



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101826780 A

(43) 申请公布日 2010.09.08

(21) 申请号 200910106020.6

H02K 19/00(2006.01)

(22) 申请日 2009.03.07

A61B 1/00(2006.01)

(71) 申请人 深圳先进技术研究院

地址 518067 广东省深圳市南山区蛇口南海大道 1019 号南山医疗器械产业园 A 座三楼

(72) 发明人 胡超 李貌 宋霜 阳万安

戴厚德 张瑞 孟庆虎

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所 44268

代理人 杨宏

(51) Int. Cl.

H02K 17/00(2006.01)

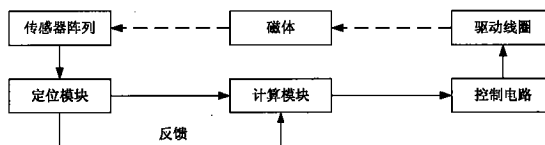
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统,其中驱动胶囊内窥镜的方法,包括以下步骤:S1. 获取所述胶囊内窥镜内磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;S2. 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;S3. 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。本发明所提供的驱动胶囊内窥镜的方法,利用预设的期望位置、胶囊内窥镜的运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,利用定位信息来调整胶囊内窥镜到达期望位置,从而实现了对外部驱动磁场的控制。



1. 一种驱动磁体的方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - 获取所述磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算其当前位置和运动轨迹;
 - 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;
 - 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。
2. 一种驱动胶囊内窥镜的方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - S1. 获取所述胶囊内窥镜内磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;
 - S2. 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;
 - S3. 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S2 还包括:
 - S21. 基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;
 - S22. 根据该运动方向矢量,计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。
4. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,所述输出电流至驱动线圈和计算步骤分时进行。
5. 一种驱动胶囊内窥镜的系统,包括:设置在所述胶囊内窥镜内的磁体;设置在所述胶囊内窥镜之外的驱动线圈、用于向该磁体提供驱动磁场;其特征在于,还包括:
 - 设置在所述胶囊内窥镜外传感器阵列,用于获取所述磁体磁感应强度;
 - 与该传感器阵列连接的定位模块,用于利用所述磁感应强度计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;
 - 用于输入所述胶囊内窥镜的期望位置的输入模块;
 - 与该输入模块和所述定位模块连接的计算模块,用于利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与所述期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;
 - 与该计算模块和所述驱动线圈连接的控制电路,用于根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算所述驱动线圈的电流强度和方向,并将该电流输出至所述驱动线圈。
6. 根据权利要求 5 所述的系统,其特征在于,所述胶囊内窥镜的外壳表面设置螺旋槽。
7. 根据权利要求 5 或 6 所述的系统,其特征在于,还包括:
 - 反馈计算单元,用于基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;
 - 反馈补偿单元,用于根据该运动方向矢量,计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。

驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种控制技术,尤其涉及的是一种驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统。

背景技术

[0002] 控制磁体运动通常采用外界施加的磁场,该被控的磁体通常要在轨道内运行,以带动胶囊内窥镜运动的磁体为例,目前有一种以径向磁化的 N、S 极相间排列的多磁极圆环 NdFeB 永磁体为外驱动器,以嵌入胶囊内的同磁极结构 NdFeB 永磁体为内驱动器,通过变频调速带动外驱动器转动产生旋转磁场,驱动胶囊内窥镜内嵌磁体旋转,实现体内旋进的驱动控制方法。该技术只是实现了驱动胶囊运动,而至于胶囊的具体位置、方向等信息却不得而知,更不能实现驱动胶囊内窥镜到一个指定位置。

[0003] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统,采用所述方法和系统能够利用定位信息来调整所述磁体和胶囊内窥镜到达指定的位置。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 本发明提供一种驱动磁体的方法,包括以下步骤:获取所述磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算其当前位置和运动轨迹;利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。

[0007] 本发明还提供一种驱动胶囊内窥镜的方法,包括以下步骤:S1. 获取所述胶囊内窥镜内磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;S2. 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;S3. 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。

[0008] 所述的驱动胶囊内窥镜的方法,其中,所述步骤 S2 还包括:S21. 基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;S22. 根据该运动方向矢量,计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。

[0009] 所述的驱动胶囊内窥镜的方法,其中,所述输出电流至驱动线圈和计算步骤分时进行。

[0010] 本发明还提供一种驱动胶囊内窥镜的系统,包括:设置在所述胶囊内窥镜内的磁体;设置在所述胶囊内窥镜之外的驱动线圈、用于向该磁体提供驱动磁场;还包括:设置在所述胶囊内窥镜外传感器阵列,用于获取所述磁体磁感应强度;与该传感器阵列连接的定

位模块,用于利用所述磁感应强度计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;用于输入所述胶囊内窥镜的期望位置的输入模块;与该输入模块和所述定位模块连接的计算模块,用于利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与所述期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;与该计算模块和所述驱动线圈连接的控制电路,用于根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算所述驱动线圈的电流强度和方向,并将该电流输出至所述驱动线圈。

[0011] 所述的系统,其中,所述胶囊内窥镜的外壳表面设置螺旋槽。

[0012] 所述的系统,其中,还包括:反馈计算单元,用于基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;反馈补偿单元,用于根据该运动方向矢量,计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。

