



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109124555 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201810745364.0

(22)申请日 2018.07.09

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

申请人 上海交通大学医学院附属瑞金医院

(72)发明人 孙志峻 闫鹤 刘文韬 王均山
金家楣

(74)专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 瞿网兰

(51)Int.Cl.

A61B 1/313(2006.01)

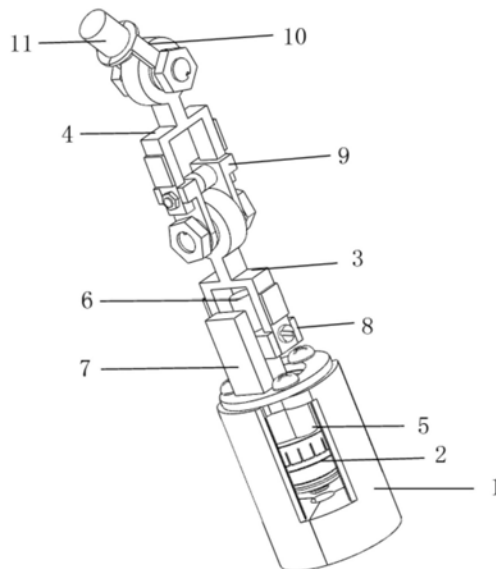
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54)发明名称

一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构

(57)摘要

一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征是它包括一枚磁铁、一个输出轴带有螺纹的旋转超声电机、丝杠螺母副、两个压电驱动器以及连接件和支架,所述的旋转超声电机通过丝杠螺母副传动可以实现其轴线方向的直线运动,两个压电驱动器产生的两个自由度均可实现大于180°往复摆动。旋转超声电机底部支架中置有磁铁,能够和外部磁铁相互作用使整个腹腔镜机构悬挂在皮肤内侧。旋转超声电机通过H型螺母与第一压电驱动器定子基体的金属悬臂梁螺栓连接,第一压电驱动器转子通过第一连接件与第二压电驱动器定子基体的金属悬臂梁相连接,连接件的环部分采用止动键形式,第二压电驱动器通过第二连接件与摄像头连接。本发明三个自由度完全解耦,机构内部不存在会产生运动间隙的齿轮传动和产生松弛的线传动,易于控制,结构紧凑,易于微型化。



CN 109124555 A

1. 一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征是它包括一枚磁铁、一个输出轴带有螺纹的旋转超声电机、丝杠螺母副、两个压电驱动器以及连接件和支架,所述的旋转超声电机通过输出轴、H型螺母、限位板组成的丝杠螺母副传动实现其轴线方向的直线运动,两个压电驱动器产生的两个自由度均能实现大于 180° 往复摆动;旋转超声电机底部支架中置有磁铁,能够和外部磁铁相互作用使整个腹腔镜机构悬挂在皮肤内侧;旋转超声电机通过H型螺母与第一压电驱动器定子基体的金属悬臂梁螺栓连接,第一压电驱动器转子通过第一连接件与第二压电驱动器定子基体的金属悬臂梁相连接,连接件的环部分采用止动键形式,第二压电驱动器通过第二连接件与摄像头连接。

2. 根据权利要求1所述的直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:根部的自由度能实现轴线上的直线运动,其运动长度根据旋转超声电机输出轴螺纹的长度以及压电驱动器定子金属悬臂梁的长度进行调整,中部两个自由度能实现超过 180° 的往复摆动。

3. 根据权利要求1所述的直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:机构实现了一个直线与两个摆动自由度的组合,中部两个摆动自由度方向正交,三个自由度完全解耦。

4. 根据权利要求1所述的直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:压电驱动器转子部分采用了两种材料的零件过盈配合,既保证了整体结构的轻量化,又能满足定转子接触处的刚度要求。

5. 根据权利要求1所述的直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:根部旋转超声电机通过支架与磁铁连接,支架底部采取镂空形式,支架底部组成一个圆柱空腔,磁铁放置在空腔中。

6. 根据权利要求1所述的直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:旋转超声电机的输出轴端部带有螺纹,通过H型螺母与第一压电驱动器定子基体的金属悬臂梁相连接,与旋转超声电机外壳连接的挡限制了螺母的旋转,实现了机构的直线自由度。

7. 根据权利要求1所述的直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征在于:压电驱动器的轴上开有矩形槽,与其相配合的连接件带有矩形的类键凸起。

一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声作动及机器人技术,尤其是一种结合了超声电机和中空电机驱动的腹腔镜,具体地说是一种直线-转动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构。

