(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108681038 A
(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810850020.6

(22)申请日 2018.07.28

(71)申请人 华中科技大学
地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号

(72)发明人 马冬林 范子超

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心 42201
代理人 李智 曹葆青

(51)Int.Cl.
G02B 13/00(2006.01)
G02B 13/06(2006.01)
G02B 13/18(2006.01)
A61B 1/00(2006.01)

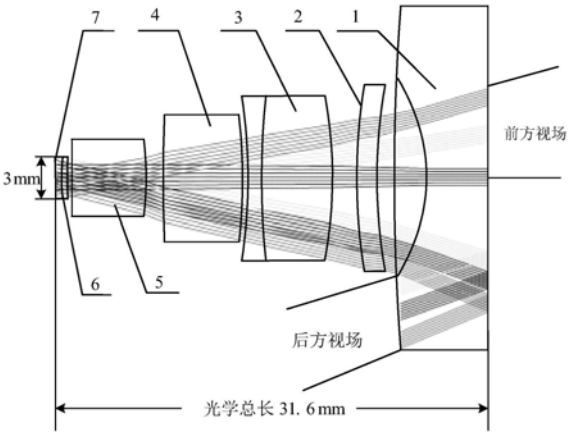
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种无焦的双视场光学系统

(57)摘要

本发明公开了一种无焦的双视场光学系统，包含按光轴方向依次同轴排列接收透镜1、第一单透镜2、第一双胶合透镜3、第二单透镜4、第三单透镜5、第二双胶合透镜6、光阑7；所述接收透镜1为光学系统接收前方视场和后方视场光线的光学元件，其接收前方视场的一侧101为平面，中心部分101a不做任何处理，外侧环形部分101b的内侧镀有反射膜；其面向第一单透镜的一侧102中心部分102a为凹面，外侧环形部分102b是凸面。所述无焦的双视场光学系统不仅可以观察前方视场，同样可以观察后方视场，具有大视场范围、高成像质量(后接内窥镜成像)、横向尺寸小、便于加工的优势。



CN 108681038 A

1.一种无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述光学系统包含按光轴方向依次同轴排列接收透镜1、第一单透镜2、第一双胶合透镜3、第二单透镜4、第三单透镜5、第二双胶合透镜6、光阑7；

所述接收透镜1为光学系统接收前方视场和后方视场光线的光学元件，其接收前方视场的一侧101为平面，中心部分101a不做任何处理，外侧环形部分101b的内侧镀有反射膜；其面向第一单透镜的一侧102中心部分102a为凹面，外侧环形部分102b是凸面。

2.如权利要求1所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，前方视场的光线依次经过101a平面折射、102a凹面折射；后方视场的光线依次经过102b凸面折射、101b内侧的反射膜平面反射、102a凹面折射，然后前后视场的光经过后面相同的光学元件。

3.如权利要求1所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，需要同时观察前方视场和后方视场时，将所述光学系统放置在具有单视场的内窥镜前；只需要观察前方视场时，移除所述光学系统，单独使用具有单视场的内窥镜。

4.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述第一单透镜面向所述接收透镜的一侧201为凹面，面向所述第一双胶合透镜202的一侧为凸面。

5.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述第一双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第一单透镜的单透镜，面向第一单透镜的一侧301为凸面，面向胶合的一侧302为凸面；靠近第二单透镜的单透镜，面向胶合的一侧303为凹面，面向第二单透镜的一侧304为凹面。

6.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述第二单透镜面向第一双胶合透镜的一侧401为凸面，面向第三单透镜的一侧402为凹面。

7.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述第三单透镜面向第二单透镜的一侧501为凸面，面向第二双胶合透镜的一侧502为凸面。

8.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述第二双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第三单透镜的单透镜，面向第三单透镜的一侧601为凹面，面向胶合的一侧602为凸面；靠近光阑的单透镜，面向胶合的一侧603为凹面，面向光阑的一侧604为凸面。

9.如权利要求1至3任一项所述的无焦的双视场光学系统，其特征在于，所述光阑设置在第二双胶合透镜和内窥镜之间，光阑是整个系统的出瞳，其和所接内窥镜的入瞳匹配。

一种无焦的双视场光学系统

技术领域

[0001] 本发明属于医疗设备领域，更具体地，涉及一种无焦的双视场光学系统。

背景技术

[0002] 现代医学的发展，微创手术逐渐成为了手术中受病人欢迎的方式，而微创手术中的核心就是各种内窥镜。现有的临床使用的内窥镜，普遍已经具有足够好的成像质量和较大的视场范围。目前国内外电子内窥镜能观察的视野范围一般为60°到120°，可以实现侧向的观察，但只能观察单侧向，前方一部分视场和另一侧视场也为视野盲区，顾此失彼。但是，在实际的手术过程中，手术者不仅要观察前方的视场，同时也要注意到后方的视场。而手术者在两个视场的屏幕上来回切换目标，很容易造成视觉疲劳，因而造成误诊和漏诊。

