



(43) 申请公布日 2023.03.21

权利要求书2页 说明书13页 附图9页

Figure 1 is a block diagram of a system 100. The system 100 includes a workstation 112, a triggering device 105, and a device 102. The workstation 112 includes a processor 114, a display 118, an interface 120, a storage 116, and an optical sensing module 115. The triggering device 105 is connected to the interface 120 and the optical sensing module 115. The device 102 is connected to the interface 120.

1. 一种触发设备,包括:
光纤(126),其被配置用于光学形状感测;
支撑元件(104),其被配置为支撑所述光纤的至少一部分;
接口元件(106),其被配置为通过和与所述支撑元件相关联的所述光纤相互作用以引起所述光纤的性质的改变来生成用户输入,使得所述光纤被用作用户输入设备;以及
感测模块(115),其被配置为解读光学信号以确定所述光纤的所述性质的改变并且相应地生成对应的触发信号。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述接口元件(106)包括如下中的一项:机械元件、软材料、或主体部分。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述接口元件(106)包括按钮或滑动件,其被配置为与所述光纤相互作用。
4. 根据权利要求1所述的设备,还包括偏置元件(310),其被配置为将所述接口元件和所述光纤恢复到正常状态。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述性质的所述改变包括所述光纤的形状改变。
6. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述性质的所述改变包括所述光纤的轴向应变的改变。
7. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述触发信号被配置为激活或去激活仪器(102)或软件功能。
8. 根据权利要求1所述的设备,其中,事件包括根据归因于温度的轴向应变的改变来实现仪器(102)的功能。
9. 根据权利要求1所述的设备,还包括医学仪器,所述医学仪器包括所述光纤,所述医学仪器通过所述光纤(126)的光学形状感测来跟踪。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述支撑元件(104)和所述接口元件(106)被配置为用作基于所述光纤的改变的力传感器。
11. 一种触发系统,包括:
根据权利要求1所述的设备
医学仪器(150),其包括所述设备的所述一条或多条光纤,所述医学仪器通过光学形状感测来被跟踪,并且所述医学仪器形成支撑设备(104),所述支撑设备被配置为支撑所述一条或多条光纤的至少一部分。
12. 根据权利要求11所述的系统,还包括对应于与所述接口元件(106)的能确定的空间关系的模板。
13. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述模板是如下中的至少一项的模板:对患者非特异性的特定解剖结构、所述患者的术前图像、患者的术中图像、形状感测设备、或者识别所述空间关系的用户输入。
14. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述设备的所述感测模块(115)被配置为识别所述光学信号,以确定从所述模板与所述接口元件的所述空间关系所确定的、在所述光纤的一部分中的所述光纤的所述性质的所述改变中的至少一个。
15. 一种用于触发事件的方法,包括:
在支撑设备中支撑(950)光纤的至少一部分;

与所述支撑设备中的所述光纤进行用户接口接合 (952) 以通过引起所述光纤的性质的改变来生成用户输入,使得所述光纤被用作用户输入设备;

解读 (960) 光学信号以确定所述光纤的所述性质的所述改变;并且
当所述性质改变给定的量时,触发 (962) 事件。

利用光学形状感测光纤触发

[0001] 本申请是申请日为2015年9月16日、发明名称为“利用光学形状感测光纤触发”的专利申请201580053231.1的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开涉及医学仪器并且更具体涉及用于触发医学和其他应用中的事件的形状感测光纤。

背景技术

[0003] 光学形状感测(OSS)使用沿着一条或多条光纤的反射光来重建形状。所涉及的原理利用使用特征瑞利背散射或受控的光栅图案在光纤中的分布式应变测量。沿着光纤的形状在沿着传感器的特定点(被称为发起点、原始位置或零位置)处开始,并且后续的形状位置和取向是相对于该点的。这样的光纤的实施在直径方面可以是大约200微米并且能够多达数米长,同时维持毫米级准确度。

[0004] 光学形状感测光纤能够被集成到各种各样的医学设备中以提供实况引导医学流程。作为范例,可以采用导丝和导管,以用于利用叠加在术前计算机断层摄影(CT)图像上的光学形状感测测量结果在血管中的导航。

[0005] 计算机辅助外科手术(CAS)提供在外科手术介入(诸如神经、脊柱和矫形流程)期间的实况导航引导。使用该技术的关键矫形流程包括膝盖置换、髋关节置换和前交叉韧带(ACL)修复。由CAS所提供的一个益处是关于置换植入物的最佳定位的实况引导以及关节生物力学的经改进的术中验证。在CAS流程中,感兴趣的骨骼或解剖结构的配准对于提供公共跟踪坐标系而言是必要的。在这样的流程中,临床医师将跟踪指针的尖端保持到解剖结构上的特定界标(例如,诸如脊线的骨质界标)并且向软件系统指示指针何时在指定位置中。一旦以该方式采集了一系列界标,则用户还可以在表面上运行指针,对解剖结构进行涂绘并且将表面数字化到跟踪坐标系中。这些点能够被用于构建解剖结构的模型、使现有模型变形、或者配准到术前或术中成像。

[0006] 存在对于用户指示他们何时已经将医学仪器定位在特定位置或取向中的多个应用。例如,在针对矫形术中的计算机辅助外科手术的配准期间,临床医师将指针保持到特定骨质界标并且然后利用鼠标点击来触发对该位置的采集。这要求使用两只手或两个操作者,其两者对于工作流而言都不是理想的。使鼠标处在手术区域内对于维持无菌环境而言也不是理想的。

[0007] 在血管导航中,对于操作者而言在流程期间将靶或环定位在重要的位置处是典型的。这些能够充当待返回到流程的各阶段处的值得注意的点。在形状感测导管或导丝中,当由用户触发时,可以存储这些靶形状或点。

[0008] W.O.公布No.2011/060225;美国公布No.2004/163809;欧洲专利申请No.1816432和W.O.公布No.2011/100124涉及包括光纤的系统。

发明内容

[0009] 根据本原理,一种触发设备,包括被配置用于光学形状感测的光纤。支撑元件被配置为支撑所述光纤的一部分。接口元件被配置为和与所述支撑元件相关联的所述光纤相互作用以引起所述光纤的性质的改变。感测模块被配置为解读光学信号以确定所述光纤的所述性质的改变并且相应地生成对应的触发信号。

[0010] 触发系统包括被配置用于光学形状感测的一条或多条光纤以及包括所述一条或多条光纤的医学仪器。所述医学仪器通过光学形状感测来跟踪,并且所述医学仪器形成支撑设备,所述支撑设备被配置为支撑所述一条或多条光纤的至少一部分。接口元件被配置为与所述支撑设备中的所述一条或多条光纤相互作用以引起所述一条或多条光纤的性质的改变。感测模块被配置为解读光学信号以确定所述光纤的所述性质的改变并且如果达到给定的量则相应地生成触发信号。

[0011] 一种用于触发事件的方法,包括:在支撑设备中支撑光纤的至少一部分;与所述支撑设备中的所述光纤相互作用以引起所述光纤的性质的改变;解读光学信号以确定所述光纤的所述性质的所述改变;并且当所述性质改变给定的量时触发事件。

[0012] 所述光纤的特定区域中的曲率或形状的改变被用作软件的输入或触发。然而,为了使所述触发工作,算法被用于监测所述光纤的特定区域。这在其中所述光纤被集成到诸如导管的设备中的一些情况下是实际的。然而,在其他情况下,所述光纤中的所述触发区域可能不是固定的。例如,如果期望实现能够在导丝的顶部上滑动的掣子(clicker),那么需要路线以将搜索区域限制到仅所述可滑动接口元件、轮毂(hub)或其他器材的区域,以便识别所述触发。否则,在使用期间可能存在沿着整条光纤的曲率的太多改变以至于不能够从该信号挑选出触发。当查找特定形状事件时限制搜索区域是有利的。备选地,将所述形状分割为临床上有意义的区段也能够是有用的。

[0013] 因此,根据本发明,基于模板的搜索限制可以被用于分割传感器数据并且识别与给定搜索有关的段。能够以多种方式应用基于模板的搜索限制,包括,但不限于:(1)使用轮毂模板以仅在该模板内搜索触发曲率信号;(2)使用解剖模板以选择所述形状的一部分;并且(3)对模板进行检测以便将所述形状分割为体内段和体外段。所述模板可以是能够被用于对应于所述传感器数据与部署的传感器光纤的能识别、能确定的空间关系,诸如由所述光纤的点、段、长度或部分假定的特性曲率、形状、应力、温度或其他物理性质。

[0014] 本公开的这些和其他对象、特征和优点将从要结合附图阅读的其例示性实施例的以下详细说明而变得显而易见。

附图说明

[0015] 本公开将参考以下附图详细呈现优选实施例的以下说明,其中:

[0016] 图1是示出了根据一个实施例的包括形状感测光纤的触发设备的框图/流程图;

[0017] 图2A是根据本原理的包括触发功能的指针设备的透视图;

[0018] 图2B是根据本原理的覆盖物被移除以示出正常状态中的光纤的图2A的指针设备的透视图;

[0019] 图2C是根据本原理的覆盖物被移除以示出弯曲或触发状态中的光纤的图2A的指针设备的透视图;

