



(21) 申请号 202410556282.7

(22) 申请日 2024.05.07

(71) 申请人 中国科学院苏州生物医学工程技术
研究所

地址 215163 江苏省苏州市高新区科技城
科灵路88号

(72) 发明人 杨正馨 焦阳 刘立豪 李昕泽
崔嵘峣

(74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
有限公司 11369

专利代理师 朱文杰

(51) Int. Cl.

A61B 8/12 (2006.01)

A61B 8/08 (2006.01)

H02K 7/06 (2006.01)

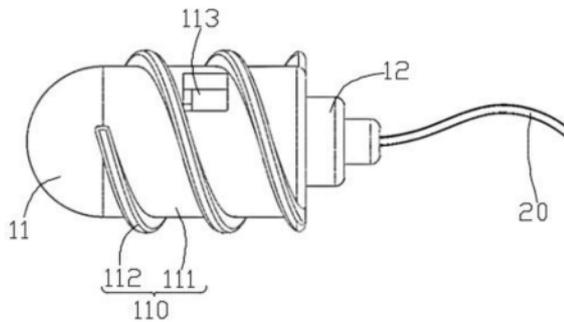
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

磁驱超声胶囊内窥镜

(57) 摘要

本发明公开了磁驱超声胶囊内窥镜,属于内窥镜领域,转子的外壳包括壳体以及设置于壳体外表面的螺旋结构,磁铁以及声反射镜固定于壳体并位于壳体内部,磁铁受磁场驱动旋转从而带动外壳以及声反射镜转动,螺旋结构将旋转运动转化成主体的直线运动,定子的超声换能器用于产生超声信号,声反射镜将超声信号反射至主体外部,声反射镜转动时带动超声信号旋转实现声场扫描,通过磁铁在外部磁场的驱动下产生转动,声反射镜转动时带动超声信号旋转实现声场扫描,无需在主体内设置电机等驱动装置驱动,使超声胶囊内窥镜能够进一步小型化;并且螺旋结构将旋转运动转化成主体的直线运动,使超声胶囊内窥镜能够主动运动,避免在肠道中卡住。



1. 一种磁驱超声胶囊内窥镜,包括主体,其特征在于:所述主体包括转子以及与所述转子转动连接的定子,所述转子包括外壳、磁铁以及声反射镜,所述外壳包括壳体以及设置于所述壳体外表面的螺旋结构,所述磁铁以及所述声反射镜固定于所述壳体并位于所述壳体内部,所述磁铁受磁场驱动旋转从而带动所述外壳以及所述声反射镜转动,所述螺旋结构将旋转运动转化成所述主体的直线运动,所述定子包括超声换能器,所述超声换能器用于产生超声信号,所述声反射镜将所述超声信号反射至所述主体外部,所述声反射镜转动时带动所述超声信号旋转实现声场扫描。

2. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述磁铁径向磁化。

3. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述壳体设有声窗,所述声反射镜的反射面朝向所述声窗。

4. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述声反射镜固定于所述磁铁。

5. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述定子还包括轴承以及固定座,所述超声换能器安装于所述固定座,所述固定座与所述轴承的内圈固定,所述壳体内壁与所述轴承的外圈固定。

6. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述主体还包括软绳,所述软绳包括线缆以及包覆所述线缆的保护套,所述软绳固定于所述定子远离所述转子一端。

7. 根据权利要求6所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述定子还包括基座,所述软绳与所述基座固定连接,所述基座设有分离结构,所述分离结构用于软绳与所述定子的分离。

8. 根据权利要求6所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括超声成像主机,所述超声成像主机与所述软绳的线缆连接。

9. 根据权利要求1所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括体外磁场驱动装置,所述体外磁场驱动装置包括机械臂以及安装于所述机械臂的驱动磁铁,所述机械臂带动所述驱动磁铁在三个相互垂直的方向移动并且能够驱动所述驱动磁铁进行绕轴旋转,在目标点产生所需旋转磁场,通过磁矩带动所述主体内的磁铁进行同步旋转。

10. 根据权利要求9所述的磁驱超声胶囊内窥镜,其特征在于:所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括控制手柄,所述控制手柄与所述体外磁场驱动装置通信连接,所述控制手柄控制所述体外磁场驱动装置工作,从而控制所述主体移动。

磁驱超声胶囊内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及内窥镜领域,尤其是涉及磁驱超声胶囊内窥镜。

