



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103932659 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410147872. 0

(22) 申请日 2014. 04. 14

(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 杨卓青 徐秋 孙滨 丁桂甫

姚锦元

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

A61B 1/05 (2006. 01)

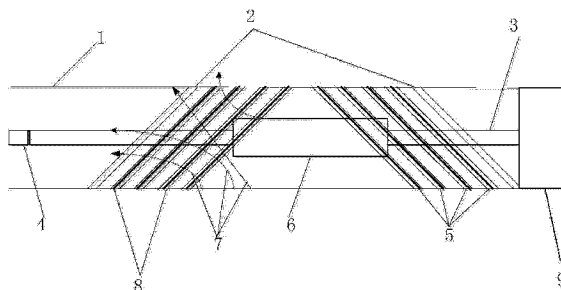
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法,包括:准直镜、单纤维光纤、永久磁铁、微细圆管、驱动线圈和支柱,准直镜固定在单纤维光纤的一端部;圆柱形的永久磁铁固定在单纤维光纤的中间;单纤维光纤通过支柱固定在微细圆管的中心轴位置;所述的微细圆管为利用 3D 打印机直接打印而成,且在该微细圆管表面上利用 3D 打印机打印有倾斜式凹槽,驱动线圈直接绕在微细圆管的凹槽内。本发明以微机电系统加工技术为基础,通过 3D 打印机直接形成带有倾斜凹槽的微细圆管,这样就可以利用缠绕方式在微细圆管表面形成具有任意倾角的驱动线圈结构,即可以沿着凹槽的方向直接绕驱动线圈,这样驱动线圈就非常稳定的固定在微细圆管的表面上。



1. 一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,包括:准直镜、单纤维光纤、永久磁铁、微细圆管、驱动线圈和支柱,其中:准直镜固定在单纤维光纤的一端部,支柱位于单纤维光纤的另一端部;圆柱形的永久磁铁固定在单纤维光纤的中间;单纤维光纤通过支柱固定在微细圆管的中心轴位置;所述的微细圆管为利用 3D 打印机直接打印而成,且在该微细圆管表面上利用 3D 打印机打印有倾斜式凹槽,驱动线圈直接绕在微细圆管的凹槽内。

2. 根据权利要求 1 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的驱动线圈的倾斜角互相垂直。

3. 根据权利要求 2 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的驱动线圈是铜材料制备的,该线圈的厚度是 15-50 微米,该铜线圈的宽度是 50-100 微米,铜线圈直接缠绕在凹槽里。

4. 根据权利要求 1 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的凹槽,其倾斜角度为 15-75 度。

5. 根据权利要求 4 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的凹槽横截面为椭圆,凹槽的深度为 5-10 微米、宽度为 70-150 微米。

6. 根据权利要求 1 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的微细圆管的外直径为 0.5-2 毫米、内直径为 0.48-1.9 毫米。

7. 根据权利要求 1 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的永久磁铁为一圆柱体,其外部直径为 0.1-0.9 毫米、内部直径为 0.08-0.4 毫米、长度为 0.4-2 毫米。

8. 根据权利要求 1 所述的一种单光纤内窥镜扫描探头,其特征在于,所述的单纤维光纤为一圆柱体,其直径为 0.08-0.4 毫米、长度为 1.2-8 毫米;所述的准直镜为一圆柱体,其高为 0.1-0.3 毫米、底面直径为 0.08-0.4 毫米。

9. 一种权利要求 1-8 任一项所述的单光纤内窥镜扫描探头的制备方法,其特征在于,该方法利用 3D 打印技术直接打印出带有两个倾斜角互相垂直的凹槽的微细圆管;之后利用手工或机械方式在凹槽内缠绕出驱动线圈,并将固定有圆柱形永久磁体的单根纤维光纤利用支柱安装在微细圆管中心轴内。

10. 根据权利要求 9 所述的单光纤内窥镜扫描探头的制备方法,其特征在于,当在两个倾斜驱动线圈内同时通以交流电时,一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 X 轴方向振动,另一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 Y 轴方向振动,二者的同时作用将驱动纤维光纤在 XOY 面内做螺旋振动扫描,从而整体上实现单纤维光纤内窥镜探头的高精度高频率振动扫描和成像。

