(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218824924 U
(45)授权公告日 2023.04.07

(21)申请号 202222764690.0

(22)申请日 2022.10.20

(73)专利权人 成都理想境界科技有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区世纪城路1129号天府软件园A区8栋1层

(72)发明人 请求不公布姓名

(51)Int.Cl.
G02B 13/00(2006.01)
G02B 13/18(2006.01)
G02B 26/10(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

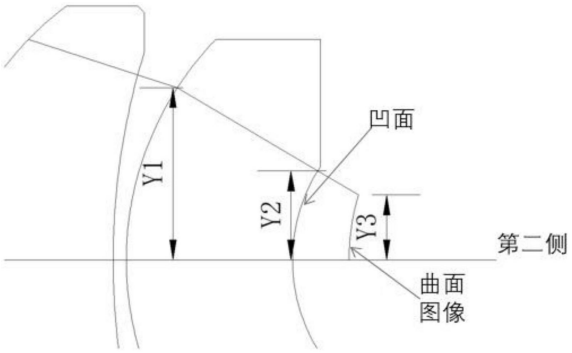
权利要求书1页 说明书22页 附图19页

(54)实用新型名称

一种光学成像镜组及扫描显示装置

(57)摘要

本申请公开了一种光学成像镜组及扫描显示装置，其涉及显示成像技术领域。需要说明的是，本申请实施例提供的光学成像镜组，通过对光学成像镜组工作时的Y1、Y2和Y3进行定义，并对Y2和Y3进行比例关系的限定以及对出瞳距离进行数值范围的限定，使得由多个透镜组成的光学成像镜组能够将第二侧的曲面图像进行清晰的成像，从而使得光学成像镜组在安装调配时能够快速精准地匹配到曲面图像，故本申请实施例提供光学成像镜组不但能够实现像方曲面图像的高质量清晰成像，而且还有利于使整个光学成像镜组的装配工艺难度得到降低，同时也有利于在低成本下实现批量化的装配生产，为包含有光学成像镜组的产品加工品控奠定了良好的技术基础。



CN 218824924 U

1.一种光学成像镜组,其特征在于,所述光学成像镜组包括多个透镜,所述多个透镜由第一侧至第二侧依次共光轴设置,所述光学成像镜组的所述第二侧对应曲面图像;

靠近所述曲面图像且与所述曲面图像相对的透镜表面为凹面,具有所述凹面的所述透镜由所述第一侧到所述第二侧依次具有第一侧表面和第二侧表面,所述第二侧表面对应所述凹面;当所述光学成像镜组工作时,光线与所述第一侧表面、所述第二侧表面和所述曲面图像依次形成有最大值的交高Y1、Y2和Y3,其中,所述Y2和所述Y3存在关系:1.2≤Y2/Y3≤2.0;

所述光学成像镜组的出瞳距离为1.3-5.3mm。

2.根据权利要求1所述的光学成像镜组,其特征在于,所述Y1和所述Y2存在关系:1.5≤Y1/Y2≤2.5。

3.根据权利要求2所述的光学成像镜组,其特征在于,所述Y1和所述Y2存在关系:1.6≤Y1/Y2≤1.9。

4.根据权利要求3所述的光学成像镜组,其特征在于,所述Y2和所述Y3存在关系:1.3≤Y2/Y3≤1.5。

5.根据权利要求1所述的光学成像镜组,其特征在于,所述光学成像镜组的所述出瞳距离为1.5-3.5mm。

6.根据权利要求1～5任意一项所述的光学成像镜组,其特征在于,所述曲面图像的曲面朝向和所述凹面的曲面朝向相同。

7.根据权利要求6所述的光学成像镜组,其特征在于,所述曲面图像由载有光信号的光纤摆动所形成。

8.根据权利要求6所述的光学成像镜组,其特征在于,所述曲面图像沿所述光轴方向的投影为曲面投影,所述曲面图像上的积分表面积为第一积分表面积,所述第一积分表面积在所述曲面投影上所对应的积分表面积为第二积分表面积,所述第一积分表面积与所述第二积分表面积一一对应;

所述曲面投影上的所述第二积分表面积大小由中心向四周逐渐减小。

9.根据权利要求6所述的光学成像镜组,其特征在于,过所述曲面图像中心点的切平面具有垂直于所述切平面的法向量,所述法向量过所述中心点,所述中心点为所述曲面图像与所述切平面的交点O,所述曲面图像上任意一个不过所述交点O的点为P,所述P点在所述法向量上对应的投影点为P',所述交点O到所述P'的位移D存在以下关系:0<D<0.5mm;

过所述P点的斜率随着所述P点远离所述法向量而越来越小。

10.一种扫描显示装置,其特征在于,包括光纤扫描器及前述权利要求1至9中任一项所述的光学成像镜组,所述光纤扫描器用于扫描并出射待显示图像的光,所述光学成像镜组用于将所述光纤扫描器出射的光对应的扫描面进行放大成像及投射;

其中,所述光纤扫描器包括致动器和固定于所述致动器上的光纤,所述光纤超过所述致动器的部分形成光纤悬臂,所述光纤悬臂在所述致动器的驱动下进行二维扫描。

一种光学成像镜组及扫描显示装置

技术领域

[0001] 本申请涉及显示成像技术领域,具体涉及一种光学成像镜组及扫描显示装置。

背景技术

[0002] 显示成像技术广泛应用于各行各业,其中,扫描显示成像作为一种新兴的显示技术,可用于投影显示、近眼显示等多种应用场景。

[0003] 然而,现有的扫描显示成像系统中,存在着加工难度高,量产成本高以及成像质量不佳等缺点,致使扫描显示成像技术在市场推广应用过程中受到一定的限制,尤其是在光纤扫描显示技术领域,由于光纤扫描时所形成的像方图像为曲面,因此,很难实现对像方曲面的清晰成像。

实用新型内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种光学成像镜组及扫描显示装置,以解决像方曲面图像的清晰成像问题。

[0005] 本申请实施例提供一种光学成像镜组,所述光学成像镜组包括多个透镜,所述多个透镜由第一侧至第二侧依次共光轴设置,所述光学成像镜组的所述第二侧对应曲面图像;

[0006] 靠近所述曲面图像且与所述曲面图像相对的透镜表面为凹面,具有所述凹面的所述透镜由所述第一侧到所述第二侧依次具有第一侧表面和第二侧表面,所述第二侧表面对应所述凹面;当所述光学成像镜组工作时,光线与所述第一侧表面、所述第二侧表面和所述曲面图像依次形成有最大值的交高Y1、Y2和Y3,其中,所述Y2和所述Y3存在关系:1.2≤Y2/Y3≤2.0;

[0007] 所述光学成像镜组的出瞳距离为1.3-5.3mm。

[0008] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述Y1和所述Y2存在关系:1.5≤Y1/Y2≤2.5。

[0009] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述Y1和所述Y2存在关系:1.6≤Y1/Y2≤1.9。

[0010] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述Y2和所述Y3存在关系:1.3≤Y2/Y3≤1.5。

[0011] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述光学成像镜组的所述出瞳距离为1.5-3.5mm。

[0012] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述曲面图像的曲面朝向和所述凹面的曲面朝向相同。

[0013] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述曲面图像由载有光信号的光纤摆动所形成。

[0014] 进一步地,在本申请较佳实施例当中,所述曲面图像沿所述光轴方向的投影为曲

面投影，所述曲面图像上的积分表面积为第一积分表面积，所述第一积分表面积在所述曲面投影上所对应的积分表面积为第二积分表面积，所述第一积分表面积与所述第二积分表面积一一对应；

[0015] 所述曲面投影上的所述第二积分表面积大小由中心向四周逐渐减小。

[0016] 进一步地，在本申请较佳实施例当中，过所述曲面图像中心点的切平面具有垂直于所述切平面的法向量，所述法向量过所述中心点，所述中心点为所述曲面图像与所述切平面的交点O，所述曲面图像上任意一个不过所述交点O的点为P，所述P点在所述法向量上对应的投影点为P'，所述交点O到所述P'的位移D存在以下关系：0<D<0.5mm；

[0017] 过所述P点的斜率随着所述P点远离所述法向量而越来越小。

[0018] 本申请实施例还提出一种扫描显示装置，其包括光纤扫描器及前述的光学成像镜组，所述光纤扫描器用于扫描并出射待显示图像的光，所述光学成像镜组用于将所述光纤扫描器出射的光对应的扫描面进行放大成像及投射；

[0019] 其中，所述光纤扫描器包括致动器和固定于所述致动器上的光纤，所述光纤超过所述致动器的部分形成光纤悬臂，所述光纤悬臂在所述致动器的驱动下进行二维扫描。

[0020] 采用本申请实施例中的技术方案可以实现以下技术效果：

[0021] 本申请实施例中，通过对光学成像镜组工作时的Y1、Y2和Y3进行定义，并对Y2和Y3进行比例关系的限定以及对出瞳距离进行数值范围的限定，使得由多个透镜组成的光学成像镜组能够将第二侧的曲面图像进行清晰的成像，从而使得光学成像镜组在安装调配时能够快速精准地匹配到曲面图像，故本申请实施例提供光学成像镜组不但能够实现像方曲面图像的高质量清晰成像，而且还有利于使整个光学成像镜组的装配工艺难度得到降低，同时也有利于在低成本下实现批量化的装配生产，为包含有光学成像镜组的产品加工品控奠定了良好的技术基础。

[0022] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请的技术方案而了解。本申请的目的和其它优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构和/或流程来实现和获得。

附图说明

[0023] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述，本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0024] 图1a、1b是说明性的扫描显示系统的结构示意图；

[0025] 图2是本申请实施例提供的光纤扫描器扫描输出的示意图；

[0026] 图3a是本申请实施例提供的光学成像镜组关于凹面、曲面图像以及Y1、Y2和Y3的结构示意图；

[0027] 图3b是本申请实施例提供的光学成像镜组关于出瞳距离的结构示意图；

[0028] 图4是本申请实施例提供的光学成像镜组所对应的曲面图像的构造特点示意图；

[0029] 图5是本申请实施例一提供的一种光学成像镜组的结构示意图；

[0030] 图6是本申请实施例一中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0031] 图7是本申请实施例一中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0032] 图8是本申请实施例一中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0033] 图9是本申请实施例二提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0034] 图10是本申请实施例二中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0035] 图11是本申请实施例二中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0036] 图12是本申请实施例二中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0037] 图13是本申请实施例三提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0038] 图14是本申请实施例三中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0039] 图15是本申请实施例三中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0040] 图16是本申请实施例三中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0041] 图17是本申请实施例四提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0042] 图18是本申请实施例四中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0043] 图19是本申请实施例四中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0044] 图20是本申请实施例四中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0045] 图21是本申请实施例五提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0046] 图22是本申请实施例五中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0047] 图23是本申请实施例五中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0048] 图24是本申请实施例五中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0049] 图25是本申请实施例六提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0050] 图26是本申请实施例六中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0051] 图27是本申请实施例六中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0052] 图28是本申请实施例六中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0053] 图29是本申请实施例七提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0054] 图30是本申请实施例七中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0055] 图31是本申请实施例七中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0056] 图32是本申请实施例七中光学成像镜组的垂轴色差图；

[0057] 图33是本申请实施例八提供的光学成像镜组的结构示意图；

[0058] 图34是本申请实施例八中光学成像镜组的MTF曲线图；

[0059] 图35是本申请实施例八中光学成像镜组的场曲畸变曲线图；

[0060] 图36是本申请实施例八中光学成像镜组的垂轴色差图。

[0061] 图标：100-处理器；110-激光器组；120-光纤扫描模组；130-传输光纤；140-光源调制电路；150-扫描驱动电路；160-合束单元；121-扫描致动器；121a-慢轴；121b-快轴；122-光纤悬臂；123-镜组；124-扫描器封装壳；125-固定件；230-扫描曲面；240-成像平面；01-光阑；02-扫描曲面；03-光阑；04-扫描曲面；05-光阑；06-扫描曲面；07-光阑；08-扫描曲面；09-光阑；10-扫描曲面；11-光阑；12-扫描曲面；13-光阑；14-扫描曲面；15-光阑；16-扫描曲面。

具体实施方式

[0062] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关实用新型，而非对该实用新型的限定。还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与有关实用新型相关的部分。

[0063] 首先需要说明的是,为了使得本领域技术人员对本申请提供的光学成像镜组的技术发明点和作用技术效果有较为清楚和深刻的了解,申请人先对于本申请提供的光学成像镜组的应用使用场景进行示意性的阐述:

[0064] 说明性扫描显示系统

[0065] 对于目前的扫描显示成像来说,可由微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System,MEMS)或光纤扫描显示(Fiber Scanning Display,FSD)设备实现。其中,FSD方案作为一种新型扫描显示成像方式,通过光纤扫描器实现图像的扫描输出。为了使本领域技术人员能够清楚地理解本申请方案,下面对光纤扫描成像的简要原理及相应系统进行阐述。

[0066] 如图1a所示,为本申请中的一种说明性的扫描显示系统,其中主要包括:

[0067] 处理器100、激光器组110、光纤扫描模组120、传输光纤130、光源调制电路140、扫描驱动电路150及合束单元160。其中,处理器100可以为图形处理器(Graphics Processing Unit,GPU)、中央处理器(Central Processing Unit,CPU)或者其它具有控制功能、图像处理功能的芯片或电路,这里并不进行具体限定。需要说明的是,系统工作时,处理器100可根据待显示的图像数据控制光源调制电路140对激光器组110进行调制,激光器组110中包含多个单色激光器,分别发出不同颜色的光束。从图1a中可见,激光器组110中具体可采用红(Red,R)、绿(Green,G)、蓝(Blue,B)三色激光器。激光器组110中各激光器发出的光束经由合束单元160合束为一束激光并耦入至传输光纤130中。另外,还需要说明的是,处理器100还可控制扫描驱动电路150驱动光纤扫描模组120中的光纤扫描器进行扫动,从而将传输光纤130中传输的光束扫描输出。

[0068] 由光纤扫描器扫描输出的光束作用于介质表面上某一像素点位置,并在该像素点位置上形成光斑,便实现了对该像素点位置的扫描。在光纤扫描器带动下,传输光纤130输出端按照一定扫描轨迹扫动,从而使得光束移动至对应的像素点位置。实际扫描过程中,传输光纤130输出的光束将在每个像素点位置形成具有相应图像信息(如:颜色、灰度或亮度)的光斑。在一帧的时间里,光束以足够高的速度遍历每一像素点位置完成一帧图像的扫描,由于人眼观察事物存在“视觉残留”的特点,故人眼便无法察觉光束在每一像素点位置上的移动,而是看见一帧完整的图像。

[0069] 继续参考图1b,为光纤扫描模组120的具体结构,其中包括:扫描致动器121、光纤悬臂122、镜组123、扫描器封装壳124以及固定件125。扫描致动器121通过固定件125固定于扫描器封装壳124中,传输光纤130在扫描致动器121的前端延伸形成光纤悬臂122(也可称为扫描光纤),工作时,扫描致动器121在扫描驱动信号的驱动下,其慢轴121a(也称第一致动部)沿竖直方向(该竖直方向平行于图1a、1b中参考坐标系内的Y轴,在本申请中,该竖直方向也可称为第一方向)振动,其快轴121b(也称第二致动部)沿水平方向(该水平方向平行于图1a、1b中参考坐标系内的X轴,在本申请中,该水平方向也可称为第二方向)振动,受扫描致动器121带动,光纤悬臂122的前端按预设轨迹进行二维扫动并出射光束,出射的光束便可透过镜组123实现扫描成像。一般地,可将扫描致动器121及光纤悬臂122所构成的结构称为:光纤扫描器。

