



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104570323 B

(45)授权公告日 2017.02.08

(21)申请号 201410828223.7

G02B 27/00(2006.01)

(22)申请日 2014.12.26

审查员 涂小龙

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104570323 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 歌尔科技有限公司

地址 266104 山东省青岛市崂山区北宅街道投资服务中心308室

(72)发明人 王元鹏 杨春

(74)专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

代理人 权鲜枝 何立春

(51)Int.Cl.

G02B 25/00(2006.01)

G02B 27/01(2006.01)

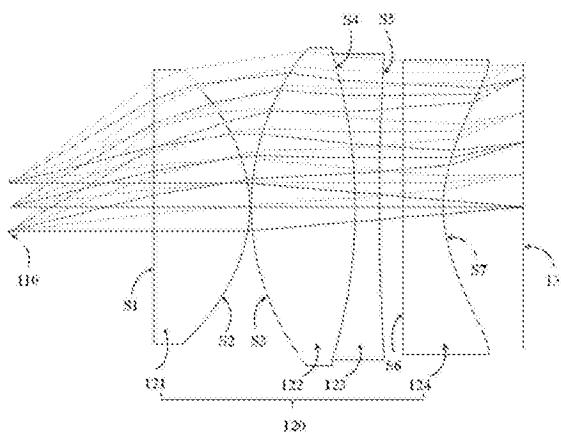
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种目镜镜头和头戴光学系统

(57)摘要

本发明公开了一种目镜镜头和头戴光学系统，该目镜镜头包括四片透镜，逆着光线入射方向依次为：第一正透镜，具有为平面的第一表面和凸向光入射方的第二表面；第二正透镜，具有凸向光出射方的第三表面和凸向光入射方的第四表面；第三负透镜，具有凹向光出射方的第四表面和凹向光入射方的第五表面；第四负透镜，具有为平面的第六表面和凹向光入射方的第七表面。该头戴光学系统包括：光阑、目镜镜头、以及微显示屏。本发明提供的技术方案通过对目镜镜头和微显示屏的合理配置与选型，实现了大视场、微显示、高像质的头戴光学系统，给用户带来质量更高、更舒适的观看体验，符合用户需求。



1. 一种目镜镜头,其特征在于,该目镜镜头包括四片透镜,逆着光线入射方向依次为:
第一正透镜,具有为平面的第一表面和凸向光入射方的第二表面;
第二正透镜,具有凸向光出射方的第三表面和凸向光入射方的第四表面;
第三负透镜,具有凹向光出射方的所述第四表面和凹向光入射方的第五表面;
第四负透镜,具有为平面的第六表面和凹向光入射方的第七表面。
2. 如权利要求1所述的目镜镜头,其特征在于,所述第四表面为所述第二正透镜和所述第三负透镜的胶合面。
3. 如权利要求2所述的目镜镜头,其特征在于,所述第二表面和所述第七表面为非球面,所述第三表面、所述第四表面和所述第五表面为球面。
4. 如权利要求3所述的目镜镜头,其特征在于,
所述第一正透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_1 < 1.60$, $50 < v_1 < 75$;
所述第二正透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_2 < 1.75$, $50 < v_2 < 70$;
所述第三负透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.65 < n_3 < 1.95$, $20 < v_3 < 30$;
所述第四负透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_4 < 1.75$, $20 < v_4 < 40$ 。
5. 如权利要求4所述的目镜镜头,其特征在于,
所述第一正透镜的折射率和色散系数分别为: $n_1 = 1.491786$, $v_1 = 57.327362$;
所述第二正透镜的折射率和色散系数分别为: $n_2 = 1.546780$, $v_2 = 62.741102$;
所述第三负透镜的折射率和色散系数分别为: $n_3 = 1.9176130$, $v_3 = 21.510740$;
所述第四负透镜的折射率和色散系数分别为: $n_4 = 1.585470$, $v_4 = 29.909185$ 。
6. 如权利要求5所述的目镜镜头,其特征在于,
所述第一正透镜采用PMMA型号的塑料材质;
所述第二正透镜采用H-BAK3型号的玻璃材质;
所述第三负透镜采用ZF14型号的玻璃材质;
所述第四负透镜采用PC型号的塑料材质。
7. 一种头戴光学系统,其特征在于,该头戴光学系统逆着光线入射方向依次包括:光阑,如权利要求1-6中任一项所述的目镜镜头,以及微显示屏。
8. 如权利要求7所述的头戴光学系统,其特征在于,所述微显示屏是0.7英寸1080p OLED显示屏。
9. 如权利要求7或8所述的头戴光学系统,其特征在于,所述光阑至所述微显示屏的距离为L,L小于25mm。

