;第二透镜群,从物体侧起顺次由正的单透镜、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜构成,再有,满足条件式 (2) : $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 1080$, 因此,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。即,倍率色像差在从光阑沿光轴方向远离的光线高度高的位置显著地发生,但因为第二透镜群中的接合透镜按照使上述正的单透镜夹在其间的方式配置在从该光阑沿光轴方向远离的位置上,所以,通过使用构成该接合透镜的负透镜进行消色差的调节(阿贝数的调节),能够良好地校正倍率色像差。

[0039] 在此,条件式 (2),规定阿贝数与部分色散的比率,是用于将透镜材料的选择范围限制在阿贝数小的范围内的条件式。

[0040] 通过以满足条件式 (2) 的方式构成第二物镜光学系统,能够良好地校正倍率色像差。

[0041] 还有,若以高于条件式 (2) 的上限的方式构成第二物镜光学系统,则倍率色像差

校正不足。另一方面,若以低于条件式(2)的下限的方式构成第二物镜光学系统,则轴上色像差校正不足。

[0042] 另外,根据上述本发明的第一和第二物镜光学系统,在高色散透镜材料之中,也能够选择属于阿贝数最低的种类的材料而进行最佳化设计,与此同时,通过对于第一透镜群所配置的接合透镜施加负光焦度而扩展视场角,能够一边进行良好的倍率色像差的校正一边实现宽视场角化。

附图说明

[0043] 图1是将具有本发明的第一实施方式的物镜光学系统的内窥镜装置、和具有本发明的第二实施方式的物镜光学系统的内窥镜装置的概略构成加以共同的表示的剖面图

[0044] 图2是将实施例1的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0045] 图3是将实施例2的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0046] 图4是将实施例3的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0047] 图5是将实施例4的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0048] 图6将实施例5的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0049] 图7是将实施例6的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0050] 图8是将实施例7的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0051] 图9是将实施例8的物镜光学系统的概略构成与光路一起加以示出的剖面图

[0052] 图10是实施例1的物镜光学系统的像差图

[0053] 图11是实施例2的物镜光学系统的像差图

[0054] 图12是实施例3的物镜光学系统的像差图

[0055] 图13是实施例4的物镜光学系统的像差图

[0056] 图14是实施例5的物镜光学系统的像差图

[0057] 图15是实施例6的物镜光学系统的像差图

[0058] 图16是实施例7的物镜光学系统的像差图

[0059] 图17是实施例8的物镜光学系统的像差图

具体实施方式

[0060] 以下,参照附图,对于本发明的物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置进行说明。

[0061] 图1是将具备本发明的第一实施方式的物镜光学系统的内窥镜装置、和具备本发明的第二实施方式的物镜光学系统的内窥镜装置的概略构成加以共同的表示的剖面图。还有,图1中的箭头X、Y、Z,是表示彼此正交的三个方向,箭头Z方向表示与光轴Z1相同的方向。还有,光轴Z1是与通过构成物镜光学系统的各透镜面的面顶部的直线一致的轴。

[0062] 图示的第一实施方式的内窥镜装置201,具有作为CCD和CMOS等的固体摄像元件的摄像元件210和第一实施方式的物镜光学系统101。还有,图1表示内窥镜装置201的插入到体腔内的部位的前端部。

[0063] 沿着相对于单焦点的物镜光学系统101所确定的光轴Z1传播的光,被光路变换棱镜Pr折转大致90度而朝向摄像元件210的方向。摄像元件210的光接收面210J,按照相对于光轴Z1平行的方式配置。

[0064] 摄像元件 210,将通过单焦点的物镜光学系统 101 而成像在光接收面 210J 上的表示被摄物体 1 的光学像 Im 转换成电信号,输出表示该光学像 Im 的图像信号 Gs。

[0065] 另外,图示的第二实施方式的内窥镜装置 202 也与上述的情况同样,具备作为 CCD 和 CMOS 等的固体摄像元件的摄像元件 210 和单焦点的第二实施方式的物镜光学系统 102。

[0066] 与上述同样,通过物镜光学系统 102 而成像在摄像元件 210 的光接收面 210J 上的表示被摄物体 1 的光学像 Im 被转换成电信号,表示该光学像 Im 的图像信号 Gs 从摄像元件 210 被输出。

[0067] 还有,第一实施方式的物镜光学系统 101 和第二实施方式的物镜光学系统 102,不限于内窥镜装置,也能够作为其他的装置物镜使用。

[0068] 第一实施方式的物镜光学系统 101 和第二实施方式的物镜光学系统 102,关于透镜和光阑的配置以及一部分的透镜的光焦度具有共通的构成。此所谓共通的构成,是如下构成:从物体侧(图中箭头 -Z 方向的侧)顺次配置拥有负光焦度的第一透镜群 G1、光阑 St、拥有正光焦度的第二透镜群 G2,并且,第一透镜群 G1,从物体侧起顺次配置具有负光焦度的作为单透镜的第一透镜 L1、及将具有正光焦度的透镜和具有负光焦度的透镜加以接合而成的全体拥有负光焦度的接合透镜 LS1 而成;第二透镜群 G2,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的作为单透镜的第四透镜 L4、及将具有正光焦度的透镜和具有负光焦度的透镜加以接合而成的全体拥有正光焦度的接合透镜 LS2 而成。

[0069] 还有,第一实施方式的物镜光学系统 101,除了上述共通的构成以外,还以满足条件式 (1): $15.0 < vd(RN) < 18.6$ 的方式构成。

[0070] 其中,vd(RN) 为构成第二透镜群的接合透镜中的具有负光焦度的透镜在 d 线下的阿贝数。

[0071] 该第一实施方式的物镜光学系统 101,优选满足条件式 (1a): $16 < vd(RN) < 18.4$,更优选满足条件式 (1b): $16.5 < vd(RN) < 18.2$ 。

[0072] 另外,第二实施方式的物镜光学系统 102,除了上述共通的构成以外,还以满足条件式 (2): $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 1080$ 的方式构成。

[0073] 其中,ng 为构成上述第二透镜群的接合透镜中的具有负光焦度的透镜对 g 线 (435.84nm) 的折射率,nF 为构成上述第二透镜群的接合透镜中的具有负光焦度的透镜对 F 线 (486.13nm) 的折射率。

[0074] 该第二实施方式的物镜光学系统 102,优选满足条件式 (2a): $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 600$,更优选条件式 (2b): $380 \leq vd(RN)/(ng-nF) < 525$ 。

[0075] 另外,上述物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,构成第一透镜群 G1 的接合透镜 LS1,能够从物体侧起顺次配置使像侧(图中箭头 +Z 方向的侧)为凸面的具有正光焦度的第二透镜 L2、具有负光焦度的第三透镜 L3 而成。如果具有正光焦度的第二透镜 L2 成为使像侧为凸面的透镜,则能够使后截距充分地增长,能够更容易地而后截距所对应的光路中插入光路变换棱镜 Pr 和滤光片 Lf 等不具备光焦度的光学零件 LL。

[0076] 另外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,构成第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2,能够从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜 L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜 L6 而成。如果如此构成接合透镜 LS2,则能够获得良好的远心性,能够使主光线相对于摄像元件 210 的光接收面 210J 大体垂直地入射。

[0077] 另外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,构成第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2,能够从物体侧起顺次配置具有负光焦度的第五透镜 L5、及使像侧为凸面的具有正光焦度的第六透镜 L6 而成。如果如此构成接合透镜 LS2,则与上述的情况一样,能够获得良好的远心性,能够使主光线相对于光接收面 210J 大体垂直地入射。

[0078] 此外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,优选满足条件式 (3) : $vd(RP)+vd(RN) < 79$,更优选满足条件式 (3a) : $70 < vd(RP)+vd(RN) < 78.8$,进一步优选满足条件式 (3b) : $75 < vd(RP)+vd(RN) < 78.5$ 。其中, $vd(RP)$ 为构成第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2 中的具有正光焦度的透镜在 d 线下的阿贝数, $vd(RN)$ 为构成第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2 中的具有负光焦度的透镜在 d 线下的阿贝数。

[0079] 该条件式 (3),是用于将透镜材料的选择范围限制在阿贝数小的范围内的条件式。

[0080] 如果满足条件式 (3),则可以进行良好的倍率色像差的校正。

[0081] 在此,若高于条件式 (3) 的上限,则倍率色像差校正不足。另一方面,若低于条件式 (3) 的下限,则轴上色像差校正不足。还有,关于条件式 (3a) 和 (3b) 的作用效果也与上述的情况一样。

[0082] 另外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,优选满足条件式 (4) : $41.5 < vd(RP)-vd(RN)$,更优选满足条件式 (4a) : $41.8 < vd(RP)-vd(RN) < 45.0$,进一步优选满足条件式 (4b) : $42.0 < vd(RP)-vd(RN) < 44.0$ 。

[0083] 条件式 (4) 也与上述条件式 (3) 一样,是用于将透镜材料的选择范围限制在阿贝数小的范围内的条件式。

[0084] 如果满足条件式 (4),则可以进行良好的倍率色像差的校正。

[0085] 在此,若高于条件式 (4) 的上限,则倍率色像差校正不足。另一方面,若低于条件式 (4) 的下限,则适当的玻璃材的选择的余地变少,并且轴上色像差校正不足。还有,关于条件式 (4a) 和 (4b) 的作用效果也与上述的情况一样。

