



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106908938 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201710216525.2

(22)申请日 2017.04.05

(71)申请人 舜宇光学(中山)有限公司

地址 528400 广东省中山市火炬开发区十涌路20号

(72)发明人 张鸿佳 梁伟朝 贺保丁 白兴安
高屹东 付湘发 蓝岚 周静
张德伦

(74)专利代理机构 中山市兴华粤专利代理有限公司 44345

代理人 吴剑锋 邹涛

(51)Int. Cl.

G02B 13/06(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

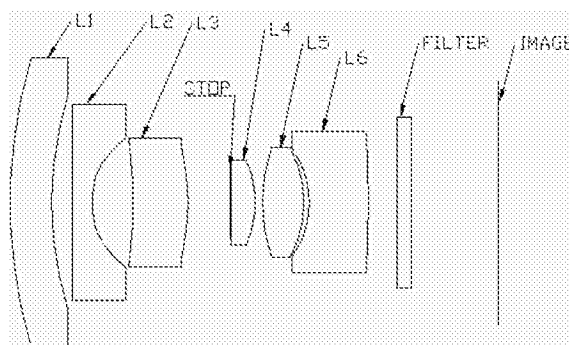
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

一种非球面鱼眼镜头

(57)摘要

一种非球面鱼眼镜头,沿光线入射方向依次设置有正光焦度的第一透镜、负光焦度的第二透镜、正光焦度的第三透镜、正光焦度的第四透镜、正光焦度的第五透镜和负光焦度的第六透镜,第一透镜、第二透镜、第三透镜构成负光焦度的前组透镜,第四透镜、第五透镜、第六透镜构成正光焦度的后组透镜,光阑位于前组透镜与后组透镜之间;前组透镜、光阑、后组透镜、滤镜、像面共同构成光学系统,从光学系统的第一光学表面到像面的总长度小于8mm,光学系统的视场角为180°以上。本发明在很好校正像差的同时,实现了光学系统的小型化;且通过光焦度的合理分配,在保证像质的前提下,使用温度扩大到0℃~50℃,在降低成本的同时,提高了市场竞争力。



1. 一种非球面鱼眼镜头,其特征是沿光线入射方向依次设置有正光焦度的第一透镜(L1)、负光焦度的第二透镜(L2)、正光焦度的第三透镜(L3)、正光焦度的第四透镜(L4)、正光焦度的第五透镜(L5)和负光焦度的第六透镜(L6),其中,第一透镜(L1)、第二透镜(L2)、第三透镜(L3)构成负光焦度的前组透镜,第四透镜(L4)、第五透镜(L5)、第六透镜(L6)构成正光焦度的后组透镜,光阑位于前组透镜与后组透镜之间;前组透镜、光阑、后组透镜、滤镜、像面共同构成光学系统,从光学系统的第一光学表面到像面的总长度小于8mm,光学系统的视场角为 180° 以上。

2. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述第一透镜(L1)为玻璃非球面,第二透镜(L2)、第三透镜(L3)、第四透镜(L4)、第五透镜(L5)和第六透镜(L6)为塑胶非球面;

第三透镜(L3)的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜(L5)的第一光学表面均背向光阑;

第一透镜(L1)的第一光学表面和第二光学表面、第二透镜(L2)的第一光学表面和第二光学表面、第四透镜(L4)的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜(L5)的第二光学表面、第六透镜(L6)的第一光学表面和第二光学表面均弯向光阑。

3. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述沿光线入射方向,第一透镜(L1)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_1 ,

第一透镜(L1)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_2 ,

第二透镜(L2)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_3 ,

第二透镜(L2)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_4 ,

第三透镜(L3)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_5 ,

第三透镜(L3)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_6 ,

光阑的光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_7 ,

第四透镜(L4)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_8 ,

第四透镜(L4)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_9 ,

第五透镜(L5)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{10} ,

第五透镜(L5)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{11} ,

第六透镜(L6)的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{12} ,

第六透镜(L6)的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{13} ,

其中, $k_1 < -1$ 为双曲线非球面, $k_6 > 0$ 为扁椭圆非球面, $k_8 > 0$ 为扁椭圆非球面, $k_{13} < -1$ 为双曲线非球面。

4. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述第二透镜(L2)的第二光学表面的有效口径为 D_2 ,第一透镜(L1)的第二光学表面的曲率半径为 R_2 ,其满足关系式: $0.2 < D_2 / 2R_2 < 0.6$ 。

5. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述光学系统的半视场角为 ω ,其满足关系式: $2\omega = 180^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述前组透镜的有效焦距为 $f_{前}$,后组透镜的有效焦距为 $f_{后}$,光学系统的有效焦距为 F ,其满足关系式: $-3 < f_{前}/F < -2.5, 1 < f_{后}/F < 1.5$ 。

7. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述第三透镜(L3)的阿贝数为 v_3 ,第四透镜的阿贝数为 v_4 ,其满足关系式:

$$20 < v_3 < 30, 55 < v_4 < 82。$$

8. 根据权利要求1所述的非球面鱼眼镜头,其特征是所述沿光线入射方向,第一透镜(L1)至第六透镜(L6)的光学表面的主光线入射高度依次为 h_i ,第一透镜(L1)至第六透镜(L6)的有效焦距依次为 f_j ,光学系统的有效焦距为 F ,其中, $i=1、2、3、\dots、6$; $j=1、2、3、\dots、6$;其满足关系式:

$$-10 < h_1 f_1 / F < -8.92; 0.96 < h_2 f_2 / F < 1.2; -2.3 < h_3 f_3 / F < -1.97;$$

$$0.01 < h_4 f_4 / F < 0.04; 0.18 < h_5 f_5 / F < 0.25; -0.78 < h_6 f_6 / F < -0.15。$$

一种非球面鱼眼镜头

技术领域

[0001] 本发明涉及光学系统和器件设计技术领域,尤其涉及一种非球面鱼眼镜头。

背景技术

[0002] 目前常使用的鱼眼镜头的结构一般是由8~11片镜片组成,常见的有:7组8片式结构、8组10片式结构,也有如中国专利文献号CN104101989 A、中国专利文献号CN105445910 A均采用11片透镜以达到镜头性能要求,但是,这种鱼眼镜头的光学总长较长,不能满足小型化的要求,且其不能应用于低温环境,不能解决高低温解析焦点漂移问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的旨在提供一种光学总长较小、成像质量好的非球面鱼眼镜头,以克服现有技术中的不足之处。

[0004] 按此目的设计的一种非球面鱼眼镜头,其结构特征是沿光线入射方向依次设置有正光焦度的第一透镜、负光焦度的第二透镜、正光焦度的第三透镜、正光焦度的第四透镜、正光焦度的第五透镜和负光焦度的第六透镜,其中,第一透镜、第二透镜、第三透镜构成负光焦度的前组透镜,第四透镜、第五透镜、第六透镜构成正光焦度的后组透镜,光阑位于前组透镜与后组透镜之间;前组透镜、光阑、后组透镜、滤镜、像面共同构成光学系统,从光学系统的第一光学表面到像面的总长度小于8mm,光学系统的视场角为 180° 以上。

[0005] 采用上述的技术方案后,经过多次反复测试,整个光学系统成比例缩放后,成像质量依然良好。

[0006] 进一步,所述第一透镜为玻璃非球面,第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜和第六透镜为塑胶非球面;第三透镜的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜的第一光学表面均背向光阑;第一透镜的第一光学表面和第二光学表面、第二透镜的第一光学表面和第二光学表面、第四透镜的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜的第二光学表面、第六透镜的第一光学表面和第二光学表面均弯向光阑。

[0007] 通过控制上述各透镜的光学表面的相对孔径,从而减小主光线偏角,以达到其畸变小于100%的特殊要求。

[0008] 进一步,所述沿光线入射方向,第一透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_1 ,

