



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105388601 B

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201510869315.4

(22)申请日 2012.01.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105388601 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(30)优先权数据
2011-013246 2011.01.25 JP
2011-145908 2011.06.30 JP

(62)分案原申请数据
201210016662.9 2012.01.18

(73)专利权人 株式会社尼康
地址 日本东京

(72)发明人 田中一政 横井规和 小滨昭彦

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 鲁山 孙志湧

(51)Int.Cl.
G02B 15/173(2006.01)
G02B 1/115(2015.01)

(56)对比文件
JP 特开2010-32702 A,2010.02.12,
审查员 李妍

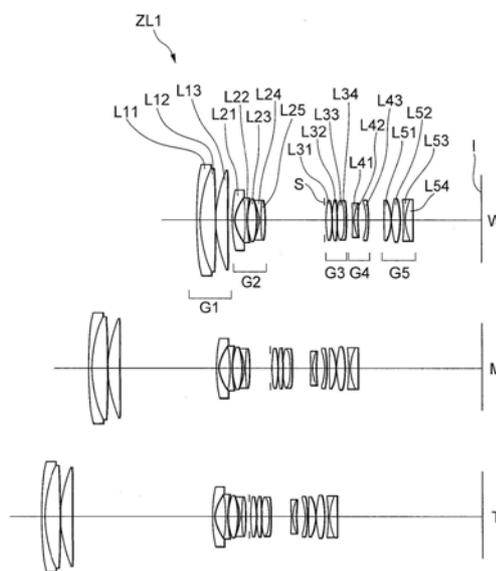
权利要求书4页 说明书40页 附图21页

(54)发明名称

变焦镜头系统和光学设备

(57)摘要

本发明涉及变焦镜头系统、光学设备和用于制造变焦镜头系统的方法。一种变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括：具有正折射光焦度的第一透镜组；具有负折射光焦度的第二透镜组；具有正折射光焦度的第三透镜组；具有负折射光焦度的第四透镜组；和具有正折射光焦度的第五透镜组，在从广角端状态到远摄端状态变焦时，第一透镜组相对于像平面移动，在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加，在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小，在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变，并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变，并且给定的条件表达式得以满足，由此提供一种具有足够高的光学性能的变焦镜头系统。



1. 一种变焦镜头系统,沿着光轴按照从物体侧的次序由以下各项组成:

具有正折射光焦度的第一透镜组;

具有负折射光焦度的第二透镜组;

具有正折射光焦度的第三透镜组;

具有负折射光焦度的第四透镜组;和

具有正折射光焦度的第五透镜组,

在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组相对于像平面移动,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离增加,在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离减小,在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变,并且在所述第四透镜组和所述第五透镜组之间的距离改变,并且

以下条件表达式得以满足:

$$7.000 < f_1 / (-f_2) < 10.000$$

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.150$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距, f_2 表示所述第二透镜组的焦距, f_t 表示在远摄端状态中所述变焦镜头系统的焦距,并且 f_3 表示所述第三透镜组的焦距。

2. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中以下条件表达式得以满足:

$$0.500 < f_3 / (-f_4) < 1.300$$

其中 f_3 表示所述第三透镜组的焦距,并且 f_4 表示所述第四透镜组的焦距。

3. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中以下条件表达式得以满足:

$$3.900 < f_1 / f_w < 11.000$$

其中 f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头系统的焦距,并且 f_1 表示所述第一透镜组的焦距。

4. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组相对于像平面向物体侧移动。

5. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离增加,并且在所述第四透镜组和所述第五透镜组之间的距离减小。

6. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第三透镜组和所述第五透镜组相对于像平面一体地移动。

7. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中孔径光阑设置到所述第二透镜组的像侧。

8. 根据权利要求7的变焦镜头系统,其中所述孔径光阑设置在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间。

9. 根据权利要求8的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述孔径光阑与所述第三透镜组一体地移动。

10. 根据权利要求1的变焦镜头系统,其中在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的光学表面中的至少一个光学表面施加有抗反射涂层,并且所述抗反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个层。

11. 根据权利要求10的变焦镜头系统,其中所述抗反射涂层是多层膜,并且通过湿法过程形成的所述层是在构成所述多层膜的层中的最外层。

12. 根据权利要求10的变焦镜头系统,其中通过湿法过程形成的所述层在d线处的折射率是1.30或者更低。

13. 根据权利要求10的变焦镜头系统,其中所述变焦镜头系统包括孔径光阑,并且施加有所述抗反射涂层的、在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的光学表面是从所述孔径光阑看到的凹形透镜表面。

14. 根据权利要求13的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的、从所述孔径光阑看到的所述凹形透镜表面是在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的像侧透镜表面。

15. 根据权利要求13的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的、从所述孔径光阑看到的所述凹形透镜表面是在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的物体侧透镜表面。

16. 根据权利要求10的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的光学表面是从物体看到的凹形透镜表面。

17. 根据权利要求16的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第一透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第二透镜的像侧透镜表面。

18. 根据权利要求16的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第二透镜的物体侧透镜表面。

19. 根据权利要求16的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第三透镜的像侧透镜表面。

20. 根据权利要求16的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第四透镜的物体侧透镜表面。

21. 一种变焦镜头系统,沿着光轴按照从物体侧的次序包括:

具有正折射光焦度的第一透镜组;

具有负折射光焦度的第二透镜组;

具有正折射光焦度的第三透镜组;

具有负折射光焦度的第四透镜组;和

具有正折射光焦度的第五透镜组,

在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组相对于像平面移动,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离增加,在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离减小,在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变,并且在所述第四透镜组和所述第五透镜组之间的距离改变,并且

以下条件表达式得以满足:

$$6.500 < f_1 / (-f_2) < 10.000$$

$$0.050 < f_3 / f_t < 0.150$$

$$5.200 < f_1 / f_w < 11.000$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距, f_2 表示所述第二透镜组的焦距, f_t 表示在远摄端状态中所述变焦镜头系统的焦距, f_3 表示所述第三透镜组的焦距,并且 f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头系统的焦距。

22. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中以下条件表达式得以满足:

$$0.500 < f_3 / (-f_4) < 1.300$$

其中 f_3 表示所述第三透镜组的焦距,并且 f_4 表示所述第四透镜组的焦距。

23. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组相对于像平面向物体侧移动。

24. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离增加,并且在所述第四透镜组和所述第五透镜组之间的距离减小。

25. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第三透镜组和所述第五透镜组相对于像平面一体地移动。

26. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中孔径光阑设置到所述第二透镜组的像侧。

27. 根据权利要求26的变焦镜头系统,其中所述孔径光阑设置在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间。

28. 根据权利要求27的变焦镜头系统,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述孔径光阑与所述第三透镜组一体地移动。

29. 根据权利要求21的变焦镜头系统,其中在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的光学表面中的至少一个光学表面施加有抗反射涂层,并且所述抗反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个层。

30. 根据权利要求29的变焦镜头系统,其中所述抗反射涂层是多层膜,并且通过湿法过程形成的所述层是在构成所述多层膜的层中的最外层。

31. 根据权利要求29的变焦镜头系统,其中通过湿法过程形成的所述层在d线处的折射率是1.30或者更低。

32. 根据权利要求29的变焦镜头系统,其中所述变焦镜头系统包括孔径光阑,并且施加有所述抗反射涂层的、在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的光学表面是从所述孔径光阑看到的凹形透镜表面。

33. 根据权利要求32的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的、从所述孔径光阑看到的所述凹形透镜表面是在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的像侧透镜表面。

34. 根据权利要求32的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的、从所述孔径光阑看到的所述凹形透镜表面是在所述第一透镜组和所述第二透镜组中的物体侧透镜表面。

35. 根据权利要求29的变焦镜头系统,其中施加有所述抗反射涂层的光学表面是从物体看到的凹形透镜表面。

36. 根据权利要求35的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第一透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第二透镜的像侧透镜表面。

37. 根据权利要求35的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第二透镜的物体侧透镜表面。

38. 根据权利要求35的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第三透镜的像侧透镜表面。

39. 根据权利要求35的变焦镜头系统,其中,施加有所述抗反射涂层的所述凹形表面是从所述第二透镜组中的最物体侧透镜起的像侧第四透镜的物体侧透镜表面。

40. 一种变焦镜头系统,沿着光轴按照从物体侧的次序包括:

具有正折射光焦度的第一透镜组;

具有负折射光焦度的第二透镜组;

具有正折射光焦度的第三透镜组；
具有负折射光焦度的第四透镜组；和
具有正折射光焦度的第五透镜组，

在从广角端状态到远摄端状态变焦时，所述第一透镜组相对于像平面移动，在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离增加，在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离减小，在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变，并且在所述第四透镜组和所述第五透镜组之间的距离改变，并且

以下条件表达式得以满足：

$$6.500 < f_1 / (-f_2) < 10.000$$

$$0.0898 \leq f_3 / f_t < 0.150$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距， f_2 表示所述第二透镜组的焦距， f_t 表示在远摄端状态中所述变焦镜头系统的焦距，并且 f_3 表示所述第三透镜组的焦距。

41. 一种光学设备，配备有根据权利要求1、21或40中任一项所述的变焦镜头系统。

变焦镜头系统和光学设备

[0001] 本申请是申请日为2012年1月18日、发明名称为“变焦镜头系统、光学设备和用于制造变焦镜头系统的方法”、申请号为:201210016662.9的中国发明专利申请的分案申请。

[0002] 在这里通过引用并入以下优先权申请的公开:

[0003] 在2011年1月25日提交的日本专利申请No.2011-013246;和

[0004] 在2011年6月30日提交的日本专利申请No.2011-145908。

技术领域

[0005] 本发明涉及一种适合于用于照相机、数字照相机和摄影机的可互换镜头的变焦镜头系统,一种配备该变焦镜头系统的光学设备,和一种用于制造该变焦镜头系统的方法。

背景技术

[0006] 作为作用于单反照相机的可互换镜头的变焦镜头系统,已经提出了一种变焦镜头系统,该变焦镜头系统具有设置到最物体侧、带有正折射光焦度(refractive power)的透镜组(例如,见日本专利申请特开No.2008-3195)。而且,关于这种变焦镜头系统,关于抑制降低光学性能的幻像和耀斑以及像差的要求变得越来越强烈。相应地,更高的光学性能要求将抗反射涂层施加到透镜表面,从而为了满足这种要求,多层设计技术和多层涂覆技术正在不断地取得进步(例如,见日本专利申请特开No.2000-356704)。

[0007] 然而,当要以更高的变焦比制作传统变焦镜头系统时,不能获得足够高的光学性能。另外,存在以下问题,即,生成幻像和耀斑的反射光易于从这种变焦镜头系统中的光学表面产生。

发明内容

[0008] 鉴于上述问题而提出本发明是,并且本发明的目的在于提供一种通过进一步抑制幻像和耀斑、而具有优良光学性能的变焦镜头系统、一种配备有该变焦镜头系统的光学设备,和一种用于制造该变焦镜头系统的方法。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供一种变焦镜头系统,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组;具有负折射光焦度的第二透镜组;具有正折射光焦度的第三透镜组;具有负折射光焦度的第四透镜组;和具有正折射光焦度的第五透镜组,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变,并且以下条件表达式(1)得以满足:

$$[0010] \quad 6.500 < f1/(-f2) < 10.000 \quad (1)$$

[0011] 其中f1表示第一透镜组的焦距,并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0012] 在本发明的第一方面,优选的是在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面中的至少一个光学表面施加有抗反射涂层,并且该抗反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个

层。

[0013] 根据本发明的第二方面,提供一种配备有根据第一方面的变焦镜头系统的光学设备。

[0014] 根据本发明的第三方面,提供一种用于制造变焦镜头系统的方法,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组,该方法包括以下步骤:设置第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组和第五透镜组,从而在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变;并且满足以下条件表达式(1):

$$[0015] \quad 6.500 < f1 / (-f2) < 10.000 \quad (1)$$

[0016] 其中 $f1$ 表示第一透镜组的焦距,并且 $f2$ 表示第二透镜组的焦距。

[0017] 本发明使得提供一种通过进一步抑制幻像和耀斑、而具有极高的光学性能的变焦镜头系统、一种配备有该变焦镜头系统的光学设备和一种用于制造该变焦镜头系统的方法成为可能。

[0018] 附图简要说明

[0019] 图1是示出根据本发明的实例1的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图;

[0020] 图2A、2B和2C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例1的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图2A示出在广角端状态中的曲线图,图2B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图2C示出在远摄端状态中的曲线图;

[0021] 图3是示出根据本发明的实例1的、从另一个观点的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图,并且是解释性视图,其中从第一幻像产生表面反射的光线被第二幻像产生表面反射;

[0022] 图4是示出根据本发明的实例2的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图;

[0023] 图5A、5B和5C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例2的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图5A示出在广角端状态中的曲线图,图5B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图5C示出在远摄端状态中的曲线图;

[0024] 图6是示出根据本发明的实例3的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图;

[0025] 图7A、7B和7C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例3的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图7A示出在广角端状态中的曲线图,图7B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图7C示出在远摄端状态中的曲线图;

[0026] 图8是示出根据本发明的实例4的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图;

[0027] 图9A、9B和9C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例4的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图9A示出在广角端状态中的曲线图,图9B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图9C示出在远摄端状态中的曲线图;

[0028] 图10是示出根据本发明的实例5的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图;

[0029] 图11A、11B和11C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例5的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图11A示出在广角端状态中的曲线图,图11B示出在中间焦距状态中的

曲线图,并且图11C示出在远摄端状态中的曲线图;

[0030] 图12是示出配备有根据本发明的实例1的光学系统的单反数字照相机的构造的示意图;

[0031] 图13是示意性地解释用于制造根据本发明的变焦镜头系统的方法的流程图;

[0032] 图14是示意性地解释用于制造根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统的方法的流程图;

[0033] 图15是示出根据本申请的抗反射涂层的配置的解释性视图;

[0034] 图16是示出根据本实施例的抗反射涂层的光谱反射率的曲线图;

[0035] 图17是示出根据本发明的变型的抗反射涂层的光谱反射率的曲线图;

[0036] 图18是示出根据该变型的抗反射涂层的光谱反射率的入射角依赖性的曲线图;

[0037] 图19是示出根据传统实例的抗反射涂层的光谱反射率的曲线图;

[0038] 图20是示出根据传统实例的抗反射涂层的光谱反射率的入射角依赖性的曲线图。

具体实施方式

[0039] 在下面解释了根据本发明的一种变焦镜头系统,和一种配备该变焦镜头系统的光学设备。

[0040] 首先,解释了根据本发明的变焦镜头系统。根据本发明的变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组。在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,并且在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,由此实现能够抑制畸变的变化变焦镜头系统。而且,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变,由此确保高变焦比。进而,通过抑制畸变的变化,能够实现高光学性能。

[0041] 第一透镜组优选地在从广角端状态到远摄端状态变焦时相对于像平面移动。利用这种配置,通过抑制在变焦时的像散的变化而实现高光学性能成为可能。

[0042] 而且,以下条件表达式(1)得以满足:

$$[0043] \quad 6.500 < f1 / (-f2) < 10.000 \quad (1)$$

[0044] 其中f1表示第一透镜组的焦距,并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0045] 条件表达式(1)限定第一透镜组的焦距相对于第二透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过在确保足够变焦比的情况下抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时的像差的变化而在全部变化范围之上实现高光学性能。

[0046] 当对于条件表达式(1)的值等于或者降至低于下限时,第一透镜组的折射光焦度变得过强,从而变得难以抑制在变焦时的像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(1)的下限设定为7.000。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(1)的下限设定为7.300。

[0047] 在另一方面,当对于条件表达式(1)的值等于或者超过上限时,第二透镜组的折射光焦度变得相对较强,从而变得难以校正正在变焦时的离轴像差的变化、特别是畸变和像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是

将条件表达式 (1) 的上限设定为 9.000。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式 (1) 的上限设定为 8.400。

[0048] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,以下条件表达式 (2) 优选地得以满足:

$$[0049] \quad 0.500 < f_3 / (-f_4) < 1.300 \quad (2)$$

[0050] 其中 f_3 表示第三透镜组的焦距,并且 f_4 表示第四透镜组的焦距。

[0051] 条件表达式 (2) 限定第三透镜组的焦距和第四透镜组的焦距的适当范围,并且是用于在全部变焦范围之上实现高光学性能。

[0052] 当对于条件表达式 (2) 的值等于或者降至低于下限时,第三透镜组的折射光焦度相对于第四透镜组的折射光焦度变得过大,从而变得难以校正在广角端状态中在第三透镜组中产生的负球面像差。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式 (2) 的下限设定为 0.600。

[0053] 在另一方面,当对于条件表达式 (2) 的值等于或者超过上限时,第四透镜组的折射光焦度相对于第三透镜组的折射光焦度变得相对较大,从而变得难以校正在远摄端状态中在第四透镜组中产生的正球面像差。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式 (2) 的上限设定为 1.200。

[0054] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,以下条件表达式 (3) 优选地得以满足:

$$[0055] \quad 3.900 < f_1 / f_w < 11.000 \quad (3)$$

[0056] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_w 表示在广角端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0057] 条件表达式 (3) 限定第一透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的离轴像差的变化而实现高光学性能。

[0058] 当对于条件表达式 (3) 的值等于或者降至低于下限时,第一透镜组的折射光焦度变得过强,从而变得难以抑制在变焦时的离轴像差的变化、特别是像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式 (3) 的下限设定为 4.600。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式 (3) 的下限设定为 5.200。

[0059] 在另一方面,当对于条件表达式 (3) 的值等于或者超过上限时,第一透镜组的折射光焦度变得过弱,从而为了获得给定变焦比,第一透镜组相对于像平面的移动量必须增加。然后,在从广角端状态到远摄端状态变焦时离轴光线距光轴的高度变化变大,从而变得难以抑制离轴像差的变化、特别是像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式 (3) 的上限设定为 9.000。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式 (3) 的上限设定为 7.000。

[0060] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,以下条件表达式 (4) 优选地得以满足:

$$[0061] \quad 0.280 < f_1 / f_t < 0.520 \quad (4)$$

[0062] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0063] 条件表达式 (4) 限定第一透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的像差的变化而实现高光学性能。

[0064] 当对于条件表达式 (4) 的值等于或者降至低于下限时,第一透镜组的折射光焦度

变得过强,从而变得难以抑制在变焦时的球面像差的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(4)的下限设定为0.310。

[0065] 在另一方面,当对于条件表达式(4)的值等于或者超过上限时,第一透镜组的折射光焦度变得过弱,从而为了获得给定变焦比,第一透镜组相对于像平面的移动量必须增加。然后,在从广角端状态到远摄端状态变焦时离轴光线距光轴的高度变化变大,从而变得难以抑制离轴像差的变化、特别是像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(4)的上限设定为0.480。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(4)的上限设定为0.440。

[0066] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,以下条件表达式(5)优选地得以满足:

$$[0067] \quad 0.0300 < (-f_2) / f_t < 0.0700 \quad (5)$$

[0068] 其中 f_2 表示第二透镜组的焦距,并且 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0069] 条件表达式(5)是用于通过校正在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的像差的变化、以及抑制在第二透镜组中产生的像差的变化而实现高光学性能。

