



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101907763 A

(43) 申请公布日 2010.12.08

(21) 申请号 201010200994.3

(22) 申请日 2010.06.11

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 王立强 冯志锋 段会龙 陆祖康

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 韩介梅

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

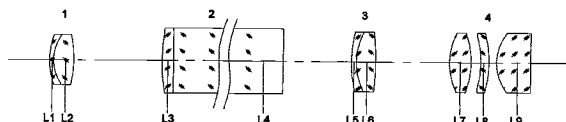
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜

(57) 摘要

本发明涉及一种激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜,包括四个透镜组,能够将不同入射角度的激光束耦合进体内,形成对体内组织不同位置的扫描照明,并激发扫描位置处的荧光标记物,将荧光信号耦合至体外探测器。本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜可实现高分辨率高清晰度成像,具有大数值孔径、高灵敏度和微型化特点。



1. 激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜,其特征在于:包括同光轴装置的四个透镜组,第一透镜组至第四透镜组从像方至物方依次排列;

第一透镜组(1),是由第一和第二透镜(L1、L2)胶合组成的 $f \cdot \theta$ 透镜,其中第一透镜(L1)面向物方为凹面,面向像方为凸面;第二透镜(L2)面向物方为凸面,面向像方为凸面,用于激光共聚焦显微内窥镜扫描;

第二透镜组(2),是由第三和第四透镜(L3、L4)胶合组成的传像透镜,第二透镜组(2)的长度和直径比大于15,其中第三透镜(L3)面向物方为平面,面向像方为凸面;第四透镜(L4)面向物方为平面,面向像方为平面,用于激光共聚焦显微内窥镜传像;

第三透镜组(3),由第五和第六透镜(L5、L6)胶合组成,其中第五透镜(L5)面向物方为凹面,面向像方为凸面;第六透镜(L6)面向物方为凸面,面向像方为凸面;

第四透镜组(4),由三个分离装置的第七、第八和第九透镜(L7、L8、L9)组成,其中第七透镜(L7)面向物方为凸面,面向物方为凸面;第八透镜(L8)面向物方为凸面,面向物方为凹面,第九透镜(L9)面向物方为平面,面向物方为凸面。

2. 根据权利要求1所述的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜,其特征在于:上述九个透镜(L1~L9)共有十五个镜面,第一透镜(L1)的凸面为第一镜面,第一透镜(L1)和第二透镜(L2)的胶合面为第二镜面,第二透镜(L2)的凸面为第三镜面,第三透镜(L3)的凸面为第四镜面,第三透镜(L3)和第四透镜(L4)的胶合面为第五镜面,第四透镜(L4)面向物方的平面为第六镜面,第五透镜(L5)的凸面为第七镜面,第五透镜(L5)和第六透镜(L6)的胶合面为第八镜面,第六透镜(L6)的凸面为第九镜面,第七透镜(L7)面向像方的凸面为第十镜面,第七透镜(L7)面向物方的凸面为第十一镜面,第八透镜(L8)的凹面为第十二镜面,第八透镜(L8)的凸面为第十三镜面,第九透镜(L9)的凸面为第十四镜面,第九透镜(L9)的平面为第十五镜面,15个镜面的结构参数见表1;

表 1

镜面号	曲率半径 (mm)	镜面距离 (mm)	镜面半径 (mm)	玻璃材料
1	$R1 = 14.9700$	$D1 = 1.4500$	3.3187	ZF1_CHINA
2	$R2 = 7.6400$	$D2 = 3.7000$	3.3187	K9_CHINA
3	$R3 = -33.5000$	$D3 = 51.4476$	3.3187	
4	$R4 = 59.4500$	$D4 = 1.5500$	4.0000	ZF2_CHINA
5	$R5 = \infty$	$D5 = 129.5000$	4.0000	K9_CHINA
6	$R6 = \infty$	$D6 = 6.0000$	4.0000	
7	$R7 = 22.0000$	$D7 = 0.7000$	3.6000	TF3_CHINA
8	$R8 = 7.40000$	$D8 = 2.2000$	3.6000	H-FK61
9	$R9 = -105.2800$	$D9 = 19.6600$	3.6000	
10	$R10 = 10.2060$	$D10 = 2.5000$	3.6000	H-FK61
11	$R11 = -10.2060$	$D11 = 1.2900$	3.6000	
12	$R12 = -7.4000$	$D12 = 0.8000$	3.6000	ZF2_CHINA
13	$R13 = -22.0000$	$D13 = 1.0400$	3.6000	
14	$R14 = 6.2520$	$D14 = 5.0000$	3.6000	LAK3_CHINA
15	$R15 = -22.0000$	$D15 = 0.0000$	3.6000	