[0020] 图3A是示出了根据一个实施例的被构建到包括正常或中性状态中的形状感测光纤的医学仪器中的触发设备的示意图；

[0021] 图3B是示出了根据一个实施例的被构建到包括偏移到触发状态中的形状感测光纤的医学仪器中的触发设备的示意图；

[0022] 图3C是示出了根据一个实施例的被构建到包括利用滑动按钮偏移到触发状态中的形状感测光纤的医学仪器中的触发设备的示意图；

[0023] 图4A是根据一个实施例的使用曲率诱发按钮的、示出正常状态和触发状态的触发设备的截面视图；

[0024] 图4B是根据一个实施例的使用偏置按钮的、示出正常状态和触发状态的触发设备的截面视图；

[0025] 图4C是根据一个实施例的使用滑动按钮的、示出正常状态和触发状态的触发设备的截面视图；

[0026] 图5是示出了根据一个实施例的使用光纤的针对正常状态和触发状态的曲率 ($1/m$) 对节点数的曲线图；

[0027] 图6是示出根据一个实施例的使用光纤的、在正常状态与触发状态之间的差异的最大曲率 ($1/m$) 对时间 (帧数) 的曲线图；

[0028] 图7A是示出了根据一个实施例的未触发的状态和由体温或其他温度改变激活的触发状态的触发设备的截面视图；

[0029] 图7B是示出了根据一个实施例的使用箍缩件将压力施加到光纤的未触发状态和触发状态的触发设备的截面视图；

[0030] 图8是示出了描绘根据一个实施例的使用光纤的、在正常状态与热触发状态之间的差异的轴向应变 (微应变) 对节点数的曲线图；

[0031] 图9是示出了描绘根据一个实施例的、对光纤的温度改变的响应的轴向应变 (微应变) 对时间 (帧数) 的曲线图；

[0032] 图10是示出了根据一个实施例的、使用形状模板的正常状态和触发状态的触发设备的截面视图；

[0033] 图11是示出了描绘根据一个实施例的使用利用形状模板触发的、光纤的在正常状态与触发状态之间的差异的x位置 (mm) 对节点数的曲线图；

[0034] 图12是示出了描绘根据一个实施例的、对光纤的形状改变的响应的最大绝对x位置 (mm) 对节点数的曲线图；

[0035] 图13示出了根据一个实施例的使用用于力感测的按钮的示出正常状态和触发状态的触发设备的截面视图；并且

[0036] 图14是示出了根据例示性实施例的使用光学形状感测光纤的触发方法的流程图。

具体实施方式

[0037] 根据本原理，提供了用于通过采用形状感测光纤来触发事件的系统和方法。在特别有用的实施例中，采用形状感测光纤以指示何时医学仪器被定位在特定的位置或取向中。所述光学形状感测光纤能够被用作提供用户输入的触发。如果光学形状感测光纤已经被嵌入或者附接到医学仪器以用于跟踪所述仪器的形状或位置，则本原理提供能够被用于

捕获用户命令的传感器。这可以以多种方式来完成。例如，识别在沿着传感器的定义位置处的曲率的改变；对利用在沿着传感器的位置处的传感器做出的特定形状或图案进行匹配；搜索在沿着传感器的位置处的轴向应变或温度的改变，测量在形状感测医学设备与另一对象之间的力等。光纤的改变可以被认为是形状改变（例如，曲率、形状、扭曲、取向等）或轴向应变的改变（例如，由于温度、张力等）。

[0038] 将额外设备（诸如接线和按钮）添加到医学设备在许多情况下会是昂贵并且笨拙的。使用已经被嵌入到设备中的形状感测系统的光纤以最小成本和/或对设备外形的最小或没有改变解决了这两个问题。能够采用光纤作为用户输入设备，例如，开关、触发器、控件等。另外，光纤不对其周围环境产生相互作用或影响，使得其尤其适于与磁共振成像（MRI）或其他成像或医学仪器一起使用。

[0039] 应当理解，将在医学仪器方面描述本发明；然而，本发明的教导宽泛得多并且适于可以受益于形状感测光纤触发系统的使用的任何仪器。在一些实施例中，利用用于跟踪和/或分析复杂生物或机械系统的设备或在其中采用本原理。具体而言，本原理适于针对生物系统的设备和流程，在诸如肺、胃肠道、排泄器官、血管等的所有身体区域中的流程。在附图中所描绘的元件可以以硬件和软件的各种组合来实施并且提供可以被组合在单个元件或多个元件中的功能。

[0040] 在附图中所示的各种元件的功能能够通过专用硬件的使用以及能够运行与适当软件相关联的软件的硬件来提供的。当由处理器提供时，功能能够是由单个专用处理器、由单个共享处理器、或者由其中的一些可以共享的多个个体处理器来提供的。此外，术语“处理器”或“控制器”的明确使用不应当被解释为排他性地指代能够运行软件的硬件，并且隐含地可以包括，但不限于：数字信号处理器（“DSP”）硬件、用于存储软件的只读存储器（“ROM”）、随机存取存储器（“RAM”）、非易失性存储设备等。

[0041] 此外，在本文中记载本发明的原理、方面和实施例以及特定范例的所有语句旨在包含其结构和功能等同物两者。额外地，设想这样的等同物包括当前已知的等同物以及将来发展的等同物两者（即，不管结构如何而执行相同功能的所发展的任何元件）。因此，例如，本领域技术人员应当意识到，在本文中所呈现的框图表示实现本发明的原理的例示性系统部件和/或电路的概念图。类似地，应当意识到，任何流程图、流向图等表示可以基本上表示在计算机可读存储介质中并且因此由计算机或处理器运行的各种过程，无论这样的计算机或处理器是否被明确示出。

[0042] 此外，本发明的实施例能够采取由计算机可用或计算机可读存储介质可访问的计算机程序产品的形式，所述介质提供用于由计算机或任何指令运行系统使用或者与其结合的程序代码。出于该说明的目的，计算机可用或计算机可读存储介质能够是可以包括、存储、传递、传播或传输由指令运行系统、装置或设备使用或者与其结合使用的任何装置。介质能够是电、磁、光学、电磁、红外或半导体系统（或装置或设备）或传播介质。计算机可读介质的范例包括半导体、固态存储器、磁带、可移除计算机软盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、刚性磁盘和光盘。光盘的当前范例包括压缩盘-只读存储器（CD-ROM）、压缩盘-读/写（CD-R/W）、Blu-RayTM和DVD。

[0043] 现在参考其中相同数字表示相同或类似元件的附图并且初始地参考图1，根据一个实施例，例示性地示出了用于使用形状感测光纤触发来创建触发信号的系统100。系统

100可以包括从其解读形状感测信号的控制台112。系统100可以是被触发的系统或者可以与待触发的系统、功能或设备102相连接。通过范例的方式,鼠标点击是触发的事件。在特别有用的实施例中,可以采用本原理以替换鼠标或其他形式的触发设备。应当理解,尽管本原理描述了对光学形状感测的使用,但是根据本原理,还设想其他形状感测技术或其他光纤配置。

[0044] 控制台112优选包括一个或多个处理器114以及用于存储程序和应用的存储器116。存储器116可以存储光学感测模块115,所述光学感测模块被配置为解读来自形状感测设备或系统的光学反馈信号。光学感测模块115被配置为使用光学信号反馈(和任何其他反馈)来重建与触发设备105中的形状感测光纤126相关联的变形、偏移和其他改变。触发设备105可以包括能够改变在形状感测光纤126上的形状、取向或力的任何机械特征。在一个实施例中,触发设备105包括支撑元件104和机械元件或接口元件106,所述支撑元件104被配置为固定形状感测光纤126,所述机械元件或接口元件106被配置为将位移、扭转或力施加到光纤126。

[0045] 形状感测系统的光纤126可以被包括在触发设备105中、上或穿过触发设备105。所述形状感测系统的一条或多条光纤126可以被耦合到一个或多个设定图案中的触发设备105或穿过所述触发设备105。光纤126通过线缆127连接到控制台112。根据需要,线缆127可以包括光纤、电气连接、其他工具等。

[0046] 所述形状感测系统的光纤126可以基于光纤布拉格光栅传感器。光纤布拉格光栅(FBG)是反射特定波长的光并且透射所有其他光的光纤的短段。这是通过在光纤纤芯中添加折射率的周期性变化来实现的,其生成波长特异性介质镜。因此,光纤布拉格光栅能够被用作阻挡特定波长的内联光学滤波器或波长特异性反射器。

[0047] 在光纤布拉格光栅的操作背后的基本原理是在其中折射率将改变的每个界面处的菲涅耳反射。对于一些波长而言,各种时段的反射光处于同相,使得针对反射存在相长干涉,并且因此,针对透射存在相消干涉。布拉格波长对于应变以及对于温度而言是敏感的。这意指布拉格光栅能够用作光纤传感器中的感测元件。在FBG传感器中,被测量(例如,应变)引起布拉格波长中的偏移。

[0048] 本技术的一个优点在于,各种传感器元件能够被分布在光纤的长度上。例如,沿着嵌入在结构中的光纤的长度并入具有各种传感器(仪表)的三条或更多条纤芯允许通常以比1mm准确度更好地精确地确定这样的结构的三维形式。沿着光纤的长度,在各个位置处,能够定位大批量的FBG传感器(例如,3条或更多条光纤感测纤芯)。根据每个FBG的应变测量结果,能够在该位置处推断结构的曲率。根据大批量的所测量的位置,确定了总体三维形式。OSS形状传感器可以根据数千个节点(例如,个体光纤布拉格光栅或引起失真的瑞利背向散射)来生成数据。从沿着针对特定形状的整体传感器鲁棒地搜索数据会是困难的。

