



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114706203 B

(45) 授权公告日 2024.12.31

(21) 申请号 202210547851.2

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

(22) 申请日 2020.01.14

专利代理人 迟军 齐文文

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114706203 A

(51) Int.CI.

G02B 15/16 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.07.05

G02B 7/04 (2021.01)

(30) 优先权数据

2019-008874 2019.01.23 JP

(56) 对比文件

CN 109143556 A, 2019.01.04

(62) 分案原申请数据

审查员 林佩华

202010037000.4 2020.01.14

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72) 发明人 市村纯也 片寄慎斗

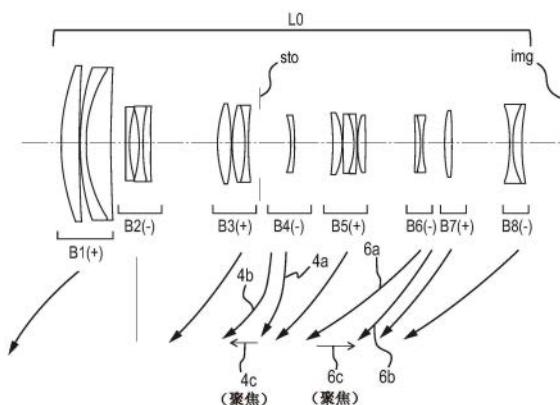
权利要求书4页 说明书18页 附图8页

## (54) 发明名称

变焦透镜、摄像装置和透镜装置

## (57) 摘要

本发明提供变焦透镜、摄像装置和透镜装置。该变焦透镜从物侧到像侧依次包括：具有正屈光力的第一透镜单元；具有负屈光力的第二透镜单元；具有正屈光力的第三透镜单元；具有负屈光力的第四透镜单元；具有正屈光力的第五透镜单元；具有负屈光力的第六透镜单元；具有正屈光力的第七透镜单元；以及具有负屈光力的第八透镜单元，其中，改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦，并且其中，所述第八透镜单元包括正透镜和负透镜。



1. 一种变焦透镜,其从物侧到像侧依次包括:

具有正屈光力的第一透镜单元;

具有负屈光力的第二透镜单元;

具有正屈光力的第三透镜单元;

具有负屈光力的第四透镜单元;

具有正屈光力的第五透镜单元;

具有负屈光力的第六透镜单元;

具有正屈光力的第七透镜单元;以及

具有负屈光力的第八透镜单元,

其中,改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦,并且

其中,所述第八透镜单元包括正透镜和负透镜,

其中,满足以下不等式:

$$0.5 < m_5/m_7 < 1.5,$$

其中, $m_5$ 表示所述第五透镜单元的用于从广角端向望远端变焦的移动量,并且 $m_7$ 表示所述第七透镜单元的用于从广角端向望远端变焦的移动量。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,向物侧移动所述第一透镜单元,以从广角端向望远端变焦。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行变焦。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述第一透镜单元与所述第二透镜单元之间在望远端的间隔比在广角端的间隔宽。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,减小所述第二透镜单元与所述第三透镜单元之间的间隔,以从广角端向望远端变焦。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,减小所述第七透镜单元与所述第八透镜单元之间的间隔,以从广角端向望远端变焦。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,移动布置在所述第二透镜单元的像侧的两个透镜单元,以进行聚焦。

8. 根据权利要求7所述的变焦透镜,其中,移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行聚焦。

9. 根据权利要求8所述的变焦透镜,其中,向物侧移动所述第四透镜单元,以从无穷远的物体向近距离的物体聚焦,并且向像侧移动所述第六透镜单元,以从无穷远的物体向近距离的物体聚焦。

10. 根据权利要求8所述的变焦透镜,其中,所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的各个由两个或少于两个的透镜组成。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,沿着相同轨迹移动所述第三透镜单元和所述第五透镜单元,以进行变焦。

12. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下不等式:

$$1.2 < m_8/bfw < 7.0,$$

其中, $bfw$ 表示在广角端的后焦距,并且 $m_8$ 表示所述第八透镜单元的用于从广角端向望

远端变焦的移动量。

13. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中，移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行聚焦，所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较高聚焦灵敏度的一个透镜单元被定义为聚焦透镜单元，并且所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较低聚焦灵敏度的另一个透镜单元被定义为浮动透镜单元，并且

其中，满足以下不等式：

$$5 < |Es1| < 12,$$

其中， $Es1$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述聚焦透镜单元在望远端的聚焦灵敏度。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中，移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行聚焦，所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较高聚焦灵敏度的一个透镜单元被定义为聚焦透镜单元，并且所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较低聚焦灵敏度的另一个透镜单元被定义为浮动透镜单元，并且

其中，满足以下不等式：

$$0.1 < |Es2/Es1| < 0.8,$$

其中， $Es1$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述聚焦透镜单元在望远端的聚焦灵敏度，并且 $Es2$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述浮动透镜单元在望远端的聚焦灵敏度。

15. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，向物侧移动所述第四透镜单元，以从无穷远的物体向近距离的物体聚焦，并且向像侧移动所述第六透镜单元，以从无穷远的物体向近距离的物体聚焦。

16. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，向物侧移动所述第三透镜单元至所述第八透镜单元，以从广角端向望远端变焦。

17. 一种变焦透镜，其从物侧到像侧依次包括：

具有正屈光力的第一透镜单元；

具有负屈光力的第二透镜单元；

具有正屈光力的第三透镜单元；

具有负屈光力的第四透镜单元；

具有正屈光力的第五透镜单元；

具有负屈光力的第六透镜单元；

具有正屈光力的第七透镜单元；以及

具有负屈光力的第八透镜单元，

其中，改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦，并且

其中，所述第八透镜单元包括正透镜和负透镜，

其中，满足以下不等式：

$$1.2 < m8/bfw < 7.0,$$

其中， $baw$ 表示在广角端的后焦距，并且 $m8$ 表示所述第八透镜单元的用于从广角端向望

远端变焦的移动量。

18. 一种变焦透镜,其从物侧到像侧依次包括:

具有正屈光力的第一透镜单元;

具有负屈光力的第二透镜单元;

具有正屈光力的第三透镜单元;

具有负屈光力的第四透镜单元;

具有正屈光力的第五透镜单元;

具有负屈光力的第六透镜单元;

具有正屈光力的第七透镜单元;以及

具有负屈光力的第八透镜单元,

其中,改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦,并且

其中,所述第八透镜单元包括正透镜和负透镜,

其中,移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行聚焦,所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较高聚焦灵敏度的一个透镜单元被定义为聚焦透镜单元,并且所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较低聚焦灵敏度的另一个透镜单元被定义为浮动透镜单元,并且

其中,满足以下不等式:

$$5 < |E_{s1}| < 12,$$

其中, $E_{s1}$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述聚焦透镜单元在望远端的聚焦灵敏度。

19. 一种变焦透镜,其从物侧到像侧依次包括:

具有正屈光力的第一透镜单元;

具有负屈光力的第二透镜单元;

具有正屈光力的第三透镜单元;

具有负屈光力的第四透镜单元;

具有正屈光力的第五透镜单元;

具有负屈光力的第六透镜单元;

具有正屈光力的第七透镜单元;以及

具有负屈光力的第八透镜单元,

其中,改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦,并且

其中,所述第八透镜单元包括正透镜和负透镜,

其中,移动所述第四透镜单元和所述第六透镜单元以进行聚焦,所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较高聚焦灵敏度的一个透镜单元被定义为聚焦透镜单元,并且所述第四透镜单元和所述第六透镜单元中的具有较低聚焦灵敏度的另一个透镜单元被定义为浮动透镜单元,并且

其中,满足以下不等式:

$$0.1 < |E_{s2}/E_{s1}| < 0.8,$$

其中, $E_{s1}$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述聚焦透镜单元在望远端的聚焦灵敏度,并且 $E_{s2}$ 表示当所述变焦透镜在无穷远聚焦时所述浮动透镜单元在望远端的聚焦灵

敏度。

20. 一种摄像装置,其包括:

根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜;以及  
摄像元件,其接收由所述变焦透镜形成的图像。

21. 一种透镜装置,其包括:

根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜;  
第一移动机构,其使所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元在光轴方向上沿相同轨迹移动;以及  
第二移动机构,其使所述第四透镜单元在所述光轴方向上沿与所述第三透镜单元和所述第五透镜单元的轨迹不同的轨迹移动。

22. 根据权利要求21所述的透镜装置,所述透镜装置包括第三移动机构,所述第三移动机构使所述第六透镜单元在所述光轴方向上移动,

其中,所述第一移动机构使所述第六透镜单元沿与所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元的轨迹相同的轨迹移动,并且

其中,所述第三移动机构使所述第六透镜单元沿与所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元的轨迹不同的轨迹移动。

## 变焦透镜、摄像装置和透镜装置

[0001] 本申请是申请日为2020年1月14日,申请号为202010037000.4,发明名称为“变焦透镜、摄像装置和透镜装置”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 各实施例的方面涉及变焦透镜。该变焦透镜适合于使用摄像元件的摄像装置,例如数字摄像机、数字静止照相机、广播照相机或监视照相机。

### 背景技术

[0003] 已知如下所谓的超望远变焦透镜,其具有高变焦比并在望远端具有长焦距。要求这样的变焦透镜在具有高变焦比的同时,具有高的光学性能,容易进行快速聚焦,并且针对望远端的焦距,作为变焦透镜的整个系统是紧凑的。

[0004] 在日本特开平11-84241号公报中,公开了一种变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有正、负、正、负、正和负屈光力的第一至第六透镜单元,其中两个透镜单元被构造为移动以进行聚焦。

[0005] 另外,在日本特开2014-228734号公报中,公开了一种变焦透镜,其从物侧到像侧依次包括具有正、负、正、负、正和负屈光力的第一至第六透镜单元,其中减小后焦距使得变焦透镜具有相对减小的总长度。

[0006] 已知线性致动器作为能够用来进行快速聚焦的致动器,但是需要聚焦透镜单元具有轻的重量以进行驱动。此外,当采用浮动聚焦以在具有高变焦比的变焦透镜中在整个聚焦范围上获得良好的光学性能时,需要具有高驱动力和复杂的金属凸轮的致动器的构造。此外,同样在变焦和聚焦中,移动的自由度可能受到凸轮的轨迹的限制。