一种目镜镜头和头戴光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及镜头设计领域,尤其涉及一种目镜镜头和头戴光学系统。

背景技术

[0002] 头戴光学系统是一个基于微显示屏的图像放大系统,微显示屏所产生的影像藉由光学系统放大,在人眼前一定距离处呈现一个放大的虚像,使用户可以完全沉浸在虚拟的情景之中,不受外界信息的干扰。在许多应用领域中,头戴光学系统的使用者为移动作业,这就要求光学系统在保证成像质量的基础上结构紧凑、重量轻,并且拥有较大的视场。传统的解决方案多为旋转对称的目镜结构,虽然光学性能可以接近衍射极限并较好地校正畸变,但是其结构复杂,装调和加工要求精度高,体积重量大,长时间佩戴会引起使用者颈部疲劳。此外,传统的微显示屏由于像元尺寸较大,经过目镜放大后会产生颗粒化的现象,用户体验很差。

[0003] 因此,如何解决头戴光学系统的大视场与高像质、轻型化的矛盾,并进一步消除微显示屏的颗粒化现象,是当前头戴光学系统发展道路上亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 鉴于上述问题,本发明提供了一种光学系统,以解决上述问题或者至少部分地解决上述问题。

[0005] 依据本发明的一个方面,提供了一种目镜镜头,该目镜镜头包括四片透镜,逆着光线入射方向依次为:

[0006] 第一正透镜,具有为平面的第一表面和凸向光入射方的第二表面;

[0007] 第二正透镜,具有凸向光出射方的第三表面和凸向光入射方的第四表面;

[0008] 第三负透镜,具有凹向光出射方的第四表面和凹向光入射方的第五表面;

[0009] 第四负透镜,具有为平面的第六表面和凹向光入射方的第七表面。

[0010] 可选地,所述第四表面为所述第二正透镜和所述第三负透镜的胶合面。

[0011] 可选地,所述第二表面和所述第七表面为非球面,所述第三表面、所述第四表面和所述第五表面为球面。

[0012] 可选地,所述第一正透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_1 < 1.60$, $50 < v_1 < 75$;

[0013] 所述第二正透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_2 < 1.75$, $50 < v_2 < 70$;

[0014] 所述第三负透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.65 < n_3 < 1.95$, $20 < v_3 < 30$;

[0015] 所述第四负透镜的折射率和色散系数范围分别为: $1.45 < n_4 < 1.75$, $20 < v_4 < 40$ 。

[0016] 可选地,所述第一正透镜的折射率和色散系数分别为: $n_1 = 1.491786$, $v_1 = 57.327362$;

[0017] 所述第二正透镜的折射率和色散系数分别为: $n_2 = 1.546780$, $v_2 = 62.741102$;

[0018] 所述第三负透镜的折射率和色散系数分别为: $n_3 = 1.9176130$, $v_3 = 21.510740$;

