



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103222842 B

(45) 授权公告日 2015.09.09

(21) 申请号 201310136094.0

(22) 申请日 2013.04.18

(73) 专利权人 安翰光电技术(武汉)有限公司

地址 430075 湖北省武汉市东湖新技术开发区
高新大道 666 号光谷生物城 B3-2 三
层(72) 发明人 段晓东 张少邦 肖国华 王新宏
王俊杰(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

代理人 樊戎 孙林

(51) Int. Cl.

A61B 1/00(2006.01)

A61B 5/07(2006.01)

A61B 5/06(2006.01)

(56) 对比文件

CN 201012230 Y, 2008.01.30, 说明书第2页
第4行至第4页第21行, 权利要求1-4, 图1-3.

JP 特開2005-124963 A, 2005.05.19, 全文.

CN 1843284 A, 2006.10.11, 全文.

CN 1973753 A, 2007.06.06, 全文.

JP 特開2012-513262 A, 2012.06.14, 全文.

CN 101732026 A, 2010.06.16, 说明书第
[0007]-[0012] 段、第[0028]-[0042] 段, 权利要
求1、2、4, 图1-10、13-14.

审查员 王歆媛

权利要求书1页 说明书6页 附图6页

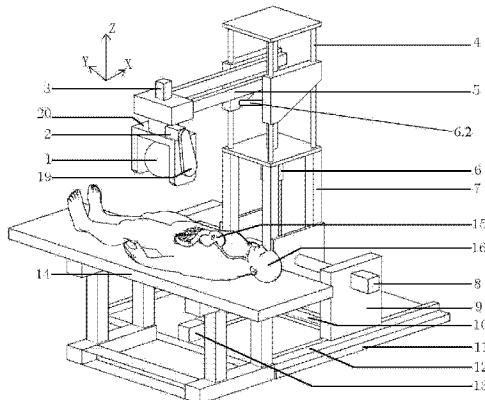
(54) 发明名称

一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装
置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法。本发明利用磁球磁场用于实现具有磁性的胶囊内窥镜的悬浮和定位以及胶囊内窥镜在人体消化道内的姿势控制，通过磁场控制建立一个稳定的悬浮系统，胶囊内窥镜可以在XYZ轴三个方向移动以及偏转各种观察角度。由于磁球在运动的过程中可以精确产生5个自由度的旋转磁场，并对具有磁性的胶囊内窥镜产生远程作用力，从而得出一种对胃的表面进行扫描的方法，解决了胶囊内窥镜在运动磁场下的定位和控制问题，推广使用后可提高人体消化道疾病的检出率。本发明摆脱了传统意义上胶囊内窥镜只能靠人体消化道自身蠕动的运动模式，本发明具有定位准确、控制速度快、安全可靠的特点。

CN 103222842 B



1. 一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:它包括底座(11)、两根平行固定在底座(11)上的X轴滑轨(12)、至少一根沿水平面与X轴滑轨(12)垂直的Y轴滑轨(10)、两块分别与Y轴滑轨(10)两端固定并与X轴滑轨(12)滑动连接的X轴模块(9)、

竖直设置在Y轴滑轨(10)上并与Y轴滑轨(10)滑动连接的Z轴支架(7)、

竖直固定连接在Z轴支架(7)上的Z轴滑轨(4)、与水平面平行且一端与Z轴滑轨(4)滑动连接的Z轴悬臂(5)、与Z轴悬臂(5)的另一端连接的磁球围架(20)、带动Z轴悬臂(5)在Z轴滑轨(4)上滑动的Z轴电机(6),以及安装在磁球围架(20)中的磁球(1),

还包括由固定在Z轴支架(7)两侧的侧板(21.1)和固定在Z轴支架(7)底部的底板(21.2)构成的Y轴模块(21),所述侧板(21.1)与X轴模块(9)平行,所述底板(21.2)与Y轴滑轨(10)滑动接触;所述X轴模块(9)的其中一块上设置有带动Y轴模块(21)在Y轴滑轨(10)上滑动的Y轴电机(8),所述Y轴电机(8)的输出端连接有传动丝杆(23),所述传动丝杆(23)依次穿过两块侧板(21.1)并与两块侧板(21.1)螺纹连接;

所述磁球围架(20)上设置有控制磁球(1)在水平方向上转动的水平电机(3)和控制磁球(1)在竖直方向上转动的竖直电机(2);所述水平电机(3)与磁球围架(20)通过竖直轴(18)连接;所述磁球围架(20)内设置有沿磁球(1)水平轴线穿过磁球(1)的水平轴(17),所述磁球围架(20)上还安装有同步轮(19),所述同步轮(19)的一端与所述竖直电机(2)相连接,所述同步轮(19)的另一端与所述水平轴(17)相连接。

2. 根据权利要求1所述的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:所述底座(11)上还设置有带动X轴模块(9)在X轴滑轨(12)上滑动的X轴电机(13),所述Y轴滑轨(10)的底部设置有与Y轴滑轨(10)固定连接的Y轴底座(10.1)。

3. 根据权利要求1所述的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:所述Y轴滑轨(10)为两根。

4. 根据权利要求1所述的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:所述Z轴滑轨(4)和Z轴悬臂(5)均为两根且均为平行设置,每根Z轴悬臂(5)的一端均固定连接有一块Z轴模块(22),两块Z轴模块(22)分别与一根Z轴滑轨(4)滑动连接,所述Z轴电机(6)设置在Z轴支架(7)上,所述Z轴电机(6)的输出端连接有丝杆(6.1),所述丝杆(6.1)通过横连杆(6.2)与两块Z轴模块(22)连接。

5. 根据权利要求1所述的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:所述Z轴滑轨(4)为四根且平行设置,所述Z轴悬臂(5)为两根且为平行设置,每根Z轴悬臂(5)的一端均固定连接有一块Z轴模块(22),每块Z轴模块(22)的两端分别与两根Z轴滑轨(4)滑动连接,两块Z轴模块(22)均与X轴模块(9)平行,所述Z轴电机(6)设置在Z轴支架(7)上,所述Z轴电机(6)的输出端连接有丝杆(6.1),所述丝杆(6.1)通过横连杆(6.2)与两块Z轴模块(22)连接。

6. 根据权利要求1所述的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,其特征在于:所述磁球(1)为永磁体或电磁体或超导磁体。

一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械,具体地指一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法。

