



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103637761 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201310724383. 2

CN 1976631 A, 2007. 06. 06,

(22) 申请日 2013. 12. 25

Sungwook Yang et al., Autonomous

(73) 专利权人 上海交通大学

Locomotion of Capsule Endoscope in
Gastrointestinal Tract. 《IEEE》. 2011,

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

林蔚. 微型胃肠道疾病诊疗机器人系统及其

(72) 发明人 颜国正 高晋阳 姜萍萍 王志武
贺术 刘大生

实验研究. 《博士论文》. 2013,

审查员 张雯

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王毓理 王锡麟

(51) Int. Cl.

A61B 1/00(2006. 01)

A61B 5/07(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 2002-0094528 A, 2002. 12. 18,

WO 2010/044053 A2, 2010. 04. 22,

US 2002/0171385 A1, 2002. 11. 21,

US 2002/0173700 A1, 2002. 11. 21,

CN 101669809 A, 2010. 03. 17,

CN 103211564 A, 2013. 07. 24,

CN 103251369 A, 2013. 08. 21,

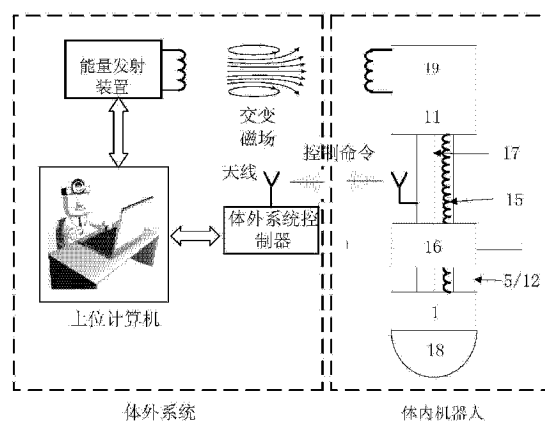
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于胃肠道的体内机器人

(57) 摘要

一种内窥镜领域的用于胃肠道的体内机器人,包括:轴向机构、径向机构、电路子系统、荧光检测子系统和用于能量供给的无线能量接收子系统,其中:电路子系统接收体外系统的控制命令进而控制荧光检测子系统进行图像检测,启动轴向机构和径向机构分别进行轴向移动和径向伸缩动作,获取轴向移动、径向伸缩动作信息以及荧光检测子系统的图像信息并反馈至体外系统进行调整;本发明便于人体吞咽,每个运动周期仅包含4个步态,运动效率较现有机构有较大幅度提升。



1. 一种用于胃肠道的体内机器人,其特征在于,包括:轴向机构、径向机构、电路子系统、荧光检测子系统和用于能量供给的无线能量接收子系统,其中:电路子系统接收体外系统的控制命令进而控制荧光检测子系统进行图像检测,启动轴向机构和径向机构分别进行轴向移动和径向伸缩动作,获取轴向移动、径向伸缩动作信息以及荧光检测子系统的图像信息并反馈至体外系统进行调整;

径向机构包括:与电路子系统通讯并接收其控制命令的径向电机、与径向电机相连的径向减速箱、两个旋转体、三组圆周方向等角度布置于两个旋转体之间的腿结构,其中:

旋转体包括:内齿环、用于轴向固定内齿环的固定件、支撑件、若干滚珠、第一齿轮、第二齿轮和轴,其中:所述固定件与支撑件之间、支撑件与内齿环之间分别设有滚珠以减小相对旋转时的摩擦阻力,支撑件与轴向机构相连使得与轴向机构保持静止;

第一齿轮与其中一个旋转体的内齿环啮合,第二齿轮与另一个旋转体的内齿环啮合,第一齿轮与径向减速箱的输出轴相连,第二齿轮套于轴上,轴的两端分别固定于两个支撑件上,第一齿轮和第二齿轮相对转动,使得两个内齿环相对转动,从而实现两个旋转体之间的相对旋转;

两个旋转体的支撑件相固定;

各组腿结构包括:两个顶部固定连接的圆弧结构,其中两个圆弧结构的根部分别与两个旋转体的内齿环相固定;

轴向机构包括:与电路子系统通讯并接收其控制命令的轴向电机、与轴向电机相连的轴向减速箱、丝杠和螺母,其中:丝杠与轴向减速箱相连,螺母套接于丝杠上且与径向机构的两个旋转体相连,丝杠转动时,螺母推动径向机构实现轴向移动。

