



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110799839 A

(43)申请公布日 2020.02.14

(21)申请号 201880043109.X

(22)申请日 2018.07.05

(30)优先权数据

15/641,453 2017.07.05 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/040893 2018.07.05

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/010287 EN 2019.01.10

(71)申请人 沙特阿拉伯石油公司

地址 沙特阿拉伯达兰

(72)发明人 A.埃默 F.阿布德拉蒂夫

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王增强

(51)Int.Cl.

G01N 29/22(2006.01)

C23F 13/04(2006.01)

G01B 17/02(2006.01)

G01N 27/30(2006.01)

G01N 27/416(2006.01)

G01N 29/265(2006.01)

G01N 17/02(2006.01)

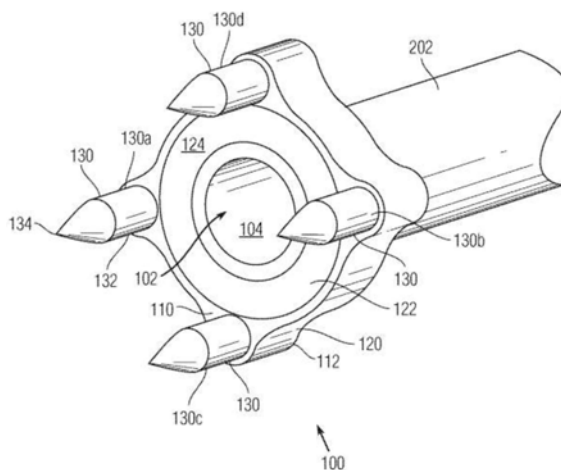
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

具有集成表面清洁和检查的水下载具

(57)摘要

公开了适于附接到远程操作载具的机器人臂的集成探头和探头系统。所述探头和探头系统用于在水下表面处执行清洁操作以及阴极保护(CP)电压测量和超声波测试(UT)厚度测量两者。阴极保护测量系统包括从所述探头向外延伸的一个或多个导电支腿。这些支腿被布置在清洁工具和超声波传感器周围。当所述集成探头接触所述水下表面时,至少一个支腿接触所述表面,从而在所述探头与所述水下表面之间提供进行有效的清洁和UT检查所需要的距离。可清洁所述水下表面,并且可在单个操作期间使用单个集成探头执行CP和UT测量,而不必重新定位所述探头。



1. 一种集成探头,所述集成探头适于在水下表面处基本上同时执行清洁、阴极保护电压读取和超声波测试厚度测量,所述集成探头包含:

壳体,所述壳体具有前表面和后表面;

清洁射流工具,所述清洁射流工具具有延伸穿过所述壳体的所述前表面的孔口;

超声波探头,所述超声波探头设置在所述壳体内,所述超声波探头具有换能器晶体和布置在所述换能器晶体周围的柔性膜,以及设置在所述柔性膜与所述换能器晶体之间的间隙内的联接剂;和

阴极检查工具,所述阴极检查工具具有一个或多个支腿,每个支腿具有导电尖端和容纳参比电极的海底壳体,每个支腿远离所述壳体纵向延伸并且布置在所述清洁射流工具和超声波探头周围,

其中所述一个或多个支腿能够响应于当所述一个或多个支腿接触所述水下表面时施加的力而被动地调节,并且

其中所述一个或多个支腿远离所述壳体延伸一定距离,使得在所述一个或多个支腿的所述导电尖端与所述水下表面接触的情况下,所述清洁射流工具和所述超声波探头分别处于用于进行有效地清洁和超声波测量的距离处。

2. 根据权利要求1所述的集成探头,其中所述清洁射流工具的所述孔口位于所述壳体的中心位置处。

3. 根据权利要求1所述的集成探头,其中所述超声波探头在所述清洁射流工具的所述孔口周围延伸。

4. 根据权利要求1所述的集成探头,其中所述一个或多个支腿提供一定程度的柔性,其弯曲以使所述清洁射流工具和超声波探头朝向所述水下表面定向,以在所述一个或多个支腿与所述水下表面接触的情况下进行清洁和检查。

5. 根据权利要求1所述的集成探头,其中所述导电尖端由不锈钢制成。

6. 根据权利要求1所述的集成探头,其中所述一个或多个支腿以两对在直径上相对的支腿的形式布置在所述超声波探头周围。

7. 根据权利要求1所述的集成探头,其中至少一个自由度由将所述壳体联接到外部载具的一个或多个接头提供。

8. 一种系统,所述系统用于在水下表面处基本上同时执行清洁、阴极保护电压读取和超声波测试厚度测量,所述系统包含:

远程操作水下载具,所述远程操作水下载具具有机器人支撑臂,所述机器人支撑臂具有远侧端部;

集成探头,所述集成探头用于清洁、测量阴极保护电压和超声波测试厚度测量,联接到所述机器人支撑臂的所述远侧端部,其中所述集成探头包括:

壳体,所述壳体具有前表面和后表面;

清洁射流工具,所述清洁射流工具具有延伸穿过所述壳体的所述前表面的孔口;

超声波探头,所述超声波探头设置在所述壳体内,所述超声波探头具有换能器晶体和布置在所述换能器晶体周围的柔性膜,以及设置在所述柔性膜与所述换能器晶体之间的间隙内的联接剂;和

阴极检查工具,所述阴极检查工具具有一个或多个支腿,每个支腿具有导电尖端和容

纳参比电极的海底壳体,每个支腿远离所述壳体纵向延伸并且布置在所述清洁射流工具和超声波探头周围,

其中所述一个或多个支腿能够响应于当所述一个或多个支腿接触所述水下表面时施加的力而被动地调节,并且

其中所述一个或多个支腿远离所述壳体延伸一定距离,使得在所述一个或多个支腿的所述导电尖端与所述水下表面接触的情况下,所述清洁射流工具和所述超声波探头分别处于用于进行有效地清洁和超声波测量的距离处。

9. 根据权利要求8所述的集成探头,其中所述清洁射流工具的所述孔口位于所述壳体的中心位置处。

10. 根据权利要求8所述的集成探头,其中所述超声波探头在所述清洁射流工具的所述孔口周围延伸。

11. 根据权利要求8所述的集成探头,其中所述一个或多个支腿提供一定程度的柔性,其弯曲以使所述清洁射流工具和超声波探头朝向所述水下表面定向,以在所述一个或多个支腿与所述水下表面接触的情况下进行清洁和检查。

12. 根据权利要求8所述的集成探头,其中所述导电尖端由不锈钢制成。

13. 根据权利要求8所述的集成探头,其中所述一个或多个支腿以两对在直径上相对的支腿的形式布置在所述超声波探头周围。

14. 根据权利要求8所述的集成探头,其中至少一个自由度由将所述壳体联接到外部载具的一个或多个接头提供。

15. 一种利用集成探头对水下表面执行清洁操作、阴极保护电压读取和超声波测试厚度测量的方法,所述集成探头具有清洁射流工具、超声波探头和具有导电尖端的至少一个支腿,所述方法包含:

将具有至少一个机器人臂的远程操作载具定位在所述水下表面的附近,其中所述集成探头设置在所述机器人臂的自由端部处,并且所述集成探头联接到臂端部执行器;

使所述水下表面与所述集成探头接触,使得具有所述导电尖端的所述至少一个支腿与所述水下表面接触,其中所述至少一个支腿的长度将所述清洁射流工具和超声波探头定位在距所述水下表面期望的距离处,用于进行有效的清洁和测量;

通过使高压流体离开所述清洁射流工具并撞击所述水下表面来清洁所述水下表面;

通过所述至少一个支腿测量所述水下表面处的电压;和

通过所述超声波探头测量所述水下表面的厚度。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述清洁、测量电压和测量厚度的步骤全部在不重新定位所述远程操作载具的情况下执行。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中所述清洁、测量电压和测量厚度的步骤全部在单个接触步骤期间执行。

具有集成表面清洁和检查的水下载具

技术领域

[0001] 本专利申请总体上涉及清洁、测试、测量机构,并且更具体地涉及用于在水下环境中清洁和超声波测量厚度并执行阴极保护电压读取的探头系统。

背景技术

[0002] 执行水下表面的清洁和检查通常是困难且耗时的过程,所述过程可能需要多个单独的机器人载具和/或机器人载具(包括多个单独的机器人臂和探头)。通常,首先使清洁工具与待检查的水下表面接触以清洁表面,从而可在表面上执行检查。然后必须将清洁工具从已经清洁的表面上移开,并且必须将单独的机器人/探头定位并使其与刚刚清洁的区域接触以执行检查过程。如果需要多种检查,则必须使单独的机器人/探头与清洁区域接触。移除和重新定位单独的探头/机器人可很耗时、困难且昂贵。

[0003] 尽管一些检查机器人包括清洁和检查工具,但它们通常沿着载具位于不同位置。因此,载具必须首先清洁表面的某个区域,并且然后相对于表面移动,以使传感器相对于所述区域就位。这需要机器人的受控运动以确保适当对准,并且还延迟了过程,因为机器人必须在清洁和检查操作之间移动。此外,这些系统通常需要在机器人和地面之间提供支座的单独结构。这些单独结构增加了系统的复杂性、重量和成本。