背景技术

[0002] 随着大规模集成电路技术、MEMS、无线通信、光学技术的发展,胶囊内窥镜作为一种有效的诊断肠道疾病的方法,目前已被广泛的研究并得到了迅速的发展。国内外第一代胶囊内窥镜的研究已有成熟的产品和深厚的研究基础。以色列 Given Imaging 公司生产的 M2A,日本的 Olympus 公司开发的 Endo Capsule 及国内的重庆金山科技相继投入市场,且都占有很大的份额。由于第一代胶囊在肠道内的运动仅仅依靠人体的肠道蠕动系统,其自身在任意时刻的运动姿态、速度、方向、位置状态都将是随机的,这将不利于医生对肠道内病灶部位信息的获取与诊断。

[0003] 如果不能对胶囊内窥镜在体内进行定位和控制,将会导致胶囊内窥镜在遍历肠道检测的过程中产生很多问题。现有各类胶囊内窥镜在人体内主要依靠器官的蠕动和收缩来完成沿消化道运动,运动速度缓慢,检测效率很低,同时检查也存在盲区。它不能前后驱动胶囊停留在某个部位进行进一步检查或某种操作,同时难以实现运动姿态的控制及运动快慢和方向的控制,进而无法完成针对某个特定病变部位实施诊断或手术。

[0004] 国内的重庆金山集团曾用手动的磁铁在人体外控制胶囊内窥镜在消化道的定位和控制,这种方式虽然造价低廉,但是人工控制毕竟没有机械设备控制精准,不能实现智能化。还有些科研机构用长条形状的体外磁铁来对磁性胶囊内窥镜进行定位和控制,这种方法虽然在直线路线下速度快定位准,但我们的消化道不是直线,尤其我们的肠道是弯弯曲曲的,所以在这种环境下用长条形的磁铁对胶囊内窥镜定位和控制还是很困难的。

[0005] 关于带有磁场胶囊的悬浮在专利 US20070221233、US20100268026、US20110054255、US20110184235 已经提到过。在这些专利的应用中,磁胶囊的被周围的液体所悬浮。在临床实践中最常用的液体是水,胶囊的重量就要限制在 3 克以下。对于比重大于水的胶囊内窥镜如何实现稳定的悬浮,还没有被详细研究过。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是克服现有的缺陷,提供了一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法,可以精确产生 5 维运动旋转磁场并对磁性胶囊内窥镜产生远程作用力,解决胶囊内窥镜在运动磁场下的定位和控制问题。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置,它包括底座、两根平行固定在底座上的 X 轴滑轨、至少一根沿水平面与 X 轴滑轨垂直的 Y 轴滑轨、两块分别与 Y 轴滑轨两端固定并与 X 轴滑轨滑动连接的 X 轴模块、竖直设置在 Y 轴滑轨上并与 Y 轴滑轨滑动连接的 Z 轴支架、竖直固定连接在 Z 轴支架上的 Z 轴滑轨、与水平面平行且一端与 Z 轴滑轨滑动连接的 Z 轴悬臂、与 Z 轴悬臂的另一端连接的磁球围架、带

动 Z 轴悬臂在 Z 轴滑轨上滑动的 Z 轴电机, 以及安装在磁球围架中的磁球, 所述磁球围架上设置有控制磁球在水平方向上转动的水平电机和控制磁球在竖直方向上转动的竖直电机。

[0008] 上述方案中, 所述底座上还设置有带动 X 轴模块在 X 轴滑轨上滑动的 X 轴电机, 所述 Y 轴滑轨的底部设置有与 Y 轴滑轨固定连接的 Y 轴底座。优选的, 所述 Y 轴滑轨为两根。这样, 通过 X 轴电机带动 X 轴模块在 X 轴滑轨上滑动, 使与 X 轴模块相连接的 Y 轴滑轨随之滑动, 从而使 Y 轴滑轨上的 Z 轴支架也随之运动, 从而控制磁球沿与 X 轴滑轨平行的方向移动。另外, 两根 Y 轴滑轨通过 Y 轴底座连接, 在移动过程中更平稳。

[0009] 上述方案中, 还包括由固定在 Z 轴支架两侧的侧板和固定在 Z 轴支架底部的底板构成的 Y 轴模块, 所述侧板与 X 轴模块平行, 所述底板与 Y 轴滑轨滑动接触; 所述其中一块 X 轴模块上设置有带动 Y 轴模块在 Y 轴滑轨上滑动的 Y 轴电机, 所述 Y 轴电机的输出端连接有传动丝杆, 所述传动丝杆依次穿过两块侧板并与两块侧板螺纹连接。这样, 通过 Y 轴电机带动 Y 轴模块在 Y 轴滑轨上滑动, 使与 Y 轴模块相连接的 Z 轴支架也随之运动, 从而控制磁球沿与 Y 轴滑轨平行的方向移动。

[0010] 上述方案中, 所述 Z 轴滑轨和 Z 轴悬臂均为两根且均为平行设置, 所述每根 Z 轴悬臂的一端均固定连接有一块 Z 轴模块, 所述两块 Z 轴模块分别与一根 Z 轴滑轨滑动连接, 所述 Z 轴电机设置在 Z 轴支架上, 所述 Z 轴电机的输出端连接有丝杆, 所述丝杆通过横连杆与两块 Z 轴模块连接。

[0011] 或者, 所述 Z 轴滑轨为四根且平行设置, 所述 Z 轴悬臂为两根且为平行设置, 所述每根 Z 轴悬臂的一端均固定连接有一块 Z 轴模块, 所述每块 Z 轴模块的两端分别与两根 Z 轴滑轨滑动连接, 所述两块 Z 轴模块均与 X 轴模块平行, 所述 Z 轴电机设置在 Z 轴支架上, 所述 Z 轴电机的输出端连接有丝杆, 所述丝杆通过横连杆与两块 Z 轴模块连接。

[0012] 这样, 通过 Z 轴电机带动 Z 轴模块在 Z 轴滑轨上滑动, 使与 Z 轴模块相连接的 Z 轴悬臂也随之运动, 从而控制磁球沿与 Z 轴滑轨平行的方向移动。

[0013] 上述方案中, 所述水平电机与磁球框架通过竖直轴连接。这样, 水平电机通过竖直轴控制磁球框架连同磁球一起在水平方向上的转动。

[0014] 上述方案中, 所述磁球围架内设置有沿磁球水平轴线穿过磁球的水平轴, 所述磁球围架上还安装有同步轮, 所述同步轮的一端与所述竖直电机相连接, 所述同步轮的另一端与所述水平轴相连接。这样, 竖直电机通过同步轮的运转, 从而带动磁球在竖直方向上的转动。

[0015] 上述方案中, 所述磁球为永磁体或电磁体或超导磁体。这样, 通过磁球产生磁场控制小磁体的胶囊内窥镜的运动。

[0016] 本发明还提供了一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的方法, 按照如下步骤进行:

