



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114442291 B

(45) 授权公告日 2022.06.28

(21) 申请号 202210361101.6

(22) 申请日 2022.04.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114442291 A

(43) 申请公布日 2022.05.06

(73) 专利权人 浙江华诺康科技有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区浦沿街

道信诚路857号悦江商业中心36006号

(72) 发明人 吴沛 姚卫忠

(74) 专利代理机构 杭州华进联浙知识产权代理

有限公司 33250

专利代理师 何晓春

(51) Int. Cl.

G02B 15/00 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2011053526 A, 2011.03.17

US 2003189763 A1, 2003.10.09

US 2008247055 A1, 2008.10.09

审查员 许晓亮

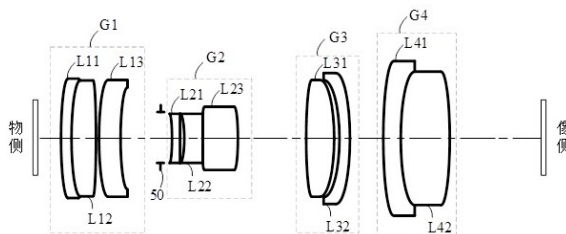
权利要求书2页 说明书14页 附图13页

(54) 发明名称

光学变焦镜头和成像设备

(57) 摘要

本申请涉及一种光学变焦镜头和成像设备,该镜头包括:透镜组以及孔径光阑,透镜组包括:第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜,第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜从物侧到像侧依次排布;孔径光阑设置在第二弯月透镜和第一双凹透镜之间,或设置在第一双凹透镜上。通过本申请,解决了相关技术中光学变焦镜头无法兼顾高成像质量和低镜头尺寸的问题,实现了兼顾光学变焦镜头的高成像质量和低镜头尺寸的技术效果。



1. 一种光学变焦镜头,其特征在于,包括:透镜组以及孔径光阑;

所述透镜组包括:第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜;

所述孔径光阑设置在所述第二弯月透镜和所述第一双凹透镜之间,或者设置在所述第一双凹透镜上;

其中,所述第一弯月透镜、所述第一双凸透镜、所述第二弯月透镜、所述第一双凹透镜、所述第二双凹透镜、所述第二双凸透镜、所述第三双凸透镜、所述第三弯月透镜、所述第四弯月透镜和所述第四双凸透镜从物侧到像侧依次排布;

所述第一弯月透镜、所述第一双凸透镜和所述第二弯月透镜组成第一透镜组,所述第三双凸透镜和所述第三弯月透镜组成第三透镜组;

其中,所述第一透镜组的焦距和所述第三透镜组的焦距满足关系式:

$$7.0 \leq f_1/f_w \times \tan(3FOV_w) \leq 9.5;$$

$$0.50 \leq f_3/f_T \times \tan(3FOV_T) \leq 0.60;$$

其中, f_1 表示所述第一透镜组的焦距, f_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的焦距, FOV_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的视场角; f_3 表示所述第三透镜组的焦距, f_T 表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的焦距, FOV_T 表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的视场角。

2. 根据权利要求1所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第一弯月透镜、所述第一双凹透镜、所述第二双凹透镜、所述第三弯月透镜和所述第四弯月透镜均具有负光焦度;

所述第一双凸透镜、所述第二弯月透镜、所述第二双凸透镜、所述第三双凸透镜和所述第四双凸透镜均具有正光焦度。

3. 根据权利要求2所述的光学变焦镜头,其特征在于,

所述第一弯月透镜包括第一物侧面和第一像侧面;

所述第一双凸透镜包括第二物侧面和第二像侧面;

所述第二弯月透镜包括第三物侧面和第三像侧面;

所述第一双凹透镜包括第四物侧面和第四像侧面;

所述第二双凹透镜包括第五物侧面和第五像侧面;

所述第二双凸透镜包括第六物侧面和第六像侧面;

所述第三双凸透镜包括第七物侧面和第七像侧面;

所述第三弯月透镜包括第八物侧面和第八像侧面;

所述第四弯月透镜包括第九物侧面和第九像侧面;

所述第四双凸透镜包括第十物侧面和第十像侧面;

其中,所述第一物侧面、所述第二物侧面、所述第二像侧面、所述第三物侧面、所述第六物侧面、所述第六像侧面、所述第七物侧面、所述第七像侧面、所述第八像侧面、所述第九物侧面、所述第十物侧面和所述第十像侧面均为凸面;

所述第一像侧面、所述第三像侧面、所述第八物侧面和所述第九像侧面均为凹面;

所述第四像侧面和所述第五像侧面均为凹面或平面。

4. 根据权利要求3所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第二像侧面的中心曲率半径与所述第三物侧面的中心曲率半径满足关系式:

$$1.1 \leq |(R3-R4)/(R3+R4)| \leq 1.2;$$

其中,R3表示所述第二像侧面的中心曲率半径,R4表示所述第三物侧面的中心曲率半径。

5.根据权利要求2所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第一弯月透镜的焦距与所述光学变焦镜头的光学总长满足关系式:

$$|f11/TTL| \leq 1.6;$$

其中,f11表示所述第一弯月透镜的焦距,TTL表示所述光学变焦镜头的光学总长。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第一双凸透镜的焦距小于或等于35,所述第二双凸透镜的焦距小于或等于20,所述第三双凸透镜的焦距小于或等于17。

7.根据权利要求1至5中任一项所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第二弯月透镜的阿贝数小于或等于71,所述第三双凸透镜的阿贝数小于或等于70,所述第四双凸透镜的阿贝数小于或等于56。

8.根据权利要求1至5中任一项所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第二双凹透镜的折射率小于或等于1.82,所述第三双凸透镜的折射率小于或等于1.61,所述第四双凸透镜的折射率小于或等于1.7。

9.根据权利要求1至5中任一项所述的光学变焦镜头,其特征在于,所述第一弯月透镜胶合于所述第一双凸透镜,所述第二双凹透镜胶合于所述第二双凸透镜,所述第四弯月透镜胶合于所述第四双凸透镜。

10.一种成像设备,其特征在于,包括:

如权利要求1至9中任一项所述的光学变焦镜头;

成像元件,用于将所述光学变焦镜头形成的光学图像转换为电信号;

以及滤光元件,所述滤光元件设置在第四双凸透镜和成像侧之间。

光学变焦镜头和成像设备

技术领域

[0001] 本申请涉及光学成像技术领域,特别是涉及一种光学变焦镜头和成像设备。

背景技术

[0002] 随着智慧医疗的高速发展,光学镜头在医疗领域得到了越来越多的应用,尤其在医疗内窥镜领域,人们对光学镜头的成像像素和尺寸的要求越来越高。因此,越来越多的企业开始在超高清、4K(4K resolution)等内窥镜镜头上投入更多的研究,期望研发出像素更高、尺寸更小的产品,同时,光学变焦镜头的引入更是极大提高了内窥镜镜头的使用场景兼容性。

[0003] 目前,相关技术中的光学变焦镜头的镜头总长较长,大多数光学变焦镜头的镜头总长在70mm以上,且为了提高光学变焦镜头的成像质量,光学变焦镜头多采用13片、14片甚至更多的透镜,虽然提高了成像质量,但同时增大了光学变焦镜头的镜头尺寸,无法完成小型化的设计要求。

[0004] 目前针对相关技术中光学变焦镜头无法兼顾高成像质量和低镜头尺寸的问题,尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种光学变焦镜头和成像设备,以至少解决相关技术中光学变焦镜头无法兼顾高成像质量和低镜头尺寸的问题。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种光学变焦镜头,包括:透镜组以及孔径光阑;所述透镜组包括:第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜;所述孔径光阑设置在所述第二弯月透镜和所述第一双凹透镜之间,或者设置在所述第一双凹透镜上;其中,所述第一弯月透镜、所述第一双凸透镜、所述第二弯月透镜、所述第一双凹透镜、所述第二双凹透镜、所述第二双凸透镜、所述第三双凸透镜、所述第三弯月透镜、所述第四弯月透镜和所述第四双凸透镜从物侧到像侧依次排布。

[0007] 在其中一些实施例中,所述第一弯月透镜、所述第一双凹透镜、所述第二双凹透镜、所述第三弯月透镜和所述第四弯月透镜均具有负光焦度;所述第一双凸透镜、所述第二弯月透镜、所述第二双凸透镜、所述第三双凸透镜和所述第四双凸透镜均具有正光焦度。

[0008] 在其中一些实施例中,所述第一弯月透镜、所述第一双凸透镜和所述第二弯月透镜组成第一透镜组,所述第三双凸透镜和所述第三弯月透镜组成第三透镜组;其中,所述第一透镜组的焦距和所述第三透镜组的焦距满足关系式:

$$[0009] \quad 7.0 \leq f_1/f_w \times \tan(3FOV_w) \leq 9.5;$$

$$[0010] \quad 0.50 \leq f_3/f_T \times \tan(3FOV_T) \leq 0.60;$$

[0011] 其中, f_1 表示所述第一透镜组的焦距, f_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的焦距, FOV_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的视场角; f_3 表示所述第三透镜组的焦距, f_T

