



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107422464 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 26

(21) 申请号 201710762633.X

G03B 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2017.08.30

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105487211 A, 2016.04.13

申请公布号 CN 107422464 A

JP 2008076513 A, 2008.04.03

JP 2010170061 A, 2010.08.05

(43) 申请公布日 2017.12.01

审查员 白芸

(73) 专利权人 中山联合光电科技股份有限公司

地址 528400 广东省中山市火炬开发区益

围路10号

(72) 发明人 全丽伟 李建华 龚俊强

(74) 专利代理机构 中山市科创专利代理有限公司

44211

专利代理师 谢自安

(51) Int. Cl.

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 15/00 (2006.01)

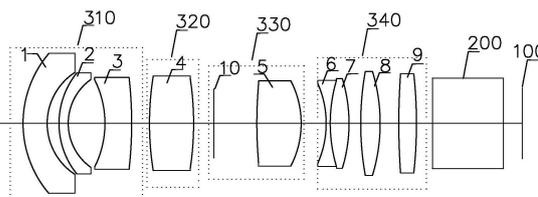
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种变焦投影光学系统

(57) 摘要

本发明公开了一种变焦投影光学系统,在投射方向上依次设置有:第一透镜组,第二透镜组,第三透镜组,第四透镜组,等效棱镜,DMD发光芯片;所述第一透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第一透镜组的光焦度为负;所述第二透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第二透镜组的光焦度为正;所述第三透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第三透镜组的光焦度为正;所述第四透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第四透镜组的光焦度为正。本发明小体积,分辨率高,变焦时无需对焦画面依然清晰、适用于微投照明,可批量生产。



1. 一种变焦投影光学系统,其特征在于,该变焦投影光学系统由四个透镜组九个透镜组成,在投射方向上依次设置有:第一透镜组(310),第二透镜组(320),第三透镜组(330),第四透镜组(340),等效棱镜(200),DMD发光芯片(100);

所述第一透镜组(310),能相对DMD芯片(100)前后移动,所述第一透镜组(310)的光焦度为负;

所述第二透镜组(320),能相对DMD芯片(100)前后移动,所述第二透镜组(320)的光焦度为正;

所述第三透镜组(330),能相对DMD芯片(100)前后移动,所述第三透镜组(330)的光焦度为正;

所述第四透镜组(340),能相对DMD芯片(100)前后移动,所述第四透镜组(340)的光焦度为正;

所述第一透镜组(310)的光焦度为负,光焦度满足: $0.09 < |\phi_{310}| < 0.11$ ,所述第二透镜组(320)的光焦度为正,光焦度满足: $0.042 < |\phi_{320}| < 0.044$ ,所述第三透镜组(330)的光焦度为正,光焦度满足: $0.044 < |\phi_{330}| < 0.046$ ,所述第四透镜组(340)的光焦度为正,光焦度满足: $0.039 < |\phi_{340}| < 0.041$ ;

所述的第一透镜组(310)包括沿投射方向依次设置的第一透镜(1)、第二透镜(2)和第三透镜(3);所述第二透镜组(320)包括第四透镜(4),第四透镜(4)为双凸透镜;所述第三透镜组(330)包括光阑(10)和第五透镜(5),第五透镜(5)为双凸非球面透镜;所述第四透镜组(340)包括沿投射方向依次设置的第六透镜(6)、第七透镜(7)、第八透镜(8)和第九透镜(9);

所述的第一透镜(1)光焦度为负,第二透镜(2)光焦度为负,第三透镜(3)光焦度为负,第四透镜(4)光焦度为正,第五透镜(5)光焦度为正,第六透镜(6)光焦度为负,第七透镜(7)光焦度为正,第八透镜(8)光焦度为正,第九透镜(9)光焦度为正。

2. 根据权利要求1所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的DMD芯片(100)相对于光轴偏离放置,偏离100%-110%。