[0017] A) 将受试者的消化道排空;

[0018] B) 受试者吞服含有磁体的胶囊内窥镜后平躺;

[0019] C) 在受试者的体外设置控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置, 所述装置包括底座、固定在底座上的 X 轴滑轨、沿水平面与 X 轴滑轨垂直的 Y 轴滑轨、两块分别与 Y 轴滑轨两端固定并与 X 轴滑轨滑动连接的 X 轴模块、竖直设置在 Y 轴滑轨上并与 Y 轴滑轨滑动连接的 Z 轴支架、至少两根竖直固定连接在 Z 轴支架上的 Z 轴滑轨、与水平面平行且一端与

Z 轴滑轨滑动连接的 Z 轴悬臂、与 Z 轴悬臂的另一端连接的磁球围架、带动 Z 轴悬臂在 Z 轴滑轨上滑动的 Z 轴电机，以及安装在磁球围架中的磁球，所述磁球围架上设置有控制磁球在水平方向上转动的水平电机和控制磁球在竖直方向上转动的竖直电机；通过所述装置调节磁球沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向移动，以及进行水平旋转和竖直自转运动，控制磁球与胶囊内窥镜之间的距离，使胶囊内窥镜在人体消化道内处于悬浮状态；

[0020] D) 在悬浮状态下，通过控制磁球沿与 X 轴滑轨和 / 或 Y 轴滑轨平行的方向移动，使胶囊内窥镜沿与磁球移动方向相同的方向运动；

[0021] E) 在悬浮状态下，通过控制磁球沿与 Z 轴滑轨平行的方向移动，使胶囊内窥镜沿与磁球移动方向相反的方向运动；

[0022] F) 控制胶囊内窥镜走完人体消化道后，胶囊内窥镜随人体排泄物一起排出体外。

[0023] 在本发明步骤 C) 中，X 轴方向、Y 轴方向、Z 轴方向、水平旋转和竖直自转的工作状态互不干扰，可以先后在不同时间段单独工作，也可同时工作，或者任意组合状态下工作。

[0024] 本发明的有益效果在于：本发明利用磁球磁场用于实现具有磁性的胶囊内窥镜的悬浮和定位以及胶囊内窥镜在人体消化道内的姿势控制，通过磁场控制建立一个稳定的悬浮系统，胶囊内窥镜可以在 XYZ 轴三个方向移动以及偏转各种观察角度。由于磁球在运动的过程中可以精确产生 5 个自由度的旋转磁场，并对具有磁性的胶囊内窥镜产生远程作用力，从而得出一种对胃的表面进行扫描的方法，解决了胶囊内窥镜在运动磁场下的定位和控制问题，推广使用后可提高人体消化道疾病的检出率。本发明摆脱了传统意义上胶囊内窥镜只能靠人体消化道自身蠕动的运动模式，本发明具有定位准确、控制速度快、安全可靠的特点。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置的结构示意图。

[0026] 图 2 为图 1 中控制磁球水平旋转和竖直自转的结构示意图。

[0027] 图 3 为使用本发明的装置控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的结构示意图。

[0028] 图 4 为本发明中胶囊内窥镜稳定悬浮的示意图。

[0029] 图 5 为悬浮时胶囊内窥镜的重力与磁矩的变化曲线图。

[0030] 图 6 为悬浮时胶囊内窥镜在 XY 轴水平方向上运动的示意图。

[0031] 图 7 为悬浮时胶囊内窥镜在 Z 轴水平方向上运动的示意图。

[0032] 图 8 为悬浮时胶囊内窥镜在外部磁球的磁场区域转动的示意图。

[0033] 图 9 为悬浮时胶囊内窥镜偏离原始位置的水平距离与外部磁球转动角度的变化曲线图。

[0034] 图 10 为磁场强度最大点的角度与外部磁球转动角度的变化曲线图。

[0035] 图 11 为在改变胶囊内窥镜角度时外部磁球的运动状态图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明，以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0037] 图 1 所示的控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置，它包括底座 11、两根平行

固定在底座 11 上的 X 轴滑轨 12、两根沿水平面与 X 轴滑轨 12 垂直的 Y 轴滑轨 10、两块分别与 Y 轴滑轨 10 两端固定的 X 轴模块 9，两块 X 轴模块 9 分别与对应侧的 X 轴滑轨 12 滑动连接。底座 11 上还设置有带动 X 轴模块 9 在 X 轴滑轨 12 上滑动的 X 轴电机 13。Y 轴滑轨 10 的底部设置有与 Y 轴滑轨 10 固定连接的 Y 轴底座 10.1。在 Y 轴滑轨 10 上竖直设置与 Y 轴滑轨 10 滑动连接的 Z 轴支架 7，Z 轴支架 7 上设置有 Y 轴模块 21。Y 轴模块 21 包括固定在 Z 轴支架 7 两侧的侧板 21.1 和固定在 Z 轴支架 7 底部的底板 21.2，侧板 21.1 与 X 轴模块 9 平行，底板 21.2 与 Y 轴滑轨 10 滑动接触。其中一块 X 轴模块 9 上设置有带动 Y 轴模块 21 在 Y 轴滑轨 10 上滑动的 Y 轴电机 8，Y 轴电机 8 的输出端连接有丝杆 23，丝杆 23 依次穿过两块侧板 21.1 并与两块侧板 21.1 螺纹连接。

[0038] 在 Z 轴支架 7 上竖直固定连接有四根且平行的 Z 轴滑轨 4，沿水平面并与 X 轴滑轨 12 平行方向设置有两根 Z 轴悬臂 5。每根 Z 轴悬臂 5 的一端均固定连接有一块 Z 轴模块 22，Z 轴悬臂 5 的另一端连接有磁球围架 20。每块 Z 轴模块 22 的两端分别与两根 Z 轴滑轨 4 滑动连接，两块 Z 轴模块 22 均与 X 轴模块 9 平行。Z 轴支架 7 上设置有 Z 轴电机 6，Z 轴电机 6 的输出端连接有丝杆 6.1，丝杆 6.1 通过横连杆 6.2 与两块 Z 轴模块 22 连接。Z 轴模块 22 通过 Z 轴电机 6 在 Z 轴滑轨 4 上滑动，从而带动 Z 轴悬臂 5 的上下滑动。

[0039] 图 2 所示，在磁球围架 20 中安装磁球 1，磁球 1 为永磁体或电磁体或超导磁体。磁球围架 20 上设置有控制磁球 1 在水平方向上转动的水平电机 3 和控制磁球 1 在竖直方向上转动的竖直电机 2。水平电机 3 与磁球框架 20 通过竖直轴 18 连接。磁球围架 20 内设置有沿磁球 1 水平轴线穿过磁球 1 的水平轴 17，磁球围架 20 上还安装有同步轮 19，同步轮 19 的一端与所述竖直电机 2 相连接，同步轮 19 的另一端与水平轴 17 相连接。