[0013] 本发明所提供的驱动磁体的方法,利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场和实现该磁场的电流,并输出该电流至所述驱动线圈,利用定位信息来调整磁体到达期望位置,从而实现了对磁体的控制;本发明所提供的驱动胶囊内窥镜的方法,利用预设的期望位置、胶囊内窥镜的运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,利用定位信息来调整胶囊内窥镜到达期望位置,从而实现了对胶囊内窥镜的控制。

附图说明

- [0014] 图 1 是本发明中驱动胶囊内窥镜的系统中传感器阵列的设置示意图;
- [0015] 图 2 是本发明中带体表设置螺旋槽的胶囊内窥镜和外磁场的示意图;
- [0016] 图 3 是本发明中带体表设置螺旋槽的胶囊内窥镜螺的受力分解图;
- [0017] 图 4 是本发明中驱动胶囊内窥镜的方法中负反馈的原理框图;
- [0018] 图 5 是按照胶囊内窥镜坐标系分解所述磁体在外界磁场的受力分析图;
- [0019] 图 6 是作用在胶囊内窥镜法向的法向分力 \vec{F}_H 示意图;
- [0020] 图 7 是作用在胶囊内窥镜径向的径向分力 \vec{F}_V 示意图;
- [0021] 图 8 是作用在胶囊内窥镜切向的切向分力 \vec{F}_M 示意图;
- [0022] 图 9 本发明驱动胶囊内窥镜的系统中驱动线圈示意图;
- [0023] 图 10 是驱动线圈的参数示意图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图和具体实施方式对本发明做详细描述。

[0025] 本发明中驱动磁体的方法旨在基于精确定位得到磁体的位置数值,将其与期望的位置值进行比较,从而计算出所需要的驱动磁场的强度和方向和产生该磁场的电流;本发明中驱动胶囊内窥镜的方法,旨在基于精确定位得到胶囊内窥镜(以下简称为胶囊)的位置数值,将其与期望的位置值进行比较,从而计算出所需要的驱动磁场的强度和方向和产生该磁场的电流;在此基础上,还在计算控制电流之前、计算驱动磁场的强度和方向时引入负反馈,引入该负反馈用于抵消磁场作用力中对胶囊内窥镜运动无用的分力,修正所需的

磁场外力,进一步提高了对胶囊内窥镜的控制精度。

[0026] 本发明驱动磁体的方法,包括以下步骤:

[0027] 获取所述磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算其当前位置和运动轨迹;

[0028] 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;

[0029] 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。

[0030] 本方案基于所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场和实现该磁场的电流,利用定位信息来调整磁体到达期望位置,从而实现了磁体的控制;该方法可用于对内置该磁体的物件进行驱动,例如胶囊内窥镜。

[0031] 本发明中驱动胶囊内窥镜的方法包括以下步骤:

[0032] 100. 获取所述胶囊内窥镜内磁体的磁感应强度,并基于该磁体的充磁方向计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;

[0033] 200. 利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;预设的期望位置是通过外界交互系统输入的参数,将胶囊当前位置和预设的期望位置值进行比较,如果不符合,则根据之间的差值和胶囊内磁体的充磁方向计算所需的外部驱动磁场。

[0034] 300. 根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算驱动线圈的电流强度和方向,并输出该电流至所述驱动线圈。该步骤在下文介绍计算控制电流的部分有详细描述,此处不再赘述。

[0035] 本实施方式中,由旋转磁场驱动器产生外旋转磁场推动所述磁体运动,与此同时,在体外布置一系列三轴磁场传感器阵列(如图1),对传感器阵列信号进行初步处理后,运行数学算法可以求解出胶囊在空间的位置,进行连续实时动态的求解,就可以三维重建,并结合人体消化道解剖学和生理学特性,有针对性,有侧重点地进行相关检查。为了避免所述输出电流步骤和计算步骤相互干扰,提高控制精度,所述输出电流至驱动线圈和计算步骤应分时进行。

[0036] 所述步骤100可分为以下步骤:

[0037] 110、首先获得各个传感器的位置 $(x_i y_i z_i)^T$ 和所述磁体作用在各点磁传感器位置上的磁感应强度 $(B_{ix} B_{iy} B_{iz})^T$, 计算所述初始定位数据:

[0038] 充磁方向是相对于胶囊而言的,可分为相对于胶囊的轴向充磁和相对于胶囊的径向充磁,简称为轴向充磁和径向充磁;不同的充磁方向,其计算过程和得到的计算量都有不同。

[0039] 轴向充磁的情形,利用线性方程 $\mathbf{FR} = \bar{b}$ 计算 R

[0040] 式中: $F = [B_x, B_y, B_z, (B_z y - B_y z), (B_x z - B_z x)]$

[0041] $R = [(b - c f'), (c e' - a), (a f - b e'), e', f']^T$

[0042] $\bar{b} = B_x y - B_y x$

[0043] 其中: $e' = e/g, f' = f/g, e, f, g$ 为所述磁体的方向参数, a, b, c 为所述磁体的

位置参数,且 $e^2+f^2+g^2 = 1, i = 1, 2 \dots N, N \geq 5$;

[0044] 利用 R 和 $e^2+f^2+g^2 = 1$, 计算出磁体方向参数 e, f, g;