[0070] 如图2所示,本申请实施例中,通过快慢轴的运动,光纤出光端的运动轨迹形成扫描曲面230,经相应的镜组123后,转换为成像平面240。当应用于诸如增强现实(Augmented Reality,AR)设备这样的近眼显示设备中时,成像平面240将作为波导的入瞳耦入至波导

中,进行成像以便人眼观看。

[0071] 进一步地,为了便于表述并使得本领域技术人员容易理解本申请的方案,需要说明的是,本申请中的光学成像镜组(如图2中所示的镜组123)作为目镜,经过该光学成像镜组的作用,可将扫描曲面230转换为成像平面240(实际应用时,光线的传输方向为:由扫描曲面230至成像平面240的方向),从而在此将光学成像镜组对应成像平面240的一侧,称为第一侧,而将光学成像镜组对应扫描曲面230的一侧,称为第二侧。在后续内容中,便采用“第一侧”和“第二侧”为参照,对光学成像镜组的实施例方案进行描述。并且,后续实施例中的描述,诸如对光学成像镜组中的某一透镜而言,“第X透镜的第一侧表面”则是指第X透镜朝向第一侧的表面。

[0072] 进一步需要说明的是,在投影领域,第一侧对应的图像为平面图像,对应的平面图像载体可以为如投影屏幕、幕布或墙面等,第二侧对应的图像为曲面图像,即为光纤扫描器扫描出的或其它图像源发射出的呈弧形的扫描面;在摄像领域使用场景下,光路与在投影领域时相反,第一侧对应的一般为采集图像信息的物侧面,第二侧对应的一般为采集成像得到的像侧面。

[0073] 光学成像镜组

[0074] 请结合参照图1-图3b,本申请实施例中的光学成像镜组包括多个透镜,所述多个透镜由第一侧至第二侧依次共光轴设置,所述光学成像镜组的所述第二侧对应曲面图像;靠近所述曲面图像且与所述曲面图像相对的透镜表面为凹面,具有所述凹面的所述透镜由所述第一侧到所述第二侧依次具有第一侧表面和第二侧表面,所述第二侧表面对应所述凹面;当所述光学成像镜组工作时,光线与所述第一侧表面、所述第二侧表面和所述曲面图像依次形成有最大值的交高Y1、Y2和Y3,其中,所述Y2和所述Y3存在关系:1.2≤Y2/Y3≤2.0;所述光学成像镜组的出瞳距离为1.3-5.3mm。需要说明的是,本申请实施例中,通过对光学成像镜组工作时的Y1、Y2和Y3进行定义,并对Y2和Y3进行比例关系的限定以及对出瞳距离进行数值范围的限定,使得由多个透镜组成的光学成像镜组能够将第二侧的曲面图像进行清晰的成像,从而使得光学成像镜组在安装调配时能够快速精准地匹配到曲面图像,故本申请实施例提供光学成像镜组不但能够实现像方曲面图像的高质量清晰成像,而且还有利于使整个光学成像镜组的装配工艺难度得到降低,同时也有利于在低成本下实现批量化的装配生产,为包含有光学成像镜组的产品加工品控奠定了良好的技术基础。需要强调的是,优选地,所述光学成像镜组的所述出瞳距离为1.5-3.5mm。

[0075] 进一步需要解释说明的是,请参照图3b,本申请实施例中的光学成像镜组的多个透镜由入瞳位置至出瞳位置依次共光轴设置,光学成像镜组的出瞳位置对应曲面图像,也即对应光学成像镜组的第二侧;光学成像镜组的入瞳位置对应光学成像镜组的第一侧。请继续结合参照图1至图3b,多个透镜中与出瞳位置靠近且相对的透镜表面(即就是最靠近曲面图像的透镜表面)为凹面,光轴和凹面交叉形成有交点,交点与出瞳位置的距离为出瞳距离。

[0076] 更进一步需要解释说明的是,请继续参照图3b,从左至右,即从第一侧至第二侧,依次为入瞳(入瞳位置),光学成像镜组,出瞳(出瞳位置),具体地:

[0077] 入瞳:入瞳是限制入射光束的有效孔径,是孔径光阑对前方光学系统所成的像,是孔径光阑在物空间的共轭相,入瞳和出瞳相对应;

[0078] 入瞳位置:入瞳位置是孔径光阑对前方光学系统所成像的位置点,入瞳位置的计算是将孔径光阑的中心看做一个物点,向前方光学系统进行光线追迹,得到与光轴上点的交点坐标,通常以距离第一个透镜的面的距离作为入瞳距离;

[0079] 出瞳:光学系统的口径光阑在光学系统像空间所成的像为镜头的出瞳;

[0080] 出瞳位置:出瞳位置是孔径光阑对后方光学系统所成像的位置点,出瞳位置的计算是将孔径光阑的中心看做一个物点,向后方光学系统进行光线追迹,得到与光轴上点的交点坐标,通常以距离最后一个透镜面的距离作为出瞳距离。

[0081] 出瞳位置的测量:在入瞳位置中心设置1点光源,通过所设计镜头成像,点光源的最佳成像位置为出瞳位置。

[0082] 为了进一步优化交高Y1、Y2和Y3的比例关系,以此带来更优的技术效果,在本申请实施例当中,限定Y1和Y2存在以下关系:1.5≤Y1/Y2≤2.5,并且优选地,Y1、Y2和Y3存在以下关系,1.6≤Y1/Y2≤1.9;1.3≤Y2/Y3≤1.5。

[0083] 进一步还需要说明的是,通过对Y1、Y2以及Y3的比例限定,可以对应限制所述第一侧表面、所述第二侧表面和所述曲面图像的一些物理或/和几何特征,如它们各自对应的有效口径(在本申请Y1、Y2以及Y3的上述比例限定下,第一侧表面的有效口径范围在2.14-4.34mm,第二侧表面的有效口径范围在0.8-2.75mm,曲面图像的像面高度在0.57-1.97mm);当然在本申请其它实施例当中,并不仅仅包括如上述的有效口径这一种特征,还可以是其它相关特征。

[0084] 进一步地,在一种可能的实施方式中,请参照图3a,所述曲面图像的曲面朝向和所述凹面的曲面朝向相同。需要说明的是,通过限定曲面图像和凹面的曲面朝向为同向,可以使得距离曲面图像最近的透镜很好地适配曲面图像,有利于接收大视角的光线,以此可以更全面充分地撷取来自曲面图像的信息。

[0085] 进一步地,在一种可能的实施方式中,所述曲面图像由载有光信号的光纤摆动所形成,如前文所述的光纤扫描器上的光纤摆动所形成的曲面图像。当然,需要说明的是,在本申请其它实施例当中,并不限定曲面图像的形成方式如本实施例所述,还可以是其它方式所形成的曲面图像,如所述曲面图像为连续输出的光源经过移动所形成或所述曲面图像由自发光源所形成均可。

[0086] 进一步可选地,在一种可能的实施方式中,所述曲面图像沿所述光轴方向的投影为曲面投影,所述曲面图像上的积分表面积为第一积分表面积,所述第一积分表面积在所述曲面投影上所对应的积分表面积为第二积分表面积,所述第一积分表面积与所述第二积分表面积一一对应。需要说明的是,所述曲面投影上的所述第二积分表面积大小由中心向四周逐渐减小。

[0087] 进一步可选地,在一种可能的实施方式中,请参照图4,过所述曲面图像中心点的切平面具有垂直于所述切平面的法向量,所述法向量过所述中心点,所述中心点为所述曲面图像与所述切平面的交点O,所述曲面图像上任意一个不过所述交点O的点为P,所述P点在所述法向量上对应的投影点为P',所述交点O到所述P'的位移D存在以下关系:0<D<0.5mm。需要说明的是,过所述P点的斜率随着所述P点远离所述法向量而越来越小。

[0088] 进一步地,在一种可能的实施方式中,多个透镜之间的连接方式可以采用间隔连接,也可以采用粘合方式粘合在一起,具体将根据实际应用的需要而定,这里并不进行限

制。需要说明的是，在本申请实施例中，多个透镜的数量优选地为6个、7个、8个以及9个；需要强调的是，在本申请其它实施例当中，并不限定多个所述透镜的数量，其可以是3个、4个、5个、10个、11个等。

[0089] 进一步可选地，在一种可能的实施方式中，第一侧表面为凹面，是指第一侧表面朝向光学成像镜组的第一侧方向形成凹陷的形状；第二侧表面为凹面，是指第二侧表面朝向光学成像镜组的第二侧方向形成凹陷的形状。

[0090] 进一步地，在某些实施方式中，透镜的面型并不是整个侧面均为凹面或凸面，透镜的面型可能为复合型曲面，或近光轴部分为曲面而边缘部分非曲面；尤其是可选地，当透镜表面为凸面且未界定该凸面位置时，则表示该凸面可位于透镜表面近光轴处；同理，当透镜表面为凹面且未界定该凹面位置时，则表示该凹面可位于透镜表面近光轴处。

[0091] 进一步可选地，在一种可能的实施方式中，多个透镜中的一些透镜的第一侧表面和第二侧表面设置为非球面面形结构。需要说明的是，通过将镜面结构限定设计为非球面面形结构，借此可获得较多的控制变量，用以消减像差、合理缩减透镜数目，故在提升图像显示质量的基础上，还有助于光学成像镜组的小型化或微型化。另外，透镜的第一侧表面和/或第二侧表面为非球面面形结构，可以理解为该透镜表面光学有效区整个或者其中一部分为非球面。

[0092] 另外，还需要说明的是，本申请实施例公开的光学成像镜组，可选地，可以设置至少一个光阑，其可位于第一透镜之前(第一侧)、各透镜之间或最后，一个透镜之后(第二侧)，该光阑的种类可以为如孔径光阑或视场光阑等，可用于减少杂散光，有助于提升图像显示质量。

[0093] 本申请实施例还提供一种如上述光学成像镜组的应用，具体地，将所述光学成像镜组应用于显示领域或成像领域。需要说明的是，显示领域包括显示成像领域；另外，在本申请其它实施例中，光学成像镜组的应用不限于本申请实施例提供的显示领域或成像领域，还可以是其它能够利用到本申请光学成像镜组技术原理特征的相关领域以及对应的相关技术产品。

[0094] 实施例一

[0095] 图5为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图5中的光阑01所在一侧)至第二侧(也即，图5中的扫描曲面02(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一胶合透镜、第二透镜、第三胶合透镜、第四透镜、第五胶合透镜、第六透镜和第七透镜。需要说明的是，本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为2.579mm，靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为1.28mm，Y1/Y2为1.647；Y2/Y3为1.293，出瞳距离为2.084mm。

[0096] 进一步具体地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距及镜片类型如下表1所示：

[0097] 表1光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0098]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	2.579	F1-1	-2.10	胶合球面	-0.82
		F1-2	4.03		1.56
		F2	4.09	球面	1.59
		F3-1	4.72	胶合球面	1.83
		F3-2	-3.16		-1.23
		F4	35.25	非球面	13.67
		F5-1	-3.68	胶合球面	-1.43

[0099]

		F5-2	3.39		1.31
		F6	6.45	非球面	2.50
		F7	-7.86	球面	-3.05

[0100] 进一步地，本实用新型实施例一提供的光学成像镜组，半视场角为14度，其在对扫描曲面02进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表2所示：

[0101] 表2实施例一中光学成像镜组的结构参数

[0102]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑01		无限	1		
2	1	球面	-4.51	0.97	2	25.4
3	2	球面	4.51	1.55	1.5	81.6
4			-3.22	0.18		
5	3	球面	7.42	1.22	1.92	18.9
6			-7.42	0.56		
7	4	球面	4.49	1.27	1.497	81.6
8	5	球面	-4.49	0.41	1.85	23.8
9			7.21	1.26		
10	6	非球面	-0.64	1.63	1.54	55.7
11			-1.17	0.10		
12	7	球面	19.11	0.40	1.92	18.9
13	8	球面	2.91	1.48	1.75	52.3
14			-17.77	0.10		
15	9	非球面	1.76	1.20	1.77	49.6
16			1.91	0.16		
17	10	球面	2.09	0.94	2	25.4
18			1.28	0.47		
19	扫描曲面02	球面	1.7			

[0103] 需要说明的是，表2为实施例一的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-19依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0104] 进一步地，本实施例的光学成像镜组的各个透镜中，具有非球面面形的透镜表面

所对应的非球面系数如下表3所示：

[0105] 表3实施例一中具有非球面面形的透镜表面非球面系数数据

[0106]

表面序号	10	11	15	16
K	-1.36E+00	-9.05E-01	-6.87E-01	-3.41E+00
A4	3.66E-03	2.87E-02	1.34E-02	-3.14E-02
A6	-7.66E-03	-6.54E-03	-6.53E-03	2.75E-02

[0107]

A8	6.02E-03	5.53E-03	1.54E-03	-1.57E-02
A10	-2.46E-02	-4.00E-03	5.51E-04	2.18E-04
A12	3.44E-02	1.66E-03	-6.39E-04	3.52E-03
A14	-1.93E-02	-3.50E-04	2.02E-04	-1.42E-03
A16	3.93E-03	2.97E-05	-2.31E-05	1.74E-04

[0108] 表3为实施例一中的非球面系数数据，其中，k为非球面曲线方程式中的锥面系数，A4到A16则表示各表面第4到16阶非球面系数。

[0109] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图6所示，场曲畸变曲线图如图7所示，垂轴色差曲线图如图8所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0110] 由图6-图8观察可知，实施例一的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0111] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0112] 实施例二

[0113] 图9为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图9中的光阑03所在一侧)至第二侧(也即，图9中的扫描曲面04(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜。需要说明的是，本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为2mm，靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为0.639mm，Y1/Y2为3，Y2/Y3为1.34，出瞳距离为1.347mm。

[0114] 进一步具体地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表4所示：

[0115] 表4光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0116]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	2	F1	8.31	球面	4.15
		F2	-18.09	球面	-9.04
		F3	-20.41	球面	-10.20
		F4	-3.59	球面	-1.80
		F5	4.26	球面	2.13
		F6	9.35	球面	4.67
		F7	4.87	球面	2.44
		F8	-2.81	球面	-1.41

[0117] 进一步地，本实用新型实施例二提供的光学成像镜组，半视场角为9度，其在对扫描曲面04进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表5所示：

[0118] 表5实施例二中光学成像镜组的结构参数

[0119]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑03		无限	1		
2	1	球面	8.53	0.69	1.834	37.2
3			-37.85	0.10		
4	2	球面	2.07	0.84	1.82	18.8
5			1.48	0.93		
6	3	球面	-1.13	1.40	1.8	46.7
7			-1.88	0.10		
8	4	球面	-21.47	0.40	1.92	18.8
9			4.06	0.20		
10	5	球面	5.57	1.37	1.5	81.6
11			-3.17	0.10		
12	6	球面	7.02	0.97	1.5	81.6
13			-13.30	0.10		
14	7	球面	2.43	1.28	1.5	81.6
15			70965.72	0.10		
16	8	球面	1.73	1.40	2	25.4
17			0.64	0.25		
18	扫描曲面04	球面	2.00			

[0120] 需要说明的是，表5为实施例二的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-18依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0121] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学