[0070] 当对于条件表达式(5)的值等于或者降至低于下限时,第二透镜组的折射光焦度变得过强,从而变得难以抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时球面像差和像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(5)的下限设定为0.0360。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(5)的下限设定为0.0410。

[0071] 在另一方面,当对于条件表达式(5)的值等于或者超过上限时,第二透镜组的折射光焦度变得过弱,从而第二透镜组的移动量增加。然后,变得难以抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的球面像差和像散的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(5)的上限设定为0.0630。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(5)的上限设定为0.0570。

[0072] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,以下条件表达式(6)优选地得以满足:

$$[0073] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.150 \quad (6)$$

[0074] 其中 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距,并且 f_3 表示第三透镜组的焦距。

[0075] 条件表达式(6)是用于通过校正在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的像差的变化、以及抑制在第三透镜组中产生的像差的变化而实现高光学性能。

[0076] 当对于条件表达式(6)的值等于或者降至低于下限时,第三透镜组的折射光焦度变得过强,从而变得难以抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的球面像差的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明的效果,优选的是将条件表达式(6)的下限设定为0.065。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(6)的下限设定为0.075。

[0077] 在另一方面,当对于条件表达式(6)的值等于或者超过上限时,第三透镜组的折射光焦度变得过弱,从而变得难以抑制在广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的球面像差的变化。结果,不能实现高光学性能,从而这是不理想的。为了确保本发明

的效果,优选的是将条件表达式(6)的上限设定为0.130。为了进一步确保本发明的效果,最优选的是将条件表达式(6)的上限设定为0.110。

[0078] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,第一透镜组优选地在从广角端状态到远摄端状态变焦时相对于像平面向物体侧移动。利用这种配置,能够使得第一透镜组的折射光焦度是较弱的,从而通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的像散的变化而实现高光学性能成为可能。

[0079] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,优选的是在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第三透镜组和第四透镜组之间的距离增加,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离减小。利用这种配置,在远摄端状态中第三到第五透镜组的组合主点的位置能够在从广角端状态中第三到第五透镜组的组合主点的位置朝向物体侧移动,从而能够有效地执行变焦。相应地,每一个透镜组的折射光焦度或者移动量能够以适当的大小(just that much)受到抑制,从而能够实现高光学性能。

[0080] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第三透镜组和第五透镜组优选地相对于像平面一体地(in a body)移动。利用这种配置,一体地构造第三透镜组和第五透镜组成为可能,从而由于制造误差产生的、在第三透镜组和第五透镜组之间的相互偏心量(mutual decentering amount)能够受到抑制,从而在第三透镜组和第五透镜组之间产生的偏心彗差的产生能够受到抑制。而且,能够通过抑制在变焦时的像散的变化而实现高光学性能。

[0081] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,孔径光阑优选地设置到第二透镜组的像侧。利用这种配置,能够通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的畸变的变化而实现高光学性能。

[0082] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,孔径光阑优选地设置在第二透镜组和第三透镜组之间。利用这种配置,能够通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的畸变的变化而实现高光学性能。

[0083] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,孔径光阑优选地与第三透镜组一体地移动。利用这种配置,通过第三透镜组的离轴光线的高度变化能够受到抑制,并且彗差、场曲和像散的变化能够受到抑制,从而能够实现高光学性能。

[0084] 而且,根据本发明的光学设备的特征在于包括上述变焦镜头系统。利用这种配置,实现具有足够高的光学性能的光学设备成为可能。

[0085] 而且,根据本发明的、用于制造变焦镜头系统的方法是用于制造这样一种变焦镜头系统的方法,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组,该方法包括以下步骤:

[0086] 设置第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组和第五透镜组,从而在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变;并且

[0087] 满足以下条件表达式(1):

[0088] $6.500 < f1 / (-f2) < 10.000$ (1)

[0089] 其中f1表示第一透镜组的焦距,并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0090] 利用用于制造变焦镜头系统的这种方法,制造具有足够高的光学性能的变焦镜头系统成为可能。

[0091] 然后,解释了根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统,和配备该变焦镜头系统的光学设备。

[0092] 首先,解释了根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统。根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组。在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,由此实现能够变焦并且抑制在变焦时产生的畸变的变化变化的光学系统。而且,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变,由此确保高变焦比并且通过抑制畸变的变化而实现高光学性能。

[0093] 而且,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动。利用这种配置,通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时的像散的变化而实现高光学性能成为可能。

[0094] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(1)得以满足:

[0095] $6.500 < f1 / (-f2) < 10.000$ (1)

[0096] 其中f1表示第一透镜组的焦距,并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0097] 条件表达式(1)限定第一透镜组的焦距相对于第二透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过在确保足够变焦比的情况下在从广角端状态到远摄端状态变焦时抑制像差的变化而在全部变化范围之上实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(1),从而省略了重复的解释。

[0098] 在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在第一透镜组和第二透镜组中的至少一个光学表面施加有抗反射涂层,并且该抗反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个层。利用这种配置,根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统使得进一步抑制由从光学表面反射的、来自物体的光线产生的幻像和耀斑成为可能,由此实现优良的光学性能。

[0099] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,抗反射涂层是多层膜,并且通过湿法过程形成的层优选地是在构成多层膜的层中的最外层。利用这种配置,因为相对于空气的折射率差异能够是较小的,所以光的反射能够是较小的,从而幻像和耀斑能够进一步受到抑制。

[0100] 在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,当通过湿法过程形成的层在d线处的折射率由nd表示时,折射率nd优选地是1.30或者更低。利用这种配置,因为相对于空气的折射率差异能够是较小的,所以光的反射能够是较小的,从而幻像和耀斑能够进一步受到抑制。

[0101] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面优选地是从孔径光阑看到的凹形透镜表面。在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从孔径光阑看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0102] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从孔径光阑看到的凹形透镜表面优选地是像侧透镜表面。在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从孔径光阑看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0103] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从孔径光阑看到的凹形透镜表面优选地是物体侧透镜表面。在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从孔径光阑看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0104] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面优选地是从物体看到的凹形透镜表面。在第一透镜组和第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从物体看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0105] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从物体看到的凹形表面优选地是从第一透镜组中的最物体侧透镜的像侧第二透镜的像侧透镜表面。在第一透镜组中的光学表面中,因为易于在从物体看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0106] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从物体看到的凹形表面优选地是从第二透镜组中的最物体侧透镜的像侧第二透镜的物体侧透镜表面。在第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从物体看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0107] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从物体看到的凹形表面优选地是从第二透镜组中的最物体侧透镜的像侧第三透镜的像侧透镜表面。在第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从物体看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0108] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在其上施加抗反射涂层的、在第一透镜组和第二透镜组中从物体看到的凹形表面优选地是从第二透镜组中的最物体侧透镜的像侧第四透镜的物体侧透镜表面。在第二透镜组中的光学表面中,因为易于在从物体看到的凹形透镜表面上产生反射光线,所以通过在这种光学表面上施加抗反射涂层,幻像和耀斑能够有效地受到抑制。

[0109] 而且,在根据本实施例的、从另一个观点的变焦镜头系统中,还可以通过干法过程等形成抗反射涂层,而不限于湿法过程。在这种情况下,优选的是抗反射涂层包含折射率等于1.30或者更低的至少一个层。以此方式,通过基于干法过程等形成抗反射涂层,能够获得与在使用湿法过程的情形中相同的效果。在此情形中,折射率等于1.30或者更低的层优选地是在构成多层膜的层中的最外层。

[0110] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(2)优选地得以满足:

$$[0111] \quad 0.500 < f_3 / (-f_4) < 1.300 \quad (2)$$

[0112] 其中 f_3 表示第三透镜组的焦距,并且 f_4 表示第四透镜组的焦距。

[0113] 条件表达式(2)限定第三透镜组的焦距和第四透镜组的焦距的适当范围,并且是用于在全部变焦范围之上实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(2),从而省略了重复的解释。

[0114] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(3)优选地得以满足:

$$[0115] \quad 3.900 < f_1 / f_w < 11.000 \quad (3)$$

[0116] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_w 表示在广角端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0117] 条件表达式(3)限定第一透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的离轴像差的变化而实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(3),从而省略了重复的解释。

[0118] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(4)优选地得以满足:

$$[0119] \quad 0.280 < f_1 / f_t < 0.520 \quad (4)$$

[0120] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0121] 条件表达式(4)限定第一透镜组的焦距的适当范围,并且是用于通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的像差的变化而实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(4),从而省略了重复的解释。

[0122] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(5)优选地得以满足:

$$[0123] \quad 0.0300 < (-f_2) / f_t < 0.0700 \quad (5)$$

[0124] 其中 f_2 表示第二透镜组的焦距,并且 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距。

[0125] 条件表达式(5)是用于通过校正在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的像差的变化、以及抑制在第二透镜组中产生的像差的变化而实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(5),从而省略了重复的解释。

[0126] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,以下条件表达式(6)优选地得以满足:

$$[0127] \quad 0.050 < f_3 / f_t < 0.150 \quad (6)$$

[0128] 其中 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头系统的焦距,并且 f_3 表示第三透镜组的焦距。

[0129] 条件表达式(6)是用于通过校正从广角端状态到远摄端状态变焦时在第一透镜组中产生的像差的变化、以及抑制在第三透镜组中产生的像差的变化而实现高光学性能。然而,以上已经解释了条件表达式(6),从而省略了重复的解释。

[0130] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,第一透镜组优选地在从广角端状态到远摄端状态变焦时相对于像平面向物体侧移动。利用这种配置,能够使得第一透镜组的折射光焦度是较弱的,从而通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的像散的变化而实现高光学性能成为可能。

[0131] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,优选的是在从广角端状态到远摄端状态变焦时在第三透镜组和第四透镜组之间的距离增加,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离减小。利用这种配置,在远摄端状态中第三到第五透镜组的组合主点的位置能够在广角端状态中第三到第五透镜组的组合主点的位置朝向物体侧移动,从而能够有效地执行变焦。相应地,每一个透镜组的折射光焦度或者移动量能够以适当的大小受到抑制,从而能够实现高光学性能。

[0132] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第三透镜组和第五透镜组优选地相对于像平面一体地移动。利用这种配置,一体地构造第三透镜组和第五透镜组成为可能,从而由于制造误差产生的、在第三透镜组和第五透镜组之间的相互偏心量能够受到抑制,从而在第三透镜组和第五透镜组之间产生的偏心彗差的产生能够受到抑制。而且,能够通过抑制在变焦时的像散的变化而实现高光学性能。

[0133] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,孔径光阑优选地设置到第二透镜组的像侧。利用这种配置,能够通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的畸变的变化而实现高光学性能。

[0134] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,孔径光阑优选地设置在第二透镜组和第三透镜组之间。利用这种配置,能够通过抑制在从广角端状态到远摄端状态变焦时产生的畸变的变化而实现高光学性能。

[0135] 而且,在根据本发明的、从另一个观点的变焦镜头系统中,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,孔径光阑优选地与第三透镜组一体地移动。利用这种配置,通过第三透镜组的离轴光线的高度变化能够受到抑制,并且彗差、场曲和像散的变化能够受到抑制,从而能够实现高光学性能。

[0136] 而且,根据本发明的、从另一个观点的、光学设备的特征在于包括上述变焦镜头系统。利用这种配置,实现具有足够高的光学性能的光学设备成为可能。

[0137] 而且,根据本发明的、从另一个观点的、用于制造变焦镜头系统的方法是用于制造这样一种变焦镜头系统的方法,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组,该方法包括以下步骤:

[0138] 在第一透镜组和第二透镜组中的至少一个光学表面上施加抗反射涂层,并且该抗

反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个层；

[0139] 设置第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组和第五透镜组，从而在从广角端状态到远摄端状态变焦时，第一透镜组相对于像平面移动，在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加，在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小，在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变，并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变；并且

[0140] 满足以下条件表达式(1)：

$$[0141] \quad 6.500 < f1 / (-f2) < 10.000 \quad (1)$$

[0142] 其中f1表示第一透镜组的焦距，并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0143] 利用从另一个观点的、用于制造变焦镜头系统的这种方法，制造具有足够高的光学性能的变焦镜头系统成为可能。

[0144] (数值实例)

[0145] 在下面参考附图解释了根据本发明的变焦镜头系统的每一个数值实例。

[0146] <实例1>

[0147] 图1是示出根据本发明的实例1的变焦镜头系统的镜头配置的截面视图。

[0148] 如在图1中所示，根据本发明的实例1的变焦镜头系统ZL1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：具有正折射光焦度的第一透镜组G1、具有负折射光焦度的第二透镜组G2、具有正折射光焦度的第三透镜组G3、具有负折射光焦度的第四透镜组G4，和具有正折射光焦度的第五透镜组G5。

[0149] 在根据实例1的变焦镜头系统ZL1中，在从广角端状态W到远摄端状态T变焦时，在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的距离增加，在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的距离减小，在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的距离增加，并且在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的距离减小。而且，相对于像平面I，第一透镜组G1单调地向物体侧移动，第二透镜组G2向物体侧，第三透镜组G3、第四透镜组G4和第五透镜组G5单调地向物体侧移动。而且，第三透镜组G3和第五透镜组G5相对于像平面I一体地移动。

[0150] 孔径光阑S设置到第三透镜组G3的最物体侧并且被与第三透镜组G3整体地(integrally)构造，该第三透镜组G3设置到第二透镜组G2的像侧。

[0151] 第一透镜组G1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L11与双凸正透镜L12胶合而构造的胶合透镜，和双凸正透镜L13。

[0152] 第二透镜组G2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L21、双凹负透镜L22、双凸正透镜L23，和由双凹负透镜L24与双凸正透镜L25胶合而构造的胶合透镜。设置到第二透镜组G2的最物体侧的负弯月形透镜L21是复合型非球面透镜，其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0153] 第三透镜组G3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：双凸正透镜L31、双凸正透镜L32，和由双凸正透镜L33与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L34胶合而构造的胶合透镜。

[0154] 第四透镜组G4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：由双凹负透镜L41与具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L42胶合而构造的胶合透镜，和具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L43。设置到第四透镜组G4的最物体侧的双凹负透镜L41是玻璃模制型非球面透镜，其物体侧透镜表面形成为非球面。

[0155] 第五透镜组G5沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凹形表面的正弯月形透镜L51、双凸正透镜L52,和由双凹负透镜L53与双凸正透镜L54胶合而构造的胶合透镜。设置到第五透镜组G5的最物体侧的正弯月形透镜L51是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。从透镜L54发出的光线在像平面I上形成像。

[0156] 在根据实例1的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL1中,在以后解释的抗反射涂层被施加到第二透镜组G2中的负弯月形透镜L21的像侧透镜表面(表面编号8)和第二透镜组G2中的双凹负透镜L22的物体侧透镜表面(表面编号9)。

[0157] 在表格1中列出了与根据实例1的变焦镜头系统ZL1相关联的各种值。

[0158] 在(规格)中, f 表示变焦镜头系统的焦距, $FN0$ 表示 f 数, ω 表示半视角(单位:度), Y 表示像高, TL 表示是在无穷远物体上聚焦时在第一透镜组G1的最物体侧透镜表面和像平面I之间的距离的镜头全长, W 表示广角端状态, M 表示中间焦距状态,并且 T 表示远摄端状态。

[0159] 在(透镜表面数据)中,最左列“ m ”示出按照从物体侧的次序起算的透镜表面编号,第二列“ r ”示出透镜表面的曲率半径,第三列“ d ”示出到下一个表面的距离,第四列“ nd ”示出在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)处的折射率,并且第五列“ vd ”示出在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)处的阿贝数。而且,“OP”表示物体平面,并且“ I ”表示像平面。在第二列“ r ”中, $r=\infty$ 代表平表面。在第五列“ nd ”中,省略了空气的折射率 $nd=1.000000$ 。通过将“*”附于透镜表面编号的左侧表达非球面,并且在第二列“ r ”中示出近轴曲率半径。

[0160] 在(非球面数据)中,非球面由以下表达式表示:

$$[0161] \quad X = (h^2/r) / [1 + \{1 - \kappa \times (h^2/r^2)\}^{1/2}] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6 + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10}$$

[0162] 其中“ h ”表示距光轴的竖直高度, x 表示从非球面的顶点处的切面到距光轴竖直高度 h 处的非球面的沿着光轴的距离, r 表示基准球体的曲率半径(近轴曲率半径), κ 表示锥形系数(conical coefficient),并且 A_n 表示 n 阶非球面系数。

[0163] 在(非球面数据)中,“ $E-n$ ”表示“ $\times 10^{-n}$ ”,其中“ n ”是整数,并且例如“ $1.234E-05$ ”表示“ 1.234×10^{-5} ”。

[0164] 在(可变距离)中,示出了对于焦距、可变距离和孔径光阑 S 的直径 ϕ 的值。

[0165] 在(透镜组数据)中,示出了每一个透镜组的开始表面编号“ ST ”和焦距。

[0166] 在(对于条件表达式的值)中,示出了用于各个条件表达式的值。

[0167] 在对于表格1所示各种值的各个表格中,“ mm ”通常地用于诸如焦距、曲率半径和到下一个透镜表面的距离的长度单位。然而,因为能够利用成比例地放大或者减少其尺寸的光学系统获得类似的光学性能,所以该单位并不一定被限制为“ mm ”,并且能够使用任何其它适合的单位。

[0168] 参考符号的解释在其它实例中是相同的。

[0169] 表格1

[0170] (规格)

	W	M	T
f=	18.56080	104.15546	291.57422
[0171] FNO=	3.60	5.60	5.87
2 ω =	77.91	14.91	5.42
Y=	14.20	14.20	14.20
TL=	163.29692	225.59510	252.97281
[0172] (透镜表面数据)			

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1)	205.09180	2.00000	1.882997	40.76
	2)	67.52420	9.07190	1.456000	91.20
	3)	-361.42710	0.10000		
	4)	70.10040	6.86700	1.603001	65.46
	5)	-2470.83790	(D5)		
	*6)	84.76870	0.15000	1.553890	38.09
	7)	73.93750	1.20000	1.834807	42.72
	8)	17.03670	6.46970		
	9)	-49.48220	1.00000	1.816000	46.62
	10)	52.14060	0.15000		
	11)	31.61490	5.45080	1.761820	26.56
	12)	-44.44820	1.19350		
[0173]	13)	-25.13580	1.00000	1.816000	46.62
	14)	64.50360	2.42190	1.808090	22.79
	15)	-166.54310	(D15)		
	16)	∞	1.00000	孔径光阑 S	
	17)	63.10220	3.49130	1.593190	67.87
	18)	-50.22150	0.10000		
	19)	58.68260	2.72200	1.487490	70.41
	20)	-121.43450	0.10000		
	21)	48.64320	4.10420	1.487490	70.41
	22)	-34.50080	1.00000	1.808090	22.79
	23)	-205.15990	(D23)		
	*24)	-66.96860	1.00000	1.693501	53.20
	25)	26.57120	2.15810	1.761820	26.56
	26)	63.33840	4.78730		
	27)	-24.70410	1.00000	1.729157	54.66