[0007] 为了在减小变焦透镜中的整个系统的尺寸的同时在整个聚焦范围上获得高的光学性能,需要适当地设置形成变焦透镜的元件。例如需要适当地设置变焦类型(例如,透镜单元的数量、以及用于透镜单元的变焦的屈光力和移动条件)、被构造为移动以进行聚焦的透镜单元的选择、以及被构造为移动以进行聚焦的透镜单元的透镜构造。

### 发明内容

[0008] 根据本公开的至少一个实施例,提供了一种变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次包括:具有正屈光力的第一透镜单元;具有负屈光力的第二透镜单元;具有正屈光力的第三透镜单元;具有负屈光力的第四透镜单元;具有正屈光力的第五透镜单元;具有负屈光力的第六透镜单元;具有正屈光力的第七透镜单元;以及具有负屈光力的第八透镜单元,其中,改变各对相邻的透镜单元之间的间隔以进行变焦。

[0009] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本公开的其他特征将变得清楚。

### 附图说明

[0010] 图1是根据本公开的实施例1的变焦透镜的透镜截面图。

- [0011] 图2A和图2B是根据本公开的实施例1的变焦透镜的像差图。
- [0012] 图3是根据本公开的实施例2的变焦透镜的透镜截面图。
- [0013] 图4A和图4B是根据本公开的实施例2的变焦透镜的像差图。
- [0014] 图5是根据本公开的实施例3的变焦透镜的透镜截面图。
- [0015] 图6A和图6B是根据本公开的实施例3的变焦透镜的像差图。
- [0016] 图7是根据本公开的实施例4的变焦透镜的透镜截面图。
- [0017] 图8A和图8B是根据本公开的实施例4的变焦透镜的像差图。
- [0018] 图9是用于例示包括根据本公开的实施例1的变焦透镜的透镜装置的构造的图。
- [0019] 图10是根据本公开的示例的摄像装置的主要部分的示意图。

## 具体实施方式

- [0020] 现在参照附图描述本公开的示例性实施例。
- [0021] 根据本公开的各实施例的变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有正屈光力的第一透镜单元、具有负屈光力的第二透镜单元、具有正屈光力的第三透镜单元、具有负屈光力的第四透镜单元、具有正屈光力的第五透镜单元、具有负屈光力的第六透镜单元、具有正屈光力的第七透镜单元和具有负屈光力的第八透镜单元。此外，改变各对相邻透镜单元之间的间隔以进行变焦。
- [0022] 图1、图3、图5和图7分别是根据本公开的实施例1至4的变焦透镜在广角端(短焦距端)处的透镜截面图。图2A和图2B、图4A和图4B、图6A和图6B以及图8A和图8B分别是当根据实施例1至4的变焦透镜在无穷远处聚焦时的变焦透镜的像差图。在各组像差图中，从上方依次示出了变焦透镜的广角端和望远端(长焦距端)的像差。实施例1涉及具有4.80的变焦比和约4.60至约7.20的孔径比(f值)的变焦透镜。实施例2涉及具有4.80的变焦比和约4.10至约6.40的孔径比的变焦透镜。实施例3涉及具有4.92的变焦比和约4.60至约7.20的孔径比的变焦透镜。
- [0023] 实施例4涉及具有3.92的变焦比和约6.00至约8.50的孔径比的变焦透镜。
- [0024] 图9是根据实施例1的变焦透镜的各个透镜单元的移动的说明图。
- [0025] 图10是根据本公开的实施例的摄像装置的主要部分的示意图。
- [0026] 根据各实施例的变焦透镜是将用于摄像装置(例如，摄像机、数字静止照相机、监视照相机和电视照相机)的摄像光学系统。根据各实施例的变焦透镜也可以用作用于投影装置(投影器)的投影光学系统。在透镜截面图中，左侧是物侧(前)，右侧是像侧(后)。此外，在透镜截面图中，变焦透镜由L0表示。当从物侧起的透镜单元的顺序由“i”表示时，第i个透镜单元由Bi表示。
- [0027] 孔径光阑ST0被构造为确定(限制)开放f值(Fno)的光束。当变焦透镜用作摄像机或数字静止照相机的摄像光学系统时，在像平面“img”处，放置摄像元件(光电转换元件)(例如CCD传感器或CMOS传感器)的摄像面。箭头指示用于从广角端向望远端变焦的各个透镜单元的移动轨迹。与“聚焦”有关的箭头指示用于从无穷远向近距离聚焦的透镜单元的移动方向。
- [0028] 实线箭头4a和6a指示当物距为无穷远时用于从广角端向望远端变焦的透镜单元的移动，而虚线箭头4b和6b指示当聚焦在近物距上时用于从广角端向望远端变焦的透镜单

元的移动。

[0029] 像差图从图纸的左侧起依次包括球面像差图、像散图、畸变图和色差图。在球面像差图中，实线“d”指示d线的像差（波长：587.56nm），虚线“f”指示f线的像差（波长：486.13nm），单点划线C指示C线的像差（波长：656.27nm），双点划线“g”指示g线的像差（波长：435.83nm）。水平轴上的标度指示散焦量，并且为-0.4mm至+0.4mm。

[0030] 在像散图中，实线S指示相对于d线的矢状像平面的像场弯曲，虚线M指示相对于d线的子午像平面的像场弯曲。水平轴与球面像差图中的相同。在畸变图中，水平轴上的标度为-5%至+5%。色差图指示倍率色差与d线的偏差，并且水平轴的标度为-0.03mm至+0.03mm。

[0031] 根据各实施例的变焦透镜L0包括上述八个透镜单元。在本说明书中，“透镜单元”可以包括多个透镜或一个透镜。

[0032] 形成变焦透镜的八个透镜单元从物侧到像侧依次包括具有正屈光力的第一透镜单元B1、具有负屈光力的第二透镜单元B2、具有正屈光力的第三透镜单元B3，具有负屈光力的第四透镜单元B4、具有正屈光力的第五透镜单元B5、具有负屈光力的第六透镜单元B6、具有正屈光力的第七透镜单元B7以及具有负屈光力的第八透镜单元B8。结果，可以获得具有高变焦比并在望远端具有长焦距的变焦透镜。

[0033] 利用具有正屈光力的第一透镜单元B1和具有负屈光力的第二透镜单元B2的望远光学布置，可以相对于变焦透镜的总长度将主点设置得较长，以与焦距相比减小变焦透镜的总长度。

[0034] 此外，利用上述屈光力布置，可以在第二透镜单元的像侧容易地确保透镜以及包括相对少量透镜的透镜单元的直径的减小。结果，可以容易地减小至少一部分透镜单元的重量，因此更容易在第二透镜单元的像侧布置被构造为移动以进行聚焦的聚焦透镜单元。此外，驱动机构可以兼用作用于变焦的驱动机构和用于聚焦的驱动机构，因此，在包括根据各实施例的变焦透镜的透镜装置中，更容易简化驱动机构。

[0035] 此外，第一透镜单元B1被构造为向物侧移动以从广角端向望远端变焦，并且第四透镜单元B4和第六透镜单元B6被构造为移动以进行变焦。与广角端相比，在望远端，第一透镜单元B1与第二透镜单元B2之间的间隔增大，第二透镜单元B2与第三透镜单元B3之间的间隔减小，并且第七透镜单元B7与第八透镜单元B8之间的间隔减小。

[0036] 在从广角端向望远端的变焦期间，第一透镜单元B1与第二透镜单元B2之间的间隔增大，而第二透镜单元B2与第三透镜单元B3之间的间隔减小。结果，获得了改变倍率的作用。此外，为了从广角端向望远端变焦，第一透镜单元B1和第三透镜单元B3至第七透镜单元B7被构造为向物侧移动。结果，获得了补偿器的作用，并且变焦透镜的总长度在广角端变得最短。

[0037] 此外，可以减小具有正屈光力的第七透镜单元B7与具有负屈光力的第八透镜单元B8之间的间隔，以从广角端向望远端变焦，从而获得进一步的改变倍率的作用。此外，第八透镜单元B8可以被移动以进行变焦，从而减小由变焦引起的倍率色像差和其他像差的变化。

[0038] 第三透镜单元B3至第七透镜单元B7被构造为向物侧移动以进行变焦。

[0039] 此外，第三透镜单元B3和第五透镜单元B5沿相同的轨迹移动以进行变焦。结果，在

包括根据本公开的各实施例的变焦透镜的透镜装置中,可以防止用于变焦的驱动机构的复杂化。

[0040] 第二透镜单元B2的至少一部分用作图像稳定透镜单元,该图像稳定透镜单元被构造为,在具有与变焦透镜的光轴垂直的方向上的分量的方向上移动以校正图像模糊。此外,第二透镜单元B2不进行用于变焦的移动。结果,变焦透镜在图像稳定透镜单元的位置的稳定性方面和布置被构造为驱动第二透镜单元B2的驱动机构的容易性方面变得有利。在图1和图3中分别示出的实施例1和2中,整个第二透镜单元B2用作图像稳定透镜单元,并且在图5和图7中示出的实施例3和4中,形成第二透镜单元B2的一部分的透镜子单元2b用作图像稳定透镜单元。

[0041] 布置在第二透镜单元的像侧的两个透镜单元被移动以进行聚焦。此外,被构造为移动以进行聚焦的两个透镜单元是第四透镜单元B4和第六透镜单元B6,并且这两个透镜单元中的一个用作主聚焦透镜单元,另一个用作浮动透镜单元。

[0042] 第六透镜单元B6是主聚焦透镜单元。第六透镜单元B6被构造为在从广角端向望远端改变倍率期间移动以减小与第五透镜单元B5的间隔并辅助改变倍率,并且具有如箭头6c所示向像侧移动以从无穷远的物体向近距离的物体聚焦的功能。

[0043] 第四透镜单元B4是浮动透镜单元。第四透镜单元B4可以控制广角端的像场弯曲、以及望远端的球面像差和聚焦移动。结果,第四透镜单元B4减小了在整个变焦范围和整个聚焦范围上的像差变化,以获得高光学性能。箭头4c指示从无穷远向近距离聚焦的移动方向。

[0044] 第四透镜单元B4和第六透镜单元B6中的各个包括两个或更少的透镜。结果,可以减小被构造为移动以进行聚焦的透镜单元的重量以进行快速聚焦。此外,与第四透镜单元B4和第六透镜单元B6的情况一样,要移动的透镜单元具有负屈光力,从而具有相对较小的透镜直径和减小的重量。