一种单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微机电系统技术领域,具体地,涉及一种能够用于高分辨率内窥镜检查电磁驱动的单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法。

背景技术

[0002] 传统的内窥镜都是利用 CCD 或者 CMOS 图像传感器,在人体肠胃检查的时候,由于人体内部非常小的空间,如果要制造出如此小的内窥镜,人们会面临着一个巨大的困难:很难制造出如此小尺寸的图像传感器。以微机电系统技术为基础设计和制造的电磁驱动的微型单光纤扫描探头则能够实现小直径、高分辨率的内窥镜。

[0003] 扫描探头主要由单纤维光纤、圆管表面的倾斜驱动线圈、永久磁铁、固定支座、微细圆管等几部分组成。一个准直镜固定在单纤维光纤的一端,一个圆柱型的永久磁铁固定在光纤的中央。利用非平面光刻加工工艺,在一个外径很小的细圆管表面上设置倾斜的驱动线圈。这个细圆管的中央有单纤维光纤,当一些以一定周期变化的交流电施加在细管外面的线圈上时,在线圈的周围将会产生变化的磁场,固定在单纤维光纤上的永久磁铁将会受到磁场力的作用,有周期的振动起来。通过制造倾角相互垂直的两个驱动线圈和供给变化的电流,固定在单纤维光纤上的磁铁将会受到两个不同方向的作用力,带动单纤维光纤在平面上沿不同的方向运动,单纤维光纤能够在二维平面上扫描。通过探测到单纤维光纤振动到的每一个位置的反射光线,就可以看到高分辨率的图像。

[0004] 经对现有技术的文献检索发现,Tadao Matsunaga 等在《Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), 2010 IEEE 23rd International Conference on 24-28 Jan. 2010》(“微电子机械系统,2010 年 1 月 24 日—28 日第 23 届美国电子和电气工程师协会国际会议”,第 999-1002 页)发表了题为“Electromagnetically driven ultra-miniature single fiber scanner for high-resolution endoscopy fabricated on cylindrical substrates using MEMS process”(“对于通过微加工过程在圆柱形基板上构造高分辨率内窥镜的电磁驱动的超小光纤扫描仪”)的论文,提出了以圆柱型聚酰亚胺管表面为基板,在其上电镀铜金属的方法来实现这些倾斜的线圈,使其绕在细管上构成了一种微型单光纤内窥镜扫描探头,该扫描探头利用了圆柱激光刻蚀的加工工艺,该项工艺比较复杂,并且需要大型曝光设备,操作起来也不方便。如果把金属铜丝直接绕在圆柱型圆管的表面上,则通常仅能缠绕出螺线管形式的线圈,根本无法实现具有较大倾斜角的可靠驱动线圈,这也正是上述文献中不得不采用激光刻蚀和电镀方式在微细圆管表面制造倾斜线圈的主要原因。如何能够利用简便、经济的方式在微细圆管的表面制作可靠、稳定的大角度倾斜驱动线圈,并以此来实现微型单光纤内窥镜扫描探头,一直是人们努力的方向。

[0005] 因此,本领域的技术人员致力于发明一种能够在微细圆管表面上制作大角度倾斜线圈完成单光纤内窥镜扫描探头的方法,并希望其工艺过程比较简单和便捷,让人们更方便制造这种大范围的单光纤内窥镜扫描探头。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种工艺过程简单、便捷,并能够直接把倾斜式的线圈绕在微细圆管表面上的单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法,解决前述在微细圆管表面利用激光刻蚀和电镀方法制作倾斜线圈时的工艺困难、高成本和复杂程度。

[0007] 为实现上述目的,本发明利用 3D 打印机直接打印出带有倾斜凹槽的微细圆管,之后将细铜线缠绕固定在凹槽内,形成表面具有倾斜线圈的整体圆管结构,为单光纤内窥镜扫描探头的实现提供了便利、可靠的途径,由此形成的铜线圈倾斜缠绕在微细圆管的表面上非常牢固,不容易脱落。