- [0019] 所述第四负透镜的折射率和色散系数分别为: $n_4=1.585470, v_4=29.909185$ 。
- [0020] 可选地,所述第一正透镜采用PMMA型号的塑料材质;
- [0021] 所述第二正透镜采用H-BAK3型号的玻璃材质;
- [0022] 所述第三负透镜采用ZF14型号的玻璃材质;
- [0023] 所述第四负透镜采用PC型号的塑料材质。
- [0024] 依据本发明的另一个方面,提供了一种头戴光学系统,该头戴光学系统逆着光线入射方向依次包括:光阑,如权利要求1-6中任一项所述的目镜镜头,以及微显示屏。
- [0025] 可选地,所述微显示屏是0.7英寸1080p M-OLED显示屏。
- [0026] 可选地,所述光阑至所述微显示屏的距离为L,L小于25mm。
- [0027] 综上所述,与现有技术相比,本发明提供的技术方案具有以下有益效果:1、选取正负结构的目镜镜头,有效消除了色差;2、采用非球面塑料透镜和球面玻璃透镜相结合的目镜镜头,成本较低,利于大批量生产;3、选取1080p M-OLED显示屏,从根本上消除了大视场微显示头戴光学系统在观看时出现的颗粒化现象;4、体积小,重量轻,减轻用户负担。

附图说明

- [0028] 图1示出了根据本发明一个实施例的一种头戴光学系统的示意图;
- [0029] 图2示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的30线对下的MTF曲线图;
- [0030] 图3示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的场曲和畸变曲线图;
- [0031] 图4示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的点列图;
- [0032] 图5示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的倍率色差图。

具体实施方式

- [0033] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。
- [0034] 图1示出了根据本发明一个实施例的一种头戴光学系统的示意图。如图1所示,该头戴光学系统采用倒追光路设计,包括:光阑110、目镜镜头120和微显示屏130。
- [0035] 目镜镜头120包括四片透镜,逆着光线入射方向依次为:
- [0036] 第一正透镜121,具有为平面的第一表面S1和凸向光入射方的第二表面S2;第二正透镜122,具有凸向光出射方的第三表面S3和凸向光入射方的第四表面S4;第三负透镜123,具有凹向光出射方的第四表面S4和凹向光入射方的第五表面S5;第四负透镜124,具有为平面的第六表面S6和凹向光入射方的第七表面S7。其中,第四表面S4为第二正透镜122和第三负透镜123的胶合面,且第二表面S2和第七表面S7为非球面,第三表面S3、第四表面S4和第五表面S5为球面。
- [0037] 在本实施例中,第一正透镜121采用PMMA型号的塑料材质,其折射率和色散系数分别为: $n_1=1.491786, v_1=57.327362$;第二正透镜122采用H-BAK3型号的玻璃材质,其折射率和色散系数分别为: $n_2=1.546780, v_2=62.741102$;第三负透镜123采用ZF14型号的玻璃材质,其折射率和色散系数分别为: $n_3=1.9176130, v_3=21.510740$;第四负透镜124采用PC型号的塑料材质,其折射率和色散系数分别为: $n_4=1.585470, v_4=29.909185$ 。其中,第二正透镜122和第三负透镜123采用玻璃材质的原因是:1、光学玻璃种类较多,不同种玻璃之

间的色散相差较大；2、光学玻璃可以加工成双胶合型而塑料材质不可以。第一正透镜121和第四负透镜124采用塑料材质的原因是：1、塑料材质价格较低；2、塑料材质易于加成成非球面型。

[0038] 反向追踪光线轨迹，可以看到，第一正透镜121使发散的轴外主光线汇聚，其后，第二正透镜122使轴外主光线进一步弯曲，此时第一正透镜121和第二正透镜122产生了巨大的色差，需要由第三负透镜123来校正。在本实施例中，第二正透镜122采用低色散的冕牌玻璃材质，第三负透镜123采用高色散的火石玻璃材质，将第二正透镜122与第三负透镜123胶合在一起，二者光学性能相互补偿，起到消色差的作用。第四负透镜采用非球面的高色散的PC塑料材质，与第三负透镜123相分离且靠近微显示屏130，一方面可以进一步补偿色差，另一方面可以有效地校正场曲、象散等像差。

[0039] 在本实施例中，微显示屏130采用0.7英寸的1080p M-OLED显示屏，与传统的微显示屏相比，1080p M-OLED显示屏的像元尺寸小得多，可以有效减小被目镜镜头120放大后产生颗粒化的现象，提高用户体验。