[0002] 技术背景

压电驱动器(旋转超声电机是其众多类型中的一种)突破了传统电机的概念,它没有磁钢和绕组,不依靠电磁感应传递能量,是利用压电陶瓷的逆压电效应,通过压电陶瓷的伸缩振动模式的转换与耦合以及特殊结构的设计,将材料的微观变形通过共振放大和摩擦耦合转换成转子的宏观运动。超声电机具有低速大扭矩的特点,可直接驱动负载,无需齿轮箱进行降速以提高输出扭矩,结构设计灵活,可微型化。

[0003] 目前,世界上最先进的达芬奇手术机器人需要在患者腹部至少开三个孔洞,一个孔洞用于插入腹腔镜,另外两个孔洞用于插入手术用刀、钳、夹等手术器械。使用磁吸方式,可在患者腹部只开一个孔洞,腹腔镜、刀、钳、夹等手术器械都从这个孔洞进入。这些手术器械可以通过腹部皮肤外部的磁铁进行定位和锚固,这唯一的孔洞还可作为这些手术器械的导线引出口。这样的一个孔洞相比与之前的三个孔洞,更有利于患者术后的康复。

[0004] 现行的长杆式腹腔镜的操控方式已不能满足上述手术条件,完全进入腹腔内的腹腔镜必然要求尺寸小,自由度多,能在体内调整位姿,方便医生从不同角度观察病变组织。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,而提供一种直线-转动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,不仅结构紧凑可微型化,而且可以发挥压电驱动响应迅速、断电自锁等特点。

[0006] 本发明的技术方案是:

一种直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,其特征是它包括一枚磁铁、一个输出轴带有螺纹的旋转超声电机、丝杠螺母副、两个压电驱动器以及连接件和支架,所述的旋转超声电机通过输出轴、H型螺母、限位板组成的丝杠螺母副传动实现其轴线方向的直线运动,两个压电驱动器产生的两个自由度均能实现大于 180° 的往复摆动;旋转超声电机底部支架中置有磁铁,能够和外部磁铁相互作用使整个腹腔镜机构悬挂在皮肤内侧;旋转超声电机通过H型螺母与第一压电驱动器定子基体的金属悬臂梁螺栓连接,第一压电驱动器转子通过第一连接件与第二压电驱动器定子基体的金属悬臂梁相连接,连接件的环部分采用止动键形式,第二压电驱动器通过第二连接件与摄像头连接。

[0007] 根部的自由度可以实现轴线上的直线运动,其运动长度可根据旋转超声电机输出轴螺纹的长度以及压电驱动器定子金属悬臂梁的长度进行调整,中部两个自由度可实现超过 180° 的往复摆动。

[0008] 机构实现了一个直线与两个摆动自由度的组合,中部两个摆动自由度方向正交,三个自由度完全解耦。

[0009] 压电驱动器转子部分采用了两种材料的零件过盈配合,既保证了整体结构的轻量

化,又可以满足定转子接触处的刚度要求。

[0010] 根部旋转超声电机通过支架与磁铁连接,支架底部采取镂空形式,支架底部组成一个圆柱空腔,磁铁放置在空腔中。

[0011] 旋转超声电机的输出轴端部带有螺纹,通过H型螺母与第一个作动器定子的金属悬臂梁相连接,与旋转超声电机外壳连接的挡板限制了螺母的旋转,实现了机构的直线自由度。

[0012] 压电驱动器的轴上开有矩形槽,与其相配合的连接件带有矩形的类键凸起。

[0013] 本发明的有益效果是:

由于采用压电驱动,避免了使用复杂的减速器装置和庞大的持镜臂,使整个腹腔镜得以微型化,压电驱动器转子采用两种材料零级的过盈配合,基体使用3D打印材料,摩擦面用金属材料,使得整个机构更加轻量化,支架与连接件的结构也使得整个机构更加紧凑,便于整个机构以磁吸附的方式进入腹腔内。该机构的多自由度形式,也便于医生寻找病变组织时操控腹腔镜。

[0014] 本发明三个自由度完全解耦,机构内部不存在会产生运动间隙的齿轮传动和产生松弛的线传动,易于控制,结构紧凑,易于微型化。

[0015] 本发明不仅结构紧凑可微型化,而且可以发挥压电驱动响应迅速、断自锁等特点。

附图说明

[0016] 图1是直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构示意图;

图2是支架(单)结构示意图;

图3是支架磁铁分解结构示意图;

图4是旋转超声电机结构示意图;

图5是第一压电驱动器结构示意图;

图6是第二压电驱动器结构示意图;

图7是H型螺母结构示意图;

图8是压电驱动器定子结构示意图;

图9是压电驱动器转子轴结构示意图;

