



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208492032 U

(45)授权公告日 2019.02.15

(21)申请号 201721664718.6

(22)申请日 2017.12.04

(73)专利权人 湖北大学

地址 430062 湖北省武汉市武昌区友谊大道368号湖北大学

(72)发明人 李芷君 叶波 郭琳 蒋碧波

钟志峰 王雨竹 易娜 伍嘉丽

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 张火春

(51)Int.Cl.

A61B 1/04(2006.01)

A61B 1/045(2006.01)

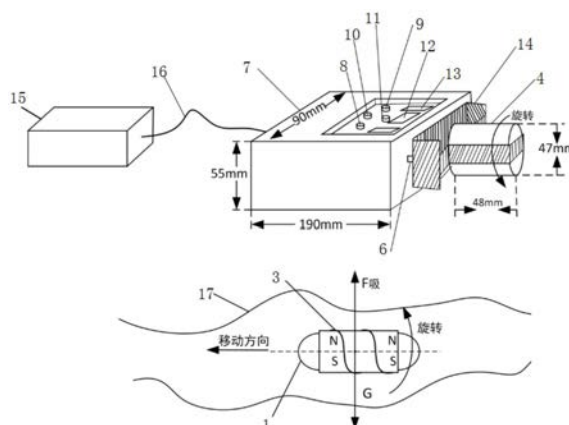
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)实用新型名称

一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,包括外部磁控装置和磁性螺旋型胶囊内窥镜,磁性螺旋型胶囊内窥镜包括胶囊内窥镜和包覆在其外的一层磁壳,所述磁壳为在胶囊内窥镜截面径向充磁的磁体,磁壳表面设有螺纹结构,磁性螺旋型胶囊内窥镜用于置于人体肠道内,所述外部磁控装置置于人体上方,用于产生和控制驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转的磁场,外部磁控装置包括永磁体、步进电机、旋转轴、控制板和底座,步进电机安装底座内,永磁体通过夹具和旋转轴与步进电机相连,控制板上设有单片机和用于控制步进电机的控制按钮。本实用新型采用旋转前进方式,使胶囊内窥镜使用过程中对人体肠胃损伤最小。



1. 一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:包括外部磁控装置和磁性螺旋型胶囊内窥镜,所述磁性螺旋型胶囊内窥镜包括胶囊内窥镜和包覆在其外的一层磁壳,所述磁壳为在胶囊内窥镜截面径向充磁的磁体,磁壳表面设有螺纹结构,磁性螺旋型胶囊内窥镜用于置于人体肠道内,所述外部磁控装置置于人体上方,用于产生和控制驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转的磁场。

2. 如权利要求1所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述磁壳表面的螺纹结构为通过铁丝在磁壳表面缠绕而成。

3. 如权利要求2所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述铁丝两端通过热熔胶固定在磁壳端部。

4. 如权利要求2所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述螺纹结构由两根铁丝缠绕而成。

5. 如权利要求1或2所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述外部磁控装置包括永磁体、步进电机、旋转轴、控制板和用于手持的底座,所述步进电机安装底座内,所述旋转轴安装在底座侧面,旋转轴一端与步进电机轴连接,另一端与永磁体通过夹具固定相连,所述控制板设于底座表面上,所述控制板上设有单片机和用于控制步进电机的控制按钮。

6. 如权利要求5所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述控制板上的控制按钮包括减速按钮、加速按钮、前进后退按钮和启动停止按钮,控制板上还设有显示步进电机状态信息的显示屏。

7. 如权利要求5所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述永磁体为圆柱形永磁体,且与旋转轴同轴设置。

8. 如权利要求5所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述步进电机为二相六线混合式步进电机。

9. 如权利要求5所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述夹具为铝制夹具。

10. 如权利要求5所述的一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:所述永磁体和磁壳均采用钕铁硼制成。

一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于内窥镜领域,涉及一种胶囊内窥镜,具体涉及一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置。

背景技术

[0002] 现有的针对胶囊内窥镜的主动控制技术主要有电刺激法、仿生机器人法以及磁控制法。

[0003] 1、电刺激法

[0004] 电刺激法主要是通过刺激肌肉收缩的方式推进胶囊内窥镜的行进,虽然到目前为止并未出现有关电刺激导致胃肠道不适的报道,但实际上,电刺激对肠道的损伤是未知的。

[0005] 2、仿生机器人法

[0006] 仿生机器人主要有三种:一是使用形状记忆合金控制的微型机器人,形状记忆合金需要不断地进行加热和冷却,而在胃肠道这种封闭环境内,该机构的冷却速度将会很慢,导致机器人的移动速度变慢;二是利用桨划动原理驱动的微型机器人,而此机器人需有线电源提供动力,导致尺寸过大,需严格削减才能使用;三是由磁场驱动产生动力的带腿胶囊型机器人,其缺点也在于体积过大。

[0007] 3、磁控制法

[0008] 磁控制法主要分为两种:一是静磁拖动法,这种方法会使胶囊内窥镜在前进过程中与肠壁产生很大的摩擦力,导致肠壁组织损伤;二是用亥姆霍兹线圈产生的旋转磁场主动控制胶囊内窥镜,但亥姆霍兹线圈产生的电磁辐射对人体会产生伤害,且操作过程复杂,价格高昂。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的在于提供一种成本低廉的胶囊内窥镜移动技术,减少胶囊内窥镜使用过程中对人体肠胃的损伤。

[0010] 为解决上述技术问题,本实用新型采用的技术方案是:

[0011] 一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,其特征在于:包括外部磁控装置和磁性螺旋型胶囊内窥镜,所述磁性螺旋型胶囊内窥镜包括胶囊内窥镜和包覆在其外的一层磁壳,所述磁壳为在胶囊内窥镜截面径向充磁的磁体,磁壳表面设有螺纹结构,磁性螺旋型胶囊内窥镜用于置于人体肠道内,所述外部磁控装置置于人体上方,用于产生和控制驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转的磁场。

[0012] 作为改进,所述磁壳表面的螺纹结构为通过铁丝在磁壳表面缠绕而成。

[0013] 作为改进,所述铁丝两端通过热熔胶固定在磁壳端部。

[0014] 作为改进,所述螺纹结构由两根铁丝缠绕而成。

[0015] 作为改进,所述外部磁控装置包括永磁体、步进电机、旋转轴、控制板和用于手持的底座,所述步进电机安装底座内,所述旋转轴安装在底座侧面,旋转轴一端与步进电机轴

连接,另一端与永磁体通过夹具固定相连,所述控制板设于底座表面上,所述控制板上设有单片机和用于控制步进电机的控制按钮。

[0016] 作为改进,所述控制板上的控制按钮包括减速按钮、加速按钮、前进后退按钮和启动停止按钮,控制板上还设有显示步进电机状态信息的显示屏。

[0017] 作为改进,所述永磁体为圆柱形永磁体,且与旋转轴同轴设置。

[0018] 作为改进,所述步进电机为二相六线混合式步进电机。

[0019] 作为改进,所述夹具为铝制夹具。

[0020] 作为改进,所述永磁体和磁壳均采用钕铁硼制成。

[0021] 本实用新型的有益效果是:

[0022] 1、本实用新型采用上侧位控制,当外部永磁体处于上侧位,磁性螺旋型胶囊内窥镜在肠道中所受的重力 G 和来外部永磁体对其的磁性吸引力 F 吸方向相反,抵消了胶囊内窥镜对下部肠壁的部分压力,加上肠道对胶囊内窥镜的包裹作用,使胶囊内窥镜在肠道移动的过程中处于一种悬浮状态,从而使磁性螺旋型胶囊内窥镜在运动过程中对肠壁内侧的径向摩擦力降到最小,对肠壁组织产生的伤害最小。

[0023] 2、“同步”旋转驱动,外部永磁体通过绕轴旋转产生的外部旋转磁场,给磁性螺旋型胶囊内窥镜施加磁矩 T_E ,当 T_E 大于驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜所需的转矩 T_D 的时候,磁性螺旋型胶囊内窥镜开始旋转,与此同时其表面上的螺纹结构也开始旋转。

[0024] 当外部永磁体逆时针旋转时的情况,磁壳会随着外部永磁体的旋转而顺时针旋转,相反,当外部永磁体顺时针旋转时,磁壳会随着外部永磁体的旋转而逆时针旋转。当外部永磁体旋转一周时,磁壳也正好随之旋转一周,从而实现了磁壳与外部永磁体的“同步”旋转。

[0025] 在肠道的包裹中,胶囊内窥镜由旋转运动转化为直线运动。实际控制中,可以通过正反转外部永磁体来控制磁性螺旋型胶囊内窥镜在肠道中的前进和后退运动,通过改变外部永磁体的旋转速度可以改变磁性螺旋型胶囊内窥镜前进或后退运动时的速度。

[0026] 3、相对现有的对胶囊内窥镜进行主动控制的其他方法,磁控制法是无线控制,操作简单,另外无需电源提供驱动力,体积更小,适合在人体肠胃中的实际应用。磁控制法中,磁拖动法易对肠壁组织产生损伤,而亥姆霍兹线圈法产生的电磁辐射对人体伤害也很大,且操作复杂、成本高,为解决磁控制法的上述缺陷,本实用新型提出旋转外部永磁体在磁性螺旋型胶囊内窥镜一侧产生旋转磁场以驱动其在肠道中的旋转运动,而该旋转运动在肠道中又转化为直线运动,从而实现主动控制。

[0027] 由旋转外部永磁体产生的旋转磁场能很好地控制磁性螺旋型WCE在小肠肠道中的运动,避免了传统的亥姆霍兹线圈法中复杂的设备和带来的电磁辐射,降低了整装设备的成本,增大了对磁性螺旋型WCE的控制范围。

[0028] 4、与其他侧位控制对比,在磁性螺旋型胶囊内窥镜一侧旋转外部永磁体可分为:上下侧位、左右侧位、同轴侧位,在这几种产生旋转磁场的情况中,上侧位控制磁性螺旋型胶囊内窥镜的方法最优。

[0029] ①当外部永磁体处于下侧位,此时胶囊内窥镜的重力 G 和外部永磁体对胶囊内窥镜的吸引力 F 吸方向相同,这两种力的合力不仅使磁性螺旋型胶囊对下部肠壁产生很大正压力,使胶囊内窥镜在旋转运动过程中肠壁之间产生很大的摩擦力,从而伤害到肠壁组织。

[0030] ②当外部永磁体处于左右侧位,此时F吸的方向分别指向左侧和右侧,而在这两种情况下,磁性螺旋型胶囊内窥镜会在F吸的作用下朝左侧或右侧偏移,这种偏移不仅会使左侧或右侧肠壁内壁所受的很大的摩擦力,对肠壁组织产生损伤,而且会使肠道在F吸的作用下发生偏移,甚至使肠道发生翻转打结的情况,严重威胁人体健康。