传递函数曲线图如图10所示，场曲畸变曲线图如图11所示，垂轴色差曲线图如图12所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0122] 由图10-图12观察可知，实施例一的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0123] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0124] 实施例三

[0125] 图13为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图13中的光阑05所在一侧)至第二侧(也即，图13中的扫描曲面06(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜、第八透镜和第九透镜。需要说明的是，本实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为3.19mm，靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为1.47mm，Y1/Y2为1.766，Y2/Y3为1.923，出瞳距离为1.72mm。

[0126] 进一步具体地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表6所示：

[0127] 表6光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0128]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	3.19	F1	2.78	球面	1.08
		F2	-2.25	球面	-0.87

[0129]

		F3	-1.39	球面	-0.54
		F4	4.97	球面	1.93
		F5	7.26	球面	2.82
		F6	-7.83	球面	-3.04
		F7	8.50	球面	3.30
		F8	9.57	球面	3.71
		F9	-119.37	球面	-46.29

[0130] 进一步地，本实用新型实施例三提供的光学成像镜组，半视场角为9度，其在对扫描曲面06进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表7所示：

[0131] 表7实施例三中光学成像镜组的结构参数

[0132]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数

0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑05		无限	1		
2	1	球面	3.01	1.12	1.91	35.3
3			-14.36	0.52		
4	2	球面	-4.96	0.44	1.7	30.1
5			2.44	0.67		
6	3	球面	-1.08	0.74	1.92	20.9
7			-8.05	0.18		
8	4	球面	-4.22	1.59	1.77	49.6
9			-2.35	0.10		
10	5	球面	-13.73	1.17	1.76	52.3
11			-4.09	0.10		
12	6	球面	7.59	0.44	1.92	18.9
13			3.64	0.99		
14	7	球面	12.37	0.99	1.7	56.2
15			-11.15	0.06		
16	8	球面	2.84	1.31	1.75	52.3
17			3.72	0.06		
18	9	球面	2.23	1.47	1.95	32.3
19			1.48	1.08		
20	扫描曲面06	球面	1.7			

[0133] 需要说明的是，表7为实施例三的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-20依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0134] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图14所示，场曲畸变曲线图如图15所示，垂轴色差曲线图如图16所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0135] 由图14-图16观察可知，实施例三的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0136] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0137] 实施例四

[0138] 图17为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图17中的光阑07所在一侧)至第二侧(也即，图17中的扫描曲面08(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第

四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜。需要说明的是，本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为3mm，靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为0.705mm，Y1/Y2为2.47，Y2/Y3为1.2，出瞳距离为1.6mm。

[0139] 进一步具体地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表8所示：

[0140] 表8光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0141]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	3	F1	5.08	球面	1.69
		F2	-5.07	球面	-1.69
		F3	-13.59	球面	-4.53
		F4	-2.27	球面	-0.76
		F5	3.80	球面	1.27

[0142]

		F6	7.84	球面	2.61
		F7	5.05	球面	1.68
		F8	-3.75	球面	-1.25

[0143] 进一步地，本实用新型实施例四提供的光学成像镜组，半视场角为9度，其在对扫描曲面08进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表9所示：

[0144] 表9实施例四中光学成像镜组的结构参数

[0145]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑07		无限	1		
2	1	球面	2.99	0.79	1.76	52.3
3			11.75	0.10		
4	2	球面	2.57	1.30	1.92	18.9
5			1.26	0.86		
6	3	球面	-1.04	1.23	1.8	44.3
7			-1.75	0.10		
8	4	球面	-3.41	0.40	1.92	18.9
9			6.08	0.18		
10	5	球面	9.51	1.32	1.59	61.2
11			-2.80	0.10		
12	6	球面	8.61	1.11	1.5	81.6
13			-6.88	0.32		
14	7	球面	2.95	1.33	1.66	54.7
15			20.22	0.10		

16	8	球面	1.69	1.34	2	25.4
17			0.71	0.33		
18	扫描曲面08	球面	1.70			

[0146] 需要说明的是，表9为实施例四的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-18依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0147] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图18所示，场曲畸变曲线图如图19所示，垂轴色差曲线图如图20所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0148] 由图18-图20观察可知，实施例四的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0149] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0150] 实施例五

[0151] 图21为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图21中的光阑09所在一侧)至第二侧(也即，图21中的扫描曲面10(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜。需要说明的是，本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为3.19mm，出瞳距离1.7647mm。靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为1.28mm，Y1/Y2为1.94，Y2/Y3为1.17。

[0152] 进一步具体地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表10所示：

[0153] 表10光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0154]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	3.19	F1	2.53	球面	0.79
		F2	-1.70	球面	-0.53
		F3	-1.29	球面	-0.40
		F4	3.31	球面	1.04
		F5	4.74	球面	1.49
		F6	-6.03	球面	-1.89
		F7	4.44	球面	1.39
		F8	-6.62	球面	-2.07

[0155] 进一步地，本实用新型实施例五提供的光学成像镜组，半视场角为9度，其在对扫

描曲面10进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表11所示：

[0156] 表11实施例五中光学成像镜组的结构参数

[0157]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑09		无限	1		
2	1	球面	2.51	1.36	1.95	32.3
3			-72.73	0.51		
4	2	球面	-4.31	0.43	1.92	18.9
5			2.68	0.47		
6	3	球面	-1.26	1.11	1.92	18.9
7			53.73	0.35		
8	4	球面	-7.42	1.56	1.91	35.3
9			-2.38	0.10		
10	5	球面	5.64	1.23	1.75	52.3
11			-9.07	0.24		
12	6	球面	-4.12	0.58	1.92	18.9
13			-15.95	0.11		
14	7	球面	2.37	1.30	1.8	42.3
15			5.30	0.10		
16	8	球面	2.37	1.24	1.95	17.9
17			1.28	0.42		
18	扫描曲面10	球面	2.0			

[0158] 需要说明的是，表11为实施例五的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-18依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0159] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图22所示，场曲畸变曲线图如图23所示，垂轴色差曲线图如图24所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0160] 由图22-图24观察可知，实施例五的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0161] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0162] 实施例六

[0163] 图25为本实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由

第一侧(也即,图25中的光阑11所在一侧)至第二侧(也即,图25中的扫描曲面12(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三胶合透镜、第四胶合透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜、第八透镜和第九透镜。需要说明的是,本实施例所提供的光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为3.07mm,出瞳距离为3.7mm,Y1/Y2为1.548,Y2/Y3为1.257。

[0164] 进一步地,在本实施例中,光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表12所示:

[0165] 表12光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0166]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	3.07	F1	-3.04	球面	-0.99
		F2	9.49	球面	3.09
		F3-1	5.34	胶合球面	1.74
		F3-2	17.26		5.62
		F4-1	3.85	胶合球面	1.25
		F4-2	-2.15		-0.70
		F5	-1.10	非球面	-0.36
		F6	4.94	球面	1.61
		F7	3.56	非球面	1.16
		F8	199.26	非球面	64.91
		F9	-11.0	非球面	-3.58

[0167] 进一步地,本实用新型实施例六提供的光学成像镜组,半视场角为16度,其在对扫描曲面12进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表13所示:

[0168] 表13实施例六中光学成像镜组的结构参数

[0169]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数

[0170]

0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑 11		无限	1		
2	1	球面	-4.00	0.39	1.94	21
3			11.32	0.43		
4	2	球面	-4.13	1.21	1.74	52.9
5			-2.94	0.38		
6	3	球面	5.74	1.61	1.92	18.9
7	4	球面	-35.58	0.66	1.71	54.5
8			-9.27	0.14		
9	5	球面	2.78	1.58	1.5	79.9
10	6	球面	-5.27	0.41	1.84	23
11			2.93	1.45		
12	7	非球面	-0.86	0.75	1.88	19.6
13			-9.36	0.08		
14	8	球面	-9.74	1.46	1.76	52.3
15			-2.89	0.09		
16	9	非球面	2.00	1.31	1.74	53.3
17			6.02	0.09		
18	10	非球面	2.02	1.36	1.5	81.6
19			1.60	0.13		
20	11	非球面	2.11	1.25	2	25.4
21			1.25	0.30		
22	扫描曲面 12	球面	1.5			

[0171] 需要说明的是，表13为实施例六的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-22依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0172] 进一步地，本实施例的光学成像镜组的各个透镜中，具有非球面面形的透镜表面所对应的非球面系数如下表14所示：

[0173] 表14实施例六中具有非球面面形的透镜表面非球面系数数据

[0174]

表面序号	12	13	16	17
K	-1.89E+00	2.43E+01	-1.12E+00	-4.26E-01
4TH	-8.34E-02	-5.33E-02	-5.71E-03	1.68E-02
6TH	1.50E-02	3.30E-02	2.73E-03	-1.96E-02
8th	1.52E-01	-3.47E-03	-3.03E-03	1.37E-02
10th	-2.58E-01	-5.27E-03	1.68E-03	-4.32E-03
12th	1.92E-01	3.15E-03	-4.63E-04	6.27E-04
14th	-7.12E-02	-7.47E-04	6.12E-05	-4.12E-05
16th	1.08E-02	6.97E-05	-3.48E-06	9.11E-07
表面序号	18	19	20	21
K	-2.17E+00	-7.36E-01	6.57E-02	-6.84E+00
4TH	-1.39E-03	2.34E-02	3.94E-03	-3.71E-02
6TH	-2.33E-02	-7.89E-02	2.18E-03	1.46E-01
8th	2.16E-02	4.20E-02	1.49E-03	-2.46E-02

[0175]

10th	-9.70E-03	-1.50E-02	3.83E-05	-8.15E-03
12th	2.34E-03	3.59E-03	-1.05E-04	2.11E-03
14th	-2.92E-04	-5.15E-04	-1.11E-05	-1.11E-04
16th	1.46E-05	3.44E-05	2.13E-05	-8.94E-03

[0176] 表14为实施例六中的非球面系数数据，其中，k为非球面曲线方程式中的锥面系数，A4到A16则表示各表面第4到16阶非球面系数。

[0177] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图26所示，场曲畸变曲线图如图27所示，垂轴色差曲线图如图28所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0178] 由图26-图28观察可知，实施例六的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0179] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0180] 实施例七

[0181] 图29为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜组包括由第一侧(也即，图29中的光阑13所在一侧)至第二侧(也即，图29中的扫描曲面14(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜。需要说明的是，本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为2mm，靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为0.6mm，Y1/Y2为2.31，Y2/Y3为1.62，出瞳距离为2.5mm。

[0182] 进一步地，在本实施例中，光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表15所示：

[0183] 表15光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0184]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	2	F1	9.09	球面	4.55
		F2	-30.79	球面	-15.40
		F3	-23.37	球面	-11.69
		F4	-3.81	球面	-1.91
		F5	4.55	球面	2.27
		F6	6.72	球面	3.36
		F7	5.32	球面	2.66
		F8	-3.00	球面	-1.50

[0185] 进一步地，本实用新型实施例七提供的光学成像镜组，半视场角为9度，其在对扫

描曲面14进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表16所示：

[0186] 表16实施例七中光学成像镜组的结构参数

[0187]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑13		无限	1		
2	1	球面	6.59	0.70	1.834	37.2
3			44.84	0.10		
4	2	球面	1.63	0.46	1.82	18.8
5			1.33	1.14		
6	3	球面	-1.24	1.40	1.8	46.7
7			-2.00	0.11		
8	4	球面	-32.65	0.40	1.92	18.8
9			4.06	0.25		
10	5	球面	5.58	1.52	1.5	81.6
11			-3.48	0.10		
12	6	球面	4.82	1.27	1.5	81.6
13			-10.09	0.10		
14	7	球面	2.15	1.32	1.5	81.6
15			8.95	0.10		
16	8	球面	1.30	0.88	2	25.4
17			0.60	0.36		
18	扫描曲面14	球面	2			

[0188] 需要说明的是，表16为实施例七的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-18依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0189] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图30所示，场曲畸变曲线图如图31所示，垂轴色差曲线图如图32所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0190] 由图30-图32观察可知，实施例七的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0191] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0192] 实施例八

[0193] 图33为本实用新型实施例提供的一种光学成像镜组的结构示意图。该光学成像镜

组包括由第一侧(也即,图33中的光阑15所在一侧)至第二侧(也即,图33中的扫描曲面16(对应为曲面图像的像面)所在一侧)共光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五胶合透镜和第六透镜。需要说明的是,本实用新型实施例所提供的一种光学成像镜组的总焦距$F_{总}$为2.915mm,出瞳距离为5.3mm,靠近曲面图像且与曲面图像相对的透镜表面的凹面半径为1.245mm,Y1/Y2为1.972,Y2/Y3为1.212。

[0194] 进一步具体地,在本实施例中,光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型如下表17所示:

[0195] 表17光学成像镜组中各透镜的焦距参数及镜片类型

[0196]

		各镜片焦距		镜片类型	各焦距占比
镜头总焦距	2.915	F1	-9.59	球面	-3.29
		F2	3.61	球面	1.24
		F3	-3.13	球面	-1.08

[0197]

		F4	4.55	球面	1.56
		F5-1	3.35	球面	1.15
		F5-2	-3.26	球面	-1.12
		F6	-5.50	球面	-1.89

[0198] 进一步地,本实用新型实施例八提供的光学成像镜组,半视场角为18度,其在对扫描曲面16进行成像的各透镜的面形、曲率半径、厚度参数、折射率及色散系数的参数如表18所示:

[0199] 表18实施例八中光学成像镜组的结构参数

[0200]

表面序号	透镜序号	面形	曲率半径	厚度/间距	材料折射率	色散系数
0	成像平面	平面	无限	无限		
1	光阑15		无限	1		
2	1	非球面	-2.44	1.16	1.87	20.6
3			-4.21	1.26		
4	2	球面	3.50	1.31	1.86	34.8
5			-22.58	1.51		
6	3	球面	-2.41	0.41	1.76	22.7
7			374.59	0.90		
8	4	非球面	-1.68	2.33	1.77	49.6
9			-1.83	0.09		
10	5	球面	6.40	1.95	1.77	49.6
11	6	球面	-3.77	0.39	1.92	18.9
12			15.66	0.09		
13	7	非球面	3.19	2.45	2	25.5
14			1.25	0.44		

15	扫描曲面16	球面	2.0			

[0201] 需要说明的是，表18为实施例八的光学成像镜组详细的结构数据，其中，曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米，且表面0-15依序表示由第一侧至第二侧的表面；成像平面中曲率半径为“无限”的光学面即指呈平面。

[0202] 进一步地，本实施例的光学成像镜组的各个透镜中，具有非球面面形的透镜表面所对应的非球面系数如下表19所示：

[0203] 表19实施例八中具有非球面面形的透镜表面非球面系数数据

[0204]

表面序号	2	3	8	9	13	14
K	-6.88E+00	-4.60E-01	-2.05E+00	-1.27E+00	-6.38E-01	-2.67E+00
A4	-1.72E-02	1.65E-02	-1.12E-02	-2.22E-03	2.18E-02	-1.00E-01
A6	3.43E-03	1.29E-02	1.63E-02	-1.08E-05	-2.47E-03	2.17E-01

[0205]

A8	5.57E-02	-2.47E-02	-1.32E-02	2.34E-05	3.00E-04	-1.44E-01
A10	-1.18E-01	2.91E-02	6.07E-03	-4.12E-05	-8.49E-07	2.78E-02
A12	1.23E-01	-1.93E-02	-1.97E-03	8.86E-06	无该项系数	
A14	-6.79E-02	6.55E-03	3.96E-04	-1.22E-06		
A16	1.55E-02	-8.88E-04	-3.31E-05	8.18E-08		