[0049] 应当注意,针对(一条或多条)形状感测光纤的其他配置可以被采用并且被包括在本原理内。

[0050] 作为光纤布拉格光栅的一个备选方案,能够利用在常规光纤中的固有背向散射。一种这样的方法是使用在标准单模通信光纤中的瑞利散射。瑞利散射作为在光纤纤芯中的折射率的随机波动的结果而发生。这些随机波动能够被建模为具有沿着光栅长度的幅度和相位的随机变化的布拉格光栅。通过使用在多纤芯光纤的单个长度内延伸的三条或更多条

纤芯的这种效应,能够跟随感兴趣表面的3D形状和动力学。其他实施例可以包括以不同结构或配置进行配置的不同数量的光纤。

[0051] 在一个实施例中,控制台112可以包括显示器118,以允许用户与控制台112和其部件和功能或者系统100内的任何其他元件相互作用。这还由可以包括键盘、鼠标、操纵杆、触觉设备或任何其他外围或控件的接口120来促进以允许来自工作站112的用户反馈并且与工作站112相互作用。

[0052] 在特别有用的实施例中,形状感测光纤126的光学信号的改变可以被解读为触发事件。所述光学信号可以包括与指示改变实际上与期望的触发信号一致的期望响应相比较的特性(例如,轴向应变、形状改变等)。一旦所述触发信号被模块115确定为是这样的,则发起事件。所述事件可以包括激活/去激活设备102(通电/断电或者改变其功能)、激活/去激活软件功能(102或105)、提供对用户的存在的确认、对形状感测系统进行测试等。触发设备105还可以被用于自身将基于光学信号中的任何改变的发起信号提供到模块115或者直接提供到设备102。在一个实施例中,触发设备105可以被用作安全仪器,其中,姿态类型和顺序可以被用于指示特定用户的身份。在其他实施例中,触发设备105充当使能特征以发起对设备102的操作。应当理解,设备102和触发设备105可以被集成到相同的仪器或组件中。另外,可以以任何组合来采用多个触发设备105和/或多个设备102。

[0053] 触发设备105的触发能够使用光学形状感测光纤126来生成,以对一个或多个改变做出反应。所述改变可以包括例如曲率改变、热改变(或轴向应变的改变)、形状改变等。这些输入能够分立地、组合地、并且在沿着光学形状感测光纤126的一个或多个点处使用。在一个实施例中,曲率改变可以被用于引起软件(例如,模块115)中的动作。支撑元件104可以包括机械元件、用户的手指、医学设备的一部分(例如,导管等)、或者任何其他支撑器材、表面或材料。接口元件106还可以包括机械元件、用户的手指、医学设备的一部分等。支撑元件104和接口元件106在一起工作以实施光纤126中的曲率改变。在一个范例中,包括光纤126的导管或其他设备可以具有坚硬部分(支撑元件104)和柔软部分(接口元件106)。当所述柔软部分相对于所述坚硬部分被压下时,产生光纤126中的曲率,其能够引起触发信号或触发事件。在另一范例中,接口元件106可以包括致动器或其他自动地控制的机构。

[0054] 参考图2A-2C,根据一个实施例,示出了如下视图,所述视图示出了包括形状感测光纤126的指点设备150。在图2A中,指点设备150包括手柄156并且描绘了附接到其以保护光纤126(图2B)的覆盖物157。指点或光纤尖端154被用于定位在骨骼上的位置或其他位置或部位。当尖端154被定位时,用户能够压下弹簧返回的按钮158(接口元件)以记录指针150的位置。从光学形状感测光纤126或者通过其他装置已知指针150的位置。以这种方式,能够对与指针150相接触的表面进行数字化。覆盖物159可以被用于夹紧光纤126的远端部分以避免尖端运动。

[0055] 在图2B中,覆盖物157和159被示为被移除以使光纤126可见。光纤由手柄156(例如,支撑元件)支撑并且被示为处在其正常(非弯曲)状态中。在图2C中,按钮158在箭头“A”的方向上被压下以引起光纤126中的曲率160。该曲率160触发存储功能以将尖端位置存储在存储器中。

[0056] 参考图3A-3C中,相对于在矫形流程期间的膝盖210示出了医学仪器202(或指针150)。形状感测光纤126在图3A中的医学仪器202内被示为处于其中性或正常状态中。在所

描绘的实施例中,医学仪器202包括具有集成到指针的手柄中的按压按钮204或滑动按钮206的矫形指针。当按钮204或滑动按钮206被移动或压下时,光纤126的曲率改变。这可以类似地利用夹式附接(外部地)到指针等来完成。

[0057] 形状感测光纤126被配置为当按钮204被压下时在曲率方面变形,如在图3B中所示的。在该实施例中,支撑元件104(图1)包括医学仪器202,并且接口元件106(图1)包括按钮204。在图3C中,滑动按钮206提供在光纤126的长度上能平移的压下状态。光学形状感测光纤126可以被嵌入到医学仪器202中以测量其形状、位置和取向。相同光学形状感测光纤126还能够被用于用户输入。光学形状感测光纤126可以在任何仪器中被采用,而不限于医学设备。

[0058] 参考图4A-4C,描述了根据本原理的示出了针对多个例示性触发设备的正常状态和位移状态的不同例示性配置。在图4A中,形状感测光纤126被配置为包括在按钮304的压下期间对曲率进行改变的支撑设备或仪器302。通过从正常位置(未压下的)状态308移动光纤126来实现触发状态306。图4B示出了由偏置元件310进行偏置以确保当其未压下在触发状态306中时返回到正常位置308的按钮304和光纤126。还可以采用其他偏置元件。在图4C中,备选的运动包括滑动按钮312,其能够沿着光纤126对曲率进行平移。

[0059] 图4A-4C示出了光纤126能够如何被配置为当按钮304或滑动按钮312被压下或移动时生成曲率的改变。该按钮304、312能够被放置在发起点之后沿着形状感测光纤126的任何地方。例如,按钮304、312能够在仪器的手柄内(如在图3A-3C中所示)或者在导管轮毂内。

[0060] 当按钮304、312被压下或移动时,光纤126(裸露或者在保护管内)由按钮304、312或者由诸如柱塞等连接设备偏移。这引起从其正常(直的)形状中的非常低的曲率到激活状态中的较高曲率的曲率改变。能够包括偏置元件310以确保当未压下时,光纤126总是返回到其正常的、直的配置。备选地,所述曲率能够总是存在于光纤中,但是沿着光纤平移,从而不仅提供开/关能力,而且还提供电位器功能(为用户给出逐步控制的能力),例如图4C。

[0061] 以上范例描述了一维按钮运动。实施方案还可以被扩展以并入额外的维度。例如,可能能够以与汽车上的控制杆或手动变速杆类似的方式来移动按钮并且基于曲率和/或位置的改变来检测位置。这将扩展超出点击检测器的功能并且允许通过菜单的导航或者允许切换模式等。

[0062] 能够沿着设备102包括多个按钮和开关以提供丰富的输入功能。个体按钮可以对应于不同的功能或者能够改变其他按钮的含义。另外,一个按钮能够被用于检测设备对基座的连接性,而另一按钮能够用作安全特征,其中,按钮304、312需要被切换或保持以实现绑定到其他按钮的功能。

[0063] 作为输入设备的光纤126的其他使用可以包括将光纤126集成到手柄或操纵杆中,其感测位置和取向被用于引导屏幕上的虚拟对象,诸如3D解剖结构的视图。

[0064] 参考图5,例示性示出了曲率(1/曲率半径)对沿着光纤的长度的节点数的曲线图。绘图402示出了光纤信号的正常状态。绘图404示出了按钮压下之后的光纤信号的触发状态。能够容易地识别在“正常”状态与“按钮压下”状态之间的曲率的改变。在实验装置中,光纤被集成在自身被集成在手持式指针设备内的柔性金属管内。指针内部的光纤的路径穿过弹簧返回的滑动机构(或“按钮”)。压下所述按钮使得滑动机构在压下的方向上平移并且光纤经历局部变形。释放所述按钮使得按钮返回到其原始位置,并且所述机构将光纤拉回到

直的配置中。金属管远端地被夹紧到平移机构,使得光纤尖端在按钮压下期间不平移。实线黑色绘图402示出了正常设置期间的低曲率,并且虚线绘图404示出了按钮压下期间的曲率的尖峰。

[0065] 参考图6,示出了在形状感测光纤的区段中测量的最大曲率(1/曲率半径)(1/m)对时间(以帧数为单位)的曲线图。通过使用 40m^{-1} 的阈值,例如,最大曲率能够被用于识别何时按钮被压下。随时间的最大曲率绘图502示出了由对应于与最大曲率的增加相关的、在绘图502中的稳定水平506的条504造成的“按钮压下”的时段。

[0066] 在该配置中,最可能的是,光纤将在变形的腔内自由浮置。这允许光纤采取归因于由腔内的平移造成的曲率的改变的任何路径长度改变。这允许近端滑动,在该情况下,光纤的尖端仍然保持在已知位置中。备选地,能够执行校准以解释和补偿在按钮压下期间的尖端的任何平移。在图4C中所示的范例还解决了这一点,因为曲率总是沿着光纤存在。所述曲率简单地改变其位置。

