

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022年2月17日 (17.02.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/032920 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 13/00 (2006.01) *G01B 11/00* (2006.01)
G02B 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/130542

(22) 国际申请日: 2020年11月20日 (20.11.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010801870.4 2020年8月11日 (11.08.2020) CN

(71) 申请人: 苏州中科全象智能科技有限公司 (SUZHOU CASIA ALL PHASE INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园E1栋, Jiangsu 215123 (CN)。

(72) 发明人: 杜向丽 (DU, Xiangli); 中国江苏省苏州市苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园E1

栋, Jiangsu 215123 (CN)。彭思龙 (PENG, Silong); 中国江苏省苏州市苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园E1栋, Jiangsu 215123 (CN)。汪雪林 (WANG, Xuelin); 中国江苏省苏州市苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园E1栋, Jiangsu 215123 (CN)。顾庆毅 (GU, Qingyi); 中国江苏省苏州市苏州工业园区金鸡湖大道88号人工智能产业园E1栋, Jiangsu 215123 (CN)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路39号西金大厦6层, Beijing 100036 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: PROJECTION LENS

(54) 发明名称: 投影镜头

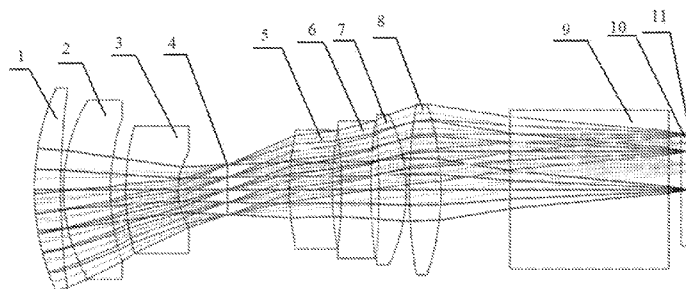


图 1

(57) Abstract: A projecting lens, comprising a first lens (1), a second lens (2), a third lens (3), a fourth lens (5), a fifth lens (6), a sixth lens (7), and a seventh lens (8) sequentially provided along an optical axis from an image projecting surface (12) to an image source surface (11). The first lens (1) has a positive focal power. The second lens (2) has a positive focal power. The third lens (3) has a negative focal power. The fourth lens (5) has a positive focal power. The fifth lens (6) has a negative focal power. The sixth lens (7) has a positive focal power. The seventh lens (8) has a positive focal power. An aperture (4) is provided between the third lens (3) and the fourth lens (5).

(57) 摘要: 一种投影镜头, 包括沿光轴从投影面 (12) 至像源面 (11) 依次设置的第一透镜 (1)、第二透镜 (2)、第三透镜 (3)、第四透镜 (5)、第五透镜 (6)、第六透镜 (7) 以及第七透镜 (8); 第一透镜 (1) 具有正光焦度; 第二透镜 (2) 具有正光焦度; 第三透镜 (3) 具有负光焦度; 第四透镜 (5) 具有正光焦度; 第五透镜 (6) 具有负光焦度; 第六透镜 (7) 具有正光焦度; 第七透镜 (8) 具有正光焦度, 在第三透镜 (3) 和第四透镜 (5) 之间设置光阑 (4)。

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

投影镜头

本公开要求在2020年08月11日提交中国专利局、申请号为202010801870.4的中国专利申请的优先权，以上申请的全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本申请涉及光电投影技术领域，例如涉及一种投影镜头。

背景技术

3D结构光，是近年来立体视觉图像处理应用比较热门的研究方向。区别于双目立体视觉以及TOF（飞行时间），3D结构光相机是基于结构光测量法的非接触式测量仪器，主要实现方式为投影设备对被测物体投射带有编码信息的结构光，用摄像装置记录下结构光图像序列，利用特定的算法，得出被测物体的三维数据。由此可见，投影镜头是3D结构光相机的重要组成部分，投影分辨率和畸变都会极大影响三维重建的精度，对于测量和检测的准确性尤其关键。

随着3D结构光相机的发展，相关技术中的投影镜头已经不能满足高精度测量及检测等工业需要。相关技术中的投影镜头畸变较大，都在1%左右，对于三维点云重建来说精度偏低，因此需要提供一种高分辨率、低畸变、小像差的镜头，才能满足3D结构光相机用于高精度测量及检测的需求。对这个问题的研究也逐渐成为一个趋势。

在中国专利文献CN111239977A中，公开了一种低畸变工业投影镜头，该投影镜头包括光阑、具有正光焦度的透镜和具有负光焦度的透镜，沿着光轴从投影侧至显示芯片侧分别设有第一透镜至第九透镜，依次为具有正光焦度的第一透镜，负光焦度的第二透镜，负光焦度的第三透镜，负光焦度的第四透镜，正光焦度的第五透镜，负光焦度的第六透镜，正光焦度的第七透镜，正光焦度

的第八透镜，正光焦度的第九透镜；所述光阑位于第三透镜和第四透镜之间。第一透镜的焦距为 $21\text{mm} < f_1 < 28\text{mm}$ ，第二透镜的焦距为 $-51\text{mm} < f_2 < -42\text{mm}$ ，第三透镜的焦距为 $-195\text{mm} < f_3 < -110\text{mm}$ ，第四透镜的焦距为 $-55\text{mm} < f_4 < -32\text{mm}$ ，第五透镜的焦距为 $23\text{mm} < f_5 < 35\text{mm}$ ，第六透镜的焦距为 $-10\text{mm} < f_6 < -6\text{mm}$ ，第七透镜的焦距为 $20\text{mm} < f_7 < 25\text{mm}$ ，第八透镜的焦距为 $14\text{mm} < f_8 < 18\text{mm}$ ，第九透镜的焦距为 $52\text{mm} < f_9 < 63\text{mm}$ 。该方案采用 9 片式透镜结构，设计相对复杂，成本较高。