表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的焦距, FOV_f 表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的视场角。

[0012] 在其中一些实施例中, 所述第一弯月透镜包括第一物侧面和第一像侧面; 所述第一双凸透镜包括第二物侧面和第二像侧面; 所述第二弯月透镜包括第三物侧面和第三像侧面; 所述第一双凹透镜包括第四物侧面和第四像侧面; 所述第二双凹透镜包括第五物侧面和第五像侧面; 所述第二双凸透镜包括第六物侧面和第六像侧面; 所述第三双凸透镜包括第七物侧面和第七像侧面; 所述第三弯月透镜包括第八物侧面和第八像侧面; 所述第四弯月透镜包括第九物侧面和第九像侧面; 所述第四双凸透镜包括第十物侧面和第十像侧面; 其中, 所述第一物侧面、所述第二物侧面、所述第二像侧面、所述第三物侧面、所述第六物侧面、所述第六像侧面、所述第七物侧面、所述第七像侧面、所述第八像侧面、所述第九物侧面、所述第十物侧面和所述第十像侧面均为凸面; 所述第一像侧面、所述第三像侧面、所述第八物侧面和所述第九像侧面均为凹面; 所述第四像侧面和所述第五像侧面均为凹面或平面。

[0013] 在其中一些实施例中, 所述第二像侧面的中心曲率半径与所述第三物侧面的中心曲率半径满足关系式:

$$[0014] \quad 1.1 \leq |(R3-R4)/(R3+R4)| \leq 1.2;$$

[0015] 其中, $R3$ 表示所述第二像侧面的中心曲率半径, $R4$ 表示所述第三物侧面的中心曲率半径。

[0016] 在其中一些实施例中, 所述第一弯月透镜的焦距与所述光学变焦镜头的光学总长满足关系式:

$$[0017] \quad |f_{11}/TTL| \leq 1.6;$$

[0018] 其中, f_{11} 表示所述第一弯月透镜的焦距, TTL 表示所述光学变焦镜头的光学总长。

[0019] 在其中一些实施例中, 所述第一双凸透镜的焦距小于或等于 35, 所述第二双凸透镜的焦距小于或等于 20, 所述第三双凸透镜的焦距小于或等于 17。

[0020] 在其中一些实施例中, 所述第二弯月透镜的阿贝数小于或等于 71, 所述第三双凸透镜的阿贝数小于或等于 70, 所述第四双凸透镜的阿贝数小于或等于 56。

[0021] 在其中一些实施例中, 所述第二双凹透镜的折射率小于或等于 1.82, 所述第三双凸透镜的折射率小于或等于 1.61, 所述第四双凸透镜的折射率小于或等于 1.7。

[0022] 在其中一些实施例中, 所述第一弯月透镜胶合于所述第一双凸透镜, 所述第二双凹透镜胶合于所述第二双凸透镜, 所述第四弯月透镜胶合于所述第四双凸透镜。

[0023] 第二方面, 本申请实施例提供了一种成像设备, 包括: 如上述第一方面所述的光学变焦镜头; 成像元件, 用于将所述光学变焦镜头形成的光学图像转换为电信号; 以及滤光元件, 所述滤光元件设置在第四双凸透镜和成像侧之间。

[0024] 相比于相关技术, 本申请实施例提供的光学变焦镜头和成像设备, 该光学变焦镜头包括: 透镜组以及孔径光阑, 透镜组包括: 第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜, 其中, 第一弯月透镜、第一双凸透镜、第二弯月透镜、第一双凹透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第三双凸透镜、第三弯月透镜、第四弯月透镜和第四双凸透镜从物侧到像侧依次排布; 孔径光阑设置在第二弯月透镜和第一双凹透镜之间, 或者设置在第

一双凹透镜上。通过本申请,解决了相关技术中光学变焦镜头无法兼顾高成像质量和低镜头尺寸的问题,实现了在提高光学变焦镜头的成像质量的同时,兼顾光学变焦镜头的低镜头尺寸的技术效果。

[0025] 本申请的一个或多个实施例的细节在以下附图和描述中提出,以使本申请的其他特征、目的和优点更加简明易懂。

附图说明

[0026] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0027] 图1是根据本申请实施例的光学变焦镜头的结构示意图;

[0028] 图2是根据本申请实施例的成像设备在短焦状态下的结构示意图;

[0029] 图3是根据本申请实施例的成像设备在长焦状态下的结构示意图;

[0030] 图4是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段常温状态的光学传递函数曲线图;

[0031] 图5是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的场曲和畸变图;

[0032] 图6是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第一横向光扇图;

[0033] 图7是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第二横向光扇图;

[0034] 图8是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第三横向光扇图;

[0035] 图9是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第四横向光扇图;

[0036] 图10是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第五横向光扇图;

[0037] 图11是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第一点列图;

[0038] 图12是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第二点列图;

[0039] 图13是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第三点列图;

[0040] 图14是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第四点列图;

[0041] 图15是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第五点列图;

[0042] 图16是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段常温状态的光学传递函数曲线图;

[0043] 图17是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的场曲和畸

变图；

[0044] 图18是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第一横向光扇图；

[0045] 图19是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第二横向光扇图；

[0046] 图20是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第三横向光扇图；

[0047] 图21是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第四横向光扇图；

[0048] 图22是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第五横向光扇图；

[0049] 图23是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第一点列图；

[0050] 图24是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第二点列图；

[0051] 图25是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第三点列图；

[0052] 图26是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第四点列图；

[0053] 图27是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第五点列图。

具体实施方式

[0054] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行描述和说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。基于本申请提供的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。此外，还可以理解的是，虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的，然而对于与本申请公开的内容相关的本领域的普通技术人员而言，在本申请揭露的技术内容的基础上进行的一些设计，制造或者生产等变更只是常规的技术手段，不应当理解为本申请公开的内容不充分。

[0055] 在本申请中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域普通技术人员显式地和隐式地理解的是，本申请所描述的实施例在不冲突的情况下，可以与其它实施例相结合。

[0056] 除非另作定义，本申请所涉及的技术术语或者科学术语应当为本申请所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请所涉及的“一”、“一个”、“一种”、“该”等类似词语并不表示数量限制，可表示单数或复数。本申请所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含；例如包含了一系列步骤或模块(单

元)的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可以还包括没有列出的步骤或单元,或可以还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。本申请所涉及的“连接”、“相连”、“耦接”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电气的连接,不管是直接的还是间接的。本申请所涉及的“多个”是指大于或者等于两个。“和/或”描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。本申请所涉及的术语“第一”、“第二”、“第三”等仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序。

[0057] 本实施例提供了一种光学变焦镜头,图1是根据本申请实施例的光学变焦镜头的结构示意图,如图1所示,该光学变焦镜头包括:透镜组以及孔径光阑50;透镜组包括:第一弯月透镜L11、第一双凸透镜L12、第二弯月透镜L13、第一双凹透镜L21、第二双凹透镜L22、第二双凸透镜L23、第三双凸透镜L31、第三弯月透镜L32、第四弯月透镜L41和第四双凸透镜L42;孔径光阑50设置在第二弯月透镜L13和第一双凹透镜L21之间,或者设置在第一双凹透镜L21上;其中,第一弯月透镜L11、第一双凸透镜L12、第二弯月透镜L13、第一双凹透镜L21、第二双凹透镜L22、第二双凸透镜L23、第三双凸透镜L31、第三弯月透镜L32、第四弯月透镜L41和第四双凸透镜L42从物侧到像侧依次排布。

[0058] 相关技术中的光学变焦镜头的镜头总长较长,大多数光学变焦镜头的镜头总长在70mm以上,且为了提高光学变焦镜头的成像质量,光学变焦镜头多采用13片、14片甚至更多的透镜,虽然提高了成像质量,但同时提增大了光学变焦镜头的镜头尺寸,无法完成小型化的设计要求。

[0059] 为了解决上述问题,本实施例提供的光学变焦镜头,采用十个特定结构形状的光学透镜,并按照特定顺序将十个光学透镜从物侧至像侧依次排列,且十个光学透镜的形状便于加工,无需像现有的光学变焦镜头那样至少需要十三片或者十三片以上的光学透镜,能够有效控制成像系统的成本;同时,还可以通过每个光学透镜的光焦度的分配及组合,使得采用该光学变焦镜头的成像系统能够实现较好的畸变控制及出色的成像特性,从而在提高光学变焦镜头的成像质量的同时,兼顾光学变焦镜头的低镜头尺寸,有助于实现一种低成本、短TTL(镜头总长, Total Track Length)、尺寸小型化的高成像质量的成像系统。

