

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

G01N 27/72 (2006.01)

G01N 27/82 (2006.01)

G01R 33/12 (2006.01)

专利号 ZL 200580011154.X

[45] 授权公告日 2009年8月5日

[11] 授权公告号 CN 100523801C

[22] 申请日 2005.3.28

[21] 申请号 200580011154.X

[30] 优先权

[32] 2004.4.15 [33] US [31] 10/825,873

[86] 国际申请 PCT/US2005/010295 2005.3.28

[87] 国际公布 WO2005/106451 英 2005.11.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.10.13

[73] 专利权人 TDW 特拉华有限公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 威廉·D·维奇 泰勒·S·劳埃德

杰德·C·勒德洛

[56] 参考文献

US4945306A 1990.7.31

CN2409518Y 2000.12.6

US3949292A 1976.8.6

US4769598A 1988.9.6

CN1525140A 2004.9.1

审查员 李明瑞

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 章社杲

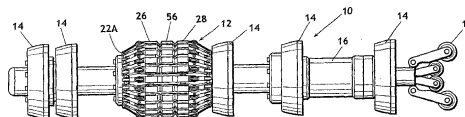
权利要求书4页 说明书11页 附图4页

[54] 发明名称

清管器及其操作方法

[57] 摘要

本发明涉及一种清管器及其操作方法，用于确定清管器穿过的铁磁管道的特性，包括：清管器本体；同轴周向间隔开的极性相对的第一和第二磁体，其支承清管器本体，并且提供磁体之间的管道区域的基本上的完全磁饱和；磁体之间的第一仪器，被设置为生成响应磁漏的信号，提供有关管道内表面和/或外表面异常的第一信息；第二仪器，由磁体之间的清管器本体支承，并且被设置为生成响应管道内表面中的感生涡电流的信号，提供有关管道内表面中异常的第二信息；信号处理电路，结合第一信号和第二信号，并且其中，第二仪器仅响应于由信号处理电路生成的信号而被激励。



1. 一种清管器，用于确定所述清管器穿过的铁磁管道的特性，包括：

清管器本体，被同轴支承，并且在所述管道内响应于流体流动而移动；

第一和第二同轴周向间隔设置的极性相对的磁体，由所述清管器本体支承，并且提供所述磁体之间的所述管道区域的完全磁饱和；

第一仪器，由所述磁体之间的所述清管器本体支承，并且被设置为生成响应磁漏的信号，用于提供关于所述管道内部和/或外表面中的异常的第一信息；

第二仪器，采用由所述磁体之间的所述清管器本体支承的脉冲和感应线圈对，并且被设置为生成响应所述管道内表面中感生的涡电流的信号，以提供关于所述管道内表面中的异常的第二信息；

信号处理电路，结合所述第一信号和所述第二信号，以显示所述管道异常的量级和内部或外部位置；以及

其中，所述第二仪器仅响应于由所述信号处理电路生成的信号而被激励。

2. 根据权利要求1所述的清管器，其中，所述第一仪器和所述第二仪器被设置在位于所述清管器本体周围的多个紧密隔开的头部中，并且设置在与所述管道的轴线垂直的平面内。
3. 根据权利要求1所述的清管器，其中，所述第一仪器是霍尔效应装置。

4. 根据权利要求1所述的清管器,其中,所述磁体固定在位于间隔开的平行平面中的伸长衔铁的相对端,其中,每个所述平面均包括所述管道的轴线,所述衔铁可定位地在径向由所述清管器本体支承,所述第一仪器和所述第二仪器由所述衔铁支承。
5. 根据权利要求4所述的清管器,其中,所述衔铁和所述磁体被设置为磁性互斥,以获得朝向所述管道内圆周壁的径向向外位移。
6. 根据权利要求4所述的清管器,包括固定于所述衔铁的间隔件,用于与所述管道内壁啮合,进而紧密地支承所述磁体以及所述第一仪器和所述第二仪器,所述间隔件相对于所述管道内壁有预定间隔。
7. 根据权利要求4所述的清管器,其中,每个所述衔铁均通过连杆臂由所述本体支承。
8. 根据权利要求1所述的清管器,其中,当所述清管器移动穿过所述管道时,所述第一仪器响应于所检测到的磁阻变化。
9. 根据权利要求1所述的管道清管器,其中,所述第二仪器响应于检测到的所述管道内表面中的感生电流变化。
10. 一种确定金属管道的内表面和外表面特性的方法,包括以下步骤:
 - (a) 移动轴向支承的清管器本体穿过管道;
 - (b) 通过由所述清管器本体携带的磁体,使与所述清管器一起移动的所述管道的圆周区域磁饱和;
 - (c) 持续地测量所述移动圆周区域中的磁阻的变化,以显示所述管道内表面或外表面中的异常的存在和大小;