[0045] 第三透镜单元B3至第七透镜单元B7是具有交替布置不同的屈光力并通过子系统辅助改变倍率的正、负、正、负和正屈光力的透镜单元,从而获得高变焦比。

[0046] 此外,获得了在整个变焦范围和整个聚焦范围具有高光学性能的望远变焦透镜,其容易进行快速聚焦。

[0047] 此外,图9是示出包括根据实施例1的变焦透镜的透镜装置的构造的图。如图9所示,至少第三透镜单元B3、第四透镜单元B4和第五透镜单元B5由一体的管筒保持,并且利用变焦凸轮20(第一移动机构)一体地移动。

[0048] 第三透镜单元B3、第四透镜单元B4和第五透镜单元B5倾向于通过倾斜偏心和平行偏心而在光学性能上产生显著变化。因此,当第三透镜单元B3、第四透镜单元B4和第五透镜单元B5被构造为一体结构时,可以减小位移,并且可以容易地维持良好的光学性能。此外,利用一体结构,即使具有大量的透镜单元,也可以简化机械结构。

[0049] 此外,第四透镜单元B4通过致动器A 21(第二移动机构)移动,并且第六透镜单元B6通过致动器B 22(第三移动机构)移动。利用致动器A 21和致动器B 22,第四透镜单元B4和第六透镜单元B6可以沿着与通过变焦凸轮20移动的其他透镜单元的轨迹不同的轨迹移动。

[0050] 结果,可以减少机械变焦凸轮的数量以简化透镜装置的结构。此外,被构造为移动

以进行变焦的透镜单元被构造为移动以进行聚焦,因此驱动机构可以被加倍,并且可以简化透镜装置的结构。在将致动器A 21和致动器B 22布置在变焦凸轮20内部的镜筒部分中的构造中,可以容易且令人满意地保持致动器单元。

[0051] 在图1所示的实施例1和图3所示的实施例2中,第三透镜单元B3至第七透镜单元B7形成一体的管筒结构,并且在图5所示的实施例3和图7所示的实施例4中,第三透镜单元B3至第六透镜单元B6形成一体结构。

[0052] 当第七透镜单元B7沿着不同的轨迹移动时,在变焦期间增大自由度,并且当从广角端向中间变焦位置以及从中间变焦位置向望远端微调位置时,更容易更加精细地校正像差和聚焦位置。

[0053] 此外,在根据各实施例的变焦透镜中,满足以下不等式中的一个或多个。

[0054]  $0.5 < m_5/m_7 < 1.5 \cdots (1)$

[0055]  $1.2 < m_8/bfw < 7.0 \cdots (2)$

[0056]  $5 < |Es_1| < 12 \cdots (3)$

[0057]  $0.1 < |Es_2/Es_1| < 0.8 \cdots (4)$

[0058] 在表达式中, $m_5$ 表示第五透镜单元B5的移动量,并且 $m_7$ 表示第七透镜单元B7的从广角端向望远端进行变焦的移动量。这里使用的“透镜单元的移动量”是指在广角端和望远端在透镜单元的光轴上的位置之间的差,并且与广角端相比,当透镜单元位于望远端的物侧时,该移动量为负,并且与广角端相比,当透镜单元位于望远端的像侧时,该移动量为正。此外,在表达式中,“ $bfw$ ”表示在广角端的后焦距,并且 $m_8$ 表示第八透镜单元B8的用于从广角端向望远端变焦的移动量。

[0059] 第四透镜单元B4和第六透镜单元B6被构造为移动以进行聚焦。在第四透镜单元B4和第六透镜单元B6中,具有较高聚焦灵敏度的一个用作聚焦透镜单元,而具有较低聚焦灵敏度的另一个用作浮动透镜单元。当变焦透镜聚焦在无穷远处时, $Es_1$ 表示聚焦透镜单元在望远端的聚焦灵敏度,而 $Es_2$ 表示浮动透镜单元在望远端的聚焦灵敏度。

[0060] 接下来,描述上述不等式的具体含义。

[0061] 当比率 $m_5/m_7$ 低于不等式(1)的下限时,第五透镜单元B5与第七透镜单元B7之间的间隔在望远端变得过窄,并且作为主聚焦透镜单元的第六透镜单元B6的移动量被限制为不利地增大了变焦透镜可以聚焦的近距离,或者不利地增大了聚焦灵敏度。当比率 $m_5/m_7$ 超过不等式(1)的上限时,第七透镜单元B7的移动量减小,因此第八透镜单元B8的移动量显著减小。然后,在变焦期间不利地减小了校正像差的效果,并且在从望远端向广角端的变焦期间,第六透镜单元B6和第七透镜单元B7趋于不利地彼此干涉。

[0062] 当比率 $m_8/bfw$ 低于不等式(2)的下限时,第八透镜单元B8相对于成像平面的移动量变得过小,并且不利地难以令人满意地校正像差。当比率 $m_8/bfw$ 超过不等式(2)的上限时,第八透镜单元B8的移动量变得过大,并且变焦透镜的总长度不利地变长。

[0063] 在根据各实施例的变焦透镜中,当聚焦透镜单元也被移动以进行变焦,并且通过致动器的操作(未通过金属凸轮等物理地进行该操作)使得该移动跟随透镜单元的轨迹时,根据致动器的性能,可能会出现跟随延迟和停止位置偏移。因此,当聚焦透镜单元在望远端和在无穷远物距处的聚焦灵敏度由 $Es_1$ 表示时,满足不等式(3)。

[0064] 当值 $|Es_1|$ 低于不等式(3)的下限时,改变倍率期间的补偿器功能降低,结果难以

获得高变焦倍率，并且在近物距处难以获得高倍率。当值 $|Es1|$ 超过上限时，由于致动器的位置偏移而引起的聚焦偏移趋于超过容许弥散圆，并且难以进行准确的聚焦。

[0065] 同时，当增大聚焦灵敏度时，获得了实现高变焦比和近物距处的高倍率的优点。因此，为了在不等式(3)的范围内保持高聚焦灵敏度的同时进行准确的聚焦，将浮动透镜单元用作辅助透镜单元。在本申请中，聚焦透镜单元和浮动透镜单元的聚焦灵敏度被适当地设置，以感测由于聚焦透镜单元的位置偏移引起的聚焦偏移，结果，容易实现通过浮动透镜单元校正聚焦偏移的构造。

[0066] 当比率 $|Es2/Es1|$ 低于不等式(4)的下限时，并且当由聚焦透镜单元的位置误差引起的聚焦偏移由浮动透镜单元辅助时，浮动透镜单元的移动量变得过大，并且不利地增大了像场弯曲和球面像差。当比率 $|Es2/Es1|$ 超过不等式(4)的上限时，聚焦透镜单元和浮动透镜单元的聚焦灵敏度变得过于接近，并且浮动透镜单元的辅助效果降低。

[0067] 在一个实施例中，不等式(1)至(4)的数值范围设置如下。

[0068]  $0.6 < m5/m7 < 1.3 \cdots (1a)$

[0069]  $1.8 < m8/bfw < 6.0 \cdots (2a)$

[0070]  $6.0 < |Es1| < 11.0 \cdots (3a)$

[0071]  $0.15 < |Es2/Es1| < 0.75 \cdots (4a)$

[0072] 进一步优选如下设置不等式(1)至(4)的数值范围。

[0073]  $0.7 < m5/m7 < 1.2 \cdots (1b)$

[0074]  $2.0 < m8/bfw < 5.0 \cdots (2b)$

[0075]  $7.0 < |Es1| < 10.0 \cdots (3b)$

[0076]  $0.2 < |Es2/Es1| < 0.5 \cdots (4b)$

[0077] 以上描述了本公开的示例性实施例，但是本公开不限于那些实施例，并且可以在其要旨的范围内进行各种修改和改变。

[0078] 例如，作为被构造为移动以进行聚焦的透镜单元，沿着光轴方向布置的第三透镜单元B3至第七透镜单元B7中的至少两个透镜单元被移动。

[0079] 如上所述，根据各实施例，作为具有高变焦比以及望远端的长焦距的变焦透镜，可以获得在整个变焦范围和整个聚焦范围具有高光学性能的望远变焦透镜，其容易进行快速聚焦。

[0080] 现在，提供与实施例1至4相对应的数值实施例1至4。在数值实施例1至4中，B表示透镜单元编号。S表示面编号，并且指示从物侧起的光学面的顺序。R表示光学面的曲率半径(mm)，“d”表示相邻光学面之间的间隔(mm)，“nd”表示光学构件的材料相对于d线的折射率，并且“vd”表示光学构件的材料相对于d线的阿贝(Abbe)数。

[0081] 当材料相对于g线(波长:435.8nm)、F线(486.1nm)、d线(587.6nm)和C线(656.3nm)的折射率分别用Ng、NF、Nd和NC表示时，材料的阿贝数“vd”表示为： $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$ 。后焦距由BF表示。“后焦距”是从变焦透镜的最后面(最靠近像侧的面)到像平面“img”在光轴上的距离的空气等效长度。“变焦透镜的总长度”是通过将后焦距加到从变焦透镜的最前面(最靠近物侧的面)到最后面的光轴上的距离而获得的值。“EA”表示有效直径，“obj”表示物体。

[0082] 此外，表1中示出了与数值实施例1至4中的不等式相对应的值。

[0083] (数值实施例1)

B	S	EA	R	d	nd	vd
		obj		1.00E+030		

[0084]

1	1	68.055	99.62096	7.70000	1.496999	81.54
	2	67.416	582.13808	0.20000		
	3	66.165	112.90552	2.70000	1.804000	46.58

