



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111596443 B

(45) 授权公告日 2022.03.01

(21) 申请号 202010623498.2

(22) 申请日 2020.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111596443 A

(43) 申请公布日 2020.08.28

(73) 专利权人 苏州东方克洛托光电技术有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市江苏
扬子江国际冶金工业园(张家港市锦
丰镇锦南路科技创业园A01幢)

(72) 发明人 罗晓霞 韩希珍

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任
公司 22201

代理人 王淑秋

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107884905 A, 2018.04.06

TW 201814346 A, 2018.04.16

JP 2021107893 A, 2021.07.29

JP 2013092775 A, 2013.05.16

审查员 靳亚粉

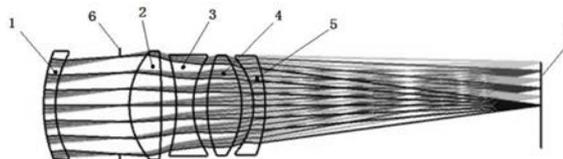
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种长后工作距离的机器视觉紫外镜头

(57) 摘要

本发明涉及一种长后工作距的机器视觉紫外镜头,该镜头包括沿光线入射方向依次设置的具有负光焦度的前透镜组、光阑、具有正光焦度的后透镜组;所述前透镜组为具有负屈光度的第一透镜,所述后透镜组从物方到像方依次设有具有正屈光度的第二透镜、具有负屈光度的第三透镜、具有正屈光度的第四透镜、具有负屈光度的第五透镜;其中的负屈光度透镜采用熔石英材料,正屈光度透镜采用氟化钙材料。本发明采用5片球面透镜进行紫外成像,具有小F数,结构紧凑、低畸变、长后工作距等特点。



1. 一种长后工作距离的机器视觉紫外镜头,其特征在于由沿光线入射方向依次设置的具有负光焦度的前透镜组、光阑(6)、具有正光焦度的后透镜组组成;所述前透镜组为具有负屈光度的第一透镜(1),所述后透镜组由从物方到像方依次设置的具有正屈光度的第二透镜(2)、具有负屈光度的第三透镜(3)、具有正屈光度的第四透镜(4)、具有负屈光度的第五透镜(5)组成;其中的负屈光度透镜采用熔石英材料,正屈光度透镜采用氟化钙材料;所述的第一透镜(1)为凹面朝向像面的弯月负透镜,第二透镜(2)为双凸正透镜,第三透镜(3)为双凹透镜,第四透镜(4)为双凸正透镜,第五透镜(5)为凹面朝向物面的弯月负透镜;所述第一透镜(1)与光阑(6)之间的空气间隔介于12mm~14mm之间,光阑(6)与第二透镜(2)之间的空气间隔介于1mm~3mm之间,第二透镜(2)与第三透镜(3)之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第三透镜(3)与第四透镜(4)之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第四透镜(4)与第五透镜(5)之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第五透镜(5)与像面(7)之间的空气间隔介于57mm~60mm之间;所述的第一透镜(1)的焦距介于-170mm~-180mm之间,第二透镜(2)的焦距介于30mm~40mm之间,第三透镜(3)的焦距介于-20mm~-30mm之间,第四透镜(4)的焦距介于20mm~30mm之间,第五透镜(5)的焦距介于-65mm~-75mm之间。

2. 根据权利要求1所述的长后工作距离的机器视觉紫外镜头,其特征在于其中各透镜、光阑和像面的参数如下表所示,其中 $R_1 \sim R_{10}$ 依次为从物面到像面各光学表面的曲率半径, $t_1 \sim t_5$ 依次为从物面到像面各透镜的厚度, $d_1 \sim d_5$ 依次为从物面到像面各光学元件后表面到下一光学元件前表面的距离;

光学表面	曲率半径 (mm)	厚度, 距离 (mm)	材料
1	$R_1=31.735$	$t_1=2.5$	熔石英
2	$R_2=22.685$	$d_1=13.645$	
光阑	平面	$d_2=1.99$	
4	$R_3=17.386$	$t_2=6.784$	氟化钙
5	$R_4=-155.26$	$d_3=3.152$	
6	$R_5=-37.43$	$t_3=3.569$	熔石英
7	$R_6=19.008$	$d_4=2.948$	
8	$R_7=29.267$	$t_4=7.31$	氟化钙
9	$R_8=-18.814$	$d_5=2.5$	
10	$R_9=-15.073$	$t_5=2.5$	熔石英
11	$R_{10}=-29.424$	$d_6=58.356$	
像面	平面	-	