背景技术

[0002] 光学胶囊内窥镜(Video Capsule Endoscopy,VCE)是一种做成胶囊形状的内窥镜,通常直径约10mm、长度约30mm,于2001年被批准用于人体。胶囊内窥镜能进入人体,用于窥探人体肠胃和食道部位的健康状况,帮助医生对病人消化道系统疾患进行诊断。与传统内镜检查相比,胶囊内窥镜无需麻醉、简便易操作,避免了患者的生理痛苦;同时可以检查全部小肠情况,是小肠疾病诊断的首选方法。

[0003] 超声内窥镜(Endoscopic Ultrasound,EUS)是将内镜和超声相结合的消化道检查技术。该技术将微型高频超声探头安置在内镜顶端,可以获得胃肠道的层次结构的组织学特征及周围邻近脏器的超声图像,对消化道病变性质进行鉴别诊断,判断其侵袭深度和范围,鉴别病变的良恶性。

[0004] 近年来,超声胶囊内窥镜(Ultrasound Capsule Endoscopy,USCE)被提出,是一种做成胶囊形状、内部带有超声装置的内窥镜。与普通光学胶囊内窥镜优点相似,其无线/软线设计可消除人们在传统检查方式中的痛苦,此外它可对小肠肠壁进行详细的检查并获得深层次的肠壁信息。超声胶囊内窥镜具有检查方便、无创伤、无导管、无痛苦、无交叉感染、不影响患者的正常工作等优点,对疾病诊断有积极的作用。

[0005] 然而,现有超声胶囊内窥镜需依靠内置电机实现单阵元换能器的选装扫描成像,限制了整体尺寸;此外,现有超声胶囊内窥镜尚不具备主动运动能力,需依靠肠道蠕动方式向前运动,检查时间长且有卡住风险。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术的不足,本发明的目的之一在于提供一种能够主动运动并且换能器扫描时的驱动不需要内置电机的磁驱超声胶囊内窥镜。

[0007] 本发明的目的之一采用如下技术方案实现:

[0008] 一种磁驱超声胶囊内窥镜,包括主体,所述主体包括转子以及与所述转子转动连接的定子,所述转子包括外壳、磁铁以及声反射镜,所述外壳包括壳体以及设置于所述壳体外表面的螺旋结构,所述磁铁以及所述声反射镜固定于所述壳体并位于所述壳体内部,所述磁铁受磁场驱动旋转从而带动所述外壳以及所述声反射镜转动,所述螺旋结构将旋转运动转化成所述主体的直线运动,所述定子包括超声换能器,所述超声换能器用于产生超声信号,所述声反射镜将所述超声信号反射至所述主体外部,所述声反射镜转动时带动所述超声信号旋转实现声场扫描。

[0009] 进一步的,所述磁铁径向磁化。

[0010] 进一步的,所述壳体设有声窗,所述声反射镜的反射面朝向所述声窗。

[0011] 进一步的,所述声反射镜固定于所述磁铁。

[0012] 进一步的,所述定子还包括轴承以及固定座,所述超声换能器安装于所述固定座,所述固定座与所述轴承的内圈固定,所述壳体内壁与所述轴承的外圈固定。

[0013] 进一步的,所述主体还包括软绳,所述软绳包括线缆以及包覆所述线缆的保护套,所述软绳固定于所述定子远离所述转子一端。

[0014] 进一步的,所述定子还包括基座,所述软绳与所述基座固定连接,所述基座设有分离结构,所述分离结构用于软绳与所述定子的分离。

[0015] 进一步的,所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括超声成像主机,所述超声成像主机与所述软绳的线缆连接。

[0016] 进一步的,所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括体外磁场驱动装置,所述体外磁场驱动装置包括机械臂以及安装于所述机械臂的驱动磁铁,所述机械臂带动所述驱动磁铁在三个相互垂直的方向移动并且能够驱动所述驱动磁铁进行绕轴旋转,在目标点产生所需旋转磁场,通过磁矩带动所述主体内的磁铁进行同步旋转。

[0017] 进一步的,所述磁驱超声胶囊内窥镜还包括控制手柄,所述控制手柄与所述体外磁场驱动装置通信连接,所述控制手柄控制所述体外磁场驱动装置工作,从而控制所述主体移动。

