



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109212740 B

(45) 授权公告日 2021.01.26

(21) 申请号 201811203315.0

(22) 申请日 2016.07.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109212740 A

(43) 申请公布日 2019.01.15

(66) 本国优先权数据
201610561743.5 2016.07.14 CN

(62) 分案原申请数据
201610580432.3 2016.07.19

(73) 专利权人 浙江舜宇光学有限公司
地址 315400 浙江省宁波市余姚市舜宇路
66-68号

(72) 发明人 戴付建

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204

代理人 王达佐 王艳春

(51) Int.Cl.
G02B 25/00 (2006.01)
G02B 27/01 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105319689 A, 2016.02.10
CN 101609208 A, 2009.12.23
US 3586418 A, 1971.06.22
CN 103513404 A, 2014.01.15
US 5587837 A, 1996.12.24
CN 202522757 U, 2012.11.07
CN 105739084 A, 2016.07.06
JP H095645 A, 1997.01.10

审查员 吴杏

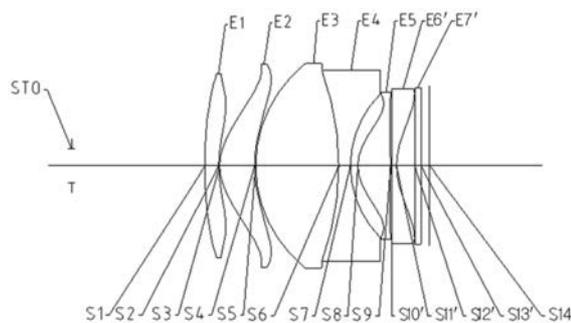
权利要求书1页 说明书14页 附图10页

(54) 发明名称

目镜

(57) 摘要

本发明公开了一种目镜,其包括自观察侧到显示侧依次共轴设置的光阑及具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜及第五透镜。所述目镜满足条件式: $0.75 \leq EL/f \leq 1.0$; $15 < |V3 - V4| < 32$; $HFOV \geq 30^\circ$ 。其中,EL为所述光阑至所述第一透镜的观察侧表面的轴上距离,f为所述目镜的有效焦距,HFOV为所述目镜的最大视场角的一半,V3为所述第三透镜的色散系数,V4为所述第四透镜的色散系数。本发明的目镜能在保持较小尺寸的前提下,具有超广视场角,有效矫正全视场内的像差,并获得较大的相对镜目距。



1. 一种目镜,其特征在於,所述目镜包括自观察侧到显示侧依次共轴设置的光阑及具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜和第六透镜;

所述第三透镜的观察侧表面为凸面;

所述第四透镜的显示侧表面为凹面;以及

所述第六透镜的观察侧表面为凸面而显示侧表面为凹面;

所述目镜满足条件式:

$$0.75 \leq EL/f \leq 1.0;$$

$$15 < |V3-V4| < 32;$$

$$HFOV \geq 30^\circ;$$

其中,EL为所述光阑至所述第一透镜的观察侧表面的轴上距离,f为所述目镜的有效焦距,HFOV为所述目镜的最大视场角的一半,V3为所述第三透镜的色散系数,V4为所述第四透镜的色散系数,以及

其中,所述目镜中具有光焦度的透镜的数量为六个。

2. 如权利要求1所述的目镜,其特征在於,所述目镜满足条件式: $|f/f_{34}| \leq 0.75$;

其中,f为所述目镜的有效焦距; f_{34} 为所述第三透镜和所述第四透镜的组合焦距。

3. 如权利要求1所述的目镜,其特征在於,所述目镜满足条件式: $0 < f/f_{12} < 1.3$;

其中,f为所述目镜的有效焦距; f_{12} 为所述第一透镜和所述第二透镜的组合焦距。

4. 如权利要求1所述的目镜,其特征在於,所述目镜满足条件式: $0.35 \leq (CT3+CT4)/T_d \leq 0.55$;

其中,CT3为所述第三透镜的中心厚度;CT4为所述第四透镜的中心厚度; T_d 为所述第一透镜的观察侧表面至所述第六透镜的显示侧表面的轴上距离。

5. 如权利要求1所述的目镜,其特征在於,所述第三透镜和所述第四透镜为胶合透镜,且材质为玻璃。

6. 如权利要求1所述的目镜,其特征在於,所述目镜满足条件式: $2.0 < V2/V6 < 3.0$;

其中,V2为所述第二透镜的色散系数,V6为所述第六透镜的色散系数。

目镜

[0001] 分案申请声明

[0002] 本申请是2016年07月19日递交的发明名称为“目镜”、申请号为201610580432.3的中国发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0003] 本发明涉及光学成像技术,特别涉及一种目镜。

背景技术

[0004] 近年来,虚拟现实和增强现实技术进入高速发展阶段,对应的头戴显示器也成为显示领域的热门产品。头戴显示器要求结构紧凑、重量轻,便于头戴,同时要求视场角要尽可能大,以此增加沉浸感。此外,头戴显示器还需重点考虑成像的质量,控制光学成像系统的各类像差。目镜作为光学成像是头戴显示器的核心,也因此需要在具有小型化特点的同时具有较大的视场角及高成像质量。然而,目前的目镜视场角都比较小、或者不利于小型化、又或者成像质量受到影响。

[0005] 专利CN101887166B提出了一种用于头戴显示器的目镜系统,该目镜系统视场角小于40度,难以实现大视场角;且光学透镜的尺寸较大,不利于缩小体积,无法满足头戴显示器结构紧凑化的要求。若要同时实现结构紧凑化、大视场角和高成像质量并不容易。

发明内容

[0006] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明需要提供一种目镜。

[0007] 本发明实施方式的目镜包括自观察侧到显示侧依次共轴设置的光阑及具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜及第五透镜;

[0008] 所述目镜满足条件式:

[0009] $0.75 \leq EL/f \leq 1.0$;

[0010] $15 < |V3-V4| < 32$;

[0011] $HFOV \geq 30^\circ$;

[0012] 其中,EL为所述光阑至所述第一透镜的观察侧表面的轴上距离,f为所述目镜的有效焦距,HFOV为所述目镜的最大视场角的一半,V3为所述第三透镜的色散系数,V4为所述第四透镜的色散系数。

[0013] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0014] $|f/f_{34}| \leq 0.75$;

[0015] 其中,f为所述目镜的有效焦距; f_{34} 为所述第三透镜和所述第四透镜的组合焦距。

[0016] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0017] $0 < f/f_{12} < 1.3$;

[0018] 其中,f为所述目镜的有效焦距; f_{12} 为所述第一透镜和所述第二透镜的组合焦距。

[0019] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0020] $0.35 \leq (CT3+CT4) / Td \leq 0.55$;

[0021] 其中,CT3为所述第三透镜的中心厚度;CT4为所述第四透镜的中心厚度;Td为所述第一透镜的观察侧表面至所述第五透镜的显示侧表面的轴上距离。

[0022] 在某些实施方式中,所述第一透镜具有正光焦距,所述第二透镜具有负光焦距,所述第三透镜具有正光焦距,所述第四透镜具有负光焦距。

[0023] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0024] $0.9 < f / f1 < 1.5$;

[0025] 其中,f为所述目镜的有效焦距;f1为所述第一透镜的有效焦距。

[0026] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0027] $40 < V1 < 60$;

[0028] 其中,V1为所述第一透镜的色散系数。

[0029] 在某些实施方式中,所述目镜包括设置在所述第五透镜及所述显示侧之间的第六透镜,所述第三透镜的观察侧表面为凸面,所述第四透镜的显示侧表面为凹面;所述第六透镜的观察侧表面为凸面而显示侧表面为凹面。

[0030] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0031] $0.35 \leq (CT3+CT4) / Td \leq 0.55$;

[0032] 其中,CT3为所述第三透镜的中心厚度;CT4为所述第四透镜的中心厚度;Td为所述第一透镜的观察侧表面至所述第六透镜的显示侧表面的轴上距离。

[0033] 在某些实施方式中,所述第三透镜和所述第四透镜为胶合透镜,且材质为玻璃。

[0034] 在某些实施方式中,所述目镜满足条件式:

[0035] $2.0 < V2 / V6 < 3.0$;

[0036] 其中,V2为所述第二透镜的色散系数,V6为所述第六透镜的色散系数。

[0037] 本发明实施方式的目镜具有小型化、广角化的优点,能有效矫正全视场内的像差,并获得较大的相对镜目距。

[0038] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0039] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施方式的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0040] 图1是实施例1的目镜的结构示意图;

[0041] 图2是实施例1的目镜的MTF解像曲线图;

[0042] 图3是实施例2的目镜的结构示意图;

[0043] 图4是实施例2的目镜的MTF解像曲线图;

[0044] 图5是实施例3的目镜的结构示意图;

[0045] 图6是实施例3的目镜的MTF解像曲线图;

[0046] 图7是实施例4的目镜的结构示意图;

[0047] 图8是实施例4的目镜的MTF解像曲线图;

- [0048] 图9是实施例5的目镜的结构示意图；
[0049] 图10是实施例5的目镜的MTF解像曲线图；
[0050] 图11是实施例6的目镜的结构示意图；
[0051] 图12是实施例6的目镜的MTF解像曲线图；
[0052] 图13是实施例7的目镜的结构示意图；
[0053] 图14是实施例7的目镜的MTF解像曲线图；
[0054] 图15是实施例8的目镜的结构示意图；
[0055] 图16是实施例8的目镜的MTF解像曲线图；
[0056] 图17是实施例9的目镜的结构示意图；
[0057] 图18是实施例9的目镜的MTF解像曲线图；
[0058] 图19是实施例10的目镜的结构示意图；
[0059] 图20是实施例10的目镜的MTF解像曲线图。

具体实施方式

[0060] 下面详细描述本发明的实施方式，所述实施方式的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0061] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0062] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接或可以相互通讯；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0063] 在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0064] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开，下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然，它们仅仅为示例，并且目的不在于限制本发明。此外，本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母，

这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。此外,本发明提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

[0065] 请参阅图1,本发明实施方式的目镜包括自观察侧到显示侧依次共轴设置的光阑ST0及具有光焦距的第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4及第五透镜E5。

[0066] 请一并参阅图3、5、7、9、11、13,本发明实施例1-7中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9。另外,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11。

[0067] 使用时,显示器件显示图像,图像的光线自显示器件的显示表面S12发出,并经过目镜后投射在人眼上,以为人眼感知。因此,在本发明实施方式中,目镜靠近人眼的一侧称为观察侧,而靠近显示器件的一侧称为显示侧。

[0068] 请参阅图15、17、19,本发明实施例8-10中,目镜还可以包括设置在第五透镜E5及显示侧之间的第六透镜E6'。第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,第六透镜E6'具有观察侧表面S10'及显示侧表面S11'。另外,保护玻璃E7'具有观察侧表面S12'及显示侧表面S13'。

[0069] 使用时,显示器件显示图像,图像的光线自显示器件的显示表面S14'发出,并经过目镜后投射在人眼上,以为人眼感知。因此,在本发明实施方式中,目镜靠近人眼的一侧称为观察侧,而靠近显示器件的一侧称为显示侧。