	28)	-74.86360	(D28)		
	*29)	-569.79420	3.96090	1.589130	61.16
	30)	-23.53500	0.10000		
	31)	37.14850	5.00600	1.487490	70.41
[0174]	32)	-45.19690	1.71640		
	33)	-107.03630	1.00000	1.882997	40.76
	34)	23.36210	4.50160	1.548141	45.79
	35)	-637.55850	(BF)		
	I		∞		
[0175]	(非球面数据)				
[0176]	表面编号:6				
	κ =	1.0000			
	A4=	3.61880E-06			
[0177]	A6=	-6.10680E-09			
	A8=	-4.67380E-12			
	A10=	5.77660E-14			
[0178]	表面编号:24				
	κ =	1.0000			
	A4=	3.81940E-06			
[0179]	A6=	-1.72450E-09			
	A8=	0.00000E+00			
	A10=	0.00000E+00			
[0180]	表面编号:29				
	κ =	1.0000			
	A4=	-1.63630E-05			
[0181]	A6=	8.94380E-09			
	A8=	-2.98150E-11			
	A10=	2.87630E-14			
[0182]	(可变距离)				
[0183]		W	M	T	

	f=	18.56080	104.15546	291.57422
	D5=	2.14670	55.86030	80.53690
	D15=	34.33830	11.46250	2.00000
[0184]	D23=	3.38750	10.66930	11.83690
	D28=	9.44940	2.16760	1.00000
	BF=	39.15242	70.61280	82.77641
	φ =	16.20	18.00	19.90
[0185]	(透镜组数据)			
	透镜组	ST	焦距	
	G1	1	122.10406	
[0186]	G2	6	-15.86654	
	G3	16	26.56694	
	G4	24	-24.00147	
	G5	29	33.81791	
[0187]	(对于条件表达式的值)			
	(1)f1/(-f2)=	7.696		
	(2)f3/(-f4)=	1.107		
[0188]	(3)f1/fw=	6.579		
	(4)f1/ft=	0.419		
	(5)(-f2)/ft=	0.0544		
	(6)f3/ft=	0.0911		

[0189] 图2A、2B和2C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例1的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图2A示出在广角端状态中的曲线图,图2B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图2C示出在远摄端状态中的曲线图。

[0190] 在示出像差的曲线图中,FNO表示f数,并且A表示半视角(单位:度)。在曲线图中,“d”表示在d线(587.6nm)处的像差曲线,并且“g”表示在g线(435.8nm)处的像差曲线,并且不带任何注释的像差曲线示出在d线处的像差曲线。在示出像散的曲线图中,实线指示弧矢像平面,并且虚线指示子午像平面。在示出彗差的曲线图中,示出在d线和g线处的半视角的每一个子午彗差。参考符号的解释在其它实例中是相同的。

[0191] 如根据各种曲线图显而易见的,由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正,根据实例1的变焦镜头系统ZL1示出极好的光学性能。

[0192] 如在图3中所示,当来自物体的光线BM在从另一个观点的变焦镜头系统上入射时,光线BM的一部分被双凹负透镜L22的物体侧透镜表面(其表面编号是9的第一幻像产生表

面)反射,并且反射光线再次被负弯月形透镜L21的像侧透镜表面(其表面编号是8的第二幻像产生表面)反射以到达像平面I并且产生幻像。附加地,第一幻像产生表面9是从物体看到的凹形表面,并且第二幻像产生表面8是从孔径光阑S看到的凹形表面。通过向这种透镜表面施加在以后解释的、对应于宽波长范围和宽入射角的抗反射涂层,有效地抑制幻像和耀斑成为可能。

[0193] <实例2>

[0194] 图4是示出根据本发明的实例2的变焦镜头系统ZL2的镜头配置的截面视图。

[0195] 如在图4中所示,根据本发明的实例2的变焦镜头系统ZL2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有正折射光焦度的第一透镜组G1、具有负折射光焦度的第二透镜组G2、具有正折射光焦度的第三透镜组G3、具有负折射光焦度的第四透镜组G4,和具有正折射光焦度的第五透镜组G5。

[0196] 在根据实例2的变焦镜头系统ZL2中,在从广角端状态W到远摄端状态T变焦时,在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的距离增加,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的距离减小,在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的距离增加,并且在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的距离减小。而且,相对于像平面I,第一透镜组G1单调地向物体侧移动,第二透镜组G2向物体侧,第三透镜组G3、第四透镜组G4和第五透镜组G5单调地向物体侧移动。而且,第三透镜组G3和第五透镜组G5相对于像平面I一体地移动。

[0197] 孔径光阑S设置到第三透镜组G3的最物体侧并且被与第三透镜组G3整体地构造,该第三透镜组G3设置到第二透镜组G2的像侧。

[0198] 第一透镜组G1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L11与双凸正透镜L12胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L13。

[0199] 第二透镜组G2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L21、双凹负透镜L22、双凸正透镜L23,和由双凹负透镜L24与双凸正透镜L25胶合而构造的胶合透镜。设置到第二透镜组G2的最物体侧的负弯月形透镜L21是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0200] 第三透镜组G3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L31、双凸正透镜L32,和由双凸正透镜L33与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L34胶合而构造的胶合透镜。

[0201] 第四透镜组G4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由双凹负透镜L41与具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L42胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L43。设置到第四透镜组G4的最物体侧的双凹负透镜L41是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0202] 第五透镜组G5沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凹形表面的正弯月形透镜L51、双凸正透镜L52,和由双凹负透镜L53与双凸正透镜L54胶合而构造的胶合透镜。设置到第五透镜组G5的最物体侧的正弯月形透镜L51是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。从透镜L54发出的光线在像平面I上形成像。

[0203] 在根据实例2的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL2中,在以后解释的抗反射涂层被施加到第一透镜组G1中的正弯月形透镜L13的物体侧透镜表面(表面编号4)和第二透镜

组G2中的双凸正透镜L23的像侧透镜表面(表面编号12)。

[0204] 在表格2中列出了与根据实例2的变焦镜头系统ZL2相关联的各种值。

[0205] 表格2

[0206] (规格)

	W	M	T
f=	18.52363	104.52143	291.21725
FNO=	3.61	5.69	5.90
2 ω =	77.78	14.84	5.42
Y=	14.20	14.20	14.20
TL=	164.74420	225.48860	251.39424

[0208] (透镜表面数据)

	m	r	d	nd	vd
OP		∞			
[0209] 1)	186.59960	2.20000	1.834000	37.17	
2)	69.08900	8.80000	1.497820	82.56	
3)	-494.44545	0.10000			

	4)	73.40222	6.45000	1.593190	67.87
	5)	2016.71160	(D5)		
	*6)	84.85000	0.10000	1.553890	38.09
	7)	74.02192	1.20000	1.834810	42.72
	8)	17.09747	6.95000		
	9)	-37.97970	1.00000	1.816000	46.63
	10)	77.67127	0.15000		
	11)	36.26557	5.30000	1.784720	25.68
	12)	-36.26557	0.80000		
	13)	-25.69642	1.00000	1.816000	46.63
	14)	66.08300	2.05000	1.808090	22.79
	15)	-666.70366	(D15)		
	16)	∞	1.00000		孔径光阑 S
	17)	68.30727	3.40000	1.593190	67.87
[0210]	18)	-47.99596	0.10000		
	19)	68.52367	2.45000	1.487490	70.45
	20)	-136.98392	0.10000		
	21)	46.52671	4.20000	1.487490	70.45
	22)	-36.16400	1.00000	1.808090	22.79
	23)	-202.95328	(D23)		
	*24)	-55.09840	0.20000	1.553890	38.09
	25)	-57.24715	0.90000	1.696800	55.52
	26)	28.15100	2.15000	1.728250	28.46
	27)	87.70856	4.35000		
	28)	-26.69877	1.00000	1.729160	54.66
	29)	-76.47707	(D29)		
	*30)	-333.89500	4.65000	1.589130	61.18
	31)	-24.64395	0.10000		
	32)	31.19625	5.85000	1.487490	70.45
	33)	-43.38887	1.45000		

	34)	-109.71645	1.00000	1.883000	40.77
[0211]	35)	20.29920	5.30000	1.548140	45.79
	36)	-808.81321	(BF)		
	I	∞			
[0212]	(非球面数据)				
[0213]	表面编号:6				
	κ =	1.0000			
	A4=	3.13350E-06			
[0214]	A6=	4.73080E-10			
	A8=	-3.40500E-11			
	A10=	1.16620E-13			
[0215]	表面编号:24				
	κ =	1.0000			
	A4=	5.24030E-06			
[0216]	A6=	-2.00730E-09			
	A8=	0.00000E+00			
	A10=	0.00000E+00			
[0217]	表面编号:30				
	κ =	1.0000			
	A4=	-1.54020E-05			
[0218]	A6=	1.69500E-09			
	A8=	1.34490E-11			
	A10=	-2.07220E-13			
[0219]	(可变距离)				
		W	M	T	
	f=	18.52363	104.52143	291.21725	
[0220]	D5=	2.15700	53.25650	76.94960	
	D15=	33.80140	11.31350	2.00000	
	D23=	3.45650	11.60170	13.04330	
	D29=	10.58680	2.44160	1.00000	
	BF=	39.44250	71.57530	83.10134	
[0221]	φ =	15.80	17.50	19.60	

[0222]	(透镜组数据)		
	透镜组	ST	焦距
	G1	1	118.96910
	G2	6	-15.62542
[0223]	G3	16	27.17463
	G4	24	-25.41506
	G5	30	34.39022
[0224]	(对于条件表达式的值)		
	(1) $f1/(-f2)=$	7.614	
	(2) $f3/(-f4)=$	1.069	
	(3) $f1/fw=$	6.423	
[0225]	(4) $f1/ft=$	0.409	
	(5) $(-f2)/ft=$	0.0537	
	(6) $f3/ft=$	0.0933	

[0226] 图5A、5B和5C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例2的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图5A示出在广角端状态中的曲线图,图5B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图5C示出在远摄端状态中的曲线图。

[0227] 如根据各种曲线图显而易见的,由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正,根据实例2的变焦镜头系统ZL2示出极好的光学性能。

[0228] <实例3>

[0229] 图6是示出根据本发明的实例3的变焦镜头系统ZL3的镜头配置的截面视图。

[0230] 如在图6中所示,根据本发明的实例3的变焦镜头系统ZL3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有正折射光焦度的第一透镜组G1、具有负折射光焦度的第二透镜组G2、具有正折射光焦度的第三透镜组G3、具有负折射光焦度的第四透镜组G4,和具有正折射光焦度的第五透镜组G5。

[0231] 在根据实例3的变焦镜头系统ZL3中,在从广角端状态W到远摄端状态T变焦时,在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的距离增加,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的距离减小,在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的距离增加,并且在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的距离减小。而且,相对于像平面I,第一透镜组G1单调地向物体侧移动,第二透镜组G2向物体侧,并且第三透镜组G3、第四透镜组G4和第五透镜组G5单调地向物体侧移动。

[0232] 孔径光阑S设置到第三透镜组G3的最物体侧并且被与第三透镜组G3整体地构造,该第三透镜组G3设置到第二透镜组G2的像侧。

[0233] 第一透镜组G1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L11与双凸正透镜L12胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L13。

[0234] 第二透镜组G2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凸形

表面的负弯月形透镜L21、双凹负透镜L22、双凸正透镜L23,和由双凹负透镜L24与双凸正透镜L25胶合而构造的胶合透镜。设置到第二透镜组G2的最物体侧的负弯月形透镜L21是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0235] 第三透镜组G3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L31、双凸正透镜L32,和由双凸正透镜L33与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L34胶合而构造的胶合透镜。

[0236] 第四透镜组G4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由双凹负透镜L41与具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L42胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L43。设置到第四透镜组G4的最物体侧的双凹负透镜L41是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0237] 第五透镜组G5沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L51、双凸正透镜L52,和由双凹负透镜L53与双凸正透镜L54胶合而构造的胶合透镜。设置到第五透镜组G5的最物体侧的双凸正透镜L51是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。从透镜L54发出的光线在像平面I上形成像。

[0238] 在根据实例3的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL3中,在以后解释的抗反射涂层被施加到第一透镜组G1中的双凸正透镜L12的像侧透镜表面(表面编号3)和第二透镜组G2中的双凸正透镜L23的像侧透镜表面(表面编号12)。

[0239] 在表格3中列出了与根据实例3的变焦镜头系统ZL3相关联的各种值。

[0240] 表格3

[0241] (规格)

	W	M	T
f=	18.56060	104.65150	291.42454
FNO=	3.58	5.62	5.81
[0242] 2 ω =	77.60	14.88	5.44
Y=	14.20	14.20	14.20
TL=	164.76435	225.28899	251.61470

[0243] (透镜表面数据)

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1)	175.60560	2.20000	1.834000	37.16
	2)	67.43020	8.80000	1.497820	82.52
	3)	-587.78480	0.10000		
	4)	72.27100	6.45000	1.593190	67.87
	5)	1826.13880	(D5)		
	*6)	84.76870	0.10000	1.553890	38.09
	7)	73.93750	1.20000	1.834807	42.72
	8)	17.18730	6.95000		
	9)	-36.98220	1.00000	1.816000	46.62
	10)	77.92630	0.15000		
	11)	36.63460	5.30000	1.784723	25.68
	12)	-36.63460	0.80000		
[0244]	13)	-26.19910	1.00000	1.816000	46.62
	14)	63.73960	2.05000	1.808090	22.79
	15)	-643.27060	(D15)		
	16)	∞	1.00000	孔径光阑 S	
	17)	65.83650	3.40000	1.593190	67.87
	18)	-50.15460	0.10000		
	19)	65.68170	2.45000	1.487490	70.41
	20)	-154.97430	0.10000		
	21)	46.73330	4.20000	1.487490	70.41
	22)	-35.78330	1.00000	1.808090	22.79
	23)	-191.93180	(D23)		
	*24)	-57.29660	0.20000	1.553890	38.09
	25)	-59.72500	0.90000	1.696797	55.52
	26)	28.51000	2.15000	1.728250	28.46
	27)	91.99760	4.14020		
	28)	-32.89540	1.00000	1.729157	54.66

	29)	-144.33150	(D29)		
	*30)	6427.19190	4.65000	1.589130	61.18
	31)	-27.38180	0.10000		
	32)	31.47760	5.85000	1.487490	70.41
[0245]	33)	-43.75390	1.45000		
	34)	-113.58970	1.00000	1.882997	40.76
	35)	20.34810	5.30000	1.548141	45.79
	36)	-709.14530	(BF)		

I ∞

[0246] (非球面数据)

[0247] 表面编号:6

$\kappa=$ 1.0000

A4= 2.88220E-06

[0248] A6= -2.29350E-11

A8= -2.35280E-11

A10= 9.21570E-14

[0249] 表面编号:24

$\kappa=$ 1.0000

A4= 4.32780E-06

[0250] A6= 1.88460E-09

A8= 0.00000E+00

A10= 0.00000E+00

[0251] 表面编号:30

$\kappa=$ 1.0000

A4= -1.36170E-05

[0252] A6= -3.55860E-10

A8= 1.83080E-11

A10= -1.86790E-13

[0253] (可变距离)

[0254] W M T

	$f=$	18.56060	104.65150	291.42454
	$D5=$	2.15700	53.01000	76.25220
	$D15=$	33.36360	11.30360	2.00000
[0255]	$D23=$	3.46820	9.64300	9.62460
	$D29=$	11.83830	2.66290	1.00000
	$BF=$	38.84705	73.57929	86.64770
	$\varphi=$	15.80	17.50	19.60
[0256]	(透镜组数据)			
	透镜组	ST	焦距	
	G1	1	117.72937	
[0257]	G2	6	-15.60945	
	G3	16	27.35473	
	G4	24	-26.50041	
	G5	30	35.20423	
[0258]	(对于条件表达式的值)			
	(1) $f1/(-f2)=$	7.542		
	(2) $f3/(-f4)=$	1.032		
[0259]	(3) $f1/fw=$	6.343		
	(4) $f1/ft=$	0.404		
	(5) $(-f2)/ft=$	0.0536		
	(6) $f3/ft=$	0.0939		

[0260] 图7A、7B和7C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例3的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图7A示出在广角端状态中的曲线图,图7B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图7C示出在远摄端状态中的曲线图。

[0261] 如根据各种曲线图显而易见的,由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正,根据实例3的变焦镜头系统ZL3示出极好的光学性能。

[0262] <实例4>

[0263] 图8是示出根据本发明的实例4的变焦镜头系统ZL4的镜头配置的截面视图。

[0264] 如在图8中所示,根据本发明的实例4的变焦镜头系统ZL4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有正折射光焦度的第一透镜组G1、具有负折射光焦度的第二透镜组G2、具有正折射光焦度的第三透镜组G3、具有负折射光焦度的第四透镜组G4,和具有正折射光焦度的第五透镜组G5。

[0265] 在根据实例4的变焦镜头系统ZL4中,在从广角端状态W到远摄端状态T变焦时,在

第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的距离增加,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的距离减小,在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的距离增加,并且在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的距离减小。而且,相对于像平面I,第一透镜组G1单调地向物体侧移动,第二透镜组G2首先向物体侧并且然后向像侧移动,并且第三透镜组G3、第四透镜组G4和第五透镜组G5单调地向物体侧移动。

[0266] 孔径光阑S设置到第三透镜组G3的最物体侧并且被与第三透镜组G3整体地构造,该第三透镜组G3设置到第二透镜组G2的像侧。

[0267] 第一透镜组G1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L11与双凸正透镜L12胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L13。

[0268] 第二透镜组G2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L21、双凹负透镜L22、双凸正透镜L23,和由双凹负透镜L24与双凸正透镜L25胶合而构造的胶合透镜。设置到第二透镜组G2的最物体侧的负弯月形透镜L21是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0269] 第三透镜组G3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L31、双凸正透镜L32,和由双凸正透镜L33与双凹负透镜L34胶合而构造的胶合透镜。

[0270] 第四透镜组G4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由双凹负透镜L41与具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L42胶合而构造的胶合透镜,和双凹负透镜L43。设置到第四透镜组G4的最物体侧的双凹负透镜L41是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。

[0271] 第五透镜组G5沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L51、双凸正透镜L52,和由双凹负透镜L53与双凸正透镜L54胶合而构造的胶合透镜。设置到第五透镜组G5的最物体侧的双凸正透镜L51是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。从透镜L54发出的光线在像平面I上形成像。

[0272] 在根据实例4的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL4中,在以后解释的抗反射涂层被施加到第二透镜组G2中的负弯月形透镜L21的像侧透镜表面(表面编号8)和第二透镜组G2中的双凹负透镜L22的物体侧透镜表面(表面编号9)。

[0273] 在表格4中列出了与根据实例4的变焦镜头系统ZL4相关联的各种值。

[0274] 表格4

[0275] (规格)

[0276]	W	M	T
f=	18.53990	104.99890	290.97220
FNO=	3.63	6.53	5.76
[0277] 2 ω =	78.03	15.12	5.50
Y=	14.20	14.20	14.20
TL=	148.47975	223.45498	243.47962

[0278] (透镜表面数据)

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1)	123.68736	2.00000	1.850260	32.35
	2)	64.01149	7.49242	1.497820	82.52
	3)	-654.50843	0.10000		
	4)	62.71606	5.56614	1.593190	67.87
	5)	338.21690	(D5)		
	*6)	86.10262	0.15000	1.553890	38.09
	7)	74.17416	1.00000	1.834807	42.72
	8)	14.60671	5.86842		
	9)	-35.84059	1.00000	1.816000	46.62
[0279]	10)	56.14027	0.10000		
	11)	30.62237	4.14127	1.761820	26.56
	12)	-34.27482	1.04557		
	13)	-21.10387	1.00000	1.816000	46.62
	14)	52.82811	2.37319	1.808090	22.79
	15)	-175.58495	(D15)		
	16)	∞	1.00000	孔径光阑 S	
	17)	47.13420	3.04638	1.593190	67.87
	18)	-88.12740	0.10000		
	19)	45.40089	2.99049	1.487490	70.41
	20)	-120.66845	0.10000		
	21)	34.57498	3.89524	1.487490	70.41
	23)	223.90298	(D23)		

