

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 1/31 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880008638.2

[43] 公开日 2010年3月24日

[11] 公开号 CN 101677758A

[22] 申请日 2008.3.17

[21] 申请号 200880008638.2

[30] 优先权

[32] 2007.3.16 [33] US [31] 60/895,275

[86] 国际申请 PCT/SG2008/000082 2008.3.17

[87] 国际公布 WO2008/115151 英 2008.9.25

[85] 进入国家阶段日期 2009.9.16

[71] 申请人 新加坡南洋理工大学

地址 新加坡国新加坡市

共同申请人 新加坡国立大学医院

[72] 发明人 毕修·查理斯·张 黄万星 刘峰
肖迪

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 王新华

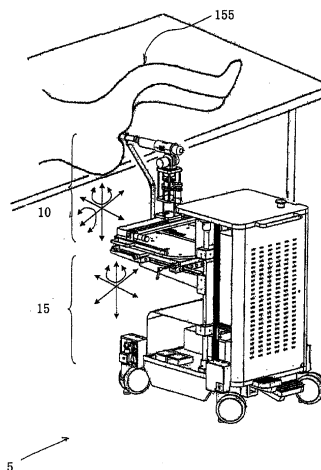
权利要求书3页 说明书10页 附图12页

[54] 发明名称

肛门直肠检查的方法和装置

[57] 摘要

一种肛门直肠探测器系统，包括：肛门直肠探测器组件，该探测器组件具有用于插入到病人直肠的插入端，所述探测器组件包括在所述插入端上或附近的用于收集超声数据的传感器；与所述探测器组件在远离所述插入端的点上转动接合的座架；所述座架在所述插入端与转动接合点中间的一个点上枢转地连接到探测器组件；其中关于所述枢转连接点施加转矩时，所述座架和探测器组件布置成允许所述探测器组件围绕所述连接点选择性地枢转运动。



1. 一种肛门直肠探测器系统，包括：

肛门直肠探测器组件，具有用于插入到病人直肠的插入端，所述探测器组件包括在所述插入端上或附近的用于收集超声数据的传感器；

与所述探测器组件在远离所述插入端的点上转动接合的座架；

所述座架在所述插入端与转动接合点中间的一个点上枢转地连接到探测器组件；

其中关于所述枢转连接点施加转矩时，所述座架和探测器组件布置成允许所述探测器组件围绕所述连接点选择性地枢转运动。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括用于在所述接合点上沿着三个主轴的每一个将力施加到探测器组件上的驱动系统。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其中所述驱动系统布置成沿着所述三个主轴中的任意两个施加力，从而施加所述转矩。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的系统，其中所述座架包括沿着所述主轴可移动的构件，所述驱动系统包括与所述构件相关联的电机，以便于在所述电机启动时，使所述构件沿着所述轴移动，从而将相关的力施加到所述探测器组件。

5. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统，其中所述座架包括关于所述构件固定的平台，以便于所述座架通过将所述平台连接到所述探测器上的组件枢转地连接到探测器组件。

6. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统，其中所述系统可安装到用于将所述系统运送到所需位置的台车上。

7. 根据权利要求 2-6 中的任一项所述的系统，其中所述驱动系统布置成将撤回力施加到所述探测器上，以便于从病人的直肠逐渐地撤回所述探测器组件。

8. 根据权利要求 2-7 中的任一项所述的系统，还包括用于控制所述驱动系统的控制系统，以便于所述探测器组件的移动和转动通过所述控制系统由所述驱动系统的操作进行控制。

9. 根据权利要求 8 所述的系统, 其中所述控制系统布置成使所述插入端遵循预定路径撤回所述探测器组件。

10. 一种肛门直肠探测器组件, 包括:

肛门直肠探测器;

位于所述探测器上的可膨胀隔膜;

用水使所述隔膜膨胀的水插入系统;

S 状结肠镜, 具有用于容纳所述探测器和可膨胀隔膜的中心孔; 和

适配器, 所述适配器可选择性地与所述 S 状结肠镜和所述探测器接合, 以便于将所述 S 状结肠镜和探测器固定并密封所述隔膜。

11. 根据权利要求 10 所述的组件, 其中所述适配器与所述探测器为一体的。

12. 根据权利要求 10 所述的组件, 其中所述适配器与所述 S 状结肠镜为一体的。

13. 根据权利要求 10-12 中的任一项所述的组件, 其中所述探测器和/或 S 状结肠镜通过螺纹连接、压配合、过盈配合和卡口式配合中的任一种或者它们的组合与所述适配器有选择性地接合在一起。

14. 根据权利要求 10-12 中的任一项所述的组件, 其中所述适配器包括铰链接合的两部分和连接器, 使得与所述探测器和/或 S 状结肠镜的接合方式包括铰接夹紧所述探测器和/或 S 状结肠镜, 并用连接器将所述适配器固定在适当位置。

15. 一种使肛门直肠探测器聚集在病人直肠中心的方法, 所述探测器具有插入端, 其中在所述插入端上或附近具有用于收集超声数据的超声传感器, 该方法包括如下步骤:

将插入端定位在病人直肠中;

从所述传感器上获取超声图像, 根据所述图像定位所述传感器的形心;

根据所述图像定位直肠空间的形心;

计算所述形心的位置差, 并指示控制器移动所述探测器以使所述形心重合。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 还包括在直肠内使可膨胀隔膜膨

胀的步骤以便于增加其中定位有所述传感器的直肠空间的尺寸。

17. 一种形成病人直肠的 3D 超声图像的方法，包括步骤：

将肛门直肠探测器组件插入到病人的直肠中；

使用与驱动系统连接的控制系统控制所述探测器组件的移动；

定位所述探测器，以使所述探测器中的传感器的形心与直肠空间的形心重合；

在所述病人的直肠的第一位置上获取二维超声图像；

控制所述探测器以便于将所述传感器撤回到下一位置，重复所述定位、获取和撤回步骤预定的反复次数，并将所述二维图像结合以便于生成三维图像。

肛门直肠检查的方法和装置

技术领域

本发明涉及肛门直肠的检查，以及实现该检查的方法和装置。本发明尤其涉及采用超声方法来获得一系列二维图像并生成三维图像以便于更容易地识别导致直肠癌的肿瘤。

背景技术

在癌症被提早诊断出因而提早治疗的情况下，癌症的处理是最有效的。对于直肠癌尤其是这样的，因为为了完全治愈，几乎所有的情况下都需要手术，尽管除了手术之外有时还用到放射和化疗。因此，在获得关于肿瘤的有价值的信息方面，超声内镜（EUS）方法作为直肠癌的诊断工具是非常宝贵的。

传统上，为了扫描直肠，EUS 程序需要外科医生通过病人的肛门手动地插入超声探测器。在该程序期间，外科医生要调整探测器以将传感器保持在 2D 图像圆片的形心(centroid)上，并且通过使用脚踏(footpad)记录下所需的超声图像。如果所述探测器没有位于直肠的中心，那所生成的超声图像在图像的某些部分上会模糊。因此，为了获得清晰的放射图像，外科医生能够将所述探测器定位并操纵在直肠道的中心上是重要的。

EUS 程序需要技术熟练的外壳医生来围绕正确的位置放置和操纵超声探测器以提取最精确的临床诊断信息。要做出正确的诊断，需要大量的信息，这样就浪费了大量的时间并且也给病人造成了诸多不适。

3D 肛门直肠的超声扫描的基本概念是沿着每个 2D 图像圆片的位置轨迹获取一系列 2D 图像圆片。到目前为止、直线后拉移动件（或内部移动件）和磁追踪绘图（MTF）是实施 3D 超声扫描常用的两种方法。直线后拉移动件是计算机控制的、电机驱动的探测器定位器，其用于将安装其上