[0070] 在实施例1-10中,目镜满足条件式:

$$[0071] \quad 0.75 \leq EL/f \leq 1.0;$$

$$[0072] \quad 15 < |V3-V4| < 32;$$

$$[0073] \quad HFOV \geq 30^\circ;$$

[0074] 其中,EL为光阑ST0至第一透镜E1的观察侧表面S1的轴上距离,f为目镜的有效焦距,HFOV为目镜的最大视场角的一半,V3为第三透镜E3的色散系数,V4为第四透镜E4的色散系数。

[0075] 满足上面的条件式可以在实现大视场角的同时保证较大的相对目距,同时有利于减小色差,从而保证高清晰度。

[0076] 在实施例1-10中,目镜满足条件式:

$$[0077] \quad |f/f_{34}| \leq 0.75;$$

[0078] 其中,f为目镜的有效焦距; f_{34} 为第三透镜E3和第四透镜E4的组合焦距。

[0079] 满足上面的条件式使得目镜的光焦度可以得到合理的分配,从而有效改善色差,提高清晰度。

[0080] 在实施例1-10中,目镜满足条件式:

$$[0081] \quad 0 < f/f_{12} < 1.3;$$

[0082] 其中,f为目镜的有效焦距; f_{12} 为第一透镜E1和第二透镜E2的组合焦距。

[0083] 满足上面的条件式使得目镜的光焦度可以得到合理的分配,从而有效地扩大入瞳

距离。

[0084] 在实施例1-7中,目镜满足条件式:

[0085] $0.35 \leq (CT3+CT4) / Td \leq 0.55$;

[0086] 其中,CT3为第三透镜E3的中心厚度;CT4为第四透镜E4的中心厚度;Td为第一透镜E1的观察侧表面S1至第五透镜E5的显示侧表面S9的轴上距离。

[0087] 满足上面的条件式有利于减小目镜的总长度,从而保证目镜具有较小的尺寸,同时兼顾相对镜目距。

[0088] 在实施例1-7中,第一透镜E1具有正光焦距,第二透镜E2具有负光焦距,第三透镜E3具有正光焦距,第四透镜E4具有负光焦距。

[0089] 在实施例1-7中,目镜满足条件式:

[0090] $0.9 < f / f1 < 1.5$;

[0091] 其中,f为目镜的有效焦距;f1为第一透镜E1的有效焦距。

[0092] 满足上面的条件式使得目镜的光焦距可以得到合理的分配,从而提升解像力,同时使得各透镜在光轴上具有合适的中心厚度,从而减小目镜的尺寸。

[0093] 在实施例1-7中,目镜满足条件式:

[0094] $40 < V1 < 60$;

[0095] 其中,V1为第一透镜E1的色散系数。

[0096] 满足上面的条件式使得色散程度得到控制,从而消除色差,提升清晰度。

[0097] 在实施例8-10中,第三透镜E3的观察侧表面S5为凸面,第四透镜E4的显示侧表面S7为凹面;第六透镜E6'的观察侧表面S10'为凸面而显示侧表面S11'为凹面。

[0098] 在实施例8-10中,目镜满足条件式:

[0099] $0.35 \leq (CT3+CT4) / Td \leq 0.55$;

[0100] 其中,CT3为第三透镜E3的中心厚度;CT4为第四透镜E4的中心厚度;Td为第一透镜E1的观察侧表面S1至第六透镜E6'的显示侧表面S11'的轴上距离。

[0101] 满足上面的条件式有利于减小目镜的总长度,从而保证目镜具有较小的尺寸,同时兼顾相对镜目距。

[0102] 在实施例8-10中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜,且材质为玻璃。

[0103] 玻璃透镜相较于塑料透镜具有较好的成像效果,且胶合透镜可以有效补偿其他透镜产生的色差,从而最大限度地减少系统色差,提高清晰度。

[0104] 在实施例8-10中,目镜满足条件式:

[0105] $2.0 < V2 / V6 < 3.0$;

[0106] 其中,V2为第二透镜E2的色散系数,V6为第六透镜E6'的色散系数。

[0107] 满足上面的条件式通过对第二透镜E2和第六透镜E6'的色散系数的合理分配,可以有效减小外部视场垂轴色差,从而实现较大视场角范围内的高清晰度。

[0108] 在实施例1-10中,第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5及第六透镜E6'都为非球面透镜。非球面的面型由以下公式决定:

$$[0109] \quad x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum Aih^i$$

[0110] 其中,h是非球面上任一点到光轴的高度,c是顶点曲率,k是锥形常数,A_i是非球面第i-th阶的修正系数。

[0111] 实施例1

[0112] 请参阅图1-2,实施例1中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11,显示器件具有显示表面S12。其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0113] 表1

[0114]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
ST0	球面	无穷	14.2000		
S1	非球面	55.5429	6.2500	1.76,49.3	-95.4462
S2	非球面	-12.8000	0.1000		-2.1514
S3	非球面	-29.5329	0.9100	1.54,56.1	-2.8180
S4	非球面	-45.5380	0.1000		-61.5412
S5	非球面	25.5186	8.2800	1.85,40.6	1.0385
S6	球面	-26.5181	1.6600	1.92,20.9	0
S7	球面	13.9750	2.6695		0
S8	非球面	-24.4451	0.9100	1.64,23.5	-3.0349
S9	非球面	50.4736	1.4132		10.6901
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	1.4000		
S12	球面	无穷			

[0115] 表2

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.5191E-05	2.6291E-07	5.8617E-09	-4.0223E-11	1.7682E-14
S2	-1.0596E-04	-1.6297E-07	4.4982E-09	2.1566E-11	-1.4706E-13
S3	6.3517E-05	-1.8173E-06	1.3491E-08	-2.6910E-11	1.5201E-14
S4	-7.6380E-06	3.0985E-07	-3.2893E-09	-2.8921E-11	1.7554E-13
S5	2.6477E-05	1.3762E-07	-1.5089E-10	-2.3913E-12	-1.0206E-14
S8	3.5340E-04	2.3348E-06	-9.0933E-09	-4.2208E-10	2.5545E-12
S9	2.2350E-04	-4.0901E-06	-1.4797E-08	5.3017E-10	-1.1752E-12

[0118] 实施例2

[0119] 请参阅图3-4,实施例2中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11,显示器件具有显示表面S12。其

中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0120] 表3

[0121]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
ST0	球面	无穷	14.2000		
S1	非球面	95.0858	5.9525	1.73,54.0	10.3062
S2	非球面	-11.4181	0.1045		-2.8065
S3	非球面	-26.7017	1.0452	1.54,56.1	-6.4734
S4	非球面	-65.0571	0.1039		-237.3327
S5	非球面	22.1773	8.2523	1.85,40.1	0.1332
S6	球面	-38.0818	2.0124	1.92,20.9	0
S7	球面	13.2210	3.1435		0
S8	非球面	-38.0191	1.2009	1.64,23.5	13.2577
S9	非球面	29.0705	0.6309		2.5005
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	1.6500		
S12	球面	无穷			

[0122] 表4

[0123]

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.7056E-05	1.5601E-07	5.4646E-09	-3.8855E-11	1.1335E-13
S2	-8.3236E-05	-1.5408E-07	2.8410E-09	8.7172E-12	1.1778E-14
S3	7.3415E-05	-1.8426E-06	1.3484E-08	-2.4528E-11	-1.7377E-14
S4	-9.6939E-05	2.5203E-07	-2.8491E-10	-3.5251E-13	-6.9844E-15
S5	1.0924E-05	4.5765E-08	4.0835E-10	8.7171E-13	-8.8628E-15
S8	2.3266E-04	1.5204E-06	1.4835E-08	3.2758E-11	-3.2711E-12
S9	-7.2049E-05	-9.4180E-07	-1.0298E-08	2.8671E-11	1.0364E-12

[0124] 实施例3

[0125] 请参阅图5-6,实施例3中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11,显示器件具有显示表面S12。其中,第一透镜E1和第二透镜E2为胶合透镜,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第一透镜E1的显示侧表面S2和第二透镜E2的观察侧表面S3重合,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0126] 表5

[0127]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		

ST0	球面	无穷	15.0000		
S1	球面	39.5756	7.2152	1.77,49.6	0
S2	球面	-16.3746	1.0000	1.85,23.8	0
S4	球面	-27.3564	0.1000		0
S5	球面	14.0872	6.4469	1.80,46.6	0
S6	球面	69.5777	1.1729	1.85,23.8	0
S7	球面	10.2552	2.0406		0
S8	非球面	11.1804	1.9788	1.54,56.1	0.2610
S9	非球面	18.0466	3.0000		1.1498
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	1.1270		
S12	球面	无穷			

[0128] 表6

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
S8	6.6428E-04	-1.3964E-05	6.0914E-08	-1.3899E-09	-1.9107E-11	2.8224E-15	4.0412E-15
S9	1.3256E-03	-1.5341E-05	-1.1587E-07	9.0575E-11	1.3665E-11	6.6836E-14	-8.6744E-16

[0130] 实施例4

[0131] 请参阅图7-8,实施例4中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11,显示器件具有显示表面S12。其中,第一透镜E1和第二透镜E2为胶合透镜。因此,第一透镜E1的显示侧表面S2和第二透镜E2的观察侧表面S3重合。目镜满足下面表格的条件:

[0132] 表7

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
STO	球面	无穷	15.0000		
S1	球面	199.2053	7.2231	1.80,46.6	0
S2	球面	-13.1258	1.0000	1.81,25.5	0
S4	球面	-23.2274	0.0999		0
S5	球面	15.1338	6.7475	1.76,52.3	0
S6	球面	59.1906	1.0552		0
S6'	非球面	-307.9896	2.5159	1.65,21.5	-96.4351
S7	非球面	9.1329	1.8318		-0.0063
S8	非球面	6.7782	2.1696	1.54,56.1	-0.4710
S9	非球面	14.0429	2.8733		-6.8718
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	0.5260		
S12	球面	无穷			

[0135] 表8

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
S6'	1.4283E-04	-7.3654E-06	1.7086E-07	-2.0452E-09	1.3489E-11	-4.6515E-14	6.5635E-17
S7	2.5171E-04	-4.7803E-05	1.9005E-06	-4.8730E-08	7.8960E-10	-7.1432E-12	2.6468E-14

S8	5.0629E-04	-2.3448E-05	-4.0360E-07	2.7419E-08	-8.0525E-10	1.0656E-11	-5.0325E-14
S9	1.0875E-03	2.7754E-05	-4.5739E-06	1.7649E-07	-3.3584E-09	3.1690E-11	-1.1715E-13

[0137] 实施例5

[0138] 请参阅图9-10, 实施例5中, 第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2, 第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4, 第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6, 第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7, 第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9, 保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11, 显示器件具有显示表面S12。其中, 第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此, 第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0139] 表9

[0140]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
ST0	球面	无穷	13.7000		
S1	非球面	53.0551	5.8500	1.76, 49.3	-99.9900
S2	非球面	-13.3000	0.1000		-1.8199
S3	非球面	-34.1539	1.0000	1.54, 56.1	-4.0557
S4	非球面	-50.1853	0.1000		-99.9900
S5	非球面	24.8140	7.5000	1.85, 40.6	0.6700
S6	球面	-29.0500	1.6600	1.92, 20.9	0
S7	球面	14.6000	3.3354		0
S8	非球面	-14.1557	1.0300	1.64, 23.5	-1.8900
S9	非球面	无穷	0.8253		50.0000
S10	球面	无穷	0.7000	1.52, 64.2	
S11	球面	无穷	1.6500		
S12	球面	无穷			

