

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 1/00 (2006.01)
A61B 5/07 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910196273.7

[43] 公开日 2010年3月17日

[11] 公开号 CN 101669809A

[22] 申请日 2009.9.24

[21] 申请号 200910196273.7

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 颜国正 李传国 王坤东 王莉娟
钱春阳

[74] 专利代理机构 上海交大专利事务所
代理人 毛翠莹

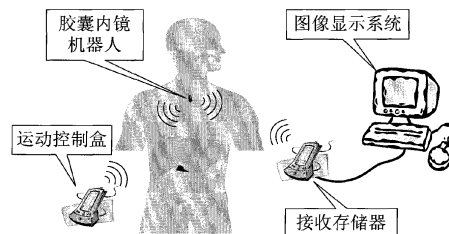
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

[54] 发明名称

主动可控式胶囊内镜机器人系统

[57] 摘要

本发明涉及一种主动可控式胶囊内镜机器人系统，由胶囊内镜机器人、接收存储器、运动控制盒和图像显示系统组成。胶囊内镜机器人的驱动机构通过直流电机、双轴复用减速器和尺蠖运动分配机构产生胶囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短，按一定的时序配合实现前进和后退，在口服进入人体胃肠道后，利用自身尺蠖蠕动实时拍摄胃肠道各处的图像信息，通过无线方式发送至体外。体外部分中，接收存储器用于无线接收和存储胶囊内镜机器人发射的图像数据；运动控制盒通过无线传输方式控制胶囊内镜机器人的前进、后退或停止，以便对胃肠道中可疑位置进行反复观察；图像显示系统通过计算机实时读取和处理记录在接收存储器内的图像数据，以供医生观察和诊断。



1、一种主动可控式胶囊内窥镜机器人系统，由胶囊内窥镜机器人、接收存储器、运动控制盒和图像显示系统组成；其特征在于：所述胶囊内窥镜机器人由驱动机构（1）、油泵（2）、前油囊（3）、后油囊（4）、波纹管（5）、微型电池（6）、微型摄像头（7）、电路部分（8）、前外壳（9）和后外壳（10）组成；所述微型摄像头（7）和电路部分（8）密封在前外壳（9）内；驱动机构（1）、油泵（2）和微型电池（6）密封在后外壳（10）内；密封在前外壳表面的前油囊（3）与密封在后外壳表面的后油囊（4）通过油管 and 油泵（2）连接；前外壳和后外壳用波纹管（5）连接并密封；所述电路部分包含电机控制模块、图像处理模块和无线收发模块，用于控制胶囊内窥镜机器人的运动方向、处理和压缩图像、接收和发射图像信息和控制信号；

所述驱动机构（1）由直流电机（13）、双轴复用减速器，尺蠖运动分配机构组成；其中，所述双轴复用减速器由输入轴（14）、泵输出轴（15）、输入齿轮（21）、输出齿轮（23）以及数个空套连齿（22）组成；输入轴（14）、泵输出轴（15）支撑在前端盖（11）和后端盖（12）的支撑孔中，输入轴（14）上过盈压合泵输出轴齿轮（20）和输入齿轮（21），其中泵输出轴齿轮（20）与电机输出轴上的齿轮（19）啮合，输入齿轮（21）与空套在泵输出轴（15）上的空套连齿（22）啮合；泵输出轴（15）上过盈压合输出齿轮（23），在输入齿轮（21）和输出齿轮（23）之间，有若干空套连齿（22）在两轴上顺次啮合；所述尺蠖运动分配机构由三根带有丝杠螺母副的轴组成，包括泵输出轴（15）、蠕动输出轴（17）和换向输出轴（16）；所述泵输出轴（15）上段即双轴复用减速器的输出轴，下段是两端带有光杆和空套带销齿轮（26）的螺纹杆，螺纹杆为中空且光杆处带有矩形通孔，销子（24）横向放置在矩形通孔内并可沿轴向方向运动；上下两销子（24）的中间用复位弹簧（51）连接；泵输出螺母（25）上有两个孔，一个过盈压入泵输出杆（40）输出运动，另一个松套在输入轴（14）上作为导向孔；所

述换向输出轴下段为螺纹杆，螺纹杆的螺距小于蠕动输出轴（17）上螺纹杆螺距，螺纹两端过盈压合带孔尺寸(29)和换向输出轴齿轮（37），分别与泵输出轴（15）螺纹杆两端的空套带销齿轮（26）啮合；换向输出轴（16）上段有空套带销连齿（27），空套带销连齿（27）的两个短销(48)插入带孔齿轮(29)的圆孔中；空套带销连齿(27)的大齿轮(47)和小齿轮(46)分别与蠕动输出杆(17)的大齿轮(33)、过轮轴(28)上的空套齿轮(30)啮合；换向输出螺母(35)连接换向杆(18)，换向杆(18)上安装的拨叉(32)可拨动空套带销连齿(27)轴向的位置；蠕动输出轴(17)下段是两端为光杆的螺纹杆；蠕动输出轴(17)上段过盈压合蠕动输出轴大齿轮(33)和蠕动输出轴小齿轮(31)，蠕动输出轴大齿轮(33)与换向输出杆(16)上的空套带销连齿(27)的大齿轮(47)啮合，蠕动输出轴小齿轮(31)与过轮轴(28)上的齿轮(30)啮合；设置在蠕动输出轴(17)丝杠两端的触点连接控制电路(8)。

2、根据权利要求1所述的主动可控式胶囊内窥镜机器人系统，其特征在于：所述空套连齿(22)为小齿轮（42）和大齿轮（43）同心压合而成；小齿轮（42）和大齿轮（43）之间的齿数比为1：2。