3. 根据权利要求1所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述第二透镜(2)为玻璃非球面透镜,两面均弯向DMD芯片,光焦度为负,满足: $0.032 < |\phi_2| < 0.034$ ,所述第三透镜(3)的两面均背向DMD芯片(100),阿贝数满足: $80 < VD_3 < 95$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述光阑(10)位于所述第四透镜(4)和所述第五透镜(5)之间,变倍过程中,光阑(10)跟随第五透镜(5)移动,且与所述第五透镜(5)的距离保持不变;所述第五透镜(5)采用玻璃非球面,阿贝数满足: $80 < VD_5 < 95$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述第六透镜(6)和第七透镜(7)为胶合透镜,光焦度满足: $-0.049 < \phi_{67} < -0.048$ ,所述第八透镜(8)光焦度为正,光焦度满足: $0.053 < |\phi_8| < 0.054$ ,所述第九透镜(9)为玻璃非球面,光焦度为正,光焦度满足: $0.015 < |\phi_9| < 0.017$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的第二透镜(2)、第五透镜(5)、第九透镜(9)为玻璃非球面透镜。

7. 根据权利要求6所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的第二透镜(2)、第

五透镜(5)和第九透镜(9)的非球面的表面形状满足以下方程:

$$Z = cy^2 / \left\{ 1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2 y^2} \right\} + a_1 y^2 + a_2 y^4 + a_3 y^6 + a_4 y^8 + a_5 y^{10} + a_6 y^{12} + a_7 y^{14} + a_8 y^{16}$$

在公式中,参数c为半径所对应的曲率,y为径向坐标其单位和透镜长度单位相同,k为圆锥二次曲线系数;当k系数小于-1时,透镜的面形曲线为双曲线,当k系数等于-1时,透镜的面形曲线为抛物线;当k系数介于-1到0之间时,透镜的面形曲线为椭圆,当k系数等于0时,透镜的面形曲线为圆形,当k系数大于0时,透镜的面形曲线为扁圆形; $a_1$ 至 $a_8$ 分别表示各径向坐标所对应的系数。

## 一种变焦投影光学系统

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种变焦投影光学系统,尤其涉及一种小体积、高分辨率的变焦投影光学系统。

### 【背景技术】

[0002] 近年来随着投影技术的发展,投影机被广泛应用于家用,办公等领域,变焦投影镜头可在固定空间投射出不同大小画面,因其灵活性和方便性深受广大用户喜爱。

[0003] 目前市场上的变焦投影镜头多数采用两群的设计结构,从Wide端到Tele端,或者从Tele端到Wide端,投射画面大小发生变化,但需要重新调节镜头内部的对焦群画面才能清晰,这种镜头使用起来很不方便;也有少部分镜头能够实现在固定距离下放大或缩小画面后无需对焦,画面依然清晰,但是只适用于3LCD照明系统的结构,使用局限性大,并且为了实现这种功能,系统往往采用较多的镜片,镜头体积大,制造感度高,量产困难,目前市场上还没有变焦投影镜头能够同时克服上述缺点。

[0004] 因此,本发明正是基于以上的不足而产生的。

### 【发明内容】

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供了一种小体积,高分辨率,变焦时无需对焦画面依然清晰、适用于微投照明,可批量生产的变焦投影光学系统。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用了下述技术方案:一种变焦投影光学系统,其特征在于,在投射方向上依次设置有:第一透镜组,第二透镜组,第三透镜组,第四透镜组,等效棱镜,DMD发光芯片;

[0007] 所述第一透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第一透镜组的光焦度为负;

[0008] 所述第二透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第二透镜组的光焦度为正;

[0009] 所述第三透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第三透镜组的光焦度为正;