	*24)	-73.73632	1.00000	1.693501	53.20
	25)	28.67060	2.32916	1.761820	26.56
	26)	74.43881	3.83682		
	27)	-142.03529	1.00000	1.729157	54.66
	28)	611.00711	(D28)		
	*29)	180.26856	2.01608	1.589130	61.16
[0280]	30)	-89.35755	0.10000		
	31)	38.35930	4.60054	1.487490	70.41
	32)	-37.06377	0.10000		
	33)	-77.14520	1.00000	1.882997	40.76
	34)	26.69112	4.67728	1.548141	45.79
	35)	-63.34628	(BF)		
	I	∞			
[0281]	(非球面数据)				
[0282]	表面编号:6				
	$\kappa=$	1.0000			
	A4=	8.23380E-06			
[0283]	A6=	-7.61930E-09			
	A8=	-1.62910E-11			
	A10=	3.10500E-13			
[0284]	表面编号:24				
	$\kappa=$	1.0000			
	A4=	2.55060E-06			
[0285]	A6=	8.47220E-09			
	A8=	0.00000E+00			
	A10=	0.00000E+00			
[0286]	表面编号:29				
	$\kappa=$	1.0000			
[0287]	A4=	-1.75960E-05			
	A6=	2.57870E-09			

[0288]	A8=	-1.64390E-10		
	A10=	4.18260E-13		
[0289]	(可变距离)			
		W	M	T
	f=	18.53990	104.99890	290.97220
	D5=	2.10000	42.81506	66.17464
[0290]	D15=	29.13697	9.15693	2.00000
	D23=	3.71917	3.41648	2.87636
	D28=	9.89485	2.31118	1.50000
	BF=	38.99975	101.12632	106.29961
	φ =	16.40	16.40	19.40
[0291]	(透镜组数据)			
	透镜组	ST	焦距	
	G1	1	101.82826	
[0292]	G2	6	-12.57853	
	G3	16	26.11926	
	G4	24	-41.23076	
	G5	29	49.44213	
[0293]	(对于条件表达式的值)			
	(1)f1/(-f2)=	8.095		
	(2)f3/(-f4)=	0.633		
[0294]	(3)f1/fw=	5.492		
	(4)f1/ft=	0.350		
	(5)(-f2)/ft=	0.0432		
	(6)f3/ft=	0.0898		

[0295] 图9A、9B和9C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例4的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图9A示出在广角端状态中的曲线图,图9B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图9C示出在远摄端状态中的曲线图。

[0296] 如根据各种曲线图显而易见的,由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正,根据实例4的变焦镜头系统ZL4示出极好的光学性能。

[0297] <实例5>

[0298] 图10是示出根据本发明的实例5的变焦镜头系统ZL5的镜头配置的截面视图。

[0299] 如在图10中所示,根据本发明的实例5的变焦镜头系统ZL5沿着光轴按照从物体侧

的次序由以下构成:具有正折射光焦度的第一透镜组G1、具有负折射光焦度的第二透镜组G2、具有正折射光焦度的第三透镜组G3、具有负折射光焦度的第四透镜组G4、具有正折射光焦度的第五透镜组G5,和具有负折射光焦度的第六透镜组G6。

[0300] 在根据实例5的变焦镜头系统ZL5中,在从广角端状态W到远摄端状态T变焦时,在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的距离增加,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的距离减小,在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的距离增加,在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的距离减小,并且在第五透镜组G5和第六透镜组G6之间的距离增加。而且,相对于像平面I,第一透镜组G1单调地向物体侧移动,第二透镜组G2向物体侧,并且第三透镜组G3、第四透镜组G4、第五透镜组G5和第六透镜组G6单调地向物体侧移动。

[0301] 孔径光阑S设置到第三透镜组G3的最物体侧并且被与第三透镜组G3整体地构造,该第三透镜组G3设置到第二透镜组G2的像侧。

[0302] 第一透镜组G1沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L11与双凸正透镜L12胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L13。

[0303] 第二透镜组G2沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜L21、双凹负透镜L22、双凸正透镜L23,和由双凹负透镜L24与双凸正透镜L25胶合而构造的胶合透镜。设置到第二透镜组G2的最物体侧的负弯月形透镜L21是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0304] 第三透镜组G3沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:双凸正透镜L31、双凸正透镜L32,和由双凸正透镜L33与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L34胶合而构造的胶合透镜。

[0305] 第四透镜组G4沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:由双凹负透镜L41与具有面向物体侧的凸形表面的正弯月形透镜L42胶合而构造的胶合透镜,和具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L43。设置到第四透镜组G4的最物体侧的双凹负透镜L41是复合型非球面透镜,其物体侧透镜表面施加有在其上形成非球面的树脂层。

[0306] 第五透镜组G5沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成:具有面向物体侧的凹形表面的正弯月形透镜L51、双凸正透镜L52,和由双凹负透镜L5与双凸正透镜L54胶合而构造的胶合透镜。设置到第五透镜组G5的最物体侧的正弯月形透镜L51是玻璃模制型非球面透镜,其物体侧透镜表面形成为非球面。

[0307] 第六透镜组G6由具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜L61构成。从透镜L61发出的光线在像平面I上形成像。

[0308] 在根据实例5的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL5中,在以后解释的抗反射涂层被施加到第一透镜组G1中的正弯月形透镜L13的像侧透镜表面(表面编号5)和第二透镜组G2中的双凹负透镜L24的物体侧透镜表面(表面编号13)。

[0309] 在表格5中列出了与根据实例5的变焦镜头系统ZL5相关联的各种值。

[0310] 表格5

[0311] (规格)

	W	M	T		
	f=	18.54304	104.53686	291.20646	
[0312]	FNO=	3.62	5.69	5.89	
	2 ω =	77.71	14.84	5.42	
	Y=	14.20	14.20	14.20	
	TL=	165.55254	226.22585	251.75712	
[0313]	(透镜表面数据)				
	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1)	183.81280	2.20000	1.834000	37.16
	2)	68.69030	8.80000	1.497820	82.52
	3)	-504.73840	0.10000		
	4)	73.06060	6.45000	1.593190	67.87
	5)	2000.32320	(D5)		
	*6)	84.76870	0.10000	1.553890	38.09
[0314]	7)	73.93750	1.20000	1.834807	42.72
	8)	17.06200	6.95000		
	9)	-37.93160	1.00000	1.816000	46.62
	10)	77.23180	0.15000		
	11)	36.29670	5.30000	1.784723	25.68
	12)	-36.29670	0.80000		
	13)	-25.70960	1.00000	1.816000	46.62
	14)	66.95460	2.05000	1.808090	22.79
	15)	-589.98310	(D15)		

	16)	∞	1.00000	孔径光阑 S	
	17)	67.92220	3.40000	1.593190	67.87
	18)	-48.85560	0.10000		
	19)	69.84590	2.45000	1.487490	70.41
	20)	-136.55010	0.10000		
	21)	47.36510	4.20000	1.487490	70.41
	22)	-36.08960	1.00000	1.808090	22.79
	23)	-200.73470	(D23)		
	*24)	-53.53560	0.20000	1.553890	38.09
	25)	-55.64520	0.90000	1.696797	55.52
	26)	28.77750	2.15000	1.728250	28.46
[0315]	27)	94.20020	4.31840		
	28)	-27.43210	1.00000	1.729157	54.66
	29)	-77.96130	(D29)		
	30)	-362.45900	4.65000	1.589130	61.18
	31)	-24.87170	0.10000		
	32)	31.18750	5.85000	1.487490	70.41
	33)	-43.35070	1.45000		
	34)	-109.50450	1.00000	1.882997	40.76
	35)	20.35760	5.30000	1.548141	45.79
	36)	-592.95680	(D36)		
	37)	-685.03610	1.20000	1.487490	70.41
	38)	-1867.91160	(BF)		
	I	∞			
[0316]	(非球面数据)				
[0317]	表面编号:6				
	κ =	1.0000			
[0318]	A4=	3.14000E-06			
	A6=	5.15000E-10			
	A8=	-3.39000E-11			
[0319]	A10=	1.15000E-13			

[0320] 表面编号:24

 $\kappa=$ 1.0000

A4= 5.16000E-06

[0321] A6= -1.44000E-09

A8= 0.00000E+00

A10= 0.00000E+00

[0322] 表面编号:30

 $\kappa=$ 1.0000

A4= -1.53000E-05

[0323] A6= 9.53000E-10

A8= 1.81000E-11

A10= -2.21000E-13

[0324] (可变距离)

W

M

T

f= 18.54304 104.53686 291.20646

D5= 2.15700 53.00860 76.40530

D15= 33.96250 11.43850 2.00000

[0325] D23= 3.47700 11.57560 13.01220

D29= 10.53510 2.43660 1.00000

D36= 1.00000 5.00490 10.10370

BF= 37.95254 66.29325 72.76752

 $\varphi=$ 15.80 17.50 19.60

[0326] (透镜组数据)

透镜组

ST

焦距

G1 1 118.23472

G2 6 -15.62566

[0327] G3 16 27.50442

G4 24 -25.94244

G5 30 34.27114

[0328] G6 37 -2219.77745

[0329] (对于条件表达式的值)

	(1) $f_1/(-f_2)=$	7.567
	(2) $f_3/(-f_4)=$	1.060
	(3) $f_1/f_w=$	6.376
[0330]	(4) $f_1/f_t=$	0.406
	(5) $(-f_2)/f_t=$	0.0537
	(6) $f_3/f_t=$	0.0944

[0331] 图11A、11B和11C是示出在无穷远物体上聚焦时根据实例5的变焦镜头系统的各种像差的曲线图,其中图11A示出在广角端状态中的曲线图,图11B示出在中间焦距状态中的曲线图,并且图11C示出在远摄端状态中的曲线图。

[0332] 如根据各种曲线图显而易见的,由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正,根据实例5的变焦镜头系统ZL5示出极好的光学性能。

[0333] 然后,解释了在根据本申请的、从另一个观点的变焦镜头系统中使用的抗反射涂层(还被称作多层宽带抗反射涂层)。图15是示出在根据本实施例的变焦透镜中使用的抗反射涂层的配置的解释性视图。抗反射涂层101由七个层构成并且在诸如透镜的光学部件102的光学表面上形成。第一层101a利用真空蒸发方法由氧化铝形成。在第一层101a上,形成利用真空蒸发方法由氧化钛和氧化锆的混合物形成的第二层101b。而且,在第二层101b上,形成利用真空蒸发方法由氧化铝形成的第三层101c。而且,在第三层101c上,形成利用真空蒸发方法由氧化钛和氧化锆的混合物形成的第四层101d。进而,在第四层101d上,形成利用真空蒸发方法由氧化铝形成的第五层101e。在第五层101e上,形成利用真空蒸发方法由氧化钛和氧化锆的混合物形成的第六层101f。

[0334] 然后,在以此方式形成的第六层101f上,利用湿法过程形成由二氧化硅和氟化镁的混合物形成的第七层101g,以形成根据本实施例的抗反射涂层101。为了形成第七层101g,使用是一种湿法过程的溶胶-凝胶过程。溶胶-凝胶过程是通过水解缩聚反应将通过将材料混合获取的溶胶转换成不具有任何流动性的凝胶,并且通过热分解该凝胶而获取产品的过程。在制造光学薄膜时,可以通过在光学部件的光学表面之上涂覆光学薄膜的材料溶胶并且将该溶胶干燥固化成凝胶膜而产生该膜。附加地,湿法过程可以包括使用不通过任何凝胶状态获取固态膜的过程,而不限制于溶胶-凝胶过程。

[0335] 以此方式,第一层101a到第六层101f通过是干法过程的电子束蒸发形成,并且随后使用利用氢氟酸/醋酸镁方法制备的溶胶液体而通过湿法过程形成是最上层的第七层101g。首先,利用真空蒸发设备,以这样的次序在膜形成表面(上述光学部件102的光学表面)上形成:成为第一层101a的氧化铝层、成为第二层101b的氧化钛和氧化锆层的混合物、成为第三层101c的氧化铝层、成为第四层101d的氧化钛和氧化锆层的混合物、成为第五层101e的氧化铝层和成为第六层101f的氧化钛和氧化锆层的混合物。然后,在从真空蒸发设备取出之后,利用旋涂方法向光学部件102施加添加有硅醇盐的利用氢氟酸/醋酸镁方法制备的溶胶液体,从而使成为第七层101g的、由二氧化硅和氟化镁的混合物形成的层得以形成。利用氢氟酸/醋酸镁方法制备的化学反应式由表达式(a)示出:

[0336] $2HF+Mg(CH_3COO)_2 \rightarrow MgF_2+2CH_3COOH$ (a)。

[0337] 在混合组分之后,通过利用高压釜 (autoclave) 在140℃下经历高温、高压熟化过程24个小时,使用溶胶液体形成膜。在第七层101g的形成完成之后,光学部件102在大气压力中利用加热处理在160℃下处理1个小时从而得以完成。通过使用这种溶胶凝胶方法,几个纳米到几十个纳米的颗粒通过其间带有空隙地堆积而形成第七层101g。

[0338] 将在下文中通过使用在图16中示出的光谱特性描述包括如此形成的抗反射涂层101的光学部件的光学性能。

[0339] 在以下表格6中示出的条件下形成包括根据本实施例的抗反射涂层的光学部件(透镜)。在这里,表格6示出在如此条件下获得的抗反射涂层101的层101a(第一层)到101g(第七层)的各个光学膜厚度,其中 λ 表示基准波长并且基板(光学部件)的折射率设定为1.62、1.74和1.85。注意表格6示出表达为氧化铝的Al₂O₃、表达为氧化钛和氧化锆的混合物的ZrO₂+TiO₂和表达为氟化镁和二氧化硅的混合物的MgF₂+SiO₂。

[0340] 表格6

层	材料	n	层厚		
	介质空气	1			
7	MgF ₂ +SiO ₂	1.26	0.268 λ	0.271 λ	0.269 λ
6	ZrO ₂ +TiO ₂	2.12	0.057 λ	0.054 λ	0.059 λ
5	Al ₂ O ₃	1.65	0.171 λ	0.178 λ	0.162 λ
[0341] 4	ZrO ₂ +TiO ₂	2.12	0.127 λ	0.13 λ	0.158 λ
3	Al ₂ O ₃	1.65	0.122 λ	0.107 λ	0.08 λ
2	ZrO ₂ +TiO ₂	2.12	0.059 λ	0.075 λ	0.105 λ
1	Al ₂ O ₃	1.65	0.257 λ	0.03 λ	0.03 λ
	n(基板):		1.62	1.74	1.85

[0342] 图16示出当光束垂直地在光学部件上入射时的光谱特性,在该光学部件中,在于表格6中基准波长 λ 设定为550nm的情况下,抗反射涂层101的每一个层的光学膜厚度得以设计。

[0343] 从图16理解到,包括在基准波长 λ 设定为550nm时设计的抗反射涂层101的光学部件能够在其中光束的波长是420nm到720nm的全部范围之上将反射率抑制为降至0.2%或者更低。此外,在表格6中,甚至包括其中每一个光学膜厚度在基准波长 λ 设定为d线(波长587.6nm)时得以设计的抗反射涂层101的光学部件,也以基本上不影响其任何光谱特性的方式具有与在图16所示基准波长 λ 是550nm的情形中基本相同的光谱特性。

[0344] 然后,将解释抗反射涂层的修改实例。该抗反射涂层是5层膜,并且类似于表格6,在以下表格7所示条件下设计相对于基准波长 λ 的每一个层的光学膜厚度。在这个修改实例中,第五层的形成包括使用上述溶胶-凝胶过程。

[0345] 表格7

层	材料	n	层厚	
	介质空气	1		
5	MgF ₂ +SiO ₂	1.26	0.275λ	0.269λ
[0346] 4	ZrO ₂ +TiO ₂	2.12	0.045λ	0.043λ
3	Al ₂ O ₃	1.65	0.212λ	0.217λ
2	ZrO ₂ +TiO ₂	2.12	0.077λ	0.066λ
1	Al ₂ O ₃	1.65	0.288λ	0.290λ
	n (基板):		1.46	1.52

[0347] 图17示出当光束垂直地在光学部件上入射时的光谱特性,在该光学部件中,在于表格7中基板折射率设定为1.52并且基准波长λ设定为550nm的情况下,每一个层的光学膜厚度得以设计。从图17理解到,在修改实例中的抗反射涂层能够在其中光束的波长是420nm到720nm的全部范围之上将反射率抑制为降至0.2%或者更小。注意在表格7中,甚至包括其中每一个光学膜厚度在基准波长λ设定为d线(波长587.6nm)时得以设计的抗反射涂层的光学部件,也以基本上不影响其任何光谱特性的方式具有与在图17中所示的光谱特性基本相同的光谱特性。

[0348] 图18示出在如此情形中的光谱特性,即,光束在具有图17中所示光谱特性的光学部件上的入射角分别是30度、45度和60度。注意图17和18没有图示其中基板折射率是表格7中所示1.46的、包括抗反射涂层的光学部件的光谱特性,然而,理解到该光学部件具有与诸如基板折射率是1.52时基本相同的光谱特性。

[0349] 进而,图19通过比较示出仅仅通过诸如传统的真空蒸发方法的干法过程形成的抗反射涂层的一个实例。图19示出当光束垂直地在光学部件上入射时的光谱特性,在光学部件中,以与在表格7中相同的方式将基板折射率设定为1.52的情况下,在于以下表格8所示条件下构造的抗反射涂层得以设计。而且,图20示出在如此情形中的光谱特性,即,光束在具有图19中所示光谱特性的光学部件上的入射角分别是30度、45度和60度。

[0350] 表格8

层	材料	n	层厚
	介质空气	1	
7	MgF2	1.39	0.243 λ
6	ZrO2+TiO2	2.12	0.119 λ
5	Al2O3	1.65	0.057 λ
[0351] 4	ZrO2+TiO2	2.12	0.220 λ
3	Al2O3	1.65	0.064 λ
2	ZrO2+TiO2	2.12	0.057 λ
1	Al2O3	1.65	0.193 λ
	基板的折射率		1.52

[0352] 为了比较包括在图16到18中图示的、根据本实施例的抗反射涂层的光学部件的光谱特性与在图19和20中所示传统实例中的光谱特性,充分地理解到,本抗反射涂层在任何入射角下均具有低得多的反射率,并且此外,在较宽的带中具有更低的反射率。

[0353] 然后,解释了将表格6和7中所示抗反射涂层施加到以上讨论的本申请的实例1到实例5的一个实例。

[0354] 在根据实例1的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL1中,如在表格1中所示,第二透镜组G2的负弯月形透镜L21的折射率是 $n_d=1.834807$,并且第二透镜组G2的双凹负透镜L22的折射率是 $n_d=1.816000$,由此通过向负弯月形透镜L21的像侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.85的抗反射涂层101(见表格6),并且向双凹负透镜L22的物体侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.85的抗反射涂层(见表格6)而减少从每一个透镜表面反射的光并且同样地减轻幻像和耀斑是可行的。