3、根据权利要求1所述的主动可控式胶囊内窥镜机器人系统，其特征还在于：所述空套带销齿轮(26)为两侧带有对称圆孔的大齿轮（45）和两根短销（44）过盈压合而成；其中短销伸出端倒圆角。

4、根据权利要求1所述的主动可控式胶囊内窥镜机器人系统，其特征还在于：所述空套带销连齿(27)为两侧带有对称圆孔的大齿轮（47）、小齿轮（46）和两根短销过盈压合而成；其中短销伸出端倒圆角。

主动可控式胶囊内镜机器人系统

技术领域

本发明涉及一种主动可控式胶囊内镜机器人系统，尤其涉及单电机下的尺蠖仿生运动控制，属于机、电技术和仿生学领域。

背景技术

据报道，胃癌在发现时 80% 都已经处于晚期，而胃肠道恶性肿瘤中 90% 以上是由良性息肉转变而来的。恶性肿瘤发现晚，错过了最佳治疗时机是死亡率居高不下的重要原因之一。因此，早发现、早治疗是降低胃肠道恶性肿瘤死亡率的关键。

消化道内镜作为胃肠道检查的一项重要手段，检出率高、功能多，但是创伤大，病人痛苦、医生操作困难，因此在临床上，病人只是在有了某些异常症状后才做此项检查，发现病症往往处于晚期。

近几年出现的胶囊内镜具有无创伤、操作简便等优点，但是胶囊内镜无法操控，对于疑似病症不能进行反复观察，漏检率高且不具有治疗功能，一次性使用也导致了较高的检查成本。

国外, Ikuta 等人在 1996 年首先提出使用形状记忆合金(Shape Memory Alloy, SMA)驱动器来主动控制内窥镜的思想。1999 年, Dario 所在的实验室陆续报道了他们的有关主动式机器人结肠镜的研究成果。2005 年, Menciassi 等人针对传统式胶囊内镜的缺点, 开发出能够长时间夹持在肠道内壁的胶囊内镜。Byungkyu 等人开发出了胶囊内镜的牵引机构, 能够在肠道内进行牵引。国内, 高立明等人在 1998 年首先进行了主动式机器人内镜的研究。2000 年, 马建叙等人研制出了一种微小仿生蠕动机器人。何斌等人也提出了一种基于螺旋机构的介入人体肠道的微型机器人。上述几种机器人内窥镜的研究中, 使用形状记忆合金驱动和拖线式的研究占主要地位。由于人体肠道内的温度较高且不能承受太高的温度, 这就造成了形状记忆合金的变形与回复温差较小, 带来的问题是形状记忆

合金驱动的速度较慢。而拖线式气动机器人需要拖带通气管道，这种管道也需要一定的刚性来避免因挤压、弯曲而导致的气体阻断，因此在通过人体肠道弯曲处时会产生与传统内窥镜一样的问题。

2002年以后 Yan 等人提出了一种使用压电微驱动器的无线多关节仿蚯蚓蠕动机器人（机器人.30(01).56-62）。其模型机器人由三个驱动节、头舱、尾舱等五节组成。各节之间由十字万向节连接，机器人整体具有一定柔性，可适应弯曲腔道环境。但由于仿蚯蚓机器人本身所能提供的前进动力与摩擦表面密切相关，即在前进过程中存在极限摩擦力，大量实验结论已经证实仿蚯蚓机器人很难满足肠道检测的需要。

综上所述，目前临床上亟需一种能够进行主动介入、动作可控、重复利用的微创无创检查装置。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提出一种主动可控式胶囊内镜机器人系统，使用单个电机进行仿尺蠖蠕动，在胶囊内镜机器人介入人体胃肠道时具有主动可控、实时检测传输图像、创伤小、安全可靠等特点，可有效协助医生进行胃肠道疾病的诊断和治疗。

为了实现上述目的，本发明提出的胶囊内镜机器人系统由胶囊内镜机器人、接收存储器、运动控制盒和图像显示系统组成。所述胶囊内镜机器人的作用是在口服进入人体胃肠道后，利用自身尺蠖蠕动实时拍摄胃肠道各处的图像信息，通过无线方式发送至体外；所述接收存储器位于体外，用于无线接收和存储胶囊内镜机器人发射的图像数据；所述运动控制盒置于体外，通过无线传输的方式控制胶囊内镜机器人的前进、后退或者停止，以便对胃肠道中可疑位置进行反复观察；所述图像显示系统置在体外，通过计算机实时读取和处理记录在接收存储器内的图像数据，以供医生观察和诊断。

所述胶囊内镜机器人包括驱动机构、油泵、前油囊、后油囊、微型电池、波纹管、微型摄像头、电路部分、前外壳和后外壳。上述部件中微型摄像头和电路部分密封在前外壳内；驱动机构、油泵、微型电池密封在后外壳内；前后

油囊分别密封在前后外壳上，通过油管 and 油泵连接；波纹管连接前后外壳，并用胶密封，整个胶囊机器人是完全密闭的。所述电路部分包含电机控制模块、图像处理模块和无线收发模块，作用是控制胶囊内镜机器人的运动方向、处理和压缩图像、接收和发射图像信息和控制信号等。所述驱动机构是在直流电机的驱动下，输出油囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短，并按照一定的时序配合实现胶囊的前进和后退，直流电机的电源线连接电路部分的输入端，并由电机控制模块控制直流电机的转动方向和转动圈数。所述微型摄像头以实时的方式采集胃肠道的图像信息，微型摄像头的输出端连接电路部分的输入端，经图像处理模块处理后的图像信息输出到信号无线发射功能模块的输入端，信号无线收发功能模块将上述信号向体外发射。所述微型电池的输出端连接电路部分的电源端，作用是对直流电机、电路部分和摄像头进行供电，以保障整个系统的正常运行。