[0086] 另外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,优选满足条件式 (5) : $f1/f < -1.1$,更优选满足条件式 (5a) : $-1.5 < f1/f < -1.1$,进一步优选满足条件式 (5b) : $1.4 < f1/f < -1.2$ 。其中, $f1$ 为在最靠物体侧所配置的透镜的焦距, f 为透镜全系的焦距。

[0087] 如果满足条件式 (5),则可以实现视场角 $130 \sim 140$ 度的宽视场角化。

[0088] 在此,若高于条件式 (5) 的上限,则虽然视场角变大,但通过第一透镜 L1 的光线高度变高,不得不增大第一透镜 L1 的外径。另一方面,若低于条件式 (5) 的下限,则视场角变小,难以达成该物镜光学系统 101、102 所要求的宽视场角化。还有,关于条件式 (5a) 和 (5b) 的作用效果也与上述的情况一样。

[0089] 另外,物镜光学系统 101 和物镜光学系统 102 中,优选满足条件式 (6) : $1.92 < f2-6/f < 3$,更优选满足条件式 (6a) : $1.92 < f2-6/f < 3$,进一步优选满足条件式 (6b) : $1.92 < f2-6/f < 2.2$ 。其中, $f2-6$ 为仅将在最靠物体侧所配置的第一透镜 L1 除去后的其他透镜的合成焦距。即, $f2-6$ 为第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 的合成焦距。

[0090] 在此,若高于条件式 (6) 的上限,则视场角变小,难以达成该物镜光学系统 101、102 所要求的宽视场角化。另一方面,若低于条件式 (6) 的下限,则后截距变短,向该后截距所对应的光路中插入和配置不具备光焦度的光学零件 LL (例如,光路变换棱镜 Pr 和滤光片

Lf 等) 变得困难。还有, 关于条件式 (6a) 和 (6b) 的作用效果也与上述的情况一样。

[0091] 【实施例】

[0092] 接下来, 对于表示本发明的物镜光学系统的具体的数值数据的实施例 1 ~ 8, 参照图 2 ~ 9、图 10 ~ 17、表 1 ~ 8 和表 9 归纳说明。还有, 与表示上述的物镜光学系统 101、102 的图 1 中的符号一致的图 2 ~ 9 中的符号表示相互对应的构成要素。

[0093] <实施例 1>

[0094] 图 2 是将实施例 1 的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0095] 实施例 1 的物镜光学系统, 对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方, 以满足上述条件式 (1) ~ (6) 的全部的方式构成。构成该实施例 1 的物镜光学系统的第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2, 按照与后述的实施例 2 的物镜光学系统不同的方式, 从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜 L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜 L6 而成。

[0096] 表 1 表示实施例 1 的物镜光学系统的透镜数据。在表 1 所示的透镜数据中, 面编号 i 表示使在最靠物体侧所配置的面为第一号而随着朝向像侧依次增加的第 i 号 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的面 S_i 的面编号。还有, 在表 1 的透镜数据中, 也包含孔径光阑 St、不具备光焦度的光学零件 LL 例如, 光路变换棱镜和滤光片等)、和形成光学像 Im 的成像面并附加面编号。

[0097] 表 1 中的标记 R_i 表示第 i 号 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 面的曲率半径, 标记 D_i 表示第 i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 号面和第 $i+1$ 号面在光轴 Z1 上的面间隔。标记 R_i 和标记 D_i 与表示透镜面和光阑等的标记 S_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 在编号上对应。还有, 在表 1 中, 曲率半径和面间隔的单位是 mm, 曲率半径在向物体侧凸时为正、而在向像侧凸时为负。

[0098] 表 1 中的标记 N_dj 表示将最靠物体侧的光学零件设为第一号而随着朝向像侧依次增加的第 j 号 ($j = 1, 2, 3, \dots$) 的光学零件对 d 线 (波长 587.6nm) 的折射率, v_dj 表示第 j 号光学零件对 d 线的阿贝数。

[0099] 还有, 上述这样的光学系统, 一般使透镜等的光学零件的尺寸按比例放大或按比例缩小, 也可以维持既定的性能, 因此在使上述透镜数据全体按比例放大或按比例缩小的物镜光学系统中, 也能够作为本发明的实施例。

[0100] 【表 1】

[0101]

实施例 1·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	4.9998	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6452	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9258	0.12		
9	2.4390	0.76	1.62041	60.30
10	-0.7143	0.27	2.10205	16.80
11	-1.1886	0.37		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0102] 图 10 中示出实施例 1 的物镜光学系统的像差图。图 10(a) 中表示球面像差, 图 10(b) 中表示像散, 图 10(c) 中表示畸变 (distortion) 的像差图, 图 10(c) 中表示倍率色像差

[0103] 还有, 像散图的实线表示弧矢方向的像差, 虚线表示子午方向的像差。另外, 球面像差图的上部所述的“F5.06”意思是 F 数为 5.06, 其他的像差图的上部所述的“ $\omega = 68.2^\circ$ ”意思是半视场角为 68.2° 。

[0104] 此外, 关于实施例 1 的摄像透镜, 将各条件式中的算式和变量符号所对应的值示出在表 9 中。这些算式和变量符号的值, 能够根据表 1 所示的透镜数据等求得。还有算式中的变量符号所对应的透镜的焦距、和所组合的多个透镜的焦距 (合成焦距) 区别正负。

[0105] 在上述表 9 中, 也示出关于后述的实施例 2 ~ 8 的摄像透镜的各条件式中的算式和变量符号所对应的值。

[0106] 由上述透镜数据等可知, 根据实施例 1 的物镜光学系统, 能够一边抑制倍率色像差的发生一边实现宽视场角化。

[0107] 表示实施例 1 的物镜光学系统的构成的图 2, 表示像差的图 10, 表示透镜数据的表 1, 和关于各条件式的表 9 的读取方法等, 在关于后述的实施例 2 ~ 8 的图、表中也同样, 因此在后述的实施例中省略其说明。

[0108] <实施例 2>

[0109] 图 3 是将实施例 2 的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0110] 该实施例 2 的物镜光学系统, 对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方, 以满足上述全部条件式 (1) ~ (6) 的方式构成。另外, 构成实施例 2 的物镜光学系统的第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2, 按照与上述实施例 1 的物镜光学系统不同的方式, 从物体侧起顺次配置具有负光焦度的第五透镜 L5、及使像侧为凸面的具有正光焦度的第六透镜 L6 而成。

[0111] 另外, 图 11 是表示实施例 2 的物镜光学系统的像差的图。

[0112] 下述表 2 中示出实施例 2 的物镜光学系统的透镜数据。

[0113] 【表 2】

[0114]

实施例 2·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	5.3203	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.48		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.7127	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-1.2431	0.10		
9	1.6189	0.25	1.95906	17.50
10	0.8124	0.82	1.62041	60.30
11	-1.3016	0.28		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.30	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0115] 由上述透镜数据等可知,根据实施例 2 的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。

[0116] <实施例 3>

[0117] 图 4 是将实施例 3 的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0118] 该实施例 3 的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式 (1) ~ (6) 的方式构成。另外,构成实施例 3 的物镜光学系统的第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2,按照与上述实施例 1 的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜 L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜 L6 而成。

[0119] 另外,图 12 是表示实施例 3 的物镜光学系统的像差的图。

[0120] 下述表 3 中示出实施例 3 的物镜光学系统的透镜数据。

[0121] 【表 3】

[0122]

实施例 3·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	5.2535	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6452	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9202	0.10		
9	2.3148	0.78	1.62041	60.30
10	-0.7407	0.27	2.10205	16.80
11	-1.2428	0.37		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0123] 由上述透镜数据等可知,根据实施例 3 的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。

[0124] <实施例 4>

[0125] 图5是将实施例4的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0126] 该实施例4的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式(1)~(6)的方式构成。另外,构成实施例4的物镜光学系统的第二透镜群G2的接合透镜LS2,按照与上述实施例1的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜L6而成。

[0127] 另外,图13是表示实施例4的物镜光学系统的像差的图。

[0128] 下述表4中示出实施例4的物镜光学系统的透镜数据。

[0129] 【表4】

实施例4·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	4.9998	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6452	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9127	0.10		
9	2.3104	0.78	1.62041	60.30
10	-0.7407	0.27	2.15400	17.20
11	-1.2209	0.36		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0131] 由上述透镜数据等可知,根据实施例4的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色差的发生一边宽视场角化。

[0132] <实施例5>

[0133] 图6是将实施例5的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0134] 该实施例5的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式(1)~(6)的方式构成。另外,构成实施例5的物镜光学系统的第二透镜群G2的接合透镜LS2,按照与上述实施例1的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜L6而成。

[0135] 另外,图14是表示实施例5的物镜光学系统的像差的图。

[0136] 下述表5中示出实施例5的物镜光学系统的透镜数据。

[0137] 【表5】

[0138]

实施例 5·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	4.9998	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6452	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.75	1.51633	64.10
8	-0.9350	0.10		
9	2.3735	0.78	1.62041	60.30
10	-0.7407	0.27	1.94595	18.00
11	-1.3308	0.34		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0139] 由上述透镜数据等可知,根据实施例 5 的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。

[0140] <实施例 6>

[0141] 图 7 是将实施例 6 的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0142] 该实施例 6 的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式 (1) ~ (6) 的方式构成。另外,构成实施例 6 的物镜光学系统的第二透镜群 G2 的接合透镜 LS2,按照与上述实施例 1 的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜 L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜 L6 而成。