[0018] 相比现有技术,本发明磁驱超声胶囊内窥镜的主体包括转子以及与转子转动连接的定子,转子包括外壳、磁铁以及声反射镜,外壳包括壳体以及设置于壳体外表面的螺旋结构,磁铁以及声反射镜固定于壳体并位于壳体内部,磁铁受磁场驱动旋转从而带动外壳以及声反射镜转动,螺旋结构将旋转运动转化成主体的直线运动,定子包括超声换能器,超声换能器用于产生超声信号,声反射镜将超声信号反射至主体外部,声反射镜转动时带动超声信号旋转实现声场扫描,通过磁铁在外部磁场的驱动下产生转动,声反射镜转动时带动超声信号旋转实现声场扫描,无需在主体内设置电机等驱动装置驱动,使超声胶囊内窥镜能够进一步小型化;并且螺旋结构将旋转运动转化成主体的直线运动,使超声胶囊内窥镜能够主动运动,避免在肠道中卡住。

附图说明

[0019] 图1为本发明磁驱超声胶囊内窥镜的示意图;

[0020] 图2为图1的磁驱超声胶囊内窥镜的内部结构立体图;

[0021] 图3为图1的磁驱超声胶囊内窥镜的剖视图;

[0022] 图4为图1的磁驱超声胶囊内窥镜的工作原理示意图;

[0023] 图5为图1的磁驱超声胶囊内窥镜在肠道内前进及成像示意图;

[0024] 图6为图1的磁驱超声胶囊内窥镜在人体内运动示意图;

[0025] 图7为图1的磁驱超声胶囊内窥镜的工作示意图。

[0026] 图中:10、主体;11、转子;110、外壳;111、壳体;112、螺旋结构;113、声窗;114、磁铁;115、声反射镜;12、定子;121、轴承;122、固定座;123、超声换能器;124、基座;20、软绳;30、超声成像主机;40、控制手柄;50、体外磁场驱动装置;100、人体;101、肠道。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完

整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 需要说明的是,当组件被称为“固定于”另一个组件,它可以直接在另一个组件上或者也可以存在另一中间组件,通过中间组件固定。当一个组件被认为是“连接”另一个组件,它可以是直接连接到另一个组件或者可能同时存在另一中间组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件,它可以是直接设置在另一个组件上或者可能同时存在另一中间组件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0029] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0030] 请参阅图1至图7,本发明磁驱超声胶囊内窥镜包括主体10、软绳20、超声成像主机30、控制手柄40以及体外磁场驱动装置50。

[0031] 主体10包括转子11以及与转子11转动连接的定子12。

[0032] 转子11包括外壳110、磁铁114以及声反射镜115。磁铁114以及声反射镜115固定于外壳110内部。外壳110整体呈胶囊形,外壳110包括壳体111以及螺旋结构112,螺旋结构112设置于壳体111的外壁,当主体10在人体100的肠道101中转动时,螺旋结构112使主体10能够沿肠道101直线移动。壳体111上还设有声窗113,声窗113用于透过成像所需的超声波从壳体111内传出。磁铁114径向磁化,外磁场可通过磁矩和磁力控制体内铁磁性物质,在本实施例中,体外磁场驱动装置50的磁场驱动肠道101中的磁铁114旋转。示意图中磁铁114呈圆柱形,磁铁114也可为其他形状。

[0033] 具体的,磁矩使内部磁铁的磁化方向与外部驱动磁场方向重合。也就是说,如果驱动磁场在目标点连续地围绕轴旋转,则磁矩会使得内部磁铁与外部磁场同步旋转。另一方面,磁力使内部磁铁沿磁铁磁化方向和外部磁场的空间导数共同决定的方向平移。

$$[0034] \quad \boldsymbol{\tau}_m = \mu_0 \mathbf{m}_d \times \mathbf{h}_m \quad (1)$$

$$[0035] \quad \mathbf{f}_m = \mu_0 (\mathbf{m}_d \cdot \nabla) \mathbf{h}_m \quad (2)$$

[0036] 其中, $\boldsymbol{\tau}_m \in \mathbb{R}^3$ {N·m} 为磁矩; $\mathbf{f}_m \in \mathbb{R}^3$ {N} 为磁力; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ {N·A²} 为真空磁导率; $\mathbf{h}_m \in \mathbb{R}^3$ {A·m⁻¹} 为目标点驱动磁场; $\mathbf{m}_d \in \mathbb{R}^3$ {A·m²} 为内部磁铁磁矩。

