



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114594574 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202210344571.1

CN 214311075 U, 2021.09.28

(22) 申请日 2022.03.31

JP 2018084598 A, 2018.05.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107422464 A, 2017.12.01

申请公布号 CN 114594574 A

CN 110426815 A, 2019.11.08

(43) 申请公布日 2022.06.07

CN 110646918 A, 2020.01.03

(73) 专利权人 歌尔光学科技有限公司

CN 113359277 A, 2021.09.07

地址 261061 山东省潍坊市高新区清池街  
道永春社区惠贤路3999号歌尔光电产  
业园三期1号厂房

CN 113985588 A, 2022.01.28

CN 114942561 A, 2022.08.26

CN 215264203 U, 2021.12.21

JP 2004233609 A, 2004.08.19

JP 2005106902 A, 2005.04.21

(72) 发明人 赵云 饶轶

JP 2009116106 A, 2009.05.28

(74) 专利代理机构 北京博雅睿泉专利代理事务

JP 2010122505 A, 2010.06.03

所(特殊普通合伙) 11442

JP 2011180602 A, 2011.09.15

专利代理师 扈梦曲

JP 2014126603 A, 2014.07.07

JP 2014142592 A, 2014.08.07

(51) Int. Cl.

JP H0996759 A, 1997.04.08

G02B 13/00 (2006.01)

US 2012262803 A1, 2012.10.18

G02B 13/16 (2006.01)

US 2017307858 A1, 2017.10.26

G02B 13/18 (2006.01)

WO 2018173585 A1, 2018.09.27

G03B 21/14 (2006.01)

(56) 对比文件

审查员 付宁

CN 219642072 U, 2023.09.05

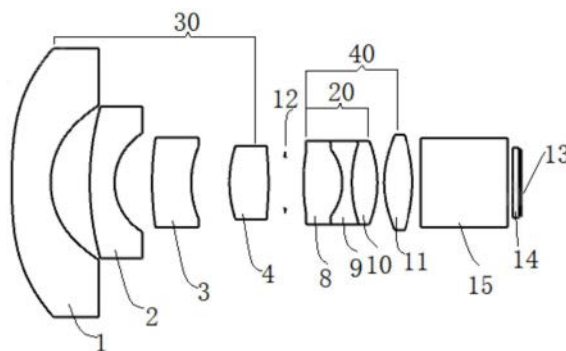
权利要求书1页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

一种光学投影系统以及电子设备

(57) 摘要

本申请公开了一种光学投影系统以及电子设备。从放大侧至缩小侧,光学投影系统包括:第一透镜组和第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组之间设置有光阑,所述第二透镜组包括靠近所述光阑的第一子透镜组和远离所述光阑的第二子透镜组,所述第一子透镜组和所述光阑之间具有第一空气间隔,所述第一子透镜组和所述第二子透镜组之间具有第二空气间隔,所述第一空气间隔为光学投影系统的光学总长的2%-6%,以及所述第二空气间隔小于1mm。



1. 一种光学投影系统,其特征在于,从放大侧至缩小侧依次包括:第一透镜组(30)和第二透镜组(40),所述第一透镜组(30)和所述第二透镜组(40)之间设置有光阑(12);所述第一透镜组(30)的光焦度为负,所述第二透镜组(40)的光焦度为正;所述第二透镜组(40)包括靠近所述光阑(12)的第一子透镜组(20)和远离所述光阑(12)的第二子透镜组,所述第一子透镜组(20)和所述光阑(12)之间具有第一空气间隔,所述第一子透镜组(20)和所述第二子透镜组之间具有第二空气间隔,所述第一空气间隔为光学投影系统的光学总长的2%-6%,以及所述第二空气间隔小于1mm;

从放大侧至缩小侧,所述第一透镜组(30)包括第一透镜(1)、第二透镜(2)、第三透镜(3)和第三子透镜组,所述第一透镜(1)、第二透镜(2)和第三透镜(3)的光焦度均为负,所述第三子透镜组的光焦度为正;

从放大侧至缩小侧,所述第一子透镜组(20)包括第八透镜(8)、第九透镜(9)、第十透镜(10),所述第二子透镜组包括第十一透镜(11),所述第八透镜(8)、所述第十透镜(10)和所述第十一透镜(11)的光焦度为正,所述第九透镜(9)的光焦度为负;

其中所述光学投影系统中具有屈折力的光学部件仅为上述透镜。

2. 根据权利要求1所述的光学投影系统,其特征在于,所述第一子透镜组(20)为胶合透镜组,并且所述第二子透镜组为非球面透镜。

3. 根据权利要求1所述的光学投影系统,其特征在于,所述第三子透镜组包括第四透镜,所述第四透镜(4)的光焦度为正。

4. 根据权利要求1所述的光学投影系统,其特征在于,所述第三子透镜组包括第四透镜(4)、第五透镜(5)、第六透镜(6)和第七透镜(7),其中在所述第四透镜(4)、第五透镜(5)、第六透镜(6)和第七透镜(7)中,相邻透镜的光焦度相反。

5. 根据权利要求4所述的光学投影系统,其特征在于,所述第四透镜(4)和第五透镜(5)胶合连接,所述第六透镜(6)和第七透镜(7)胶合连接。

6. 根据权利要求1所述的光学投影系统,其特征在于,所述第一透镜(1)为非球面透镜,所述第一透镜(1)与所述第二透镜(2)之间的空气间隔大于10mm。

7. 根据权利要求1所述的光学投影系统,其特征在于,所述第八透镜(8)和所述第十透镜(10)的折射率小于所述第九透镜(9)的折射率。

8. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括如权利要求1-7任一项所述的光学投影系统。

## 一种光学投影系统以及电子设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及光学设备技术领域,更具体地,本申请涉及一种光学投影系统以及电子设备。

### 背景技术

[0002] 近年来,光学成像镜头不断演进,除了改善镜头的像差及色差等成像质量,实现光学成像镜头的轻小化也越来越重要。因此,如何提供一个轻薄短小且成像质量良好的光学成像镜头一直都是设计的发展目标。

### 发明内容

[0003] 本申请的一个目的是提供一种光学投影系统以及电子设备新技术方案。

[0004] 根据本申请实施例的第一方面,提供了一种光学投影系统。从放大侧至缩小侧,所述光学投影系统包括:第一透镜组和第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组之间设置有光阑;所述第一透镜组的光焦度为负,所述第二透镜组的光焦度为正;所述第二透镜组包括靠近所述光阑的第一子透镜组和远离所述光阑的第二子透镜组,所述第一子透镜组和所述光阑之间具有第一空气间隔,所述第一子透镜组和所述第二子透镜组之间具有第二空气间隔,所述第一空气间隔为光学投影系统的光学总长的2%-6%,以及所述第二空气间隔小于1mm。

[0005] 可选地,所述第一子透镜组为胶合透镜组,并且所述第二子透镜组为非球面透镜。

[0006] 可选地,从放大侧至缩小侧,所述第一透镜组包括第一透镜、第二透镜、第三透镜和第三子透镜组,所述第一透镜、第二透镜和第三透镜的光焦度均为负,所述第三子透镜组的光焦度为正。

[0007] 可选地,所述第三子透镜组包括第四透镜,所述第四透镜的光焦度为正。

[0008] 可选地,所述第三子透镜组包括第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中在所述第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜中,相邻透镜的光焦度相反。

[0009] 可选地,所述第四透镜和第五透镜胶合连接,所述第六透镜和第七透镜胶合连接。

[0010] 可选地,所述第一透镜、第二透镜和第三透镜的光焦度之和为-0.18~0.14。

[0011] 可选地,所述第一透镜为非球面透镜,所述第一透镜与所述第二透镜之间的空气间隔大于10mm。

[0012] 可选地,沿放大侧至缩小侧,所述第二透镜组包括第八透镜、第九透镜、第十透镜和第十一透镜,所述第八透镜、第九透镜和第十透镜胶合连接形成所述胶合透镜,所述第十一透镜为非球面透镜。

[0013] 可选地,所述第八透镜和所述第十透镜的光焦度为正,所述第九透镜的光焦度为负,所述光焦度为正的透镜的折射率小于光焦度为负的透镜的折射率。

[0014] 根据本申请实施例第二方面,提供了一种电子设备。所述电子设备包括第一方面所述的光学投影系统。

[0015] 在本申请实施例中,提供了一种光学投影系统。光学投影系统包括第一透镜组和第二透镜组,第二透镜组包括第一子透镜组和第二子透镜组。本申请通过对第一子透镜组与光阑之间的第一空气间隔以及第一子透镜组和第二子透镜组之间的第二空气间隔进行限定,确保光学投影系统的光学总长不会过长,缩小光学投影系统的体积。

