



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102196764 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 21

(21) 申请号 200980142102. 4

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2009. 10. 19

代理人 龚海军 刘鹏

(30) 优先权数据

08167247. 9 2008. 10. 22 EP

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

G02B 26/10(2006. 01)

2011. 04. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2009/054593 2009. 10. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02010/046836 EN 2010. 04. 29

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 F. M. A. M. 范加尔

B. H. W. 亨德里克斯 A. L. 布劳恩

C. A. 赫泽曼斯 W. C. J. 比尔霍夫

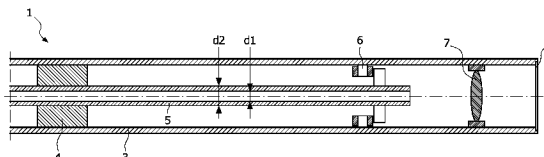
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

光学扫描探针组件

(57) 摘要

本发明涉及一种用于显微镜光纤扫描和适合于在例如体内医学检查和活检中应用的组织检查的光学扫描探针组件。该组件包括外壳(3), 外壳(3)包括:i)用于扫描马达的弹簧元件, 弹簧元件形成为适于接收光导的中空管(5), 中空管(5)具有的机械刚度大于将被接收的光波导的机械刚度, ii)透镜系统(7), 以及 iii)用于朝着横截中空管的纵向延伸的方向偏转(6)中空管的远端的装置, 以便形成光学扫描图案。该光学组件是特别有益的, 因为它增加了优化分别由光波导和由中空管限定的系统的光学和机械性能的自由度。所述探针可以在谐振扫描模式和非谐振扫描模式中使用。



1. 光学扫描探针组件 1, 该组件包括:
 - 外壳(3), 包括:
 - 用于扫描马达的弹簧元件, 该弹簧元件形成为适合于接收光波导的中空管(5), 该中空管具有的机械刚度大于将被接收的光波导的机械刚度;
 - 透镜系统(7)
 - 用于朝着横截中空管的纵向延伸的方向偏转(6)中空管远端的装置, 以便形成光学扫描图案。
2. 根据权利要求 1 所述的光学扫描探针组件, 其进一步包括光波导(2), 该光波导的外直径适合处于中空管的内直径内部。
3. 根据权利要求 1 所述的光学扫描探针组件, 其中透镜系统通过支架(9)连接到中空管(5)的远端, 且其中心在中空管的纵轴上。
4. 根据权利要求 1 所述的光学扫描探针组件, 其中中空管的近端部分固定在外壳的内部。
5. 根据权利要求 1 所述的光学扫描探针组件, 其中外壳形成内窥镜、导管、针或活检针的部分。
6. 根据权利要求 2 所述的光学扫描探针组件, 其中中空管的机械刚度 MS_{ht} 大于光学光导的机械刚度 MS_{lg} 。
7. 根据权利要求 6 所述的光学扫描探针组件, 其中 MS_{ht} 和 MS_{lg} 满足关系 $MS_{ht}/MS_{lg} > 1.5$ 。
8. 根据权利要求 6 所述的光学扫描探针组件, 其中 MS_{ht} 和 MS_{lg} 满足关系 $MS_{ht}/MS_{lg} > 2$ 。
9. 根据权利要求 6 所述的光学扫描探针组件, 其中 MS_{ht} 和 MS_{lg} 满足关系 $MS_{ht}/MS_{lg} > 10$ 。
10. 光学成像系统(10), 该系统包括:
 - 根据权利要求 1 所述的光学扫描探针组件(1);
 - 扫描单元, 其操作地连接到用于偏转的装置, 以便控制用于偏转的装置以形成光学扫描图案;
 - 辐射源(RS), 用于提供将被光波导引导的辐射, 光波导保持在光学扫描探针组件的中空管中; 和
 - 成像检测器(ID), 被布置成使用从感兴趣的区域(ROI)反射的或发射的辐射成像。
11. 一种用于光学扫描成像的方法, 该方法包括:
 - 在根据权利要求 1 的光学扫描探针组件(1)的中空管(5)中插入光波导(2);
 - 相对于光学辐射源(RS)布置光学扫描探针组件以引导来自辐射源的辐射通过光波导;
 - 在中空管的纵向上调节光纤的位置以控制由透镜系统形成的经引导的辐射的图像的位置。
12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中光学扫描探针组件的外壳(3)包括在其远端部分的光学窗, 并且其中光波导的远端位于与透镜系统(7)相距(S)的位置, S 是通过调节中空管中的光波导的位置来选择的, 使得焦点形成在外壳的外部, 与光学窗的距离范围为 $5\ \mu\text{m}$ 至 $1000\ \mu\text{m}$, 更优选地 $10\ \mu\text{m}$ 至 $500\ \mu\text{m}$ 或甚至更优选地 $10\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ 。
13. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中光波导的远端位于与中空管的远端相距(L)的