的探测器向后移动以生成一系列平行的图像。类似地，为了获取一系列平行的图像，内部移动件（在探测器壳体内部）直接在探测器内部驱动所述传感器。MTF 方法仍然需要有技术和经验的操作人员来控制传感器的位置，以获得好的图像质量，正如前面的段落中所提到的。外部或内部后拉移动件的缺点是该方法不能将所述传感器保持在直肠道的中心处，从而造成了不能令人满意的图像质量。可以使用非追踪的绘图探测器，其中该探测器由操作人员移动。这在当前是受外科医生青睐的。遗憾的是，这不能提供精确的位置信息，从而对于进一步的 3D 重构和显示来说没有帮助。

在许多情况下，在插入超声探测器之前要插入 S 状结肠镜。S 状结肠镜的主要目的是防止超声探测器与直肠壁之间的相对运动以降低不适或撕裂肿瘤的可能性。因此，S 状结肠镜在肛门直肠超声扫描期间是有用的。

S 状结肠镜的存在带来了一个问题，那就是需要另外的手来将它与超声探测器握在一起，以便于将它们一前一后地移动。那就意味着外科医生靠其自己将不能完成扫描。外科医生将需要一名助手来将 S 状结肠镜与超声探测器握在一起，以便于他能够操作超声机器并调整和撤回超声探测器来获取所需质量的图像。

当外科医生通过水架(water stand)将水注入来使病人直肠内部的气球膨胀时又产生了一个问题。这样可能造成水在水架与气球之间的一个位置上泄漏。原因是密封通常不是足够的好来防止水的泄漏。此外，当将水注入到气球中以使直肠内部的气球膨胀时，所述气球可能在水架与 S 状结肠镜之间的一个位置上膨胀。原因是直肠内部的压力太高造成了水回流，因此直肠内部的气球会失去与直肠壁的接触。

发明内容

在本发明的第一个方面中，提供了一种肛门直肠探测器系统，包括：肛门直肠探测器组件，该探测器组件具有用于插入到病人直肠中的插入端，所述探测器组件包括在所述插入端上或附近的用于收集超声数据的传感器；与所述探测器组件在远离所述插入端的点上转动接合的座架；所述座架在所述插入端与转动接合点中间的一个点上枢转地连接到探测器组件；其中关于所述枢转连接点施加转矩时，所述座架和探测器组件布置成

允许所述探测器组件围绕所述连接点选择性地枢转运动。

在本发明的第二个方面中，提供了一种肛门直肠探测器组件，包括肛门直肠探测器；位于所述探测器上的可膨胀隔膜；用水使所述隔膜膨胀的水插入系统；S状结肠镜，该S状结肠镜具有容纳所述探测器和可膨胀隔膜的中心孔；以及适配器，与所述S状结肠镜和所述探测器可选择性地接合，以便于固定所述S状结肠镜和探测器并密封所述隔膜。

在本发明的第三个方面中，提供了一种使肛门直肠探测器聚集在病人直肠中心的方法，所述探测器具有插入端，其中在所述插入端上或附近具有用于收集超声数据的超声传感器，该方法包括步骤：将插入端定位在病人直肠中；从所述传感器上获取超声图像，根据所述图像定位所述传感器的形心；根据所述图像定位直肠空间的形心；计算所述形心的位置差，并指示控制器移动所述探测器以使所述形心重合。

在本发明的第四个方面中，提供了一种生成病人直肠的3D超声图像的方法，包括步骤：将肛门直肠探测器组件插入到病人的直肠中；使用与驱动系统连接的控制系統控制所述探测器组件的移动；定位所述探测器以使所述探测器中的传感器的形心与直肠空间的形心重合；在所述病人的直肠的第一位置上获取二维超声图像；控制所述探测器以便于将所述传感器撤回到下一位置，重复所述定位、获取和撤回步骤预定的反复次数，将所述二维图像结合以便于生成三维图像。

根据本发明的一个实施方式的自动肛门直肠超声图像获取系统可以包括基于PC的运动控制系统，该运动控制系统具有驱动系统和便于自动捕获2D超声图像圆片以进一步重构3D空间和提取图像特征的软件控制系统。

在另一个实施方式中，用于定位所述探测器（或传感器）的驱动系统的运动可以是受图像导向的以根据直肠的自然解剖学精确地获得超声扫描的每个圆片。

根据又一实施方式的系统通过超声传感器的可编程位置控制可以捕获直肠道的一系列连续的2D超声图像扫描。

在由外科医生将所述探测器插入到病人的直肠之后，其就会使用所获取的超声图像与探测器控制平台连接，可以获得直肠道的形心和探测器的

位置，并且引导探测器控制平台将传感器调整到直肠的形心上。该系统可以记录所需质量的图像并且可以将探测器撤回到下一个间隔直到完成检查。根据捕获到的2维数据可以重构3维模型。

根据各个实施方式的系统可以是下面特征的集合或者包括下面的一个特征：

- (i) 能够自动地提取直肠壁中的2D边界形状和层结构；
- (ii) 能够基于相关位置和取向精确获知的2D圆片重构直肠的3D视图，因此可以提供整个直肠或直肠壁的直观和详细的解剖视图；
- (iii) 能够以“剥落”的方式显示3D图像，允许相对于黏膜来显示肿瘤的渗透；
- (iv) 能够提取肿瘤边界以示出肿瘤的扩散；
- (v) 能够提取外肛括约肌和内肛括约肌以及瘘区；
- (vi) 能够以“剥落”的方式显示直肠壁边界、肿瘤和肛门括约肌的3D结构；
- (vii) 在程序的撤回间隔期间能够自动获得直肠道的形心，以允许进行一致的收缩。此外，在又一实施方式中，本发明可以包括含有图像获取模块的软件。

所述图像获取模块可以引导探测器控制平台并且完成图像获取程序。其还可以有助于将探测器保持在每张获取图像的直肠气球区域的形心上。通过所设计的运动控制系统，可以使用这两个形心的差来引导x-、y-和z-轴电动机在探测器控制平台上的运动。

附图说明

参照图示本发明可行装置的附图便于进一步描述本发明。本发明的其他装置也是可行的，因此附图的特殊性不应该理解为替代本发明前面描述的一般性。

图1是根据本发明的一个实施方式的安装到可运动平台上的肛门直肠检查装置的等距视图；

图2是图1中的肛门直肠检查装置的等距视图；

图 3A 和 3B 是根据本发明的一个实施方式的肛门直肠探测器组件的各个视图；

图 4A、B 和 C 是使用根据本发明的又一实施方式的装置的肛门直肠检查的各个视图；

图 5A 和 5B 是病人直肠指示器直肠空间和探测器形心的超声图像；

图 6 是肛门直肠检查的流程图和屏幕转储；

图 7 是根据本发明的一个实施方式的方法的模块示意图；

图 8 是由根据本发明的装置获取的超声图像的屏幕转储；

图 9 是根据现有技术的肛门直肠检查组件的正视图；

图 10 是根据本发明的一个实施方式的肛门直肠检查组件的分解图；

图 11A 和 11B 是根据本发明的又一实施方式的适配器的等距视图；

图 12A 和 12B 是安装到水架上的图 11A 和 11B 的适配器的等距视图，以及

图 13A 和 13B 是安装到 S 状结肠镜上的图 11A 和 11B 的适配器的各个视图。

具体实施方式

图 1 和 2 示出了根据一个实施方式的本发明的基本装置。所示出的是肛门直肠检查装置 5，包括安装到台车 15 上的肛门直肠检查系统 10。该系统 10 包括安装到机械装置上的肛门直肠探测器组件 23，在这种情况下，机械装置为设计成施加受控力从而使所述探测器组件 23 运动的座架。

所述座架包括平台 35，该平台 35 构成了基准或固定装置，所述探测器组件 23 相对于该基准或固定装置的运动被测量。在所述平台上设有具有三个电机的驱动系统 30，一个电机是用于在 X 方向上运动的 140，一个电机是用于在 Y 方向上运动的 135，一个电机是用于在 Z 方向上运动的 130。同时可以使用多个不同的致动器，在这种情况下，这些电机使用滚珠丝杠来完成三个直线运动。正交地设有三组轨道系统来沿着 Z、Y、Z 轴引导三个直线运动。

