



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105377113 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201480027537. 5

G02B 27/00(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 05. 15

H04N 5/30(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/823575 2013. 05. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 11. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/001980 2014. 05. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/199236 EN 2014. 12. 18

(71) 申请人 诺瓦达克技术公司

地址 加拿大安大略省

(72) 发明人 J. 特萨

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 王岳 王传道

(51) Int. Cl.

A61B 1/055(2006. 01)

A61B 1/00(2006. 01)

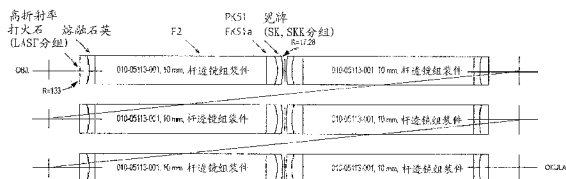
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

高度校正的中继系统

(57) 摘要

提供了一种用于医学内窥镜等的高度校正的中继系统。该系统包括多个粘合的透镜,其被选择成提供从光谱的蓝色区域直到光谱的近红外区域的颜色校正。该系统允许在单个检测器上分辨定位在一起的可见和近红外图像。



1. 一种用于内窥镜的高度校正的中继系统,包括多个粘合的透镜,其中多个粘合的透镜被选择成提供从光谱的蓝色区域直到光谱的近红外区域的颜色校正,并且其中所述系统允许在单个检测器上分辨定位在一起的可见和近红外图像。

2. 根据权利要求 1 所述的高度校正的中继系统,其中从约 400nm 到约 900nm 提供颜色校正。

3. 根据权利要求 1 所述的高度校正的中继系统,还包括对称的杆透镜组装件对,其中每一个杆透镜组装件包括:

第一双凸透镜;

第二平凹透镜;

第三伸长的平/平杆透镜;

第四平凸透镜;以及

第五弯月形透镜。

4. 根据权利要求 3 所述的高度校正的中继系统,其中杆透镜组装件对被布置在包含中心光瞳和孔径光阑位置的空气空间周围。

5. 一种用于内窥镜的高度校正的中继系统,其提供从光谱的蓝色区域直到光谱的近红外区域的颜色校正,并且其中所述系统允许在单个检测器上分辨定位在一起的可见和近红外图像,所述系统包括包含多个透镜元件和孔径位置的对称的杆透镜组装件对,每一个元件具有由曲率半径(r)、厚度(t)、折射率(n)和色散值(v)限定的透镜表面,多个透镜元件以距离(h)与彼此、要观察的物体、以及物体的图像隔开,并且其中所述组装件满足以下条件中的一个或多个:

$1000 < r_4/r_2$ 或 $r_4=r_2=$ 约无穷大;

$-0.56 < r_3/r_9 < -0.81$;

$0.9 < r_8/r_9 < 1.1$ 或者 $r_8=r_9$;

$0.9 < r_{10}/r_{11} < 1.1$ 或者 $r_{10}=r_{11}$;

$0.7 < (h_1+h_2)/(h_3+h_4) < 1.1$;

$0.95 < h_1+h_2+h_3+h_4+T_1+T_2+T_3+T_4+T_5+T_6 < f/1.02$;

$1.71 < n_{L1}, n_{L2}, n_{L5}, n_{L6} < 1.79$; 以及

$1.67 < n_{L3}, n_{L4} < 1.81$

其中: r_1 表示第一透镜元件的准直侧表面的曲率半径; r_2 表示第一透镜元件的图像侧表面的曲率半径; r_3 表示第二透镜元件的准直侧表面的曲率半径; r_4 表示第二透镜元件的图像侧表面的曲率半径; r_8 表示第五透镜元件的物体侧表面的曲率半径; r_9 表示第五透镜元件的物体侧表面的曲率半径; T_1 表示第一透镜元件的厚度; T_2 表示第二透镜元件的厚度; T_3 表示第三透镜元件的厚度; T_4 表示第四透镜元件的厚度; T_5 表示第五透镜元件的厚度; n_{L1} 表示第一透镜元件的折射率; n_{L2} 表示第二透镜元件的折射率; n_3 表示第三透镜元件的折射率; n_{L4} 表示第四透镜元件的折射率; n_{L5} 表示第五透镜元件的折射率。

高度校正的中继系统

背景技术

[0001] 对于一部分医生感兴趣的是在超过可见带的状况(regime)的其它波段状况下可视化组织和身体结构,所述可见带一般被视为处于从 400nm 到 700nm 的范围内或附近。尤其感兴趣的是近红外区域(700nm 到 900nm),其中诸如靛青绿(ICG)荧光剂之类的染料并且被用作标记物,并且其中组织具有增加的透明度。附加地,内窥镜的分辨率要求已经随着视频成像中所使用的高清晰度(HD)检测器的引入而增加,这归功于与早期的 NTSC 或 PAL 格式相比更小且更为众多的像素。因而,针对使得能够在除正常可见区域之外的近红外中实现扩展的波段性能、更高的采样频率和深度穿透的内窥镜的光学改进将是有利的。