[0040] 基于上文所述各参数，光阑110至微显示屏130的距离小于25mm，头戴光学系统实现了73度的视场角。当头戴光学系统的使用者将眼睛放在光阑110所在位置，微显示屏130发出的光经过目镜镜头120后在人眼前5米处形成一个放大的虚像。

[0041] 图2示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的30线对下的MTF曲线图，MTF（光学传递函数）可以综合反映光学系统的成像质量，其曲线形状越平滑，且相对X轴高度越高，证明系统的成像质量越好。如图2所示，图中各种灰度分别代表各个视场光线，曲线的虚实分别代表弧矢和子午方向的像质，可以看到，MTF曲线较为平滑紧凑，曲线所表征的MTF值很高，基本在0.6以上，说明头戴光学系统的像差得到了良好的校正。

[0042] 图3示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的场曲和畸变曲线图，其中左侧为场曲曲线(FIELD CURVATURE)，右侧为畸变曲线(DISTORTION)。

[0043] 场曲是物平面形成曲面像的一种像差，需要以子午场曲和弧矢场曲来表征，如图3所示，场曲曲线中T线为子午场曲，S线为弧矢场曲，二者之差即为光学系统的象散，场曲和象散是影响光学系统轴外视场光线的重要像差，二者过大会严重影响光学系统的轴外光线成像质量，可以看到，光学系统的场曲和象散均被校正到极小的范围内。

[0044] 畸变不影响光学系统的清晰度，但是会引起系统的图像变形，对于广角镜头来说，校正畸变是极为困难的，可由后期图像处理来解决。

[0045] 图4示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的点列图。点列图忽略衍射效应，反映的是光学系统成像的几何结构。在大像差系统的点列图中，点的分布能近似地代表点像的能量分布。因此，在像质评价中，可用点列图的密集程度更加直观反映和衡量系统成像质量的优劣，点列图的RMS半径越小，证明系统的成像质量越好。如图4所示，头戴光学系统的点列图RMS半径均小于10μm，可见各视场的光斑很小，表明系统能量分布得到很好的优化，像差校正比较好。

[0046] 图5示出了根据本发明一个实施例的头戴光学系统的倍率色差图，倍率色差是由于不同波长在相同材料中折射率不同而导致的光学系统放大倍率的差别。如图5所示，横轴表示像面上的高度差，纵轴代表视场角，以像面上的绿光光斑的高度为基准，即不同视场下绿光光斑的高度曲线与纵轴重合，纵轴左侧的曲线代表不同视场下蓝光光斑与绿光光斑的

高度差，纵轴右侧的曲线代表不同视场下红光光斑与绿光光斑的高度差，蓝光曲线与红光曲线之差为光学系统的倍率色差，可以看到，各个视场下倍率色差均小于5um，说明色差得到良好的校正。

[0047] 综上所述，本发明提供的技术方案通过对目镜镜头和微显示屏的合理配置与选型，实现了大视场、微显示、高像质的头戴光学系统，与现有技术相比，具有以下有益效果：1、选取正负结构的目镜镜头，并通过对透镜材料的合理选择，有效消除了色差，提高成像质量；2、选取1080p M-OLED显示屏，从根本上消除了大视场微显示头戴光学系统在观看时出现的颗粒化现象；3、轴向尺寸短，体积小，重量轻，减轻用户负担；4、采用非球面塑料透镜和球面玻璃透镜相结合的目镜镜头，成本较低，利于大批量生产。基于以上特点，本发明提供的头戴光学系统给用户带来质量更高、更舒适的观看体验，符合用户需求。

