



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104196451 B

(45) 授权公告日 2016.04.27

(21) 申请号 201410429279.5

CN 103163823 A, 2013.06.19,

(22) 申请日 2014.08.27

CN 1266940 A, 2000.09.20,

(73) 专利权人 中国石油集团长城钻探工程有限公司

US 5934383 A, 1999.08.10,

地址 100101 北京市朝阳区安立路 101 号

CN 101915061 A, 2010.12.15,

(72) 发明人 刘乃震 赵齐辉 卢毓周 李永和  
白锐 刘策 李敬 张磊 张美君

CN 103580292 A, 2014.02.12,

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11371

审查员 谢景娜

代理人 吴开磊

(51) Int. Cl.

E21B 7/04(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1299915 A, 2001.06.20,

US 2014/0048334 A1, 2014.02.20,

CN 201560759 U, 2010.08.25,

CN 101772614 A, 2010.07.07,

CN 103437704 A, 2013.12.11,

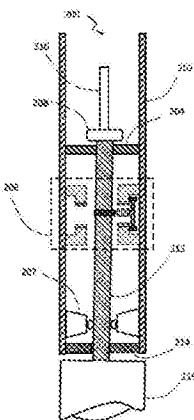
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

旋转导向钻井系统

(57) 摘要

本发明提供了一种旋转导向钻井系统，该系统包括：钻铤、钻头驱动轴、泥浆管、泥浆管连接器、万向节、泥浆密封装置和钻头，以及与钻铤的内壁相连接的定向控制模块；钻头驱动轴通过万向节和定向控制模块机械耦合至钻铤内，钻头驱动轴能绕着万向节旋转；定向控制模块为电磁导向结构，通过电磁导向结构内的磁力对钻头驱动轴进行定向控制。本发明通过带有电磁导向结构的定向控制模块的磁力对钻头驱动轴进行定位控制，控制方式可靠，且系统结构简单，易于实现。



1. 一种旋转导向钻井系统,包括:钻铤(202)、钻头驱动轴(212)、泥浆管(210)、泥浆管连接器(208)、万向节(207)、泥浆密封装置(204)和钻头(216);其特征在于,还包括:与钻铤(202)的内壁相连接的定向控制模块(206);

钻头驱动轴(212)通过万向节(207)和定向控制模块(206)机械耦合至钻铤(202)内,钻头驱动轴(212)能绕着万向节(207)旋转;

定向控制模块(206)为电磁导向结构,通过所述电磁导向结构内的磁力对钻头驱动轴(212)进行定向控制;

其中,定向控制模块(206)包括:一对导轨(302)和定位架(314);

其中,每对导轨(302)由两个横截面为“L”形的导轨(302)上下相对设置构成,每个导轨(302)的一侧固定在钻铤(202)的内壁上;

定位架(314)由一个横臂和一个竖臂组成,其横截面为“T”形;其中,所述竖臂与钻铤(202)的内壁平行,所述横臂位于相对设置的导轨(302)的中部,所述竖臂的两端设置有与导轨(302)耦合的支撑轮;

上下相对设置的导轨(302)的相对面分别设置有第一定位磁铁组,所述横臂对应所述第一定位磁铁组的位置设置有第二定位磁铁组;

定位架(314)的横臂远离所述竖臂一端设置有耦合管(306),耦合管(306)与钻头驱动轴(212)连接。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一定位磁铁组为电磁铁组,每组所述电磁铁组至少包括四块电磁铁;所述第二定位磁铁组为永磁铁组。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述永磁铁组与所述电磁铁组径向对齐。

4. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述永磁铁组通过安装在所述横臂上的永磁铁支架固定,所述永磁铁支架为非磁性金属材料。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一定位磁铁组为永磁铁组;所述第二定位磁铁组为电磁铁组。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述电磁铁组与所述永磁铁组径向对齐。

7. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述电磁铁组通过安装在所述横臂上的电磁支架固定,所述电磁支架为非磁性金属材料。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,耦合管(306)通过一套轴承连接到钻头驱动轴(212)上。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的系统,其特征在于,钻头驱动轴(212)的径向方向上设置有多个定向控制模块(206)。

## 旋转导向钻井系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地质勘探领域,具体而言,涉及一种旋转导向钻井系统。

### 背景技术

[0002] 目前,定向钻井系统主要有两种:1)推靠式系统;2)指向式系统。其中,推靠式系统通过推动特定钻井方位对面的井壁来控制钻井方向。指向式系统直接将钻头对准确定好的钻井方向。指向式系统通常至少包括钻铤内的一根钻头驱动轴,钻头驱动轴由钻铤内的万向节支撑,通过钻铤实现旋转驱动。

[0003] 图1是配有传统随钻测井系统100的旋转导向钻井系统112的主视图。传统随钻测井系统100包括钻机102、钻柱106、钻头110以及一个旋转导向钻井系统112。钻柱106由钻机102支撑,可以从地面104表面往下延伸至钻孔108。钻柱106可以与钻头110和旋转导向钻井系统112配合,进行定向钻井。

[0004] 在定向钻井中,钻铤旋转期间,需要保持钻头驱动轴相对静止且朝钻铤方向倾斜,该指向式系统会结合定向控制方法,确保在钻井工具旋转时钻头会向预定的方向偏置。但是,这种旋转导向钻井系统的机械设计较为复杂。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种旋转导向钻井系统,以解决上述的问题。

