



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103969789 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201310027054. 2

(22) 申请日 2013. 01. 25

(71) 申请人 北京威斯顿亚太光电仪器有限公司

地址 102208 北京市昌平区沙河镇小沙河村
北京榆河湾旅馆 205 房间

(72) 发明人 王涌天 禹璐 程德文 刘小华

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006. 01)

A61B 1/00 (2006. 01)

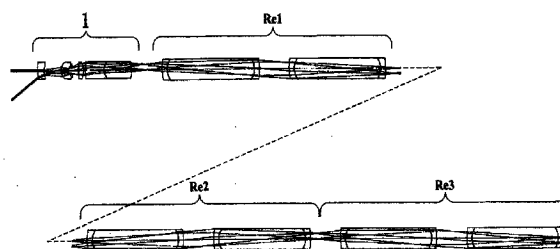
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

超高像质硬管内窥镜光学系统

(57) 摘要

本发明提出一种超高像质硬管内窥镜的 4 毫米光学系统,包括物镜组和中继系统。物镜组包括前透镜组和后透镜组两部分。其中前透镜组由第一、二透镜组组成,后透镜组由第三、四透镜组组成,孔径光阑位于前后透镜组之间;中继系统由奇数对放大率为 1 : 1 的转像透镜组成,其中包含两个完全相同三胶合棒状透镜,相邻棒状透镜间距离相等,将物镜所成的像在工作镜管内多次传递;最终的像通过目镜由人眼或 CCD 探测器接收。该系统全视场角在 70° 以内,入瞳直径最大达到 0. 3mm,理论中心分辨率最高为 211p/mm,MTF 曲线在 1201p/mm 处的值大于 0. 3,经过测试,可实现超高清成像;对准光源时像面无杂光,其结构简单、像质优良且成本较低。附图说明图 1 为高清硬管内窥镜光学系统图,其中 1 为物镜组。



1. 一种超高像质硬管内窥镜光学系统,其视场角在 70° 以内,包括物镜组和中继系统。
2. 如权利要求 1 所述的内窥镜光学系统,其物镜组焦距满足 $1\text{mm} < \text{EFL} < 2\text{mm}$,中继系统放大率为 $1 : 1$ 。
3. 如权利要求 2 所述的物镜组,其特征在于:包括前透镜组和后透镜组,前透镜组包括第一透镜组、第二透镜组;后透镜组包括第三透镜组及第四透镜组;孔径光阑位于前后透镜组之间。第一透镜组为负透镜组,面型为平凹型;第二透镜组负透镜组,面型为弯月形;第三透镜组为正单透镜,面型为双凸型;第四透镜是一组双胶合透镜,由一片弯月形负透镜和一片双凸正透镜胶合而成。
4. 如权利要求 3 所述的物镜组,其特征在于:光线通过物镜组成一个倒立的中间像,中间像面位于物镜组后的空气中。
5. 如权利要求 3 所述的物镜组,其第一透镜组及第二透镜组之间有较大的空气间隔,第二透镜组的镜片厚度较小,采用此种结构特点的内窥镜物镜可以完全消除进入系统的杂光。
6. 如权利要求 2 所述的内窥镜中继系统,其特征在于:由奇数对转像透镜组成,每对转像透镜包含两个完全相同的棒状三胶合透镜,三胶合透镜由 2 片相同的弯月形透镜胶合在对称双凸棒状单透镜两端面而成,相邻两棒状透镜的间距相等,棒镜材料的折射率均小于 1.8,成本较低。
7. 如权利要求 6 所述的中继系统,其特征在于:由物镜组所成的中间像经由中继系统传递奇数次,在转像组间的空气间隔中形成中间像,相邻的中间像大小相等,方向相反;在中继系统后的中间像为正立的。
8. 如权利要求 2 所述的内窥镜系统,其入瞳直径最大达到 0.3mm,最高理论中心分辨率约为 211p/mm,实际测量中心分辨率可达到理论值,可实现超高清成像。
9. 如权利要求 2 所述的内窥镜系统,其特征在于:所述内窥镜系统的视场角在 70° 以内,120lp/mm 处的 MTF 值大于 0.3,畸变经数字图像处理小于 2%,其它各像差均得到良好的校正,特别是减小了像场弯曲,扩大了景深。
10. 如权利要求 1 至 9 所述的硬管内窥镜光学系统,以镜管直径 4 毫米为例,对于其它直径镜管的硬管内窥镜光学系统,原理一致,结构类似,只需参数上做微调。

超高像质硬管内窥镜光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超高像质硬管内窥镜的光学系统,特别涉及一种超高分辨率、可消除杂光、结构简单且像质良好的内窥镜光学系统。

背景技术

[0002] 医用内窥镜是经人体的天然孔道,或微创切口进入人体内进行观察及治疗的器械。它通过利用多组中继透镜组,来实现将其物镜所成的像在细长的镜筒中多次传递,最终经由目镜到达人眼或由 CCD 探测器接收。