	4	63.375	62.41363	11.00000	1.438750	94.66	
	5	62.592	778.70704	可变			
2	6	31.281	821.67440	1.50000	1.763850	48.49	
	7	30.608	59.52783	4.53000			
	8	30.625	-54.58139	1.50000	1.496999	81.54	
	9	31.792	85.47252	3.50000	1.854780	24.80	
	10	32.013	1,746.27160	可变			
3	11	34.266	51.38862	6.30000	1.496999	81.54	
	12	34.079	-105.97960	0.20000			
	13	32.907	62.84264	5.70000	1.603420	38.03	
	14	32.181	-77.96690	1.50000	1.953750	32.32	
	15	31.187	131.58754	5.00000			
	16P	30.188	0.00000	可变			
[0085]	4	17	24.338	-39.36931	1.20000	1.487490	70.23
		18	24.603	-252.01580	可变		
5	19	25.764	-145.23763	4.15000	1.688931	31.07	
	20	26.106	-37.72914	0.19750			
	21	25.227	116.60325	5.15000	1.487490	70.23	
	22	24.667	-34.65104	1.20000	2.001000	29.13	
	23	24.703	-173.94917	0.20000			
	24	24.433	46.46980	3.60000	1.496999	81.54	
	25	24.426	-482.76616	可变			
6	26	23.752	-186.96820	2.15000	1.728250	28.46	
	27	23.799	-58.73677	1.00000	1.729160	54.67	
	28	23.927	54.03845	可变			
7	29	27.869	89.24396	3.20000	1.613397	44.27	
	30	28.100	-364.55329	可变			

	8	31	31.817	-64.47614	1.20000	1.496999	81.54
[0086]		32	33.685	40.39510	4.20000	1.613397	44.27
		33	34.010	113.77665	可变		
			广角端	中间位置	望远端		
			(WIDE)	(MIDDLE)	(TELE)		
	焦距		101.99	199.92	489.99		
	F 值		4.60	5.20	7.20		
	半视角		11.98	6.18	2.53		
	(度)						
	图像高度		21.64	21.64	21.64		
	变焦透镜		222.94	272.65	312.20		
	的总长度						
[0087]	BF		19.88	36.44	69.71		
	d5		6.52	56.23	95.77		
	d10		29.25	20.89	1.50		
	d16		14.22	20.09	29.70		
	d18		16.98	11.11	1.50		
	d25		21.93	16.69	2.95		
	d28		9.85	15.09	28.83		
	d30		25.54	17.33	3.46		
	d33		19.88	36.44	69.71		
[0088]	透镜单元数据						
	单元	第一面		焦距			
[0089]	1	1		201.05			

	2	6	-57.06			
	3	11	75.72			
	4	17	-95.89			
[0090]	5	19	49.13			
	6	26	-57.14			
	7	29	117.19			
	8	31	-97.08			
[0091]	(数值实施例2)					
B	S	EA	R	d	nd	vd
	obj			1.00E+030		
1	1	61.718	99.62096	6.80000	1.496999	81.54
	2	61.140	582.13808	0.20000		
	3	60.301	123.73404	2.70000	1.763850	48.49
	4	58.040	62.38390	9.65000	1.438750	94.66
	5	57.394	1,018.78827	可变		
2	6	29.799	1,151.87324	1.50000	1.729157	54.68
	7	29.239	64.84721	3.70000		
[0092]	8	29.245	-62.35096	1.82000	1.496999	81.54
	9	30.080	89.65084	3.50000	1.854780	24.80
	10	30.256	616.27278	可变		
3	11	31.681	46.43867	5.80000	1.496999	81.54
	12	31.454	-116.14509	0.20000		
	13	30.502	67.82771	5.00000	1.603420	38.03
	14	29.828	-77.67994	1.50000	1.953750	32.32
	15	29.003	155.50421	1.67730		
	16P	28.737	0.00000	可变		
4	17	23.103	-40.44910	1.20000	1.618000	63.40

	18	23.299	-282.96587	可变		
5	19	25.010	-124.04112	3.65000	2.001000	29.13
	20	25.386	-41.00291	0.20000		
	21	24.420	103.92532	5.00000	1.496999	81.54
	22	24.434	-35.65560	1.20000	2.001000	29.13
	23	25.000	-245.85587	0.20000		
	24	25.679	42.58086	4.40000	1.496999	81.54
	25	25.614	-169.09901	1.20000	1.698947	30.13
[0093]	26	25.596	-532.17547	可变		
6	27	24.698	-378.04536	3.15000	1.720467	34.71
	28	24.692	-43.70174	1.00000	1.755000	52.32
	29	24.727	44.72053	可变		
7	30	27.995	74.06786	3.50000	1.613397	44.27
	31	28.240	-274.97738	可变		
8	32	30.557	-57.79085	1.20000	1.496999	81.54
	33	32.556	37.01339	4.40000	1.613397	44.27
	34	32.901	111.68481	可变		
		广角端	中间位置	望远端		
		(WIDE)	(MIDDLE)	(TELE)		
	焦距	82.24	199.92	395.00		
	F 值	4.10	5.13	6.40		
[0094]	半视角	14.74	6.18	3.14		
	(度)					
	图像高度	21.64	21.64	21.64		
	变焦透镜	204.12	265.26	294.22		

的总长度

BF	21.72	43.37	68.86
----	-------	-------	-------

d5	2.91	64.05	93.00
----	------	-------	-------

d10	36.71	21.44	2.54
-----	-------	-------	------

[0095] d16	11.89	19.42	26.09
------------	-------	-------	-------

d18	15.99	8.47	1.79
-----	-------	------	------

d26	16.76	10.27	2.30
-----	-------	-------	------

d29	7.26	13.74	21.71
-----	------	-------	-------

d31	16.53	10.16	3.57
-----	-------	-------	------

d34	21.72	43.37	68.86
-----	-------	-------	-------

[0096] 透镜单元数据

单元	第一面	焦距
----	-----	----

1	1	209.37
---	---	--------

2	6	-61.89
---	---	--------

3	11	71.43
---	----	-------

[0097] 4	17	-76.51
----------	----	--------

5	19	43.43
---	----	-------

6	27	-50.85
---	----	--------

7	30	95.49
---	----	-------

8	32	-90.54
---	----	--------

[0098] (数值实施例3)

	B	S	EA	R	d	nd	vd
	obj			1.00E+030			
[0099]	1		81.944	110.57800	9.00000	1.496999	81.54
	2		81.183	459.98551	0.20000		
	3		79.287	103.75750	2.80000	1.834807	42.73

	4	75.859	68.35747	13.00000	1.438750	94.66	
	5	74.727	374.50567	可变			
2	6	36.252	52.57731	6.30000	1.592701	35.31	
	7	34.617	1,929.09287	1.60000	1.903660	31.32	
	8	33.144	73.91283	5.25000			
	9	31.795	-2,163.55016	1.20000	1.834807	42.73	
	10	31.043	53.93252	3.80000			
	11	31.074	-97.72988	1.20000	1.438750	94.66	
	12	31.942	51.30459	3.20000	1.854780	24.80	
	13	31.919	138.06106	可变			
3	14	32.656	52.99698	5.50000	1.438750	94.66	
	15	32.555	-137.02093	1.00000			
	16P	32.198	0.00000	可变			
[0100]	4	17	30.973	-46.34133	1.50000	1.696800	55.46
		18	31.499	-71.62486	可变		
5	19	32.206	134.18919	4.80000	1.496999	81.54	
	20	32.132	-64.88841	1.35000			
	21	30.067	39.69646	5.70000	1.698947	30.13	
	22	28.930	-184.31386	1.20000	1.953750	32.32	
	23	26.598	25.87467	2.00000			
	24	27.155	27.34908	8.20000	1.613397	44.27	
	25	26.401	-53.17974	1.20000	1.903660	31.32	
	26	26.061	-227.10230	可变			
6	27	21.137	62.79556	3.40000	1.647689	33.79	
	28	20.588	-65.32093	1.00000	1.804000	46.58	
	29	20.417	35.63549	可变			
7	30	29.424	121.21272	1.20000	2.000690	25.46	

	31	29.566	69.69479	6.20000	1.516330	64.14
	32	30.075	-46.29201	可变		
8	33	30.624	-88.19112	1.40000	1.496999	81.54
[0101]	34	31.284	51.81510	4.40000		
	35	31.404	-70.77038	1.80000	1.496999	81.54
	36	34.451	64.33339	5.00000	1.720467	34.71
	37	35.169	-233.00505	可变		
		广角端	中间位置	望远端		
		(WIDE)	(MIDDLE)	(TELE)		
	焦距	120.00	300.00	590.00		
	F 值	4.60	5.67	7.20		
	半视角	10.22	4.12	2.10		
	(度)					
	图像高度	21.64	21.64	21.64		
	变焦透镜	240.18	308.74	335.29		
	的总长度					
[0102]	BF	15.00	36.91	73.64		
	d5	1.00	69.56	96.11		
	d13	33.82	20.56	1.50		
	d16	6.33	11.38	11.60		
	d18	9.34	4.29	4.07		
	d26	16.65	9.43	2.00		
	d29	22.71	35.80	40.97		
	d32	30.93	16.41	1.00		
	d37	15.00	36.91	73.64		
[0103]	透镜单元数据					

单元	第一面	焦距				
1	1	213.95				
2	6	-56.08				
3	14	87.88				
[0104]	4	-193.11				
	5	72.64				
	6	-71.38				
	7	80.79				
	8	-64.86				
[0105]	(数值实施例4)					
B	S	EA	R	d	nd	vd
	obj		0.00000	1.00E+030		
1	1	92.325	117.11037	11.00000	1.496999	81.54
	2	91.468	675.63817	0.20000		
	3	88.985	121.89525	2.80000	1.804000	46.58
	4	84.602	72.02509	14.50000	1.438750	94.66
	5	83.451	324.48750	可变		
[0106]	2	45.970	73.30974	5.50000	1.688931	31.07
	6	44.779	379.10737	1.60000	1.854780	24.80
	7	43.304	101.19945	30.10194		
	8	30.609	-1,040.89449	1.20000	1.834807	42.73
	9	29.730	45.80637	4.45000		
	10	29.778	-68.44596	1.20000	1.438750	94.66
	11	31.027	49.81482	3.60000	1.854780	24.80
	12	31.081	190.86160	可变		
	13	31.717	54.82919	6.30000	1.438750	94.66
3	14					