[0006] 在本发明的实施例中提供了一种旋转导向钻井系统,该系统包括:钻铤、钻头驱动轴、泥浆管、泥浆管连接器、万向节、泥浆密封装置和钻头,以及与钻铤的内壁相连接的定向控制模块;钻头驱动轴通过万向节和定向控制模块机械耦合至钻铤内,钻头驱动轴能绕着万向节旋转;定向控制模块为电磁导向结构,通过电磁导向结构内的磁力对钻头驱动轴进行定向控制。

[0007] 上述定向控制模块包括:一对导轨和定位架;其中,每对导轨由两个横截面为“L”形的导轨上下相对设置构成,每个导轨的一侧固定在钻铤的内壁上;定位架由一个横臂和一个竖臂组成,其横截面为“T”形;其中,所述竖臂与钻铤的内壁平行,所述横臂位于相对设置的导轨的中部,所述竖臂的两端设置有与导轨耦合的支撑轮;上下相对设置的导轨的相对面分别设置有第一定位磁铁组,横臂对应第一定位磁铁组的位置设置有第二定位磁铁组;定位架的横臂远离所述竖臂一端设置有耦合管,耦合管与钻头驱动轴连接。

[0008] 上述第一定位磁铁组可以为电磁铁组,每组所述电磁铁组至少包括四块电磁铁;所述第二定位磁铁组可以为永磁铁组。

[0009] 上述永磁铁组与电磁铁组径向对齐。

[0010] 上述永磁铁组通过安装在所述横臂上的永磁铁支架固定,所述永磁铁支架为非磁性金属材料。

[0011] 上述第一定位磁铁组可以为永磁铁组;所述第二定位磁铁组可以为电磁铁组。

[0012] 上述电磁铁组与所述永磁铁组径向对齐。

[0013] 上述电磁铁组通过安装在所述横臂上的电磁支架固定，所述电磁支架为非磁性金属材料。

[0014] 上述耦合管通过一套轴承连接到钻头驱动轴上。

[0015] 上述钻头驱动轴的径向方向上设置有多个定向控制模块。

[0016] 本发明实施例提供的旋转导向钻井系统，通过带有电磁导向结构的定向控制模块的磁力对钻头驱动轴进行定位控制，控制方式可靠，且系统结构简单，易于实现。

## 附图说明

[0017] 图1是配有传统随钻测井系统的旋转导向钻井系统的主视图；

[0018] 图2是本发明实施例提供的旋转导向钻井系统的主视图；

[0019] 图3是本发明实施例提供的图2中旋转导向钻井系统的定向控制模块的具体结构示意图；

[0020] 图4A是本发明实施例提供的图3中AA'沿线第一组电磁铁的剖面图；

[0021] 图4B是本发明实施例提供的图3中BB'沿线第二组电磁铁的剖面图；

[0022] 图5A是本发明实施例提供的图3中与钻头驱动轴耦合的定位架的仰视图；

[0023] 图5B是本发明实施例提供的定位架、钻头驱动轴和永磁铁另一布局的仰视图；

[0024] 图6是本发明实施例提供的永磁铁和电磁铁两者的磁力相互作用的示意图；

[0025] 图7是本发明实施例提供的旋转导向钻井系统工作机制的示意图；

[0026] 图8是本发明实施例提供的图2所示的定向控制模块的另一部署方式示意图；

[0027] 图9是本发明实施例提供的图8中AA'沿线永磁铁的剖面图；

[0028] 图10A是本发明实施例提供的图8中耦合到钻头驱动轴上的电磁铁组和定位架的仰视图；

[0029] 图10B是本发明实施例提供的定位架、电磁铁组和钻头驱动轴的另一部署方式示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面通过具体的实施例并结合附图对本发明做进一步的详细描述。

[0031] 如图2所示的本发明实施例提供的旋转导向钻井系统的主视图，该旋转导向钻井系统200包括：钻铤202、钻头驱动轴212、泥浆管210、泥浆管连接器208、万向节207、泥浆密封装置204和214，以及钻头216；以及与钻铤202的内壁相连接的定向控制模块206；该钻头驱动轴212通过万向节207和定向控制模块206机械耦合至钻铤202内，钻头驱动轴212能绕着万向节207旋转；定向控制模块206为电磁导向结构，通过电磁导向结构内的磁力对钻头驱动轴212进行定向控制。

[0032] 使用万向节207和定向控制模块206，可以把钻头驱动轴212机械耦合到钻铤202内。钻头驱动轴212会绕着万向节207旋转，因而万向节207就相当于一个中心点。整根钻柱和钻铤202的重量都通过万向节207施加到钻头216上。钻铤202的转矩也可以通过万向节207传送到钻头216上。钻头驱动轴212的位置和方向角可以通过定向控制模块206进行控制。

[0033] 本发明实施例提供的旋转导向钻井系统，通过带有电磁导向结构的定向控制模块

的磁力对钻头驱动轴进行定位控制,控制方式可靠,且系统结构简单,易于实现。

[0034] 参见图3,定向控制模块206包括:一对导轨302和定位架314(图3左侧也有定位架314,为了清楚,未示意);其中,每对导轨302由两个横截面304为“L”形的导轨302上下相对设置构成,每个导轨302的一侧固定在钻铤202的内壁上;

[0035] 定位架314由一个横臂和一个竖臂组成,其横截面为“T”形;其中,竖臂与钻铤202的内壁316平行,横臂位于相对设置的导轨302的中部,竖臂的两端设置有与导轨302耦合的支撑轮308;

[0036] 上下相对设置的导轨302的相对面分别设置有第一定位磁铁组,例如图3中的第一组电磁铁310和第二组电磁铁318,横臂对应第一定位磁铁组的位置设置有第二定位磁铁组,例如图3中的永磁铁组312;

