



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106773010 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611064600.X

(22)申请日 2016.11.28

(71)申请人 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 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 吴昊

(51) Int. Cl.

G02B 25/00(2006.01)

G02B 27/01(2006.01)

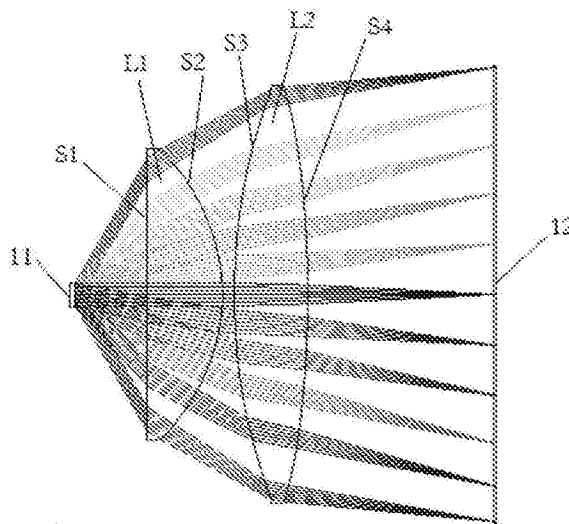
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种2P结构镜头、头戴显示光学系统及头戴设备

(57)摘要

本发明公开一种2P结构镜头、头戴显示光学系统及头戴设备,该2P结构镜头包括逆着光线入射方向依次设置的平凸的第一凸透镜和双凸的第二凸透镜,第一凸透镜包括第一表面和第二表面,第一表面为靠近光阑的平面,光阑位于人瞳孔处;第二表面为凸向物方的非球面;第一表面的曲率半径 $R1=0$,第二表面的曲率半径 $R2<0$;第二凸透镜包括第三表面和第四表面,第三表面和第四表面均为非球面,第三表面靠近第一凸透镜的第二表面并凸向光阑,第四表面凸向物方;第三表面的曲率半径 $R3$ 与第四表面的曲率半径 $R4$: $R3<-R4$ 。本发明的技术方案使得镜头模组单片镜片的面型更易于控制成型,对于MTF、SPOT像差的校正更好,同时获得大视场角。



1. 一种2P结构镜头,包括逆着光线入射方向依次设置的第一凸透镜和第二凸透镜,其特征在于,所述第一凸透镜为平凸透镜,所述第二凸透镜为双凸透镜;

所述第一凸透镜包括第一表面和第二表面,所述第一表面为靠近光阑的平面,所述光阑位于人眼瞳孔处;所述第二表面为凸向物方的非球面;所述第一表面的曲率半径R1与所述第二表面的曲率半径R2分别满足以下关系式: $R1=0, R2<0$;

所述第二凸透镜包括第三表面和第四表面,所述第三表面和所述第四表面均为非球面,所述第三表面靠近所述第一凸透镜的所述第二表面并凸向光阑,所述第四表面凸向物方;所述第三表面的曲率半径R3与所述第四表面的曲率半径R4满足以下关系式: $R3<-R4$ 。

2. 如权利要求1所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第一凸透镜的焦距f1和所述第二凸透镜的焦距f2满足以下关系式: $f2>10\times f1$ 。

3. 如权利要求2所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第一凸透镜的焦距f1和所述第二凸透镜的焦距f2还进一步满足以下关系式:

$$100\text{mm}<f2<150\text{mm}, 12\text{mm}<f1<14\text{mm}。$$

4. 如权利要求1所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第三表面的曲率半径R3与所述第四表面的曲率半径R4进一步满足以下关系式:

$$R3>0, R4<0, -200\text{mm}<R3<-R4<200\text{mm}。$$

5. 如权利要求1所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第一凸透镜和所述第二凸透镜采用COP光学塑料材质和注塑工艺生产制成。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第一凸透镜的所述第二表面、所述第二凸透镜的所述第三表面和所述第四表面均满足以下偶次非球面方程式:

$$z = \frac{cY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2Y^2}} + \sum_{i=2}^N \alpha_i Y^{2i}$$