[0010] 所述第四透镜组,能相对DMD芯片前后移动,所述第四透镜组的光焦度为正。

[0011] 如上所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的第一透镜组包括沿投射方向依次设置的第一透镜、第二透镜和第三透镜;所述第二透镜组包括第四透镜,第四透镜为双凸透镜;所述第三透镜组包括光阑和第五透镜,第五透镜为双凸非球面透镜;所述第四透镜组包括沿投射方向依次设置的第六透镜、第七透镜、第八透镜和第九透镜。

[0012] 如上所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的第一透镜光焦度为负,第二透镜光焦度为负,第三透镜光焦度为负,第四透镜光焦度为正,第五透镜光焦度为正,第六透镜光焦度为负,第七透镜光焦度为正,第八透镜光焦度为正,第九透镜光焦度为正。

[0013] 如上所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述的DMD芯片相对于光轴偏离放置,偏离100%-110%。

[0014] 如上所述的一种变焦投影光学系统,其特征在于,所述第一透镜组的光焦度为负,光焦度满足: $0.09 < |\phi_{310}| < 0.11$ ,所述第二透镜组的光焦度为正,光焦度满足: $0.042 < |\phi_{320}$

$|\phi_{330}| < 0.044$ , 所述第三透镜组的光焦度为正, 光焦度满足:  $0.044 < |\phi_{330}| < 0.046$ , 所述第四透镜组的光焦度为正, 光焦度满足:  $0.039 < |\phi_{340}| < 0.041$ 。

[0015] 如上所述的一种变焦投影光学系统, 其特征在于, 所述第二透镜为玻璃非球面透镜, 两面均弯向DMD芯片, 光焦度为负, 满足:  $0.032 < |\phi_2| < 0.034$ , 所述第三透镜的两面均背向DMD芯片, 阿贝数满足:  $80 < VD_3 < 95$ 。

[0016] 如上所述的一种变焦投影光学系统, 其特征在于, 所述光阑位于所述第四透镜和所述第五透镜之间, 变倍过程中, 光阑跟随第五透镜移动, 且与所述第五透镜的距离保持不变; 所述第五透镜采用玻璃非球面, 阿贝数满足:  $80 < VD_5 < 95$ 。

[0017] 如上所述的一种变焦投影光学系统, 其特征在于, 所述第六透镜和第七透镜为胶合透镜, 光焦度满足:  $-0.049 < \phi_{67} < -0.048$ , 所述第八透镜光焦度为正, 光焦度满足:  $0.053 < |\phi_8| < 0.054$ , 所述第九透镜为玻璃非球面, 光焦度为正, 光焦度满足:  $0.015 < |\phi_9| < 0.017$ 。

[0018] 如上所述的一种变焦投影光学系统, 其特征在于, 所述的第二透镜、第五透镜、第九透镜为玻璃非球面透镜。

[0019] 如上所述的一种变焦投影光学系统, 其特征在于, 所述的第二透镜、第五透镜和第九透镜的非球面的表面形状满足以下方程:

$$[0020] \quad Z = cy^2 / \left\{ 1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2} \right\} + a_1y^2 + a_2y^4 + a_3y^6 + a_4y^8 + a_5y^{10} + a_6y^{12} + a_7y^{14} + a_8y^{16}$$

[0021] 在公式中, 参数c为半径所对应的曲率, y为径向坐标其单位和透镜长度单位相同, k为圆锥二次曲线系数; 当k系数小于-1时, 透镜的面形曲线为双曲线, 当k系数等于-1时, 透镜的面形曲线为抛物线; 当k系数介于-1到0之间时, 透镜的面形曲线为椭圆, 当k系数等于0时, 透镜的面形曲线为圆形, 当k系数大于0时, 透镜的面形曲线为扁圆形;  $a_1$ 至 $a_8$ 分别表示各径向坐标所对应的系数。

[0022] 与现有技术相比, 本发明的一种变焦投影光学系统, 达到了如下效果:

[0023] 1、本发明分辨率非常高, 可支持像素点为5.47微米的DMD芯片, 并实现了1.1的投射比。

[0024] 2、本发明实现了在白光照明的状态下, 可实现变倍过程中无需对焦, 画面依然清晰, 并可适用于LED照明的微投领域。

[0025] 3、本发明通过对系统光焦度的合理分配, 使移动群较少, 实现了较小的总长, 使装配敏感度大幅度降低, 可进行批量化生产。

### 【附图说明】

[0026] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明, 其中:

[0027] 图1为本发明示意图;

[0028] 附图说明: 100、DMD芯片; 200、等效棱镜; 310、第一透镜组; 320、第二透镜组; 330、第三透镜组; 340、第四透镜组; 1、第一透镜; 2、第二透镜; 3、第三透镜; 4、第四透镜; 5、第五透镜; 6、第六透镜; 7、第七透镜; 8、第八透镜; 9、第九透镜; 10、光阑。

### 【具体实施方式】

[0029] 下面结合附图对本发明的实施方式作详细说明。

[0030] 如图1所示,一种变焦投影光学系统,在投射方向上依次设置有:第一透镜组310,第二透镜组320,第三透镜组330,第四透镜组340,等效棱镜200,DMD发光芯片100;

[0031] 所述第一透镜组310,能相对DMD芯片100前后移动,所述第一透镜组310的光焦度为负;所述第一透镜组相对DMD芯片可前后移动,补偿镜头装配时后焦的变化量;

[0032] 所述第二透镜组320,能相对DMD芯片100前后移动,所述第二透镜组320的光焦度为正;

[0033] 所述第三透镜组330,能相对DMD芯片100前后移动,所述第三透镜组330的光焦度为正;

[0034] 所述第四透镜组340,能相对DMD芯片100前后移动,所述第四透镜组340的光焦度为正。第二透镜组、第三透镜组和第四透镜组为联动组,相对DMD芯片一起移动。

[0035] 如图1所示,在本实施例中,所述的第一透镜组310包括沿投射方向依次设置的第一透镜1、第二透镜2和第三透镜3;所述第二透镜组320包括第四透镜4,第四透镜4为双凸透镜;所述第三透镜组330包括光阑10和第五透镜5,第五透镜5为双凸非球面透镜;所述第四透镜组340包括沿投射方向依次设置的第六透镜6、第七透镜7、第八透镜8和第九透镜9。

[0036] 如图1所示,在本实施例中,所述的第一透镜1光焦度为负,第二透镜2光焦度为负,第三透镜3光焦度为负,第四透镜4光焦度为正,第五透镜5光焦度为正,第六透镜6光焦度为负,第七透镜7光焦度为正,第八透镜8光焦度为正,第九透镜9光焦度为正。

[0037] 如图1所示,在本实施例中,所述的DMD芯片100相对于光轴偏离放置,偏离100%-110%。所述的DMD芯片为0.3英寸,其像素点大小为5.37微米,其奈奎斯特频率为93lp/mm。

[0038] 如图1所示,在本实施例中,所述第一透镜组310的光焦度为负,光焦度满足: $0.09 < |\phi_{310}| < 0.11$ ,所述第二透镜组320的光焦度为正,光焦度满足: $0.042 < |\phi_{320}| < 0.044$ ,所述第三透镜组330的光焦度为正,光焦度满足: $0.044 < |\phi_{330}| < 0.046$ ,所述第四透镜组340的光焦度为正,光焦度满足: $0.039 < |\phi_{340}| < 0.041$ ;透镜组按此光焦度参数排列时,可形成反远距结构,实现较小的总长以及较大的投射比,此光学系统的投射比可达到1.1;第二透镜组、第三透镜组和第四透镜组采用联动的方式,可使变倍过程中的像面位置不移动,从而实现变倍过程中无需对焦,画面依然清晰。