[0003] 专利CN10644004A公开了一种前后视场电子内窥镜，其物镜前端探头部分由LED冷光源、光学系统、CCD组成，光学系统如图1所示，由依次同轴排列的复合透镜、第一单透镜、双胶合透镜及第二单透镜组成，复合透镜形状为负透镜和弯月透镜的组合形状，其透镜前表面为凸球面，透镜内表面为凹球面，透镜外表面也为凸球面，复合透镜的透镜前端面为环形，且透镜前端面设有一层环形反射膜。该前后视场电子内窥镜虽然能够一定程度上解决这种问题，但是使用起来并不方便，只需要单一视场时系统的性能想比普通的电子内窥镜要差，还需要额外的设备，成本上也难以控制。

发明内容

[0004] 针对现有技术的缺陷，本发明的目的在于解决现有技术现有的单视场的内窥镜和前后视场内窥镜的不足，提出了一种无焦的双视场光学系统。所述无焦的双视场光学系统不仅可以观察前方视场，同样可以观察后方视场，具有大视场范围、高成像质量(后接内窥镜成像)、横向尺寸小、便于加工的优势，很好地解决了现有的问题。

[0005] 为实现上述目的，本发明实施例提供了一种无焦的双视场光学系统，所述光学系统包含按光轴方向依次同轴排列接收透镜1、第一单透镜2、第一双胶合透镜3、第二单透镜4、第三单透镜5、第二双胶合透镜6、光阑7；

[0006] 所述接收透镜1为光学系统接收前方视场和后方视场光线的光学元件，其接收前方视场的一侧101为平面，中心部分101a不做任何处理，外侧环形部分101b的内侧镀有反射膜；其面向第一单透镜的一侧102中心部分102a为凹面，外侧环形部分102b是凸面。

[0007] 具体地，前方视场的光线依次经过101a平面折射、102a凹面折射；后方视场的光线依次经过102b凸面折射、101b内侧的反射膜平面反射、102a凹面折射，然后前后视场的光经过后面相同的光学元件。

[0008] 具体地，需要同时观察前方视场和后方视场时，将所述光学系统放置在具有单视场的内窥镜前；只需要观察前方视场时，移除所述光学系统，单独使用具有单视场的内窥镜。

[0009] 具体地，所述第一单透镜面向所述接收透镜的一侧201为凹面，面向所述第一双胶

合透镜202的一侧为凸面。

[0010] 具体地，所述第一双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第一单透镜的单透镜，面向第一单透镜的一侧301为凸面，面向胶合的一侧302为凸面；靠近第二单透镜的单透镜，面向胶合的一侧303为凹面，面向第二单透镜的一侧304为凹面。

[0011] 具体地，所述第二单透镜面向第一双胶合透镜的一侧401为凸面，面向第三单透镜的一侧402为凹面。

[0012] 具体地，所述第三单透镜面向第二单透镜的一侧501为凸面，面向第二双胶合透镜的一侧502为凸面。

[0013] 具体地，所述第二双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第三单透镜的单透镜，面向第三单透镜的一侧601为凹面，面向胶合的一侧602为凸面；靠近光阑的单透镜，面向胶合的一侧603为凹面，面向光阑的一侧604为凸面。

[0014] 具体地，所述光阑设置在第二双胶合透镜和内窥镜之间，光阑是整个系统的出瞳，其和所接内窥镜的入瞳匹配。

[0015] 总体而言，通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比，具有以下有益效果：

[0016] (1)本发明提出特殊结构的接收透镜，通过该结构把前后双视场的光限制在同样的光学元件内，便于成像和观察；把后方视场的第一面做成凸面，有效扩大视场范围，加工更为方便；在保证成像质量的条件下压缩接收透镜的尺寸，控制该元件的尺寸在合理的范围内，节约了空间，应用在空间受限的内窥镜中有效地扩大了视场。

[0017] (2)本发明提出的光学系统使用灵活方便，需要同时观察前方视场和后方视场时，将该光学系统放置在内窥镜前；只需要观察前方视场时，移除该光学系统，单独使用具有单视场的内窥镜。

[0018] (3)本发明通过第一双胶合透镜和第二双胶合透镜消色差，第一单透镜消除场曲，第三单透镜消除球差和场曲，减少透镜的数量，保证整个系统紧凑同时，并把光焦度合理地分配给各透镜，得到一个无焦的光学系统。