[0037] 磁驱超声内窥镜可采用单磁矩驱动及磁矩磁力共同驱动的控制策略。外部驱动磁铁的空间磁场分布可用磁偶极子模型描述,如公式(3)。

$$[0038] \quad \mathbf{h}_m = \frac{1}{4\pi \|\mathbf{r}\|^3} \left(\frac{3\mathbf{r}\mathbf{r}^T}{\|\mathbf{r}\|^2} - \mathbf{I} \right) \mathbf{m}_e \quad (3)$$

[0039] 其中, $\mathbf{r} = \mathbf{P}_d - \mathbf{P}_e$ {m} 是相对位移向量; $\mathbf{P}_d \in \mathbb{R}^3$ {m} 为内部磁铁中心位置; $\mathbf{P}_e \in \mathbb{R}^3$ {m} 为驱动磁铁中心位置; $\mathbf{I} \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ 为单位矩阵; $\mathbf{m}_e \in \mathbb{R}^3$ {A·m²} 为外部驱

动磁铁磁矩。

[0040] 由公式(1)-(3)可知,外部驱动磁铁在适当的位置以适当的姿态进行绕轴旋转,可在目标点产生所需旋转磁场,通过磁矩带动胶囊内部的磁铁114进行同步旋转。在管状环境中,螺旋结构112可将旋转运动转化成直线运动,通过改变旋转方向实现胶囊内窥镜的自主前进和回撤。同时,声反射镜115可改变超声信号的传播方向,从而在前进过程中实现360°声场扫描。如图4所示。同时,通过优化外部驱动磁铁的位置,可在每个周期内都产生沿着运动方向的磁力分量,起到拖拽效果,进一步提升超声胶囊内窥镜的运动效率。

[0041] 通过上述方式,根据超声胶囊机器人的实时位置、运动状态及所在环境,动态调整驱动磁场,可实现其在小肠内的主动前进及超声成像。如图5所示。

[0042] 声反射镜115固定于磁铁114的端部,声反射镜115、磁铁114以及壳体111之间采用UV胶等方式实现刚性连接。

[0043] 定子12包括轴承121、固定座122、超声换能器123以及基座124。轴承121的外圈与壳体111的内壁固定,轴承121的内圈与固定座122固定。具体的,轴承121为微型氧化锆轴承。轴承121的外圈与壳体111的内壁采用UV胶实现刚性连接,轴承121的内圈与固定座122采用UV胶实现刚性连接。轴承内圈与外圈的轴向限位及轴向旋转属性,实现前端转子11及后端定子12的轴向限位及轴向旋转。

[0044] 固定座122呈圆柱形,固定座122为中空结构,内部固定安装超声换能器123。超声换能器123为微型单阵元超声换能器。基座124与固定座122固定连接,具体的,固定座122下半部分与基座124采用UV胶等方式实现刚性连接。基座124可选配功能模块。例如,分离装置,用于完成超声诊断后实现前端主体10和后端软绳20的快速分离;磁定位装置,用于工作过程中利用磁场进行超声胶囊内窥镜的定位;超声定位装置,用于工作过程中利用超声进行超声胶囊内窥镜的定位。

[0045] 软绳20包括线缆以及包覆线缆的保护套。软绳20用于换能器供能及信号传输。软绳20与定子12采用机械紧配合、UV胶等方式实现刚性连接。

[0046] 超声成像主机30与软绳20连接,根据软绳20传输的信号实现成像。

[0047] 控制手柄40用于控制体外磁场驱动装置50,体外磁场驱动装置50包括机械臂以及安装于机械臂的末端电机和驱动磁铁,机械臂带动末端电机和驱动磁铁在三个相互垂直的方向移动,并且末端电机能够带动驱动磁铁进行绕轴旋转,从而在目标点产生所需旋转磁场,通过磁矩带动所述主体内的磁铁114进行同步旋转。

[0048] 使用磁驱超声胶囊内窥镜时,磁驱超声胶囊内窥镜以口服吞咽的方式进入人体100的消化道系统,依次经过口腔、食管、胃、小肠、大肠完成全消化道超声诊断。

[0049] 如图7所示,由体外磁场驱动装置50产生所需要的磁场,磁场可无害的穿透人体,从而控制体内的超声胶囊内窥镜。超声胶囊内窥镜通过一根软绳20与超声成像主机30连接,完成供能及信号传输。医生在远端通过控制手柄40控制磁驱超声胶囊内窥镜的运动。