[0002] 在其中使用内窥镜的诊断和治疗过程二者中,有利的是提供引导显像和荧光标记物。这些被用在外科手术过程中以将医生对组织和结构的可视化扩展到超过其先天能力的区域。因而,在可见带加上人类视觉之外的更长波长区域中的良好可视化是合期望的结果。

[0003] 众所周知的是,由硅制成的检测器在红外区域中非常好地做出响应,尽管该能力通常不用在医学成像系统中,因为人类眼睛在硅最佳响应处是看不见的,即在 700nm 以上。作为结果,用于外科手术的光学仪器已经不只是由于其处于人类视觉之外而忽略该检测器能力,而是有目的地遮挡它,因为 NIR 检测器响应不对应于视觉的主要颜色分量,即红色、绿色和蓝色。正常成像系统和硅响应由主要颜色装仓(bin),这是通过单独像素之上的滤色器(在单个检测器的情况下)或者用于将整个束路径分成针对其自身检测器的红色、绿色和蓝色路径的较大滤色器。这后一种配置通常被称为三芯片摄像机。NIR 检测器响应可以被认为是黑色和白色响应。挑战在于使其对应于可见状况的光学路径长度。

[0004] 内窥镜被构造成通过窄开口或路径来观察身体内的深处,并且包括可以通过功能要求而分组的众多光学元件。

[0005] 杆透镜组装件或中继透镜以分组对进行使用(诸如 3 对或 5 对),并且要求对内窥镜物镜组装件的产物再成像以形成内窥镜的视场光阑(stop)处的图像。用于视频用途的目镜或耦合透镜然后观看视场光阑和图像的组合。当在可见波段之外使用时,现有内窥镜中继器的纵向色差以波长显著地增加焦点的位移,其中较长的波长基本上落在可见图像焦点的波长之外。该可见波段之外位移误差是累积性的,其总和对于医生对高分辨率的预期以及对高分辨率的需求而言过大。这在尝试利用被设计以供可见光谱中使用的内窥镜来在近红外光谱中分辨血管成像、神经成像和 / 或肿瘤边缘中的精细细节时是特别麻烦的。

[0006] 较大直径的内窥镜通常具有比较小直径的内窥镜更快的 f 数。要求较大直径的内窥镜的更多光学性能,这是因为如下的医生预期:较大的内窥镜具有高的分辨率以及光学校正的性质,其要求在光学列被放大时对校正更快系统施加更多努力。10mm 内窥镜的直径对长度比大于 2.8mm 或 4mm 直径内窥镜的直径对长度比,从而导致改进的明亮度和更大的分辨率。10mm 直径内窥镜以及类似直径的内窥镜具有以约 1:6 (F 6) 操作的中继系统,而 4mm 直径内窥镜具有以约 1:7 (F 7) 操作的中继器,其中更小的内窥镜以对应更低的 F 数操作。

[0007] Hopkins 的 US 专利 3, 257, 902 教导,利用玻璃杆填充内窥镜中继器内的空气空间

基本上相对于现有的内窥镜的操作 F 数而增加了内窥镜的操作 F 数,其使用较宽地隔开的胶合双透镜来生产远心中继系统。这导致可见波段中的更明亮的图像和更好的诊断。

[0008] 众所周知的是,远心设计是用于生产不具有大量渐晕的中继系统的要求。T. H. Tomkinson, J. L. Bentley, M. K. Crawford, C. J. Harkrider, D. T. Moore 和 J. L. Rouke 的“Rigid endoscopic relay systems: a comparative study”, Appl. Opt. 35, 6674-6683 (1996)。

[0009] 为了生产以快 F 数的非渐晕远心中继器,在 Heimbeck 的 US 专利 #5,005,960 和 Leiner 的 US 专利 #5,684,629 中已经教导了。这些参考文献示出在可见波段中的视场中心中的良好校正的图像的产生,尽管在大多数情况下由于有限数目的自由度,其是消色差校正。残余像差(诸如散光和彗形像差)通常通过使用物镜组装件中的抵消像差而针对内窥镜中的离轴视场点进行校正。特别地,众所周知的是,场曲由正弯曲元件产生,并且在几乎所有情况下,内窥镜的中继系统在杆组装件的每一个端部上的其相应空气-玻璃界面处由正幂(power)表面构成。存在针对物镜中进行补偿的大量场曲,其在本内窥镜中针对可见波段成功完成。