位置处, L 优选地大于 5 微米, 更优选地大于 10 微米。

光学扫描探针组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于显微镜光纤扫描和适合于在例如体内医学检查中应用的组织检查的光学扫描探针组件。

背景技术

[0002] 为了正确诊断各种疾病,例如癌症,经常进行活检。这可以或者通过内窥镜的腔(lumen)或者通过针活检来实施。为了找到必须进行活检的正确的位置,使用各种成像形式,例如 X 射线、磁共振成像(MRI)和超声。例如在大部分的前列腺癌的情况下,活检是通过超声引导的。虽然有帮助,但是这些引导方法还远不是最优的。解决方案是有限的并且,进一步讲,这些成像形式在大多数情况下不能区分良性的组织和恶性的组织。

[0003] 为了改进活检过程,在活检之前,对活检位置的直接检查是需要的。一种实现这种直接检查的方法是通过在特定位置的显微镜检查。这需要耦合到光纤探针的小型共焦显微镜。然而,这个系统有它的扫描属性强烈依赖光导的机械属性的缺点。

[0004] US 6,967,772 中描述了一种避免这种依赖性的方法,其中公开了一种基于电气操作的附有纤维的音叉式扫描纤维系统。美国专利描述的扫描系统的机械属性是由音叉而不是纤维决定的。然而这个系统的一个缺点是由于音叉的尺寸它需要相当大的空间,这妨碍了系统减小规模。而且由于纤维的驱动频率在本系统中是音叉的谐振频率,非谐振扫描是不可能的。

[0005] 综上,之前公开的纤维扫描系统都没有解决如何提供扫描光波导系统的问题,在此扫描光波导系统中,扫描系统的机械属性不由光波导来决定,也无需在系统减小规模方面做出让步。

[0006] 因此,允许谐振的和非谐振的扫描、允许减小规模并且其中机械属性不依赖于所使用的光波导的改进的扫描系统是有益的。

发明内容

[0007] 因此,本发明优选地试图单独地或组合地减轻、缓解或消除以上提到的一个或多个缺点。特别地,可以认为本发明的一个目的是提供光学扫描探针组件,其中扫描系统的机械属性由适于接收光波导并且所具有的机械刚度大于接收的光波导的中空管决定。在这个探针组件中,系统的光学属性仍然由光导决定,然而机械属性取决于中空管的刚度而无需在系统减小规模方面做出让步。

[0008] 本发明的又一个目的是通过提供允许谐振的和非谐振的扫描的系统来提供对现有技术的有益替换。

[0009] 在第一方面,这个目的和几个其他目的通过提供光学扫描探针组件来实现,该光学扫描探针组件包括:i)包括用于扫描马达的形成为适于接收光导的中空管的弹簧元件(spring element)的外壳,ii)透镜系统,iii)用于偏转中空管远端的装置。对中空管的偏转是朝着横截中空管的纵向延伸的方向,以便形成光学扫描图案。

[0010] 中空管的特征是有大于接收的光波导的机械刚度。

[0011] 这里使用的术语弹簧元件是柔性的有弹性的物体,即中空管,其能够通过偏转装置向一旁移位。这里偏转装置指的是例如扫描马达。可替换实施例中的扫描马达的实例可以包括电磁体、永磁体、静电力、音力(sonic force)和机电力、压电致动器或类似物。这里使用的中空管有为光导提供圆周环绕(surrounding)的功能,并且它可以是适合于限制功能和用于移位光导的任何形状,例如正方形、三角形或圆形。

[0012] 本发明特别地但不排他地有益于增加优化现有技术中描述的系统的自由度。在现有技术中,光波导应当提供光引导和机械刚度。本发明的优势得自这两个功能的分离,因为机械属性的依赖性属于中空管而光学属性的依赖性取决于光导。并且本发明的另一优势是系统变得更坚固(robust),且组件变得更简单。

[0013] 本发明的又一个优势是它可以方便用于偏转中空管远端的装置(例如扫描马达)的构造。在具有光波导的外壳里建造坚固的光波导马达作为弹簧元件是困难的,因为光波导的刚度相对较低。为了具有足够刚硬的马达构造,光波导的自由长度必须相对较短。总体上,低刚度、短弯曲长度和小直径的组合要求马达特性对光波导的机械公差非常敏感。而且在期望具有稍微不同的机械属性的另一种类型的光波导的情况下,必须对马达的特性进行调适。通过使用中空管增加弹簧元件的坚固性的本发明具有通过放松对它的要求来方便马达的构造的优点。