[0143] 另外,图 15 是表示实施例 6 的物镜光学系统的像差的图。

[0144] 下述表 6 中示出实施例 6 的物镜光学系统的透镜数据。

[0145] 【表 6】

[0146]

实施例 6·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	4.9998	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6452	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9258	0.12		
9	2.4390	0.76	1.62041	60.30
10	-0.7143	0.27	2.10205	16.80
11	-1.1886	0.37		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0147] 由上述透镜数据等可知,根据实施例 6 的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。

[0148] <实施例 7>

[0149] 图8是将实施例7的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0150] 该实施例7的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式(1)~(6)的方式构成。另外,构成实施例7的物镜光学系统的第二透镜群G2的接合透镜LS2,按照与上述实施例1的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜L6而成。

[0151] 另外,图16是表示实施例7的物镜光学系统的像差的图。

[0152] 下述表7中示出实施例7的物镜光学系统的透镜数据。

[0153] 【表7】

[0154]

实施例7·透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	5.0988	0.25	1.88300	40.80
2	0.5800	0.44		
3	∞	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6494	0.25	1.88300	40.80
5	∞	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	∞	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9072	0.10		
9	2.4390	0.78	1.62041	60.30
10	-0.7407	0.27	2.10205	16.80
11	-1.2342	0.36		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0155] 由上述透镜数据等可知,根据实施例7的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色差的发生一边宽视场角化。

[0156] <实施例8>

[0157] 图9是将实施例8的物镜光学系统的概略构成与通过该物镜光学系统的光束的光路一起示出的剖面图。

[0158] 该实施例8的物镜光学系统,对应第一物镜光学系统和第二物镜光学系统双方,以满足上述全部条件式(1)~(6)的方式构成。另外,构成实施例8的物镜光学系统的第二透镜群G2的接合透镜LS2,按照与上述实施例1的物镜光学系统同样的方式,从物体侧起顺次配置具有正光焦度的第五透镜L5、及使凸面朝向像侧的具有负光焦度的弯月透镜即第六透镜L6而成。

[0159] 另外,图17是表示实施例8的物镜光学系统的像差的图。

[0160] 下述表8中示出实施例8的物镜光学系统的透镜数据。

[0161] 【表8】

[0162]

实施例 8•透镜数据				
面编号(i)	曲率半径(Ri)	面间隔(Di)	Ndj	vdj
1	4.9998	0.25	1.88300	40.80
2	0.5556	0.44		
3	8.4585	0.75	1.72825	28.50
4	-0.6565	0.25	1.88300	40.80
5	5.6421	0.04		
6(光阑)	∞	0.00		
7	3.0775	0.73	1.51633	64.10
8	-0.9789	0.12		
9	2.4390	0.76	1.62041	60.30
10	-0.7143	0.27	2.10205	16.80
11	-1.1813	0.37		
12	∞	2.00	1.55920	53.90
13	∞	0.15	1.51633	64.10
14	∞	0.00		

[0163] 由上述透镜数据等可知,根据实施例 8 的物镜光学系统,能够一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。

[0164] 下述表 9 表示如上述这样关于各条件式的值。

[0165]

【表 9】

条件式	条件式中的算式	各实施例中的算式的值							
		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	实施例 8
(1)	$vd(RN)$	17.5	17.5	16.8	17.2	18.0	16.8	16.8	16.8
(2)	$vd(RN) / (ng - nF)$	483.2	483.0	380.3	470.7	523.0	380.3	380.3	380.3
(3)	$vd(RP) + vd(RN)$	77.8	77.8	77.1	77.5	78.3	77.1	77.1	77.1
(4)	$vd(RP) - vd(RN)$	42.8	42.8	43.5	43.1	42.3	43.5	43.5	43.5
(5)	$f1/f$	-1.31	-1.31	-1.3	-1.31	-1.31	-1.32	-1.31	-1.24
(6)	$f2-6/f$	1.99	2.03	1.98	1.97	1.97	2	1.98	2.05

[0166] 以上,参照实施方式和实施例说明了本发明,但本发明不受上述实施方式和实施例限定,而是可以进行各种变形。例如,各透镜要素的曲率半径、面间隔、折射率、阿贝数等