[0003] 内窥镜光学系统的理论中心分辨率计算公式如下:

[0004]
$$r(d) = \frac{D}{1.22\lambda d} \quad (\text{lp/mm}) \quad (1)$$

[0005] 式中,D 为系统的入瞳直径,单位 mm; λ 为工作波长,单位 mm;d 为系统的光学工作距离。不同入瞳直径大小的内窥镜对应理论中心分辨率,以及观测分辨率板的分辨率的关系如表 1 所示:

[0006] 表 1

[0007]

入瞳直径D		理论中心分辨率 (lp/mm)	对应的分辨率 板、组	分辨率板、组的分辨率 (lp/mm)
L=20mm	L=40mm			
0.15	0.30	10.46	4#10组	10.5
0.16	0.32	11.16	4#11组	11.1
0.17	0.34	11.86	4#12组	11.8
0.18	0.36	12.56	4#13组、3#1组	12.5
0.19	0.38	13.25	3#2组	13.2
0.20	0.40	13.95	3#3组	14.0
0.21	0.42	14.65	3#3组	

[0008]

0.22	0.44	15.34	3#4组	14.9
0.23	0.46	16.04	3#5组	15.7
0.24	0.48	16.74	3#6组	16.7
0.25	0.50	17.44	3#6组	
0.26	0.52	18.14	3#7组	17.7
0.27	0.54	18.83	3#8组	18.7
0.28	0.56	19.53	3#8组	
0.29	0.58	20.23	3#9组	19.8
0.30	0.60	20.92	3#10组	21.0

[0009] 由公式可知,内窥镜的分辨率与系统的入瞳直径成正比,一般的医用内窥镜分辨率在 16.7lp/mm 以下,想要获得超高清像质,即较高的分辨率,就要扩大系统的入瞳直径;但由于其使用环境的特殊性,内窥镜的口径只有几毫米,入瞳直径过大将会使光线不能在有限孔径的镜筒中正常传播,产生较大的像差和杂光,影响系统成像。

发明内容

[0010] 本发明正是鉴于现有技术的这种状况而提出的,其目的在于提供一种能够获得超高分辨率、便于加工装调、像质良好且无杂光的内窥镜光学系统。

[0011] 为了达到上述目的,本发明提供以下方案。

[0012] 一种超高清像质硬管 4 毫米内窥镜,其结构包括物镜组和中继系统,所述物镜组、中继系统从物体侧依次排列,中继系统后接目镜或 CCD 探测器。

[0013] 本发明的一个实施例中,所述物镜组由前透镜组和后透镜组组成;前透镜组包括第 1 透镜组和第 2 透镜组;后透镜组包括第 3 透镜组和第 4 透镜组;孔径光阑位于前后透镜组之间。

[0014] 第 1 透镜组为一片负透镜,面型为平凹型,物体侧为平面,实现本发明具有较大的 70° 视场的目的;第 2 透镜组为一片弯月形负透镜;孔径光阑位于第 2 透镜组与第三透镜组之间;第 3 透镜组为一片正单透镜;第 4 透镜组为双胶合透镜,由一片弯月形负透镜和一片双凸正透镜胶合而成。

[0015] 本发明的一个实施例中,所述中继系统由奇数对转像透镜组组成,每对转像透镜组包含两个结构材料完全相同的棒状三胶合透镜,其结构为一个较长的双凸棒状单透镜,单透镜两端各胶合一片薄弯月形透镜,其中棒状单透镜结构对称,胶合的两片薄透镜结构形状及材料完全相同,即上述棒状三胶合透镜为完全对称的结构,其材料折射率均小于 1.8。上述奇数对转像透镜组在物镜组后依次排列,各棒镜之间距离相等。

[0016] 采用本发明的实施例,物体发出的光线经上述物镜组成 1 个倒立中间像,像面位于所述物镜组与中继系统之间的空气中;中间像在中继系统中被多次转像,每组转像组之间的空气中有大小相等方向倒转的中间像,在中继系统后得到正立的中间像,最终由目镜

或 CCD 探测器接收。

[0017] 在上述实施例中,系统的入瞳直径最高达到 0.3mm,根据式(1)计算得到的理论中心分辨率达到 20.92lp/mm,样机实测可分辨分辨率板的第 3#10 组条纹,实际分辨率最高为 21lp/mm,实现了超高清成像。

[0018] 在上述实施例中,所述物镜组的第 1、2 透镜间有比较大的空气间隔,第 2 透镜的镜片厚度较薄,孔径光阑位于第 2 透镜后,由于具有此种结构特点,该物镜组可以完全消除进入系统内部的杂光。