2. 根据权利要求1所述的机器人,其特征是,所述的轴向移动、径向伸缩动作信息包括:轴向移动距离和径向机构伸展直径。

3. 根据权利要求1所述的机器人,其特征是,所述的图像信息包括:肠道内表面的荧光图像信息。

4. 根据权利要求1、2或3所述的机器人,其特征是,所述的螺母分别与两个旋转体的支撑件相连。

5. 根据权利要求4所述的机器人,其特征是,所述的螺母连接于两个旋转体之间的位置。

6. 根据权利要求4所述的机器人,其特征是,所述的径向减速箱的输出轴和丝杠平行设置且位于径向减速箱和轴向减速箱的中间位置。

7. 根据权利要求4所述的机器人,其特征是,所述的固定件由若干螺丝与内齿环固定连接。

8. 根据权利要求1、2或3所述的机器人,其特征是,所述的电路子系统包括:无线通信模块、控制模块、驱动模块、稳压模块和荧光检测模块,其中:无线通信模块与体外系统完成相互通信,并将接收到的控制命令发送到控制模块进行处理,控制模块对控制命令进行解码,通过驱动模块驱动轴向机构、径向机构完成相应动作,或控制荧光检测模块与荧光检测子系统的通讯以完成对肠道图像的采集或传输,稳压模块用于稳定无线能量接收子系统输出的直流电压。

9. 根据权利要求8所述的机器人,其特征是,所述的无线能量接收子系统包括:无线能

量接收线圈和全桥整流电路,其中:体外系统在无线能量接收线圈中激励出交变电压,该交变电压经过全桥整流电路,输出直流电压,为电路子系统供能。

10. 根据权利要求 8 所述的机器人,其特征是,所述的荧光检测子系统包括:紫外单色光源和成像器件,其中:在接收到电路子系统的采集命令后,成像器件采集在紫外单色光源照射下的肠道图像,该图像经过电路子系统的荧光检测模块预处理,并由无线通信模块发送回体外系统。

用于胃肠道的体内机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种内窥镜领域的系统,具体是一种用于胃肠道的体内机器人。

背景技术

[0002] 在所有的恶性肿瘤疾病中,胃癌的发病率位居首位,肠癌也排到第三。我国胃肠癌的年发病率正逐年递增,但发病年龄却不断趋于年轻化,另外,胃肠癌一旦确诊,患者5年的生存率仅为30%。数据显示,我国早期胃肠癌确诊率仅占4.1%,绝大部分患者一旦确诊即为中晚期。因此如何提高早期胃肠癌诊断,及早发现、及早治疗是需要关注的课题。

[0003] 胃肠癌变的实质是正常细胞发生基因突变转化为恶性细胞(即癌细胞),在单色光的激发下,癌细胞和正常细胞会发出不同性质的荧光,通过荧光的颜色、亮度及光谱特性可以有效进行癌前病变组织的检测,准确率高达90%。然而,荧光检测技术进入临床应用迫切需要解决以下问题:如何将荧光检测装置送入人体胃肠道并实现全胃肠道诊查。参照目前胃肠疾病的临床诊断方式,可以采用胃肠镜或电子胶囊作为荧光检测装置的载体。但是胃肠镜通常会给病人带来较大的不适感,且无法深入到小肠实现全胃肠道诊查;电子胶囊作为一种无创检测手段,可实现人体全胃肠道检测,然而,由于其本身依靠肠道蠕动波运动,检测具有很大的被动性,而且,对于肠道中的褶皱区域易造成漏检。可见,采用胃肠镜和电子胶囊作为荧光检测装置的载体均具有一定的局限性。以胃肠机器人作为荧光检测装置的载体,可克服上述局限性,实现胃肠道癌前病变的主动诊查。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号CN 103211564,公开日2013-07-24,记载了一种用于胃肠道的微型机器人,包括:轴向伸缩机构、头部径向钳位机构和尾部径向钳位机构,其中:头部径向钳位机构由径向动力装置与轴向伸缩机构相连,径向钳位机构包括:相互啮合的机构输出齿轮和调速输出齿轮、至少3条均匀分布于机构输出齿轮外圆周的螺旋线腿和钳位调速装置。然而,该机器人机构尺寸为 $\phi 13 \times 32.65\text{mm}$,不便于吞咽;另外,该机器人每个运动周期包含6个步态,运动效率较低。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种用于胃肠道的体内机器人,便于人体吞咽,每个运动周期仅包含4个步态,运动效率较现有机构有较大幅度提升。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括:轴向机构、径向机构、电路子系统、荧光检测子系统和用于能量供给的无线能量接收子系统,其中:电路子系统接收体外系统的控制命令进而控制荧光检测子系统进行图像检测,启动轴向机构和径向机构分别进行轴向移动和径向伸缩动作,获取轴向移动、径向伸缩动作信息以及荧光检测子系统的图像信息并反馈至体外系统进行调整;

