

# (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  
2018 年 9 月 7 日 (07.09.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/157683 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**G02B 21/02** (2006.01) **G02B 9/64** (2006.01)  
**G02B 13/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/074080
- (22) 国际申请日: 2018 年 1 月 25 日 (25.01.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201710113001.0 2017年2月28日 (28.02.2017) CN
- (71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/  
CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路  
866号, Zhejiang 310058 (CN)。
- (72) 发明人: 郑臻荣(ZHENG, Zhenrong); 中国浙江  
省杭州市西湖区浙大路38号, Zhejiang 310027  
(CN)。陶晓(TAO, Xiao); 中国浙江省杭州市西  
湖区浙大路38号, Zhejiang 310027 (CN)。张文涛  
(ZHANG, Wentao); 中国浙江省杭州市西湖区浙  
大路38号, Zhejiang 310027 (CN)。陶陈凝(TAO,

Chenning); 中国浙江省杭州市西湖区浙大路38  
号, Zhejiang 310027 (CN)。李海峰(LI, Haifeng);  
中国浙江省杭州市西湖区浙大路38号, Zhejiang  
310027 (CN)。刘旭(LIU, Xu); 中国浙江省杭州  
市西湖区浙大路38号, Zhejiang 310027 (CN)。

(74) 代理人: 杭州天勤知识产权代理有  
限公司(HANGZHOU TIANQIN INTELLECTUAL  
PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国浙江省  
杭州市西湖区竞舟路1号筑品金座501  
室, Zhejiang 310013 (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,  
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,  
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,

(54) Title: MICROSCOPE OBJECTIVE AND WIDE-FIELD AND HIGH-RESOLUTION IMAGING SYSTEM HAVING SAME

(54) 发明名称: 一种显微物镜以及具有该显微物镜的宽视场高分辨率成像系统



图 1

(57) Abstract: A microscope objective (200), comprising a first lens group (201), a second lens group (202), a third lens group (203), a fourth lens group (204), a fifth lens group (205), a sixth lens group (206), a seventh lens group (207), an eighth lens group (208), a ninth lens group (209) and a tenth lens group (210) arranged along an optical axis from left to right in sequence; the first lens group (201) has negative focal power; the second lens group (202) comprises doublet lenses, and a first lens has positive focal power while a second lens has negative focal power; the third lens group (203) has positive focal power; each of the fourth lens group (204) and the fifth lens group (205) comprises doublet lenses, and a first lens of each group has negative focal power while a second lens has positive focal power; the sixth lens group (206) has positive focal power; the seventh lens group (207) has negative focal power; the eighth lens group (208) has negative focal power; the ninth lens group (209) has positive focal power; the tenth lens group (210) has positive focal power. Also disclosed is a wide-field and high-resolution imaging system having the microscope objective (200).

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, 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))。

(57) 摘要: 一种显微物镜 (200), 具有光轴自左向右顺序排列的第一透镜组 (201)、第二透镜组 (202)、第三透镜组 (203)、第四透镜组 (204)、第五透镜组 (205)、第六透镜组 (206)、第七透镜组 (207)、第八透镜组 (208)、第九透镜组 (209) 和第十透镜组 (210), 第一透镜组 (201) 光焦度为负; 第二透镜组 (202) 为双胶合透镜, 第一片透镜光焦度为正, 第二片透镜光焦度为负; 第三透镜组 (203) 光焦度为正; 第四透镜组 (204) 和第五透镜组 (205) 为双胶合透镜, 每组的第一片透镜光焦度为负, 第二片透镜光焦度为正; 第六透镜组 (206) 光焦度为正; 第七透镜组 (207) 光焦度为负; 第八透镜组 (208) 光焦度为负; 第九透镜组 (209) 光焦度为正; 第十透镜组 (210) 光焦度为正。还公开一种具有显微物镜 (200) 宽视场高分辨率成像系统。

## 一种显微物镜以及具有该显微物镜的宽视场高分辨率成像系统

### 技术领域

本发明属于光学显微技术领域，特别涉及一种显微物镜以及具有该显微物镜的宽视场高分辨率成像系统。

### 背景技术

随着科学技术的发展，人们不断追求越来越大的视场和越来越高的分辨能力。在显微成像领域，这一点显得尤为重要，一个好的物镜结构对显微镜成像的效果影响甚远。

普通的显微镜物镜在视场和分辨能力上不能兼得，而提高物镜的成像质量对于整个显微系统来说又非常的重要，这里显微系统分辨能力主要取决于物镜的衍射极限，所以物镜的设计是整个显微系统中至关重要的部分。

