



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106605164 B

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201580022991.6

(22)申请日 2015.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106605164 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(30)优先权数据
61/947776 2014.03.04 US
62/084292 2014.11.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2015/050158 2015.03.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/131278 EN 2015.09.11

(73)专利权人 诺瓦达克技术公司
地址 加拿大安大略省

(72)发明人 F.A.摩尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李湘 陈岚

(51)Int.Cl.
G02B 27/00(2006.01)
A61B 1/06(2006.01)
G02B 1/00(2006.01)
H04N 7/015(2006.01)

(56)对比文件
EP 0646821 A2,1995.04.05,说明书第[3-5]页,附图1-6.

US 2007081166 A1,2007.04.12,说明书第[0059-0061]段,附图2-5.

CN 1230115 C,2005.12.07,说明书第4页,附图9-10.

EP 1777942 A3,2010.02.17,全文.

US 2009135612 A1,2009.05.28,全文.

审查员 吴迪

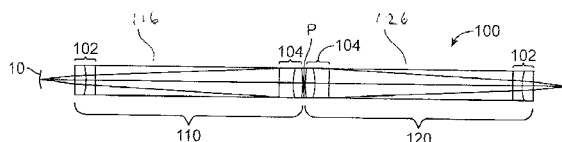
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

用于宽带成像的中继透镜系统

(57)摘要

提供一种光学系统,其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及第一与第二中继杆之间的透镜。



1. 一种光学系统,包括:
第一材料的第一中继杆;
与所述第一材料不同的第二材料的第二中继杆,其中,所述第一中继杆和第二中继杆相互之间相对于所述光学系统的光瞳或共轭光瞳是几何对称的;以及
所述第一中继杆与第二中继杆之间的透镜,
其中,所述第一中继杆和第二中继杆没有光功率,
其中,与将相同材料用于所述第一中继杆和第二中继杆二者相比,所述第一材料和第二材料选择成降低跨所述光学系统的视场的波前误差。
2. 如权利要求1所述的光学系统,其中,所述透镜包括第一中继物镜和第二中继物镜。
3. 如权利要求2所述的光学系统,其中,所述第一中继物镜和第二中继物镜具有相同设计和材料。
4. 如权利要求1所述的光学系统,其中,所述系统的光瞳区域处于空气中。
5. 如权利要求1所述的光学系统,还包括:
第三材料的第三中继杆;
第四材料的第四中继杆,所述第四材料与所述第三材料不同;以及
所述第三中继杆与第四中继杆之间的透镜。
6. 如权利要求5所述的光学系统,其中,所述第一材料和第三材料是相同的,以及所述第二材料和第四材料是相同的。
7. 如权利要求1至6中的任一项所述的光学系统,还包括检测从460 nm至850 nm的光的检测器。
8. 一种包括如权利要求1至7中的任一项所述的光学系统的内窥镜。
9. 一种补偿中继透镜系统中的色散的方法,所述方法包括:
提供第一材料的第一中继杆;
提供与所述第一材料不同的第二材料的第二中继杆,其中,所述第一中继杆和第二中继杆相互之间相对于所述中继透镜系统的光瞳或共轭光瞳是几何对称的;以及
提供所述第一中继杆与第二中继杆之间的透镜,
其中,所述第一中继杆和第二中继杆没有光功率,
其中,与将相同材料用于所述第一中继杆和第二中继杆二者相比,所述第一材料和第二材料选择成降低跨所述中继透镜系统的视场的波前误差。

用于宽带成像的中继透镜系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及2014年3月4日提交的美国临时申请No. 61/947776以及2014年11月25日提交的美国临时申请No. 62/084292,通过引用方式将其公开内容结合到本文中。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及光学透镜系统领域。更具体来说,本公开涉及供宽带成像中使用的杆型中继透镜系统。

背景技术

[0004] 医疗内窥镜用来经过在体壁或皮肤中并且经过体壁或皮肤所创建的小开口或者通过现有开口或小孔来查看身体内部器官和组织。例如,荧光内窥镜检查是一种内窥镜检查方法,其中向患者注射荧光染料,并且采用具有特定激励波长的光来激励荧光染料。激励的荧光染料发射特定发射波长的光,其比激励波长要长,使得包含染料的组织和/或脉管的可视化能够相对于常规白光内窥镜检查而得到增强。

发明内容

[0005] 一个或多个实施例针对一种光学系统,其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及第一与第二中继杆之间的透镜。

[0006] 与将相同材料用于第一和第二中继杆二者相比,第一和第二材料可选择成降低跨光学系统的视场的波前误差。第一和第二中继杆可以没有光功率。第一和第二中继杆可以没有光驱动表面。

[0007] 第一和第二中继杆相互之间相对于光学系统的光瞳或者共轭光瞳可以是几何对称的。透镜可包括第一中继物镜和第二中继物镜。第一和第二中继物镜可具有相同设计和材料。系统的光瞳区域可处于空气中。