[0008] 根据本发明的一方面,提供一种单光纤内窥镜扫描探头,包括:准直镜、单纤维光纤、永久磁铁、微细圆管、驱动线圈和支柱,其中:准直镜固定在单纤维光纤的一端部;圆柱形的永久磁铁固定在单纤维光纤的中间;单纤维光纤通过支柱固定在微细圆管的中心轴位置;所述的微细圆管为利用 3D 打印机直接打印而成,且在该微细圆管表面上利用 3D 打印机打印有倾斜式凹槽,驱动线圈直接绕在微细圆管的凹槽内。

[0009] 优选地,所述的驱动线圈是铜材料制备的,该线圈的厚度是 15-50 微米,该铜线圈的宽度是 50-100 微米,铜线圈可以直接缠绕在凹槽里。

[0010] 优选地,所述的驱动线圈的倾斜角互相垂直。

[0011] 优选地,所述的凹槽的深度是 5-10 微米,3D 打印机可以打印出任意需要的凹槽。

[0012] 优选地,所述的凹槽,其倾斜角度为 15-75 度,但不限于此角度。

[0013] 优选地,所述的微细圆管为利用 3D 打印机直接打印而成,其材料为 3D 打印所使用的任意非导电材料,该微细圆管的外直径是 0.5-2 毫米,内直径是 0.48-1.9 毫米。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供一种单光纤内窥镜扫描探头的制备方法,该方法利用 3D 打印技术直接打印出带有两个倾斜角互相垂直线圈凹槽的微细圆管;之后利用手工或机械方式在凹槽内缠绕出驱动线圈,并将固定有圆柱形永久磁体的单根纤维光纤利用支柱安装在微细圆管中心轴内。

[0015] 当在两个倾斜驱动线圈内同时通以交流电时,一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 X 轴方向振动,另一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 Y 轴方向振动,二者的同时作用将驱动纤维光纤在 XOY 面内做螺旋振动扫描,从而整体上实现单纤维光纤内窥镜探头的高精度高频率振动扫描和成像。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0017] 本发明以微机电系统加工技术为基础,通过 3D 打印机直接形成带有倾斜凹槽的微细圆管,这样就可以利用缠绕方式在微细圆管表面形成具有任意倾角的驱动线圈结构,即可以沿着凹槽的方向直接绕驱动线圈,这样驱动线圈就非常稳定的固定在微细圆管的表面上。

附图说明

[0018] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0019] 图 1 是本发明一实施例单光纤内窥镜扫描探头的平面结构示意图;

- [0020] 图 2 是本发明一实施例单光纤内窥镜扫描探头的立体结构示意图；
- [0021] 图 3 是本发明一实施例中带有准直镜和永久磁铁的单纤维光纤结构示意图；
- [0022] 图 4 是本发明一实施例中永久磁铁结构示意图；
- [0023] 图 5 是本发明一实施例中单纤维光纤结构示意图；
- [0024] 图 6 是本发明一实施例中准直镜的结构示意图；
- [0025] 图 7 是本发明一实施例中固定单纤维光纤的支柱的结构示意图；
- [0026] 图 8 是本发明一实施例中微细圆管结构示意图；
- [0027] 图 9 是本发明一实施例中利用 3D 打印机打印出的凹槽的结构示意图；
- [0028] 图 10 是本发明一实施例中倾斜式驱动线圈的结构示意图；
- [0029] 图 11 是本发明一实施例中倾斜式驱动线圈沿着凹槽放在凹槽的结构示意图；
- [0030] 图 12 是本发明一实施例中打印有凹槽的微细圆管结构示意图；
- [0031] 图 13 是本发明一实施例中倾斜式驱动线圈沿着凹槽绕在微细圆管表面的结构示意图；
- [0032] 图中：1 为利用 3D 打印的微细圆管，2 为凹槽，3 为单纤维光纤，4 为准直镜，5 为沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈，6 为永久磁铁，7 为驱动线圈产生的磁场线，8 为沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈，9 为支柱。