[0019] 在上述实施例中,组成中继系统的棒状透镜的材料结构相同,其材料折射率均小于 1.8,有效降低加工成本。

[0020] 在上述实施例中,最终成像在 120lp/mm 处各视场的 MTF 值均大于 0.3,各像差均得到很好的校正,像质理想。

[0021] 本发明的内窥镜光学系统,由物镜组及中继系统组成,可完全消除杂光的干扰,其结构简单,便于加工装调,视场角在 70° 以内的情况下能得到较好的像质,从而构成超高分辨率、无杂光、大视场、结构简单、像质良好的内窥镜光学系统。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明的实施例 1 的内窥镜光学系统的整体结构图,其中 1 为物镜组;

[0023] 图 2 是表示图 1 的物镜组的结构图;

[0024] 图 3 是表示图 1 的一组中继转像组的结构图;

[0025] 图 4 是本发明实施例 1 的内窥镜的像差图,其中 (A) 是 $D = 0.30\text{mm}$ 时的球差, (B) 是 $2\omega = 70^\circ$ 时的像散, (C) 是 $2\omega = 70^\circ$ 时的畸变, 1 是 d 光, 2 是 F 光, 3 是 C 光, 4 是子午, 5 是弧矢;

[0026] 图 5 是本发明的实施例 2 的内窥镜光学系统的整体结构图,其中 1 为物镜组;

[0027] 图 6 是表示图 5 的物镜组的结构图;

[0028] 图 7 是表示图 5 的一组中继转像组的结构图;

[0029] 图 8 是本发明实施例 2 的内窥镜的像差图,其中 (A) 是 $D = 0.30\text{mm}$ 时的球差, (B) 是 $2\omega = 70^\circ$ 时的像散, (C) 是 $2\omega = 70^\circ$ 时的畸变,其中 1 是 d 光, 2 是 F 光, 3 是 C 光, 4 是子午, 5 是弧矢;

具体实施方式

[0030] 下面,参照图 1~图 8 并结合实施例,进一步阐述本发明。

[0031] 图 1 是实施例的整体结构图,如图 1 所示,内窥镜的物镜组和中继系统中的所有光学元件均沿光轴在镜筒内依次排开。

[0032] 图 2 是实施例的物镜组的结构图,设置在内窥镜的头端部,包括前透镜组 G1 和后透镜组 G2,前后透镜组之间设有孔径光阑 S。

[0033] 前透镜组 G1 由第一透镜组 L1、第二透镜组 L2 组成,第一透镜组 L1 为负透镜,其面型为平凹型,面向物体侧为平面;第二透镜组为 L2 一负单透镜,面型为弯月形;第二透镜组 L2 后为孔径光阑 S;后透镜组 G2 由第三透镜组 L3 和第四透镜组 L4 组成。第三透镜组 L3 为一双凸型正透镜;第四透镜组 L4 为一双胶合透镜,由一片弯月形负透镜与一片双凸正透

镜胶合而成。

[0034] 光线在通过第一透镜组 L1 后,由于第一透镜组 L1 及第二透镜组 L2 间有很大的空气间隔,部分入射角较大的杂光投射到镜筒内壁,被其全部吸收;剩下的杂光被光阑 S 阻挡;通过光阑 S 的光线全部为成像光线,因此杂光被全部消除,像面上只有光源对应的像点。

[0035] 图 3 是实施例的一组中继转像组的结构图,设置在物镜组之后,包括第五透镜组 L5 和第六透镜组 L6,第五透镜组 L5 的前端为物镜所成的中间像,第六透镜组 L6 的后端为此转像组所成的中间像。

[0036] 第五透镜组 L5 由三片透镜胶合组成,透镜 51 为一片弯月形负透镜,透镜 52 为对称的双凸型棒状透镜,透镜 53 与透镜 51 的结构材料相同。第六透镜组 L6 与第五透镜组 L5 完全相同。

[0037] 如图 1,中继系统包含奇数组图 3 所示的转像组,相邻转像组之间的距离相等。中继系统中,每组转像组间隔的中心位置为中间像,各相邻中间像的大小相等,方向相反。

[0038] 实施例 1

[0039] 如图 1 所示,在本实施例中,所述内窥镜的结构参数参见表 2。

[0040] 表 2

[0041]

入瞳直径 D=0.30mm 有效焦距 f'=-1.7mm 视场角 2ω=70°				
序号	曲率半径 r	面间隔 d	折射率 n	阿贝数 vd
物面	Infinity	Infinity		
1	Infinity	1.50	1.644	64.9
2	2.09	3.32		
3	2.17	1.65	1.755	27.6
4	1.95	0.72		
孔径光阑	Infinity	1.19		
6	7.39	1.70	1.592	46.1
7	-2.60	0.39		
8	20.24	3.62	1.755	37.6
9	1.68	5.50	1.487	70.4
10	-3.24	6.00		
11	8.22	1.60	1.753	30.2
12	3.65	18.30	1.694	39.8