	15	31.604	-76.60090	1.00000		
	16P	30.933	0.00000	可变		
4	17	30.127	-43.49163	1.50000	1.910820	35.25
	18	30.832	-73.58490	可变		
5	19	31.838	145.84020	5.20000	1.496999	81.54
	20	31.877	-57.16854	7.65000		
	21	28.622	47.42287	6.00000	1.698947	30.13
	22	27.597	-72.52126	1.20000	1.910820	35.25
	23	25.819	29.09106	2.30000		
	24	26.479	30.44414	7.90000	1.613397	44.27
	25	25.896	-45.75407	1.20000	2.001000	29.13
[0107]	26	25.802	-123.35835	可变		
6	27	20.840	112.27692	3.25000	1.595509	39.24
	28	20.345	-50.25463	1.00000	1.729157	54.68
	29	19.647	49.41784	可变		
7	30	28.210	70.81118	1.20000	2.001000	29.13
	31	28.099	42.48863	6.55000	1.517417	52.43
	32	28.456	-54.22485	可变		
8	33	26.858	-101.46774	1.40000	1.496999	81.54
	34	27.127	45.72552	9.55000		
	35	29.468	-56.13481	1.80000	1.496999	81.54
	36	32.392	52.81373	5.90000	1.613397	44.27
	37	33.196	-114.69704	可变		
		广角端	中间位置	望远端		
[0108]		(WIDE)	(MIDDLE)	(TELE)		
	焦距	199.97	399.99	784.76		

F 值	6.00	6.80	8.50
半视角 (度)	6.17	3.10	1.58
图像高度	21.64	21.64	21.64
变焦透镜 的总长度	285.44	355.65	385.65
BF	22.57	43.72	83.86

[0109]

d5	1.50	71.71	101.71
d13	19.10	17.10	1.50
d16	5.68	7.81	8.49
d18	4.81	2.68	2.00
d26	16.47	6.68	2.00
d29	29.22	38.76	38.05
d32	39.04	20.14	1.00
d37	22.57	43.72	83.86

[0110] 透镜单元数据

单元	第一面	焦距
1	1	258.64
2	6	-55.19
3	14	73.91
4	17	-119.60
5	19	72.50
6	27	-84.04
7	30	82.00
8	33	-60.14

[0113] 表1

[0114]

	条件表达式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4
1	m5/m7	1.000	1.000	1.126	0.757

2	m8/bfw	2.170	2.507	3.910	2.715
3	Es1	7.856	8.029	8.539	8.966
4	Es2/Es1	0.314	0.322	0.214	0.422

[0115] 接下来,参照图10描述使用根据本公开的任一实施例的变焦透镜作为摄像光学系统的数字静止照相机的示例。在图10中,数字静止照相机包括照相机主体10和包括在实施例1至4中描述的任一变焦透镜的摄像光学系统11。摄像元件(光电转换元件)12(例如CCD传感器或CMOS传感器)包括在照相机主体10中,以接收通过摄像光学系统11形成的物像。

[0116] 虽然参照示例性实施例对本公开进行了描述,但是应当理解,本公开不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