[0039] 如图1所示,在本实施例中,所述第二透镜2为玻璃非球面透镜,两面均弯向DMD芯片,光焦度为负,满足: $0.032 < |\phi_2| < 0.034$ ,所述第三透镜3的两面均背向DMD芯片100,阿贝数满足: $80 < VD_3 < 95$ ;可校正大视场的倍率色差,所述第三透镜3的两面均背向DMD芯片,可减小进入后组镜片的光线入射角度,降低镜头的装配敏感度。

[0040] 如图1所示,在本实施例中,所述光阑10位于所述第四透镜4和所述第五透镜5之间,变倍过程中,光阑10跟随第五透镜5移动,且与所述第五透镜5的距离保持不变;所述第五透镜5采用玻璃非球面,阿贝数满足: $80 < VD_5 < 95$ ;可校正不同倍率、不同波长的位置色差、光阑球差和光阑慧差,从而在白光状态下也可实现在变倍过程中画面清晰,无需对焦,使得此光学系统可适用在LED照明的微投领域。

[0041] 如图1所示,在本实施例中,所述第六透镜6和第七透镜7为胶合透镜,光焦度满足: $-0.049 < \phi_{67} < -0.048$ ,所述第八透镜8光焦度为正,光焦度满足: $0.053 < |\phi_8| < 0.054$ ,所述第九透镜9为玻璃非球面,光焦度为正,光焦度满足: $0.015 < |\phi_9| < 0.017$ ;第四透镜组的透镜按此光焦度分配时,可校正前组剩余的高级像散和畸变等像差,实现高分辨率,高照

度,并可降低后组透镜的装配感度,实现批量化生产。在本实施例中,所述第六透镜6第七透镜7过光学胶水粘合。

[0042] 如图1所示,在本实施例中,所述的第二透镜2、第五透镜5、第九透镜9为玻璃非球面透镜。

[0043] 如图1所示,在本实施例中,所述的第二透镜2、第五透镜5和第九透镜9的非球面的表面形状满足以下方程:

$$[0044] \quad Z = cy^2 / \left\{ 1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2} \right\} + a_1y^2 + a_2y^4 + a_3y^6 + a_4y^8 + a_5y^{10} + a_6y^{12} + a_7y^{14} + a_8y^{16}$$

[0045] 在公式中,参数c为半径所对应的曲率,y为径向坐标其单位和透镜长度单位相同,k为圆锥二次曲线系数;当k系数小于-1时,透镜的面形曲线为双曲线,当k系数等于-1时,透镜的面形曲线为抛物线;当k系数介于-1到0之间时,透镜的面形曲线为椭圆,当k系数等于0时,透镜的面形曲线为圆形,当k系数大于0时,透镜的面形曲线为扁圆形; $a_1$ 至 $a_8$ 分别表示各径向坐标所对应的系数。

[0046] 以下案例1.1投射比、变倍比为1.17倍,分辨率为720P,适用于0.3英寸DMD芯片的变焦投影镜头的实际设计参数:

| 面编号 | 类型  | 半径 R     | 厚度   | 光学材料     | 口径    |
|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| OBJ | 物面  | infinity | 1000 |          | 1312  |
| S1  | 标准  | 16.0261  | 3.52 | TAFD35   | 20.6  |
| S2  | 标准  | 8.9993   | 1.73 |          | 15.0  |
| S3  | 非球面 | 14.96353 | 1.35 | M-BACD12 | 14.9  |
| S4  | 非球面 | 7.7746   | 5.36 |          | 13.0  |
| S5  | 标准  | -14.47   | 3.9  | H-FK61   | 12.9  |
| S6  | 标准  | -62.0159 | 2.6  |          | 13.6  |
| S7  | 标准  | 45.0397  | 6.45 | TAFD55   | 13.9  |
| S8  | 标准  | -45.0397 | 5.66 |          | 13.4  |
| STO | 光阑  | infinity | 6.28 |          | 10.16 |
| S9  | 非球面 | 45.0887  | 6.48 | M-FCD1   | 11.64 |