(d) 电激励多个脉冲线圈，以在所述管道的所述移动圆周区域的内表面中感生涡电流；

(e) 通过每个均与所述脉冲线圈成对的多个感应线圈，测量所述涡电流，以确定所述管道内表面中是否存在异常；

(f) 比较信号处理电路中步骤(c)和步骤(e)的结果，以确定步骤(c)中检测到的异常是位于管道的内表面还是外表面上；

(g) 记录步骤(c)和步骤(f)的结果，以提供关于管道壁异常的发生、大小、以及内部/外部位置的信息；以及

(h) 仅响应于由所述信号处理电路生成的信号，激励步骤(d)中的所述多个脉冲线圈。

11. 根据权利要求10所述的方法，其中，通过仪器实现步骤(c)和步骤(e)，所述仪器被设置在位于所述清管器本体周围的多个紧密间隔开的头部中，并且被设置在与所述管道的轴线垂直的平面内。
12. 根据权利要求10所述的方法，其中，使用霍尔效应装置来实现步骤(c)。
13. 根据权利要求10所述的方法，其中，通过磁体实现步骤(b)，所述磁体固定在伸长衔铁的相对端，所述衔铁在管道轴线的平行平面中间隔开，并且可替换地在径向由所述清管器本体支承。
14. 根据权利要求13所述的方法，包括将所述衔铁设置为使支承于其上的所述磁体的磁性互斥，使得朝向所述管道的内圆周表面径向地偏压所述衔铁和固定在其上的仪器。

-
15. 根据权利要求 14 所述的方法，包括相对于所述管道的内圆周表面以预定间隔将间隔件固定于所述衔铁，用于啮合所述管道的内圆周表面，从而紧密地支承所述磁体和所述仪器。
 16. 根据权利要求 13 所述的方法，包括通过枢轴连杆臂将所述衔铁固定于所述清管器本体。

清管器及其操作方法

缩微胶片附录参考

本申请未在任何缩微胶片附录中提及。

技术领域

本文中公开的是一种具有内径-外径 (ID-OD) 识别力的管道检测清管器 (instrument pig)。该清管器的功能通过与涡电流系统耦合的磁漏检测来实现，其中，该涡电流系统提供用于识别管道外表面和内表面之间的异常的装置。通过采用涡电流脉冲发生器线圈和涡电流检测线圈以提供用于显示检测到的磁漏异常是否位于管道内表面中的信号来实现内径-外径识别。

背景技术

磁通量泄漏检测工具在管道中的使用是一项已知技术。通过在管道壁中建立磁场并且检测由管道壁中的异常引起的磁漏来检测铁磁体管道中的裂纹。由诸如管道壁的腐蚀、凹陷、或者结构的改变 (其中的一些可以由耦合、焊接、轴环等造成) 等异常而引起的磁场扭曲，可以在记录的信息中被发现、测量、和确定。因此磁漏管道检测工具提供了一种用来确定检测清管器穿过的管道的特性的已知方法。

关于磁漏检测工具的一个问题是，确定所检测到的磁漏是否是由在内部或外部管道壁表面上的诸如腐蚀等异常所引起的。当进行

管道检测时，重要的是记录管道壁中的异常的位置和大小，以及被识别为存在于管道内部表面或管道外部表面上的异常的位置和大小。

测量磁漏的已知方法是使用霍尔效应装置。

磁漏检测清管器通常包括对多个衔铁的使用，每个衔铁在其一端具有正磁极而在其另一端具有负磁极。磁体被构造和设置为在检测清管器移动穿过管道时，使管道的短圆周长度基本上磁饱和。

关于用于管道检测的清管器，并且特别是通过测量磁漏而检测异常的清管器的背景信息，可以参照以下先前公布的美国专利：

专利号	公布日期	标题
3,949,292	1976年4月6日	具有枢转支承结构的管道检测装置
4,769,598	1988年9月6日	用于电磁测试管道壁的设备
4,945,306	1990年7月31日	用于感应磁场的线圈和霍尔装置电路
4,964,059	1990年10月16日	用于检测管道的设备
5,283,520	1994年2月1日	通过测量管道达到磁饱和的时间而确定磁管厚度的方法
5,293,117	1994年3月8日	与使用第二磁场来确定第一磁场的铁磁小直径管材一起使用的磁探伤器
5,506,505	1996年4月9日	用于远距离地标识管道器的设备，包括具有与垂直设置的顺磁材料接合的表面的传感器外壳、固态传感器以及标记
5,565,633	1996年10月15日	螺旋牵引设备和方法
5,864,232	1999年1月26日	用于分析管道壁中异常的磁通量管道检测设备
6,023,986	2000年2月15日	用于管道的磁通量泄漏检测工具
6,640,655	2003年11月4日	自跟踪传感器悬浮机构
6,683,452	2004年1月27日	例如用于检测金属内部裂缝或者金属形状的磁通量密度设备

除了上面所列的专利之外，相关参考还有于1991年5月在Society of Petroleum Engineers中发表的题为“Full-Signature Multiple-Channel Vertilog（全信号多通道垂直测井）”（作者为G.W. Adams和W.D. Moffat）的文章。

发明内容

本发明的清管器用于确定其穿过的铁磁体管道的特性。该清管器的基本特征包括清管器本体，其同轴地支承在管道内，并且设置有杯状件，以使得清管器本体响应于流体流动而在管道内移动。此处所使用的“流体”包括液体、气体、或其混合物。

清管器本体支承多个极性相对的第一和第二同轴周向间隔开的磁体。一对磁体被设置为围绕清管器本体周向设置，并且间隔开的磁极靠近管道内圆周壁。间隔开的极性相对的磁体被设置为提供磁体之间的管道圆周区域的基本上的完全磁饱和，当管道清管器本体移动穿过管道时，管道的完全磁化区域与管道清管器本体一起持续移动。