[0045] 利用磁体的方向参数 e, f, g 和 R, 计算得到磁体的位置参数 a, b, c;

[0046] 由磁体的方向参数 e, f, g 得到其方向角度参数 θ, Φ ,

[0047] 其中: $\theta = \text{tg}^{-1}(\sqrt{e^2+f^2}), \Phi = \cos^{-1} \frac{e}{\sqrt{e^2+f^2}}$,

[0048] 所述位置参数 a、b、c 和方向角度参数 θ 、 Φ 即为初始定位数据。

[0049] 轴向充磁的方式可以提供胶囊的三维位置参数和二维方向参数(即法向旋转运动和切向旋转运动), 径向充磁的方式可以提供胶囊的三维位置参数和三维方向参数。

[0050] 径向充磁的情形, 利用毕奥-萨伐尔定律计算得到的对应点的磁场强度值, 定义

二次型目标函数 $\Delta = \sum_{i=1}^N |\vec{B}_{i\text{测}} - \vec{B}_{i\text{理}}|_2$, 其中, $\vec{B}_{i\text{测}}$ 为磁传感器位置上的磁感应强度测量值, $\vec{B}_{i\text{理}}$

为磁传感器位置上的磁感应强度计算值, $i = 1, 2 \dots N, N \geq 5$;

[0051] 120、寻找最佳位置参数和方向角度参数(采用进化算法或者非线性优化算法),

以使所述二次型目标函数 $\Delta = \sum_{i=1}^N |\vec{B}_{i\text{测}} - \vec{B}_{i\text{理}}|_2$ 为最小, 此时的位置参数和方向角度参数就是

磁体的基本定位数据。

[0052] 130、综合所述磁体在此之前运动轨迹的历史数据, 判断所述基本定位数据的合理性, 若该基本定位数据合理, 则存储基本定位数据, 并将其作为下一次计算的历史数据, 依次循环; 否则, 删除该基本定位数据, 返回步骤 110 重新计算。

[0053] 作为另一种实施方式, 所述胶囊的体表设置螺旋槽, 如图 2 所示, 通过磁机耦合作用, 外旋转磁场驱胶囊在充满粘性液体的管内同步旋转, 依靠沿垂直于螺旋槽方向液体压力差产生的作用力旋转前进, 如图 3 所示。

[0054] 作为本发明的另一实施方式, 为了进一步提高控制的精度, 在上述实施方式的基础上提出了基于闭环负反馈的驱动方法, 其原理如图 4 所示: 基本思想是在计算控制电流之前、计算驱动磁场时引入负反馈, 引入该负反馈用于抵消磁场作用力中对胶囊内窥镜运动无用的分力, 修正所需的磁场外力, 进一步提高了对胶囊内窥镜的控制精度。

[0055] 也就是所述步骤 200 内还包括:

[0056] 210. 基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向, 计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;

[0057] 220. 根据该运动方向矢量, 计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。

[0058] 设置该步骤的原因如下: 外加磁场对所述胶囊的力 \vec{B} 可以沿胶囊坐标轴分解为三个两两垂直的分量, 如图 5 所示: 作用于胶囊轴向的轴向分力 \vec{V} (即胶囊的运动方向)、作用于胶囊切向使其自转的切向分力 \vec{M} , 以及作用于胶囊法向的法向分力 \vec{H} 。需要说明的是, 所述轴向、切向和法向是相对于胶囊的坐标系, 所以该坐标系是随着胶囊的运动同时在变化。假设磁场力 \vec{B} 与胶囊的径向平面的夹角为 α , 磁场力 \vec{B} 在径向平面上的投影与切向轴之间的夹角为 θ , 则每个分力相应的磁场是:

[0059] $\vec{B}_H = \vec{B} \times \sin \alpha$ (1)

[0060]

$$\vec{B}_V = \vec{B} \times \cos \alpha \times \sin \theta \quad (2)$$

[0061]

$$\vec{B}_M = \vec{B} \times \cos \alpha \times \cos \theta \quad (3)$$

[0062]

下面以径向充磁为例,对每个分力进行分析:如图6所示, \vec{F}_N 为磁场在N极的作用力, \vec{F}_S 为磁场在S极的作用力,法向分力 \vec{F}_H 的大小为 $\vec{F}_N - \vec{F}_S$;法向分力 \vec{F}_H 会使胶囊对肠道造成伤害,因此要避免。

[0063]

如图7所示,组成 \vec{F}_V 的作用力 \vec{F}_{SN} 为磁场在N极的作用力, \vec{F}_{SV} 为磁场在S极的作用力;作用力 \vec{F}_{SN} 和 \vec{F}_{SV} ,二者大小相同,方向相反;径向分力 \vec{F}_V 对驱动没有帮助,同时还会造成肠道的扭曲,因此也要避免。

[0064]

如图8所示,作用于M轴的作用力 \vec{F}_{NM} 和 \vec{F}_{SM} , \vec{F}_{NM} 为磁场在N极的作用力, \vec{F}_{SM} 为磁场在S极的作用力。切向分力 \vec{F}_M 可以使胶囊绕其轴线(V轴)旋转,借助胶囊外表上的螺旋槽结构,可以使胶囊在肠道内前进和后退,因此有用的分力是切向分力 \vec{M} 。

[0065]