[0040] 图 3 所示，采用上述装置控制胶囊内窥镜 15 在人体消化道运动的方法，按照如下步骤进行：

[0041] A) 受试者 16 实验前 4 ~ 12 小时需禁食，尽量使消化道排空，防止体内残留物对胶囊内窥镜的拍摄产生影响；

[0042] B) 受试者 16 吞服胶囊内窥镜 15 并平躺在睡床 14 上，胶囊内窥镜 15 内含有磁体；

[0043] C) 通过在受试者 16 的体外设置控制胶囊内窥镜 15 在人体消化道运动的装置，控制该装置的 X 轴电机 13、Y 轴电机 8、Z 轴电机 6 分别调节 X 轴模块 9、Y 轴模块 21、Z 轴模块 22 的移动使磁球 1 沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向移动，以及控制水平电机 3 和竖直电机 2 分别使磁球 1 进行水平旋转和竖直自转运动，从而控制磁球 1 与胶囊内窥镜 15 之间的距离，使胶囊内窥镜 15 受到的向上的浮力与磁球 1 的吸引力之和等于向下的自身重力，使胶囊内窥镜 15 在人体消化道内处于悬浮状态；

[0044] X 轴电机 13、Y 轴电机 8、Z 轴电机 6、水平电机 3 和竖直电机 2 的工作状态互不干扰，可以先后在不同时段单独工作，也可 5 个电机同时工作，或者进行任意自由组合。如，5 个电机同时工作，X 轴模块 9、Y 轴模块 21、Z 轴模块 22 同时滑动并且磁球围架 20 带着磁球 1 在水平方向上旋转，此时磁球 1 还可绕着水平轴 17 在竖直方向上自转；

[0045] D) 在悬浮状态下，控制 X 轴电机 13 和 / 或 Y 轴电机 8 使磁球 1 沿与 X 轴滑轨 12 和 / 或 Y 轴滑轨 10 平行的方向移动，即，磁球 1 沿 X 轴和 / 或 Y 轴方向移动，胶囊内窥镜 15 受到不断增强的相应方向上的磁场力，使胶囊内窥镜 15 沿与磁球 1 移动方向相同的方向运动；

[0046] E) 在悬浮状态下,控制 Z 轴电机 6 与 Z 轴悬臂 5 连接的 Z 轴模块 22 在 Z 轴滑轨 4 上或下滑动,磁球 1 也会随 Z 轴悬臂 5 在沿 Z 轴方向上或下运动,胶囊内窥镜 15 受到增大的反方向的磁场作用力,从而向下或上运动;

[0047] F) 通过以上步骤所述的方法控制胶囊内窥镜 15 走完人体某个或整个消化道后,胶囊内窥镜 15 随人体排泄物一起排出体外。

[0048] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0049] 稳定悬浮实验

[0050] 本发明还对上述装置进行了稳定悬浮的实验,验证了本发明控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的可行性。

[0051] 以下实验中的胶囊内窥镜 15 中均含有磁体。

[0052] 当重力密度比液体密度大时,胶囊内窥镜 15 靠着外部的磁力进行自身稳定的悬浮,如图 4 所示。悬浮时,胶囊内窥镜的重力与磁矩的变化曲线如图 5 所示。

[0053] 一个胶囊内窥镜 15 在外部磁力的作用下悬浮:

$$[0054] F_m + F_{float} = W$$

[0055] 其中, W 为胶囊内窥镜 15 的重力, F_m 为胶囊内窥镜 15 受到的磁力, F_{float} 为胶囊内窥镜 15 受到的浮力。

$$[0056] F_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{6Mm}{(D+z)^4} \quad F_{float} = \rho_{liquid} (L/2+z) \pi R^2$$

[0057] 上面公式中,M 代表磁球 1 发生磁力作用时的磁矩;m 指胶囊内窥镜 15 中的磁体发生磁力作用时的磁矩;如图 4 所示,D 指从磁球 1 到胶囊内窥镜 15 中心的距离;z 指人体消化道气液界面和胶囊内窥镜 15 中心之间的距离;L 指胶囊内窥镜 15 的长度;R 指胶囊内窥镜 15 的半径; ρ_{fluid} 为人体消化道中的液体密度; μ_0 为真空磁导率。

[0058] 对于一个磁性胶囊稳定的悬浮,须满足以下条件:

$$[0059] \frac{\partial(W - F_m - F_{float})}{\partial r} = \frac{\mu_0}{\pi} \frac{6Mm}{(D-L/2)^5} - \rho_{liquid} \pi R^2 < 0$$

$$[0060] D/L > 4 \rho_{capsule} / \rho_{fluid} + 1/2$$

[0061] ρ_{fluid} 为人体消化道中液体的密度; $\rho_{capsule}$ 为胶囊内窥镜 15 的密度。

[0062] 胶囊内窥镜 15 在 XYZ 轴上精确的运动靠外部磁球 1 控制,如图 6、7 所示。

[0063] 在悬浮的条件下,如图 6 所示,当在 XY 轴方向移动外部的磁球 1 时,体内的胶囊内窥镜 15 也会随之在 XY 轴水平方向上运动。

[0064] 在悬浮的条件下,如图 7 所示,当在 Z 轴方向移动外部的磁球 1 时,磁球 1 向下运动时,体内的胶囊内窥镜 15 向上运动;磁球 1 向上运动时,体内的胶囊内窥镜 15 向下运动。通过控制外部的磁球 1 在 Z 轴方向的运动,能够精确地控制体内的胶囊内窥镜 15 在 Z 轴方向的运动,这样就可以对胃粘膜的顶部或者底部有一个远程或者近距离的观察。

[0065] 胶囊内窥镜 15 在一个特定的点悬浮旋转的方法,如图 8 ~ 11 所示,在人体消化道

气液界面的一个特定的点倾斜放置一个胶囊内窥镜 15，外部磁球 1 在相反方向移动一段距离使胶囊内窥镜 15 有作用力在 Z 轴方向上调整，这样胶囊内窥镜 15 就在给定的点任意调整自身的角度。这就是胶囊内窥镜 15 悬浮检查胃表面的方法。