[0060] 例如,可以使得第一弯月透镜L11、第一双凹透镜L21、第二双凹透镜L22、第三弯月透镜L32和第四弯月透镜L41均具有负光焦距;同时使得第一双凸透镜L12、第二弯月透镜L13、第二双凸透镜L23、第三双凸透镜L31和第四双凸透镜L42均具有正光焦距。

[0061] 通过上述实施例,有助于通过每个光学透镜的光焦度的分配及组合,使得采用该光学变焦镜头的成像系统能够实现较好的畸变控制及出色的成像特性。

[0062] 在其中一些实施例中,第一弯月透镜L11包括第一物侧面和第一像侧面;第一双凸透镜L12包括第二物侧面和第二像侧面;第二弯月透镜L13包括第三物侧面和第三像侧面;第一双凹透镜L21包括第四物侧面和第四像侧面;第二双凹透镜L22包括第五物侧面和第五像侧面;第二双凸透镜L23包括第六物侧面和第六像侧面;第三双凸透镜L31包括第七物侧面和第七像侧面;第三弯月透镜L32包括第八物侧面和第八像侧面;第四弯月透镜L41包括第九物侧面和第九像侧面;第四双凸透镜L42包括第十物侧面和第十像侧面;其中,第一物侧面、第二物侧面、第二像侧面、第三物侧面、第六物侧面、第六像侧面、第七物侧面、第七像侧面、第八像侧面、第九物侧面、第十物侧面和第十像侧面均为凸面;第一像侧面、第三像侧

面、第八物侧面和第九像侧面均为凹面；第四像侧面和第五像侧面均为凹面或平面。

[0063] 在本实施例中，每个光学透镜的表面形状均是特定的形状，同时，第一弯月透镜L11可以胶合于第一双凸透镜L12，第二双凹透镜L22可以胶合于第二双凸透镜L23，第四弯月透镜L41可以胶合于第四双凸透镜L42，通过结合每个光学透镜的表面形状搭配，以及对第一弯月透镜L11、第一双凸透镜L12、第二双凹透镜L22、第二双凸透镜L23、第四弯月透镜L41和第四双凸透镜L42进行胶合处理，有助于最大限度的缩小第一弯月透镜L11和第一双凸透镜L12之间的距离，缩短第二双凹透镜L22和第二双凸透镜L23之间距离，以及缩短第四弯月透镜L41和第四双凸透镜L42之间的距离，进而缩短光学变焦镜头的TTL；同时，通过胶合处理还有助于降低光学变焦镜头的组装难度，提高该光学变焦镜头的组装精度。

[0064] 下面对光学变焦镜头需要满足的各关系式进行详细说明。

[0065] 在其中一些实施例中，第一弯月透镜L11、第一双凸透镜L12和第二弯月透镜L13组成第一透镜组G1，第三双凸透镜L31和第三弯月透镜L32组成第三透镜组G3；

[0066] 其中，第一透镜组G1的焦距和第三透镜组G3的焦距满足关系式：

$$[0067] \quad 7.0 \leq f_1 / f_w \times \tan(3FOV_w) \leq 9.5 \quad (1) ;$$

$$[0068] \quad 0.50 \leq f_3 / f_T \times \tan(3FOV_T) \leq 0.60 \quad (2) ;$$

[0069] 其中， f_1 表示所述第一透镜组的焦距， f_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的焦距， FOV_w 表示所述光学变焦镜头在短焦状态下的视场角； f_3 表示所述第三透镜组的焦距， f_T 表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的焦距， FOV_T 表示所述光学变焦镜头在长焦状态下的视场角。

[0070] 在本实施例中，第一双凹透镜L21、第二双凹透镜L22和第二双凸透镜L23可以组成第二透镜组G2，第四弯月透镜L41和第四双凸透镜L42可以组成第四透镜组G4，其中，关系式(1)和关系式(2)能够限定第一透镜组G1和第三透镜组G3的结构以及限定了整个光学变焦镜头的结构，且具体限定了光学变焦镜头整体的焦距，进而控制该光学变焦镜头的变焦特性，有助于该光学变焦镜头满足内窥镜上的变焦使用要求。

[0071] 在其中一些实施例中，第一弯月透镜L11的焦距与光学变焦镜头的光学总长满足关系式：

$$[0072] \quad |f_{11}/TTL| \leq 1.6 \quad (3) ;$$

[0073] 其中， f_{11} 表示第一弯月透镜L11的焦距，TTL表示光学变焦镜头的光学总长。

[0074] 在本实施例中，该光学变焦镜头在满足关系式(1)和关系式(2)的同时，还能够满足关系式(3)，通过限定第一弯月透镜L11的焦距与光学变焦镜头的光学总长之间的关系来限定光学变焦镜头的光学总长，能够合理分配焦距降低像差，同时有利于限制光学变焦镜头的整体尺寸。

[0075] 在其中一些实施例中，第二像侧面的中心曲率半径与第三物侧面的中心曲率半径满足关系式：

$$[0076] \quad 1.1 \leq |(R3-R4)/(R3+R4)| \leq 1.2 \quad (4) ;$$

[0077] 其中， $R3$ 表示第二像侧面的中心曲率半径， $R4$ 表示第三物侧面的中心曲率半径。

[0078] 在本实施例中，可以利用关系式(4)来限定第二像侧面和第三物侧面的中心曲率半径，进而限定第一双凸透镜L12和第二弯月透镜L13的形状结构，使得第一双凸透镜L12和第二弯月透镜L13均具有正光焦度，有利于减小后续透镜的口径和总长，从而实现光学变焦

镜头的小型化。

[0079] 在上述实施例中,光学变焦镜头可以同时满足关系式(1)、关系式(2)、关系式(3)和关系式(4),且满足的关系式越多,光学变焦镜头的成像效果和变焦效果越好,同时结构能够更加紧凑。

[0080] 在其中一些实施例中,第一双凸透镜L12的焦距小于或等于35,第二双凸透镜L23的焦距小于或等于20,第三双凸透镜L31的焦距小于或等于17。

[0081] 在本实施例中,通过对第一双凸透镜L12、第二双凹透镜L22和第三双凸透镜L31的焦距进行合理分配,能够进一步优化每个光学透镜焦距的分配方案,进而提高光学变焦镜头的变焦效果。

[0082] 在其中一些实施例中,第二弯月透镜L13的阿贝数小于或等于71,第三双凸透镜L31的阿贝数小于或等于70,第四双凸透镜L42的阿贝数小于或等于56。

[0083] 在其中一些实施例中,第二双凹透镜L22的折射率小于或等于1.82,第三双凸透镜L31的折射率小于或等于1.61,第四双凸透镜L42的折射率小于或等于1.7。

[0084] 在本实施例中,为了控制成本,同时使得光学透镜具备良好的加工性能,第二弯月透镜L13、第三双凸透镜L31、第四双凸透镜L42和第二双凹透镜L22的材质可以为玻璃材质。

[0085] 在上述实施例中,通过限制第二弯月透镜L13、第三双凸透镜L31和第四双凸透镜L42的阿贝数,以及限制第二双凹透镜L22、第三双凸透镜L31和第四双凸透镜L42的折射率,能够合理控制每个光学透镜之间的距离,同时使得光学变焦镜头的结构更加紧凑,有助于缩短光学变焦镜头的镜头总长。

[0086] 在上述实施例中,对除第二弯月透镜L13、第三双凸透镜L31和第四双凸透镜L42以外的光学透镜的阿贝数可以不进行限制,对除第二双凹透镜L22、第三双凸透镜L31和第四双凸透镜L42以外的光学透镜的折射率也可以不进行限制。

[0087] 下面提供具体实施例进行详细说明:

[0088] 本实施例提供了一种成像设备,图2是根据本申请实施例的成像设备在短焦状态下的结构示意图,如图2所示,该成像设备包括:如上述实施例的光学变焦镜头;成像元件70,用于将光学变焦镜头形成的光学图像转换为电信号;以及滤光元件60,滤光元件60设置在第四双凸透镜L42和成像侧之间。

[0089] 在本实施例中,如图2所示,该成像设备处于短焦状态,即孔径光阑50和第二透镜组G2更加靠近第一透镜组G1,在其中一些实施例中,该成像设备也能够处于长焦状态,图3是根据本申请实施例的成像设备在长焦状态下的结构示意图,如图3所示,该成像设备处于长焦状态,在长焦状态下,孔径光阑50和第二透镜组G2更加靠近第三透镜组G3。