[0067] 在其他实施例中,光纤126可能经历温度改变(或轴向应变)。光学形状感测光纤126可以利用石英纤芯制造并且利用(例如,丙烯酸盐)的保护涂层喷镀。温度的改变将使得石英膨胀和收缩,导致应力的改变。在光学形状感测中,该效应被标准化以恰当地重建光纤126的形状。能够完成的一种方式是通过被放置在光纤的中心或附近的标准化中央纤芯的使用。如果纤芯确切地沿着光纤的中心轴,则其不会由于形状改变而改变长度,而是主要受归因于张力或温度造成的光纤长度改变的影响。

[0068] 参考图7A和图7B,形状感测光纤126被配置为使用施加到光纤126的温度或张力而被激活(被改变)。应变信号能够被用作用户输入。在图7A中,将手指602施加到光纤126能够引起温度的增加。在图7B中,使用由用户推动到与光纤相接触中的挤压件604将张力施加到光纤126。在这两种情况下,跨能够例如由中央纤芯测量的光纤126来测量轴向应变的改变。

[0069] 参考图8,轴向应变(微应变)对沿着光纤的节点数的曲线图示出了轴向应变如何在其中手指将热量传递到光纤的区域702中增加。归因于该加热的膨胀引起可以与正常状态704区分的轴向应变的增加。通过施加温暖的手指所引起的轴向应变的改变可以用作触发。在正常状态(704)期间的低轴向应变在归因于手指压下期间的温度改变的轴向应变的区域702中增加。

[0070] 参考图9,曲线图示出了描绘按钮压下的时段720的随着时间(基于帧数)的最大轴向应变(微应变)。与最大轴向应变的增加有关的条722指示按钮压下的持续时间。图9中的九百个帧粗略地与数据采集的30秒有关。曲线图示出了在光纤的相关区段中所测量的最大轴向应变如何在与温暖的手指的相接触期间增加,并且其在接触结束之后缓慢地恢复(在~20秒期间)到正常值。该缓慢恢复可以是防止按钮点击之间的时间间隔太短的特征。在其他实施例中所示的张力的情况下,未期望缓慢的延迟时间常量。

[0071] 温度改变还可以用作安全特征。例如,工具可以仅在其获知操作者将保持其时接通。其能够结合另一触发器(诸如引起曲率的按钮压下)来使用,以仅允许该按钮压下在其还具有热签名(signature)时发生。以这种方式,能够避免通过放下仪器或将他们与其他表面碰撞的偶然触发。

[0072] 参考图10,形状感测光纤126被配置为使用以应用到光纤126的形状改变的形式激活。在这样的实施例中,所述形状自身的使用被用作用户输入的触发器。按钮或其他

对象(形状模板)802可以被耦合到光纤126。通过压下、旋转、扭转、平移等的形状模板802的取向改变能够被用作输入。形状模板802可以被用作按钮压下、旋转拨盘、杆、滑动或者任何其他类似类型的输入设备。

[0073] 参考图11,x位置(mm)对沿着光纤的节点数的曲线图示出了通过旋转光纤触发器所引起的形状改变。绘图810示出了在正常设置期间的形状的x位置,并且绘图812示出了在按钮压下期间的位置改变。由于通过旋转的形状模板的形状改变,在绘图810中的正常状态与绘图812中的按钮推动状态之间发生曲率的差异。

[0074] 参考图12,示出了最大绝对x位置(mm)对沿着光纤的节点数的曲线图描绘了按钮压下的时段820。与沿着光纤的最大x位置的改变有关的条822指示按钮压下的持续时间。仅使用最大绝对x位置的随时间的轮廓线(profile)来指示信号幅度的急剧上升和下降。还能够以其他方式(例如,通过使用形状的矢量表示)来提取该信息。备选地,通过光纤的扭转还可以被用于类似的功能。在这种情况下,所述光纤能够是在腔内自由浮置的或固定的。自由浮置实施方案的优点在于,不存在在形状模板的旋转期间的扭转的累积。其在拨盘或旋转实施方案中具有重要意义。

[0075] 参考图13,力感测能够以与形状感测参数的改变类似的方式来提供,并且能够被用作用户输入。正常状态920可以包括偏置机械元件912(例如,按钮、柔软部分等)。触发状态922可以包括被偏移以感测接触力的机械元件912。

[0076] 力感测还能够被用于推断关于作用在设备(诸如医学设备等)上的力的信息。通过集成到设备900中,设备900的部件902例如能够在光纤126的一部分上推动,引起形状或曲率的校准变形。以与按钮压下被感测为开关类型的输入的相同方式,类似的概念能够被应用到作用在例如医学仪器900上的力。所述仪器的尖端或一部分904使用与针对按钮压下先前所描述的内容类似的特征,但是现在被用于感测在仪器900与另一表面906之间的接触或力F。基于对弹簧908的适当的弹簧常量k的选择,接触力F能够根据例如: $F=kx$ 来估计,其中,x表示如由光纤126所测量的弹簧的压缩。

[0077] 在图13中所描述的范例还能够通过在设备900内或上对光纤126和适当的机械结构902的操纵而被扩展到超过仅一维力感测。另外,所述范例提供了分立的力测量。使弹簧的阵列全部被连接到光纤将允许使用相同原理创建力分布图。类似地,扭矩测量能够基于该信息来执行。这还能够沿着光纤126扩展到光纤126的其他节点。

[0078] 本原理适于作为设备中的触发器的光学形状感测光纤的任何使用。本原理尤其与医学应用(诸如包括膝盖置换、前交叉韧带(ACL)修复、髋关节置换的矫形导航、脑部手术和其他这样的应用)有关,并且还与提供针对任何医学设备等的用户触发有关。所描述的光纤适于形状感测光纤的瑞利(增强的和规则的)以及光纤布拉格实施方案。

[0079] 参考图14,根据本原理示出了一种用于触发事件的方法。在框950中,在支撑设备中支撑光纤的至少一部分。所述支撑设备可以包括医学仪器或者可以包括被配置为支撑被配置用于形状感测的一条或多条光纤的任何基座。在框952中,所述光纤在支撑设备(例如,使用接口元件)内进行接口接合以引起光纤的性质的改变。所述光纤的性质的改变可以包括轴向应变的改变或形状改变。所述形状改变可以由于如下中的至少一项来提供:位置改变、扭转、取向改变、弯曲等。光纤中的轴向应变的改变可以归因于温度差(例如,体温)、张力等。还设想了这些的组合。

[0080] 在框954中,所述接口元件可以包括承载光纤的设备上的机械元件、主体部分或柔软区域。机械元件、主体部分或柔软区域可以被用于移动光纤。所述接口元件可以被用于沿着光纤的长度对偏移进行平移。例如,可以采用滑动条按钮、旋钮、轮毂或其他元件。在框958中,所述接口元件可以包括偏置接口元件。所述接口元件利用光纤偏置到正常状态。所述偏置可以由弹簧来提供(使用弹性材料特性等)。在框960中,从光纤所接收的光学信号被解读以确定光纤的性质的改变。

[0081] 在框962中,当性质改变给定的量时,触发事件。该量可以包括用户设定阈值。所述阈值可以包括轴向应变值、曲率半径、光纤的特定取向、所施加的力、所测量的温度、与期望形状或曲率曲线的相关性等。在框964中,触发事件可以包括激活或去激活仪器。在框966中,触发事件可以包括一旦改变光纤的曲率,则对点击进行配准。这与鼠标点击类似,但是采用形状感测。在框968中,触发事件可以包括一旦改变光纤的曲率,则放置或者记录对象上的界标。这可以包括指针设备的使用。当指针在位置中时,用户压下按钮等,以引起光纤的形状改变并且存储指针的(一个或多个)位置。在框970中,触发事件可以包括一旦改变光纤的曲率,则保存医学设备的形状。在这种情况下,光纤可以与导管或其他设备耦合。一旦达到导管的特定位置,则存储导管的该位置可能是期望的。用户可以引起预定位置处的导管中的纽结以触发将导管的形状存储在存储器中的事件。这可以包括使用用户的手指,或者导管可以包括允许触发的软接口元件。在框972中,触发事件可以包括一旦改变光纤的曲率或轴向应变,则感测力。

[0082] 还设想其他触发事件和配置。在框974中,医学仪器或其他设备可以使用相同光纤由光学形状感测来跟踪。

[0083] 本发明的设备、系统和方法可以有利地与纵向编码一起使用。

[0084] 针对配准的纵向编码

[0085] 当两个设备(诸如形状感测导丝和导管)是同心的时,关于一个设备的形状信息能够用于另一设备。对于该使用必要的关键配准是在两个设备之间的纵向平移。该配准能够通过使用沿着未感测的设备的特定位置处的感测设备的已知形状变形来执行。能够通过曲率检测、轴向应变(来自加热或者张力)、或者2D或3D形状匹配来检测。

[0086] 申请人的于2015年4月9日公布的题为“Device Tracking using Longitudinal Encoders”的在先未决申请W02015049142宽泛地描述了用于该纵向编码的方法,并且在此通过引用将其整体并入本文并且作为该说明书的一部分。

[0087] 轮毂设计

[0088] 根据本发明的触发设备能够被并入到可移动或固定的适配或“轮毂”中,其可以是或者也可以不是接口元件,诸如具有腔的轮毂,其使导丝腔形成到已知形状或曲率中。轮毂设计的许多不同版本是可能的。导丝可以通过导管穿过轮毂(包括腔)。