[0010] 当人们增加可见之外波段中的高度校正(例如近红外校正)需求时,变得必要的是向以不同材料的附加透镜元件的形式的中继器添加更多的自由度。具有 2 种材料的内窥镜中继器(诸如 US 专利 5,005,960)提供轴线上的精细消色差校正,但是在 .7 视场和整个视场点处,存在符合 2 种元件解决方案的明显未校正的散光、场曲、彗形像差和色差,通称为消色差校正。因此,针对超高度消色的性能,必须考虑 3 和 4 种材料解决方案,即在 4 个波长处、可见中的 RGB 和 NIR (近红外)处的校正。

[0011] 附加地,市场需要随着高清晰度视频的引入而改变。在一旦制造商设法减少部件计数来降低成本的情况下(其偏好有限数目的元件),高清晰度视频(HD)现在要求更高性能,因此必须重新考虑元件的数目。通过明智使用半径和玻璃选择,可以将附加玻璃元件添加到中继系统以利用通过选择更长半径而获得的制造效率,这是因为更多的这样的透镜可以由光学仪器制造者添加到制造工具。在短半径的情况下,一个或者几个表面在碾磨或抛光工具上一次产生。在较长半径的情况下,可以在相同碾磨或抛光时间中产生更多数目。附加地,每工具更多透镜得出更准确的结果。相比于与金属间隔物组合地组装的单独玻璃元件,胶合组件更有可能恰当地对齐,因此所添加的元件应当被视为粘合组装件的一部分。

[0012] 因而,市场中存在针对 HD 内窥镜的良好定义且长时期的需要,该 HD 内窥镜可以在约相同平面中分辨可见和近红外光二者的,并且因而可以为外科医生增强组织和结构的可见性。

发明内容

[0013] 提供一种用于在内窥镜中使用的高度校正的对称去像散中继系统。相比现有内窥镜,本发明系统提供从蓝色光到 NIR 光的宽得多的波段性能,具有高效数值孔径以产生明亮的高对比度图像的附加优点。

[0014] 用于内窥镜的高度校正的中继组装件由关于形成限制孔径的准直(collimated)区域对称的一对杆透镜组装件构成;其中在每一个平(plano)平杆元件的一侧上具有胶合双透镜,与光阑邻近的双透镜的负弯月形透镜包括具有折射率 $n_e > 1.60$ 且色散或阿贝数

为 $V_d > 39$ 的具有反常部分色散的玻璃, 该双透镜的正透镜具有具有折射率 $n_e < 1.54$ 且色散或阿贝数为 $V_d > 60$ 的玻璃, 离光阑区域最远的胶合双透镜均具有具有折射率 $n_e > 1.75$ 并且色散或阿贝数为 $V_d > 37$ 的正透镜, 该双透镜的负透镜包括熔融石英。

[0015] 邻近并且粘合到杆透镜的平端的双透镜的材料和半径的发明的布置满足以下条件: 从图像形成侧, 正幂的高折射率适度色散的元件被组合以熔融石英的负幂平凹元件, 平平杆元件, 具有非常低折射率低色散材料的平凸正幂元件, 以及弯月形透镜, 所述弯月形透镜为负幂低折射率但是稍微高于其附近的邻居的折射率并且还具有很低色散但是比其附近的邻居稍微更大的色散。前述透镜组装件形成关于光阑的对称中继系统的第一半部。跟着该光阑的是以相反顺序的相同布置。

[0016] 具有以上材料组合的适度色散的高折射率正元件(特别地, 熔融石英负构件)和其它低折射率且低色散材料的组合形成高度校正的宽波段中继组装件, 其最小化宽范围波长之上的色差, 并且基本上校正球形像差、散光、彗形像差和场曲。说明书内存在充足数目的自由度, 以最小化次级光谱并且允许在常规长度内窥镜或肥胖症治疗长度内窥镜中使用许多对中继器, 一直在宽波段范围之上进行校正以允许在单个检测器上或者可替换地在复用检测器系统上分辨定位在一起的可见和近红外图像。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明的杆透镜组装件的实施例与其它已知透镜组装件的比较。

[0018] 图 2 是本发明的杆透镜组装件的实施例的工程图。

[0019] 图 3 是本发明的杆透镜组装件的可替换实施例的工程图。

具体实施方式

[0020] 根据本发明的一方面, 提供一种用于内窥镜检查等的杆透镜组装件。杆透镜组装件包括多个粘合透镜, 其被选择成提供从对应于下限处的 400nm 的光谱的蓝色区域到对应于上限处的 900nm 的近红外的颜色校正, 剩下未被校正的塞德耳像差的最小化, 以及在宽波段范围之上进行校正以允许在单个检测器上或者可替换地在复用检测器系统上分辨定位在一起的可见和近红外图像。