显微物镜的数值孔径是显微镜的重要光学参数，由瑞利判据和正弦条件可知，显微系统的分辨率可表示为  $\sigma = 0.61\lambda / NA$ ，其中  $\lambda$  为光波长，NA 为数值孔径。使用短波长的光可以提高显微系统的分辨率。在同样波长下的光，要想提高显微系统的分辨率，则应该增加数值孔径NA。显微镜的数值孔径可表示为  $NA = n \sin \alpha$ ，所以可以通过使用油浸物镜来增加数值孔径的值，但是这样的加大了使用的难度。此外，物镜的数值孔径在一定程度上还取决于光学系统像差的校正情况，我们常用低折射率、低色散的萤石镜片来改善色差提高镜头的成像品质。

如今，光学显微镜在生物医学等众多领域发挥着重要的作用。来到20世纪，光学显微镜的分辨能力已经可以到纳米尺度。现在的显微镜在大视场范围内的观察，尤其是在大视场荧光下观察的需求越来越多，而增大显微物镜的视场同时具有较高的分辨率是今后显微物镜设计的关键。

## 发明内容

本发明提供了一种显微物镜以及具有该显微物镜的宽视场高分辨率成像系统，通过对光学系统的设计和照明装置的改进，使显微物镜能在不同照明方式下进行观察，有效提高了显微物镜系统的分辨率和应用范围。

本发明为解决技术问题所采用的技术方案如下：

一种显微物镜，所述的显微物镜具有光轴自左向右顺序排列的第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组、第六透镜组、第七透镜组、第八透镜组、第九透镜组和第十透镜组。

所述显微物镜采用十组十三片球面透镜，十个透镜组分别为第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组、第六透镜组、第七透镜组、第八透镜组、第九透镜组和第十透镜组。所述的第一透镜组至第五透镜组采用正透镜和双胶合透镜组合的结构形式，使系统主面前移获得长焦距和短工作距离。所述的第一透镜组光焦度为负，第二透镜组为双胶合透镜，第一片透镜光焦度为正，第二片光焦度为负。第三透镜组光焦度为正。第四、五透镜组为双胶合透镜，每一组的第一片透镜光焦度为负，第二片透镜光焦度为正。所述的第六透镜组至第十透镜组采用双胶合组及高阿贝系数玻璃矫正宽波段色差，延长了系统的后工作距离。所述的第六透镜组光焦度为正，第七透镜组光焦度为负，第八透镜组光焦度为负，第九透镜组光焦度为正，第十透镜组光焦度为正。

所述第一透镜组采用的材料是H-ZF52A，前表面的半径为-17.039mm，后表面的半径为-21.8mm，厚度为6.3mm。第二透镜组有两片透镜胶合而成，采用的材料分别是H-ZF52A和H-LAK3，第一片透镜的前表面半径为-114.485mm，后表面半径为-26.89mm，厚度为10.5mm；第二片透镜的后表面半径为-52.986mm，厚度为3.1mm。第三透镜组采用的材料是H-ZF52A，前表面的半径为55.534mm，后表面的半径为-122mm，厚度为29.9mm。第四透镜组和第五透镜组都是双胶合透镜组，所采用的材料都是H-ZF7LA和H-ZBAF3，第四透镜组的第一片透镜前表面半径为-89.2mm，后表面半径为24.21mm，厚度为25mm；第二片透镜后表面半径为-36.85mm，厚度为10.4mm。第五透镜组第一片透镜前表面半径为

-32.214mm，后表面半径为30.2mm，厚度为2.5mm；第二片透镜后表面半径为-89.77mm，厚度为7.3mm。第六透镜组采用的材料是H-ZBAF5，前表面半径为44.253mm，后表面半径为-50.35mm，透镜的厚度为19.8mm。第七透镜组采用的材料是H-F2，前表面半径为-38.68mm，后表面半径为336.84mm，厚度为25mm。第八透镜组采用的材料是H-LAK3，前表面半径为-26.42mm，后表面半径为-222.59mm，厚度为4mm。第九透镜组采用的材料是ZF5，前表面半径为-150.714mm，后表面半径为-69.98mm，厚度为15.6mm。第十透镜组采用的材料是H-ZBAF5，前表面半径为3200mm，后表面半径为-174.5mm，厚度为13.25mm。

所述的显微物镜还包括位于孔径光阑，其位置在第六组透镜前0.5mm处。

本发明还提供了一种宽视场高分辨率成像系统，包括光源、显微成像物镜、分光镜组和反射镜组，所述的显微成像物镜、分光镜组和反射镜组在同一光轴上，用于形成曲形像面。

所述的显微成像物镜具有光轴自左向右顺序排列的第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组、第六透镜组、第七透镜组、第八透镜组、第九透镜组和第十透镜组，所述第一透镜组光焦度为负；所述第二透镜组为双胶合透镜，第一片透镜光焦度为正，第二片透镜光焦度为负；所述第三透镜组光焦度为正；所述第四透镜组和五透镜组为双胶合透镜，每组的第一片透镜光焦度为负，第二片透镜光焦度为正；所述的第六透镜组光焦度为正；第七透镜组光焦度为负；第八透镜组光焦度为负；第九透镜组光焦度为正；第十透镜组光焦度为正。