附图说明

[0019] 图1为现有技术中光学系统结构图。

[0020] 图2为本发明实施例提供的一种无焦的双视场光学系统结构图。

[0021] 图3为本发明实施例提供的接收透镜结构图。

[0022] 图4为本发明实施例提供的ZEMAX中后方视场的调制传递函数示意图。

[0023] 图5为本发明实施例提供的ZEMAX中前方视场的调制传递函数示意图。

[0024] 图6为本发明实施例提供的ZEMAX中后方视场的点列图。

[0025] 图7为本发明实施例提供的ZEMAX中前方视场的点列图。

具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并

不用于限定本发明。

[0027] 图2为本发明实施例提供的一种无焦的双视场光学系统结构图。如图2所示，所述光学系统由按光轴方向依次同轴排列的接收透镜1、第一单透镜2、第一双胶合透镜3、第二单透镜4、第三单透镜5、第二双胶合透镜6、光阑7组成。

[0028] 图3为本发明实施例提供的接收透镜结构图。如图3所示，所述接收透镜为光学系统接收前方视场和后方视场光线的光学元件，其接收前方视场的一侧101为平面，中心部分101a不做任何处理，外侧环形部分101b的内侧镀有反射膜；其面向第一单透镜的一侧102中心部分102a为凹面，外侧环形部分102b是凸面，曲率半径不同，且相对来说较大，所以在加工时选用光学塑料更方便。

[0029] 前方视场的光线依次经过101a(平面折射)、102a(凹面折射)；后方视场的光线依次经过102b(凸面折射)、101b内侧的反射膜(平面反射)、102a(凹面折射)。然后前后视场的光经过后面相同的光学元件。前方视场最终成像在后接内窥镜的CCD的中心区域，后方视场成像在后接内窥镜的CCD的边缘区域。经过该结构，把前后双视场的光限制在同样的光学元件内，便于成像和观察。

[0030] 接收透镜的横向尺寸比后面的光学元件要大的多，是制约视场大小的主要因素。微创手术开刀的尺寸较小，所以内窥镜的横向尺寸被限制，在这种情况下，我们把后方视场的第一面做成凸面，可以有效地扩大视场范围，并且控制该元件的尺寸在合理的范围内。所述元件节约了空间，应用在空间受限的内窥镜中有效地扩大了视场。入射光和出射光都是平行光。

[0031] 所述第一单透镜面向所述接收透镜的一侧201为凹面，面向所述第一双胶合透镜202的一侧为凸面。

[0032] 所述第一双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第一单透镜的单透镜，面向第一单透镜的一侧301为凸面，面向胶合的一侧302为凸面；靠近第二单透镜的单透镜，面向胶合的一侧303为凹面，面向第二单透镜的一侧304为凹面。

[0033] 所述第二单透镜面向第一双胶合透镜的一侧401为凸面，面向第三单透镜的一侧402为凹面。

[0034] 所述第三单透镜面向第二单透镜的一侧501为凸面，面向第二双胶合透镜的一侧502为凸面。

[0035] 所述第二双胶合透镜由两个材质不同、胶合面曲率半径相同的单透镜胶合，靠近第三单透镜的单透镜，面向第三单透镜的一侧601为凹面，面向胶合的一侧602为凸面；靠近光阑的单透镜，面向胶合的一侧603为凹面，面向光阑的一侧604为凸面。

[0036] 所述光阑设置在第二双胶合透镜和内窥镜之间，光阑是整个系统的出瞳，其和所接内窥镜的入瞳匹配。

[0037] 第一双胶合透镜和第二双胶合透镜均起到消色差。第一单透镜是弯月形透镜，主要是消除场曲。第三单透镜的非球面主要是消除球差和场曲，可以减少透镜的数量，保证整个系统紧凑。由于单个透镜承担的光焦度过大会导致系统的像差较大，所以需要把光焦度合理地分配给各透镜。大的视场和受限的横向尺寸，所以采取了现在的接收透镜的结构，在保证成像质量的条件下压缩接收透镜的尺寸。所述接收透镜、第一单透镜和第一双胶合透镜相互靠近，第二单透镜、第三单透镜和第二双胶合透镜之间相互靠近。

[0038] 该光学系统灵活方便，需要同时观察前方视场和后方视场时，将该光学系统放置在内窥镜前；只需要观察前方视场时，移除该光学系统，单独使用具有单视场的内窥镜。

[0039] 本发明的接收透镜通过特殊的结构完成了前后两个视场的光的接收，因为微创手术伤口小限制了内窥镜的尺寸，所以本发明解决了大的视场下接收透镜尺寸过大的问题，前方半视场为0-25°，后方半视场为25°-35°。同时，保证了后面的光学元件结构简单，前方视场成像在后接内窥镜的CCD的中心的圆形部分，后方视场成像在后接内窥镜的CCD的外侧的圆环部分，图像清晰明了。