[0048] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均包含在本发明的保护范围内。

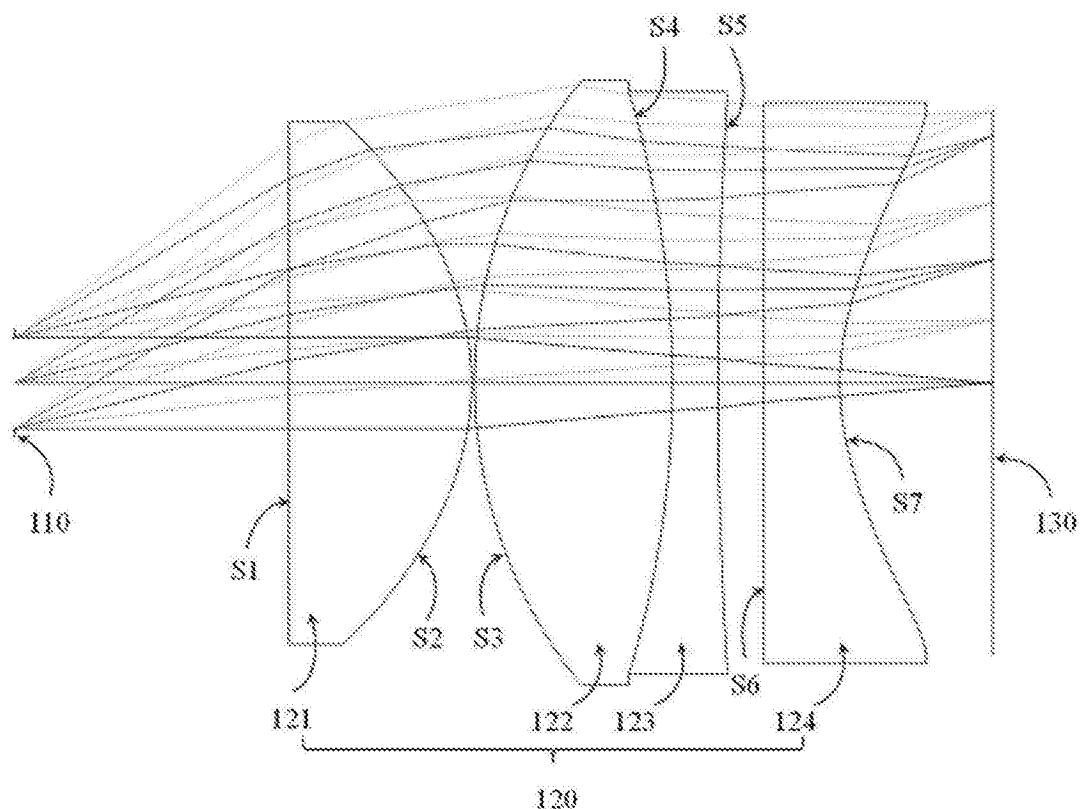