所述接收存储器由接收天线、无线接收模块、数据存储模块、数据接口、电池组、电源开关、外壳组成。上述装置全部置于外壳内，接收天线与无线收发模块相连，用来接收胶囊内镜机器人的图像信息，无线收发模块与数据存储模块相连，实现对图像信息的接收和存储，数据存储模块与数据接口相连，实现存储数据向图像显示系统传送。电池组与电源开关相连，并分别对无线接收模块、数据存储模块进行供电，以保障整个系统的正常运动。

所述运动控制盒包括：发射天线、无线发射模块、电机控制模块、控制板、电池组 and 外壳。控制板与电机控制模块相连，用来产生控制电机正反转和转动圈数的信号，电机控制模块与无线发射模块、发射天线相连，将控制信号传送给胶囊内镜机器人，控制胶囊机器人按照医生的要求运动。

所述图像显示系统可实时显示胶囊内镜机器人发送出来的图像信息，并可以对图像信息处理和优化，以供医生观察和诊断。

所述驱动机构是本发明的核心部分，下面将对其进行详述：

驱动机构主要由直流电机、双轴复用减速器，尺蠖运动分配机构三个部分组成。驱动机构的作用是通过直流电机、双轴复用减速器和尺蠖运动分配机构

产生油囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短，并按照一定的时序配合实现前进和后退。

前端盖、后端盖分别由螺钉固定在垫块两端，由销钉定位保证三者同心，电机支撑在前后端盖的电机孔中，电机的输出轴上过盈压入齿轮。

双轴复用减速器由输入轴、泵输出轴、输入齿轮、输出齿轮以及数个空套连齿组成。输入轴、泵输出轴支撑在前后端盖的支撑孔中，输入轴上过盈压合两个齿轮，其中一个齿轮与电机输出轴上的齿轮啮合，另一个齿轮是输入齿轮，与空套在泵输出轴上的空套连齿啮合，空套连齿由大齿轮和小齿轮同心固定安装而成；泵输出轴上过盈压合输出齿轮，在输入齿轮和输出齿轮之间，有若干空套连齿在两轴上顺次啮合，运动从输入轴引入，经过若干空套连齿和输出齿轮传动，将转速降低、转矩增大，并由泵输出轴输出。

尺蠖运动分配机构主要由三根带有丝杠螺母副的轴组成，包括泵输出轴、蠕动输出轴、换向输出轴。尺蠖运动分配机构主要任务是将双轴复用减速器输出的旋转运动按时序转换成输出螺母的直线运动，由输出杆传给胶囊内镜机器人的其他部分。

(1) 泵输出轴主要是将减速器输出轴的旋转运动转换成泵输出螺母的直线运动，由泵输出杆传递给油泵中的活塞，并且在完成一次运动后，将空套带销的齿轮与泵输出轴压合，将运动传递给下一根轴-----换向输出轴。所述泵输出轴上段即双轴复用减速器的输出轴，下段是两端带有光杆和空套带销齿轮的螺纹杆，螺纹杆为中空且光杆处带有矩形通孔，销子横向放置在矩形通孔内并可沿轴向方向运动。光杆的目的在于保证泵输出螺母在运动到螺纹一端时可以在此空转；带有矩形通孔的目的是当泵输出螺母推动销子运动到矩形通孔的一端时，即会卡入空套带销齿轮中，带动空套带销齿轮与泵输出轴一起运动。上下两销子的中间用复位弹簧连接；泵输出螺母上有两个孔，一个过盈压入泵输出杆输出运动，另一个松套在输入轴上作为导向孔。泵输出轴的这部分机构的作用是将减速器传递的运动转换成泵中活塞的伸缩运动，并在每次运动结束时将运动传递到下一根轴上。

(2) 换向输出轴主要是在需要的时候通过改变齿轮的啮合位置, 改变下一根轴的转动方向, 另外换向轴还需要将旋转运动传递给下一根轴-----蠕动输出轴。所述换向输出轴下段为螺纹杆, 螺纹杆的螺距小于蠕动输出轴上螺纹杆螺距, 螺纹两端过盈压合带孔尺寸和换向输出轴齿轮, 分别与泵输出轴螺纹杆两端的空套带销齿轮啮合; 换向输出轴上段有空套带销连齿, 空套带销连齿的两个短销插入带孔齿轮的圆孔中; 空套带销连齿的大齿轮和小齿轮分别与蠕动输出杆的大齿轮、过轮轴上的空套齿轮啮合; 换向输出螺母连接换向杆, 换向杆带动拨叉可拨动空套带销连齿的轴向移动, 在时序的控制下, 实现换向。

(3) 蠕动输出轴主要是将传递过来的旋转运动转换成蠕动输出螺母的直线运动, 由蠕动输出杆带动胶囊的伸缩。并且在完成一次运动后, 接触设置在丝杠两端的触点, 激发脉冲信号给电机控制模块, 改变电机的极性和输出运动的旋转方向, 进入下一个运动循环。蠕动输出轴下段是两端为光杆的螺纹杆; 蠕动输出轴上段过盈压合蠕动输出轴大齿轮和蠕动输出轴小齿轮, 蠕动输出轴大齿轮与换向输出杆上的空套带销连齿的大齿轮啮合, 蠕动输出轴小齿轮与过轮轴上的齿轮啮合; 设置在蠕动输出轴丝杠两端的触点连接控制电路。