[0014] 并且,系统的提高了的坚固性改善了可能的构造参数范围和马达部件的位置。扫描马达其实是位于探针外壳的内部,从而允许系统减小规模。

[0015] 本发明的另一个优势可以是不存在谐振器,例如仅允许谐振扫描的音叉(tuning fork)。中空管的存在允许谐振的和非谐振的扫描。在谐振的扫描的情况下,中空管可以具有对称的或非对称的横截面轮廓。在谐振的扫描的特定应用中,非对称的横截面轮廓可能是有优势的,这是因为中空管的主轴和次轴之间的不同谐振频率,这可以给出中意的扫描方向。

[0016] 在一个实施例中,光学扫描探针组件可以包括光导,该光导的外直径适合处于中空管的内直径内部。插入中空管允许调整光波导的位置,以便找到系统的最佳聚焦(focus)。光波导可以具有在中空管的内直径中的任何期望的尺寸。光波导可以通过固定装置保持在中空管内。在当前的上下文中,固定装置例如是在光波导上的塑料或橡胶套(jacket)或者例如是可松开的螺钉或弹簧,所述套可以与内直径和外直径的合适选择有关地导致光导紧密地安装于中空管内,所述可松开的螺钉或弹簧相对于中空管固定,用于接合光导。例如UV固化胶的胶可以进一步用于一旦调整了中空管的位置便将光波导固定于中空管。

[0017] 在当前的上下文中,中空管不是形成于或放置于光波导的周围,而是光波导将插入管中。因此中空管必须自支持并且必须能够支撑支架(mount)和透镜系统而不塌陷。因此经常在光波导上看到的塑料套或覆盖层不是根据本发明的中空管。

[0018] 在另一个实施例中,透镜系统通过支架连接于中空管的远端,且其中心在中空管的纵轴上。支架的存在是特别有利的,因为它避免了直接将透镜附接到光波导上,这样通常会减弱光波导的坚固性。支架存在的另一个优势是系统可以在引入光波导前进行机械测试。

[0019] 在一个有利实施例中,把中空管的近端部分固定于外壳内部。把中空管的固定部分与中空管的端的距离定义为中空管的自由长度。中空管的自由长度可以具有取决于光导的材料和期望的弹簧元件的谐振属性的不同值,并且可以在构造扫描马达时进行选择。

[0020] 在又一个实施例中,外壳形成了内窥镜、导管、针或活检针的部分。

[0021] 弹簧元件的机械属性优选地由诸如其机械刚度(MS)之类的广泛的材料属性表征。这里,机械刚度可以由弹簧元件(即这里的中空管)对所施加的力引起的偏转或弯曲的阻力来定义。它可以通过 $MS=P/\rho$ 来测量,其中 P 是施加于中空管的稳定的横向压力(pressure),而 ρ 是中空管在所施加压力下的偏转。机械刚度由弹簧元件的形状和尺寸以及由组成材料的弹性属性决定,弹性属性是通过杨氏弹性模量来量化的。

[0022] 在中空管具有圆形横截面并且以各向同性材料形成的场合,机械刚度是 $MS_{ht} = E_{ht} (d_2^3 - d_1^3)$,其中 E_{ht} 是形成中空管的材料的杨氏弹性模量, d_2 是中空管的外直径, d_1 是中空管的内直径。类似地,在光导是具有圆形横截面的实心杆(solid rod)并且由各向同性材料形成的场合,机械刚度是 $MS_{lg} = E_{lg} d_1^3$,其中 E_{lg} 是形成光导的材料的杨氏弹性模量, d_1 是光导的外直径。在中空管内有光导或中空管内没有光导的情况下,这些关系可以用来选择弹簧元件的整体机械刚度。

[0023] 在优选实施例中,中空管的机械刚度大于光学光导的机械刚度。机械刚度满足关系 $MS_{ht}/MS_{lg} > 1.05$ 可以是优选的,更优选地, $MS_{ht}/MS_{lg} > 1.5$,或者甚至更优选地, $MS_{ht}/MS_{lg} > 2$, $MS_{ht}/MS_{lg} > 5$, 或 $MS_{ht}/MS_{lg} > 10$ 。通过使 MS_{ht} 大于 MS_{lg} ,可以保证弹簧元件的整体机械刚度主要由中空管决定,并且对光导的机械刚度的变化不敏感。这提供了可以使用不同的光导而不会显著地改变弹簧元件的机械属性的优点。这进一步提供了能够在把光导插入中空管之前测试扫描马达的优点。

[0024] 以下非详尽的材料列表提供了可以制造中空管的材料的实例:钢($E=210\text{GPa}$),玻璃纤维加强塑料($E=7-45\text{GPa}$),铝($E=69\text{GPa}$),玻璃($E=72\text{GPa}$),钛($E=105-120\text{GPa}$),碳纤维加强塑料($E=70-200\text{GPa}$),钨($E=400-410\text{GPa}$),碳化硅(siliciumcarbide)($E=450\text{GPa}$)。在一个优选的实施例中,中空管由钢形成。光波导的杨氏弹性模量的典型值取决于所使用的材料,例如玻璃($E=\pm 72\text{GPa}$)以及丙烯酸玻璃(PMMA)($E=1,8-3.1\text{GPa}$)。

