



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106537218 B

(45)授权公告日 2019.03.01

(21)申请号 201580030049.4

(22)申请日 2015.06.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106537218 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(30)优先权数据
2014-119440 2014.06.10 JP
2015-089583 2015.04.24 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/066801 2015.06.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/190540 EN 2015.12.17

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 青木宏治

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 宿小猛

(51)Int.Cl.
G02B 15/20(2006.01)
G02B 13/18(2006.01)

(56)对比文件
JP H0675192 A,1994.03.18,
CN 103370646A A,2013.10.23,
JP 2003295250 A,2003.10.15,
JP 2003043348 A,2003.02.13,
JP 20032022499 A,2003.07.18,
CN 101052911 A,2007.10.10,
CN 1475826 A,2004.02.18,
CN 1900755 A,2007.01.24,

审查员 孙禹

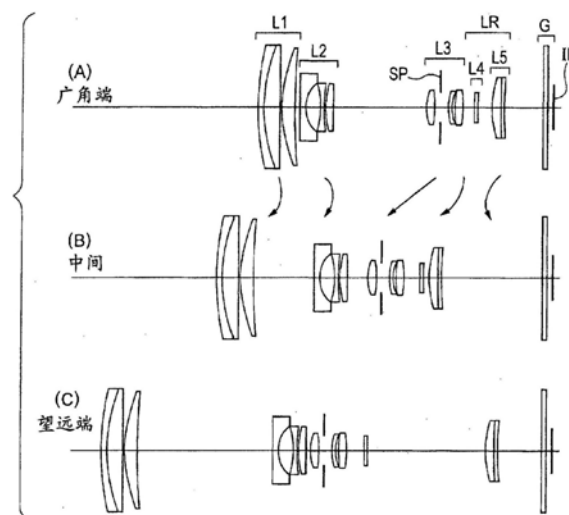
权利要求书3页 说明书28页 附图24页

(54)发明名称

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备

(57)摘要

为了得到容易地执行图像模糊校正并且维持光学性能同时执行图像模糊校正同时限制透镜尺寸的增大的变焦透镜。一种变焦透镜,按照从物侧的顺序包括:正的第一单元;负的第二单元;正的第三单元;和具有一个或多个单元的后组,相邻的单元之间的间隔在变焦期间改变。可以在模糊校正期间围绕位于光轴上或光轴附近的第一和第二中心旋转的第一和第二校正系统分别由至少部分的第二单元和至少部分的光学系统构成,该光学系统被部署在第二单元的像侧。第一和第二中心分别在第一和第二校正系统最接近物侧的表面顶点的像侧。



1. 一种变焦透镜,按照从物侧到像侧的顺序包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

第二透镜单元,具有负折光力;

第三透镜单元,具有正折光力;及

后透镜组,具有一个或多个透镜单元,

其中彼此相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,

其中第二透镜单元的至少一部分构成第一校正透镜系统,所述第一校正透镜系统在图像模糊校正期间能够围绕第一旋转中心旋转,该第一旋转中心是光轴上的一个点或光轴附近的一个点,

其中被部署在第二透镜单元的像侧的光学系统的至少一部分构成第二校正透镜系统,所述第二校正透镜系统在图像模糊校正期间能够围绕第二旋转中心旋转,该第二旋转中心是光轴上的一个点或光轴附近的一个点,

其中第一旋转中心被放置在第一校正透镜系统最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧,及

其中第二旋转中心被放置在第二校正透镜系统最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧。

2. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中第一旋转中心的位置与第二旋转中心的位置不同。

3. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中广角端的图像模糊校正通过旋转第一校正透镜系统来执行,望远端的图像模糊校正通过旋转第一校正透镜系统和第二校正透镜系统来执行。

4. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中广角端的图像模糊校正通过旋转第二校正透镜系统来执行,望远端的图像模糊校正通过旋转第一校正透镜系统来执行。

5. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式, $8.5 < RA/dA < 20.0$,

其中RA表示从第一校正透镜系统接近物侧的透镜表面的表面顶点到第一旋转中心的距离,dA表示第一校正透镜系统在光轴上的厚度。

6. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$0.3 < RB/dB < 10.5$,

其中RB表示从第二校正透镜系统接近物侧的透镜表面的表面顶点到第二旋转中心的距离,dB表示第二校正透镜系统在光轴上的厚度。

7. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$7.5 < |RA/fA| < 22.5$,

其中RA表示从第一校正透镜系统接近物侧的透镜表面的表面顶点到第一旋转中心的距离,fA表示第一校正透镜系统的焦距。

8. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$0.3 < |RB/fB| < 4.5$,

其中RB表示从第二校正透镜系统接近物侧的透镜表面的表面顶点到第二旋转中心的距离,fB表示第二校正透镜系统的焦距。

9. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$0.07 < |f_A/f_1| < 0.25$,

其中 f_A 表示第一校正透镜系统的焦距, f_1 表示第一透镜单元的焦距。

10. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$0.19 < |f_B/f_1| < 0.70$,

其中 f_B 表示第二校正透镜系统的焦距, f_1 表示第一透镜单元的焦距。

11. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下面的条件表达式,

$0.02 < f_W/f_1 < 0.35$,

其中 f_1 表示第一透镜单元的焦距, f_W 表示变焦透镜在广角端的的焦距。

12. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中第一校正透镜系统是整个第二透镜单元。

13. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中第二校正透镜系统由整个的第三透镜单元或部分的第三透镜单元构成。

14. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中后透镜组按照从物侧到像侧的顺序包括,具有负折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元,且在变焦期间第一透镜单元到第五透镜单元沿着彼此不同的轨迹移动。

15. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中后透镜组包括具有正折光力的第四透镜单元,且在变焦期间第二透镜单元到第四透镜单元沿着彼此不同的轨迹移动。

16. 如权利要求15所述的变焦透镜,其中第二校正透镜系统由整个的第三透镜单元和整个的第四透镜单元构成。

17. 一种变焦透镜,包括多个透镜单元,

其中彼此相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,

其中该变焦透镜具有多个校正透镜系统,在图像模糊校正期间,所述多个校正透镜系统能够围绕旋转中心旋转,该旋转中心是光轴上的一个点或光轴附近的一个点,

其中图像模糊校正通过在第一变焦范围内旋转所有校正透镜系统来执行,及

其中图像模糊校正通过在与第一变焦范围不同的第二变焦范围内旋转仅部分校正透镜系统来执行。

18. 一种图像拾取设备,包括:

变焦透镜,该变焦透镜按照从物侧到像侧的顺序包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

第二透镜单元,具有负折光力;

第三透镜单元,具有正折光力;及

后透镜组,具有一个或多个透镜单元,

其中彼此相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,

其中第二透镜单元的至少一部分构成第一校正透镜系统,所述第一校正透镜系统在图像模糊校正期间能够围绕第一旋转中心旋转,该第一旋转中心是光轴上的一个点或光轴附近的一个点,

其中被部署在第二透镜单元的像侧的光学系统的至少一部分构成第二校正透镜系统,所述第二校正透镜系统在图像模糊校正期间能够围绕第二旋转中心旋转,该第二旋转中心是光轴上的一个点或光轴附近的一个点,

其中第一旋转中心被放置在第一校正透镜系统最接近物侧的透镜表面的表面顶点的

像侧,及

其中第二旋转中心被放置在第二校正透镜系统最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧;及

图像拾取元件,接收通过所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备。例如,本发明非常适合用于:使用诸如视频照相机、电子静止照相机、广播照相机或监测照相机的图像拾取元件的图像拾取设备;诸如使用卤化银胶片的照相机的图像拾取设备等。

背景技术

[0002] 作为在图像拾取设备中使用的光学图像拾取系统,存在对变焦透镜的需求,该变焦透镜的总透镜长度(从第一透镜表面到像面的距离)是短的,该变焦透镜的尺寸是小的,并且在整个变焦范围内具有高光学性能和高变焦比率。此外,还存在对具有用于校正图像模糊的装置的变焦透镜的需求。

[0003] 专利文献1公开了通过整体地旋转多个透镜系统来执行图像模糊校正的变焦透镜,该多个透镜系统在变焦期间沿着彼此不同的轨迹围绕作为中心的重心位置或重心位置附近的位置移动。此外,专利文献2公开了光学图像拾取系统,在该光学图像拾取系统中,包括具有负光焦度(power)的第一透镜和具有正光焦度的第二透镜的、用于图像模糊校正的光学系统被部署在主透镜系统的物侧。在图像模糊校正期间,第一透镜和第二透镜中的至少一个旋转。

[0004] 通常,对于具有图像稳定功能的变焦透镜,存在精确地执行图像模糊校正的需求,且存在在图像模糊校正时在像差(aberration)中具有更少的变动(fluctuation)的需求。为了满足这样的需求,合适地设置变焦透镜的透镜配置、用于图像模糊校正的图像稳定透镜系统的透镜配置等是重要的。除非为了图像模糊校正而移动的图像稳定透镜系统的透镜配置是合适的,否则图像模糊校正是不够的,且偏心像差的出现量在图像稳定时增大。结果,在图像稳定时保持优秀的光学性能是困难的。

[0005] 在专利文献1的具有图像模糊校正功能的拍摄透镜中,多个透镜单元被整体地旋转。于是,在图像模糊校正时引起的偏心像差中的校正的自由度被限制。于是,在图像模糊校正时保持良好的光学性能是困难的。

[0006] 此外,在专利文献2的变焦透镜中,通过旋转第一透镜和第二透镜中的至少一个来执行图像模糊校正。在专利文献2中,图像模糊校正系统被安装在主透镜系统的前部表面上。于是,整个光学系统的尺寸趋于增大。

[0007] 引用列表

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本专利申请公开No.2001-249276

[0010] 专利文献2:日本专利申请公开No.H09-251127

发明内容

[0011] 问题的解决方案

[0012] 根据本发明的一方面,提供了按照从物侧到像侧的顺序包括以下各项的变焦透

镜:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;和具有一个或多个透镜单元的后透镜组。在变焦期间,彼此相邻的透镜单元之间的间隔改变。第二透镜单元整个地或部分地是校正透镜系统A,在图像模糊校正期间,该校正透镜系统A可以围绕旋转中心A旋转,旋转中心A是光轴上的一个点或光轴附近的一个点。

[0013] 被部署在第二透镜单元的像侧的光学系统整个地或部分地是校正透镜系统B,在图像模糊校正期间,该校正透镜系统B可以围绕旋转中心B旋转,该旋转中心B是光轴上的一个点或光轴附近的一个点。

[0014] 旋转中心A被放置在校正透镜系统A最接近物侧的透镜表面的表面顶点(vertex)的像侧。旋转中心B被放置在校正透镜系统B最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧。

[0015] 根据下面参考附图对示例实施例的描述,本发明的另外的特点将变得清楚。

附图说明

[0016] 图1示出了本发明的数值实施例1中的(A)广角端、(B)中间变焦位置和(C)望远端处的透镜截面图。

[0017] 图2A示出了本发明的数值实施例1中的广角端处的垂直像差图。

[0018] 图2B示出了本发明的数值实施例1中的中间变焦位置处的垂直像差图。

[0019] 图2C示出了本发明的数值实施例1中的望远端处的垂直像差图。

[0020] 图3A示出了本发明的数值实施例1中的广角端处的横向像差图。

[0021] 图3B示出了本发明的数值实施例1中的中间变焦位置处的横向像差图。

[0022] 图3C示出了本发明的数值实施例1中的望远端处的横向像差图。

[0023] 图4A示出了本发明的数值实施例1中的图像模糊校正时的广角端处的横向像差图。

[0024] 图4B示出了本发明的数值实施例1中的图像模糊校正时的中间变焦位置处的横向像差图。

[0025] 图4C示出了本发明的数值实施例1中的图像模糊校正时的望远端处的横向像差图。

[0026] 图5示出了本发明的数值实施例2中的(A)广角端、(B)中间变焦位置和(C)望远端处的透镜截面图。

[0027] 图6A示出了本发明的数值实施例2中的广角端处的垂直像差图。

[0028] 图6B示出了本发明的数值实施例2中的中间变焦位置处的垂直像差图。

[0029] 图6C示出了本发明的数值实施例2中的望远端处的垂直像差图。

[0030] 图7A示出了本发明的数值实施例2中的广角端处的横向像差图。

[0031] 图7B示出了本发明的数值实施例2中的中间变焦位置处的横向像差图。

[0032] 图7C示出了本发明的数值实施例2中的望远端处的横向像差图。

[0033] 图8A示出了本发明的数值实施例2中的图像模糊校正时的广角端处的横向像差图。

[0034] 图8B示出了本发明的数值实施例2中的图像模糊校正时的中间变焦位置处的横向像差图。

[0035] 图8C示出了本发明的数值实施例2中的图像模糊校正时的望远端处的横向像差

图。

[0036] 图9示出了本发明的数值实施例3中的(A)广角端、(B)中间变焦位置和(C)望远端处的透镜截面图。

[0037] 图10A示出了本发明的数值实施例3中的广角端处的垂直像差图。

[0038] 图10B示出了本发明的数值实施例3中的中间变焦位置处的垂直像差图。

[0039] 图10C示出了本发明的数值实施例3中的望远端处的垂直像差图。

[0040] 图11A示出了本发明的数值实施例3中的广角端处的横向像差图。

[0041] 图11B示出了本发明的数值实施例3中的中间变焦位置处的横向像差图。

[0042] 图11C示出了本发明的数值实施例3中的望远端处的横向像差图。

[0043] 图12A示出了本发明的数值实施例3中的图像模糊校正时的广角端处的横向像差图。

[0044] 图12B示出了本发明的数值实施例3中的图像模糊校正时的中间变焦位置处的横向像差图。

[0045] 图12C示出了本发明的数值实施例3中的图像模糊校正时的望远端处的横向像差图。

[0046] 图13示出了本发明的数值实施例4中的(A)广角端、(B)中间变焦位置和(C)望远端处的透镜截面图。

[0047] 图14A示出了本发明的数值实施例4中的广角端处的垂直像差图。

[0048] 图14B示出了本发明的数值实施例4中的中间变焦位置处的垂直像差图。

[0049] 图14C示出了本发明的数值实施例4中的望远端处的垂直像差图。

[0050] 图15A示出了本发明的数值实施例4中的广角端处的横向像差图。

[0051] 图15B示出了本发明的数值实施例4中的中间变焦位置处的横向像差图。

[0052] 图15C示出了本发明的数值实施例4中的望远端处的横向像差图。

[0053] 图16A示出了本发明的数值实施例4中的图像模糊校正时的广角端处的横向像差图。

[0054] 图16B示出了本发明的数值实施例4中的图像模糊校正时的中间变焦位置处的横向像差图。

[0055] 图16C示出了本发明的数值实施例4中的图像模糊校正时的望远端处的横向像差图。

[0056] 图17是根据本发明的图像拾取设备的主截面的示意图。

[0057] 图18是根据本发明的图像模糊校正时的校正透镜系统的说明图。

具体实施方式

[0058] 在下文中,将参考附图描述本发明的优选实施例。为了在变焦透镜振动时执行图像模糊校正,本发明的变焦透镜被配置如下。按照从物侧到像侧的顺序,变焦透镜包括:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;和具有一个或多个透镜单元的后透镜组。在变焦期间彼此相邻的透镜单元之间的间隔改变。第二透镜单元整体地或部分地是校正透镜系统A(第一校正透镜系统),在图像模糊校正期间,该校正透镜系统A可以围绕旋转中心A(第一旋转中心)旋转,该旋转中心A是光轴上

或光轴附近的一个点。

[0059] 被部署在第二透镜单元的像侧的光学系统整个地或部分地是校正透镜系统B(第二校正透镜系统),在图像模糊校正期间,该校正透镜系统B可以围绕旋转中心B(第二旋转中心)旋转,该旋转中心B是光轴上或光轴附近的一个点。这里,旋转中心A被放置在校正透镜系统A最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧。此外,旋转中心B被放置在校正透镜系统B最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧。

[0060] 在本发明中,通过根据变焦位置来将由校正透镜系统A引起的图像模糊与由校正透镜系统B引起的图像模糊区分开,能够执行适合于每个变焦位置的图像模糊校正。在实施例1到3的变焦透镜中,广角端(短焦距端)处的图像模糊校正通过旋转校正透镜系统B被执行,望远端(长焦距端)处的图像模糊校正通过旋转校正透镜系统A被执行。此外,在广角端和望远端之间的中间变焦位置处,图像模糊校正通过旋转校正透镜系统A和校正透镜系统B被执行。此外,在实施例4的变焦透镜中,在广角端和中间变焦位置处,图像模糊校正通过旋转校正透镜系统A被执行,在望远端,图像模糊校正通过旋转校正透镜系统A和校正透镜系统B被执行。

[0061] 图1(A)、(B)和(C)分别示出了本发明的实施例1中的广角端、中间变焦位置和望远端处的透镜截面图。图2A、2B和2C分别是根据实施例1的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的垂直像差图。图3A、3B和3C分别是根据实施例1的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。图4A、4B和4C分别是根据实施例1的变焦透镜的图像模糊校正时的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。实施例1是具有约为13.31的变焦比率和约为3.02到5.93的孔径(aperture)比的变焦透镜。

[0062] 图5(A)、(B)和(C)分别示出了本发明的实施例2中的广角端、中间变焦位置和望远端处的透镜截面图。图6A、6B和6C分别是根据实施例2的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的垂直像差图。图7A、7B和7C分别是根据实施例2的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。图8A、8B和8C分别是根据实施例2的变焦透镜的图像模糊校正时的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。实施例2是具有约为47.06的变焦比率和约为3.50到7.07的孔径比的变焦透镜。

[0063] 图9(A)、(B)和(C)分别示出了本发明的实施例3中的广角端、中间变焦位置和望远端处的透镜截面图。图10A、10B和10C分别是根据实施例3的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的垂直像差图。图11A、11B和11C分别是根据实施例3的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。图12A、12B和12C分别是根据实施例3的变焦透镜的图像模糊校正时的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。实施例3是具有约为9.80的变焦比率和约为1.85到2.88的孔径比的变焦透镜。