第一仪器固定于清管器本体，其被支承在磁极之间，并被设置为生成响应磁漏的信号。由于在管道壁的内或外圆周表面中出现的异常，所以发生了管道完全磁化区域的磁漏。

第二仪器在磁体的磁极之间由清管器本体支承，并且被设置为生成响应管道内部表面中所感生的涡电流的信号。通过测量感生的涡电流，可以显示所检测到的异常是否存在于内表面中。如果检测到异常由于磁漏引起，并且如果涡电流仪器显示管道内圆周壁没有异常，那么通过逻辑推理可以得出，所检测到的异常位于管道外表面中。如果检测到异常，并且同时涡电流仪器显示管道内表面中存在异常，那么逻辑系统显示所检测到的异常位于管道内表面上。

通过结合第一信号和第二信号来显示管道异常的量级和内部或外部位置，可以确定所检测到的异常是位于内表面还是外表面上。

为了将涡电流引入管道的内表面中，需要能量，并且通常的涡电流感应系统消耗大量的能量用于持续操作。只有当需要记录测量结果时才需要引入并测量涡电流。因此，在此处的清管器中，只有当被信号处理电路请求时涡电流仪器才被激励。

尽管可以以多种方式检测磁漏，但此处用于实现本发明的非常成功的并且是优选的系统包括对霍尔效应装置的使用。

在此，本发明可以进一步概括为一种方法，该方法确定了金属管道的内表面和外表面的特性，包括以下步骤：(a) 移动轴向支承的清管器本体穿过管道；(b) 通过由清管器本体携带的方式，使与清管器一起移动的管道周边区域磁饱和；(c) 持续地测量在管道的移动周边磁化区域中的磁阻变化，以显示管道内表面或外表面中的异常的存在和大小；(d) 电起动多个脉冲线圈，以在管道的移动周边区域的内部表面中感生涡电流；(e) 通过其每个都与脉冲线圈成对的多个感应线圈来测量涡电流，以确定管道内表面中是否存在异常；(f) 比较步骤(c)和步骤(e)的结果，以确定步骤(c)中检测到的异常是位于管道的内表面还是外表面上；(g) 记录步骤(c)和步骤(f)的结果，以提供有关异常的大小和相对于管道壁的内部/外部位置的信息；以及(h) 激励步骤(d)中仅由所述信号处理电路产生的所述多个脉冲线圈。

通过以下结合附图对优选实施例以及权利要求的详细描述，可以更好和更全面地了解本发明。

附图说明

图1是可以在实施本发明中的过程中采用的一种管道清管器组件的正视图。图1中的管道清管器包括杯状件，用于接触管道壁的

内表面，并且用于通过流体（液体或气体）流动而使清管器移动穿过管道。

图 2 是图 1 的管道清管器的仪器部分的正视图，示出具有永磁体的多个平行的、紧密间隔开的衔铁。该衔铁通过连接臂连接于清管器本体。

图 3 是图 2 的横截面正视图，仅示出在本发明中采用其磁体、间隔件、连接件、和仪器的衔铁的顶部和底部。

图 4 是局部等轴视图，示出典型的管道清管器本体和带有在本发明中采用的相关磁体、仪器、间隔件、和连接件的代表性衔铁。

图 5 是示意性横截面正视图，示出管道壁的一部分和在本发明中采用的包括霍尔效应传感器组件并结合有涡电流传感器的基本仪器。

图 6 是用于实施本发明的清管器的一部分示意性正视图。该图示出了具有连接磁体和位于磁体之间的仪器的一个衔铁的清管器本体。通过框图，示出了用于实施本发明的基本电子器件。

具体实施方式

应当理解，本发明并不仅限于附图中示出的组件的结构和布置的细节。本发明可以有其它实施例并且可以以其它方式实现或完成。此外，此处所采用的措辞和术语仅用于描述，并不用于限制本发明。

如附图所示，在解释清管器的操作和确定金属管道的内表面和外表面特征的方法中所采用的元件将以如下数字标出：

10 清管器	56 头部组件
12 仪器部分	58 感生的涡电流
14 弹性杯状件	60 霍尔效应处理电路
16 仪器支承组	62 62A-D
18 测距仪	64 涡电流脉冲发生器电路
20 清管器本体	66 涡电流处理电路
22 A、B 端板	68 输出信号
24 衔铁	70 信号处理和输出电路
26 正极磁体	72 霍尔效应仪器
29 负极磁体	74 涡电流仪器
30 前连杆臂	76 导线
32 后连杆臂	78 导线
34 销	80 导线
36 槽	82 导线
38 间隔件	84 导线
40 霍尔效应传感器	86 测距仪轮
42 内圆周表面	88 测距仪电路
44 管道	90 位置信号
46 外圆周表面	92 导线
48 测量范围	94 记录器
50 涡电流传感器系统	54 感生的涡电流

参照图 1, 示出了能够采用本发明原理的该类典型管道清管器。整个管道清管器通常由数字 10 表示, 并且包括本发明具体涉及的仪器部分 12。典型的管道清管器 10 包括对具有两种基本功能的多个 (在图中示出 5 个) 弹性杯状件 14 的使用。第一, 杯状件 14 在管道内在中心支承管道清管器, 第二, 其具有与管道内壁啮合的圆周边缘或唇缘, 形成活塞式关系, 使得流过管道的流体产生逆着移动管道清管器 10 穿过管道的杯状件的力。