与现有技术相比, 本发明提出的单电机实现尺蠖仿生运动的胶囊机器人, 更为安全可靠、主动可控、控制简便、成本低廉。胶囊内镜机器人具有可由口腔吞入, 在介入人体胃肠道时主动可控、实时检测传输图像、对检测者无痛苦、无创伤、检测时间短等特点, 并且整个检测过程是在胃肠道正常生理状态下进行, 以实时图像的方式反映胃肠道的真实图像信息。与已有的检测系统相比, 本发明测得的图像更能客观、全面和准确地反映胃肠道生理过程的真实信息, 因此, 更具实际意义和临床参考价值。

附图说明

图 1 为本发明的总体结构示意图。

图 2 为本发明中胶囊内镜机器人的结构示意图。

图中, 1 为驱动机构, 2 为油泵, 3 为前油囊, 4 为后油囊, 5 为波纹管, 6 为微型电池, 7 为微型摄像头, 8 为电路部分, 9 为前外壳, 10 为后外壳。

图3为本发明的驱动机构结构图。

图中, 11 为前端盖, 12 为后端盖, 13 为直流电机, 14 为输入轴, 15 为泵输出轴, 16 为换向输出轴, 17 为蠕动输出轴, 18 为换向杆, 19 为电机输出轴齿轮, 20 为泵输出轴齿轮, 21 为输入齿轮, 22 为空套连齿, 23 为输出齿轮, 24 为销子, 25 为泵输出螺母, 26 为空套带销齿轮, 27 为空套带销连齿, 28 为过轮轴, 29 为带孔齿轮, 30 为空套齿轮, 31 为蠕动输出轴小齿轮, 32 为拨叉, 33 为大齿轮, 34 为蠕动输出螺母, 35 为换向螺母, 36 为换向挡环, 37 为换向输出轴齿轮, 38 为螺钉, 39 为垫块, 40 为泵输出螺母, 41 为蠕动输出螺母。

图4为本发明中双轴复用减速器的结构原理图。

图中, 11 为前端盖, 12 为后端盖, 14 为输入轴, 15 为泵输出轴, 21 为输入齿轮, 22 为空套连齿, 23 为输出齿轮。

图5为本发明中空套连齿的结构示意图。

图中, 42 为小齿轮, 43 为大齿轮。

图6为本发明中空套带销齿轮的结构示意图。

图中, 44 为齿轮, 45 为短销。

图7为本发明中空套带销连齿的结构示意图。

图中, 46 为小齿轮, 47 为大齿轮, 48 为短销。

图8为本发明泵输出轴的结构示意图。

图中, (a)为右视图, (b)为正视图, 49 为滚动轴承, 50 为轴向定位垫片, 51 为空套连齿, 52 为紧固齿轮, 53 为带销空套齿轮, 54 为销, 55 为复位弹簧, 56 为泵输出轴, 57 为滑动轴承。

图9为本发明的运动流程示意图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的技术方案作进一步详细描述, 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。

如图1所示, 本发明由胶囊内镜机器人、接收存储器、运动控制盒、图像显

示系统组成。胶囊内镜机器人通过口服进入人体胃肠道，实时拍摄胃肠道的图像信息，通过无线方式将图像信息发至体外；接收存储器放置在体外近处，以接收和存储胶囊内镜机器人发射的图像数据，并由数据线接口连接图像显示系统；运动控制盒与图像显示系统由医生操作，可控制胶囊内镜机器人的运动以便反复观察可疑区域，也可对图像进行处理，以便诊断疾病的种类；胶囊内镜机器人完成检测任务，可由医生控制快速排出体外。

如图 2 所示，所述胶囊内镜机器人主要由驱动机构 1、油泵 2、前油囊 3、后油囊 4、波纹管 5、微型电池 6、微型摄像头 7、电路部分 8、前外壳 9 和后外壳 10 组成。各部分的连接关系为：胶囊内镜机器人为胶囊状，前油囊 3、后油囊 4、波纹管 5、胶囊前外壳 9 和后外壳 10 由对人体无毒、无害材料制成；胶囊内设有微型摄像头 7，用于实时拍摄胃肠道的图像信息；微型摄像头 7 与电路部分 8 相连并封装在前外壳 9 内，用于处理和发射图像数据；驱动机构 1、油泵 2 和微型电池 6 封装在后外壳 10 内；驱动机构 1 与油泵 2 相连，用来驱动油囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短；微型电池 6 与油泵 2 相连，置于胶囊机器人的最尾部，对驱动机构 1、电路部分 8 和微型摄像头 7 进行供电；前油囊 3 密封在前外壳 9 表面，后油囊 4 密封在后外壳 10 表面，通过油管 and 油泵 2 连接；前外壳 9 和后外壳 10 由波纹管 5 连接，同时连接处还有蠕动输出杆 40、伸向前油囊的油管和若干导线，整个胶囊机器人是完全密闭的。

如图 3 所示，所述驱动机构 1 是本发明的核心部分，主要由直流电机 13、双轴复用减速器，尺蠖运动分配机构三个部分组成。驱动机构 1 的作用是通过直流电机 13、双轴复用减速器和尺蠖运动分配机构产生油囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短，按照一定的时序配合实现前进和后退。

前端盖 11、后端盖 12 分别由螺钉 38 固定在垫块 39 两端，由销钉定位保证三者同心，电机 13 支撑在前后端盖的电机孔中，电机的输出轴上过盈压入齿轮 11。