[0064] 图13(A)、(B)和(C)分别示出了本发明的实施例4中的广角端、中间变焦位置和望远端处的透镜截面图。图14A、14B和14C分别是根据实施例4的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的垂直像差图。图15A、15B和15C分别是根据实施例4的变焦透镜的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。图16A、16B和16C分别是根据实施例4的变焦透镜的图像模糊校正时的广角端处、中间变焦位置处和望远端处的横向像差图。实施例4是具有约为57.03的变焦比率和约为3.50到7.07的孔径比的变焦透镜。

[0065] 图17是根据本发明的图像拾取设备的主截面的示意图。图18是根据本发明的图像

模糊校正时的校正透镜系统的说明图。

[0066] 根据本发明的变焦透镜在图像拾取设备中被使用。在透镜截面图中,左侧是前部(物侧和放大侧),右侧是后部(像侧和减小侧)。在透镜截面图中, i 指示透镜单元从物侧到像侧的顺序, L_i 是第 i 个透镜单元。 LR 是具有一个或多个透镜单元的后透镜组。 SP 是 F 数确定部件(在下文中被称为“孔径光阑”):该部件具有孔径光阑的功能以用于在开放 F 数(F_{no})时调整(调节)光线。

[0067] G 是与滤光器、相位差板、结晶(crystalline)低通滤光器、红外截止滤光器等对应的光学块(block)。 IP 是像面,当图像拾取设备用作视频照相机或数字静止照相机的拍摄光学系统时,诸如CCD传感器或CMOS传感器的图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取表面被设置在该像面上。此外,当图像拾取设备用作卤化银胶片的照相机的拍摄光学系统时,与胶片表面对应的光敏表面被设置在该像面上。

[0068] 在每个垂直像差图中,球面像差的 d 指示 d -线,球面像差的 g 指示 g -线,像散的 ΔM 指示子午像面, ΔS 指示矢状(sagittal)像面,横向色差的 g 指示 g -线。在每个横向像差图中,按照从上侧的顺序,示出了在 d -线处100%图像高度、70%图像高度、中心图像高度、对侧70%图像高度、对侧100%图像高度处的像差图。虚线指示矢状像面,实线指示子午(meridional)像面。 F_{no} 是 F 数, ω 是半视场角(度)。半视场角 ω 指示基于光线跟踪值的值。在每个透镜截面图中,箭头指示从广角端到望远端的变焦期间每个透镜单元移动的轨迹。

[0069] 在下面的实施例中,广角端和望远端指的是可变光焦度透镜单元可以在机构的光轴上移动的范围的两端处的变焦位置。将描述实施例1的变焦透镜的特征。在图1的透镜截面图中, L_1 是具有正折光力的第一透镜单元, L_2 是具有负折光力的第二透镜单元, L_3 是具有正折光力的第三透镜单元, L_4 是具有负折光力的第四透镜单元, L_5 是具有正折光力的第五透镜单元。后透镜组 LR 包括第四透镜单元 L_4 和第五透镜单元 L_5 。

[0070] 在实施例1的变焦透镜中,透镜单元在变焦期间沿着彼此不同的轨迹移动。相对于广角端,在望远端处,透镜单元的间隔的改变如下。第一透镜单元 L_1 和第二透镜单元 L_2 之间的间隔增大。第二透镜单元 L_2 和第三透镜单元 L_3 之间的间隔减小。第三透镜单元 L_3 和第四透镜单元 L_4 之间的间隔增大。第四透镜单元 L_4 和第五透镜单元 L_5 之间的间隔增大。

[0071] 此外,相对于广角端,在望远端处,第一透镜单元 L_1 、第二透镜单元 L_2 、第三透镜单元 L_3 、第四透镜单元 L_4 和第五透镜单元 L_5 全部被放置在物侧。此外,第二透镜单元 L_2 沿着具有朝着像侧凸出的形状的轨迹移动,第五透镜单元 L_5 沿着具有朝着物侧凸出的形状的轨迹移动。如上所述,通过合适地移动透镜单元,能够减小变焦透镜的尺寸和增大变焦透镜的变焦比率。

[0072] 孔径光阑 SP 被部署在第三透镜单元 L_3 中。因为孔径光阑 SP 被部署在这样的位置,所以在望远端处第二透镜单元 L_2 和第三透镜单元 L_3 之间的间隔减小,确保了在第二透镜单元 L_2 和第三透镜单元 L_3 之间的间隔的足够大量的改变,以进行变焦。

[0073] 此外,孔径光阑 SP 可以被部署在第三透镜单元 L_3 的物侧。在这种情况下,第一透镜单元 L_1 和孔径光阑 SP 之间的间隔可以被减小。于是,减小前部透镜的有效直径变得容易。此外,孔径光阑 SP 可以被部署在第三透镜单元 L_3 的像侧,在这种情况下,能够在变焦期间在第二透镜单元 L_2 和第三透镜单元 L_3 之间设置长的运动行程,因而增大变焦比率变得容易。

[0074] 在变焦期间,孔径光阑 SP 与第三透镜单元 L_3 整体地移动(沿着与透镜单元相同的

轨迹)。通过这样的移动,第三透镜单元L3的透镜直径的增大被限制。此外,在变焦期间,孔径光阑SP可以沿着与第三透镜单元L3不同的(分开的)轨迹移动。在这种情况下,限制在广角侧确定的前部透镜的有效直径的增大变得容易。

[0075] 在图5的实施例2中的透镜单元的数目和透镜单元的折光力的符号与实施例1中相同。在变焦期间,彼此相邻的透镜单元之间的间隔改变。特别是,相对于广角端,在望远端处,透镜单元移动使得第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的间隔增大,第二透镜单元L2和第三透镜单元L3之间的间隔减小。此外,透镜单元移动使得第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔增大,第四透镜单元L4和第五透镜单元L5之间的间隔增大。

[0076] 此外,相对于广角端,在望远端处,第一透镜单元L1、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4被放置在物侧,第二透镜单元L2和第五透镜单元L5被放置在像侧。另外,在从广角端到望远端变焦期间,第五透镜单元L5沿着具有朝着物侧凸出的形状的轨迹移动。如上所述,通过在变焦期间合适地移动透镜单元,能够减小变焦透镜的尺寸和增大变焦透镜的变焦比率。此外,在变焦期间,孔径光阑SP可以沿着与第三透镜单元L3不同的轨迹移动。借此,在广角侧确定的前部透镜的有效直径的增大被限制。

[0077] 然后,将描述图9的实施例3的变焦透镜。在图9的透镜截面图中,L1是具有正折光力的第一透镜单元,L2是具有负折光力的第二透镜单元,L3是具有正折光力的第三透镜单元,L4是具有正折光力的第四透镜单元。后透镜组LR由第四透镜单元L4构成。在实施例3的变焦透镜中,第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4在变焦期间沿着不同的轨迹移动。相对于广角端,在望远端处,透镜单元的间隔的改变如下。

[0078] 第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的间隔增大。第二透镜单元L2和第三透镜单元L3之间的间隔减小。第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔增大。在实施例3的变焦透镜中,第一透镜单元L1和孔径光阑SP在变焦期间是固定的。相对于广角端,在望远端处,第二透镜单元L2被放置在像侧,第三透镜单元L3被放置在物侧。第四透镜单元L4沿着具有朝着物侧凸出的形状的轨迹移动。

[0079] 如上所述,通过合适地移动第二到第四透镜单元L2到L4,实现了变焦透镜的尺寸的减小和变焦透镜的变焦比率的增大。

[0080] 随后,将描述图13的实施例4的变焦透镜。实施例4的变焦透镜包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元。后透镜组LR由第四透镜单元L4和第五透镜单元L5构成。

[0081] 在实施例4的变焦透镜中,透镜单元移动使得彼此相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。特别是,相对于广角端,在望远端处,第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的间隔增大,第二透镜单元L2和第三透镜单元L3之间的间隔减小。此外,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔增大,且第四透镜单元L4和第五透镜单元L5之间的间隔增大。

[0082] 相对于广角端,在望远端处,第二透镜单元L2和第五透镜单元L5被放置在像侧,第一透镜单元L1、第三透镜单元L3和第四透镜单元被放置在物侧。另外,在从广角端到望远端变焦期间,第五透镜单元L5沿着具有朝着物侧凸出的形状的轨迹移动。通过在变焦期间合适地移动透镜单元,能够降低变焦透镜的尺寸和增大变焦透镜的变焦比率。此外,在变焦期

间,孔径光阑SP可以沿着与第三透镜单元L3不同的轨迹移动。借此,能够限制前部透镜的有效直径的增大。

[0083] 为了在图像拾取表面上执行图像模糊校正,每个实施例的变焦透镜具有校正透镜系统,该校正透镜系统围绕光轴上的点或光轴附近的点旋转。特别是,第二透镜单元L2整个地或部分地是校正透镜系统A,在图像模糊校正期间,该校正透镜系统A可以围绕旋转中心A旋转,该旋转中心A是光轴上或光轴附近的一个点。

[0084] 此外,部署在第二透镜单元L2的像侧的光学系统整个地或部分地是校正透镜系统B,在图像模糊校正期间,该校正透镜系统B可以围绕旋转中心B旋转,该旋转中心B是光轴上或光轴附近的一个点。旋转中心A被放置在校正透镜系统A最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧的有限距离处。旋转中心B被放置在校正透镜系统B最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧的有限距离处。

[0085] 在后面描述的实施例1、2和4中的每个变焦透镜中,第二透镜单元L2与校正透镜系统A对应,第三透镜单元L3与校正透镜系统B对应。此外,在实施例3的变焦透镜中,第二透镜单元L2与校正透镜系统A对应,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4与校正透镜系统B对应。

[0086] 在校正透镜系统A和校正透镜系统B中,通过给出围绕作为旋转中心的点旋转的角度来同时设置偏移分量(shift component)和倾斜分量(tilt component)两者,该点在光轴上有限距离处。偏移分量是在垂直于光轴的方向上的移动。倾斜分量是相对于光轴的倾斜。通过给出偏移分量,能够得到图像模糊校正效果。此外,通过给出倾斜分量,能够得到减小偏心像差的效果,该偏心像差在校正透镜系统发生偏心时出现。

[0087] 作为在偏心时出现的像差,存在偏心彗形像差(coma)、偏心像散、像面的倾斜等等。因而,通过设置适合于偏移分量的倾斜分量来减小这些偏心像差变得容易。校正透镜系统A和校正透镜系统B围绕作为旋转中心的一个点旋转,该点在光轴上。此时,能够通过将旋转中心设置在校正透镜系统最接近物侧的透镜表面的表面顶点的像侧来得到减小像差的效果,该像差在偏心时出现。此外,通过合适地设置旋转中心的位置,能够在倾斜分量的基础上有效地减小偏心像差。

[0088] 为了防止前部透镜的有效直径增大,校正透镜系统被优选地形成与物侧尽可能接近的透镜系统。关于在图像模糊校正时到光线所穿过的透镜上的入射高度的改变,更接近物侧的透镜系统中的入射高度的改变大于用于图像模糊校正的校正透镜系统中的入射高度的改变。从而,当校正透镜系统被形成为与物侧尽可能接近的透镜系统时,到光线所穿过的前部透镜上的入射高度的改变在图像模糊校正时被限制。借此,足够的环境亮度被容易地确保。相反,在预先确定的环境亮度被确保的前提下,降低前部透镜的有效直径是容易的。

[0089] 由此看来,首先,第一透镜单元被设置成校正透镜系统。但是,通常,在从物侧到像侧拥有具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元的变焦透镜中,第一透镜单元的有效直径增大。于是,第一透镜单元的重量增大,因而,根据图像模糊校正而高响应性地驱动该透镜单元是困难的。

[0090] 从而,从限制图像模糊校正时的光学性能劣化、确保环境亮度、减小前部透镜的有效直径、减小校正透镜系统的重量等等的角度看来,在根据本发明的变焦透镜中,第二透镜单元L2被设置成校正透镜系统A。此外,校正透镜系统A可以是在第二透镜单元L2内的部分

的透镜系统。此外,在具有高变焦比率的变焦透镜中,特别是当在望远侧的变焦范围内焦距变得更长时,进行图像模糊校正所需的、校正透镜系统的校正驱动的量变得更大。结果,前部透镜的有效直径增大。为了解决这个问题,在根据本发明的变焦透镜中,望远侧的图像模糊校正主要由校正透镜系统A来执行。

[0091] 具体而言,在实施例1到3的变焦透镜中,望远侧的图像模糊校正由校正透镜系统A来执行。此外,在实施例4的变焦透镜中,望远侧的图像模糊校正由校正透镜系统A和校正透镜系统B来执行。

[0092] 当校正透镜系统A的旋转中心A被设置成令人满意地校正望远端的偏心像差时,不能确保能够令人满意地校正在其他变焦范围内的偏心像差。特别是,在具有大变焦比率和大视场角改变的变焦透镜中,入射到第一透镜单元L1和第二透镜单元L2上的光线的角度根据变焦位置大幅度地改变。于是,在给出偏移分量时出现的偏心像差根据变焦位置而不同。

[0093] 对于这个问题,在实施例1到3的变焦透镜中,校正透镜系统B的旋转中心被设置成令人满意地校正变焦范围内除望远端以外的偏心像差,校正透镜系统B被旋转,借此执行图像模糊校正。校正透镜系统A和校正透镜系统B根据变焦范围被合适地分开使用,借此整个变焦范围内的图像稳定性能被保持良好。

[0094] 在实施例4的变焦透镜中,在广角端或中间变焦位置处,图像模糊校正由校正透镜系统A执行。另一方面,在包括望远端的望远侧的变焦范围内,除了校正透镜系统A外,还通过旋转校正透镜系统B,施加图像模糊校正效果和对由图像模糊引起的偏心像差的校正的效果两者。

[0095] 注意,校正透镜系统A和校正透镜系统B可以被旋转以便执行图像模糊校正,以便改善在整个变焦范围内的图像模糊校正的效果。

[0096] 这里,通过沿着彼此不同的轨迹旋转校正透镜系统A和校正透镜系统B,能够执行最佳图像模糊校正。这时,校正透镜系统A的旋转中心A和校正透镜系统B的旋转中心B在不同位置处。

[0097] 为了增强图像模糊校正效果,校正透镜系统A旋转使得偏移分量被设置成大的。即,旋转中心A被设置使得从校正透镜系统A到旋转中心A的距离被设置为长的。在另一方面,为了抑制由图像模糊引起的像差的变动,校正透镜系统B旋转使得倾斜分量被设置成大的。即,旋转中心B被设置使得从校正透镜系统B到旋转中心B的距离被设置成相对短的。

[0098] 图18是示出驱动校正透镜系统的方法的说明图。如图18所示,作为用于旋转校正透镜系统IS的配置,假设提供了这样的配置:在该配置中,数个球SB被插入到透镜保持架LH和与其相邻的固定部件LB之间。可以通过球SB在固定部件LB上滚动来移动透镜保持架LH。这时,如果固定部件LB的与球SB接触的接触表面是球形的,那么校正透镜系统IS可以被旋转。此外,旋转中心是接触表面的球形形状的中心。在变焦期间,透镜保持架LH、球SB和固定部件LB可以在光轴方向上整体移动。

[0099] 但是,在这种情况下,不论变焦如何,从透镜保持架LH到旋转中心La的距离可以是恒定的。使用这样的简单驱动机制,能够生成期望的校正透镜系统的偏移分量和倾斜分量。此外,移动每个实施例的校正透镜系统的方法不必限于沿着球形形状旋转。接触表面的形状可以是非球形形状,例如抛物线形状或稍微偏离球形形状的椭球形状。

[0100] 如上所述,根据本发明,即使当图像模糊校正角度在图像稳定的时候被设置成大

的,也能够得到具有小的前部透镜有效直径和在整个变焦范围内具有足够的环境亮度比和高光学性能的变焦透镜。

[0101] 在根据本发明的变焦透镜中,满足下面的条件表达式中的至少一个或多个表达式是优选的:

[0102] $8.5 < RA/dA < 20.0 \dots (1)$;

[0103] $0.3 < RB/dB < 10.5 \dots (2)$;

[0104] $7.5 < |RA/fA| < 22.5 \dots (3)$;

[0105] $0.3 < |RB/fB| < 4.5 \dots (4)$;

[0106] $0.07 < |fA/f1| < 0.25 \dots (5)$;

[0107] $0.19 < |fB/f1| < 0.70 \dots (6)$;及

[0108] $0.02 < fW/f1 < 0.35 \dots (7)$,

[0109] 其中,RA表示从校正透镜系统A接近物侧的透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离,dA表示校正透镜系统A在光轴上的厚度,RB表示从校正透镜系统B接近物侧的透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离, dB表示校正透镜系统B在光轴上的厚度, fA表示校正透镜系统A的焦距, fB表示校正透镜系统B的焦距, f1表示第一透镜单元L1的焦距, fW表示在广角端的变焦透镜的焦距。然后,将描述上述条件表达式的技术范围。

[0110] 在每个实施例的变焦透镜中,通过旋转校正透镜系统A,给出了相对于光轴的偏移分量和倾斜分量。这里,通过合适地相对于偏移分量设置倾斜分量,有效地减小了偏心像差。由倾斜分量的出现引起的偏心像差的效果的程度依赖于距离RA和厚度dA的幅度。例如,当距离RA的值被设置成小的时,倾斜分量相对于图像模糊校正的期望的量是大的,且该值对偏心像差做出了很大贡献。此外,当厚度dA的值被设置成大的时,在倾斜分量被生成时光路长度的改变量是大的,且该值对偏心像差做出了很大的贡献。