为了实现只产生切向分力 \vec{F}_M ,从而避免使肠道受到伤害,又能有效的驱动胶囊运动,为施加的外磁场设计了闭环负反馈,计算时进行补偿,即对所述胶囊所施加的外磁场的大小和方向为 $\vec{B} = \vec{H} \times \vec{V}$,将轴向分力 \vec{F}_V 和法向分力 \vec{F}_H 抵消。

[0066]

径向充磁的情形,补偿量的计算过程如下:根据已知的胶囊的运动轨迹和法向(充磁方向)分力 \vec{H} ,得到胶囊受到的轴向分力 \vec{V} ,由 $\vec{B} = \vec{H} \times \vec{V}$ 可以得到外磁场的大小和方向 \vec{B} 。

[0067]

以下以径向充磁情形为例,介绍控制电流的计算:

[0068]

如图9所示,驱动系统包含三对互相垂直的磁线圈。线圈采用 Helmholtz coils。三组线圈产生的磁场强度为 \vec{B}_1 , \vec{B}_2 , \vec{B}_3 。

[0069]

$$\vec{B}_1 = [B_{1x}, B_{1y}, B_{1z}]^T$$

[0070]

$$\vec{B}_2 = [B_{2x}, B_{2y}, B_{2z}]^T$$

[0071]

$$\vec{B}_3 = [B_{3x}, B_{3y}, B_{3z}]^T$$

[0072]

三者和为

[0073]

$$\vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \begin{bmatrix} B_{1x} + B_{2x} + B_{3x} \\ B_{1y} + B_{2y} + B_{3y} \\ B_{1z} + B_{2z} + B_{3z} \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0074]

在定位计算时已经得到了胶囊的三维坐标、运动轨迹和法向分力 \vec{H} (即磁体充磁方向)。根据法向分力 \vec{H} 和胶囊的运动轨迹,可以得到作用在胶囊轴向的分力 \vec{V} (即胶囊的运动方向),由 $\vec{B} = \vec{H} \times \vec{V}$ 可以得到 \vec{B} 。用 $[r, s, t]^T$ 表示这个方向,则

$$[0075] \quad \begin{bmatrix} B_{1x} + B_{2x} + B_{3x} \\ B_{1y} + B_{2y} + B_{3y} \\ B_{1z} + B_{2z} + B_{3z} \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} r \\ s \\ t \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0076] 磁场 \vec{B}_1 由线圈电流 i_1 产生, 所以

$$[0077] \quad \vec{B}_1 = [f_{1x}(a, b, c), f_{1y}(a, b, c), f_{1z}(a, b, c)]^T \times i_1$$

[0078] 其中 f_{1x}, f_{1y}, f_{1z} 为磁体位置 (a, b, c) 与激励从线圈的关系的标度。同理

$$[0079] \quad \vec{B}_2 = [f_{2x}(a, b, c), f_{2y}(a, b, c), f_{2z}(a, b, c)]^T \times i_2$$

$$[0080] \quad \vec{B}_3 = [f_{3x}(a, b, c), f_{3y}(a, b, c), f_{3z}(a, b, c)]^T \times i_3 \text{ 于是,}$$

$$[0081] \quad \begin{bmatrix} f_{1x} & f_{2x} & f_{3x} \\ f_{1y} & f_{2y} & f_{3y} \\ f_{1z} & f_{2z} & f_{3z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} r \\ s \\ t \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0082] 这样, 可以得到三个激励线圈电流

$$[0083] \quad \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} f_{1x} & f_{2x} & f_{3x} \\ f_{1y} & f_{2y} & f_{3y} \\ f_{1z} & f_{2z} & f_{3z} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r \\ s \\ t \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0084] 如图 10 所示, 矩形线圈的长为 u , 宽为 v , 中心坐标为 $(0, 0, -w)$ 。在点 (a, b, c) 处的磁场强度为:

[0085]

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint \frac{i d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3}$$

[0086] 其中: μ_0 为真空磁导率, $i d\vec{l}$ 为电流元, \vec{R} 为从电流元到点 (a, b, c) 的矢量。并假设电流方向为顺时针。

[0087] 线圈的 4 条边产生的磁场强度分别为:

$$[0088] \quad \vec{B}_{z1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{u}{2}}^{\frac{u}{2}} \frac{i d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3}$$

$$[0089] \quad = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{u}{2}}^{\frac{u}{2}} \frac{-(c+w)\vec{i} + \left(a - \frac{v}{2}\right)\vec{k}}{\left[\left(a - \frac{v}{2}\right)^2 + (b-y)^2 + (c+w)^2\right]^{\frac{3}{2}}} dy$$

$$[0090] \quad = \left(k_{z1x}\vec{i} + k_{z1z}\vec{k}\right) \times i_z \quad (8)$$

$$[0091] \quad \vec{B}_{z2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{v}{2}}^{\frac{v}{2}} \frac{i d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3}$$