[0090] 表1

镜面序号	曲率半径 R	中心厚度 T_c	折射率 N_d	阿贝常数 V_d
	(mm)	(mm)		
第一物侧面	26.66	0.80	1.84	23.79
第一像侧面/ 第二物侧面	19.23	1.86	1.51	64.21
第二像侧面	-164.49	0.16	/	/
第三物侧面	14.95	2.25	1.51	64.21
第三物像面	17.89	D5	/	/
孔径光阑 50	无限	0.12	/	/
第四物侧面	-31.83	0.79	1.78	47.51
第四像侧面	16.38	0.25	/	/
第五物侧面	-10.52	1.59	1.79	47.51
第五像侧面	173.49	2.91	1.84	23.79
[0091] 第六物侧面	-18.10	D11	/	/
第六像侧面	无限	D12	/	/
第七物侧面	38.46	2.19	1.59	61.16
第七像侧面	-11.82	0.56	/	/
第八物侧面	-9.75	0.79	1.80	25.47
第八像侧面	-15.25	D16	/	/
第九物侧面	23.18	1.26	1.84	23.79
第九像侧面/ 第十物侧面	11.95	4.09	1.71	53.86
第十像侧面	-31.99	6.38	/	/
滤光元件 60 物侧面	无限	1.00	1.52	64.2
滤光元件 60 像侧面	无限	9.18	/	/
感光元件像面	无限	/	/	/

[0092] 表1是第一实施例中成像设备的结构参数表,曲率半径为无限表示该面为平面;中心厚度表示当前面到下一面的距离;折射率和阿贝数表示当前面与下一面之间的介质数据。

[0093] 其中,D5、D11、D12和D16为可变厚度数据,在成像设备的短焦状态和长焦状态切换中可变厚度数据可以随着成像设备的焦距状态进行变化。

[0094] 表2

焦距	D5	D11	D12	D16
14.5mm	7.06	9.20	1.06	2.85
32.2mm	16.16	0.10	0.10	3.81

[0096] 表2是第一实施例中,可变厚度数据的参数变化表,其中,焦距14.5mm时成像设备处于短焦状态,焦距32.2mm时成像设备处于长焦状态。

[0097] 如表1和表2所示的结构参数表所对应的成像设备具备如下光学技术指标:

[0098] 光学总长 $TTL \leq 56.5\text{mm}$;镜头焦距 $f: 14.5\text{ (W) mm} - 32.2\text{ (T) mm}$;镜头的视场角: $24.48^\circ\text{ (W)} - 10.68^\circ\text{ (T)}$;镜头的光学畸变: $-4.7\% \text{ (W)} - 0.5\% \text{ (T)}$;镜头系统的光圈 $FNO.: FNO \leq 4.0$;镜头像面尺寸: $1/2.7''$,其中,W表示短焦状态,T表示长焦状态。

[0099] 在本实施例中,第一透镜组G1的焦距为 f_1 ,第三透镜组G3的焦距为 f_3 ;光学变焦镜头短焦状态下的焦距为 f_w ,视场角为 FOV_w ;光学变焦镜头长焦状态下的焦距为 f_T ,视场角为 FOV_T ,满足 $f_1/f_w \times \tan(3FOV_w) = 9.07$, $f_3/f_T \times \tan(3FOV_T) = 0.53$;光学变焦镜头的第一双凸透镜L12的第二像侧面的中心曲率半径R3与第二弯月透镜L13的第三物侧面的中心曲率半径R4之间满足 $|(R3-R4)/(R3+R4)| = 1.13$;光学变焦镜头的第一弯月透镜L11的焦距 f_{11} 与光学变焦镜头的光学总长TTL之间满足 $|f_{11}/TTL| = 1.51$;光学变焦镜头的第一双凸透镜L12的焦距的 $f_{12} = 33.43$,第二双凸透镜L23的焦距的 $f_{23} = 19.50$,第三双凸透镜L31的焦距的 $f_{31} = 15.60$;光学变焦镜头的第二弯月透镜L13的玻璃材质的阿贝数 $Vd_{13} = 64.21$,第三双凸透镜L31的玻璃材质的阿贝数 $Vd_{31} = 61.16$,第四双凸透镜L42的玻璃材质的阿贝数 $Vd_{42} = 53.86$;光学变焦镜头的第二双凹透镜L22的玻璃材质的折射率 $Nd_{22} = 1.79$,第三双凸透镜L31的玻璃材质的折射率 $Nd_{31} = 1.59$,第四双凸透镜L42的玻璃材质的折射率 $Nd_{42} = 1.71$ 。

[0100] 表3

[0101]

镜面序号	曲率半径 R (mm)	中心厚度 T_c (mm)	折射率 N_d	阿贝数 V_d
第一物侧面	27.36	0.96	1.84	23.79
第一像侧面/ 第二物侧面	18.80	1.43	1.58	61.24
第二像侧面	-232.17	0.09	/	/
第三物侧面	14.80	1.87	1.59	68.62
第三物像面	16.69	3.80	/	/
孔径光阑 50	无限	0.11	/	/
第四物侧面	-50.18	0.11	1.78	47.51
第四像侧面	14.41	0.79	/	/
第五物侧面	-9.79	0.27	1.79	47.51
第五像侧面	99.41	3.10	1.84	23.79
第六物侧面	-18.13	9.39	/	/
第六像侧面	无限	1.14	/	/
第七物侧面	36.42	2.37	1.59	68.62
第七像侧面	-11.96	0.57	/	/
第八物侧面	-9.92	0.80	1.80	25.47
第八像侧面	-15.51	1.39	/	/
第九物侧面	22.59	2.17	1.84	23.79
第九像侧面/ 第十物侧面	12.34	3.69	1.68	55.55
第十像侧面	-31.87	6.47	/	/
滤光元件 60 物侧面	无限	1.00	1.52	64.2
滤光元件 60 像侧面	无限	9.27	/	/
感光元件像 面	无限	/	/	/

[0102] 表3是第二实施例中成像设备的结构参数表,其中,第二实施例提供的光学变焦镜头与第一实施例中提供的光学变焦镜头的结构相同,不同之处在于,各个光学透镜的参数不同。

[0103] 其中,D5、D11、D12和D16为可变厚度数据,在成像设备的短焦状态和长焦状态切换中可变厚度数据可以随着成像设备的焦距状态进行变化。

[0104] 表4

焦距	D5	D11	D12	D16
14.8mm	6.80	8.39	1.14	1.39
30.5mm	14.93	0.26	0.35	2.16

[0106] 表4是第二实施例中,可变厚度数据的参数变化表,其中,焦距14.8mm时成像设备处于短焦状态,焦距30.5mm时成像设备处于长焦状态。

[0107] 如表3和表4所示的结构参数所对应的成像设备具备如下光学技术指标:

[0108] 光学总长 $TTL \leq 54.5\text{mm}$;镜头焦距 $f: 14.8\text{ (W) mm} - 30.5\text{ (T) mm}$;镜头的视场角: $23.86^\circ\text{ (W)} - 11.30^\circ\text{ (T)}$;镜头的光学畸变: $-4.2\% \text{ (W)} - 0.5\% \text{ (T)}$;镜头系统的光圈 $FNO.: FNO \leq 4.0$;镜头像面尺寸: $1/2.7''$,其中,W表示短焦状态,T表示长焦状态。

[0109] 在本实施例中,第一透镜组G1的焦距为 f_1 ,第三透镜组G3的焦距为 f_3 ;光学变焦镜头短焦状态下的焦距为 f_w ,视场角为 FOV_w ;光学变焦镜头长焦状态下的焦距为 f_T ,视场角为 FOV_T ,满足 $f_1/f_w \times \tan(3FOV_w) = 7.58$, $f_3/f_T \times \tan(3FOV_T) = 0.58$;光学变焦镜头的第一双凸透镜L12的第二像侧面的中心曲率半径R3与第二弯月透镜L13的第三物侧面的中心曲率半径R4之间满足 $|(R3-R4)/(R3+R4)| = 1.19$;光学变焦镜头的第一弯月透镜L11的焦距f11与光学变焦镜头的光学总长TTL之间满足 $|f11/TTL| = 1.37$;光学变焦镜头的第一双凸透镜L12的焦距的 $f12 = 29.59$,第二双凸透镜L23的焦距的 $f23 = 18.34$,第三双凸透镜L31的焦距的 $f31 = 15.47$;光学变焦镜头的第二弯月透镜L13的玻璃材质的阿贝数 $Vd13 = 68.62$,第三双凸透镜L31的玻璃材质的阿贝数 $Vd31 = 68.62$,第四双凸透镜L42的玻璃材质的阿贝数 $Vd42 = 55.55$;光学变焦镜头的第二双凹透镜L22的玻璃材质的折射率 $Nd22 = 1.79$,第三双凸透镜L31的玻璃材质的折射率 $Nd31 = 1.59$,第四双凸透镜L42的玻璃材质的折射率 $Nd42 = 1.68$ 。

[0110] 在上述实施例中,第一实施例提供的成像设备和第二实施例提供的成像设备均满足以下表5所示的关系式:

[0111] 表5

关系式	第一实施例	第二实施例
$\frac{f_1}{f_w} \times \tan(3FOV_w)$	9.07	7.58
$\frac{f_3}{f_T} \times \tan(3FOV_T)$	0.53	0.58
$\left \frac{(R3 - R4)}{(R3 + R4)} \right $	1.13	1.19
$ f_{11}/TTL $	1.51	1.37
[0112] $f_{12} \leq 35$	33.43	29.59
$f_{23} \leq 20$	19.50	18.34
$f_{31} \leq 17$	15.60	15.47
$Vd_{13} \leq 71$	64.21	68.62
$Vd_{31} \leq 70$	61.16	68.62
$Vd_{42} \leq 56$	53.86	55.55
$Nd_{22} \leq 1.82$	1.79	1.79
$Nd_{31} \leq 1.61$	1.59	1.59
$Nd_{42} \leq 1.7$	1.71	1.68

[0113] 图4是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段常温状态的光学传递函数曲线图,如图4所示,本申请实施例提供的成像设备处于短焦状态时,在可见光波段常温状态的光学传递函数 (Modulation Transfer Function, 简称为MTF) 曲线图较为平滑,且较为集中,而且在全视场(半像高 $Y' = 3.0\text{mm}$)的MTF平均值达到0.4以上,因此,根据本申请实施例提供的成像设备,在短焦状态下能够达到较高的成像质量。

[0114] 图16是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段常温状态的光学传递函数曲线图,如图16所示,本申请实施例提供的成像设备处于长焦状态时,在可见光波段常温状态的光学传递函数曲线图较为平滑,且较为集中,而且在全视场(半像高 $Y' = 3.0\text{mm}$)的MTF平均值达到0.4以上,因此,根据本申请实施例提供的成像设备,在长焦状态下也能够达到较高的成像质量。

[0115] 图5是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的场曲和畸变图,图17是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的场曲和畸变图,如图5和图17所示,本申请实施例提供的成像设备处于短焦状态时,其场曲控制在 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内,长焦状态下的场曲控制在 $\pm 0.1\text{m}$ 。其中,场曲又称“像场弯曲”,即当光学透镜存在场曲时,整个光束的交点不与理想像点重合,虽然在每个特定点都能得到清晰的像点,但整个像平面则是一个曲面。图5和图17中,以T代表子午场曲,以S代表弧矢场曲。

[0116] 此外,场曲曲线显示作为视场坐标函数的当前的焦平面或像平面到近轴焦面的距

离,子午场曲数据是沿着Z轴测量的从当前所确定的聚焦面到近轴焦面的距离,并且是在子午(YZ面)上测量的;而弧矢场曲数据测量的是在与子午面垂直的平面上测量的距离。图5和图17中的基线是在光轴上,曲线顶部代表最大视场(角度或高度),在纵轴上不设置单位,这是因为曲线总是用最大的径向视场来归一化的。

[0117] 如图5和图17所示,本申请实施例提供的成像设备处于短焦状态时的畸变控制较好,在-5.0%以内,同样的,在成像设备处于长焦状态时其畸变控制依然较好,也控制在-5.0%以内。

[0118] 在本实施例中,图5和图17中均参考多个波长(包括0.486nm、0.587nm和0.656nm)的设计,一般来说,镜头畸变实际上是光学透镜固有的透视失真的总称,也就是因为透视原因造成的失真,这种失真对于照片的成像质量是非常不利的,毕竟摄影的目的是为了再现,而非夸张,但因为这是光学透镜的固有特性(凸透镜汇聚光线、凹透镜发散光线),所以无法消除,只能改善。

[0119] 如图5和图17所示,本申请实施例提供的光学变焦镜头的畸变在短焦状态下为-4.7%,长焦状态下仅为-4.2%;这样设置畸变是为了平衡焦距,视场角及对应相机靶面的大小,畸变造成的形变可以通过后期图像处理对其进行校正。

[0120] 图6是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第一横向光扇图,图7是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第二横向光扇图,图8是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第三横向光扇图,图9是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第四横向光扇图,图10是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第五横向光扇图,图18是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第一横向光扇图,图19是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第二横向光扇图,图20是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第三横向光扇图,图21是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第四横向光扇图,图22是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第五横向光扇图,如图6至图10,以及图18至图22所示,本申请实施例提供的成像设备在处于短焦状态或长焦状态时,其光扇图中的曲线均较为集中,这表明该成像设备在处于短焦状态或长焦状态时的球差及色散的控制也较好。

[0121] 图11是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第一点列图,图12是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第二点列图,图13是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第三点列图,图14是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第四点列图,图15是根据本申请实施例提供的成像设备短焦状态下在可见光波段的第五点列图,图23是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第一点列图,图24是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第二点列图,图25是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第三点列图,图26是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第四点列图,图27是根据本申请实施例提供的成像设备长焦状态下在可见光波段的第五点列图,如图11至图15,以及图23至图27所示,本申请实施例提供的成像设备在处于短焦状态或长焦状态时,光斑半径均较小且较为集中,这表明该成像设备

在处于短焦状态或长焦状态时的像差和慧差也较好。

[0122] 通过上述实施例的测试验证,通过本申请提供了一种大靶面、大光圈、低成本的成像高清的光学变焦镜头,其采用10个特定结构形状的光学透镜,并按照特定顺序从物侧至像侧依次排列,以及通过各个光学透镜的特定的光焦度的分配及组合,使得采用该光学变焦镜头的成像设备的能够实现较好的畸变控制及出色的成像特性。

[0123] 本申请实施例提供的成像设备的成像面尺寸最大支持1/2.7英寸的CCD(电荷耦合器,Charge Coupled Device)相机或CMOS(互补性金属氧化物半导体,Complementary Metal-Oxide Semiconductor)相机,满足设备高分辨率的需求;同时,该成像设备处于短焦状态或长焦状态时,其在全视场MTF值在100lp/mm情况下均达到了0.4以上,因此,该成像设备具备出色的成像质量;另外,该成像设备中的光学变焦镜头中的每个光学透镜的光焦度分布合理,且光学透镜的形状便于加工,镜头成本也较低。

[0124] 本实施例提供一种内窥镜,包括如上述实施例的光学变焦镜头以及连接管,连接管与光学变焦镜头连接,用于传输光学变焦镜头形成的光学图像。

[0125] 需要说明的是,本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例,本实施例在此不再赘述。

[0126] 本领域的技术人员应该明白,以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0127] 以上实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本申请范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