[0009] 第一透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_2 ,

[0010] 第二透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_3 ,

[0011] 第二透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_4 ,

[0012] 第三透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_5 ,

[0013] 第三透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_6 ,

[0014] 光阑的光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_7 ,

[0015] 第四透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_8 ,

- [0016] 第四透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_9 ，
- [0017] 第五透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{10} ，
- [0018] 第五透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{11} ，
- [0019] 第六透镜的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{12} ，
- [0020] 第六透镜的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{13} ，
- [0021] 其中， $k_1 < -1$ 为双曲线非球面， $k_6 > 0$ 为扁椭圆非球面， $k_8 > 0$ 为扁椭圆非球面， $k_{13} < -1$ 为双曲线非球面。
- [0022] 通过加入非球面，可有效减小镜头尺寸，使镜头结构更加紧凑。同时，可有效控制轴外像差，提高系统的成像质量
- [0023] 进一步，所有非球面透镜的面型满足以下方程式：
- [0024]
$$Z = cy^2 / \{1 + [1 - (1+k) c^2 y^2]^{1/2}\} + a_1 y^2 + a_2 y^4 + a_4 y^8 + a_5 y^{10} + a_6 y^{12} + a_7 y^{14}$$
，
- [0025] 其中，参数 c 为非球面透镜的半径所对应的曲率；
- [0026] y 为非球面透镜的径向坐标，其单位与透镜长度单位相同；
- [0027] k 为非球面透镜的圆锥二次曲线系数；
- [0028] 当 $k < -1$ 时，所对应的非球面透镜的面型曲线为双曲线；
- [0029] 当 $k = -1$ 时，所对应的非球面透镜的面型曲线为抛物线；
- [0030] 当 $-1 < k < 0$ 时，所对应的非球面透镜的面型曲线为椭圆；
- [0031] 当 $k = 0$ 时，所对应的非球面透镜的面型为圆型；
- [0032] 当 $k > 0$ 时，所对应的非球面透镜的面型为扁椭圆型曲线；
- [0033] a_1 至 a_7 分别表示各非球面透镜的径向坐标所对应的系数。
- [0034] 通过以上参数可以精确设定透镜的两个成像光学表面的非球面的形状尺寸。
- [0035] 进一步，所述第二透镜的第二光学表面的有效口径为 D_2 ，第一透镜的第二光学表面的曲率半径为 R_2 ，其满足关系式：
- [0036] $0.2 < D_2 / 2R_2 < 0.6$ 。
- [0037] 避免了绝大部分鱼眼镜头的第一片透镜为超半球或接近半球的情况，大大提升了镜片的可加工性。
- [0038] 进一步，所述光学系统的半视场角为 ω ，其满足关系式： $2\omega = 180^\circ$ 。
- [0039] 进一步，所述前组透镜的有效焦距为 $f_{前}$ ，后组透镜的有效焦距为 $f_{后}$ ，光学系统的有效焦距为 F ，其满足关系式：
- [0040] $-3 < f_{前}/F < -2.5$ ， $1 < f_{后}/F < 1.5$ 。
- [0041] 通过合理分配前组透镜和后组透镜的光焦度，在控制系统畸变同时，还可保证光学系统较长的光学后焦的要求。
- [0042] 进一步，所述第三透镜的阿贝数为 v_3 ，第四透镜的阿贝数为 v_4 ，其满足关系式：
- [0043] $20 < v_3 < 30$ ， $55 < v_4 < 82$ 。
- [0044] 通过调整第三透镜和第四透镜，使其两者的阿贝数相差较大，有利于光学系统的色差校正。
- [0045] 进一步，所述沿光线入射方向，第一透镜至第六透镜的光学表面的主光线入射高度依次为 h_i ，第一透镜至第六透镜的有效焦距依次为 f_j ，光学系统的有效焦距为 F ，其中， $i = 1, 2, 3, \dots, 6$ ； $j = 1, 2, 3, \dots, 6$ ；其满足关系式：

[0046] $-10 < h_1 f_1 / F < -8.92; 0.96 < h_2 f_2 / F < 1.2; -2.3 < h_3 f_3 / F < -1.97;$

[0047] $0.01 < h_4 f_4 / F < 0.04; 0.18 < h_5 f_5 / F < 0.25; -0.78 < h_6 f_6 / F < -0.15。$

[0048] 通过合理分配各透镜的光焦度,有效解决了玻、塑混合透镜在环境温度变化时出现成像模糊的问题,将其温度范围扩大为 0°C – 50°C 。

[0049] 综上所述,本发明采用6片非球面光学结构,其中五片塑胶非球面透镜,一片玻璃非球面透镜,在很好校正像差的同时,实现了光学系统的小型化,将光学系统的总长控制在8mm以内;且通过光焦度的合理分配,在保证像质的前提下,解决了热漂移问题,实现了光学系统的无热化设计,将其使用温度扩大到 0°C ~ 50°C ,在降低成本的同时,提高了市场竞争力。

附图说明

[0050] 图1为本发明一实施例的透镜示意图。

[0051] 图2为第一实施例的 20°C 解析图。

[0052] 图3为第一实施例的 0°C 解析图。

[0053] 图4为第一实施例的 50°C 解析图。

[0054] 图5为第一实施例的场曲、畸变图。

[0055] 图6为第一实施例的纵向像差图。

[0056] 图7为第一实施例的横向色差图。

[0057] 图8为第二实施例的 20°C 解析图。

[0058] 图9为第二实施例的 0°C 解析图。

[0059] 图10为第二实施例的 50°C 解析图。

[0060] 图11为第二实施例的场曲、畸变图。

[0061] 图12为第二实施例的纵向像差图。

[0062] 图13为第二实施例的横向像差图。

[0063] 图14为第三实施例的 20°C 解析图。

[0064] 图15为第三实施例的 0°C 解析图。

[0065] 图16为第三实施例的 50°C 解析图。

[0066] 图17为第三实施例的场曲、畸变图。

[0067] 图18为第三实施例的纵向像差图。

[0068] 图19为第三实施例的横向像差图。

[0069] 图中:L1为第一透镜,L2为第二透镜,L3为第三透镜,L4为第四透镜,L5为第五透镜,L6为第六透镜,stop为光阑,filter为滤色片。

具体实施方式

[0070] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述。

[0071] 第一实施例

[0072] 参见图1-图7,本非球面鱼眼镜头,沿光线入射方向依次设置有正光焦度的第一透镜L1、负光焦度的第二透镜L2、正光焦度的第三透镜L3、正光焦度的第四透镜L4、正光焦度的第五透镜L5和负光焦度的第六透镜L6,其中,第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3构成

负光焦度的前组透镜,第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6构成正光焦度的后组透镜,光阑位于前组透镜与后组透镜之间;前组透镜、光阑、后组透镜、滤镜、像面共同构成光学系统,从光学系统的第一光学表面到像面的总长度小于8mm,光学系统的视场角为 180° 以上。

[0073] 所述第一透镜L1为玻璃非球面,第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5和第六透镜L6为塑胶非球面;第三透镜L3的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜L5的第一光学表面均背向光阑;第一透镜L1的第一光学表面和第二光学表面、第二透镜L2的第一光学表面和第二光学表面、第四透镜L4的第一光学表面和第二光学表面、第五透镜L5的第二光学表面、第六透镜L6的第一光学表面和第二光学表面均弯向光阑。

[0074] 所述沿光线入射方向,第一透镜L1的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_1 ,

[0075] 第一透镜L1的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_2 ,

[0076] 第二透镜L2的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_3 ,

[0077] 第二透镜L2的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_4 ,

[0078] 第三透镜L3的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_5 ,

[0079] 第三透镜L3的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_6 ,

[0080] 光阑的光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_7 ,

[0081] 第四透镜L4的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_8 ,

[0082] 第四透镜L4的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_9 ,

[0083] 第五透镜L5的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{10} ,

[0084] 第五透镜L5的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{11} ,

[0085] 第六透镜L6的第一光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{12} ,

[0086] 第六透镜L6的第二光学表面的圆锥二次曲线系数为 k_{13} ,

[0087] 其中, $k_1 < -1$ 为双曲线非球面, $k_6 > 0$ 为扁椭圆非球面, $k_8 > 0$ 为扁椭圆非球面, $k_{13} < -1$ 为双曲线非球面。

[0088] 进一步,所有非球面透镜的面型满足以下方程式:

$$[0089] \quad Z = cy^2 / \{1 + [1 - (1+k) c^2 y^2]^{1/2}\} + a_1 y^2 + a_2 y^4 + a_4 y^8 + a_5 y^{10} + a_6 y^{12} + a_7 y^{14},$$

[0090] 其中,参数 c 为非球面透镜的半径所对应的曲率;

[0091] y 为非球面透镜的径向坐标,其单位与透镜长度单位相同;

[0092] k 为非球面透镜的圆锥二次曲线系数;

[0093] 当 $k < -1$ 时,所对应的非球面透镜的面型曲线为双曲线;

[0094] 当 $k = -1$ 时,所对应的非球面透镜的面型曲线为抛物线;

[0095] 当 $-1 < k < 0$ 时,所对应的非球面透镜的面型曲线为椭圆;

[0096] 当 $k = 0$ 时,所对应的非球面透镜的面型为圆型;

[0097] 当 $k > 0$ 时,所对应的非球面透镜的面型为扁椭圆型曲线;

[0098] a_1 至 a_7 分别表示各非球面透镜的径向坐标所对应的系数。

[0099] 所述第二透镜L2的第二光学表面的有效口径为 D_2 ,第一透镜L1的第二光学表面的曲率半径为 R_2 ,其满足关系式:

$$[0100] \quad 0.2 < D_2 / 2R_2 < 0.6。$$

[0101] 进一步,所述光学系统的半视场角为 ω ,其满足关系式: $2\omega = 180^\circ$ 。

[0102] 进一步,所述前组透镜的有效焦距为 $f_{前}$,后组透镜的有效焦距为 $f_{后}$,光学系统的有

效焦距为F,其满足关系式: $-3 < f_{前}/F < -2.5$, $1 < f_{后}/F < 1.5$ 。

[0103] 所述第三透镜的阿贝数为 v_3 ,第四透镜的阿贝数为 v_4 ,其满足关系式: $20 < v_3 < 30$, $55 < v_4 < 82$ 。

[0104] 所述沿光线入射方向,第一透镜L1至第六透镜L6的光学表面的主光线入射高度依次为 h_i ,第一透镜L1至第六透镜L6的有效焦距依次为 f_j ,光学系统的有效焦距为F,其中, $i=1,2,3,\dots,6$; $j=1,2,3,\dots,6$;其满足关系式:

[0105] $-10 < h_1 f_1 / F < -8.92$; $0.96 < h_2 f_2 / F < 1.2$; $-2.3 < h_3 f_3 / F < -1.97$;

[0106] $0.01 < h_4 f_4 / F < 0.04$; $0.18 < h_5 f_5 / F < 0.25$; $-0.78 < h_6 f_6 / F < -0.15$ 。

[0107] 在本实施例中,相关技术参数如下面的表一所示。

[0108] 表一

[0109]