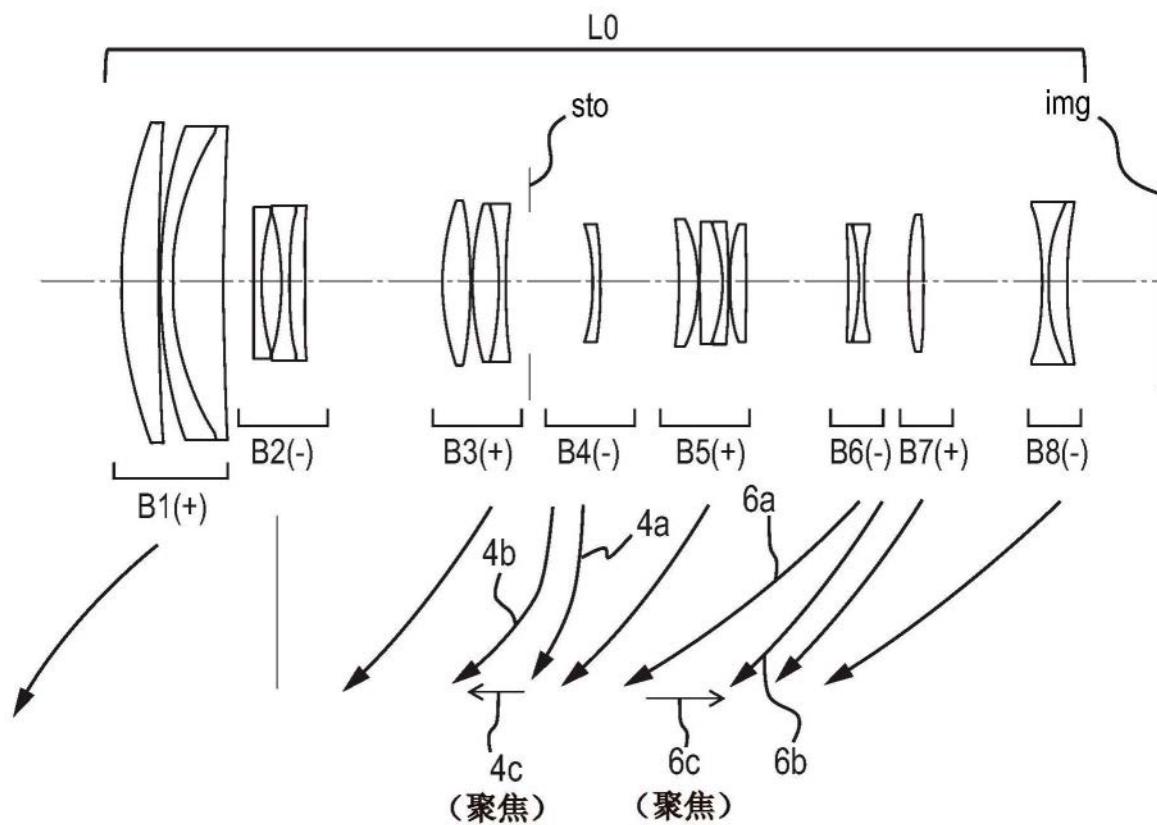


图1

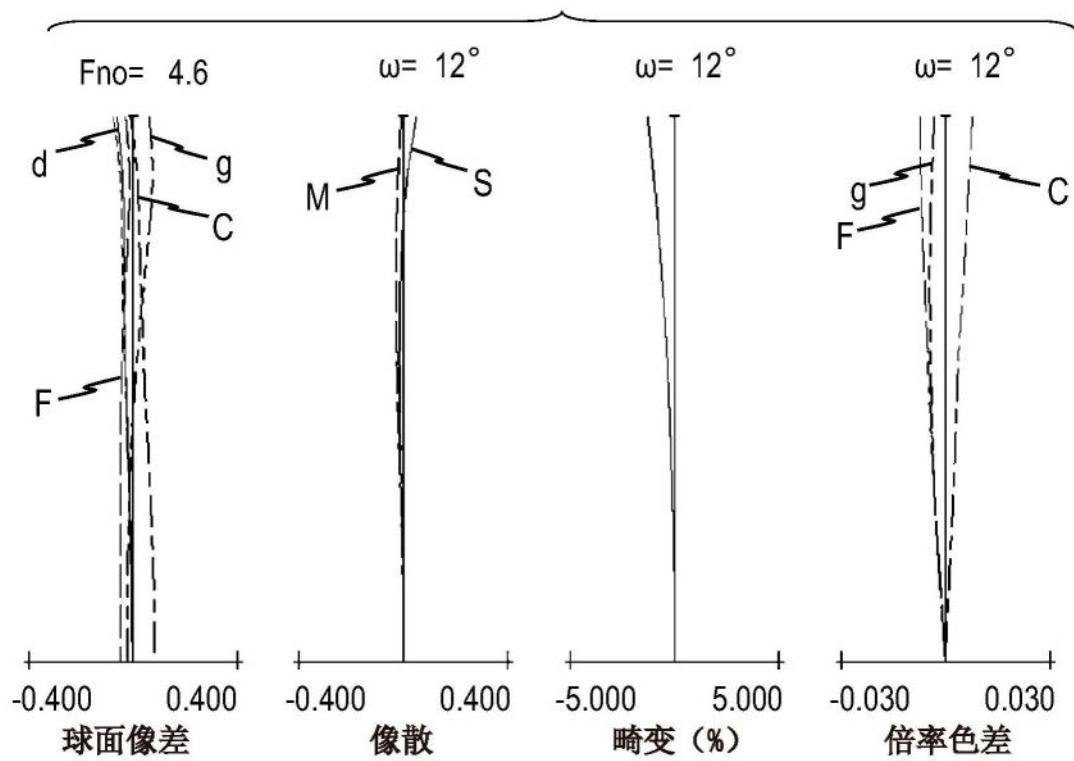


图2A

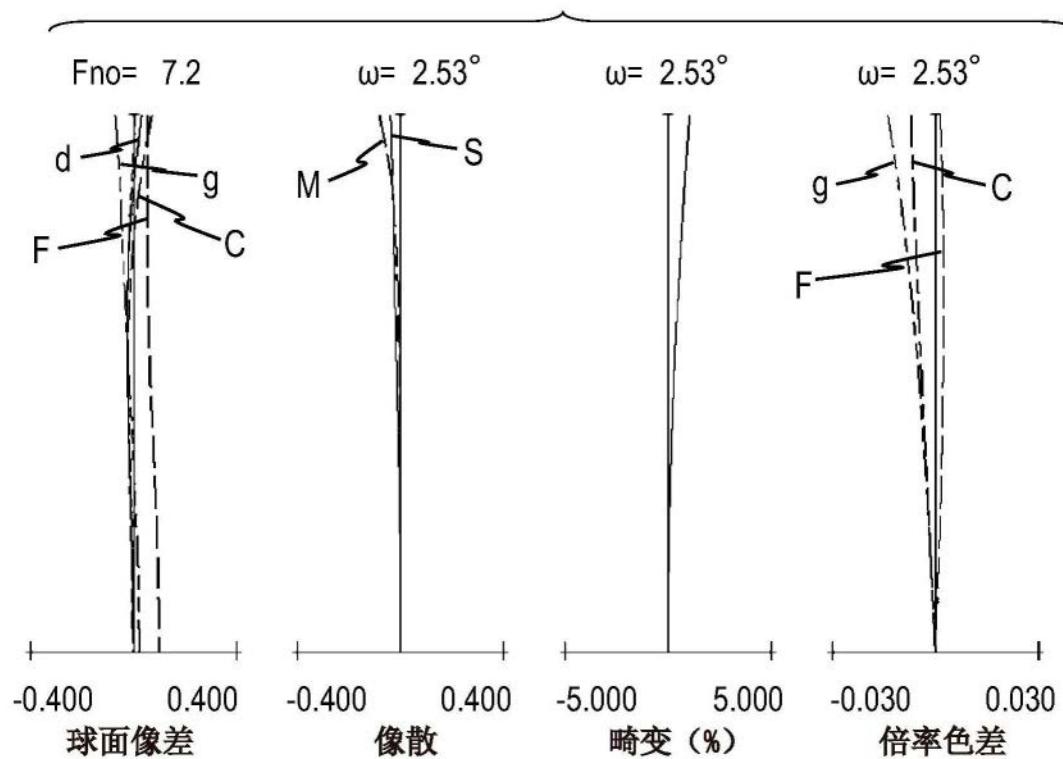


图2B

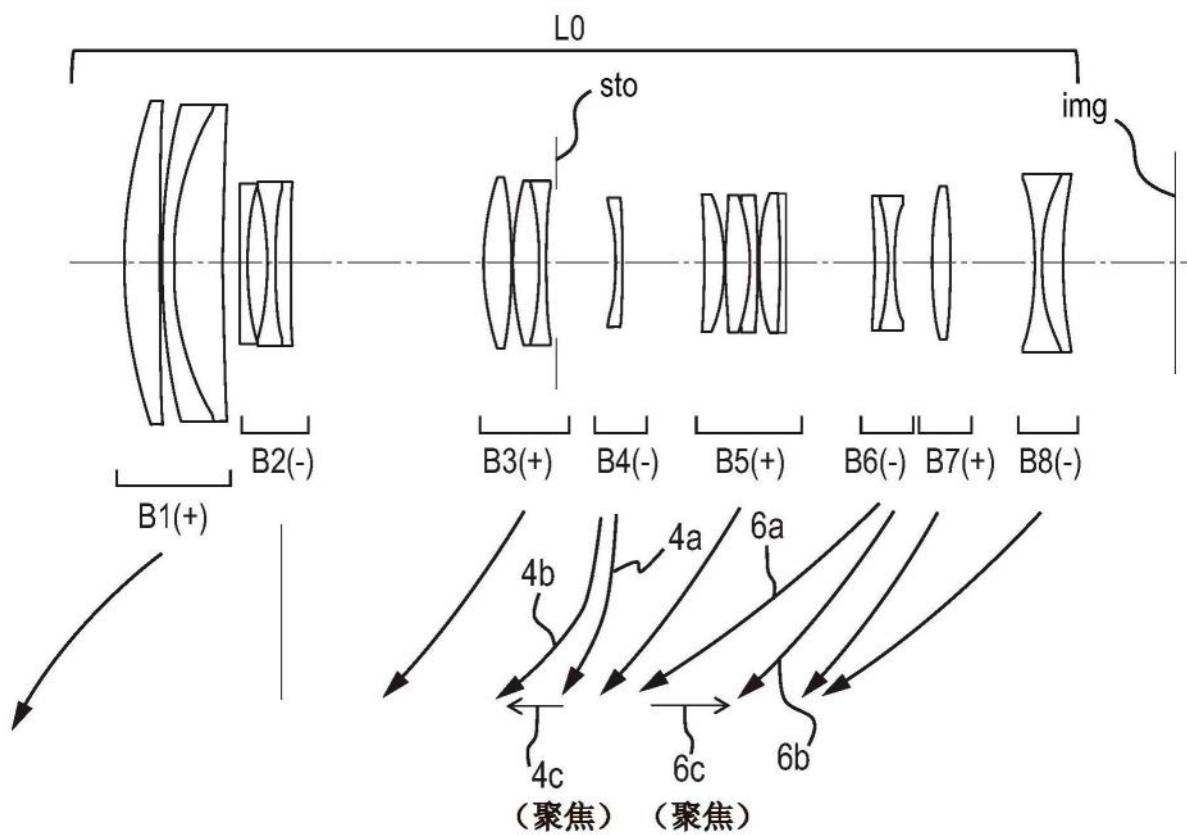


图3

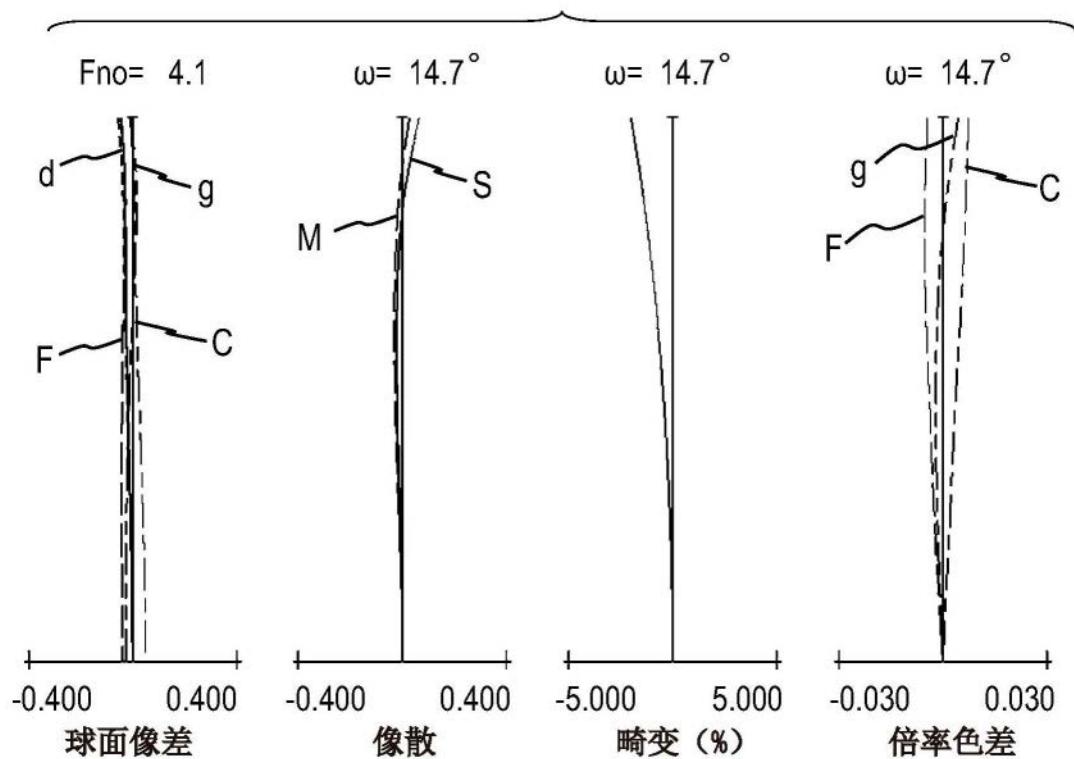