在中国专利文献 CN104991329A 中，公开了一种用于工业 3D 扫描系统的高分辨率投影镜头，主要由光学透镜组、可变光阑组件、棱镜和芯片组成，所述光学透镜组从物方到像方依次设有具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、具有负光焦度的第三透镜、具有负光焦度的第四透镜、具有负光焦度的第五透镜和具有正光焦度的第六透镜组成的胶合透镜、具有正光焦度的第七透镜、具有正光焦度的第八透镜，所述可变光阑组件设于所述第四透镜和所述第五透镜之间，所述棱镜设于所述第八透镜和所述芯片之间；所述第一透镜为双凸透镜，所述第二透镜为凹面朝向像面的弯月形正透镜，所述第三透镜为凹面朝向像面的弯月形负透镜，所述第四透镜为凹面朝向像面的弯月形负透镜，所述第五透镜为双凹透镜，所述第六透镜为双凸透镜，所述第七透镜为双凸透镜，所述第八透镜为双凸透镜；所述第一透镜和第二透镜之间的空气间隔介于 0.1mm 和 1mm 之间，所述第二透镜和第三透镜之间的空气间隔介于 0.5mm 和 1.5mm 之间，所述第三透镜和第四透镜之间的空气间隔介于 2mm 和 4mm 之间，所述第四透镜和可变光阑组件之间的空气间隔介于 7mm 和 9mm 之间，所述可变光阑组件和第五透镜之间的空气间隔介于 2mm 和 4mm 之间，所述第六透镜和第七透镜之间的空气间隔介于 12mm 和 14mm 之间，所述第七透镜和第八透

镜之间的空气间隔介于 4mm 和 6mm 之间，所述第八透镜和棱镜之间的空气间隔介于 6mm 和 8mm 之间；所述第一透镜的焦距介于 35mm 和 45mm 之间，所述第二透镜的焦距介于 25mm 和 35mm 之间，所述第三透镜的焦距介于 -5mm 和 -15mm 之间，所述第四透镜的焦距介于 -25mm 和 -35mm 之间，所述胶合透镜的焦距介于 35mm 和 45mm 之间，所述第七透镜的焦距介于 55mm 和 75mm 之间，所述第八透镜的焦距介于 45mm 和 55mm 之间。该发明畸变高，像差较大，同时采用了双胶合透镜，体积大，成本高。

相关技术至少存在以下不足：

- 1.对比文件 2 的镜头场曲小于 0.1mm，精度不够。
- 2.对比文件 1 的镜头虽然像质较好，但是镜片数量较多，镜头设计相对复杂，成本也较高。
- 3.对比文件 2 的镜头像差相对较大，畸变大，光斑尺寸也较大，大于成像 DMD 像元，会使能量浪费。

发明内容

本申请提供了一种投影镜头，能够实现高分辨率和低畸变。

本申请提供了一种投影镜头，包括：

沿光轴从投影面至像源面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、第六透镜以及第七透镜；

所述第一透镜具有正光焦度；所述第二透镜具有正光焦度；所述第三透镜具有负光焦度；所述第四透镜具有正光焦度；所述第五透镜具有负光焦度；所述第六透镜具有正光焦度；所述第七透镜具有正光焦度。

附图说明

图 1 是本申请投影镜头结构图；

图 2 是本申请 WD=80mm 投影镜头结构图；

图 3 是本申请 WD=190mm 投影镜头结构图；

图 4 是本申请 WD=350mm 投影镜头结构图；

图 5 是本申请 WD=80mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图；

图 6 是本申请 WD=80mm 投影镜头的场曲图；

图 7 是本申请 WD=80mm 投影镜头的畸变曲线图；

图 8 是本申请 WD=80mm 投影镜头轴向像差曲线图；

图 9 是本申请 WD=190mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图；

图 10 是本申请 WD=190mm 投影镜头的场曲图；

图 11 是本申请 WD=190mm 投影镜头的畸变曲线图；

图 12 是本申请 WD=190mm 投影镜头轴向像差曲线图；

图 13 是本申请 WD=350mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图；

图 14 是本申请 WD=350mm 投影镜头的场曲图；

图 15 是本申请 WD=350mm 投影镜头的畸变曲线图；

图 16 是本申请 WD=350mm 投影镜头轴向像差曲线图；

附图中标记为：1、第一透镜；2、第二透镜；3、第三透镜；4、光阑；5、第四透镜；6、第五透镜；7、第六透镜；8、第七透镜；9、棱镜；10、保护玻璃；11、像源面；12、投影面。

具体实施方式

下面结合附图 1-16，对本申请的具体实施方式作说明。

本申请提供了一种高分辨率低畸变投影镜头，包括：

第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜；

所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的位置关系为：

沿光轴投影面至像源面依次为所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜；所述投影面用于显示投影的图像；所述像源面用于显示待投影图像；

所述第一透镜具有正光焦度；所述第二透镜具有正光焦度；所述第三透镜具有负光焦度；所述第四透镜具有正光焦度；所述第五透镜具有负光焦度；所述第六透镜具有正光焦度；所述第七透镜具有正光焦度。

所述第一透镜有助于消除球差和轴向色差；所述第二透镜有助于消除球差和彗差，所述第三透镜有助于消除像散，所述第四透镜和所述第五透镜有助于消除场曲和轴向色差，所述第六透镜和所述第七透镜有助于消除场曲和倍率色差。

由于该投影镜头具有合理的正负光焦度，所以可以设计出工作距离（以下简称WD）为0-350mm的超高分辨率、小像差和畸变小于0.01%的投影镜头。

作为可选实施方式，所述投影镜头还包括光阑，所述光阑位于所述第三透镜和所述第四透镜之间，有助于消除像散、畸变和倍率色差。

作为可选实施方式，所述第一透镜与第二透镜之间空气间隔范围为0.2-0.7mm，第二透镜与第三透镜之间空气间隔范围为1.2-1.6mm，第三透镜与光阑之间空气间隔范围为4.9-5.3mm，光阑与第四透镜之间空气间隔范围为6-6.3mm，第四透镜与第五透镜之间空气间隔范围为0.9-1.2mm，第五透镜与第

六透镜之间空气间隔范围为0.7-0.9mm，第六透镜与第七透镜之间空气间隔范围为0.2-0.4mm，第七透镜与棱镜之间空气间隔范围为6-9mm。

作为可选实施方式：

所述第一透镜的焦距介于41mm和46mm之间；

所述第二透镜的焦距介于55mm和73mm之间；

所述第三透镜的焦距介于-14mm和-11mm之间；

所述第四透镜的焦距介于115mm和134mm之间；

所述第五透镜的焦距介于-30mm和-26mm之间；

所述第六透镜的焦距介于23mm和28mm之间；

所述第七透镜的焦距介于16mm和21mm之间。

作为可选实施方式，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜均为球面透镜。

作为可选实施方式，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的镜片均为玻璃镜片。

作为可选实施方式，所述高分辨率低畸变投影镜头的工作波长介于444nm和465nm之间。

作为可选实施方式，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.87、1.876、1.911、1.873、1.826、1.86和1.917。