[0206] 表19为实施例八中的非球面系数数据，其中，k为非球面曲线方程式中的锥面系数，A4到A16则表示各表面第4到16阶非球面系数。

[0207] 进一步地，经测试，在采用上述光学成像镜组投射扫描面对应的图像光时，其光学传递函数曲线图如图34所示，场曲畸变曲线图如图35所示，垂轴色差曲线图如图36所示；其中，光学传递函数曲线图(Modulation Transfer Function，MTF)代表一个光学系统的综合解像水平，场曲畸变曲线图表示不同视场角情况下F-Tan(theta)畸变大小值(百分比)，垂轴色差曲线图代表垂直轴向方向上色像差大小。

[0208] 由图34-图.36观察可知，实施例八的光学成像镜组的全视场范围内成像分辨率良好、光学系统畸变和色差小，故光学成像镜组能够对扫描曲面图像进行清晰成像，均具有较好的成像效果。

[0209] 当然，在实际应用中，光学成像镜组还可包括感光元件、壳体等，感光元件可以设置于光学成像镜组的第二侧，光学成像镜组可安装在壳体内，即可将图像源(如光纤扫描器)扫描形成的曲面图像成像于一平面，实现清晰成像。

[0210] 扫描显示装置

[0211] 前述的光学成像镜组，可以配合光纤扫描器(或者相应的光纤扫描模组)，构成本申请实施例中光学成像镜组的应用，即将光学成像镜组应用在显示成像领域的扫描显示装置(如图1a、1b所示，光学成像镜组设置于光纤扫描器的出光光路上)上，其中，光学成像镜组的第一侧朝向光纤扫描器扫描出光方向，优选方式为光学成像镜组与光纤扫描器中心光轴共轴。当然，有关光纤扫描器的结构和大致原理可以参考前述图1a、1b对应的内容，这里便不再过多赘述。

[0212] 近眼显示设备

[0213] 本申请中，扫描显示装置可进一步应用于近眼显示设备中，可配合近眼显示模组

构成本申请实施例中的近眼显示设备，用作头戴式AR设备(如:AR眼镜)。该扫描显示装置设置于近眼显示模组中。

[0214] 其中，近眼显示模组中可包括:光源、处理控制电路、佩戴式框架结构、波导等。光源输出的图像光束进入扫描显示装置中，由其中的光纤扫描器扫描输出至光学显示镜组，光纤扫描器的扫描曲面(可参考图5中的扫描曲面02以及对应图2中的扫描曲面230)经光学显示镜组后，转换为成像平面(可参考对应图2中的成像平面240)，该成像平面作为波导的入瞳面耦入至波导中，再经波导扩展成像耦出，进入人眼。

[0215] 作为另一种可能的实施方式，扫描显示装置可进一步可配合近眼显示模组构成本申请实施例中的近眼显示设备，用作头戴式VR设备(如:VR头盔/眼镜)。该扫描显示装置设置于近眼显示模组中。

[0216] 综上所述，本申请实施例中，通过对光学成像镜组工作时的Y1、Y2和Y3进行定义，并对Y2和Y3进行比例关系的限定以及对出瞳距离进行数值范围的限定，使得由多个透镜组成的光学成像镜组能够将第二侧的曲面图像进行清晰的成像，从而使得光学成像镜组在安装调配时能够快速精准地匹配到曲面图像，故本申请实施例提供光学成像镜组不但能够实现像方曲面图像的高质量清晰成像，而且还有利于使整个光学成像镜组的装配工艺难度得到降低，同时也有利于在低成本下实现批量化的装配生产，为包含有光学成像镜组的产品加工品控奠定了良好的技术基础。

[0217] 以上所述的只是本申请的较佳具体实施例，各实施例仅用于说明本申请的技术方案而非对本申请的限制，凡本领域技术人员依本申请的构思通过逻辑分析、推理或者有效的实验可以得到的技术方案，皆应该本申请的范围之内。

[0218] 在本公开的各种实施方式中所使用的表述“第一”、“第二”、“所述第一”或“所述第二”可修饰各种部件而与顺序和/或重要性无关，但是这些表述不限制相应部件。以上表述仅配置为将元件与其它元件区分开的目的。例如，第一透镜和第二透镜表示不同的透镜，虽然两者均是透镜。