图4A

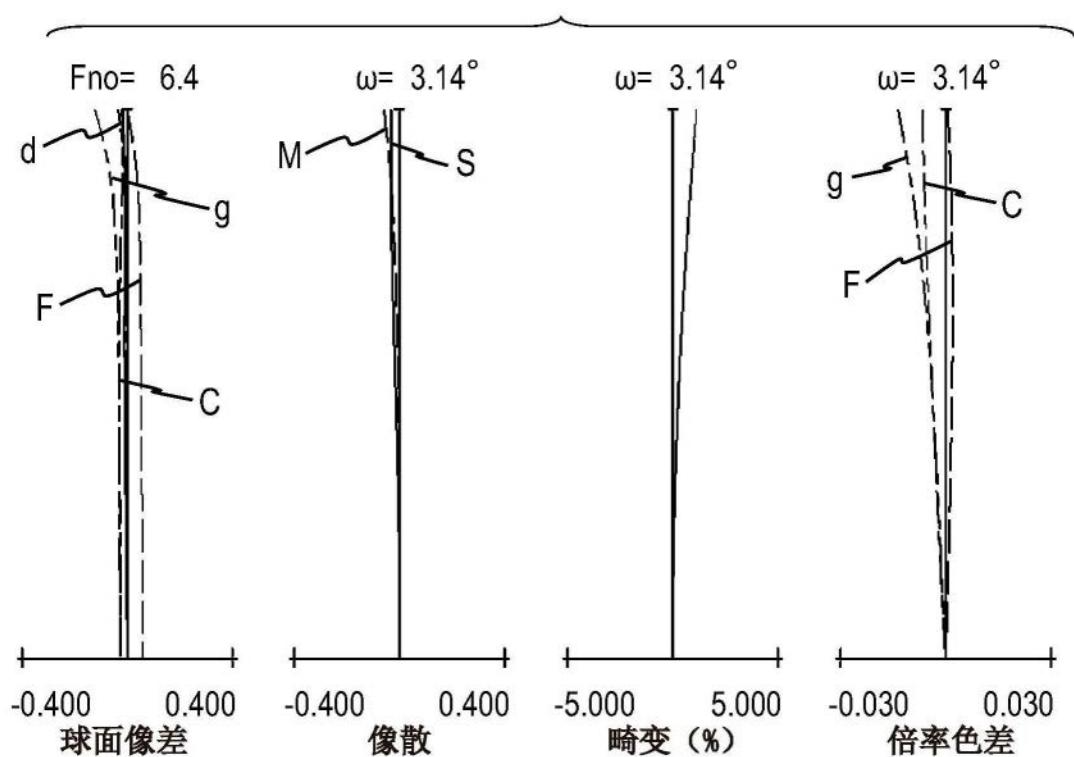


图4B

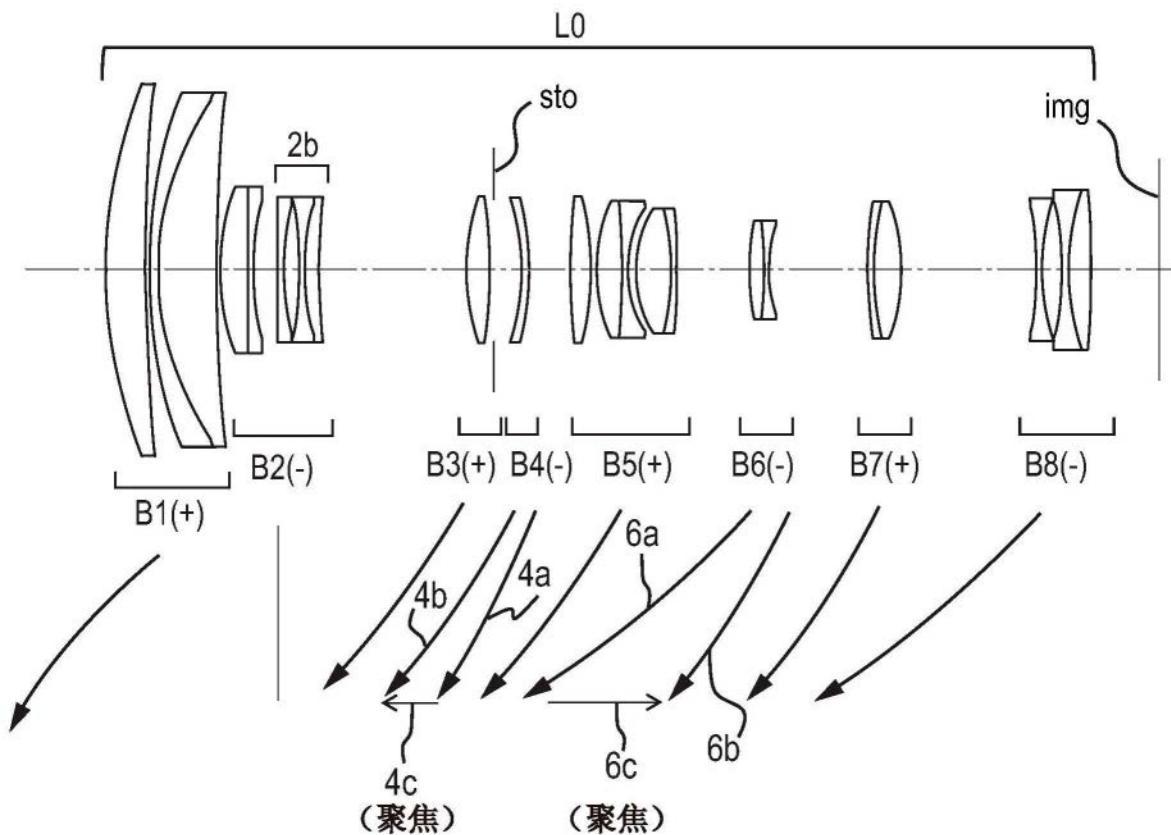


图5

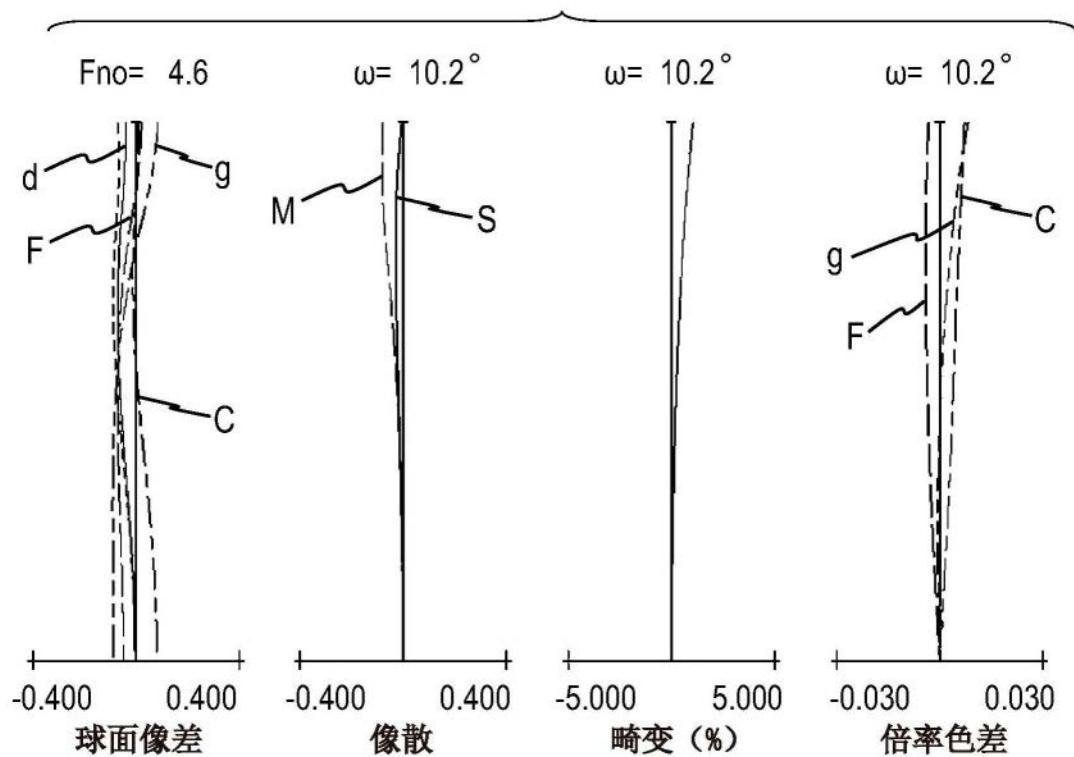


图6A

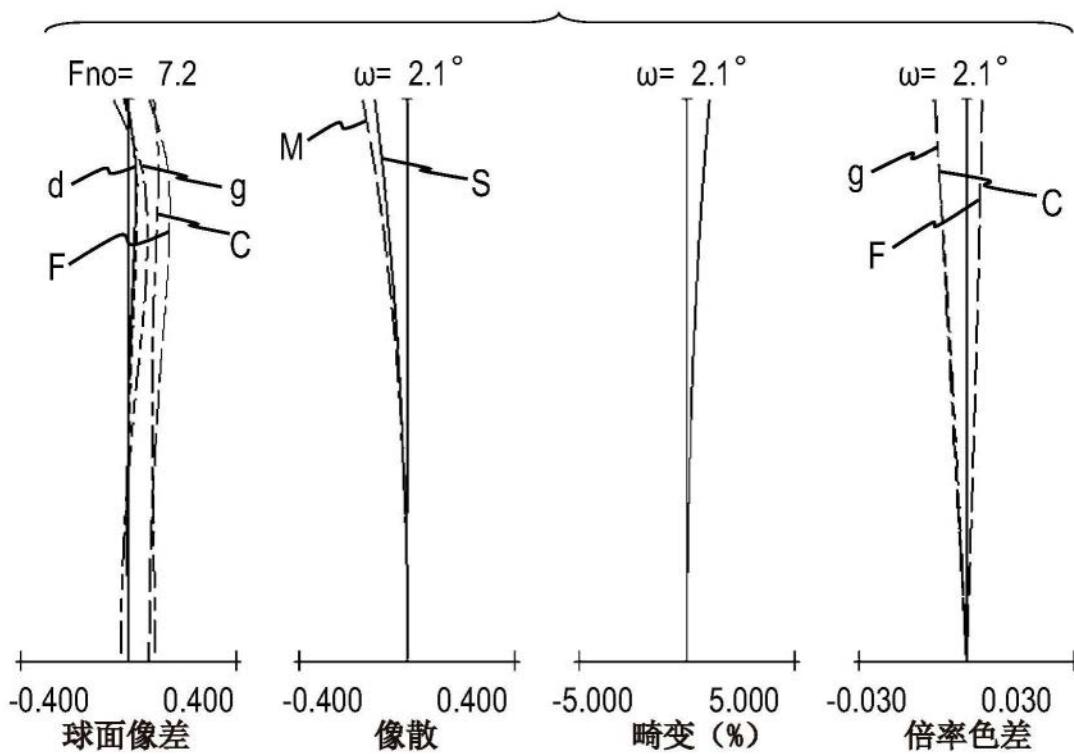


图6B