[0008] 光学系统可包括第三材料的第三中继杆、第四材料的第四中继杆以及第三与第四中继杆之间的透镜,第四材料与第三材料不同。第一和第三材料是相同的,以及第二和第四材料可以是相同的。

[0009] 光学系统可包括检测器以检测从460 nm至850 nm的光。

[0010] 光学系统可处于内窥镜中。

[0011] 一个或多个实施例针对一种套件,其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及将要插入第一与第二中继杆之间的透镜。

[0012] 透镜可包括第一中继物镜和第二中继物镜。第一和第二中继物镜具有相同设计和材料。

[0013] 一个或多个实施例针对一种补偿中继透镜系统中的色散的方法,该方法包括提供第一材料的第一中继杆,提供与第一材料不同的第二材料的第二中继杆,并且提供第一与第二中继杆之间的透镜。

附图说明

[0014] 通过参照附图来详细描述示例性实施例,本领域的技术人员将会清楚地知道特征,附图包括:

[0015] 图1A和图1B示出按照一实施例的中继器对;

[0016] 图1C示出按照一实施例的多个中继器对;

[0017] 图2示出折射率和阿贝值在经过中继器组时如何相互影响;

[0018] 图3是示例性玻璃类型的折射率与波长的图表;

[0019] 图4是示出各种玻璃类型的部分色散与反色散的图表;

[0020] 图5是示出示例性玻璃的折射率与阿贝数的图表;以及

[0021] 图6A至图6C示出比较示例和按照实施例的示例的MTF与空间频率的曲线。

具体实施方式

[0022] 下面将参照附图更全面地描述示例实施例;但是,它们可通过不同形式来体现,而不应当被理解为局限于本文所述实施例。相反,提供这些实施例,使得本公开将是全面和完整的,并且将使本领域的技术人员全面了解示例性实现。一般来说,可能情况下,对应或相似参考标号在附图中通篇用来表示相同或对应的部件。

[0023] 内窥镜的光学设计要求随着诸如图像传感器和固态照明之类的新技术的引入而改变。为仅是视觉用途而设计的内窥镜可对跨越486 nm直到656 nm的区域的F、d、C光来优化。为机器视觉而设计的内窥镜(其中照相装置将在监视器上显示图像)可与进一步延伸到蓝光(例如460 nm)的照射波长配合操作。另外,在可见波带之外的其他波带域(例如近红外区域(700 nm至900 nm))中使组织和身体结构可视化的需要也是存在的,其中组织对光是最大透明的,并且其中染料(例如靛青绿(ICG)荧光)被用作标记。另外,随着具有比早期NTSC或PAL格式更小并且更多像素的高清晰度(HD)视频图像传感器的引入,内窥镜所要求的分辨率也相应增加。在使用内窥镜的诊断和治疗这两个过程中,提供引导影像和荧光标记是有利的。相应地,在可见波带中以及在人类视觉之外的较长波长区域中,高分辨率成像是需要的。

[0024] 必须考虑操作波长来设计包括内窥镜的成像光学系统。材料的折射性质使得不同波长的光将沿经过光学系统的略微不同的通路传播,并且到达略微不同的图像平面。为了确保不同波长的图像平面充分靠近以免使图像质量降级,系统的设计必须考虑这些折射性质。

[0025] 设计供例如跨460 nm至850 nm之间的波长的宽带使用的系统可具有一个或多个图像传感器。如果系统具有两个传感器(例如一个用于可见光区域以及一个用于近红外区域),则系统的设计可单独考虑可见光的图像质量和近红外区域的图像质量的问题,因为各区域将具有其自己对应的传感器。但是,如果系统借助单个图像传感器操作,则系统必须将其整个操作波带的所有的光都聚焦到一个图像平面上。这后一种条件更为困难,但是也对设计的其余部分提供了更大的效用,因为这样可使用单个传感器。

[0026] 设计供例如可见光和近红外的宽带使用并且设计用于单个传感器操作的系统要求对色差(例如轴向颜色)作严格控制。不同波长的光聚焦在离光学器件不同的距离处。轴向颜色产生于色散、即衍射材料中的折射率与波长的变化。对色散的灵敏度随着 $f/\#$ 变快而

增加。

[0027] 因此,一个或多个实施例针对提供一种中继透镜系统,其抵消光经过系统传播时的色散效应,如以下详细论述。

[0028] 按照一实施例,提供一种光学系统,其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及第一与第二中继杆之间的透镜。在一实施例中,与将相同材料用于第一和第二中继杆相比,第一和第二材料选择成降低跨光学系统的视场的波前误差。在其他实施例中,第一和第二中继杆没有光功率,或者没有光驱动表面。在一实施例中,第一和第二中继杆相互之间相对于光学系统的光瞳或者共轭光瞳是几何对称的。

[0029] 在又一个实施例中,光学系统还可包括第三材料的第三中继杆、第四材料的第四中继杆以及第三与第四中继杆之间的透镜,第四材料与第三材料不同。在一实施例中,第一和第三材料是相同的,以及第二和第四材料是相同的。