优选的，第一透镜组至第五透镜组采用正透镜和双胶合透镜相互组合的形式，使系统主面前移获得长焦距和短工作距离，第六透镜组至第十透镜组采用若干高阿贝系数玻璃来矫正宽波段的色差。

优选的，所述的显微成像物镜放大倍数为35，数值孔径为0.3。

优选的，所述的分光镜组由一面半反半透镜和一面二向色镜组成。

优选的，所述的半反半透镜和二向色镜与光轴的夹角均为 $45^{\circ}$ ，二者可通过机械导轨装置进行移动。

优选的，所述的反射镜组与光轴的夹角为 $45^{\circ}$ ，能使系统的光路折转 $90^{\circ}$ 。

优选的，所述的曲形像面与反射镜组在同一光轴上，与显微成像物镜所在的光轴垂直，所述曲形像面的曲率半径为2016mm。

本发明主要由十个透镜组组成的显微物镜光学系统，这十个透镜组沿光轴自左向右顺序排列，其中第二个透镜组、第四个透镜组和第五透镜组为双胶合透镜组，待测样品通过上述的宽视场高分辨显微物镜系统消色差后清晰放大成像。

由两个镀了不同膜的平面镜组成的分光器件，其中一个是半透半反平面镜，所述的半透半反平面镜接收来自光源发出的光，一半光被反射，一半光透射进入显微物镜系统，后为待测样本提供照明。所述的半透半反镜可以使进入光学系统光强适宜，便于观察样本图像。另一个是二向色镜，用于荧光成像。所述的二向色镜对激发光波长的光有很强的反射率，而对标本发出的荧光波长区的光有很高的透过率，它对反射激发光和透射荧光起着重要的作用。这里选择通过的是波长为555nm的绿光。激发光束经过镀了二向色性膜的平面镜和上述显微物镜系统后穿过标本材料来激发荧光，诱发的荧光再经上述显微物镜系统放大和上述二向色镜后成像，这样就可以得到视野照明均匀，成像清晰的荧光图像。这两块平面镜可通过机械装置横向移动来选择用其中一块玻璃来进行实验观察。

由一块平板反射镜完成系统光路的折转；所述的平板反射镜不会带来任何的像差，保证显微物镜光学系统的清晰成像。

宽视场高分辨显微物镜的数值孔径NA为0.3，工作距离为20mm，倍率为35倍，工作波段为460-650nm，系统整体的焦距为57mm。

所述的分光器件分别为半透半反镜和二向色镜，所述的半透半反镜与光轴的夹角为 $45^{\circ}$ ，可接收可见光全波段，它的作用是消减了光源发出光的强度，使观察者能在适宜的强度下清晰地观察样本。所述的二向色镜与光轴的夹角同为 $45^{\circ}$ ，分光波长为555nm，用来促使荧光材料激发荧光，使观察者能观察到清晰的荧光图像。所述的两种分光器件可在不同的需求下进行选择，并通过机械装置进行横向移动。

所述的宽视场高分辨率显微物镜光学系统最终形成了曲形像面，有效减小了系统的像差。

本发明的目的是为兼顾成像系统宽视场和高分辨率的显微物镜成像，利用宽视场物镜实现物面宽视场，实现整个显微物镜的视场比传统光电成像系统高两个数量级，达到一亿像素的成像分辨率。

本发明全视场分辨率一致，解决了现有成像显微物镜在大视场下无法提高系统分辨率的问题，使整个显微物镜系统在大视场下成像质量达到衍射极限。

## 附图说明

图 1 为本发明的宽视场高分辨显微物镜系统整体的光学系统图。

图 2 为本发明的宽视场高分辨显微物镜部分的光学系统图。

图 3 为本发明的宽视场高分辨显微物镜系统的场曲和畸变曲线图。

## 具体实施方式

以下结合附图和实例对本发明进一步说明。

如图 1 所示，本发明的宽视场高分辨显微物镜光学系统包括光源 100、显微物镜 200、分光器件 300、反射镜 400 组成。光源 100 出射的光经过分光器件 300 和显微物镜 200 照亮待测样品之后，待测样品通过宽视场高分辨显微物镜 200 放大成像，经过分光器 300 分光 and 反射镜 400 反射得到曲形像面 500。

宽视场高分辨显微物镜的数值孔径 NA 为 0.3，工作距离为 20mm，倍率为 35 倍，工作波段为 460-650nm，如图 2 所示，显微物镜 200 主要由第一透镜组 201、第二透镜组 202、第三透镜组 203、第四透镜组 204、第五透镜组 205、第六透镜组 206、第七透镜组 207、第八透镜组 208、第九透镜组 209、第十透镜组 210 组成。这些透镜组合在一起对显微物镜系统的像差进行了校正，使显微系统的性能得到了提高。所述的第二透镜组 202，第四组透镜 204，第五组透镜 205 为双胶合透镜，第二透镜组为正负型，第四透镜组和第五透镜组为负正型，有利于获得长焦距和短工作距离。