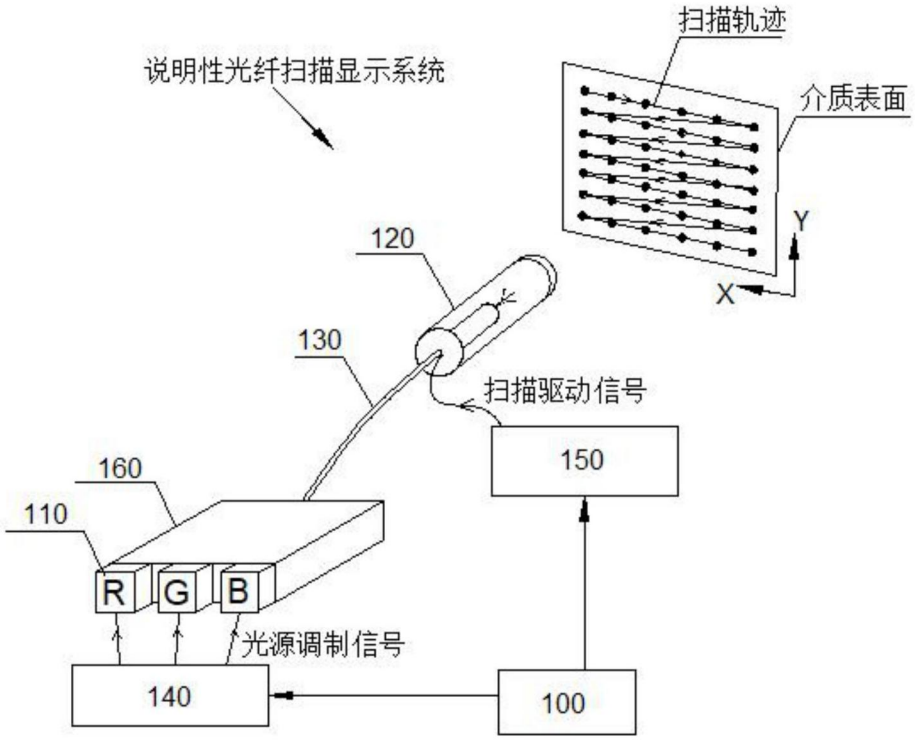

扫描轨迹
说明性光纤扫描显示系统
介质表面
Y
X
120
130
扫描驱动信号
150
160
110
R
G
B
光源调制信号
140
100

图1a

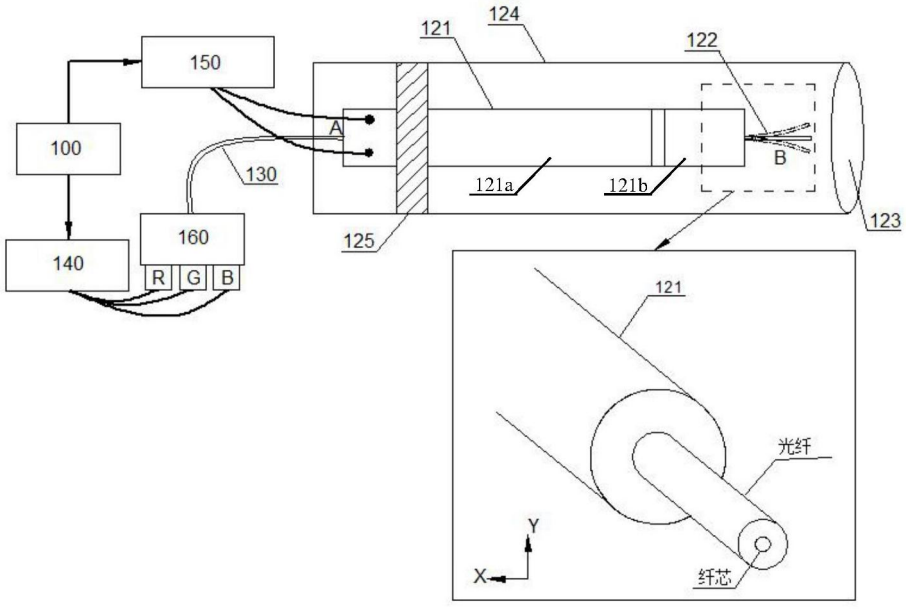

150
121
124
122
100
A
130
121a
121b
B
123
160
140
125
R
G
B
121
光纤
Y
X
纤芯

图1b

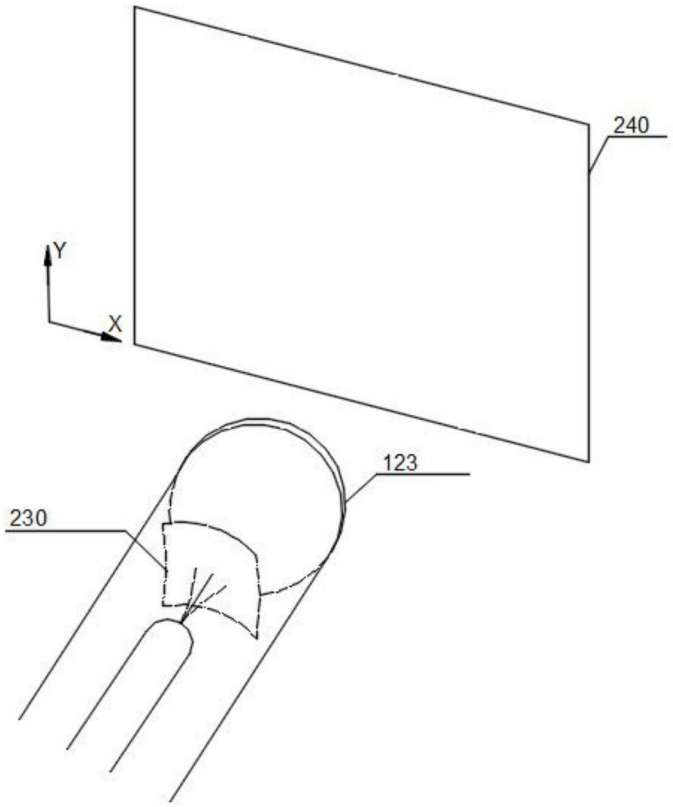


图2

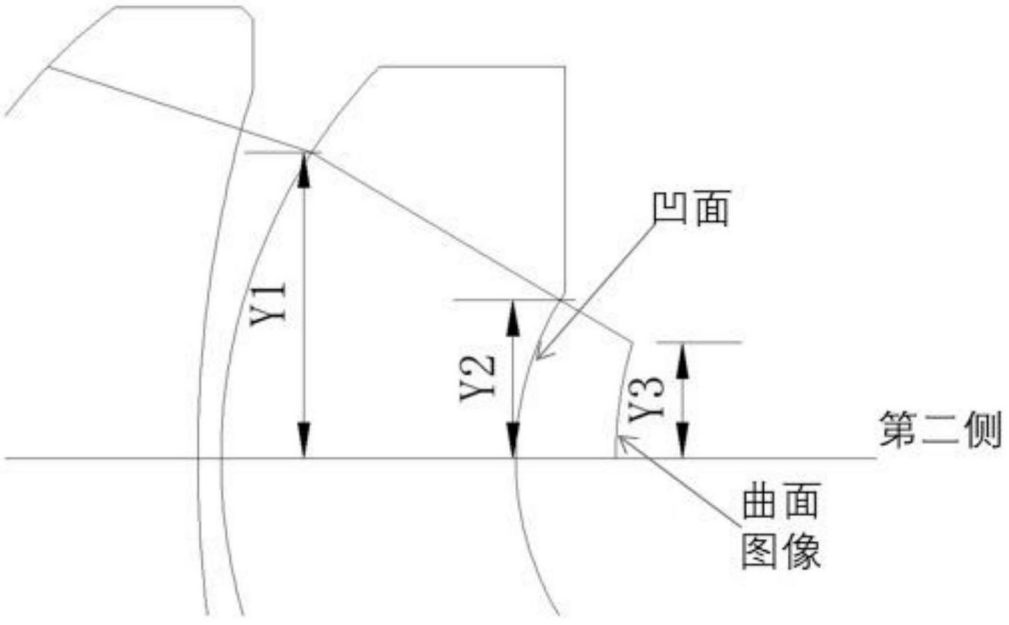


图3a

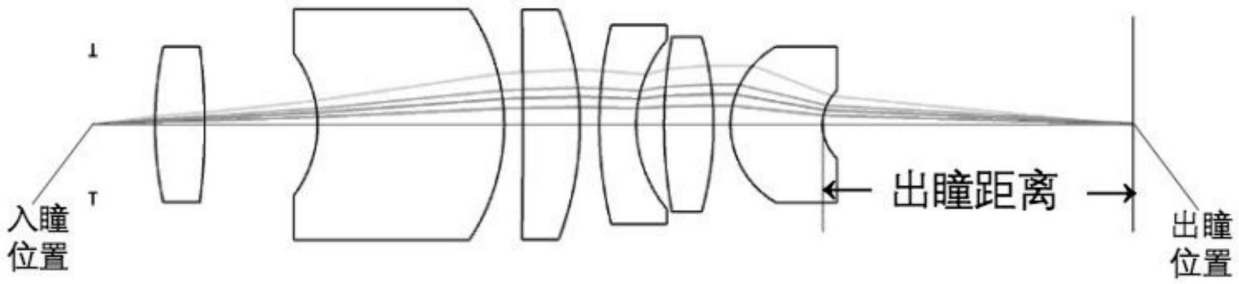


图3b

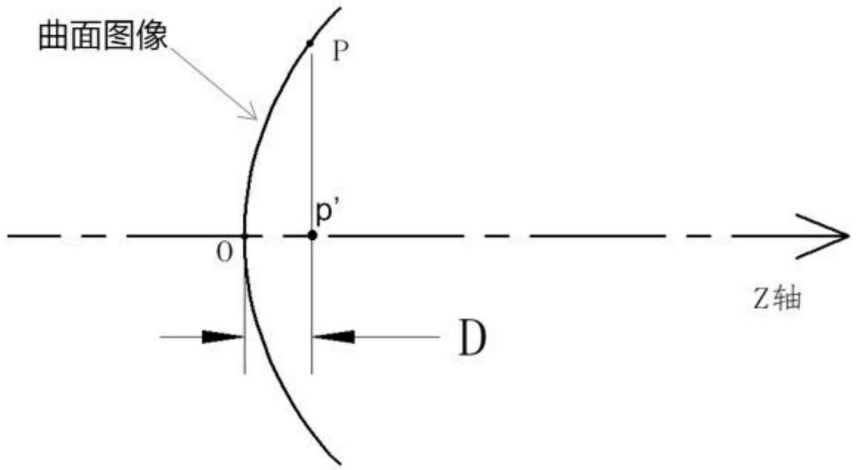


图4

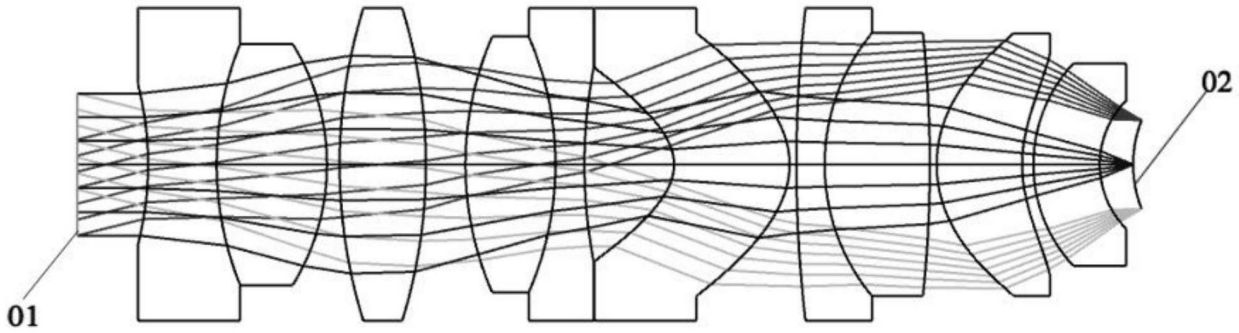


图5

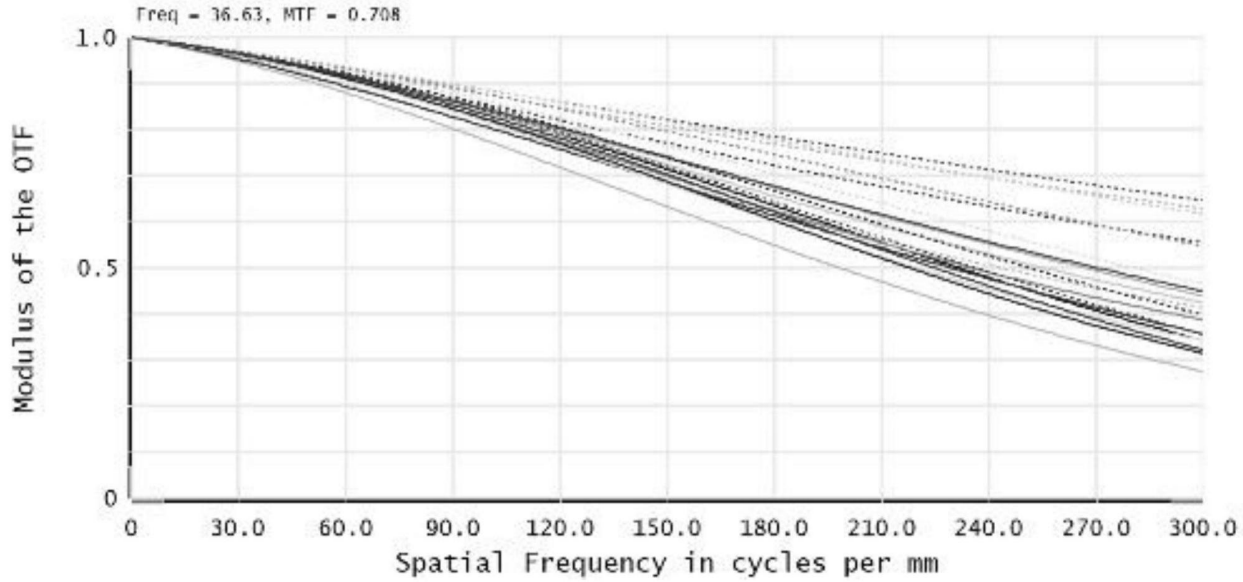

Freq = 36.63, MTF = 0.708
1.0
0.5
0
Modulus of the OTF
0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图6

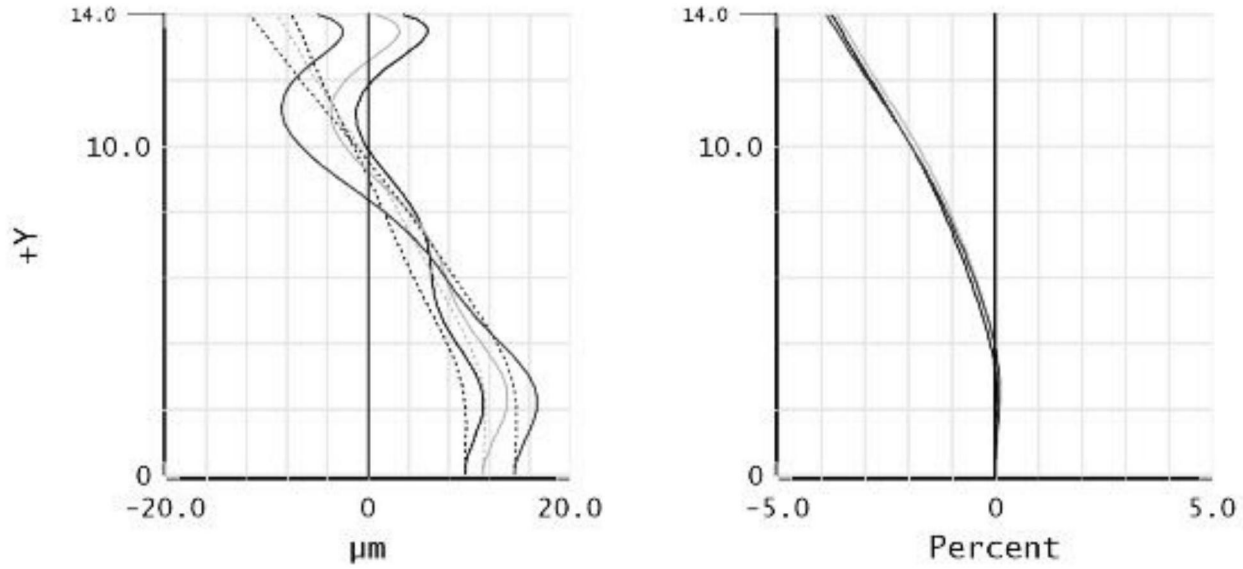

14.0
10.0
0
+Y
-20.0
0
20.0
µm
14.0
10.0
0
-5.0
0
5.0
Percent

图7

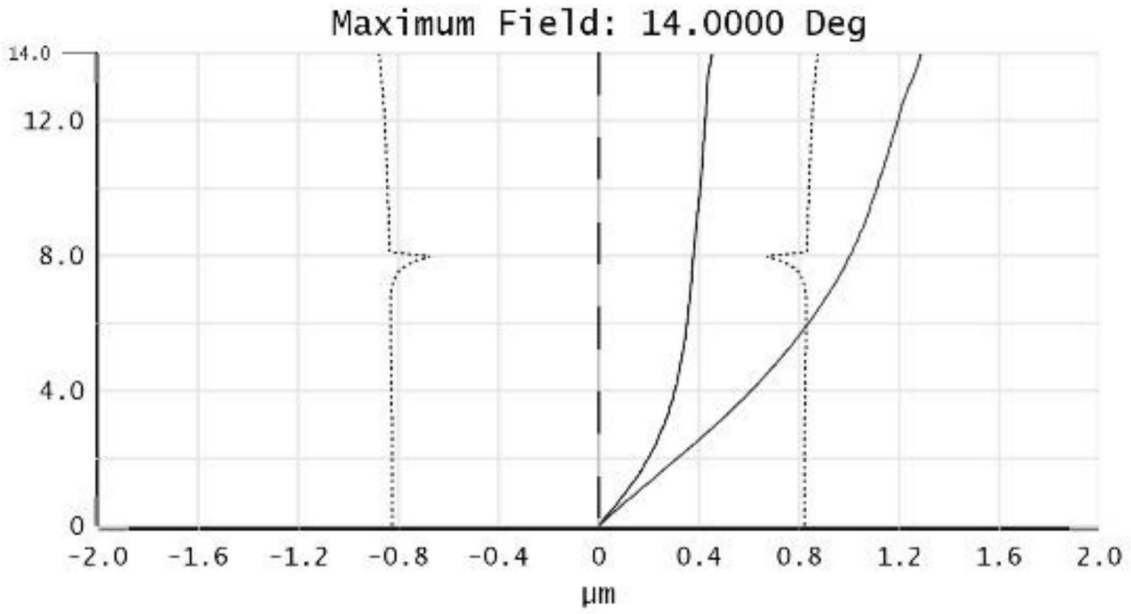

Maximum Field: 14.0000 Deg
14.0
12.0
8.0
4.0
0
-2.0
-1.6
-1.2
-0.8
-0.4
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
μm

图8

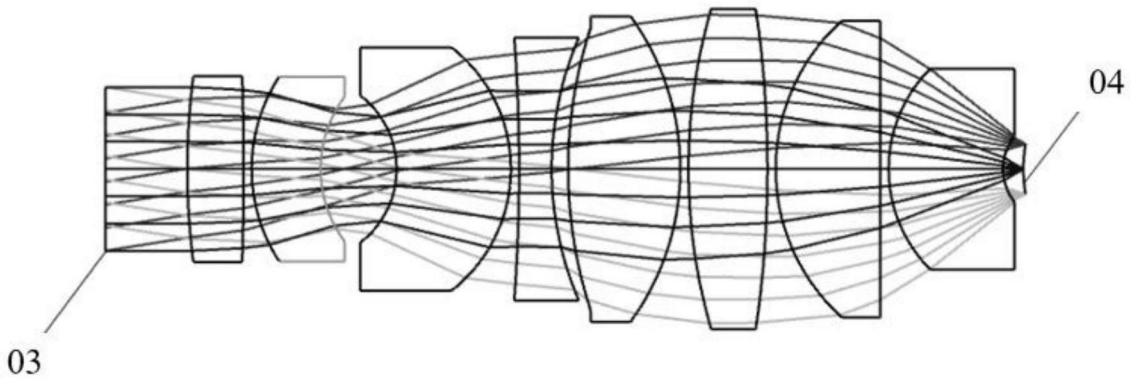

04
03

图9

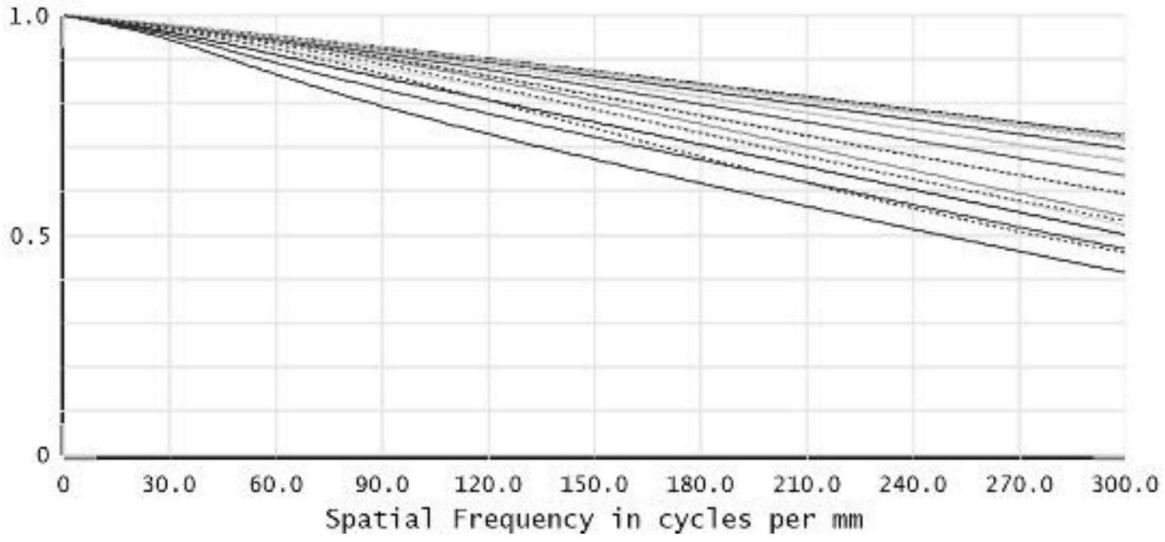

1.0
0.5
0
0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图10

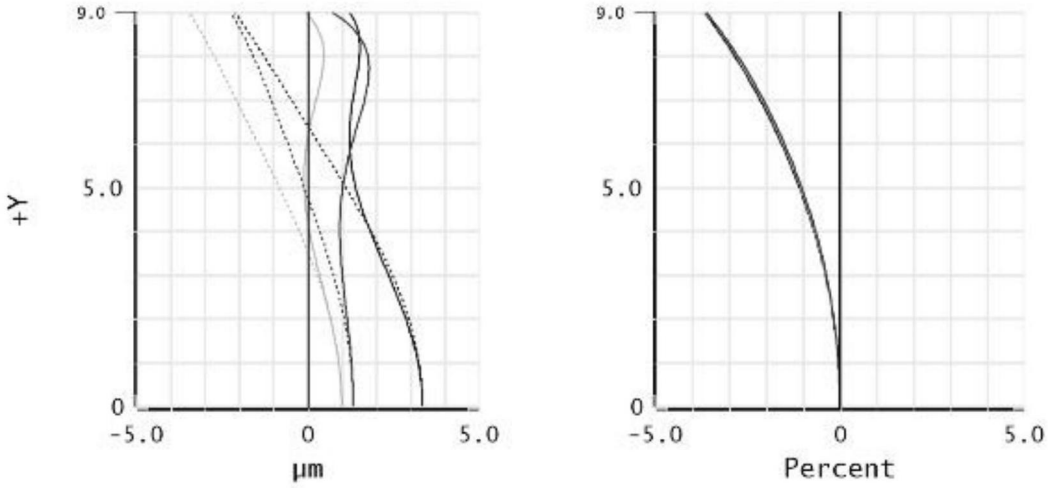

9.0
5.0
0
+Y
-5.0
0
5.0
µm
9.0
5.0
0
-5.0
0
5.0
Percent

图11

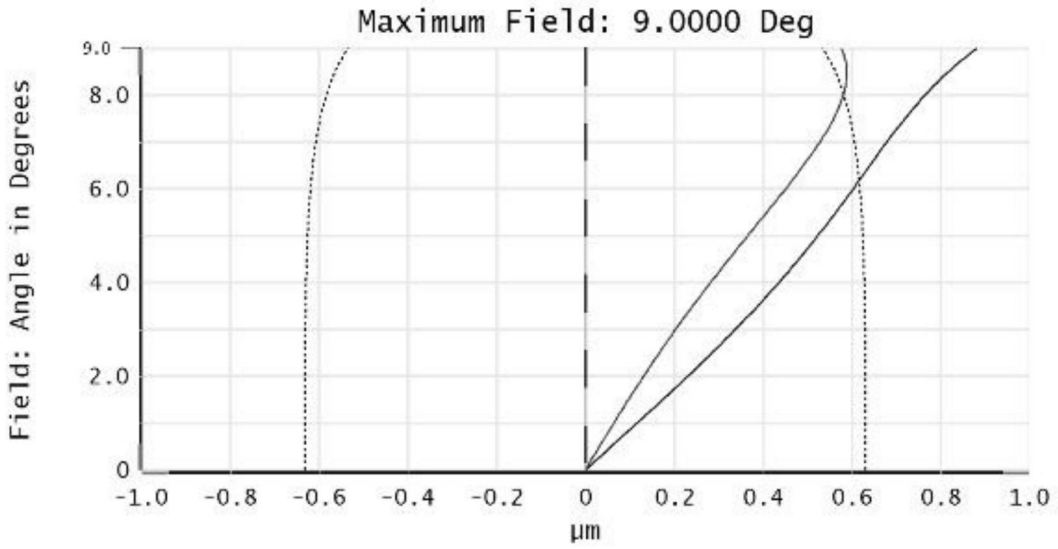

Maximum Field: 9.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
9.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
-1.0
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
µm