。

激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光共聚焦显微内窥镜,特别是涉及激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜。

背景技术

[0002] 医用内窥镜已经成为体内病变探索诊断和微创手术的必需设备,在临床医学的各个领域广泛应用。目前的内窥镜诊断在宏观尺度上观察体内组织,识别可疑区域,必要时钳取可疑组织到体外进行组织病理学诊断,是一个有创的过程,伴随着出血、感染、早期漏诊等风险。激光共聚焦显微内窥镜无需取样活检即可实现体内器官的实时高分辨率组织病理学诊断,并可使用荧光对比剂,特异性强,是早期病变无创诊断的重要方法,尤其对于常规内窥镜难以发现的癌变早期诊断具有重大意义。

[0003] 目前的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜多采用光纤束或单根光纤将激光和荧光信号分别导入体内和导出体外。光纤束允许将共聚焦扫描机构放置在体外,内窥镜探头可以细小,但图像清晰度受到光纤束本身栅格排列的严重影响,共聚焦图像的分辨力较低,而且由于相邻芯径的光线串扰,图像的对比度难以提高;单根光纤则要求共聚焦扫描机构必须放置在体内,实现比较难,尺寸也很大,并且光纤束和单根光纤均无法校正内窥镜系统的像差。

[0004] 有一些内窥镜采用 Hopkins 转像系统,相比一般转像系统,视场边缘的亮度得到较大改善,但是 Hopkins 转像系统数值孔径很小,导致分辨率不高,另外 Hopkins 转像系统是由十几片至几十片透镜组合起来的,能量损耗大,装配起来很困难。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种可实现高分辨率高清晰度成像、具有大数值孔径、高灵敏度和微型化特点的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜。

[0006] 为达到上述目的,本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜,包括同光轴装置的四个透镜组,第一透镜组至第四透镜组从像方至物方依次排列;

[0007] 第一透镜组,是由第一和第二透镜胶合组成的 $f \cdot \theta$ 透镜,其中第一透镜面向物方为凹面,面向像方为凸面;第二透镜面向物方为凸面,面向像方为凸面,用于激光共聚焦显微内窥镜扫描;

[0008] 第二透镜组,是由第三和第四透镜胶合组成的传像透镜,第二透镜组的长度和直径比大于 15,其中第三透镜面向物方为平面,面向像方为凸面;第四透镜面向物方为平面,面向像方为平面,用于激光共聚焦显微内窥镜传像;

[0009] 第三透镜组,由第五和第六透镜胶合组成,其中第五透镜面向物方为凹面,面向像方为凸面;第六透镜面向物方为凸面,面向像方为凸面;

[0010] 第四透镜组,由三个分离装置的第七、第八和第九透镜组成,其中第七透镜面向物方为凸面,面向物方为凸面;第八透镜面向物方为凸面,面向物方为凹面,第九透镜面向物

方为平面,面向物方为凸面。

[0011] 本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜采用望远式长径比(长度和直径比大于 15)的传像透镜代替传统的光纤束或单根光纤进行传像,采用 $f \cdot \theta$ 透镜进行扫描能够将不同入射角度的激光束耦合进体内,形成对体内组织不同位置的扫描照明,并激发扫描位置处的荧光标记物,将荧光信号耦合至体外探测器,实现了照明光路和成像光路的合二为一,缩小了内窥镜探头的尺寸,并能够实现高清晰度成像,图像分辨率接近衍射极限,相邻像素无信号串扰,图像对比度高,而且共聚焦扫描机构设置在体外,在获得高性能共聚焦扫描的同时,不增大内窥镜探头的尺寸,与现有传统硬性内窥镜兼容。同时采用望远式长径比传像透镜可以在整个内窥镜探头长度内进行像差校正,显微物镜的残留像差可由传像系统补偿,两者结合起来可获得更佳的成像质量。

[0012] 本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜为线性扫描系统,能够和二维扫描机构配合使用,实现激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜 XY 方向的扫描,水平的激光光束入射到二维扫描机构后被偏转,不同偏转角度的光线最终入射到目标物体不同的位置。实现了激光不同角度对应目标物体不同的位置,激光点在体内组织的扫描位移 Δx 与二维扫描机构转角 θ 成线性关系,即 $\Delta x = f \cdot \theta$,因此,本发明的物镜能够实现对不同扫描角度激光点位置的准确定位,灵敏度高。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜的结构示意图。