[0030] 图1A和图1B示出使用单个检测器的宽带系统的示例性中继器对100。图1A示出轴上波束,以及图1B示出轴外波束。图1C示出在检测器200处产生正立图像的奇数个中继器对。具体来说,物镜10之后的图像是倒立的,因此任何奇数个中继器对(例如1、3、5、7等)将产生正立图像。

[0031] 中继器对包括第一中继杆透镜组合件110和第二中继杆透镜组合件120。第一和第二中继杆透镜组合件110、120的每个分别包括杆116、126以及选择成提供从例如460 nm的下限到例如850 nm的上限的颜色校正的多个接合透镜。具体来说,接合透镜可包括中继场透镜102和中继物镜104,两者在这里均示为双联体。

[0032] 杆116、126由补偿如图2所示的中继器对100中的残余波前误差的不同材料来制成。图2中的衍射受限中继器对示出围绕光瞳区域P的折射率对称性以及围绕光瞳区域P的阿贝数不对称性。

[0033] 中继器对100以单位放大倍数的方式操作。中继杆透镜组合件110和120的接合透镜围绕第一与第二中继杆组合件110、120之间的光瞳(或孔径光阑)130是对称或镜像的。换言之,中继场透镜102和中继物镜104在整个中继器对100中是相同的,即相同材料、相同配方等。

[0034] 虽然基于波前误差和MTF性能来优化设计,并且虽然这个过程通过引入相长的其他色差将抵消一些像差,但是它有助于探究传统条件下的问题,例如通过考虑赛德尔误差下的系统可发现的问题。虽然典型的中继器对的对称设计将校正例如彗形、失真、横向色差等的奇赛德尔像差,但是这种对称性并未校正例如球形、像散、场曲、轴向色差等的偶赛德尔像差。当图像平面仍然限定为单个检测器时,由于波长带宽的增加,轴向色差受到特别关注。中继器光瞳的不同侧上的附加透镜或不同透镜可用来校正色散,但是这增加成本和复杂度。

[0035] 但是通过将不同的材料用于按照实施例的第一和第二中继杆透镜组合件110、120中的中继杆,可保持中继器对100的基本形式。换言之,由于通过为第一和第二中继杆透镜组合件110、120中的中继杆116、126选择适当的材料,使得中继杆的材料本身引入了色散,因此当在其它方面整个中继器对100使用相同的元件时,可补偿对中继器对100的色散。中继杆没有携带光功率,代替的做法是在不使用全内反射的情况下,将中继杆用来使驱动元件之间的空间看上去具有较短的光路距离。

[0036] 因此,通过将中继杆的材料当作另一种自由度来处理,可改变中继器对100中的色散(也即校正)而无需修改基本形式。中继杆透镜组合件110和120将具有几乎相同的焦距,以便满足所需的单位放大倍数。第一杆116和第二杆126相互之间相对于光瞳是对称的。但是如上所述,第一杆116由第一玻璃类型制成,以及第二杆126由第二玻璃类型制成。第二玻璃类型不同于第一玻璃类型。在设计中,第一玻璃类型和第二玻璃类型被选择为降低光学系统中的残余波前误差。当使用不同的杆材料时,就另外的方面而言,这对中继和杆透镜组合件以相同的方式配置,例如相同长度、相同的透镜元件、相同的几何形式等。

[0037] 参照图3,可以看到,对于任何波长,不同材料具有不同的局部切线(导数)。因此,玻璃材料不仅呈现不同的聚合色散(不同的反阿贝数),而且还呈现不同的部分色散,该部分色散是带宽子集内的色散的量度。图4示出SCHOTT®的光学玻璃分类的部分色散(P_gF)随反色散(阿贝数或 V_d)变化的方式。

[0038] 首先就其透射性质而选择中继杆玻璃材料;设计人员可构建按照透射而分级的设计专用材料列表,然后拟定排名靠前的候选材料用于其余的属性(例如折射率、色散、系数等)。一般来说,相当程度上契合于在中继杆中使用的光学玻璃趋向于具有在35与65之间的阿贝数以及1.5与1.65之间的折射率(参见图5的折射率与阿贝数的曲线,其中由SCHOTT®制成的具有50与60之间的阿贝数的一些合适的玻璃包括例如N-PSK3、N-BALF5、N-SK2、N-BAK2、N-K5和N-KF9)。将构成外部元件的玻璃则可基于其他设计要求(例如其相对于透镜接合的另一侧的相邻玻璃的热系数)来选择。跨所有场位置的最小波前误差的优化将该形式驱使为围绕光瞳关于折射率是对称的,而围绕光瞳关于阿贝数(或者反色散)是不对称的。衍射限制解决方案的示例在图2中示出。外部元件(即中继物镜和场透镜)在中继器光瞳的两侧是相同的。各中继杆透镜组合件的焦距几乎相同,但是因不同杆材料引起的中继杆透镜组合件的部分色散对残余波前误差具有补偿效果。