其中,z为沿光轴方向的坐标,Y为以透镜长度单位为单位的径向坐标, $c=1/R$,c为曲率,R为曲率半径,k为圆锥系数, α_i 为各高次项的系数, $2i$ 为非球面的高次方, $i=4$ 。

7. 如权利要求1-5中任一项所述的2P结构镜头,其特征在于,所述第一凸透镜的所述第二表面、所述第二凸透镜的所述第三表面和所述第四表面满足以下奇次非球面方程式:

$$z = \frac{cY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2Y^2}} + \sum_{i=1}^N \beta_i Y^i$$

其中,z为沿光轴方向的坐标,Y为以透镜长度单位为单位的径向坐标, $c=1/R$,c为曲率,R为曲率半径,k为圆锥系数, β_i 为各高次项的系数,i为非球面的高次方; $i=2N+1$,N为自然数, $1\leq N\leq 8$ 。

8. 一种头戴显示光学系统,其特征在于,该头戴显示光学系统逆着光线入射方向依次包括:光阑、如权利要求1至7中任一项所述的2P结构镜头,以及显示器,所述光阑位于人眼瞳孔处,所述显示器位于物方。

9. 一种头戴设备,其特征在于,包括权利要求8所述的头戴显示光学系统。

一种2P结构镜头、头戴显示光学系统及头戴设备

技术领域

[0001] 本发明涉及目镜镜头技术领域,具体涉及一种2P结构镜头、头戴显示光学系统及头戴设备。

背景技术

[0002] 近年来,随着科技工业的进步,3D技术得以迅速和广泛的发展,越来越多的影视和游戏都是基于VR (Virtual Reality,虚拟现实)技术的模拟真实场景,并且要求效果逼真震撼;使得头戴显示器作为一种新兴的技术,首先在娱乐领域有了很好的发展前景,其把二维平面的画面以更加立体的形象展现给用户,使得用户产生身临其境的真实感受。

[0003] 现有的VR设备用的目镜镜头,多局限于小视场的成像系统,其镜头FOV (Field of View, 视场) 小于 100° ,用户使用设备观察场景时,会感觉到存在明显的边界,无法满足游戏领域一些高端用户追求VR的沉浸感的要求,而用户体验则主要取决于目镜的视场角,因此,现有的VR设备用的目镜镜头存在视场角小、用户体验不佳的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种2P (2pieces, 两片) 结构镜头、头戴显示光学系统及头戴设备,以解决采用小视场的成像系统其镜头的视场角小、用户体验不佳的问题。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种2P结构镜头,包括逆着光线入射方向依次设置的第一凸透镜和第二凸透镜,第一凸透镜为平凸透镜,第二凸透镜为双凸透镜;

[0006] 第一凸透镜包括第一表面和第二表面,第一表面为靠近光阑的平面,光阑位于人眼瞳孔处;第二表面为凸向物方的非球面;第一表面的曲率半径 R_1 与第二表面的曲率半径 R_2 分别满足以下关系式: $R_1=0, R_2<0$;

[0007] 第二凸透镜包括第三表面和第四表面,第三表面和第四表面均为非球面,第三表面靠近第一凸透镜的第二表面并凸向光阑,第四表面凸向物方;第三表面的曲率半径 R_3 与第四表面的曲率半径 R_4 满足以下关系式: $R_3<-R_4$ 。

[0008] 根据本发明的另一个方面,提供了一种头戴显示光学系统,该头戴显示光学系统逆着光线入射方向依次包括:光阑、如本发明的一个方面的2P结构镜头,以及显示器,光阑位于人眼瞳孔处,显示器位于物方。

[0009] 根据本发明的又一个方面,提供了一种头戴设备,包如本发明的另一个方面的头戴显示光学系统。

[0010] 本发明的有益效果是:本发明的这种2P结构镜头,首先,整组镜头包括两片透镜,其中一片为非球面的平凸透镜,另一片为非球面的双凸透镜,且平凸透镜上第一表面的曲率半径 R_1 与第二表面的曲率半径 R_2 分别满足以下关系式: $R_1=0, R_2<0$,双凸透镜上第三表面的曲率半径 R_3 与第四表面的曲率半径 R_4 满足以下关系式: $R_3<-R_4$,该2P结构使得镜头模组单片镜片的面型更易于控制成型,对于MTF (Modulation Transfer Function, 调制传递函数)、SPOT (光斑) 等像差的校正更好,同时能够获得 120° 的大视场角,能够作为高性能版