[0007] 所述的轴向移动、径向伸缩动作信息包括:轴向移动距离和径向机构伸展直径。

[0008] 所述的图像信息包括:肠道内表面的荧光图像信息。

[0009] 电路子系统包括:无线通信模块、控制模块、驱动模块、稳压模块和荧光检测模

块；,其中:无线通信模块与体外系统完成相互通信,并将接收到的控制命令发送到控制模块进行处理,控制模块对控制命令进行解码,通过驱动模块驱动轴向机构、径向机构完成相应动作,或控制荧光检测模块与荧光检测子系统的通讯以完成对肠道图像的采集或传输,稳压模块用于稳定无线能量接收子系统输出的直流电压。

[0010] 无线能量接收子系统包括:无线能量接收线圈和全桥整流电路,其中:体外系统在无线能量接收线圈中激励出交变电压,该交变电压经过全桥整流电路,输出直流电压,为电路子系统供能。

[0011] 荧光检测子系统包括:紫外单色光源和成像器件,其中:在接收到电路子系统的采集命令后,成像器件采集在紫外单色光源照射下的肠道图像,该图像经过电路子系统的荧光检测模块预处理,并由无线通信模块发送回体外系统。

[0012] 所述的径向机构包括:与电路子系统通讯并接收其控制命令的径向电机、与径向电机相连的径向减速箱、两个旋转体、三组圆周方向等角度布置于两个旋转体之间的腿结构,其中:

[0013] 旋转体包括:内齿环、用于轴向固定内齿环的固定件、支撑件、若干滚珠、第一齿轮、第二齿轮和轴,其中:所述固定件与支撑件之间、支撑件与内齿环之间分别设有滚珠以减小相对旋转时的摩擦阻力,支撑件与轴向机构相连使得与轴向机构保持静止;

[0014] 第一齿轮与其中一个内齿环啮合,第二齿轮与另一个的内齿环啮合,第一齿轮与径向减速箱的输出轴相连,第二齿轮套于轴上,轴的两端分别固定于两个支撑件上,第一齿轮和第二齿轮相对转动,使得两个内齿环相对转动,从而实现旋转体的相对旋转;

[0015] 两个旋转体的支撑件相固定;

[0016] 各组腿结构包括:两个顶部固定连接的圆弧结构,其中一个圆弧结构的根部分别与两个旋转体的内齿环相固定;

[0017] 所述的轴向机构包括:与电路子系统通讯并接收其控制命令的轴向电机、与轴向电机相连的轴向减速箱、丝杠和螺母,其中:丝杠与轴向减速箱相连,螺母套接于丝杠上且与径向机构的两个旋转体相连,丝杠转动时,螺母推动径向机构实现轴向移动。

[0018] 所述的螺母分别与两个旋转体的支撑件相连。

[0019] 所述的螺母连接于两个旋转体之间的位置。

[0020] 所述的径向减速箱的输出轴和丝杠平行设置且位于径向减速箱和轴向减速箱的中间位置。

[0021] 整体上,径向减速箱和荧光检测子系统位于一端,轴向减速箱和无线能量接收子系统位于另一端,从而精简机构。

[0022] 所述的固定件由若干螺丝与内齿环固定连接。

[0023] 所述的滚珠的直径为 0.35mm。

[0024] 所述的体外系统包括:上位计算机、经由交变磁场向无线能量接收子系统提供能量的能量发射装置和体外系统控制器,其中:上位计算机通过体外系统控制器向体内机器人发送命令,调整能量发射装置的发射功率。