[0141] 表10

[0142]

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-1.0323E-04	2.4308E-07	6.2307E-09	-3.6293E-11	-2.5375E-15
S2	-1.1460E-04	-1.7367E-07	5.2321E-09	3.0648E-11	-1.7166E-13
S3	7.9209E-05	-1.8299E-06	1.3661E-08	-2.7936E-11	1.5405E-14
S4	9.6550E-06	3.5050E-07	-3.9655E-09	-3.8655E-11	2.3479E-13
S5	2.2316E-05	9.2651E-08	-1.4599E-10	2.4678E-12	-3.1529E-14
S8	4.1583E-04	4.6264E-06	-2.0227E-07	2.6518E-09	-1.1068E-11
S9	-9.2023E-05	2.6283E-05	-1.0081E-06	1.2698E-08	-5.0205E-11

[0143] 实施例6

[0144] 请参阅图11-12, 实施例6中, 第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2, 第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4, 第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6, 第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7, 第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9, 保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11, 显示器件具有显示表面S12。

其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0145] 表11

[0146]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
STO	球面	无穷	14.2000		
S1	非球面	77.4513	6.1545	1.77,49.3	-32.9845
S2	非球面	-11.0087	0.1000		-2.6480
S3	非球面	-20.9569	0.9000	1.54,56.1	-4.5603
S4	非球面	-49.0117	0.1000		-97.0821
S5	非球面	23.6144	8.2398	1.85,40.1	0.1897
S6	球面	-30.1258	1.6600	1.92,20.9	0
S7	球面	13.5474	2.4848		0
S8	非球面	-54.8154	0.9507	1.64,23.5	18.1891
S9	非球面	23.9467	1.8884		2.9066
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	1.1000		
S12	球面	无穷			

[0147] 表12

[0148]

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.7099E-05	1.5936E-07	5.4999E-09	-3.8793E-11	1.0816E-13
S2	-8.6479E-05	-1.3274E-07	2.9858E-09	7.7345E-12	2.1848E-14
S3	7.2938E-05	-1.8012E-06	1.4004E-08	-2.2885E-11	-3.0182E-14
S4	-8.2033E-05	2.6114E-07	-7.2271E-10	-3.8795E-12	1.7452E-14
S5	8.9008E-06	6.5000E-08	6.6057E-10	1.8694E-12	-2.4737E-14

[0149]

S8	3.5084E-04	2.2067E-07	2.3542E-09	1.3026E-11	-1.6903E-12
S9	-1.5526E-05	-1.2686E-06	-1.1629E-08	7.2107E-11	8.6603E-13

[0150] 实施例7

[0151] 请参阅图13-14,实施例7中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,保护玻璃E6具有观察侧表面S10及显示侧表面S11,显示器件具有显示表面S12。其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0152] 表13

[0153]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
STO	球面	无穷	14.2000		
S1	非球面	55.5429	6.2500	1.76,49.3	-95.4462

S2	非球面	-12.8000	0.1000		-2.1514
S3	非球面	-29.5329	0.9100	1.54,56.1	-2.8180
S4	非球面	-45.5380	0.1000		-61.5412
S5	非球面	25.5186	8.2800	1.85,40.6	1.0385
S6	球面	-26.5181	1.6600	1.92,20.9	0
S7	球面	13.9750	2.6695		0
S8	非球面	-24.4451	0.9100	1.64,23.5	-3.0349
S9	非球面	50.4736	1.4132		10.6901
S10	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S11	球面	无穷	1.4000		
S12	球面	无穷			

[0154] 表14

[0155]

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.5191E-05	2.6291E-07	5.8617E-09	-4.0223E-11	1.7682E-14
S2	-1.0596E-04	-1.6297E-07	4.4982E-09	2.1566E-11	-1.4706E-13
S3	6.3517E-05	-1.8173E-06	1.3491E-08	-2.6910E-11	1.5201E-14
S4	-7.6380E-06	3.0985E-07	-3.2893E-09	-2.8921E-11	1.7554E-13
S5	2.6477E-05	1.3762E-07	-1.5089E-10	-2.3913E-12	-1.0206E-14
S8	3.5340E-04	2.3348E-06	-9.0933E-09	-4.2208E-10	2.5545E-12
S9	2.2350E-04	-4.0901E-06	-1.4797E-08	5.3017E-10	-1.1752E-12

[0156] 实施例8

[0157] 请参阅图15-16,实施例8中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,第六透镜E6'具有观察侧表面S10'及显示侧表面S11',保护玻璃E7'具有观察侧表面S12'及显示侧表面S13',显示器件具有显示表面S14'。其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0158] 表15

[0159]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
ST0	球面	无穷	15.0000		
S1	非球面	-811.3168	1.5087	1.54,56.1	0
S2	非球面	13.9880	0.0984		-10.2727
S3	非球面	6.0984	3.9446	1.54,56.1	-2.7324
S4	非球面	16.3615	0.1003		-2.8342
S5	球面	16.1358	9.3393	1.82,46.6	0
S6	球面	-34.9774	1.3103	1.85,23.8	0
S7	球面	12.6241	0.8248		0

S8	非球面	5.0319	3.6835	1.54,56.1	-2.0384
S9	非球面	-148.2893	0.1098		50.2479
S10'	非球面	188.5409	0.5499	1.66,21.5	0
S11'	非球面	8.6679	2.0441		-0.9184
S12'	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S13'	球面	无穷	0.9869		
S14'	球面	无穷			

[0160] 表16

[0161]

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	4.1452E-04	-7.3538E-06	6.8518E-08	-3.2484E-10	6.6085E-13
S2	-1.5650E-04	-9.1355E-07	7.9872E-09	4.5983E-12	-3.4718E-14
S3	2.7069E-05	-7.1389E-07	4.7644E-10	8.9035E-14	-2.9269E-14
S4	-6.8897E-05	1.6469E-07	-2.5400E-09	-1.4016E-12	-1.1627E-14
S8	1.2081E-04	-8.2112E-06	-2.9035E-09	-2.9455E-10	6.7687E-12
S9	2.6749E-06	2.7082E-07	3.2173E-09	4.3959E-11	0
S10'	-2.8227E-05	3.1234E-08	4.9017E-10	-9.5711E-15	0
S11'	-5.4639E-04	3.3964E-06	-2.8469E-08	7.0233E-11	0

[0162] 实施例9

[0163] 请参阅图17-18,实施例9中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,第六透镜E6'具有观察侧表面S10'及显示侧表面S11',保护玻璃E7'具有观察侧表面S12'及显示侧表面S13',显示器件具有显示表面S14'。其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0164] 表17

[0165]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
STO	球面	无穷	14.1030		
S1	非球面	-470.1866	3.2083	1.80,45.4	28.9284
S2	非球面	-48.8182	0.1000		6.2778
S3	非球面	19.1669	2.6350	1.54,56.1	-4.0225
S4	非球面	-40.1493	0.1000		-66.4909
S5	球面	27.7225	1.0004	1.92,20.9	0
S6	球面	12.2395	8.1721	1.88,40.8	0
S7	球面	352.0194	0.1099		0
S8	非球面	-269.5796	1.1348	1.64,23.5	50.0000
S9	非球面	7.5843	0.2363		-0.3795
S10'	非球面	7.5705	2.4249	1.64,23.5	-0.5794

S11'	非球面	11.2094	3.7650		-2.2398
S12'	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S13'	球面	无穷	0.9000		
S14'	球面	无穷			

[0166] 表18

[0167]

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14
S1	1.1002E-04	-3.3776E-06	4.5262E-08	-2.7337E-10	5.9745E-13	0
S2	-1.9280E-04	9.9368E-07	3.8799E-10	-1.3268E-11	0	0
S3	-2.2943E-04	4.2914E-06	-3.1688E-08	7.6797E-11	0	0
S4	1.4183E-04	-5.0444E-07	-8.3612E-10	1.3919E-12	0	0
S8	3.1251E-04	-6.5469E-06	5.3008E-08	-1.1503E-10	0	0
S9	-6.9099E-04	1.0784E-05	-2.4327E-07	3.8126E-09	-3.7161E-11	1.1595E-13
S10'	5.8941E-05	-1.8473E-06	-4.1476E-07	9.3563E-09	-5.9263E-11	0
S11'	1.6251E-03	-4.0074E-05	7.9213E-08	7.0211E-09	-7.0326E-11	1.4136E-13

[0168] 实施例10

[0169] 请参阅图19-20,实施例10中,第一透镜E1具有观察侧表面S1及显示侧表面S2,第二透镜E2具有观察侧表面S3及显示侧表面S4,第三透镜E3具有观察侧表面S5及显示侧表面S6,第四透镜E4具有观察侧表面S6'及显示侧表面S7,第五透镜E5具有观察侧表面S8及显示侧表面S9,第六透镜E6'具有观察侧表面S10'及显示侧表面S11',保护玻璃E7'具有观察侧表面S12'及显示侧表面S13',显示器件具有显示表面S14'。其中,第三透镜E3和第四透镜E4为胶合透镜,第五透镜E5和第六透镜E6'为胶合透镜。因此,第三透镜E3的显示侧表面S6与第四透镜E4的观察侧表面S6'重合,第五透镜E5的显示侧表面S9和第六透镜E6'的观察侧表面S10'重合。目镜满足下面表格的条件:

[0170] 表19

[0171]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
STO	球面	无穷	14.5985		
S1	非球面	29.4006	4.0110	1.80,45.4	-55.3906
S2	非球面	-16.5543	0.1000		-4.9697
S3	非球面	-77.0423	0.7995	1.54,56.1	-63.4447
S4	非球面	17.0290	0.1000		-19.8958
S5	球面	15.7493	8.8672	1.92,20.9	0
S6	球面	-34.8975	1.2157	1.88,40.8	0
S7	球面	11.7465	0.6297		0
S8	非球面	4.4799	2.3010	1.64,23.5	-1.8993
S9	非球面	5.6825	0.9429	1.64,23.5	-1.6098
S11'	非球面	5.1569	2.6434		-1.2696
S12'	球面	无穷	0.7000	1.52,64.2	
S13'	球面	无穷	1.0060		
S14'	球面	无穷			

[0172] 表20

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-1.2027E-04	-1.7842E-06	3.7404E-08	-2.2842E-10	5.3124E-13
S2	-1.3196E-04	-3.7477E-07	5.7259E-09	1.5341E-11	-3.6432E-14
S3	4.7094E-05	-4.3122E-07	1.5860E-09	8.4162E-15	-6.3687E-16
S4	-1.7287E-04	3.9919E-07	-7.9331E-10	-8.2672E-14	-4.9851E-16
S8	3.0917E-04	-1.0292E-05	-1.1711E-07	1.4257E-09	1.0179E-13
S9	-1.7055E-03	1.9110E-05	4.5485E-08	-8.9997E-10	-6.5890E-13
S11'	-7.5779E-04	-7.3333E-06	1.9600E-07	-1.0447E-09	-1.9849E-13