此外第三透镜组、第六透镜组、第九透镜组和第十透镜组光焦度为正，而第一透镜组、第七透镜组和第八透镜组光焦度为负。光阑位于第六透镜组的前方 0.5mm 处，第八组透镜用了高阿贝色散系数材料来矫正宽波段色差，这样使所述的显微物镜系统在 460-650nm 全波段清晰成像。

表 1 给出了显微物镜 200 的设计结果，包括各透镜的具体参数。

表 1

| Microscope objective system |          |        |          |
|-----------------------------|----------|--------|----------|
| s                           | r        | d      | nd       |
| 1                           | $\infty$ | 0.7    | 1.516798 |
| 2                           | $\infty$ | 19.462 |          |
| 3                           | -17.039  | 6.3    | 1.846663 |
| 4                           | -21.8    | 0.5    |          |
| 5                           | -114.485 | 10.5   | 1.846663 |
| 6                           | -26.890  | 3.1    | 1.746931 |
| 7                           | -52.986  | 0.3    |          |
| 8                           | 55.534   | 29.9   | 1.846663 |
| 9                           | -122     | 1      |          |
| 10                          | -89      | 25     | 1.805181 |
| 11                          | 24.21    | 10.4   | 1.656913 |
| 12                          | -36.85   | 1.57   |          |
| 13                          | -32.214  | 2.5    | 1.805181 |
| 14                          | 30.2     | 7.3    | 1.656913 |
| 15                          | -89.77   | 0.5    |          |
| 16                          | $\infty$ | 0.5    |          |
| 17                          | 44.253   | 19.8   | 1.671024 |
| 18                          | -50.35   | 8.12   |          |
| 19                          | -38.680  | 25     | 1.612934 |
| 20                          | 336.84   | 30.5   |          |
| 21                          | -26.42   | 4      | 1.746931 |
| 22                          | -222.59  | 31.92  |          |
| 23                          | -150.714 | 15.6   | 1.739999 |
| 24                          | -69.98   | 1      |          |
| 25                          | 3200     | 13.25  | 1.671024 |
| 26                          | -174.5   | 110    |          |
| 27                          | $\infty$ | 7      | 1.458464 |
| 28                          | $\infty$ | 200    |          |
| 29                          | $\infty$ | 1400   | Mirror   |
| 30                          | 2016.62  |        |          |

图 3 是本发明的显微物镜光学系统的场曲和畸变，从图上可以看出，整个系统的最大光学畸变 $<0.4\%$ 。。

分光器件 300 由半透半反镜 301 和二向色镜 302 组成，两种分光器件可在不同的可见光光源和荧光光源下进行选择，并通过机械装置进行横向移动。半透半反镜 301 和二向色镜 302 与光轴的夹角都为  $45^\circ$ ，半透半反

镜 301 可接收 460-650nm 全波段，二向色镜 302 的分光波长为 555nm。

反射镜 400 与光轴的夹角都为  $45^{\circ}$ ，使系统的光路折转  $90^{\circ}$ ，反射镜 400 不会带来任何的像差，保证显微物镜的清晰成像。

所述的曲形像面 500 有效地校正了系统的像差，尤其是在边缘视场中的场曲像差，其曲率半径  $R=2016\text{mm}$ 。

光源 100 经过柯勒系统和显微物镜 200 以及分光器件 300 后均匀照亮待测样品，被照亮的待测样品经过显微物镜 200 后完成宽视场高分辨率的放大成像，然后经过分光器件 300 中被选择的半透半反镜 301 或者二向色镜 302 分光，接着通过反射镜 400 反射得到曲形像面 500。

本发明的显微物镜在 460-650nm 波段范围内具有宽视场高分辨率的特点，利用曲形像面技术使显微物镜系统具有很好的成像质量。

以上所述仅为本发明的较佳实施举例，并不用于限制本发明，凡在本发明精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

## 权 利 要 求 书

1、一种显微物镜，其特征在于，所述的显微物镜具有光轴自左向右顺序排列的第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组、第六透镜组、第七透镜组、第八透镜组、第九透镜组和第十透镜组；

所述第一透镜组光焦度为负；所述第二透镜组为双胶合透镜，第一片透镜光焦度为正，第二片透镜光焦度为负；所述第三透镜组光焦度为正；所述第四透镜组和五透镜组为双胶合透镜，每组的第一片透镜光焦度为负，第二片透镜光焦度为正；所述的第六透镜组光焦度为正；第七透镜组光焦度为负；第八透镜组光焦度为负；第九透镜组光焦度为正；第十透镜组光焦度为正。

2、如权利要求 1 所述的显微物镜，其特征在于，所述的显微物镜还包括位于孔径光阑，其位置在第六组透镜前 0.5mm 处。

3、一种宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，包括光源、显微成像物镜、分光镜组和反射镜组，所述的显微成像物镜、分光镜组和反射镜组在同一光轴上，用于形成曲形像面；