[0037] 定位架314的横臂远离竖臂一端设置有耦合管306,耦合管306与钻头驱动轴212连接。

[0038] 在有些方案中,导轨302可以用高导磁率金属制造,以增强磁通量。

[0039] 在有些方案中,第一组电磁铁310和第二组电磁铁318可以用线圈代替。

[0040] 定位架314通过下列方法可以控制钻头驱动轴212和钻头216的方位:1)拉/推钻头驱动轴212使其倾向带万向节207的钻铤202的一侧;2)推/拉定位架314的横臂,以便确定钻头驱动轴212与钻铤202之间的倾角;3)竖臂沿导轨302旋转。定位架314可以通过第一组电磁铁310和第二组电磁铁318以及永磁铁组312之间的相互作用驱动。

[0041] 如图3所示,第一定位磁铁组为电磁铁组,每组电磁铁组可以至少包括四块电磁铁;第二定位磁铁组为永磁铁组。永磁铁组与电磁铁组径向对齐。

[0042] 上述永磁铁组通过安装在横臂上的永磁铁支架固定,永磁铁支架为非磁性金属材料。

[0043] 图4A是图3中AA'沿线第一组电磁铁310的剖面图。第一组电磁铁310可以包括电磁铁402、406、410、414、418、422、426、430、434、438、442、446、450、454、458、462、466和470。优选第一组电磁铁310中至少包括四块电磁铁。

[0044] 图4B是图3中BB'沿线第二组电磁铁318的剖面图。第二组电磁铁318可以包括电磁铁404、408、412、416、420、424、428、432、436、440、444、448、452、456、460、464、468和472。优选第二组电磁铁318中至少包括四块电磁铁。

[0045] 在有些方案中,第一组电磁铁310和第二组电磁铁318的电磁铁数量可以完全相同,可以从径向和方位角方向进行校准。

[0046] 具体实现时,上述电磁铁和永磁铁的数量和类型不固定。

[0047] 图5A是图3中与钻头驱动轴212耦合的定位架314的仰视图。定位架314的一端可以通过耦合管306连接到钻头驱动轴212上,而另一端则可以通过支撑轮308耦合到导轨302(图5A中未显示)上。使用一套轴承504可以把耦合管306连接到钻头驱动轴212上。定位架314和耦合管306可以组成一个牢固的实体,并沿着导轨302旋转。

[0048] 在有些方案中,图3中的永磁铁组312可以用永磁铁支架502来固定。它用非磁性金属制造而成,可以安装在定位架314上。有了永磁铁支架502,定位架314就能够容纳更多的永磁铁,比如说,图5A中的永磁铁506、508和510。

[0049] 在有些方案中,永磁铁组312可以同第一组电磁铁310和第二组电磁铁318径向对

齐,从而产生较大的磁力。

[0050] 运行中,永磁铁组312同第一组电磁铁310和第二组电磁铁318之间产生的磁力足以能够让定位架314沿着导轨302旋转。钻井时,定位架314的旋转方向与钻铤202和钻头216的旋转方向相反,但是两者之间的旋转频率相同。

[0051] 根据本发明的一些方案,图5B是定位架、钻头驱动轴和永磁铁另一布局的仰视视图。多个定位架513、支撑轮518、永磁铁支架511以及永磁铁516、514和512可以耦合到钻头驱动轴212上,以此增加驱动力。

[0052] 在有些方案中,永磁铁512、514和516的形状和尺寸可以与永磁铁506、508和510的完全相同。

[0053] 根据本发明的一些方案,图6是永磁铁和电磁铁两者的磁力相互作用的示意图。为便于解释,图6中仅仅显示了六块电磁铁418、420、422、424、426和428和两块永磁铁508和510。永磁铁508和510可以分别在朝上方向620和朝下方向622上被磁化。根据电磁规律,同极相斥,异极相吸。为了将永磁铁508和510移至方位614的左侧,可以激活电磁铁426和428,从而分别产生向上的磁通量616和618。接下来,电磁铁426和428就会对永磁铁510产生相应的拉力602和拉力604,从而拉动永磁铁510往左移动。同理,可以激活电磁铁418和420,从而就会分别产生向下的磁通量624和626。然后,电磁铁418和420就会产生相应的推力606和推力608,从而推动永磁铁510往左移动,以及产生相应的拉力610和拉力612,拉动永磁铁508往左移动。在这一阶段,电磁铁422和424处于闲置状态,定位在永磁铁510的中间,不会向永磁铁510施加拉力或推。

[0054] 当施加到电磁铁418、420、426和428上的控制电压极性相反时,永磁铁508和510就可以往右移动。

[0055] 在有些方案中,会把霍尔传感器(如图6所示)连接到电磁导向系统(相当于上述定向控制模块206)上,以便精确测定永磁铁和电磁铁之间的相对位置。这样的话,当旋转导向钻井系统运行时,就可以精确计算出电压值,然后再运用到电磁铁上。

[0056] 根据本发明的一些方案,图7是旋转导向钻井系统工作机制的示意图。如前所述,定位架314可以通过下列几种方式来控制钻头驱动轴212以及钻头216的方位:1)拉/推钻头驱动轴212使其倾向带万向节207的钻铤202一侧708;2)推/拉横臂,以便确定钻头驱动轴212与钻铤202之间的倾角;3)控制定位架314沿导轨302旋转。定位架314可以通过第一组电磁铁310和第二组电磁铁318以及永磁铁组312之间产生的相互作用来驱动。例如,当定位架314位于负y轴的方位时,钻头216就会朝正y-轴的方向移动。再比如说,当钻井方向朝向正x-轴时,定位架314将会保持在负x-轴的方向。