一种长后工作距离的机器视觉紫外镜头

技术领域

[0001] 本发明涉及紫外光学成像技术领域,具体涉及一种长后工作距离的机器视觉紫外镜头。

背景技术

[0002] 检测是机器视觉工业领域最主要的应用之一,图像采集是机器视觉系统的重要组成部分,其中光源的选择、光学镜头及相机(CCD或CMOS)的选型都会影响到采集图像的质量。

[0003] 光学镜头的成像质量直接影响系统的检测和判断结果,现有的机器视觉镜头主要集中在可见光和红外波段,在紫外波段的产品较少。由于紫外光具有更短的波长,能被产品表面特征散射,能够检测出可见光无法检测到的特征,比如塑料、油漆、印刷油墨和染料等产品的检测。但是由于紫外波段可选择材料有限,导致紫外镜头的色差校正困难,成像质量不易提高。专利CN 104808315B给出了一种高像质、低畸变机器视觉紫外镜头,但其采用了8个透镜,镜片数量较多且最大后工作距离仅有15mm,限制了可选的相机接口。

[0004] 在相机的选型中,曝光时间、帧频、相机接口等参数都是需要考虑的因素,工业摄像头常用的相机接口包括C接口、CS接口、F接口等等,不同接口对应的法兰后截距不同。增长镜头的后工作距,在具体使用时,不同接口的相机之间只需要转接件进行转换,大大扩大了镜头的使用范围。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种长后工作距离的机器视觉紫外镜头,该镜头能够兼容不同接口的相机,不同接口的相机之间只需要转接件进行转换,扩大了光学镜头的使用范围。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明的长后工作距的机器视觉紫外镜头,包括沿光线入射方向依次设置的具有负光焦度的前透镜组、光阑、具有正光焦度的后透镜组;所述前透镜组为具有负屈光度的第一透镜,所述后透镜组从物方到像方依次设有具有正屈光度的第二透镜、具有负屈光度的第三透镜、具有正屈光度的第四透镜、具有负屈光度的第五透镜;其中的负屈光度透镜采用熔石英材料,正屈光度透镜采用氟化钙材料。

[0007] 所述的第一透镜为凹面朝向像面的弯月负透镜,第二透镜为双凸正透镜,第三透镜为双凹透镜,第四透镜为双凸正透镜,第五透镜为凹面朝向物面的弯月负透镜。

[0008] 所述第一透镜与光阑之间的空气间隔介于12mm~14mm之间,光阑与第二透镜之间的空气间隔介于1mm~3mm之间,第二透镜与第三透镜之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第三透镜与第四透镜之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第四透镜与第五透镜之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第五透镜与像面之间的空气间隔介于57mm~60mm之间。

[0009] 所述的第一透镜的焦距介于-170mm~-180mm之间,第二透镜的焦距介于30mm~40mm之间,第三透镜的焦距介于-20mm~-30mm之间,第四透镜的焦距介于20mm~30mm之间,

第五透镜的焦距介于-65mm~-75mm之间。

[0010] 所述紫外镜头的有效焦距为75mm,相对数值孔径F/3.8,使用1.2" CMOS接收,像元大小为6.5 μ m,最大口径小于25mm,光学总长为第一透镜到第五透镜的距离46.9mm。

[0011] 所述紫外镜头的全视场为14°,工作波段为230-1100nm。

[0012] 进一步,各透镜、光阑和像面的参数如下表所示,其中 $R_1 \sim R_{10}$ 依次为从物面到像面各光学表面的曲率半径, $t_1 \sim t_5$ 依次为从物面到像面各透镜的厚度, $d_1 \sim d_5$ 依次为从物面到像面各光学元件后表面到下一光学元件前表面的距离;