[0174] 在实施例1-10中,各条件式满足下面表格的条件:

条件式\实施例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EL/f	0.82	0.80	0.96	0.97	0.76	0.83	0.82	0.99	0.88	0.97
V3-V4	19.7	19.2	22.8	30.8	19.7	19.2	19.7	22.8	19.9	19.9
HFOV(°)	37.4	37.8	31.7	31.8	36.8	35.4	35.3	34.1	35.5	34.3
f/f34	0.42	0.33	0.08	0.59	0.38	0.37	0.42	0.04	0.45	0.00
f/f12	1.11	1.03	0.68	0.59	1.15	1.08	1.11	0.32	0.90	0.39
(CT3+CT4)/Td	0.41	0.41	0.31	0.35	0.39	0.41	0.41	0.42	0.37	0.43
f/f1	1.23	1.24	0.99	1.00	1.24	1.33	1.23	/	/	/
V1	49.3	54.0	49.6	46.6	49.3	49.3	49.3	/	/	/
V2/V6	/	/	/	/	/	/	/	2.61	2.38	2.61

[0176] 如上述表格及图1-20所示,本发明实施方式的目镜的各个透镜的光焦度和色散系数都得到合理分配,各种像差得到有效控制,从而保证了在保持较小尺寸的前提下,具有超广角场角,有效矫正全视场内的像差,并获得较大的相对目距。

[0177] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施方式”、“一些实施方式”、“示意性实施方式”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合所述实施方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施方式或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施方式或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施方式或示例中以合适的方式结合。