[0040] 本发明中所有的光学元件的面型包含两个非球面，其他均为标准球面。使用的非球面的材料为PMMA，可以通过单点金刚石车削加工，有效地控制了成本，并且便于工业上的生产制造。所述接收透镜的材料为PMMA，单点金刚石车削技术可以高质量地完成所述复合结构的接收透镜的加工，加工误差小，成本控制合理。

[0041] 所述接收透镜在设计过程中，因为ZEMAX软件中并没有相应的面型，所以使用了多重结构的功能，把前方视场和后方视场分为两个不同的结构，然后让图中的2平面重合，完成初始结构的建立，并且在随后优化过程中要保证两个视场的光线经过的部分都可以合理的加工出来。

[0042] 如图3所示，所述接收透镜的反射膜选择多层结构，镀膜材料为H4和MgF_2，H4是一种混合材料，考虑到工作波段、高折射率、低吸收的特点，选择了这种材料。透镜在可见光波段486-656nm之间的反射率均可以达到90％以上，可以保证相对照度，成像清晰。

[0043] 下面结合ZEMAX软件仿真，介绍本发明可以达到的效果，其中后接的内窥镜使用理想透镜代替，成像均为仿真经过无焦光学系统和内窥镜系统的结果。光学系统各元件的设计参数如表1所示。

[0044]

设计参数							
	表面类型	半径	厚度		表面类型	半径	厚度
101	标准	Infinity	-3.098	401	标准	-280.835	-8.471
102a	标准	-11.714	-5.000	402	标准	-14.945	-0.343
201	标准	211.269	-1.752	501	偶次非球面	7.216	-4.457
202	标准	30.831	0	502	偶次非球面	-5.351	-0.418
301	标准	18.000	-1.500	601	标准	-27.386	-0.217
302	标准	586.760	-1.115	602	标准	10.869	-1.643
304	标准	-10.197	-2.652	604	标准	-30.879	-2.714

[0045] 表1

[0046] 图4为本发明实施例提供的ZEMAX中后方视场的调制传递函数示意图。图5为本发明实施例提供的ZEMAX中前方视场的调制传递函数示意图。横轴表示每毫米的线对数，单位为lp/mm；纵轴表示MTF，MTF是评价成像质量的参数。MTF>0.3表示光学系统的成像质量好。如图4、图5所示，分别给出了前方视场和后方视场在ZEMAX软件中的调制传递函数(MTF)的仿真结果，可以看出无论是前方视场还是后方视场，MTF的值在中频100lp/mm处大于0.5，在

高频150lp/mm处的值大于0.3,接近衍射极限,满足像质的要求。

[0047] 图6为本发明实施例提供的ZEMAX中后方视场的点列图。图7为本发明实施例提供的ZEMAX中前方视场的点列图。如图6、图7所示,分别给出了前方视场和后方视场在ZEMAX软件中的点列图的仿真结构,艾里斑对应于图中圆形。可以在图上看出,艾里斑的半径大小约为4μm,两个视场的RMS半径均小于艾里斑的大小,系统的成像质量优秀。