[0111] 条件表达式(1)定义了从透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离RA与校正透镜系统A在光轴上的厚度dA的比率。如果条件表达式(1)的结果大于其上限且从透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离RA过长,那么校正透镜系统A的倾斜分量将过度地减小,在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果该结果大于其上限,且校正透镜系统A在光轴上的厚度dA过度地减小,那么由倾斜分量引起的光路长度的改变将减小,减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。

[0112] 相反,如果条件表达式(1)的结果小于其下限,且从透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离RA过短,那么当意图得到对于期望的图像模糊校正所需的偏移分量时,倾斜分量会是过大的角度。借此,高阶偏心像差出现在倾斜分量中,并且没有被偏移分量令人满意地消除。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式(1)的结果小于其下限,且校正透镜系统A在光轴上的厚度dA过度地增大,那么由倾斜分量引起的光路长度的改变将增大,且偏心像差的出现量过度地增大。因而,这种情况不是优选的。

[0113] 条件表达式(2)定义了从透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离RB与校正透镜系统B在光轴上的厚度dB的比率。如果条件表达式(2)的结果大于其上限且从透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离RB过长,那么校正透镜系统B的倾斜分量将过度地减小,在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式(2)的结果大于其上限,且校正透镜系统B在光轴上的厚度dB过度减小,那么由

倾斜分量引起的光路长度的改变将降低,在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。

[0114] 相反,如果条件表达式 (2) 的结果小于其下限,且从透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离RB过短,那么当意图得到对于期望的图像模糊校正所需的偏移分量时,倾斜分量会是过大的角度。借此,在倾斜分量中的高阶偏心像差出现,并且没有被偏移分量令人满意地消除。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式 (2) 的结果小于其下限,且校正透镜系统B在光轴上的厚度dB过度地增大,那么由倾斜分量引起的光路长度的改变将增大,且偏心像差的出现量过度地增大。因而,这种情况不是优选的。

[0115] 条件表达式 (3) 定义了距离RA与校正透镜系统A的负焦距fA的比率,其中RA从校正透镜系统A的透镜表面的表面顶点延伸到旋转中心A。如果条件表达式 (3) 的结果大于其上限,且从透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离RA过长,那么校正透镜系统A的倾斜分量将过度地减小,且在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。

[0116] 可替代地,如果条件表达式 (3) 的结果大于其上限,且校正透镜系统A的负焦距过度地减小(如果负焦距的绝对值过度地减小),那么由校正透镜系统A的偏移分量引起的偏心像差将变得过大。然后,在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。

[0117] 相反,如果条件表达式 (3) 的结果小于其下限,从透镜表面的表面顶点到旋转中心A的距离RA过短,那么当意图得到对于期望的图像模糊校正所需的偏移分量时,倾斜分量会是过大的角度。借此,在倾斜分量中的高阶偏心像差出现,并且没有被偏移分量令人满意地消除。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式 (3) 的结果小于其下限,且校正透镜系统A的负焦距过度地增大(如果负焦距的绝对值过度地增大),那么对于图像模糊校正所需的偏移分量的校正量过度地增大,且光学系统的尺寸增大。因而,这种情况不是优选的。

[0118] 条件表达式 (4) 定义了距离RB与校正透镜系统B的正焦距fB的比率,其中RB从校正透镜系统B的透镜表面的表面顶点延伸到旋转中心B。如果条件表达式 (4) 的结果大于其上限,且从透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离RB过长,那么校正透镜系统B的倾斜分量将过度地减小,且在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式 (4) 的结果大于其上限,且校正透镜系统B的正焦距过度地降低,那么由校正透镜系统B的偏移分量引起的偏心像差过度地增大,且在倾斜分量的基础上减小偏心像差的效果变得不够。因而,这种情况不是优选的。

[0119] 相反,如果条件表达式 (4) 的结果小于其下限,从透镜表面的表面顶点到旋转中心B的距离RB过短,那么当意图得到对于期望的图像模糊校正所需的偏移分量时,倾斜分量会是过大的角度。借此,在倾斜分量中的高阶偏心像差出现,并且没有被偏移分量令人满意地消除。因而,这种情况不是优选的。可替代地,如果条件表达式 (4) 的结果小于其下限,且校正透镜系统B的正焦距过度地增大,那么对于图像模糊校正所需的偏移分量的校正量过度地增大,且光学系统的尺寸增大。因而,这种情况不是优选的。

[0120] 条件表达式 (5) 定义了校正透镜系统A的负焦距fA与第一透镜单元L1的焦距f1的比率。如果条件表达式 (5) 小于其下限,且校正透镜系统A的负焦距过度地降低,那么在图像

模糊校正时由偏移分量引起的偏心像差的量将过度地增大,且在倾斜分量的基础上减小偏心像差变得困难。因而,这种情况不是优选的。

[0121] 相反,如果条件表达式 (5) 大于其上限,校正透镜系统A的负焦距过度地增大,那么图像稳定灵敏度将过度地降低。于是,用于得到期望的图像模糊校正角度的偏移分量的量将过度地增大。在这种情况下,用于旋转的驱动行程增大,且驱动装置的尺寸增大。因而,这种情况不是优选的。

[0122] 条件表达式 (6) 定义了校正透镜系统B的正焦距 f_B 与第一透镜单元L1的焦距 f_1 的比率。如果条件表达式 (6) 小于其下限,且校正透镜系统B的正焦距过度地减小,那么在图像模糊校正时由偏移分量引起的偏心像差的量过度地增大,且在倾斜分量的基础上减小偏心像差变得困难。因而,这种情况不是优选的。

[0123] 相反,如果条件表达式 (6) 大于其上限,校正透镜系统B的正焦距过度地增大,那么图像稳定灵敏度将过度地降低。于是,用于得到期望的图像模糊校正角度的偏移分量的量过度地增大,在这种情况下,用于旋转的驱动行程增大,且驱动装置的尺寸增大。因而,这种情况不是优选的。

[0124] 条件表达式 (7) 定义了变焦透镜在广角端处的焦距 f_W 与第一透镜单元L1的焦距 f_1 的比率。如果条件表达式 (7) 大于其上限,且变焦透镜在广角端处的焦距过度地增大,那么在图像模糊校正时在整个变焦范围内校正像差将变得容易,但是增大其视场角变得困难。因而,这不是优选的。相反,如果条件表达式 (7) 小于其下限,变焦透镜在广角端处的焦距过度地降低,那么增大其视场角将变得容易,但是在图像模糊校正时在整个变焦范围内校正像差变得困难。因而,这不是优选的。此外,条件表达式 (1) 到 (7) 的数值范围被更优选地设置如下。

[0125] $9.0 < RA/dA < 19.0 \dots (1a)$

[0126] $0.5 < RB/dB < 10.0 \dots (2a)$

[0127] $8.0 < |RA/f_A| < 21.5 \dots (3a)$

[0128] $0.4 < |RB/f_B| < 4.3 \dots (4a)$

[0129] $0.08 < |f_A/f_1| < 0.24 \dots (5a)$

[0130] $0.20 < |f_B/f_1| < 0.68 \dots (6a)$

[0131] $0.03 < f_W/f_1 < 0.31 \dots (7a)$

[0132] 条件表达式 (1a) 到 (7a) 的数值范围被进一步更优选地设置如下。

[0133] $9.5 < RA/dA < 17.5 \dots (1b)$

[0134] $0.7 < RB/dB < 9.5 \dots (2b)$

[0135] $8.5 < |RA/f_A| < 20.5 \dots (3b)$

[0136] $0.5 < |RB/f_B| < 4.1 \dots (4b)$

[0137] $0.09 < |f_A/f_1| < 0.23 \dots (5b)$

[0138] $0.21 < |f_B/f_1| < 0.66 \dots (6b)$

[0139] $0.04 < f_W/f_1 < 0.29 \dots (7b)$

[0140] 在每个实施例的变焦透镜中,第二透镜单元L2的整体被优选地用作校正透镜系统A。当第二透镜单元L2的一部分被用作校正透镜系统A时,能够在图像模糊校正时保持良好的光学性能。但是,需要与多个透镜系统分开地控制第二透镜单元L2。

[0141] 此外,在每个实施例的变焦透镜中,优选地将整个的第三透镜单元L3用作校正透镜系统B。当第三透镜单元L3的一部分被用作校正透镜系统B时,能够在图像模糊校正时保持良好的光学性能。但是,需要与多个透镜系统分开地控制第三透镜单元L3。

[0142] 此外,在每个实施例的变焦透镜中,优选地第三透镜单元L3被形成为具有正折光力。在按照从物侧到像侧的顺序拥有具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元的变焦透镜中,第三透镜单元L3被形成为具有负折光力。例如,具有正、负、负和正折光力的四个透镜单元的配置是已知的。

[0143] 但是,当第三透镜单元L3被形成为具有负折光力时,为了像差校正,第三透镜单元L3最接近物侧的透镜表面趋向于是凹的。于是,当第二透镜单元L2的整个或部分围绕作为旋转中心的一个点旋转时,第二透镜单元L2趋向于干扰第三透镜单元L3,其中该点在像侧的光轴上。从而,减小第二透镜单元L2和第三透镜单元L3之间的间隔变得困难,且减小光学系统的尺寸或增大变焦比率变得困难。

[0144] 然后,将参考图17描述将根据本发明的变焦透镜用作拍摄光学系统的数字照相机(图像拾取设备)的实施例。

[0145] 在图17中,附图标记20指示数字照相机主体,附图标记21指示包括每个实施例的上述变焦透镜的拍摄光学系统,附图标记22指示诸如CCD的图像拾取元件,该图像拾取元件通过拍摄光学系统21接收目标图像,附图标记23指示用于记录由图像拾取元件22接收的目标图像的记录装置。附图标记24指示用于查看在未在图中示出的显示元件上显示的目标图像的取景器。该显示元件包括液晶板等,并显示在图像拾取元件22上形成的目标图像。如上所述,通过将根据本发明的变焦透镜应用到诸如数字照相机的图像拾取设备,能够提供具有小尺寸和高光学性能的图像拾取设备。

[0146] 此外,根据本发明的变焦透镜可以以类似的方式被应用到无镜的单镜头反光照相机。

[0147] 然后,将描述本发明的数值实施例。在每个数值实施例中,i指示从物侧起的表面的顺序。在数值实施例中,ri指示按照从物侧的顺序第i个透镜表面的曲率半径。di指示按照从物侧的顺序第i个透镜的厚度和空隙。ndi和vdi分别指示在d线处作为按照从物侧的顺序第i个透镜的材料的玻璃的折射率和阿贝数。当光轴方向是X轴,垂直于光轴的方向是H轴,且光行进的方向是正方向时,假设r是旁轴曲率半径,K是圆锥常数,且A4、A6、A8和A10分别是非球形表面系数。在这种假设下,非球形表面形状由下面的表达式来表示。

[0148] 数学式1

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8 + A10 \times H^{10}$$

[0150] 此外,[e+X]指的是 $[x10^{+X}]$,且[e-X]指的是 $[x10^{-X}]$ 。BF是后焦距,从最后透镜表面到旁轴像面的距离被空气转换(air-converted)成该后焦距。总透镜长度是后焦距BF和从第一透镜表面到最后透镜表面的距离之和。非球形表面由添加在表面数目之后的*指示。上述条件表达式和数值实施例之间的关系在表1中示出。

[0151] 在图像模糊校正时的透镜系统位置数据中,旋转中心的位置指示从校正透镜系统

最接近物侧的透镜表面的顶点到旋转中心的距离,其中正号指示从校正透镜系统看的像侧。倾角指示在图像模糊校正时的旋转角度,其中在每个实施例的透镜截面图中,正号指示逆时针方向。此外,图像模糊校正角度指示对于屏幕中心的校正的角度。

[0152] [数值实施例1]

[0153] 单位mm

[0154] 表面数据

	表面数目	i	ri	di	ndi	vdi
	1	47.542		0.90	1.84666	23.9
	2	28.475		2.74	1.49700	81.5
	3	2493.581		0.20		
	4	26.865		2.17	1.69680	55.5
	5	136.341		(可变)		
	6	2436.982		1.03	1.85135	40.1
	7*	5.904		2.56		
[0155]	8	-12.706		0.60	1.80400	46.6
	9	37.693		0.20		
	10	14.605		1.37	1.94595	18.0
	11	-215.216		(可变)		
	12*	7.944		1.38	1.58313	59.4
	13*	-59.910		0.86		
	14 (光阑)	∞		1.39		
	15	10.467		0.60	1.94595	18.0
	16	6.384		0.53		

	17	19.590	1.37	1.60311	60.6
	18	-18.355	(可变)		
	19	452.291	0.50	1.48749	70.2
	20	31.753	(可变)		
[0156]	21	16.612	1.44	1.69680	55.5
	22	153.432	0.60	1.72825	28.5
	23	51.937	(可变)		
	24	∞	0.80	1.51633	64.1
	25	∞	0.88		
	像面	∞			
[0157]	非球形表面数据				
[0158]	第七个表面				
[0159]	$K=-2.35333e+000$ $A4=1.49919e-003$ $A6=-2.81439e-006$				
[0160]	$A8=3.23263e-007$ $A10=1.76871e-008$				
[0161]	第十二个表面				
[0162]	$K=1.29966e+000$ $A4=-1.03059e-003$ $A6=-8.43554e-005$ $A8=5.54525e-006$ $A10=-7.59601e-007$				
[0163]	第十三个表面				
[0164]	$K=2.12676e+002$ $A4=-3.61241e-004$ $A6=-6.62061e-005$				
[0165]	$A8=4.12821e-006$ $A10=-5.75474e-007$				
[0166]	各种数据				

变焦比率 13.31			
	广角	中间	望远
焦距	5.13	19.59	68.25
F 数	3.02	4.73	5.93
半视场角	33.03	11.19	3.25
(度)			
图像高度	3.33	3.88	3.88
[0167] 总透镜长度	49.53	56.32	75.76
BF	7.94	18.26	8.34
d5	0.94	10.25	22.87
d11	15.81	3.51	0.71
d18	1.90	2.78	2.98
d20	2.50	1.09	20.42
d23	6.53	16.85	6.93
[0168] 变焦透镜单元数据			
单元	第一表面	焦距	
[0169] 1	1	38.39	
	2	6	-6.36
	3	12	11.44
[0170] 4	19	-70.08	
	5	21	34.69
[0171] 用于模糊校正的校正透镜系统数据			

校正透镜系统 A 第一表面数目 6 最后表面数目 11

[0172] 校正透镜系统焦距 f_A -6.363 mm

校正透镜系统厚度 d_A 5.756 mm

校正透镜系统旋转中心位置 RA 60.154 mm

校正透镜系统 B 第一表面数目 12 最后表面数目 18

[0173] 校正透镜系统焦距 f_B 11.443 mm

校正透镜系统厚度 d_B 6.128 mm

校正透镜系统旋转中心位置 RB 6.500 mm

[0174]

	广角	中间	望远
校正透镜系统	校正透镜	校正透镜	校正透镜
	系统 B	系统 B	系统 A
校正透镜系统倾角	2.09 度	5.02 度	-1.00 度
模糊校正角度	-3.0 度	-3.0 度	-3.0 度

[0175] [数值实施例2]

[0176] 单位mm

[0177] 表面数据

	表面数目 i	ri	di	ndi	vdi
	1	91.809	1.80	1.91082	35.3
	2	49.682	5.14	1.49700	81.5
	3	-172.691	0.18		
	4	40.799	3.19	1.49700	81.5
	5	125.399	(可变)		
	6	264.824	0.95	1.88300	40.8
	7	8.654	4.75		
[0178]	8	-34.290	0.70	1.77250	49.6
	9	29.514	0.20		
	10	17.261	2.03	1.95906	17.5
	11	68.338	(可变)		
	12 (光阑)	∞	(可变)		
	13*	10.682	2.55	1.55332	71.7
	14*	-1301.722	1.88		
	15	25.419	0.60	1.77250	49.6
	16	11.168	0.32		
	17	15.838	0.60	2.00330	28.3

	18	11.699	2.19	1.49700	81.5
	19	-26.225	(可变)		
	20	27.270	0.70	1.91082	35.3
	21	16.857	(可变)		
[0179]	22	22.140	2.70	1.77250	49.6
	23	-20.954	0.60	1.91082	35.3
	24	-323.774	(可变)		
	25	∞	0.50	1.51633	64.1
	26	∞	0.50		
	像面	∞			
[0180]	非球形表面数据				
[0181]	第十三个表面				
[0182]	K=-1.00530e+000 A4=1.06429e-005 A6=3.26152e-007				
[0183]	A8=9.58317e-009 A10=2.62605e-010				
[0184]	第十四个表面				
[0185]	K=-5.46043e+005 A4=-1.36233e-005 A6=1.09625e-006				
[0186]	各种数据				
	变焦比率	47.06			
[0187]	广角	中间	望远		
	焦距	4.42	12.67	208.00	

F 数	3.50	5.00	7.07
半视场角	37.01	17.00	1.07
(度)			
图像高度	3.33	3.88	3.88
总透镜长度	97.10	94.01	138.81
BF	11.63	19.04	11.10

[0188]

d5	0.78	14.02	60.14
d11	35.95	17.16	1.31
d12	9.99	1.81	0.09
d19	2.98	4.99	8.58
d21	4.69	5.91	26.52
d24	10.80	18.21	10.27

[0189] 变焦透镜单元数据

单元 第一表面 焦距

1	1	78.55
2	6	-9.25
3	13	19.11
4	20	-50.07
5	22	31.97

[0190]

[0191] 用于模糊校正的校正透镜系统数据

	校正透镜系统 A	第一表面数目 6	最后表面数目 11
[0192]	校正透镜系统焦距 fA	-9.254 mm	
	校正透镜系统厚度 dA	8.633 mm	
	校正透镜系统旋转中心位置 RA	119.000 mm	
	校正透镜系统 B	第一表面数目 13	最后表面数目 19
[0193]	校正透镜系统焦距 fB	19.109 mm	
	校正透镜系统厚度 dB	8.144 mm	
	校正透镜系统旋转中心位置 RB	70.000 mm	
		广角	中间
	校正透镜系统	校正透镜	校正透镜
		系统 B	系统 B
[0194]	校正透镜系统倾角	0.21 度	-0.32 度
	模糊校正角度	-4.0 度	-0.7 度
[0195]	[数值实施例3]		
[0196]	单位mm		
[0197]	表面数据		