[0057] 钻井期间,如果钻铤202和钻头216沿方向702不断旋转,并且定位架314位于与钻铤202的固定位置,那么钻头216就会在z-轴上左右摆动,并且钻出来的孔也相对较大。要在预定的方向上钻井,就需要对钻头216进行同步定位。比如说,当钻铤202和钻头216沿方向702旋转时,钻头216会不断指向正y-轴的方向。为了让钻头驱动轴212和钻头216与地层保持稳定,定位架314要沿方向704、706旋转,而这一位置恰巧位于钻头旋转方向702的对面,且钻铤202和钻头216的旋转频率相同。这种包括永磁铁和电磁铁的电磁导向系统能够控制定位架314的位置和转向,并最终控制钻孔的打钻位置。

[0058] 根据本发明的一些方案,上述第一定位磁铁组还可以为永磁铁组;第二定位磁铁

组为电磁铁组。图8是图2所示的定向控制模块206的另一部署方式示意图，其区别在于将永磁铁和电磁铁的位置调换。例如：将永磁铁组802和804安装在导轨302上，在定位架314上安装电磁铁组806。

[0059] 根据本发明的一些方案，图9是图8中AA'沿线永磁铁的剖面图。永磁铁组802可以包括永磁铁902、904、906和908。优选永磁铁组802至少有两个永磁铁。

[0060] 在有些方案中，永磁铁极性会随导轨302而变化。比如说，当永磁铁902和906的北极朝上，那么永磁铁904和908的北极就要朝下，以此来驱动电磁作业。

[0061] 在有些方案中，永磁铁组804的部署可以与永磁铁组802的部署完全一样。

[0062] 根据本发明的一些方案，图10A是图8中耦合到钻头驱动轴212上的电磁铁组806和定位架314的仰视图。图8中的电磁铁组806可以用一个电磁支架1000来支撑。它用非磁性金属制造而成，可以安装在定位架314上。有了电磁支架1000，定位架314就可以同时容纳更多的电磁铁，比如图10A中的电磁铁1002、1004、1006、1008、1010和1012。

[0063] 根据本发明的一些方案，图10B是定位架、电磁铁组和钻头驱动轴的另一部署方式示意图。多个定位架513、支撑轮518、电磁支架1014以及电磁铁1016、1018、1020、1022、1024和1026也可以耦合到钻头驱动轴212上，从而增加驱动力。

[0064] 在有些方案中，上述定向控制模块206中还可以设置连接装置，比如滑环(图中未显示)，以便将定位架314的功率转移到电磁铁组806上。

[0065] 在有些方案中，多个电磁铁1016、1018、1020、1022、1024和1026的形状和尺寸可以与电磁铁1002、1004、1006、1008、1010和1012的形状和尺寸完全相同。

[0066] 上述钻头驱动轴212的径向方向上设置有多个定向控制模块206。

[0067] 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，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。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。