图12

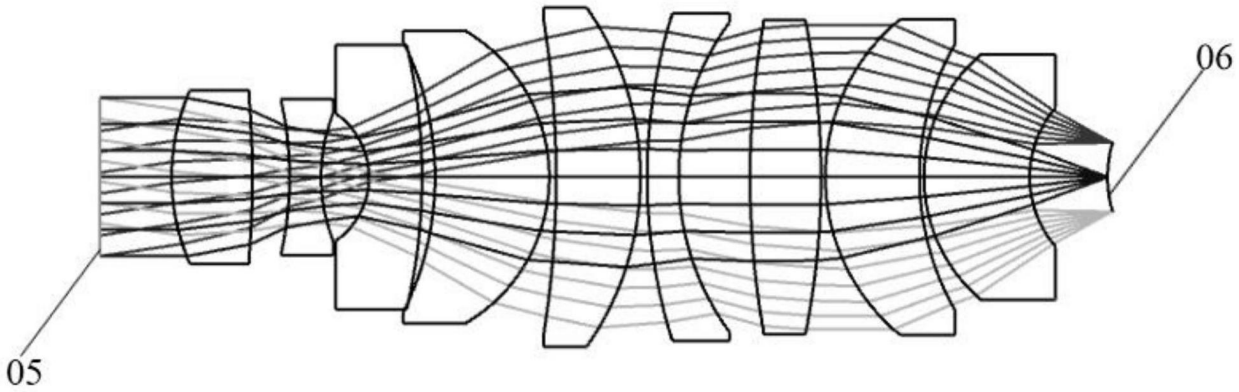

06
05

图13

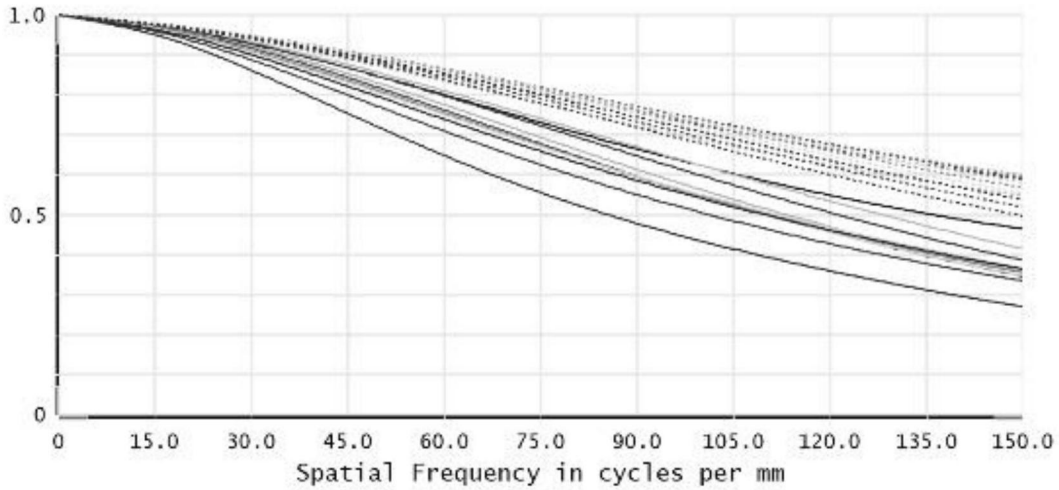

1.0
0.5
0
0
15.0
30.0
45.0
60.0
75.0
90.0
105.0
120.0
135.0
150.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图14

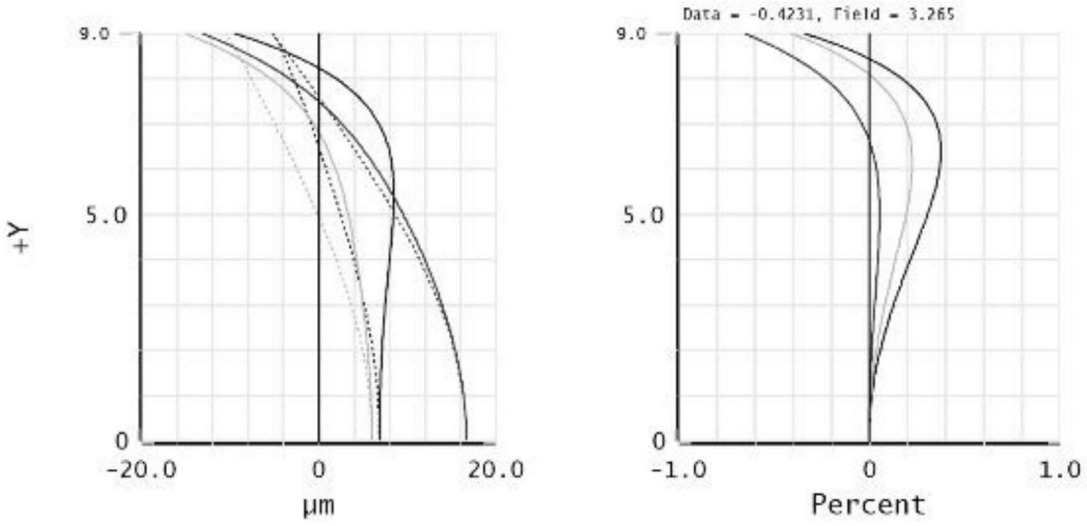

9.0
5.0
0
+Y
-20.0
0
20.0
µm
Data = -0.4231, Field = 3.265
9.0
5.0
0
-1.0
0
1.0
Percent

图15

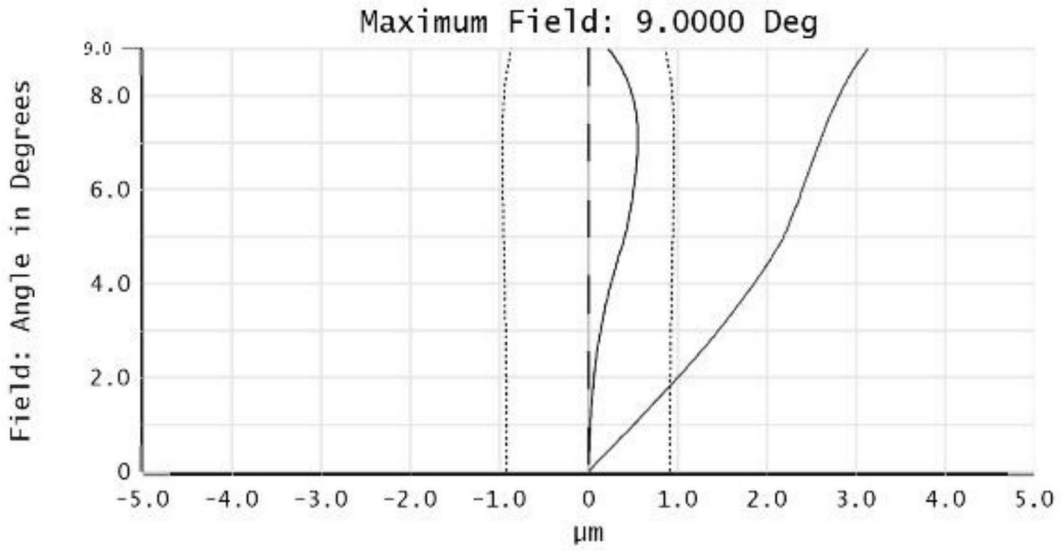

Maximum Field: 9.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
9.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
-5.0
-4.0
-3.0
-2.0
-1.0
0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
μm

图16

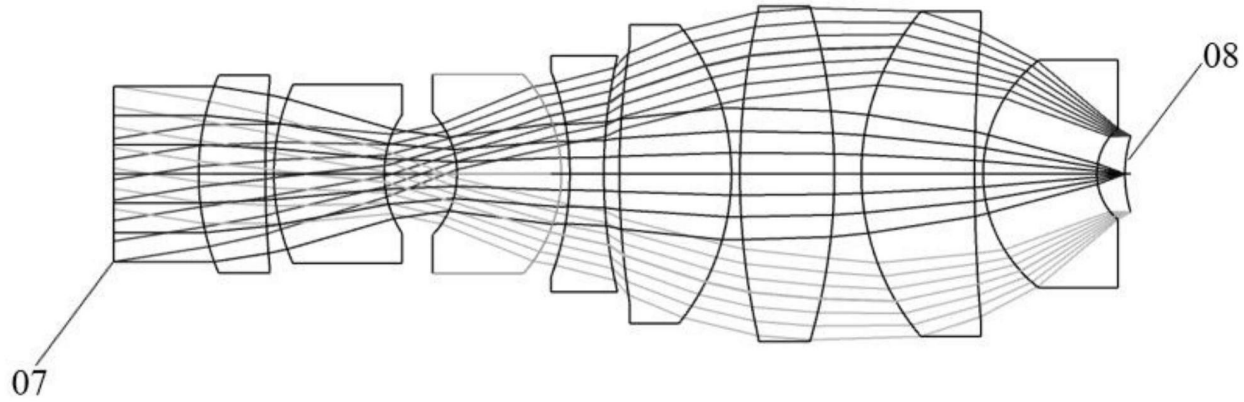

08
07

图17

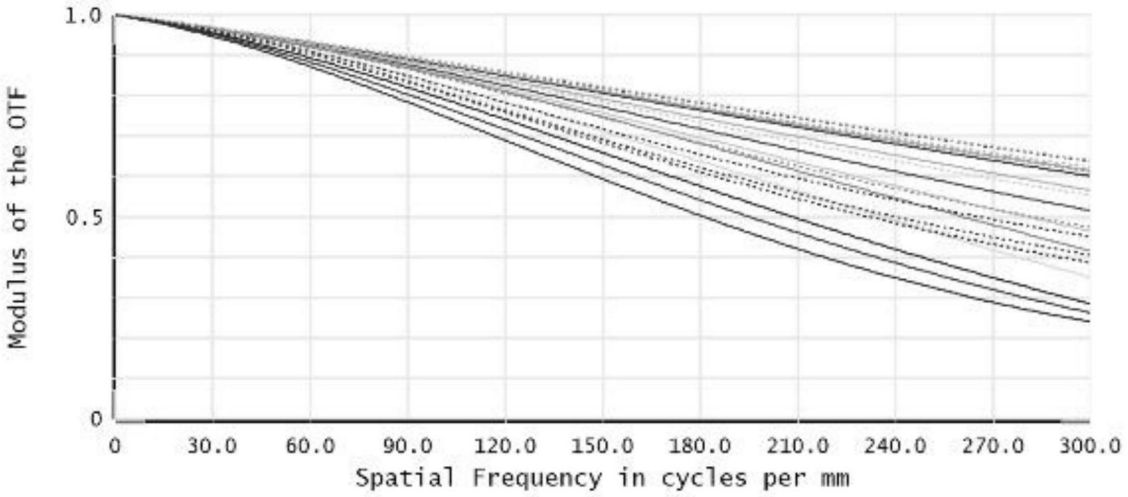

1.0
0.5
0
Modulus of the OTF
0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图18

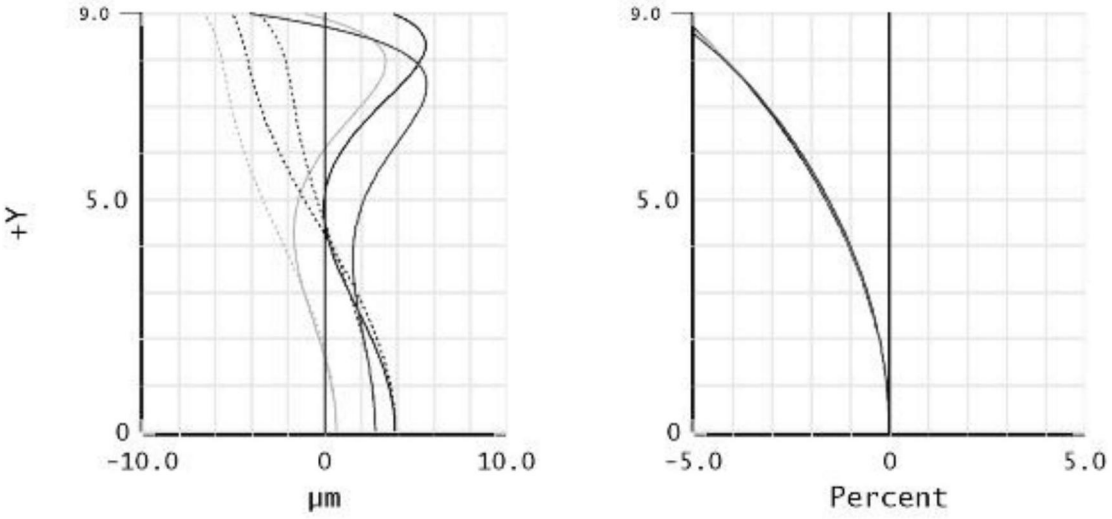

9.0
5.0
0
+Y
-10.0
0
10.0
µm
9.0
5.0
0
-5.0
0
5.0
Percent

图19

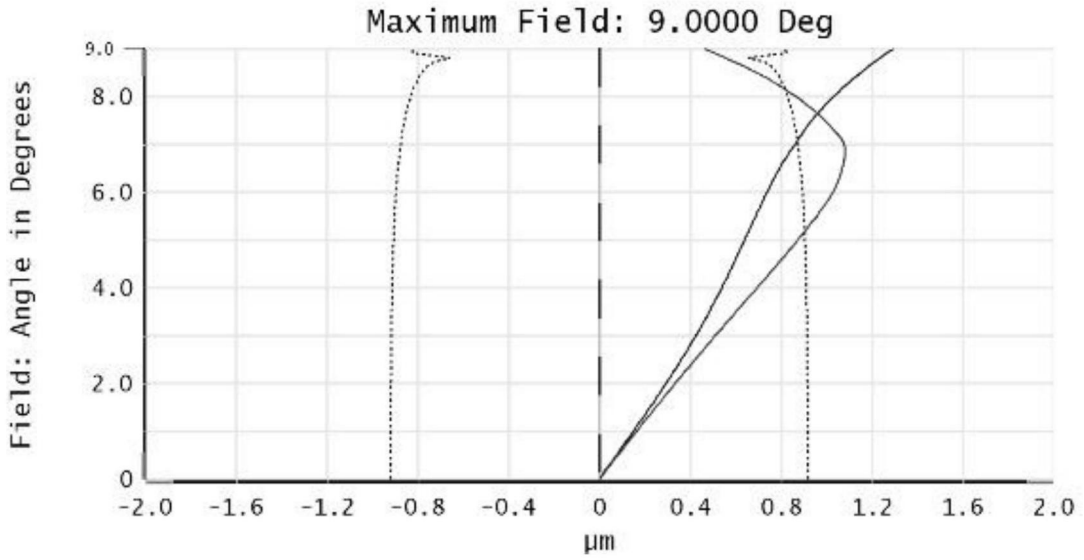

Maximum Field: 9.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
9.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
-2.0
-1.6
-1.2
-0.8
-0.4
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
µm