所述的显微成像物镜具有光轴自左向右顺序排列的第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组、第六透镜组、第七透镜组、第八透镜组、第九透镜组和第十透镜组，所述第一透镜组光焦度为负；所述第二透镜组为双胶合透镜，第一片透镜光焦度为正，第二片透镜光焦度为负；所述第三透镜组光焦度为正；所述第四透镜组和五透镜组为双胶合透镜，每组的第一片透镜光焦度为负，第二片透镜光焦度为正；所述的第六透镜组光焦度为正；第七透镜组光焦度为负；第八透镜组光焦度为负；第九透镜组光焦度为正；第十透镜组光焦度为正。

4、如权利要求 3 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，第一透镜组至第五透镜组采用正透镜和双胶合透镜相互组合的形式，使系统主面前移获得长焦距和短工作距离，第六透镜组至第十透镜组采用若干高阿贝系数玻璃来矫正宽波段的色差。

5、如权利要求 3 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，所

述的显微成像物镜放大倍数为 35，数值孔径为 0.3。

6、如权利要求 3 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，所述的分光镜组由一面半反半透镜和一面二向色镜组成。

7、如权利要求 6 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，所述的半反半透镜和二向色镜与光轴的夹角均为  $45^{\circ}$ ，二者可通过机械导轨装置进行移动。

8、如权利要求 3 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，所述的反射镜组与光轴的夹角为  $45^{\circ}$ ，能使系统的光路折转  $90^{\circ}$ 。

9、如权利要求 3 所述的宽视场高分辨率成像系统，其特征在于，所述的曲形像面与反射镜组在同一光轴上，与显微成像物镜所在的光轴垂直，所述曲形像面的曲率半径为 2016mm。