除了仪器部分 12 之外, 如图所示, 典型的管道清管器 10 包括通常包含电池以及记录仪器的仪器支承组 16, 其中, 通过电池向仪器部分 12 供电。仪器支承组 16 通过内置线缆 (未示出) 连接到仪器部分 12。

另外, 典型的管道清管器包括测距仪 18, 采用接合管道内壁表面的轮子形式, 以提供用于记录所检测到的管道壁中的异常的位置的电信号。

应当理解, 仅通过实例而不是限制的方式说明清管器 10。本发明不局限于仪器部分 12 的布置, 并且这样的仪器部分可以与其它的清管器系统结合使用。

在图 2 至图 6 中, 将更加详细地解释仪器部分 12。参照图 2 和图 3, 解释了用于实施本发明的仪器系统的基本结构布置。仪器部分 12 包括具有间隔开的端板 22A 和 22B 的清管器本体 20。多个伸长的衔铁 24 支承在端板之间, 衔铁 24 紧密地平行间隔布置并且定位在清管器本体 20 的圆周周围。每个衔铁 24 在一端支承正极磁体 26, 并且在另一端支承负极磁体 28。其经常被称为北极和南极磁体, 而不是称为“负”和“正”极磁体。安装在相关衔铁 24 上的磁体 26 和 28 紧密地间隔开, 并具有磁场强度, 使得磁体 26 和 28 之间的管道长度的圆周部分至少基本上是完全磁饱和的。

每个衔铁 **24** 由前连杆臂 **30** 和后连杆臂 **32** 支承在板 **22A** 与 **22B** 之间。每个前连杆臂 **30** 均在其一端枢转于板 **22A** 并且在其后端枢转于衔铁 **24**。每个后连杆臂 **32** 均在其一端枢转于衔铁 **24** 并且在其后端具有容纳在槽 **36** 中的销 **34**。从而连杆臂 **30** 和 **32** 允许每个衔铁 **24** 相对于清管器本体 **20** 具有柔性的径向位置，也就是说，每个衔铁可以根据需要向内和向外偏斜，以与清管器穿过的管道壁的内圆周表面保持一致。

为保持磁体 **26** 和 **28** 紧密接近内管道壁，但同时防止磁体由于与管道壁结合而磨损，因而采用间隔件 **38**。间隔件 **38** 可以是如图所示的轮状，或者可以是靠着管道内壁滑动而设置的衬垫，由此将磁体 **26** 和 **28** 隔开，使之紧密接近管道壁但不与其接触。使用起到间隔件作用的轮状件是公知技术并不是本发明的一部分。

通过参照图 5 和图 6 可以更好地解释本发明的实质。图 5 示意性地示出了基本概念。通常在图 5 中示出的清管器 **10** 带有主要包括霍尔效应传感器 **40** 的仪器，其中，霍尔效应传感器由与具有相应的外圆周表面 **46** 的圆周管道 **44** 的内圆周表面 **42** 紧密接近的仪器支承。使用霍尔效应传感器 **40** 是公知技术，用于检测磁饱和管道壁中的磁漏。通过霍尔效应传感器 **40** 获得的异常的检测范围通过图 5 中的虚线 **48** 示出。

如果本发明的清管器 **10** 包括只包含霍尔效应传感器的仪器，则其可以用来提供显示管道壁中的异常的记录，但是这样的记录不会提供所检测到的异常是位于管道内圆周表面 **42** 上还是位于管道外圆周表面 **46** 上的信息。为了提供这种缺少的信息，本发明的清管器的仪器组包括对涡电流传感器系统 **50** 的使用。通常来说，“涡电流”是导电物体中的能够引起能量损失的感生电流。涡电流有时也称作“傅科 (Foucault) 电流”。涡电流以与主电流的方向相反的方向移动并且通常是圆周运动。涡电流的独特特性在于，当被导入导

电物体中时，其通常被限定到该物体的表面的较浅深度。如图 5 所示，这种特性在本发明中作为优点使用，每个涡电流传感器系统 **50** 通过将由虚线 **54** 所示的涡电流导入管道壁 **44** 的内圆周表面 **42** 而起作用。通过使涡电流传感器系统 **54** 携带的线圈脉动而感生涡电流 **54**。

涡电流传感器经常被采用来测量导电材料的接近度。其利用由将导电材料暴露于高频磁场而产生的“透入深度”效应。同样，其介入材料的有效场限于几千分之一英寸。另外，其能够在强低频磁场中操作，而对性能几乎没有影响。

图 5 中公开的传感器概念结合了支承在同一头部组件（例如能够在图 3、图 4 和图 6 中更好地看到的头部组件 **56**）中的霍尔效应传感器 **40** 和涡电流传感器系统 **50**。本发明的系统采用霍尔效应传感器 **40** 作为金属损失以及管道壁的内圆周表面 **42** 和外圆周表面 **46** 中所存在的异常的主要定量指示器。这是由于视场，即图 5 中所示的测量范围 **48** 包括整个管道壁 **44**。然而涡电流传感器只是观察到内部管道壁 **42** 的较浅深度，并且对应于管道内壁的金属损失。