本的头戴显示器目镜；其次，其制造成本和重量都大大降低。

[0011] 另外，本发明还提供了一种头戴显示光学系统及头戴设备，其不仅可以满足大视场角VR的需要，更能够使得用户获得更好的沉浸感，从而提供较佳的用户体验，提高产品的竞争力。

附图说明

[0012] 图1是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的结构示意图；

[0013] 图2是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的工作状态光学原理图；

[0014] 图3是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的初始结构示意图；

[0015] 图4是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的接收者偏离光轴0mm时的光学结构图；

[0016] 图5是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的场曲图；

[0017] 图6是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的畸变图；

[0018] 图7是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的点列图；

[0019] 图8是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的色差图；

[0020] 图9是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的接收者偏离光轴-2mm时的示意图；

[0021] 图10是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的接收者偏离光轴2mm时的示意图。

具体实施方式

[0022] VR设备用的目镜镜头的一种现有技术是：沿着光线入射方向依次包括：前组和后组，前组包括第一负透镜和第二正透镜，后组包括一个类似胶合透镜组：第三正透镜和第四负透镜，第一负透镜具有凸向物方的第一表面和凹向像方的第二表面，位于镜头的始端，第二正透镜具有凹向物方的第三表面和凸向像方的第四表面，第三正透镜具有凸向物方的第五表面和凸向像方的第六表面，第四负透镜具有凹向物方的第七表面和凹向像方的第八表面。但是，这种技术多局限于小视场的成像系统，其镜头FOV较小，用户使用设备观察场景时，会感觉到存在明显的边界，无法满足游戏领域一些高端用户追求VR的沉浸感的要求，而用户体验则主要取决于目镜的视场角，因此，现有的VR设备用的目镜镜头存在视场角小、用户体验不佳的问题，同时，还存在结构复杂，镜头模组单片镜片的面型不易于控制成型，无法实现对MTF、SPOT等像差的校正，制造成本高，以及重量较大的问题。

[0023] 本发明的设计构思是：针对现有的VR设备用的目镜镜头存在视场角小、用户体验不佳的问题，同时，还存在结构复杂，镜头模组单片镜片的面型不易于控制成型，无法实现对MTF、SPOT等像差的校正，制造成本高，以及重量较大的问题，本发明的镜头采用两片凸透镜，其中一片凸透镜是靠近光阑的平凸透镜，另外一片凸透镜是靠近物方的双凸透镜；平凸透镜靠近光阑的表面是平面，其曲率半径 $R_1=0$ ，平凸透镜靠近双凸透镜的表面是非球面，其曲率半径 $R_2<0$ ；双凸透镜的两个表面均为非球面，其两个表面的曲率半径分别满足以下关系式： $R_3<-R_4$ 。这样，本发明的技术方案不仅可以满足大视场角VR的需要，能获得 120° 大视场角，使得用户能够获得更好的沉浸感，同时使得镜头模组单片镜片的面型易于控制成型，对MTF、SPOT等像差的校正更好，制造成本更低，重量大大减小，能够改善用户体验，提高产品的竞争力。

[0024] 实施例一

[0025] 图1是本发明一个实施例的一种2P结构镜头的工作状态光学原理图,参见图1,该2P结构镜头包括逆着光线入射方向依次设置的第一凸透镜L1和第二凸透镜L2,第一凸透镜L1为平凸透镜,第二凸透镜L2为双凸透镜;

[0026] 第一凸透镜L1包括第一表面S1和第二表面S2,第一表面S1为靠近光阑的平面,光阑位于人眼11的瞳孔处;第二表面S2为凸向物方12的非球面;第一表面S1的曲率半径R1与第二表面S2的曲率半径R2分别满足以下关系式: $R1=0, R2<0$;