[0016] 通过以下参照附图对本申请的示例性实施例的详细描述,本申请的其它特征及其优点将会变得清楚。

### 附图说明

[0017] 构成说明书的一部分的附图描述了本申请的实施例,并且连同说明书一起用于解释本申请的原理。

[0018] 图1所示为本申请光学投影系统的结构图一。

[0019] 图2所示为图1中光学投影系统的色差图。

[0020] 图3所示为图1中光学投影系统的畸变图。

[0021] 图4所示为图1中光学投影系统的调制传递函数图。

[0022] 图5所示为图1中光学投影系统的离焦曲线图。

[0023] 图6所示为本申请实施例光学投影系统的结构图二。

[0024] 图7所示为图2中光学投影系统的色差图。

[0025] 图8所示为图2中光学投影系统的畸变图。

[0026] 图9所示为图2中光学投影系统的调制传递函数图。

[0027] 图10所示为图2中光学投影系统的离焦曲线图。

[0028] 图11所示为本申请其中一个实施例的调制传递函数图。

[0029] 图12所示为本申请其中一个实施例的调制传递函数图。

[0030] 图13所示为本申请其中一个实施例的调制传递函数图。

[0031] 图14所示为图1中光学投影系统的光路图。

[0032] 图15所示为图6中光学投影系统的光路图。

[0033] 附图标记说明:

[0034] 30、第一透镜组;40、第二透镜组;20、第一子透镜组;

[0035] 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、第十透镜;11、第十一透镜;12、光阑;13、图像源;14、平板玻璃;15、棱镜。

### 具体实施方式

[0036] 现在将参照附图来详细描述本申请的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。

[0037] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本申请及其应用或使用的任何限制。

[0038] 对于相关领域普通技术人员已知的技术和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术和设备应当被视为说明书的一部分。

[0039] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0040] 应注意:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0041] 本申请提供了一种光学投影系统,参照图1、图14以及图6和图15所示,从放大侧至缩小侧,所述光学投影系统包括:第一透镜组30和第二透镜组40,所述第一透镜组30和所述第二透镜组40之间设置有光阑12;所述第一透镜组30的光焦度为负,所述第二透镜组40的光焦度为正;所述第二透镜组40包括靠近所述光阑12的第一子透镜组20和远离所述光阑12的第二子透镜组,所述第一子透镜组20和所述光阑12之间具有第一空气间隔,所述第一子透镜组20和所述第二子透镜组之间具有第二空气间隔,所述第一空气间隔为光学投影系统的总长的2%-6%,以及所述第二空气间隔小于1mm。在一个可选的实施例中,第一空气间隔为光学投影系统的总长的4%-6%。在另一个可选的实施例中,第一空气间隔为光学投影系统的总长的2%-5%。

[0042] 换句话说,本申请的光学投影系统应用于投影装置,光学投影系统还包括的图像源13、平板玻璃14、棱镜15。沿光线传输方向包括缩小侧和放大侧,图像源13、平板玻璃14、棱镜15、第二透镜组40和第一透镜组30沿同一光轴依次设于缩小侧和放大侧之间。其中,缩小侧为投影过程中,生成投影光线的图像源13(比如DMD芯片)所在的一侧,也即像方;放大侧为投影过程中,用于显示投影图像的投影面(比如投影屏幕)所在的一侧,也即物方。投影光线的传输方向为由缩小侧至放大侧。但是在实际设计光学投影系统时,根据光路可逆原理,从实际的放大侧至缩小侧对光线进行模拟。

[0043] 本申请实施例中,图像源13可选用数字微镜元件(Digital Micromirror Device, DMD)芯片。DMD是由很多矩阵排列的数字微反射镜组成,工作时每个微反射镜都能够朝正反两个方向进行偏转并锁定,从而使光线按既定的方向进行投射,并且以数万赫兹的频率进行摆动,将来自照明光源的光束通过微反射镜的翻转反射进入光学系统成像在屏幕上。DMD具有分辨率高,信号无需数模转换等优点。本实施例采用0.2" DMD,投射比0.7,140% offset(偏轴)或者采用0.23" DMD,投射比0.5,140% offset(偏轴)。当然,图像源13也可以选用硅上液晶(Liquid Crystal On Silicon, LCOS)芯片或其他可用于出射光线的显示元件,本申请对此不作限制。

[0044] 在该实施例中,第一透镜组30的光焦度为负,第二透镜组40的光焦度为正,对各个透镜组的光焦度进行合理搭配,使得整个光学投影系统具有较佳的光线汇聚能力。另外第二透镜组40包括靠近光阑12的第一子透镜组20和远离光阑12的第二子透镜组,通过对第一子透镜组20和第二子透镜组之间的空气间隔以及第一子透镜组20和光阑12之间的空气间隔进行优化配置,能够有效的减小光学投影系统的总长,从而达到轻薄化以及小型化。因此,本申请光学投影系统在满足成像质量的同时,能有效减小光学投影系统的总长度,达到轻薄化、小型化。

[0045] 在一个实施例中,所述第一子透镜组20为胶合透镜组,并且所述第二子透镜组为非球面透镜。

[0046] 在该实施例中,第一子透镜组20为靠近光阑12设置的胶合透镜组。胶合透镜组能够减少色差或消除色差。胶合透镜组的消色差设计也有助于减少球差。特别的,本实施例胶

合透镜组靠近光阑12设置,能够提升胶合透镜组减少色差或者消除色差的效果。

[0047] 在该实施例中,第二子透镜组为非球面透镜,即在第二透镜组40中,最靠近图像源13的透镜为非球面透镜,也即在第二透镜组40中,最远离放大侧的透镜为非球面透镜。将第二子透镜组设置为非球面透镜,降低了边缘像差,提升了光学投影系统的成像效果。特别的,本实施例对胶合透镜组与第二子透镜之间的空气间隔进行了限定,进一步提升非球面透镜对不同视场的像差的校正效果。具体地,因为非球面透镜的作用是校正不同视场的像差,需要与其相邻透镜之间有充分的空气间隔来产生校正的效果。在一个可选的实施例中,为了缩小光学投影系统的整体体积,同时又不影响非球面透镜对像差的校正效果,胶合透镜组与所述非球面透镜之间的空气间隔小于1mm且大于0.1mm。

[0048] 在一个实施例中,从放大侧至缩小侧,所述第一透镜组30包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第三子透镜组,所述第一透镜1、第二透镜2和第三透镜3的光焦度均为负,所述第三子透镜组的光焦度为正。

[0049] 在该实施例中,第一透镜组30包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第三子透镜组,为了确保第一透镜组30的光焦度为负,在第一透镜组30中,光焦度为负的透镜的数量多于光焦度为正的透镜的数量。

[0050] 在该实施例中,在第一透镜组30中,光焦度的为正的透镜的作用为中和第一透镜组30的光焦度,尽量保证第一透镜组30光焦度平衡。具体地,由于第一透镜组30中前三片透镜提供的都是负光焦度,因此成像像差都是负的。第三子透镜组的光焦度为正,正光焦度的透镜能够抵消一部分负光焦度,减弱第一透镜组30的像差。

[0051] 在一个实施例中,参照图1所示,所述第三子透镜组包括第四透镜4,所述第四透镜4的光焦度为正。

[0052] 具体地,从放大侧至缩小侧,第一透镜组30包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第四透镜4。在第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第四透镜4中,光焦度顺序为:负负负正。

[0053] 在该实施例中,在第一透镜组30中,将靠近放大侧的前三片透镜的光焦度设置为负。在对光学投影系统进行模拟时,光学投影系统的第一透镜组30对入射光线进行偏折,入射光线能够以较大的负入射角进入光学投影系统内,光线到达第三透镜3时,入射角基本为 $0^{\circ}$ ,最终以较小的正入射角进入第二透镜组40,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大,即第一透镜组30对光线具有收束作用,将光束收敛(若按实际投影效果则为将光束发散)。例如在一个具体的实施例中,前三片透镜将入射光线由 $-50^{\circ}$ 左右收缩到 $0^{\circ}$ ,在扩大到 $+5^{\circ}$ 左右,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大。

[0054] 在一个实施例中,参照图6所示,所述第三子透镜组包括第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6和第七透镜7,其中在所述第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6和第七透镜7中,相邻透镜的光焦度相反。