图10是压电驱动器装配连接示意图;

图11是压电陶瓷极化即施加信号示意图;

图12是第一连接件结构示意图;

图13是直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构工作原理示意图;

图中标号名称:1、支架;2、旋转超声电机;5、旋转超声电机外壳;7、限位挡板;8、H型螺母;6、旋转超声电机输出轴;3、第一压电驱动器;4、第二压电驱动器;9、第一连接件组;10、第二连接件组;11、摄像头;12、内部磁铁;13、压电驱动器定子基体;14、压电陶瓷片;15、压电驱动器转子轴;16、C型卡环;17、调整片;18、硅胶环;19、第一锥面环;20、第二锥面环;21、输入Sin信号;22、输入Cos信号;23、箭头方向为压电陶瓷极化方向;24、皮肤;25、外部磁铁。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施对本发明的技术方案作进一步的详细说明。

[0018] 如图1-13所示。

[0019] 一种直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构,它包括一枚磁铁12、一个输出轴带有螺纹的旋转超声电机2、丝杠螺母副(由H型螺母8和带螺纹的旋转超声电机输出轴6组成)、两个压电驱动器3、4、以及连接件9、10和支架1,所述的旋转超声电机通过输出轴、H型螺母、限位板组成的丝杠螺母副传动实现其轴线方向的直线运动,两个压电驱动器3、4产生的两个自由度均能实现大于 180° 往复摆动;旋转超声电机2底部支架1中置有内部磁铁12,能够和外部磁铁25相互作用使整个腹腔镜机构悬挂在皮肤24内侧;旋转超声电机输出轴6带有螺纹,该螺纹端与H型螺母8组成丝杠螺母副,H型螺母8受到安装在超声电机外壳5上的限位挡板7的作用不能旋转而只能作轴向直线移动,直线移动的距离取决于限位挡板7高度和第一压电驱动器定子基体13的长度。旋转超声电机2通过H型螺母8与第一压电驱动器定子基体13的金属悬臂梁(其上粘贴有压电陶瓷片14)螺栓连接,第一压电驱动器3转子通过第一连接件9与第二压电驱动器定子基体的金属悬臂梁(其上也粘贴有压电陶瓷片14)相连接,第一连接件9的下部环处采用止动键形式,第一连接件9的上部与第二压电驱动器4的定子基体的金属悬臂梁相连,第二压电驱动器4的转子上安装有第二连接件10,第二连接件10的自由端上安装有摄像头11(如图1)。第一压电驱动器3的转子轴线与第二压电驱动器4的转子轴线呈空间正交。

[0020] 详述如下:

支架1(如图2)上开有通孔,通过螺钉与旋转超声电机外壳5螺纹孔固联,磁铁12小过盈放置在支架1内的空腔中,多个支架(单)可组成一个支架组,可将磁铁12完全包裹在空腔中(如图3)。H型螺母8的凹槽处开有螺纹孔(如图7),凹槽侧面与压电驱动器3定子的金属悬臂梁侧面相接触,并通过螺钉连接。限位挡板7底部为圆环,有三个通孔,螺钉穿过限位挡板7和支架1上的通孔与旋转超声电机外壳5(如图4)的螺纹孔配合并紧固(如图1)。旋转超声电机输出轴6轴端有螺纹,与H型螺母8形成丝杠螺母副。

[0021] 限位挡板7内表面与H型螺母8侧面光滑接触,限制了H型螺母8的转动,实现了螺母直线运动,通过调整旋转超声电机输出轴6螺纹长度,以及压电驱动器定子基体13金属悬臂梁的长度可对直线运动的长度进行调节。旋转超声电机(如图4)的轴线与第一压电驱动器(如图5)转子轴线垂直。

[0022] 两组压电驱动器除了连接件顶部结构不同,其余结构、配合与工作方式完全相同,下面取一组压电驱动器进行详细说明:

第一压电驱动器3由定子(如图8)与转子组成,定子基体13上贴有压电陶瓷片14。转子由转子轴15、C型卡环16、调整片17、第一连接件组9、硅胶环18、第一锥面环19、第二锥面环20组成(如图10)。第一锥面环19过盈在转子轴15上,由轴中部轴肩进行定位;将过盈后的转子轴15穿过定子基体13上的孔,使两者相应锥面贴合,第二锥面环20从转子轴15的另一端穿过,使其锥面与定子基体13另一端锥面贴合,第二锥面环20孔内开有键槽,与转子轴15上的键26配合,故第二锥面环20可以沿着转子轴15轴向滑动;依次将硅胶环18、第一连接件9、调整片17套入转子轴15上,第一连接件9(如图12)环部的内孔中有类键凸起,与转子轴15轴端的矩形槽配合(如图9),限制了第一连接件9绕转子轴15的转动,硅胶环18具有弹性,通过调节硅胶环的厚度可以调整锥面环与定子基体13环之间的预紧力,调节完毕,将C型卡环16卡在调整片17与转子轴15端部的间隙中。(如图10)压电驱动器定子(如图8)主要起驱动作