[0031] ③当外部永磁体位于同轴左侧位和同轴右侧位,假设磁性胶囊内窥镜此时在胃肠道内向左运动。当此时为同轴左侧位控制磁性永磁体时,F吸的方向与胶囊内窥镜的移动方向相同,F吸的作用会给磁性螺旋型胶囊内窥镜的移动增加动力,但当外部永磁体与胶囊之间距离过近,就会使胶囊内窥镜在过强的磁吸引力和运动惯性的作用下撞向外部永磁体,从而对人体肠道造成严重伤害。当此时为同轴右侧位控制磁性永磁体时,F吸的方向与胶囊内窥镜的移动方向相反,这大大阻碍了胶囊内窥镜在人体肠道中的运动,在实际操作中是不可行的。

[0032] ④当外部永磁体处于上侧位,磁性螺旋型胶囊内窥镜所受的重力G和来外部永磁体对其的磁性吸引力F吸方向相反,抵消了胶囊内窥镜对下部肠壁的部分压力,加上肠道对胶囊内窥镜起到包裹作用,使胶囊内窥镜在肠道移动的过程中处于一种悬浮状态,从而使胶囊内窥镜对肠壁内侧的径向摩擦力降到最小,这保证了上侧位控制法相对于其他侧位控制法对肠壁组织产生的伤害最小。

附图说明

[0033] 图1为本实用新型基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置结构示意图。

[0034] 图2为磁性螺旋型胶囊内窥镜结构示意图。

[0035] 图3为夹具和永磁体安装示意图。

[0036] 图4为外部永磁体绕轴产生的外部旋转磁场示意图。

[0037] 图5为外部的永磁体驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转示意图。

[0038] 图6为磁性螺旋型胶囊内窥镜在肠道内受力分析图。

[0039] 图7为本实用新型基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置控制流程图。

[0040] 图8为外部磁控装置技术流程图。

[0041] 附图标记:

[0042] 1-胶囊内窥镜,2-磁壳,3-螺纹结构,4-永磁体,6-旋转轴,7-底座,8-减速按钮,9-加速按钮,10-前进后退按钮,11-启动停止按钮,12-显示屏,13-单片机,14-夹具,15-电源,16-导线,17-肠道。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本实用新型进行举例说明,如图1和图2所示,一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置,包括外部磁控装置和磁性螺旋型胶囊内窥镜,所述磁性螺旋型胶囊内窥镜包括胶囊内窥镜1和包覆在其外的一层磁壳2,所述磁壳2为在胶囊内窥镜1截面径向充磁的磁体,磁壳2表面设有螺纹结构3,磁性螺旋型胶囊内窥镜用于置于人体肠道17内,所述外部磁控装置置于人体上方,用于产生和控制驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转的磁场。

[0044] 如图2所示,所述磁壳2表面的螺纹结构3为通过铁丝在磁壳2表面缠绕而成,铁丝

两端通过热熔胶固定在磁壳2端部。作为一种更优的实施例,所述螺纹结构3由两根铁丝缠绕而成。

[0045] 如图1所示,所述外部磁控装置包括永磁体4、步进电机、旋转轴6、控制板和用于手持的底座7,所述步进电机安装底座7内,所述旋转轴6安装在底座7侧面,旋转轴6一端与步进电机轴连接,另一端与永磁体4通过夹具14固定相连,所述控制板设于底座7表面上,所述控制板上设有单片机13和用于控制步进电机的控制按钮,所述永磁体4为圆柱形永磁体,且与旋转轴6同轴设置。所述控制板上的控制按钮包括减速按钮8、加速按钮9、前进后退按钮10和启动停止按钮11,控制板上还设有显示步进电机速度等状态信息的显示屏12。

[0046] 作为一种更优的实施例,所述步进电机为二相六线混合式步进电机,所述夹具14为铝制夹具,所述永磁体4和磁壳2均采用钕铁硼制成。

[0047] 手持式的外部磁控装置主要包括永磁体4、夹具14、步进电机、步进电机驱动电路、单片机13及其外围电路、输入输出电路及封装盒等部分,步进电机通过外置电源15驱动。

[0048] ①所用步进电机为二相六线混合式步进电机,其步距角为 1.8° ,启动时间约为10ms。

[0049] ②与步进电机配套的驱动电路为THB6128系列测试板。

[0050] ③所用单片机13为AT89S52。

[0051] ④外部的永磁体4采用稀土永磁材料中的钕铁硼(NdFeB)永磁体,所用永磁体牌号为N38,钕铁硼永磁体为当前磁性最高的永磁材料。图3中已注明本实施例中外部圆柱永磁体的具体尺寸,即直径47mm,高48mm。

[0052] ⑤为了避免磁干扰,采用铝制的夹具14把永磁体4固定在旋转轴6上,旋转轴6与步进电机的轴固定相连。铝制夹具的具体尺寸如图3所示。

[0053] 旋转永磁体4主动控制的控制距离分析

[0054] ①最小控制距离

[0055] 当外部永磁体4和磁性螺旋型WCE(胶囊内窥镜)间的垂直距离逐步缩小直到它们之间的磁吸引力 F (垂直方向上的磁力)等于磁性螺旋型WCE的重力 G 时,此时外部永磁体4和磁性螺旋型WCE间的垂直距离便为最小控制距离,如果再进一步缩小它们之间的垂直距离就会由于磁吸引力大于磁性螺旋型WCE自身的重力而使之撞向外部永磁体4。