表面数目	i	ri	di	ndi	vdi
1	53.041		1.35	1.84666	23.9
2	27.668		6.05	1.60311	60.6
3	-440.882		0.18		
4	24.922		3.45	1.69680	55.5
5	74.134		(可变)		
6	147.266		0.70	1.88300	40.8
7	7.285	2.97			
8	-111.952		0.60	1.80610	33.3
9	29.523		1.22		
[0198] 10	-25.404		0.60	1.80400	46.6
11	40.496		0.27		
12	20.278		1.94	1.92286	18.9
13	-54.086		(可变)		
14 (光阑)	∞		(可变)		
15*	10.402		3.01	1.58313	59.4
16	-129.903		4.39		
17	56.301		0.60	1.80518	25.4
18	10.489		0.59		
19*	21.401		2.23	1.58313	59.4
20	-36.073		(可变)		

	21	13.790	3.07	1.69680	55.5
	22	-22.255	1.10	1.84666	23.9
	23	-236.089	(可变)		
[0199]	24	∞	1.94	1.51633	64.1
	25	∞	1.98		
	像面	∞			
[0200]	非球形表面数据				
[0201]	第十五个表面				
[0202]	K=-8.66524e-001 A4=-1.99723e-006 A6=7.05266e-008				
[0203]	A8=6.79053e-010				
[0204]	第十九个表面				
[0205]	K=-4.10770e-001 A4=-2.43478e-005 A6=1.73933e-008				
[0206]	A8=-1.14367e-011				
[0207]	各种数据				
	变焦比率	9.80			
		广角	中间	望远	
	焦距	4.63	20.22	45.44	
[0208]	F 数	1.85	2.61	2.88	
	半视场角	32.92	8.44	3.78	
	(度)				

	图像高度	3.00	3.00	3.00
	总透镜长度	78.39	78.39	78.39
	BF	9.14	13.15	11.55
[0209]	d5	1.01	16.10	21.46
	d13	22.93	7.84	2.48
	d14	6.40	2.56	2.25
	d20	4.59	4.42	6.33
	d23	5.88	9.89	8.29
[0210]	变焦透镜单元数据			
	单元 第一表面焦距			
	1	1	36.96	
[0211]	2	6	-7.42	
	3	15	21.10	
	4	21	21.02	
[0212]	用于模糊校正的校正透镜系统数据			
	校正透镜系统 A	第一表面数目 6	最后表面数目 13	
[0213]	校正透镜系统焦距 fA -7.420 mm			
	校正透镜系统厚度 dA 8.300 mm			
[0214]	校正透镜系统旋转中心位置 RA 139.366 mm			
	校正透镜系统 B	第一表面数目 15	最后表面数目 20	
	校正透镜系统焦距 fB 21.105 mm			
[0215]	校正透镜系统厚度 dB 10.820 mm			
	校正透镜系统旋转中心位置 RB 30.000 mm			

	广角	中间	望远
	校正透镜系统	校正透镜	校正透镜
[0216]	系统 B	系统 B	系统 A
	校正透镜系统倾角	0.55 度	1.50 度
	模糊校正角度	-3.0 度	-2.0 度
[0217]	[数值实施例4]		
[0218]	单位mm		
[0219]	表面数据		
	表面数目 i	ri	di
	1	78.206	1.45
	2	50.467	6.25
[0220]	3	-399.632	0.05
	4	47.286	3.80
	5	181.357	(可变)
		ndi	vdi
		1.91082	35.3
		1.43875	94.9
		1.49700	81.5

	6	146.744	0.75	1.88300	40.8
	7	8.429	4.14		
	8	81.073	0.60	2.00100	29.1
	9	22.495	1.65		
	10	-53.291	0.60	1.88300	40.8
	11	53.291	0.10		
	12	19.117	2.25	1.95906	17.5
	13	1012.136	(可变)		
	14 (光阑)	∞	(可变)		
	15*	9.480	2.90	1.53160	55.8
[0221]	16*	-51.494	2.18		
	17	33.436	0.40	1.63540	23.9
	18	8.679	0.97		
	19*	21.478	2.20	1.53160	55.8
	20*	-20.493	(可变)		
	21	-40.801	0.70	1.53530	55.8
	22	27.732	(可变)		
	23	24.471	2.85	1.53160	55.8
	24	-17.675	0.70		
	25	-17.443	0.50	1.63540	23.9
	26	-36.514	(可变)		
	27	∞	0.80	1.51633	64.1

	28	∞	0.50
[0222]	像面	∞	
[0223]	非球形表面数据		
[0224]	第十五个表面		
[0225]	K=-6.63523e-001 A4=-7.08490e-005 A6=-4.03698e-006		
[0226]	A8=1.25027e-008		
[0227]	第十六个表面		
[0228]	K=0.00000e+000 A4=-6.30315e-005 A6=-4.65521e-006		
[0229]	A8=5.44848e-008		
[0230]	第十九个表面		
[0231]	K=0.00000e+000 A4=-1.59928e-004 A6=8.20880e-007		
[0232]	A8=-1.06954e-007		
[0233]	第二十个表面		
[0234]	K=0.00000e+000 A4=-1.07073e-004 A6=2.49004e-006		
[0235]	A8=-2.25220e-007		
[0236]	各种数据		
	变焦比率	57.03	
		广角	中间
			望远
[0237]	焦距	3.70	7.78
			211.00
	F 数	3.50	4.50
			7.07

	视场角	40.66	26.48	1.05
	图像高度	3.18	3.88	3.88
	总透镜长度	96.92	84.45	150.26
	BF	10.11	14.19	9.98
[0238]	d5	0.75	1.76	69.76
	d13	31.50	12.39	1.00
	d14	14.96	10.36	0.50
	d20	2.62	3.17	8.90
	d22	1.95	7.55	25.08
	d26	9.08	13.16	8.95
[0239]	变焦透镜单元数据			
	单位 第一表面焦距			
	1	1	89.55	
	2	6	-8.67	
[0240]	3	15	16.61	
	4	21	-30.73	
	5	23	30.38	
[0241]	用于模糊校正的校正透镜系统数据			
	校正透镜系统 A	第一表面数目 6	最后表面数目 13	
	校正透镜系统焦距 fA -8.674 mm			
[0242]	校正透镜系统厚度 dA 10.092 mm			
	校正透镜系统旋转中心位置 RA 190.000 mm			

校正透镜系统 B 第一表面数目 15 最后表面数目 20

[0243]

校正透镜系统焦距 fB 16.610 mm

校正透镜系统厚度 dB 8.645 mm

校正透镜系统旋转中心位置 RB 5.100 mm

广角 中间 望远

校正透镜系统 校正透镜 校正透镜 校正透镜

系统 A 系统 A 系统 A

校正透镜系统倾角 -0.10 度 -0.20 度 -0.31 度

[0244]

校正透镜系统 校正透镜系统

B

校正透镜系统倾角 -1.00 度

模糊校正角度 -2.0 度 -4.0 度 -1.0 度

[0245] [表1]

[0246]

条件表达式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4
(1)	10.45	13.78	16.79	18.83
(2)	1.06	8.60	2.77	0.59
(3)	9.45	12.86	18.78	21.90
(4)	0.57	3.66	1.42	0.31
(5)	0.166	0.118	0.201	0.097
(6)	0.298	0.243	0.571	0.185
(7)	0.134	0.056	0.125	0.041

[0247] 虽然参考示例实施例描述了本发明,但是应该理解,本发明不限于公开的示例实施例。所附利要求的范围应该被给予最广泛的解释,以便包括所有这样的修改和等同结构和功能。

[0248] 本申请要求于2014年6月10日提交的日本专利申请No.2014-119440和于2015年4月24日提交的日本专利申请No.2015-089583的权益,该申请通过引用被整体结合于此。