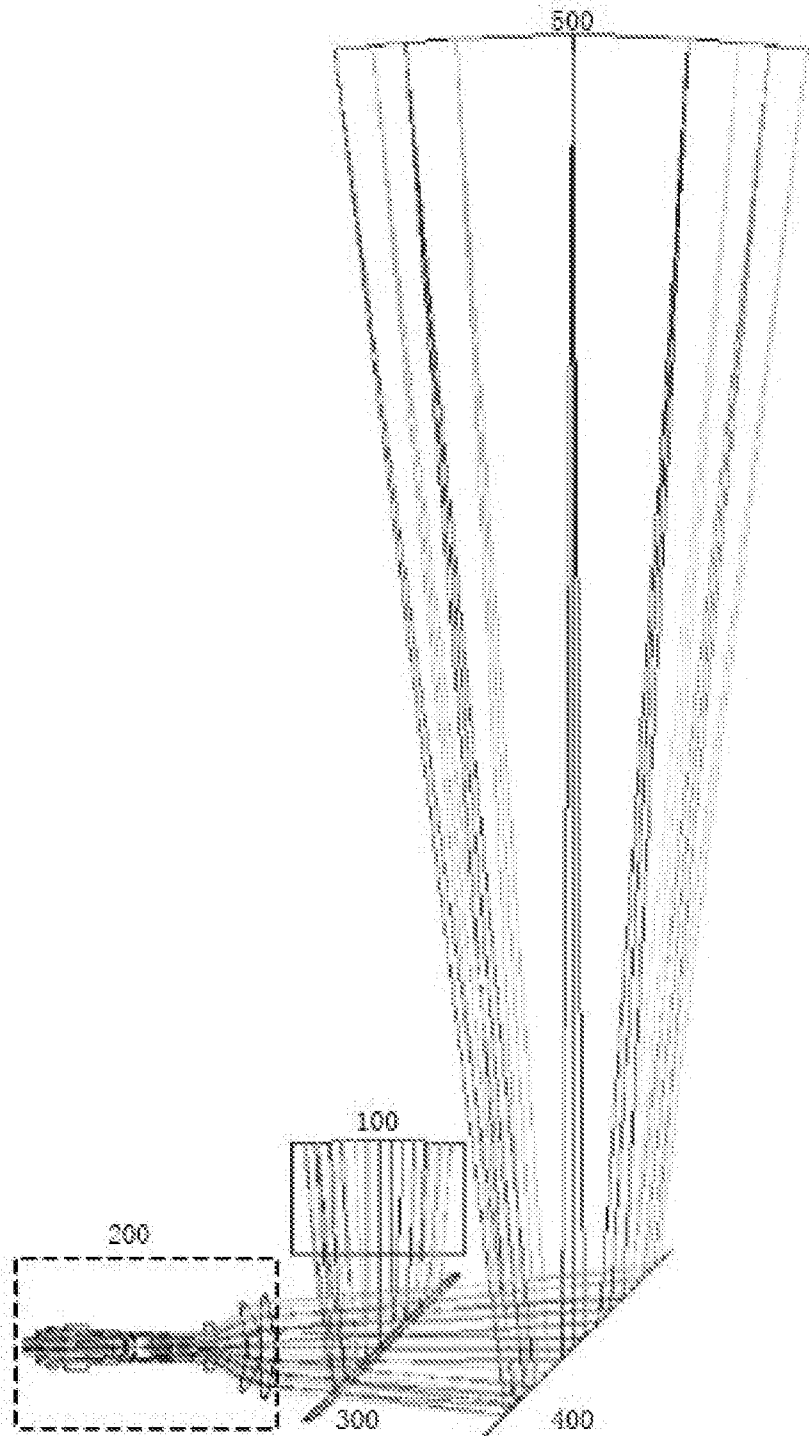


图 1

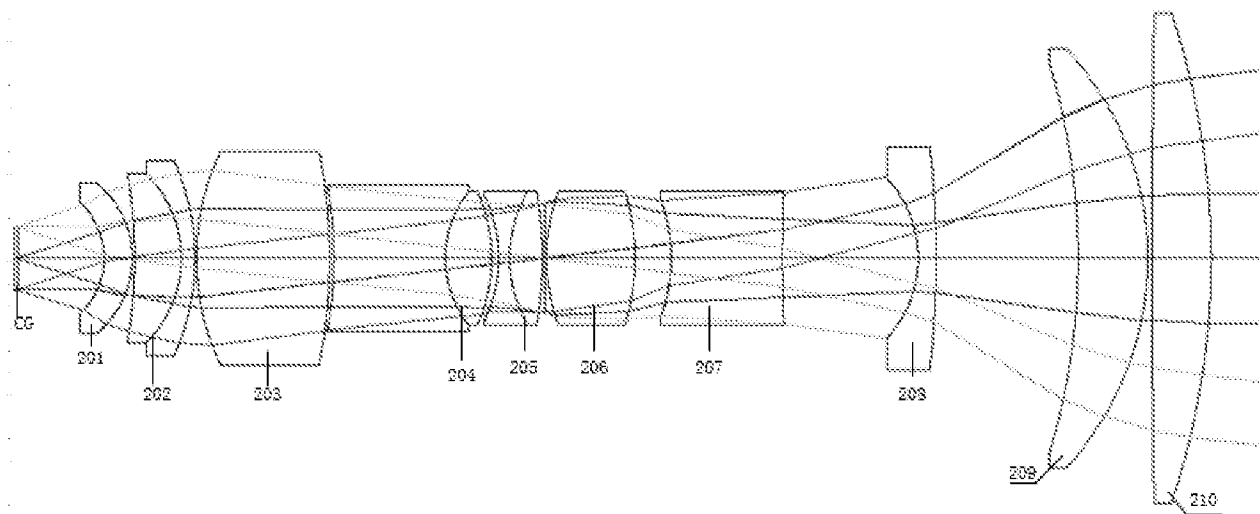


图 2

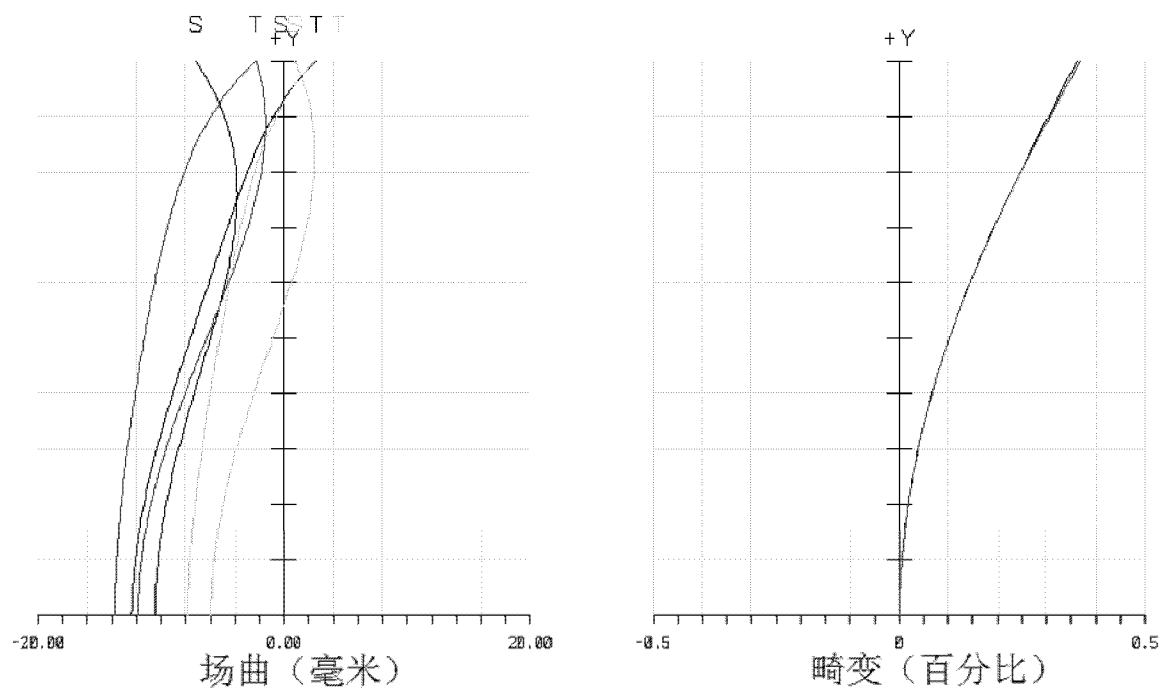


图 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2018/074080

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 21/02 (2006.01) i; G02B 13/00 (2006.01) i; G02B 9/64 (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 21; G02B 13; G02B 9

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, CJFD: 显微, 第十, 第 10, 正, 透镜, 第一, 第 1, 负, 分光, 分束, 反射, 反光, microscop+, lens+, tenth, 10th, positive, first+, 1st, negative, split+, separat+, reflect+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 106772976 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 31 May 2017 (31.05.2017), claims 1-9                                                                           | 1-9                   |
| A         | CN 104459967 A (CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 March 2015 (25.03.2015), entire document | 1-9                   |
| A         | TW 201638630 A (CORETRONIC CORP.) 01 November 2016 (01.11.2016), entire document                                                                    | 1-9                   |
| A         | CN 203204230 U (HUNAN CHANGBUDAO OPTICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 September 2013 (18.09.2013), entire document                                      | 1-9                   |
| A         | CN 103149665 A (HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD. et al.) 12 June 2013 (12.06.2013), entire document                                | 1-9                   |
| A         | CN 104459966 A (SHANGHAI INSTITUTE OF OPTICS AND FINE MECHANICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 March 2015 (25.03.2015), entire document           | 1-9                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>20 April 2018                                                                                                                                    | Date of mailing of the international search report<br>04 May 2018 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>WANG, Na<br>Telephone No. (86-10) 62085852  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/CN2018/074080

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | RU 2413262 C1 (IMPUL S AOZT) 27 February 2011 (27.02.2011), entire document                                                                                  | 1-9                   |
| A         | US 7660048 B1 (ZAO IMPULSE) 09 February 2010 (09.02.2010), entire document                                                                                   | 1-9                   |