涡电流传感器系统 **50** 采用对脉冲线圈设计的使用，以使所需的能量最小化。在图 5 中，这由感生的涡电流 **54** 和由虚线 **58** 表示的感应的涡电流表示。感应的涡电流的量化程度表示管道 **44** 的内圆周表面 **42** 的异常的存在或不存在，即，损失的金属。

本发明的一个重要特性是涡电流传感器系统 **50** 被激励或激发，以产生只作为来自电子仪器的请求的感生涡电流 **54**。这在图 6 中示意性地表示，图 6 示出响应于检测到的管道壁 **44** 中的异常 **62A** 至 **62D** 的霍尔效应处理电路 **60**。当被信号处理电路 **70** 请求时，涡电流脉冲发生器电路 **64** 被激活，以激励涡电流传感器系统 **50** 产生由图 5 中的 **54** 表示的感生涡电流。涡电流处理电路 **66** 响应感应的涡

电流 **58** (见图 5), 并且将导线 **68** 上的输出信号提供至信号处理输出电路 **70**。

图 6 示意性地示出本发明的清管器 **10** 的一部分, 示出了清管器本体 **20**、衔铁 **24**、支承在衔铁上的正极磁体 **26** 极和负极磁体 **28**、以及设置在磁体之间的包含霍尔效应仪器 **72** 和涡电流仪器 **74** 的头部组件 **56**。涡电流仪器 **74** 响应涡电流脉冲发生器电路 **64**, 以产生如图 5 所示的感生涡电流 **54**, 并且用于检测和测量由图 5 中的数字 **58** 表示的最终感应的涡电流流动。如图 6 所示, 涡电流脉冲发生器信号由导线 **76** 传递到涡电流仪器 **74**, 而感应的涡电流由导线 **78** 传送到涡电流处理电路 **66**。导线 **80** 将来自霍尔效应仪器 **72** 的信号传送到霍尔效应处理电路 **60**。用于激发涡电流脉冲发生器 **64** 的来自处理电路 **70** 的启动信号由导线 **82** 传送, 而由霍尔效应仪器 **72** 生成的量化处理信号由导线 **84** 传给信号处理和输出电路 **70**。

图 6 示出对测距仪轮 **86** 的使用, 其向测距仪电路 **88** 提供信号, 而测距仪电路 **88** 将位置信号 **90** 提供至信号处理和输出电路 **70**。

虽然内径/外径识别传感器通常被设置在位于远离清管器的导磁体系统的某处的头部的第二列, 但是在本发明中, 霍尔效应传感器 **72** 和涡电流仪器 **74** 均在位于磁极 **26** 和 **28** 之间的同一头部组件 **56** 中。该系统不需要位于工具上某处的次级传感器阵列, 从而减少了从传感器头部向数据录入电子仪器传递信号所需要的导线和线缆的数量。

因此, 第一仪器, 即包括在头部组件 **56** 中并位于磁极 **26** 和 **28** 之间的霍尔效应仪器 **72**, 被设置为通过导线 **80** 生成响应于磁漏的信号, 进而用来提供关于管道内表面 **42** 或外部面 **46** 中的异常 **62A** 至 **62D** 的第一信息。第二仪器, 即涡电流仪器 **74**, 由磁体 **26** 和 **28** 之间的头部组件 **56** 支承, 并且被设置为生成响应图 5 所示的在管

道内表面 42 中所感生的涡电流 54 和 58 的信号，提供关于管道 44 的内壁 42 中的异常的第二信息。如图 6 的示意性电路图所示，本发明的一个重要特征是，第二涡电流仪器只响应于由信号处理电路 70 生成的信号而被激励。这样，仅当需要数据时才采用操作涡电流仪器 74 所需要的能量，因此，基本上能够实现节能。