$$\begin{aligned}
[0092] \quad &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{v}{2}}^{\frac{v}{2}} \frac{(c+w)\vec{j} - \left(b + \frac{u}{2}\right)\vec{k}}{\sqrt{\left[(a-x)^2 + \left(b + \frac{u}{2}\right)^2 + (c+w)^2\right]^{\frac{3}{2}}}} dy \\
[0093] \quad &= \left(k_{z2y}\vec{j} + k_{z2z}\vec{k}\right) \times i_z \tag{9}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[0094] \quad \vec{B}_{z3} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{u}{2}}^{\frac{u}{2}} \frac{i d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3} \\
[0095] \quad &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{u}{2}}^{\frac{u}{2}} \frac{(c+w)\vec{i} - \left(a + \frac{v}{2}\right)\vec{k}}{\sqrt{\left[\left(a + \frac{v}{2}\right)^2 + (b-y)^2 + (c+w)^2\right]^{\frac{3}{2}}}} dy \\
[0096] \quad &= \left(k_{z3x}\vec{i} + k_{z3z}\vec{k}\right) \times i_z \tag{10}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[0097] \quad \vec{B}_{z4} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{v}{2}}^{\frac{v}{2}} \frac{i d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3} \\
[0098] \quad &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{-\frac{v}{2}}^{\frac{v}{2}} \frac{-(c+w)\vec{j} + \left(b - \frac{u}{2}\right)\vec{k}}{\sqrt{\left[(a-x)^2 + \left(b - \frac{u}{2}\right)^2 + (c+w)^2\right]^{\frac{3}{2}}}} dy \\
[0099] \quad &= \left(k_{z4y}\vec{j} + k_{z4z}\vec{k}\right) \times i_z \tag{11}
\end{aligned}$$

[0100] k_{zjk} ($j \in \{1, 2, 3, 4\}$, $k \in \{x, y, z\}$) 是磁场强度与激励电流 i_z 之间的一个系数。

[0101] 求和, 得

$$[0102] \quad \vec{B}_{negative-z} = \left(k_{z1x} + k_{z3x}\right)\vec{i} + \left(k_{z2y} + k_{z4y}\right)\vec{j} + \left(k_{z1z} + k_{z2z} + k_{z3z} + k_{z4z}\right)\vec{k}$$

[0103] 同理, 我们可以求出其他线圈的 $B_{negative-x}$, $B_{negative-y}$, $B_{positive-x}$, $B_{positive-y}$, $B_{positive-z}$ 。于是 f_{1x} 可以由 x 轴上 $B_{positive-z}$ 与 $B_{negative-z}$ 的和得到。同理可以得到 f_{1y} , f_{1z} 。

[0104] 用同样的方法, 我们可以得出 f_{2x} , f_{2y} , f_{2z} , f_{3x} , f_{3y} , f_{3z} 。

[0105] 这样, 由式 (7), 我们可以得到控制电流的大小。

[0106] 本发明还提供一种驱动胶囊内窥镜的系统, 包括: 磁体、驱动线圈、传感器阵列、定位模块、输入模块、计算模块和控制电路。

[0107] 磁体设置在胶囊内窥镜 (以下简称为胶囊) 内, 胶囊的体表面设置螺旋槽;

[0108] 驱动线圈设置在所述胶囊内窥镜之外, 用于向磁体提供驱动磁场;

[0109] 传感器阵列设置在所述胶囊外, 用于获取磁体的磁感应强度;

[0110] 定位模块与传感器阵列连接,用于利用所述磁感应强度计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹;

[0111] 输入模块,用于输入所述胶囊的期望位置;

[0112] 计算模块与输入模块和定位模块连接,用于利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与所述期望位置之间的差值,计算所需外部驱动磁场的大小和方向;

[0113] 控制电路与计算模块和驱动线圈连接,用于根据所述外部驱动磁场的大小和方向,计算所述驱动线圈的电流强度和方向,并将该电流输出至所述驱动线圈。

[0114] 作为另一种实施方式,还包括:

[0115] 反馈计算单元,用于基于所述胶囊内窥镜的位置和运动轨迹以及所述磁体的充磁方向,计算胶囊相对于所述驱动线圈的运动方向矢量;

[0116] 反馈补偿单元,用于根据该运动方向矢量,计算出合成该矢量所需要的外部磁场在各坐标方向上的强度。

[0117] 本发明提供的驱动磁体的方法是基于对磁体的精确定位对所述磁体实施控制,并将该方法应用于驱动胶囊内窥镜,由于所述胶囊体表设置螺旋槽使胶囊在旋转中前行或后退,基于此,本发明还引入了抵消作用于胶囊的不利分力,进一步提高了控制精度。