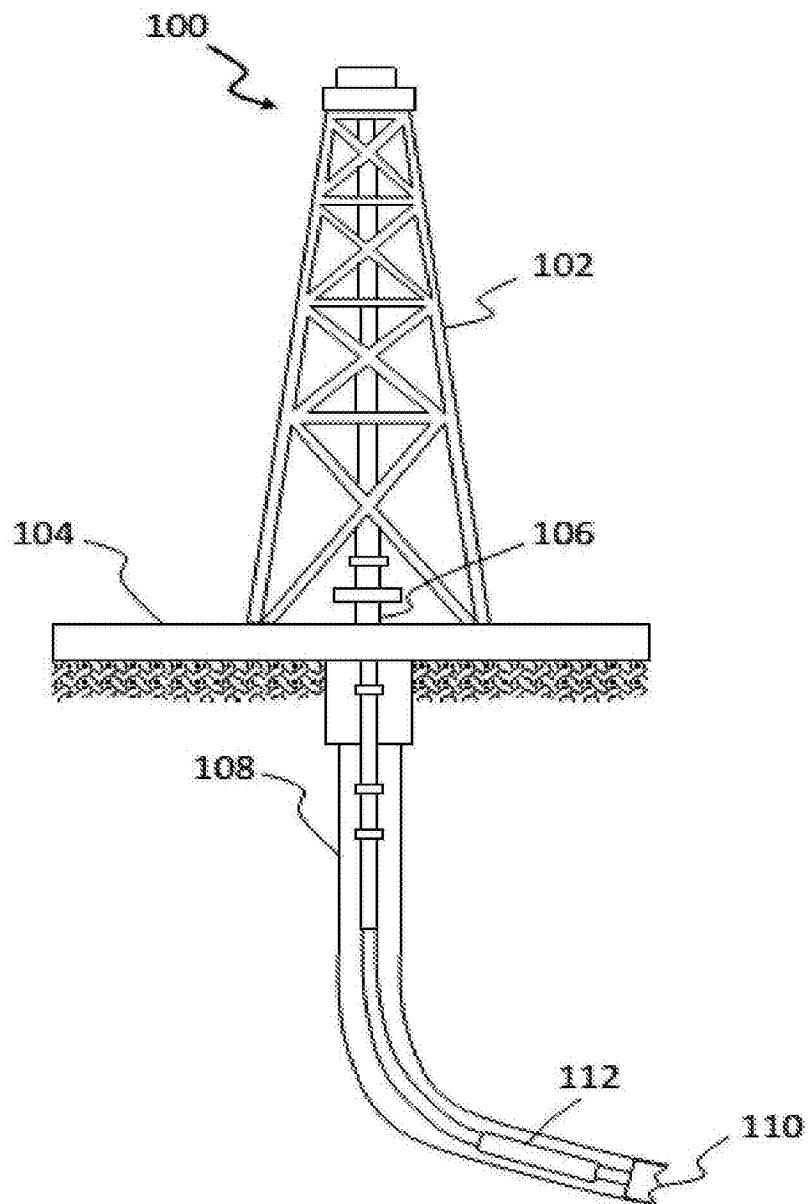


图1

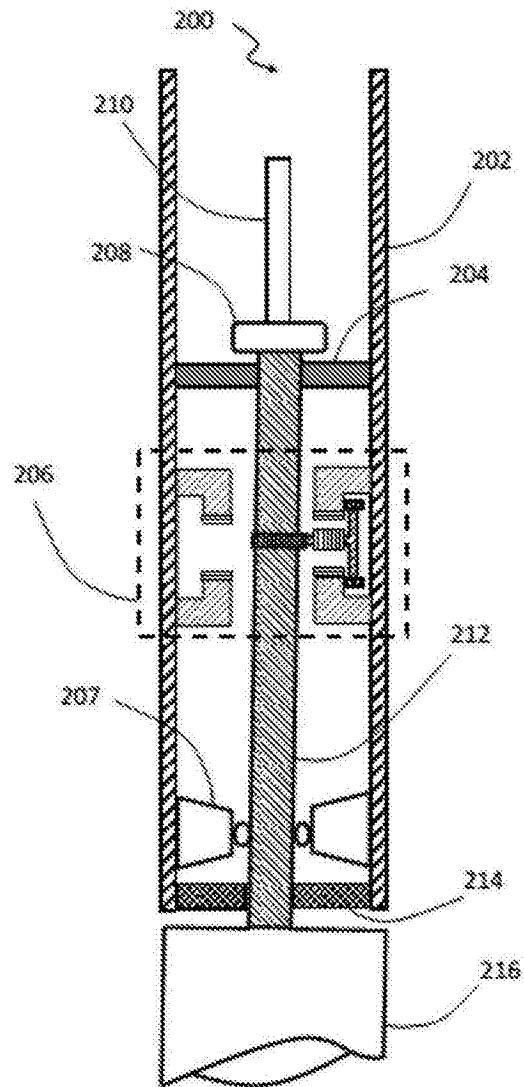


图2

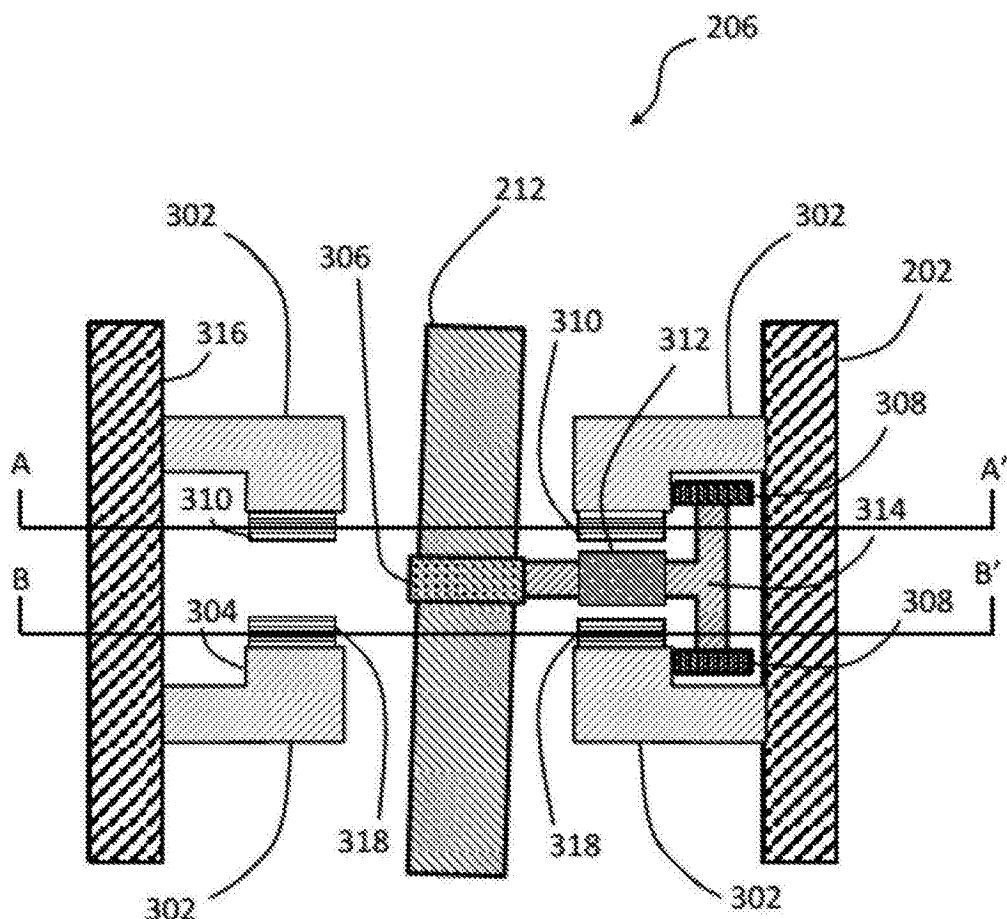


图3