[0021] 本发明的另一方面提供一种用于内窥镜检查的杆透镜组装件, 其包含以平 / 平形式的每组装件一个杆元件, 并且每一个组装件以组装件对来使用以对物镜的产物再成像。杆构件被选择成具有打火石(flint)材料的 $n=1.60$ 以上的高折射率。仅仅以示例的方式, 可以使用 F2HT 玻璃, 由于良好的蓝色透光性。也可以使用冕牌玻璃, 诸如 N-PSK3。

[0022] 设计考虑以光阑为中心的组装件对的使用, 在它们之间具有粘合在杆的光阑侧上的正幂低折射率元件以及粘合在杆的图像侧上的负幂非常低折射率元件。正幂元件具有 1.48 以下的折射率并且在杆的相对侧上的负幂元件具有 1.49 以下的折射率, 并且色散为 > 65 。正幂元件可以是硼硅酸盐玻璃, 并且负幂元件可以是熔融石英。

[0023] 根据本发明的一方面, 用于内窥镜等的杆透镜组装件包括粘合到光阑侧上的杆表面的双透镜, 其最邻近杆的透镜是包括具有低色散的非常低折射率玻璃的正幂元件。该正幂元件可以是 PK51、N-FK51 或 N-FK51a, 其中诸如 BK7 或 SK 之类的硼硅酸盐玻璃也是适合的。

[0024] 根据本发明的又另一方面,提供用于内窥镜等的杆透镜组装件,2部分组合形成对称的杆组装件对。以从任一图像侧的顺序,杆组装件对包括:第一双凸透镜;第二平凹透镜;第三伸长的平/平杆透镜;第四平凸透镜;第五弯月形透镜;空气空间,其包含在其处在下一杆透镜组装件的顺序上被反转的孔径光阑位置和中心光瞳(centered pupil)。

[0025] 根据本发明的一方面,生产一种用于内窥镜等的具有远心图像的杆透镜组装件。杆透镜组装件的2部分组合形成来自远心源的远心图像。在两个杆组装件之间的是具有中心限制孔径的准直空间。

[0026] 根据本发明的又另一方面,提供一种用于内窥镜等的杆透镜组装件,2部分组合形成称对的杆组装件对。组装件包括多个透镜元件和孔径位置,每一个元件具有由曲率半径(r)、厚度(t)、折射率(n)和色散值(v)限定的透镜表面,多个透镜组装件以距离(h)与彼此、物体以及图像隔开。杆透镜组装件满足以下条件中的至少一个或多个:

$$1000 < r_4/r_2 \text{ 或 } r_4=r_2= \text{约无穷大};$$

$$-0.56 < r_3/r_9 < -0.81;$$

$$0.9 < r_8/r_9 < 1.1 \text{ 或者 } r_8=r_9;$$

$$0.9 < r_{10}/r_{11} < 1.1 \text{ 或者 } r_{10}=r_{11};$$

$$0.7 < (h_1+h_2)/(h_3+h_4) < 1.1;$$

$$0.95 < h_1+h_2+h_3+h_4+T_1+T_2+T_3+T_4+-T_5+T_6 < f/1.02;$$

$$1.71 < n_{L1}, n_{L2}, n_{L5}, n_{L6} < 1.79; \text{以及}$$

$$1.67 < n_{L3}, n_{L4} < 1.81$$

其中:r₁表示第一透镜元件的准直侧表面的曲率半径;r₂表示第一透镜元件的图像侧表面的曲率半径;r₃表示第二透镜元件的准直侧表面的曲率半径;r₄表示第二透镜元件的图像侧表面的曲率半径;r₈表示第五透镜元件的物体侧表面的曲率半径;r₉表示第五透镜元件的物体侧表面的曲率半径;T₁表示第一透镜元件的厚度;T₂表示第二透镜元件的厚度;T₃表示第三透镜元件的厚度;T₄表示第四透镜元件的厚度;T₅表示第五透镜元件的厚度;n_{L1}表示第一透镜元件的折射率;n_{L2}表示第二透镜元件的折射率;n₃表示第三透镜元件的折射率;n_{L4}表示第四透镜元件的折射率;n_{L5}表示第五透镜元件的折射率。

[0027] 本发明的各种实施例提供宽波段范围之上的图像校正以允许在单个检测器上或者可替换地在复用检测器系统上分辨定位在一起的可见和近红外图像。满足这些准则的实施例将导致期望的波段范围之上的聚焦深度。图2和3是满足以上准则的代表性实施例。本领域技术人员将理解到,在图2和3中示出的玻璃选择可以容易地利用展现出类似属性的玻璃选择或者利用其它制造商的玻璃选择来替换,只要满足以上准则即可。