面编号	R值	厚度 (mm)	折射率	阿贝数
OBJ	Infinity	550.603		
S1	2.76	0.62	1.59	61.16
S2	5.37	0.29		
S3	16.03	0.31	1.53	55.77
S4	0.82	0.62		
S5	-15.49	0.83	1.64	22.40
S6	-4.16	0.63		
S7 (STOP)	Infinity	0.03		
S8	-55.15	0.35	1.53	55.77
S9	-1.68	0.11		
S10	3.32	0.63	1.53	55.77
S11	-1.19	0.08		
S12	-1.24	0.89	1.64	22.40
S13	-15.59	0.43		
S14	Infinity	0.21	1.51	64.16
S15	Infinity	1.31		
IMAGE	Infinity			

[0110] 上面的表一中,S1为第一透镜L1的第一光学表面,S2为第一透镜L1的第二光学表面,S3为第二透镜L2的第一光学表面,S4为第二透镜L2的第二光学表面,S5为第三透镜L3的第一光学表面,S6为第三透镜L3的第二光学表面,S7为光阑,S8为第四透镜L4的第一光学表面,S9为第四透镜L4的第二光学表面,S10为第五透镜L5的第一光学表面,S11为第五透镜L5的第二光学表面,S12为第六透镜L6的第一光学表面,S13为第六透镜L6的第二光学表面,S14为滤镜的第一光学表面,S15为滤镜的第二光学表面。

[0111] 从上面的表一通过计算,可以得到下面的光学系统的物理参数表一。

[0112] 光学系统的物理参数表一

[0113]

面编号	K	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆

S1	-3.06	-3.20E-02	1.98E-03	5.16E-04	-5.25E-05	
S2	-0.53	-2.24E-02	3.17E-02	-1.60E-02	2.72E-03	
S3	-50.04	1.57E-02	-6.16E-04	-2.12E-02	1.10E-02	-1.64E-03
S4	-1.20	-2.53E-02	-5.06E-02	-1.12E-02	2.23E-02	2.96E-02
S5	-2.73	-7.85E-02	3.35E-02	1.24E-02	1.01E-02	-1.78E-02
S6	7.55	3.96E-02	8.94E-02	-3.98E-02	-1.25E-02	1.00E-02
S8	10.04	3.40E-02	-2.13E-01	-3.51E-02	-8.85E-01	3.18E-01
S9	-0.53	1.67E-01	-4.89E-01	-7.05E-01	2.92E+00	-3.66E+00
S10	8.491	1.99E-01	-5.77E-01	8.37E-01	-6.25E-01	2.47E-01
S11	-4.55	-9.89E-02	1.08E-01	-1.24E-01	8.92E-02	8.77E-02
S12	-3.35	-9.74E-02	2.21E-02	-1.35E-01	2.33E-01	-1.58E-01
S13	-10.37	5.68E-02	-3.92E-03	-3.13E-03	-1.11E-04	-9.25E-04

[0114] 所述光学系统的物理参数表一中的系数,为非球面的各系数。

[0115] 最后得到的相关技术指标为:焦距:1.97mm,相对孔径:2.83,视场角: $2\omega = 180^\circ$,
f- θ 畸变:-83.79%,光路总长:7.35mm,光学后截距:1.88mm。

[0116] 第二实施例

[0117] 参见图8-图13,在本实施例中,相关技术参数如下面的表二所示。

[0118] 表二

[0119]

面编号	R值	厚度(mm)	折射率	阿贝数
OBJ	Infinity	550.603		
S1	2.78	0.62	1.59	61.16
S2	5.05	0.32		
S3	14.09	0.31	1.53	55.77
S4	1.82	0.63		
S5	-15.64	0.83	1.64	20.62
S6	-3.10	0.63		
S7 (STOP)	Infinity	0.02		
S8	-39.54	0.35	1.54	81.01
S9	-1.66	0.10		
S10	3.32	0.63	1.53	55.77
S11	-1.03	0.09		
S12	-1.25	0.89	1.64	22.40
S13	-5.94	0.43		
S14	Infinity	0.21	1.51	64.16
S15	Infinity	1.3		
IMA	Infinity			

[0120] 从上面的表二通过计算,可以得到下面的光学系统的物理参数表二。

[0121] 光学系统的物理参数表二

[0122]

面编号	K	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
S1	-3.04	-3.19E-02	2.03E-03	5.25E-04	-5.12E-05	
S2	-0.12	-2.18E-02	3.20E-02	-1.60E-02	2.74E-03	
S3	-38.79	1.58E-02	-6.22E-04	-2.12E-02	1.10E-02	-1.64E-03
S4	-1.21	-2.54E-02	-4.82E-02	-8.57E-03	2.43E-02	3.15E-02
S5	-28.63	-7.85E-02	3.33E-02	1.20E-02	9.66E-03	-1.84E-02
S6	7.60	3.90E-02	8.82E-02	-4.14E-02	-1.40E-02	9.66E-03
S8	11.6	3.33E-02	-2.15E-01	-3.59E-02	-8.89E-01	3.26E-01
S9	-0.54	1.68E-01	-4.90E-01	-7.11E-01	2.90E+00	-3.71E+00
S10	8.46	1.99E-01	-5.77E-01	8.37E-01	-6.23E-01	2.57E-01

[0123]

S11	-4.57	-9.86E-02	1.09E-01	-1.21E-01	9.50E-02	9.59E-02
S12	-3.37	-9.65E-02	2.33E-02	-1.34E-01	2.33E-01	-1.57E-01
S13	-8.37	5.60E-02	-4.26E-03	-3.23E-03	1.31E-05	-5.91E-04

[0124] 最后得到的相关技术指标为：焦距：1.96mm，相对孔径：2.83，视场角： $2\omega = 180^\circ$ ， $f-\theta$ 畸变： -83.64% ，光路总长：7.3mm，光学后截距：1.94mm。

[0125] 其余未述部分见第一实施例，不再赘述。

[0126] 第三实施例

[0127] 参见图14-图19，在本实施例中，相关技术参数如下面的表三所示。

[0128] 表三

[0129]

面编号	R值	厚度(mm)	折射率	阿贝数
OBJ	Infinity	1101.206		
S1	11.52	1.24	1.59	61.16
S2	10.74	0.59		
S3	32.06	0.62	1.53	55.77
S4	1.64	1.24		
S5	-30.98	1.66	1.64	22.40
S6	-8.32	1.26		
S7 (STOP)	Infinity	0.06		
S8	-110.31	0.7	1.53	55.77
S9	-3.36	0.22		
S10	6.64	1.26	1.53	55.77
S11	-2.38	0.17		

S12	-2.48	1.78	1.64	22.40
S13	-31.18	0.86		
S14	Infinity	0.42	1.51	64.16
S15	Infinity	2.622158		
IMA	Infinity			

[0130] 从上面的表三通过计算,可以得到下面的光学系统的物理参数表三。

[0131] 光学系统的物理参数表三

[0132]

面编号	K	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
S1	-3.02073	-4.12E-03	6.17E-05	3.96E-06	-1.03E-07	
S2	-0.52987	-2.80E-03	9.91E-04	-1.25E-04	5.32E-06	
S3	-50.0413	1.97E-03	-1.93E-05	-1.66E-04	2.15E-05	-8.01E-07
S4	-1.20409	-3.16E-03	-1.58E-03	-8.75E-05	4.36E-05	1.44E-05
S5	-2.73604	-9.82E-03	1.05E-03	9.65E-05	1.97E-05	-8.67E-06
S6	7.521017	4.96E-03	2.79E-03	-3.11E-04	-2.45E-05	4.90E-06
S8	6.231445	4.25E-03	-6.67E-03	-2.74E-04	-1.73E-03	1.55E-04
S9	-0.53095	2.09E-02	-1.53E-02	-5.51E-03	5.70E-03	-1.79E-03
S10	8.491048	2.49E-02	-1.80E-02	6.54E-03	-1.22E-03	1.21E-04
S11	-4.55435	-1.24E-02	3.38E-03	-9.72E-04	1.74E-04	4.28E-05
S12	-3.35728	-1.22E-02	6.90E-04	-1.05E-03	4.55E-04	-7.70E-05
S13	-5.26102	7.10E-03	-1.22E-04	-2.44E-05	-2.16E-07	-4.52E-07

[0133] 最后得到的相关技术指标为:焦距:3.94mm,相对孔径:2.83,视场角: $2\omega = 180^\circ$,
f- θ 畸变:-83.79%,光路总长:14.70mm,光学后截距:3.76mm。

[0134] 其余未述部分见第一实施例,不再赘述。

[0135] 上述各实施例所满足要求:

[0136]

要求	第一实施例	第二实施例	第三实施例
$k_1 < -1$	-3.06	-3.04	-3.02
$k_6 > 0$	7.55	7.60	7.52
$k_8 > 0$	10.04	11.6	6.23
$k_{13} < -1$	-10.37	-8.37	-5.26
$0.2 < D_2/2R_2 < 0.6$	0.3	0.32	0.5
$-3 < f_{前}/F < -2.5$	-2.75	-2.77	-2.55
$1 < f_{后}/F < 1.5$	1.12	1.22	1.42
$20 < v_3 < 30$	22.40	20.62	28.5

[0137]

$55 < v_4 < 82$	55.77	81.01	60.3
$-10 < h_1 f_1 / F < -8.92$	-9.15	-9.63	-9.52
$0.96 < h_2 f_2 / F < 1.2$	1.06	1.05	1.16
$-2.3 < h_3 f_3 / F < -1.97$	-2.21	-2.04	-2.07
$0.01 < h_4 f_4 / F < 0.04$	0.028	0.019	0.037
$0.18 < h_5 f_5 / F < 0.25$	0.19	0.21	0.24
$-0.78 < h_6 f_6 / F < -0.15$	-0.582	-0.17	-0.32