[0048] 以上,仅为本申请较佳的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

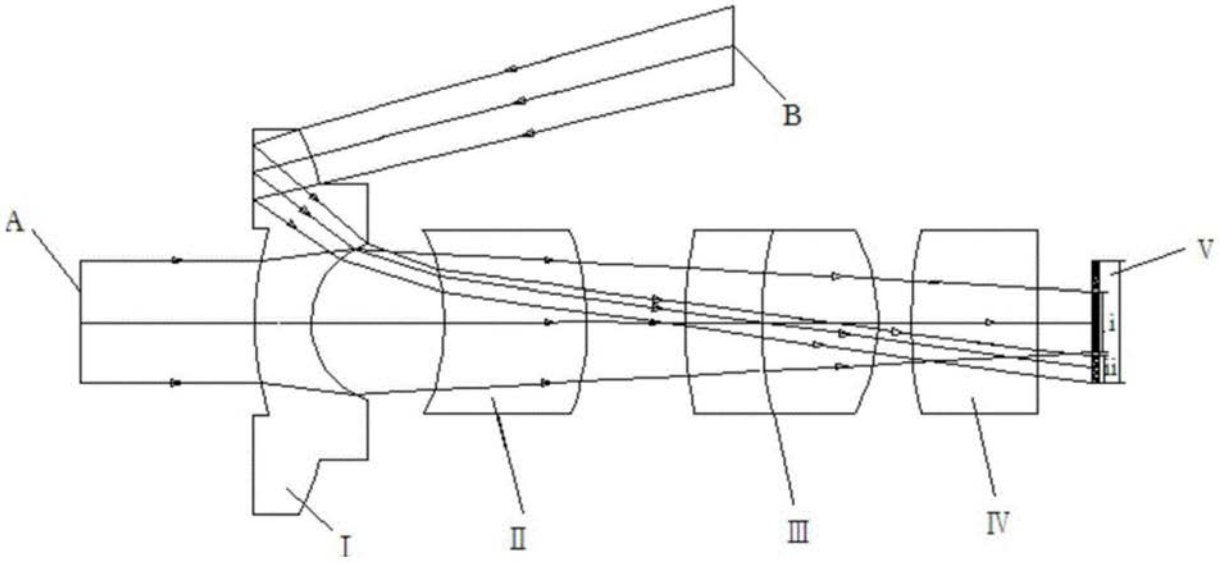


图1

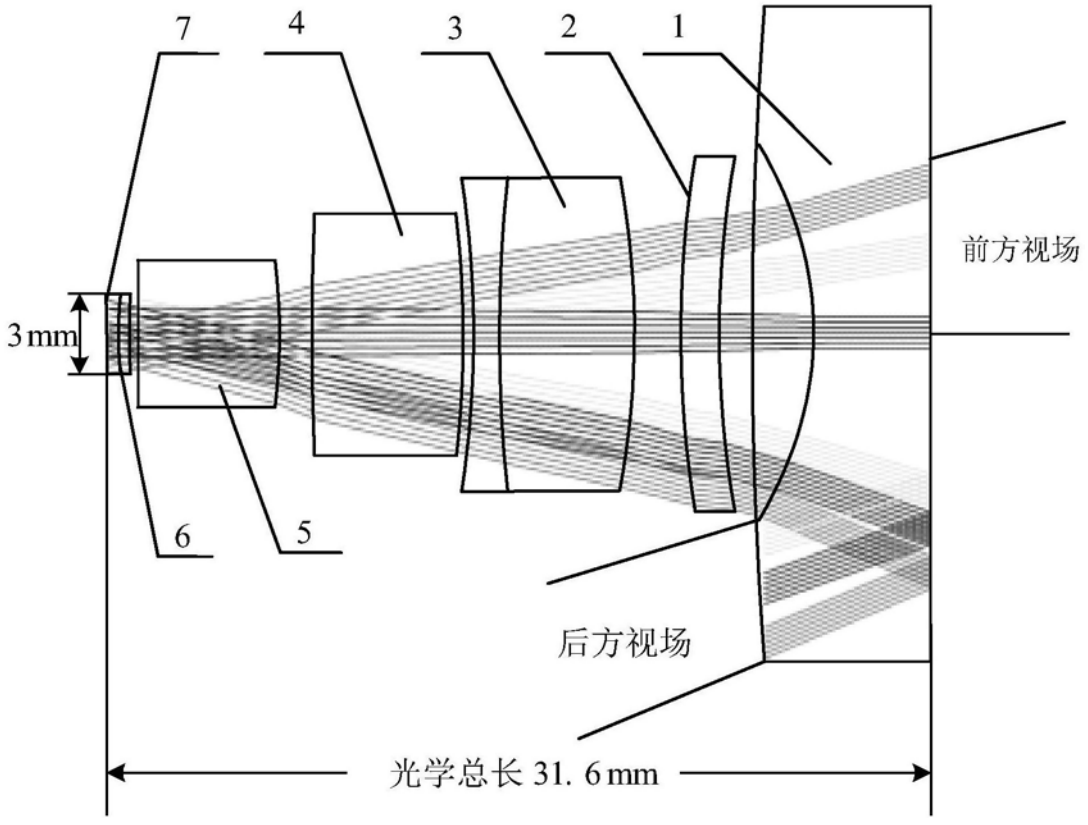


图2

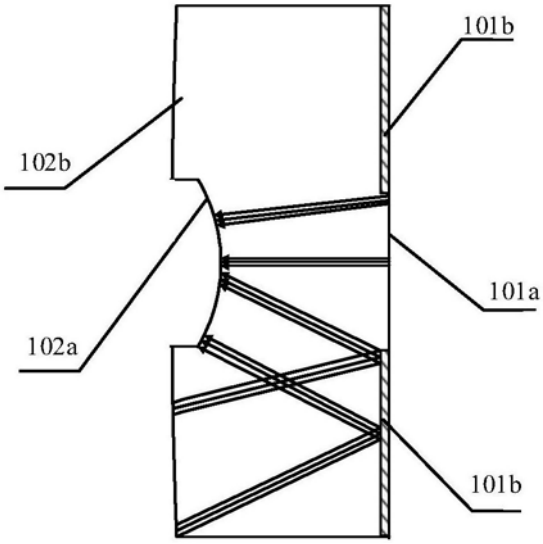

101b
102b
101a
102a
101b

图3

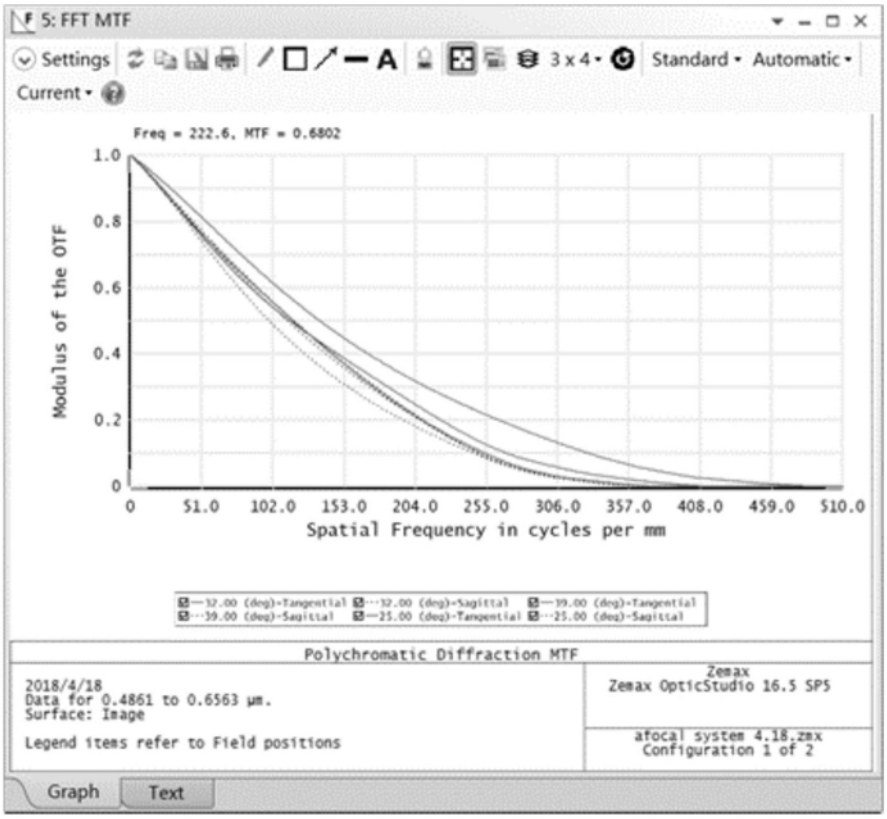

5: FFT MTF
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
Current
Freq = 222.6, MTF = 0.6802
Modulus of the OTF
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
51.0
102.0
153.0
204.0
255.0
306.0
357.0
408.0
459.0
510.0
Spatial Frequency in cycles per mm
Polychromatic Diffraction MTF
2018/4/18
Data for 0.4861 to 0.6563 µm.
Surface: Image
Legend items refer to Field positions
Zemax
Zemax OpticStudio 16.5 SP5
afocal system 4.18.zmx
Configuration 1 of 2
Graph
Text