[0050] 结束诊断后,胶囊内窥镜有两种离开人体的方式:第一种通过前端主体10反向转动及软绳20回撤,整体从口腔抽出;第二种通过分离装置,主体10继续向下运动经直肠和肛门排出人体100,软绳20从口腔直接抽出。如图6所示。

[0051] 本申请将磁驱方法用于超声胶囊内窥镜的设计,兼顾磁驱基本原理及超声成像需求。胶囊内窥镜无需内置电机,具备小尺寸优势;胶囊内窥镜可在外磁场作用下主动前进,

提升在消化道中的运动灵活性;胶囊内窥镜通过磁驱反射镜的方式完成360°超声声束扫描,提供消化道高精度超声图像。所提出的磁驱超声胶囊内窥镜,可减轻传统超声内窥镜检查的痛苦,缩短诊断时间提升诊断效率,为临床小肠疾病的诊断提供新方法。

[0052] 以上实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进演变,都是依据本发明实质技术对以上实施例做的等同修饰与演变,这些都属于本发明的保护范围。

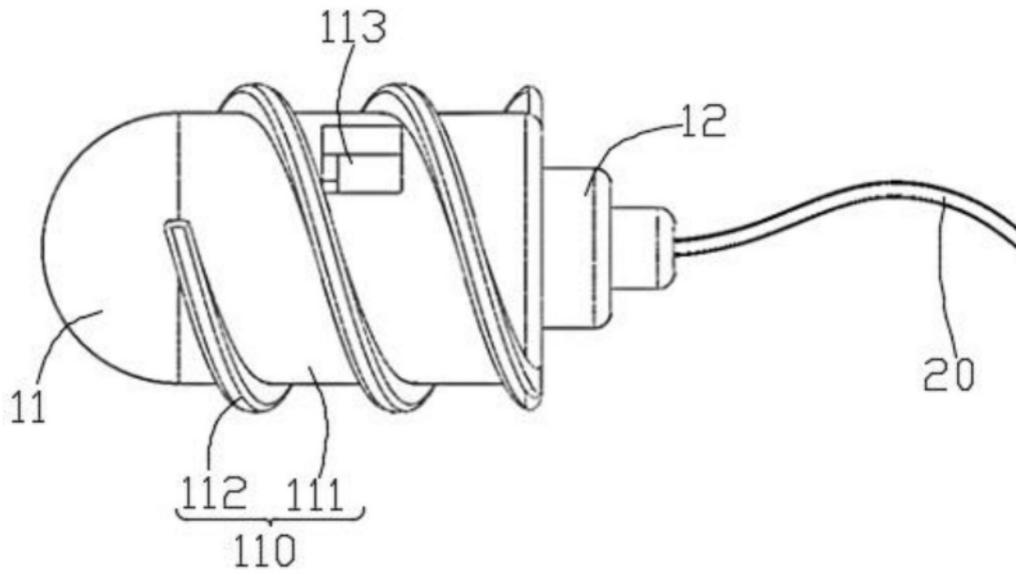


图1

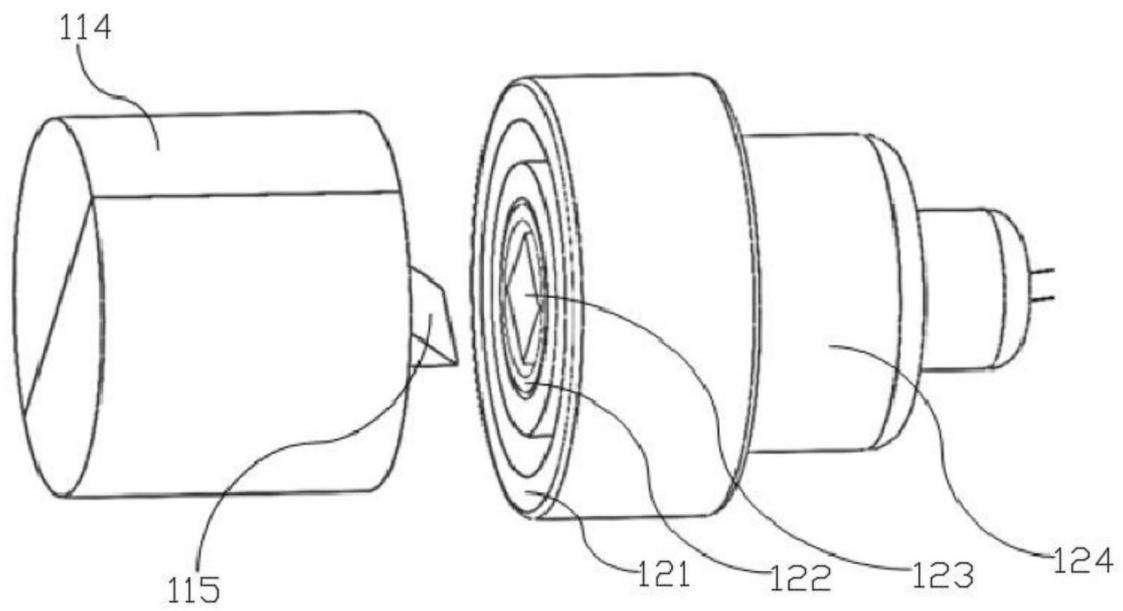


图2

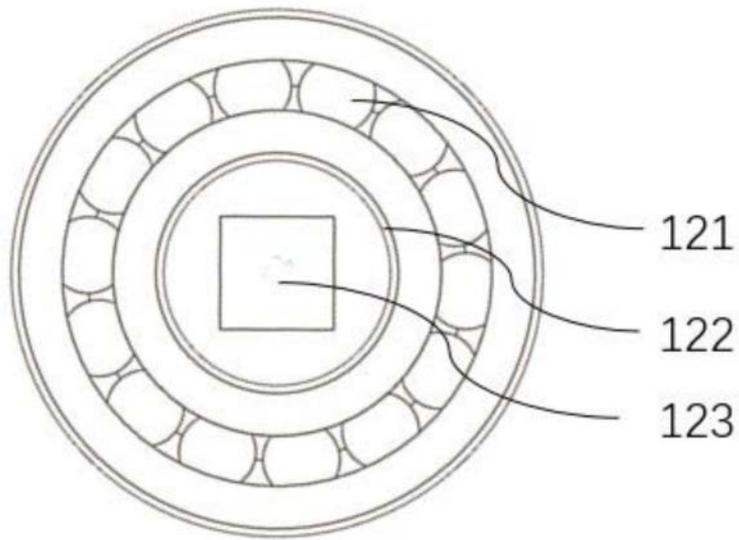


图3