[0027] 第二凸透镜L1包括第三表面S3和第四表面S4,第三表面S3和第四表面S4均为非球面,第三表面S3靠近第一凸透镜L1的第二表面S2并凸向光阑,第四表面S4凸向物方12;第三表面S3的曲率半径R3与第四表面S4的曲率半径R4满足以下关系式: $R3<-R4$ 。

[0028] 由图1所示的2P结构镜头的结构示意图,及图2所示的2P结构镜头的工作状态光学原理图可知,本实施例中的2P结构镜头,物方12设置为显示器,显示器上的影像发出光线,经由第二凸透镜L2的第四表面S4射入镜头,然后由第一凸透镜L1的第一表面S1射出镜头,进入人眼11中成像,但在人眼11中看到的影像的位置不在显示器位置处,而是在从第一表面S1进入人眼的光线的反向延长线的交点处,即成像面13位置处。这样,本实施例的技术方案不仅可以满足大视场角VR的需要,使得用户能够获得更好的沉浸感,同时对MTF、SPOT等像差的校正更好,能够改善用户体验,提高产品的竞争力。

[0029] 实施例二

[0030] 本实施例中是重点对2P结构镜头的两片凸透镜的焦距进行的说明,其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下:

[0031] 第一凸透镜L1的焦距 $f1$ 和第二凸透镜L2的焦距 $f2$ 满足以下关系式:

[0032] $f2>10\times f1$ 。

[0033] 需要说明的是,本实施例中,第二凸透镜L2承担了大部分的光焦度。这样,本实施例的技术方案能够使得镜头的结构更加紧凑,减小镜头的整体体积,有利于本发明的2P结构镜头的现实推广应用和提升用户体验。

[0034] 实施例三

[0035] 本实施例中是重点对2P结构镜头的第二凸透镜L2的焦距的进一步说明,其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下:

[0036] 第一凸透镜L1的焦距 $f1$ 和第二凸透镜L2的焦距 $f2$ 还进一步满足以下关系式:

[0037] $100\text{mm}<f2<150\text{mm}, 12\text{mm}<f1<14\text{mm}$ 。

[0038] 需要说明的是,本实施例中,第二凸透镜L2承担了大部分的光焦度,这样,本实施例的技术方案在尽量进一步使得镜头的结构更加紧凑,减小镜头的整体体积的基础上,又尽量降低镜片的加工难度,从而更有利于本发明的2P结构镜头的现实推广应用和提升用户体验,又有利于降低成本,且提高成品率。

[0039] 实施例四

[0040] 本实施例中是重点对2P结构镜头的第二凸透镜L2的两个非球面表面的曲率半径的进一步说明,其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下:

[0041] 第二凸透镜L2的第三表面的曲率半径R3与第四表面的曲率半径R4进一步满足以

下关系式：

[0042] $R3 > 0, R4 < 0, -200\text{mm} < R3 < -R4 < 200\text{mm}$ 。

[0043] 需要说明的是，本实施例中，第二凸透镜L2进一步承担更多的光焦度，同时使得第二凸透镜L2的第三表面S3和第四表面S4更加易于加工和补正，这样，本实施例的技术方案在进一步使得镜头的结构更加紧凑，减小镜头的整体体积，同时降低镜片的加工难度，提高镜片的加工质量和成品率，从而更加有利于提高本发明的2P结构镜头的市场竞争能力。

[0044] 实施例五

[0045] 本实施例中是重点对2P结构镜头的两片凸透镜的材料和工艺的进一步说明，其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下：

[0046] 第一凸透镜L1和第二凸透镜L2采用COP (Cyclo-olefin polymer) 光学塑料材质和注塑工艺生产制成。

[0047] 需要说明的是，本实施例中，使用COP光学塑料材质相比使用玻璃材质和其他低端PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯)、PC (树脂) 等材质，使得本实施例的镜头重量大幅下降，并且本实施例的塑料镜片通过采用注塑工艺生产，能够进行大批量生产，且性能稳定，成本较低。这样，能够进一步降低本发明的2P结构镜头的成本，提高竞争力。