光学表面	曲率半径	厚度, 距离	材料
1	$R_1=31.735$	$t_1=2.5$	熔石英
2	$R_2=22.685$	$d_1=13.645$	
[0013] 光阑	平面	$d_2=1.99$	
4	$R_3=17.386$	$t_2=6.784$	氟化钙
5	$R_4=-155.26$	$d_3=3.152$	
6	$R_5=-37.43$	$t_3=3.569$	熔石英
7	$R_6=19.008$	$d_4=2.948$	
8	$R_7=29.267$	$t_4=7.31$	氟化钙
9	$R_8=-18.814$	$d_5=2.5$	
[0014] 10	$R_9=-15.073$	$t_5=2.5$	熔石英
11	$R_{10}=-29.424$	$d_6=58.356$	
像面	平面	-	

[0015] 本发明的有益效果

[0016] 本发明的有益效果是提供了一种低畸变、长后工作距的机器视觉紫外镜头,该镜头采用5片球面透镜,最大视场处,在奈奎斯特频率为50lp/mm时,全波段调制传递函数值大于0.3,除最大视场外,在奈奎斯特频率为77lp/mm的情况下,全波段调制传递函数值大于0.3,像面照度大于90%,成像畸变小于0.1%,后工作距大于56mm,可适用不同接口的相机。具有小F数,结构紧凑、低畸变、长后工作距等特点,工作波段为230-1100nm,用可见光调焦后可进行紫外成像。

附图说明

[0017] 图1为紫外镜头光学结构示意图;

[0018] 图2为紫外镜头在240-320nm波段各视场的点列图;

[0019] 图3为紫外镜头在240-320nm各视场像面上的MTF传递函数曲线;

[0020] 图4为光学镜头的场曲和畸变图;

[0021] 图5为像面的相对照度图。

具体实施方式

[0022] 本发明的长后工作距机器视觉紫外镜头,如图1所示,主要由具有负光焦度的前透镜组、具有正光焦度的后透镜组、位于前透镜组与后透镜组之间的光阑6和像面7组成。前透镜组位于光阑6前侧,仅包含一个具有负屈光度的第一透镜1,后透镜组位于光阑6后侧,从物方到像方依次设有具有正屈光度的第二透镜2、具有负屈光度的第三透镜3、具有正屈光度的第四透镜4、具有负屈光度的第五透镜5。

[0023] 其中,第一透镜1为凹面朝向像面的弯月透镜,第二透镜2为双凸透镜,第三透镜3为双凹透镜,第四透镜4为双凸透镜,第五透镜5为凹面朝向物面的弯月透镜。

[0024] 第一透镜1与光阑6之间的空气间隔介于12mm~14mm之间,光阑6与第二透镜2之间的空气间隔介于1mm~3mm之间,第二透镜2与第三透镜3之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第三透镜3与第四透镜4之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第四透镜4与第五透镜5之间的空气间隔介于2mm~4mm之间,第五透镜5与像面7之间的空气间隔介于57mm~60mm之间。

[0025] 具体的,在本实施例中,第一透镜1与光阑6之间的空气间隔为13.645mm,光阑6与第二透镜2之间的空气间隔为1.99mm,第二透镜2与第三透镜3之间的空气间隔为3.152mm,第三透镜3与第四透镜4之间的空气间隔为2.948mm,第四透镜4与第五透镜5之间的空气间隔为2.5mm,第五透镜5与像面7之间的空气间隔为58.356mm。

[0026] 第一透镜的焦距介于-170mm~-180mm之间,所述第二透镜的焦距介于30mm~40mm之间,所述第三透镜的焦距介于-20mm~-30mm之间,所述第四透镜的焦距介于20mm~30mm之间,所述第五透镜的焦距介于-65mm~-75mm之间。

[0027] 由于普通光学玻璃透射波长一般在350~2400nm之间,不能在深紫外波段完全透射,适用于紫外波段的光学材料的只有氟化钙、氟化镁和熔石英三种。本实施例最终选择了熔石英和氟化钙两种材料。由于氟化钙在空气中易潮解,光学镜头的第一片和最后一片镜片的选择应规避。

[0028] 本实施例中紫外镜头的有效焦距为75mm,相对数值孔径F/3.8,使用1.2" CMOS接收,像元大小为6.5 μ m,最大口径小于25mm,光学总长为第一透镜到第五透镜的距离46.9mm。紫外镜头的全视场为14°,工作波段为230-700nm。本实施例中透镜曲率半径、厚度及透镜材料等参数如下表1所示。