用,压电陶瓷片14贴在定子基体13金属悬臂梁的三阶弯振节点处。压电陶瓷片14为矩形片,外部由环氧树脂等材料绝缘处理,沿厚度方向极化,在极化方向施加电压会使压电片产生微小变形,两片压电陶瓷的使用如图11所示。

[0023] 分别使用Sin、Cos电压信号激励压电驱动器定子(如图8)的两个压电陶瓷片14,使压电驱动器的定子金属悬臂梁上产生时间上具有 $\pi/2$ 相位差的n阶弯振,从而使压电驱动器定子的环形结构产生相应面内模态,以三阶弯振为例,产生B03模态。所述振动叠加形成沿定子环行进的面内弯曲行波,面内弯曲行波波峰处的质点由于行波作用产生微幅椭圆运动,与两个圆锥面接触并通过摩擦作用带动转子沿定子圆环轴线转动。

[0024] 第一压电驱动器3能实现大于 180° 的往复摆动,第一连接件9一端与第一压电驱动器3连接,另一端与第二压电驱动器4定子基体的金属悬臂梁接触,并通过螺钉连接。第二连接件10顶端弹性圆环与摄像头11夹紧配合。第二压电驱动器4可实现大于 180° 的往复摆动,第二压电驱动器4转子的轴线与第一压电驱动器3转子的轴线垂直,且三个电机的运动轴线相互垂直,运动完全解耦。

[0025] 外部磁铁23在皮肤22外部,整个直线-摆动-摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构通过两块磁铁的相吸作用悬挂在腹腔内部,并且进行沿皮肤的移动与定位(如图13)。

[0026] 具体工作时,将本发明的腹腔镜结构从切口插入腹腔中,利用皮肤表面的磁铁将其吸引移动到目标位置后,根据检查需要控制旋转超声电机5动作,从而使摄像头11的位置发生直线移动,再根据需要调整第一压电驱动器和/或第二压电驱动器的摆动角度,实现不同角度的探查。