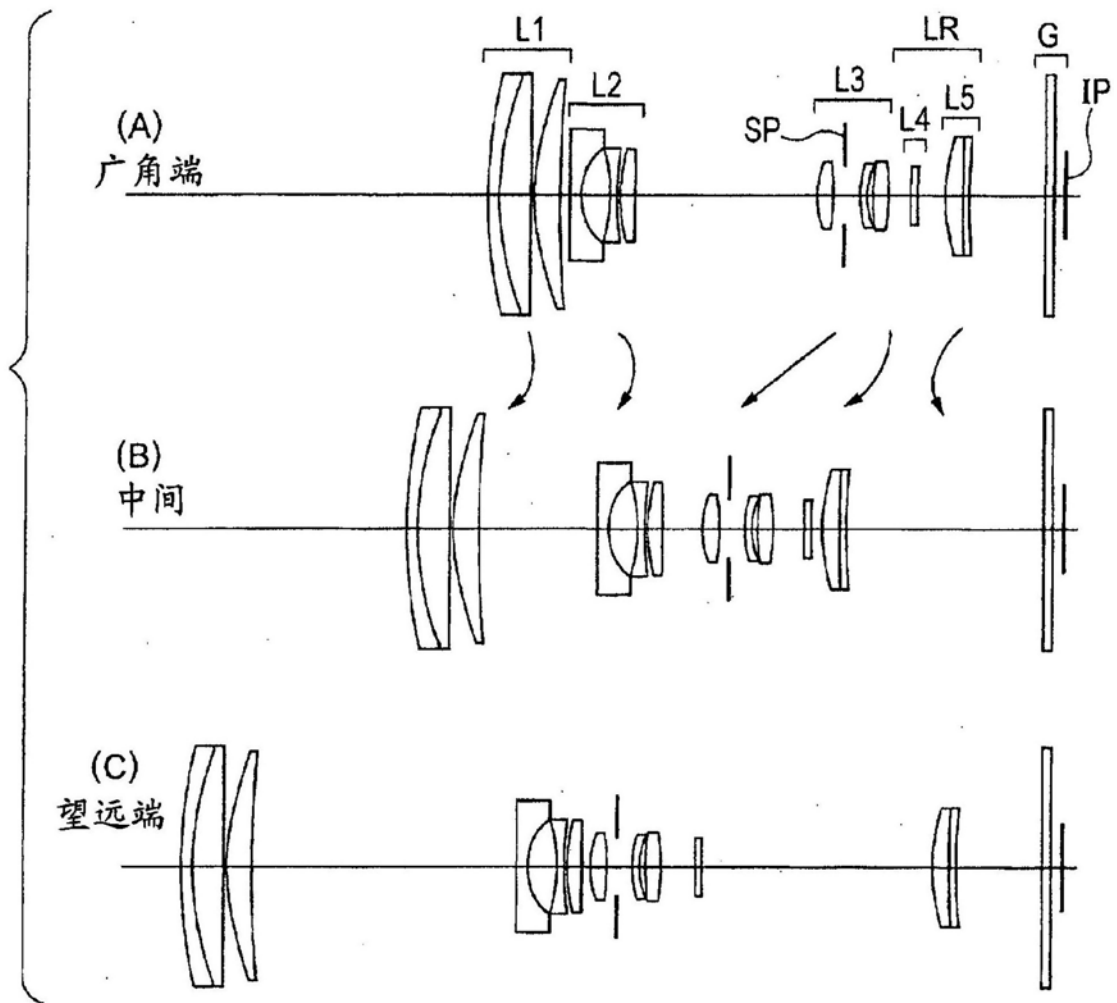


图1

图 2A

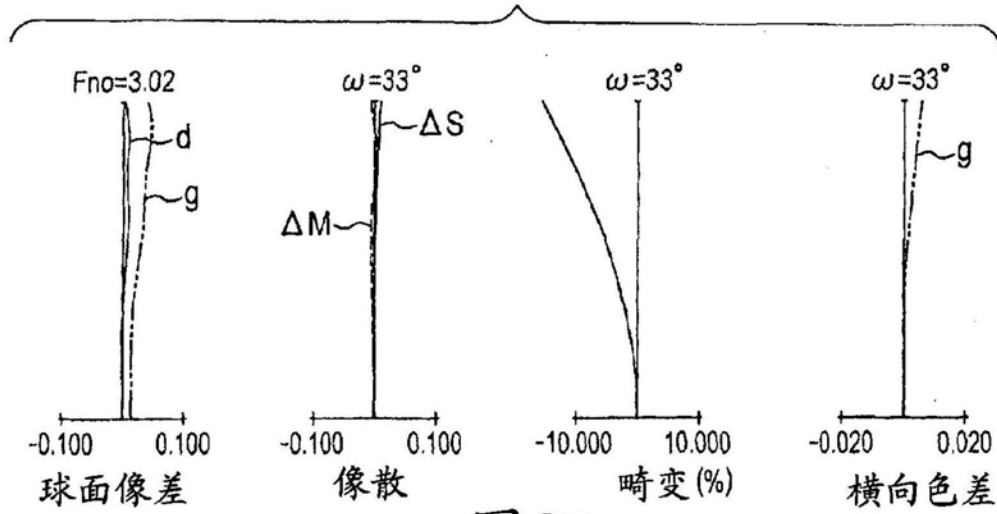


图 2B

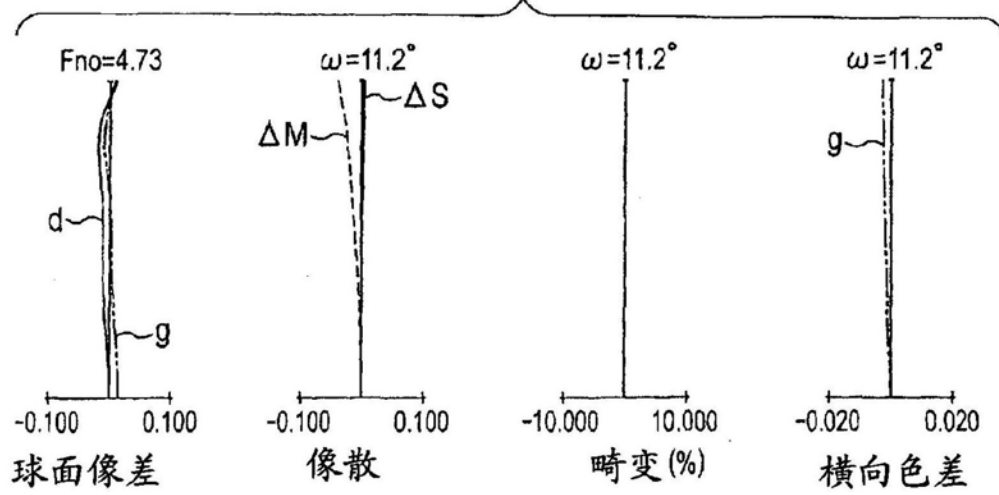


图 2C

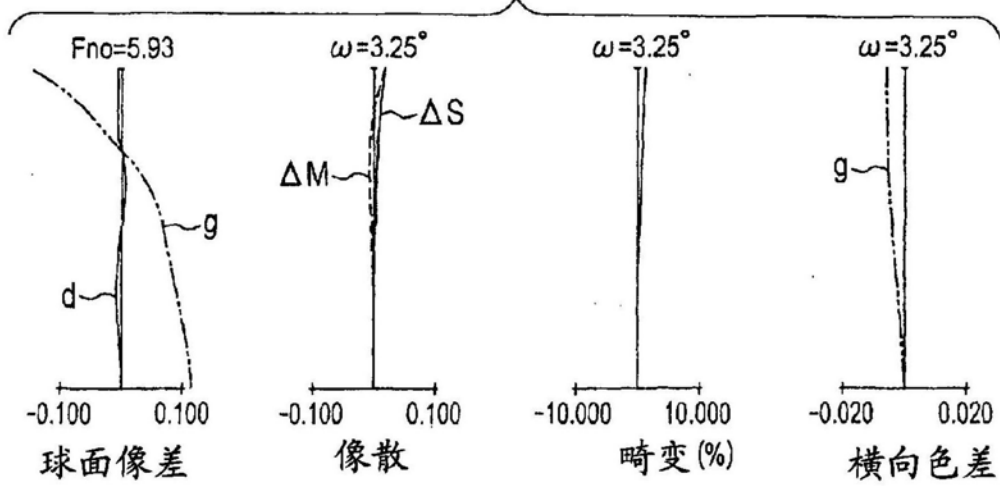
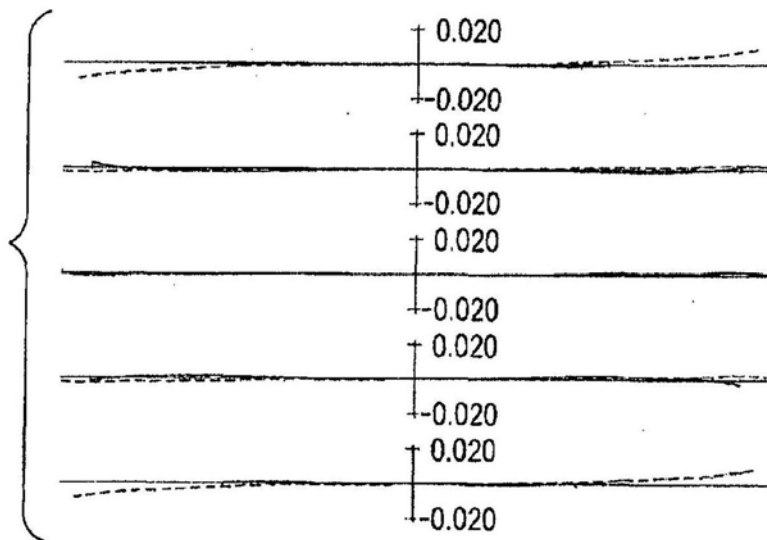
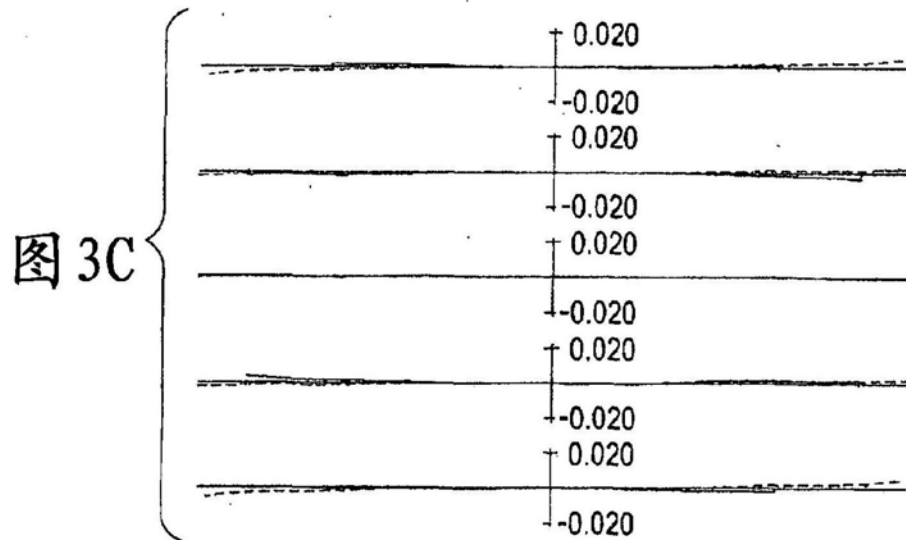
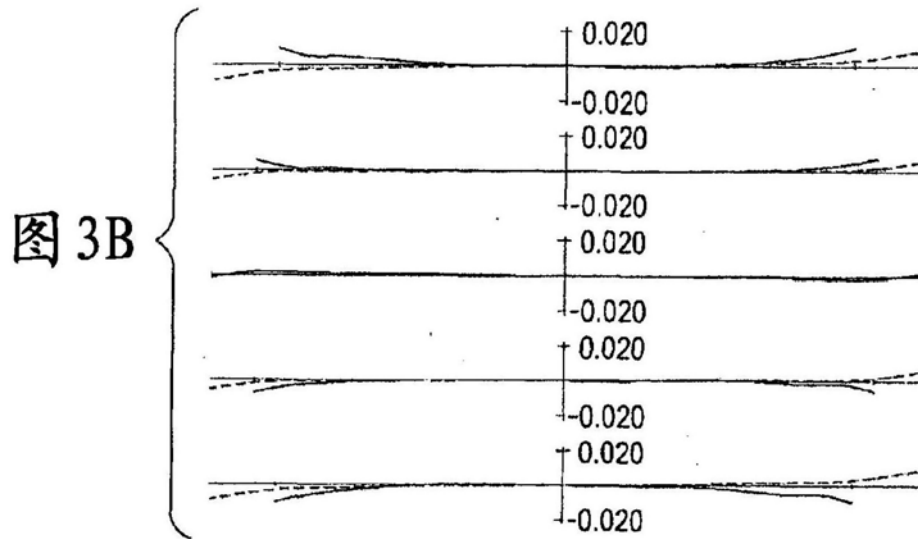
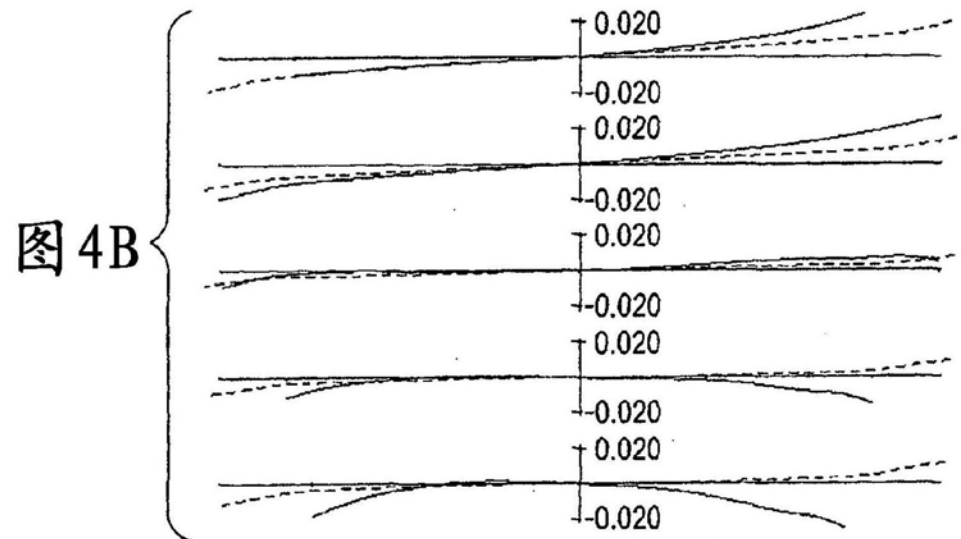
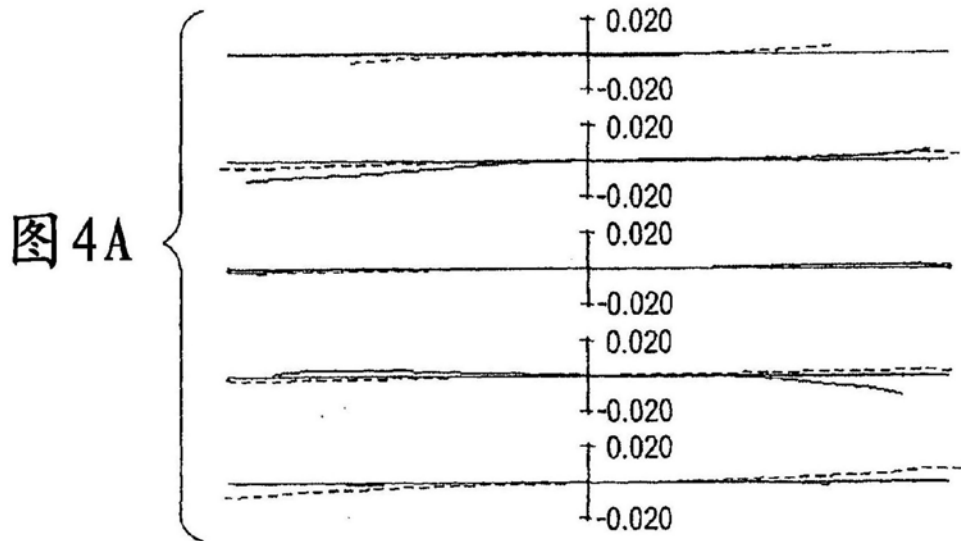