[0178] 尽管已经示出和描述了本发明的实施方式,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

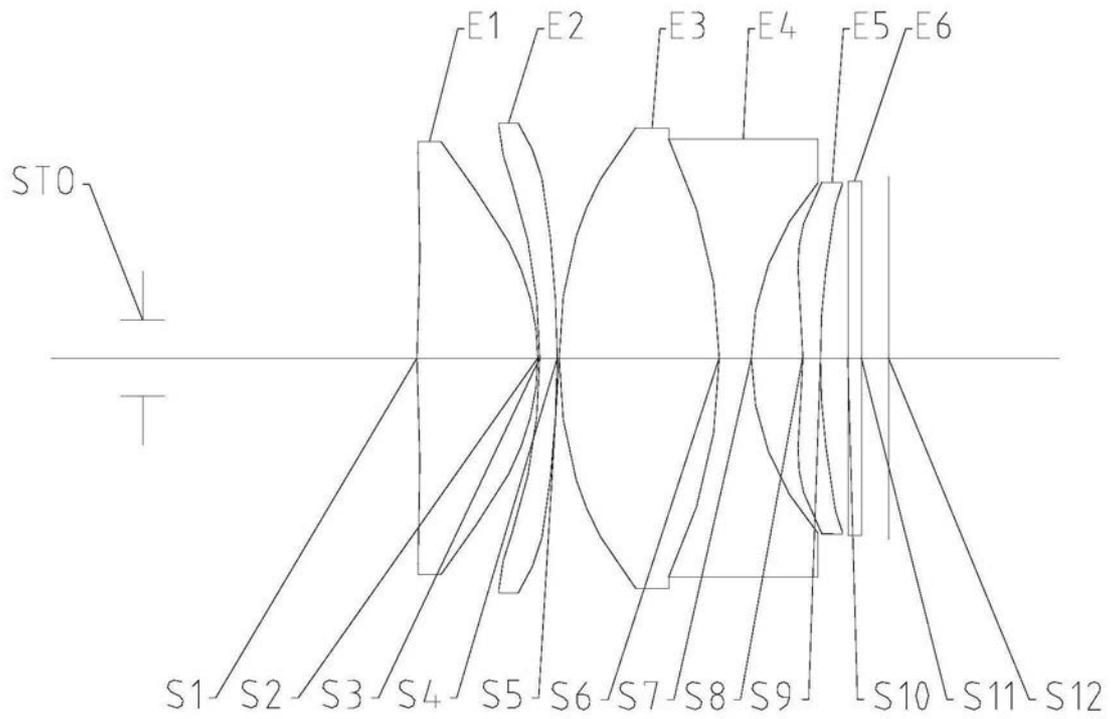


图1

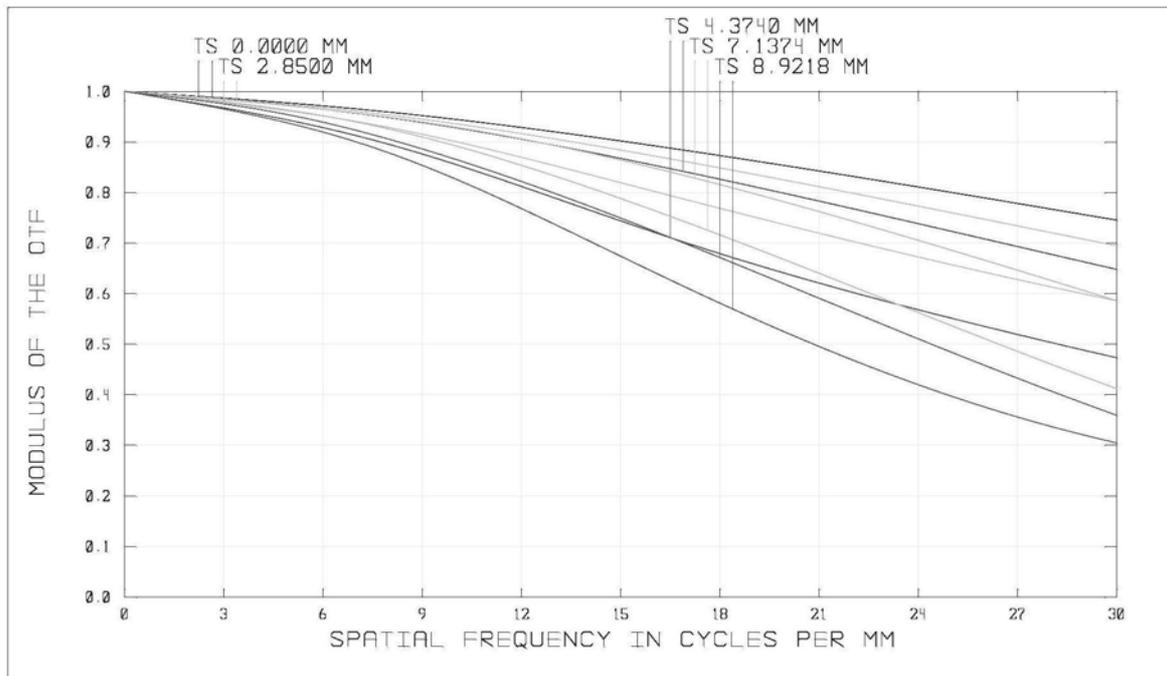


图2

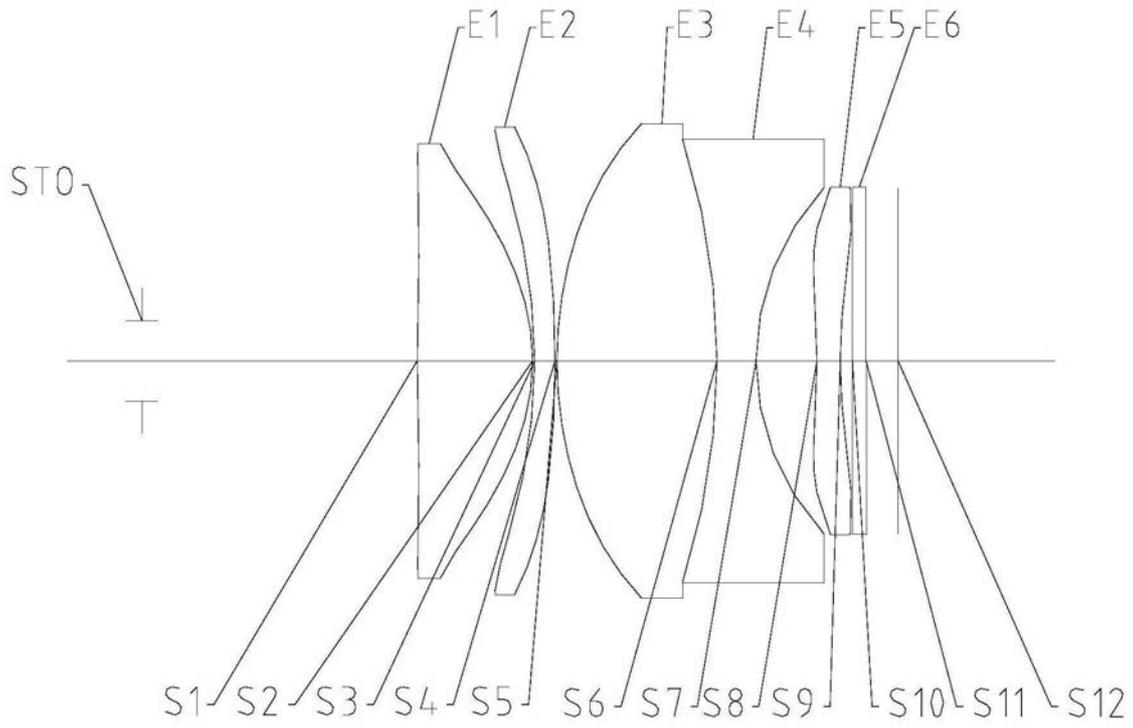


图3

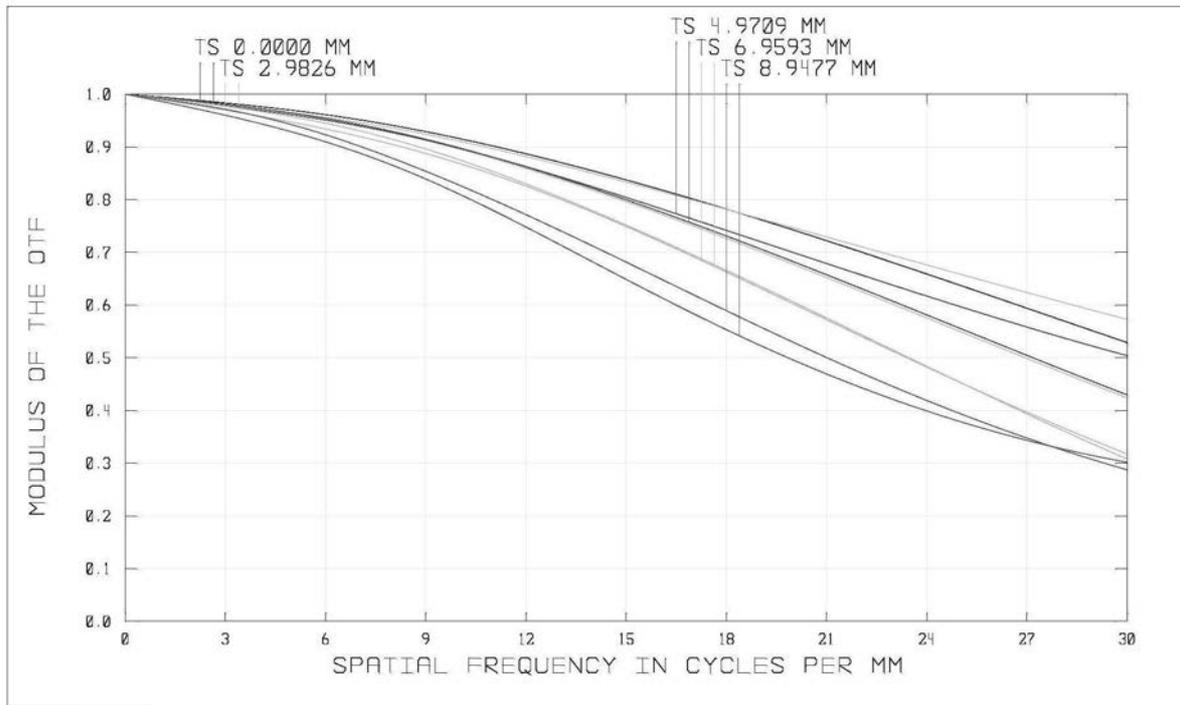