[0027] 本发明未涉及部分与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

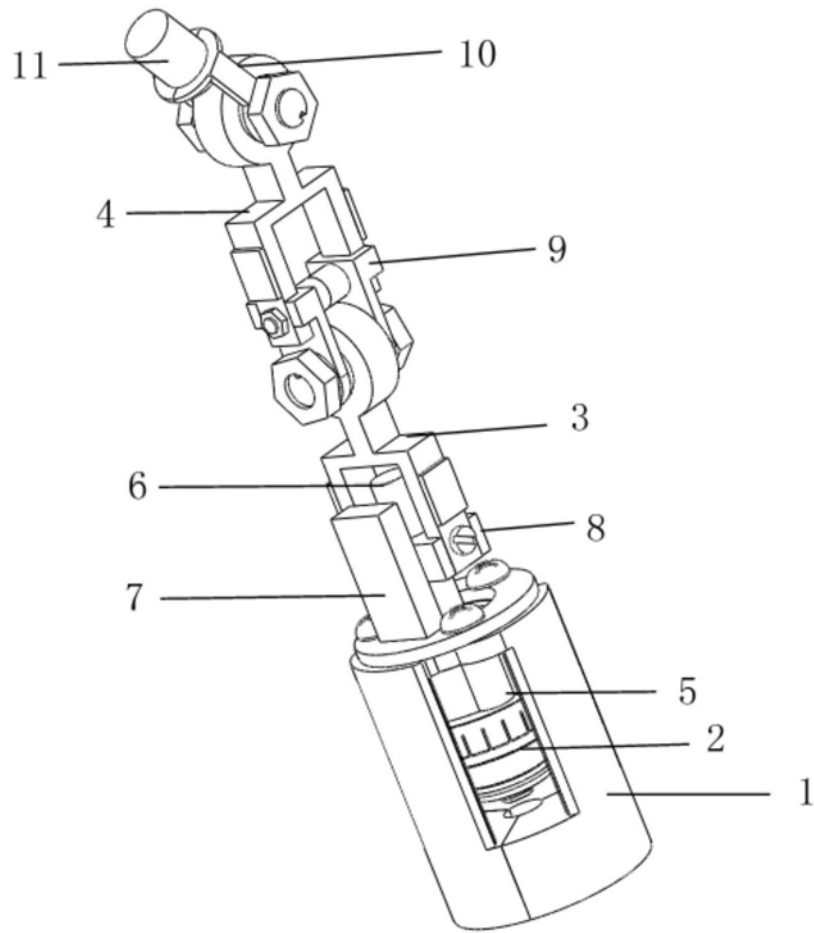


图1

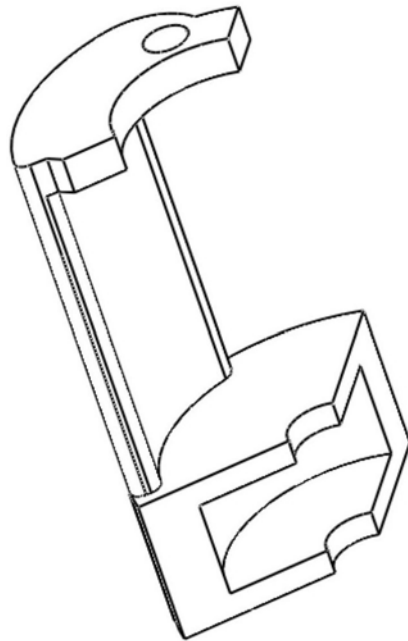


图2

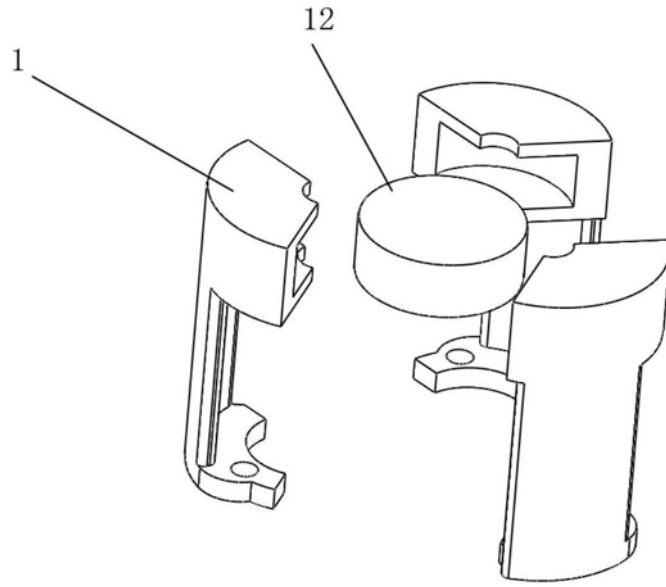


图3

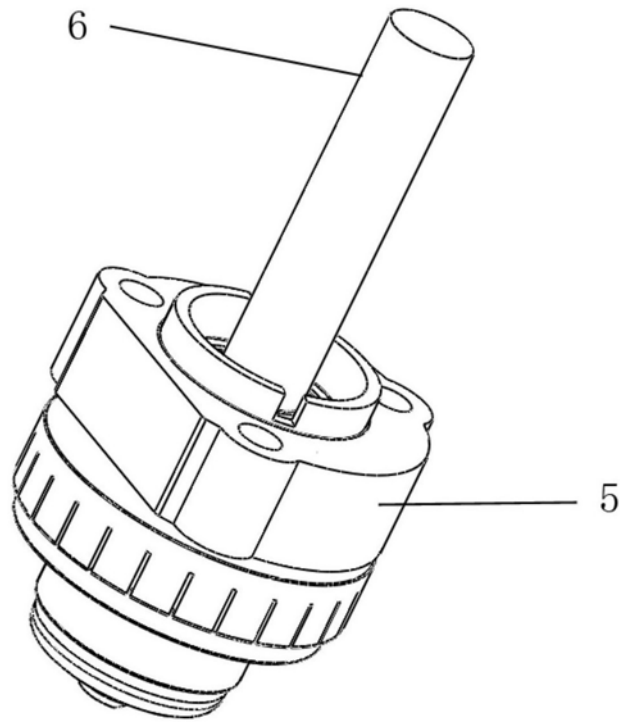


图4



图5

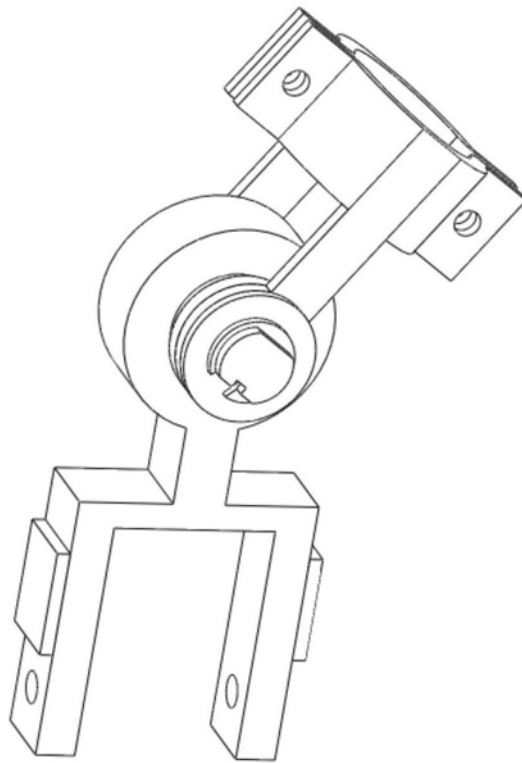


图6

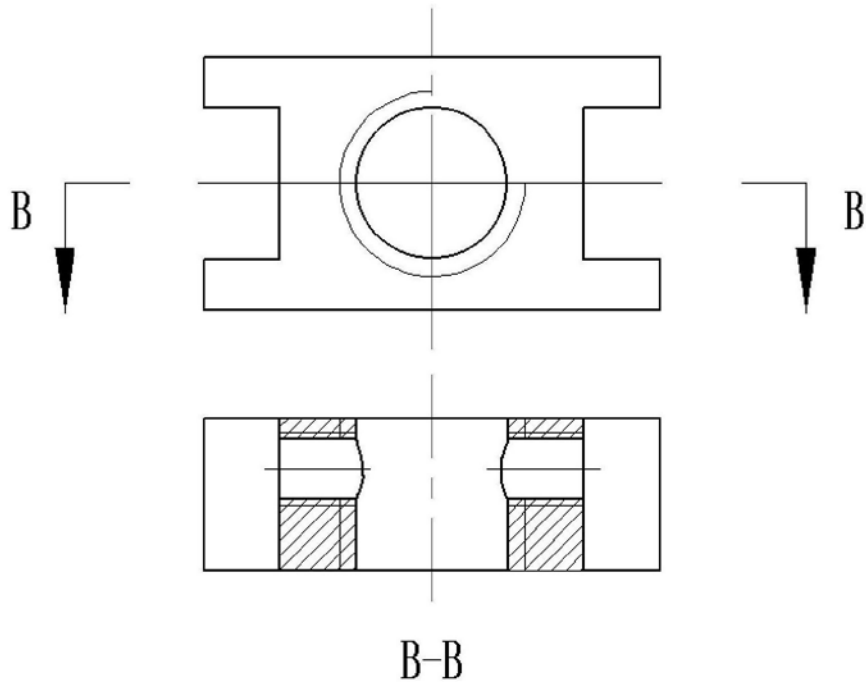


图7