图4

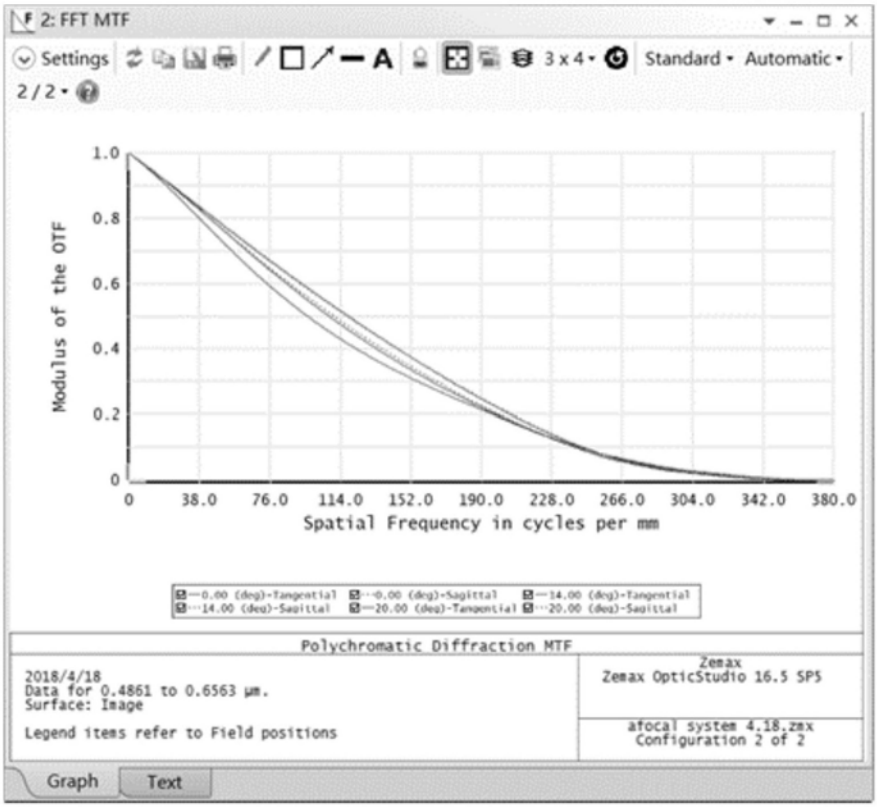

2: FFT MTF
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
2 / 2
Modulus of the OTF
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
38.0
76.0
114.0
152.0
190.0
228.0
266.0
304.0
342.0
380.0
Spatial Frequency in cycles per mm
0.00 (deg)-Tangential
0.00 (deg)-Sagittal
14.00 (deg)-Tangential
14.00 (deg)-Sagittal
20.00 (deg)-Tangential
20.00 (deg)-Sagittal
Polychromatic Diffraction MTF
2018/4/18
Data for 0.4861 to 0.6563 µm.
Surface: Image
Legend items refer to Field positions
Zemax
Zemax OpticStudio 16.5 SP5
afocal system 4.18.zmx
Configuration 2 of 2
Graph
Text

图5

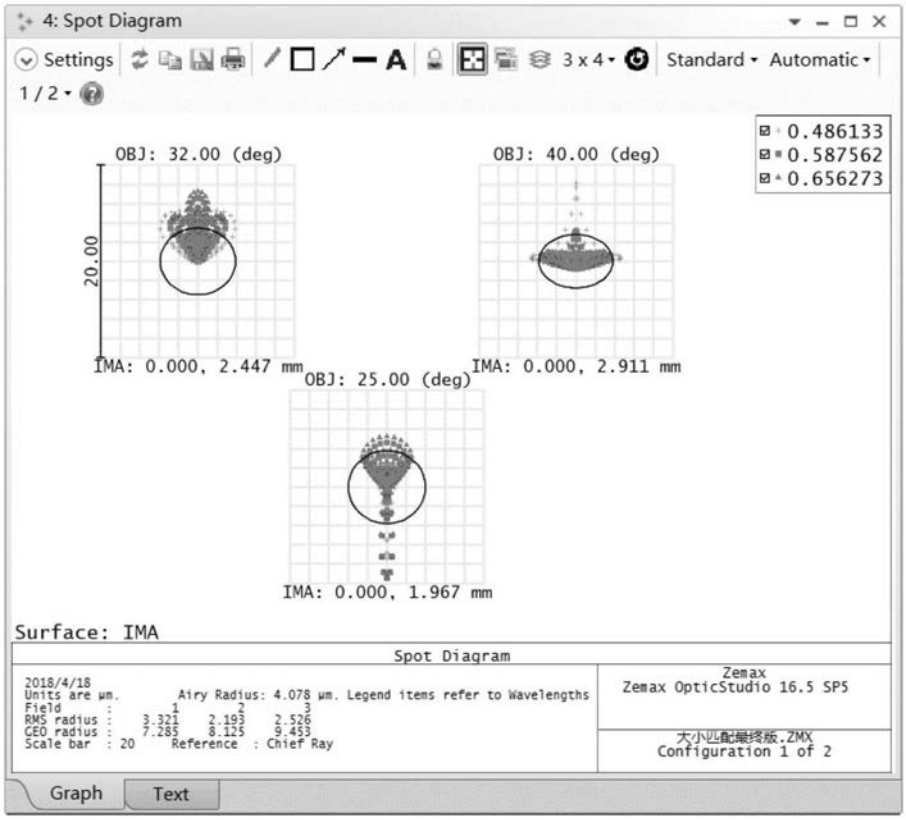

4: Spot Diagram
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
1 / 2
0.486133
0.587562
0.656273
OBJ: 32.00 (deg)
OBJ: 40.00 (deg)
20.00
IMA: 0.000, 2.447 mm
IMA: 0.000, 2.911 mm
OBJ: 25.00 (deg)
IMA: 0.000, 1.967 mm
Surface: IMA
Spot Diagram
2018/4/18
Units are μm. Airy Radius: 4.078 μm. Legend items refer to Wavelengths
Field : 1 2 3
RMS radius : 3.321 2.193 2.526
GEO radius : 7.285 8.125 9.453
Scale bar : 20 Reference : Chief Ray
Zemax
Zemax OpticStudio 16.5 SP5
大小L配最终版.ZMX
Configuration 1 of 2
Graph
Text