| A         | CN 104865689 A (NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY, CHINA) 26 August 2015 (26.08.2015), entire document                                                         | 1-9                   |
| A         | CN 106405795 A (LUOYANG ELECTRO-OPTICAL EQUIPMENT RESEARCH INSTITUTE, AVIATION INDUSTRY CORPORATION OF CHINA) 15 February 2017 (15.02.2017), entire document | 1-9                   |
| A         | CN 104459966 A (SHANGHAI INSTITUTE OF OPTICS AND FINE MECHANICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 March 2015 (25.03.2015), entire document                    | 1-9                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2018/074080

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date  | Patent Family    | Publication Date  |
|--------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| CN 106772976 A                             | 31 May 2017       | None             |                   |
| CN 104459967 A                             | 25 March 2015     | CN 104459967 B   | 22 February 2017  |
| TW 201638630 A                             | 01 November 2016  | US 2016313542 A1 | 27 October 2016   |
|                                            |                   | TW I530710 B     | 21 April 2016     |
|                                            |                   | US 9915810 B2    | 13 March 2018     |
| CN 203204230 U                             | 18 September 2013 | None             |                   |
| CN 103149665 A                             | 12 June 2013      | US 2013148213 A1 | 13 June 2013      |
|                                            |                   | TW I467265 B     | 01 January 2015   |
|                                            |                   | JP 5504326 B2    | 28 May 2014       |
|                                            |                   | TW 201323977 A   | 16 June 2013      |
|                                            |                   | US 8605369 B2    | 10 December 2013  |
|                                            |                   | JP 2013120393 A  | 17 June 2013      |
| CN 104459966 A                             | 25 March 2015     | CN 104459966 B   | 07 December 2016  |
| RU 2413262 C1                              | 27 February 2011  | WO 2011112119 A1 | 15 September 2011 |
| US 7660048 B1                              | 09 February 2010  | None             |                   |
| CN 104865689 A                             | 26 August 2015    | CN 104865689 B   | 17 May 2017       |
| CN 106405795 A                             | 15 February 2017  | None             |                   |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/074080