图4

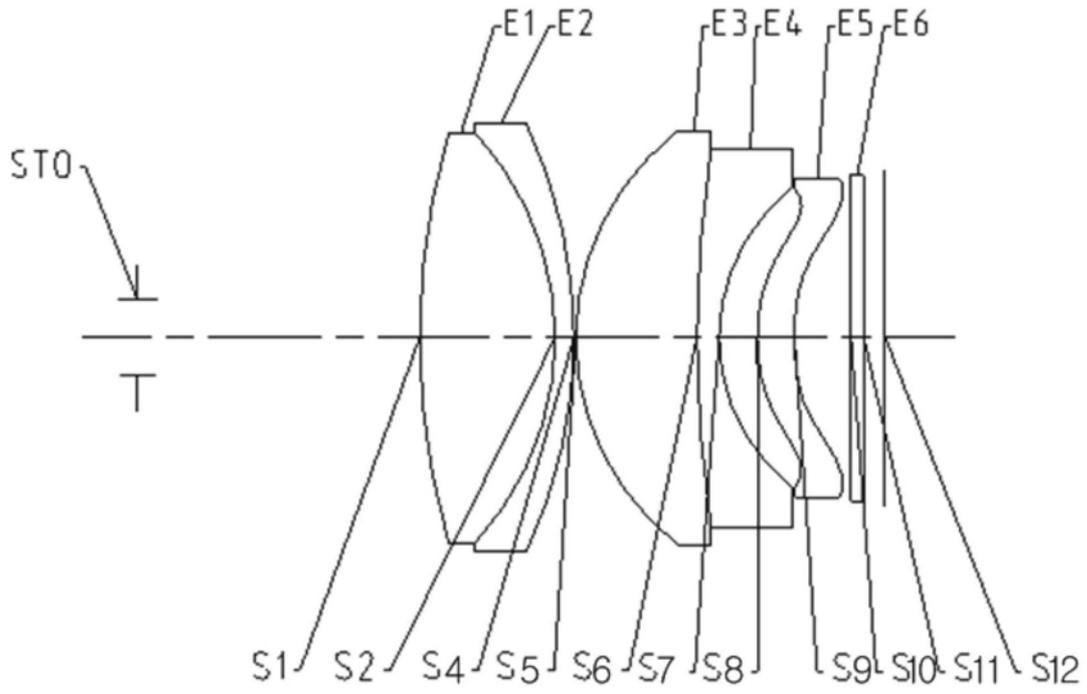


图5

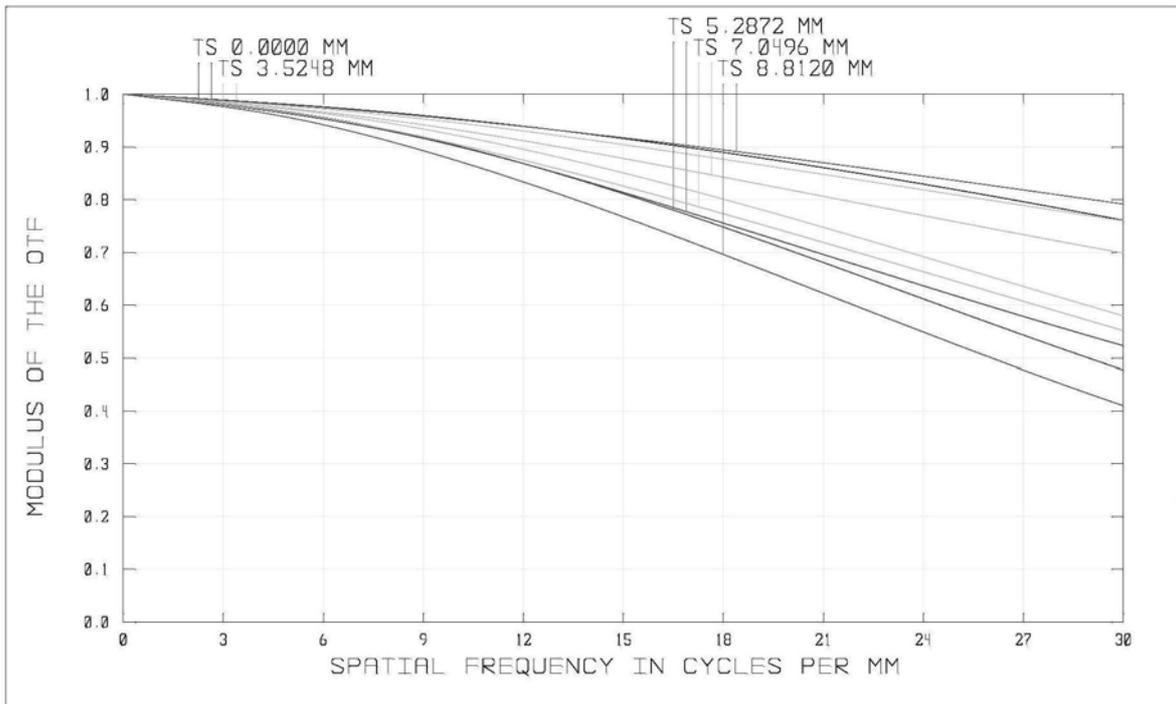


图6

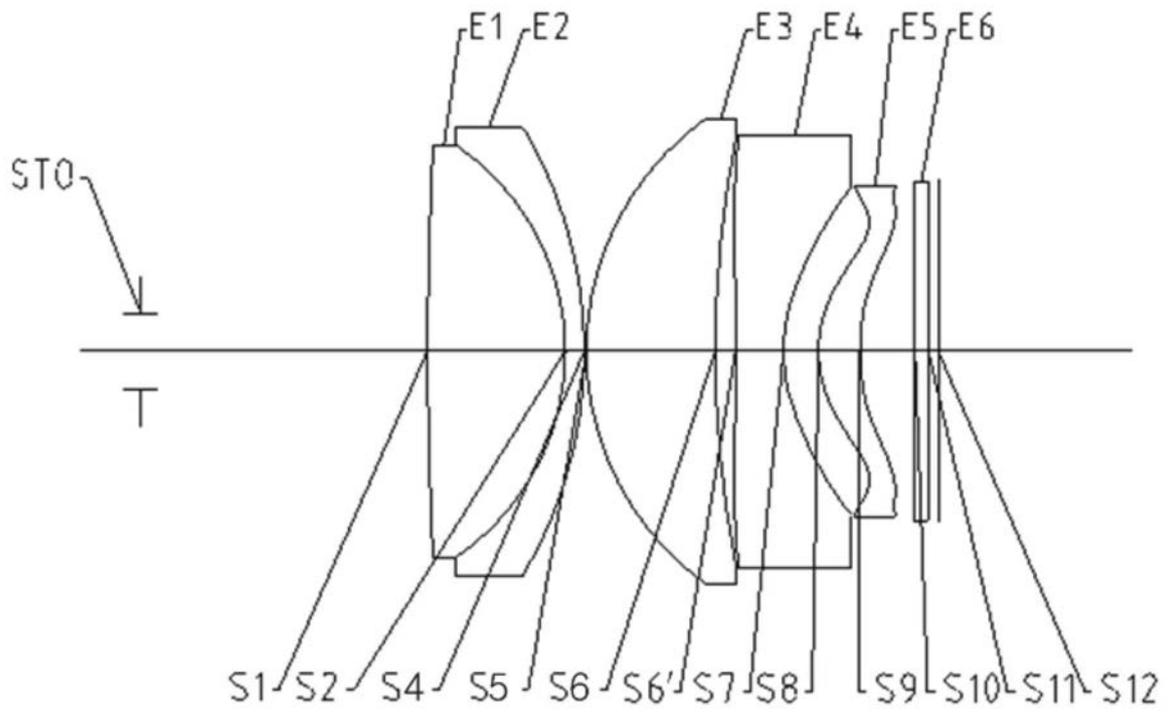


图7

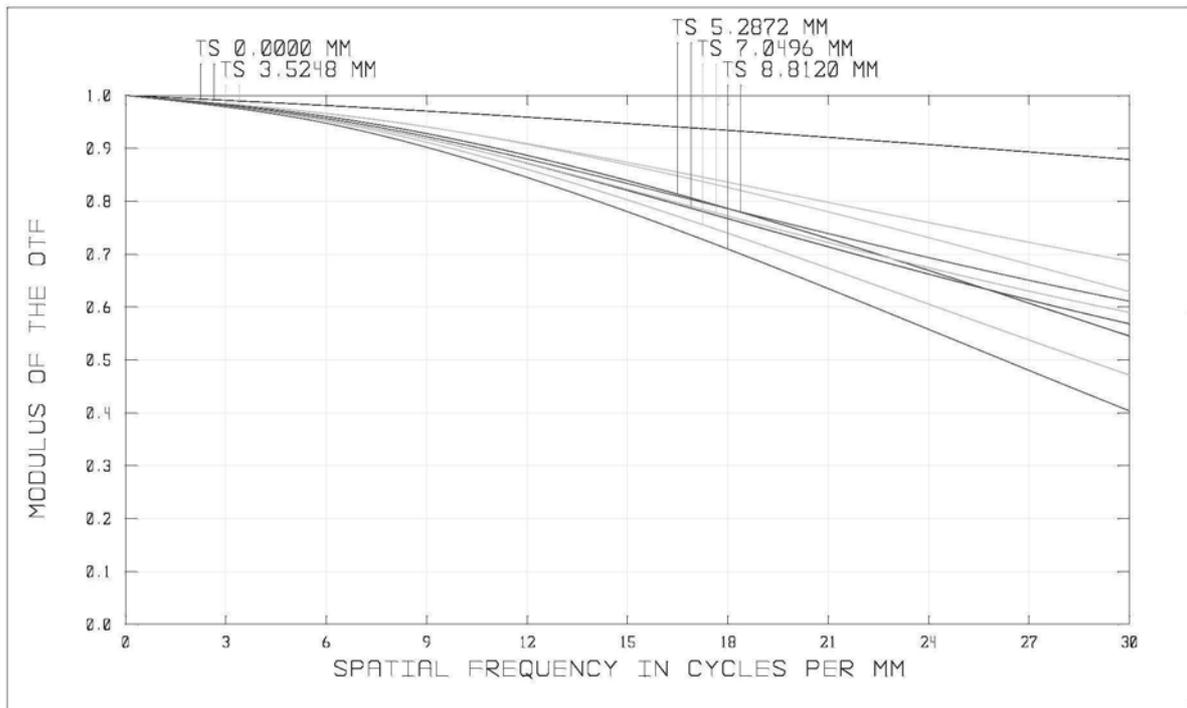


图8

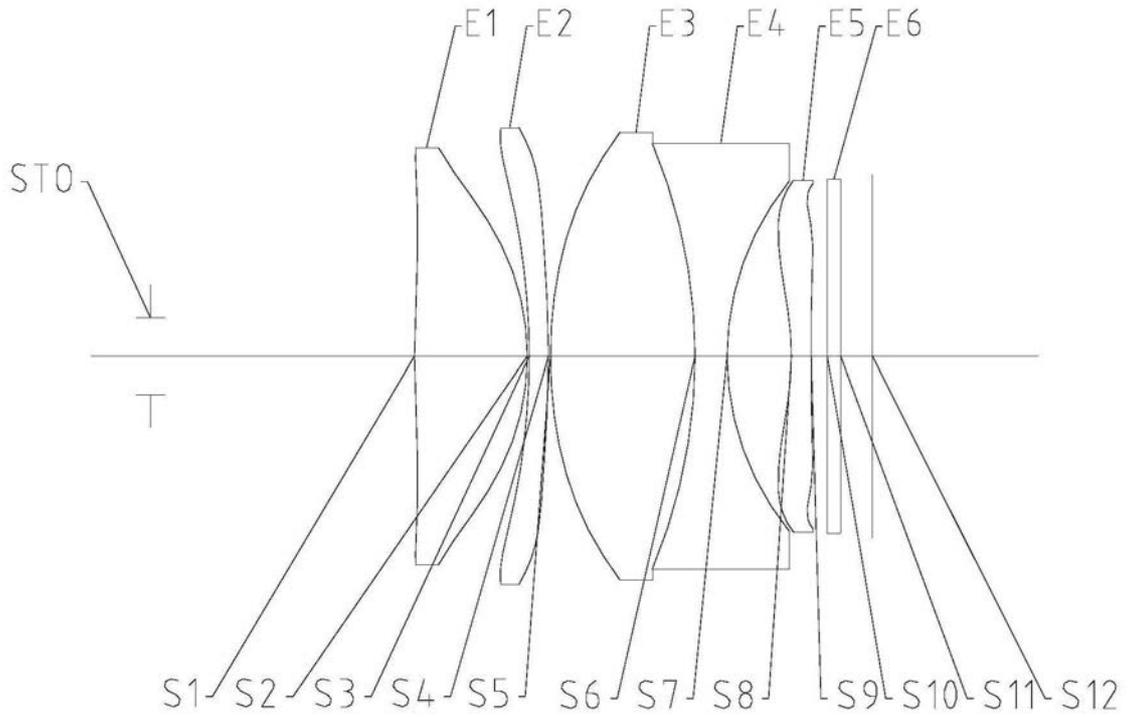


图9