[0138] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变

化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

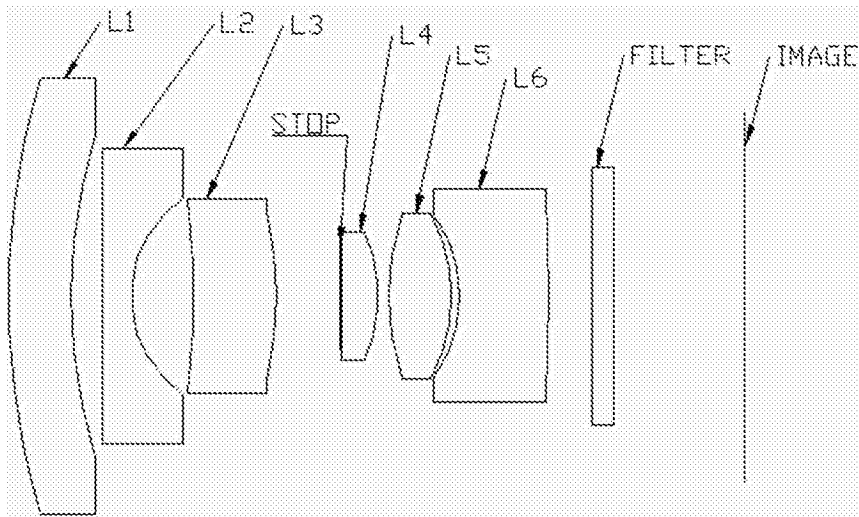


图1

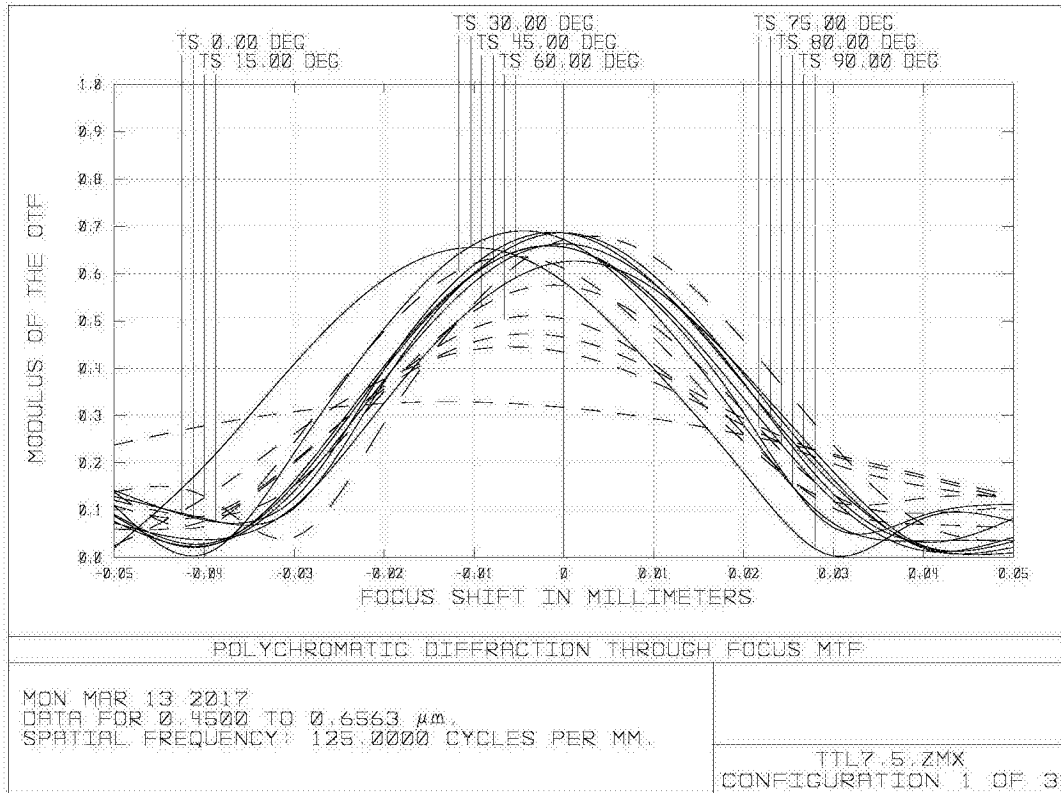