图6

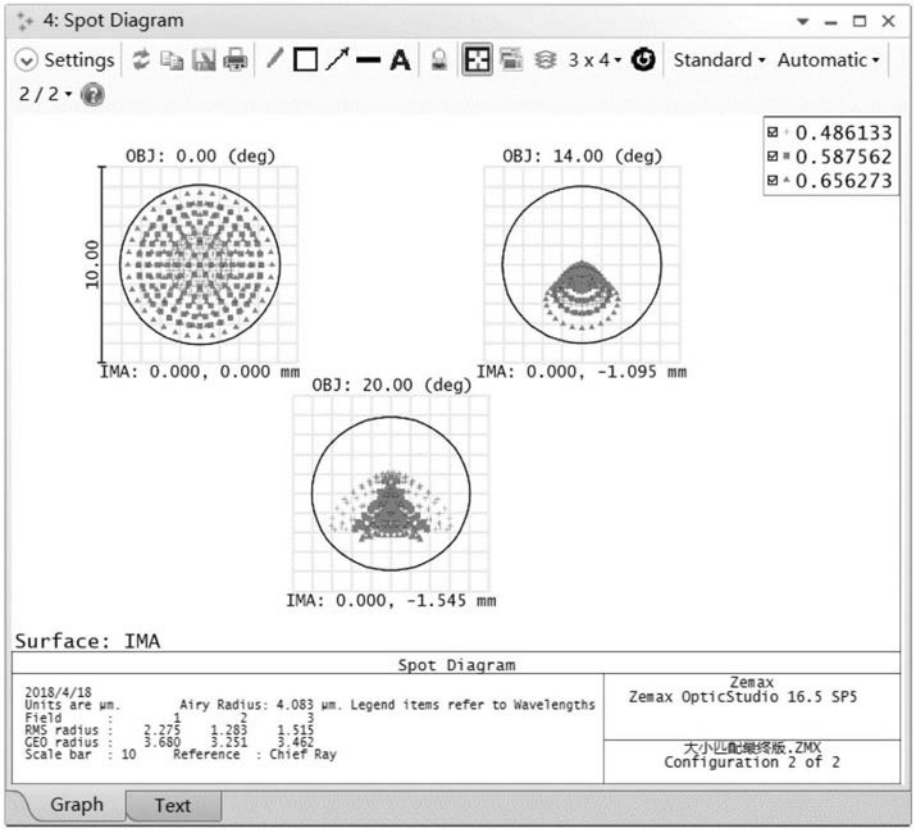

4: Spot Diagram
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
2 / 2
0.486133
0.587562
0.656273
OBJ: 0.00 (deg)
10.00
IMA: 0.000, 0.000 mm
OBJ: 14.00 (deg)
IMA: 0.000, -1.095 mm
OBJ: 20.00 (deg)
IMA: 0.000, -1.545 mm
Surface: IMA
Spot Diagram
2018/4/18
Units are μm. Airy Radius: 4.083 μm. Legend items refer to Wavelengths
Field : 1 2 3
RMS radius : 2.275 1.283 1.515
GEO radius : 3.680 3.251 3.462
Scale bar : 10 Reference : Chief Ray
Zemax
Zemax OpticStudio 16.5 SP5
大小匹配最终版.ZMX
Configuration 2 of 2
Graph
Text

图7

专利名称(译)	一种无焦的双视场光学系统		
公开(公告)号	CN108681038A	公开(公告)日	2018-10-19
申请号	CN201810850020.6	申请日	2018-07-28
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	马冬林 范子超		
发明人	马冬林 范子超		
IPC分类号	G02B13/00 G02B13/06 G02B13/18 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00163 G02B13/002 G02B13/006 G02B13/06 G02B13/18		
代理人(译)	李智		
其他公开文献	CN108681038B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种无焦的双视场光学系统，包含按光轴方向依次同轴排列接收透镜1、第一单透镜2、第一双胶合透镜3、第二单透镜4、第三单透镜5、第二双胶合透镜6、光阑7；所述接收透镜1为光学系统接收前方视场和后方视场光线的光学元件，其接收前方视场的一侧101为平面，中心部分101a不做任何处理，外侧环形部分101b的内侧镀有反射膜；其面向第一单透镜的一侧102中心部分102a为凹面，外侧环形部分102b是凸面。所述无焦的双视场光学系统不仅可以观察前方视场，同样可以观察后方视场，具有大视场范围、高成像质量(后接内窥镜成像)、横向尺寸小、便于加工的优势。