图1

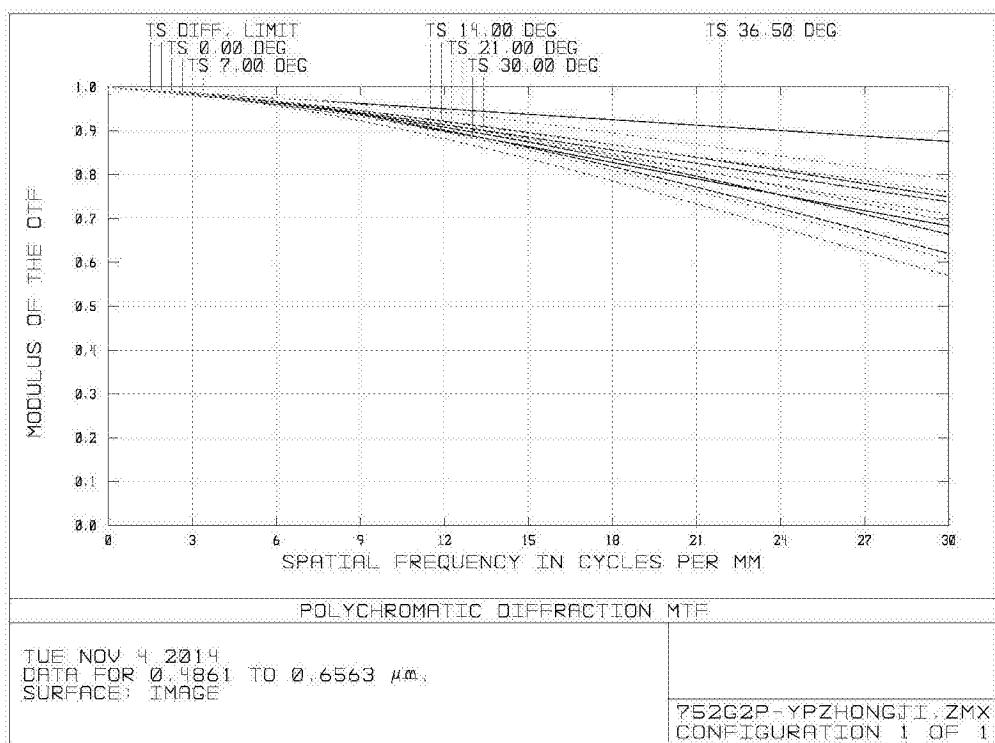


图2

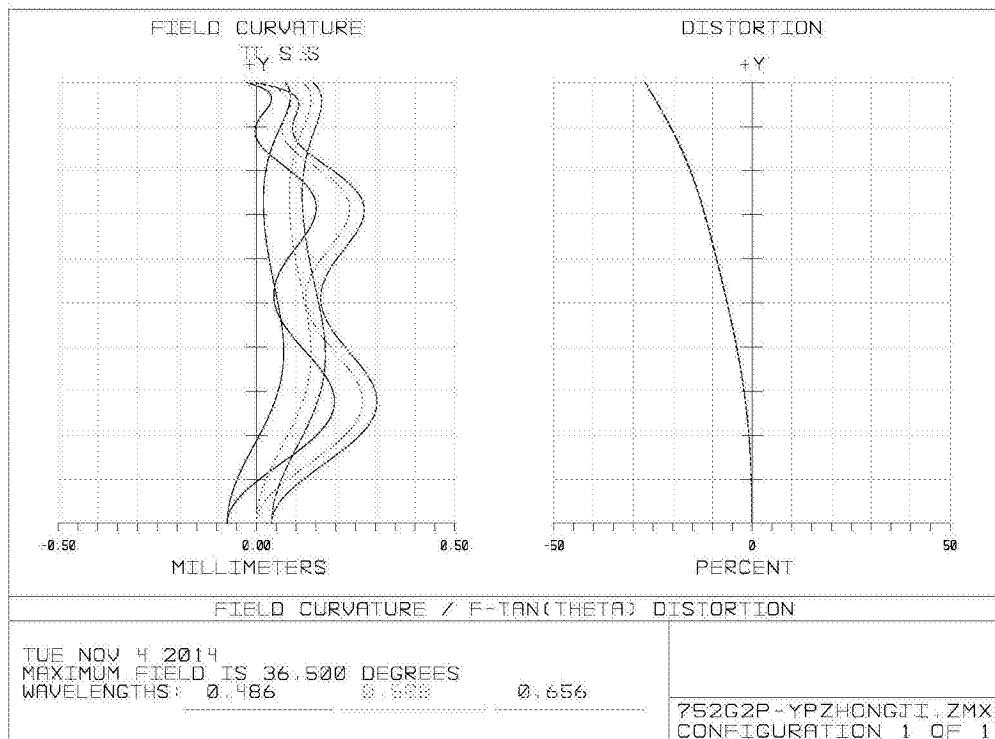