作为可选实施方式，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.869、1.861、1.913、1.743、1.863、1.76和1.907。

作为可选实施方式，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.856、1.854、1.915、1.69、1.864、1.763和1.91。

实施例1

根据本申请的一个具体实施方案，结合附图2和附图5-8，对本申请进行说明。

利用该7片球面式光焦度结构设计了WD=80mm投影镜头，工作波长 $\lambda=444\text{nm}-465\text{nm}$ ，镜头焦距 $f=27.5\text{mm}$ ， $F/\# = 2.9$ ，设计结构如图2，设计参数如表(1)。

表(1) WD=80mm 投影镜头设计参数

表面序号	曲率半径 (mm)	间距(mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
0		80		
1	28.765	2.272	1.87	49.23
2	112.716	0.229		
3	18.664	4.915	1.876	30
4	25.871	1.266		
5	23.532	5.449	1.911	25.84
6	6.857	5.195		
7	Infinity	6.09		
8	27.029	5.078	1.873	30
9	32.652	1.179		
10	-45.248	0.957	1.826	27.8

11	51.383	0.878		
12	-79.24	2.172	1.86	61.6
13	-16.701	0.296		
14	44.982	3.993	1.917	65
15	-25.219	8.095		
16	Infinity	16	1.63	35.7
17	Infinity	1.25		
18	Infinity	0.65	1.51	62.9
19	Infinity	0.3		

其中表面序号为 0 的为投影面，表面序号为 1 和 2 的是第一透镜，表面序号为 3 和 4 的是第二透镜，表面序号为 5 和 6 的是第三透镜，表面序号为 7 是光阑，表面序号为 8 和 9 的是第四透镜，表面序号为 10 和 11 的是第五透镜，表面序号为 12 和 13 的是第六透镜，表面序号为 14 和 15 的是第七透镜，表面序号为 16 和 17 的是棱镜，表面序号为 18 和 19 是保护玻璃。表中所示间距为透镜各表面距离上一透镜表面的间距，如果为同一透镜的两个面的间距，则表示透镜的厚度，如果是不同透镜表面的间距则表示透镜之间的距离，表面序号为 0 一行所示的间距，表示第一面透镜的表面序号为 1 的表面距离投影面的距离。

图 5 是 WD=80mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图，可见所有视场均接近衍射极限，图 6 是 WD=80mm 投影镜头的场曲图，图 7 是 WD=80mm 投影镜头的畸变曲线图，可见全视场下场曲小于 20 μ m，畸变小于 0.01%，图 8 是 WD=80mm 投影镜头轴向像差曲线图，可见全孔径像差小于 0.01mm。

从上面各图的数据分析可以看出，该投影镜头设计具有全视场超高分辨率成像，小像差，超低畸变的优点。

实施例2

根据本申请的一个具体实施方案，结合附图3和附图9-12，对本申请进行说明。

利用该 7 片球面式光焦度结构设计了 WD=190mm 投影镜头，工作波长 $\lambda=444\text{nm}-465\text{nm}$ ，镜头焦距 $f=30\text{mm}$ ， $F/\# = 3.1$ ，设计结构如图 3，设计参数如表 (2)。

表 (2) WD=190mm 投影镜头设计参数

表面序号	曲率半径 (mm)	间距(mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
0		190		
1	25.379	2.637	1.869	69.68
2	74.274	0.298		
3	18.034	4.759	1.861	30
4	22.958	1.519		
5	23.074	5.287	1.913	28.86
6	7.073	4.989		
7	Infinity	6.202		
8	25.030	4.328	1.743	30
9	32.166	0.93		
10	-52.025	2.978	1.863	28.1

11	52.947	0.832		
12	-103.814	2.761	1.76	64.91
13	-17.366	0.302		
14	50.302	3.204	1.907	62.9
15	-27.084	6.974		
16	Infinity	16	1.63	35.7
17	Infinity	1.25		
18	Infinity	0.65	1.51	62.9
19	Infinity	0.3		

其中表面序号为 0 的为投影面，表面序号为 1 和 2 的是第一透镜，表面序号为 3 和 4 的是第二透镜，表面序号为 5 和 6 的是第三透镜，表面序号为 7 是光阑，表面序号为 8 和 9 的是第四透镜，表面序号为 10 和 11 的是第五透镜，表面序号为 12 和 13 的是第六透镜，表面序号为 14 和 15 的是第七透镜，表面序号为 16 和 17 的是棱镜，表面序号为 18 和 19 是保护玻璃。表中所示间距为透镜各表面距离上一透镜表面的间距，如果为同一透镜的两个面的间距，则表示透镜的厚度，如果是不同透镜表面的间距则表示透镜之间的距离，表面序号为 0 一行所示的间距，表示第一面透镜的表面序号为 1 的表面距离投影面的距离。

图 9 是 WD=190mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图，可见整个视场均接近衍射极限，图 10 是 WD=190mm 投影镜头的场曲图，图 11 是 WD=190mm 投影镜头的畸变曲线图，可见全视场下场曲小于 20 μ m，畸变小于 0.01%，图 12 是 WD=190mm 投影镜头轴向像差曲线图，可见全孔径像差小于 0.008mm。

从上面各图的数据分析可以看出，该投影镜头设计具有全视场超高分辨率

成像，小像差，超低畸变的优点。

实施例3

根据本申请的一个具体实施方案，结合附图 4 和附图 13-16，对本申请进行说明。

利用该 7 片球面式光焦度结构设计了 WD=350mm 投影镜头，工作波长 $\lambda=444\text{nm}-465\text{nm}$ ，镜头焦距 $f=28\text{mm}$ ， $F/\# = 2.9$ ，设计结构如图 4，设计参数如表 (3)。

表 (3) WD=350mm 投影镜头设计参数

表面序号	曲率半径 (mm)	间距(mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
0		350		
1	26.028	2.525	1.856	65.1
2	75.687	0.634		
3	18.685	4.844	1.854	30
4	23.164	1.475		
5	23.592	5.131	1.915	30
6	7.285	5.01		
7	Infinity	6.198		
8	25.313	3.88	1.69	30
9	32.347	0.941		
10	-49.864	3.441	1.864	29.29
11	55.677	0.739		

12	-92.594	2.711	1.763	65
13	-17.489	0.296		
14	48.685	3.204	1.91	65
15	-27.127	6.971		
16	Infinity	16	1.63	35.7
17	Infinity	1.25		
18	Infinity	0.65	1.51	62.9
19	Infinity	0.3		