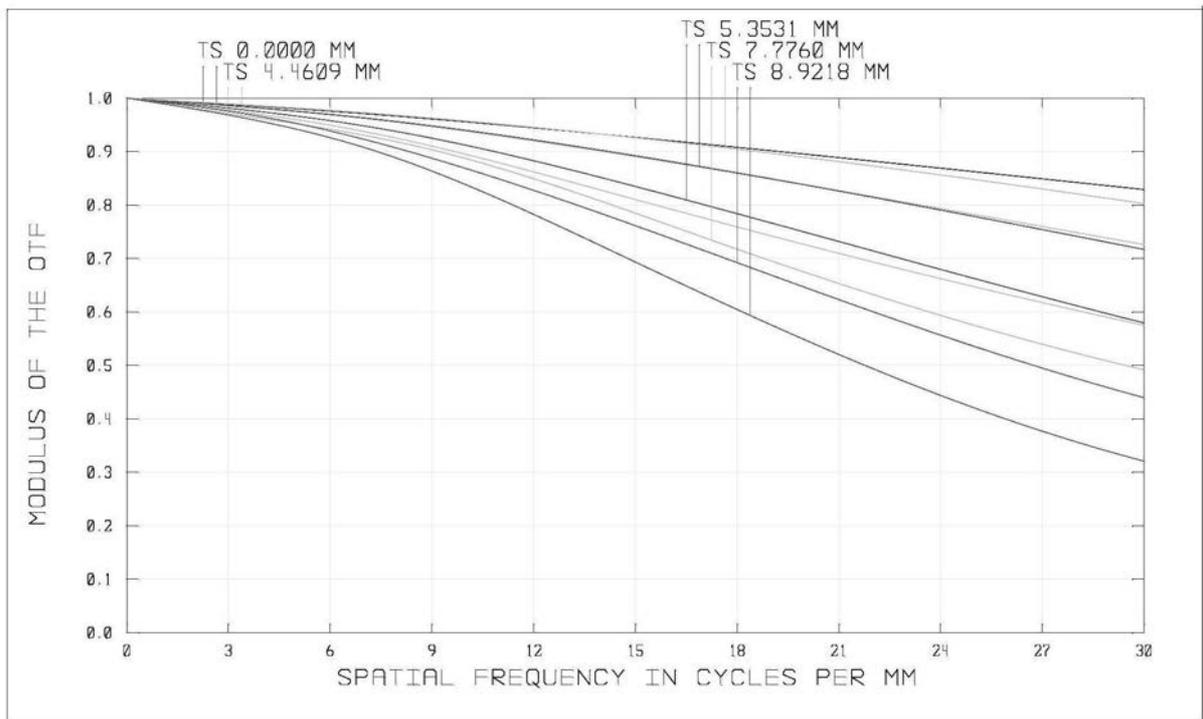


图10

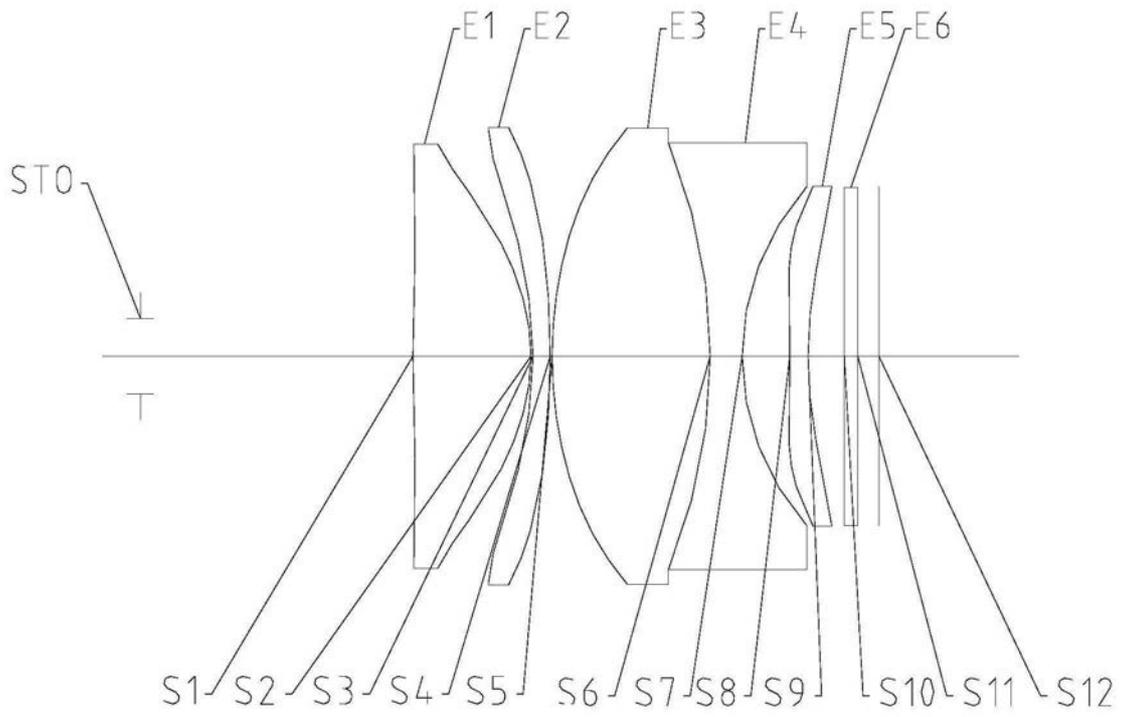


图11

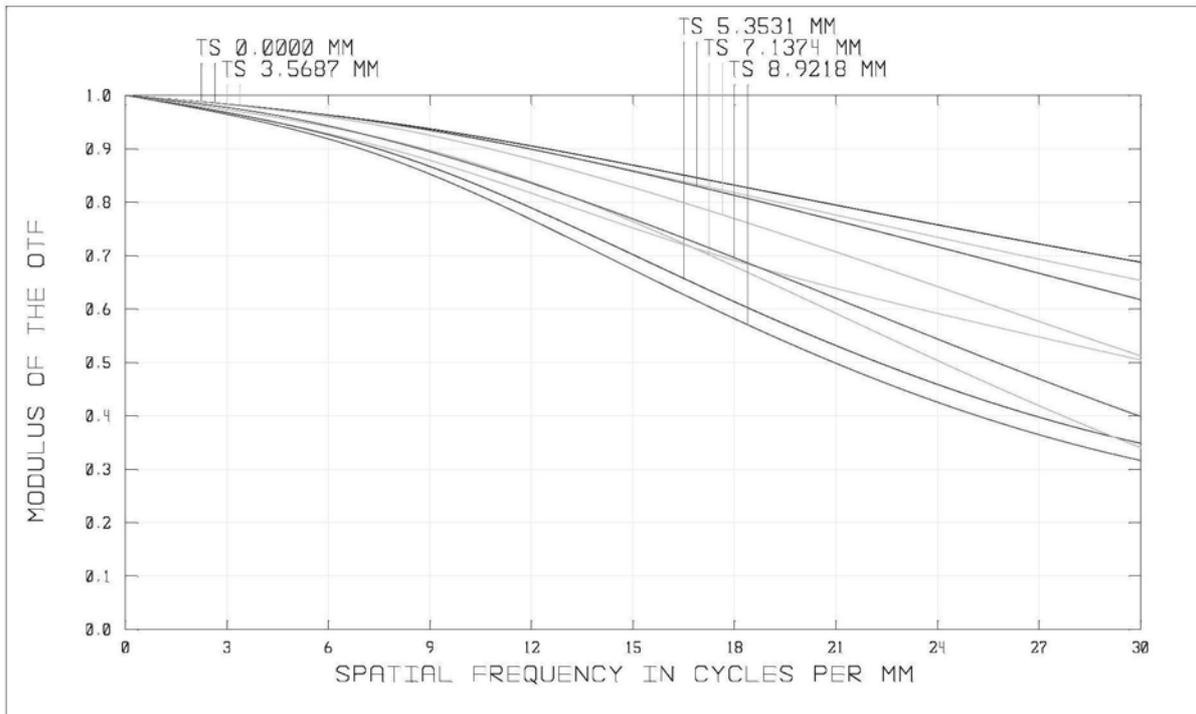


图12

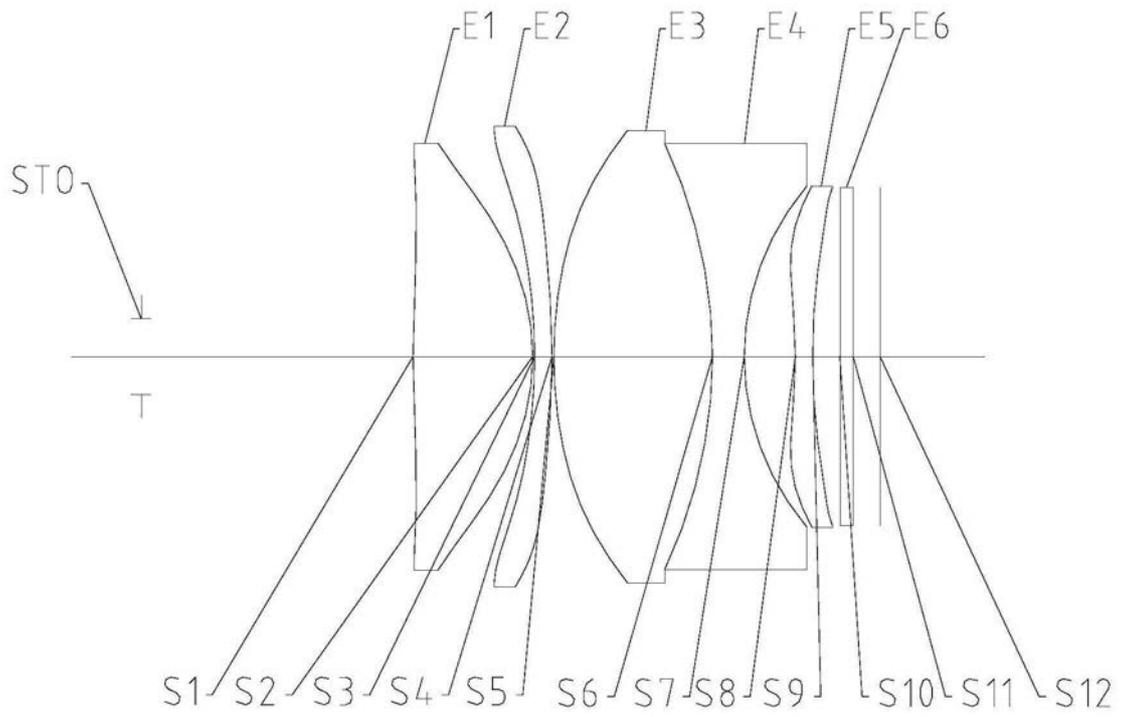


图13

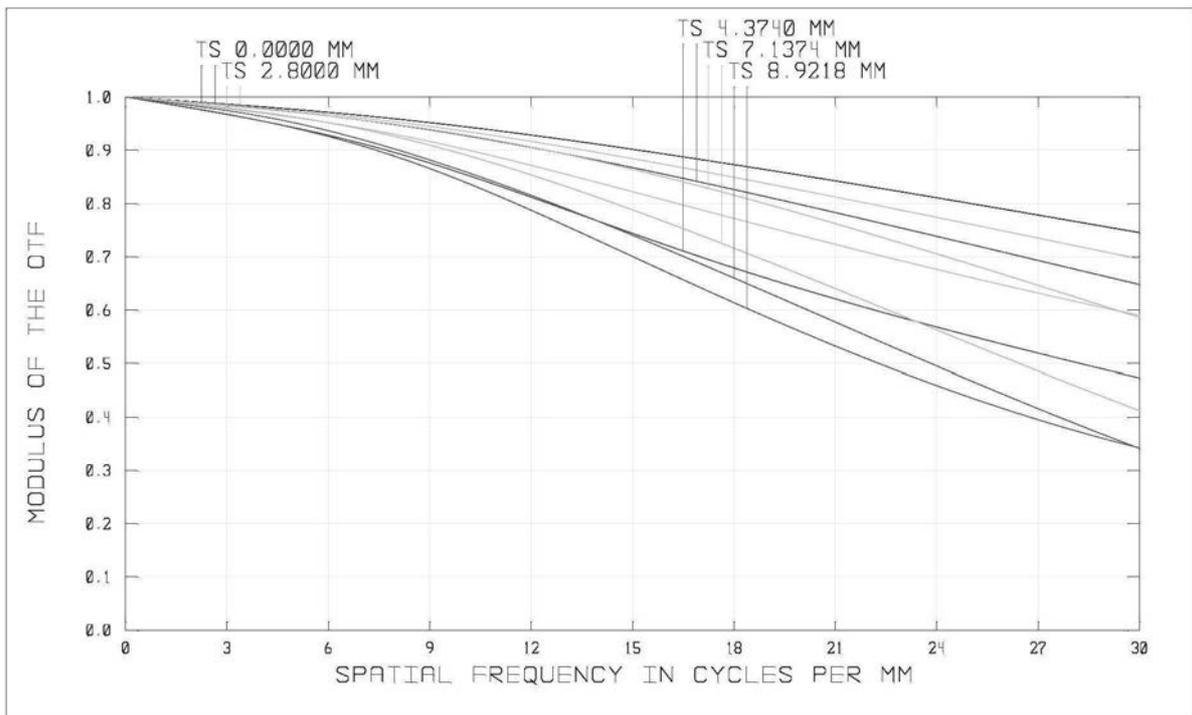


图14

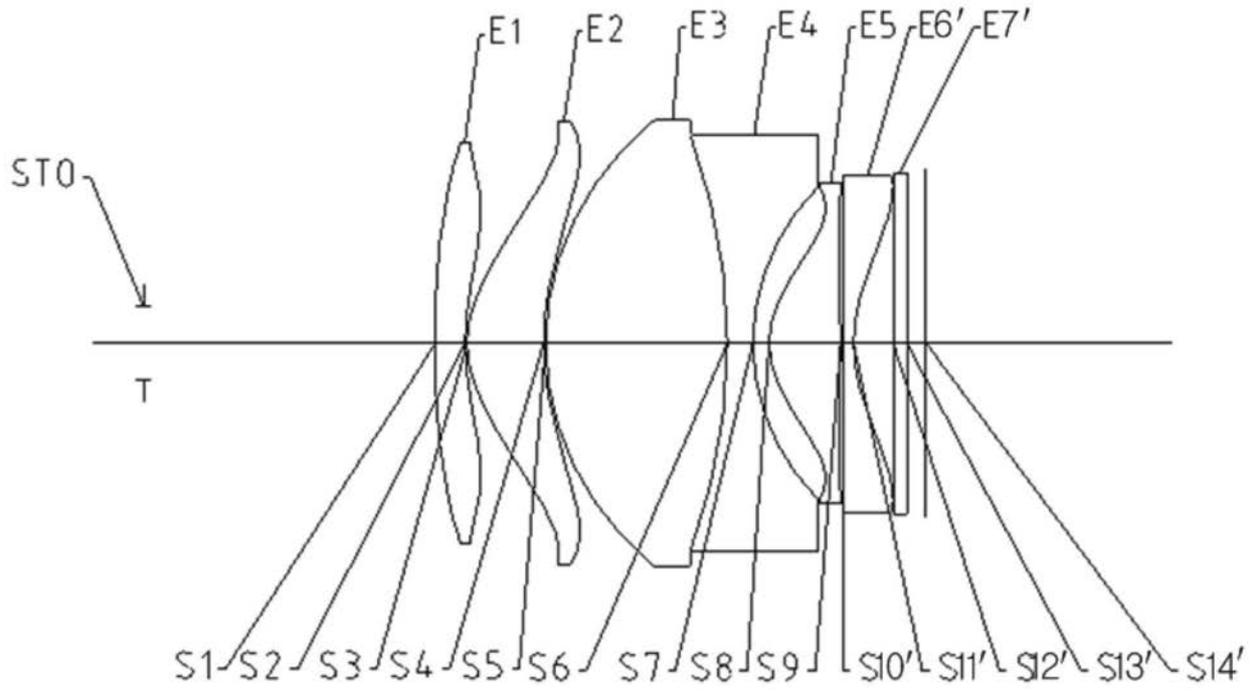