的值,不限定为上述各数值实施例所示的值,也能够取其他的值。

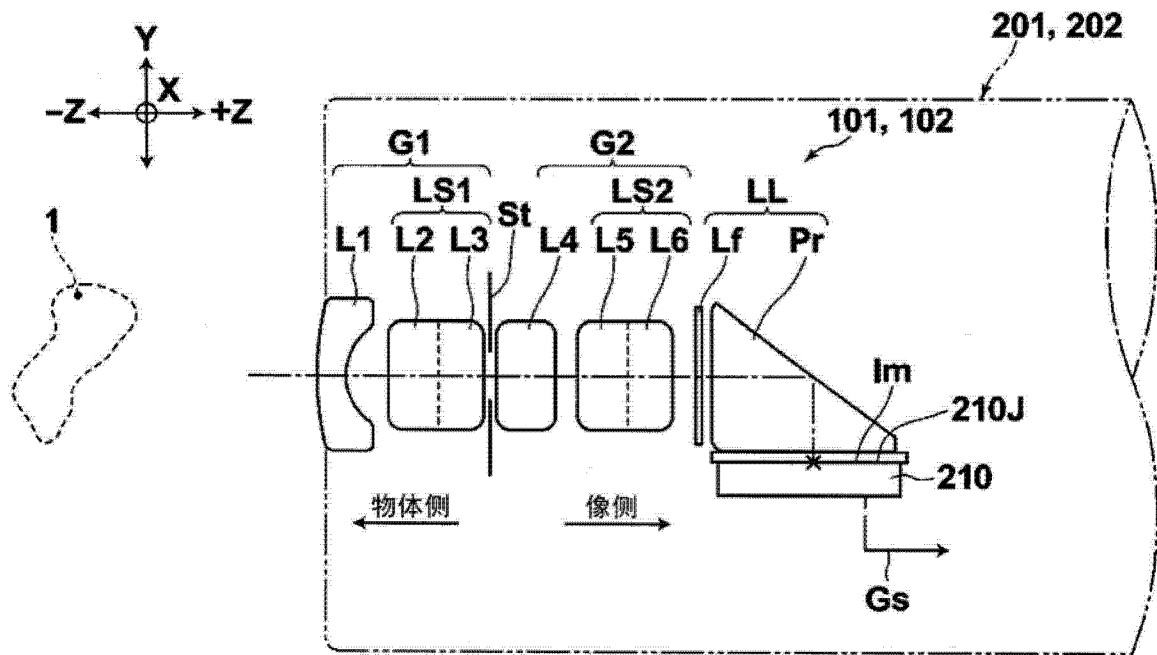


图 1

实施例1

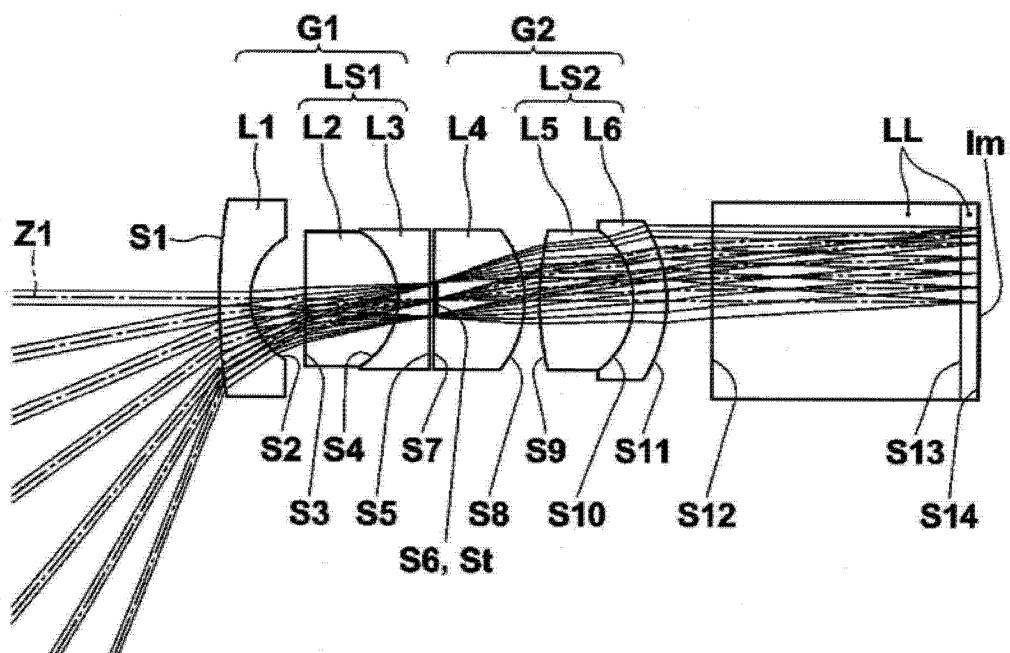


图 2

实施例2

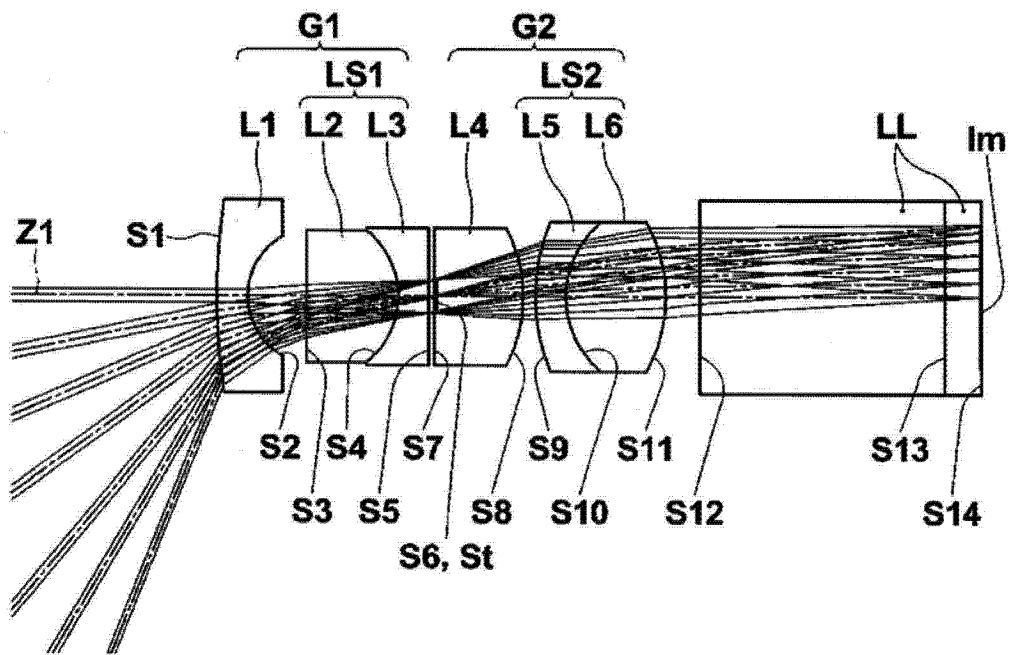


图 3

实施例3

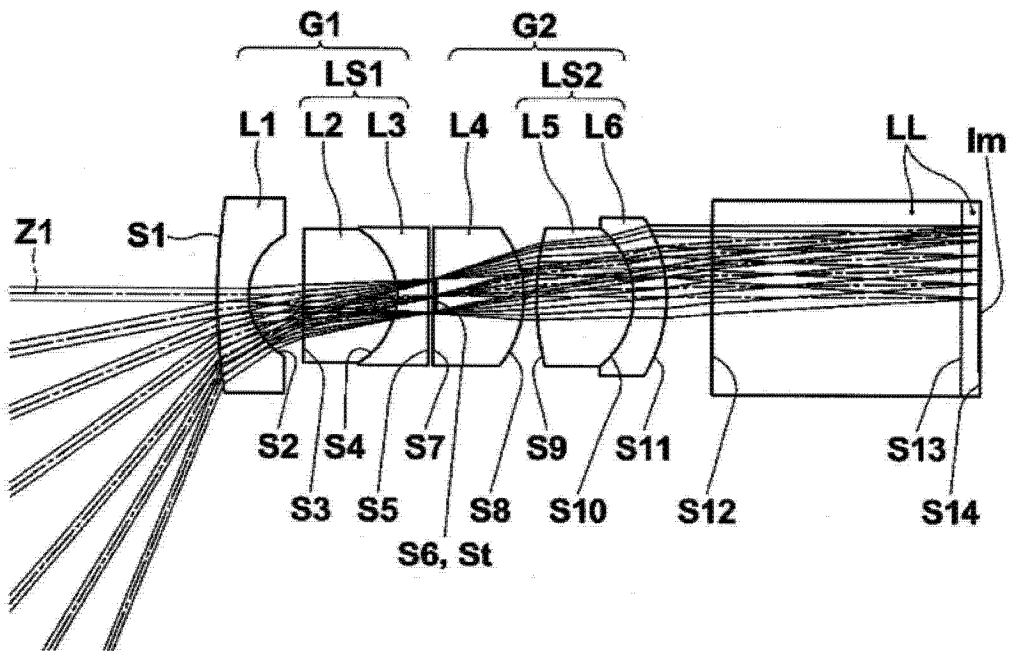


图 4

实施例4

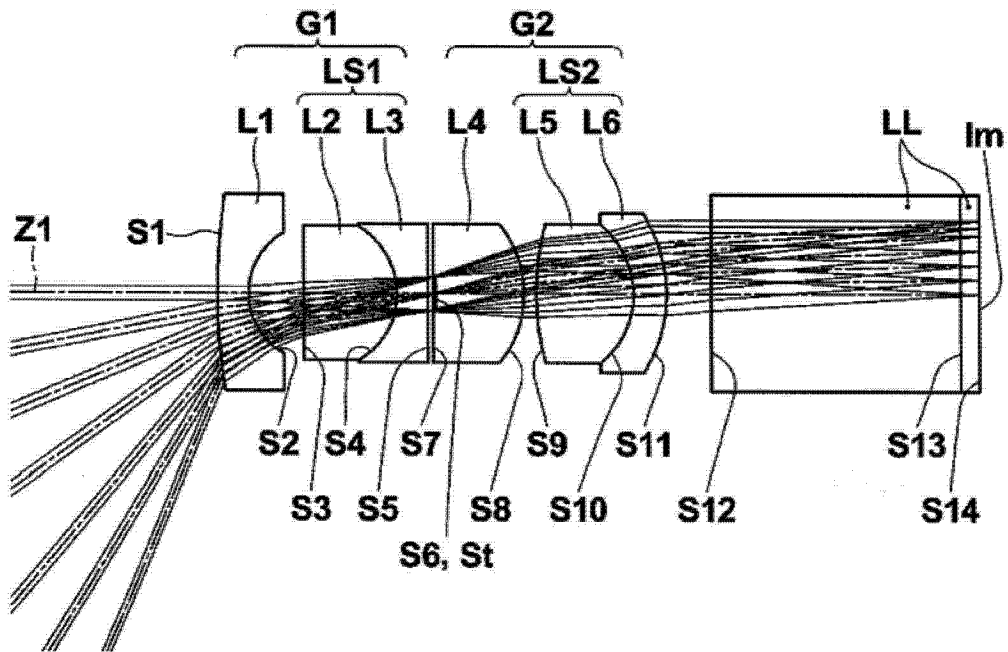


图 5

实施例5

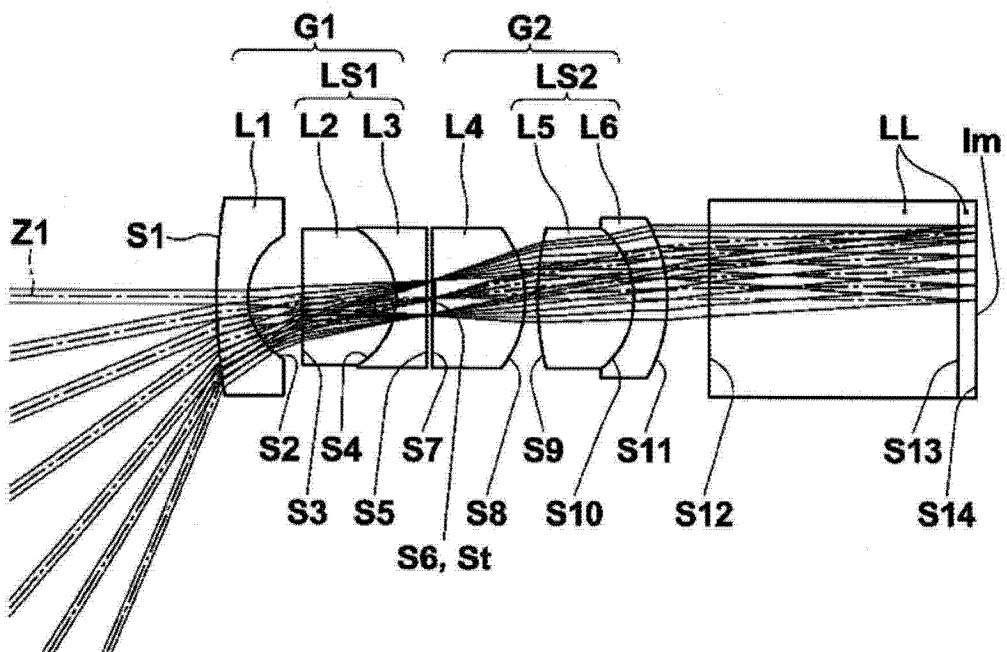