[0039] 图6A至图6C示出比较示例与按照实施例的示例中的色散。图6A示出F/4.5中继器的光学传递函数(OTF)的模量(MTF)与单位为每毫米周期数的空间频率的曲线,其中相同的材料(这里为N-PSK3)用于具有三个中继器对的30 cm可见-近红外内窥镜的中继器系统中的两种中继杆。图6B示出MTF与空间频率的曲线,其中使用与用于图6A相同的中继器系统的元件,除了中继杆的相同材料为N-BALF5之外。图6C示出MTF与空间频率的曲线,其中使用与用于图6A相同的中继器系统的元件,除了不同材料被用于中继器光瞳的相对侧的中继杆之外。例如,第一材料(这里为N-PSK3)用于第一中继杆,以及第二材料(这里为N-BALF5)用于第二材料。将图6A与图6C进行比较,通过将两种不同材料用于中继杆,显著改进了横向轴外光线的MTF。

[0040] 概括而言,内窥镜通常包括修长、纤细、刚性或者半刚性的光学柱,其安装于观察机构或成像器上或者与观察机构或成像器安装在一起。当插入和定位内窥镜供使用时,被观察对象的图像通过在内窥镜的插入端或远端的物镜来形成。图像经过中继透镜系统(由一组或多组中继透镜组成),沿柱传递到位于内窥镜的观察端或近端的观察器(包括目镜或观察透镜)或摄像机或成像器。

[0041] 中继透镜系统将根据所使用的光学柱的数量一次或多次重构在物镜处形成的图像。单个中继器将形成一个图像。附加中继器可用来形成附加图像。这些元件的目的不是产生许多图像,而是将图像场传送到另一个位置。内窥镜较窄以便减小切口的大小。因为被研

究对象可能在体内深处,所以内窥镜较长。由远端的物镜所形成的图像被中继透镜系统沿内窥镜的长度方向中继到近端。

[0042] 当用于内窥镜中时,中继透镜可以很窄,例如小于6.5 mm的直径和大约20 mm至50 mm的长度。大多数内窥镜的正确操作需要三组或更多组中继透镜。透镜的数量一般取决于特定内窥镜的长度和特殊要求和/或预计的应用场合。因为物镜和各中继器组以单位放大倍数的方式产生由上向下反转的图像,并且因为标准内窥镜应当产生正立图像,所以通常使用奇数个中继透镜,使得光学系统在目镜或检测器处所产生的图像是正立的。

[0043] 为了得到好的图像质量,内窥镜光学系统的主要透镜像差应当得到很好的校正。中继透镜通常以单位放大倍数的方式工作,其中透镜被配置成围绕中继器的内部光阑平面(即中继器中的光瞳)是对称的。该组条件将导致由中继器光瞳之前的透镜所形成的奇赛德尔像差被中继器光瞳之后的透镜抵消。但是,偶赛德尔像差得不到校正。如上所述,随着光学系统使用的工作波带的增加,这些偶赛德尔像差更成问题。

[0044] 按照上述实施例,将不同材料用于中继器光瞳的相对侧的中继杆可允许补偿色散而无需改变中继器的基本形式。换言之,通过在中继器光瞳的相对侧使用不同的杆材料,中继器光瞳的相对侧的其他元件(例如物镜和场透镜)可以是相同的,使得当使用不同的杆材料时,中继杆透镜组合件对在其它方面被配置得相同,例如相同的长度、相同的透镜元件、相同的几何形式等。

[0045] 按照另一个实施例,还提供一种补偿中继透镜系统中的色散的方法。该方法包括提供第一材料的第一中继杆,提供与第一材料不同的第二材料的第二中继杆,并且提供第一与第二中继杆之间的透镜。

[0046] 按照又一实施例,提供一种套件,其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及插入第一与第二中继杆之间的透镜。在一实施例中,透镜包括第一中继物镜和第二中继物镜。在一实施例中,第一和第二中继物镜具有相同的设计和材料。

[0047] 本文公开了示例实施例,并且虽然采用特定术语,但是仅按照通用和描述意义而不是为了进行限制的目的来使用和解释它们。在一些情况下,如本领域的技术人员清楚地知道,到本申请的提交时为止,结合具体实施例所述的特征、特性和/或元件可单独使用或者与结合其他实施例所述的特征、特性和/或元件结合使用,除非另加具体说明。相应地,本领域的技术人员将会理解,可进行形式和细节上的各种变更而不背离如以下权利要求书所述的本发明的精神和范围。例如,虽然具体示例针对内窥镜,但是实施例可与具有类似波带和单检测器要求的其他成像系统(例如管道镜)一起使用。