图2

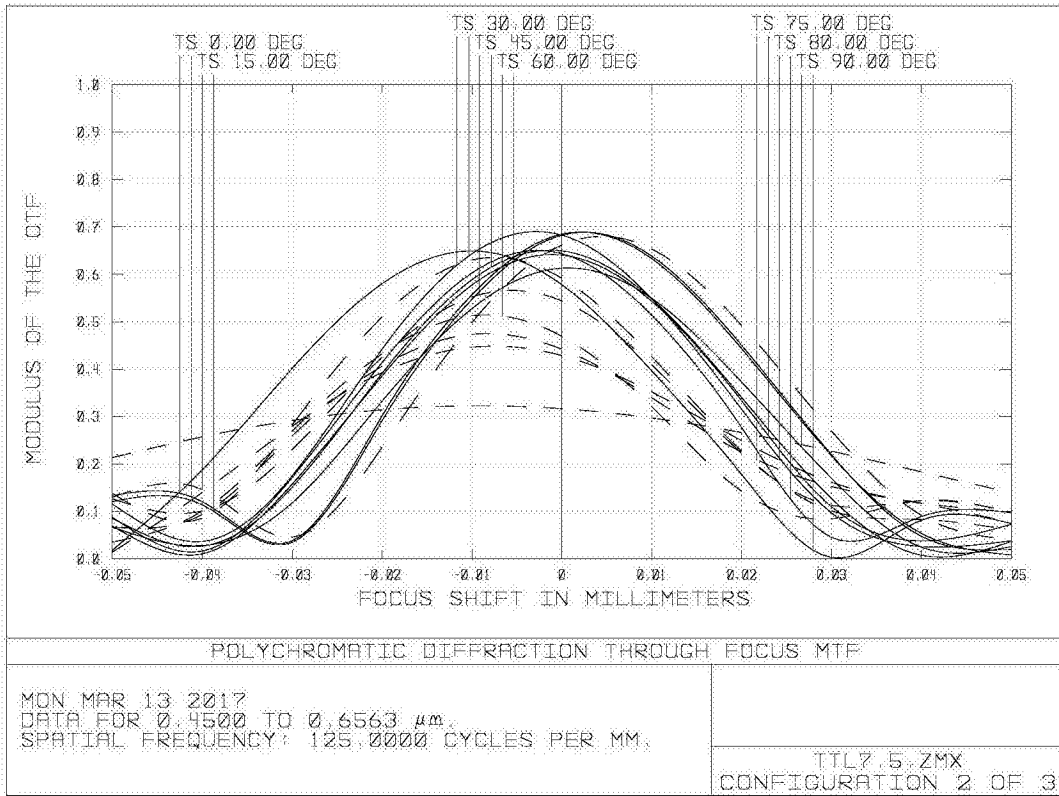


图3

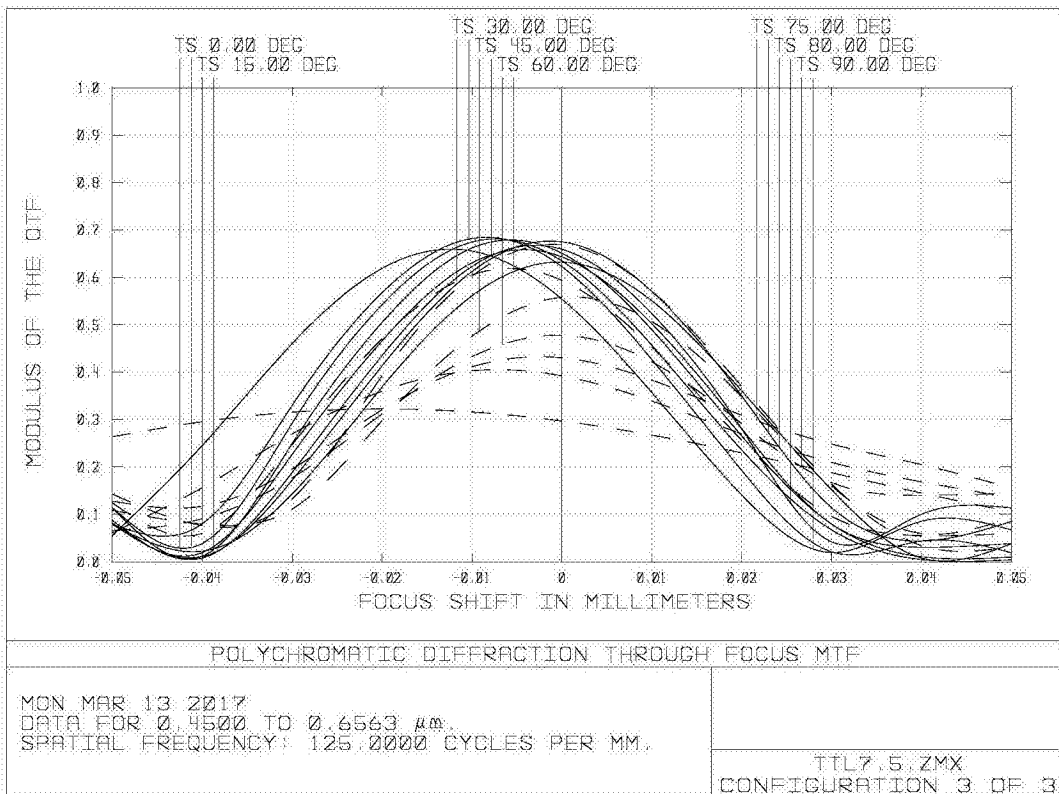


图4

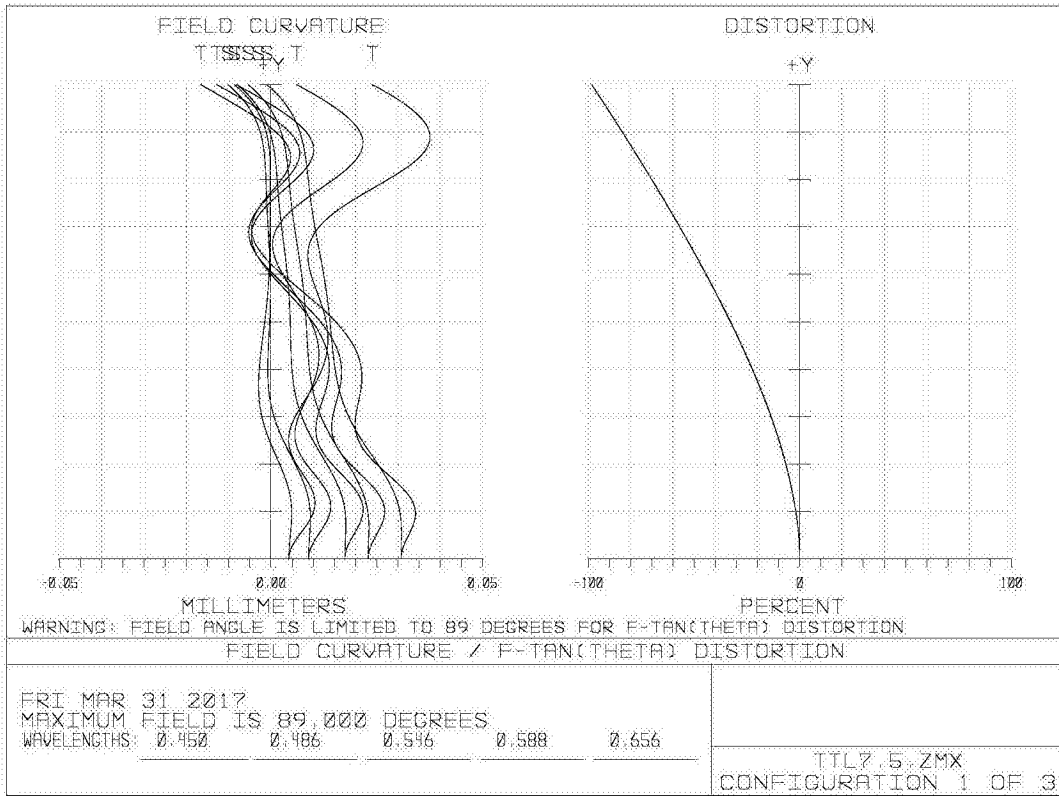


图5

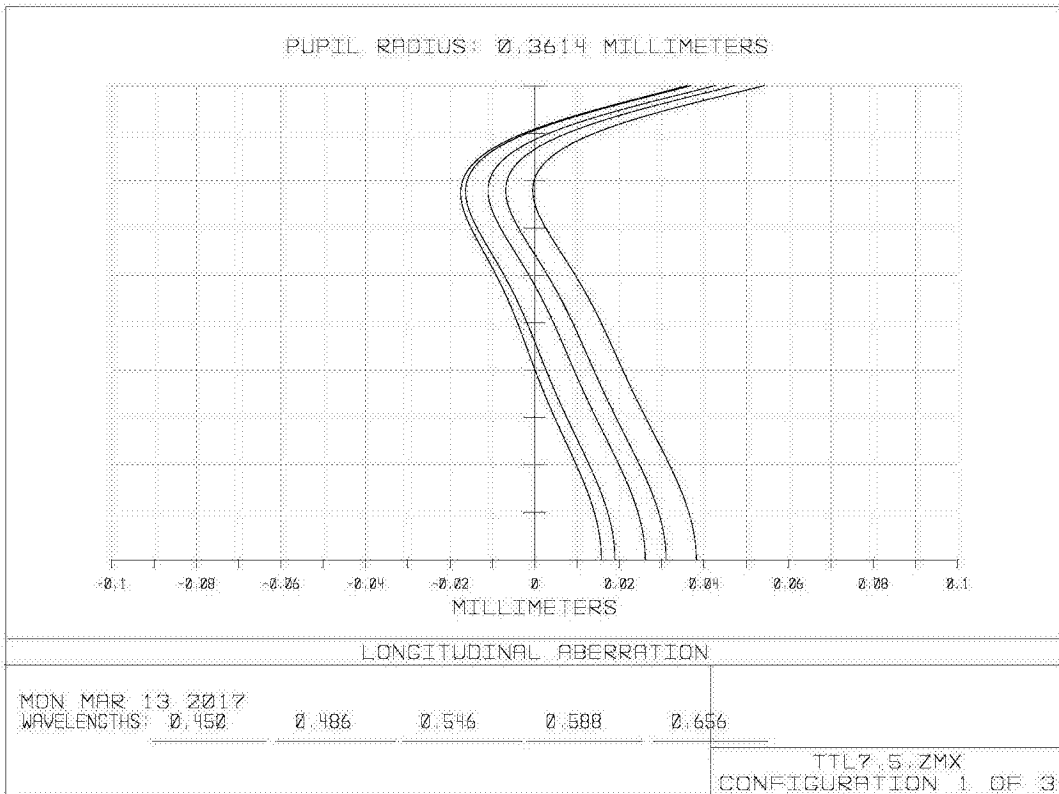