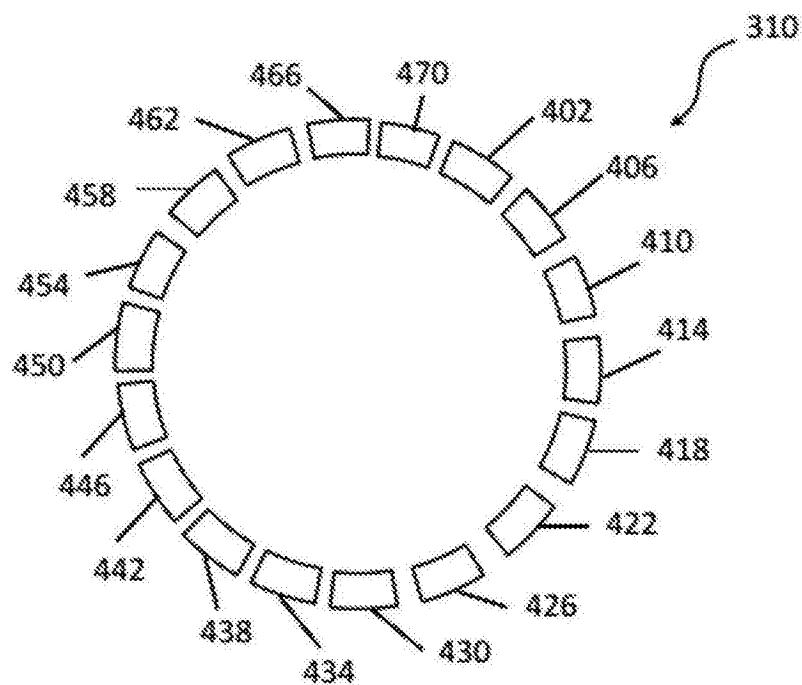


图4A

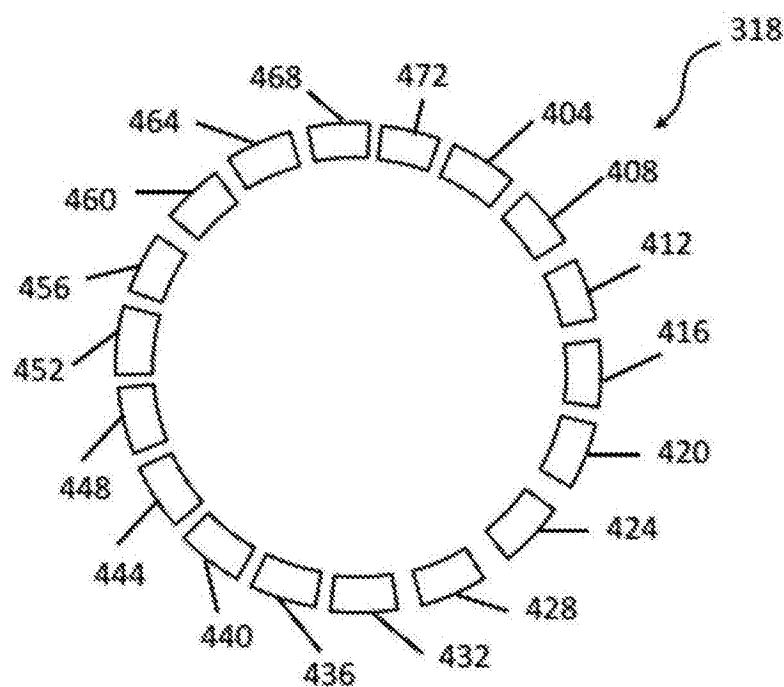


图4B

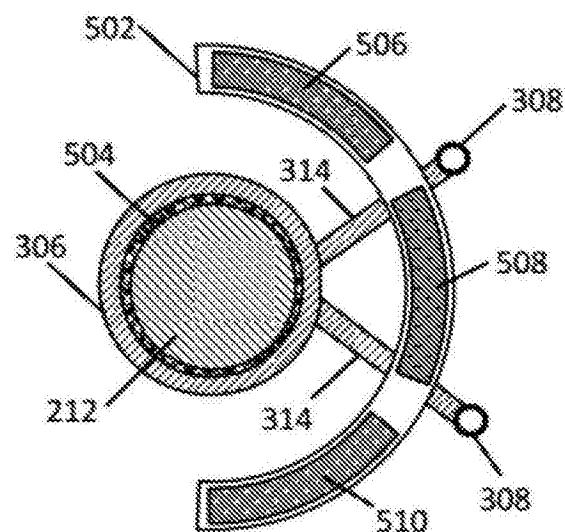


图5A