| <b>A. 主题的分类</b><br>G02B 21/02(2006.01)i; G02B 13/00(2006.01)i; G02B 9/64(2006.01)i<br>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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                             |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|-------------------|---------|----|----------------------------------------------------------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------------|-----|---|----------------------------------------------------------------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------|-----|---|---------------------------------------------------------------------|-----|---|-----------------------------------------------------------------------|-----|---|------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br>G02B21, G02B13, G02B9<br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br>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))<br>CNABS, CNTXT, VEN, CJFD:显微, 第十, 第10, 正, 透镜, 第一, 第1, 负, 分光, 分束, 反射, 反光, microscop+, lens+, tenth, 10th, positive, first+, 1st, negative, split+, separat+, reflect+                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |                             |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| <b>C. 相关文件</b> <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 106772976 A (浙江大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31)<br/>权利要求1-9</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104459967 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br/>全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>TW 201638630 A (CORETRONIC CORP) 2016年 11月 1日 (2016 - 11 - 01)<br/>全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203204230 U (湖南长步道光学科技有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18)<br/>全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103149665 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12)<br/>全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104459966 A (中国科学院上海光学精密机械研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br/>全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2413262 C1 (IMPUL S AOZT) 2011年 2月 27日 (2011 - 02 - 27)<br/>全文</td> <td>1-9</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 106772976 A (浙江大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31)<br>权利要求1-9 | 1-9 | A | CN 104459967 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br>全文 | 1-9 | A | TW 201638630 A (CORETRONIC CORP) 2016年 11月 1日 (2016 - 11 - 01)<br>全文 | 1-9 | A | CN 203204230 U (湖南长步道光学科技有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18)<br>全文 | 1-9 | A | CN 103149665 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12)<br>全文 | 1-9 | A | CN 104459966 A (中国科学院上海光学精密机械研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br>全文 | 1-9 | A | RU 2413262 C1 (IMPUL S AOZT) 2011年 2月 27日 (2011 - 02 - 27)<br>全文 | 1-9 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                        | 相关的权利要求                     |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 106772976 A (浙江大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31)<br>权利要求1-9           | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 104459967 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br>全文 | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | TW 201638630 A (CORETRONIC CORP) 2016年 11月 1日 (2016 - 11 - 01)<br>全文     | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 203204230 U (湖南长步道光学科技有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18)<br>全文       | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 103149665 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12)<br>全文      | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 104459966 A (中国科学院上海光学精密机械研究所) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25)<br>全文    | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RU 2413262 C1 (IMPUL S AOZT) 2011年 2月 27日 (2011 - 02 - 27)<br>全文         | 1-9                         |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| <input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                          |                             |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                          |                             |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| 国际检索实际完成的日期<br>2018年 4月 20日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          | 国际检索报告邮寄日期<br>2018年 5月 4日   |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          | 受权官员<br>王娜<br>电话号码 62085852 |      |                   |         |    |                                                                |     |   |                                                                          |     |   |                                                                      |     |   |                                                                    |     |   |                                                                     |     |   |                                                                       |     |   |                                                                  |     |

## 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    | US 7660048 B1 (ZAO IMPULSE) 2010年 2月 9日 (2010 - 02 - 09)<br>全文              | 1-9     |
| A    | CN 104865689 A (中国计量科学研究院) 2015年 8月 26日 (2015 - 08 - 26)<br>全文              | 1-9     |
| A    | CN 106405795 A (中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所) 2017年 2月 15日<br>(2017 - 02 - 15)<br>全文 | 1-9     |
| A    | CN 104459966 A (中国科学院上海光学精密机械研究所) 2015年 3月 25日 (2015 -<br>03 - 25)<br>全文    | 1-9     |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/074080

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日)              |
|-------------|-----------|----|----------------|------|-----------------------------|
| CN          | 106772976 | A  | 2017年 5月 31日   | 无    |                             |
| CN          | 104459967 | A  | 2015年 3月 25日   | CN   | 104459967 B 2017年 2月 22日    |
| TW          | 201638630 | A  | 2016年 11月 1日   | US   | 2016313542 A1 2016年 10月 27日 |
|             |           |    |                | TW   | I530710 B 2016年 4月 21日      |
|             |           |    |                | US   | 9915810 B2 2018年 3月 13日     |
| CN          | 203204230 | U  | 2013年 9月 18日   | 无    |                             |
| CN          | 103149665 | A  | 2013年 6月 12日   | US   | 2013148213 A1 2013年 6月 13日  |
|             |           |    |                | TW   | I467265 B 2015年 1月 1日       |
|             |           |    |                | JP   | 5504326 B2 2014年 5月 28日     |
|             |           |    |                | TW   | 201323977 A 2013年 6月 16日    |
|             |           |    |                | US   | 8605369 B2 2013年 12月 10日    |
|             |           |    |                | JP   | 2013120393 A 2013年 6月 17日   |
| CN          | 104459966 | A  | 2015年 3月 25日   | CN   | 104459966 B 2016年 12月 7日    |
| RU          | 2413262   | C1 | 2011年 2月 27日   | WO   | 2011112119 A1 2011年 9月 15日  |
| US          | 7660048   | B1 | 2010年 2月 9日    | 无    |                             |
| CN          | 104865689 | A  | 2015年 8月 26日   | CN   | 104865689 B 2017年 5月 17日    |
| CN          | 106405795 | A  | 2017年 2月 15日   | 无    |                             |