[0355] 在根据实例2的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL2中,如在表格2中所示,第一透镜组G1的正弯月形透镜L13的折射率是 $n_d=1.593190$,并且第二透镜组G2的双凸正透镜L23的折射率是 $n_d=1.784720$,由此通过向正弯月形透镜L13的物体侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.62的抗反射涂层101(见表格6),并且向双凸正透镜L23的像侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.74的抗反射涂层(见表格6)而减少从每一个透镜表面反射的光并且同样地减轻幻像和耀斑是可行的。

[0356] 在根据实例3的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL3中,如在表格3中所示,第一透镜组G1的双凸正透镜L12的折射率是 $n_d=1.497820$,并且第二透镜组G2的双凸正透镜L23的折射率是 $n_d=1.784723$,由此通过向双凸正透镜L12的像侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.52的抗反射涂层101(见表格7),并且向双凸正透镜L23的像侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.74的抗反射涂层(见表格6)而减少从每一个透镜表面反射的光并且同样地减轻幻像和耀斑是可行的。

[0357] 在根据实例4的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL4中,如在表格4中所示,第二透镜组G2的负弯月形透镜L21的折射率是 $n_d=1.834807$,并且第二透镜组G2的双凹负透镜L22的折射率是 $n_d=1.816000$,由此通过向负弯月形透镜L21的像侧透镜表面施加对应于基板

折射率为1.85的抗反射涂层101(见表格6)并且向双凹负透镜L22的物体侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.85的抗反射涂层(见表格6)而减少从每一个透镜表面反射的光并且同样地减轻幻像和耀斑是可行的。

[0358] 在根据实例5的、从另一个观点的变焦镜头系统ZL5中,如在表格5中所示,第一透镜组G1的正弯月形透镜L13的折射率是 $n_d=1.593190$,并且第二透镜组G2的双凹负透镜L24的折射率是 $n_d=1.816000$,由此通过向正弯月形透镜L13的像侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.62的抗反射涂层101(见表格6)并且向双凹负透镜L24的物体侧透镜表面施加对应于基板折射率为1.85的抗反射涂层(见表格6)而减少从每一个透镜表面反射的光并且同样地减轻幻像和耀斑是可行的。

[0359] 如上所述,本申请的每一个实例均使得实现具有高光学性能的变焦镜头系统成为可能。

[0360] 本申请的上述实例仅仅为了更好地理解本申请的目的而示出具体实例。相应地,显然本申请在其更加一般的方面不限于具体的细节和代表性装置。附加地,可以在并不降低光学性能的限制下适合地应用以下说明。

[0361] 虽然已经作为根据本发明的变焦镜头系统的一个实例示出了具有五透镜组配置或者六透镜组配置的变焦镜头系统,但是本发明能够被应用于诸如七透镜组配置等其它镜头配置。具体地,其中透镜或者透镜组添加到变焦镜头系统的最物体侧,或者最像侧的镜头配置是可能的。附加地,透镜组被定义为被空气间隔分离的包括至少一个透镜的部分。

[0362] 在根据本发明的变焦镜头系统中,为了从无穷远物体到近物体改变聚焦,透镜组的一部分、单个透镜组、或者多个透镜组可以作为聚焦透镜组沿着光轴移动。聚焦透镜组能够用于自动聚焦,并且适合于被诸如超声波马达的马达驱动。特别优选的是第二透镜组的至少一部分作为聚焦透镜组移动。

[0363] 而且,在根据本发明的变焦镜头系统中,透镜组或者透镜组的一部分可以作为减震透镜组沿着包括垂直于光轴的分量的方向移动,或者沿着包括光轴的方向倾斜(摇摆),由此校正由于照相机震动引起的图像模糊。特别地,优选地使得第四透镜组的至少一部分作为减振透镜组。

[0364] 在根据本发明的变焦镜头系统中,任何透镜表面均可以是球面、平表面或者非球面。当透镜表面是球面或者平表面时,透镜加工、组装和调节变得容易,并且能够防止由于透镜加工、组装和调节误差引起的光学性能降低,从而这是优选的。而且,即便像平面移位,光学性能的降低也是很小的,从而这是优选的。当透镜表面是非球面时,可以通过细磨过程、利用模具将玻璃材料形成为非球面形状的玻璃模制过程或者在玻璃透镜表面上将树脂材料形成为非球面形状的复合型过程制造非球面。任何透镜表面均可以是衍射光学表面,并且任何透镜均可以是梯度折射率型透镜(GRIN透镜)或者塑料透镜。

[0365] 在根据本发明的变焦镜头系统中,虽然优选地在第三透镜组的附近设置孔径光阑S,但是该功能可以被透镜框架替代,而不设置作为孔径光阑的部件。

[0366] 然后,解释了配备有根据本发明的变焦镜头系统ZL的光学设备。图12是示意性地示出配备有根据本发明的变焦镜头系统的单反数字照相机的截面视图。

[0367] 在图12所示单反数字照相机1中,从未图示的物体(所要拍摄的物体)发射的光线被变焦镜头系统ZL会聚,并且通过快速复原反光镜3在聚焦屏幕5上聚焦。在聚焦屏幕5上聚

焦的光线在五棱镜7中反射多次,并且被引导到接目镜9。相应地,拍摄者能够通过目镜9观察作为正立像的物体像(所要拍摄的物体)。

[0368] 当拍摄者完全地按下未图示的释放按钮时,快速复原反光镜3从光路缩退,被变焦镜头系统ZL会聚的、来自未图示的物体(所要拍摄的物体)的光线在成像装置11上形成物体像。相应地,从物体发射的光线被成像装置11捕捉,并且作为物体的拍摄图像而被存储在未图示的存储器中。以此方式,拍摄者能够利用照相机1对物体照相。

[0369] 如上所述,配备有变焦镜头系统ZL的单反数字照相机1使得实现优良地校正各种像差的优良光学性能成为可能。附加地,图12中所示照相机1可以是以可拆离方式保持成像镜头的照相机或者被与成像镜头整体地形成的照相机。而且,该照相机可以是单反照相机或者不包括任何快速复原反光镜的照相机。

[0370] 然后,解释了根据本发明的、一种用于制造变焦镜头系统ZL的方法的概要。

[0371] 图13是示意性地解释根据本申请的、用于制造变焦镜头系统ZL的方法的流程图。

[0372] 根据本发明的、用于制造变焦镜头ZL系统的方法是用于制造这样一种变焦镜头系统的方法,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组,该方法包括图13中所示的以下步骤S1和S2。

[0373] 步骤S1:设置第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组和第五透镜组,从而在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变;和

[0374] 步骤S2:满足以下条件表达式(1):

$$[0375] \quad 6.500 < f_1 / (-f_2) < 10.000 \quad (1)$$

[0376] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_2 表示第二透镜组的焦距。

[0377] 利用根据本发明的、用于制造变焦镜头系统的这种方法,制造具有高光学性能的变焦镜头系统成为可能。

[0378] 图14是示意性地解释根据本发明的、从另一个观点的、用于制造变焦镜头系统的方法的流程图。

[0379] 根据本发明的、从另一个观点的、用于制造变焦镜头系统ZL的方法是用于制造这样一种变焦镜头系统的方法,该变焦镜头系统沿着光轴按照从物体侧的次序包括:具有正折射光焦度的第一透镜组、具有负折射光焦度的第二透镜组、具有正折射光焦度的第三透镜组、具有负折射光焦度的第四透镜组,和具有正折射光焦度的第五透镜组,该方法包括以下步骤S21到S23:

[0380] 步骤S21:在第一透镜组和第二透镜组中的至少一个光学表面上施加抗反射涂层,并且该抗反射涂层包括通过湿法过程形成的至少一个层;

[0381] 步骤S22:设置第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组和第五透镜组,从而在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组相对于像平面移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小,在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变,并且在第四透镜组和第五透镜组之间的距离改变;和

[0382] 步骤S23:满足以下条件表达式(1):