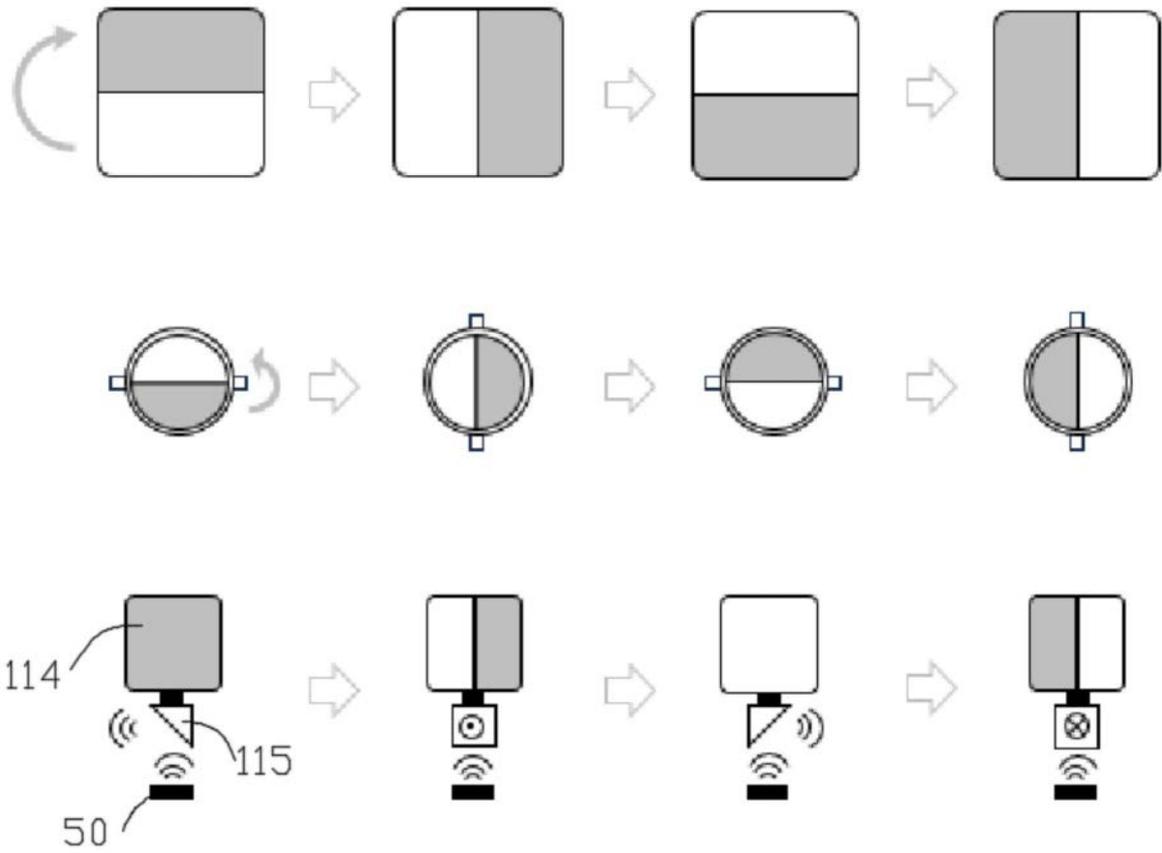


图4

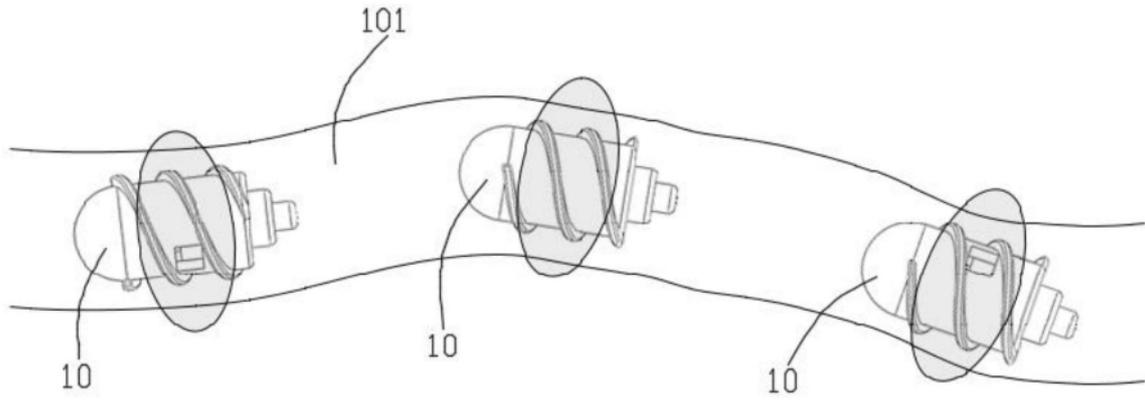


图5

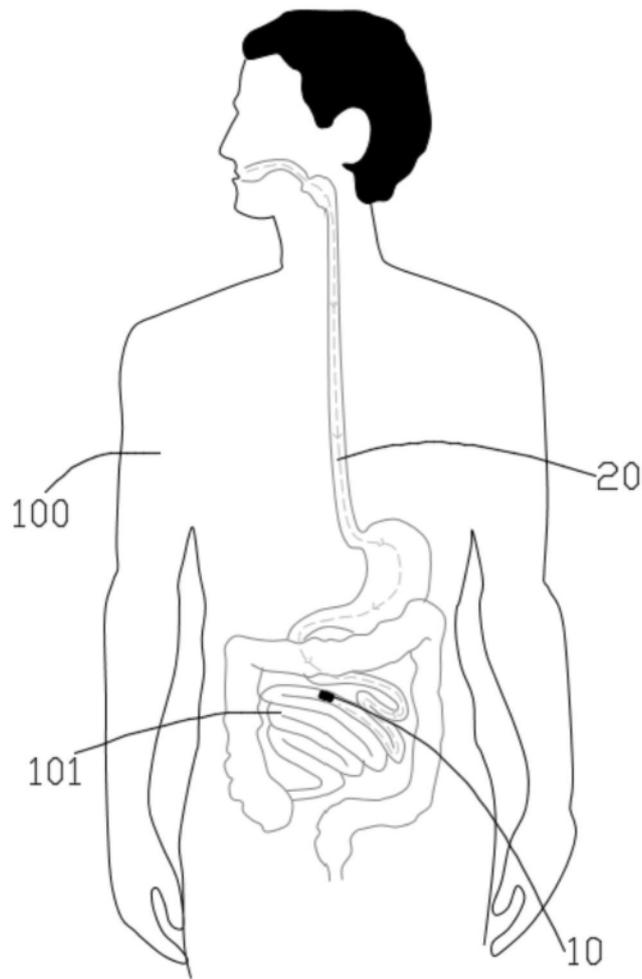


图6

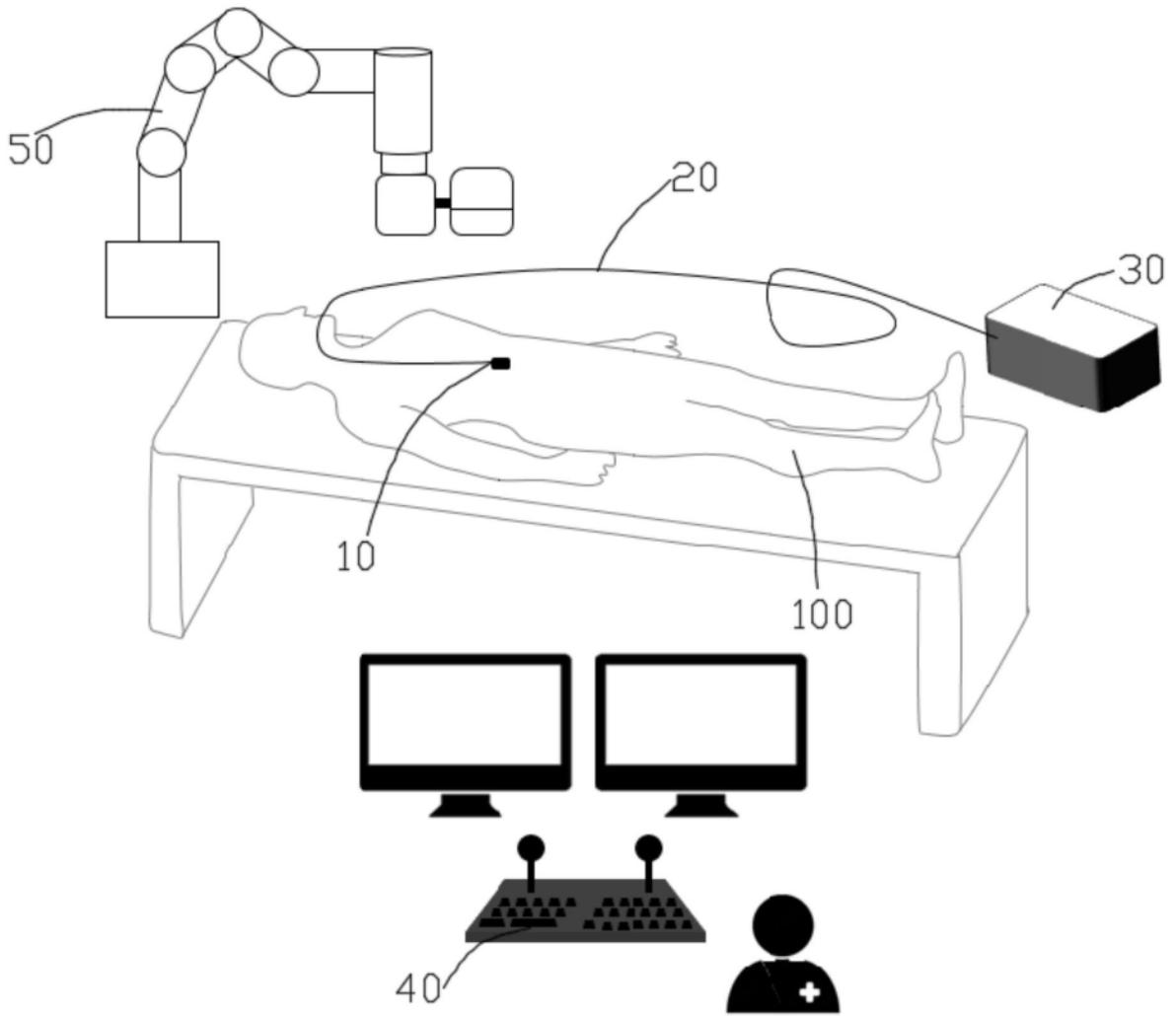


图7