图3

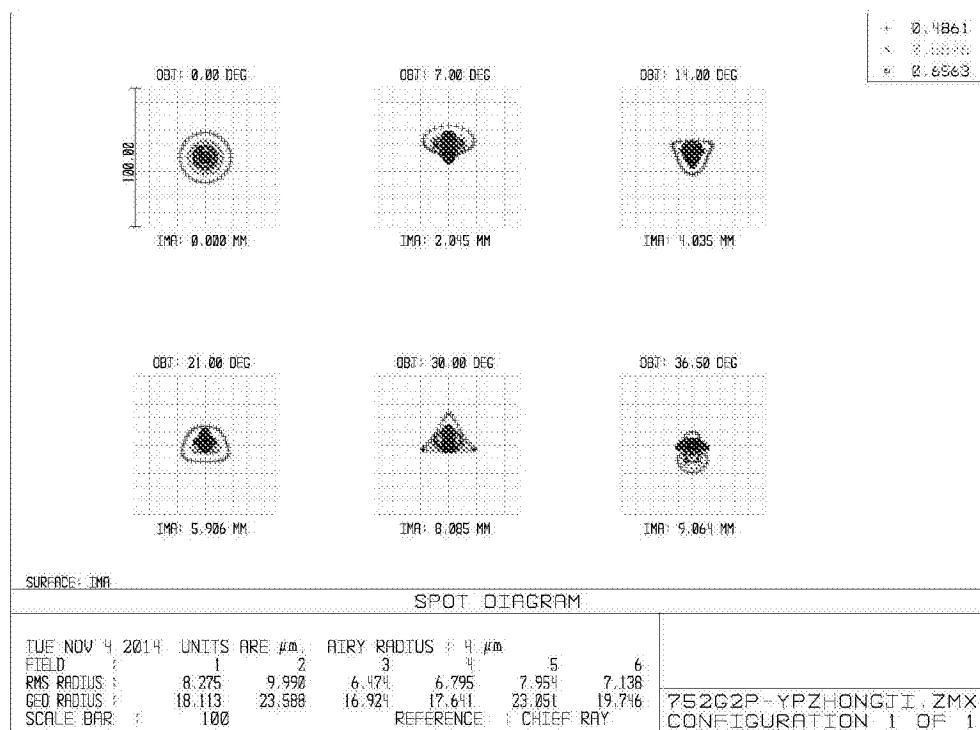


图4

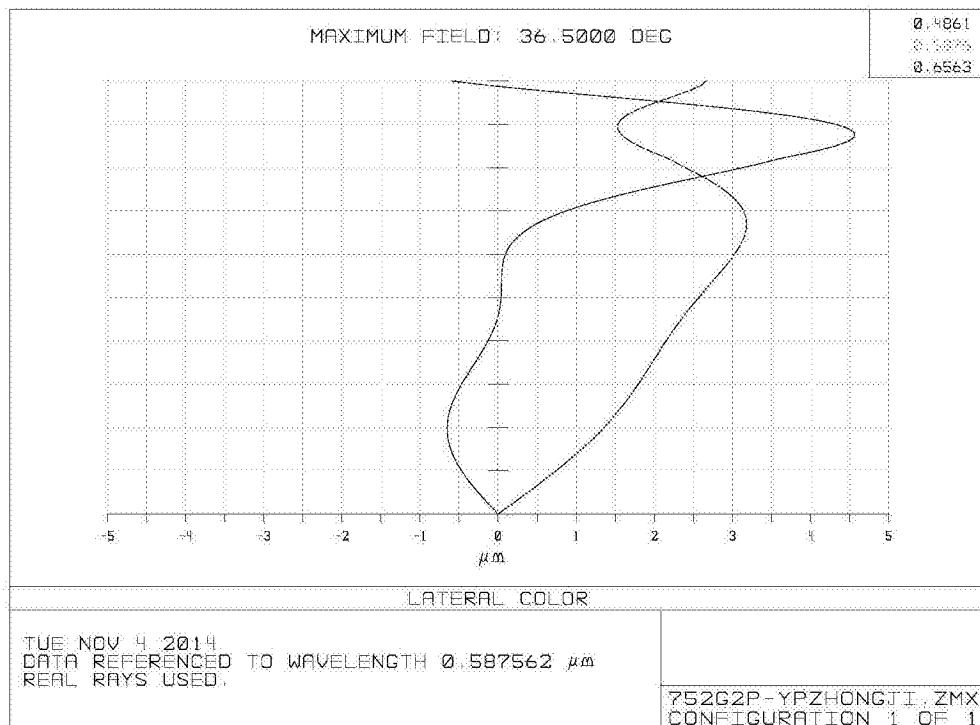


图5