具有两个后旋关节(revolute joint)115 和 120，它们是被动关节，它们一起构成了座架与探测器组件 23 之间的转动接合。所述关节可以使探测

器组件 23 在 XY 和 YZ 平面上转动。探测器组件还通过连杆机构连接到座架，连杆机构 100 在该组件 23 的两末端之间的中间点处接合探测器组件。所述连杆机构在相反端接合到座架的平台上。因此，探测器组件 23 在两个点 15, 100 上连接到座架，其中一个接合点承受驱动系统 30 的力和运动，另一个点 100 固定到平台上，从而根据关于平台的平移运动进行固定。在这种装置中，探测器组件 23 能够在一点 25 处以 5 个自由度（X、Y、Z、XY 和 YZ）进行运动，在另一点 100 处能够以 3 个自由度（XY、YZ、XZ）进行运动，且因此能够进行所有的转动。探测器基准 110 设置在探测器的近端上以确保探测器 23 仅在一个位置上连接。

为了清楚起见，第一个点称作转动接合点 25，第二点称作枢转连接点 100。

当 Z 轴 130 和 Y 轴 135 运动时，使用枢转连接点 100 使两个被动关节 115 和 120 分别转动。然后将连接点作为支点靠近病人的肛门设置，以将传感器在 6cm 的间距内调整到直肠的形心，如图 4A、B 和 C 中所示。

基于这种装置，接下来单独或一起操作电机 140、135 和 130，则探测器组件 23 就能有宽范围的运动。

如图 2、3A 和 3B 中所示，探测器组件 23 包括肛门直肠探测器 20，该探测器 20 具有夹紧端和插入端 96，其中座架在转动接合点 25 处夹紧所述夹紧端，所述插入端 96 是探测器组件 23 插入的导引点。定位在所述插入端上或附近的是传感器，其用于在距该传感器公知的距离内从组织上获取超声图像。探测器 20 本身的类型和操作不构成本发明的部分，这种探测器是公知的，而且广泛地用在就是这种检查的产业中。

探测器组件还包括可膨胀隔膜，其类似于避孕套装在插入端上，沿着探测器 20 的长度延伸。在图 9 中可更清楚地看出，可膨胀隔膜 250 在探测器插入后，用水或其他液体将其膨胀。这样做的目的是扩张直肠空间以便于更清楚地检查病人的直肠。

还存在 S 状结肠镜，带有可膨胀隔膜的探测器 20 滑入到该 S 状结肠镜中的适当的位置上。这种装置中的该组件是普遍的而且构成了现有技术的一部分。但是，如图 3A 和 3B 中所示，本发明的又一实施方式还包括适配器 105。使用该适配器的目的是使 S 状结肠镜 95 与探测器 20 接合以

便于它们作为一个单独的物体工作。这种装置所提供的好处将在后面更详细地讨论。

本发明的目的是在进行肛门直肠超声扫描中模拟技术熟练的外科医生。为了达到这个目的，如图1中所示，本发明是足够稳定坚实的，而且提供了在生物工程学上友好的、由外科医生操纵的装置。

该系统10可以制造成依靠台车15是可运动的，该台车15包括推车70以便于其能够通过把手80推动，并且能够被稳定在所需的位置和方向上，如图4A、4B和4C所示。为了增加稳定性，四轮推车70具有橡胶作为衬垫的可伸缩的支腿65，所述支腿65能够使该系统通过橡胶垫停在地板上，当该系统被推到所需的位置和方向上时，通过将踏板锁(paddle lock)90推下而将车轮稍微提起。

为了便于灵活操作探测器组件23，使用四自由度的被动平台(passive platform)35来在如图1中所示的所需的位置和方位上微调并锁定所述驱动系统30。使用由带有电源断路器的双向电机驱动的丝杠50来调整驱动系统30的垂直位置。电机的方向是由两个脚踏开关60控制的。就在平台35的下方是两对正交布置的直线导柱和线性轴承，它们能够使平台在X-Y平面内自由的运动。两个杠杆锁定装置45用来卡住和松开所述运动。在平台与驱动系统30之间是转台，该转台能够使驱动系统30围绕Z轴自由的转动170。旋钮锁定装置用来锁定和松开所述转动。

X和Y的直线运动140,135用来根据人类直肠解剖学的本质属性165沿着“S”形路径160逐段撤回所述探测器。这种运动是由嵌入的CPU85控制的，外科医生会根据他的/她的判断来触发紧急停止开关75。

在探测器撤回时，枢转环会沿着探测器运动。作用在肛门上的力减到最小，从而有助于使病人感到更舒适。

出于控制的目的，为了测量枢转环100与驱动系统30之间的距离，在两个装置之间构造有游标尺，旋钮锁定装置150用来将所述游标尺锁定在所需的位置上。

根据优选的实施方式，本发明的方法呈现如下：

A. 相对于病人定位肛门直肠检查系统（图4A）

i. 将肛门直肠系统重置到初始位置；

- ii. 使病人躺在左侧位置上以便于肛门区域靠近操作台的边缘;
- iii. 推动肛门直肠检查系统使探测器与病人的肛门位于同一水平面;
- iv. 通过压下脚踏板将推车车轮锁住;
- v. 推动枢转环靠近病人的肛门;
- vi. 锁定游标尺并记录读数。

B. 将探测器连到肛门直肠检查系统上

- i. 将 S 状结肠镜通过枢转环和病人的肛门插入到直肠中;
- ii. 将由避孕套套住的探测器通过 S 状结肠镜插入到直肠中;
- iii. 通过如图 3A、B 中示出的适配器将 S 状结肠镜和探测器连在一起;
- iv. 将平台的高度调整到探测器更靠近探测器支架的位置上。由各个机构 40, 45 来完成平台在 X、Y 轴上的更细微的调整以及围绕 Z 轴的转动, 以便于将探测器安装到探测器支架中;
- v. 将探测器紧固到探测器支架上。

C. 超声图像的获取 (图 5A、5B、6、7 和 8)

- i. 驱动肛门直肠检查系统开始捕获直肠的图像 180, 185;
- ii. 肛门直肠检查系统计算机找出直肠的形心 195, 205 并将探测器调整到该位置 190, 195;
- iii. 肛门直肠检查系统计算机捕获并记录下该所需的图像 210, 225。将超声传感器撤回到下一个间隔;
- iv. 重复步骤 2 到 4 直到完成 6cm 的段;
- v. 驱动系统 30 遵循如图 4B 中所示的“S”形轨迹 160 将探测器拉回到下一个 6cm 段;
- vi. 重复步骤 2 到 6 直到扫描到整个直肠;
- vii. 从探测器支架上拆下探测器。

参见图 9, 传统的超声探测器组件包括超声探测器 20、水架 235 和 S 状结肠镜 95。水架 235 通过“O 形环”机械地连接到超声探测器 20, 所

述“O形环”在隔膜 250 膨胀时将水压密封住。在扫描期间，将探测器 20、水架 235 和 S 状结肠镜 95 握在一起是必要的。

图 10 示出了一种根据本发明的一个实施方式的可选的装置。除了包括传统探测器组件的元件之外，还包括适配器 275，该适配器 275 避免了正在实施检查的外壳医生需要助手提供帮手的情况。此前需要助手来将组件握在一起，但是现在适配器 275 的使用方便了将组件握在一起。因此，超声探测器 20、水架 235 和 S 状结肠镜 95 这三部分机械地连接在一起。所以，在肛门直肠超声扫描期间，当外科医生撤回探测器 20 时，这三部分会一起移动。

图 11A 示出了适配器 275 的未锁住的位置。锁定装置 290 处于未锁住的位置。上半部 280 和下半部 285 可以围绕铰链 300 转动。一种可选的装置可以包括可以压配到一起的两半。

图 11B 示出了适配器 275 的锁住的位置。上半部 280 和下半部 285 完全接合，其中锁定机构 290 与相应的锁装置 295 接合。在该闭合的装置中，形成了内轮廓 305，其成型为与水架 235 的一部分的相应的外轮廓 310 接合，以将适配器 275 与水架 235 安装，如图 12A 和 12B 中所示。外轮廓 310 用于将可膨胀的隔膜 250 紧固在水架 235 上。锁定装置 290 用于扣紧所述上半部 15 和下半部 16。