具体实施方式

[0033] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对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。这些都属于本发明的保护范围。

[0034] 如图 1-2 所示，本实施例提供一种单光纤内窥镜扫描探头，包括：利用 3D 打印的微细圆管 1、单纤维光纤 3、准直镜 4、沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5、永久磁铁 6、沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 和支柱 9。准直镜 4 固定在单纤维光纤 3 的一端部，支柱 9 位于单纤维光纤 3 的另一端部；圆柱形的永久磁铁 6 固定在单纤维光纤 3 的中间；单纤维光纤 3 通过支柱 9 固定在微细圆管 1 的中心轴位置；所述的微细圆管 1 为利用 3D 打印机直接打印而成，且在该微细圆管 1 表面上利用 3D 打印机打印有倾斜式凹槽，沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5、沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 直接绕在微细圆管 1 的凹槽内，且两驱动线圈倾斜角互相垂直。当一些以一定周期变化的交流电施加在细管外面的沿 Y 轴方向和沿 X 轴方向驱动线圈上时，在线圈的周围将会产生变化的磁场，磁场的分布可以用磁场线 7 表示。

[0035] 本实施例中，微细圆管 1 上利用 3D 打印机打印的倾斜式凹槽 2 的深度为 5-10 微米、宽度为 70-150 微米，凹槽 2 之间的间隔距离为 120-200 微米，凹槽 2 的倾斜角度为 15-75 度；微细圆管 1 为一圆柱体，其外部直径为 0.5-2 毫米、内部直径为 0.48-1.9 毫米、长度为 1.5-10 毫米，微细圆管 1 为由 3D 打印机可使用的各类非导电材料构成的；沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 和沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 均沿着凹槽 2 的方向直接放在凹槽 2 里面，并且非常牢固不会滑下来，沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 和沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 均为由铜材料构成的，沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 和沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 的倾斜角度为 15-75 度，沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 和沿 Y 轴方向的倾斜式驱

动线圈 8 的宽度为 50-100 微米、深度为 50-100 微米,沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 之间和沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 之间的间距为 122-202 微米。

[0036] 如图 3 所示,为本实施例带有准直镜和永久磁铁的单纤维光纤结构示意图,准直镜 4 固定在单纤维光纤 3 的一端部,永久磁铁 6 固定在单纤维光纤 3 的中间位置,在光线纤维的另一端部设置有用固定单纤维光纤 3 的支柱 9。

[0037] 如图 4 所示,为本实施例永久磁铁结构示意图,永久磁铁 6 的材料为各类可使用的永磁材料,永久磁铁 2 为一圆柱体,其外部直径为 0.1-0.9 毫米、内部直径为 0.08-0.4 毫米、长度为 0.4-2 毫米。

[0038] 如图 5 所示,为本实施例单纤维光纤结构示意图,单纤维光纤 3 为一圆柱体,其直径为 0.08-0.4 毫米、长度为 1.2-8 毫米,单纤维光纤 3 的材料的主要成分为二氧化硅,里面掺杂极微量的其他材料,如二氧化锗、五氧化二磷。

[0039] 如图 6 所示,为本实施例准直镜的结构示意图,准直镜 4 为一圆柱体,其高为 0.1-0.3 毫米、底面直径为 0.08-0.4 毫米。

[0040] 如图 7 所示,为本实施例固定单纤维光纤的支柱的结构示意图,支柱 9 的外部直径为 0.48-1.8 毫米、内部直径为 0.08-0.4 毫米、长度为 0.2-1.8 毫米,支柱 9 的材料为聚酰亚胺或其他非导电材料。

[0041] 如图 8 所示,为本实施例微细圆管结构示意图,利用 3D 打印的微细圆管 1 的长度为 1.5-10 毫米、内部直径为 0.48-1.9 毫米、外部直径为 0.5-2 毫米。

[0042] 如图 9 所示,为本实施例利用 3D 打印机打印出的凹槽的结构示意图,凹槽 2 横截面为椭圆,凹槽 2 的倾斜角度为 15-75 度、深度为 5-10 微米、宽度为 70-150 微米。