[0066] 在悬浮的条件下，如图 8 所示，当外部磁球 1 朝一个方向转动时，体内的胶囊内窥镜 15 也跟着转动。但是，如果最大的磁场区域位置发生改变，体内的胶囊内窥镜 15 会从它的原始位置有一个水平偏移距离。图 8 中虚线椭圆形即为磁场等势线，它和人体消化道气液界面的切点即为磁场强度最大点 B_m ，偏离原始位置的水平距离与外部磁球 1 转动角度的变化曲线如图 9 所示。

[0067] 图 10 给出了：人体消化道气液界面磁场强度最大点的角度与外部磁球转动角度的变化曲线。通过改变磁球 1 的转动角度，来控制胶囊内窥镜 15 的倾斜角度。此外，从图 10 上还可以看出，胶囊内窥镜 15 在 45 度到 135 度之间的倾斜角度是很容易控制。

[0068] 如图 11 所示，当改变胶囊内窥镜 15 角度时，磁球 1 会自身旋转并沿着 XYZ 轴方向运动以补偿如图 9 移动的距离，这样胶囊内窥镜 15 就会在附近运动旋转，这样就有利于观察消化道粘膜周围的具体情况。

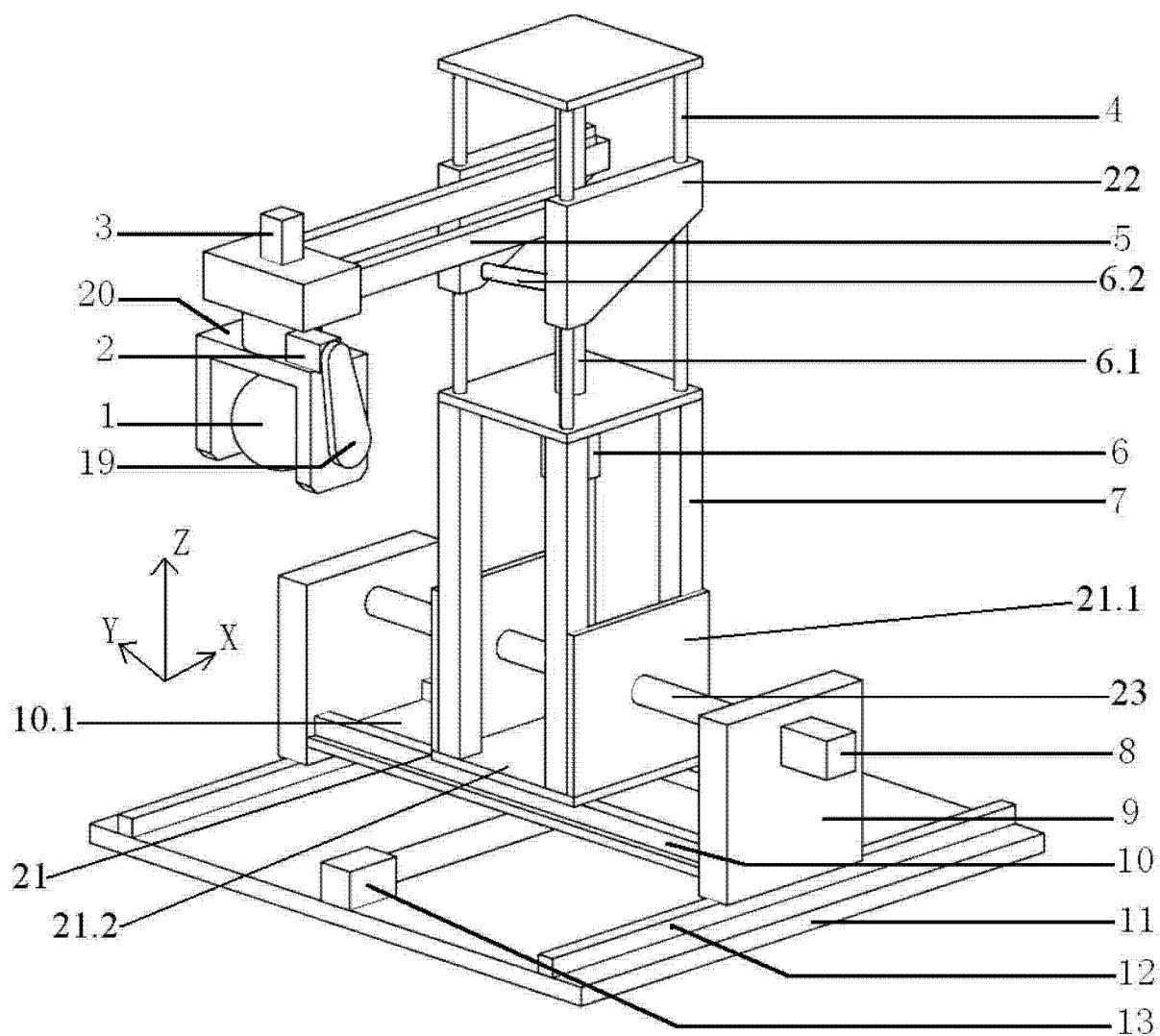


图 1

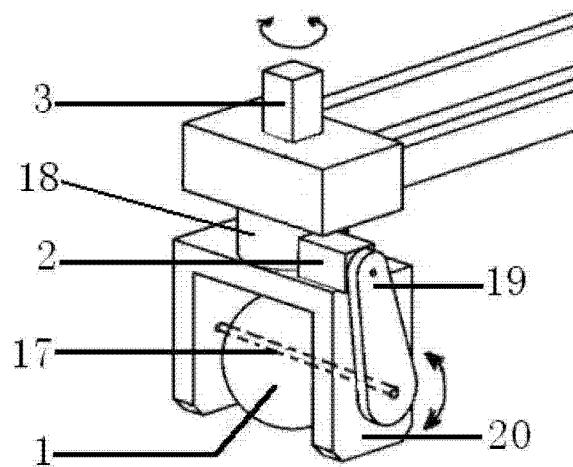


图 2

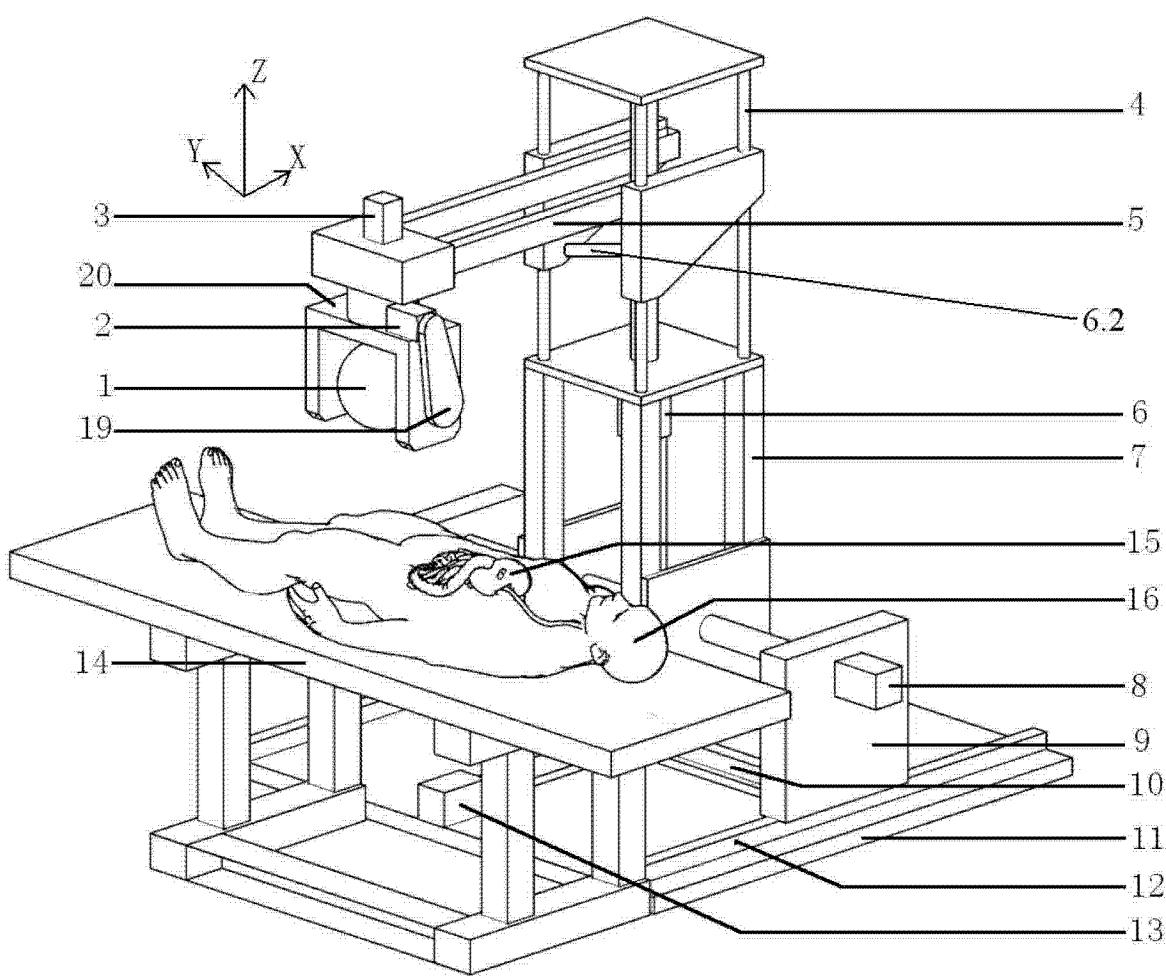


图 3

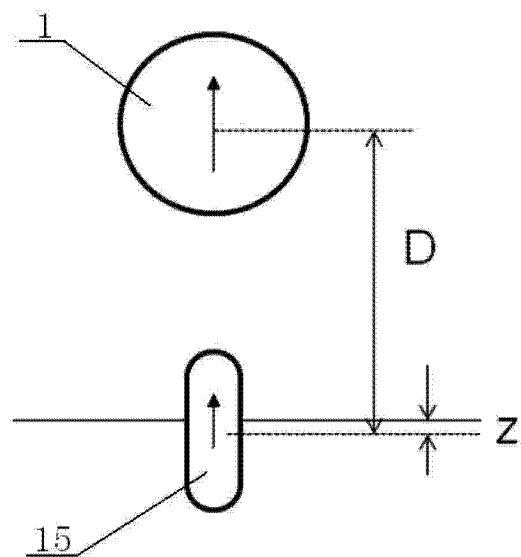


图 4

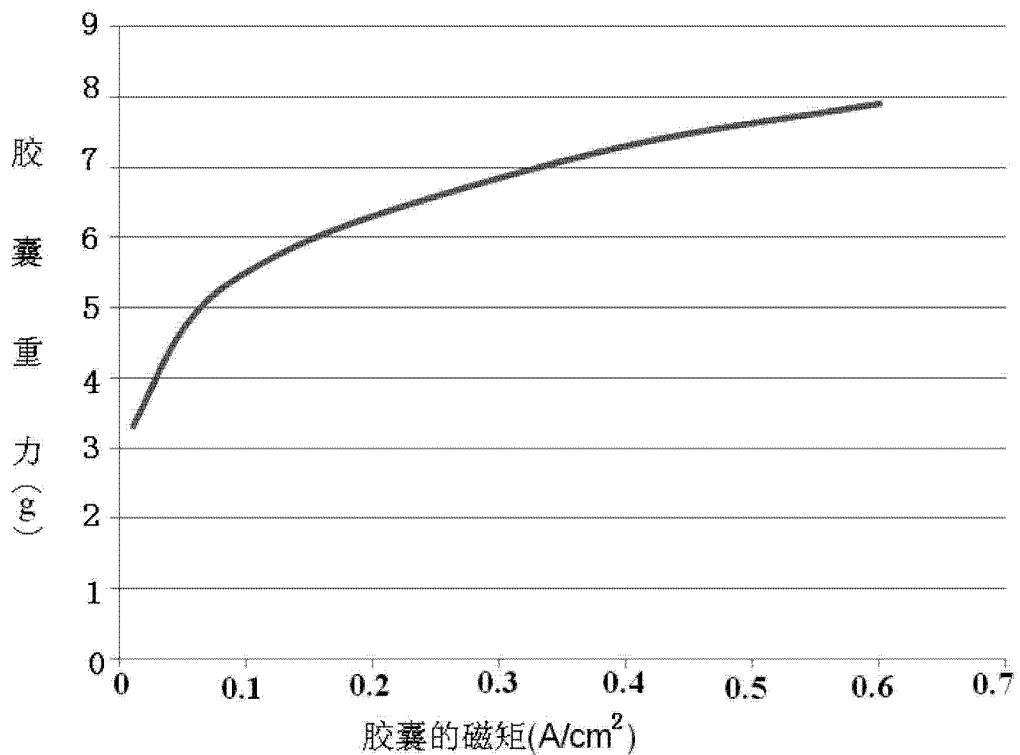


图 5

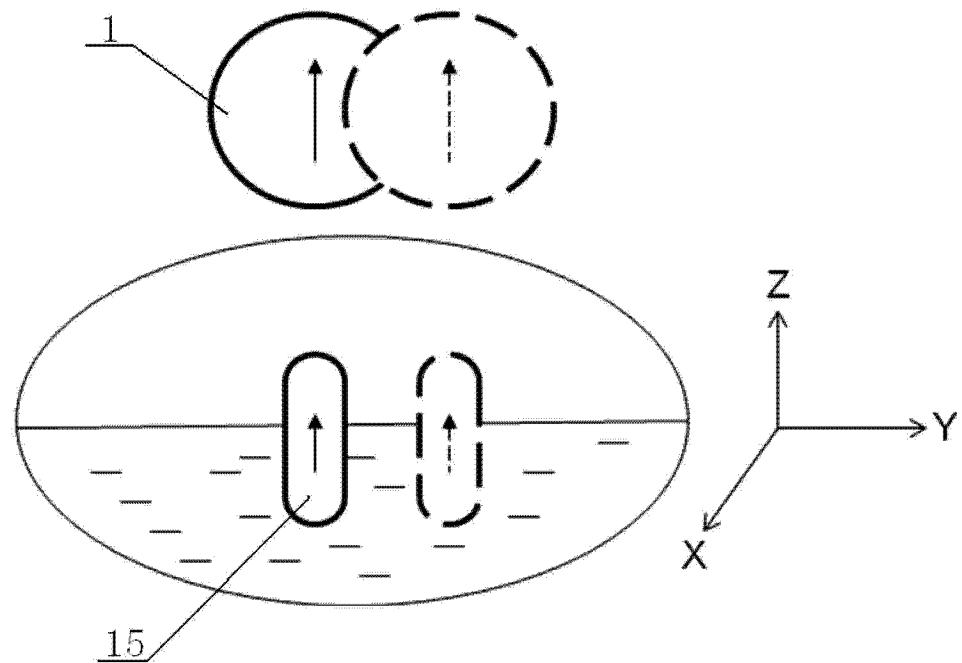


图 6

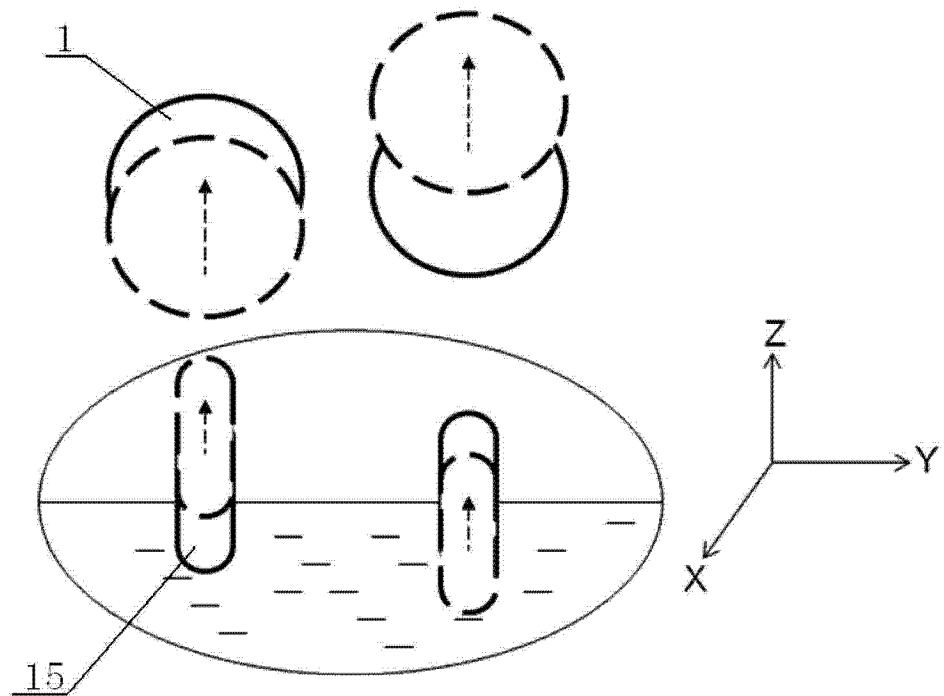


图 7

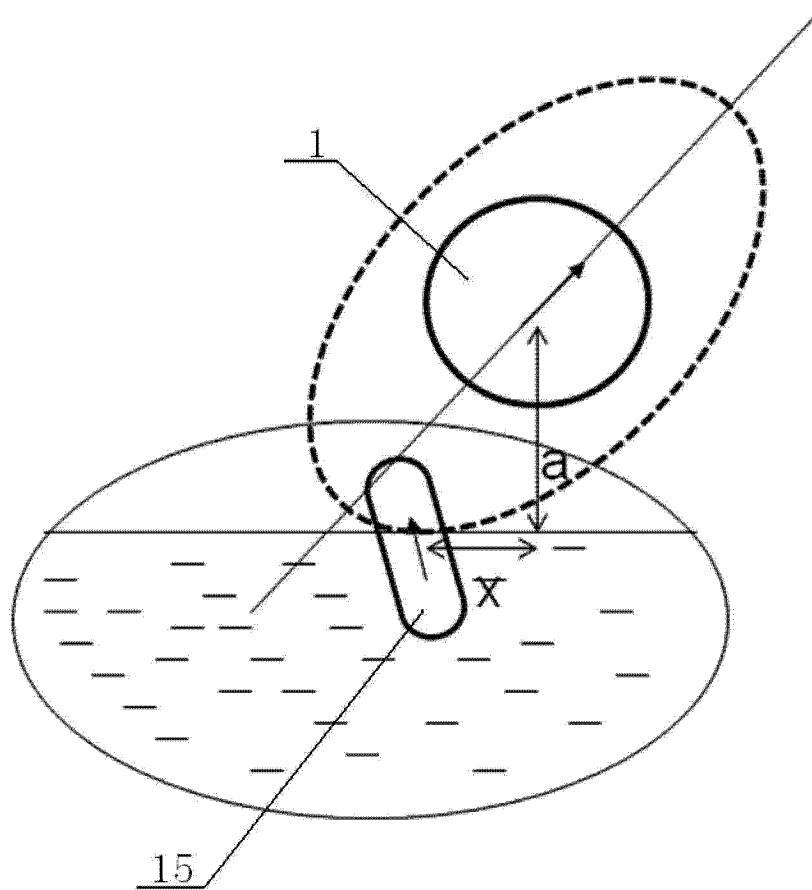


图 8

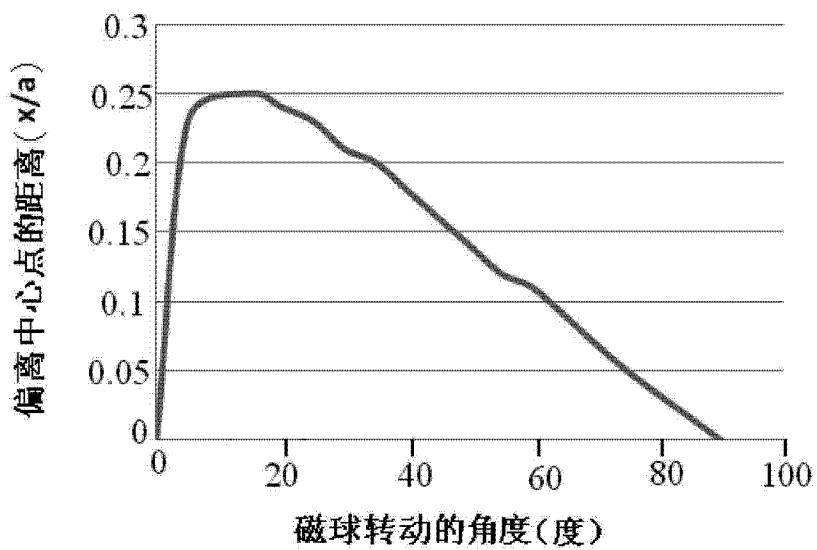


图 9

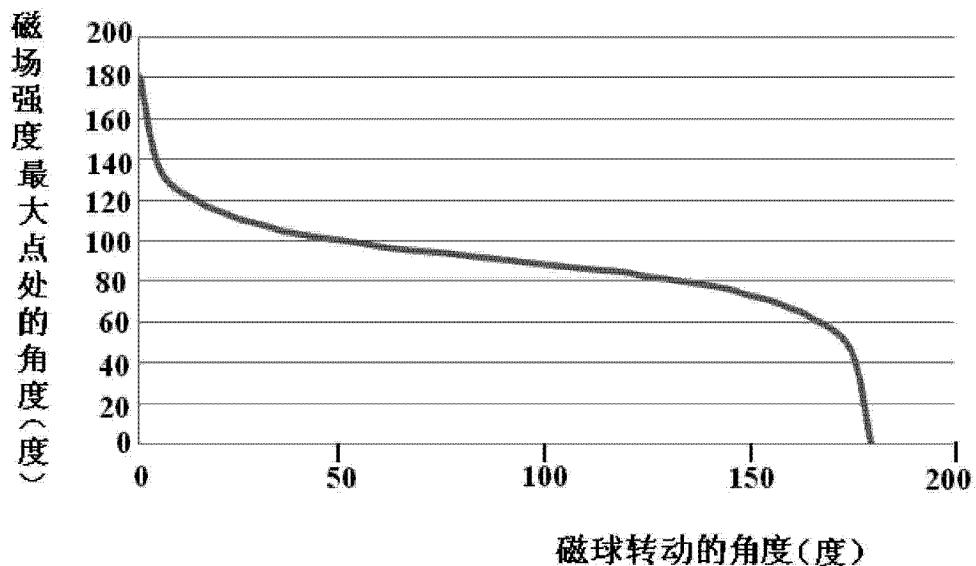


图 10