[0025] 中空管的形状和尺寸的选择以及所应用材料的弹性模量优选地用于决定弹簧元件的特性,并由此决定用于光学探针中的扫描马达的特性。高刚度可以优选地通过选择具有高杨氏弹性模量值的材料,或通过增加中空管的外直径,或者通过完成这两者而得到。

[0026] 在第二方面,本发明提供了光学成像系统,其包括:

- 根据本发明第一方面的光学扫描探针组件
- 操作地连接到用于偏转的装置的扫描单元,其用于控制用于偏转的装置以形成光学扫描图案;
- 用于提供辐射的辐射源(RS),所述辐射由保持在光学扫描探针组件的中空管中的光波导导向;和
- 成像检测器(ID),其布置成使用从感兴趣的区域(ROI)反射或发射的辐射成像。

[0027] 在又一个方面,本发明提供了用于光学扫描成像的方法,该方法包括:

- 在根据本发明第一方面的光学扫描探针组件的中空管中插入光波导;
- 相对于光学辐射源(RS)布置光学扫描探针组件以引导来自辐射源的辐射通过光波

导；

- 在中空管的纵向上调节光纤的位置以控制由透镜系统形成的经引导的辐射的图像的位置。

[0028] 在一个实施例中,光学扫描探针组件的外壳包括在其远端部分的光学窗,其中光波导的远端位于与透镜系统相距(S)的位置,S是通过调节中空管中的光波导的位置来选择的,使得焦点形成在外壳的外部,与光学窗的距离范围为 $[5\mu\text{m}; 1000\mu\text{m}]$,更优选地 $[10\mu\text{m}; 500\mu\text{m}]$ 或甚至更优选地 $[10\mu\text{m}; 200\mu\text{m}]$ 。这个实施例优选地用于在正常组织中成像,这里假设把握着探针使得光学窗接触将被成像的组织。通过调节光波导的位置和进而通过改变距离S,可以使组织的不同区域对焦。距离S通常显著地大于光纤的芯直径。距离S与出口位置的纤维直径之间的比率可以是0.5、1、5、10、20、30或更高。

[0029] 在又一个实施例中,光波导的远端位于与中空管的远端相距(L)的位置处。L优选地大于5微米,更优选地大于10微米。本实施例涉及把光波导插在中空管中的效果:通过手动插入和调节光波导,在探针已组装好时,由于光波导的插入,纤维的端和管的端可以不一致。

附图说明

[0030] 现在将仅通过实例的方式参考附图说明本发明。附图示出了实施本发明的一种方式,并且不应被理解为限制落在在所附权利要求书的范围内的其他可能实施例。

[0031] 图1是根据本发明的光学扫描探针组件的示意性横截面图。

[0032] 图2是光学扫描探针组件的一个实施例的示意性横截面图,其中透镜系统通过支架连接到中空管的远端。

[0033] 图3是光学扫描探针组件的一个实施例的示意性横截面图,其中透镜系统通过支架连接到中空管的远端,并且插入了光波导。

[0034] 图4是根据本发明的光学成像系统的示意图。

[0035] 图5是根据本发明的用于光学扫描成像的方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 图1是光波导没有插入时的根据本发明第一方面的扫描探针组件1的示意性横截面图。光学探针1包括外壳3,外壳3通过支持装置4支持外直径 d_2 通常为0.8mm和内直径 d_1 通常为0.5mm的中空管5。中空管5用作用于扫描马达6的弹簧元件,扫描马达6在本实施例中示意性地表示为电磁体。透镜系统7固定于外壳,并且在插入光波导(未示出)之后调整系统的聚焦(focus)。

[0037] 在本发明的上下文中,应该理解术语“光波导”可以包括但不限于光纤(多模或单模)、薄膜光学路径、光子晶体纤维、光子带隙纤维(PBG)、保偏纤维等等。光学探针也可以包括多于一根光纤,即可以是多根光纤或光纤束。

[0038] 外壳3在其远端或采样端具有透明窗8。窗8可以是光学传输玻璃或聚合体的平面部分。窗8优选地是非调焦的,即它没有光焦度(optical power),但是可以预期窗8对于一些应用具有一些调焦效果。探针通常是被把握着的,使得窗8接触将被成像的组织。出口窗也可以相对于光学光导倾斜地安装(mount)。