其中表面序号为 0 的为投影面，表面序号为 1 和 2 的是第一透镜，表面序号为 3 和 4 的是第二透镜，表面序号为 5 和 6 的是第三透镜，表面序号为 7 是光阑，表面序号为 8 和 9 的是第四透镜，表面序号为 10 和 11 的是第五透镜，表面序号为 12 和 13 的是第六透镜，表面序号为 14 和 15 的是第七透镜，表面序号为 16 和 17 的是棱镜，表面序号为 18 和 19 是保护玻璃。表中所示间距为透镜各表面距离上一透镜表面的间距，如果为同一透镜的两个面的间距，则表示透镜的厚度，如果是不同透镜表面的间距则表示透镜之间的距离，表面序号为 0 一行所示的间距，表示第一面透镜的表面序号为 1 的表面距离投影面的距离。

图 13 是 WD=350mm 投影镜头的成像质量 MTF 曲线图，可见整个视场均接近衍射极限，图 14 是 WD=350mm 投影镜头的场曲图，图 15 是 WD=350mm 投影镜头的畸变曲线图，可见全视场下场曲小于 20 μ m，畸变小于 0.01%，图 16 是 WD=350mm 投影镜头轴向像差曲线图，可见全孔径像差小于 0.009mm。

从上面各图的数据分析可以看出，该投影镜头设计具有全视场超高分辨率成像，小像差，超低畸变的优点。

与相关技术相对比，本申请具有如下优点：

1.本申请通过沿光轴投影面至像源面依次设置第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜；第一透镜具有正光焦度；第二透镜具有正光焦度；第三透镜具有负光焦度；第四透镜具有正光焦度；第五透镜具有负光焦度；第六透镜具有正光焦度；第七透镜具有正光焦度，在第三透镜和第四透镜之间设置光阑，具有合理的正负光焦度，可以设计出工作距离为0-350mm的超高分辨率，小像差，畸变小于0.01%的投影镜头，满足高精度3D测量使用。

2.本申请采用7片球面镜片可以使投影镜头小型化，节约成本。

1.一种投影镜头，包括：

沿光轴从投影面至像源面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、第六透镜以及第七透镜；

所述第一透镜具有正光焦度；所述第二透镜具有正光焦度；所述第三透镜具有负光焦度；所述第四透镜具有正光焦度；所述第五透镜具有负光焦度；所述第六透镜具有正光焦度；所述第七透镜具有正光焦度。

2.根据权利要求1所述的投影镜头，还包括光阑，所述光阑位于所述第三透镜和所述第四透镜之间。

3.根据权利要求2所述的投影镜头，其中，所述第一透镜与所述第二透镜之间空气间隔范围为0.2-0.7mm，所述第二透镜与所述第三透镜之间空气间隔范围为1.2-1.6mm，所述第三透镜与所述光阑之间空气间隔范围为4.9-5.3mm，所述光阑与所述第四透镜之间空气间隔范围为6-6.3mm，所述第四透镜与所述第五透镜之间空气间隔范围为0.9-1.2mm，所述第五透镜与所述第六透镜之间空气间隔范围为0.7-0.9mm，所述第六透镜与所述第七透镜之间空气间隔范围为0.2-0.4mm，所述第七透镜与棱镜之间空气间隔范围为6-9mm。

4.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，

所述第一透镜的焦距介于41mm和46mm之间；

所述第二透镜的焦距介于55mm和73mm之间；

所述第三透镜的焦距介于-14mm和-11mm之间；

所述第四透镜的焦距介于115mm和134mm之间；

所述第五透镜的焦距介于-30mm和-26mm之间；

所述第六透镜的焦距介于23mm和28mm之间；

所述第七透镜的焦距介于16mm和21mm之间。

5.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜均为球面透镜。

6.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的镜片均为玻璃镜片。

7.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述投影镜头的工作波长介于444nm和465nm之间。

8.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.87、1.876、1.911、1.873、1.826、1.86和1.917。

9.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.869、1.861、1.913、1.743、1.863、1.76和1.907。

10.根据权利要求1所述的投影镜头，其中，所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜、所述第六透镜以及所述第七透镜的折射率分别为：1.856、1.854、1.915、1.69、1.864、1.763和1.91。