[0048] 实施例六

[0049] 本实施例中是重点对2P结构镜头的两片凸透镜的各个表面的进一步说明，其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下：

[0050] 第一凸透镜L1的第二表面S2、第二凸透镜L2的第三表面S3和第四表面S4均满足以下偶次非球面方程式：

$$[0051] \quad z = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2}} + \sum_{i=2}^N \alpha_i Y^{2i}$$

[0052] 其中，z为沿光轴方向的坐标，Y为以透镜长度单位为单位的径向坐标， $c=1/R$ ，c为曲率，R为曲率半径，k为圆锥系数 (Coin Constant)， α_i 为各高次项的系数， $2i$ 为非球面的高次方 (the order of Aspherical Coefficient)， $i=4$ 。

[0053] 需要说明的是，本实施例中，第一凸透镜L1的第二表面S2、第二凸透镜L2的第三表面S3和第四表面S4均满足上述偶次非球面方程式，且二次项最高到8次方。

[0054] 本实施例的设计方案通过ZEMAX光学设计软件来完成，同样的设计思路也可以使用CODEV光学设计软件完成。首先，先建立初始结构如图3所示，然后在初始结构的基础上建立评价函数，通过添加各种操作数约束来达到设计目的，最终优化的结果如图1所示。

[0055] 本实施例的设计结果如表一所示，表一中分别列有由物方12开始，依序编号的光学表面序号 (Surface)，在光轴上各光学面的曲率半径 (R)，从物方12到像方的成像面13的光轴上各面与后一光学表面的距离 (T)，如图4中所示，T即表示第二凸透镜L2的第四表面S4到后一面 (物方12) 的距离，圆锥系数 (Coin Constant) k，以及非球面系数 α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 。

[0056] 表一

[0057]

surface	R	T	k	α_1	α_2	α_3	α_4
---------	---	---	---	------------	------------	------------	------------

L1-S1	Infinity	12.6762	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L1-S2	-30.3098	1.9943	-6.88E-01	0.00	2.12E-06	-3.41E-09	-1.15E-12
L2-S1	111.2277	12.2932	3.33E+00	0.00	9.34E-07	-5.11E-10	-1.90E-13
L2-S2	-199.2492	31.3000	2.33E+01	0.00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

[0058] 以上可见,本实施例的2P结构镜头能够更好的控制MTF、畸变、SPOT等项像差,提高成像质量,提升用户体验。

[0059] 实施例七

[0060] 本实施例中是重点对2P结构镜头的两片凸透镜的各个表面的另一种进一步说明,其他内容参见本发明的其他实施例。该2P结构镜头的一种具体实现方式如下:

[0061] 第一凸透镜的第二表面、第二凸透镜的第三表面和第四表面满足以下奇次非球面方程式:

$$[0062] \quad z = \frac{cY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2Y^2}} + \sum_{i=1}^N \beta_i Y^i$$

[0063] 其中,z为沿光轴方向的坐标,Y为以透镜长度单位为单位的径向坐标,c=1/R,c为曲率,R为曲率半径,k为圆锥系数, β_i 为各高次项的系数,i为非球面的高次方; $i=2N+1$,N为自然数, $1 \leq N \leq 8$ 。

[0064] 需要说明的是,利用上述奇次非球面方程式同样也能够达到设计目的。本实施例的2P结构镜头,其场曲、畸变、点列图、MTF可依次参见图5、图6、图7和图8所示,上述各图中主要针对参考波长绿光(540nm)进行分析。

[0065] 以上可见,本实施例的2P结构镜头,其场曲在10mm以内,畸变在50%以内,RMS(均方根)点小于0.3mm。如图9和图10分别所示,在光阑处的人眼11作为接收者,分别偏离光轴-2mm和2mm时,RMS点小于0.45mm。该2P结构镜头,能够满足大视场角VR的需要,能获得120°大视场角,且具有良好的光学参数性能。

[0066] 实施例八

[0067] 参见图2,该头戴显示光学系统,逆着光线入射方向依次包括:光阑、如实施例一至实施例七中任一项所述的2P结构镜头,以及显示器,光阑位于人眼11的瞳孔处,显示器位于物方12。