参见图 13A，适配器 275 包括两个狭槽 320，以便于将 S 状结肠镜 95 紧固到适配器 275 上和从适配器 275 上松开。为了安装，S 状结肠镜沿着箭头 A 插入并沿着箭头 B 转动，如图 13B 中所示。这种装置一般可以称作卡口式组装件(bayonet fitting)。可选的装置可以包括螺纹连接、依靠摩擦连接的压配合或过盈配合。

适配器 275 可以由具有足够刚度和抗腐蚀性的耐用轻型材料制成，包括但不限于表面硬化的铝合金或迭尔林 (Delrin)。

根据本发明的一个实施方式的使用适配器 275 来操作探测器组件的一种这样的 EUS 程序如下：

- i. 通过“O形环”装置将水架 235 安装在探测器 20 上；
- ii. 利用由两个橡胶环 245 紧固在水架 235 上的可膨胀隔膜 250 将探测器 20 套住；

-
- iii. 然后将大约 100cc 的水装入隔膜 250，该系统任何气泡上升通过水入口 230；
 - iv. 将适配器 275 与水架 235 安装在一起；
 - v. 将 S 状结肠镜 95 插入到病人的直肠 255 中，并将探测器 20 通过该 S 状结肠镜 95 引入。
 - vi. 将 S 状结肠镜 95 放置在适配器 275 中；
 - vii. 为了确保直肠壁与隔膜有最佳的接触，将更多的水引入到隔膜 250 中，形成扩大的直肠腔 260；
 - viii. 外科医生通过一只手调整探测器 20，以在超声探测器 20 组件撤回时获得所捕获的所需质量的图像。