双轴复用减速器由输入轴 14、泵输出轴 15、输入齿轮 21、输出齿轮 23 以及数个空套连齿 22 组成。输入轴 14、泵输出轴 15 支撑在前后端盖的支撑孔中，

输入轴 14 上过盈压合两个齿轮，其中齿轮 20 与电机输出轴上的齿轮 19 啮合，另一个齿轮是输入齿轮 21，与空套在泵输出轴 15 上的空套连齿 22 啮合，空套连齿 22 由小齿轮 42 和大齿轮 43 同心固定安装而成；泵输出轴 15 上过盈压合输出齿轮 23，在输入齿轮 21 和输出齿轮 23 之间，有若干空套连齿 22 在两轴上顺次啮合，运动从输入轴 14 引入，经过若干空套连齿 22 和输出齿轮 23 传动，将转速降低、转矩增大，并由泵输出轴 15 输出。

尺蠖运动分配机构主要由三根带有丝杠螺母副的轴组成，包括泵输出轴 15、蠕虫输出轴 17、换向输出轴 16。尺蠖运动分配机构主要任务是将减速器输出的旋转运动按时序转换成输出螺母的直线运动，由输出杆传给胶囊内镜机器人的其他部分。

(1) 所述泵输出轴 15 上段即双轴复用减速器的输出轴，下段是两端带有光杆和空套带销齿轮 26 的螺纹杆，螺纹杆为中空且光杆处带有矩形通孔，销子 24 横向放置在矩形通孔内并可沿轴向方向运动；上下两销子 24 的中间用复位弹簧 51 连接；泵输出螺母 25 上有两个孔，一个过盈压入泵输出杆 40 输出运动，另一个松套在输入轴 14 上作为导向孔。光杆的目的在于保证泵输出螺母 25 在运动到螺纹一端时可以在此空转；带有矩形通孔的目的是当泵输出螺母 25 推动销子 24 运动到矩形通孔的一端时，即会卡入带销齿轮 26 中，带动带销齿轮 26 与泵输出轴 15 一起运动。

(2) 所述换向输出轴 16 支撑在前后两端盖的支撑孔中，换向输出轴下段为螺纹杆，螺纹杆的螺距小于蠕虫输出轴 17 上螺纹杆螺距，螺纹两端过盈压合带孔尺寸 29 和换向输出轴齿轮 37，分别与泵输出轴 15 螺纹杆两端的空套带销齿轮 26 啮合；换向输出轴 16 上段有空套带销连齿 27，空套带销连齿 27 的两个短销 48 插入带孔齿轮 29 的圆孔中；空套带销连齿 27 的大齿轮 47 和小齿轮 46 分别与蠕虫输出杆 17 的大齿轮 33、过轮轴 28 上的空套齿轮 30 啮合；换向输出螺母 35 连接换向杆 18，换向杆 18 带动拨叉 32 可拨动带销连齿 27 轴向的位置，在时序的控制下，实现换向。

(3) 蠕虫输出轴 17 也是支撑在前后两端盖的支撑孔中，蠕虫输出轴 17 下段

是两端为光杆的螺纹杆；蠕动输出轴 17 上段过盈压合蠕动输出轴大齿轮 33 和蠕动输出轴小齿轮 31，蠕动输出轴大齿轮 33 与换向输出杆 16 上的空套带销连齿 27 的大齿轮 47 啮合，蠕动输出轴小齿轮 31 与过轮轴 28 上的齿轮 30 啮合。并且在完成一次运动后，接触设置在丝杠两端的触点，激发脉冲信号给控制电路 8，改变电机 13 的极性和输出运动的旋转方向，进入下一个运动循环。

如图 4 所示，所述双轴复用减速器包括：前端盖 11、后端盖 12、输入轴 14、泵输出轴 15、输入齿轮 21、空套连齿 22、输出齿轮 23。运动由输入齿轮 21 引入，经过各级空套连齿 22 和输出齿轮 23 减速后，低转速、高转矩的运动由泵输出轴 15 输出。

如图 5 所示，所述空套连齿 22 为小齿轮 42 和大齿轮 43 同心压合而成；小齿轮 42 和大齿轮 43 之间的齿数比为 1: 2。

如图 6 所示，所述空套带销齿轮 26 为两侧带有对称圆孔的大齿轮 45 和两根短销 44 过盈压合而成；其中短销伸出端倒圆角。

如图 7 所示，所述空套带销连齿 27 为两侧带有对称圆孔的大齿轮 47、小齿轮 46 和两根短销过盈压合而成；其中短销伸出端倒圆角。

如图 8 所示，所述泵输出轴是驱动机构 1 中相对复杂的轴，泵输出轴 15 上段即双轴复用减速器的输出轴，下段是两端带有光杆和空套带销齿轮 26 的螺纹杆，螺纹杆为中空且光杆处带有矩形通孔，销子 24 横向放置在矩形通孔内并可沿轴向方向运动；上下两销子 24 的中间用复位弹簧 51 连接；泵输出螺母 25 上有两个孔，一个过盈压入泵输出杆 40 输出运动，另一个松套在输入轴 14 上作为导向孔。

如图 9 所示，一个完整的向前蠕动过程分为 4 步：后油囊冲油、胶囊内镜机器人伸长、前油囊冲油、胶囊内镜机器人收缩。另外驱动机构还可以改变胶囊内镜机器人的运动方向，即实现换向功能。