[0089] 使用光学形状感测的用户输入。

[0090] 如上文所解释的,如果光学形状感测光纤已经被嵌入或附接到医学仪器以跟踪形状或位置或所述仪器,则所述光纤能够被用作触发器以将用户输入提供到计算机。该用户输入例如能够以如下三种方式中的任何方式或所有这三种方式来检测:(1) 识别在沿着传感器的定义位置处的曲率的改变;(2) 对利用在沿着传感器的位置处的传感器做出的特定形状或图案进行匹配;或者(3) 查找在沿着传感器的位置处的轴向应变或温度的改变。

[0091] 参考图4A、4B、4C以及本说明书中更早的这些附图的讨论,光纤能够被配置为当按钮被压下时生成曲率的改变。该按钮能够被放置在发起点之后沿着形状感测光纤的任何地方。类似的方法能够被用于在光纤响应于按钮被压下而弯曲时测量光纤的实际形状的改变。

[0092] 形状感测光纤可以被配置为在按钮压下期间在曲率方面改变,如在图4A中所示的。此外,如在图4B中所示的,光纤能够是弹簧加载的以便确保其在未压下时返回到其正常状态。

[0093] 再次参考图7A、7B,轴向应变或温度改变能够被用于生成用户输入。图7A中的手指602能够被施加到光纤126以引起温度的增加。如在图7B中所示的,能够使用由用户推动到与光纤相接触的挤压件604将张力施加到光纤126。在这两种情况下,跨能够由例如光纤的中央纤芯测量的光纤来测量轴向应变的改变。

[0094] 作为范例,提供了针对在导航期间的三个形状感测测量结果的曲率绘图。在典型的导丝导航期间的时间段内采取三个形状。能够看到,在不限搜索范围的情况下挑选特定曲率改变是具挑战性的。存在沿着光纤的曲率的显著改变,其可能使得难以或者不可能获知那些曲率改变中的哪一个表示“触发”以及它们中的哪一个表示在导航期间的正常曲率。通过集中于光学信号曲率或形状数据的特定段上来完成使该曲率变窄以找到触发器。

[0095] 对于要被用作系统软件(例如,光学感测模块115)的输入或触发器的光纤的特定区域中的曲率或形状的改变而言,算法被用于监测光纤的特定区域。该监测在一些情况下是实际的,例如,在其中光纤被集成到设备(诸如导管)中的情况下。然而,在其他情况下,光纤中的触发区域可能不是固定的。例如,如果期望实现能够在导丝的顶部上滑动的掣子,那么需要路线将搜索区域限制到仅轮毂或类似器材的区域以便识别触发。否则,可能存在在使用期间沿着整个光纤的太多曲率改变,以至于不可能或者非常难以挑选来自该信号的触发。

[0096] 使用轮毂模板以仅在该模板内搜索触发曲率信号。

[0097] 针对轮毂或类似器材的一些设计可以允许跟踪沿着光纤的长度的位置。所述系统然后能够精确地确定在何处搜索用户输入,允许将接口元件(诸如按钮或其他用户输入设备)添加到轮毂或其他器材。

[0098] 如果用户输入以温度或轴向应变的改变的形式,则设计可以是相对简单的。任意数量的按钮或其他用户输入机构能够被添加到轮毂或其他器材,并且甚至在模板沿着光纤滑动时,软件应用能够搜索模板区域内的用户输入。因为温度/轴向应变输入未以任何显著的方式影响模板的曲率,因而轮毂或其他器材内的模板不要求设计中的改变以考虑这些添加的输入,并且软件将仍然能够定位区别的曲率或模板的其他空间关系。

[0099] 如果用户输入以对光纤的曲率改变的形式,则必须修改模板设计。(例如,光学感测模块115的)软件通过搜索其区别的曲率来定位轮毂模板。然而,如果使用改变模板曲率的按钮或其他用户接口机构,则软件将不再能够检测轮毂模板位置。为了考虑这一点,所述模板能够被再分为不同的区段,使得能够在未由模板搜索算法覆盖的区域中感测用户输入。实质上,软件将搜索相互距固定距离的两个或更多个模板而非仅一个模板。现在,能够在连同轮毂移动的位置中跟踪用户输入。

[0100] 类似的概念能够更一般地被用于沿着光纤搜索特定特征。在以上范例中,模板被

用于限制针对用户输入的搜索。更一般地,因为轮毂内的目标能够在光纤滑动通过轮毂时被跟踪,因而匹配的模板位置能够被用于限制针对其他期望特征的搜索。

[0101] 作为范例,经修改的轮毂被布置为使导丝腔变形为已知形状。模板跟踪算法仅在变形的区段上运行,诸如轮毂模板跟踪区域中的用户输入搜索区域,允许在变形的另一区段中的用户输入(例如:按钮)。该子区段化能够重复多次以允许多个用户输入区域。

[0102] 使用解剖模板来选择形状的一部分。

[0103] 作为范例,在腹主动脉、肾动脉和髂动脉中,导丝通常能够在来自股部切口的血管导航期间采取两个导丝位置。这两个位置具有相当不同的形状和曲率曲线。的确,跟随髂骨交叉的导丝(第一位置)具有与跟随右肾动脉的插管的导丝(第二位置)不同的形状和曲率曲线。

[0104] 能够创建“髂骨交叉”(上述第一位置)的模板曲率曲线。该模板然后能够在实况曲率数据上运行以检测髂骨交叉是否已经发生。一旦那已经被检测到,则在何处该模板沿着光纤发生的知识能够被用于仅分割经过分叉的光纤的一部分。该段然后能够被用于(例如):对实况成像的配准、设备识别、可视化(例如,将可视化放大到光纤的该部分上)、关于导丝跨髂动脉向操作者提供反馈、提供以沿着超出交叉点的设备的所测量的距离的形式的反馈、以及消除来自作为用户输入(例如,作为可以仅在身体外执行的一个)的考虑的特定区段的贡献。反馈在形状被叠加在术前或术中图像上时可以不是必要的,但是当这样的图像不可用时(例如,在馈送管放置时),反馈变为有价值的工具。

[0105] 模板曲率能够来源于各种来源,诸如:

[0106] 针对非患者特异性的特定解剖结构的一般模板。

[0107] 患者特异性模板来源于:(1)血管结构的CT、X射线或其他术前或术中成像,或者(2)先前执行在该定位处的形状感测设备(要么是当前使用的相同一个,要么是不同一个)。

[0108] 搜索潜在有意义的曲率模板并且然后提示操作者来确认的自适应算法。因此,当其被使用时,其变为“经训练的”。

[0109] 绘制模板形状(也许被叠加在术前CT上)的用户输入。

[0110] 对模板进行检测以将形状分割为体内段和体外段。

[0111] 临床前曲率数据能够用于示出在所述髂骨交叉(第一位置)与所述右肾动脉的插管(第二位置)之间的曲率的差异。

[0112] 另一形状可以出现在这两个临床前曲率数据类型中。这隐含了这两个位置(髂骨交叉和肾插管)经历相同曲率,但是肾插管形状在光纤中的稍后点处经历该曲率。在这种情况下,形状实际上表示将设备带入到身体中的引入器护套。因此,通过使用模板沿着光纤检测该形状,能够识别在何处每个设备进入身体。在此,能够看到,由于引入器模板曲率稍后出现在肾插管传感器数据中,因而该传感器在身体内部具有较小长度。该信息会是相当有帮助的,以便将形状分割为体内和体外部分。然后,如果搜索用户按钮压下是必要的,那么由于按钮将总是保持在身体外部是已知的,因而搜索可以限于体外的形状的部分。

[0113] 所有这些范例已经将曲率用作形状分量以针对模板使用。然而,可以使用任何形状分量,包括扭转、轴向应变、2D形状、3D形状等。

[0114] 在解读权利要求书时,应当理解:

- [0115] a) 词语“包括”不排除在给定权利要求中的那些之外的其他元件或动作的存在；
- [0116] b) 在元件前面的词语“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在；
- [0117] c) 权利要求中的任何附图标记不限制其范围；
- [0118] d) 若干“装置”可以通过相同项目或硬件或软件实现的结构或功能来表示；并且
- [0119] e) 除非具体指示，否则不旨在要求动作的具体顺序。
- [0120] 已经描述了用于利用光学形状感测光纤触发的优选实施例(其旨在是例示性而非限制性的)，应当注意到，鉴于以上教导，本领域技术人员可以做出修改和变型。因此，应当理解，可以在如由所附权利要求书所概述的本文所公开的实施例的范围内的所公开的本公开的特定实施例中做出改变。因此，描述了由专利法要求的细节和特殊性，由专利证书所保护的主张并期望什么在权利要求书中得以阐述。