[0055] 在该实施例中,为了确保第三子透镜组的光焦度为正光焦度,对第三子透镜组中四个透镜的光焦度进行合理分配,以使第三子透镜组的光焦度为正光焦度。另外在该实施例中,第三子透镜组中第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6和第七透镜7的光焦度为正负正负,或者第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6和第七透镜7的光焦度为负正负正,通过正光焦度和负光焦度交替设置,对子透镜组20的光焦度进行合理分配。

[0056] 在一个实施例中,所述第四透镜4和第五透镜5胶合连接,所述第六透镜6和第七透镜7胶合连接。

[0057] 在该实施例中,第四透镜4和第五透镜5胶合连接形成了一个胶合透镜,同时第六透镜6和第七透镜7胶合连接形成了一个胶合透镜。因此在该实施例中,第一透镜组30中包含了两组胶合透镜,通过两组胶合透镜以校正成像过程中出现的色差等问题。

[0058] 在一个实施例中,所述第一透镜1、第二透镜2和第三透镜3的光焦度之和为 $-0.18 \sim 0.14$ 。

[0059] 参照图1所示,在第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第四透镜4中,光焦度顺序为:负负负正。在该实施例中,在第一透镜组30中,将靠近放大侧的前三片透镜的光焦度设置为负。在对光学投影系统进行模拟时,光学投影系统的第一透镜组30对入射光线进行偏折,入射光线能够以较大的负入射角进入光学投影系统内,光线到达第三透镜3时,入射角基本为 $0^\circ$ ,最终以较小的正入射角进入第二透镜组40,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大,即第一透镜组30对光线具有收束作用,将光束收敛(若按实际投影效果则为将光束发散)。例如在一个具体的实施例中,前三片透镜将入射光线由 $-50^\circ$ 左右收缩到 $0^\circ$ ,在扩大到 $+5^\circ$ 左右,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大。

[0060] 参照图6所示,所述第一透镜1、第二透镜2和第三透镜3的光焦度之和为 $-0.14 \sim -0.11$ 。在第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7中,光焦度顺序为:负负负正负正。在该实施例中,在第一透镜组30中,将靠近放大侧的前三片透镜的光焦度设置为负。在对光学投影系统进行模拟时,光学投影系统的第一透镜组30对入射光线进行偏折,入射光线能够以较大的负入射角进入光学投影系统内,光线到达第三透镜3时,入射角基本为 $0^\circ$ ,最终以较小的正入射角进入第二透镜组40,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大,即第一透镜组30对光线具有收束作用,将光束收敛(若按实际投影效果则为将光束发散)。例如在一个具体的实施例中,前三片透镜将入射光线由 $-56^\circ$ 左右收缩到 $0^\circ$ ,在扩大到 $+5^\circ$ 左右,保证光线进入第二透镜组40的角度不会太大。

[0061] 在一个实施例中,参照图1和图6所示,所述第一透镜1为非球面透镜,所述第一透镜1与所述第二透镜2之间的空气间隔大于10mm。

[0062] 在该实施例中,第一透镜1为非球面透镜,即在第一透镜组30中,最远离图像源13的透镜为非球面透镜,也即在第一透镜组30中,最靠近放大侧的透镜为非球面透镜。将第一透镜1设置为非球面透镜,降低了边缘像差,提升了光学投影系统的成像效果。

[0063] 本实施例对第一透镜组30与第二透镜2之间的空气间隔进行了限定,进一步提升非球面透镜对不同视场的像差的校正效果。具体地,因为非球面透镜的作用是校正不同视场的像差,需要与其相邻透镜之间有足够的空气距离来产生校正的效果。

[0064] 在一个实施例中,参照图1和图6所示,沿放大侧至缩小侧,所述第二透镜组40包括第八透镜8、第九透镜9、第十透镜10和第十一透镜11,所述第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10胶合连接形成胶合透镜,所述第十一透镜11为非球面透镜。

[0065] 在该实施例中,第二透镜组40中的第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10胶合连接形成胶合透镜,其中在第二透镜组40中,胶合透镜最靠近放大侧设置,第十一透镜11最靠近图像源13设置,即在第一透镜组30和第二透镜组40设置光阑12的情况下,胶合透镜设置在光阑12附近,以进一步提升消除色差的效果。

[0066] 在该实施例中,第十一透镜11为非球面透镜,即在第二透镜组40中,最靠近图像源13的透镜为非球面透镜,也即在第二透镜组40中,最远离放大侧的透镜为非球面透镜。将第十一透镜设置为非球面透镜,降低了边缘像差,提升了光学投影系统的成像效果。

[0067] 在一个实施例中,所述第八透镜8和所述第十透镜10的光焦度为正,所述第九透镜9的光焦度为负,所述光焦度为正的透镜的折射率小于光焦度为负的透镜的折射率。

[0068] 在该实施例中,在第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10中,光焦度为正的透镜的大于光焦度为负的透镜的数量。具体地,第一透镜组30光焦度为负,为了平衡光学投影系统像差,第二透镜组40整体光焦度要为正,因此光焦度为正的透镜数量要多于光焦度为负的透镜数量。

[0069] 在该实施例中,在第二透镜组40中使用胶合镜片的原因是为了消除色差,其中,光焦度为正的透镜的折射率小于光焦度为负的透镜的折射率,即高折射率与低折射率组合的胶合透镜有利于消除色差。

[0070] 在一个具体的实施例中,第一透镜组30中包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5和第六透镜6和第七透镜7,第四透镜4和第五透镜5胶合连接形成了胶合透镜。第二透镜组40中包括第八透镜8、第九透镜9、第十透镜10和第十一透镜11,第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10胶合连接形成了胶合透镜。在该实施例中,光学投影系统具有较大视场角,而色差与视场角线性相关,视场角越大,色差越大。本实施例中,为了降低光学投影系统的色差,采用三组胶合镜来消除色差。在一个具体的实施例中,所述光焦度为正的透镜的折射率范围为1.48-1.6,所述光焦度为负的透镜的折射率范围为1.8-1.85。

[0071] 根据本申请实施例第二方面,提供了一种电子设备。所述电子设备包括如第一方面所述的光学投影系统。在该实施例中,电子设备为投影装置。例如投影装置可以是投影机、或者照明光机等。

[0072] 实施例1

[0073] 在一个具体的实施例中,参照图1所示,从放大侧至缩小侧,第一透镜组30包括了第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3和第四透镜4,第一透镜组30的光焦度顺序为:负负负正。从放大侧至缩小侧,第二透镜组40包括了第八透镜8、第九透镜9、第十透镜10和第十一透镜11,第二透镜组40的光焦度顺序为:正负正正。其中第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10胶合连接。

[0074] 在该实施例中,第一透镜1中靠近放大侧的面为凸面,与第二透镜2相邻设置的面为凹面;第二透镜2中与第一透镜1相邻设置的面为凸面,与第三透镜3相邻设置的面凹面;第三透镜3中与第二透镜2相邻设置的面为凸面,与第四透镜4相邻设置的面凹面;第四透镜4中与第三透镜3相邻设置的面为凸面,与光阑12相邻设置的面为凸面;第八透镜8中与光阑12相邻设置的面为凸面,与第九透镜9相邻设置的面为凸面;第九透镜9中与第八透镜8相邻设置的面为凹面,与第十透镜10相邻设置的面为凹面;第十透镜10中与第九透镜9相邻设置的面为凸面,与第十一透镜11相邻设置的面为凸面;第十一透镜11中与第十透镜10相邻设置的面为凸面,与棱镜15相邻设置的面为凸面。

[0075] 在该实施例中,第一透镜1的焦距范围为:-22~-20;第二透镜2的焦距范围为:-17~-14;第三透镜3的焦距范围为:-21~-17;第四透镜4的焦距范围为:11~14;第八透镜8的焦距范围为:-98~-90;第九透镜9的焦距范围为:-23~-19;第十透镜10的焦距范围为:37



~42;第十一透镜11的焦距范围为:10~13。

[0076] 在该实施例中,各透镜采用合理的面形结构以及光焦度搭配,使整个透镜组具有较佳的光线汇聚能力;另外,通过对各透镜之间空气间隔进行优化配置,能够有效地减小光学透镜组的总长度,从而达到轻薄化,小型化。因此,本发明光学成像透镜组在满足大视场角成像的同时,能有效减小透镜组的总长度,达到轻薄化、小型化。

[0077] 在该实施例中,从放大侧至缩小侧,光学投影系统包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、光阑12、第八透镜8、第九透镜9、第十透镜10和第十一透镜11。