图6

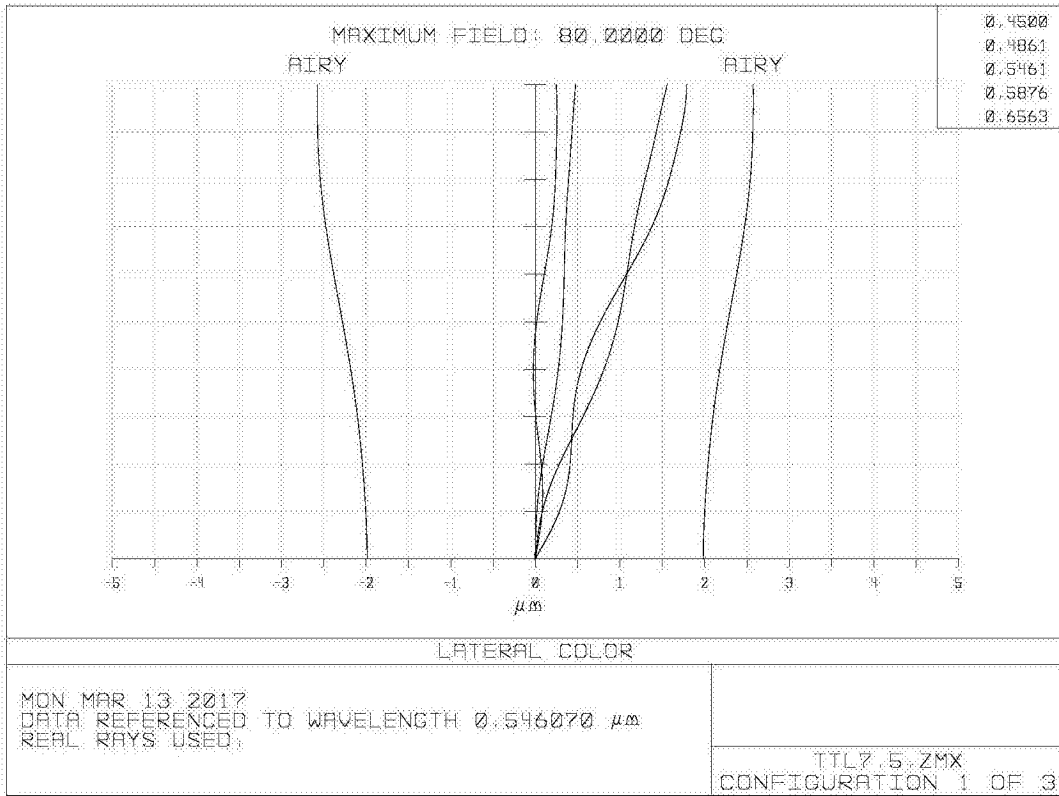


图7

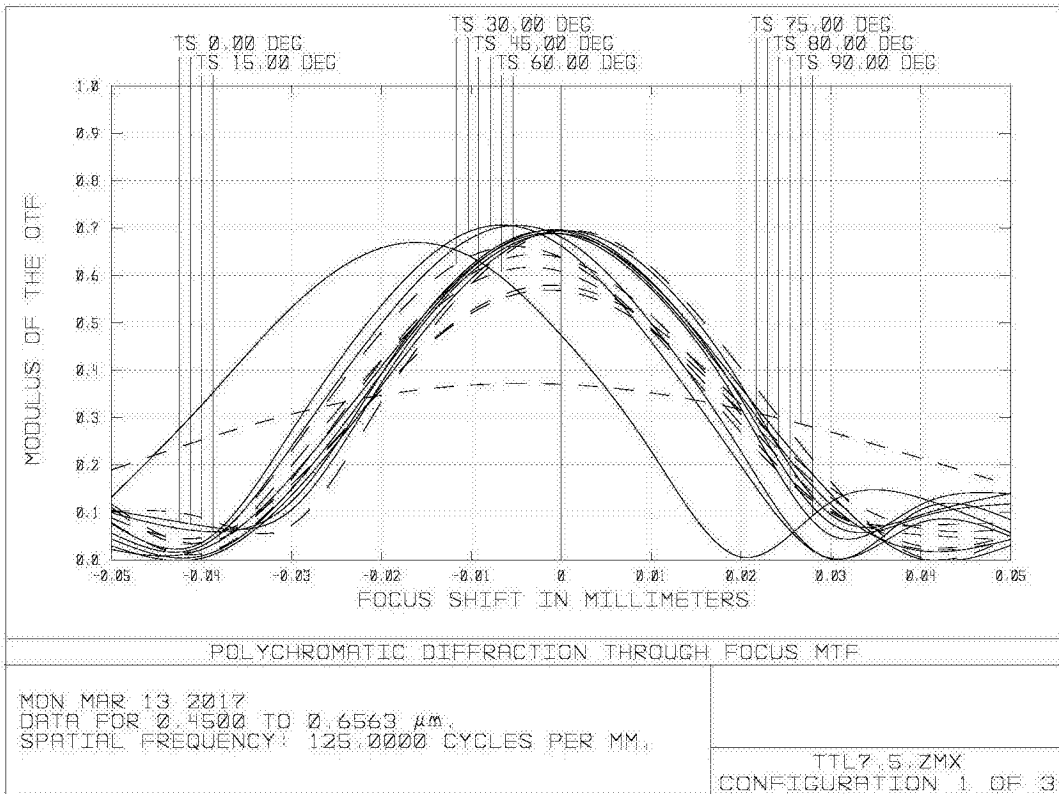


图8

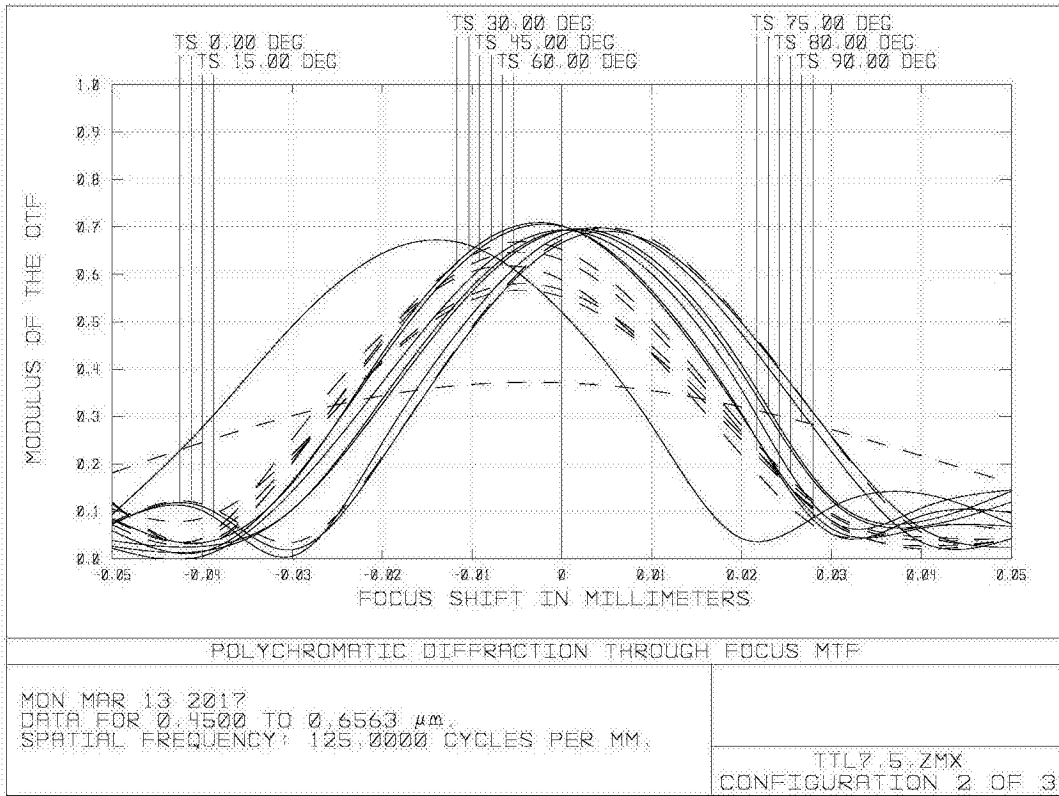


图9

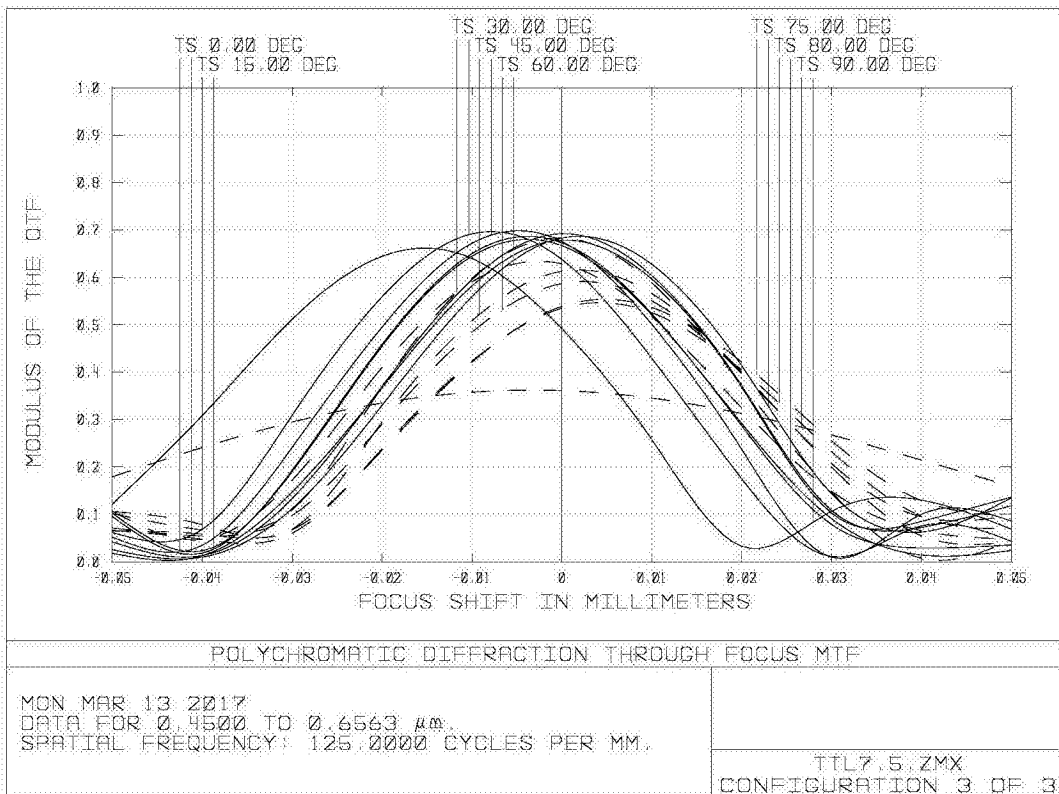


图10