[0028] 以下表格提供关于根据本发明的杆透镜组装件的实施例的工作示例的数据。

[0029] 表面数据总结 :B1

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆锥 (conic)
C87	标准	无穷大	6.388784		4.2	0
1	标准	64.83	2.25	N-LASP41	6.48	0
2	标准	-16.53	1.5	LITHOSIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	43	F2	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-FR51	6.48	0
5	标准	-16.32	1.2	N-LASP44	6.48	0
6	标准	-15.96	0.4		6.48	0
870	标准	无穷大	0.4		5.227350	0
8	标准	15.96	1.2	N-LASP43	6.48	0
9	标准	16.38	2.5	N-FR51	6.48	0
10	标准	无穷大	43	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.5	LITHOSIL-Q	6.48	0
12	标准	16.53	2.25	N-LASP41	6.48	0
13	标准	-84.65	6.388788		6.48	0
13A	标准	-14.46627			4.202416	0

[0030] 表面数据总结 :B9

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆锥
C87	标准	无穷大	6.529348		4.2	0
1	标准	77.03	2.25	N-LASP43	6.48	0
2	标准	-14.739	1.2	LITHOSIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	41.9	F2	6.48	0
4	标准	无穷大	2.245	N-FR51	6.48	0
5	标准	-10.24	1.2	N-LASP41	6.48	0
6	标准	-15.55	0.4		6.48	0
870	标准	无穷大	0.4		5.124602	0
8	标准	15.55	1.2	N-LASP43	6.48	0
9	标准	10.24	2.245	N-FR51	6.48	0
10	标准	无穷大	41.9	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.2	LITHOSIL-Q	6.48	0
12	标准	14.733	2.25	N-LASP45	6.48	0
13	标准	-77.03	6.529348		6.48	0
13A	标准	-14.1181			4.202722	0

[0031] 表面数据总结 :B8

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0B7	标准	无穷大	0.811963		4.2	0
1	标准	74.98	2.25	N-LA8P40	6.48	0
2	标准	-18.4	1.43	LITN0311-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	41	F2	6.48	0
4	标准	无穷大	2.254	N-FR51A	6.48	0
5	标准	-9.5	1.4	N-LA8P21	6.48	0
6	标准	-14.23	0.4		6.48	0
590	标准	无穷大	0.4		5.573546	0
8	标准	14.98	1.4	N-LA8P21	6.48	0
9	标准	9.5	2.254	N-FR51A	6.48	0
10	标准	无穷大	41	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.43	LITN0311-Q	6.48	0
12	标准	16.4	2.25	N-LA8P40	6.48	0
13	标准	-74.98	0.811963		6.48	0
13A	标准	-14.03906			4.201963	0

[0032] 表面数据总结 :B7

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0B7	标准	无穷大	7.179678		4.2	0
1	标准	77.7	2.25	N-LA8P41	6.48	0
2	标准	-16	1.23	LITN0311-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	41	F2	6.48	0
4	标准	无穷大	2.254	N-FR51A	6.48	0
5	标准	-9.64	1.4	N-LA8P21	6.48	0
6	标准	-14.478	0.4		6.48	0
590	标准	无穷大	0.4		5.016918	0
8	标准	14.478	1.4	N-LA8P21	6.48	0
9	标准	9.64	2.254	N-FR51A	6.48	0
10	标准	无穷大	41	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.23	LITN0311-Q	6.48	0
12	标准	16	2.25	N-LA8P41	6.48	0
13	标准	-77.7	7.179678		6.48	0
13A	标准	-14.19567			4.202639	0

[0033] 表面数据总结 :B6

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0007	标准	无穷大	8.5		8.2	0
1	标准	88.17	2.2184692	N-LAS041	8.48	0
2	标准	-18.38	1.499883	LITHOCIL-Q	8.48	0
3	标准	无穷大	42.9889	F2	8.48	0
4	标准	无穷大	2.499889	N-FK31	8.48	0
5	标准	-38.48845	1.188332	N-LAS044	8.48	0
6	标准	-15.45573	0.4		8.48	0
070	标准	无穷大	0.4		3.288597	0
8	标准	15.45573	1.188332	N-LAS044	8.48	0
9	标准	18.48845	2.499889	N-FK31	8.48	0
10	标准	无穷大	42.9889	F2	8.48	0
11	标准	无穷大	1.499883	LITHOCIL-Q	8.48	0
12	标准	18.38	2.218472	N-LAS041	8.48	0
13	标准	-88.17	8.5		8.48	0
200	标准	-14.45592			4.288281	0