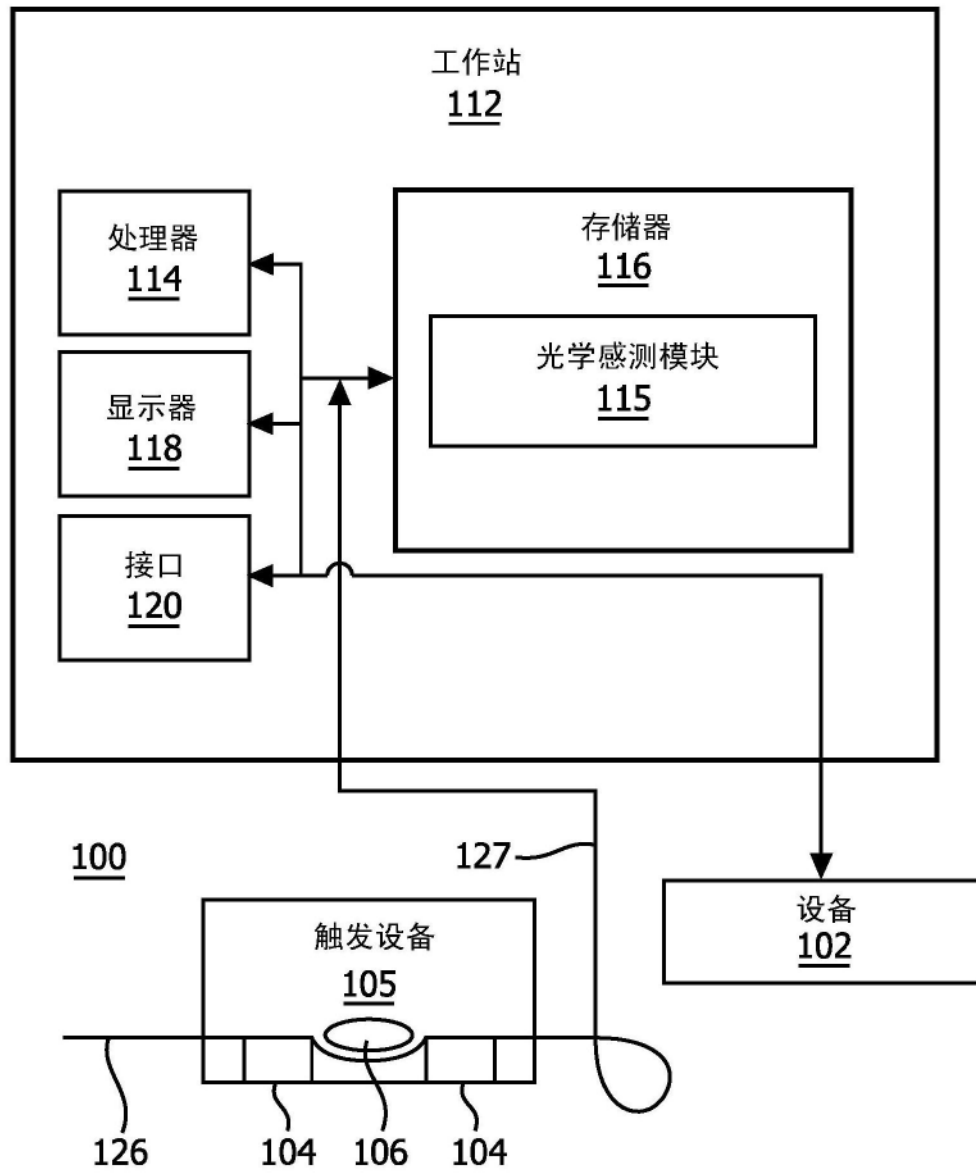


图1

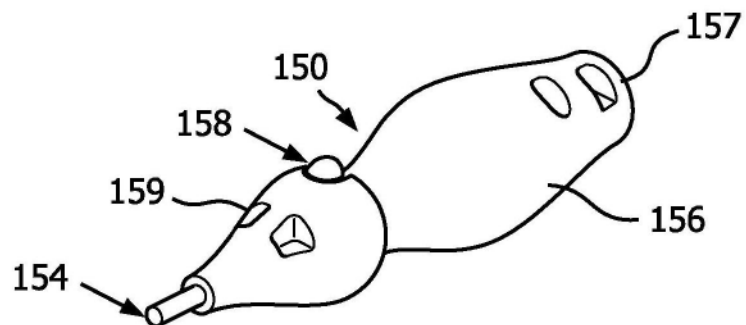


图2A

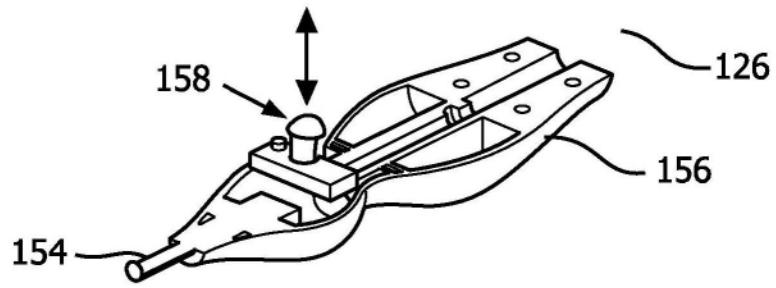


图2B

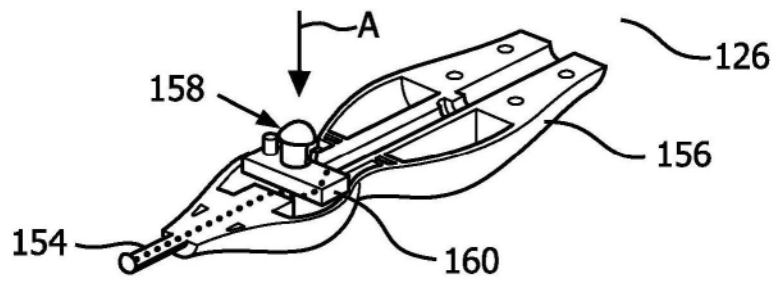


图2C

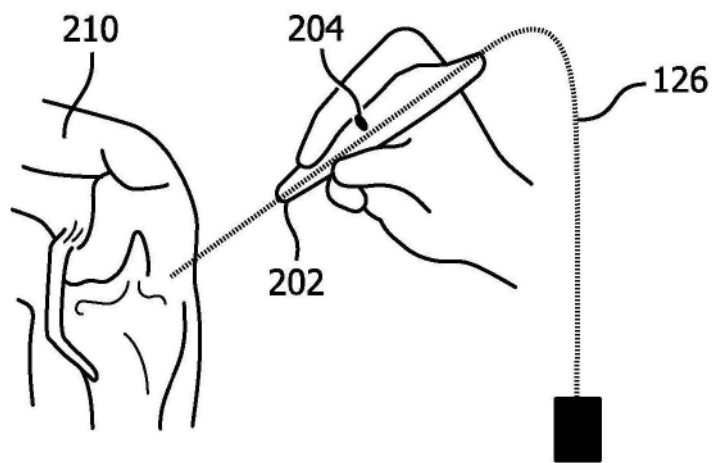


图3A

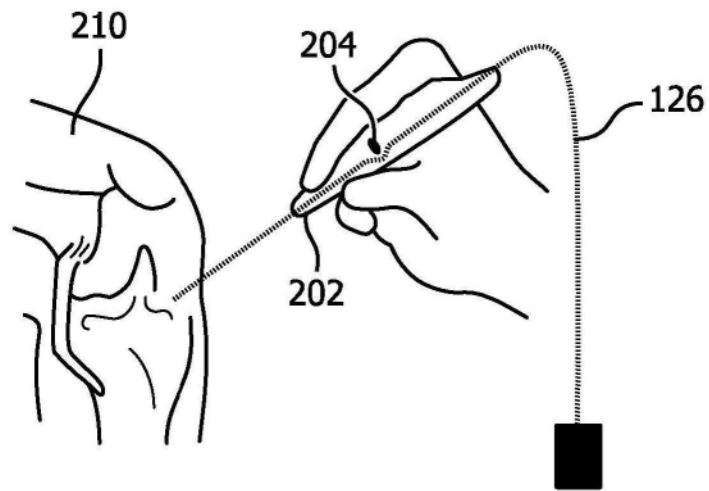


图3B

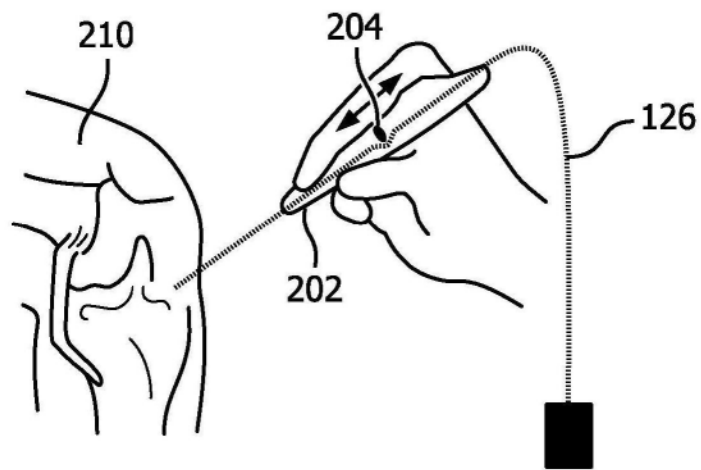


图3C