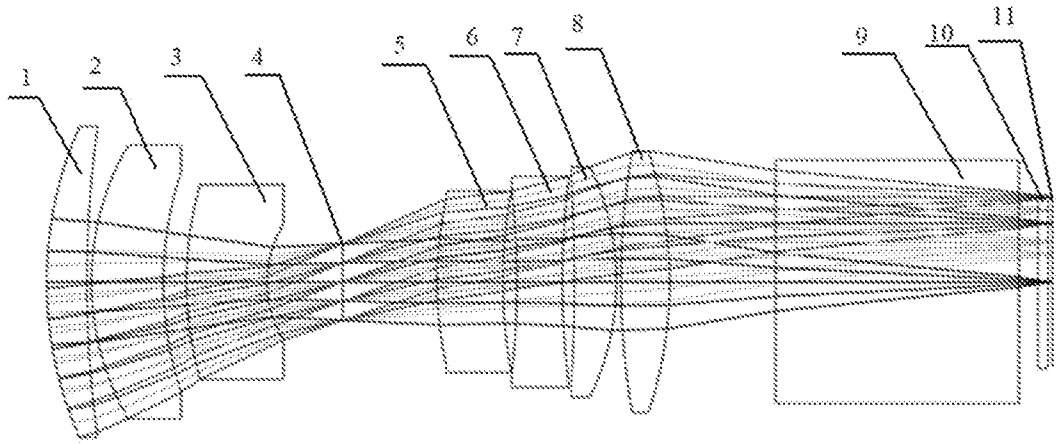


图 1

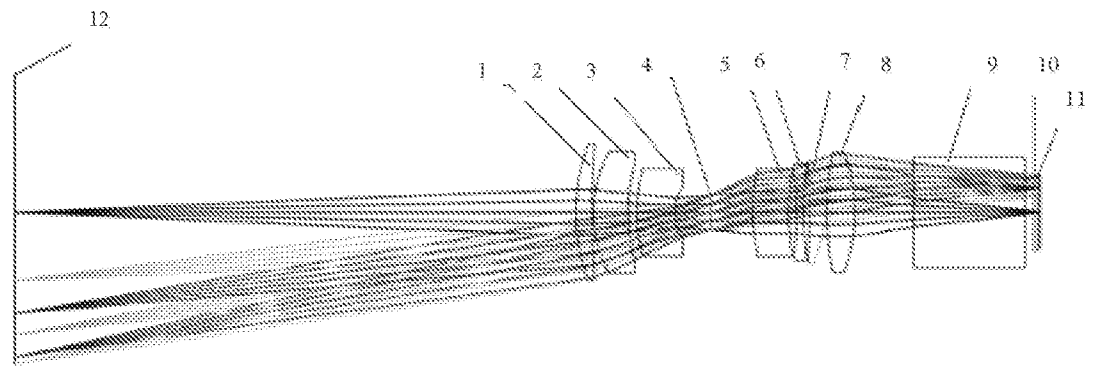


图 2

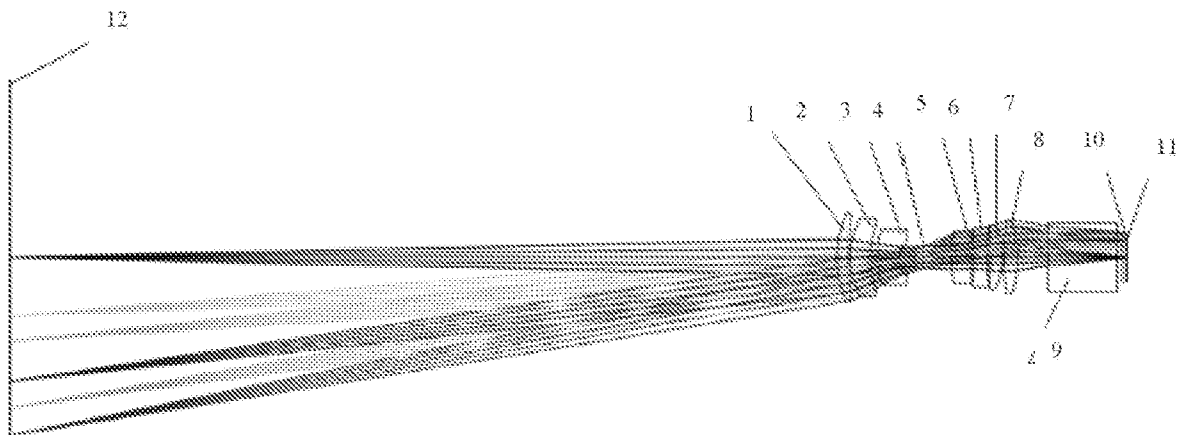


图 3

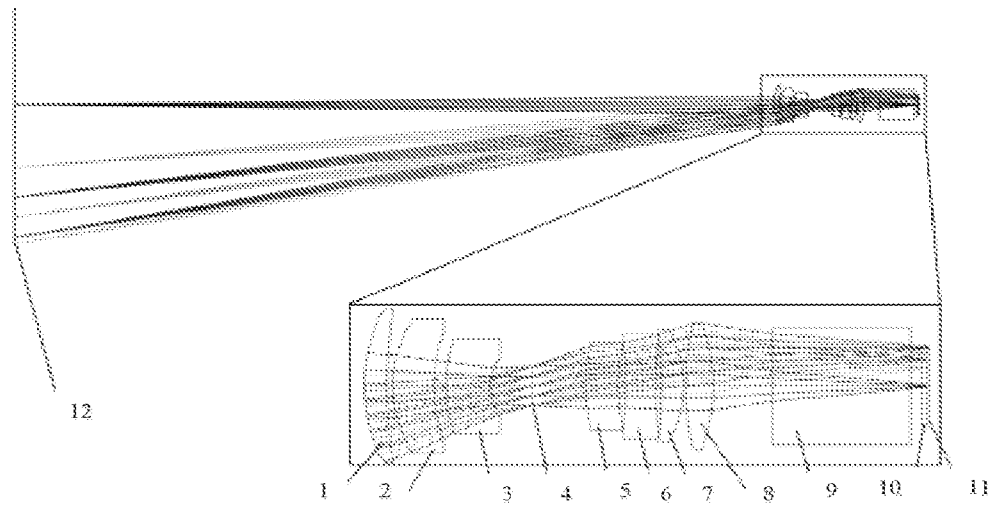


图 4

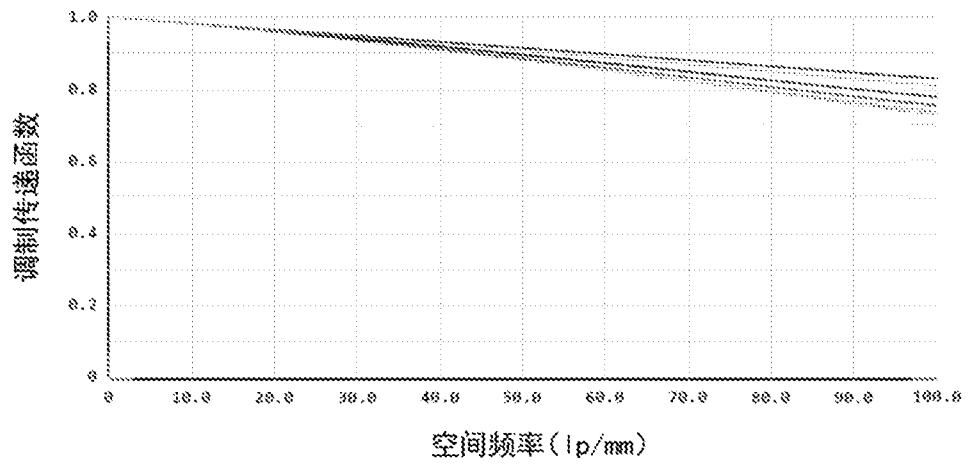


图 5

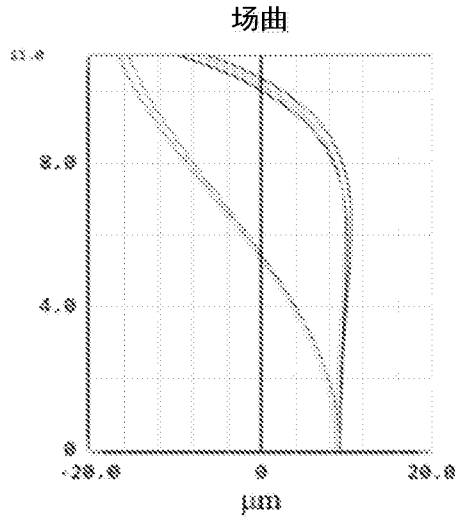


图 6

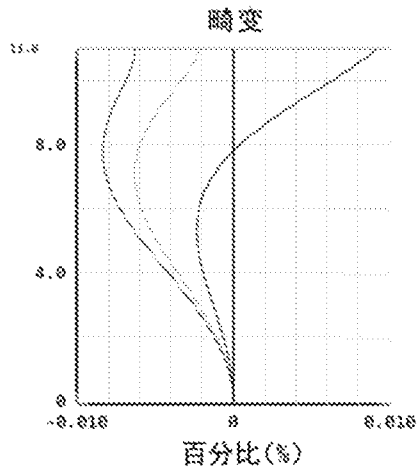


图 7

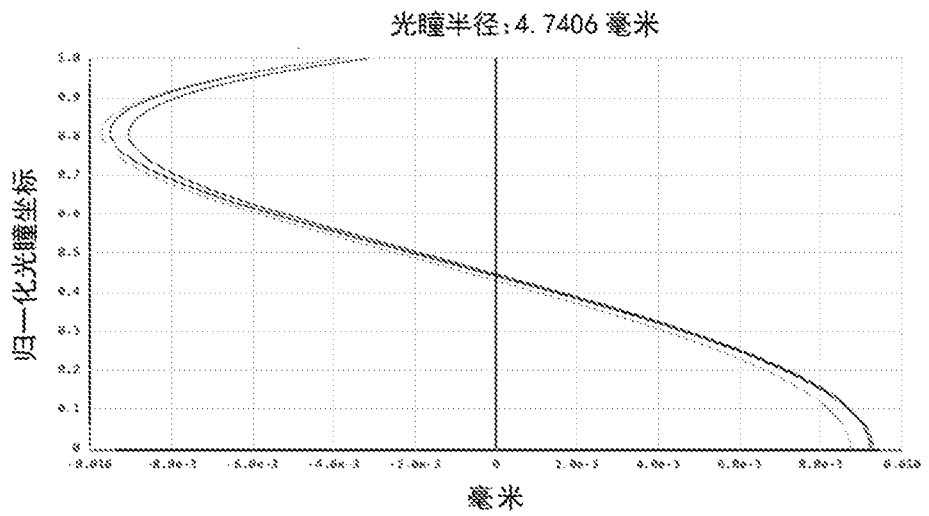


图 8

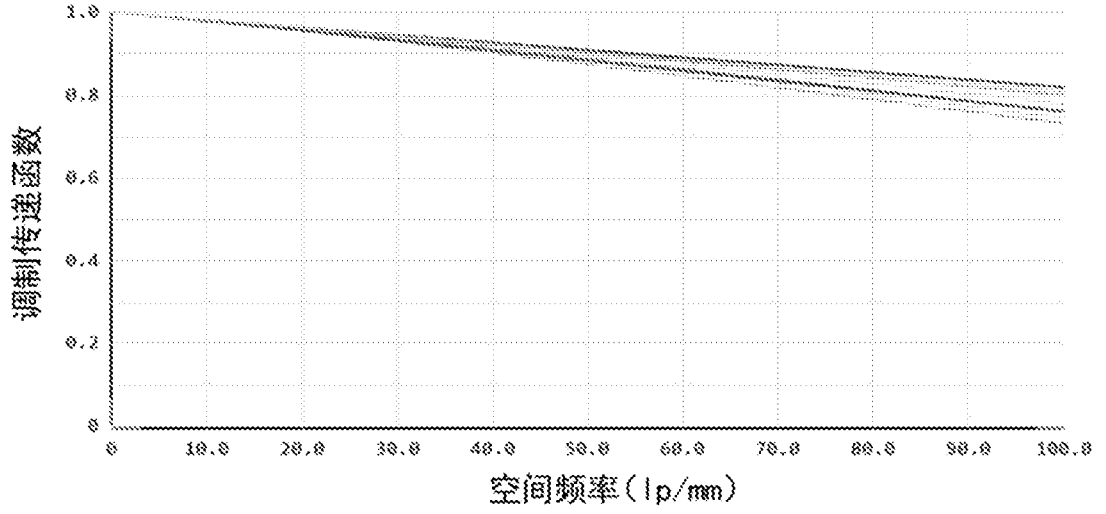


图 9

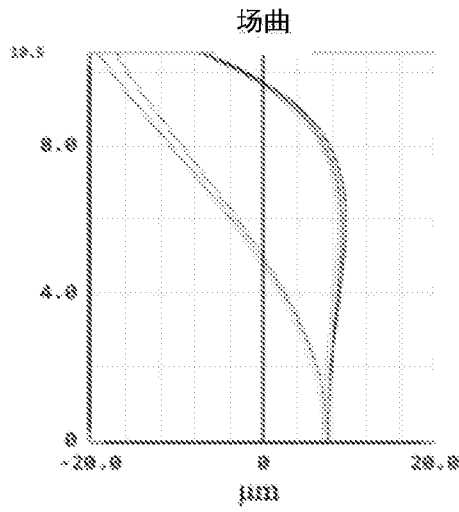


图 10

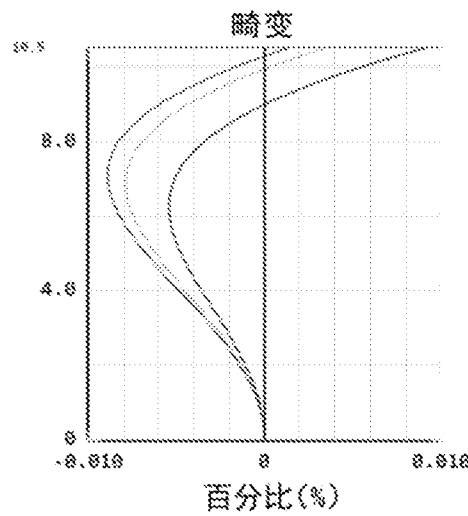


图 11

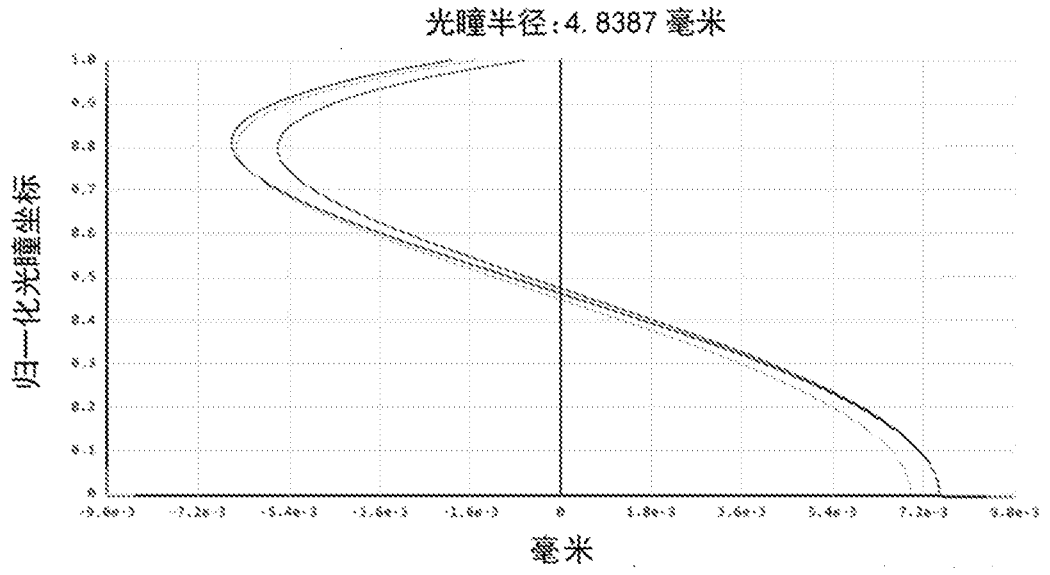


图 12

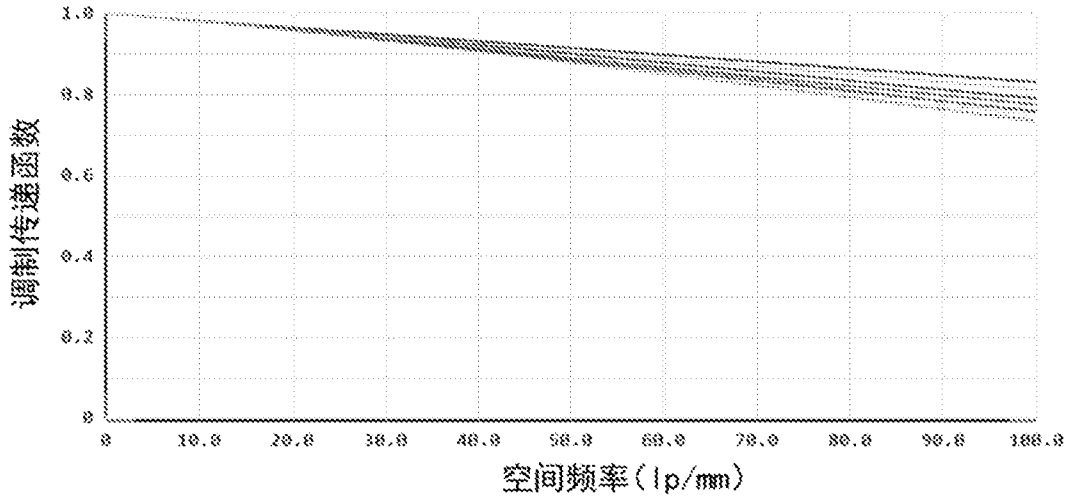


图 13

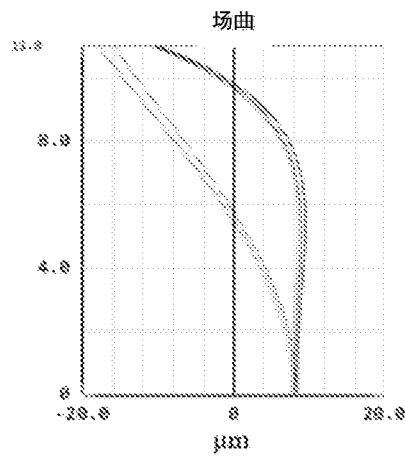


图 14

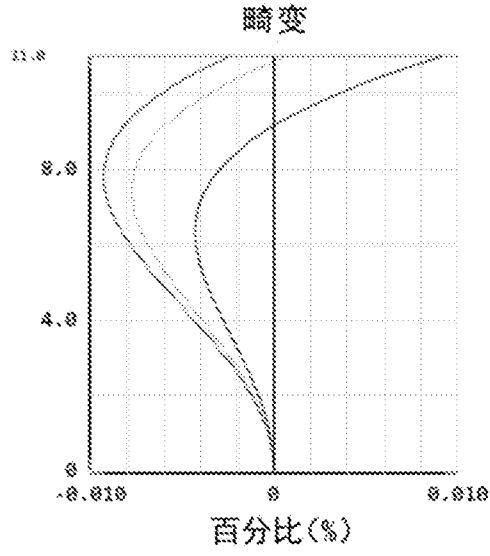


图 15

光瞳半径: 4.8276 毫米

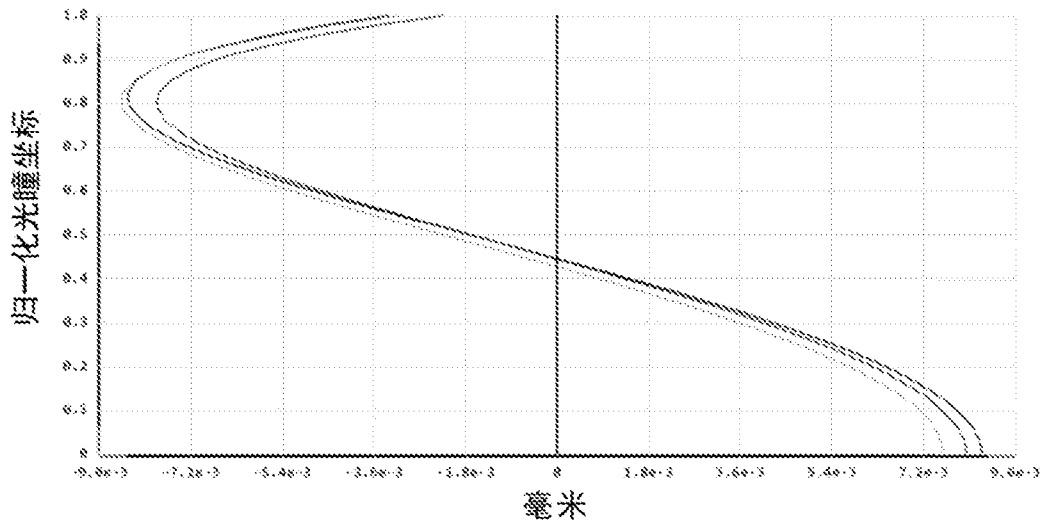


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/130542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G02B 13/00(2006.01)i; G02B 1/00(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B, G01B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT: 投影, 投射, 镜头, 镜组, 模组, 模块, 系统, 透镜, 镜片, 第一, 第1, 第二, 第2, 第三, 第3, 第四, 第4, 第五, 第5, 第六, 第6, 第七, 第7, 正, 负, "+", "-", project+, lens+, modul+, system+, first+, 1st, second+, 2nd, third+, 3rd, fourth+, 4th, fifth+, 5th, sixth+, 6th, seventh+, 7th, positiv+, negativ+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111897094 A (SUZHOU ZHONGKE QUANXIANG INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 November 2020 (2020-11-06) claims 1-10, description pages 2-8, figures 1-16	1-10
X	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 July 1992 (1992-07-14) description, columns 3-13, figures 1-8	1, 2, 5-10
A	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 July 1992 (1992-07-14) entire document	3, 4
X	CN 208283639 U (FOSHAN DINGLAI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 December 2018 (2018-12-25) description paragraphs 35-36, figure 2	1, 2, 5-10