具体实现过程如下：

a、后油囊充油：

胶囊内镜机器人保持初始状态口服进入人体胃肠道中，直流电机 13 正转，

旋转运动经过双轴复用减速器，将运动传递到泵输出轴 15 上，由丝杆螺母副将旋转运动转换成泵输出螺母 25 的直线运动，驱动油泵 2 向后油囊 4 完成一次冲油。后油囊 4 径向扩张，与肠壁挤压产生一定的压力和摩擦力。

b、胶囊伸长：

当泵输出螺母 25 运动到螺纹一端完成后油囊 4 冲油时，泵输出螺母 25 在此位置空转，同时将销子 24 压入空套带销齿轮 26 的两短销之间，则空套带销齿轮 26 跟着泵输出轴 15 一起做旋转运动。空套带销齿轮 16 经过齿轮 29（或 37）带动换向输出轴 16 转动，然后运动经过齿轮 29 传递到空套带销连齿 27 上，之后经过空套齿轮 30、齿轮 31 传递到蠕动输出轴 17 上，驱动蠕动输出螺母 34 做直线运动，由于后油囊 4 与肠壁的摩擦力，胶囊内镜机器人以后油囊 4 为起点向前伸长。

c、前油囊冲油：

蠕动输出螺母 34 完成伸长运动时，碰到触点，改变通电电极，电机 13 反转，旋转运动经过双轴复用减速器将运动传递到泵输出轴 15 上，由丝杆螺母副将旋转运动转换成泵输出螺母 25 的直线运动，驱动油泵 2 向前油囊 3 冲油，同时油泵 2 将后油囊 4 内的油吸入油泵 2 中。同时在泵输出螺母 25 向另一端运动开始运动时，销子 24 即在复位弹簧 51 牵引下脱离空套带销齿轮 26。后油囊 4 收缩，与肠壁的压力和摩擦力小时，而前油囊 3 径向扩张，与肠壁挤压产生一定的压力和摩擦力。

d、胶囊收缩：

当泵输出螺母 25 运动到螺纹另一端完成冲油时，泵输出螺母 25 在此位置空转，同时将销子 24 压入空套带销齿轮 26 的两短销 43 之间，则空套带销齿轮 26 跟着泵输出轴 15 一起做旋转运动。空套带销齿轮 26 经过带孔齿轮 29 带动换向输出轴 16 转动，同时经过带孔齿轮 29 将运动传递到空套带销连齿 27 上，之后经历空套齿轮 30、齿轮 31 传递到蠕动输出轴 17 上，驱动蠕动输出螺母 34 做直线运动，由于前油囊 3 与肠壁的摩擦力，胶囊内镜机器人以前油囊为终点向前收缩。实现一个完整的蠕动步距。

e、换向：

当胶囊需要换向时，在胶囊收缩动作完成时，直流电机 13 由既定的正转，改为继续正转，蠕动输出螺母 34 在螺纹一端空转，而换向输出螺母 35 继续向前运动，推动定位挡圈 36 和换向杆 18 向下运动，经过拨叉 32 将空套带销连齿 27 向下推动，并与空套齿轮 30 脱离，与齿轮 33 啮合，带动蠕动输出轴 17 反向转动，并驱动蠕动输出螺母 24 做反向直线运动，胶囊伸长。因为少了一组齿轮啮合，所以传动方向发生了变化。此时，一个完整的向后蠕动运动过程变为：后油囊冲油、胶囊收缩、前油囊冲油、胶囊伸长。实现了胶囊向另一个方向运动。

为了增加油囊与肠壁的摩擦力，油囊表面带有凸起的‘软刺’，但对胃肠道组织没有任何损伤。

显然，胶囊内镜机器人具有可由口腔吞入，在介入人体胃肠道时主动可控、实时检测传输图像、对检测者无痛苦、无创伤、检测时间短的特点，并且整个检测过程是在胃肠道正常生理状态下进行，以实时图像的方式反映胃肠道的真实图像信息，本发明测得的图像能客观、全面和准确地反映胃肠道的真实信息。