图20

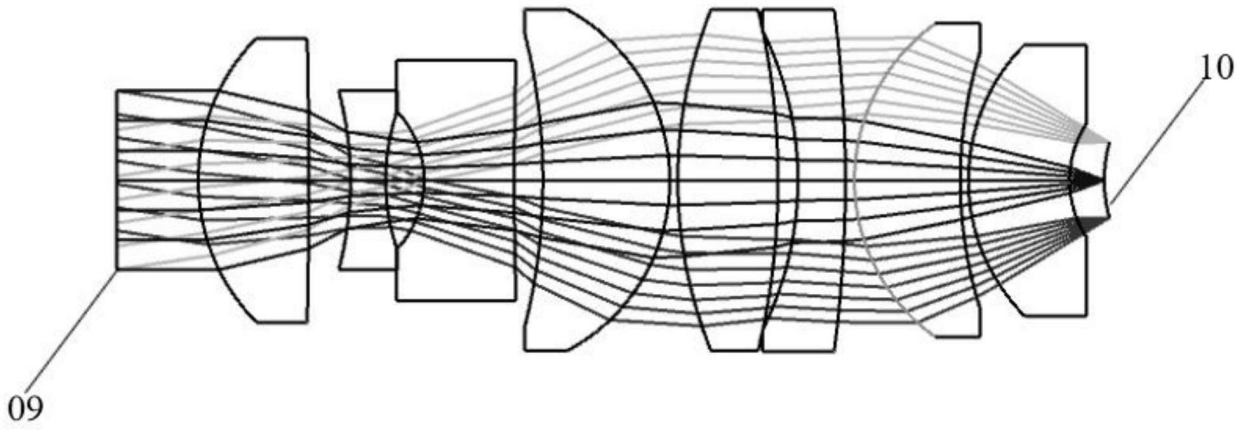

10
09

图21

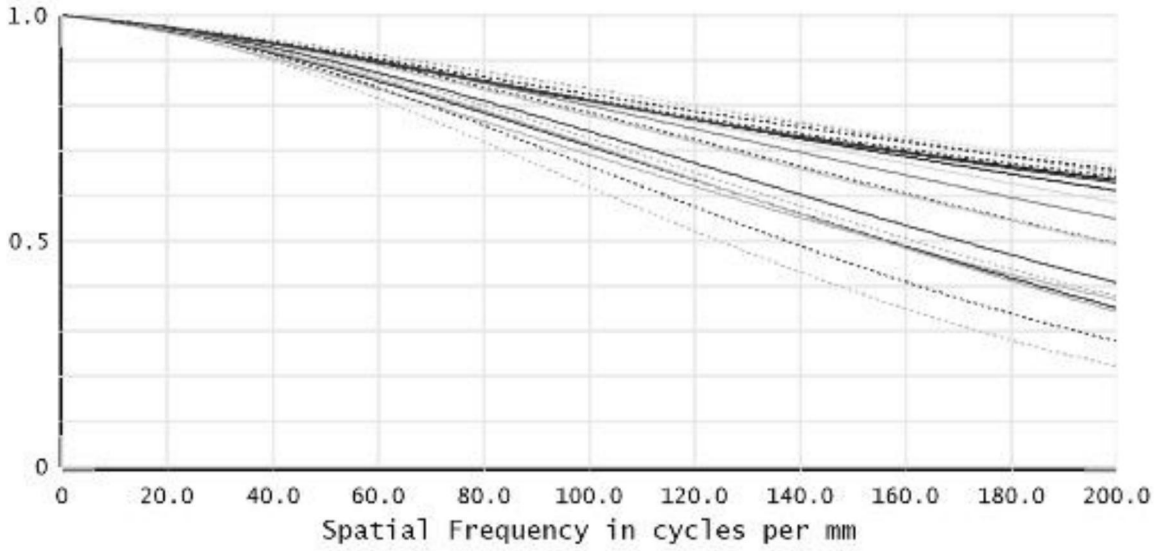

1.0
0.5
0
0
20.0
40.0
60.0
80.0
100.0
120.0
140.0
160.0
180.0
200.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图22

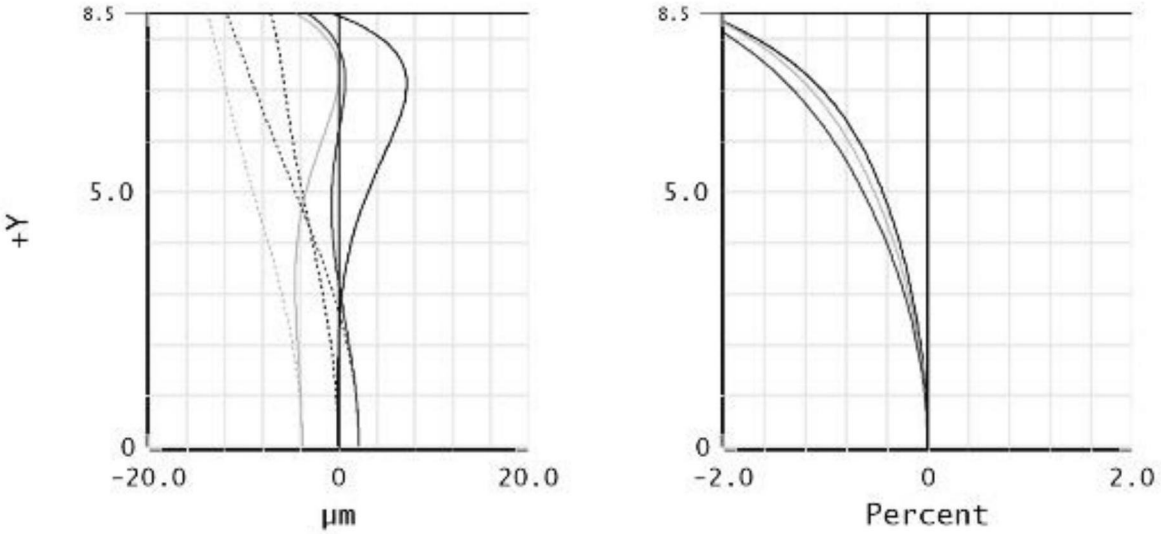

8.5
5.0
0
+Y
-20.0
0
20.0
µm
8.5
5.0
0
-2.0
0
2.0
Percent

图23

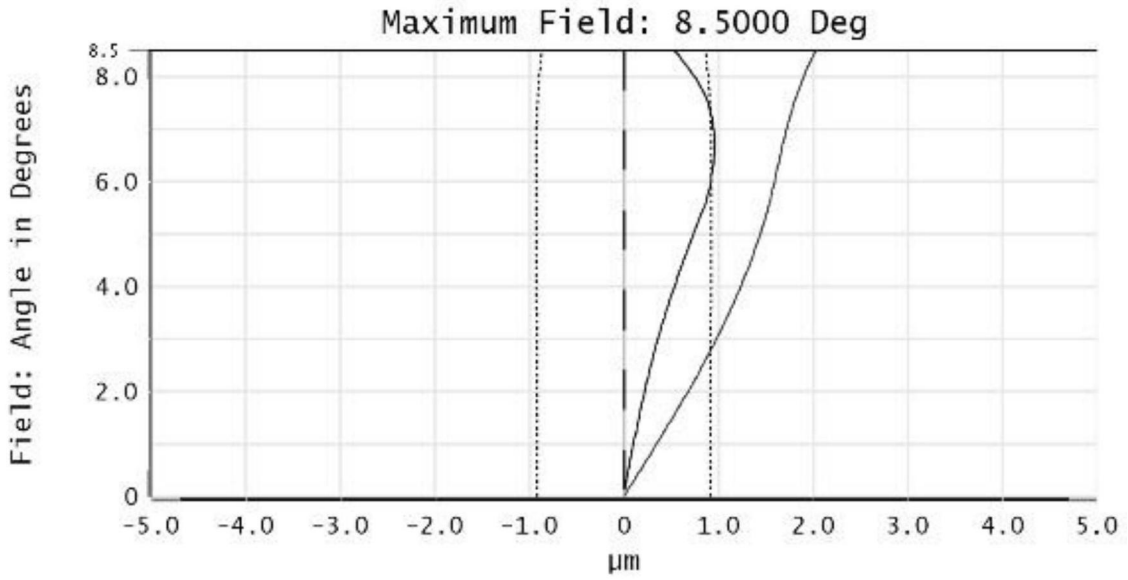

Maximum Field: 8.5000 Deg
Field: Angle in Degrees
8.5
8.0
6.0
4.0
2.0
0
-5.0
-4.0
-3.0
-2.0
-1.0
0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
µm

图24

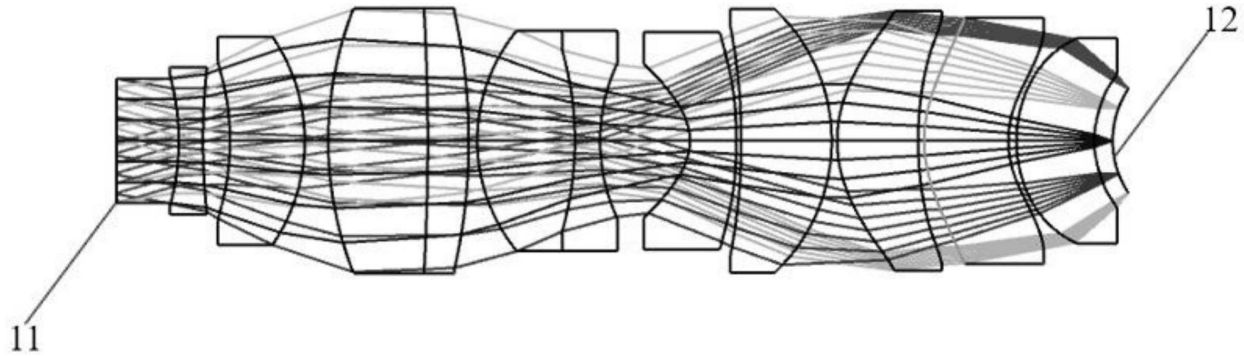

12
11

图25

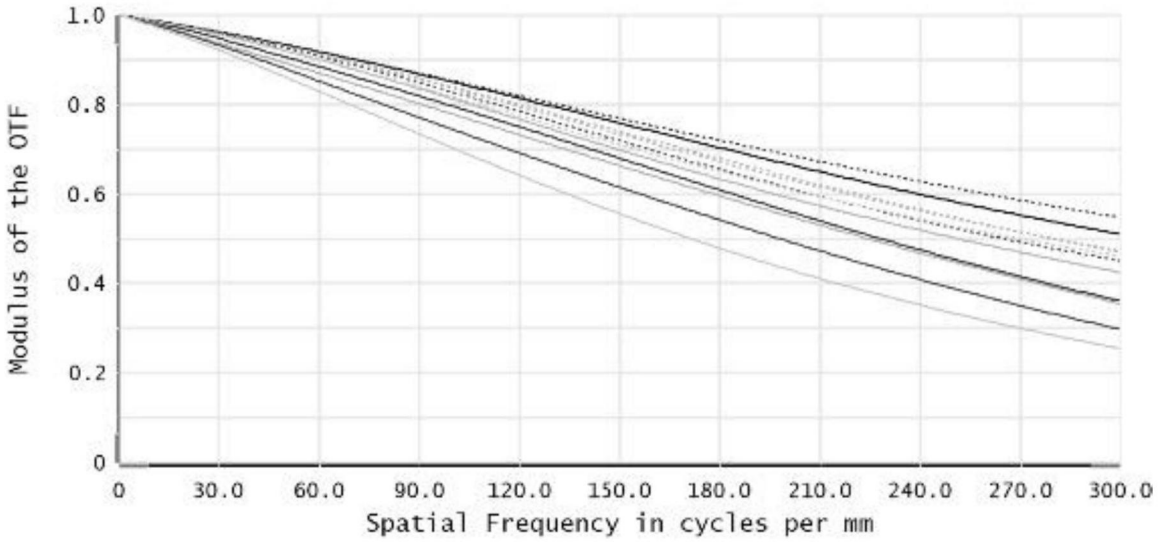

Modulus of the OTF
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图26

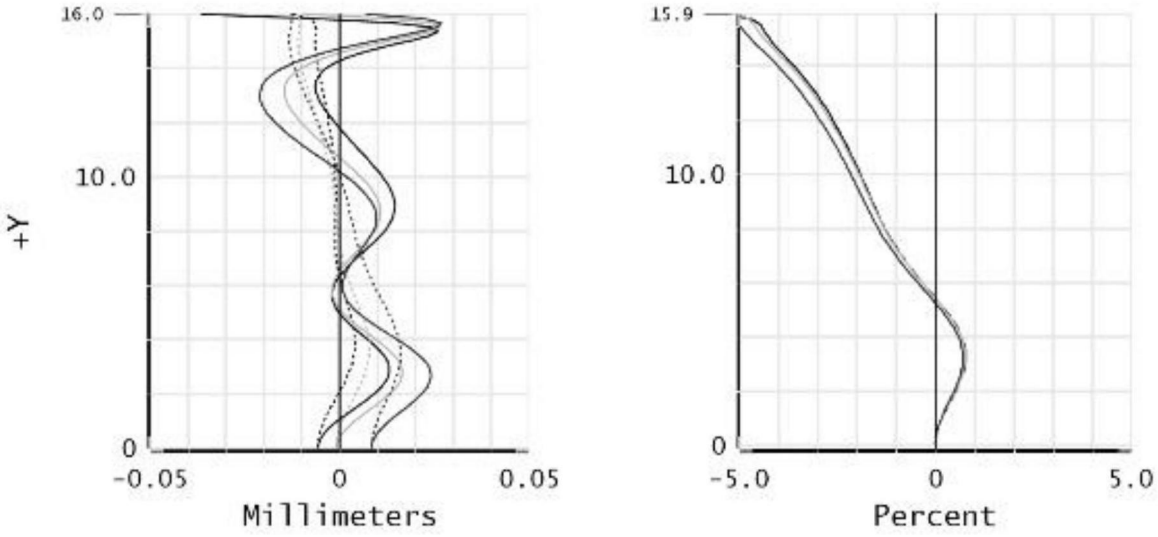

+Y
16.0
10.0
0
-0.05
0
0.05
Millimeters
15.9
10.0
0
-5.0
0
5.0
Percent

图27

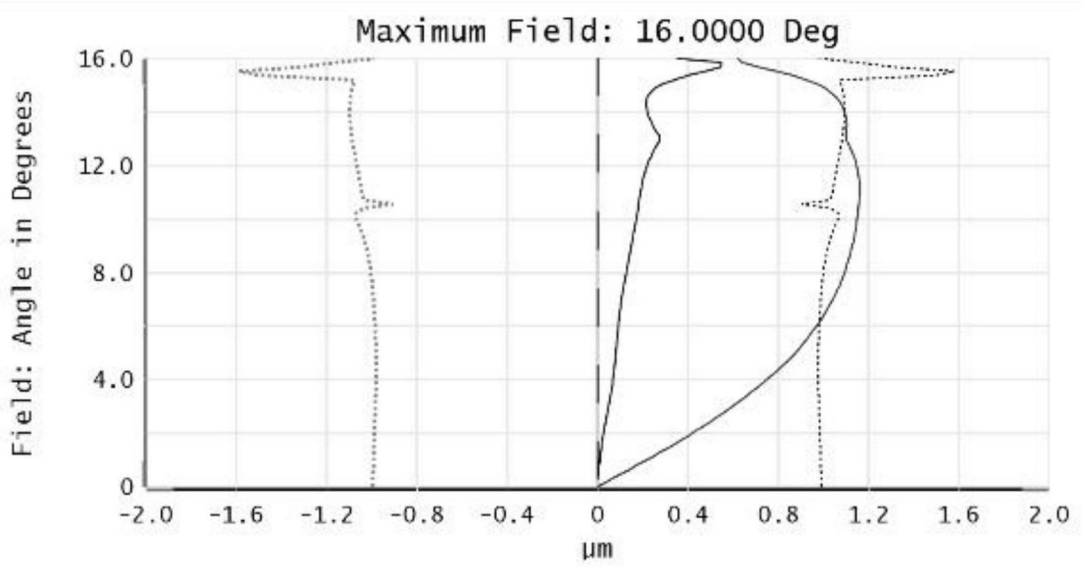

Maximum Field: 16.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
16.0
12.0
8.0
4.0
0
-2.0
-1.6
-1.2
-0.8
-0.4
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
μm