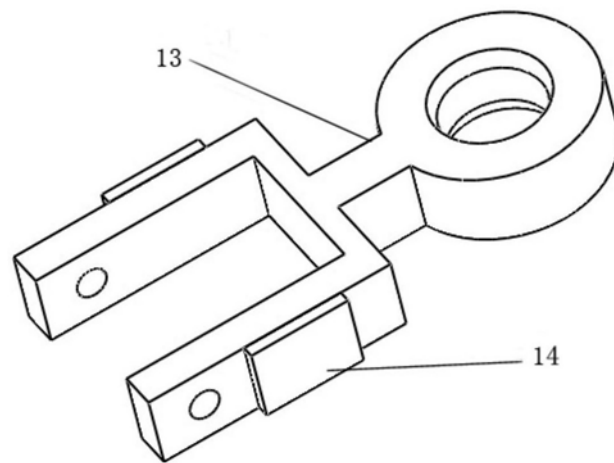


图8

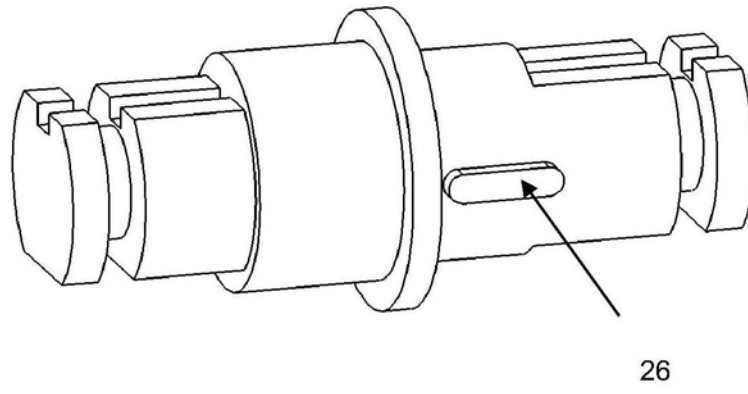


图9

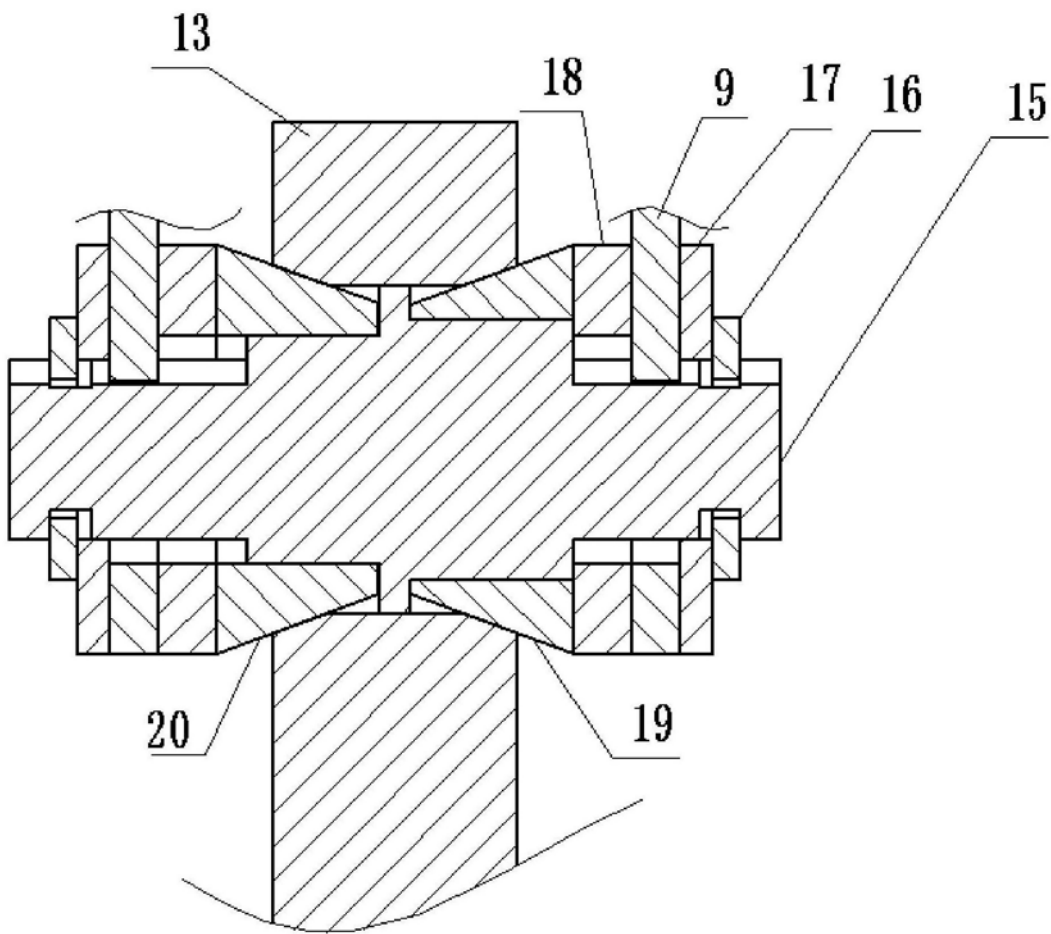


图10

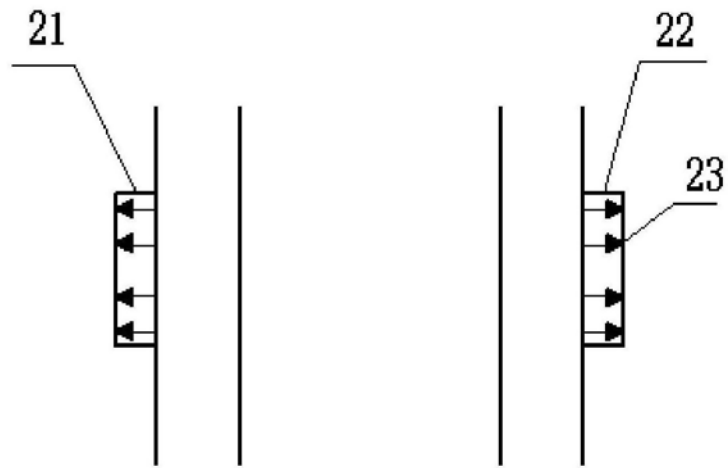


图11

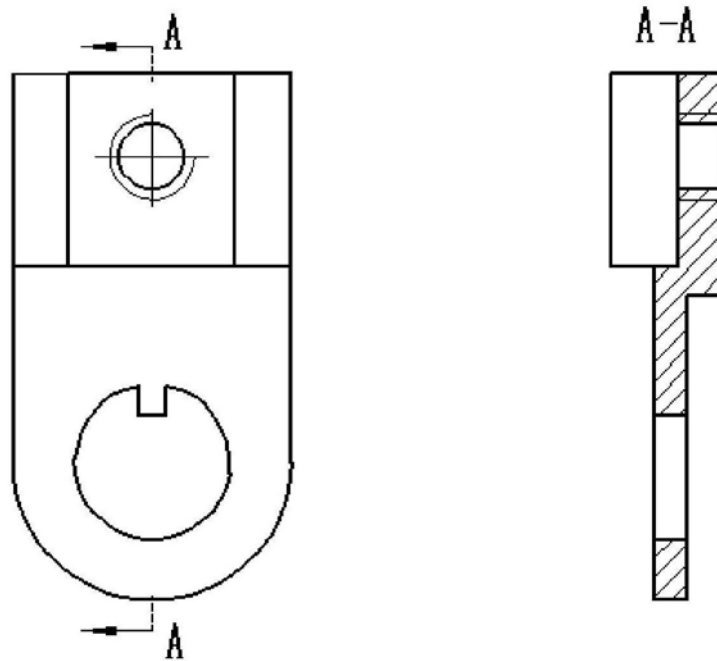


图12

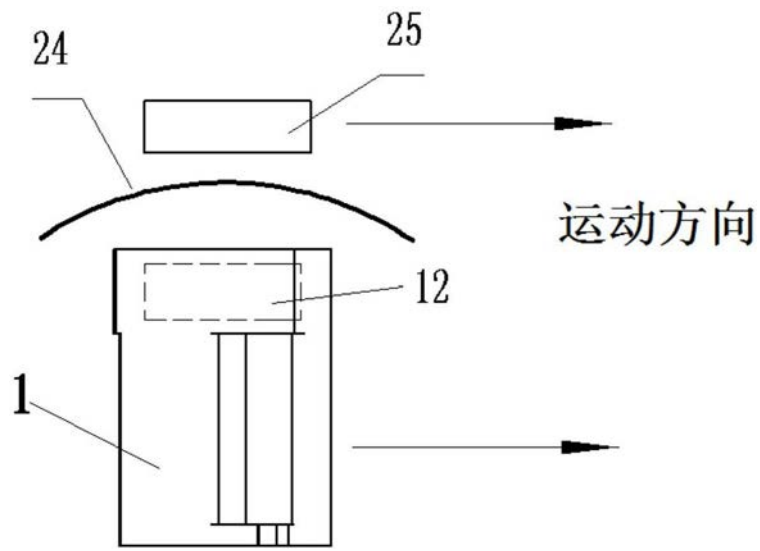


图13

专利名称(译)	一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构		
公开(公告)号	CN109124555A	公开(公告)日	2019-01-04