[0014] 图 2 是本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜的中心视场光学传递函数图。

[0015] 图 3 是本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜的外围视场光学传递函数图。

具体实施方式

[0016] 以下结合附图进一步说明本发明。

[0017] 参照图 1,本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜,包括同光轴装置的四个透镜组,第一透镜组至第四透镜组从像方至物方依次排列。

[0018] 第一透镜组 1,由第一、第二透镜 L1、L2 胶合组成的 $f \cdot \theta$ 透镜,其中第一透镜 L1 面向物方为凹面,面向像方为凸面;第二透镜 L2 面向物方为凸面,面向像方为凸面,用于激光共聚焦显微内窥镜扫描;

[0019] 第二透镜组 2,由第三、第四透镜 L3、L4 胶合组成的传像透镜,第二透镜组 2 的长度和直径比大于 15,其中第三透镜 L3 面向物方为平面,面向像方为凸面;第四透镜 L4 面向物方为平面,面向像方为平面,用于激光共聚焦显微内窥镜传像;

[0020] 第三透镜组 3,由第五、第六透镜 L5、L6 胶合组成,其中第五透镜 L5 面向物方为凹面,面向像方为凸面;第六透镜 L6 面向物方为凸面,面向像方为凸面;

[0021] 第四透镜组 4,由三个分离装置的第七、第八和第九透镜 L7、L8、L9 组成,其中第七透镜 L7 面向物方为凸面,面向物方为凸面;第八透镜 L8 面向物方为凸面,面向物方为凹面,第九透镜 L9 面向物方为平面,面向物方为凸面。

[0022] 实施例

[0023] 激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜的四个透镜组共有九个透镜,九个透镜共有十五

个镜面,第一透镜 L1 的凸面为第一镜面,第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的胶合面为第二镜面,第二透镜 L2 的凸面为第三镜面,第三透镜 L3 的凸面为第四镜面,第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的胶合面为第五镜面,第四透镜 L4 面向物方的平面为第六镜面,第五透镜 L5 的凸面为第七镜面,第五透镜 L5 和第六透镜 L6 的胶合面为第八镜面,第六透镜 L6 的凸面为第九镜面,第七透镜 L7 面向像方的凸面为第十镜面,第七透镜 L7 面向物方的凸面为第十一镜面,第八透镜 L8 的凹面为第十二镜面,第八透镜 L8 的凸面为第十三镜面,第九透镜 L9 的凸面为第十四镜面,第九透镜 L9 的平面为第十五镜面,假设 15 个镜面的结构参数如表 1 所示。

[0024] 表 1

[0025]

镜面号	曲率半径 (mm)	镜面距离 (mm)	镜面半径 (mm)	玻璃材料
1	$R1 = 14.9700$	$D1 = 1.4500$	3.3187	ZF1_CHINA
2	$R2 = 7.6400$	$D2 = 3.7000$	3.3187	K9_CHINA
3	$R3 = -33.5000$	$D3 = 51.4476$	3.3187	
4	$R4 = 59.4500$	$D4 = 1.5500$	4.0000	ZF2_CHINA
5	$R5 = \infty$	$D5 = 129.5000$	4.0000	K9_CHINA
6	$R6 = \infty$	$D6 = 6.0000$	4.0000	
7	$R7 = 22.0000$	$D7 = 0.7000$	3.6000	TF3_CHINA
8	$R8 = 7.40000$	$D8 = 2.2000$	3.6000	H-FK61
9	$R9 = -105.2800$	$D9 = 19.6600$	3.6000	
10	$R10 = 10.2060$	$D10 = 2.5000$	3.6000	H-FK61
11	$R11 = -10.2060$	$D11 = 1.2900$	3.6000	
12	$R12 = -7.4000$	$D12 = 0.8000$	3.6000	ZF2_CHINA
13	$R13 = -22.0000$	$D13 = 1.0400$	3.6000	
14	$R14 = 6.2520$	$D14 = 5.0000$	3.6000	LAK3_CHINA
15	$R15 = -22.0000$	$D15 = 0.0000$	3.6000	

[0026]

[0027] 图 2 和图 3 共计算了归一化坐标中 0(中心视场), 0.707(外围视场) 两个视场的传递函数值。由图 2 和图 3 的光学传递函数图可见, 本例在传递函数值为 0.30 时, 中心视场和外围视场两个视场的传递函数值能达到 400lp/mm 和 350lp/mm 的分辨率。表明本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜能够实现高分辨率高清晰度成像。在本例给出的 15 个镜面的结构参数下, 物镜的数值孔径能达到 0.35。