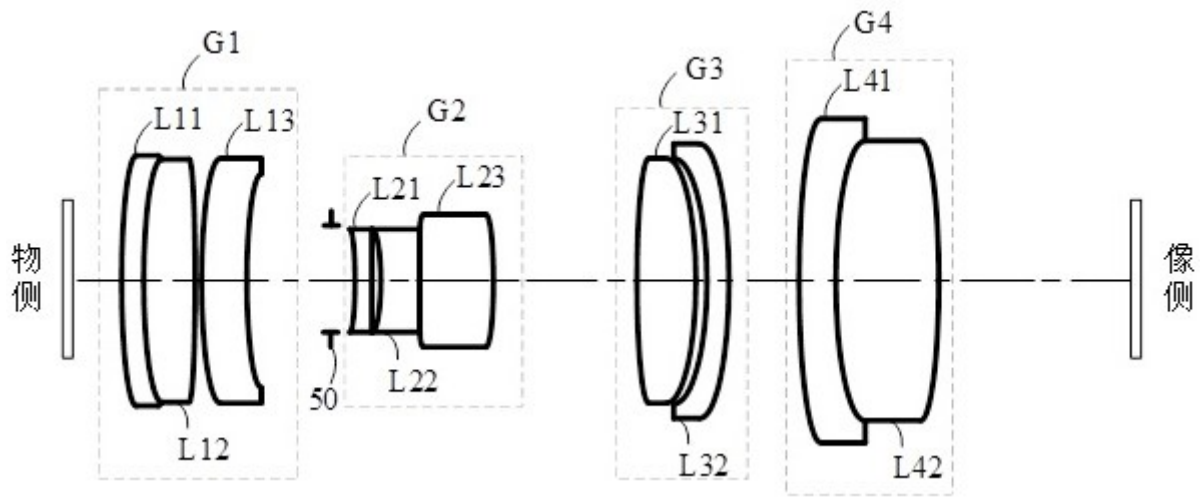


图1

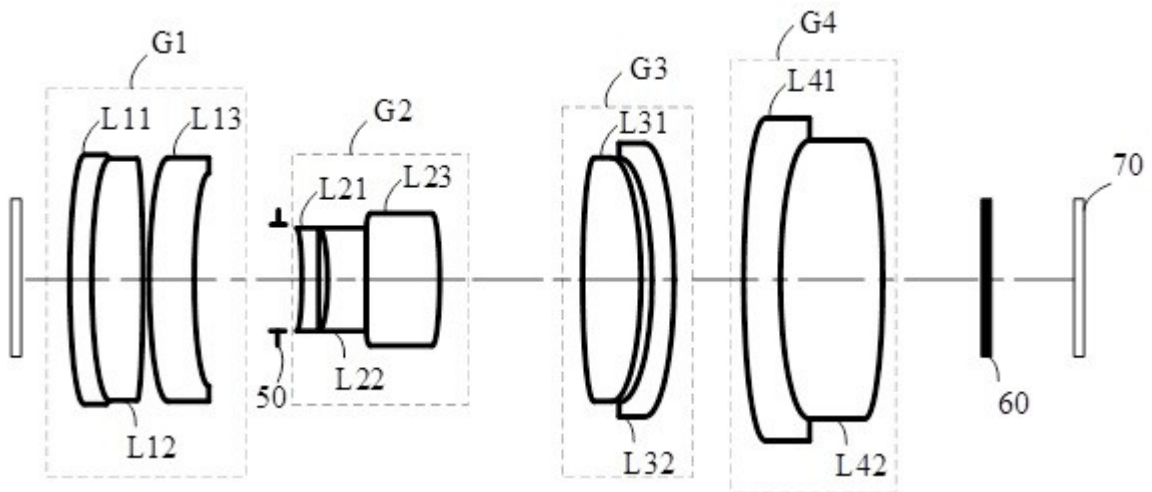


图2

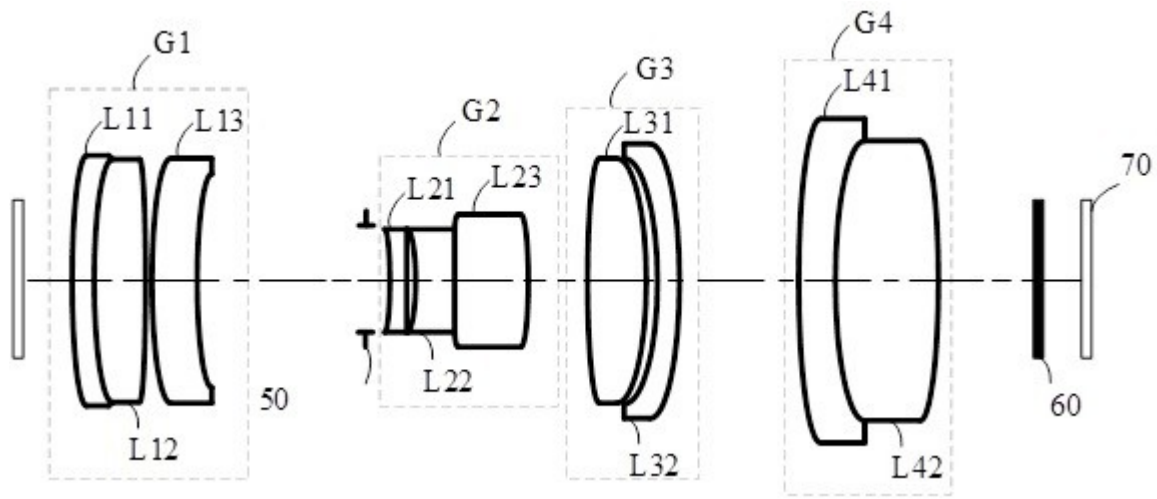


图3

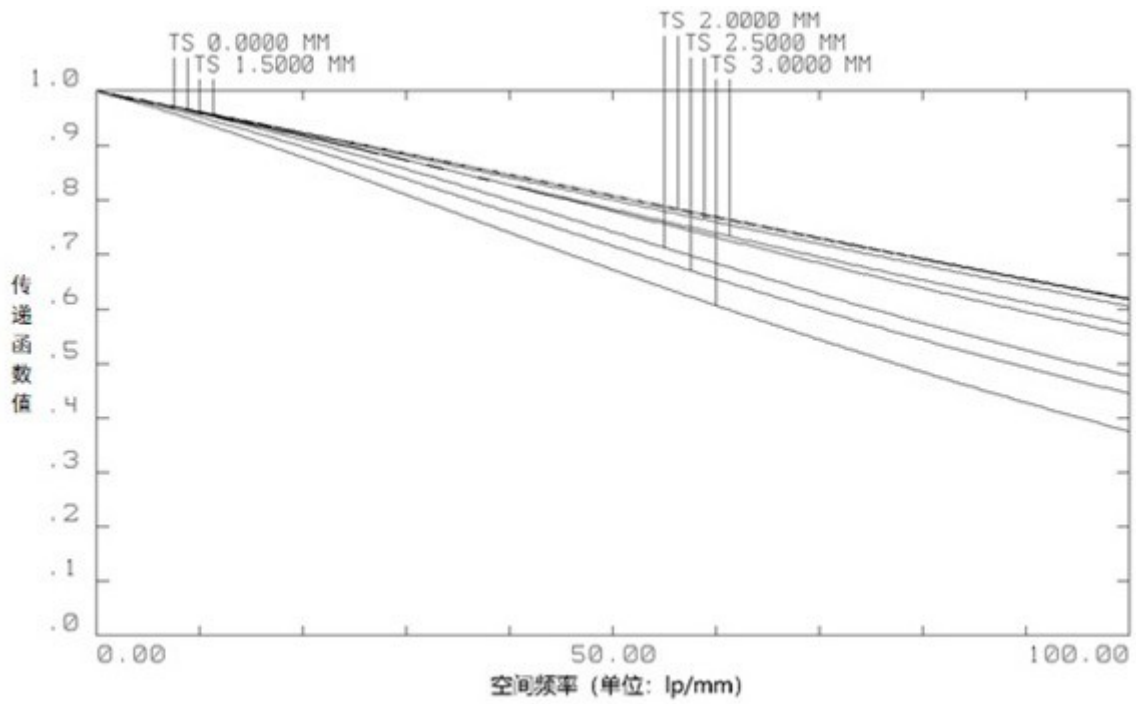


图4

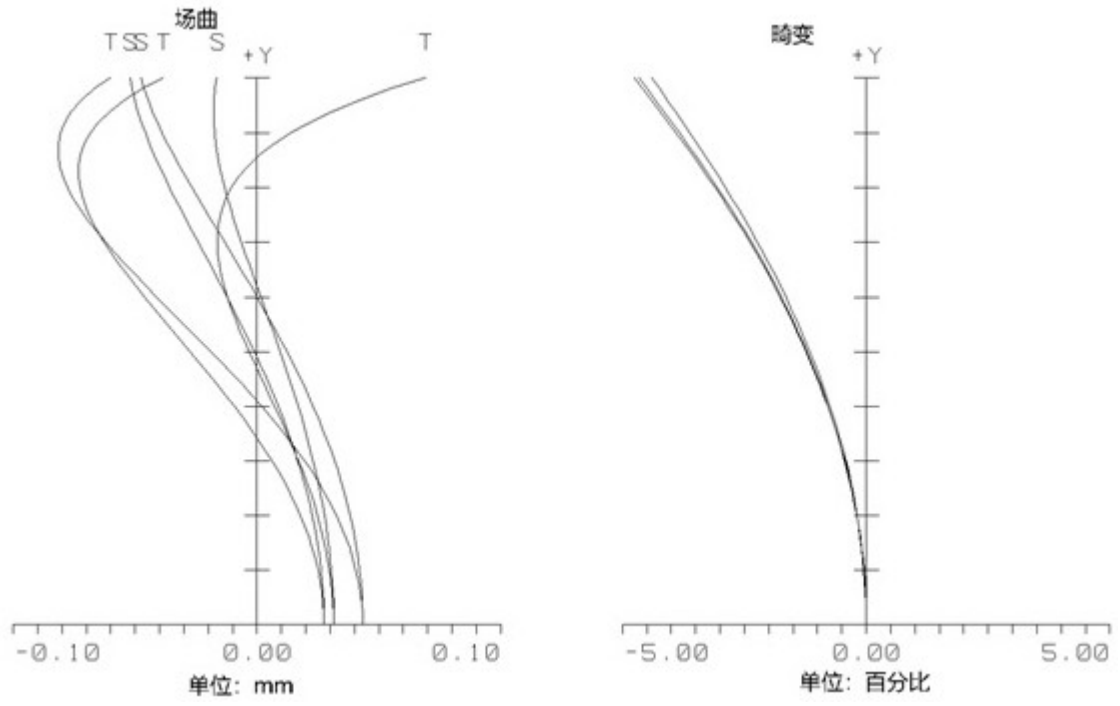


图5

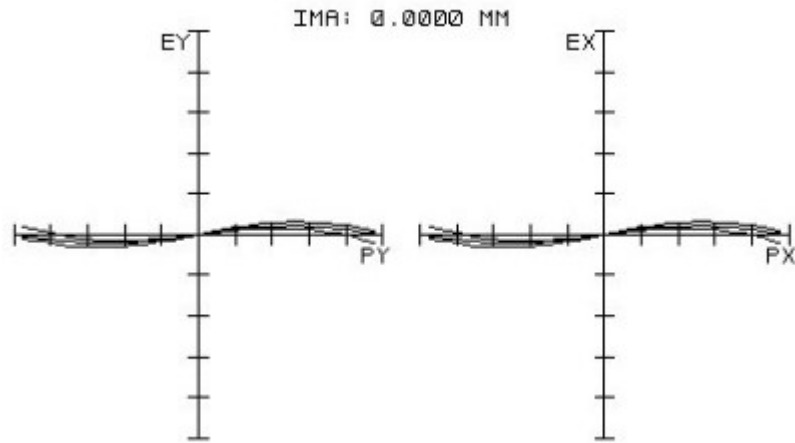


图6

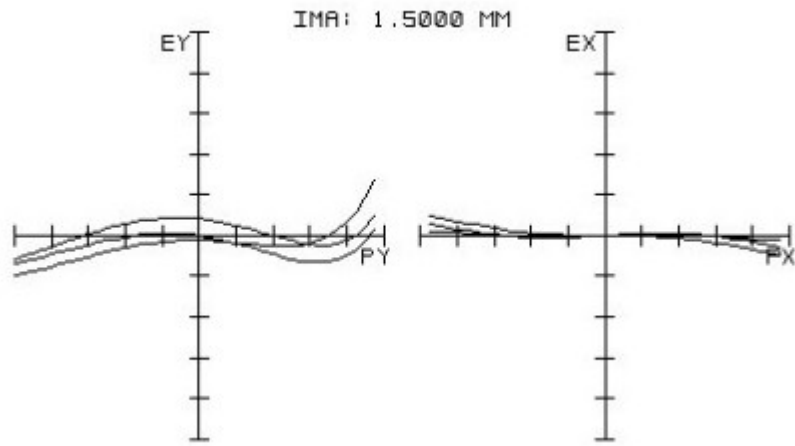


图7

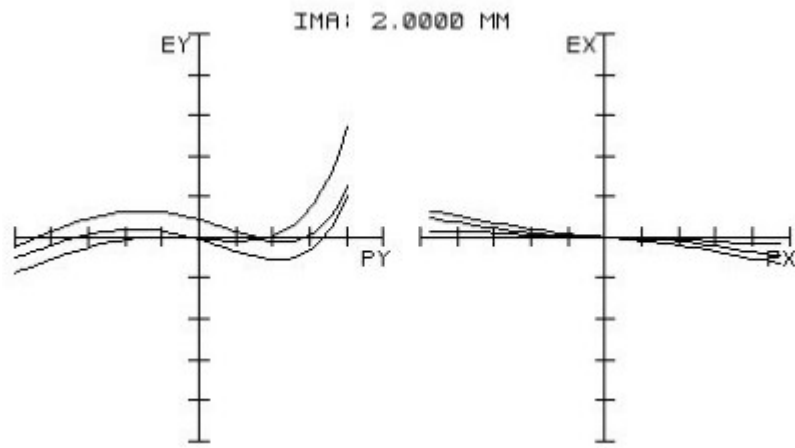


图8

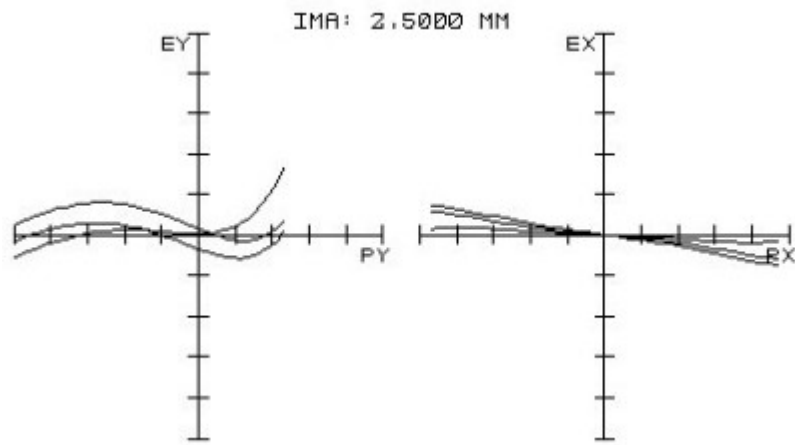


图9

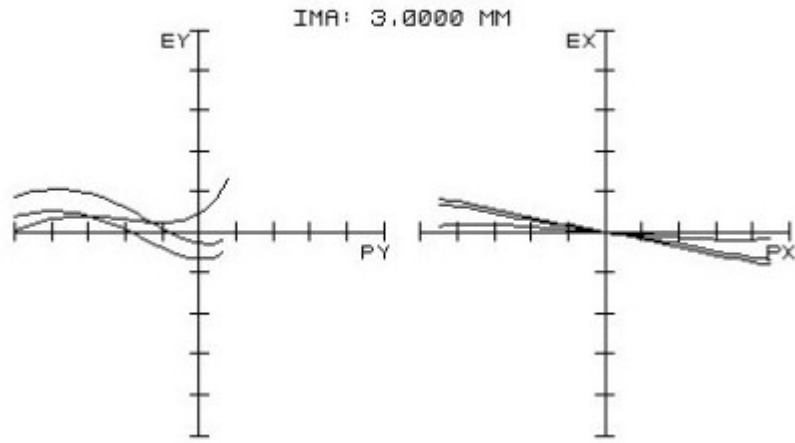


图10