|        |     |     |          |      |           |       |
|--------|-----|-----|----------|------|-----------|-------|
|        | S10 | 非球面 | -14.1521 | 3.65 |           | 12.6  |
|        | S11 | 标准  | -14.750  | 0.6  | H-ZF52A   | 11.8  |
|        | S12 | 标准  | 22.8096  | 2.74 | H-FK61    | 12.7  |
|        | S13 | 标准  | -22.8096 | 1.71 |           | 13.2  |
|        | S14 | 标准  | 44.692   | 2.84 | H-ZLAF75A | 15.2  |
| [0048] | S15 | 标准  | -26.778  | 2.72 |           | 15.4  |
|        | S16 | 非球面 | 204.0395 | 2.57 | M-BACD5N  | 14.6  |
|        | S17 | 非球面 | -42.0741 | 1    |           | 14.3  |
|        | S18 | 标准  | infinity | 15.1 | H-ZF3     | 13.35 |
|        | S19 | 标准  | infinity | 1.94 |           | 10.8  |
|        | IMA | 像面  | infinity |      |           | 10.6  |

[0049] 第二透镜2的第一面S3的系数为:

[0050]  $k: -41.0072$

[0051]  $a_1: 0$

[0052]  $a_2: 0.0016728418$

[0053]  $a_3: -6.3322811e-005$

[0054]  $a_4: 1.8922002e-006$

[0055]  $a_5: -3.591768e-008$

[0056]  $a_6: 3.8013839e-010$

[0057]  $a_7: -1.6938385e-012$

[0058] 第二透镜2的第二面S4的系数为:

[0059]  $k: -12.63998$

[0060]  $a_1: 0$

[0061]  $a_2: 0.0032340299$

[0062]  $a_3: -0.0001524481$

[0063]  $a_4: 5.8146112e-006$

[0064]  $a_5: -1.4324976e-007$

[0065]  $a_6: 1.9730567e-009$

[0066]  $a_7: -1.2516632e-011$

[0067] 第五透镜5的第一面S9的系数为:

- [0068]  $k: -164.9035$
- [0069]  $a_1: 0$
- [0070]  $a_2: 0.00013399816$
- [0071]  $a_3: -7.4207806e-006$
- [0072]  $a_4: 1.6627463e-007$
- [0073]  $a_5: -2.6788372e-009$
- [0074]  $a_6: 1.5980767e-011$
- [0075] 第五透镜5的第二面S10的系数为:
- [0076]  $k: -1.333241$
- [0077]  $a_1: 0$
- [0078]  $a_2: -7.1006819e-005$
- [0079]  $a_3: -9.5561899e-008$
- [0080]  $a_4: -2.1913686e-008$
- [0081]  $a_5: 3.1279102e-010$
- [0082]  $a_6: -2.6701552e-012$
- [0083] 第九透镜9的第一面S16的系数为:
- [0084]  $k: 132.0208$
- [0085]  $a_1: 0$
- [0086]  $a_2: 1.4879231e-005$
- [0087]  $a_3: 1.4891465e-006$
- [0088]  $a_4: -7.9007827e-008$
- [0089]  $a_5: 2.3598575e-009$
- [0090]  $a_6: -3.2883325e-011$
- [0091]  $a_7: 1.7940477e-013$
- [0092] 第九透镜9的第二面S17的系数为:
- [0093]  $k: -10.37094$
- [0094]  $a_1: 0$
- [0095]  $a_2: 6.0725258e-005$
- [0096]  $a_3: 9.6770165e-007$
- [0097]  $a_4: -5.5417837e-008$
- [0098]  $a_5: 1.8058628e-009$
- [0099]  $a_6: -2.6250756e-011$
- [0100]  $a_7: 1.5033884e-013$
- [0101] 1.17倍变焦投影镜头的投射范围为0.5m至无穷远处,1.17倍变焦投影镜头对焦时,第二透镜组320、第三透镜组330和第四透镜组340保持固定不动。当1.17倍变焦投影镜头的投射距离设置为1m时,各个透镜组之间的变焦移动间隔范围如下:第一透镜组310与第二透镜组320之间的间隔为2.72~0.66mm,第二透镜组320与第三透镜组330之间的间隔为12.0~11.39mm,第三透镜组330与第四透镜组340之间的间隔为3.46~5.67mm。