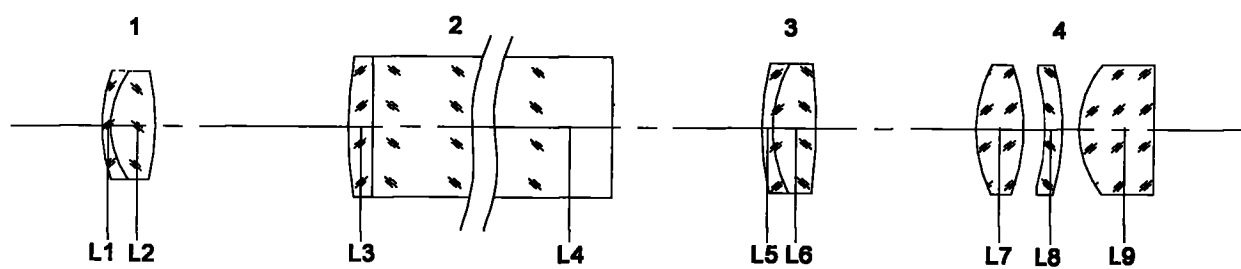


图 1

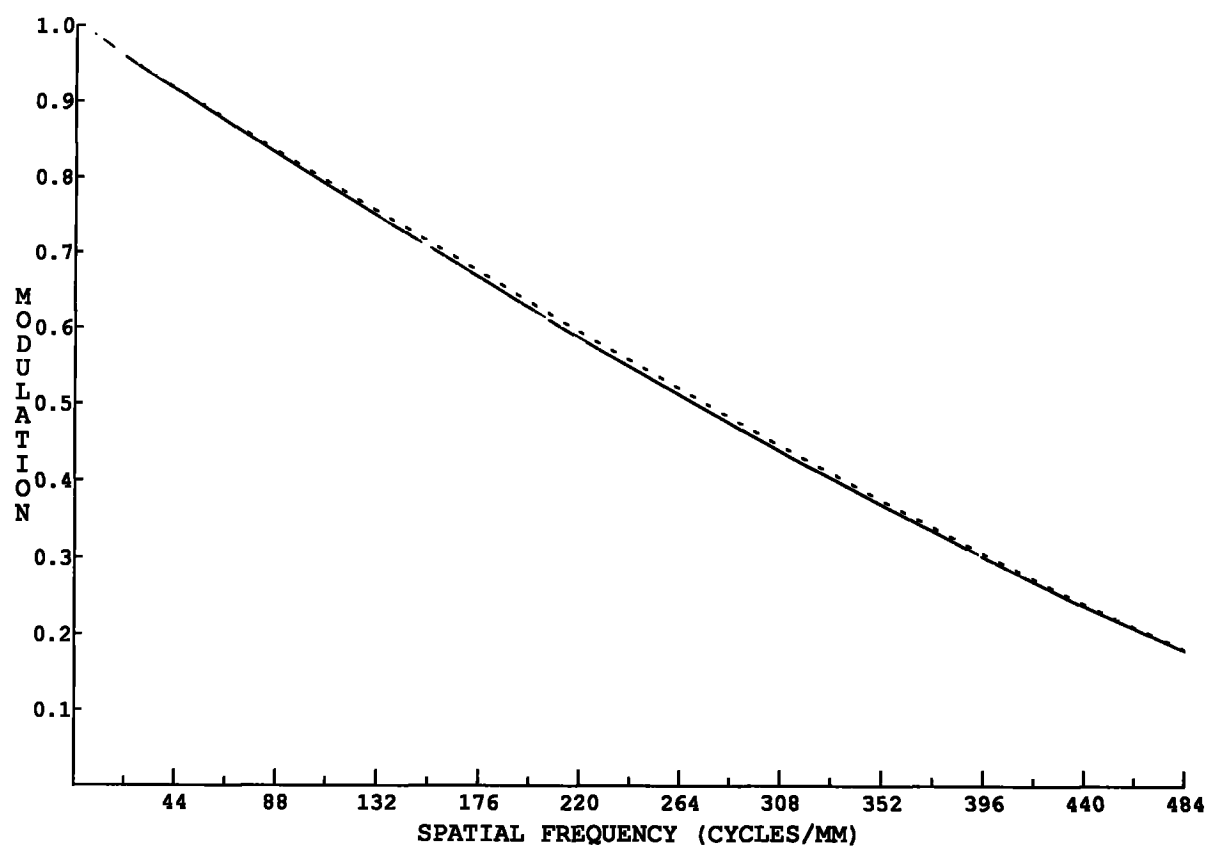


图 2

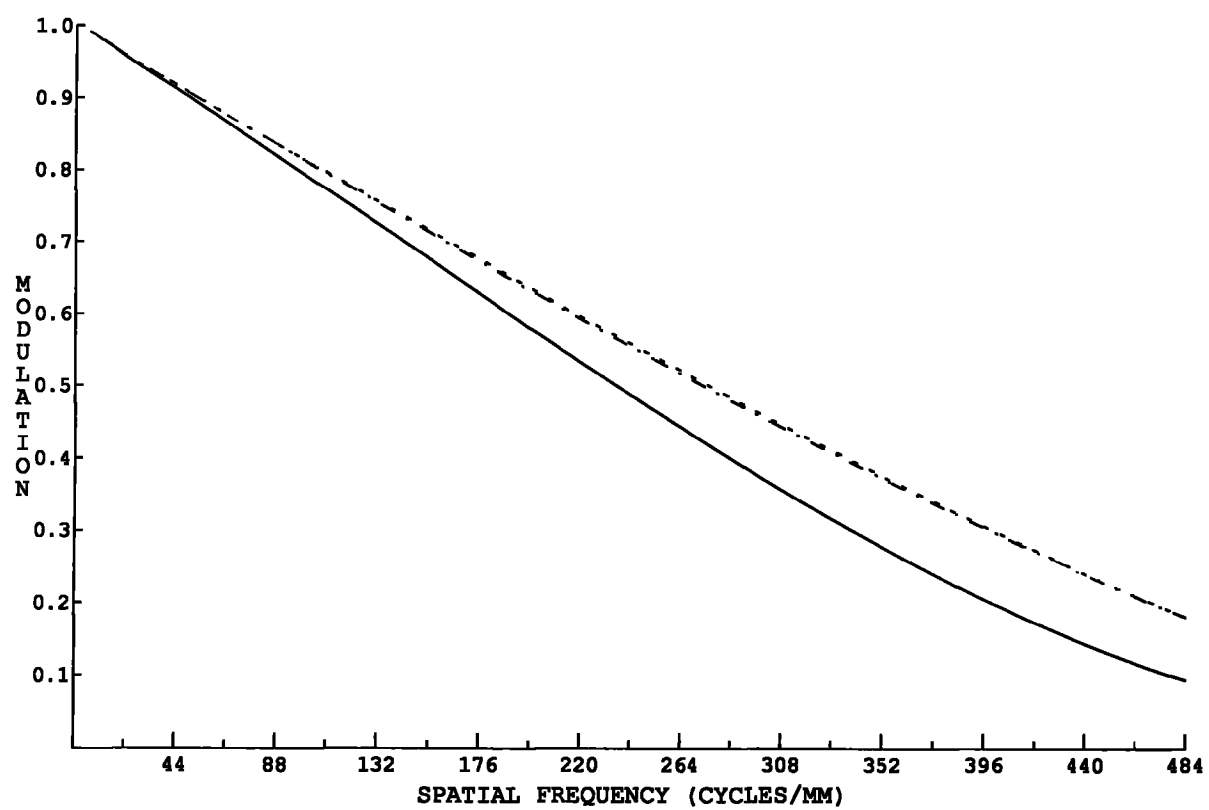


图 3

专利名称(译)	激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜		
公开(公告)号	CN101907763A	公开(公告)日	2010-12-08
申请号	CN201010200994.3	申请日	2010-06-11
[标]申请(专利权)人(译)	浙江大学		
申请(专利权)人(译)	浙江大学		
当前申请(专利权)人(译)	浙江大学		
[标]发明人	王立强 冯志锋 段会龙 陆祖康		
发明人	王立强 冯志锋 段会龙 陆祖康		
IPC分类号	G02B13/00 G02B23/24 A61B1/00		
其他公开文献	CN101907763B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜，包括四个透镜组，能够将不同入射角度的激光束耦合进体内，形成对体内组织不同位置的扫描照明，并激发扫描位置处的荧光标记物，将荧光信号耦合至体外探测器。本发明的激光共聚焦显微内窥镜扫描物镜可实现高分辨率高清晰度成像，具有大数值孔径、高灵敏度和微型化特点。