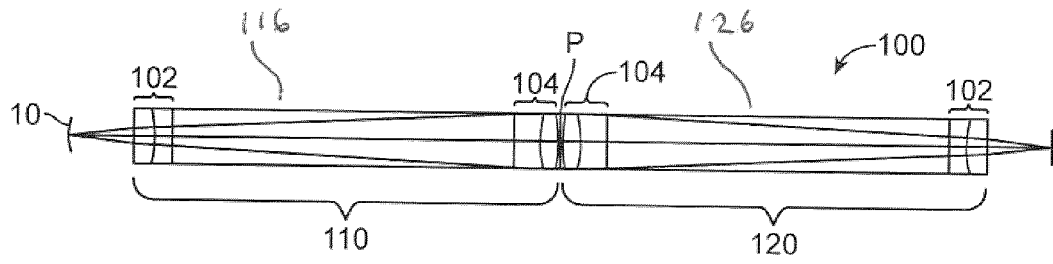


图 1A

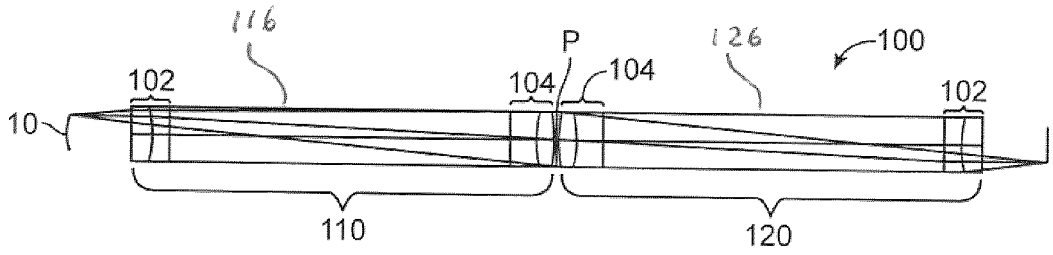


图 1B

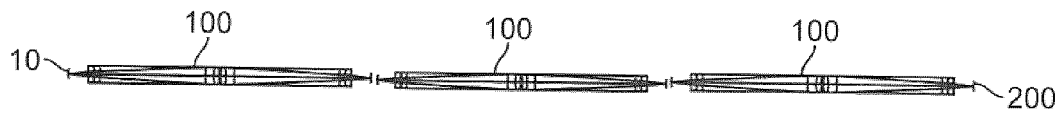


图 1C

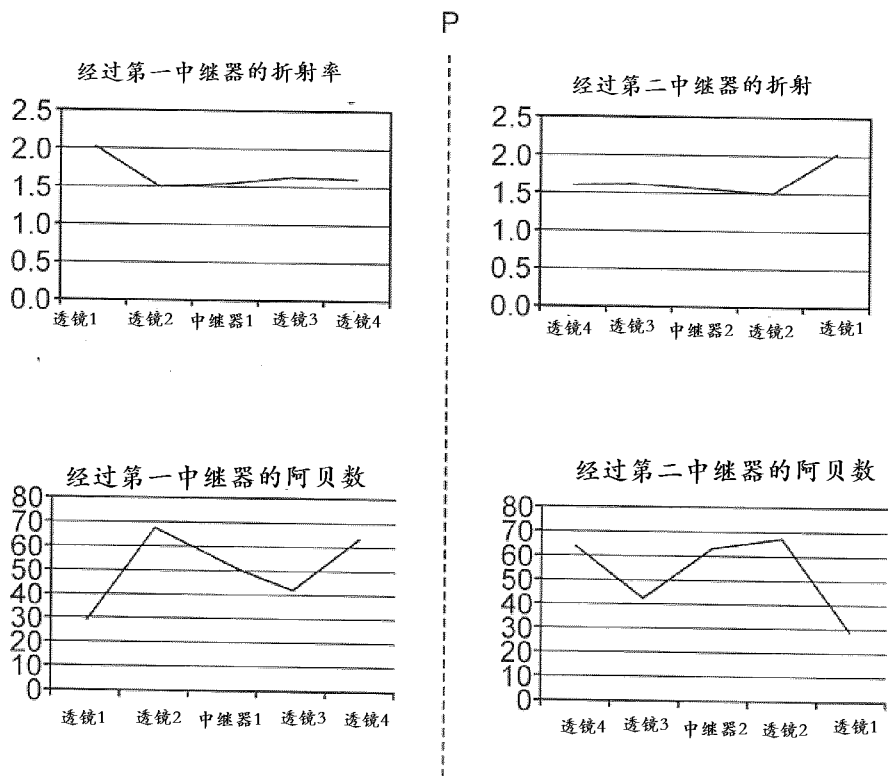


图 2

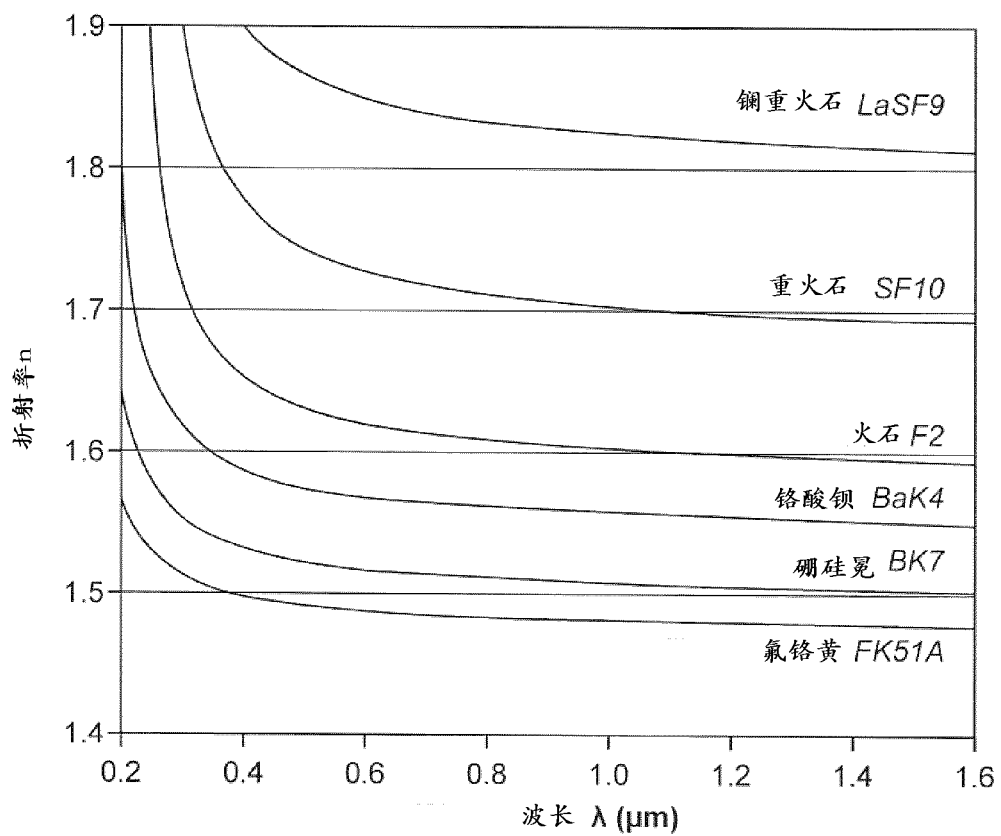


图 3