[0004] 本发明提供对这些和其它问题中的一个或多个的解决方案。

附图说明

[0005] 附图示出实例性实施例,并且不旨在限制本发明。在附图中,相似的附图标记旨在指代相似或对应的部件。

[0006] 图1示出根据本申请的至少一个实施例的集成的清洁、CP和UT探头系统的等距视图;并且

[0007] 图2示出安装在水下机器人载具上的图1的集成的清洁、CP和UT探头系统的侧视图。

具体实施方式

[0008] 现在参照附图描述本发明,附图形成本发明的一部分,并且通过说明的方式示出本发明的实例实施方案和/或实施例。应当理解,在不脱离本发明的精神的情况下,可实施其它实施例并且可进行结构上的改变。除其它之外,例如,所公开的主题可体现为方法装置、组件或系统。

[0009] 此外,已经认识到,术语可具有在上下文中在明确陈述的含义之外建议或暗示的含义。同样地,如本文所使用的短语“在一个实施例中”不一定指代相同实施例,并且如本文所使用的短语“在另一实施例中”不一定指代不同实施例。举例来说,预期要求保护的主体可基于各个实例实施例的组合或各个实例实施例的部分的组合。

[0010] 根据本申请,提供了涉及用于检查和清洁的集成探头和集成探头系统的实施例。

集成探头可包括清洁工具,并且可进一步包括传感器,所述传感器用于测量阴极保护(CP)电压并使用超声波测试(UT)测量表面厚度,其中将执行清洁操作与进行每次测量之间的延迟最小化。以这种方式,可快速连续地或基本上同时地执行清洁操作以及CP和UT测量。举例来说,可在单次下触到具体水下表面(或“检查表面”)(如水下管道或桩基)或系泊的船体的底面期间执行清洁操作以及CP和UT测量。

[0011] 在一个方面,如图2所示,如本文一个或多个实施例中所提供的集成探头100可在例如机器人臂204的自由端部202处联接到远程操作载具(ROV)200的单个机器人臂。举例来说,探头壳体120的后表面112可经由柔性接头208(例如,球窝、连杆等)连接到机器人臂204,所述柔性接头208提供集成探头100的至少一个运动自由度。典型ROV的结构限制将其机器人臂限制为每个机器人臂只有单个可互换或永久安装的探头,并且这类臂缺乏执行清洁操作以及同时执行CP和UT测量所需的灵巧性。因此,常规地,为了使ROV在单次行程中执行清洁操作以及CP和UT测量,它必须具有至少三个机器人臂和/或复杂的结构。每个机器人臂都很重,并且只有大型的工作级ROV才可包括三个或更多个机器人臂。在一些情况下,常规测量方法需要在臂处进行完整的探头交换(例如,从CP到UT,反之亦然),以执行第二次测量。因为两个探头测量系统必须在两个完全单独的CP和UT探头之间进行切换,并且必须将第二探头重新定向到进行第一次探头测量的同一检查表面,所以这类受限致动能力导致固有的延迟(并因此由于必然增加ROV时间而导致成本增加)。当还并入清洁操作时,此过程变得更加复杂,因为除了改变探头之外,还需要重新对准测量探头以对清洁的结构区域进行测量。本申请不需要实施两个单独的CP和UT探头以及另外单独的清洁工具。相反,可使用单个探头在某个位置处实现清洁、CP检查和UT检查,而不必重新定位多个探头/工具来执行这些操作。

[0012] 另外,本文的集成探头系统提供以下优点:可通过仅具有单个机器人臂的小型轻质级ROV(如电动ROV)、一般级ROV、检查级ROV和观测级ROV实施。如果检查表面具有可及性问题(例如,浅水场所),或如果存在电力供应限制,则可能需要较小级ROV。

[0013] 在一个或多个实施例中,集成探头系统100包括中心喷水清洁工具102、居中定位的环形UT传感器或换能器122(例如,压电陶瓷晶体),所述环形UT传感器或换能器122围绕清洁工具,并且进一步围绕导电支腿130的阵列,所述导电支腿130具有尖端或固定装置,所述尖端或固定装置被铰接并且可被动地调节以用于执行CP测量。关于它们如何接触水下表面,导电支腿不是刚性的,而是具有一定的柔性。以这种方式,当导电支腿接触水下表面时,它们被动地调节以使清洁工具和UT传感器横向于检查表面定向。同时,如利用导电的钢尖端,支腿传导与表面相关联的阴极保护电压,从而充当CP探头。因此,CP探头的支腿提供多种功能,原因在于它们提供用于执行CP测量的接触点,并且进一步提供清洁工具相对于检查表面的功能位置,使得清洁工具相对于检查表面处于适当的定向和距离,以进行有效地清洁。以这种方式,可基本上同时进行清洁以及CP和UT测量,从而减少了清洁时间和测量检查时间、添加到机器人臂的尺寸和重量,并且提高了ROV敏捷性。