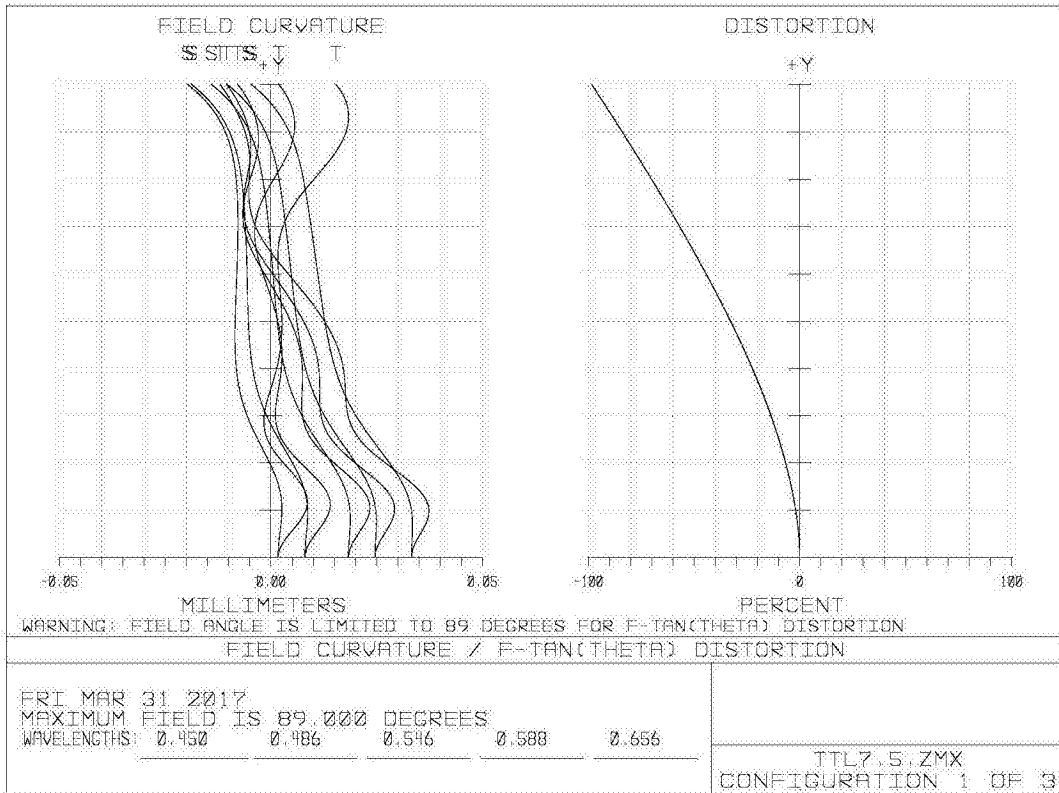


图11

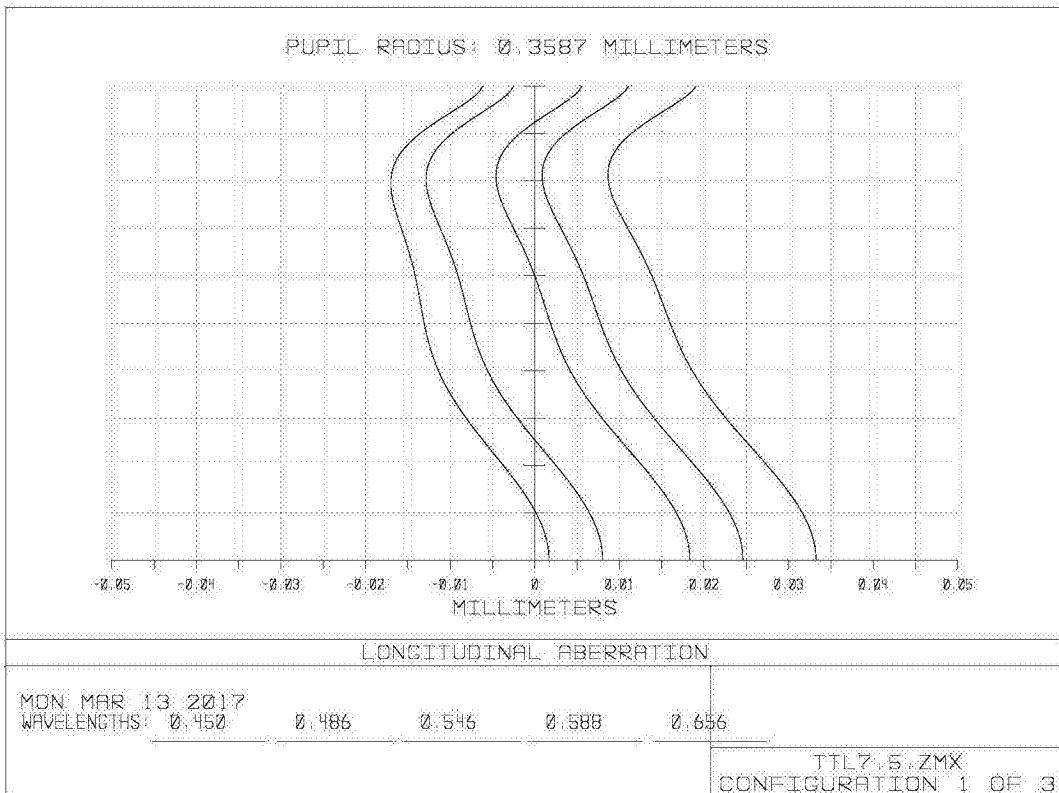


图12

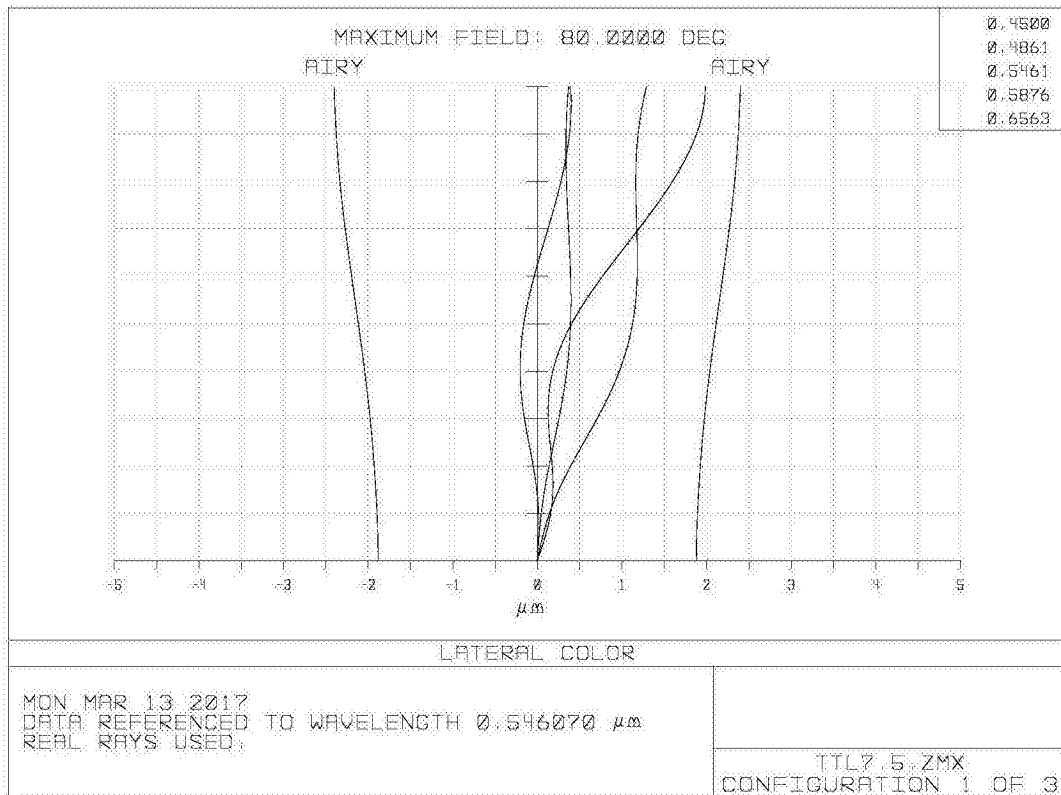


图13

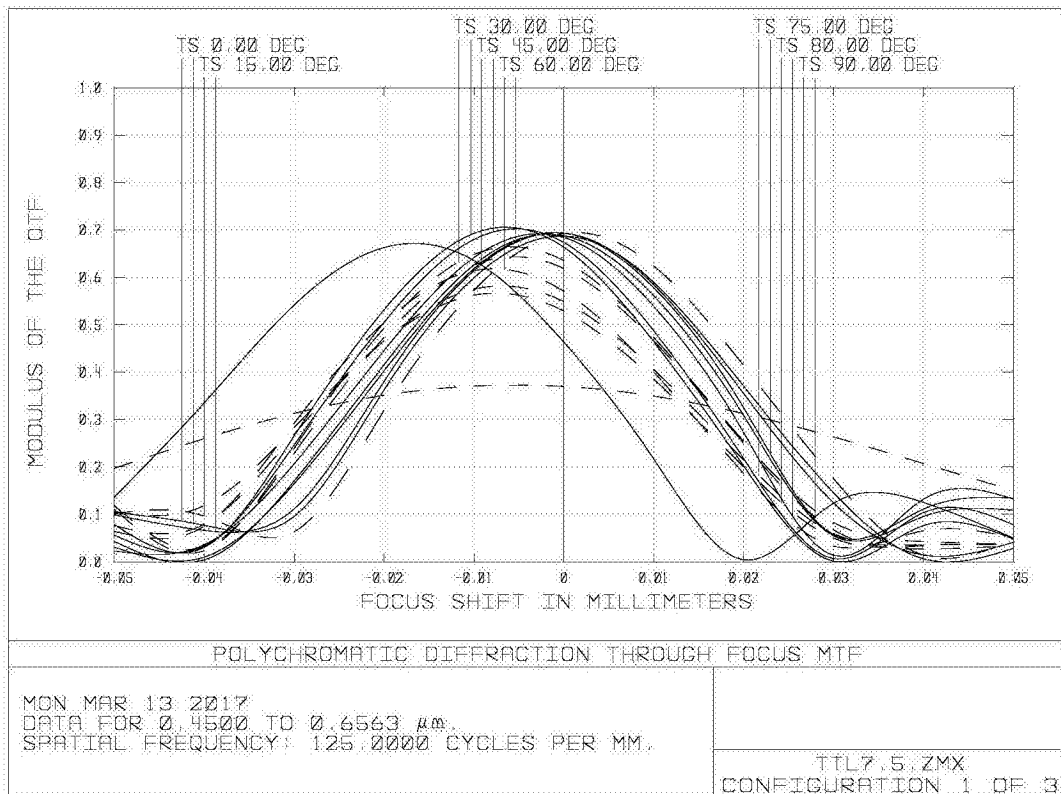


图14