[0078] 上述每片透镜的具体参数如下表1所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
[0079] 1	塑料	75.1	4.53	1.53	55.8
		9.5	4.53		
2	玻璃	30.9	2.845	1.5	81.6
		6.67	4.32		
3	玻璃	40.2	4.56	1.79	44.2
		10.65	4.39		
[0080] 4	玻璃	12.8	4.6	1.76	26.6
		-42.1	4		
8/9/10	玻璃	20.36	4.5	1.5	81.6
		-6.22	1.06	1.7	30.1
		14.35	2.86	1.5	81.6
		-12.84	0.8		
11	玻璃	11.28	3.3	1.59	61.2
		-16.2	1		

[0081] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表2所示:

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
[0082] 1	11.89	8.64E-5	-2.26E-7	4.44E-10	-5.2E-13
	-0.236	5.87E-5	1.33E-7	2.1E-8	-3.38E-10
11	-1.925	-1.78.8E-5	-1.17E-6	1.04E-7	-3.9E-9
	-2.747	3.75E-5	-7.44E-7	5.9E-8	-3.24E-9

[0083] 在该实施例中,采用0.2" DMD,140%offset设计,光学投影系统能够达到的效果为:投射比:0.7,光学系统焦距:3mm~3.5mm;视场角:48°~54°;像圆直径:7.7mm~8.1mm;系统F数:1.72~1.79。

[0084] 经过测量,得到的上述光学成像模组的各视场参数如图2至图5所示。

[0085] 如图2所示,是光学投影系统的色差图。从图中可以看出,在可见光谱波段,色差值小于4um,具有较高的图像色彩还原性。

[0086] 如图3所示,是光学投影系统的畸变(Distortion)值图,由图可见,光学投影系统的畸变值均小于0.6%(通常需小于<1%即可),可见在各个视场下经该系统成像后的畸变也会较小,完全能满足人眼对畸变的要求。

[0087] 如图4所示为本实施例的调制传递函数图(modulation transfer function, MTF)。图4为投影光学系统在不同像高的下的调制传递函数图。其中横轴为空间频率(Spatial Frequency in cycles per mm),纵轴为OTF模量(Modulus of the OTF)。由图可知在空间频率在0mm-93mm的区间内图像的OTF模值一直能够保持在0.5以上,通常来说OTF模值越接近1图像的质量越高,但是由于各种因素的影响,并不存在OTF模值为1的情况,一般当OTF模值能够保持在0.5以上时,即表示图像具有很高的成像质量,画面的清晰度极佳,所以由此可知本实施例的光学投影系统具有更高的成像质量。

[0088] 如图5所示为本实施例离焦曲线图,从图中可以看出该光学投影系统在可见光下的离焦量小。

[0089] 实施例2

[0090] 实施例2与实施例1的区别在于:每片透镜的曲率半径、厚度以及非球面透镜的参数不同。在该实施例中,每片透镜的的具体参数如下表3所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	75.6	4.48	1.53	55.8
		9.49	4.53		
2	玻璃	32	2.84	1.5	81.6
		6.68	4.32		
3	玻璃	35	4.52	1.79	44.2
		10.5	4.41		
4	玻璃	13.16	4.52	1.76	26.6
		-35	4		
8/9/10	玻璃	21.7	4.49	1.5	81.6
		-6.211	1.1	1.7	30.1
		14.3	2.94	1.5	81.6
		-12.7	0.78		
11	玻璃	11.3	3.28	1.59	61.2
		-16.1	1		

[0091] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表4所示:

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
1	11.86	8.62e-5	-2.26e-7	4.45e-10	-5.22e-13
	-0.236	6.02e-5	1.38e-7	2.15e-8	-3.38e-10
11	-1.931	-1.81e-5	-1.17e-6	1.03e-7	-4.02e-9
	-2.767	3.79e-5	-7.51e-6	5.89e-8	-3.24e-9

[0092] 在该实施例中,采用0.2" DMD, 140% offset设计,光学投影系统能够达到的效果为:投射比:0.7,光学系统焦距:3mm~3.5mm;视场角:48°~54°;像圆直径:7.7mm~8.1mm;系统F数:1.72~1.79。

[0093] 实施例3

[0094] 实施例3与实施例1的区别在于:每片透镜的曲率半径、厚度以及非球面透镜的参

数不同。在该实施例中，每片透镜的具体参数如下表5所示：

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	75.9	4.42	1.53	55.8
		9.53	4.5		
2	玻璃	28.53	2.83	1.5	81.6
		6.63	4.32		
3	玻璃	Infinity	4.17	1.79	44.2
		15.5	4.32		
4	玻璃	14.23	4.48	1.76	26.6
		-32.53	4.15		
8/9/10	玻璃	22.69	4.5	1.5	81.6
		-6.07	1.11	1.7	30.1
		14	2.93	1.5	81.6
		-12.78	0.81		
11	玻璃	11.33	3.32	1.59	61.2
		-16.181	1		

[0097] 在本实施例中，第一透镜1为非球面透镜，以及第十一透镜11为非球面透镜，其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表6所示：

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
1	11.788	8.59e-5	-2.27e-7	4.48e-10	-5.21e-13
	-0.241	5.33e-5	1.36e-7	2.09e-8	-3.39e-10
11	-1.922	-1.76e-5	-1.11e-6	1.07e-7	-3.76e-9
	-2.738	3.73e-5	-7.65e-7	6.06e-8	-3.09e-9

[0099] 在该实施例中，采用0.2”DMD, 140%offset设计，光学投影系统能够达到的效果为：投射比：0.7，光学系统焦距：3mm~3.5mm；视场角：48°~54°；像圆直径：7.7mm~8.1mm；系统F数：1.72~1.79。

[0100] 实施例4

[0101] 实施例4与实施例1的区别在于：每片透镜的曲率半径、厚度以及非球面透镜的参数不同。在该实施例中，每片透镜的具体参数如下表7所示：

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	60	4.4	1.53	55.8
		9.46	4.53		
2	玻璃	40	2.79	1.5	81.6
		6.61	4.32		
3	玻璃	200	4.2	1.79	44.2
		15.2	4.39		
4	玻璃	13.96	4.37	1.76	26.6
		-34.9	4.13		
8/9/10	玻璃	21.8	4.505	1.5	81.6
		-6.2	1.184	1.7	30.1
		14.1	3.025	1.5	81.6
		-12.4	0.89		
11	玻璃	11.26	3.17	1.59	61.2
		-18	1		

[0103] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表8所示:

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
1	11.694	8.58e-5	-2.269e-7	4.435e-10	-5.33e-13
	-0.238	5.43e-5	1.456e-7	2.112e-8	-3.366e-10
11	-1.948	-1.92e-5	-1.112e-6	1.094e-7	-3.627e-9
	-2.983	4.03e-5	-6.152e-7	6.41e-8	-3.32e-9

[0104] 在该实施例中,采用0.2" DMD, 140% offset设计,光学投影系统能够达到的效果为:投射比:0.7,光学系统焦距:3mm~3.5mm;视场角:48°~54°;像圆直径:7.7mm~8.1mm;系统F数:1.72~1.79。

[0105] 实施例5

[0106] 在一个具体的实施例中,参照图6所示,从放大侧至缩小侧,光学投影系统包括第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7、第八透镜8、第九透镜9、第十透镜10、第十一透镜11。其中第七透镜7和第八透镜8之间设置有光阑12。第四透镜4和第五透镜5胶合连接。第六透镜6和第七透镜7胶合连接。第八透镜8、第九透镜9和第十透镜10胶合连接。光学投影系统的光焦度排列顺序为:负负负正负正负/正负正正。在该实施例中,第一透镜1的光焦度范围为:-0.045~-0.043;第二透镜2的光焦度范围为:-0.062~-0.06;第三透镜3的光焦度范围为:-0.068~-0.066;第四透镜4的光焦度范围为:0.052~0.054;第五透镜5的光焦度范围为:0.016~0.018;第六透镜6的光焦度范围为:0.024~0.026;第七透镜7的光焦度范围为:0~0.002;第八透镜8的光焦度范围为:-0.04~-0.038;第九透镜9的焦距范围为:-0.068~-0.066;第十透镜10的焦距范围为:0.038~0.04;第十一透镜11的焦距范围为:0.075~0.077。在该实施例中,能够得到光学投影系统的系统参数为:系统焦距:2.5mm~3mm;视场角:53°~59°;像圆直径:8.5mm~9.1mm;系统F数:1.65~1.75。本系统适用于0.23" DMD TR 0.5 140% offset设计。