A	CN 208283639 U (FOSHAN DINGLAI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document	3, 4
X	CN 206573764 U (GUANGZHOU NEBULA STAGE LIGHTING EQUIPMENT CO., LTD.) 20 October 2017 (2017-10-20) description, paragraphs 19-26, and figures 1-3	1, 2, 5-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 May 2021		Date of mailing of the international search report 19 May 2021
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/130542

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 206573764 U (GUANGZHOU NEBULA STAGE LIGHTING EQUIPMENT CO., LTD.) 20 October 2017 (2017-10-20) entire document	3, 4
A	CN 106896473 A (KANTATSU CO., LTD.) 27 June 2017 (2017-06-27) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/130542

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111897094	A	06 November 2020	None	
US	5130850	A	14 July 1992	DE 4041240 A1	04 July 1991
				DE 4041240 C2	07 April 1994
CN	208283639	U	25 December 2018	None	
CN	206573764	U	20 October 2017	None	
CN	106896473	A	27 June 2017	US 10746971 B2	18 August 2020
				US 2019310448 A1	10 October 2019
				US 10330892 B2	25 June 2019
				US 10746970 B2	18 August 2020
				US 2017329108 A1	16 November 2017
				US 2019310447 A1	10 October 2019
				US 2019310446 A1	10 October 2019
				US 2019310445 A1	10 October 2019
				US 2019310444 A1	10 October 2019
				US 10809499 B2	20 October 2020
				JP 2017116594 A	29 June 2017
				JP 6478903 B2	06 March 2019
				US 10725271 B2	28 July 2020
				CN 206440879 U	25 August 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/130542

<p>A. 主题的分类</p> <p>G02B 13/00(2006.01)i; G02B 1/00(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G02B, G01B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT: 投影, 投射, 镜头, 镜组, 模组, 模块, 系统, 透镜, 镜片, 第一, 第二, 第三, 第四, 第五, 第六, 第七, 正, 负, "+", "-", project+, lens+, modul+, system+, first+, 1st, second+, 2nd, third+, 3rd, fourth+, 4th, fifth+, 5th, sixth+, 6th, seventh+, 