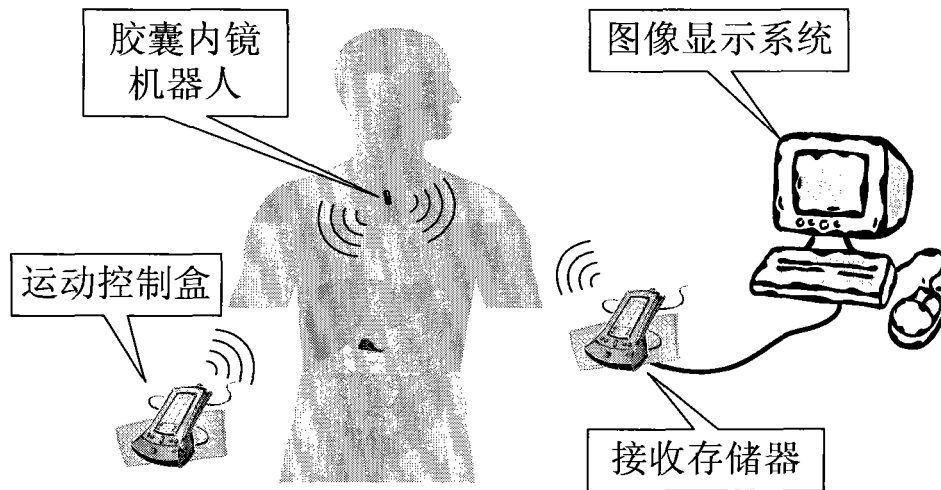


图1

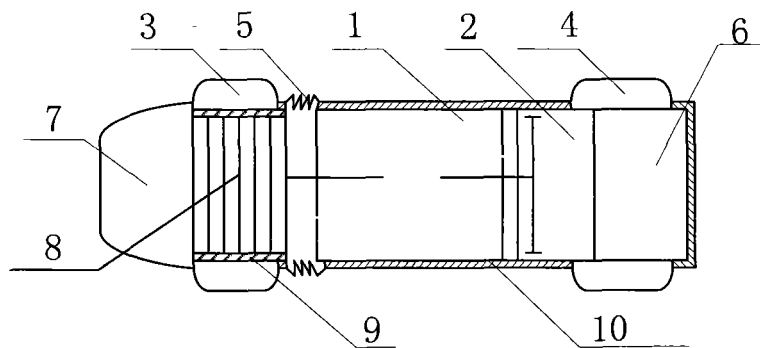


图2

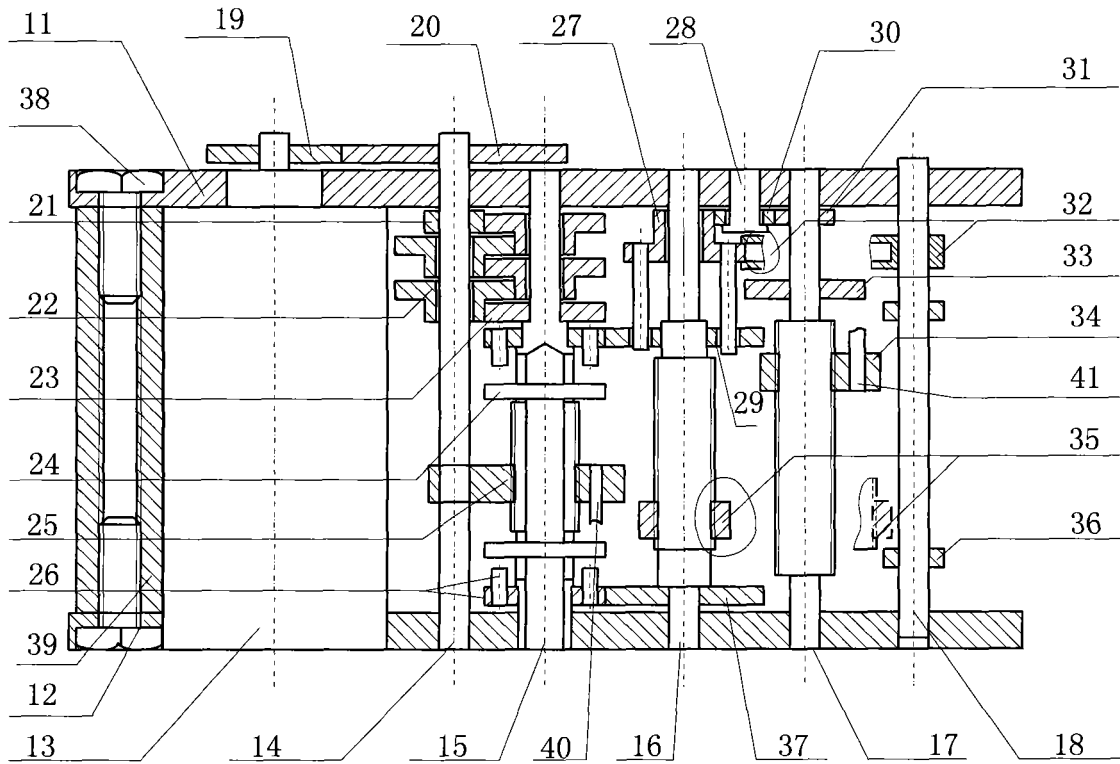


图 3

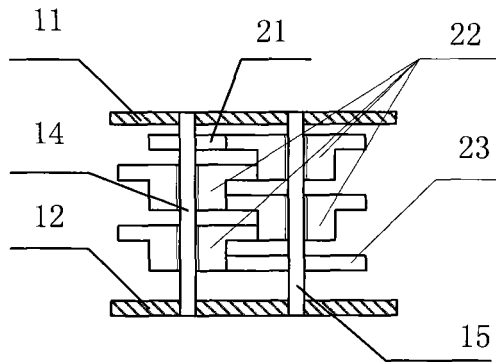


图 4

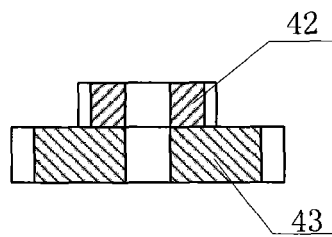


图 5

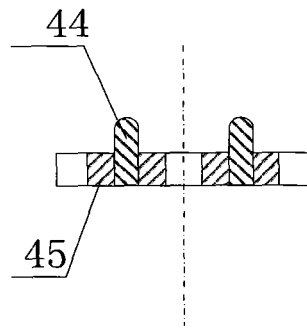


图 6

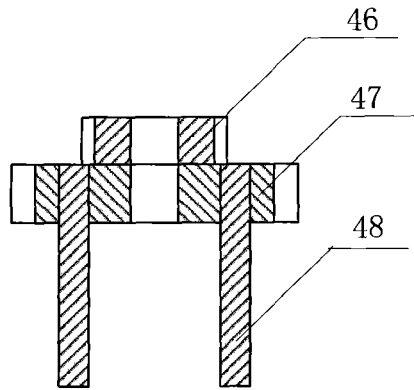


图 7

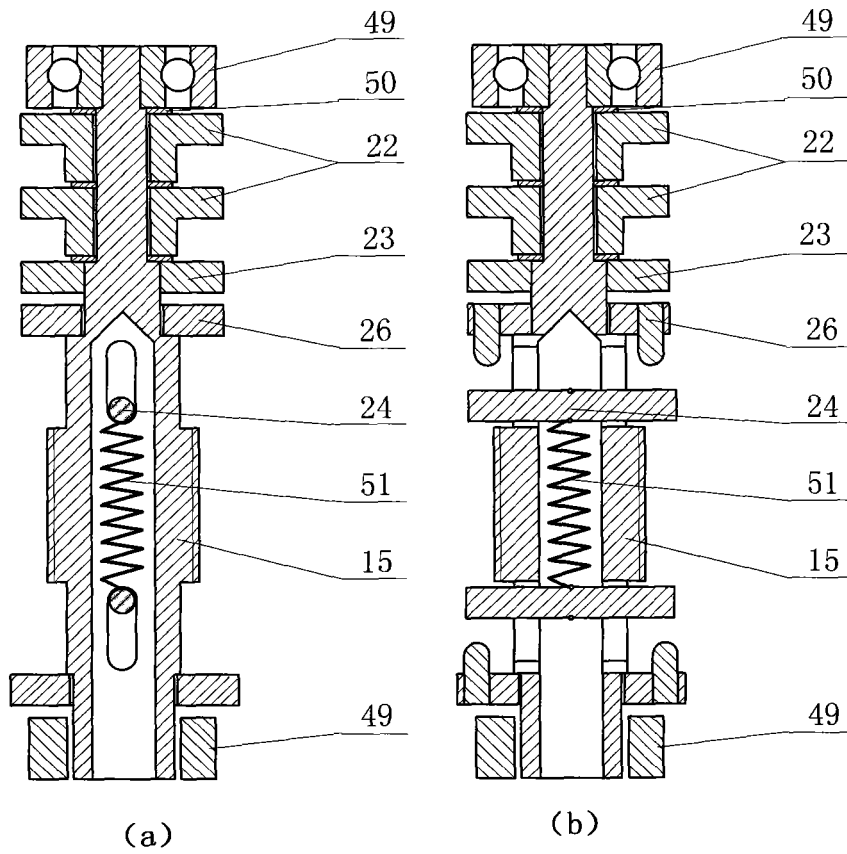


图 8

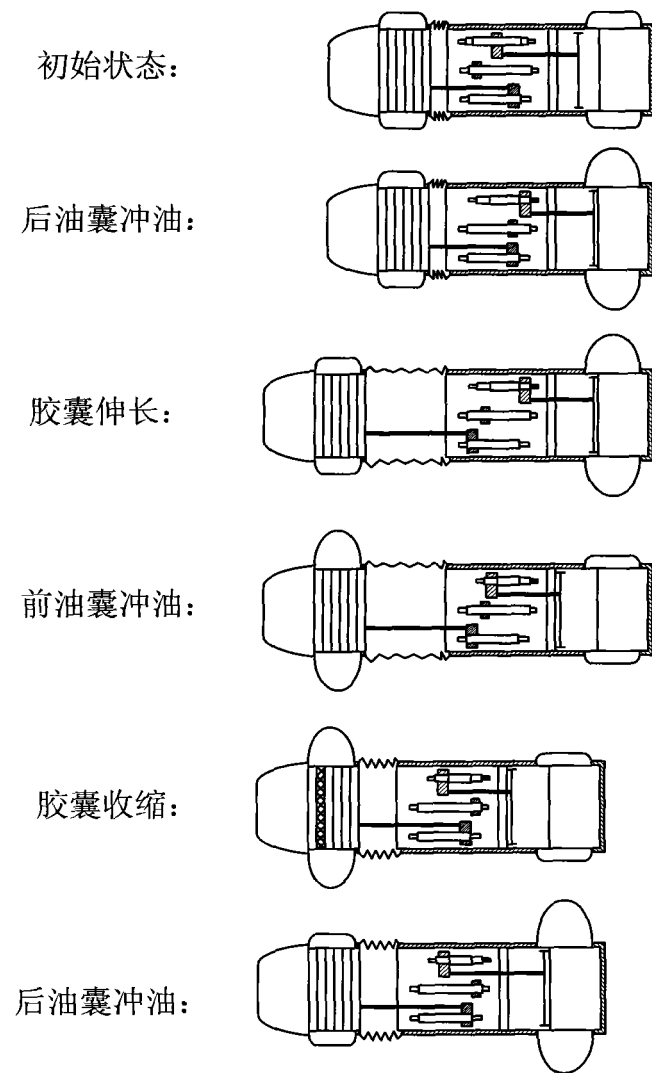


图 9

专利名称(译)	主动可控式胶囊内镜机器人系统		
公开(公告)号	CN101669809A	公开(公告)日	2010-03-17
申请号	CN200910196273.7	申请日	2009-09-24
[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 李传国 王坤东 王莉娟 钱春阳		
发明人	颜国正 李传国 王坤东 王莉娟 钱春阳		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07		
其他公开文献	CN101669809B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种主动可控式胶囊内镜机器人系统，由胶囊内镜机器人、接收存储器、运动控制盒和图像显示系统组成。胶囊内镜机器人的驱动机构通过直流电机、双轴复用减速器和尺蠖运动分配机构产生油囊的径向扩张和收缩、胶囊的伸长和缩短，按一定的时序配合实现前进和后退，在口服进入人体胃肠道后，利用自身尺蠖蠕动实时拍摄胃肠道各处的图像信息，通过无线方式发送至体外。体外部分中，接收存储器用于无线接收和存储胶囊内镜机器人发射的图像数据；运动控制盒通过无线传输方式控制胶囊内镜机器人的前进、后退或停止，以便对胃肠道中可疑位置进行反复观察；图像显示系统通过计算机实时读取和处理记录在接收存储器内的图像数据，以供医生观察和诊断。