图 6

实施例6

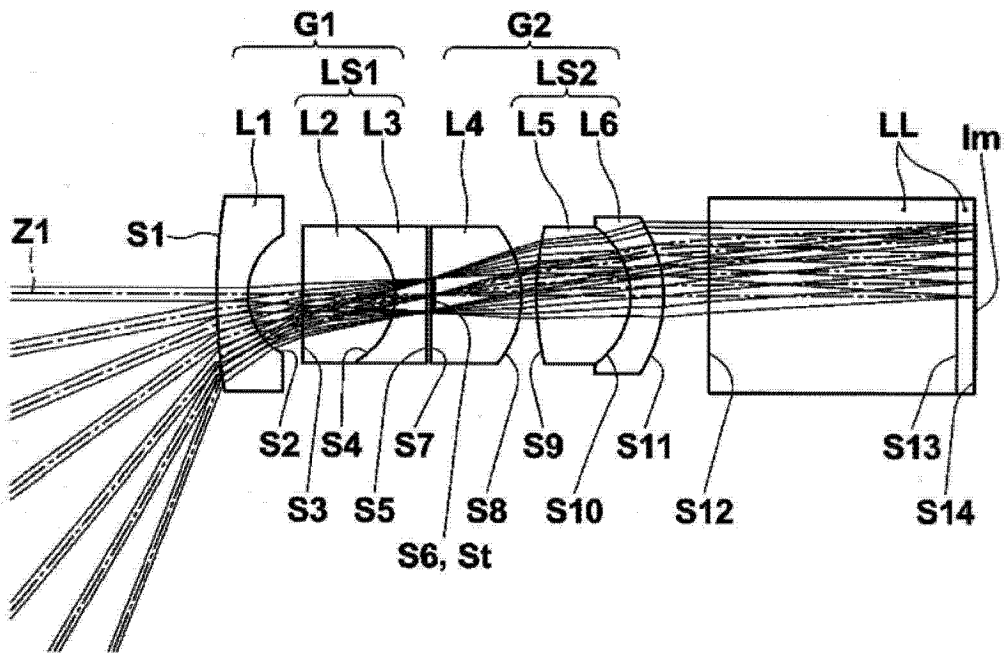


图 7

实施例7

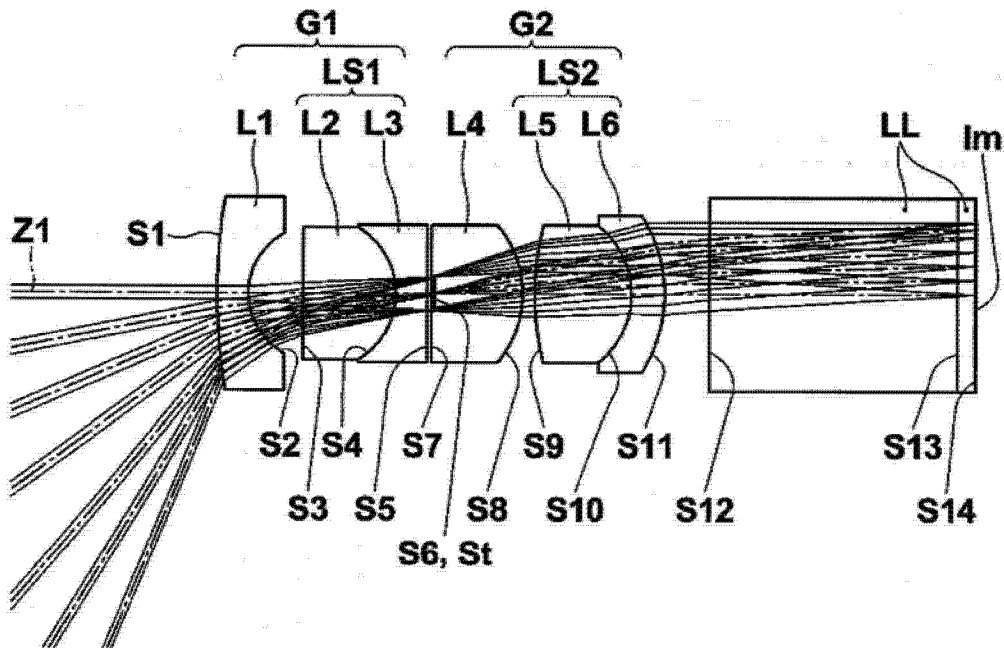


图 8

实施例8

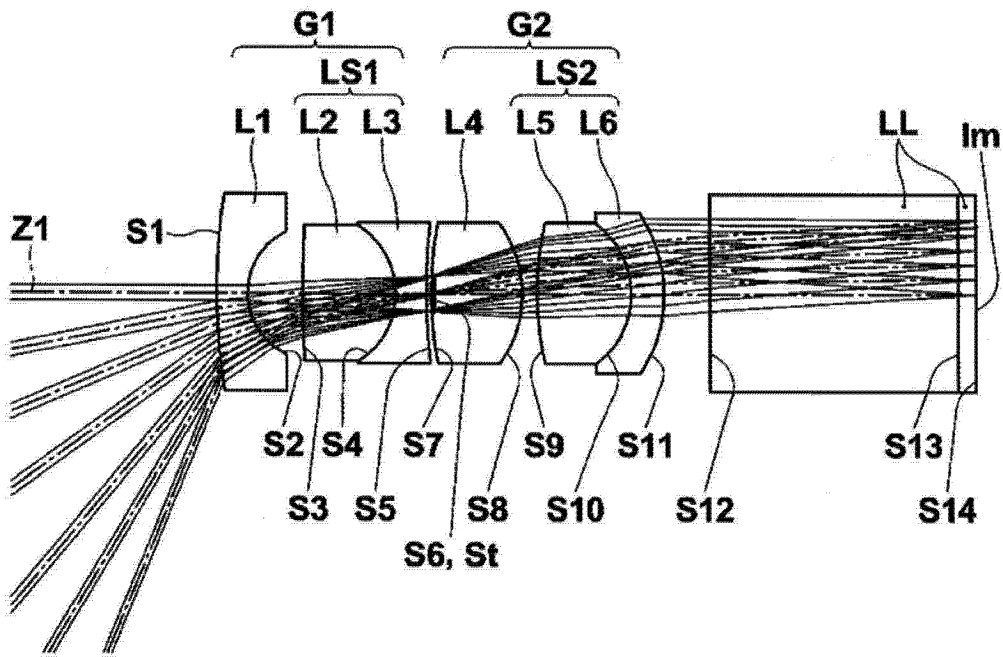


图 9

实施例 1

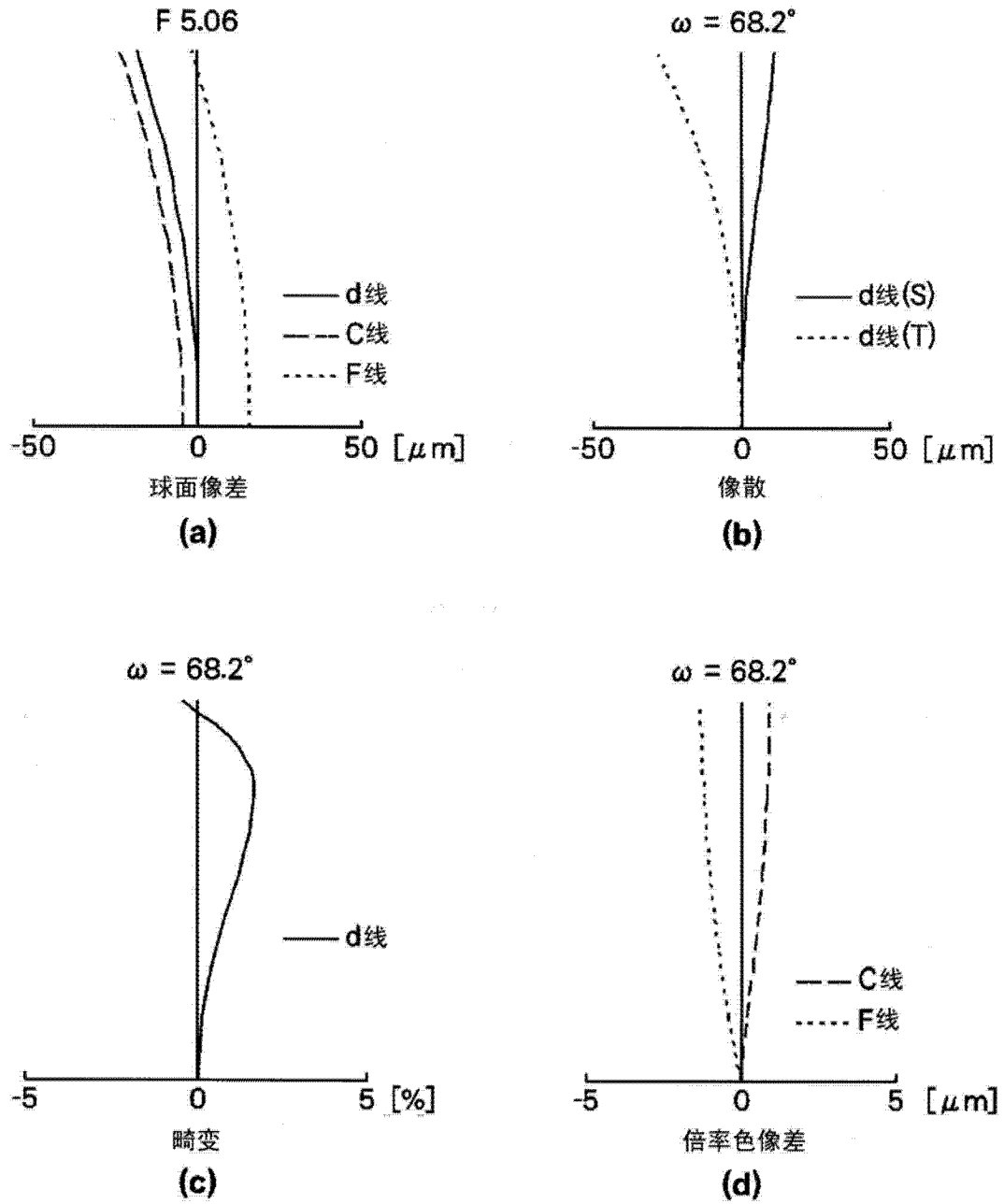


图 10

实施例2

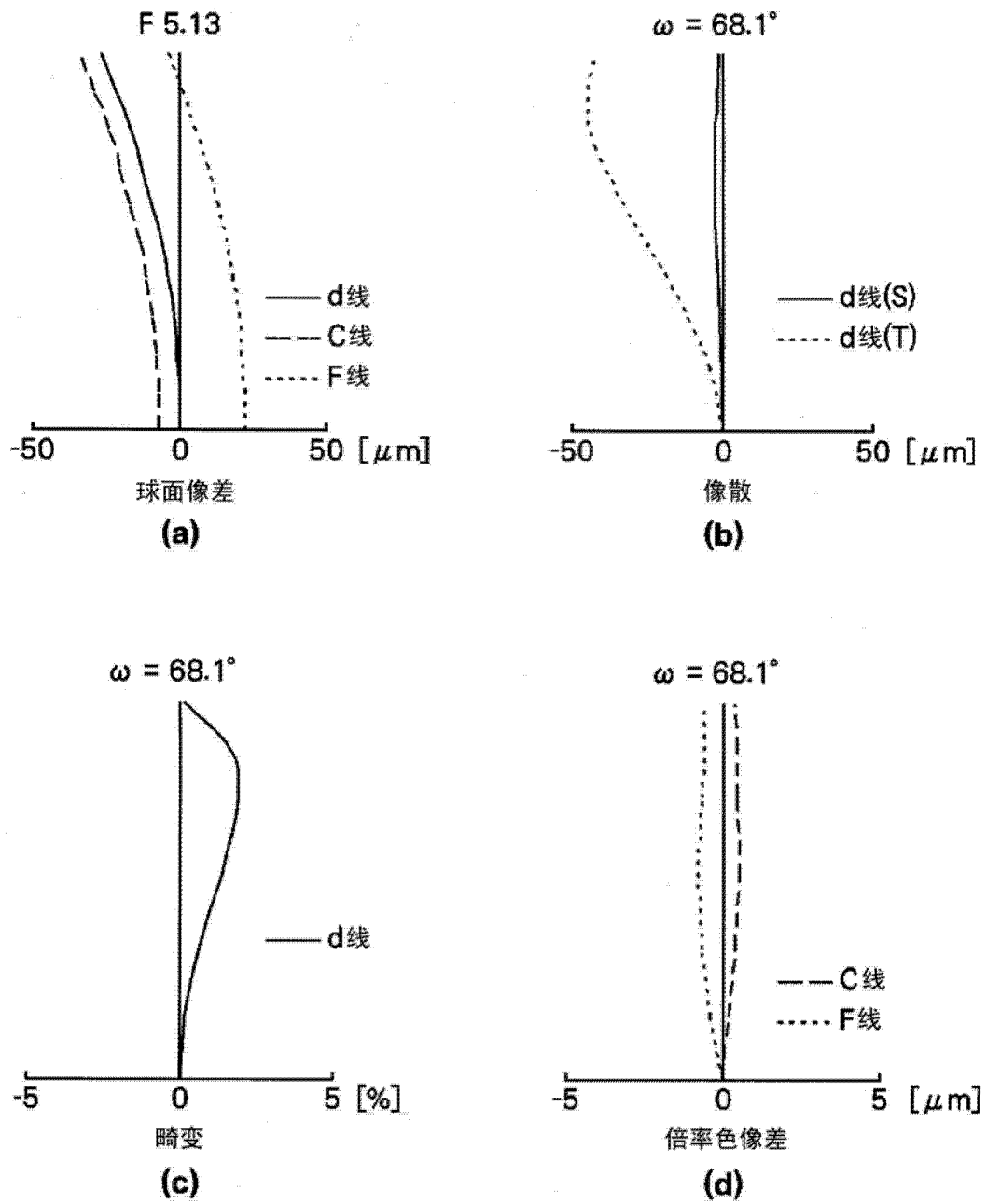


图 11

实施例3

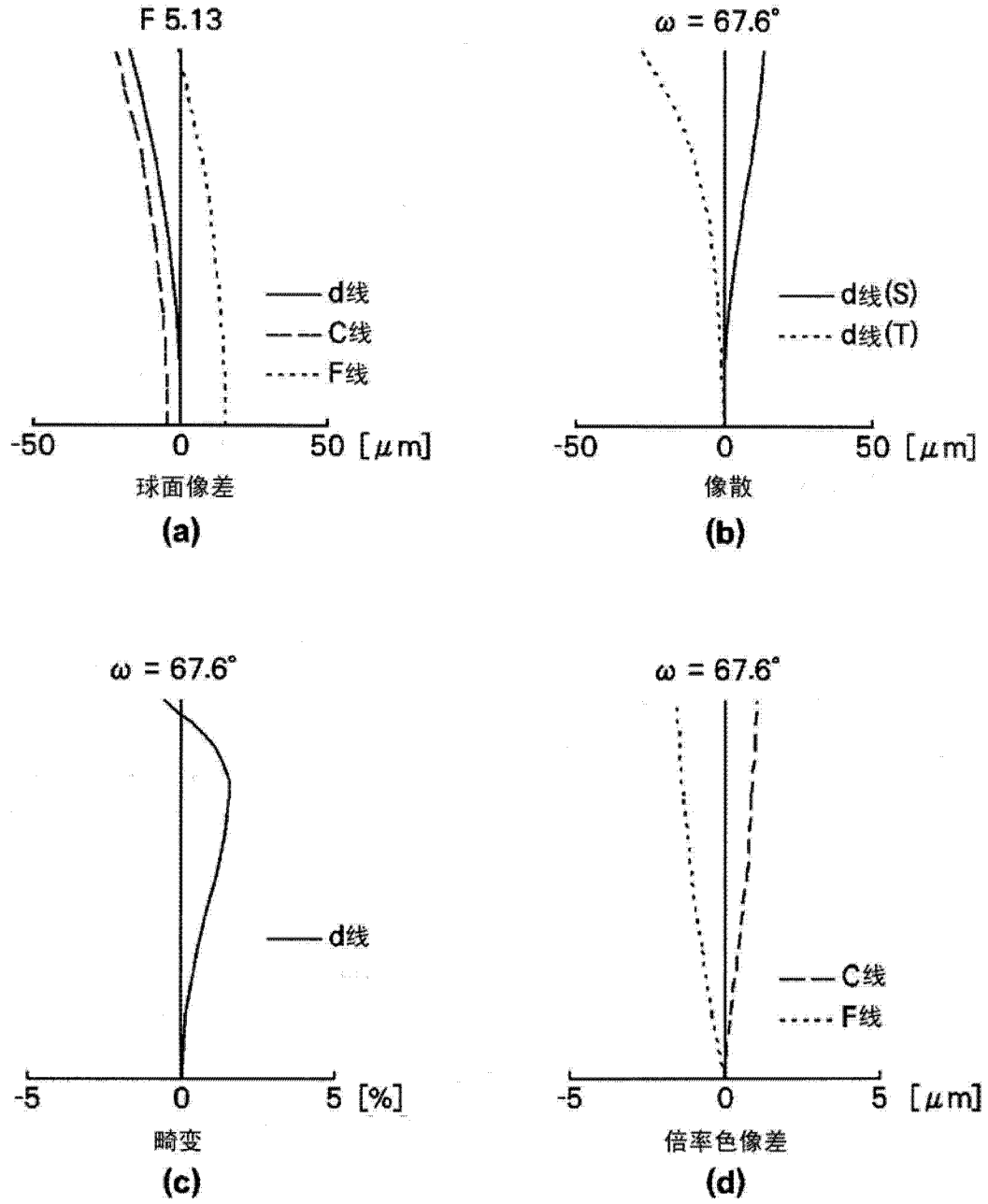


图 12