[0042]

13	-3.65	1.60	1.753	30.2
14	-8.22	5.86		
15	8.22	1.60	1.753	30.2
16	3.65	18.30	1.694	39.8
17	-3.65	1.60	1.753	30.2
18	-8.22	5.86		
19	8.22	1.60	1.753	30.2
20	3.65	18.30	1.694	39.8
21	-3.65	1.60	1.753	30.2
22	-8.22	5.86		
23	8.22	1.60	1.753	30.2
24	3.65	18.30	1.694	39.8
25	-3.65	1.60	1.753	30.2
26	-8.22	5.86		
27	8.22	1.60	1.753	30.2
28	3.65	18.30	1.694	39.8
29	-3.65	1.60	1.753	30.2
30	-8.22	5.86		
31	8.22	1.60	1.753	30.2
32	3.65	18.30	1.694	39.8
33	-3.65	1.60	1.753	30.2
34	-8.22	0.39		

[0043] 在上述表 1 中, r 表示透镜组各个表面的曲率半径, 单位为 mm; d 表示透镜组各个透镜面在光轴上的面间隔, 单位为 mm; n_d 表示透镜材料相对 d 光 (波长为 587.6nm) 的折射率; v_d 表示透镜材料相对 d 光的阿贝数。

[0044] 如图 5 所示, 图 5 为本发明实施例的像差图, 其中 (A) 是球差, (B) 是像散, (C) 是畸变; 在各像差图中的像差以 d 光为基准波长, 球差表示了 C 光和 F 光的像差, D 表示入瞳直径, 2ω 表示全视场角。

[0045] 实施例 2

[0046] 如图 5 所示, 在本实施例中, 所述内窥镜的结构参数参见表 3。

[0047] 表 3

[0048]

入瞳直径 $D=0.30\text{mm}$	有效焦距 $f=-1.5\text{mm}$	视场角 $2\omega=70^\circ$
------------------------	------------------------	------------------------

[0049]

序号	曲率半径 r	面间隔 d	折射率 n	阿贝数 vd
物面	Infinity	Infinity		
1	Infinity	1.20	1.744	44.9
2	1.08	3.00		
3	1.72	1.05	1.755	47.6
4	0.89	0.75		
孔径光阑	Infinity	2.09		
6	5.70	2.18	1.646	48.2
7	-5.24	2.15		
8	11.35	1.00	1.755	27.6
9	3.72	4.49	1.539	65.5
10	-4.06	5.76		
11	10.62	2.06	1.753	30.4
12	2.85	21.80	1.721	39.3
13	-2.85	2.06	1.753	30.4
14	-10.62	5.45		
15	10.62	2.06	1.753	30.4
16	2.85	21.80	1.721	39.3
17	-2.85	2.06	1.753	30.4
18	-10.62	5.45		
19	10.62	2.06	1.753	30.4
20	2.85	21.80	1.721	39.3
21	-2.85	2.06	1.753	30.4
22	-10.62	5.45		
23	10.62	2.06	1.753	30.4
24	2.85	21.80	1.721	39.3
25	-2.85	2.06	1.753	30.4
26	-10.62	5.45		
27	10.62	2.06	1.753	30.4
28	2.85	21.80	1.721	39.3
29	-2.85	2.06	1.753	30.4
30	-10.62	5.45		
31	10.62	2.06	1.753	30.4
32	2.85	21.80	1.721	39.3
33	-2.85	2.06	1.753	30.4
34	-10.62	0.36		

[0050] 在上述表 1 中, r 表示透镜组各个表面的曲率半径, 单位为 mm ; d 表示透镜组各个透镜面在光轴上的面间隔, 单位为 mm ; n_d 表示透镜材料相对 d 光 (波长为 587. 6nm) 的折射率 ; vd 表示透镜材料相对 d 光的阿贝数。

[0051] 如图 5 所示, 图 5 为本发明实施例的像差图, 其中 (A) 是球差, (B) 是像散, (C) 是畸变 ; 在各像差图中的像差以 d 光为基准波长, 球差表示了 C 光和 F 光的像差, D 表示入瞳直径, 2 ω 表示全视场角。

[0052] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征以及本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内,本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