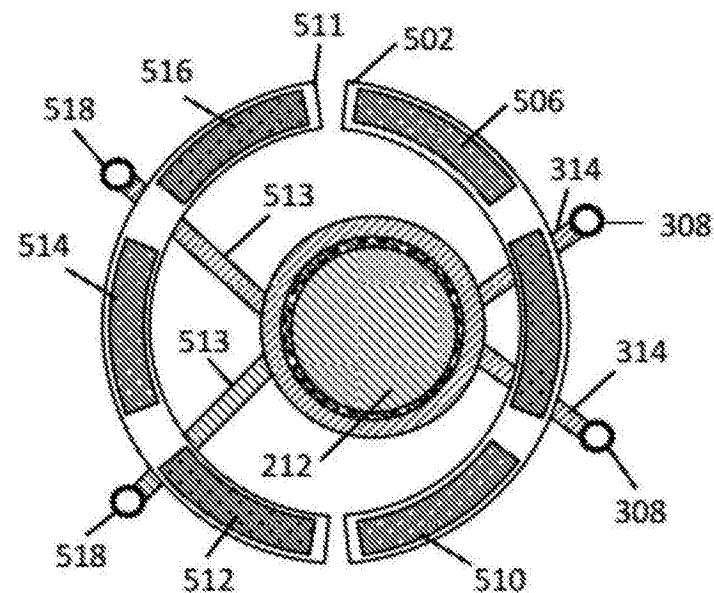


图5B

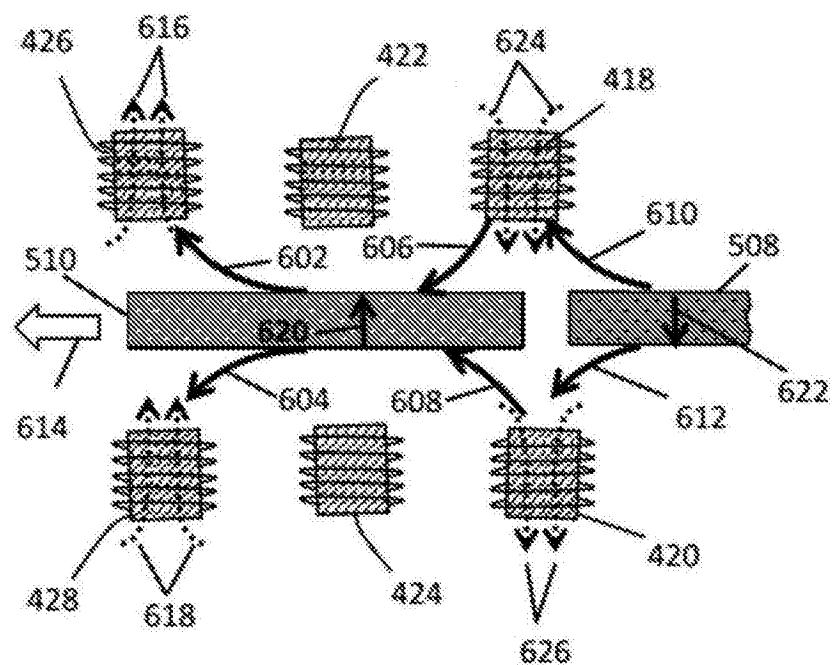


图6

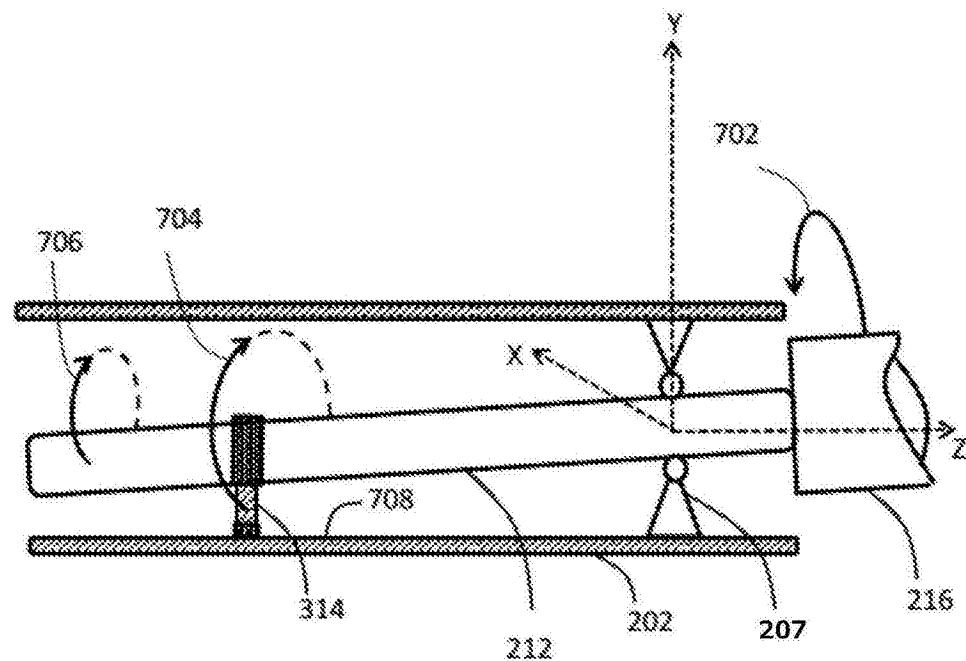


图7