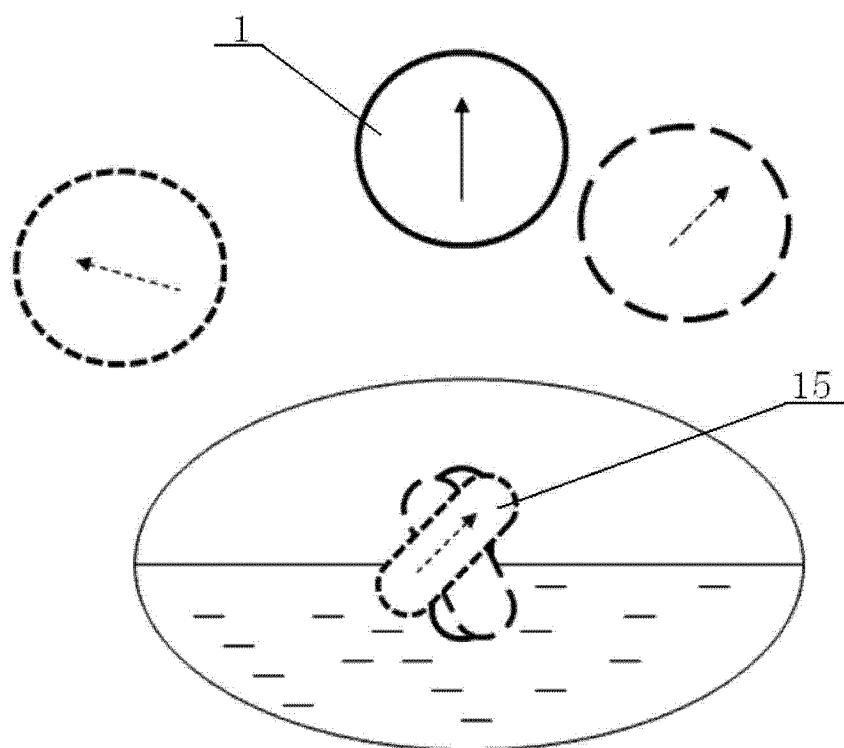


图 11

专利名称(译)	一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法		
公开(公告)号	CN103222842B	公开(公告)日	2015-09-09
申请号	CN201310136094.0	申请日	2013-04-18
[标]申请(专利权)人(译)	安翰光电技术(武汉)有限公司		
申请(专利权)人(译)	安翰光电技术(武汉)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	安翰光电技术(武汉)有限公司		
[标]发明人	段晓东 张少邦 肖国华 王新宏 王俊杰		
发明人	段晓东 张少邦 肖国华 王新宏 王俊杰		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07 A61B5/06		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/041 A61B1/00149 A61B1/00158 A61B34/73 A61M25/0127		
代理人(译)	孙林		
其他公开文献	CN103222842A		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明公开了一种控制胶囊内窥镜在人体消化道运动的装置及方法。本发明利用磁球磁场用于实现具有磁性的胶囊内窥镜的悬浮和定位以及胶囊内窥镜在人体消化道内的姿势控制，通过磁场控制建立一个稳定的悬浮系统，胶囊内窥镜可以在XYZ轴三个方向移动以及偏转各种观察角度。由于磁球在运动的过程中可以精确产生5个自由度的旋转磁场，并对具有磁性的胶囊内窥镜产生远程作用力，从而得出一种对胃的表面进行扫描的方法，解决了胶囊内窥镜在运动磁场下的定位和控制问题，推广使用后可提高人体消化道疾病的检出率。本发明摆脱了传统意义上胶囊内窥镜只能靠人体消化道自身蠕动的运动模式，本发明具有定位准确、控制速度快、安全可靠的特点。