[0025] 本发明所提供的体内机器人具备径向扩张肠道、双向运动、稳定驻留以及适应胃肠道多变环境,如肠道直径变化、肠道塌缩的能力,作为荧光检测装置的载体,可有效避免漏检并能实现全胃肠道荧光图像检测,消除了现有胃肠道体内机器人的缺点和不足。该胃

肠癌前病变诊查系统可大幅度提高胃肠癌前病变检测的准确率,一旦应用于临床,将大大降低胃肠癌的发病率,造福于患者。

附图说明

- [0026] 图 1 为本发明与体外系统形成的胃肠癌前病变诊查系统示意图 ;
[0027] 图 2 为径向机构的结构示意图 ;
[0028] 图 3 为旋转体的结构示意图 ;
[0029] 图 4 为腿的结构示意图 ;
[0030] 图 5 为轴向机构的结构示意图 ;
[0031] 图 6 为机器人运动原理示意图 ;

具体实施方式

[0032] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0033] 实施例 1

[0034] 如图 1 所示,本实施例为位于病员体内的胶囊形状的体内机器人,该机器人尺寸为 $\phi 14 \times 19\text{mm}$,包括:轴向机构 15、径向机构 16、电路子系统 17、荧光检测子系统 18 和用于能量供给的无线能量接收子系统 19,其中:电路子系统 17 接收体外系统的控制命令进而控制荧光检测子系统 18 进行图像检测,启动轴向机构 15 和径向机构 16 分别进行轴向移动和径向伸缩动作,获取轴向移动、径向伸缩动作信息以及荧光检测子系统 18 的图像信息并反馈至体外系统进行调整;

[0035] 体外系统包括:上位计算机、经由交变磁场向无线能量接收子系统 19 提供能量的能量发射装置和体外系统控制器,其中:上位计算机通过体外系统控制器向体内机器人发送命令,体内机器人电路子系统 17 接收命令后,控制轴向机构 15 和径向机构 16 及荧光检测子系统 18 进行相应的动作,同时,机器人运行参数和荧光检测图像可实时反馈回上位计算机,操作人员根据反馈信息再发出相应控制命令,并调整能量发射装置的发射功率。

[0036] 所述的轴向移动、径向伸缩动作信息包括:轴向移动距离、径向机构伸展直径。

[0037] 本实施例中,轴向移动距离的最大值为 10mm,径向机构最大伸展直径为 33mm。

[0038] 所述的图像信息包括:肠道内表面的荧光图像信息。

[0039] 如图 2 和图 3 所示,所述的径向机构 16 包括:与电路子系统 17 通讯并接收其控制命令的径向电机 4、与径向电机 4 相连的径向减速箱 1、两个旋转体 2、6、三组圆周方向等角度布置于两个旋转体 2、6 之间的腿结构 3,其中:

[0040] 旋转体 2、6 包括:内齿环 9、用于轴向固定内齿环 9 的固定件 7、支撑件 8、若干滚珠 10、第一齿轮 20、第二齿轮 21 和轴 22,其中:轴向固定件 7 与支撑件 8 之间、支撑件 8 与内齿环 9 之间分别设有滚珠 10 以减小相对旋转时的摩擦阻力,支撑件 8 与轴向机构 15 相连使得与轴向机构 15 保持静止;

[0041] 第一齿轮 20 与旋转体 2 的内齿环 9 啮合,第二齿轮 21 与旋转体 6 的内齿环 9 啮合,第一齿轮 20 与径向减速箱 1 的输出轴 5 相连,第二齿轮 21 套于轴 22 上,轴 22 的两端

分别固定于两个支撑件 8 上,第一齿轮 20 和第二齿轮 21 相对转动,使得两个内齿环 9 相对转动,从而实现旋转体 2、6 的相对旋转;

[0042] 本实施例中,固定件 7 由若干螺丝与内齿环 9 固定连接;

[0043] 滚珠 10 的直径为 0.35mm。

[0044] 两个旋转体 2、6 的支撑件 8 相固定;

[0045] 如图 4 所示,各组腿结构 3 包括:两个顶部固定连接的圆弧结构,其中一个圆弧结构的根部分别与两个旋转体 2、6 的内齿环 9 相固定;