图 3A







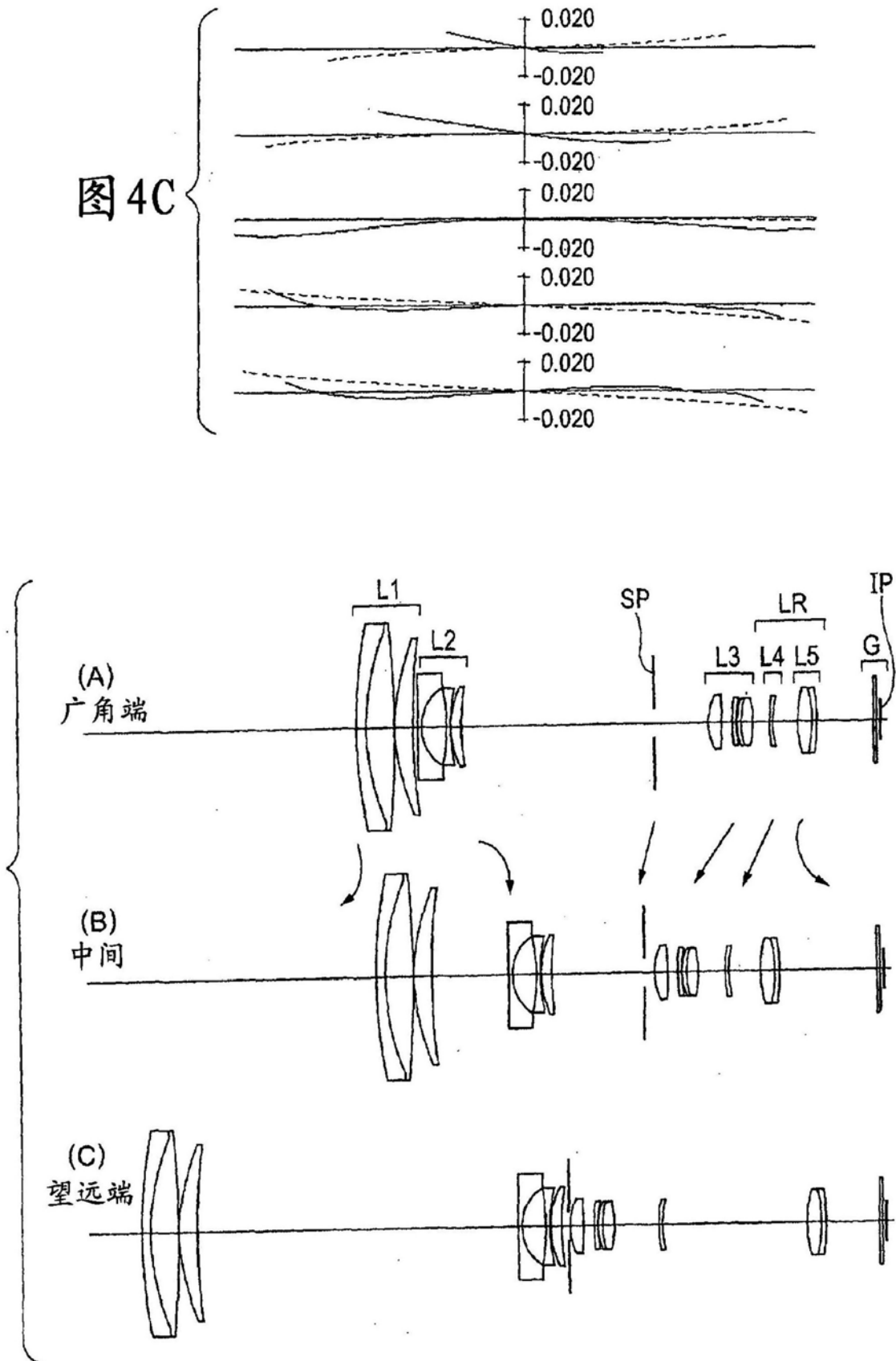


图5

图 6A

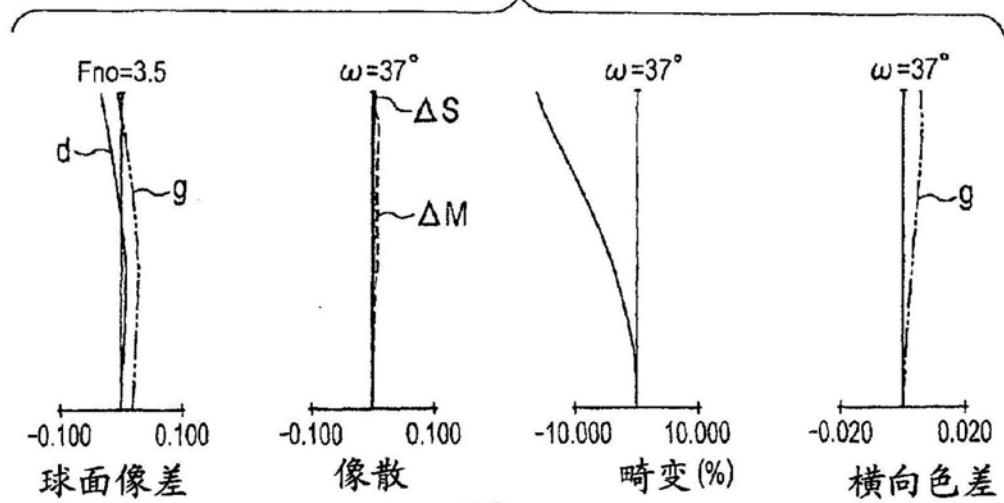


图 6B

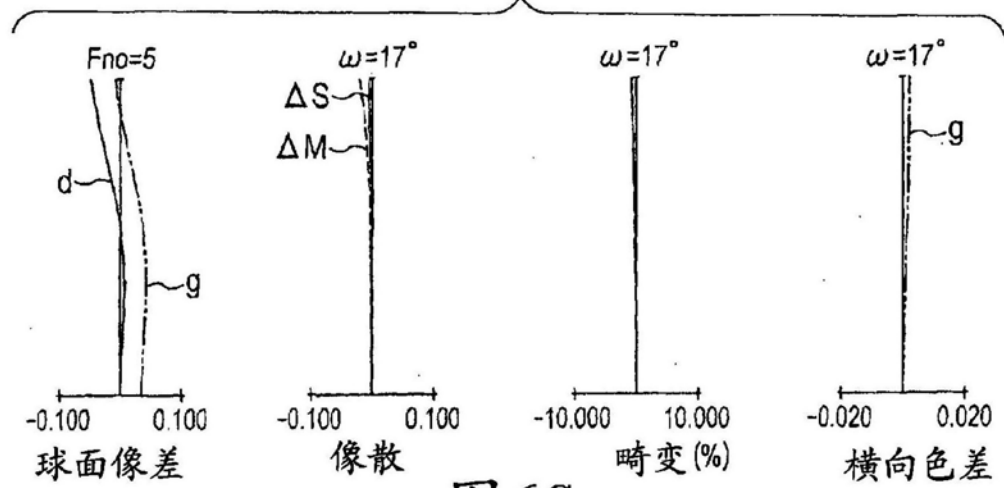
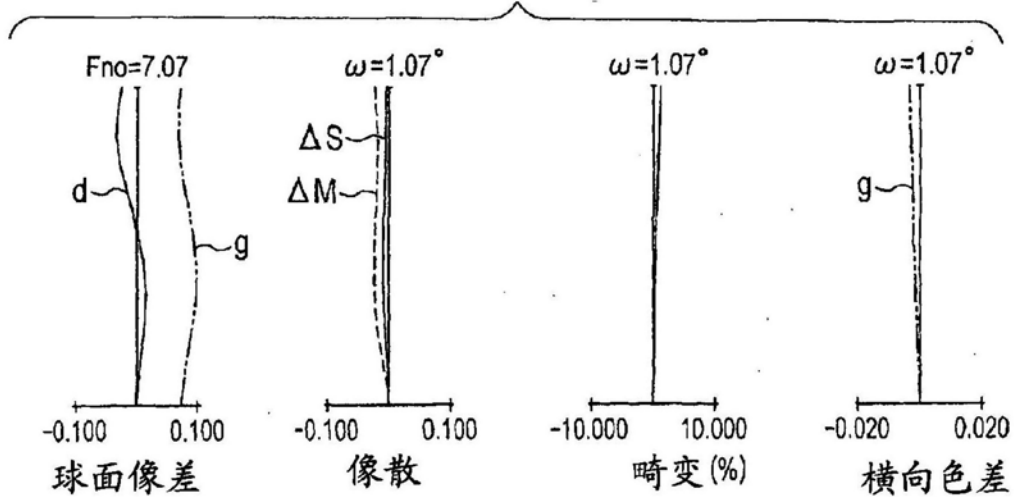
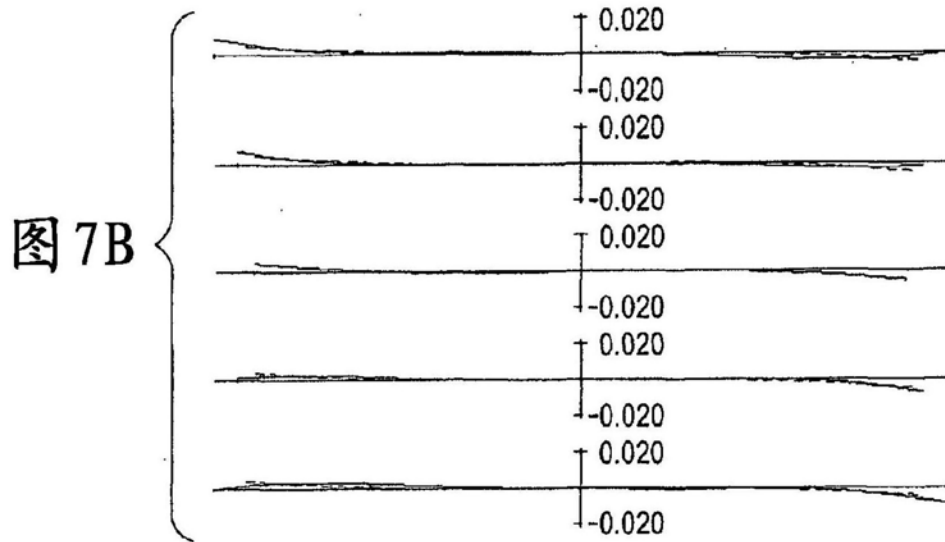
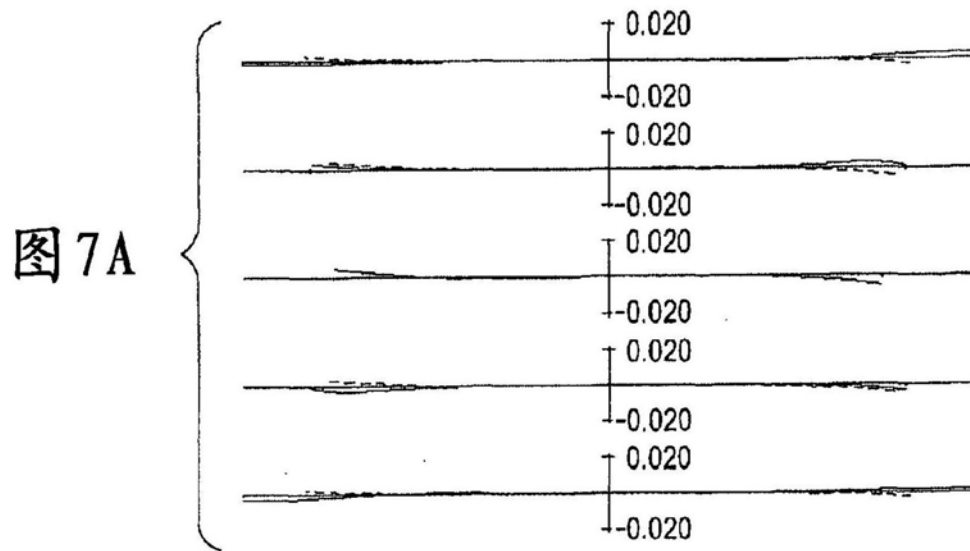
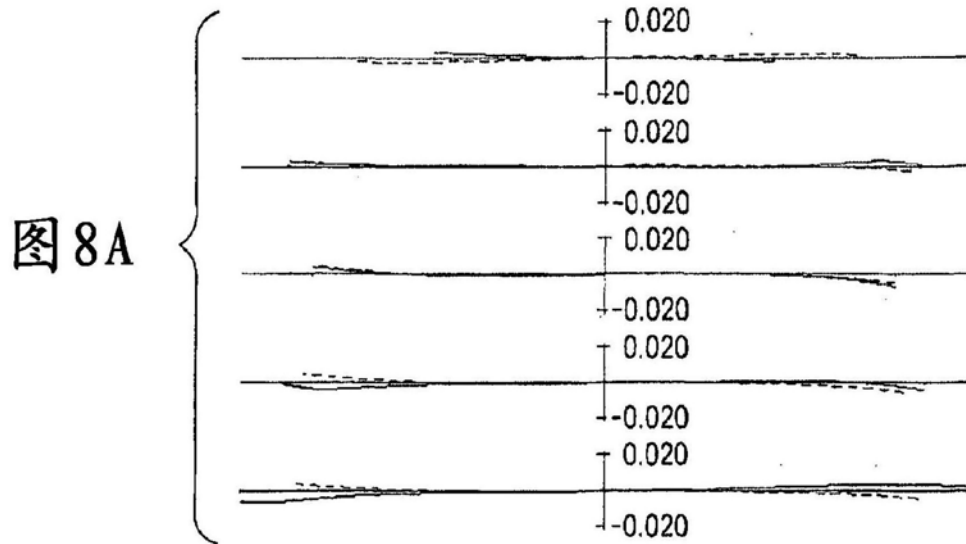
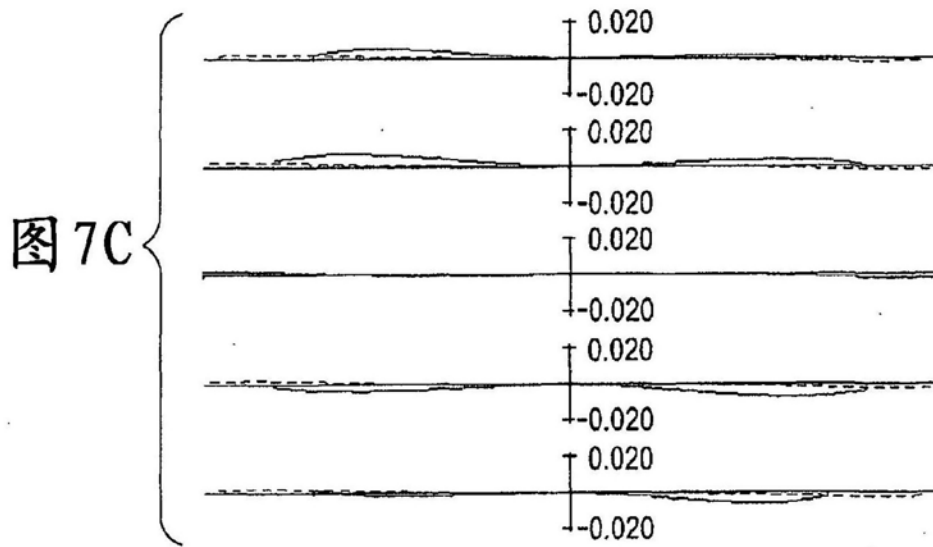
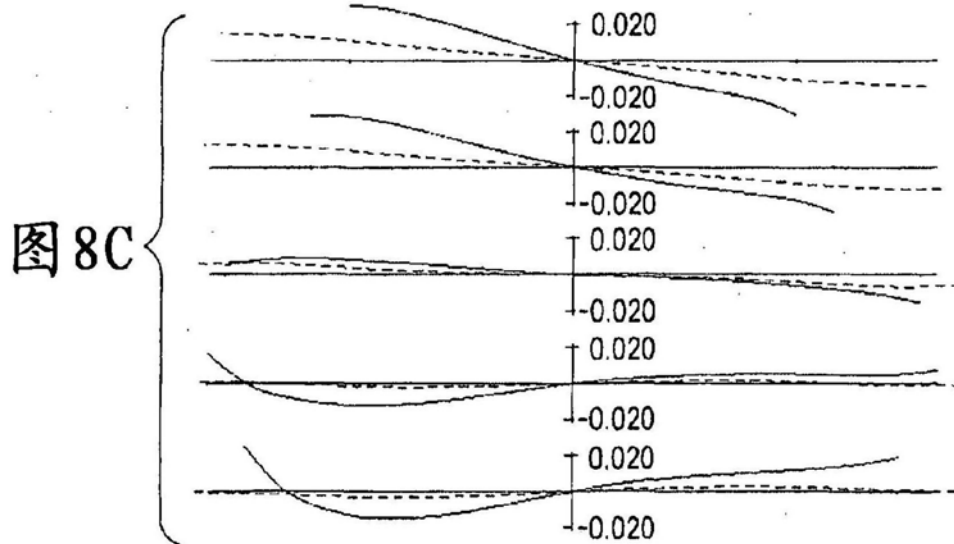
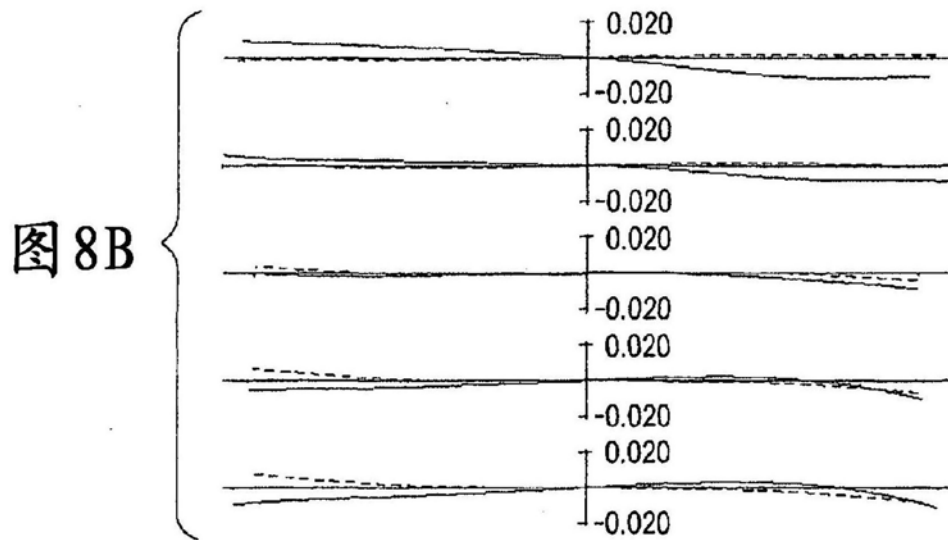


图 6C









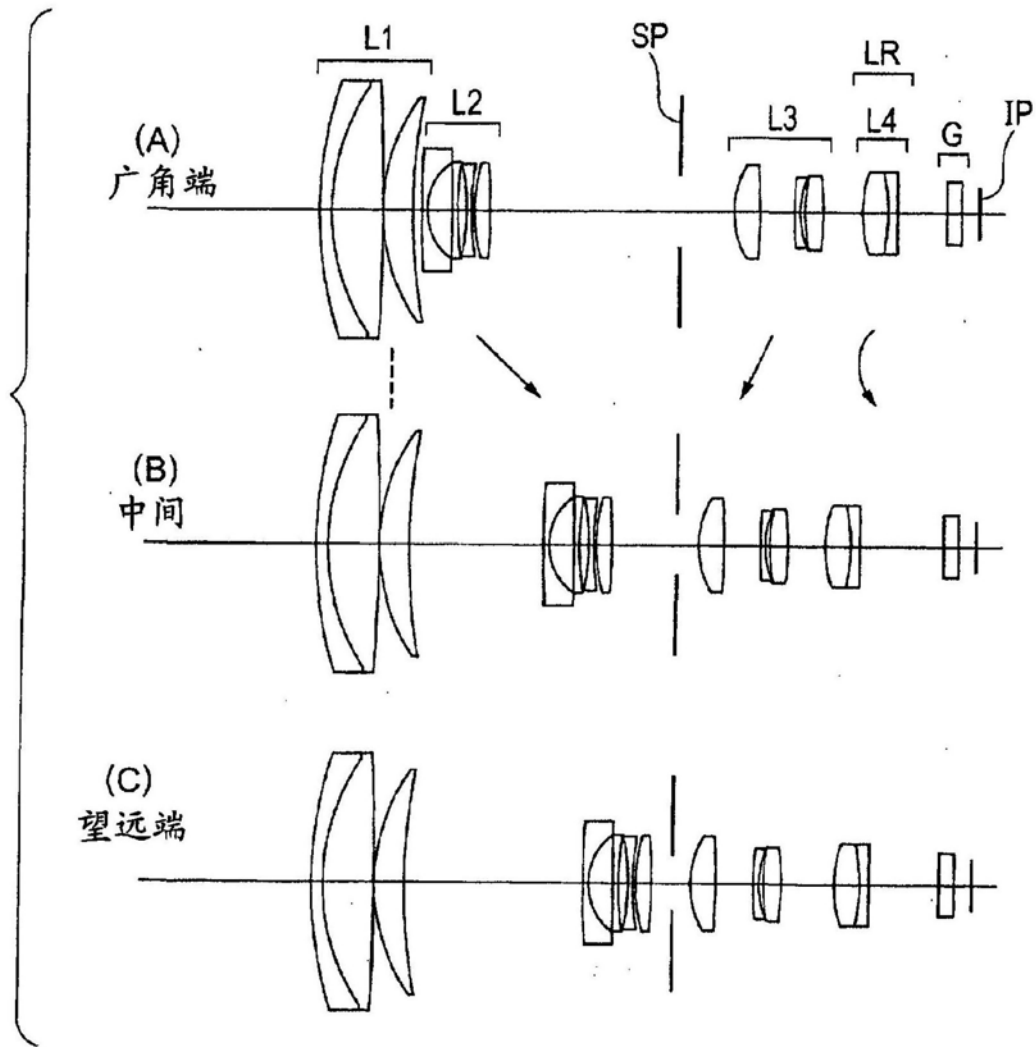


图9

图 10A

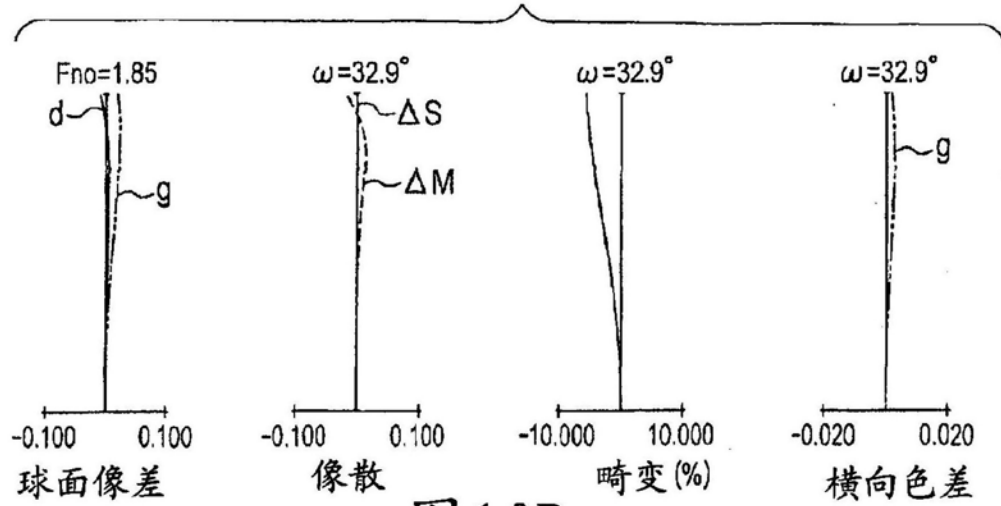


图 10B

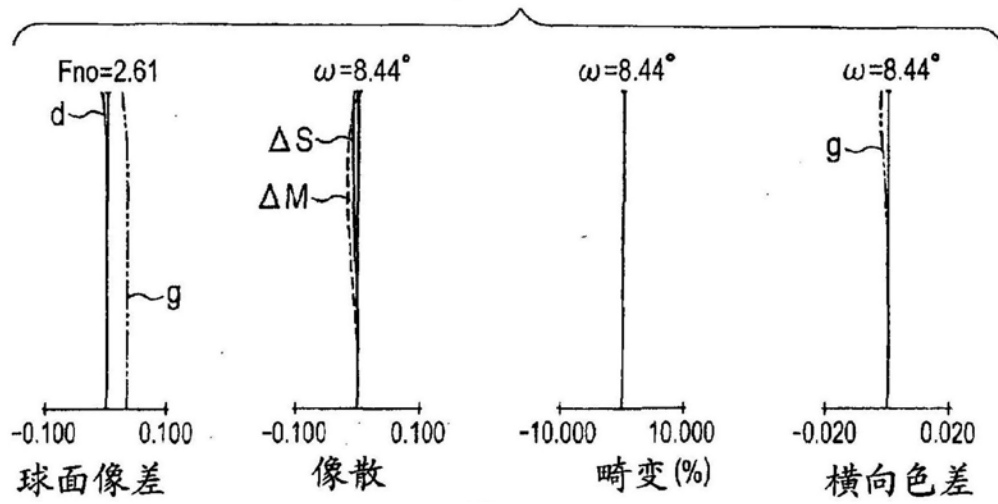


图10C

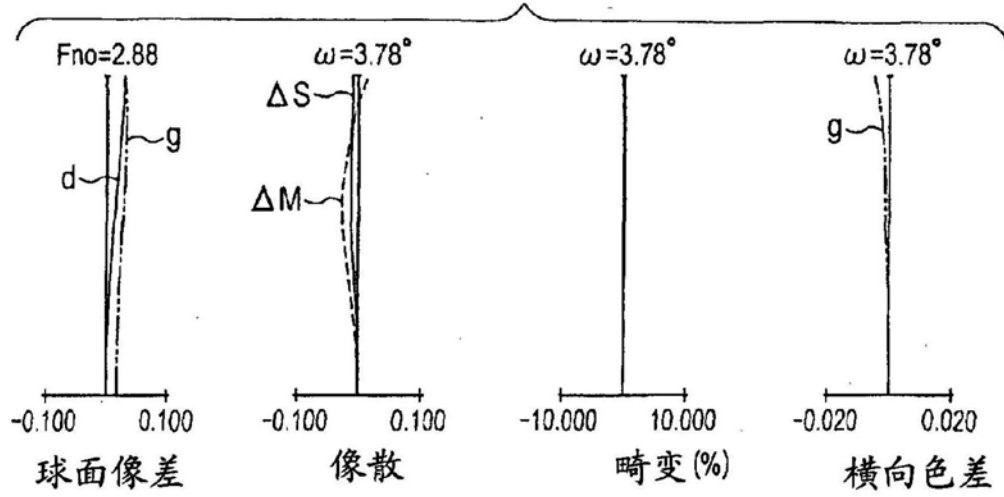
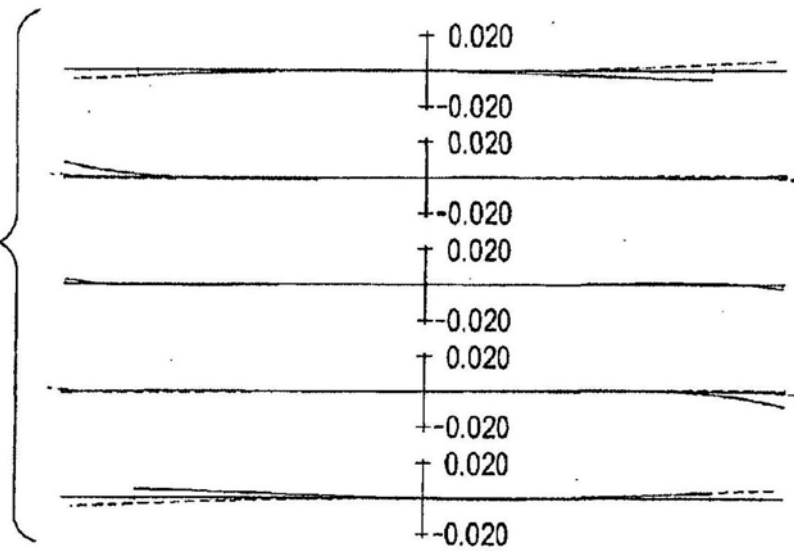