[0109] 具体地,参照图6所示,第一透镜1中靠近放大侧的面为凸面,远离放大侧的面为凹面;第二透镜2中与第一透镜1相邻设置的面为凸面,与第三透镜3相邻设置的面为凹面;第三透镜3中与第二透镜2相邻设置的面为凹面,与第四透镜4相邻设置的面为凹面;第四透镜4中与第三透镜3相邻设置的面为凸面,与第五透镜5相邻设置的面为凸面。第五透镜5中与第四透镜4相邻设置的面为凸面,与第六透镜6相邻设置的面为平面。第六透镜6中与第五透镜5相邻设置的面为凸面,与第七透镜7相邻设置的面为凸面。第七透镜7中与第六透镜6相邻设置的面为凹面,与光阑12相邻设置的面为平面;第八透镜8中与光阑12相邻设置的面为平面,与第九透镜9相邻设置的为凸面。第九透镜9中与第八透镜8相邻设置的面为凹面,与第十透镜10相邻设置的面为凹面。第十透镜10中与第九透镜9相邻设置的面为凸面,与第十一透镜11相邻设置的面为凸面;第十一透镜11中与第十透镜10相邻设置的面为凸面,最靠近图像源13的面为凸面。

[0110] 上述每片透镜的具体参数如下表9所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	68.05	3.8	1.53	55.8
		10.3	10.29		
2	玻璃	26.4	1.43	1.73	28.3
		8.29	5.9		
3	玻璃	-17.355	1.38	1.5	81.6
		13.177	2.19		
4/5	玻璃	19.42	4.57	1.72	29.5
		-14.53	4.7	1.5	81.6
		-413	0.8		
6/7	玻璃	16.93	3.05	1.6	38.1
		-17.5	1.1	1.78	26.1
		66.4	7.5		
8/9/10	玻璃	145.4	2.66	1.59	68.3
		-5.75	2.06	1.83	37.2
		14.3	3.76	1.5	81.6
		-7.88	0.1		
11	玻璃	13.78	5.34	1.58	59.4
		-17.57	2		

[0113] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表10所示:

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
1	17.6	4.314E-5	-8.22E-8	1.01E-10	-4.932E-14
	-0.42	4.591E-4	2.665E-7	-1.21E-9	-2.077E-12
11	-87	5.889E-6	-3.49E-5	9.1E-7	-1.262E-8
	-0.4	1.815E-5	-2.56E-6	-8.97E-9	-1.34E-9

[0115] 经过测量,得到的上述光学成像模组的各视场参数如图7至图10所示。

[0116] 如图7所示,是光学投影系统的色差图。从图中可以看出,在可见光谱波段,色差值小于4 $\mu\text{m}$ ,具有较高的图像色彩还原性。

[0117] 如图8所示,是光学投影系统的畸变(Distortion)值图,由图可见,光学投影系统的畸变值均小于0.5% (通常需小于<1%即可),可见在各个视场下经该系统成像后的畸变也会较小,完全能满足人眼对畸变的要求。

[0118] 如图9所示为本实施例的调制传递函数图(modulation transfer function, MTF)。图9为投影光学系统在不同像高的下的调制传递函数图。其中横轴为空间频率(Spatial Frequency in cycles per mm),纵轴为OTF模量(Modulus of the OTF)。由图可知在空间频率在0mm-93mm的区间内图像的OTF模值一直能够保持在0.5以上,通常来说OTF模值越接近1图像的质量越高,但是由于各种因素的影响,并不存在OTF模值为1的情况,一般当OTF模值能够保持在0.5以上时,即表示图像具有很高的成像质量,画面的清晰度极佳,所以由此可知本实施例的光学投影系统具有更高的成像质量。

[0119] 如图10所示为本实施例离焦曲线图,从图中可以看出该光学投影系统在可见光下的离焦量小。

[0120] 实施例6

[0121] 实施例6与实施例5的区别在于:每片透镜的曲率半径、以及非球面透镜的参数不同。在该实施例中,每片透镜的具体参数如下表11所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	67	3.8	1.53	55.8
		10.9	10.29		
2	玻璃	26.1	1.43	1.73	28.3
		7.99	5.9		
3	玻璃	-16.2	1.38	1.5	81.6
		13.8	2.19		
4/5	玻璃	18.5	4.57	1.72	29.5
		-14.1	4.7	1.5	81.6
		-480	0.8		
6/7	玻璃	15.8	3.05	1.6	38.1
		-18.2	1.1	1.78	26.1
		69.9	7.5		
8/9/10	玻璃	140.1	2.66	1.59	68.3
		-5.78	2.06	1.83	37.2
		13.8	3.76	1.5	81.6
		-7.48	0.1		
11	玻璃	13.55	5.34	1.58	59.4
		-17.99	2		

[0122] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表12所示:

序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
[0124] 1	17.69	4.35E-5	-8.12E-8	1.678E-10	-4.35E-14
	-0.46	4.87E-4	2.36E-7	-1.32E-9	-2.48E-12
11	-15	5.13E-6	-3.74E-5	9.877E-7	-1.85E-8
	-0.49	1.75E-5	-2.54E-6	-8.45E-9	-1.46E-9

[0125] 在该实施例中,能够得到光学投影系统的系统参数为:系统焦距:2.5mm~3mm;视场角:53°~59°;像圆直径:8.5mm~9.1mm;系统F数:1.65~1.75。本系统适用于0.23”DMD TR 0.5 140%offset设计。

[0126] 如图11所示为本实施例的调制传递函数图(modulation transfer function, MTF)。图11为投影光学系统在不同像高的下的调制传递函数图。其中横轴为空间频率(Spatial Frequency in cycles per mm),纵轴为OTF模量(Modulus of the OTF)。由图可知在空间频率在0mm-93mm的区间内图像的OTF模值一直能够保持在0.5以上,通常来说OTF模值越接近1图像的质量越高,但是由于各种因素的影响,并不存在OTF模值为1的情况,一般当OTF模值能够保持在0.5以上时,即表示图像具有很高的成像质量,画面的清晰度极佳,所以由此可知本实施例的光学投影系统具有更高的成像质量。

[0127] 实施例7

[0128] 实施例7与实施例5的区别在于:每片透镜的曲率半径、以及非球面透镜的参数不同。在该实施例中,每片透镜的具体参数如下表13所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
[0129] 1	塑料	55	3.8	1.53	55.8
		10.1	10.29		
2	玻璃	27.2	1.43	1.73	28.3
		8.51	5.9		
3	玻璃	-17.28	1.38	1.5	81.6
		13.99	2.19		
4/5	玻璃	18.15	4.57	1.72	29.5
		-15.35	4.7	1.5	81.6
		-402	0.8		
6/7	玻璃	16.74	3.05	1.6	38.1
		-17.9	1.1	1.78	26.1
		62.1	7.5		
8/9/10	玻璃	149.2	2.66	1.59	68.3
		-5.13	2.06	1.83	37.2
		14.84	3.76	1.5	81.6
		-7.88	0.1		
11	玻璃	13.58	5.34	1.58	59.4
		-16.91	2		

[0130] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表14所示:

[0131]	序号	CONIC	A2	A3	A4	A5
	1	17.69	4.35E-5	-8.12E-8	1.678E-10	-4.35E-14
[0132]	11	-0.46	4.87E-4	2.36E-7	-1.32E-9	-2.48E-12
		-15	5.13E-6	-3.74E-5	9.877E-7	-1.85E-8
		-0.49	1.75E-5	-2.54E-6	-8.45E-9	-1.46E-9

[0133] 在该实施例中,能够得到光学投影系统的系统参数为:系统焦距:2.5mm~3mm;视场角:53°~59°;像圆直径:8.5mm~9.1mm;系统F数:1.65~1.75。本系统适用于0.23”DMD TR 0.5 140%offset设计。

[0134] 如图12所示为本实施例的调制传递函数图(modulation transfer function, MTF)。图12为投影光学系统在不同像高的下的调制传递函数图。其中横轴为空间频率(Spatial Frequency in cycles per mm),纵轴为OTF模量(Modulus of the OTF)。由图可知在空间频率在0mm-93mm的区间内图像的OTF模值一直能够保持在0.5以上,通常来说OTF模值越接近1图像的质量越高,但是由于各种因素的影响,并不存在OTF模值为1的情况,一般当OTF模值能够保持在0.5以上时,即表示图像具有很高的成像质量,画面的清晰度极佳,所以由此可知本实施例的光学投影系统具有更高的成像质量。