7th, positiv+, negativ+</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111897094 A (苏州中科全象智能科技有限公司) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 权利要求1-10, 说明书第2-8页, 图1-16</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 说明书第3-13栏, 图1-8</td> <td>1, 2, 5-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 全文</td> <td>3, 4</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 说明书第35-36段, 图2</td> <td>1, 2, 5-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 全文</td> <td>3, 4</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 206573764 U (广州星云舞台灯光设备有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 说明书第19-26段, 图1-3</td> <td>1, 2, 5-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 111897094 A (苏州中科全象智能科技有限公司) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 权利要求1-10, 说明书第2-8页, 图1-16	1-10	X	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 说明书第3-13栏, 图1-8	1, 2, 5-10	A	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 全文	3, 4	X	CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 说明书第35-36段, 图2	1, 2, 5-10	A	CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 全文	3, 4	X	CN 206573764 U (广州星云舞台灯光设备有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 说明书第19-26段, 图1-3	1, 2, 5-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 111897094 A (苏州中科全象智能科技有限公司) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 权利要求1-10, 说明书第2-8页, 图1-16	1-10																					
X	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 说明书第3-13栏, 图1-8	1, 2, 5-10																					
A	US 5130850 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1992年 7月 14日 (1992 - 07 - 14) 全文	3, 4																					
X	CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 说明书第35-36段, 图2	1, 2, 5-10																					
A	CN 208283639 U (佛山市鼎莱光电科技有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 全文	3, 4																					