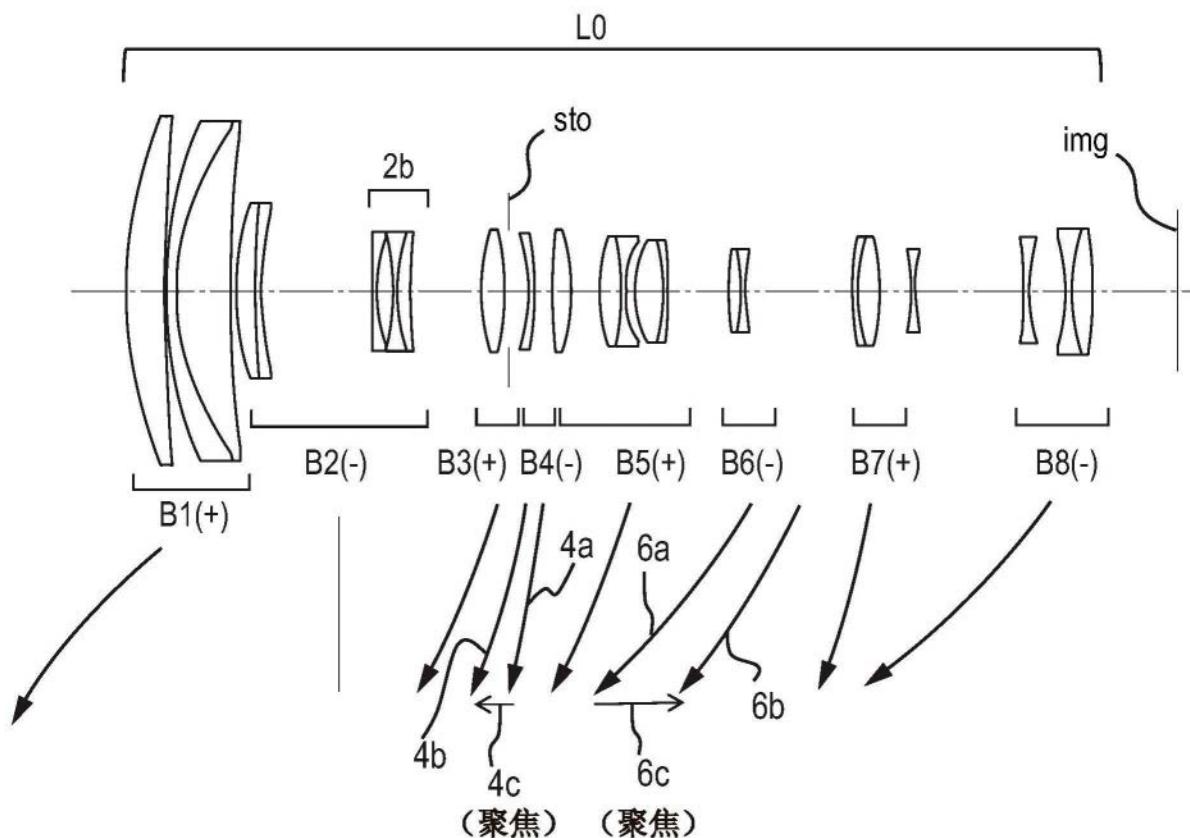


图7

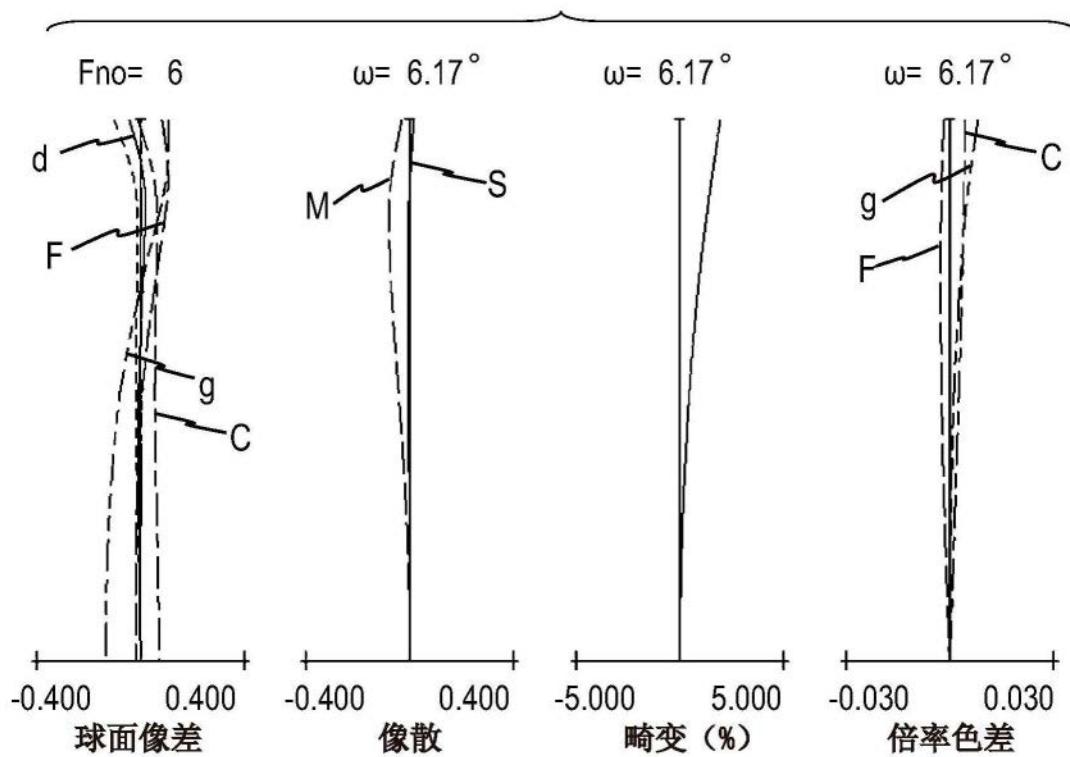


图8A

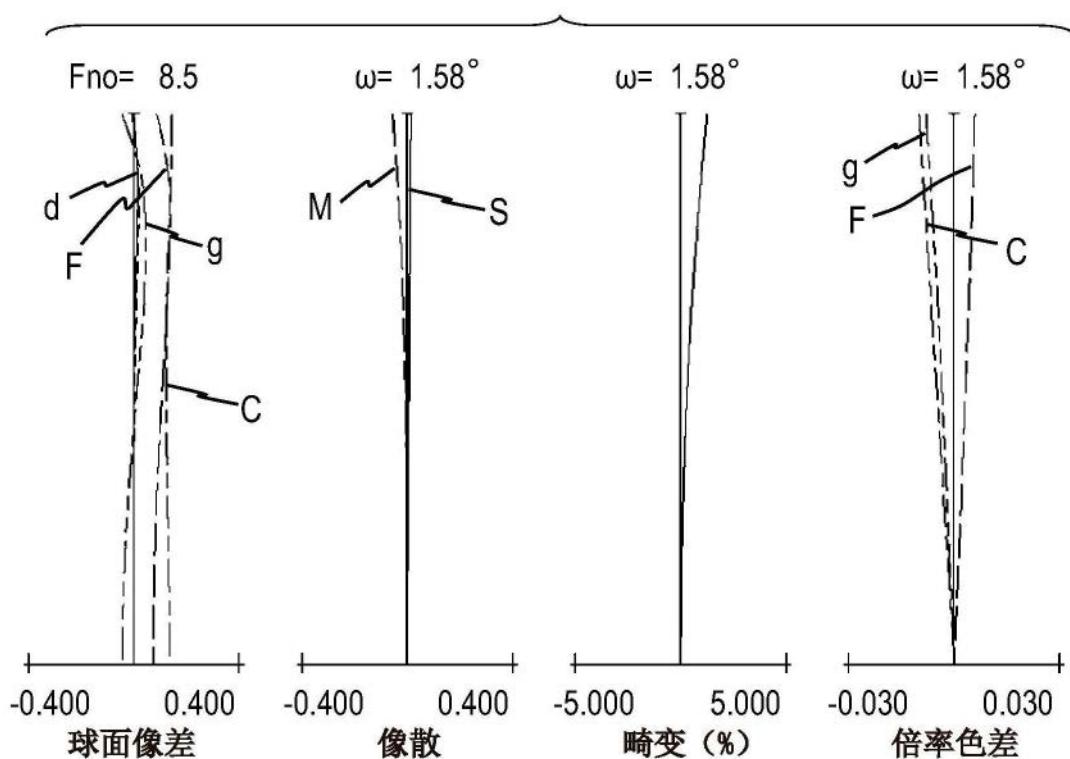


图8B

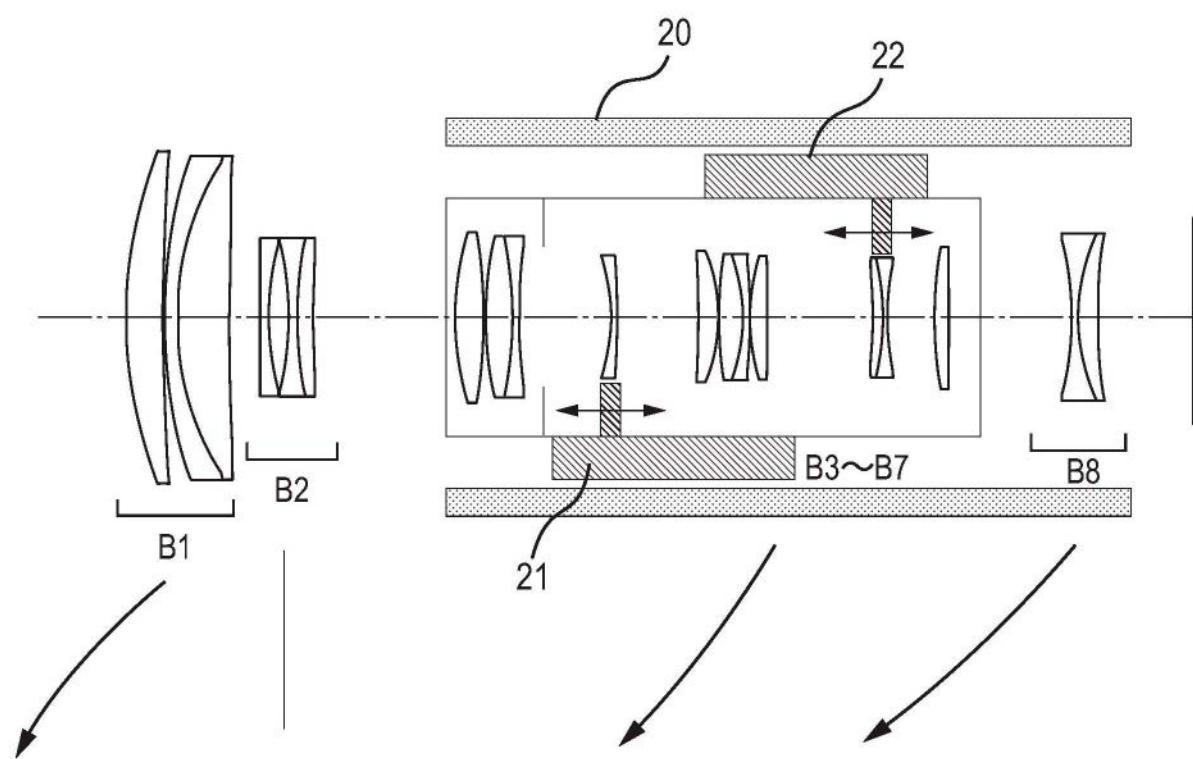


图9

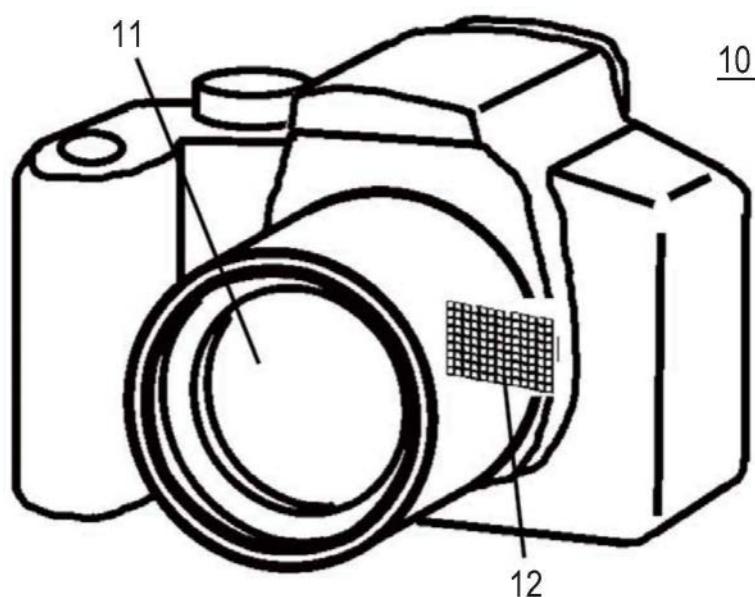


图10