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563

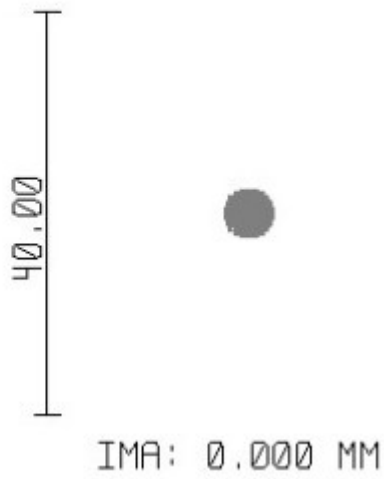


图11

- + 0.4861
- × 0.5876
- 0.6563



IMA: 1.500 MM

图12

- + 0.4861
- × 0.5876
- 0.6563



IMA: 2.000 MM

图13

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563



IMA: 2.500 MM

图14

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563



IMA: 3.000 MM

图15

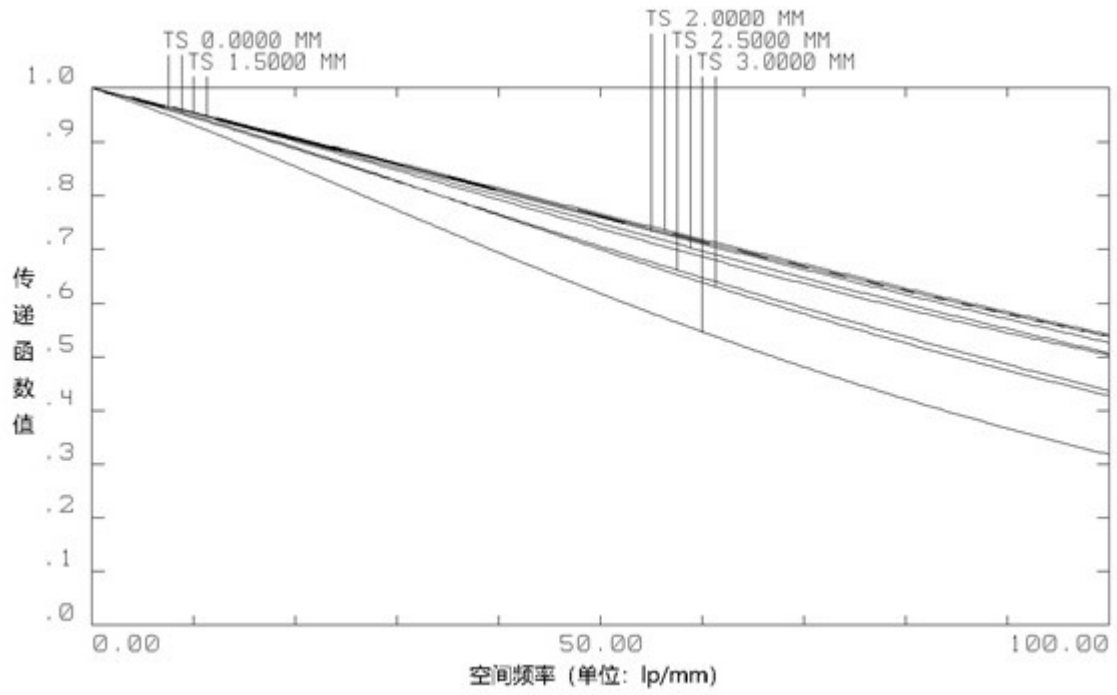


图16

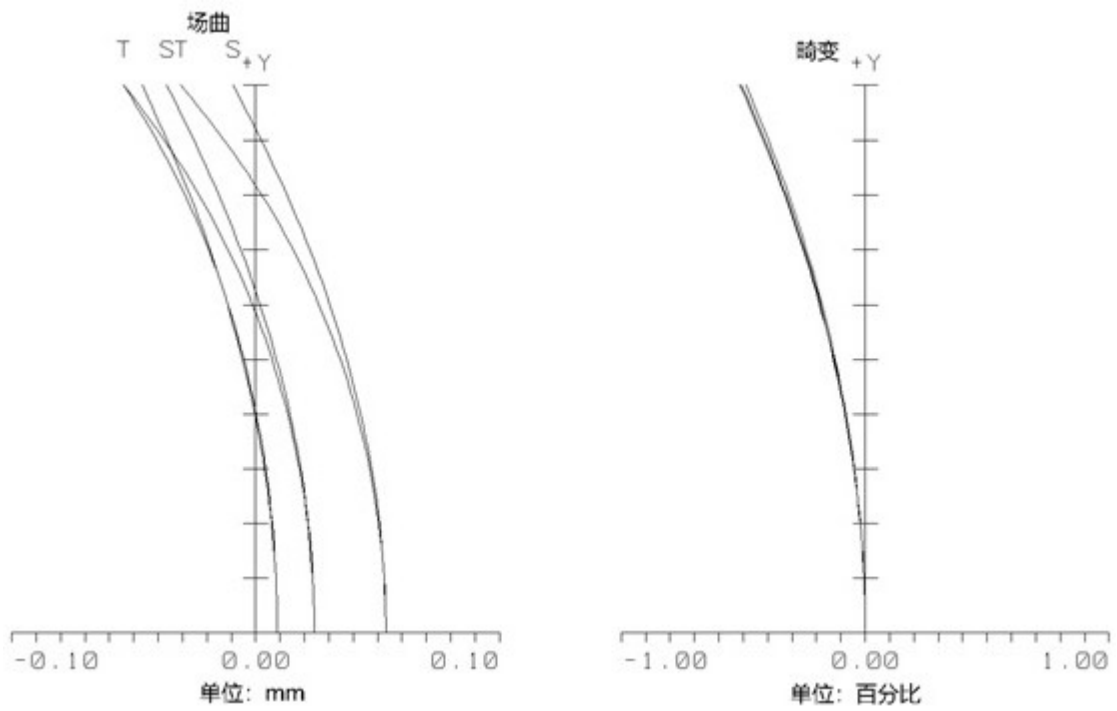


图17

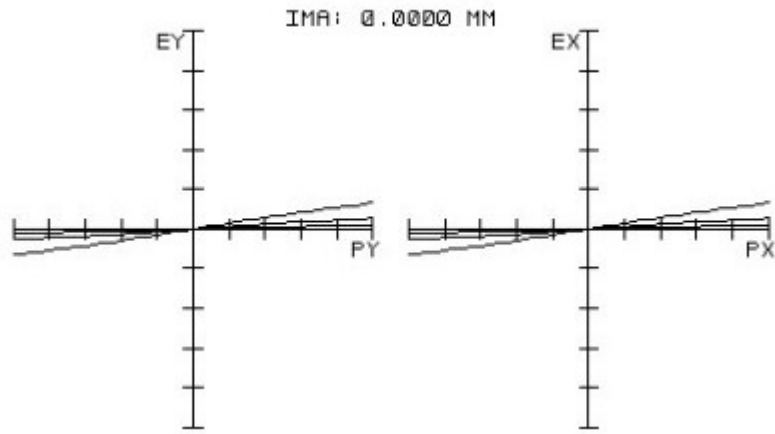


图18