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。

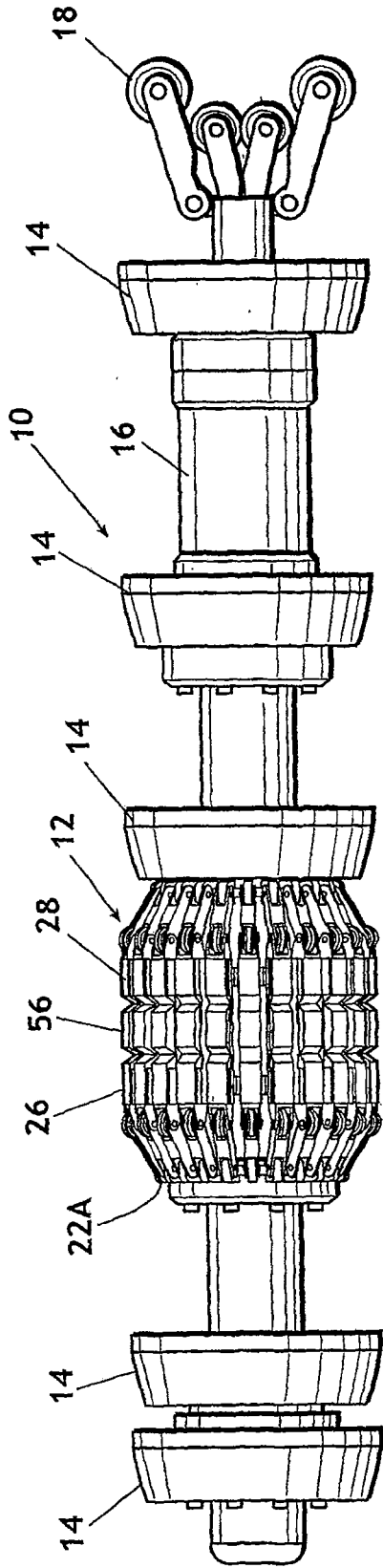


图1