[0029] 本发明的各透镜、光阑和像面的参数如表1所示,其中 $R_1 \sim R_{10}$ 依次为从物面到像面各光学表面的曲率半径, $t_1 \sim t_5$ 依次为从物面到像面各透镜的厚度, $d_1 \sim d_5$ 依次为从物面到像面各光学元件后表面到下一光学元件前表面的距离。

[0030] 表1紫外光学系统透镜各参数数据

[0031]

光学表面	曲率半径	厚度,距离	材料
1	$R_1 = 31.735$	$t_1 = 2.5$	熔石英
2	$R_2 = 22.685$	$d_1 = 13.645$	
光阑	平面	$d_2 = 1.99$	
4	$R_3 = 17.386$	$t_2 = 6.784$	氟化钙
5	$R_4 = -155.26$	$d_3 = 3.152$	
6	$R_5 = -37.43$	$t_3 = 3.569$	熔石英

7	$R_6=19.008$	$d_4=2.948$	
8	$R_7=29.267$	$t_4=7.31$	氟化钙
9	$R_8=-18.814$	$d_5=2.5$	
10	$R_9=-15.073$	$t_5=2.5$	熔石英
11	$R_{10}=-29.424$	$d_6=58.356$	
像面	平面	-	

[0032] 图2为本发明实施例中,240-320nm波段在各视场的点列图,可见最大视场处的均方根半径为 $8.605\mu\text{m}$,其他视场的均方根半径均小于 $6.0\mu\text{m}$,满足成像质量的要求;

[0033] 图3为紫外镜头在240-320nm各视场像面上的MTF传递函数曲线,图中最大视场在弧矢方向的MTF值稍低,在50lp/mm线对大于0.3;其他各视场各方向的MTF值均大于0.3,且曲线平滑,紧凑,色差校正较好,系统在全波段全视场均具有很好的成像质量。

[0034] 图4为本实施例中,光学镜头的场曲和畸变图,从图中可以看出该紫外镜头的场曲小于 0.5mm ,畸变小于 0.1% ,畸变越小,采集图像的变形失真就越轻微,测量结果越准确。

[0035] 图5为本实施例中,280nm波段在像面处的相对照度分布情况,其他波段基本相同,图中可见各视场处的相对照度值均大于 90% ,说明镜头照度均匀,成像效果好。

[0036] 以上是本发明的较佳实施例,凡依本发明技术方案所作的改变,所产生的功能作用未超出本发明技术方案的范围时,均属于本发明的包含范围。

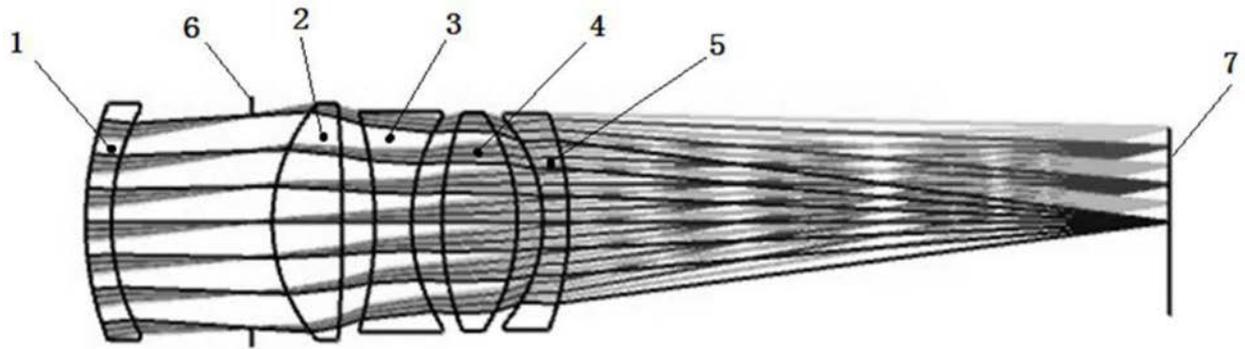
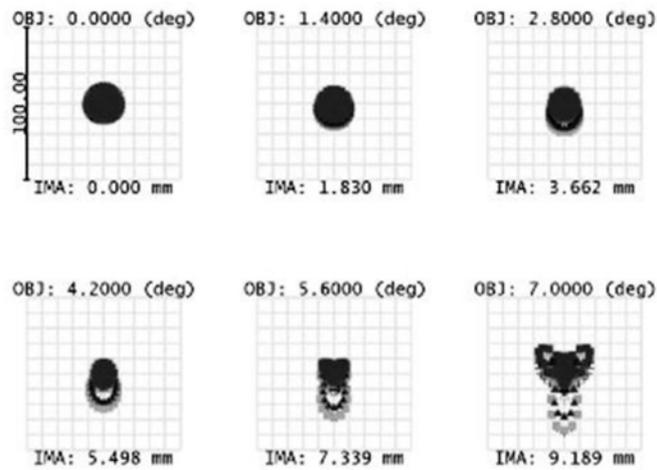