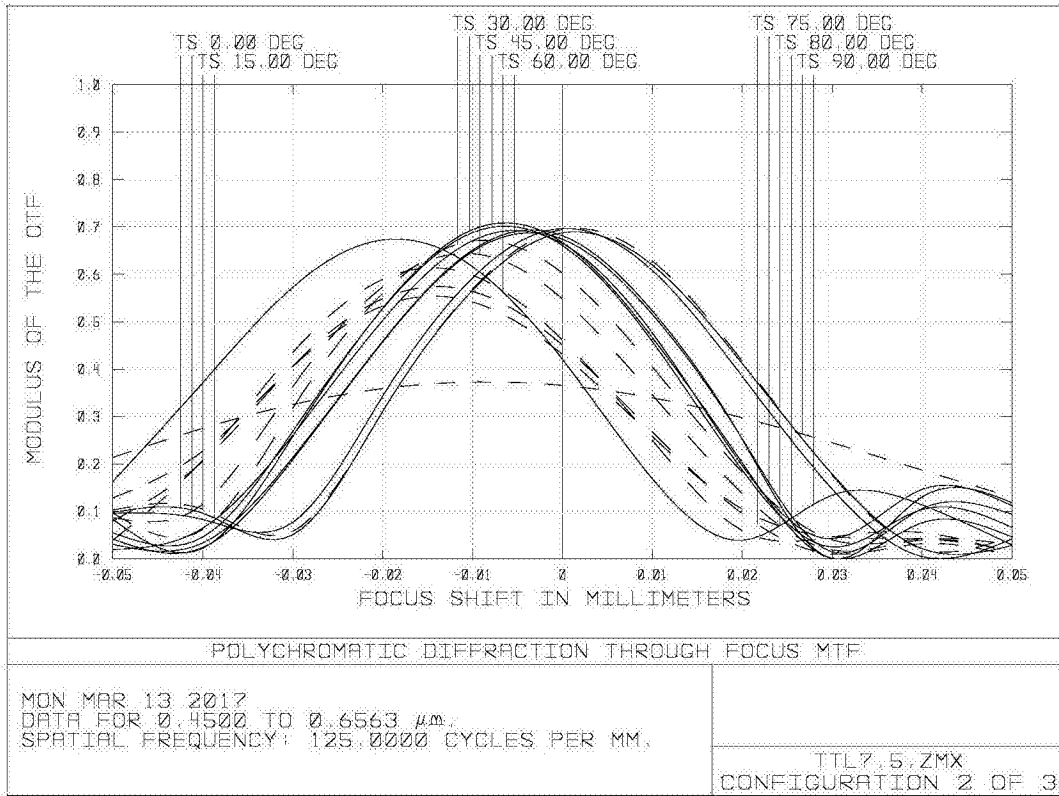


图15

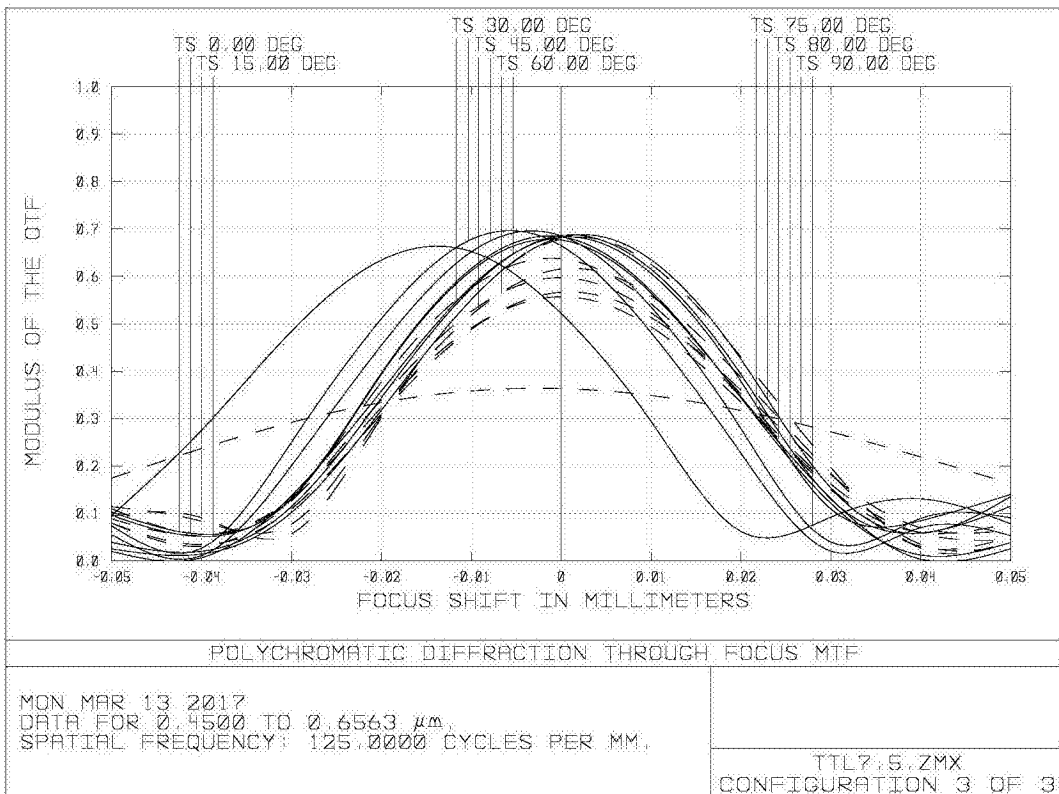


图16

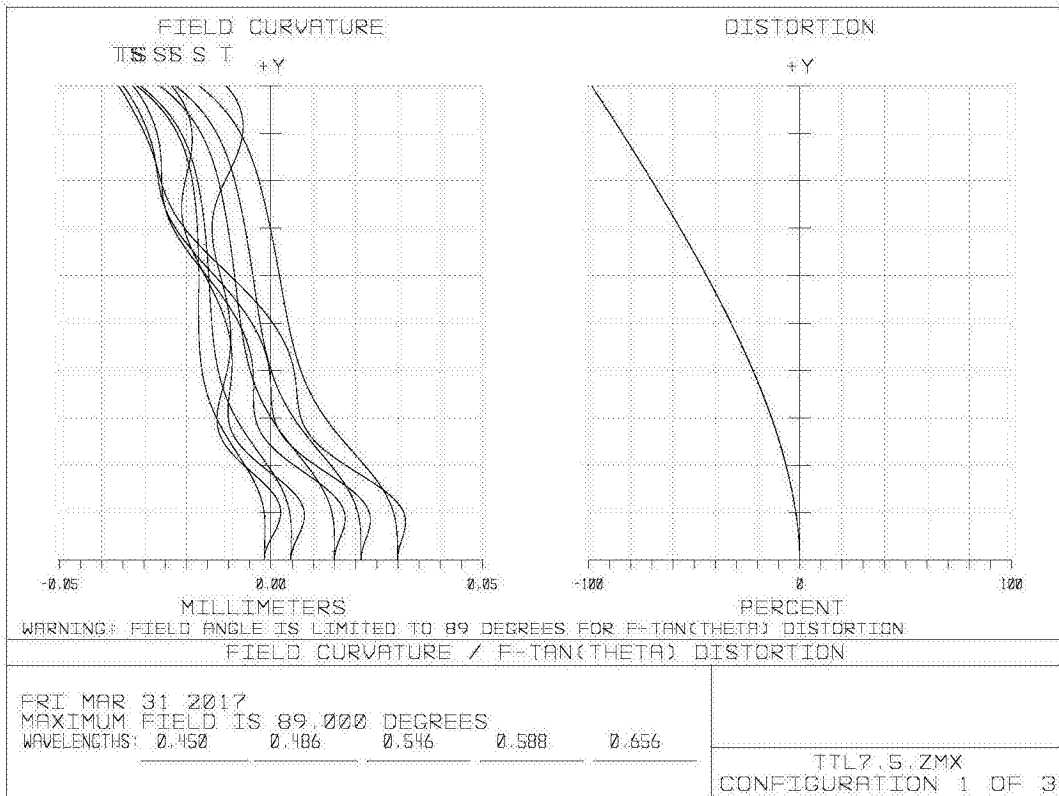


图17



图18

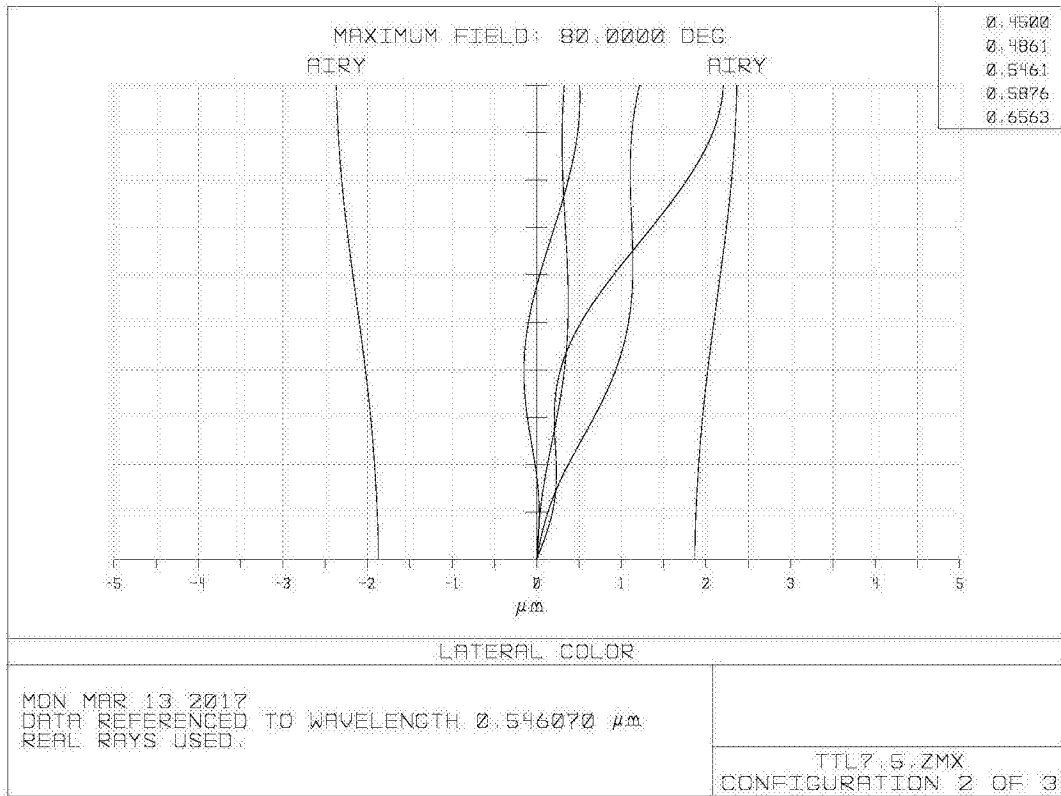


图19