[0043] 如图 10 所示为本实施例中倾斜式驱动线圈的结构示意图,如图 11 所示为本实施例倾斜式驱动线圈沿着凹槽放在凹槽的结构示意图,如图 12 所示为本实施例中打印有凹槽的微细圆管的结构示意图,如图 13 所示为本实施例倾斜式驱动线圈沿着凹槽绕在微细圆管表面的结构示意图,沿 X 轴方向的倾斜式驱动线圈 5 和沿 Y 轴方向的倾斜式驱动线圈 8 的材料均为铜或者其他导电材料,其倾斜角度均为 15-75 度、宽度均为 50-100 微米、厚度均为 50-100 微米,凹槽 2 的倾斜角度为 15-75 度。

[0044] 由于单光纤内窥镜扫描探头在人体检查时要放入人体的内部,人体内部空间小,上述采用的各个尺寸尽量要小,以不伤害到人体。

[0045] 上述实施例中的探头制备:首先利用 3D 打印技术直接打印出带有两个倾斜角互相垂直线圈凹槽的微细圆管;之后利用手工或机械方式在凹槽内缠绕出驱动线圈,并将固定有圆柱形永久磁体的单根纤维光纤利用支柱安装在微细圆管中心轴内。当在两个倾斜驱动线圈内同时通以交流电时,一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 X 轴方向振动,另一个驱动线圈将驱动永久磁体带动纤维光纤在 Y 轴方向振动,二者的同时作用将驱动纤维光纤在 XOY 面内做螺旋振动扫描,从而整体上实现单纤维光纤内窥镜探头的高精度高频率振动扫描和成像。

[0046] 本发明提供一种工艺过程简单、便捷,并能够直接把倾斜式的线圈绕在微细圆管表面上的方案,利用 3D 打印机直接打印出带有倾斜凹槽的微细圆管,之后将细铜线缠绕固定在凹槽内,形成表面具有倾斜线圈的整体圆管结构,为单光纤内窥镜扫描探头的实现提供了便利、可靠的途径,由此形成的铜线圈倾斜缠绕在微细圆管的表面上非常牢固,不容易