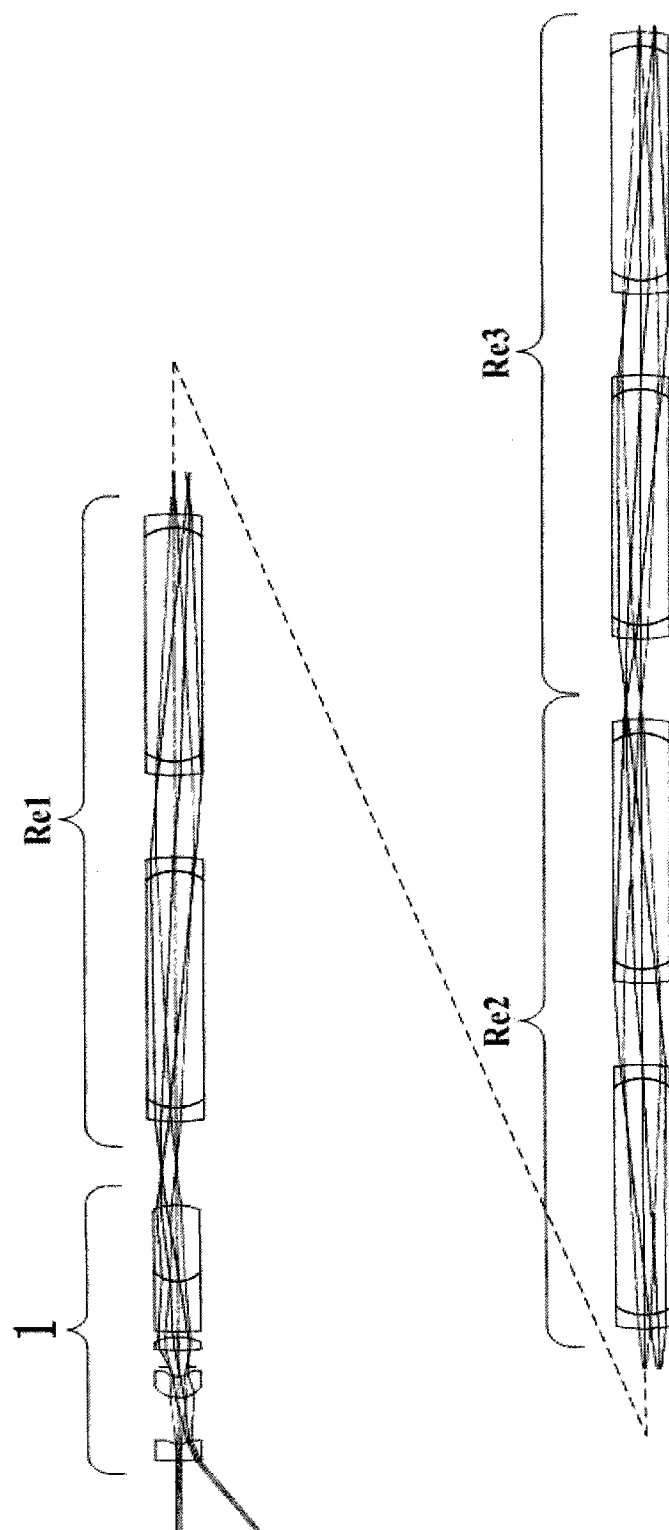


图 1

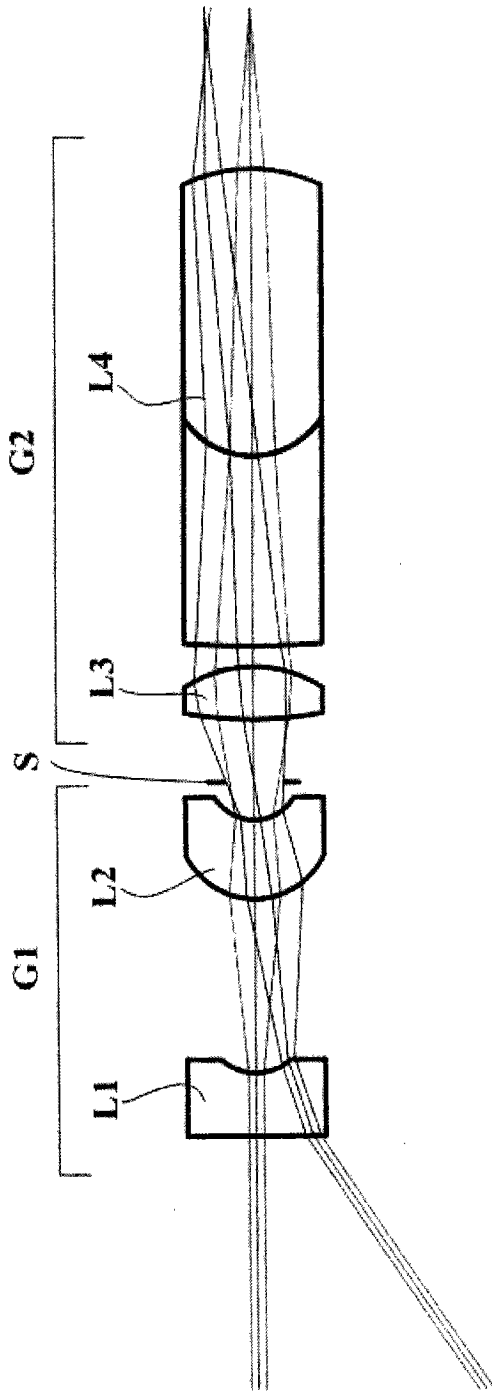


图 2

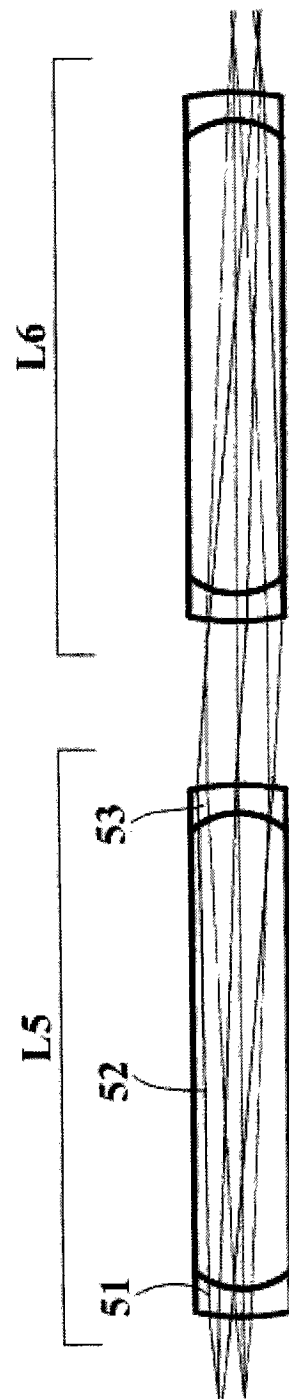


图 3

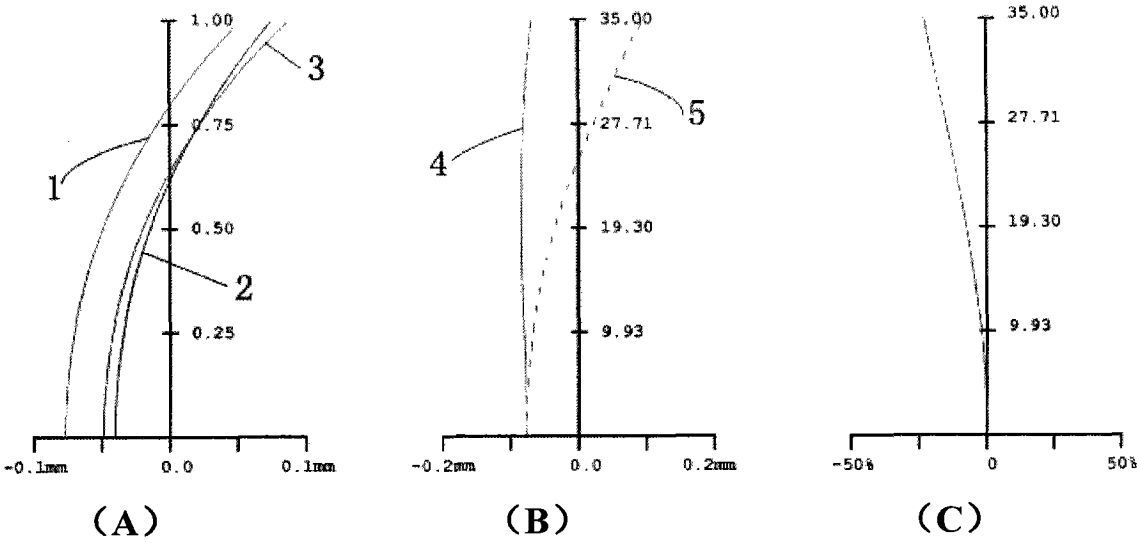


图 4

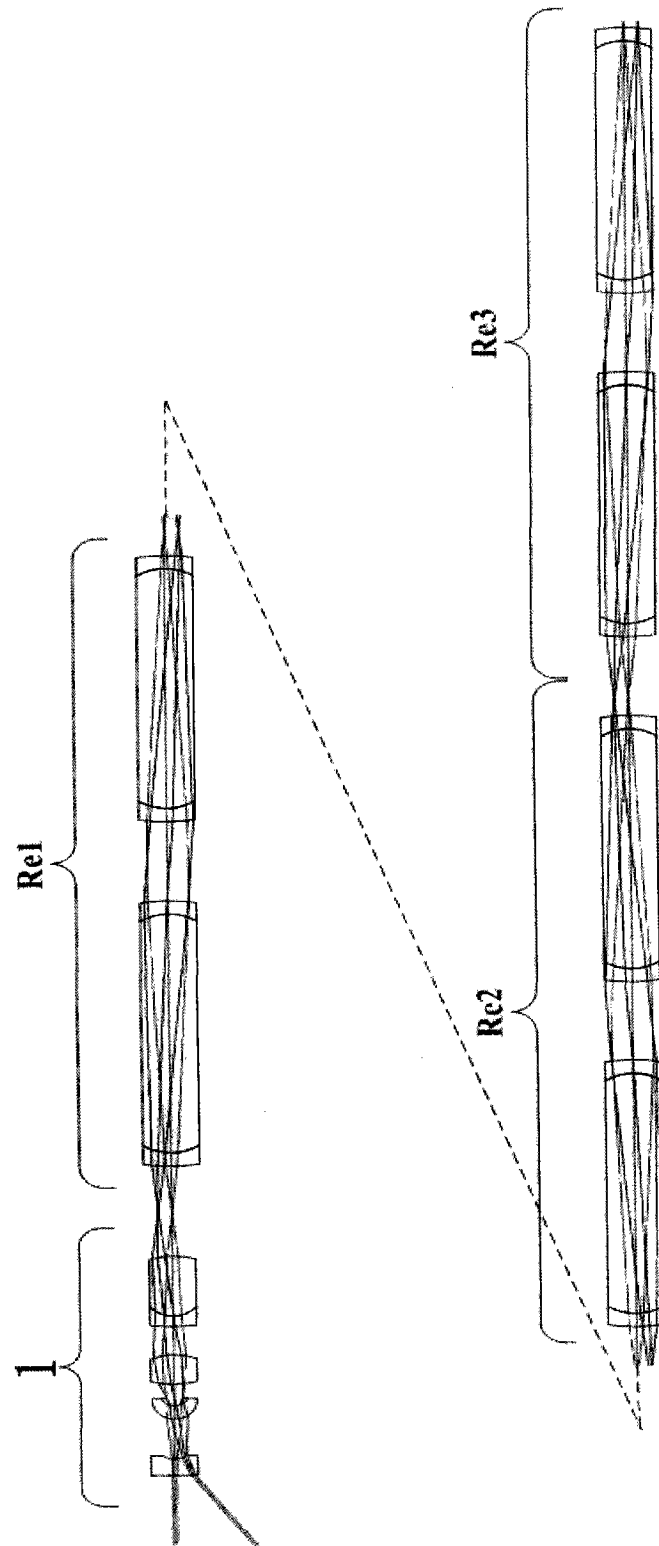


图 5

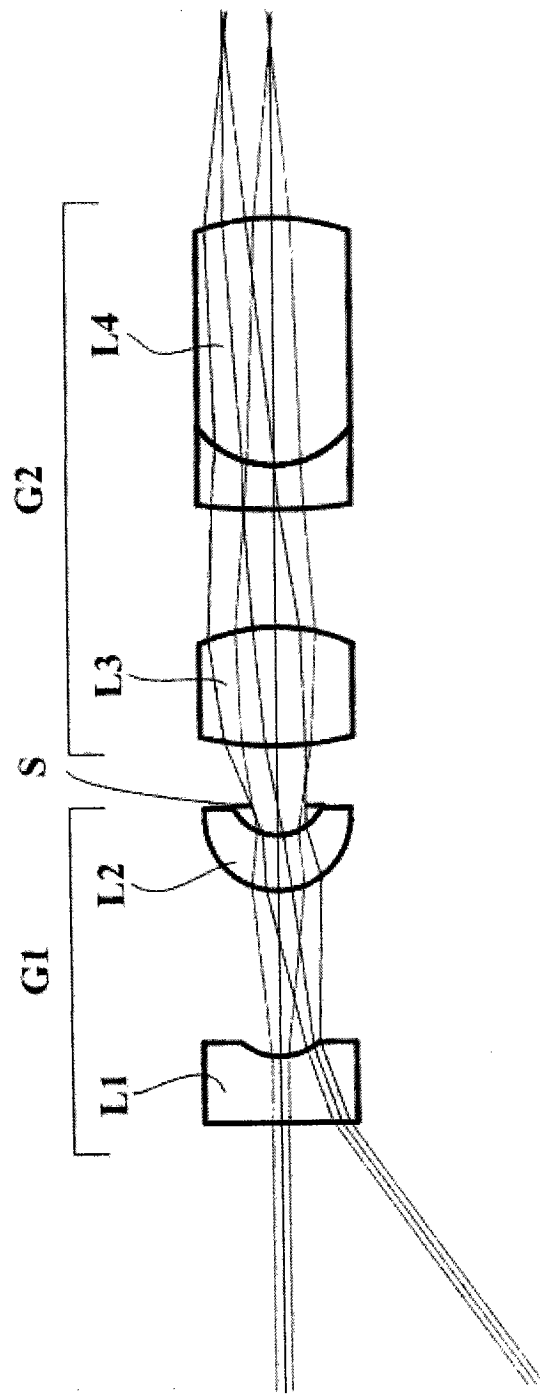