申请号	CN201810745364.0	申请日	2018-07-09
[标]申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学 上海交通大学医学院附属瑞金医院		
申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学 上海交通大学医学院附属瑞金医院		
当前申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学 上海交通大学医学院附属瑞金医院		
[标]发明人	孙志峻 闫鹤 刘文韬 王均山 金家楣		
发明人	孙志峻 闫鹤 刘文韬 王均山 金家楣		
IPC分类号	A61B1/313		
CPC分类号	A61B1/3132		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种直线—摆动—摆动三自由度磁吸式腹腔镜机构，其特征是它包括一枚磁铁、一个输出轴带有螺纹的旋转超声电机、丝杠螺母副、两个压电驱动器以及连接件和支架，所述的旋转超声电机通过丝杠螺母副传动可以实现其轴线方向的直线运动，两个压电驱动器产生的两个自由度均可实现大于180°往复摆动。旋转超声电机底部支架中置有磁铁，能够和外部磁铁相互作用使整个腹腔镜机构悬挂在皮肤内侧。旋转超声电机通过H型螺母与第一压电驱动器定子基体的金属悬臂梁螺栓连接，第一压电驱动器转子通过第一连接件与第二压电驱动器定子基体的金属悬臂梁相连接，连接件的环部分采用止动键形式，第二压电驱动器通过第二连接件与摄像头连接。本发明三个自由度完全解耦，机构内部不存在会产生运动间隙的齿轮传动和产生松弛的线传动，易于控制，结构紧凑，易于微型化。