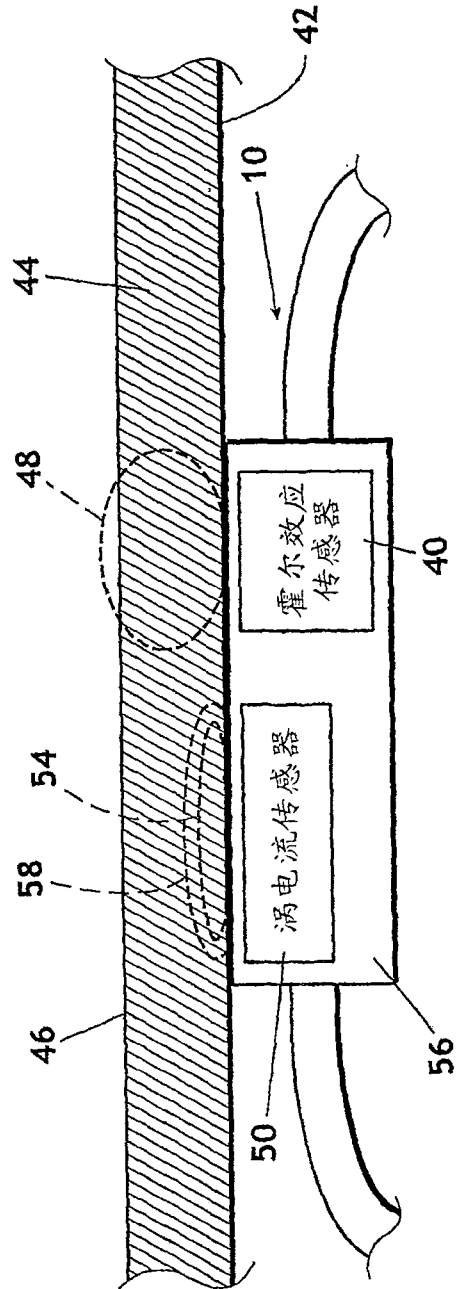


图5

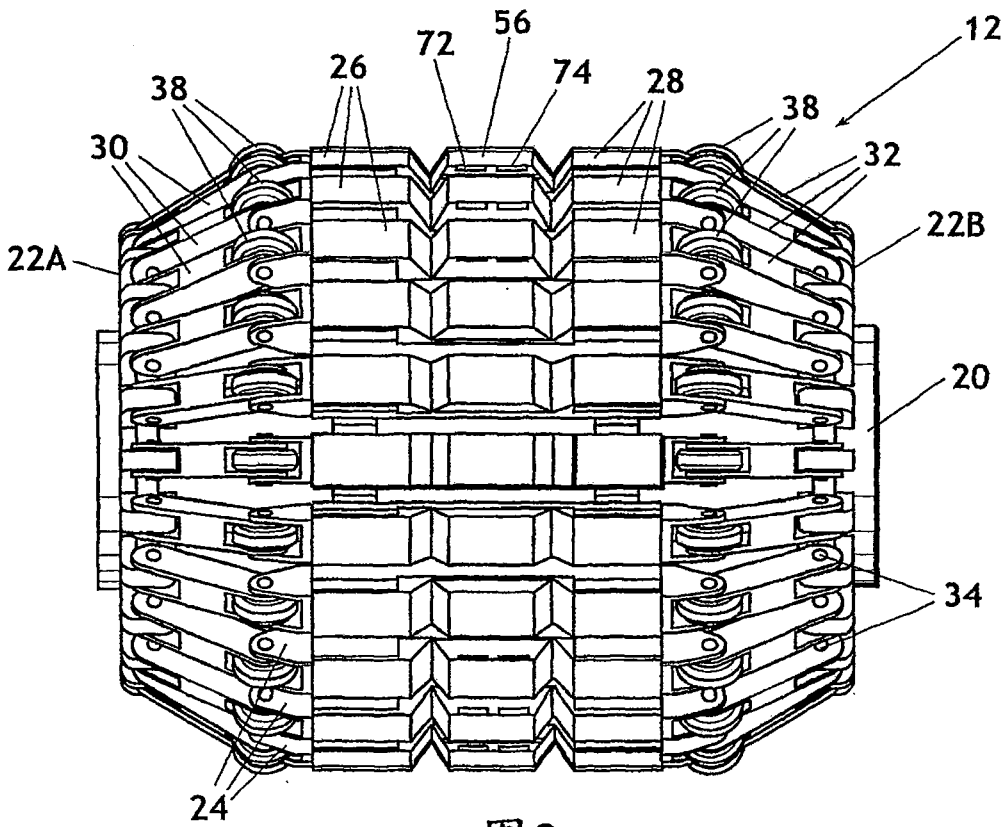


图2

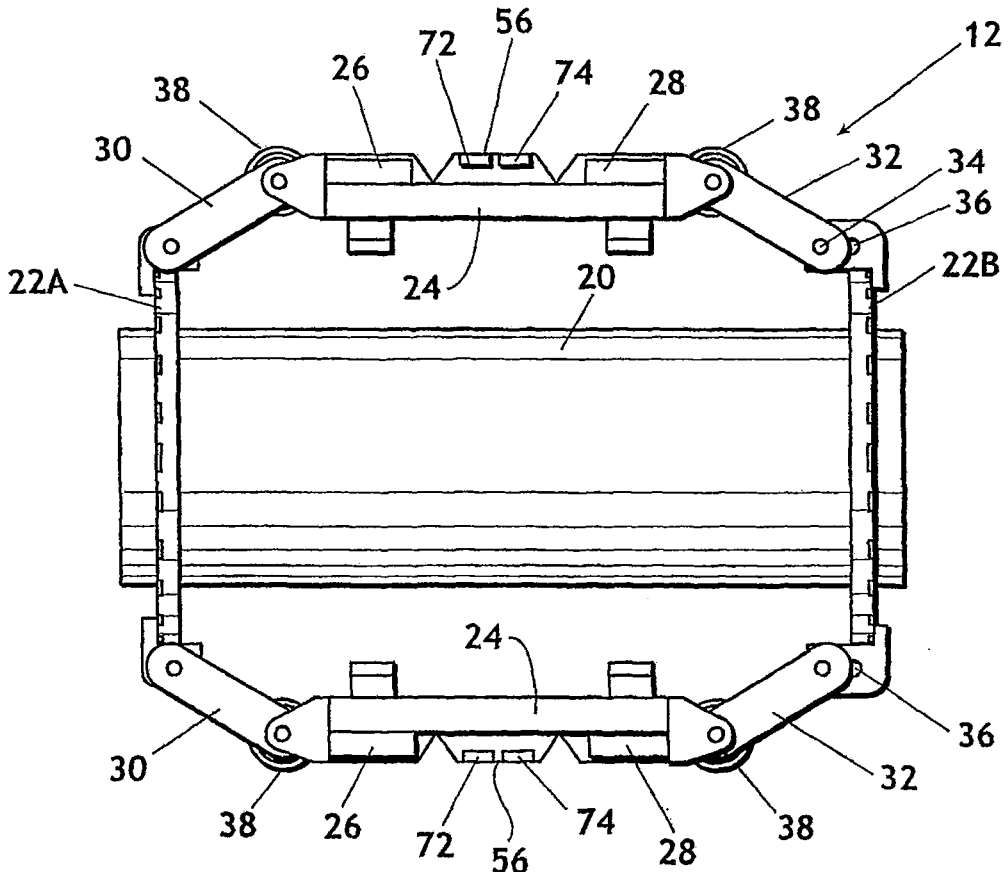