图1



Surface: IMA

Spot Diagram						Zemax Zemax OpticStudio 17	
Z3							
2020/5/14							
Units are μm . Legend items refer to Wavelengths							
Field :	1	2	3	4	5	6	
RMS radius :	5.892	5.783	5.494	5.264	5.902	8.605	
GEO radius :	11.398	14.888	18.758	23.100	28.712	38.442	
Scale bar :	100	Reference :		Chief Ray			
						LUV.ZMX Configuration 1 of 1	

图2

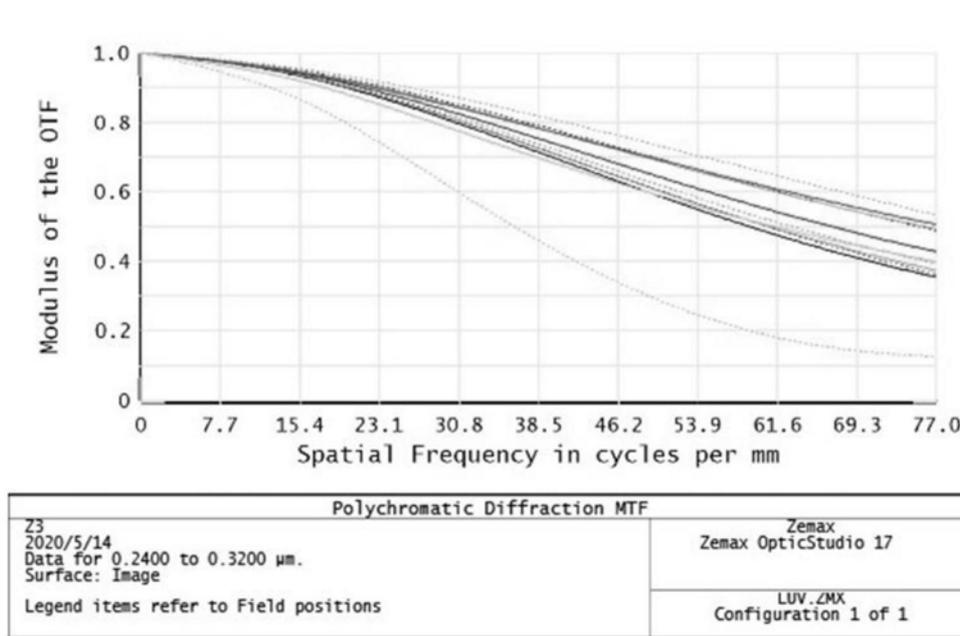


图3

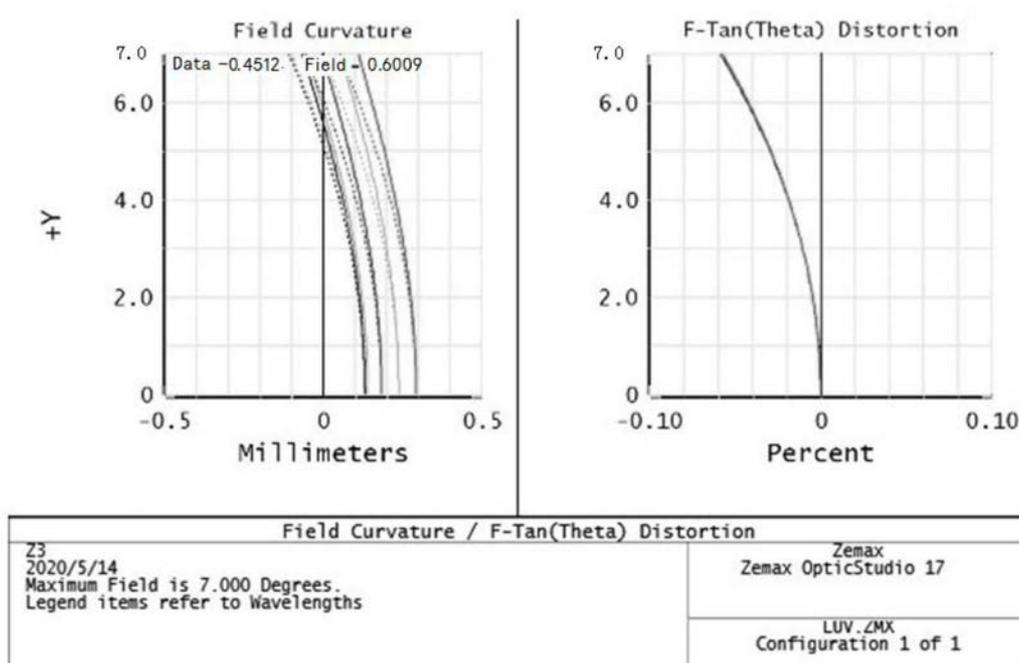


图4

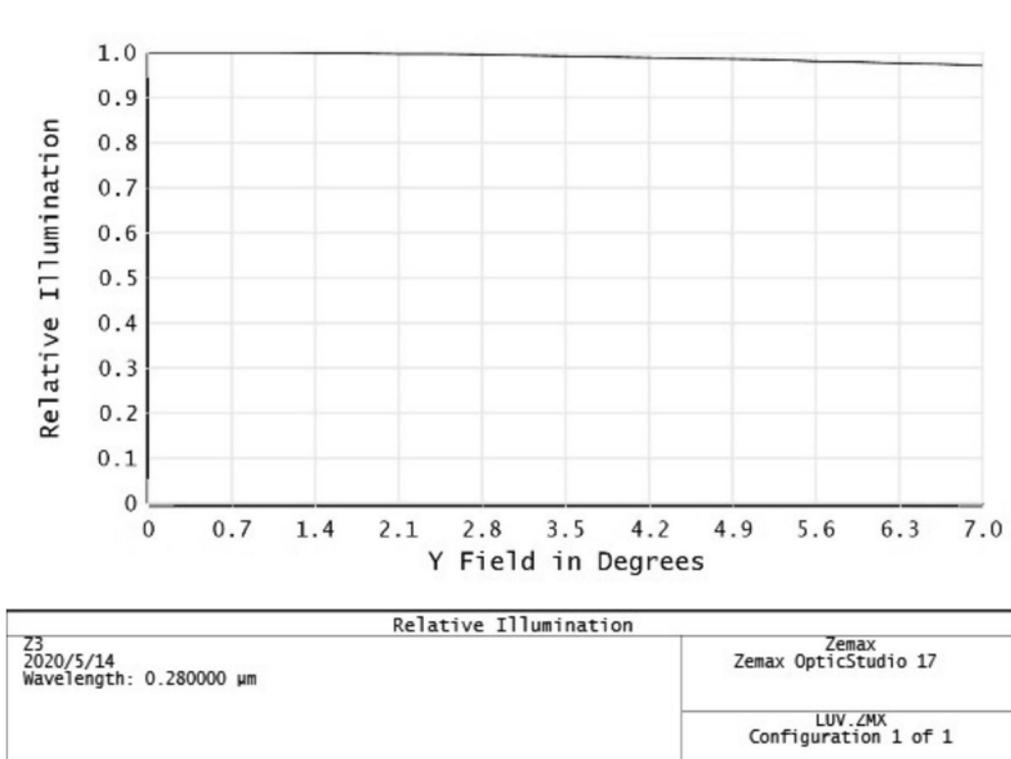


图5