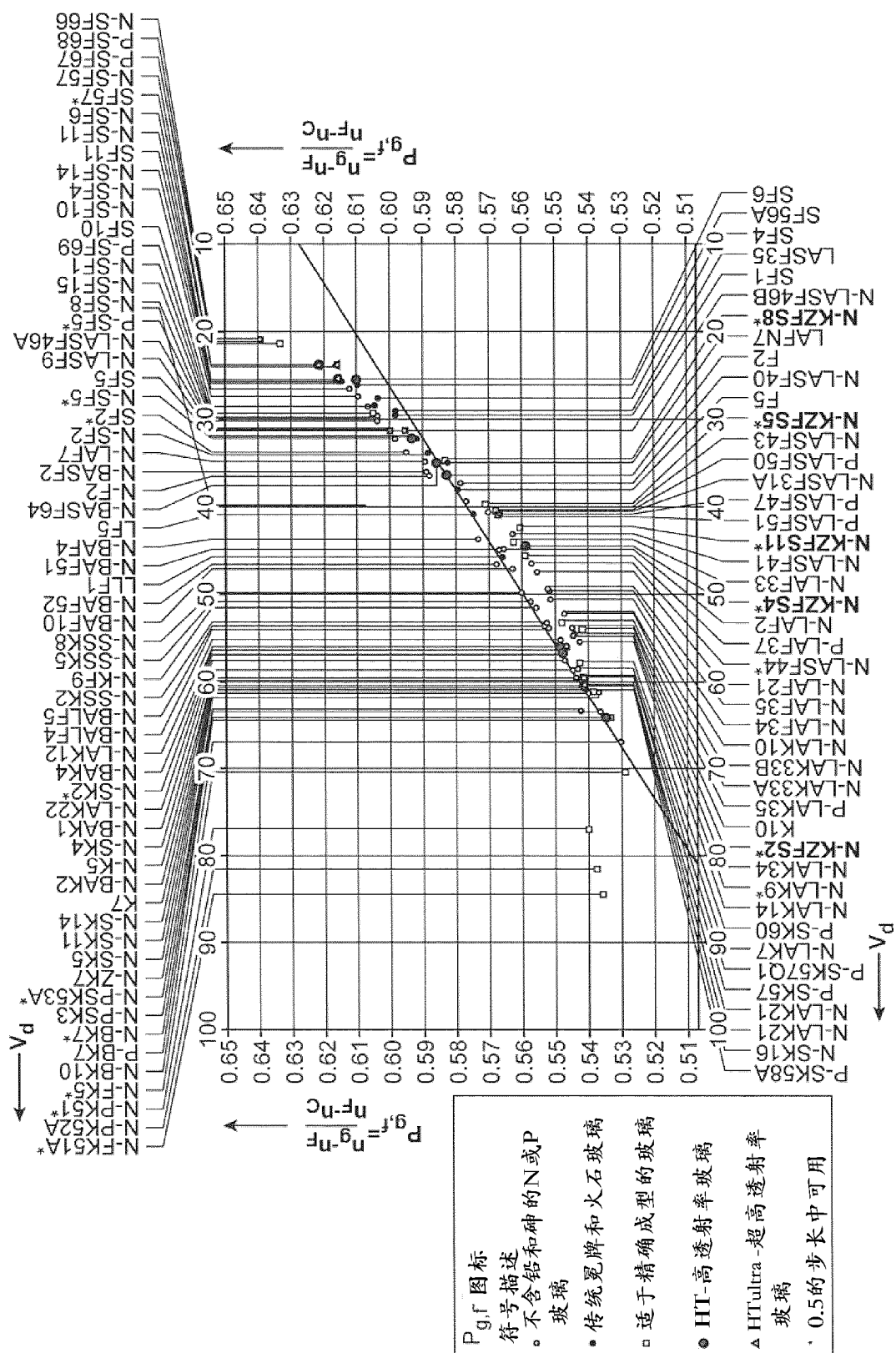


图 4

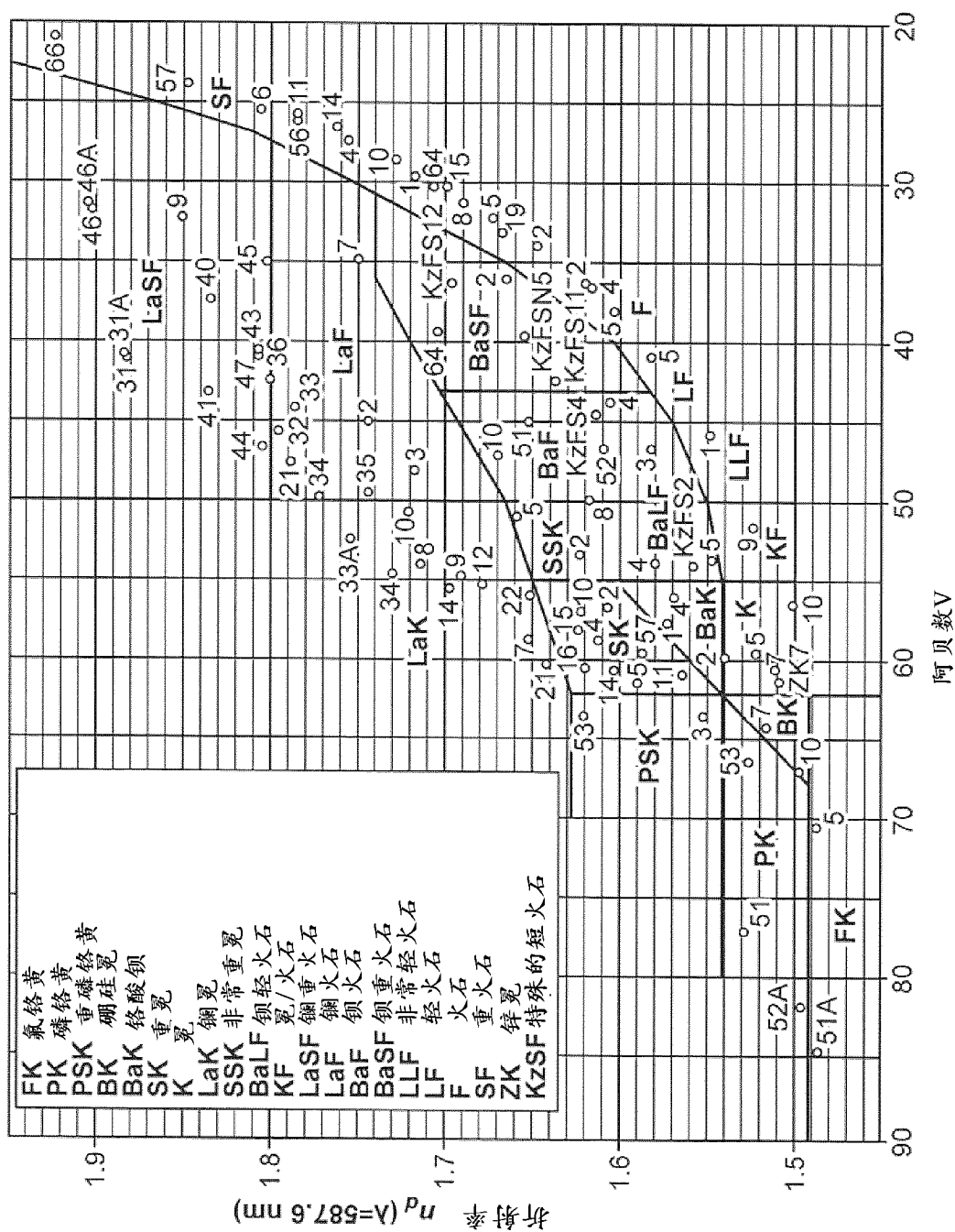


图 5

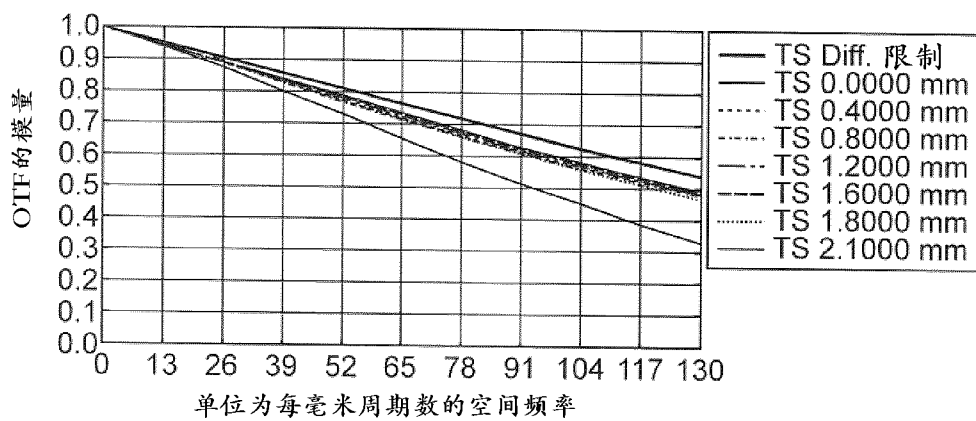


图 6A

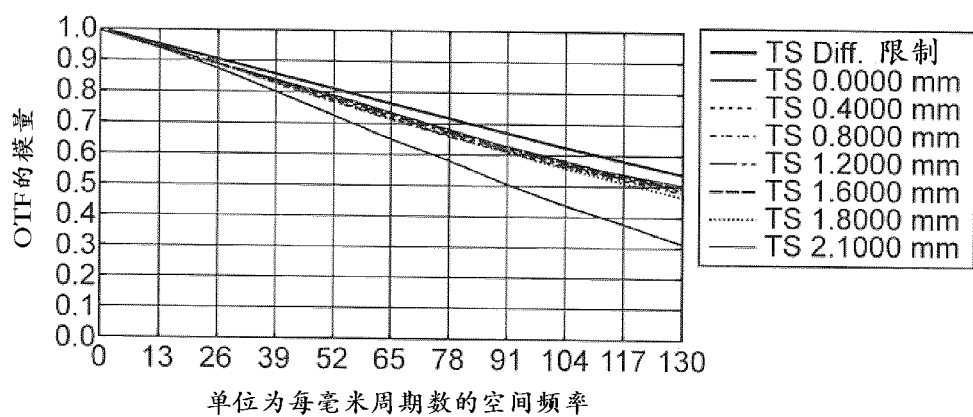


图 6B

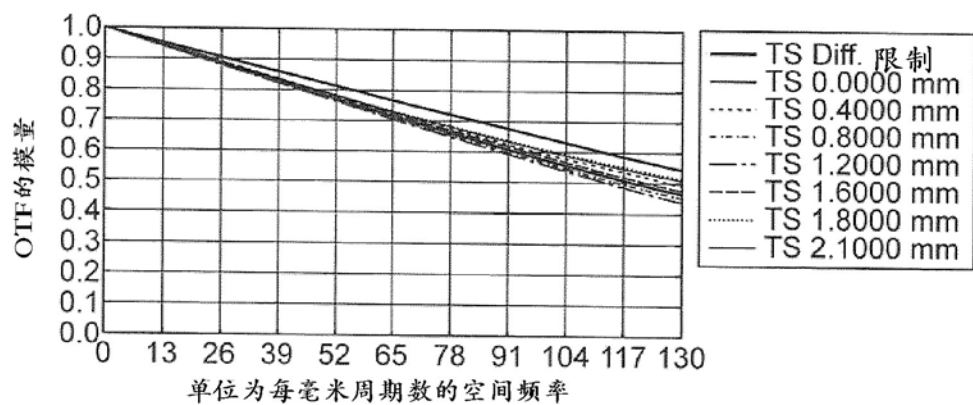


图 6C

专利名称(译)	用于宽带成像的中继透镜系统		
公开(公告)号	CN106605164B	公开(公告)日	2020-04-24
申请号	CN201580022991.6	申请日	2015-03-03
[标]申请(专利权)人(译)	诺瓦达克技术公司		
申请(专利权)人(译)	诺瓦达克技术公司		
当前申请(专利权)人(译)	诺瓦达克技术公司		
发明人	F.A.摩尔		
IPC分类号	G02B27/00 A61B1/06 G02B1/00 H04N7/015		
CPC分类号	A61B1/055 G02B13/0095 G02B23/2446 G02B27/0062 H04N2005/2255 A61B1/002		
代理人(译)	李湘 陈岚		
审查员(译)	吴迪		
优先权	61/947776 2014-03-04 US 62/084292 2014-11-25 US		
其他公开文献	CN106605164A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种光学系统，其包括第一材料的第一中继杆、与第一材料不同的第二材料的第二中继杆以及第一与第二中继杆之间的透镜。