$$[0383] \quad 6.500 < f1 / (-f2) < 10.000 \quad (1)$$

[0384] 其中f1表示第一透镜组的焦距,并且f2表示第二透镜组的焦距。

[0385] 利用根据本发明的、从另一个观点的、用于制造变焦镜头系统的这种方法,制造通过抑制幻像和耀斑而具有高光学性能的变焦镜头系统成为可能。

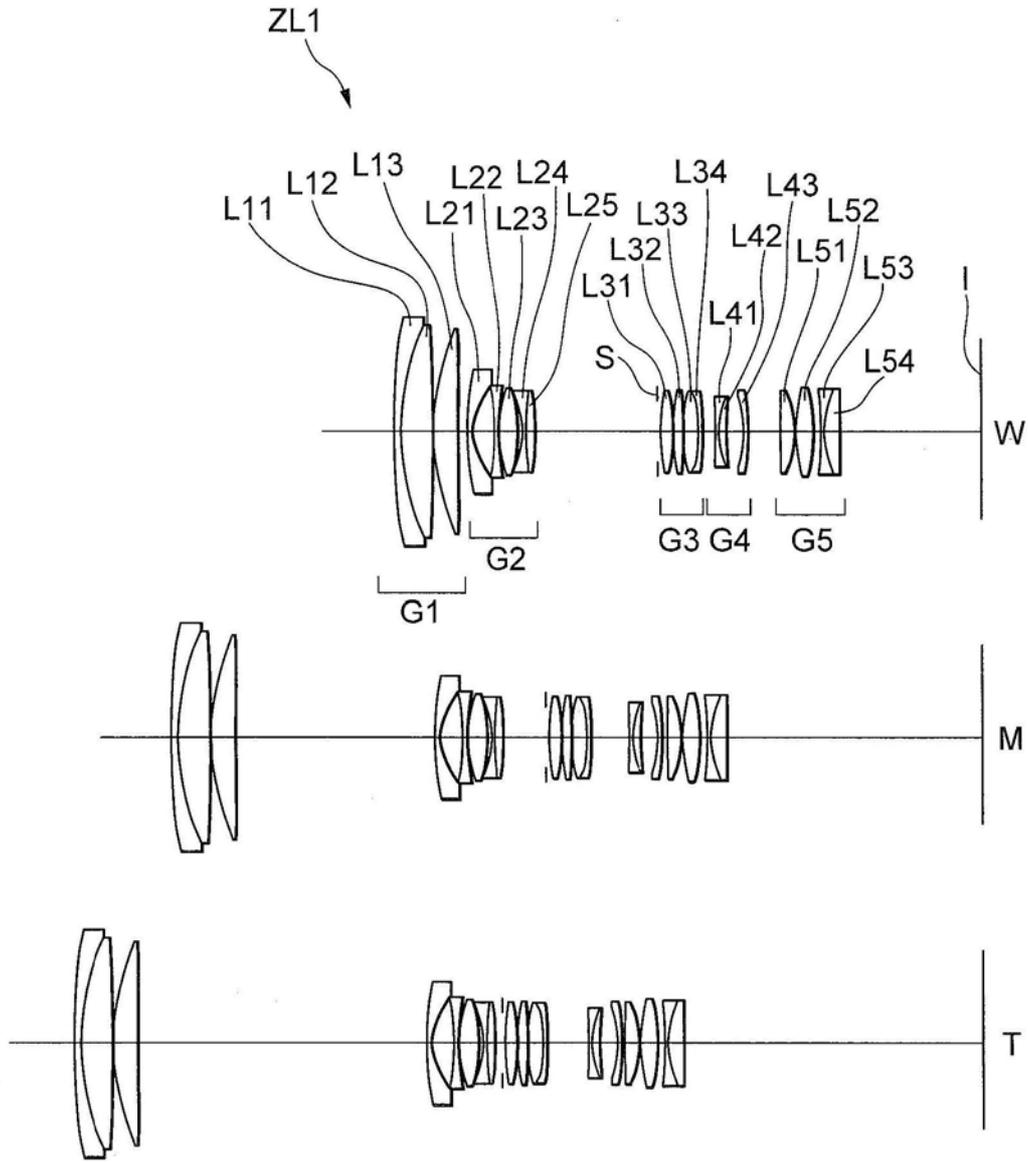


图1

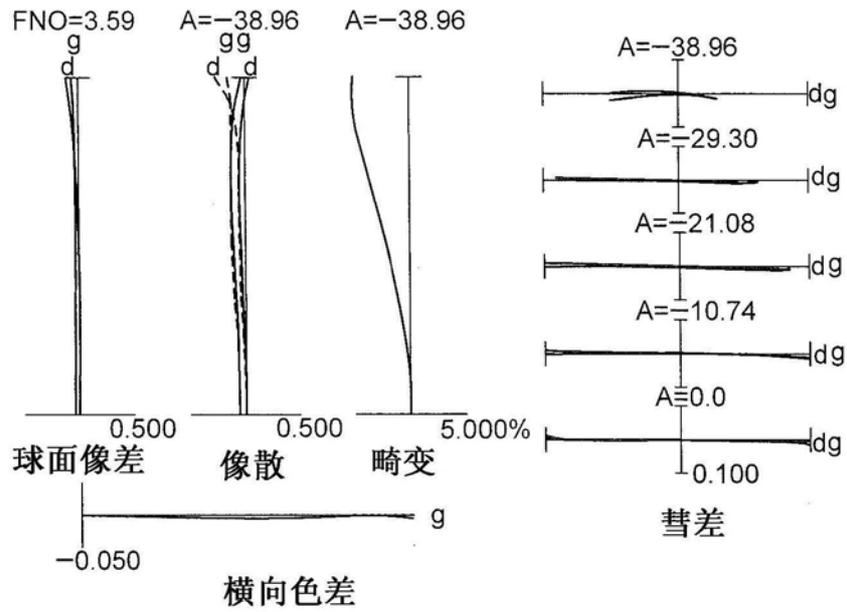


图2A

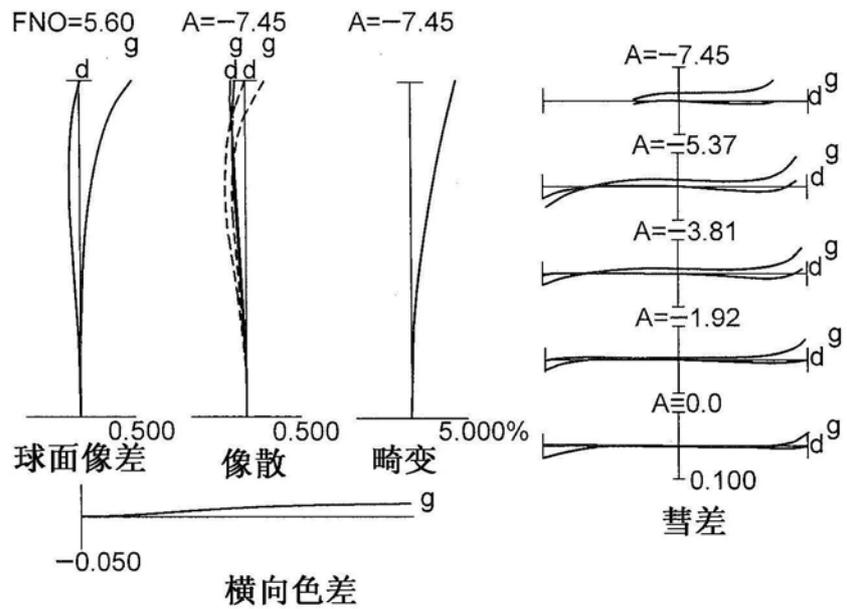


图2B

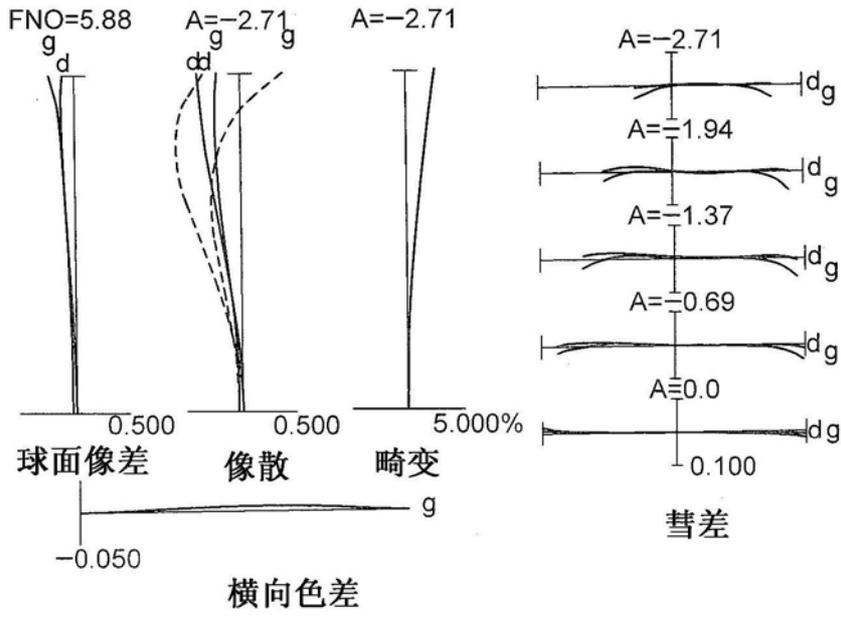


图2C

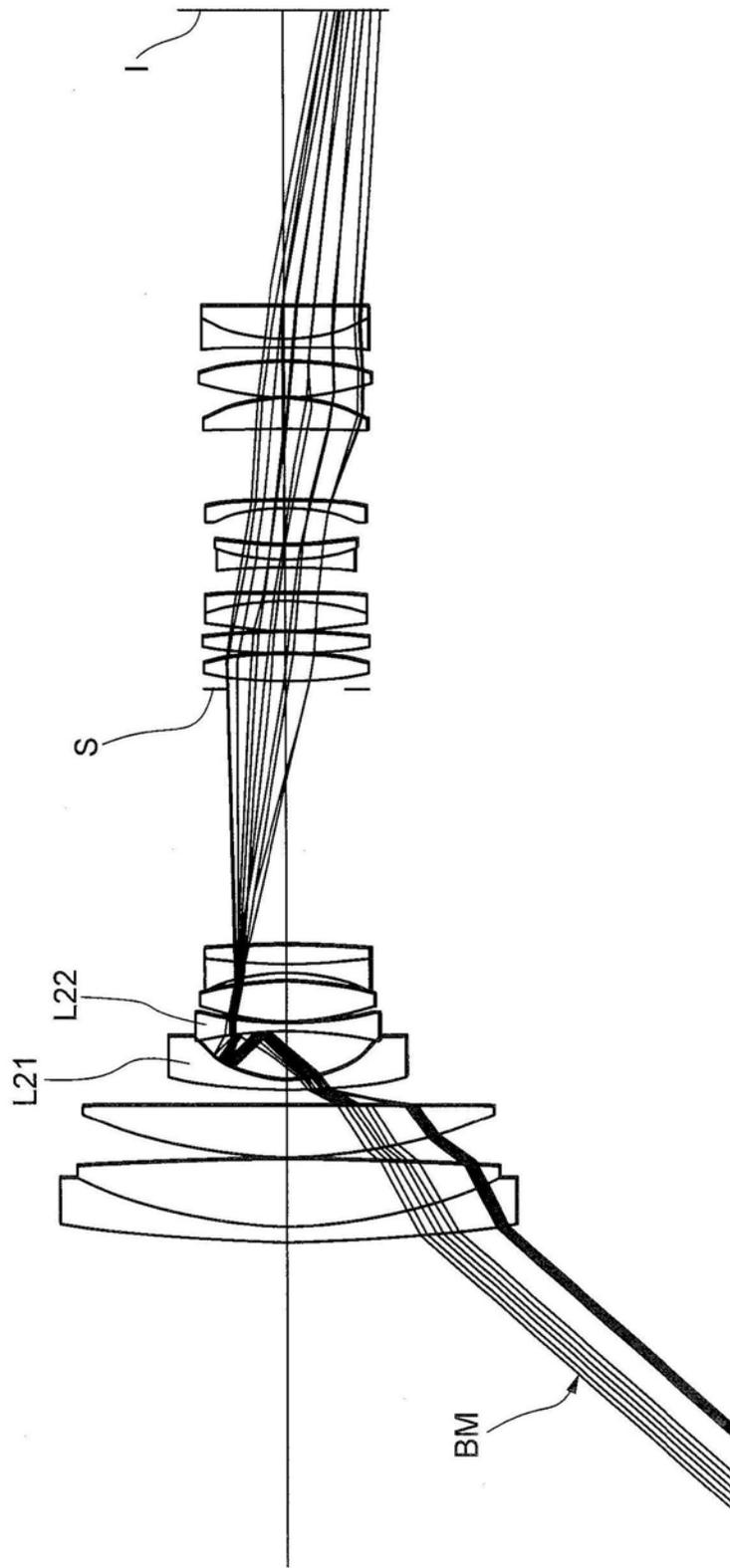


图3

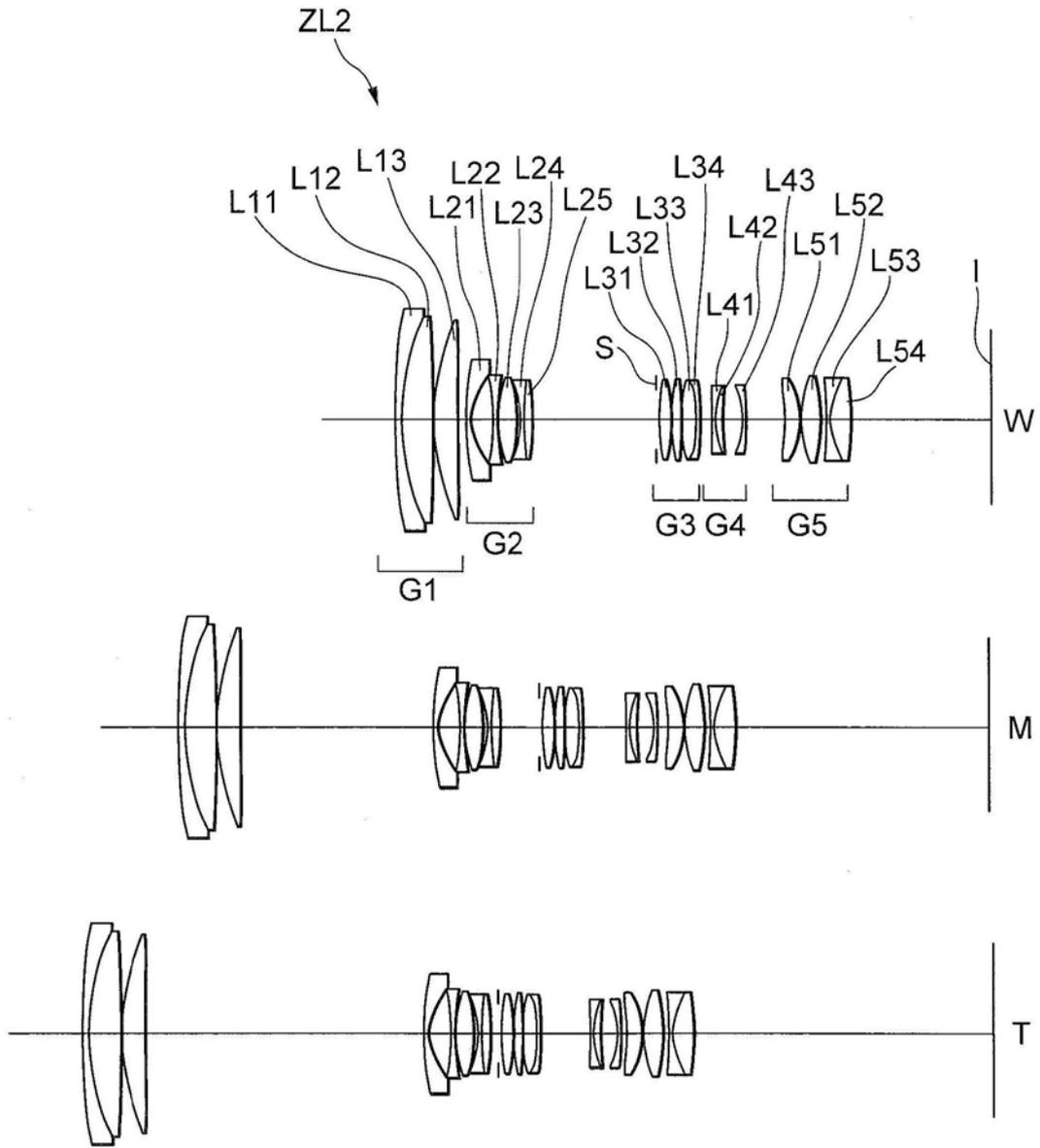


图4

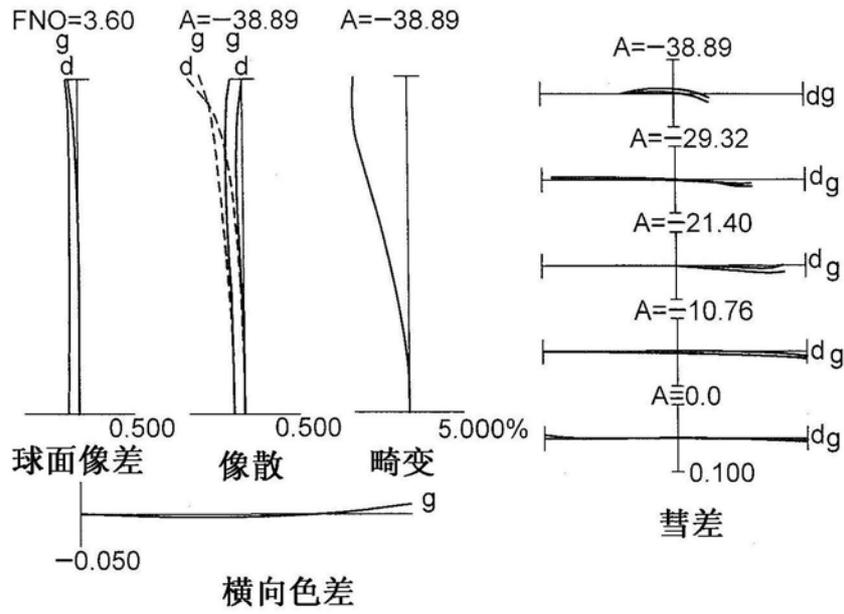


图5A

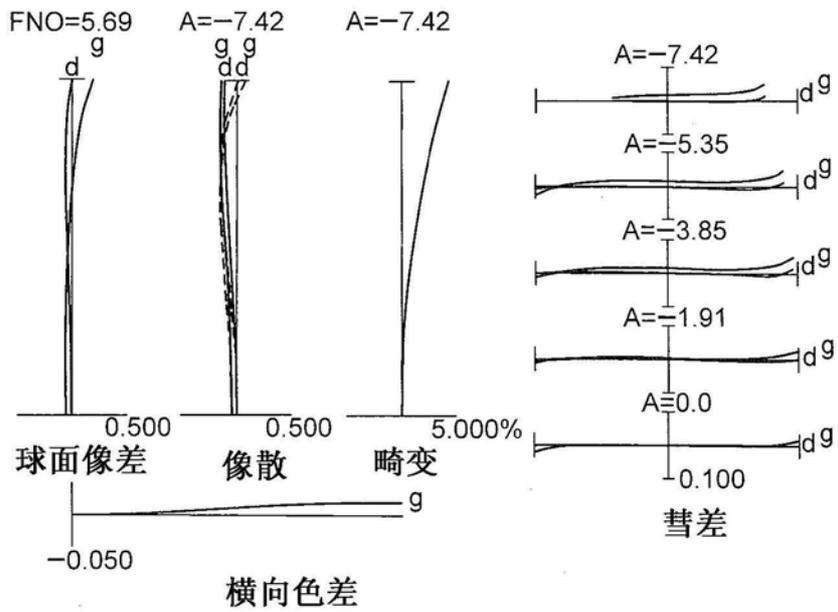