[0056] ②最大控制距离

[0057] 当外部永磁体4和磁性螺旋型WCE之间的垂直距离从最小控制距离处逐步加大一直到刚好外部永磁体4不能驱动磁性螺旋型WCE时,也就是它们之间恰好不再能同步旋转时,外部永磁体4施加给磁性螺旋型WCE的磁矩刚好等于驱动磁性螺旋型WCE旋转所需要的磁矩。

[0058] 此时可采用三线摆测量法测量磁性螺旋型胶囊内窥镜的转动惯量,根据转动惯量与驱动磁性螺旋型WCE旋转所需要的磁矩之间的关系,可计算出最大控制距离。

[0059] (3)作用:“同步旋转”

[0060] 外部永磁体4通过绕轴旋转产生外部旋转磁场(如图4)。

[0061] 外部旋转磁场施加给磁性螺旋型胶囊内窥镜磁矩 T_E ,当 T_E 大于驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜所需的转矩 T_D 的时候,磁性螺旋型胶囊内窥镜开始旋转。此同时其表面上的螺纹结构3也开始旋转。当外部永磁体4逆时针旋转时的情况,磁壳2会随着外部永磁体4的旋转

而顺时针旋转,相反,当外部永磁体4顺时针旋转时,磁壳2会随着外部永磁体4的旋转而逆时针旋转。当外部永磁体4旋转一周时,磁壳2也正好随之旋转一周,从而实现了磁壳2与外部永磁体4的“同步”旋转(如图5所示)。这种同步旋转并非真正意义上的“同步”,其本质上是外部永磁体4先行旋转,延迟一段时间后磁性螺旋型胶囊内窥镜开始旋转。

[0062] 虽然在磁性螺旋型胶囊内窥镜的旋转过程中,它并非以匀速紧紧跟随外部永磁体4而旋转,而是以非线性速度旋转运动,但是它可以保证当外部永磁体4旋转一周时与之同步旋转一周,这在对磁性螺旋型胶囊内窥镜的主动控制中是可以接受的,因为在临床实践中并不需要磁性螺旋型胶囊内窥镜被精确控制在匀速运动状态,而当外部永磁体4被控制成匀速旋转时,由于磁性螺旋型胶囊内窥镜与外部永磁体4之间的“同步”旋转,也保证了磁性螺旋型胶囊内窥镜在未来临床实践中能被很好的主动控制。

[0063] 磁性螺旋型胶囊内窥镜结构:

[0064] 一般胶囊内窥镜头尾都为半球形结构,中间部分为圆柱形结构。磁性螺旋型胶囊内窥镜(如图2)在一般胶囊内窥镜圆柱形结构表面套有中空圆柱形磁壳2,而磁壳2表面附有螺纹结构3。

[0065] (1) 磁壳

[0066] ①组成

[0067] 磁壳2参数如表格1所示。

[0068] 表1磁壳2参数

[0069]

材料	铷铁硼 (RdFeB)
牌号	N52
充磁方向	径向
表面涂覆材料	NI-CU-NI
相对磁导率	1.05
形状	中空圆柱体
内径	13.5mm
外径	16.5mm
长度	16.5mm
密度	7.5g/cm ³
质量	8.75g

[0070] ②作用

[0071] 胶囊内窥镜1表面的中空磁壳2为径向充磁,这种充磁方向可以使磁性螺旋型胶囊内窥镜在外界磁场作用下绕其中心轴旋转。

[0072] (2) 螺纹结构3

[0073] ①组成

[0074] 螺纹结构3采用铁丝在磁壳2表面绕制而成,使用热熔胶将其首尾两端固定在商用胶囊内窥镜1和磁壳2交汇处。螺纹行程为磁壳2长度(16.5mm),螺距为17mm,线数为2,线径为1mm。

[0075] ②作用:旋转运动转化为直线运动

[0076] 由于旋转过程中,在肠壁的包裹下,螺纹内外侧所受摩擦力大小不均等,因而产生了对磁性螺旋型胶囊内窥镜的水平推力(如图6),从而使磁性螺旋型胶囊内窥镜在水平方向的运动,完成了磁性螺旋型胶囊内窥镜由旋转运动到直线运动的转化。当磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转方向相反时,对应的直线运动方向也相反,因此,在实际控制中,就可以通过正反转外部永磁体4来控制磁性螺旋型胶囊内窥镜在肠道17中的前进和后退运动。通过改变外部永磁体4的旋转速度可以改变磁性螺旋型胶囊内窥镜前进或后退运动时的速度。

[0077] 4、旋转速度与方向的调整

[0078] 在控制过程中,可以通过正反转外部永磁体4来控制磁性螺旋型胶囊内窥镜在肠道17中的前进和后退运动。通过改变外部永磁体4的旋转速度可以改变磁性螺旋型胶囊内窥镜前进或后退运动时的速度。而外部永磁体4的旋转运动由单片机13控制的步进电机来驱动,其旋转速度和方向均可调。另外,为了保证控制效果,外部永磁体4需保持放置在磁性螺旋型胶囊内窥镜正上方。