脱落。

[0047] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

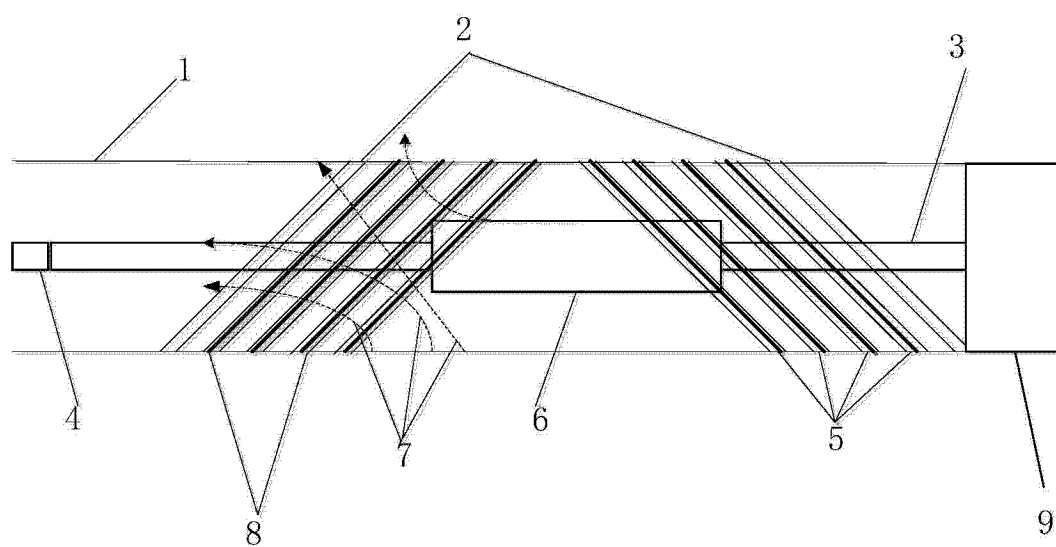


图 1

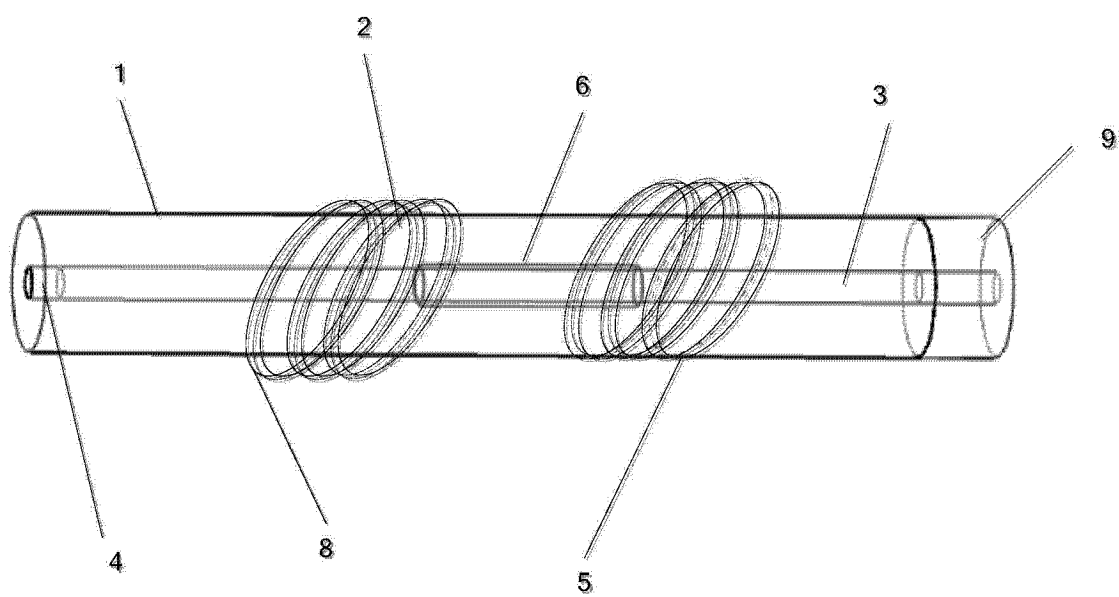


图 2

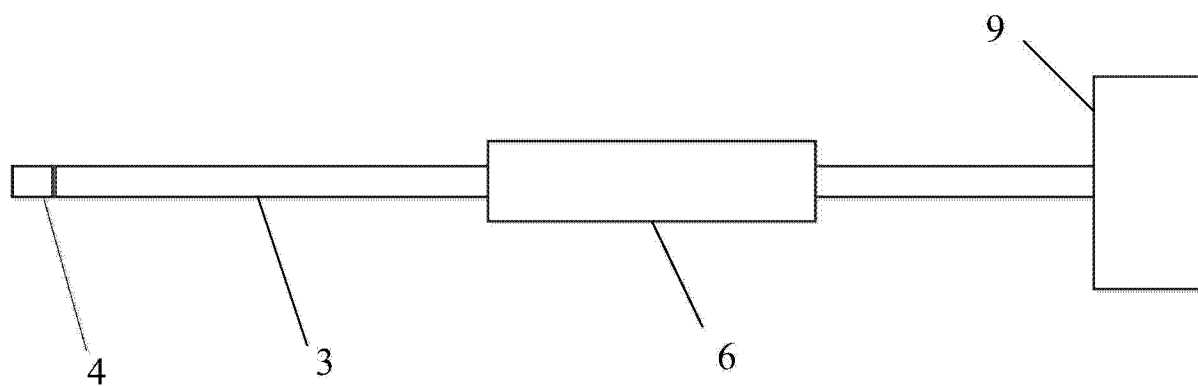


图 3



图 4



图 5

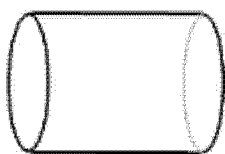


图 6

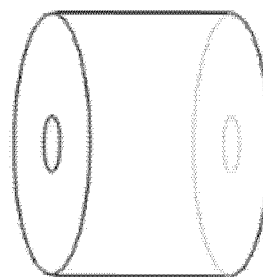


图 7

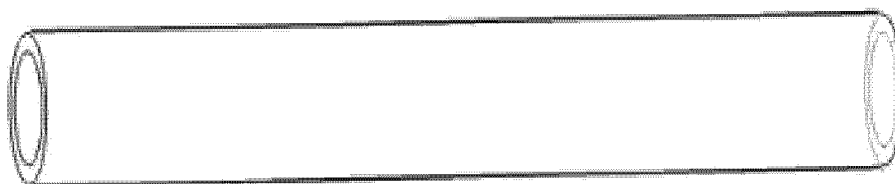


图 8

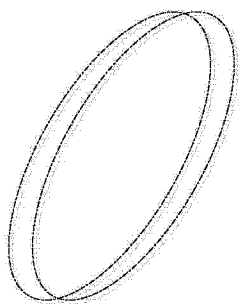


图 9

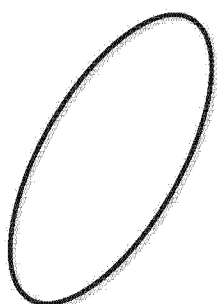


图 10

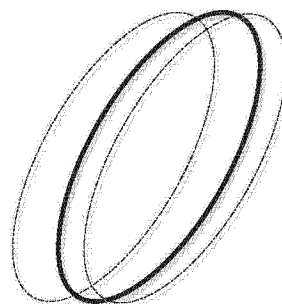


图 11

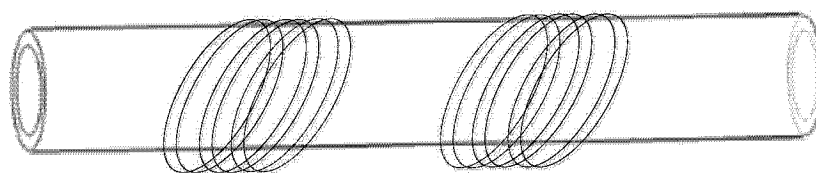


图 12

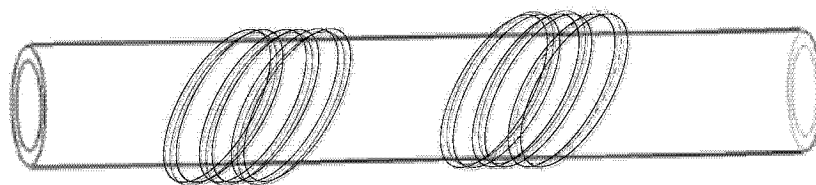


图 13