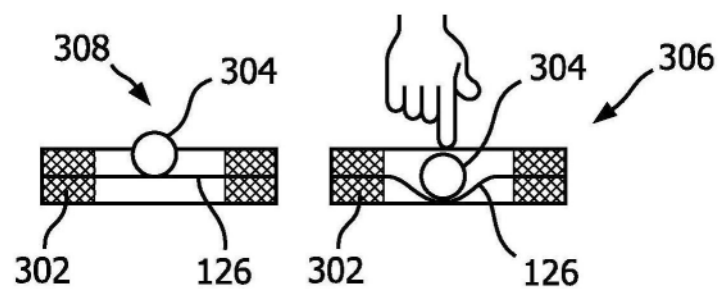


图4A

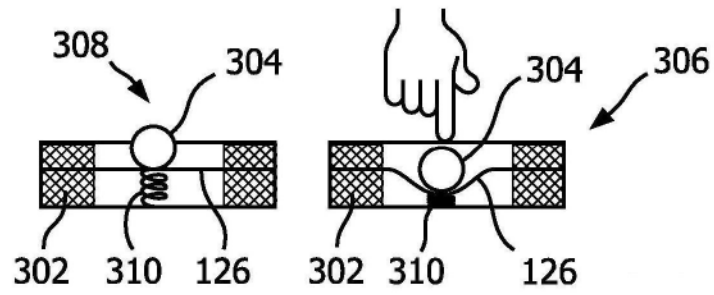


图4B

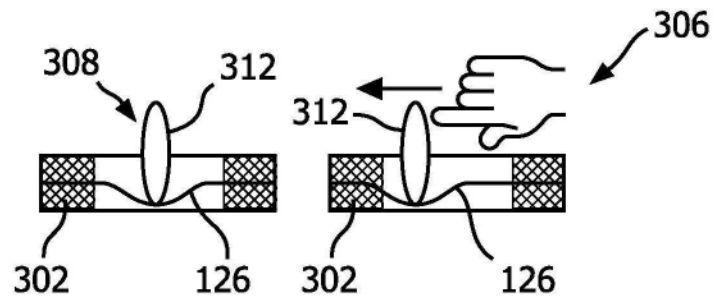


图4C

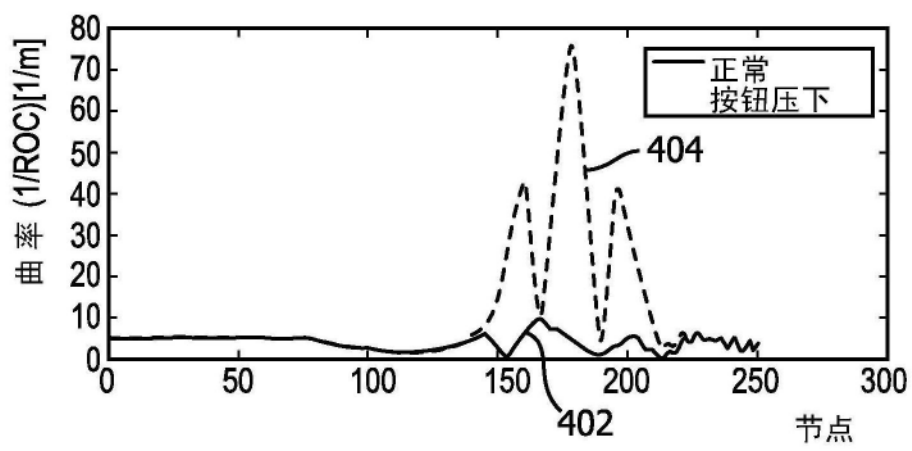


图5

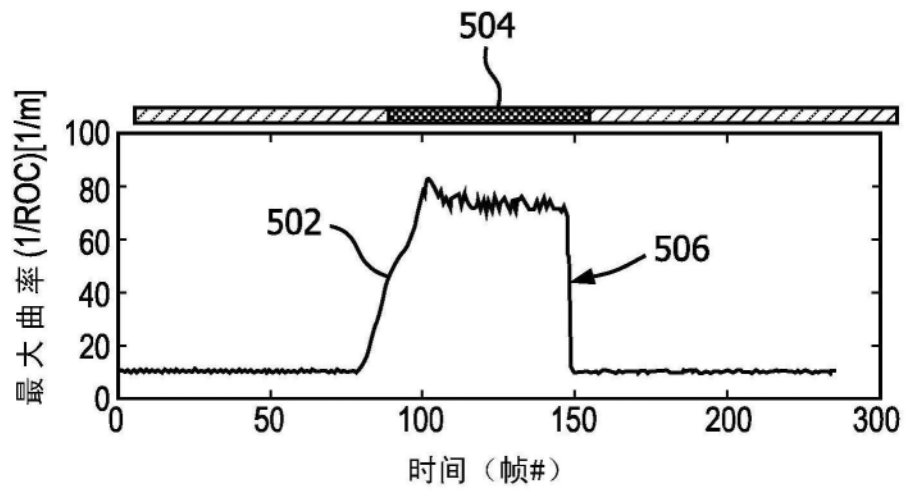


图6

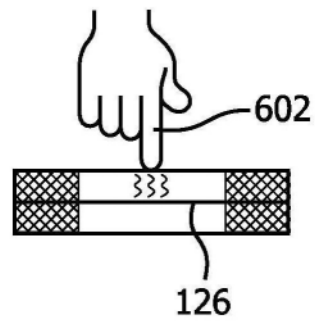


图7A

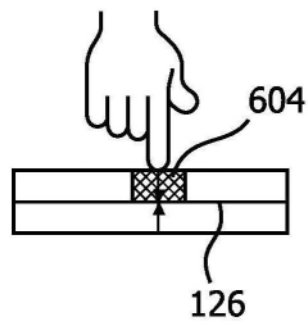


图7B