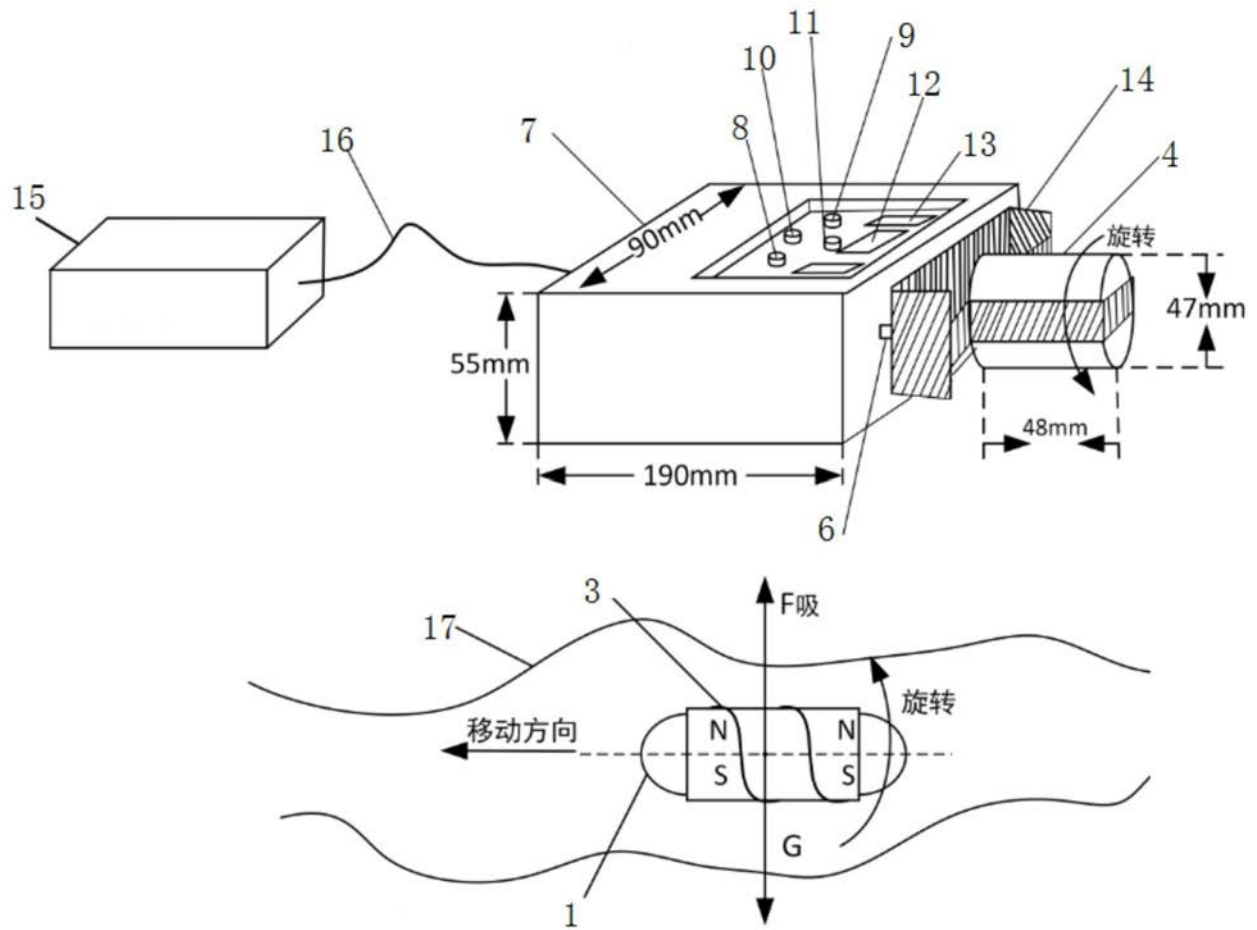


图1

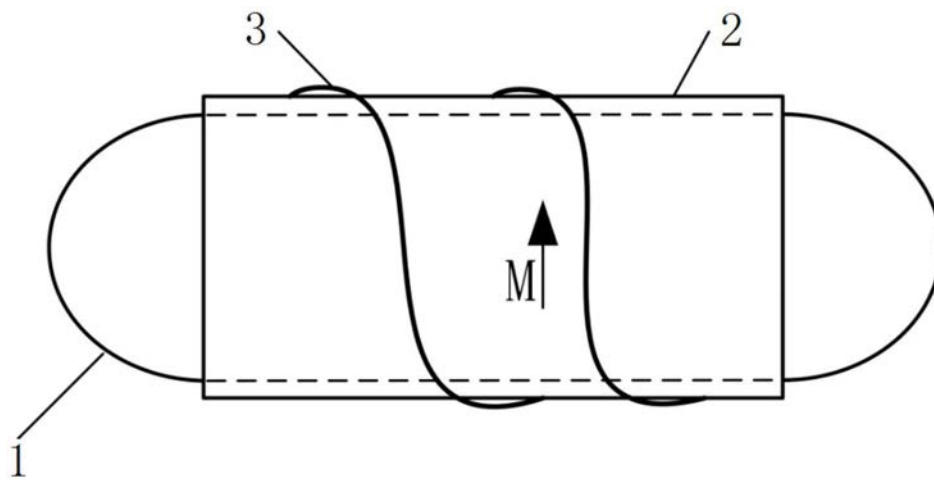


图2

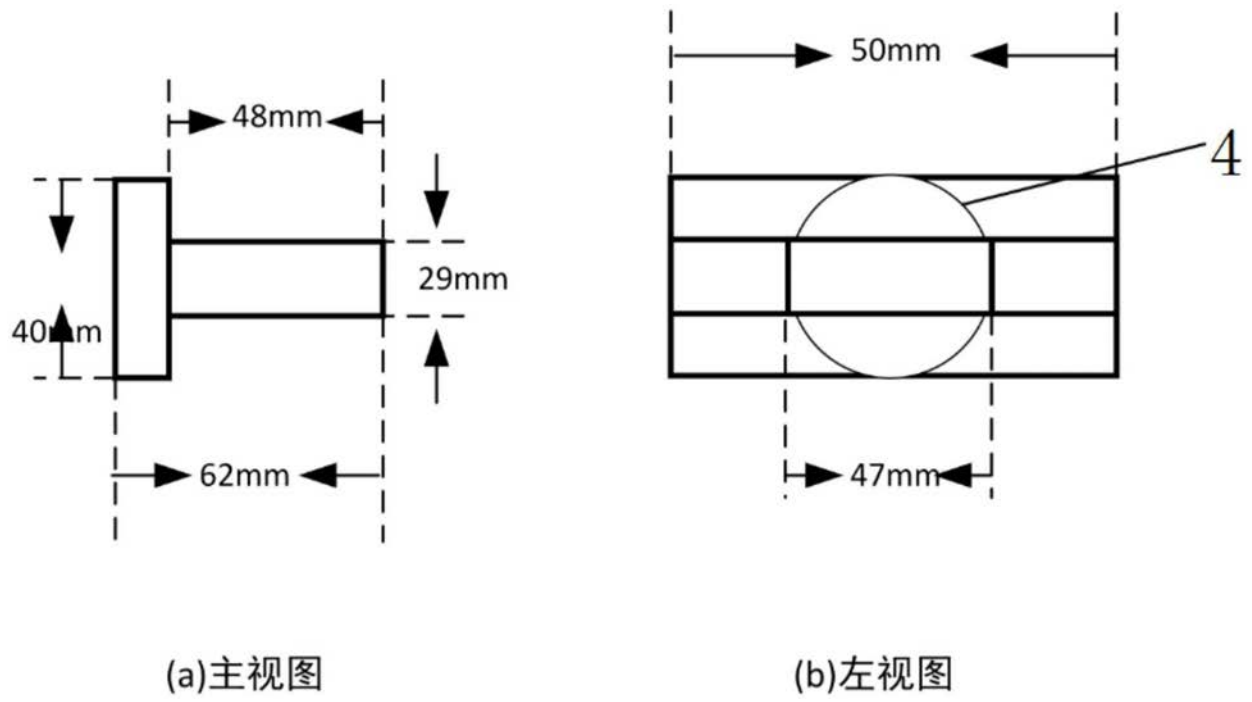


图3

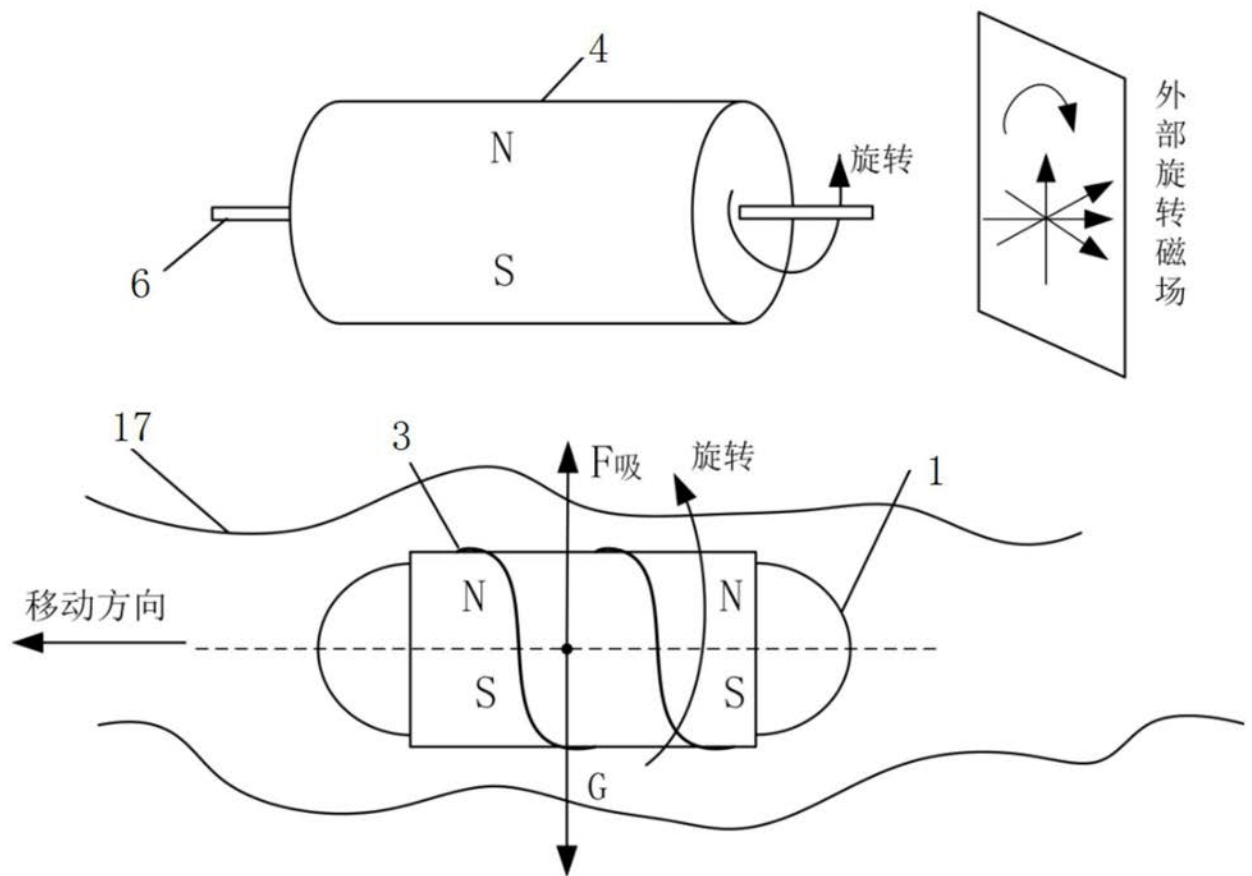


图4

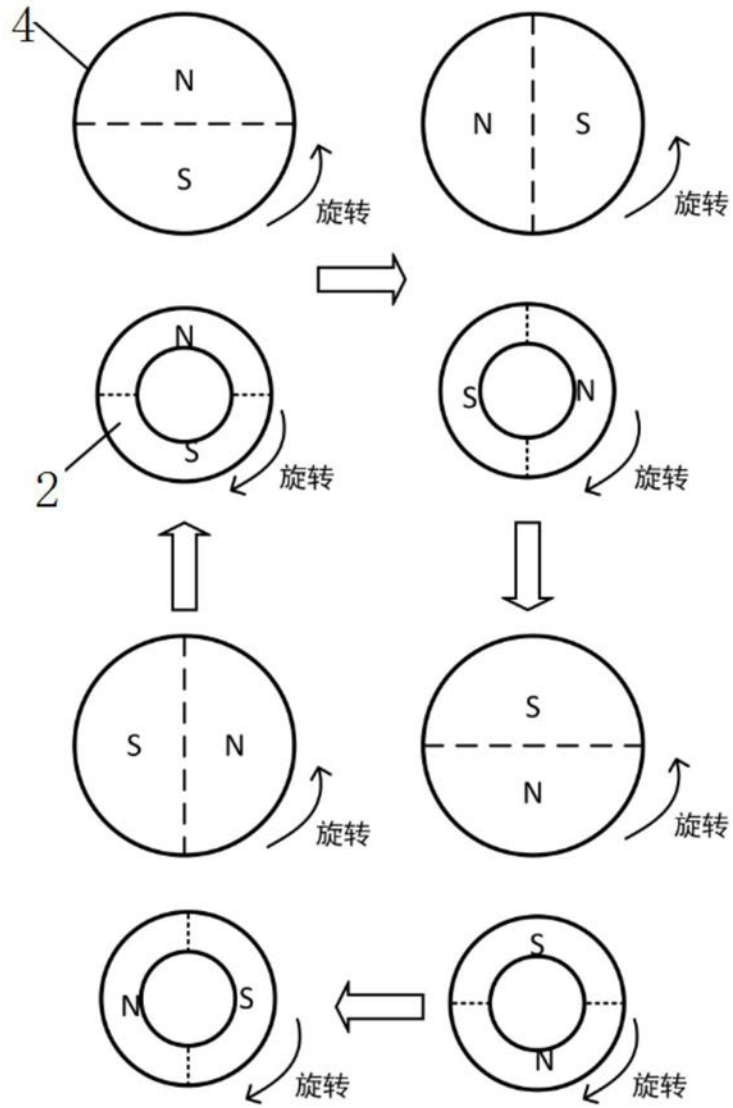


图5

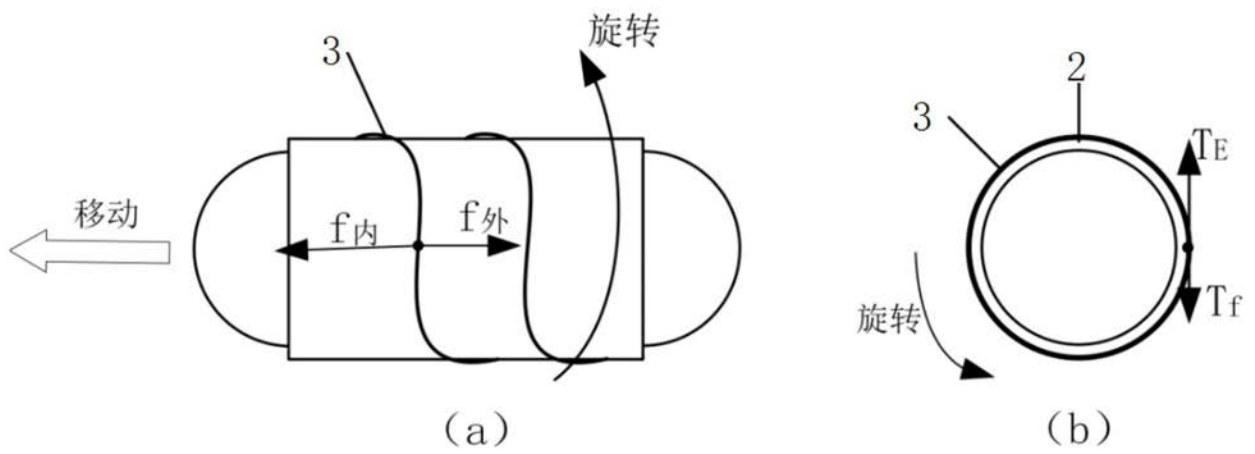