图5B

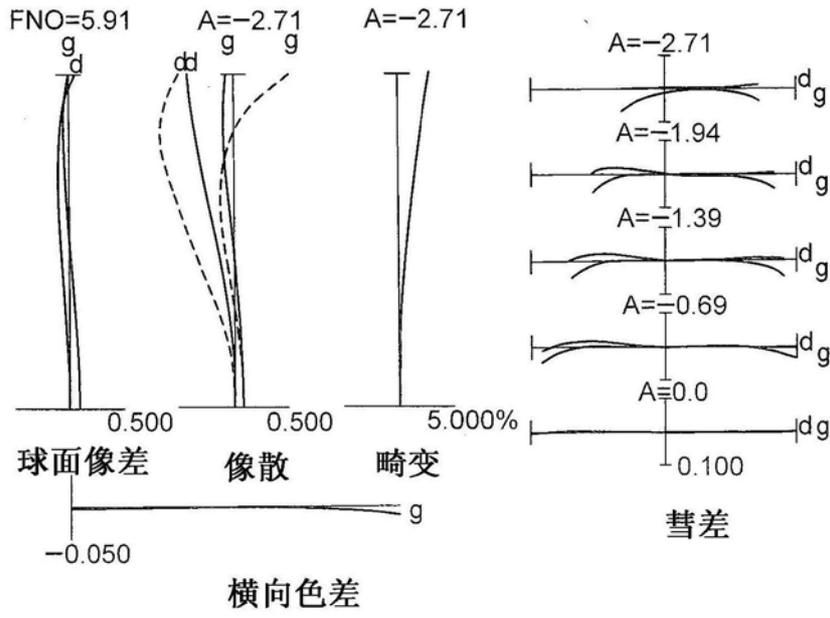


图5C

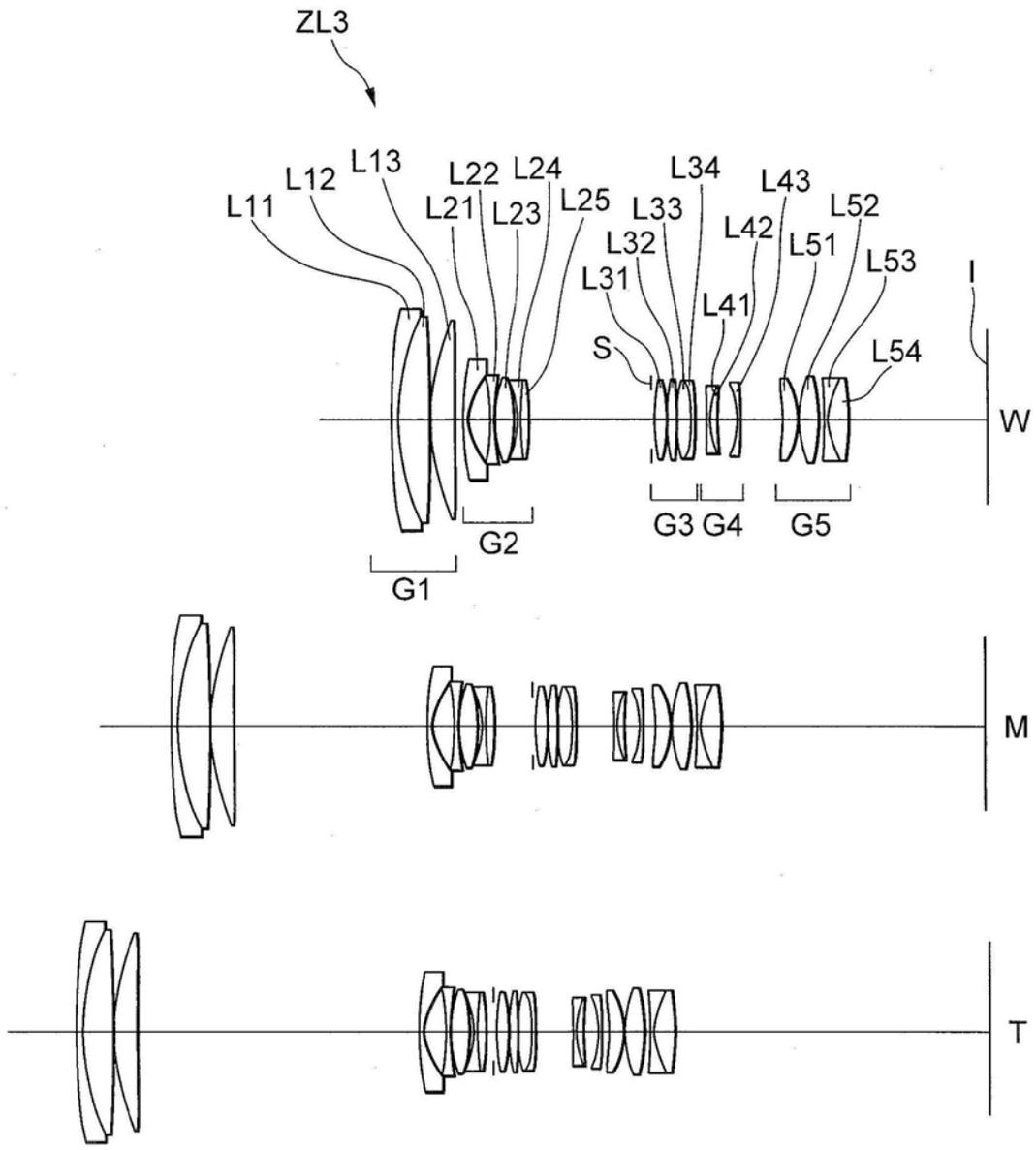


图6

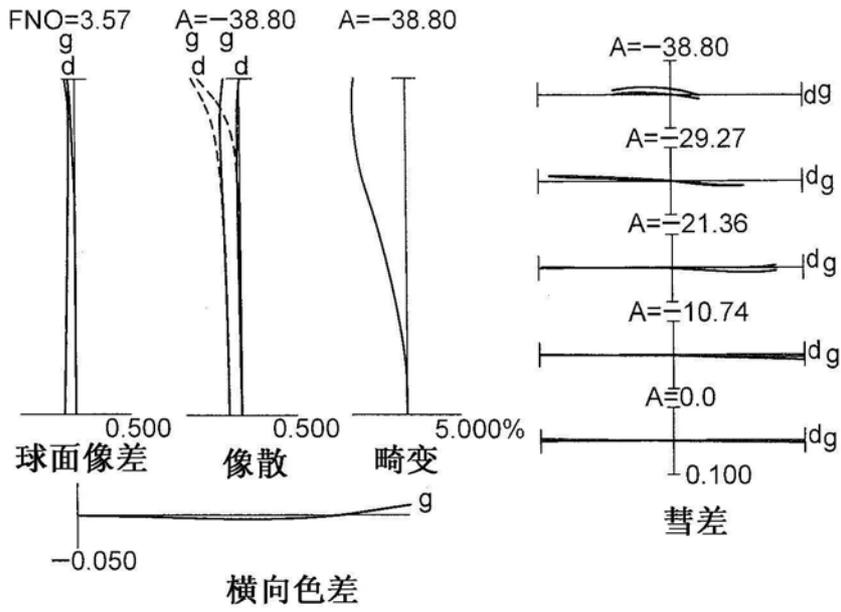


图7A

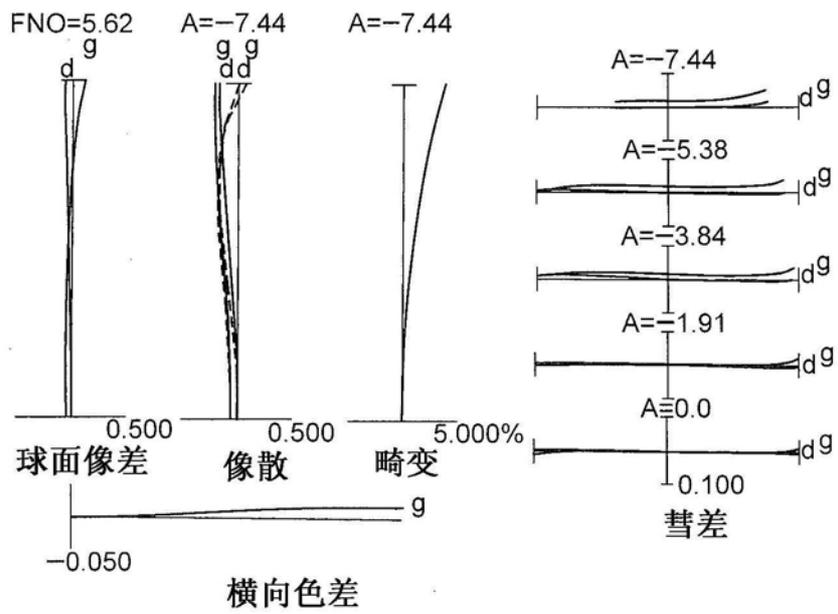


图7B

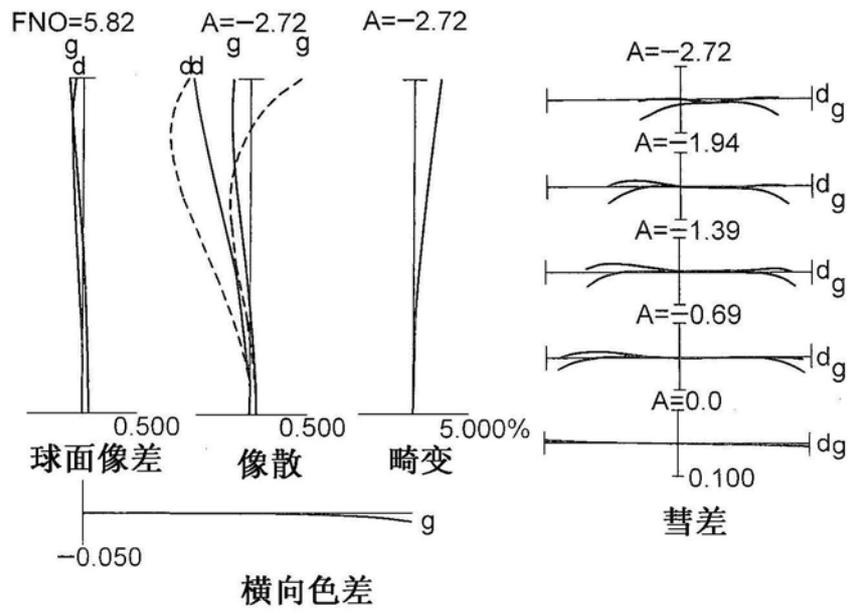


图7C

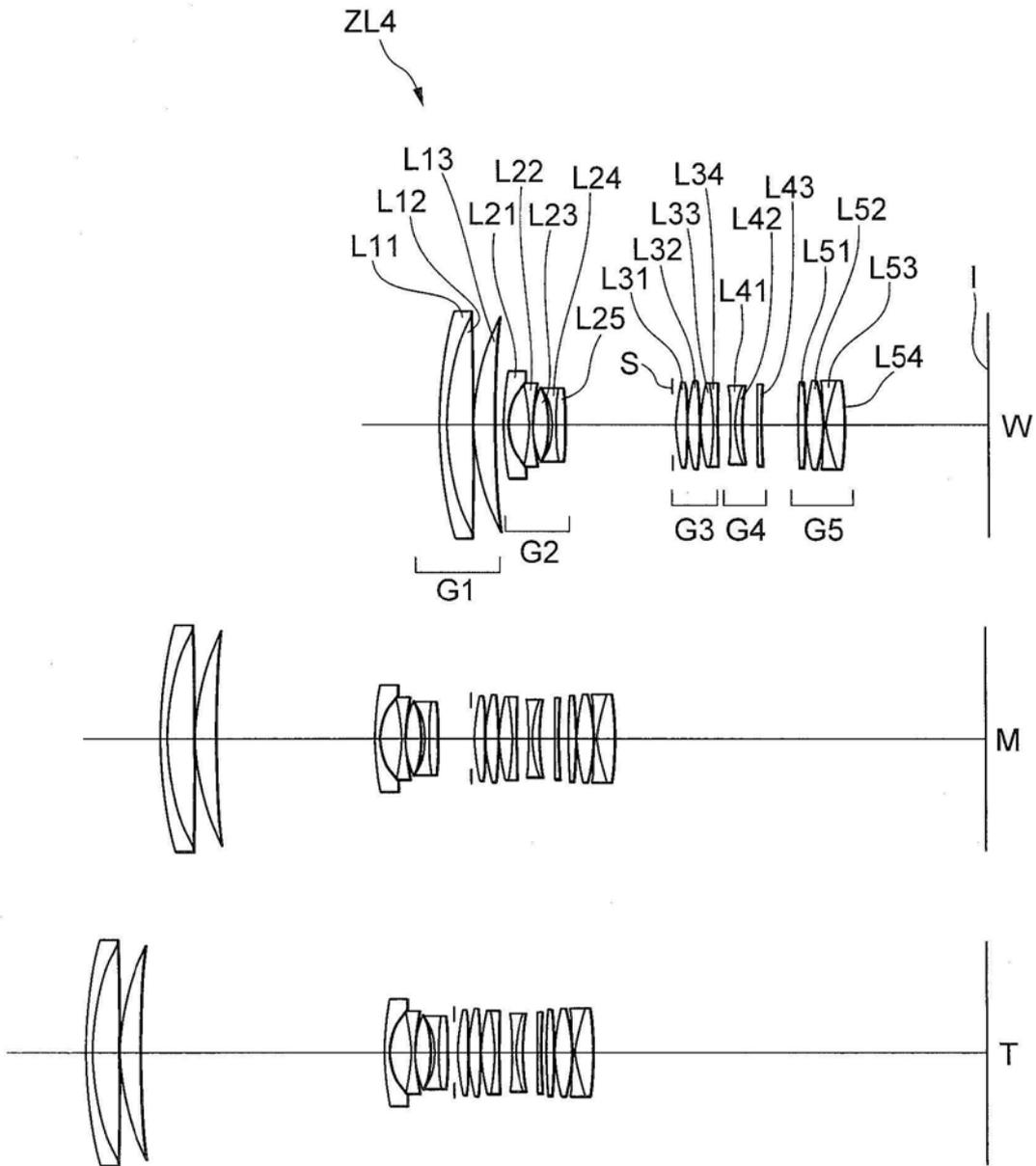


图8

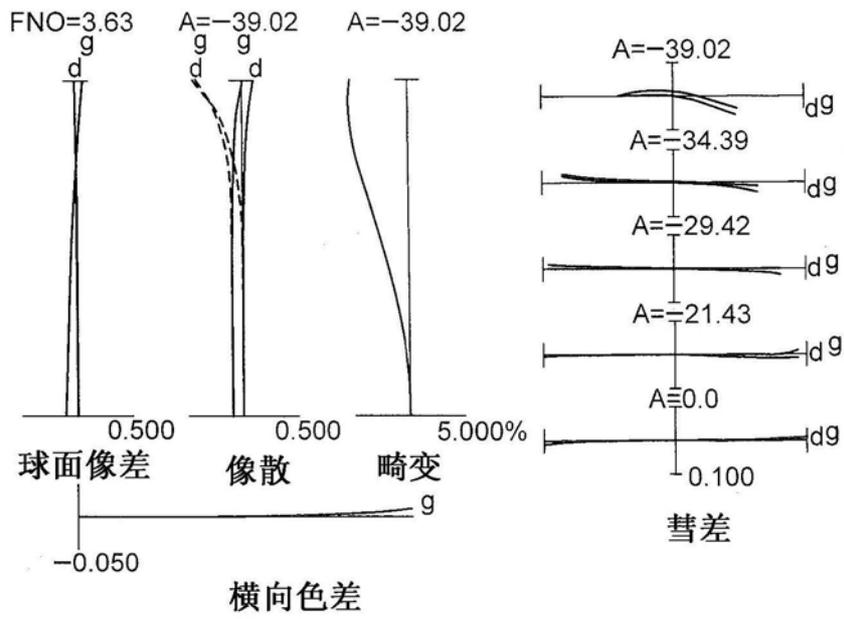


图9A

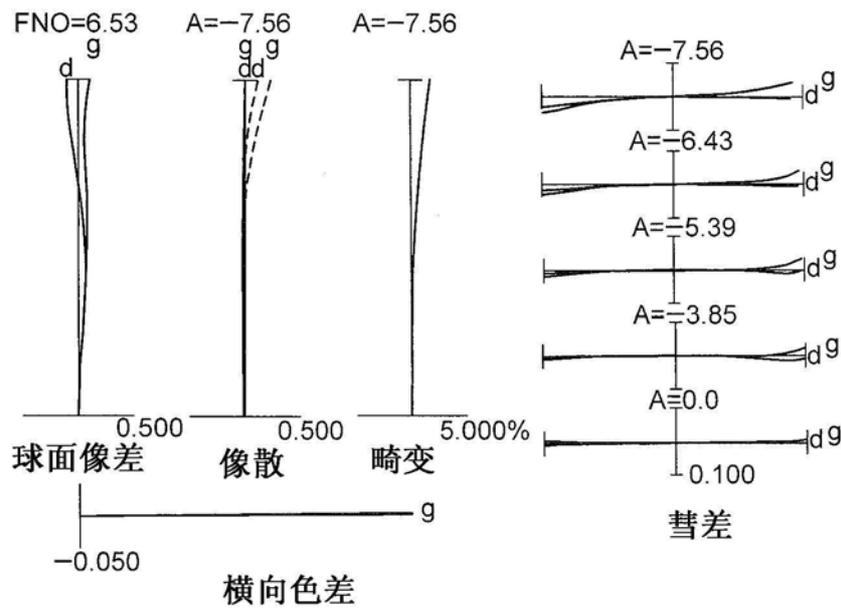


图9B

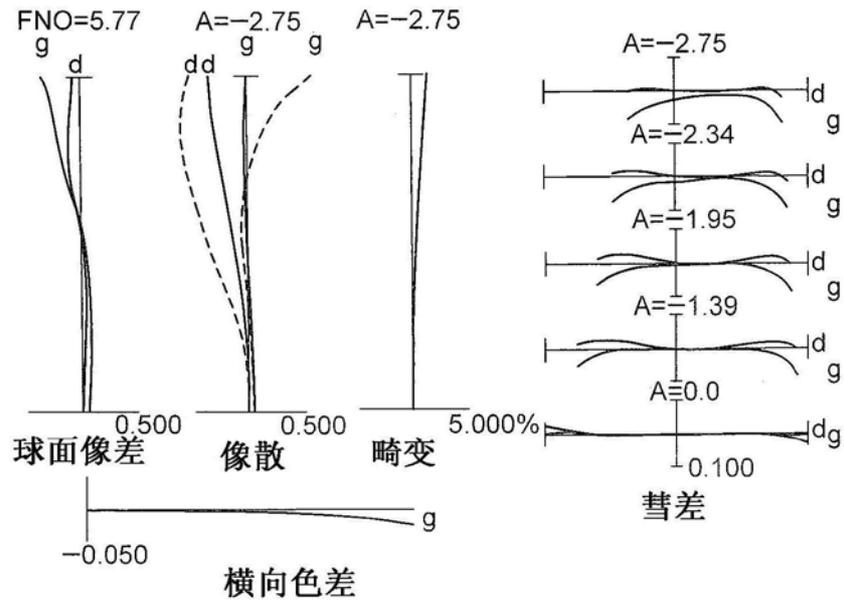


图9C

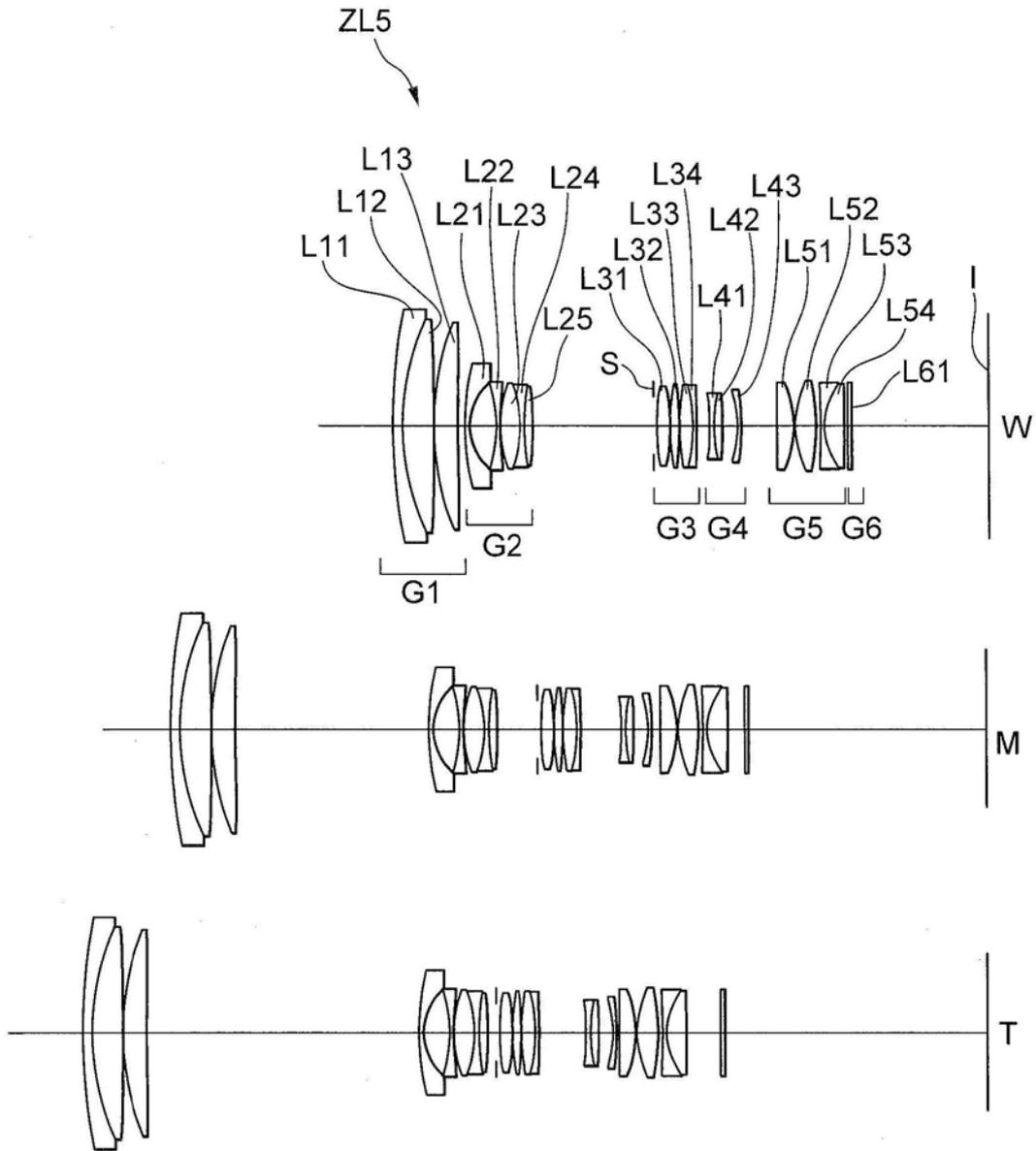


图10

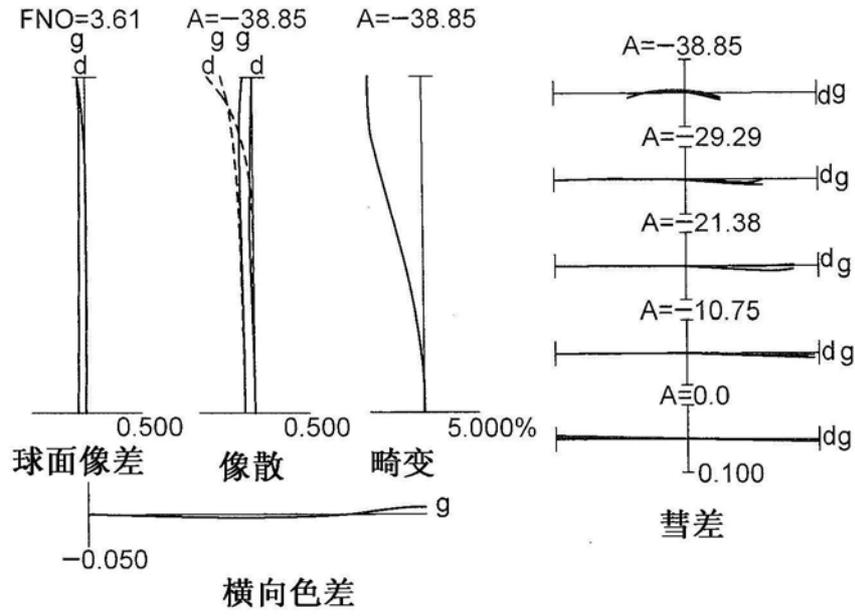