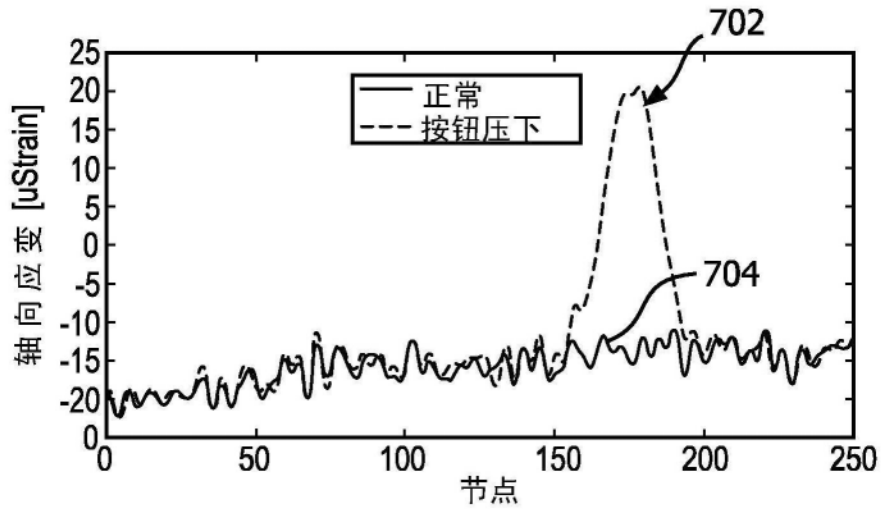


图8

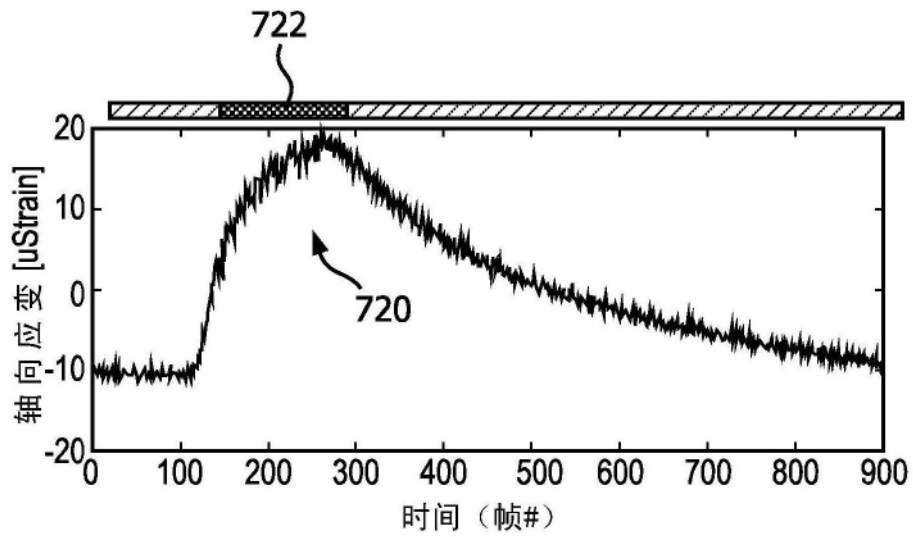


图9

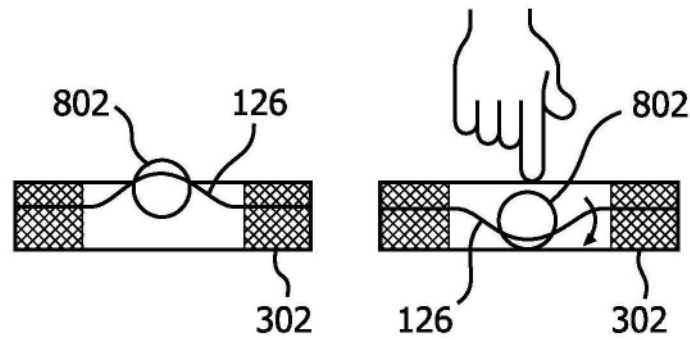


图10

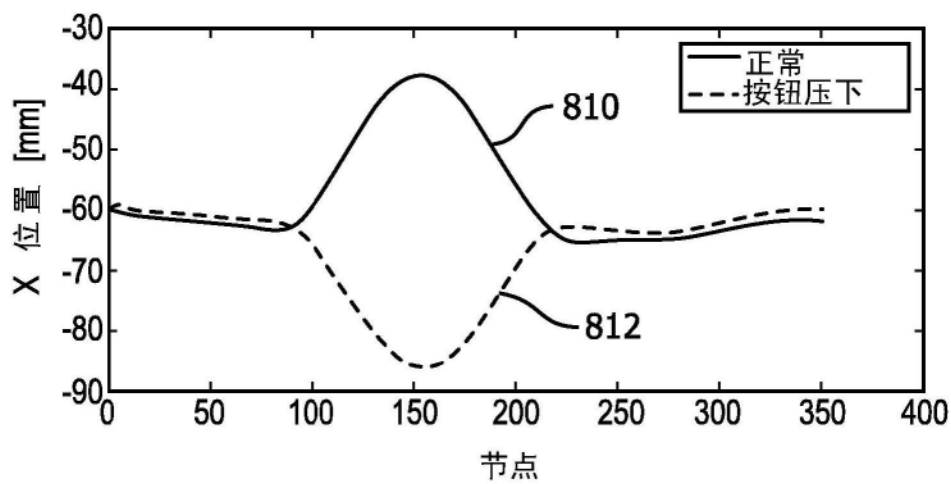


图11

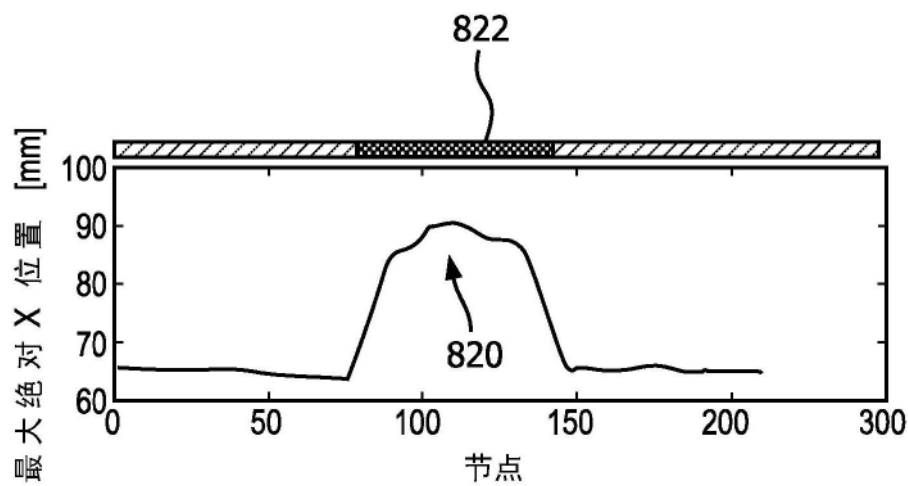


图12

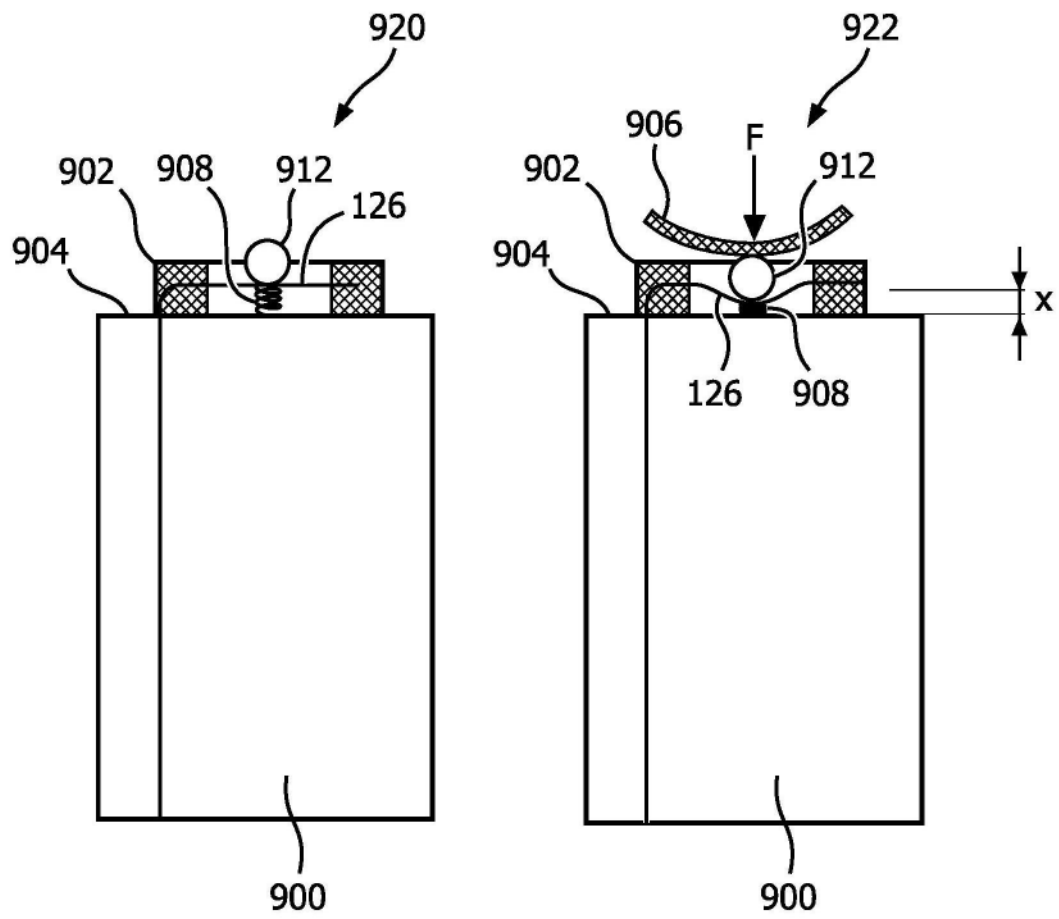


图13

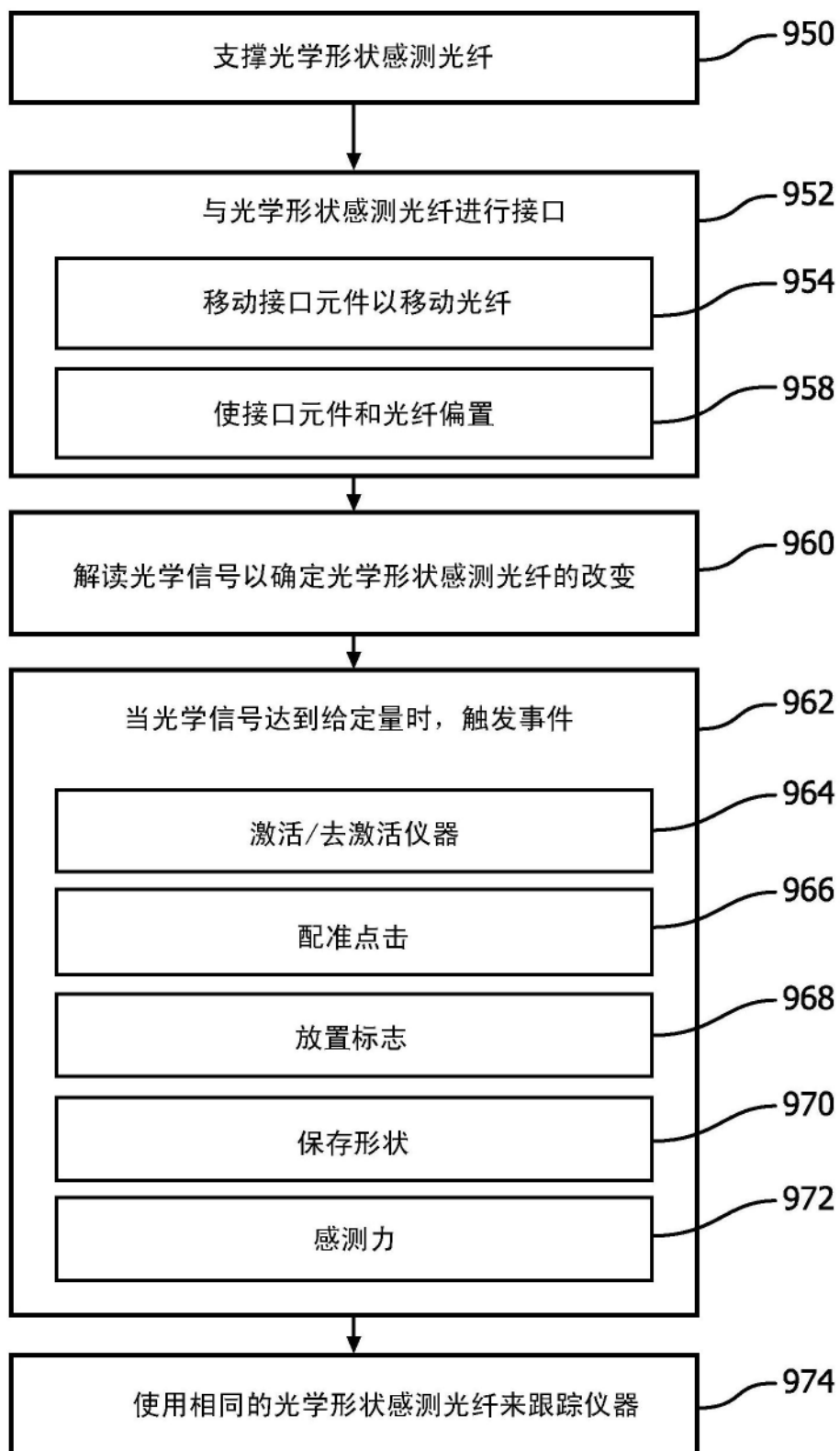


图14