图3

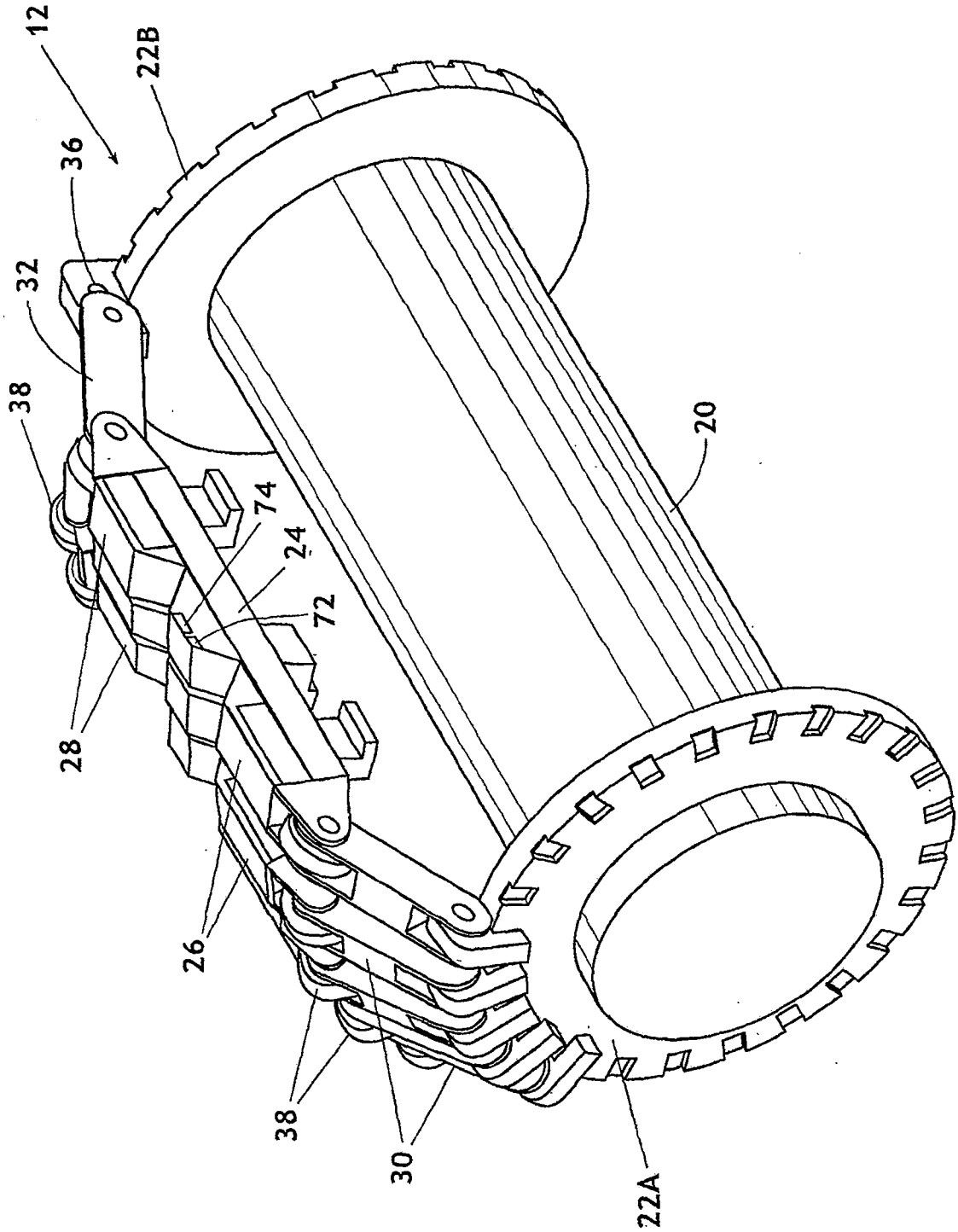


图4

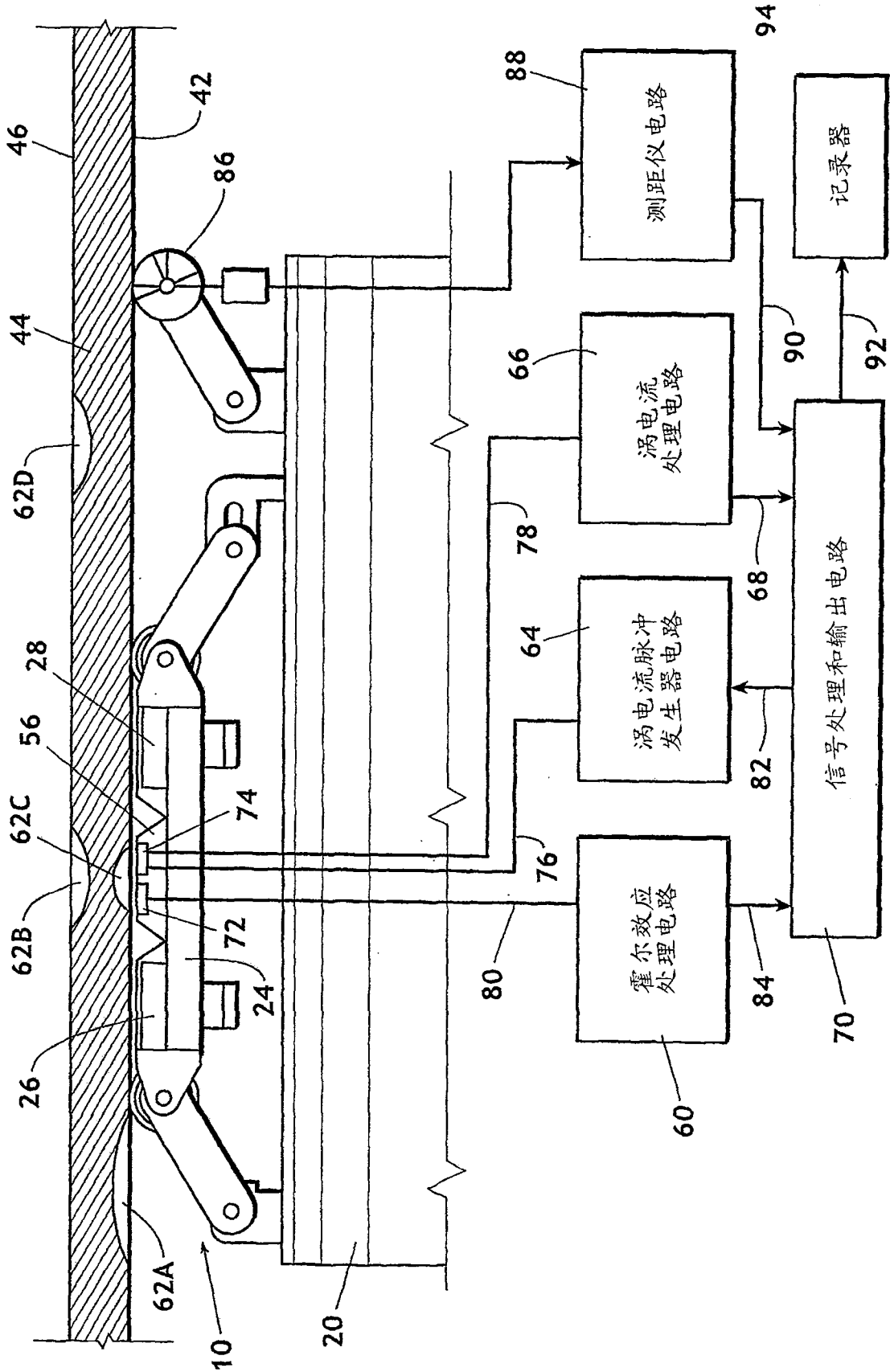


图6