[0046] 径向电机 4 的输出动力经径向减速箱 1 减速增力后由径向输出轴 5 输出至内齿环 9,使得两个旋转体 2、6 相对旋转,三个腿结构 3 实现打开或闭合;

[0047] 三个腿结构 3 闭合时沿旋转体 2、6 圆周分布,打开时呈三叶草形,开闭直径比大于 2,能够适应大范围的肠道直径变化。

[0048] 如图 5 所示,所述的轴向机构 15 包括:与电路子系统 17 通讯并接收其控制命令的轴向电机 12、与轴向电机 12 相连的轴向减速箱 11、丝杠 13 和螺母 14,其中:丝杠 13 与轴向减速箱 11 相连,螺母 14 套接于丝杠 13 上且与径向机构 16 的两个旋转体 2、6 相连,丝杠 13 转动时,螺母 14 推动径向机构 16 实现轴向移动。

[0049] 当腿结构 3 打开锚定肠道时,螺母 14 和径向机构 16 一起保持轴向静止,丝杠 13 转动将带动机身产生轴向位移。

[0050] 螺母 14 分别与两个旋转体 2、6 的支撑件 8 相连。

[0051] 本实施例中,螺母 14 连接于两个旋转体 2、6 之间的位置。

[0052] 径向减速箱 1 的输出轴 5 和丝杠 13 平行设置且位于径向减速箱 1 和轴向减速箱 11 的中间位置。

[0053] 整体上,径向减速箱 1 和荧光检测子系统 18 位于一端,轴向减速箱 11 和无线能量接收子系统 19 位于另一端,从而精简机构。

[0054] 电路子系统 17 包括:无线通信模块、控制模块、驱动模块、稳压模块、荧光检测模块;无线通信模块与体外上位机完成相互通信,并将接收到的控制命令发送到控制模块进行处理,控制模块对控制命令进行解码,通过驱动模块驱动轴向或径向机构完成相应动作,或控制荧光检测模块完成对肠道图像的采集或传输。稳压模块的输入为无线能量接收子系统输出的直流电压,该电压幅值不稳定,需要稳压以保证整个电路子系统的稳定工作。

[0055] 无线能量接收子系统 19 包括:无线能量接收线圈、全桥整流电路。外部交变磁场在接收线圈中激励出交变电压,该交变电压经过全桥整流电路,输出直流电压,为电流子系统供电。

[0056] 荧光检测子系统 18 包括:紫外单色光源、成像器件。在接收到荧光图像采集命令后,成像器件采集在紫外单色光源照射下的肠道图像,该图像经过电路子系统的荧光检测模块预处理,并由无线通信模块发送回上位计算机。

[0057] 如图 6 所示,体内机器人在胃肠道中的运动原理,其运动过程为:A、体内机器人处于初始复位状态;B、轴向电机 12 通电,在丝杠 13 和螺母 14 作用下,轴向机构 15 产生轴向位移;C、径向电机 4 通电,体内机器人的腿结构 3 扩张并锚定肠道;D、轴向电机 12 通电,体内机器人机身产生位移 S。体内机器人可实现双向运动,进步态组合为 A、B、C、D 且循环该步态组合,体内机器人可实现连续前进;步态组合为 D、C、B、A 且循环该步态组合,体内机器

人可实现连续后退。从该体内机器人运动原理可以看出,体内机器人运动时,径向机构 16 先扩张前方肠道,然后轴向机构 15 推动机身前进,径向机构 16 对肠道的扩张作用将帮助机器人通过肠道塌缩区域。