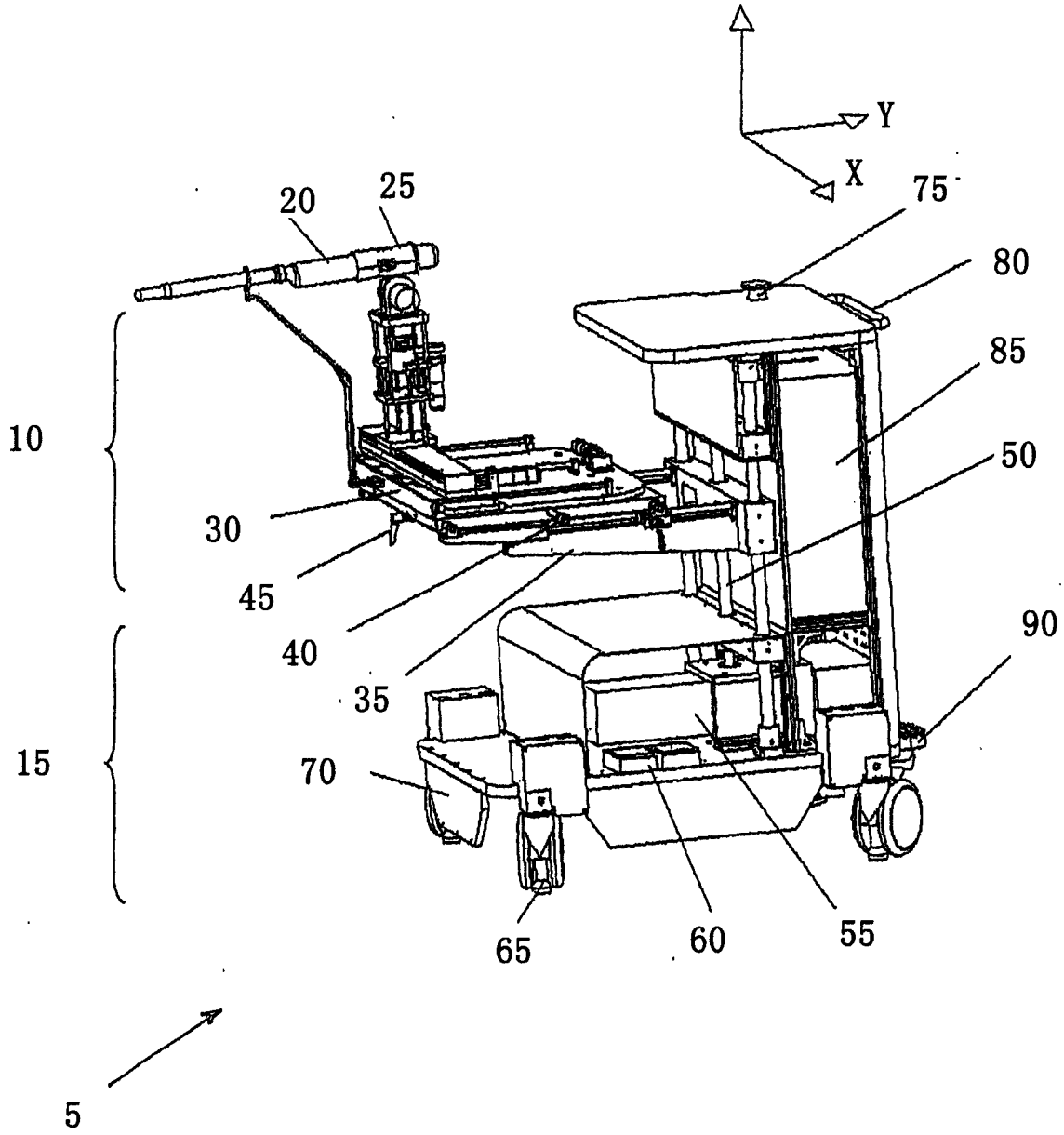


图 1

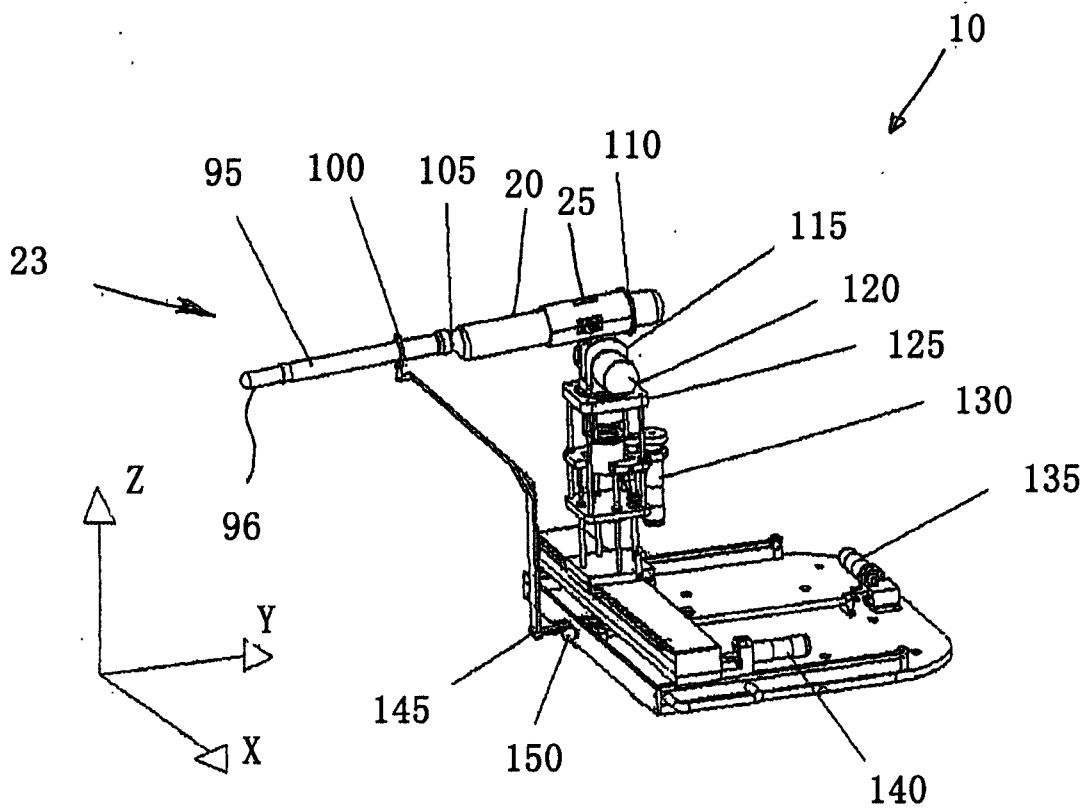


图 2

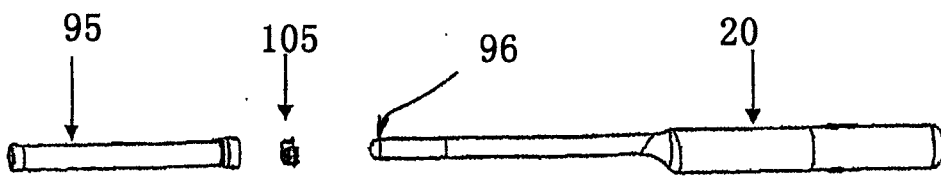


图 3A

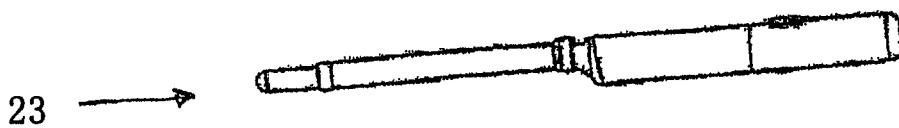


图 3B

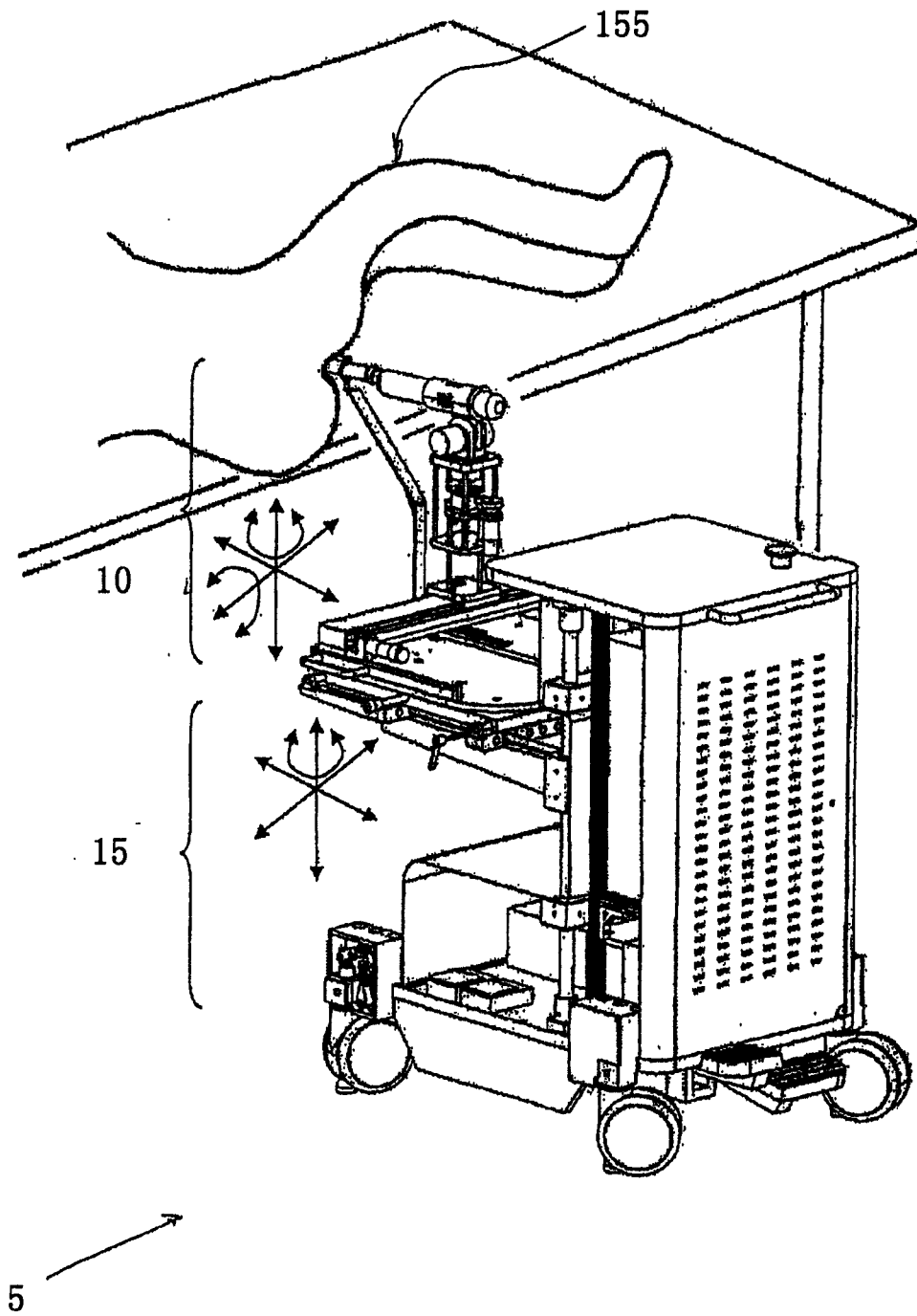