[0135] 实施例8

[0136] 实施例8与实施例5的区别在于:每片透镜的曲率半径、以及非球面透镜的参数不同。在该实施例中,每片透镜的具体参数如下表15所示:

透镜序号	镜片材料	曲率半径 mm	厚度 mm	折射率 Nd	阿贝数 Vd
1	塑料	95	3.8	1.53	55.8
		11.2	10.29		
2	玻璃	28.1	1.43	1.73	28.3
		8.6	5.9		
3	玻璃	-18.5	1.38	1.5	81.6
		13.85	2.19		
4/5	玻璃	15.69	4.57	1.72	29.5
		-15.85	4.7	1.5	81.6
		-385	0.8		
6/7	玻璃	19.25	3.05	1.6	38.1
		-14.8	1.1	1.78	26.1
		45.2	7.5		
8/9/10	玻璃	120.3	2.66	1.59	68.3
		-6.5	2.06	1.83	37.2
		14.2	3.76	1.5	81.6
		-7.16	0.1		
11	玻璃	14.26	5.34	1.58	59.4
		-15.26	2		

[0139] 在本实施例中,第一透镜1为非球面透镜,以及第十一透镜11为非球面透镜,其余透镜为球面透镜。其中非球面透镜对应的球面参数如表16所示:



序号	CONIC	A2	A3	A4	A5	
[0140]	1	17.1	4.98E-5	-8.68E-8	1.85E-10	-4.85E-14
		-0.49	4.45E-4	2.36E-7	-1.32E-9	-2.47E-12
	11	-89.2	5.19E-6	-3.12E-5	9.78E-7	-1.36E-8
		-0.35	1.43E-5	-2.78E-6	-8.154E-9	-1.15E-9

[0141] 在该实施例中,能够得到光学投影系统的系统参数为:系统焦距:2.5mm~3mm;视场角:53°~59°;像圆直径:8.5mm~9.1mm;系统F数:1.65~1.75。本系统适用于0.23”DMD TR 0.5 140%offset设计。

[0142] 如图13所示为本实施例的调制传递函数图(modulation transfer function, MTF)。图13为投影光学系统在不同像高的下的调制传递函数图。其中横轴为空间频率(Spatial Frequency in cycles per mm),纵轴为OTF模量(Modulus of the OTF)。由图可知在空间频率在0mm-93mm的区间内图像的OTF模值一直能够保持在0.5以上,通常来说OTF模值越接近1图像的质量越高,但是由于各种因素的影响,并不存在OTF模值为1的情况,一般当OTF模值能够保持在0.5以上时,即表示图像具有很高的成像质量,画面的清晰度极佳,所以由此可知本实施例的光学投影系统具有更高的成像质量。

[0143] 上文实施例中重点描述的是各个实施例之间的不同,各个实施例之间不同的优化特征只要不矛盾,均可以组合形成更优的实施例,考虑到行文简洁,在此则不再赘述。

[0144] 虽然已经通过示例对本申请的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上示例仅是为了进行说明,而不是为了限制本申请的范围。本领域的技术人员应该理解,可在不脱离本申请的范围和精神的情况下,对以上实施例进行修改。本申请的范围由所附权利要求来限定。