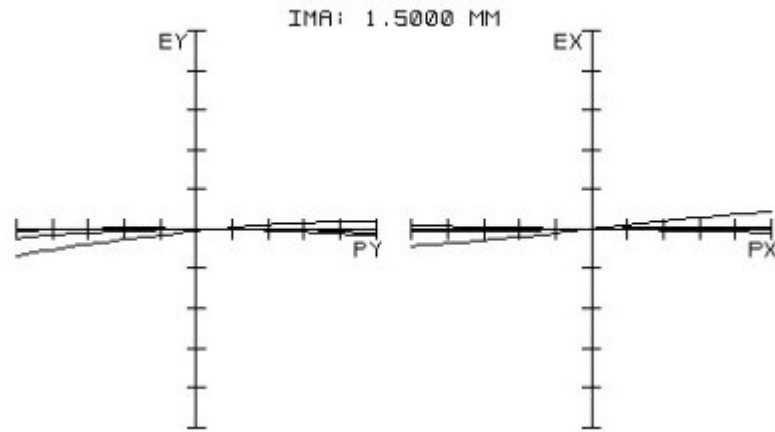


图19

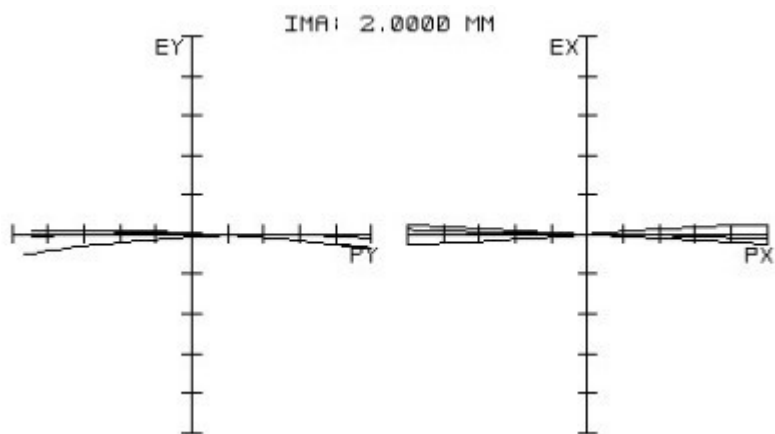


图20

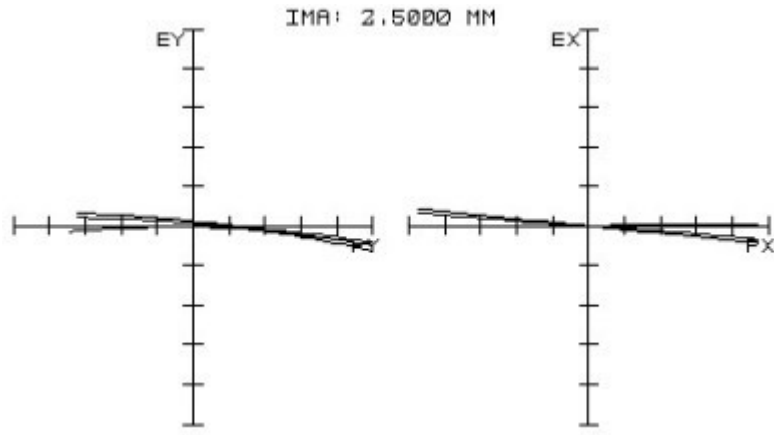


图21

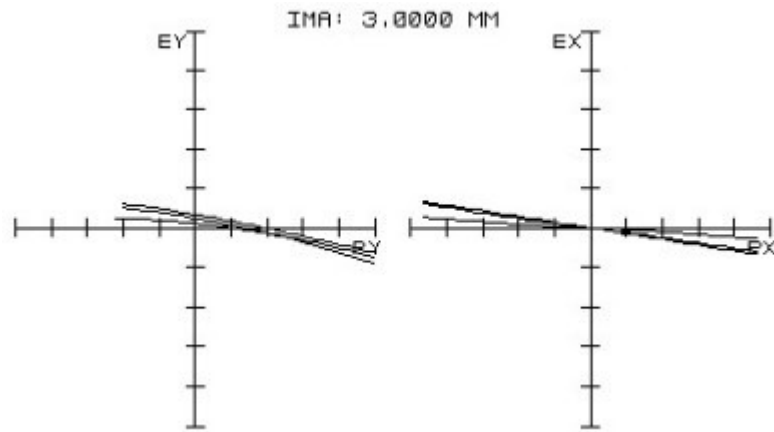


图22

+ 0.4861
× 0.5876
▣ 0.6563

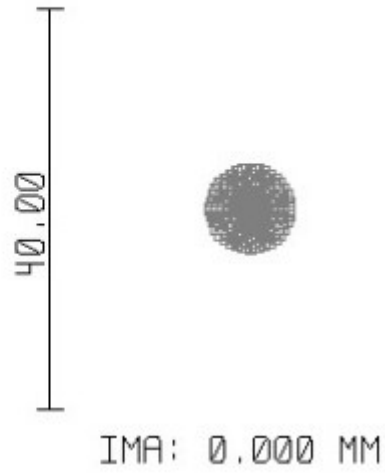


图23

+ 0.4861
× 0.5876
▣ 0.6563



图24

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563



IMA: 2.000 MM

图25

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563



IMA: 2.500 MM

图26

+ 0.4861
× 0.5876
□ 0.6563



IMA: 3.000 MM

图27