图 4A

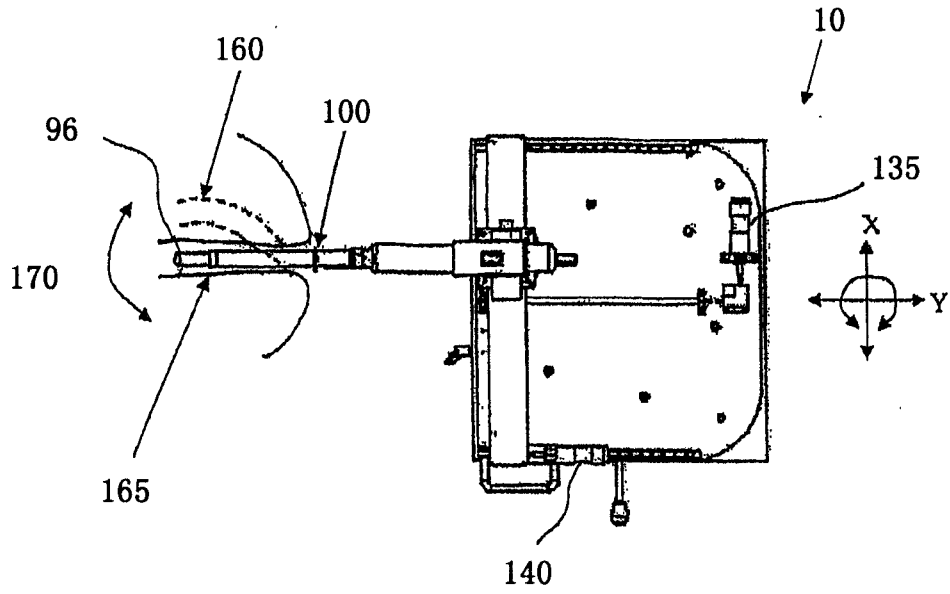


图 4B

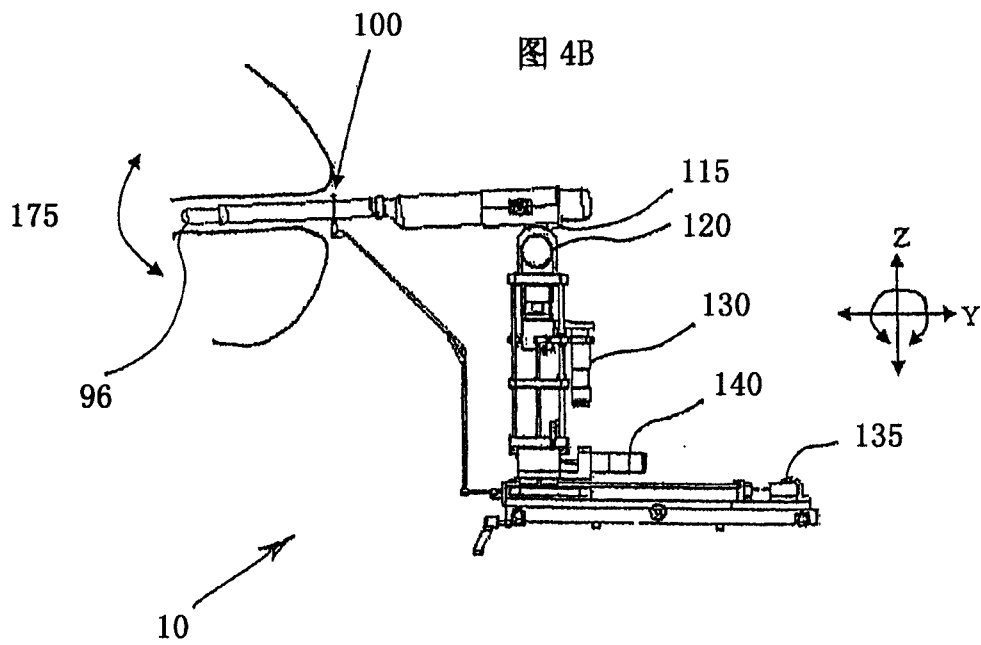


图 4C

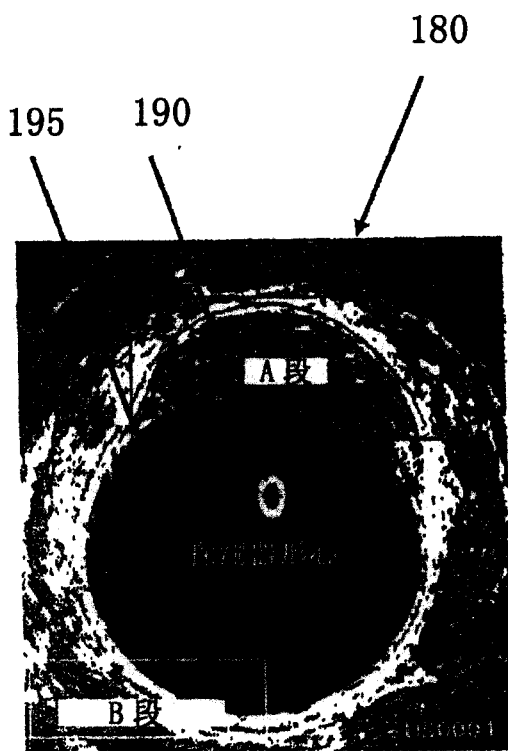


图 5A

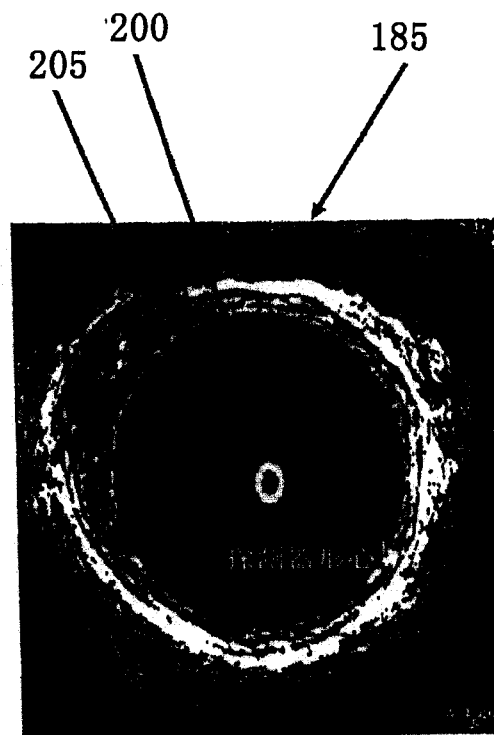
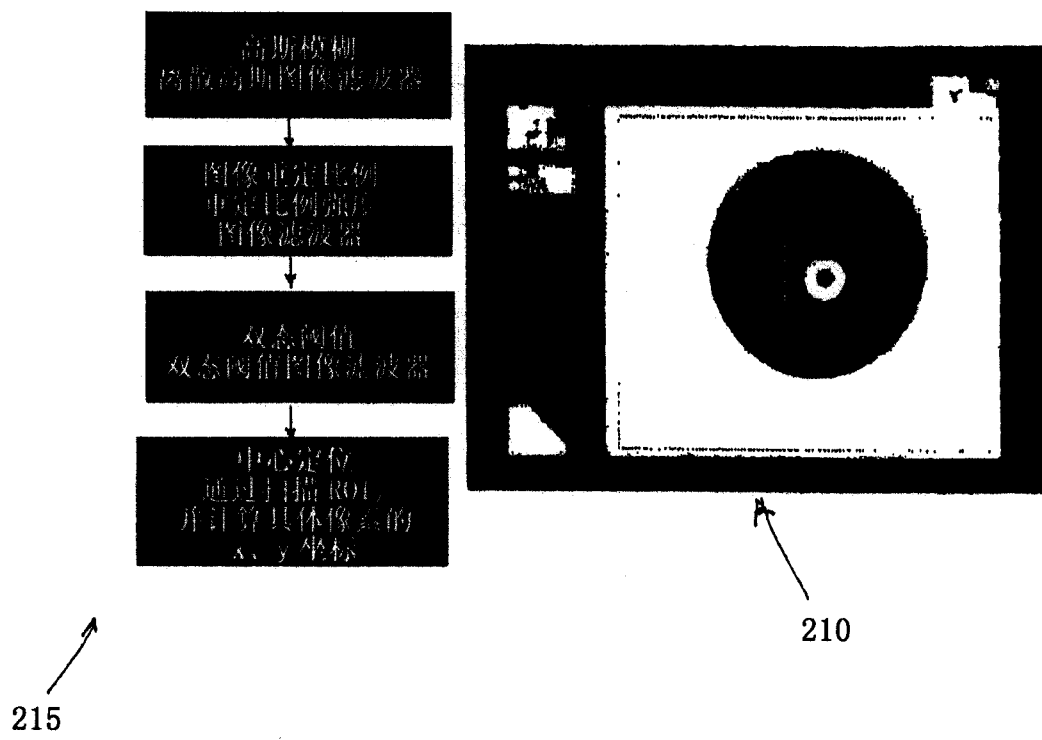