[0014] 传感器壳体110位于机器人臂120的远侧端部处。超声波环形探头122容纳在传感器壳体110内并且被布置在外部柔性膜124下方。在一个或多个实施例中,超声波探头122可包含以环形布置的多个压电陶瓷晶体。可选择超声波探头122以发射和接收各种特定频率的超声波。举例来说,超声波传感器可在2.0MHz、2.25MHz、3.5MHz、5.0MHz或7.5MHz的频率

下工作。为了促进超声波传输,膜联接剂的薄膜位于例如超声波探头122与传感器壳体110的柔性膜124之间的间隙内。膜联接剂可包含用于使传感器与膜之间的间隙中的空气量最小化的粘性液体、凝胶或糊状物。举例来说,膜联接剂可以是丙二醇、甘油、硅油或各种市售凝胶。

[0015] 通过测量一个或多个参比电极(或“参比电池”)与一个或多个与检查表面接触的电压电极之间的电压差来提供集成探头系统100的CP探头功能。将参比电极与电压电极保持电绝缘,并且通常浸没在水中(如水下环境本身)。在一个或多个实施例中,由纵向延伸超出壳体110的前表面的一个或多个导电支腿130提供集成探头系统100的CP探头功能。支腿130可与壳体110整体形成,或可以是安装在壳体处的单独的阴极探头。在任一种情况下,支腿都可铰接-即,连接以允许灵活移动。在一个或多个实施例中,支腿130可包括壳体132,所述壳体132内容纳用作参比电极的一个或多个参比电池;和在壳体的端部处的用作电压电极的导电尖端134。导电尖端134由可在待测量的水下表面处传导电压的导电金属(如钢或其它合金)制成。容纳在海底壳体132中的参比电池必须暴露于水,并且可以是常规阴极保护电势探头构造中使用的类型,如银/氯化银半电池或纯锌电极。在其它实施例中,参比电极位于ROV或其机器人臂的外表面或容纳在ROV或其机器人臂内。导电支腿130与电压处理装置(如电压表(未示出))电连接,所述电压处理装置可位于集成探头系统100、ROV或表面侧,以便记录和/或显示在测量位点获取的电压读数。在实施ROV的实施例中,ROV可具有通向表面上位置的脐带电缆,以通过电缆将电压表联接到支腿130的非尖端端部,使得当导电尖端134接触水下表面(例如,管道)时,由电压表测量电势。在支腿130的尖端134中的一个处的至少一个电压电极必须与检查表面接触,以获得准确的阴极电势读数,但是当进行读取时,不必使每个支腿130与检查表面接触。由于每个支腿130在电压读取期间呈现的各种电阻路径,本申请不会遭受读数不准确的困扰。

[0016] 在一个或多个实施例中,将支腿130的尖端134成形为具有圆形或椭圆形基部的锥形体。在其它实施例中,支腿130的尖端134是金字塔形、矩形棱柱、半圆形、锐利的、平坦的或具有圆头。以这种方式,尖端134是可重新配置的或可互换的,以实现各种接触配置。举例来说,尖端134可以是可移动的金属辊、带轮尖端或球形脚轮,而不是静态不锈钢尖端。这类配置将减少在下触检查表面(例如管件的钢表面)时对ROV臂端部执行器的影响,并且在执行扫描而不是抽查时允许在检查表面上平移运动。

[0017] 集成探头系统100的清洁功能由流体射流清洁工具102提供。射流清洁工具102包括中心孔口104,所述中心孔口104将高压流体引导朝向待检查的表面。高压流体可以是淡水、海水、清洁流体、或流体与悬浮的清洁颗粒的组合。流体在高压下离开中心孔口104并撞击待检查的表面。流体的高压性质可冲走位于表面上的碎屑,如海洋生物和/或沉积物。高压流体可通过脐带缆线206供应,其中从表面支撑系统提供高压流体。替代地,机器人200可包括可供应高压流体的流体贮存器和泵系统。作为另一替代方案,机器人可包括泵,所述泵可吸入周围的海水并将其在高压下引导通过射流清洁工具102。