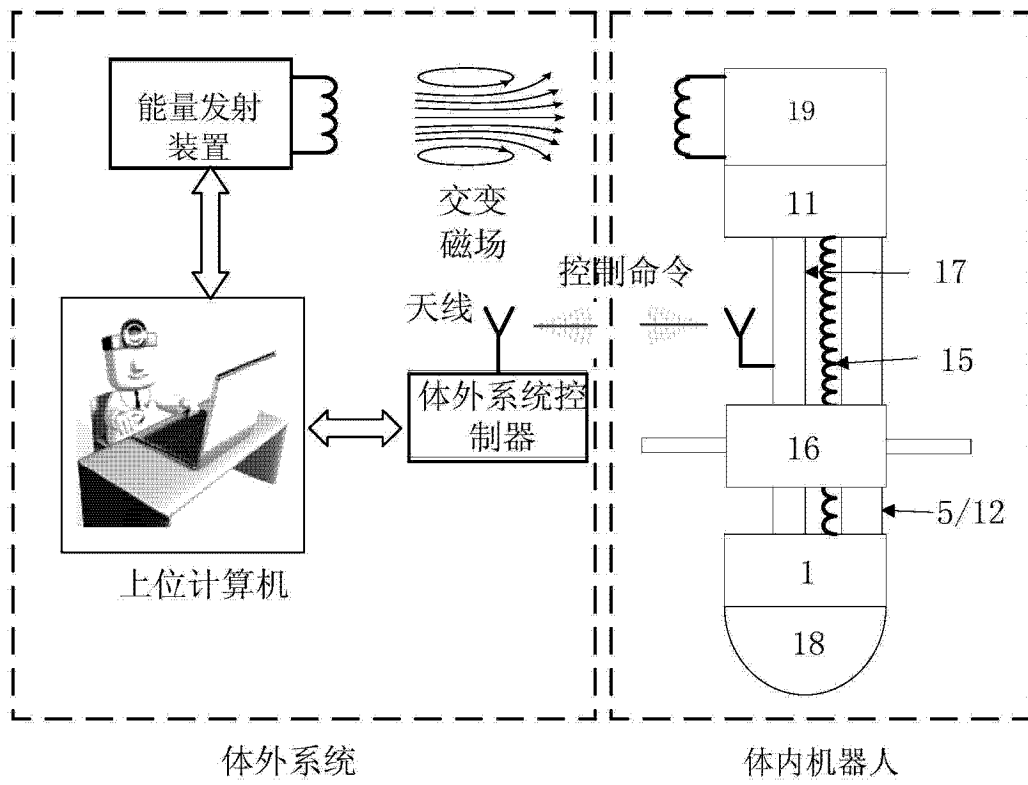


图 1

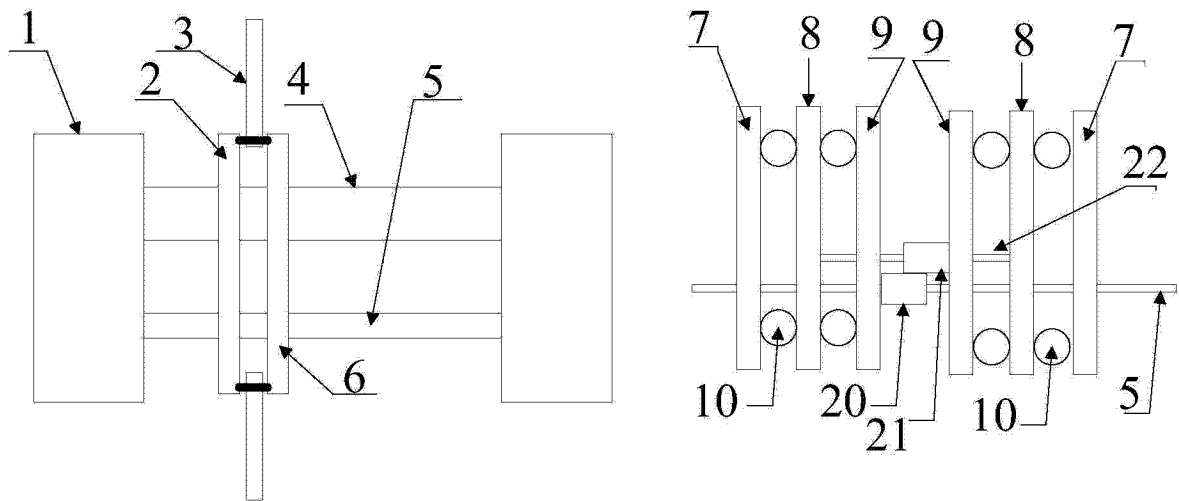


图 3

图 2

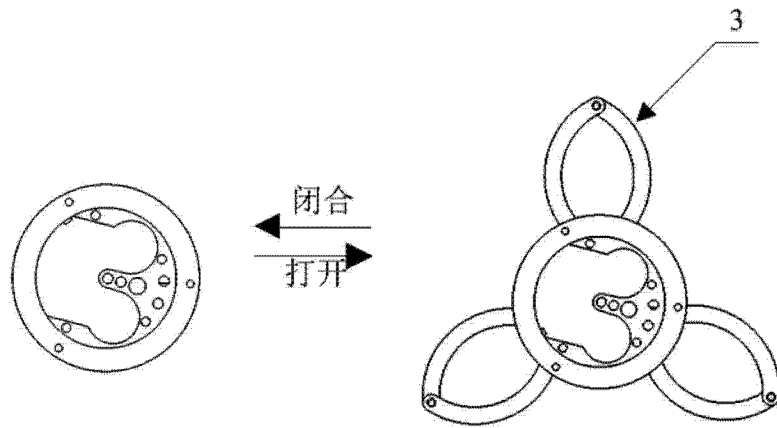


图 4

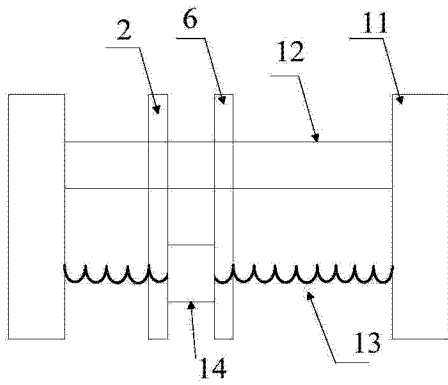


图 5

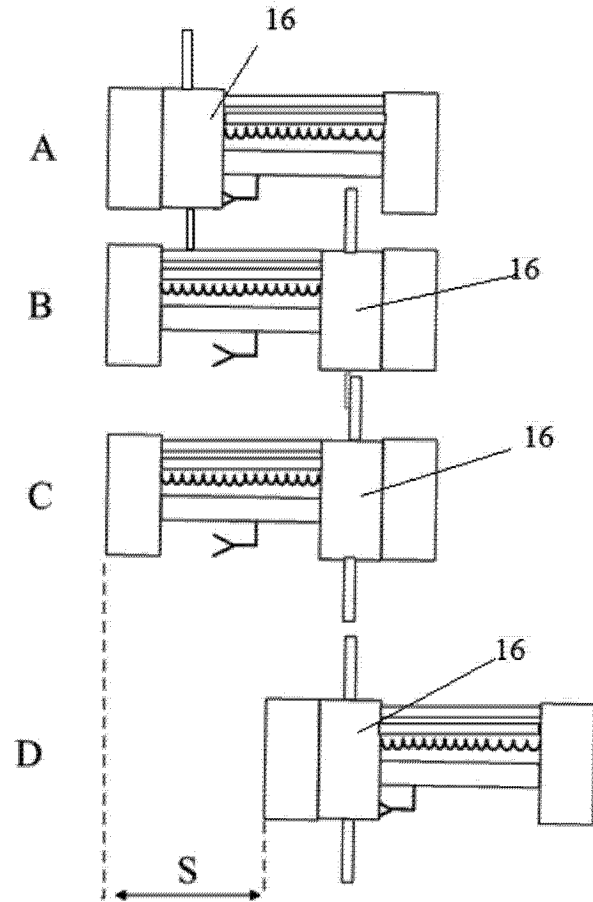


图 6

专利名称(译)	用于胃肠道的体内机器人		
公开(公告)号	CN103637761B	公开(公告)日	2015-08-19
申请号	CN201310724383.2	申请日	2013-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	颜国正 高晋阳 姜萍萍 王志武 贺术 刘大生		
发明人	颜国正 高晋阳 姜萍萍 王志武 贺术 刘大生		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07		
代理人(译)	王锡麟		
审查员(译)	张雯		
其他公开文献	CN103637761A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种内窥镜领域的用于胃肠道的体内机器人，包括：轴向机构、径向机构、电路子系统、荧光检测子系统和用于能量供给的无线能量接收子系统，其中：电路子系统接收体外系统的控制命令进而控制荧光检测子系统进行图像检测，启动轴向机构和径向机构分别进行轴向移动和径向伸缩动作，获取轴向移动、径向伸缩动作信息以及荧光检测子系统的图像信息并反馈至体外系统进行调整；本发明便于人体吞咽，每个运动周期仅包含4个步态，运动效率较现有机构有较大幅度提升。