专利名称(译)	一种单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法		
公开(公告)号	CN103932659A	公开(公告)日	2014-07-23
申请号	CN201410147872.0	申请日	2014-04-14
[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	杨卓青 徐秋 孙滨 丁桂甫 姚锦元		
发明人	杨卓青 徐秋 孙滨 丁桂甫 姚锦元		
IPC分类号	A61B1/05		
其他公开文献	CN103932659B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种单光纤内窥镜扫描探头及其制备方法，包括：准直镜、单纤维光纤、永久磁铁、微细圆管、驱动线圈和支柱，准直镜固定在单纤维光纤的一端部；圆柱形的永久磁铁固定在单纤维光纤的中间；单纤维光纤通过支柱固定在微细圆管的中心轴位置；所述的微细圆管为利用3D打印机直接打印而成，且在该微细圆管表面上利用3D打印机打印有倾斜式凹槽，驱动线圈直接绕在微细圆管的凹槽内。本发明以微机电系统加工技术为基础，通过3D打印机直接形成带有倾斜凹槽的微细圆管，这样就可以利用缠绕方式在微细圆管表面形成具有任意倾角的驱动线圈结构，即可以沿着凹槽的方向直接绕驱动线圈，这样驱动线圈就非常稳定的固定在微细圆管的表面上。