X	CN 206573764 U (广州星云舞台灯光设备有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 说明书第19-26段, 图1-3	1, 2, 5-10																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型:</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“&” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件										
* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																						
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																						
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																						
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件																						
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件																							
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																							
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2021年 5月 8日	2021年 5月 19日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																						
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	陈亚娟																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10) 62085757																						

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 206573764 U (广州星云舞台灯光设备有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	3, 4
A	CN 106896473 A (康达智株式会社) 2017年 6月 27日 (2017 - 06 - 27) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/130542

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111897094	A	2020年 11月 6日	无			
US	5130850	A	1992年 7月 14日	DE	4041240	A1	1991年 7月 4日
				DE	4041240	C2	1994年 4月 7日
CN	208283639	U	2018年 12月 25日	无			
CN	206573764	U	2017年 10月 20日	无			
CN	106896473	A	2017年 6月 27日	US	10746971	B2	2020年 8月 18日
				US	2019310448	A1	2019年 10月 10日
				US	10330892	B2	2019年 6月 25日
				US	10746970	B2	2020年 8月 18日
				US	2017329108	A1	2017年 11月 16日
				US	2019310447	A1	2019年 10月 10日
				US	2019310446	A1	2019年 10月 10日
				US	2019310445	A1	2019年 10月 10日
				US	2019310444	A1	2019年 10月 10日
				US	10809499	B2	2020年 10月 20日
				JP	2017116594	A	2017年 6月 29日
				JP	6478903	B2	2019年 3月 6日
				US	10725271	B2	2020年 7月 28日
				CN	206440879	U	2017年 8月 25日