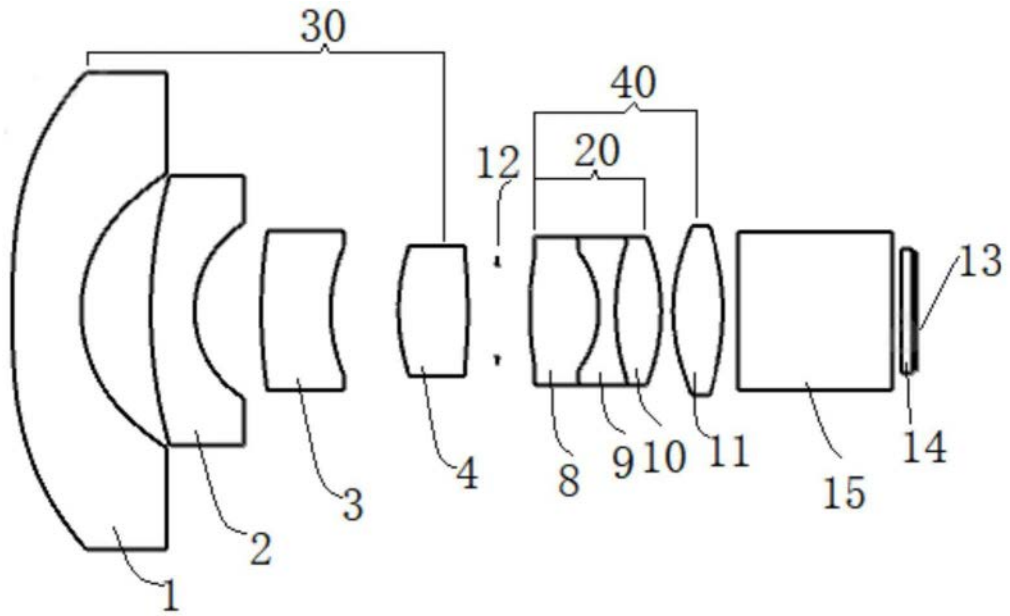


图1

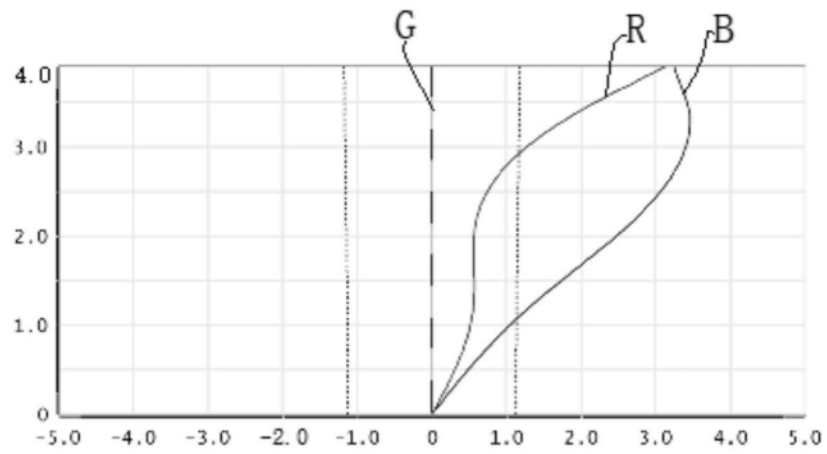


图2

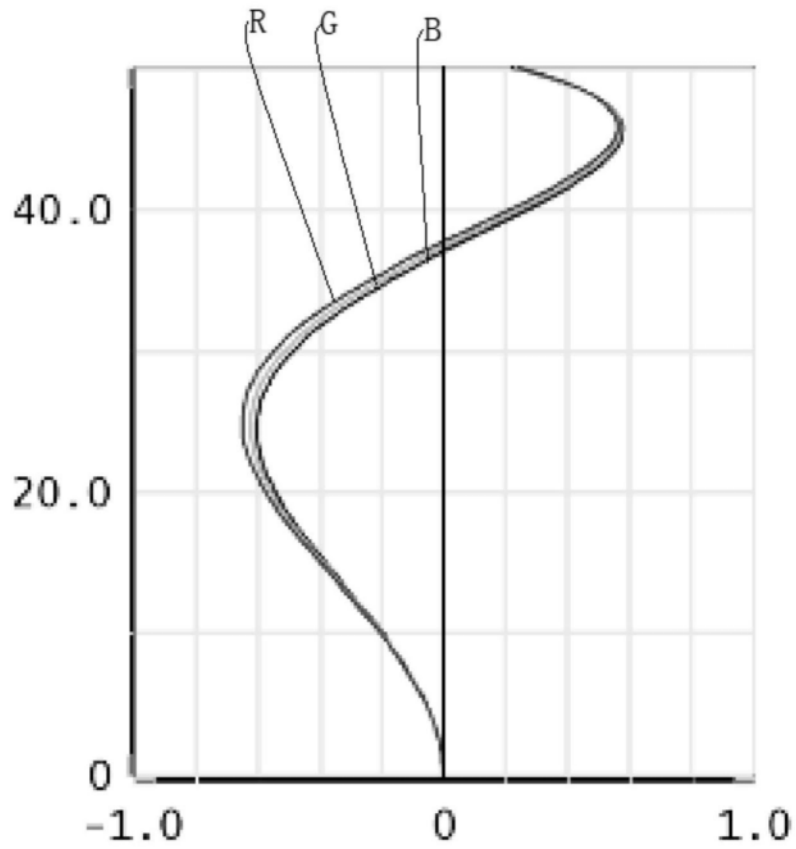


图3

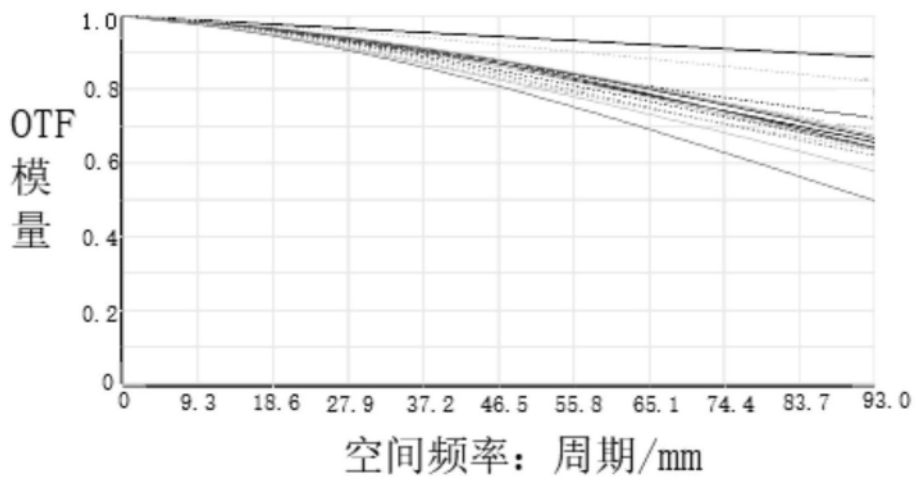


图4

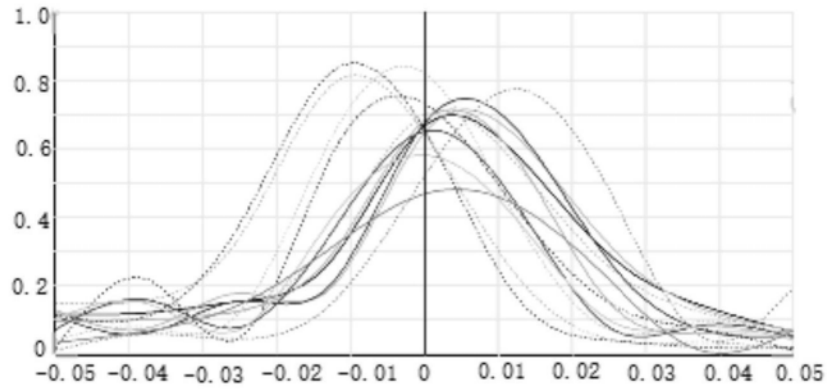


图5

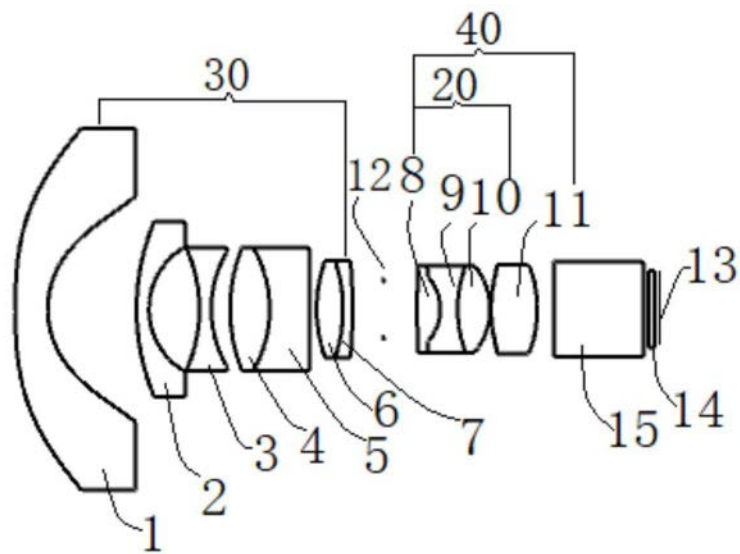


图6

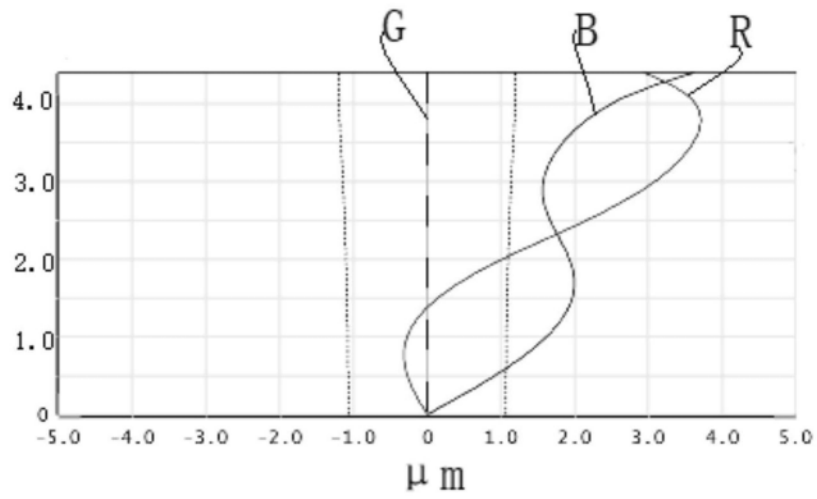


图7

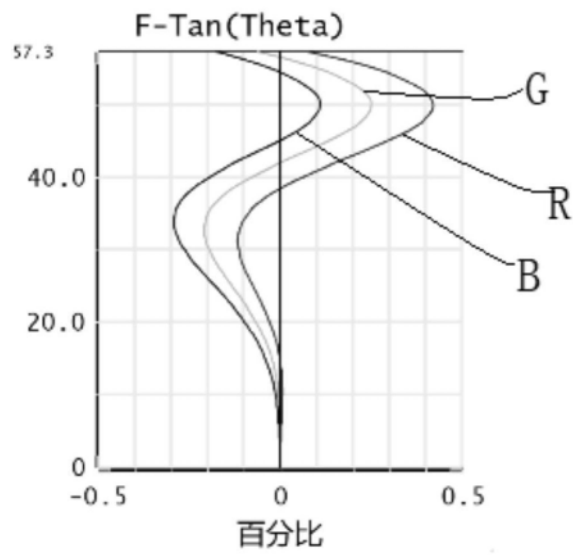