[0034] 表面数据总结 :B5

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0007	标准	无穷大	7.200016		4.2	0
1	标准	188.92	2.258882	N-LAS011A	8.48	0
2	标准	-17.7	1.588887	LITHOCIL-Q	8.48	0
3	标准	无穷大	43	F2	8.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-FK51	8.48	0
5	标准	-9.38	1.488883	N-FK88	8.48	0
6	标准	-18.58	0.4		8.48	0
073	标准	无穷大	0.4		3.277273	0
8	标准	18.58	1.488883	N-FK88	8.48	0
9	标准	9.38	2.5	N-FK51	8.48	0
10	标准	无穷大	43	F2	8.48	0
11	标准	无穷大	1.588887	LITHOCIL-Q	8.48	0
12	标准	17.7	2.258882	N-LAS011A	8.48	0
13	标准	-188.92	7.200016		8.48	0
200	标准	-15.74497			4.28206	0

[0035] 表面数据总结 :B4 psk3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	等级
087	标准	无穷大	8.009488		4.2	0
1	标准	84.4	2.16	N-LASP40	6.48	0
2	标准	-17.53	1.5	LITHOGIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	.43	N-PSX3	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-PS51	6.48	0
5	标准	-9.645	1.4	N-KSP54	6.48	0
6	标准	-19.53	0.4		6.48	0
970	标准	无穷大	0.4		5.426728	0
8	标准	19.63	1.4	N-KSP54	6.48	0
9	标准	9.645	2.5	N-PS51	6.48	0
10	标准	无穷大	.43	N-PSX3	6.48	0
11	标准	无穷大	1.5	LITHOGIL-Q	6.48	0
12	标准	17.53	2.16	N-LASP40	6.48	0
13	标准	-84.4	8.009488		6.48	0
IMA	标准	-14.87983			4.20116	0

[0036] 表面数据总结 :B4

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	等级
083	标准	无穷大	6.538687		4.2	0
1	标准	79.9	1.750006	N-LAP21	6.48	0
2	标准	-15.45	1.5	LITHOGIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	.43	F3	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-PS31A	6.48	0
5	标准	-9.58	1.398016	N-LAN33A	6.48	0
6	标准	-14.65372	0.4		6.48	0
970	标准	无穷大	0.4		5.252155	0
8	标准	14.65372	1.398016	N-LAN33A	6.48	0
9	标准	9.58	2.5	N-PS31A	6.48	0
10	标准	无穷大	.43	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.5	LITHOGIL-Q	6.48	0
12	标准	15.45	1.750006	N-LAP21	6.48	0
13	标准	-79.9	6.538687		6.48	0
IMA	标准	-13.96135			4.202062	0

[0037] 表面数据总结 :B3 psk3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
080	标准	无穷大	0.01793		4.2	0
1	标准	109.1	1.25	N-LASPE1	6.48	0
2	标准	-15.95	1.6	LITHOSTIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	43	N-FSK3	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-FK51	6.48	0
5	标准	-8.81	1.6	N-K2354	6.48	0
6	标准	-19.66	0.4		6.48	0
800	标准	无穷大	0.4		5.389954	0
8	标准	19.56	1.4	N-K2354	6.48	0
9	标准	9.81	2.5	N-FK51	6.48	0
10	标准	无穷大	43	N-FSK3	6.48	0
11	标准	无穷大	1.6	LITHOSTIL-Q	6.48	0
12	标准	15.95	1.85	N-LASPE1	6.48	0
13	标准	-109.1	0.01793		6.48	0
288	标准	-15.73277			4.201614	0

[0038] 表面数据总结 :B3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
080	标准	无穷大	0.270844		4.2	0
1	标准	107	1.25	N-LASPE1A	6.48	0
2	标准	-16.87	1.699996	LITHOSTIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	43.43	F2	6.48	0
4	标准	无穷大	2.500002	N-FK51A	6.48	0
5	标准	-8.459519	1.4	N-K2353	6.48	0
6	标准	-18.08	0.4		6.48	0
800	标准	无穷大	0.4		5.050103	0
8	标准	18.08	1.4	N-K2353	6.48	0
9	标准	8.459519	2.500002	N-FK51A	6.48	0
10	标准	无穷大	43.43	F2	6.48	0
11	标准	无穷大	1.699996	LITHOSTIL-Q	6.48	0
12	标准	16.87	2.75	N-LASPE1A	6.48	0
13	标准	-107	0.270844		6.48	0
288	标准	-15.4475			4.201742	0

[0039] 表面数据总结 :B2 psk3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0B1	标准	无穷大	8.026638		6.2	0
1	标准	94.1	2.25	N-LAF21	6.48	0
2	标准	-14.4	1.5	LITHONIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	42.98	N-PK23	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-PK51	6.48	0
5	标准	-9.98	1.4	N-PK54	6.48	0
6	标准	-19.88	0.4		6.48	0
070	标准	无穷大	0.4		5.184558	0
8	标准	19.88	1.4	N-PK54	6.48	0
9	标准	9.98	2.5	N-PK51	6.48	0
10	标准	无穷大	42.98	N-PK23	6.48	0
11	标准	无穷大	1.5	LITHONIL-Q	6.48	0
12	标准	14.4	2.25	N-LAF21	6.68	0
13	标准	-94.1	8.026638		6.48	0
13A	标准	-14.78927			4.20289	0