图15

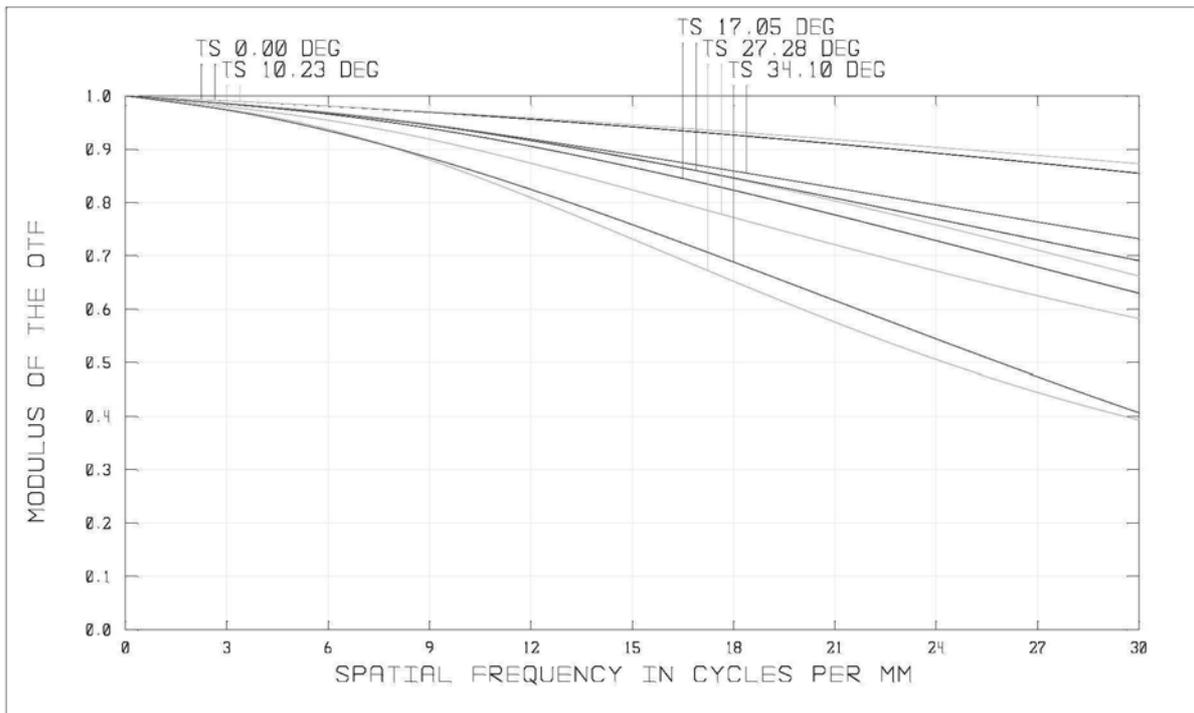


图16

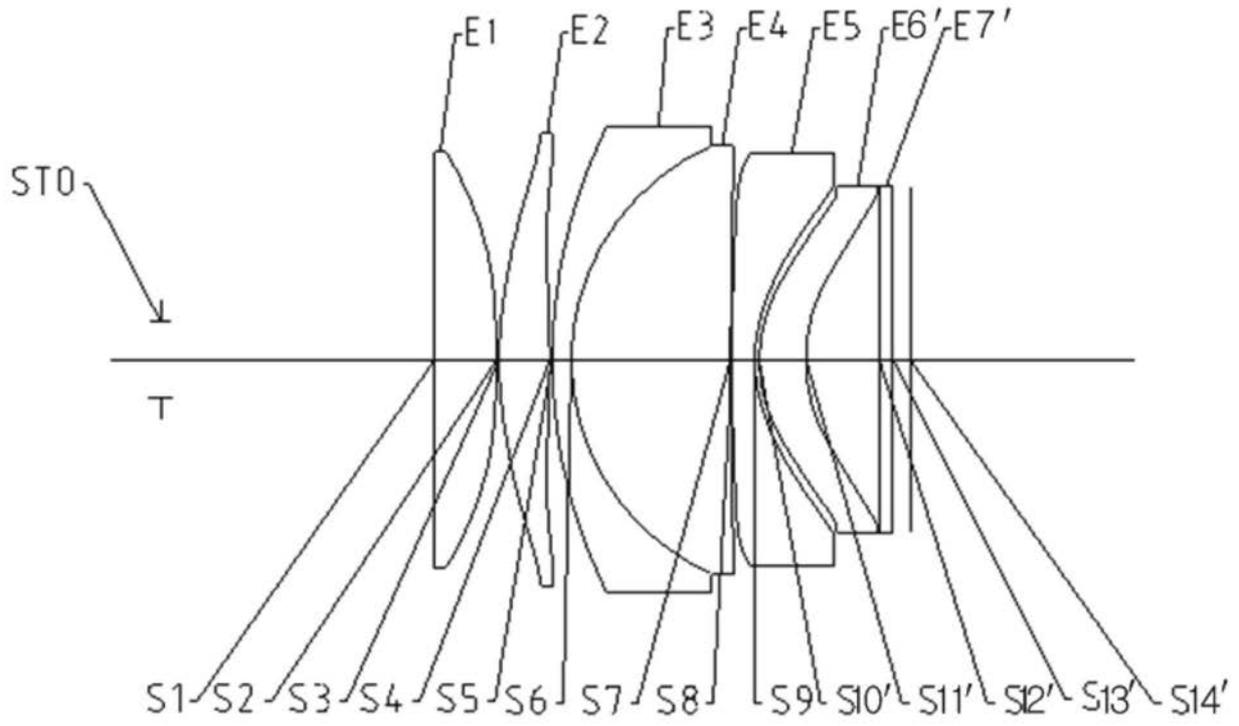


图17

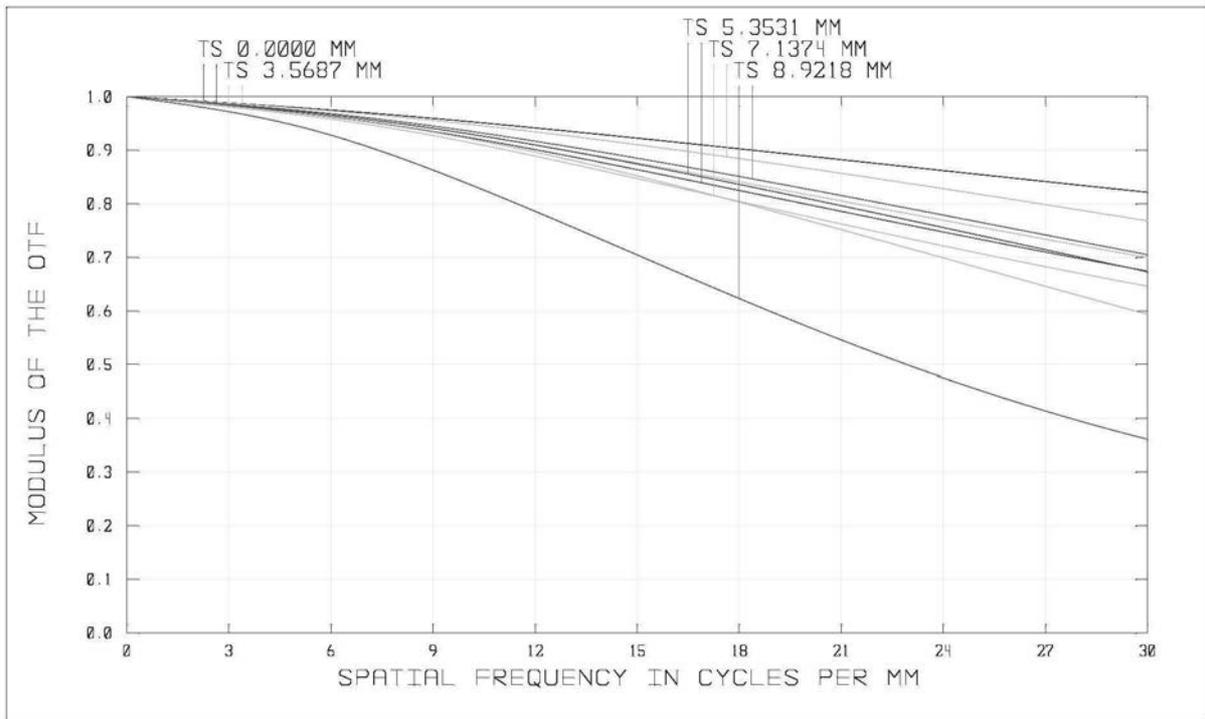


图18

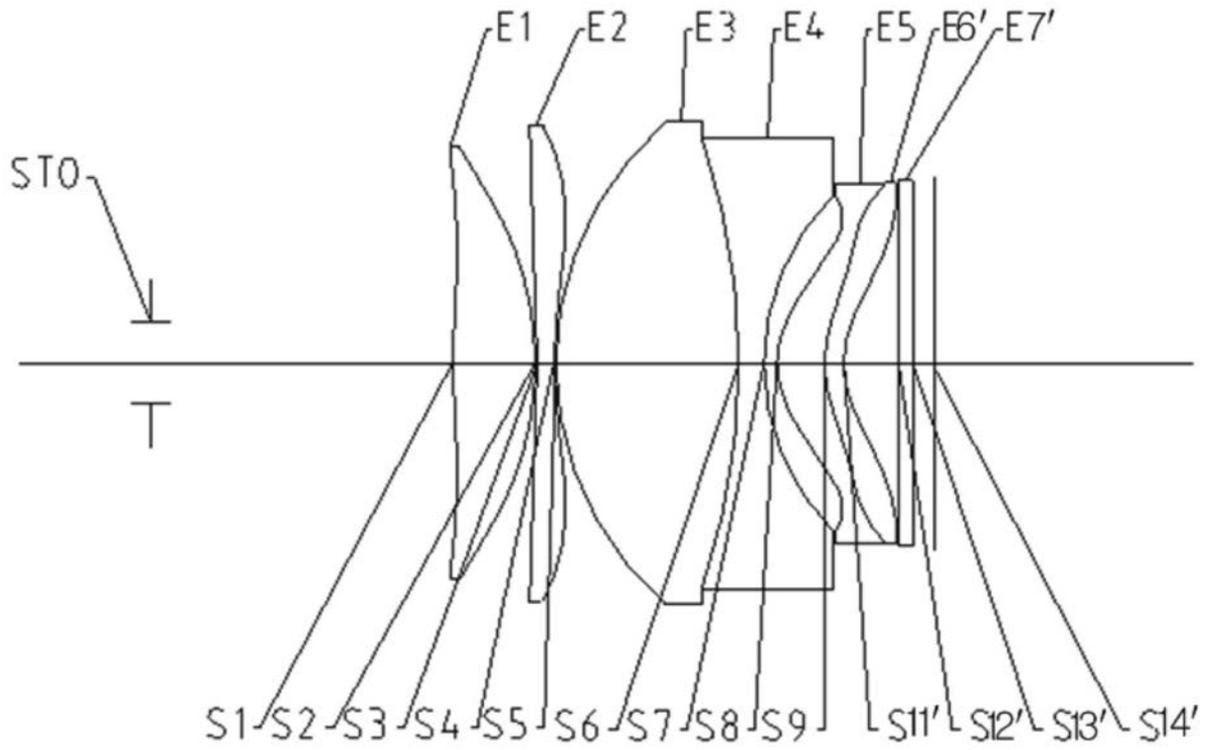


图19

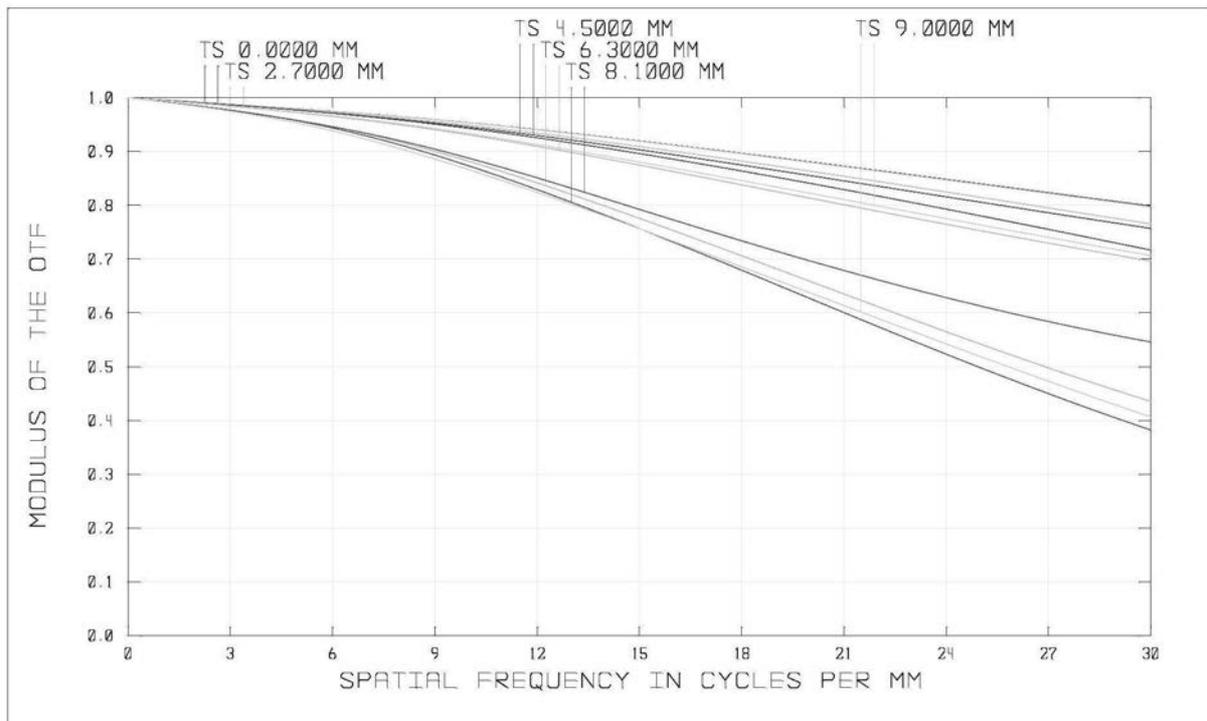


图20