图 6

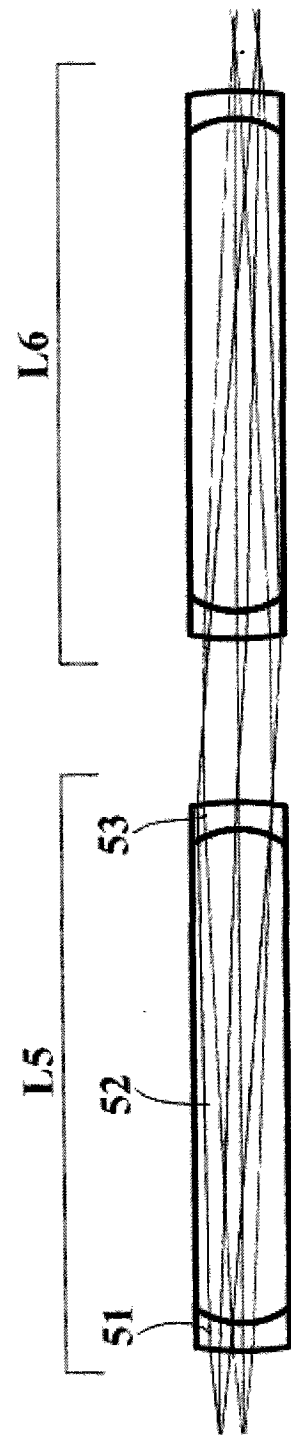


图 7

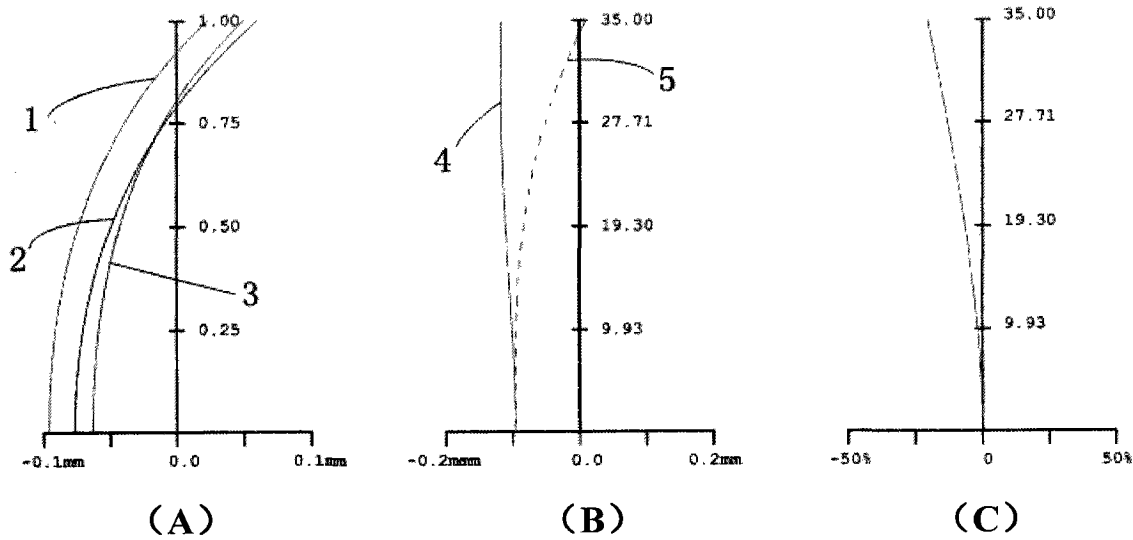


图 8

专利名称(译)	超高像质硬管内窥镜光学系统		
公开(公告)号	CN103969789A	公开(公告)日	2014-08-06
申请号	CN201310027054.2	申请日	2013-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	北京威斯顿亚太光电仪器有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京威斯顿亚太光电仪器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京威斯顿亚太光电仪器有限公司		
[标]发明人	王涌天 禹璐 程德文 刘小华		
发明人	王涌天 禹璐 程德文 刘小华		
IPC分类号	G02B13/00 A61B1/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提出一种超高像质硬管内窥镜的4毫米光学系统，包括物镜组和中继系统。物镜组包括前透镜组和后透镜组两部分。其中前透镜组由第一、二透镜组组成，后透镜组由第三、四透镜组组成，孔径光阑位于前后透镜组之间；中继系统由奇数对放大率为1:1的转像透镜组成，其中包含两个完全相同三胶合棒状透镜，相邻棒状透镜间距离相等，将物镜所成的像在工作镜管内多次传递；最终的像通过目镜由人眼或CCD探测器接收。该系统全视场角在70°以内，入瞳直径最大达到0.3mm，理论中心分辨率最高为21lp/mm，MTF曲线在120lp/mm处的值大于0.3，经过测试，可实现超高清成像；对准光源时像面无杂光，其结构简单、像质优良且成本较低。附图说明图1为高清硬质内窥镜光学系统图，其中1为物镜组。