图28

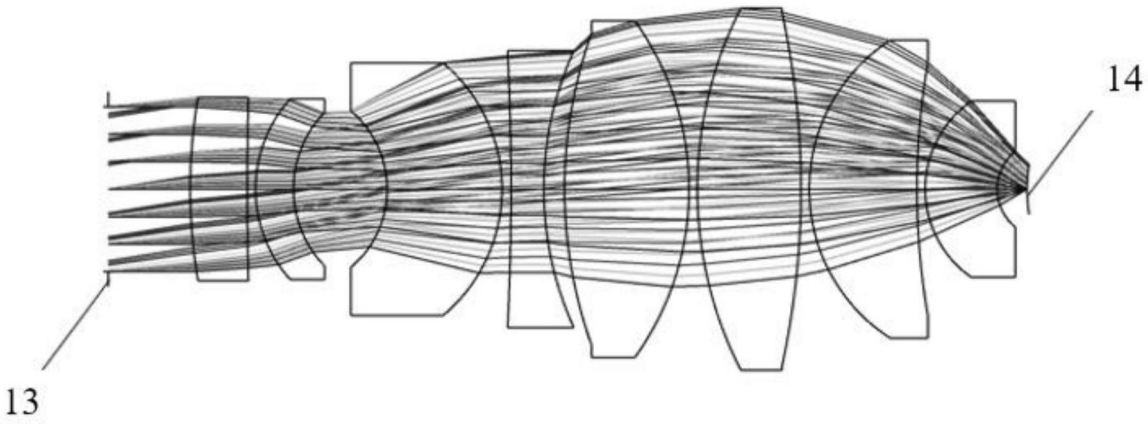

14
13

图29

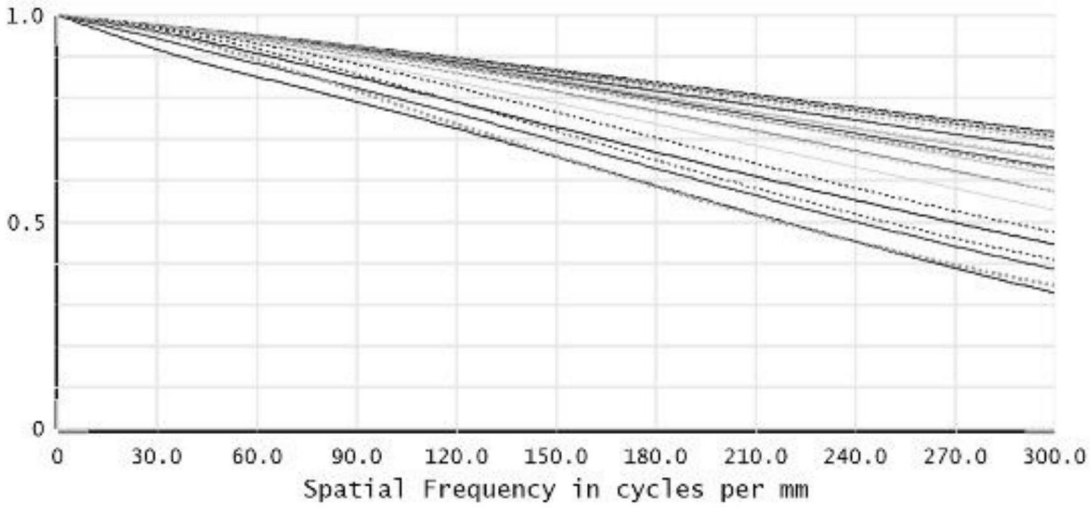

1.0
0.5
0
0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图30

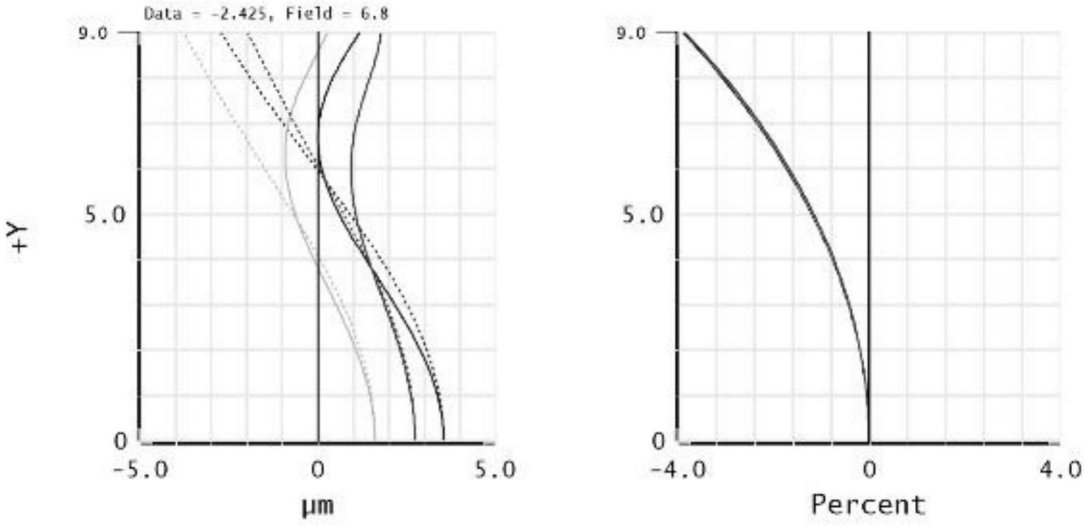

Data = -2.425, Field = 6.8
9.0
5.0
0
+Y
-5.0
0
5.0
µm
9.0
5.0
0
-4.0
0
4.0
Percent

图31

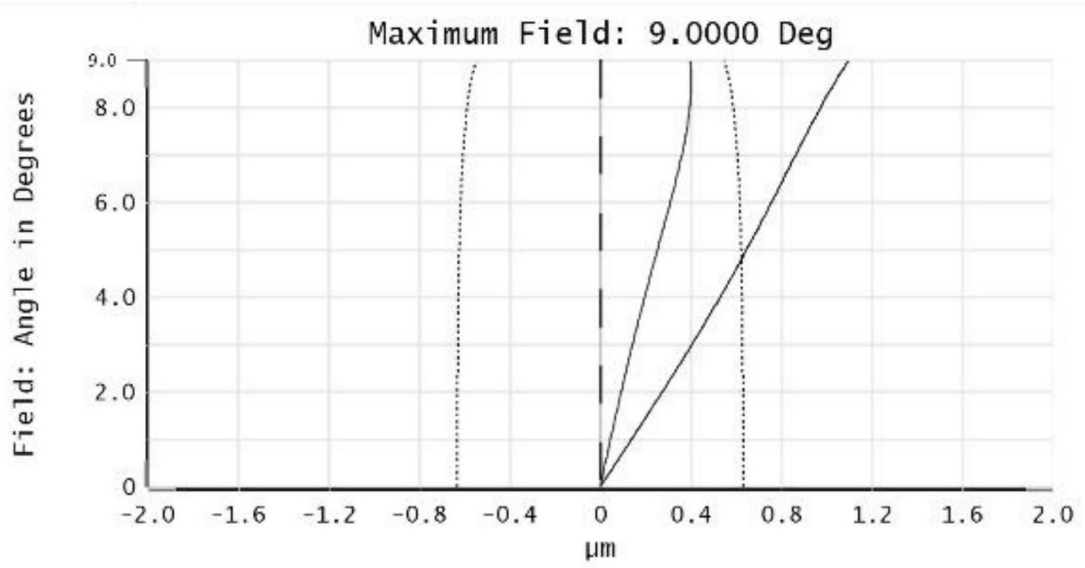

Maximum Field: 9.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
9.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
-2.0
-1.6
-1.2
-0.8
-0.4
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
µm

图32

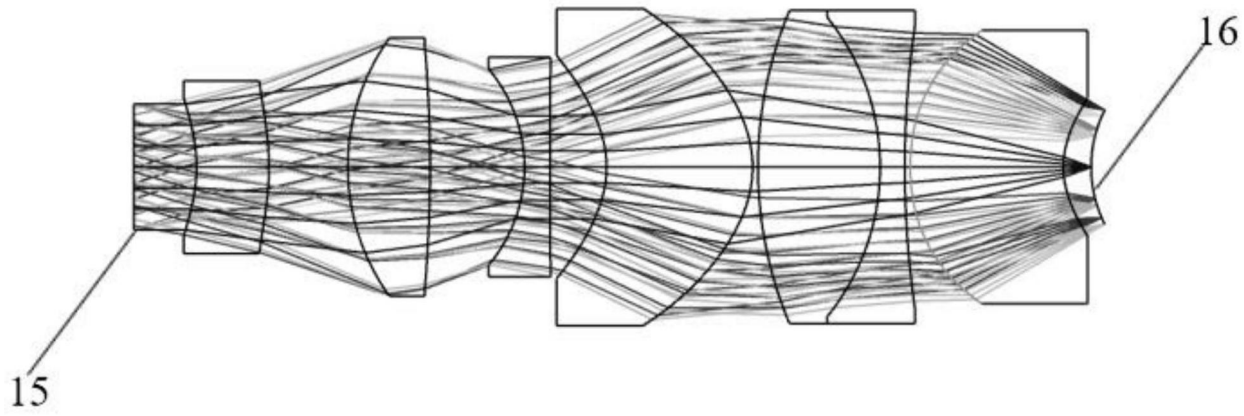

16
15

图33

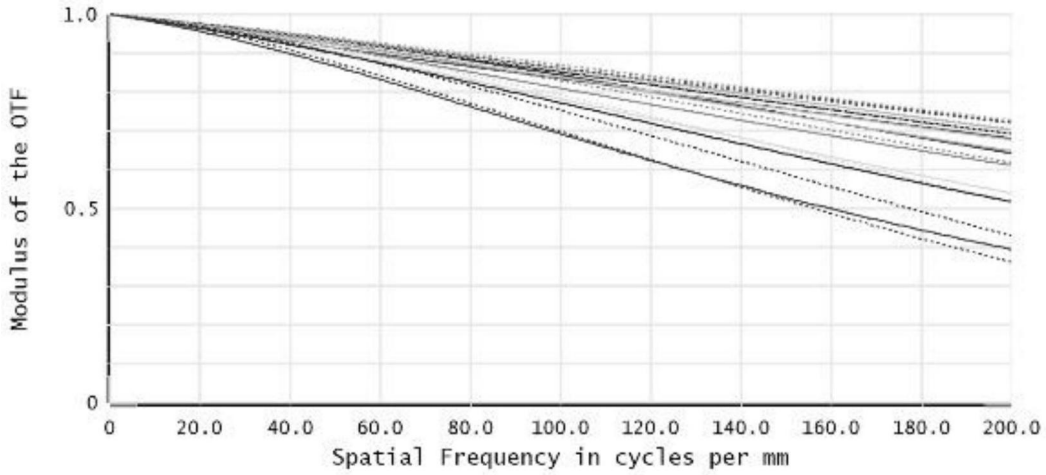

1.0
0.5
0
Modulus of the OTF
0
20.0
40.0
60.0
80.0
100.0
120.0
140.0
160.0
180.0
200.0
Spatial Frequency in cycles per mm

图34

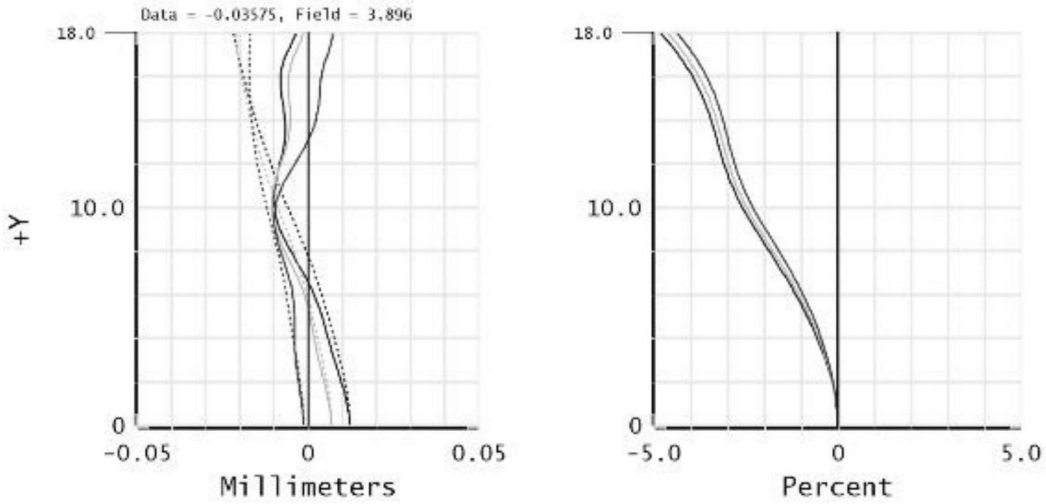

Data = -0.03575, Field = 3.896
18.0
10.0
0
+Y
-0.05
0
0.05
Millimeters
18.0
10.0
0
-5.0
0
5.0
Percent

图35

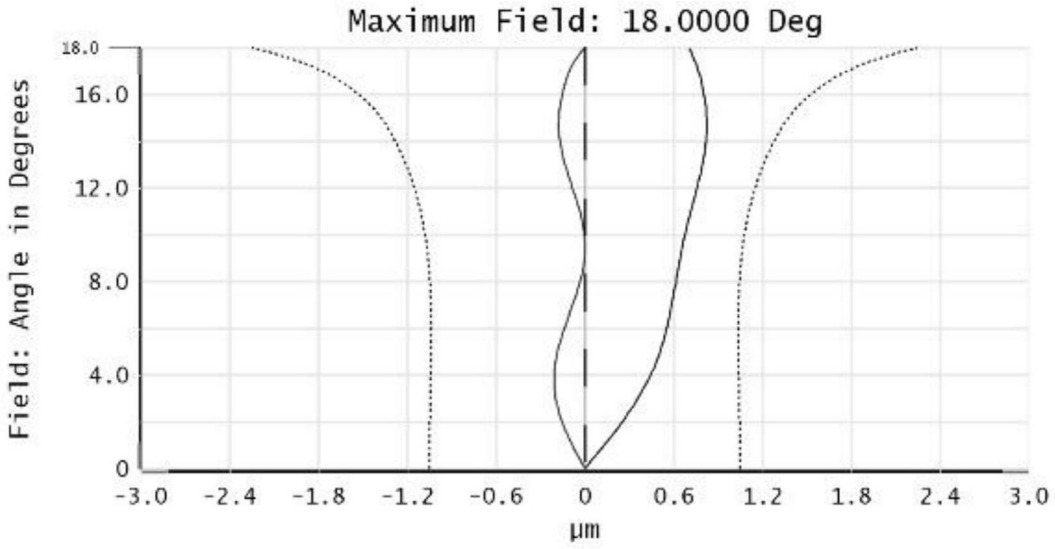

Maximum Field: 18.0000 Deg
Field: Angle in Degrees
18.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0
-3.0
-2.4
-1.8
-1.2
-0.6
0
0.6
1.2
1.8
2.4
3.0
µm

图36