图11A



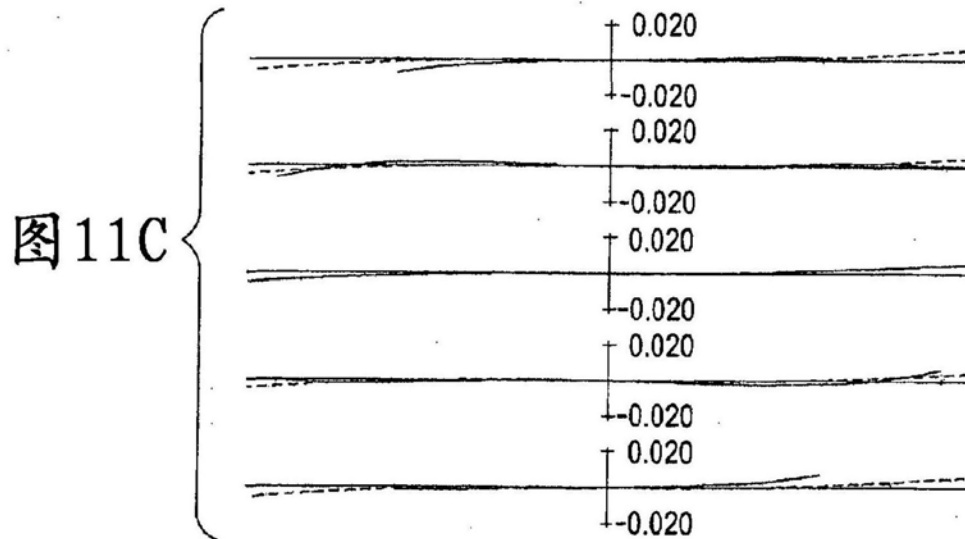
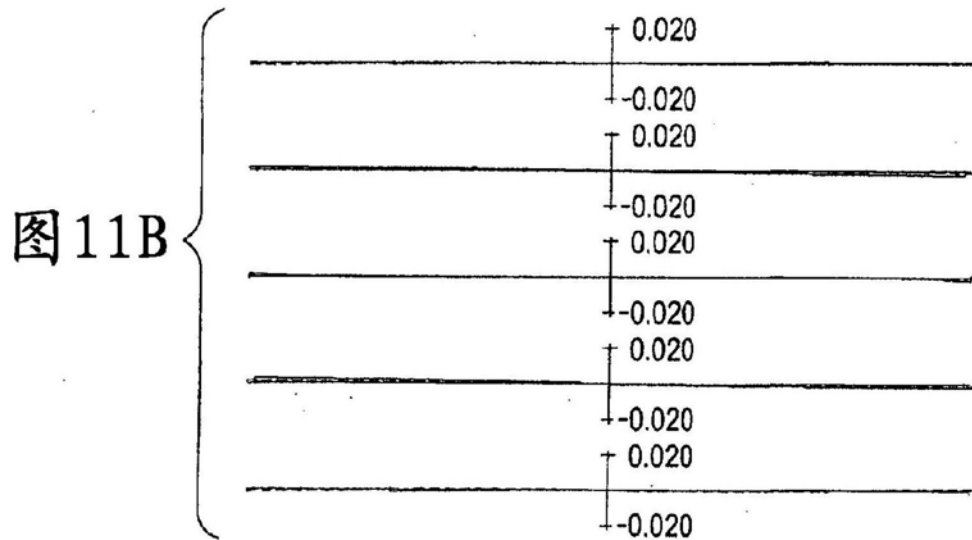


图 12A

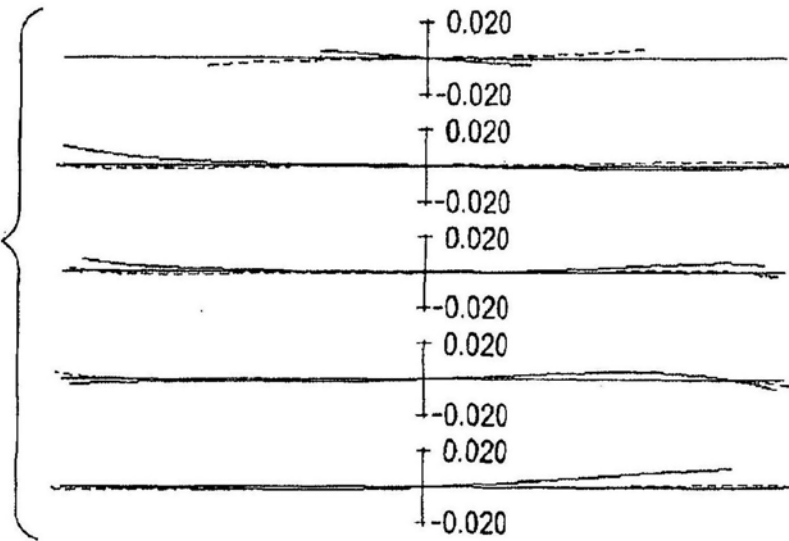
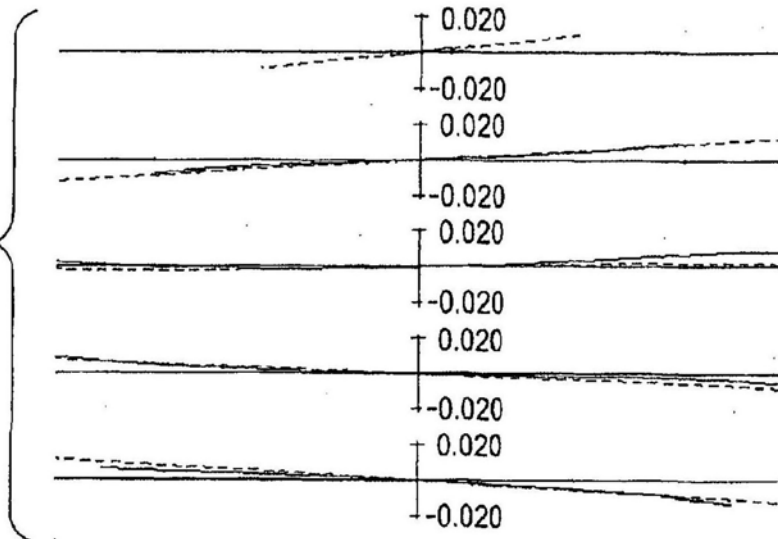
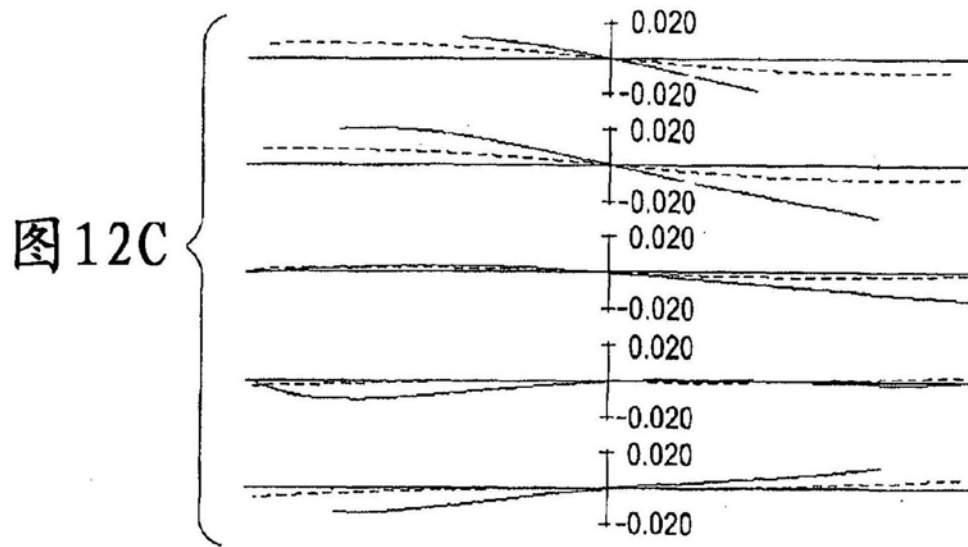