图 5B



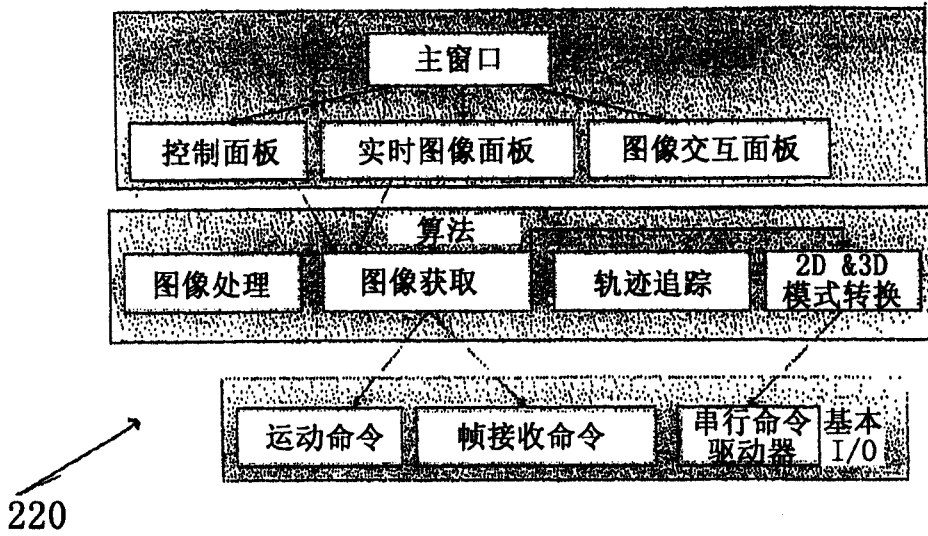


图 7

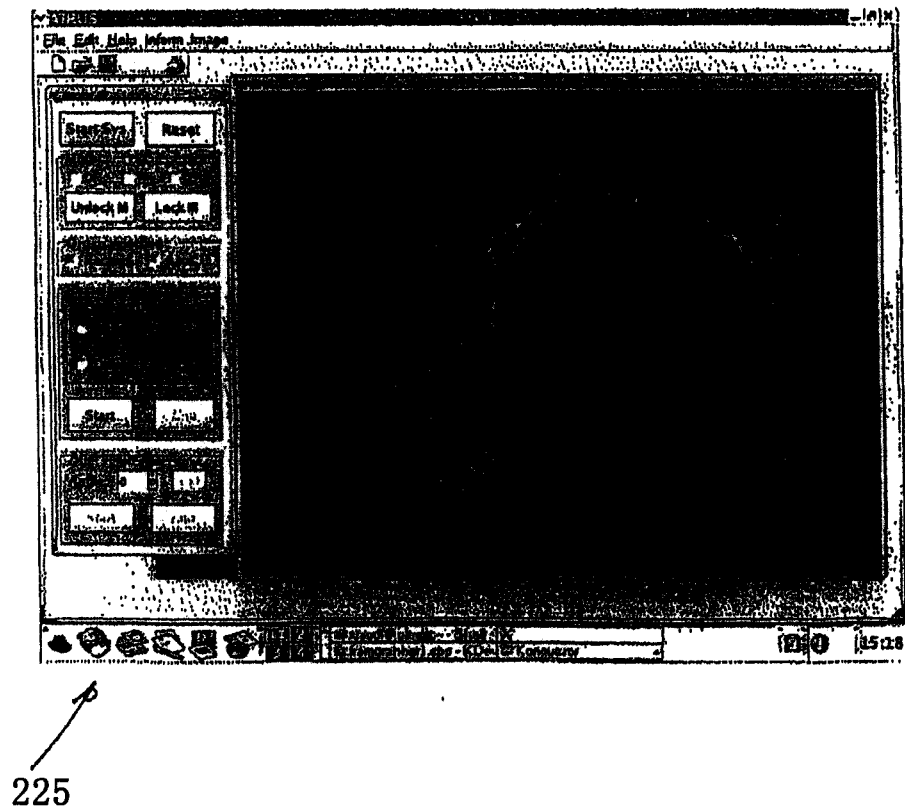


图 8

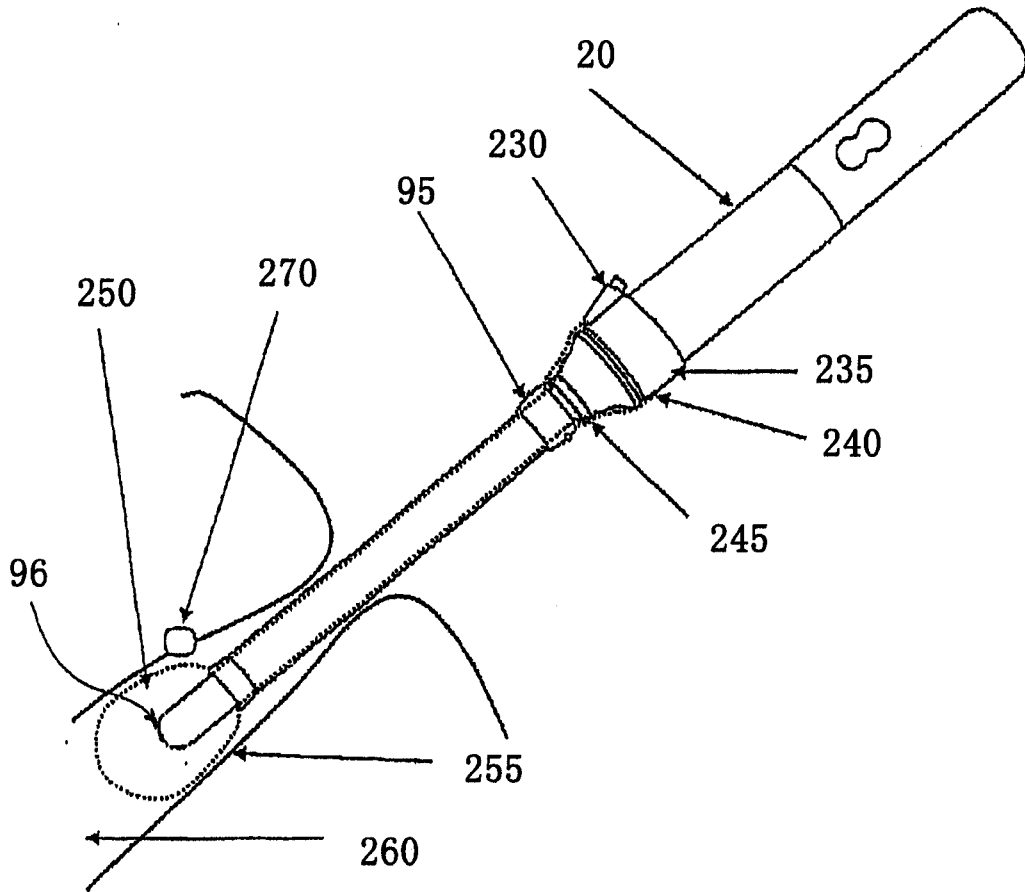


图 9
现有技术

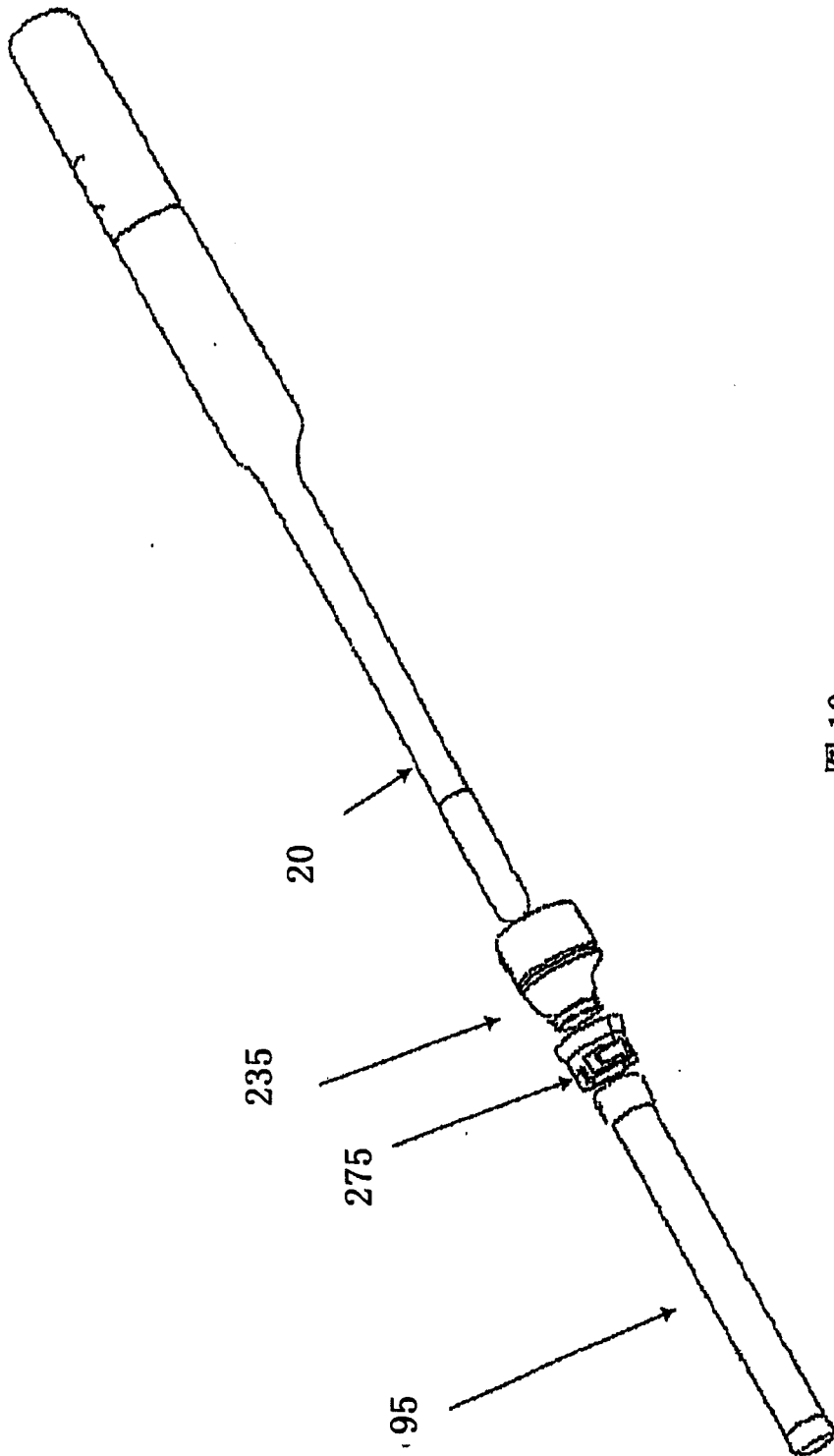


图 10

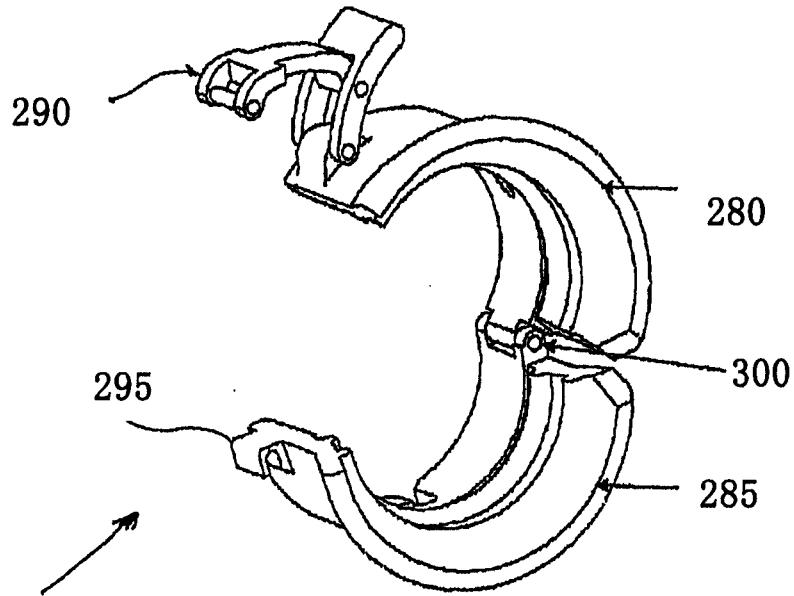