[0118] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

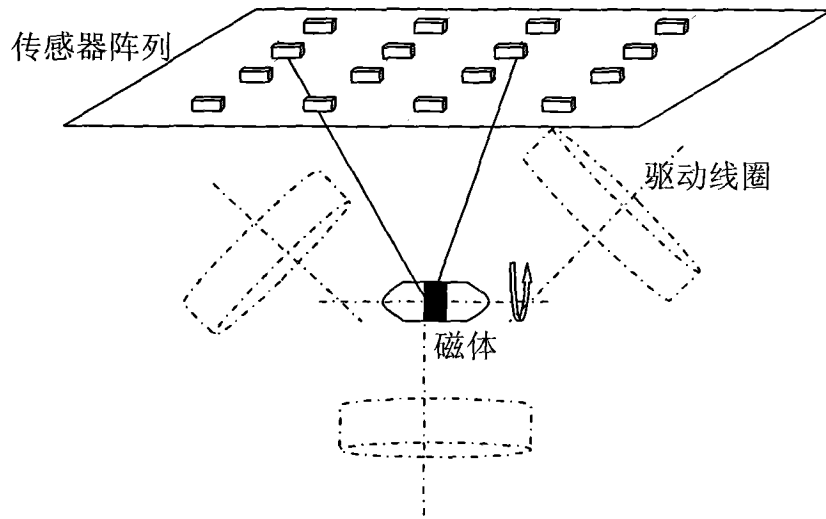


图 1

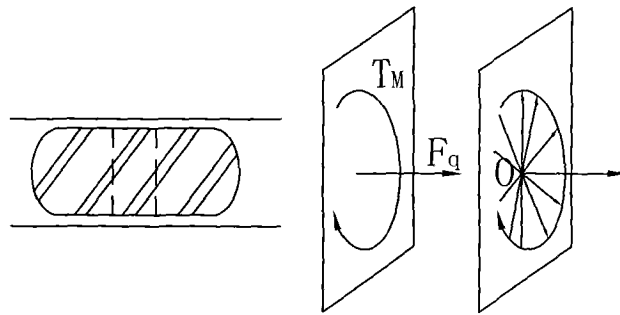


图 2

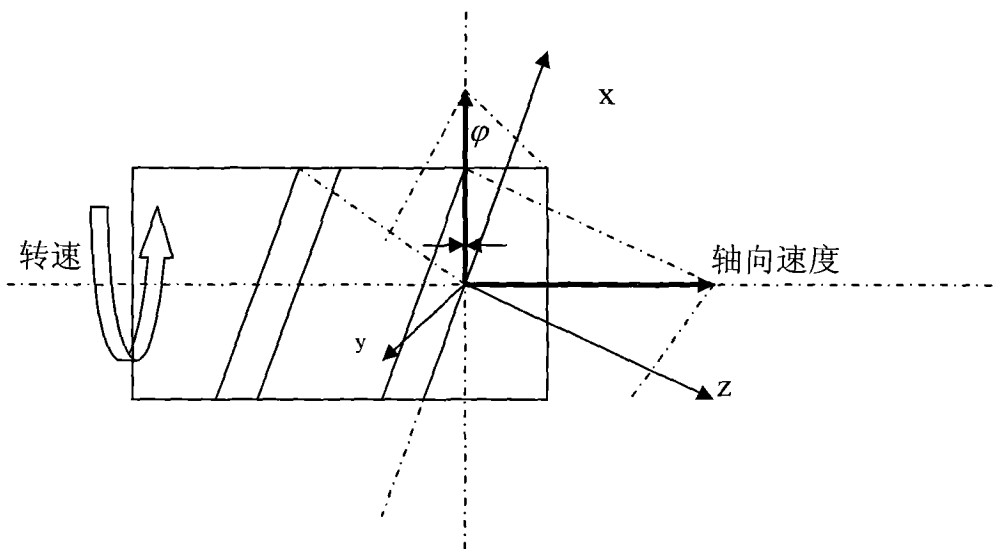


图 3

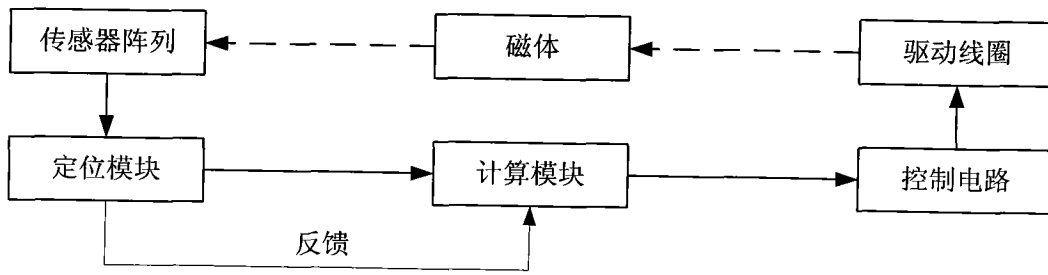


图 4

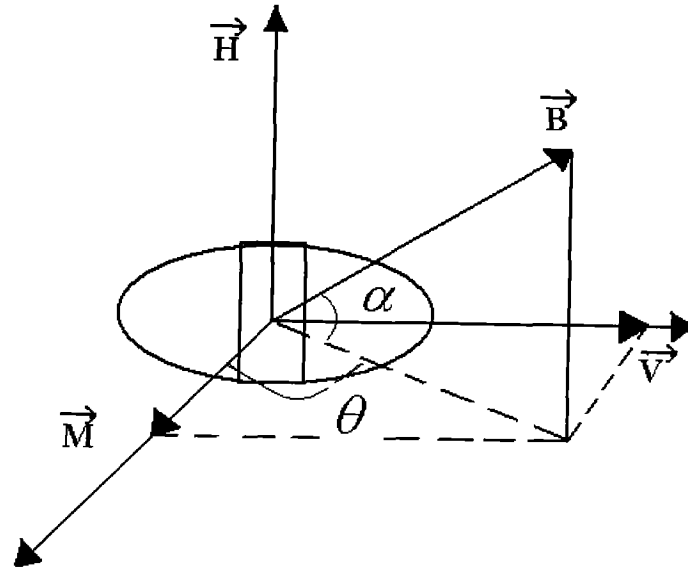


图 5

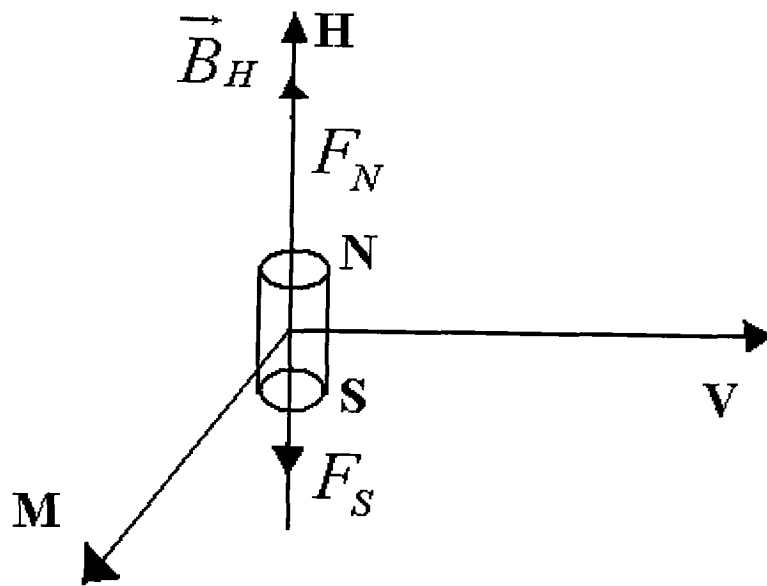


图 6

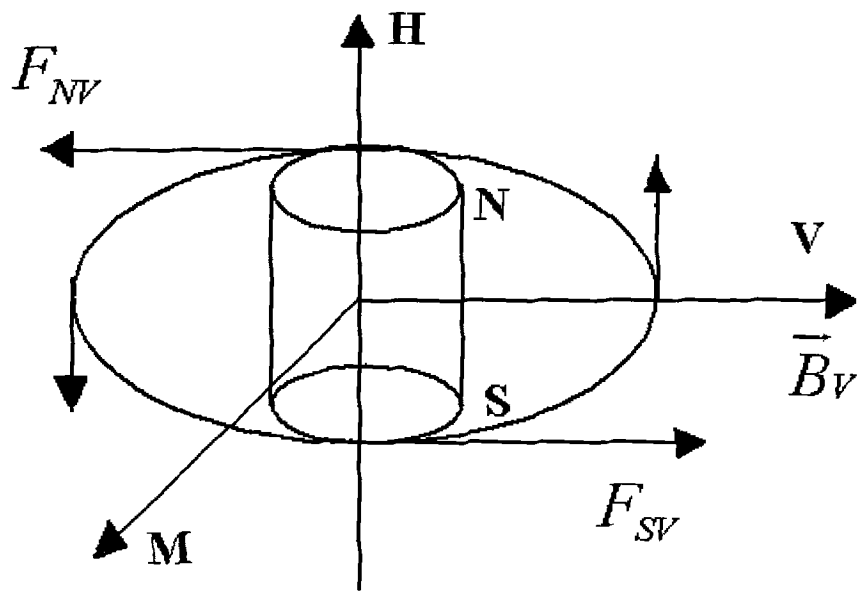


图 7