[0068] 需要说明的是,该实施例的头戴显示光学系统还可以通过设置头戴固定部件形成头戴设备,头戴固定部件可以优选为固定带或固定头盔等,从而方便使用者的操作和使用,提升用户使用体验感觉。

[0069] 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。

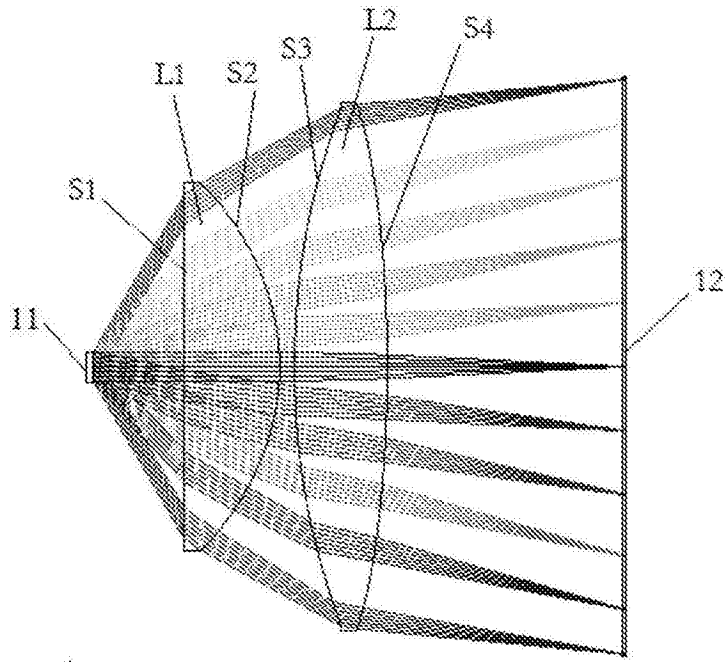


图1