图 11A

275

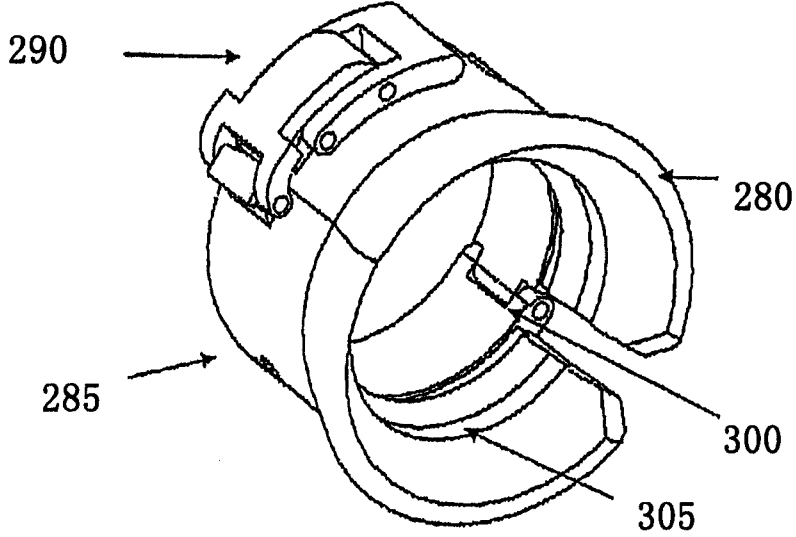


图 11B

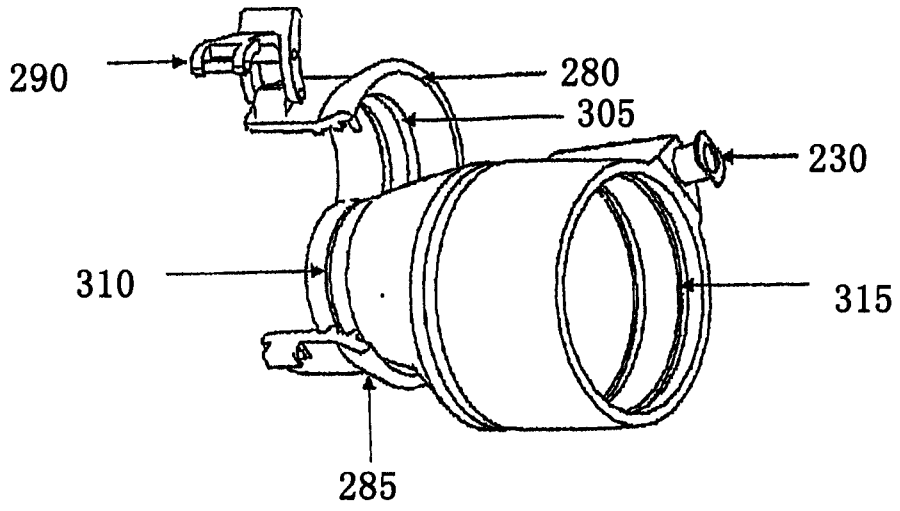


图 12A

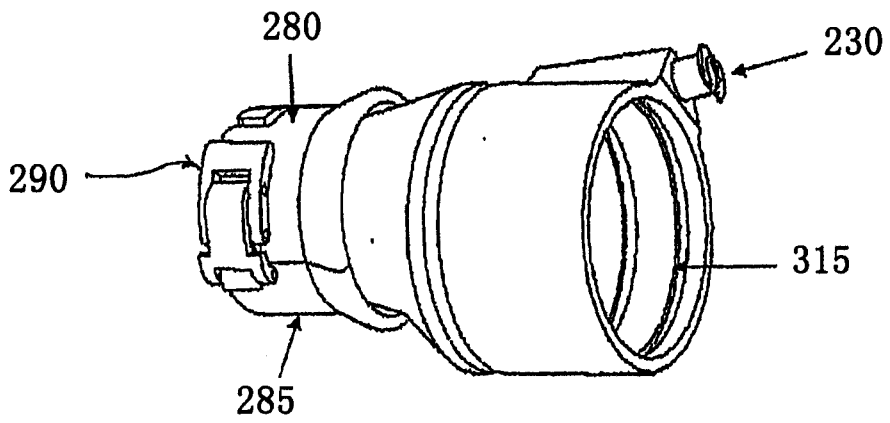


图 12B

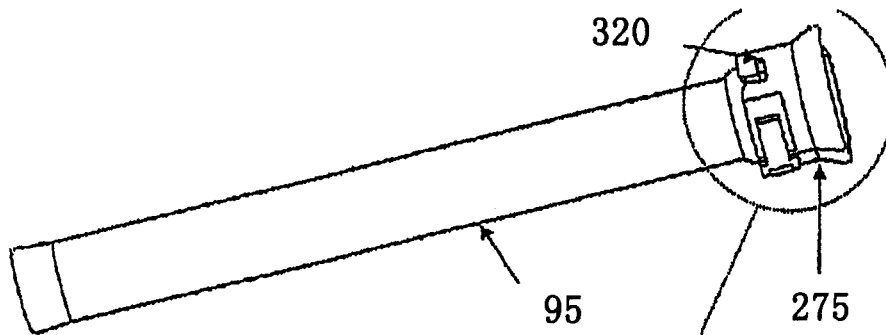


图 13A



图 13B