图6

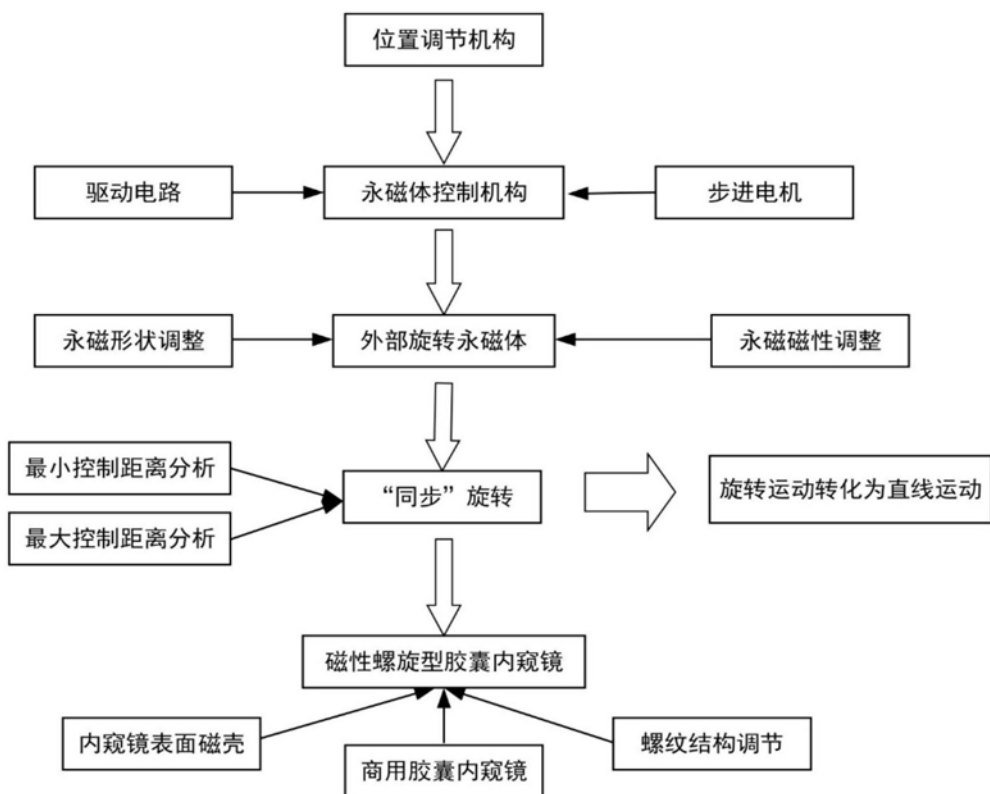


图7

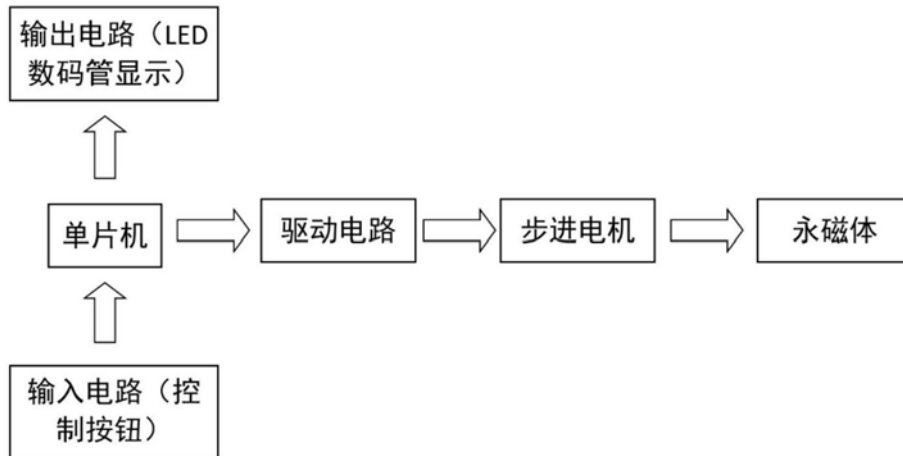


图8

专利名称(译)	一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置		
公开(公告)号	CN208492032U	公开(公告)日	2019-02-15
申请号	CN201721664718.6	申请日	2017-12-04