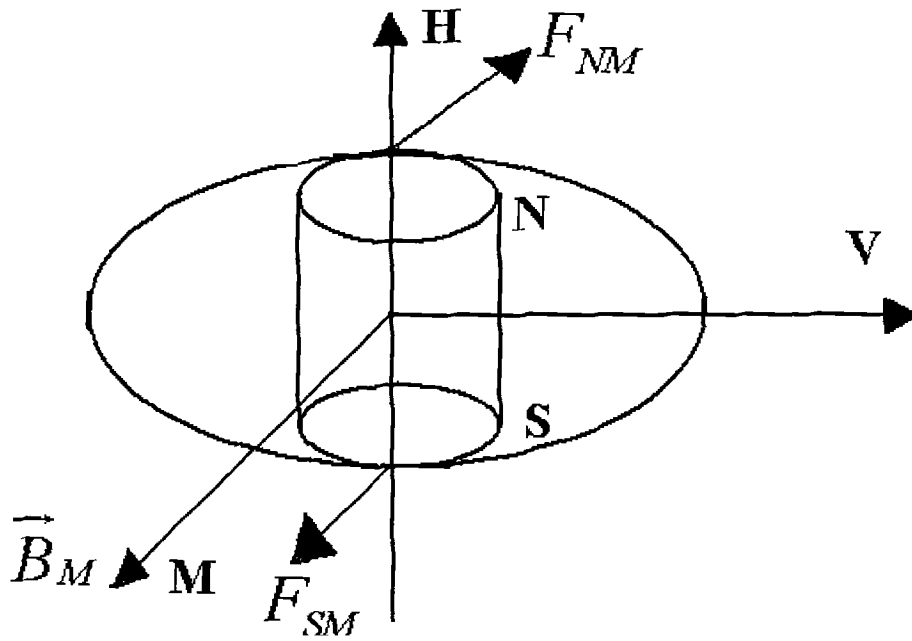


图 8

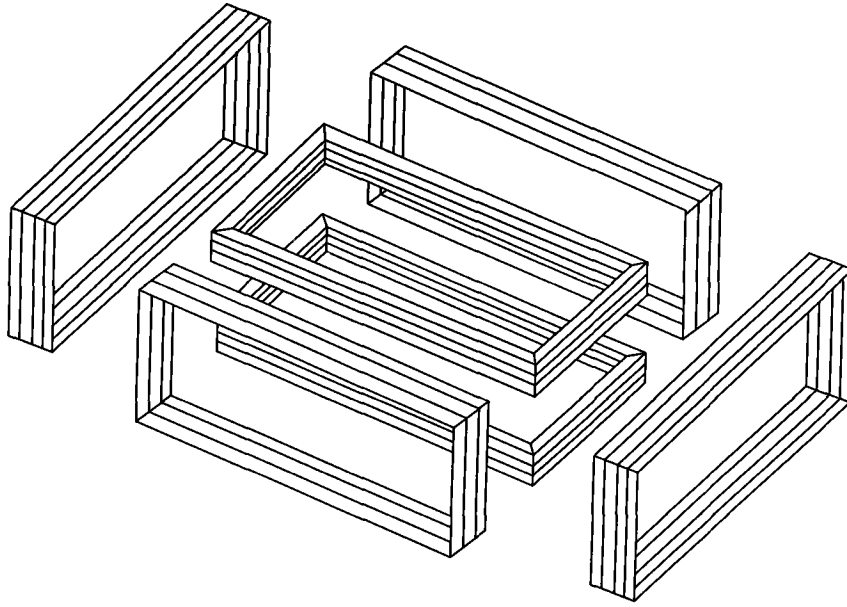


图 9

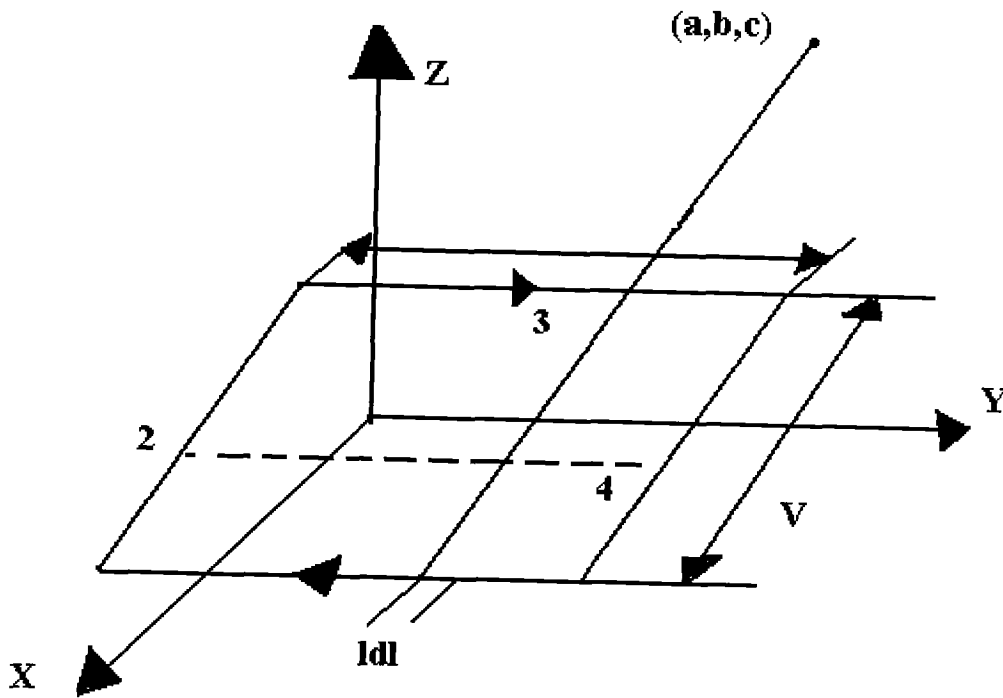


图 10

专利名称(译)	驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统		
公开(公告)号	CN101826780A	公开(公告)日	2010-09-08
申请号	CN200910106020.6	申请日	2009-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	胡超 李貌 宋霜 阳万安 戴厚德 张瑞 孟庆虎		
发明人	胡超 李貌 宋霜 阳万安 戴厚德 张瑞 孟庆虎		
IPC分类号	H02K17/00 H02K19/00 A61B1/00		
代理人(译)	杨宏		
其他公开文献	CN101826780B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种驱动磁体的方法以及驱动胶囊内窥镜的方法和系统，其中驱动胶囊内窥镜的方法，包括以下步骤：S1.获取所述胶囊内窥镜内磁体的磁感应强度，并基于该磁体的充磁方向计算所述胶囊内窥镜的当前位置和运动轨迹；S2.利用所述磁体的充磁方向、所述运动轨迹以及所述当前位置与预设的期望位置之间的差值，计算所需外部驱动磁场的大小和方向；S3.根据所述外部驱动磁场的大小和方向，计算驱动线圈的电流强度和方向，并输出该电流至所述驱动线圈。本发明所提供的驱动胶囊内窥镜的方法，利用预设的期望位置、胶囊内窥镜的运动轨迹以及所述磁体的充磁方向，利用定位信息来调整胶囊内窥镜到达期望位置，从而实现了对外部驱动磁场的控制。