[0039] 出于图示、示范或说明的目的，在下表中针对一些示例性尺寸和材料计算了中空管的机械刚度 MS_{ht} 和光学光导的机械刚度 MS_{lg} 之间的关系。对于圆形横截面以及各向同性材料，所述关系可以写成：

$$\frac{MS_{ht}}{MS_{lg}} = \frac{E_{ht} (d2^3 - d1^3)}{E_{lg} d1^3}$$

d1 [mm]	d2 [mm]	E_{ht} [GPa]	E_{lg} [GPa]	MS_{ht}/MS_{lg}
0.5	0.8	210 钢	72 玻璃	9
0.5	1	210 钢	72 玻璃	20.4
0.5	0.8	35 加强塑料	72 玻璃	1, 5
0.5	0.8	35 加强塑料	2.5PMMA	43.3

图 2 是根据本发明的一个实施例的扫描探针组件 1 的示意性横截面图，其中透镜系统 7 通过支架 9 连接到中空管 5 的远端，并且其中心在中空管的纵轴上。在本实施例中透镜系统固定到支架而不是外壳。中空管的自由长度 F 可以具有取决于光波导的材料以及取决于扫描马达的不同长度。

[0040] 图 3 是插入光波导 2 时的、根据本发明一个实施例的扫描探针组件 1 的示意性横截面图。光波导的端通常和管的端不在同一个位置。不匹配的远端是由于将光波导手动插入到探针引起的，探针在插入之前已经组装好了。光波导的端和中空管 5 的端之间的距离 L 优选地大于 $5 \mu m$ 或甚至更优选地大于 $10 \mu m$ 。光波导的远端位于与透镜系统 7 的位置相距 S 的位置。通过调节中空管 5 中的光波导 9 的位置使距离 S 变化，这允许调适系统的聚焦。

[0041] 图 4 是根据本发明的光学成像系统 10 的示意图。光学成像系统包括如上所述的光学探针 1，光学探针位于采样臂 11 的端处。采样臂 11 优选地是高度柔性的并且在一定程度上可弯曲。

[0042] 附加地，辐射源 (RS) 12 经由耦合器 13 光学地耦合到光学探针 1。因此探针 1 布置成引导辐射 (例如发射自辐射源 12 的激光) 到感兴趣的区域。另外，成像检测器 (ID) 14 光学地耦合到光学探针 1。成像检测器布置成使用从样本中感兴趣的区域反射或发射的辐射来成像。图像探测器 14 也可以包括用户接口 (UI)，以便访问结果和 / 或控制成像过程 (未示出)。

[0043] 图 5 是根据本发明的方法的流程图，本方法包括：

- S1 在根据本发明第一方面的光学扫描探针组件的中空管中插入光波导；
- S2 相对于光学辐射源 (RS) 布置光学扫描探针组件以引导来自辐射源的辐射通过光波导；
- S3 在中空管的纵向上调节光纤的位置以控制由透镜系统形成的经引导的辐射的图像的位置。

[0044] 本发明可以以包括硬件、软件、固件或这些的任意组合的任何合适形式实施。本发明或本发明的一些特征可以以计算机软件实施，该计算机软件运行在一个或多个数据处理器和 / 或数字信号处理器上。本发明的实施例的元件和构件可以物理地、功能性地、和逻辑地以任何合适的方式实现。实际上，功能可以实现在单个单元中、实现在多个单元中或作为

其他功能单元的一部分来实现。同样地,本发明可以实现在单个单元中,或者可以物理地或功能性地分布在不同单元和处理器之间。

[0045] 虽然已经结合具体实施例描述了本发明,但是本发明不意欲受限于本文给出的特定形式。而是,本发明的范围仅由所附权利要求书限制。在权利要求中,术语“包括”并不排除其他元件或步骤的存在。附加地,虽然各个特征可以包括在不同的权利要求中,但是这些特征有可能有利地组合起来,并且包含在不同权利要求中不意味着特征的组合是不可行的和/或没有优势的。另外,单数指代不排除复数。因此,提到“一”,“第一”,“第二”等不排除复数。此外,权利要求中的附图标记不应理解为限制范围。