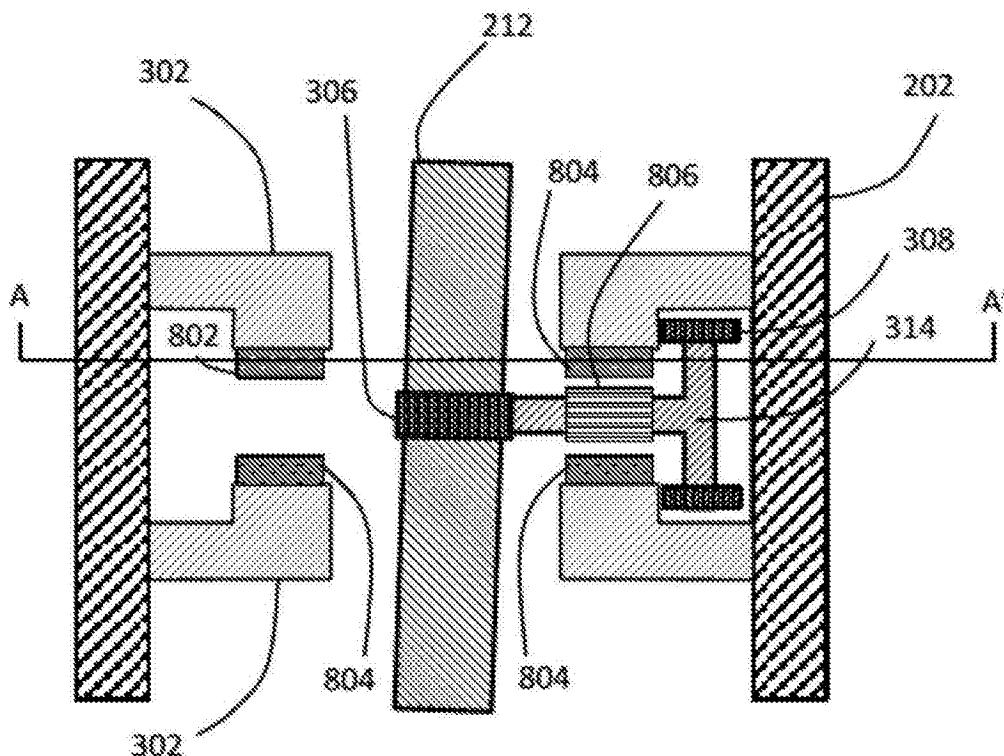


图8

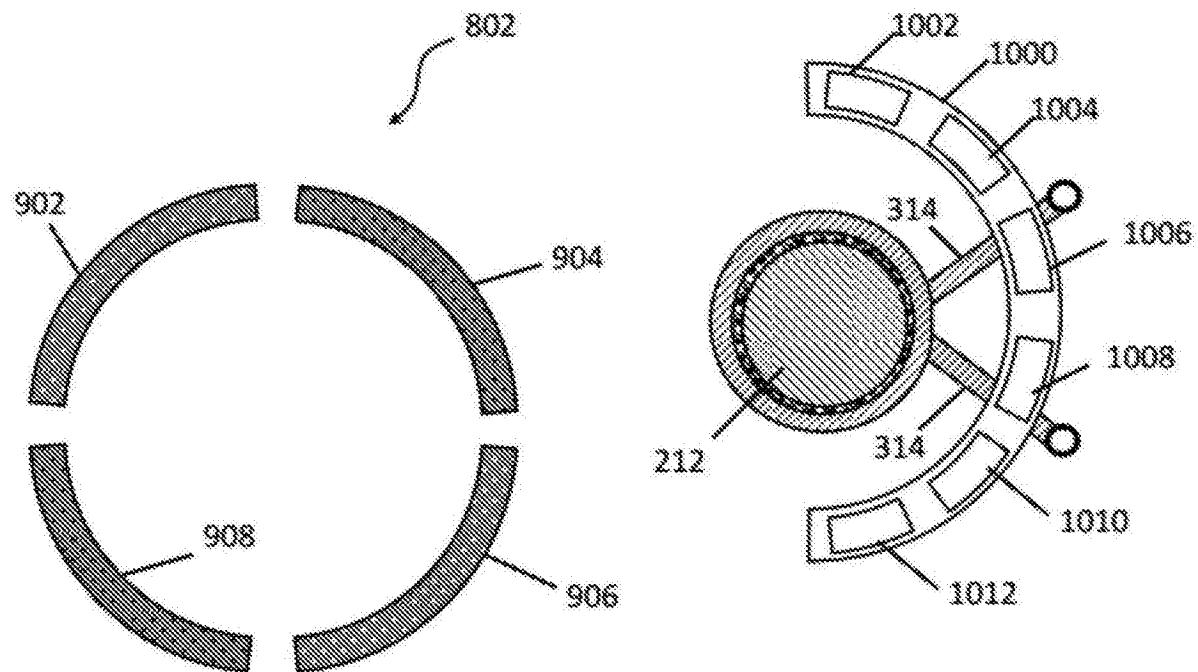


图10A

图9

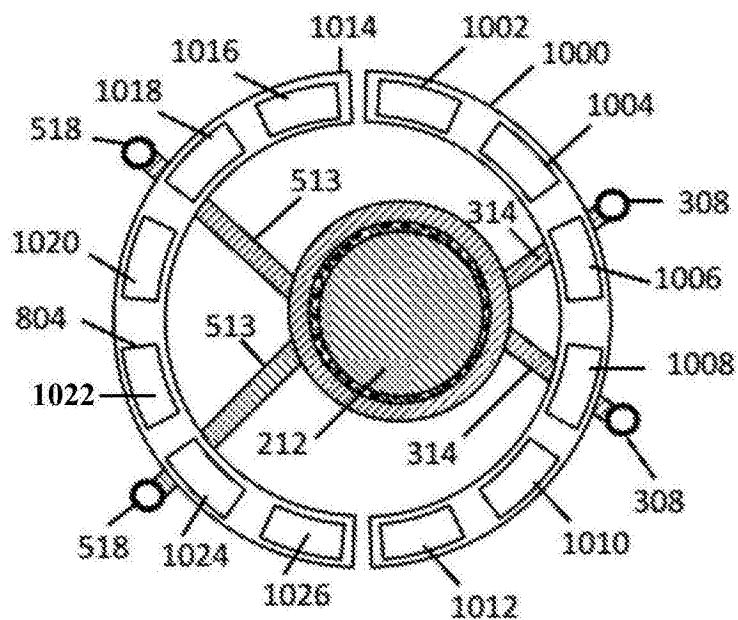


图10B