[0040] 表面数据总结 :B2

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
0B2	标准	无穷大	6.333147		6.2	0
1	标准	85.7	1.748944	N-LAF44	6.48	0
2	标准	-18	1.481813	LITHONIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	43	FX	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-PK51	6.48	0
5	标准	-7.97	1.399903	N-BAX4	6.48	0
6	标准	-19.27	0.358		6.48	0
070	标准	无穷大	0.358		5.175835	0
8	标准	19.27	1.399903	N-BAX4	6.48	0
9	标准	7.97	2.5	N-PK51	6.48	0
10	标准	无穷大	43	FX	6.48	0
11	标准	无穷大	1.481813	LITHONIL-Q	6.48	0
12	标准	18	1.748944	N-LAF44	6.48	0
13	标准	-85.7	6.333147		6.48	0
13A	标准	-14.75463			4.20289	0

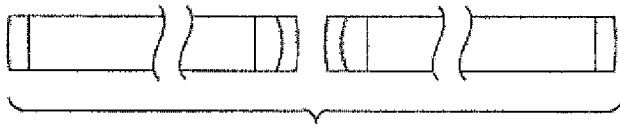
[0041] 表面数据总结 :B1 psk3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
B0A	标准	无穷大	9.303554		4.2	0
1	标准	139.6	2.25	N-LAS731A	6.48	0
2	标准	-16.99	1.5	LITHONIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	42.98	PSK3	6.48	0
4	标准	无穷大	2.5	N-PK51	6.48	0
5	标准	-10.96	1.4	R-K2P53	6.48	0
6	标准	-20.17	0.358		6.48	0
B7C	标准	无穷大	0.358		5.405834	0
8	标准	20.17	1.4	N-K1P53	6.48	0
9	标准	10.96	2.5	N-PK51	6.48	0
10	标准	无穷大	42.98	PSK3	6.48	0
11	标准	无穷大	1.5	LITHONIL-Q	6.48	0
12	标准	16.99	2.25	N-LAS731A	6.48	0
13	标准	-139.6	9.303554		6.48	0
TMA	标准	-16.51257			4.202587	0

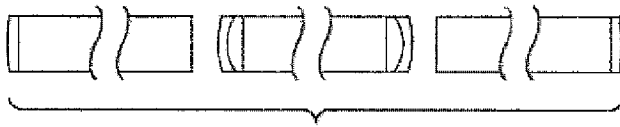
[0042] 表面数据总结 :B0 psk3

表面注释	类型	半径	厚度	玻璃	直径	圆角
B0A	标准	无穷大	6.8		4.2	0
1	标准	99	2	N-LAS741	6.48	0
2	标准	-16.16	1.295	LITHONIL-Q	6.48	0
3	标准	无穷大	42.75	R-PSK3	6.48	0
4	标准	无穷大	2.485	N-PK51	6.48	0
5	标准	-9.744733	1.2	R-K2P54	6.48	0
6	标准	-18.77853	0.358		6.48	0
B7C	标准	无穷大	0.358		5.281368	0
8	标准	18.77853	1.2	R-K2P54	6.48	0
9	标准	9.744733	2.485	N-PK51	6.48	0
10	标准	无穷大	42.75	R-PSK3	6.48	0
11	标准	无穷大	1.295	LITHONIL-Q	6.48	0
12	标准	16.16	2	N-LAS741	6.48	0
13	标准	-99	6.8		6.48	0
TMA	标准	-16.24172			4.201002	0

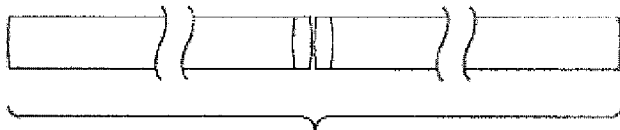
成对



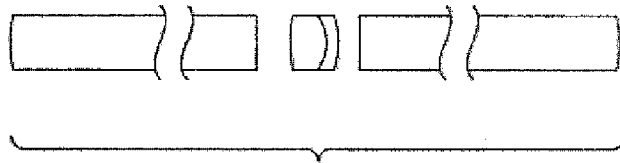
原始的Hopkins (KS)



旧的Henke Sass Wolf



Hopkins II (KS)