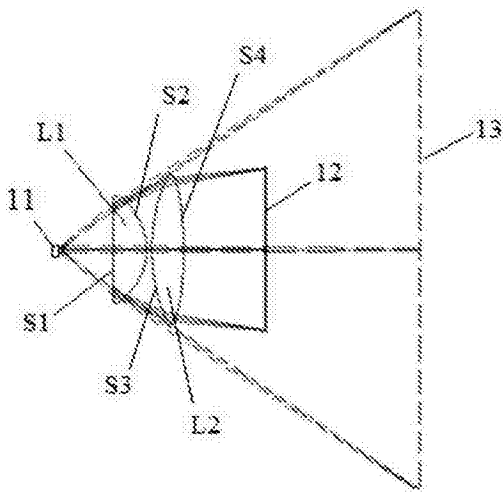


图2

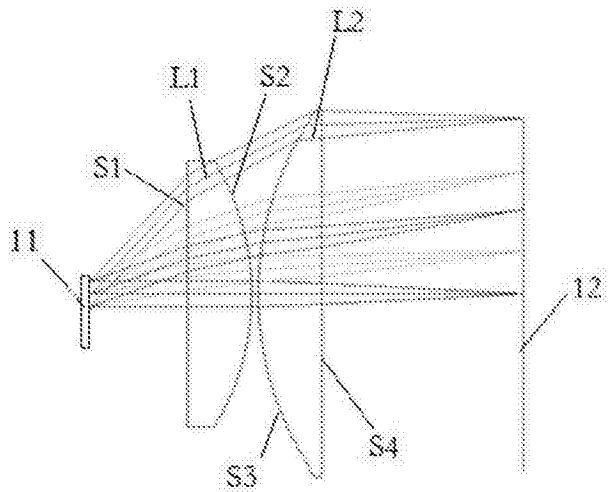


图3

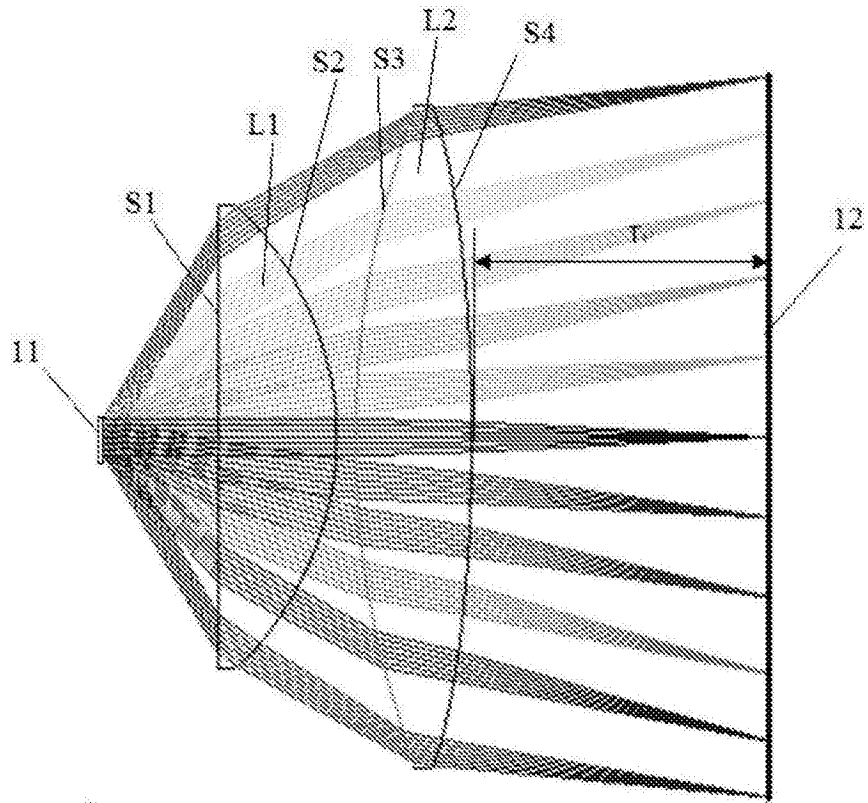


图4

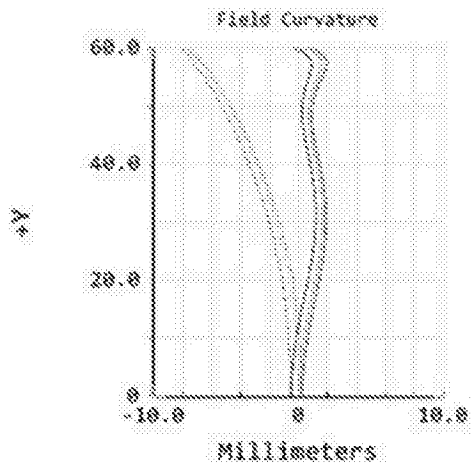


图5

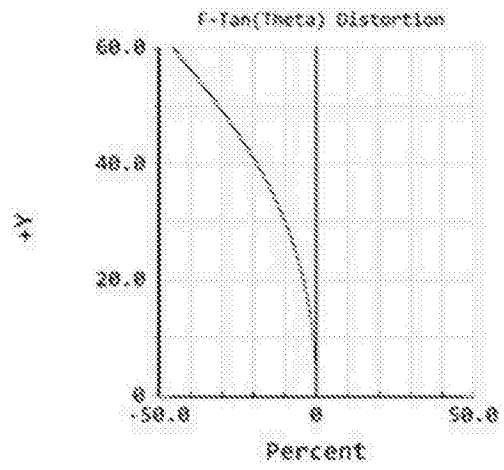