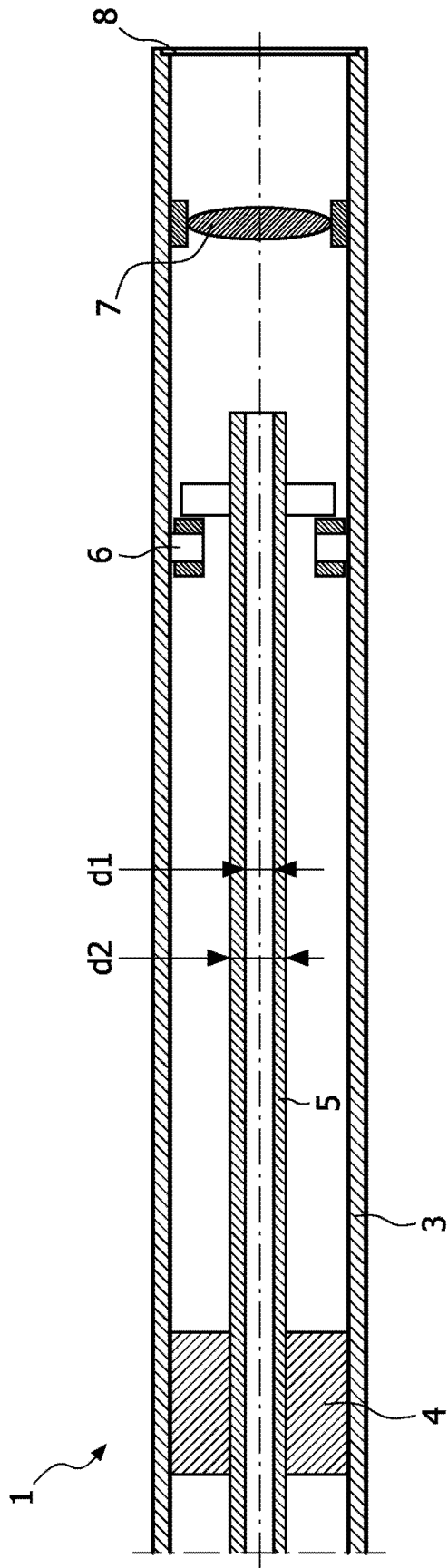


图 1

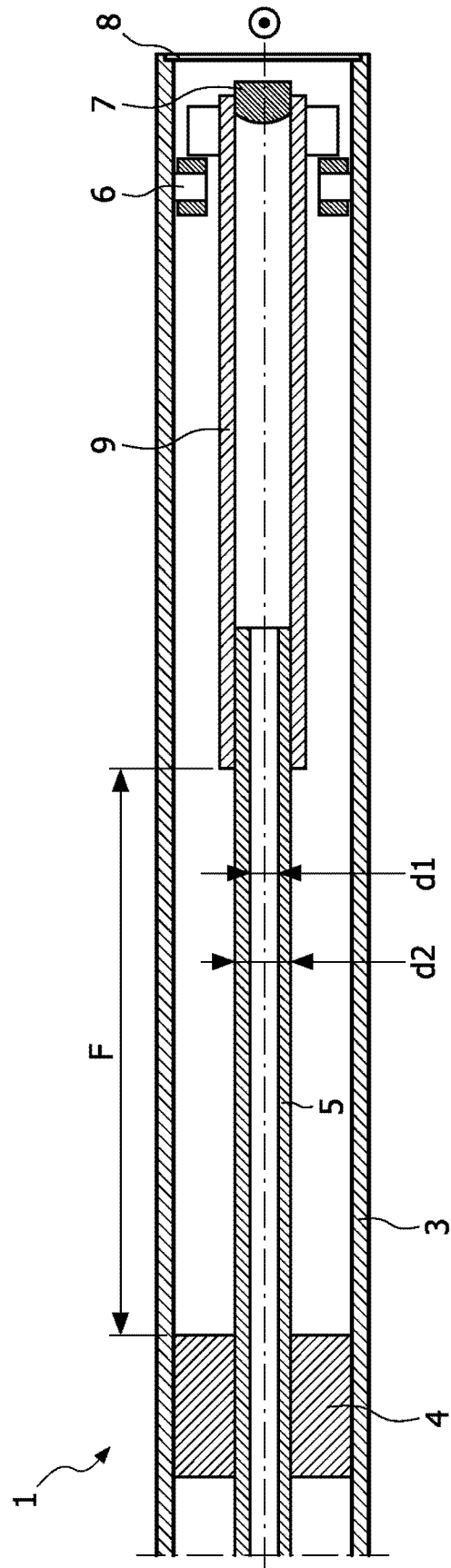


图 2

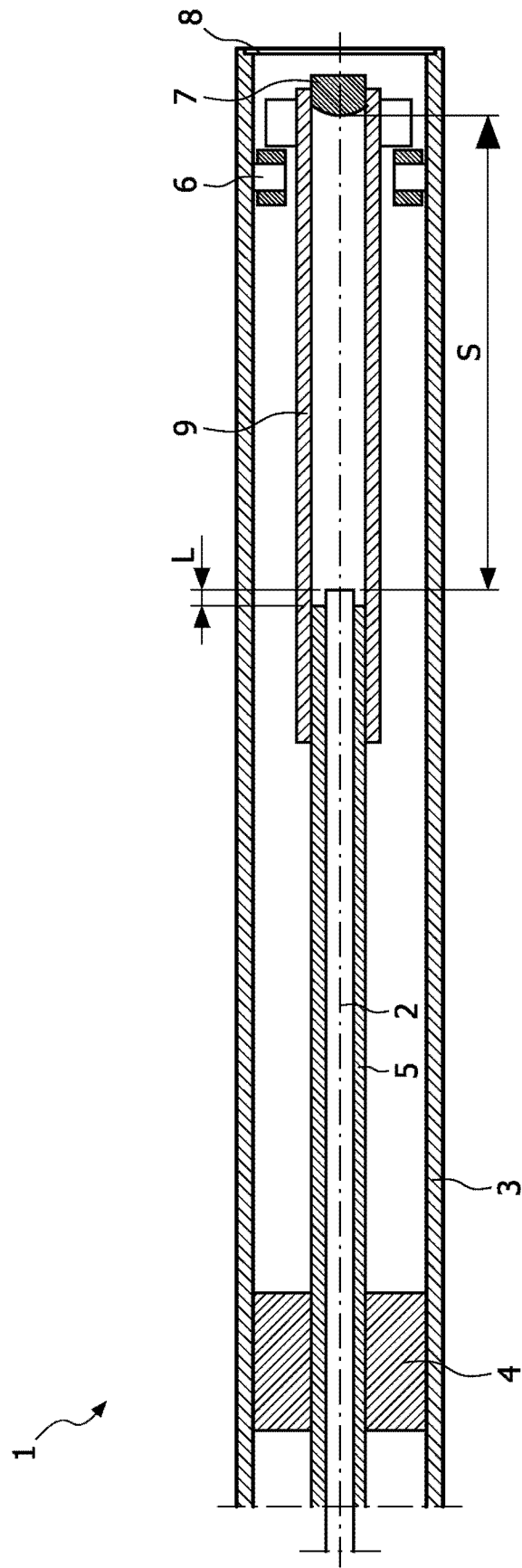


图 3

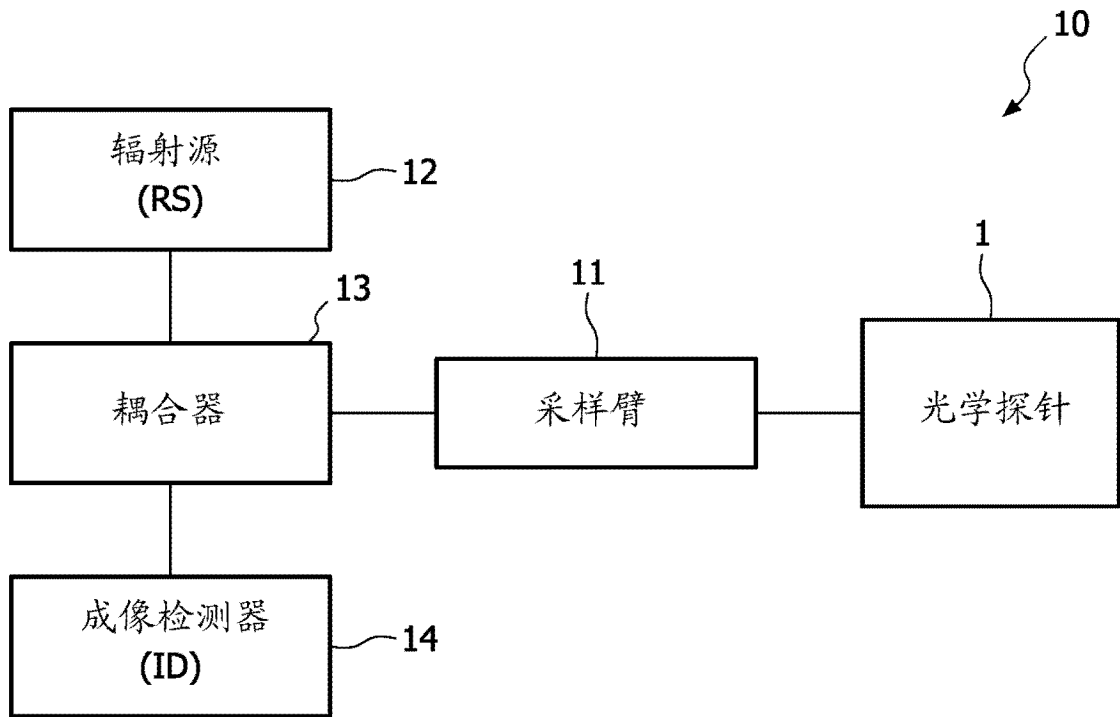


图 4

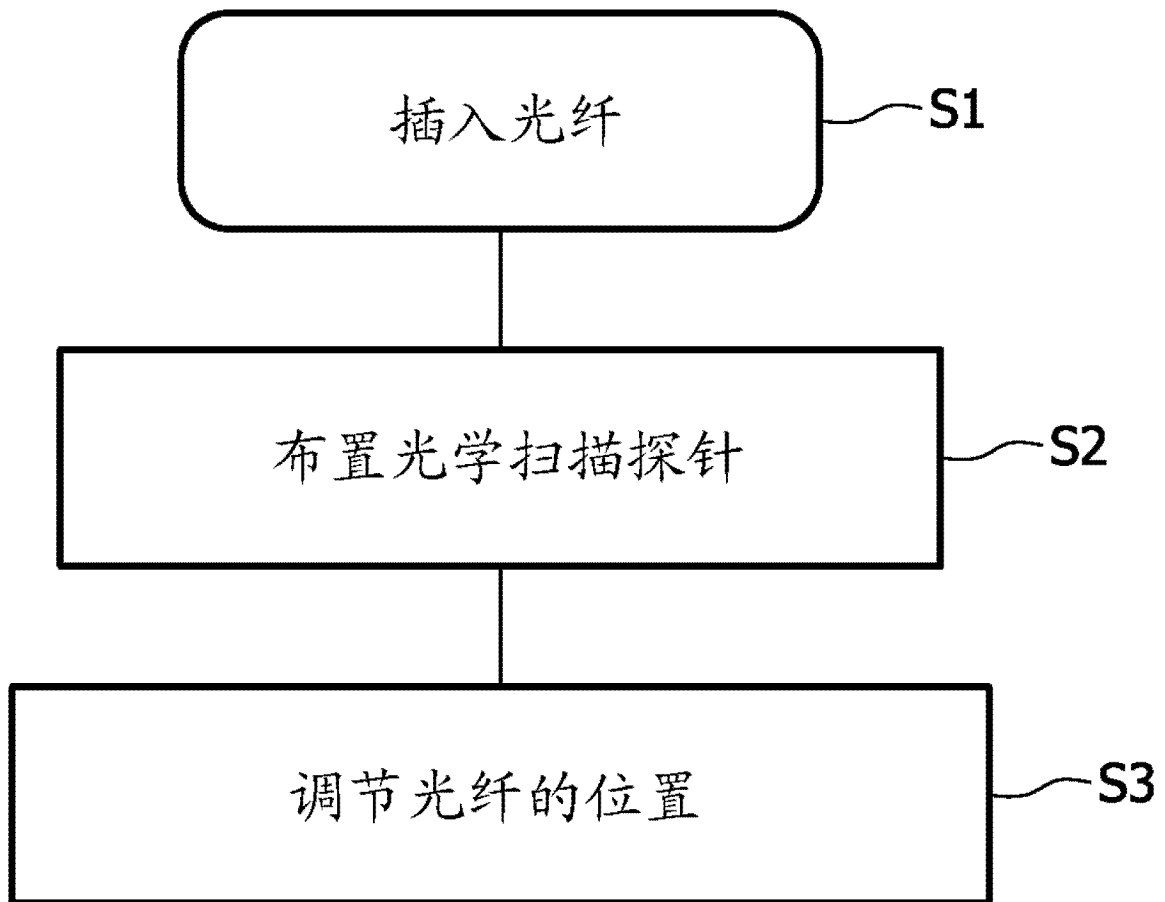


图 5

专利名称(译)	光学扫描探针组件		
公开(公告)号	CN102196764A	公开(公告)日	2011-09-21
申请号	CN200980142102.4	申请日	2009-10-19