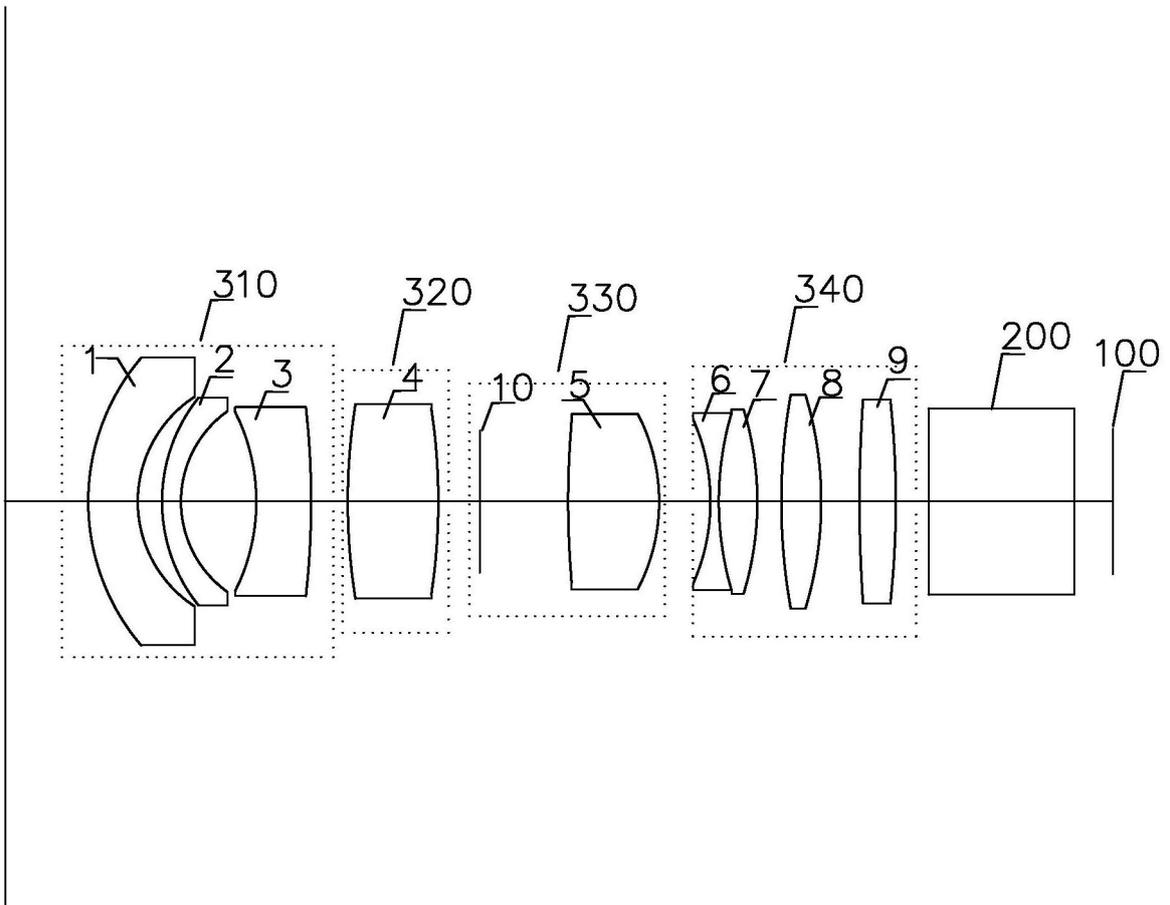


图1