实施例4

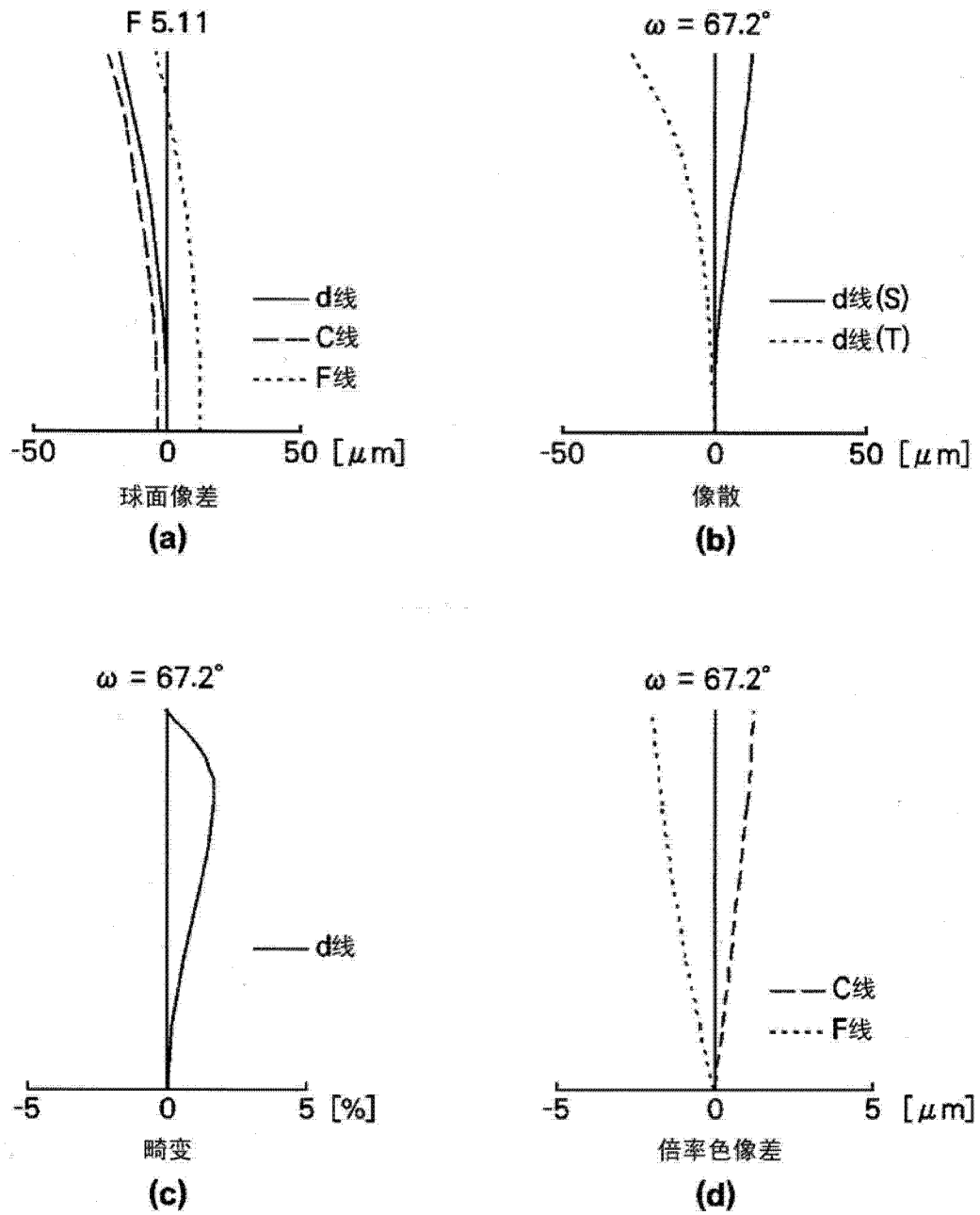


图 13

实施例5

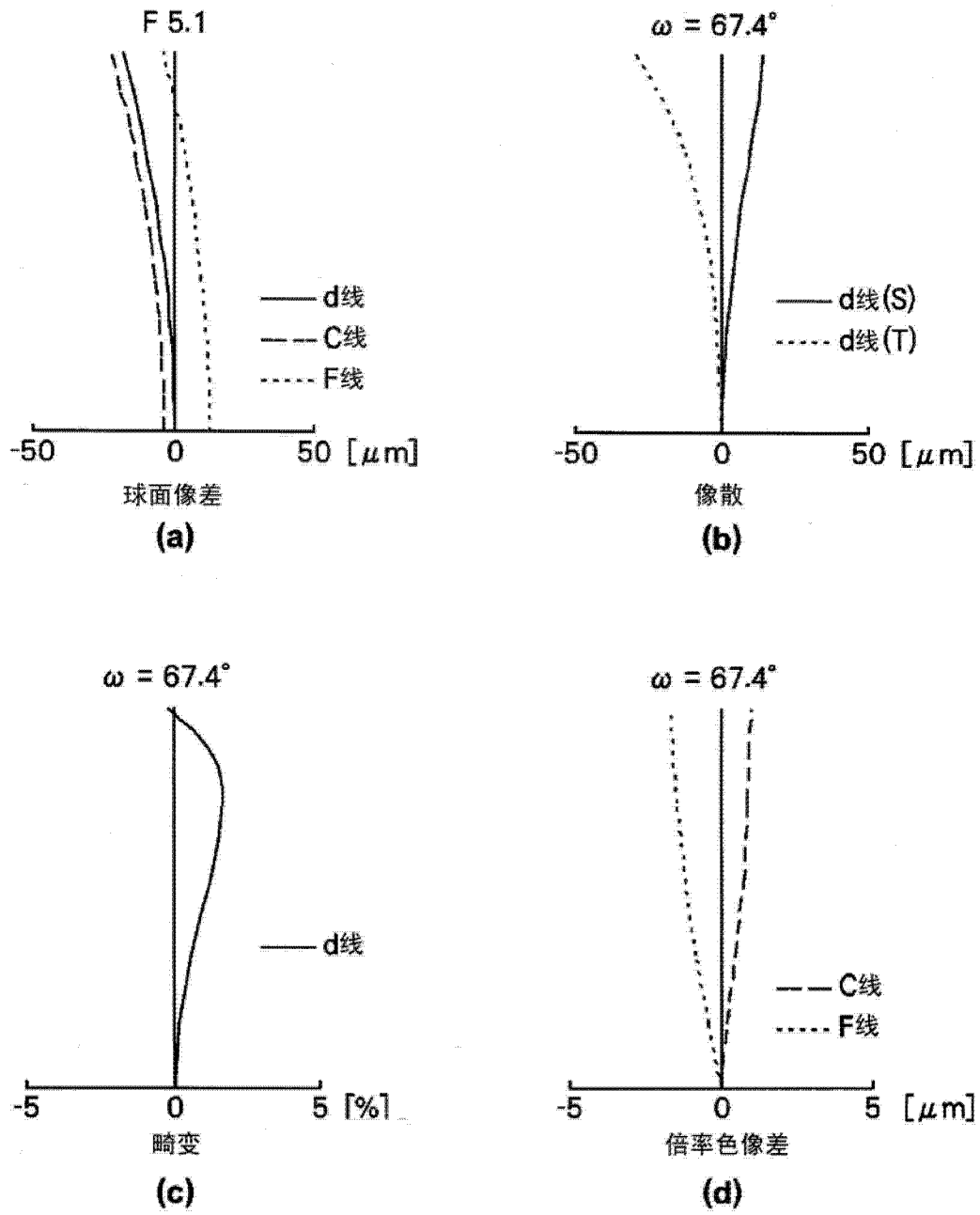


图 14

实施例6

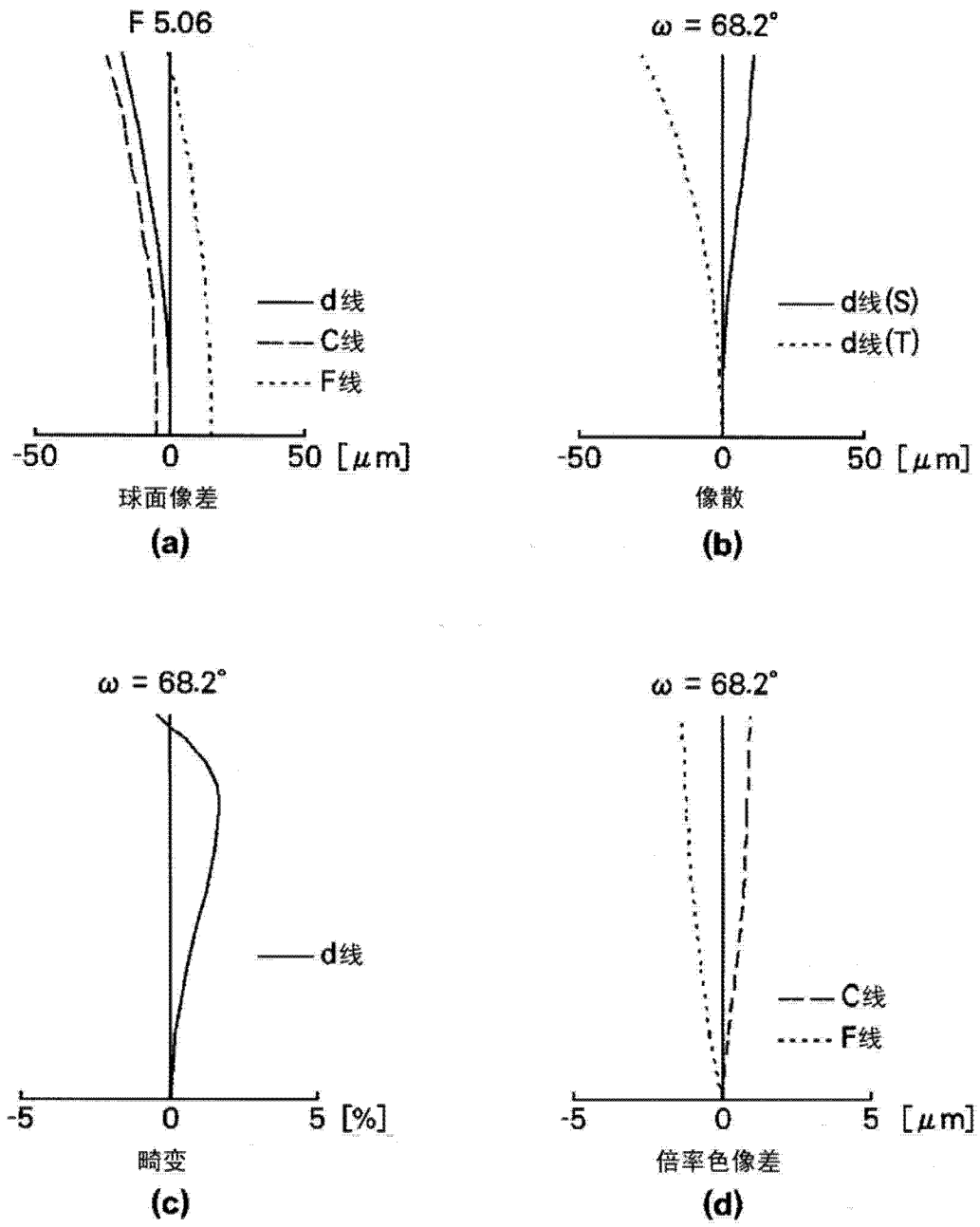


图 15

实施例7

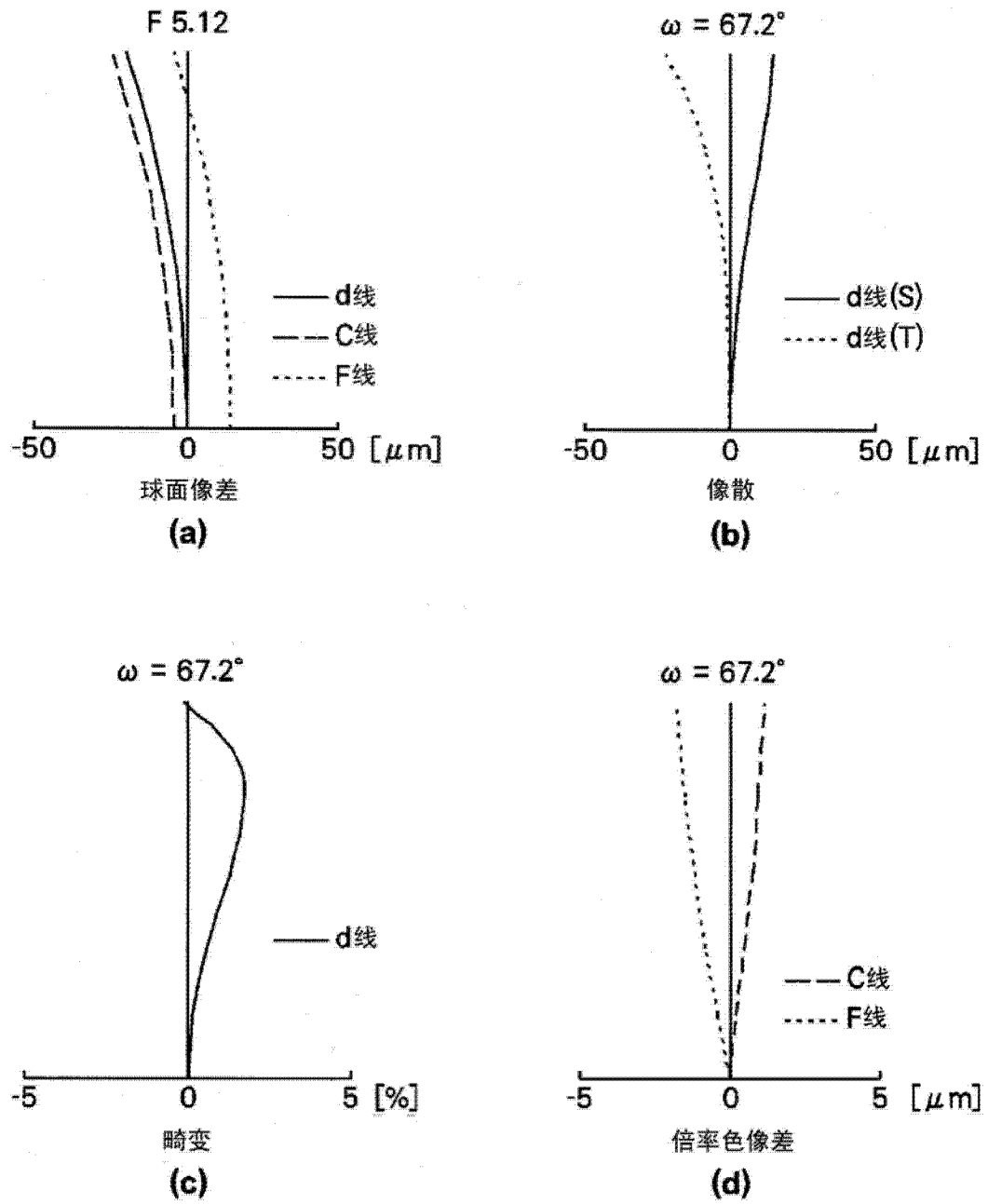


图 16

实施例 8

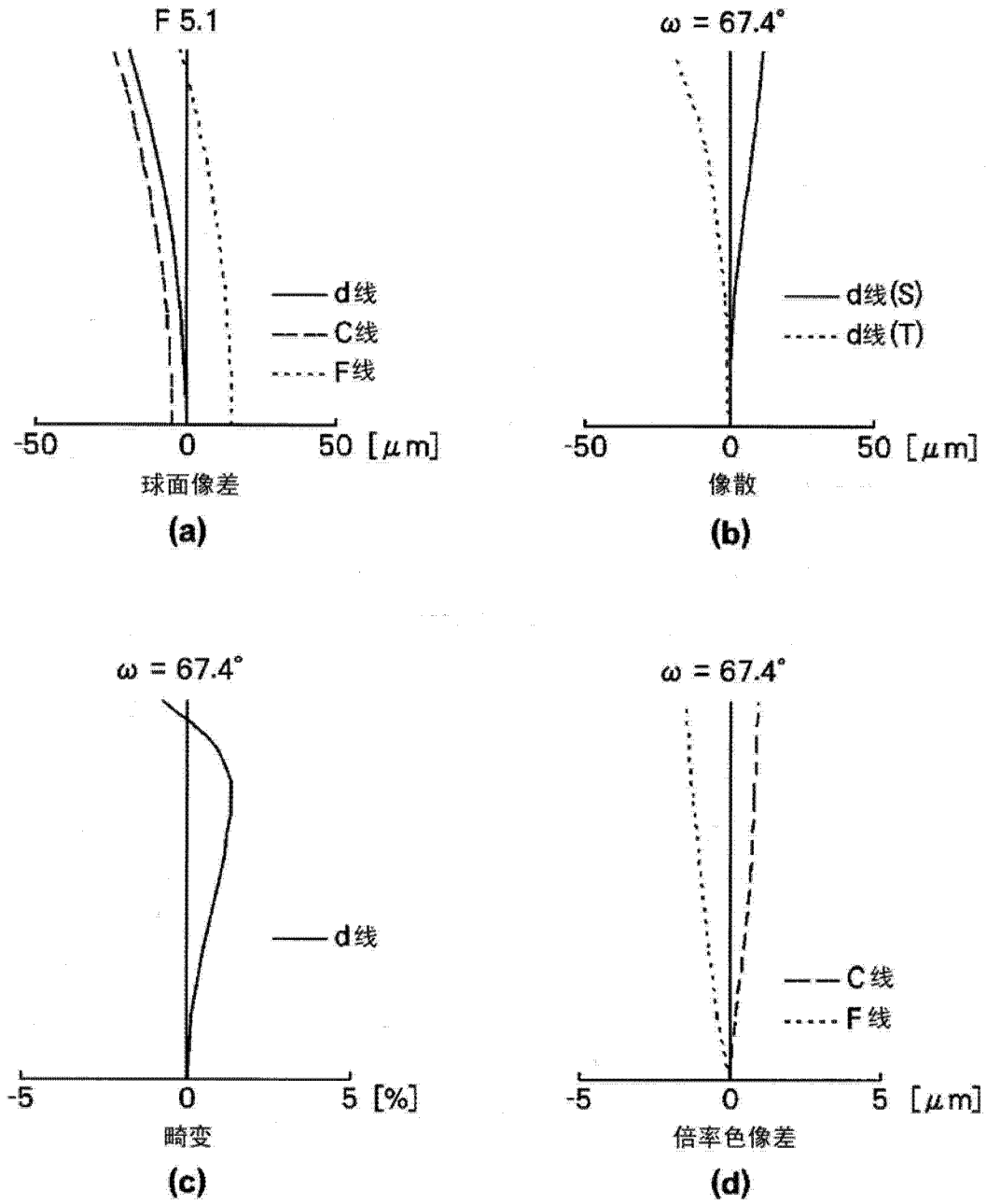


图 17

专利名称(译)	物镜光学系统和使用了它的内窥镜装置		
公开(公告)号	CN104024908A	公开(公告)日	2014-09-03
申请号	CN201280053397.X	申请日	2012-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	原田惠介		
发明人	原田惠介		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00		
CPC分类号	G02B9/34 G02B13/04 A61B1/00096 G02B23/243 A61B1/00188		
优先权	2011240149 2011-11-01 JP		
其他公开文献	CN104024908B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在物镜光学系统中，一边抑制倍率色像差的发生一边宽视场角化。其构成方式为，从物体侧起顺次配置拥有负光焦度的第一透镜群(G1)、光阑(St)、拥有正光焦度的第二透镜群(G2)，并且，第一透镜群(G1)，从物体侧起顺次配置负的作为单透镜的第一透镜(L1)、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有负光焦度的接合透镜(LS1)而成，第二透镜群(G2)，从物体侧起顺次配置正的作为单透镜的第四透镜(L4)、及将正透镜与负透镜加以接合而成的拥有正光焦度的接合透镜(LS2)而成，再有，满足条件式(1)： $15.0 < vd(RN) < 18.6$ 。其中，vd(RN)为构成第二透镜群(G2)的接合透镜中的负透镜在d线下的阿贝数。