图6

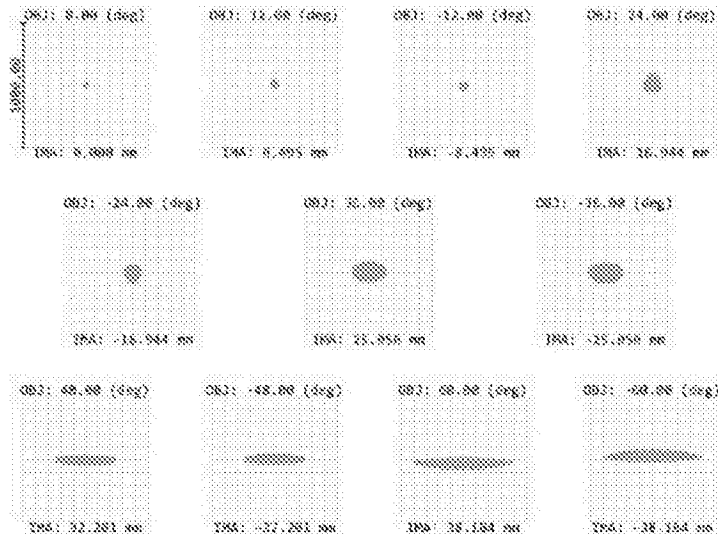


图7

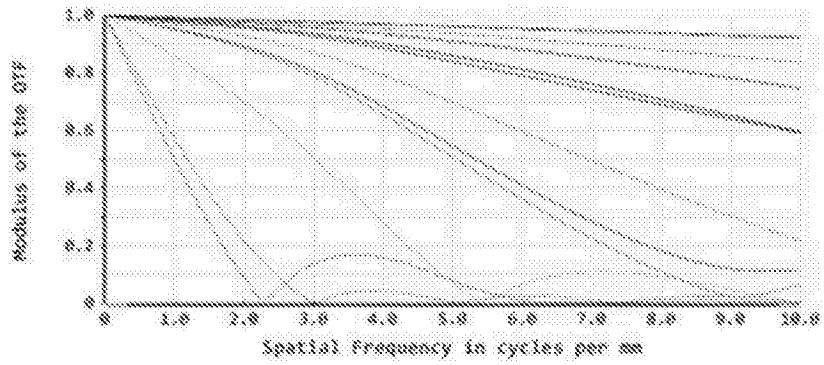


图8

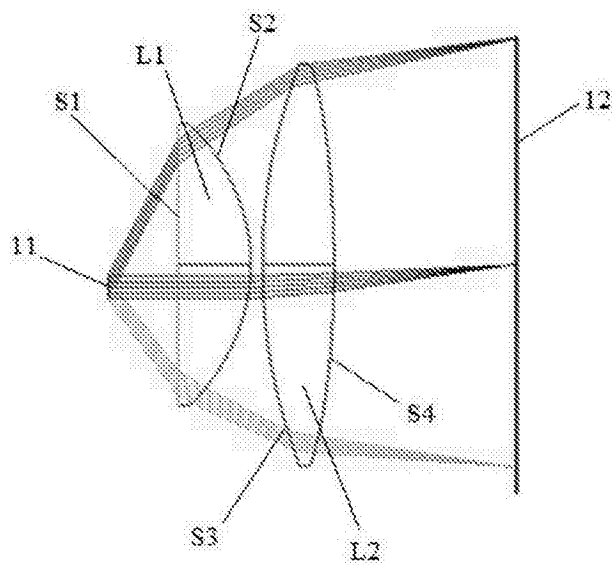


图9

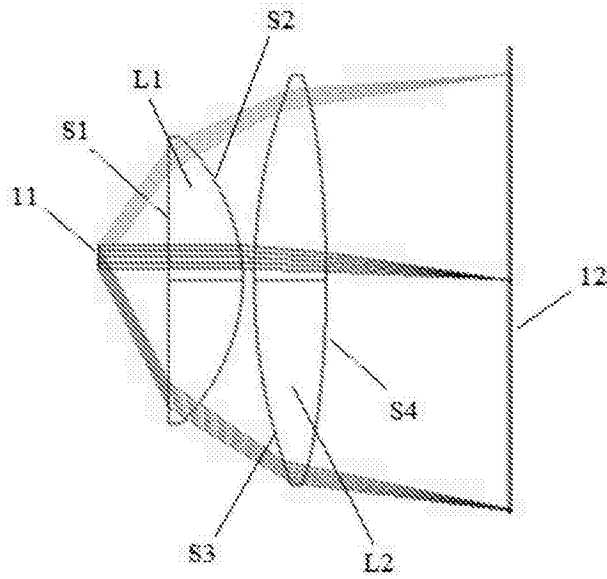


图10