图 12B





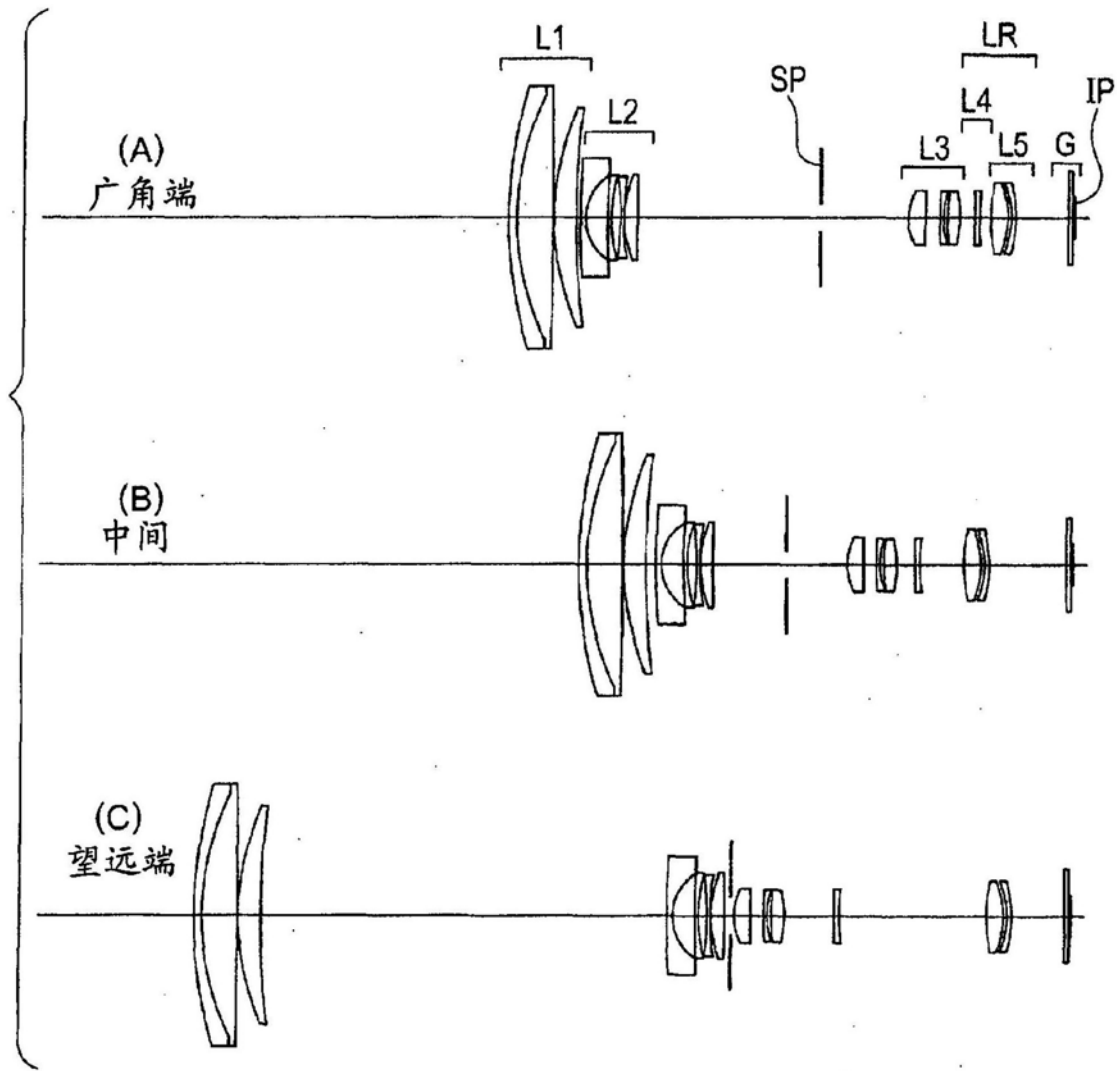


图13

图14A

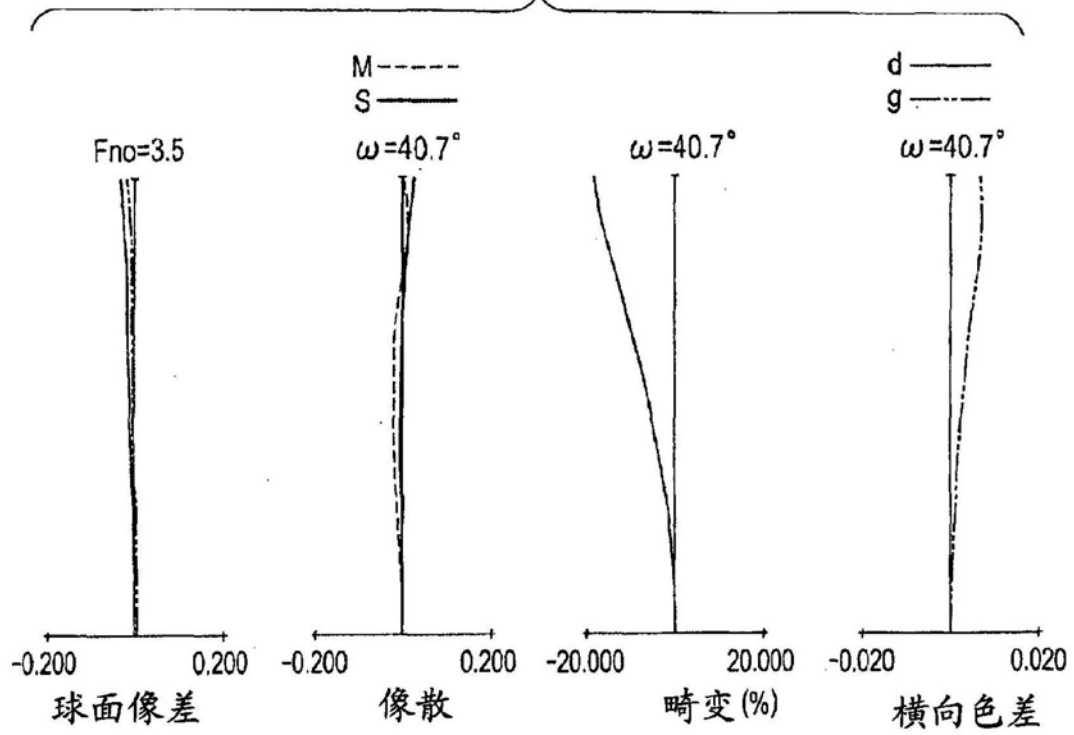


图14B

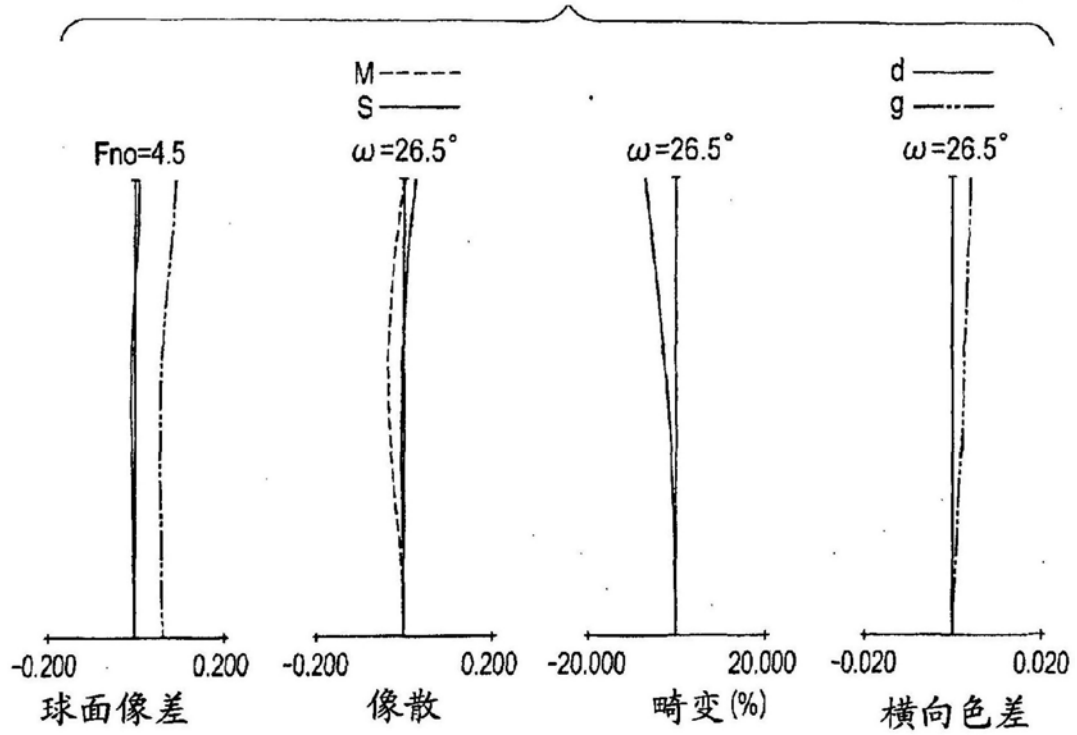


图14C

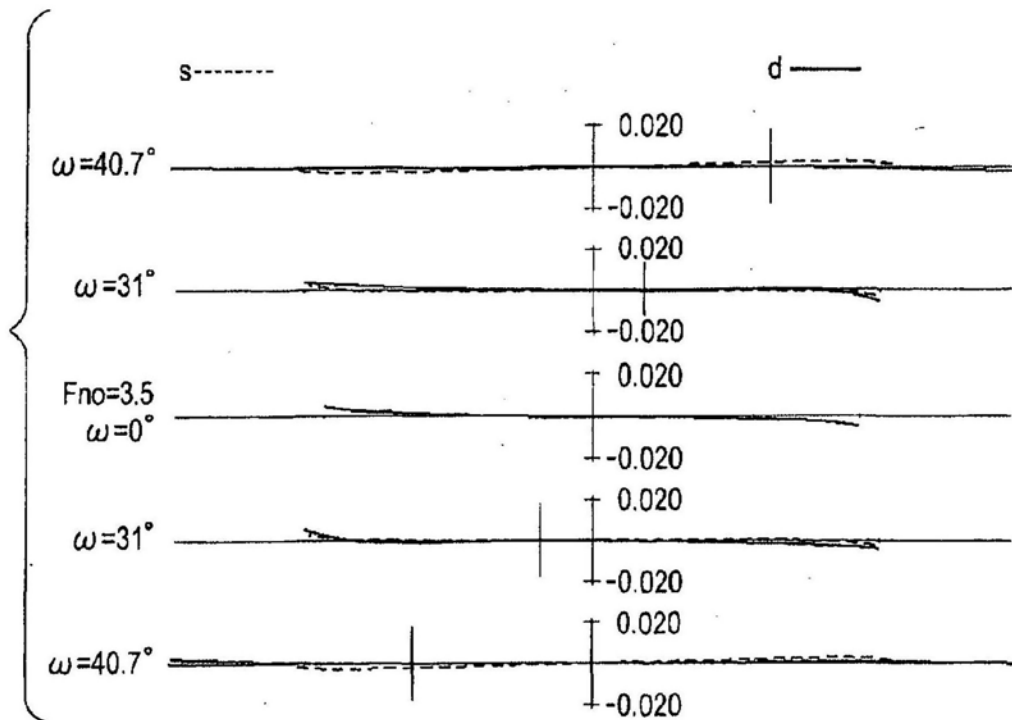
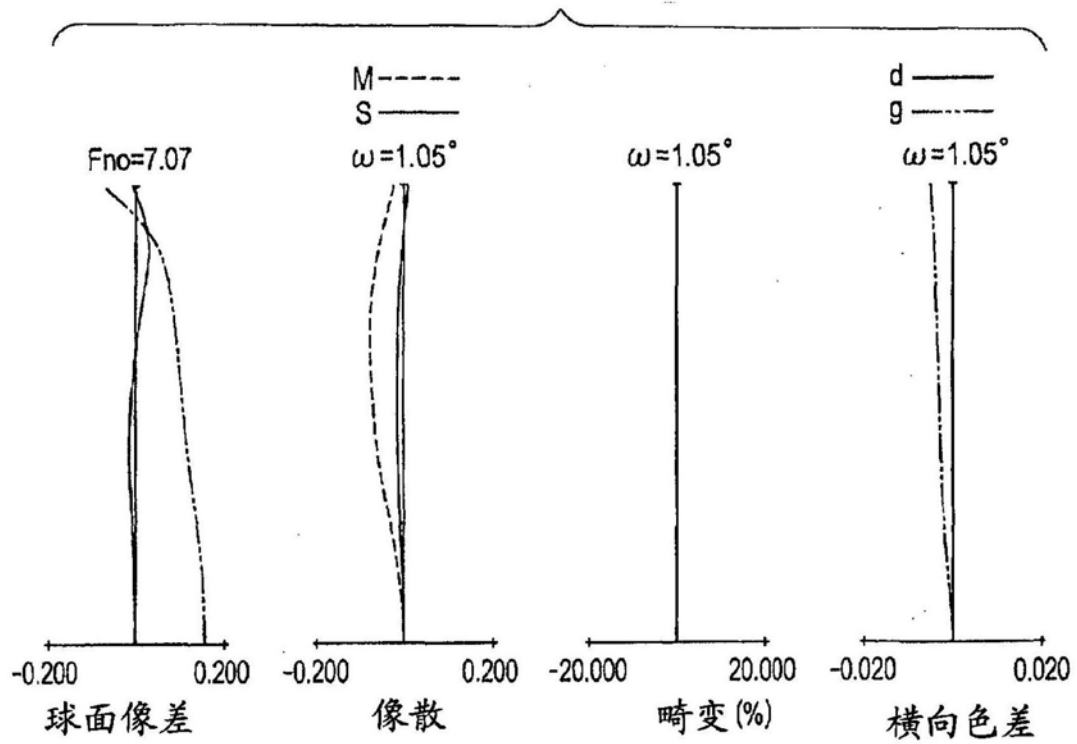


图15A

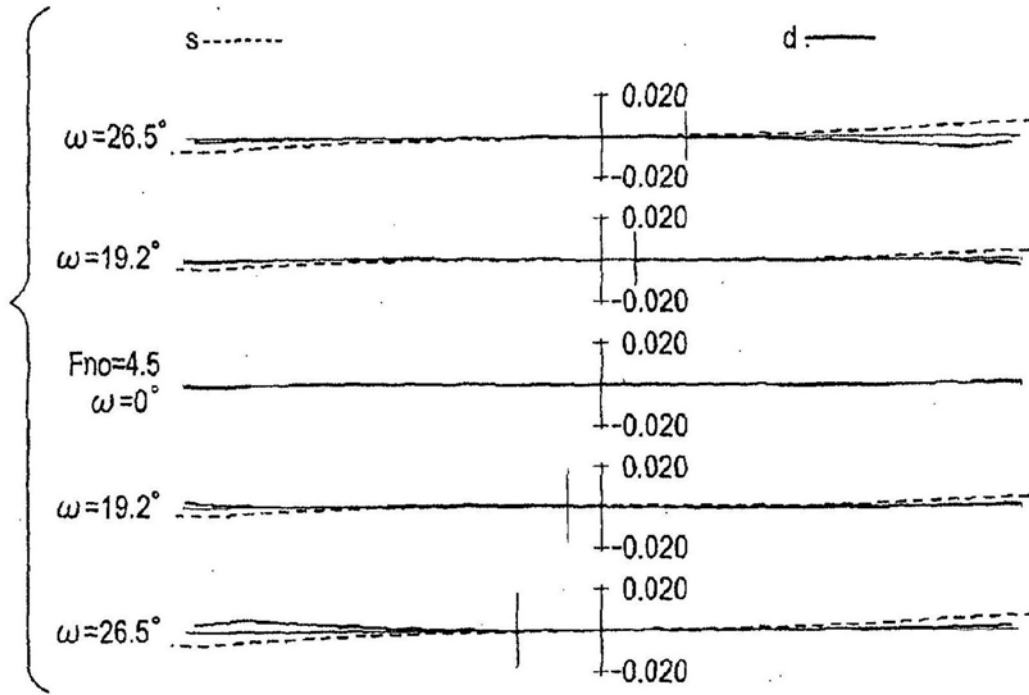


图15B

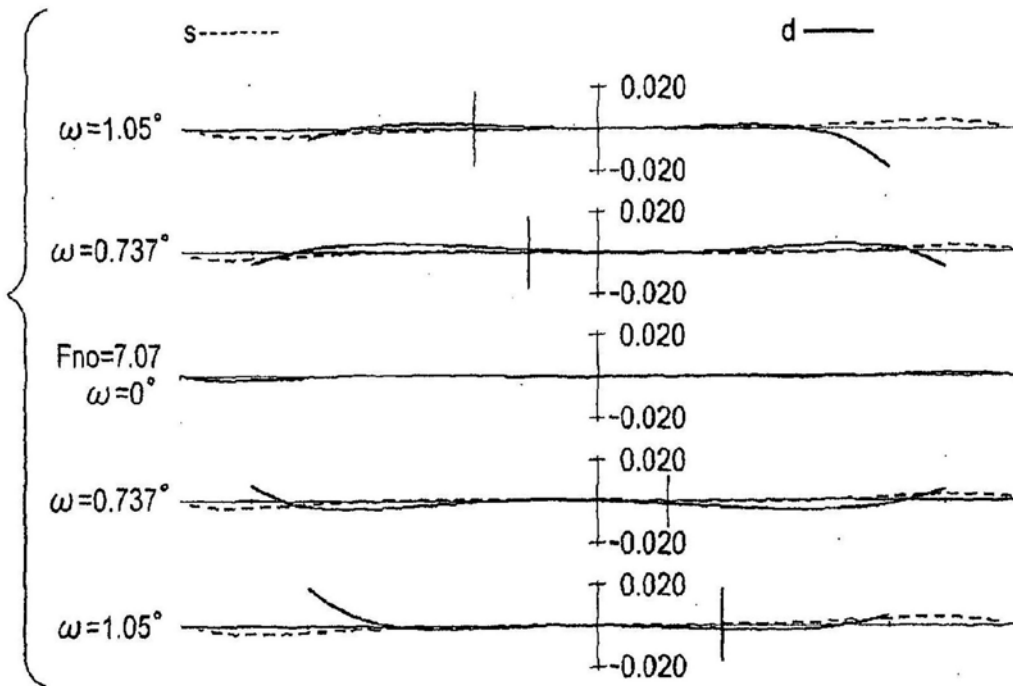


图15C

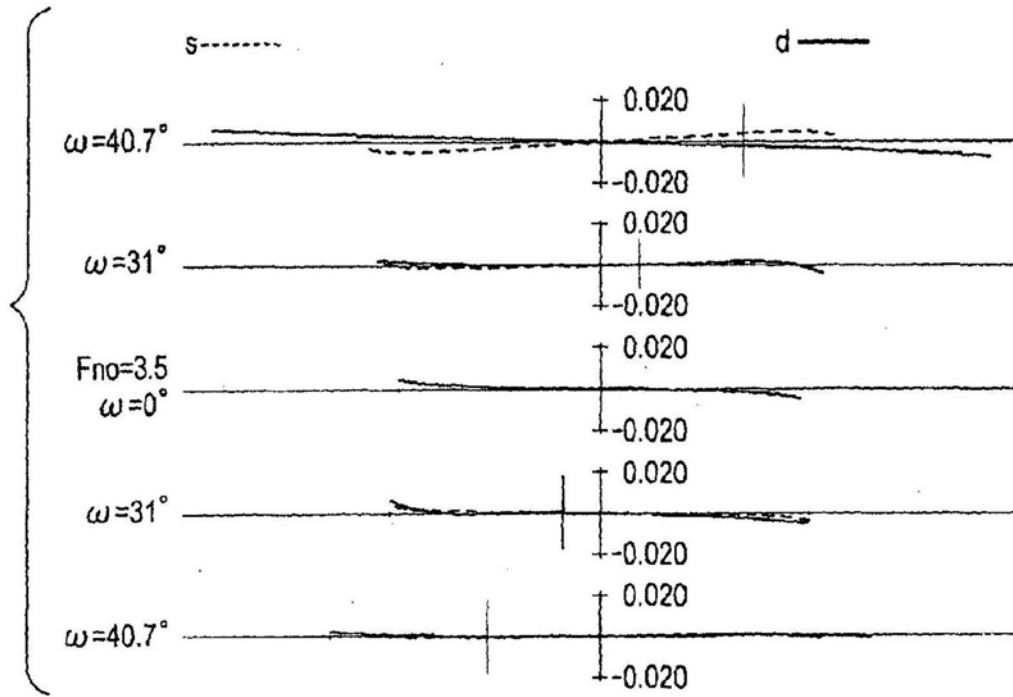


图16A

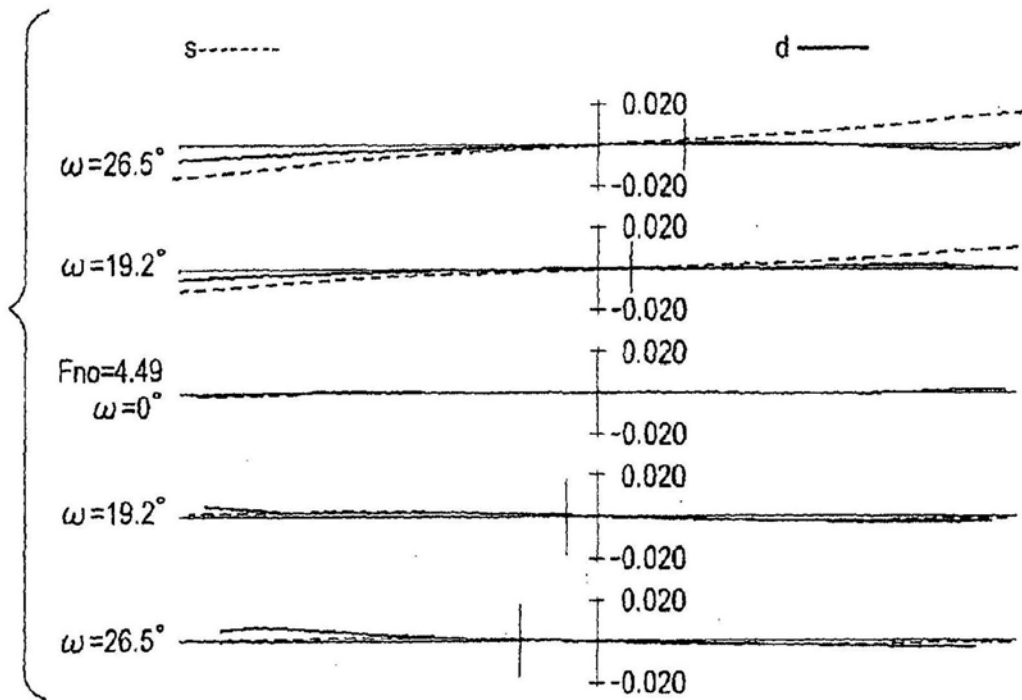


图16B

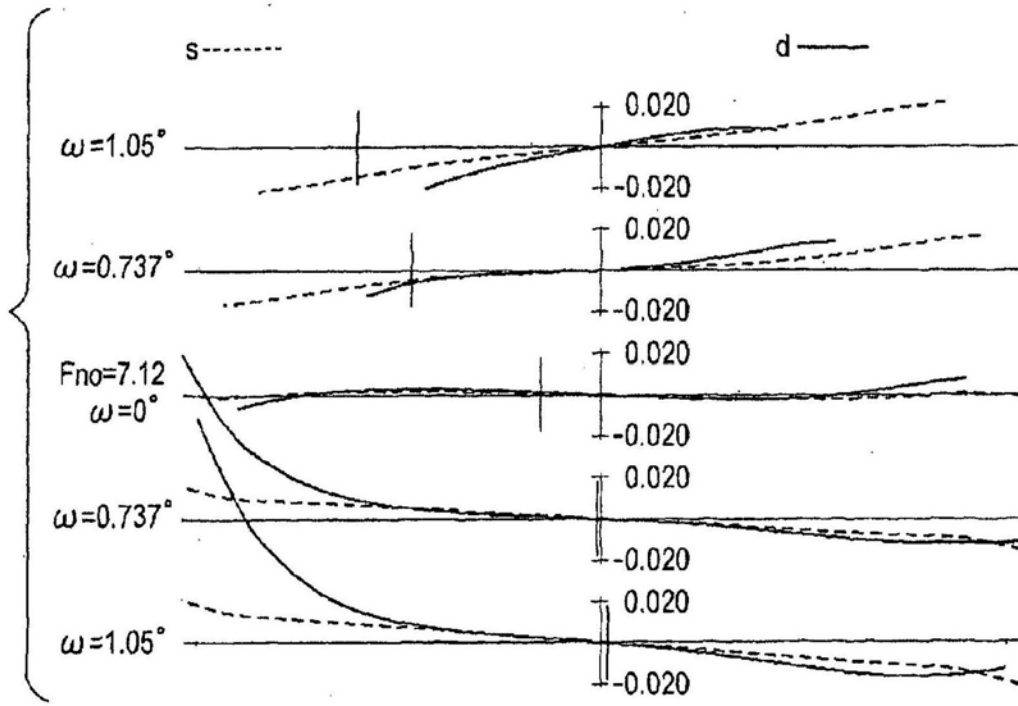


图16C

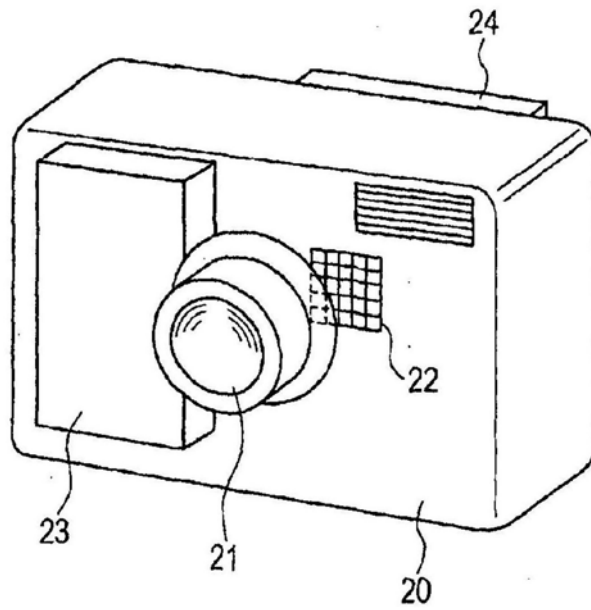


图17

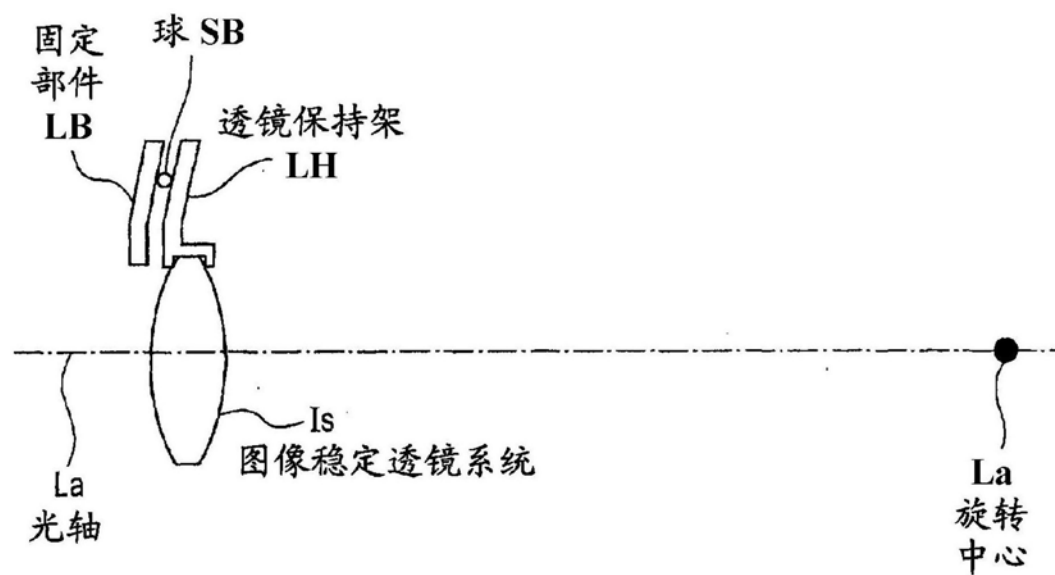


图18