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
[标]发明人	F M A M 范加尔 B H W 亨德里克斯 A L 布劳恩 C A 赫泽曼斯 W C J 比尔霍夫		
发明人	F.M.A.M.范加尔 B.H.W.亨德里克斯 A.L.布劳恩 C.A.赫泽曼斯 W.C.J.比尔霍夫		
IPC分类号	A61B5/00 G02B26/10		
CPC分类号	A61B5/0062 G02B26/103 A61B5/0084 G02B23/2461		
代理人(译)	龚海军 刘鹏		
优先权	2008167247 2008-10-22 EP		
其他公开文献	CN102196764B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于显微镜光纤扫描和适合于在例如体内医学检查和活检中应用的组织检查的光学扫描探针组件。该组件包括外壳(3)，外壳(3)包括：i)用于扫描马达的弹簧元件，弹簧元件形成成为适于接收光导的中空管(5)，中空管(5)具有的机械刚度大于将被接收的光波导的机械刚度，ii)透镜系统(7)，以及iii)用于朝着横截中空管的纵向延伸的方向偏转(6)中空管的远端的装置，以便形成光学扫描图案。该光学组件是特别有益的，因为它增加了优化分别由光波导和由中空管限定的系统的光学和机械性能的自由度。所述探针可以在谐振扫描模式和非谐振扫描模式中使用。