图8

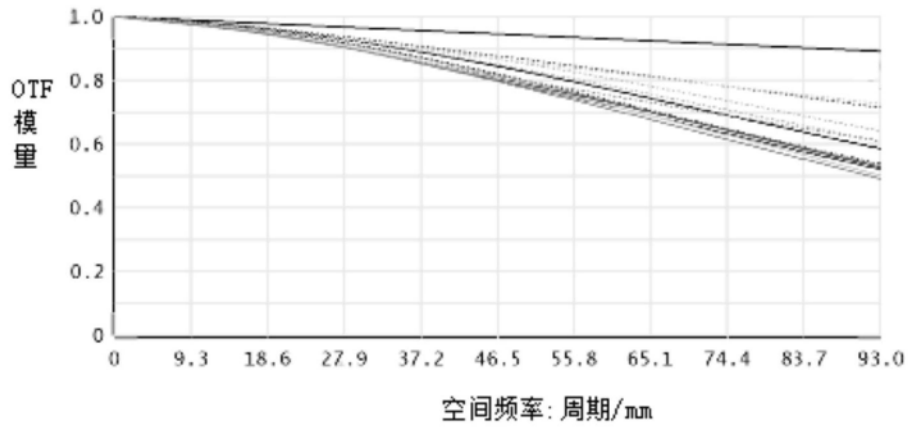


图9

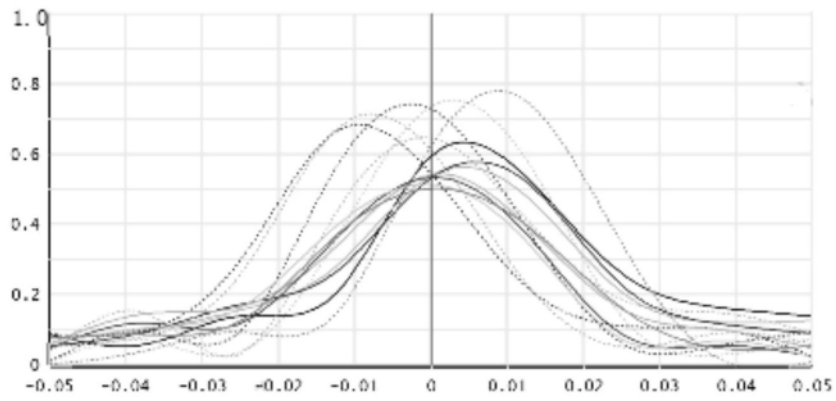


图10

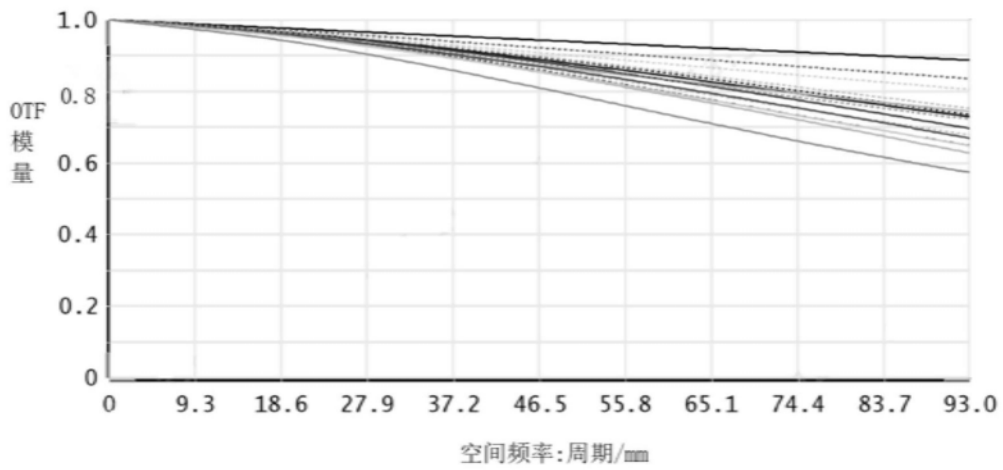


图11

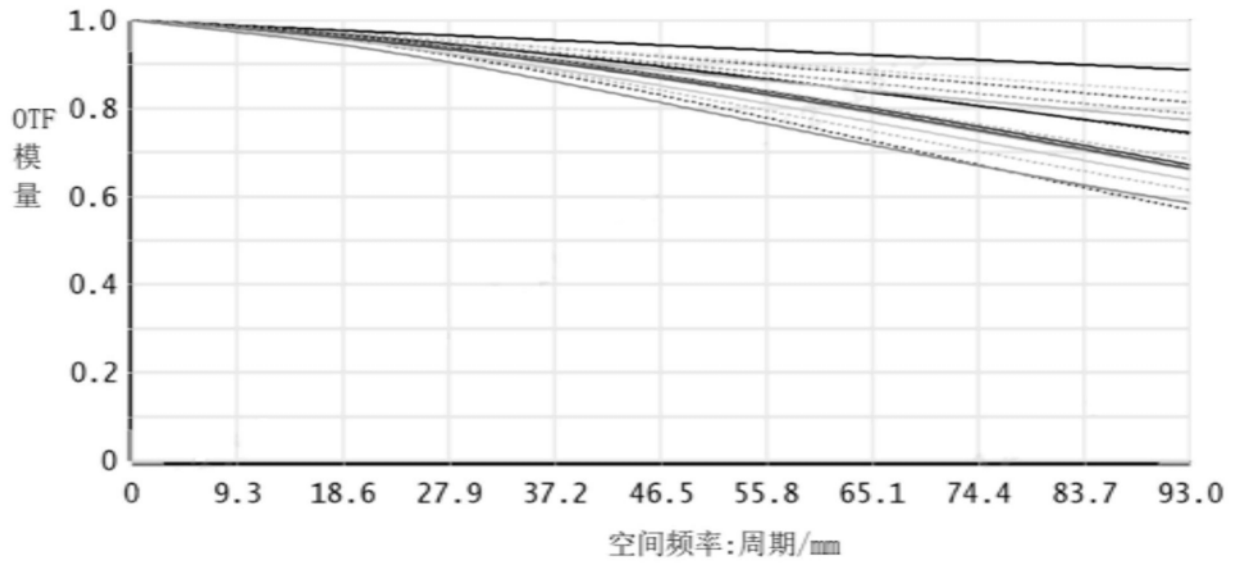


图12

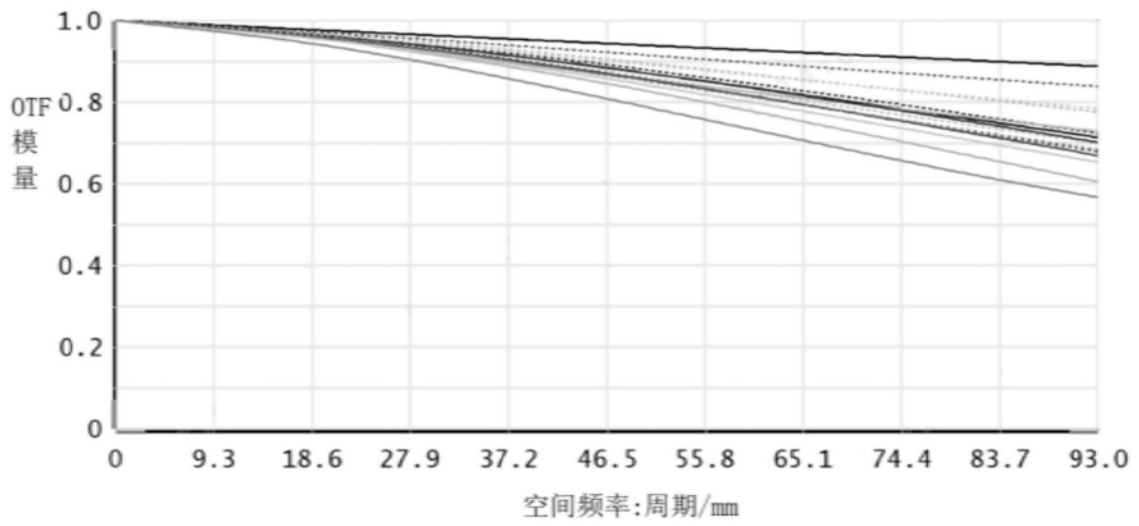


图13

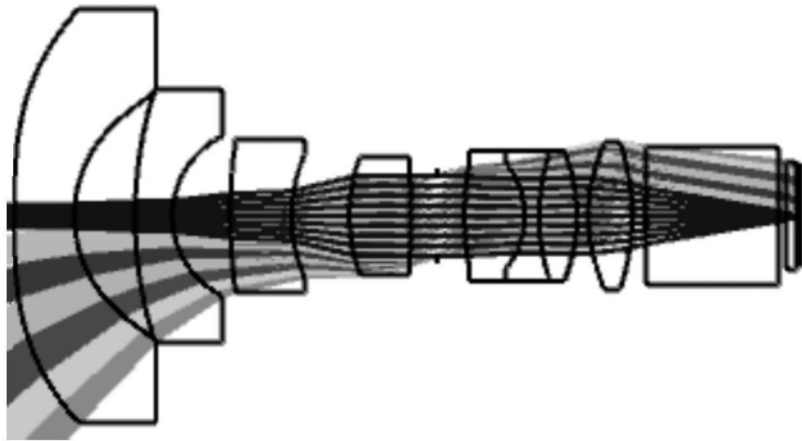


图14

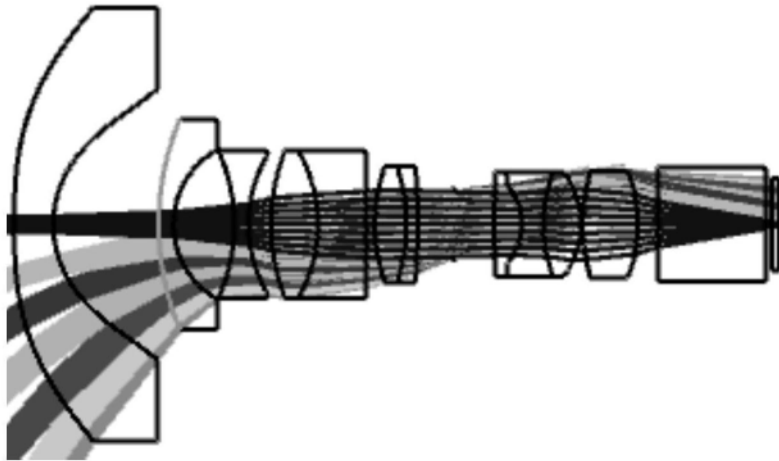


图15