Olympus

其它已知的透镜组装件



高度校正的中继系统

图 1

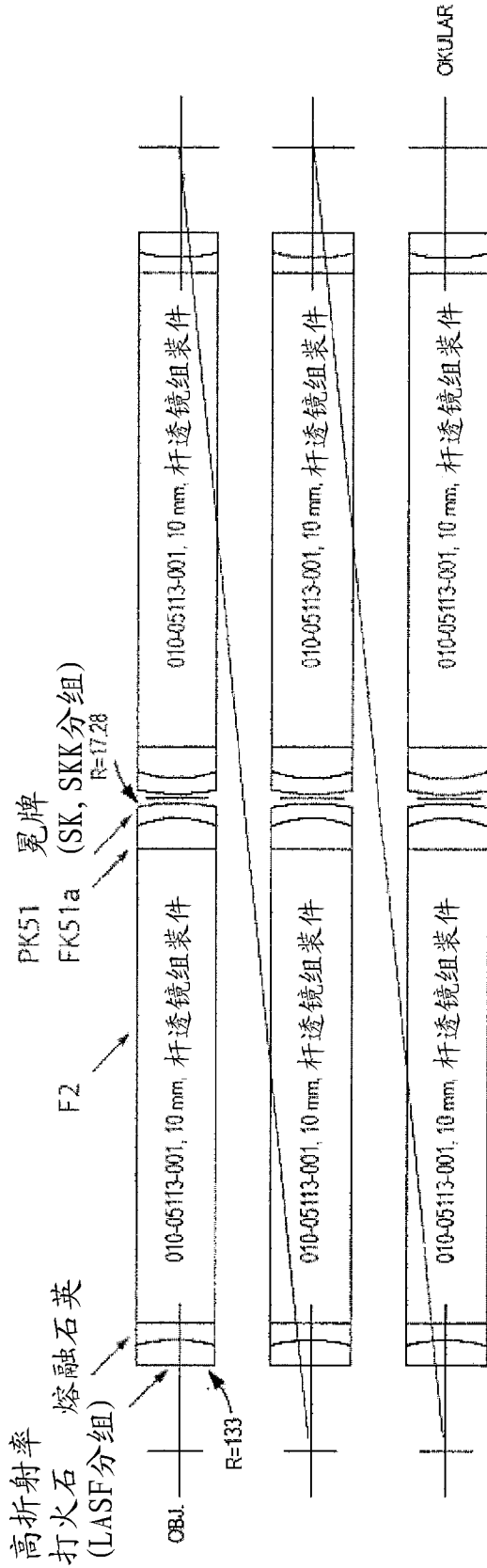


图 2

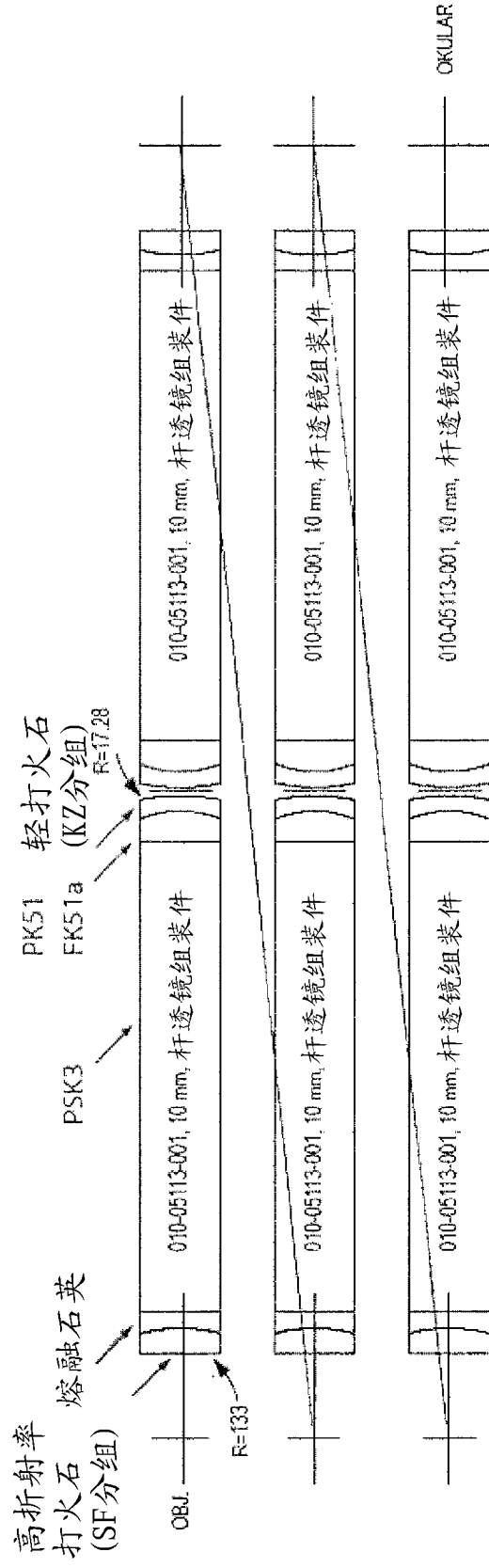


图 3