[标]申请(专利权)人(译)	湖北大学		
申请(专利权)人(译)	湖北大学		
当前申请(专利权)人(译)	湖北大学		
[标]发明人	李芷君 叶波 郭琳 蒋碧波 钟志峰 王雨竹 易娜 伍嘉丽		
发明人	李芷君 叶波 郭琳 蒋碧波 钟志峰 王雨竹 易娜 伍嘉丽		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/045		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型公开了一种基于磁主动控制法的胶囊内窥镜装置，包括外部磁控装置和磁性螺旋型胶囊内窥镜，磁性螺旋型胶囊内窥镜包括胶囊内窥镜和包覆在其外的一层磁壳，所述磁壳为在胶囊内窥镜截面径向充磁的磁体，磁壳表面设有螺纹结构，磁性螺旋型胶囊内窥镜用于置于人体肠道内，所述外部磁控装置置于人体上方，用于产生和控制驱动磁性螺旋型胶囊内窥镜旋转的磁场，外部磁控装置包括永磁体、步进电机、旋转轴、控制板和底座，步进电机安装底座内，永磁体通过夹具和旋转轴与步进电机相连，控制板上设有单片机和用于控制步进电机的控制按钮。本实用新型采用旋转前进方式，使胶囊内窥镜使用过程中对人体肠胃损伤最小。