图11A

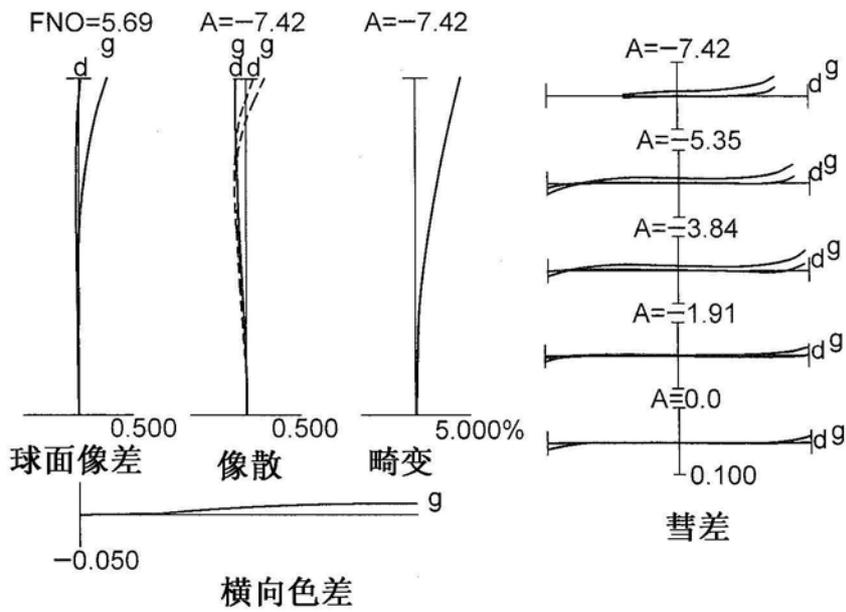


图11B

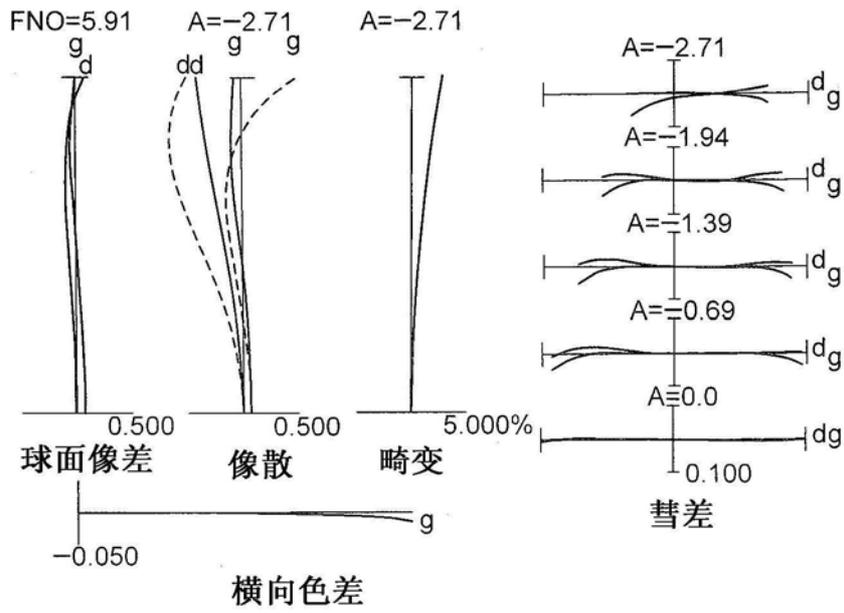


图11C

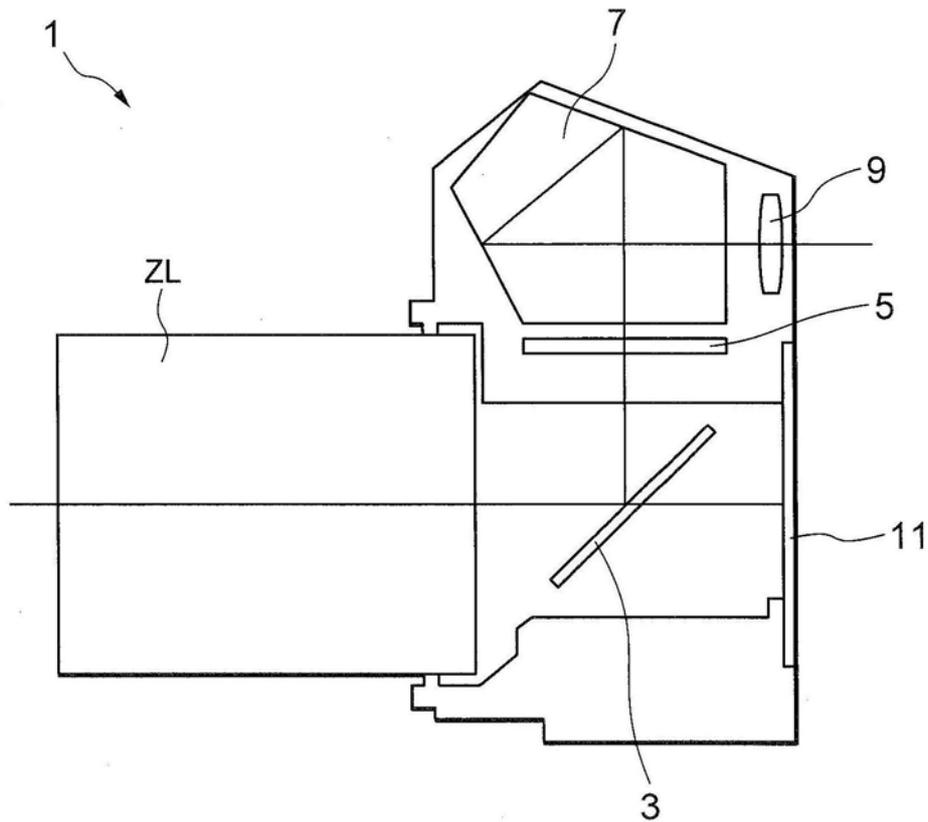


图12

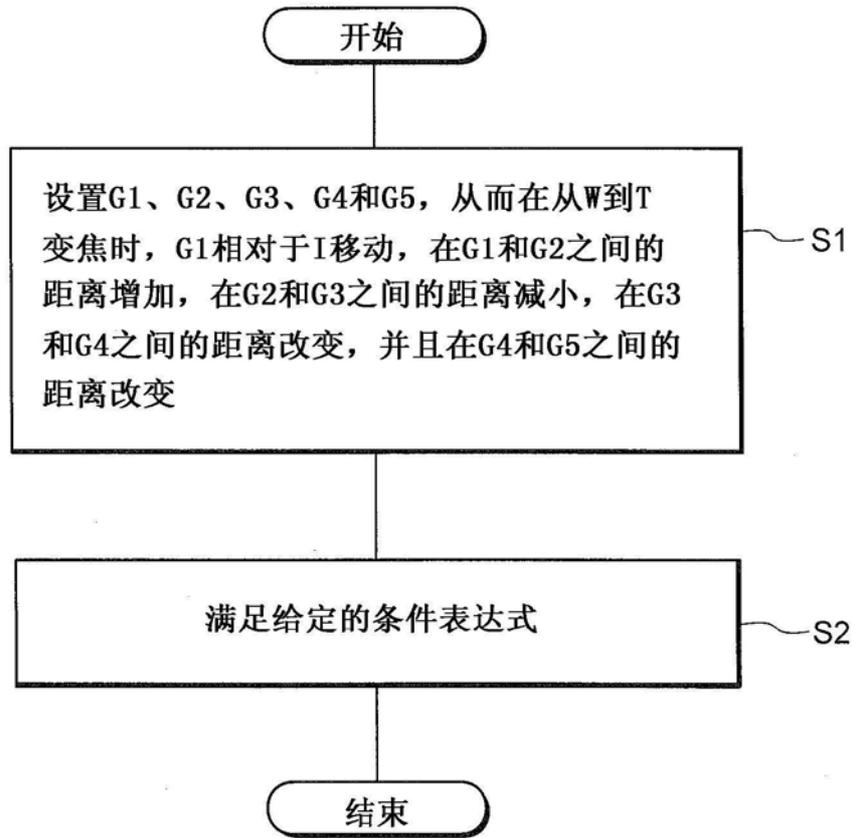


图13

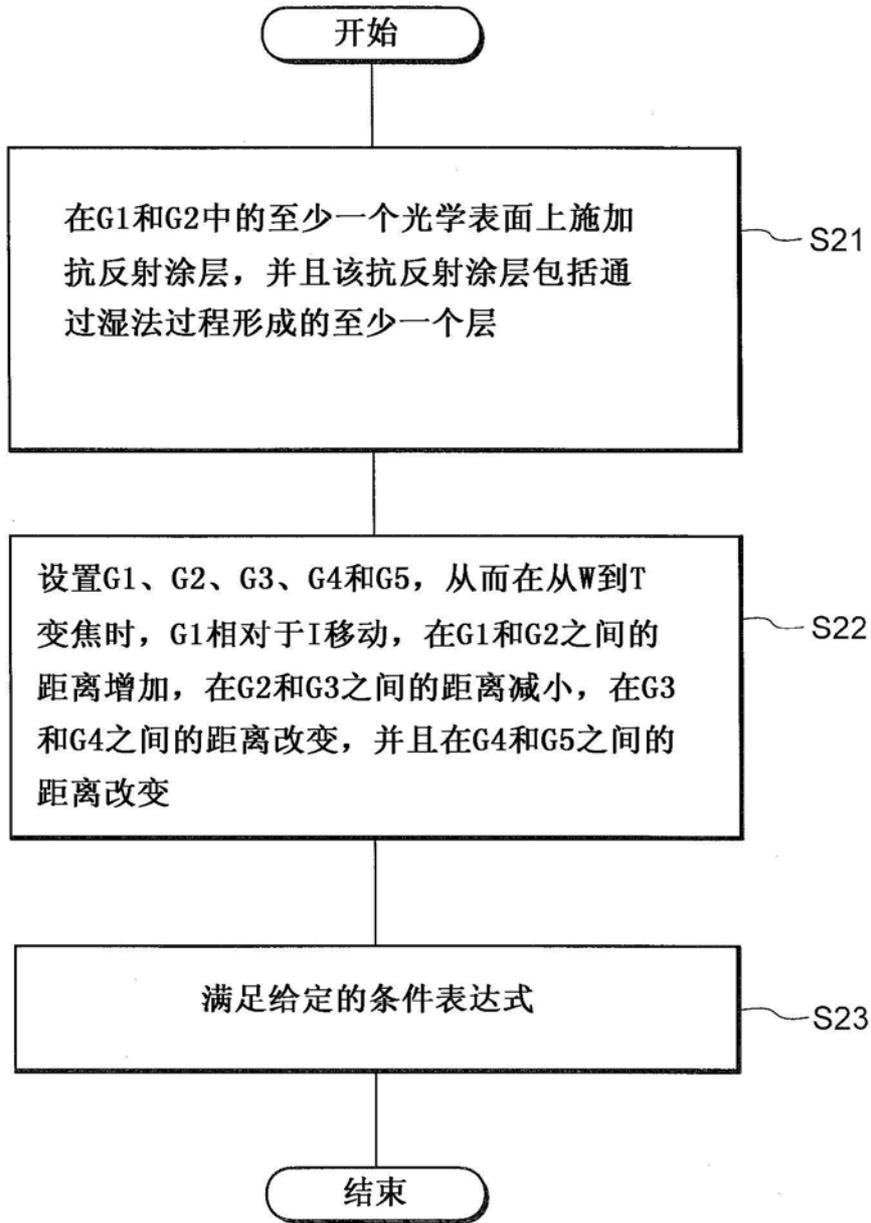


图14

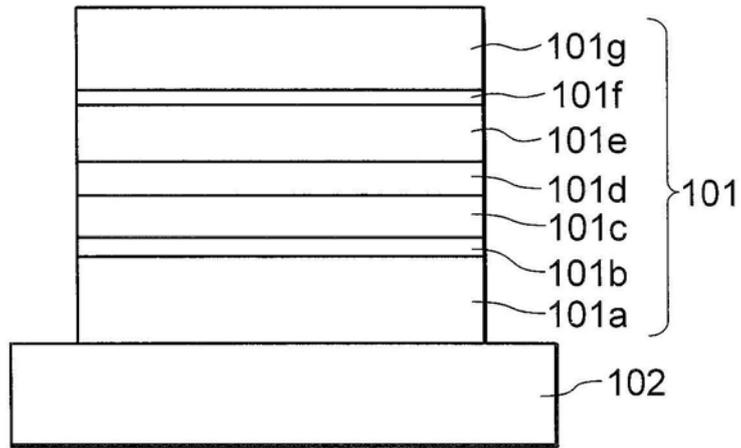


图15

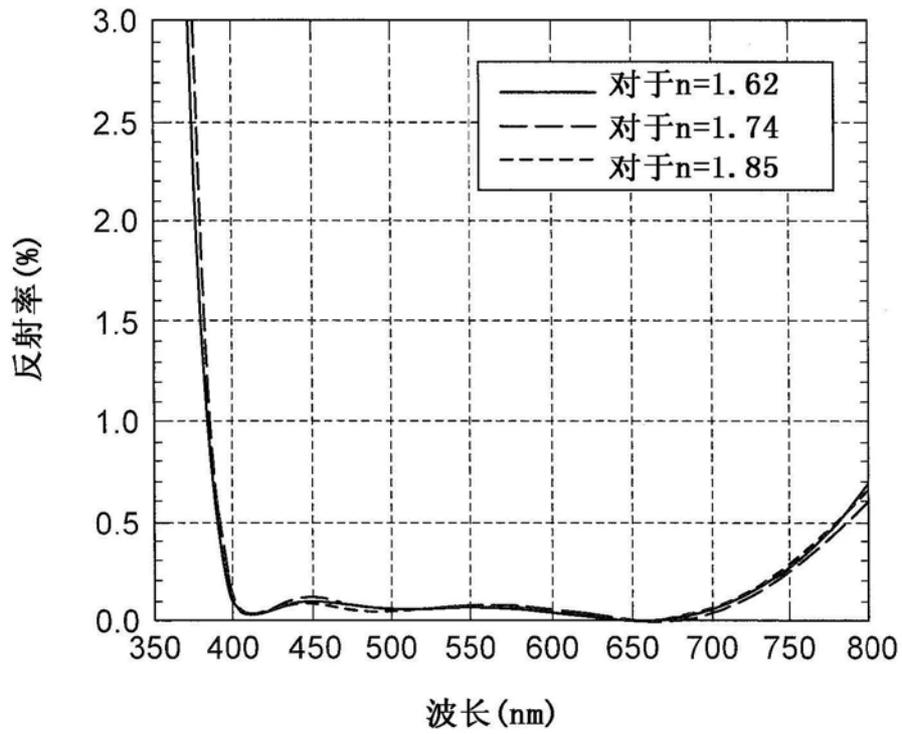


图16

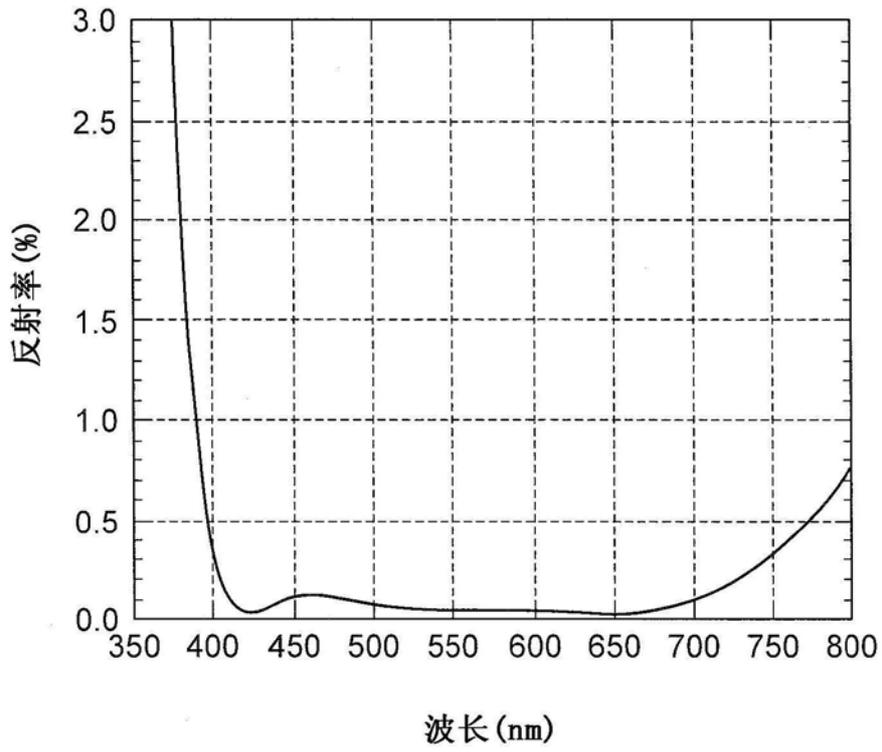


图17

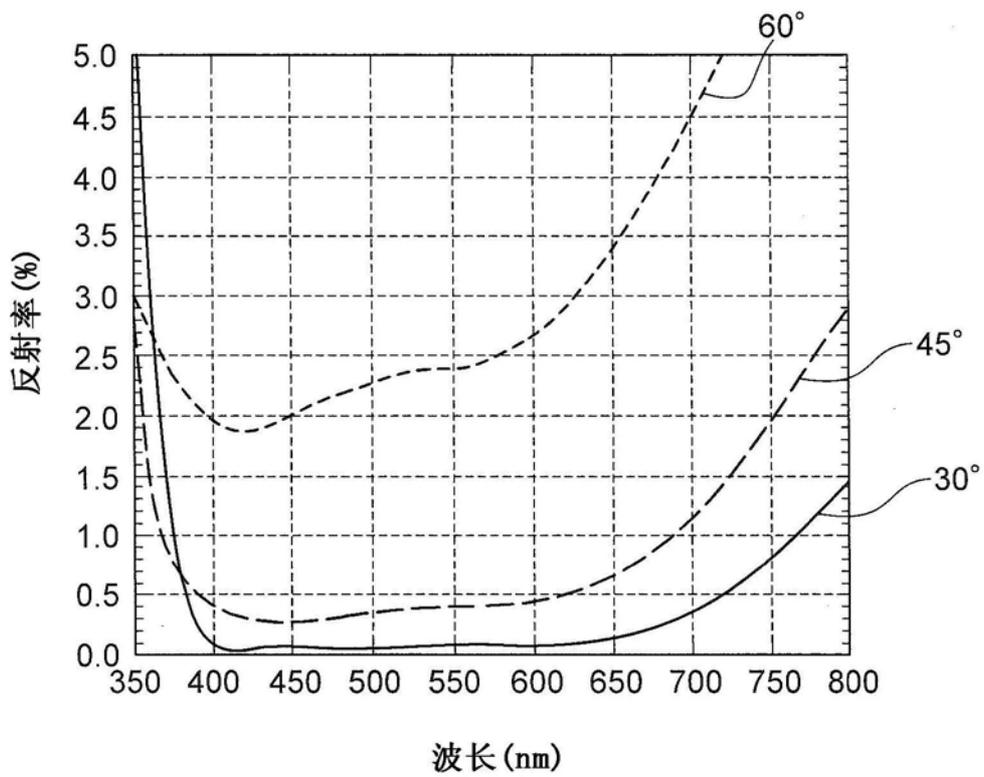


图18

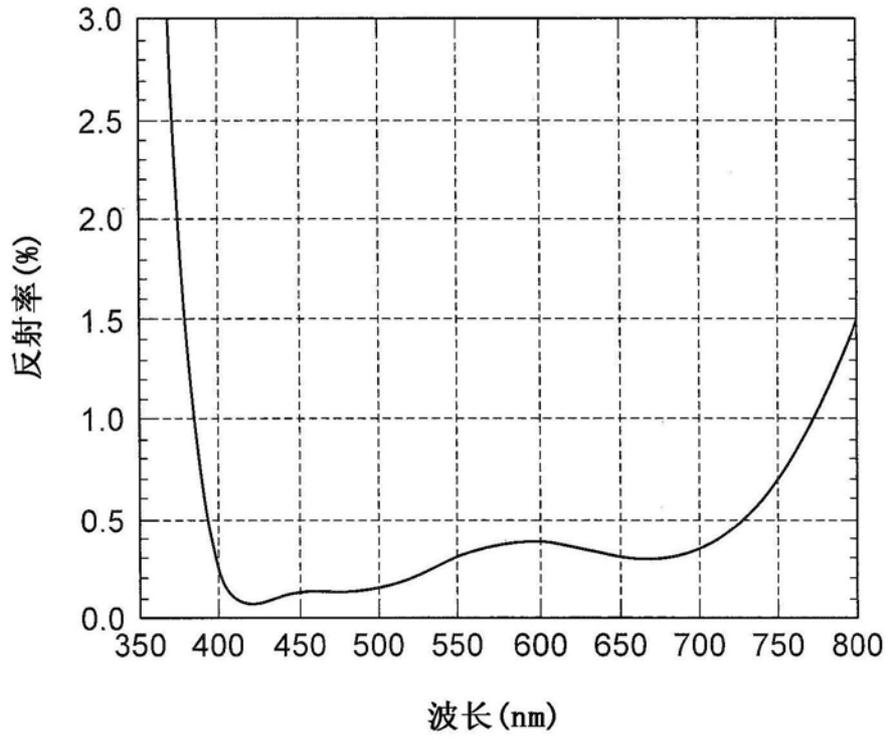


图19

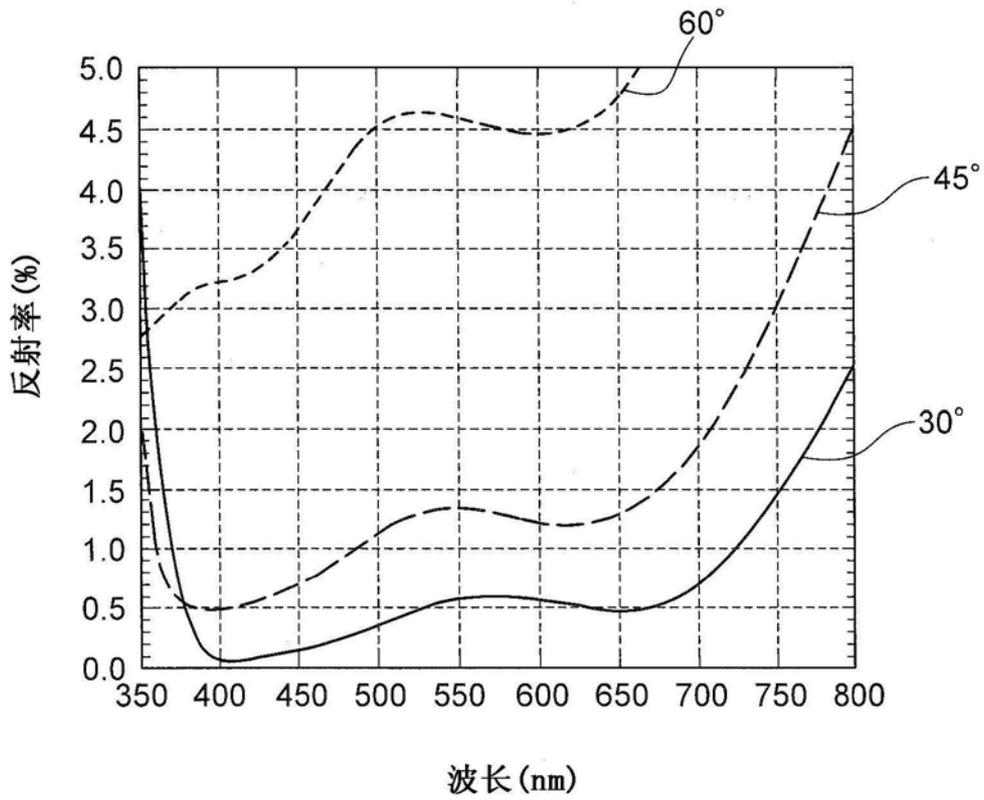


图20