[0018] 在集成探头系统100的操作期间,为了基本上同时执行清洁以及CP和UT测量,需要使集成探头系统的清洁、CP和UT方面接近检查表面。足够的接近度取决于射流清洁工具102的有效性和/或超声波探头122的校准,这意味着清洁工具具有一定的清洁有效性范围,并且超声波探头具有一定的有效测量范围,这是因为探头和表面之间的水的特性、表面的材

料以及其它考虑因素。举例来说,超声波探头122的有效测量范围意味着它需要邻接检查表面或在检查表面的几毫米之内以执行成功的测量。如果超声波探头122离检查表面更远,它将失去信号完整性,并且无法获取读数。在一个或多个实施例中,超声波探头122具有0-2mm的有效测量范围。超声波探头122离检查表面越远,UT测量的准确度越低。可调节清洁射流工具以适应UT探头的有效范围。举例来说,可调节孔口的直径和/或形状,使得可调节离开孔口的流体的压力或供应到工具的流体的压力。通过改变喷嘴形状和/或流体供应压力,清洁工具可有效地清洁表面,其距离与UT探头可执行测量的距离相同。以这种方式,可执行清洁和UT检查,而不必在清洁和UT检查操作之间重新定位探头。

[0019] 在一个或多个实施例中,导电支腿130必须接触检查表面以便进行CP电压测量。因此,可将集成探头系统100布置为使得支腿130接触检查表面,同时将清洁射流工具102和超声波探头122都定位在其清洁和测量的有效性范围内(例如,离检查表面0-2mm)。支腿130相对于传感器壳体120内的清洁射流工具102和超声波探头122的布置可被配置为适应特定检查表面的直径或曲率。举例来说,在一个或多个实施例中,支腿130延伸一段距离,超出传感器壳体120。以这种方式,当使集成探头系统100接近检查表面时,支腿130中的一个或多个将接触表面,尽管清洁射流工具和超声波探头仍将足够靠近表面,使其处于执行清洁和准确UT测量的有效范围内,但是清洁射流工具和超声波探头122将不接触表面。在一个或多个实施例中,支腿130延伸超出传感器壳体120 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm或2.5mm。在其它实施例中,将支腿130与传感器壳体120对准。可实施较长的支腿130用于直径较小(例如,大约10cm或更小)的检查表面,因为对于较小的检查表面,集成探头系统100的前表面宽度与检查表面相当,并且因此并非所有支腿都可立刻接触表面,尽管如果至少一个支腿接触表面并且其它支腿被定向为围绕表面,则清洁射流工具和超声波探头122将被定向在其有效测量范围内的检查表面处。因此,CP探头的支腿130提供多种功能,即提供了执行CP测量所需的接触点,并进一步定向和设置了清洁射流工具与表面之间的距离以进行有效清洁,并且还定向和设置了UT探头和表面之间的距离以进行有效测量。以这种方式,集成探头系统100提供了高效且紧凑的设计,所述设计允许在探头的单次下落期间几乎同时地进行清洁以及UT和CP测量,而不必重新定位或使用多个单独的探头。

[0020] 支腿130是否延伸超出传感器壳体120和超出多少,以及在集成探头系统100的前表面处将支腿布置在何处的决定可取决于期望的特定布置。举例来说,支腿130可有利地围绕位于壳体120的前表面110的中心中的传感器壳体120布置,使得每个支腿130彼此等距并且与传感器壳体等距。以这种方式将传感器壳体120居中定位使当支腿130中的一个或多个接触检查表面时执行UT厚度测量的可能性最大化。支腿130与传感器壳体120的距离可变化,这取决于检查特定表面所期望的布置。举例来说,其中支腿130靠近传感器壳体120的布置减小了进行CP电压与UT厚度测量之间的测量滞后的任何差异,并且增加了点检查的精度和点清洁的有效性,而将支腿130与传感器壳体间隔得相对较远提供较宽的清洁和检查区域,并且可提供对准辅助(即,一个支腿接触表面,并且所述支腿弯曲和/或壳体120响应于此力而偏移,从而推动一个或更多其它支腿也处于接触状态)。

[0021] 在图1和图2所示的特定实施例中,四个铰接的导电支腿130被布置为围绕超声波探头122。图1示出在直径上彼此相对的第一对支腿130a、130b。第二对支腿130c、130d也在直径上彼此相对。在此实施例中,四个支腿130a-130d围绕超声波探头122相等地间隔90度。

这种布置为至少一个支腿能够接触检查表面以便获得电压读数提供最大范围。然而,取决于特定应用,可构想四个支腿的其它导电支腿布置,其中支腿不是相等地间隔开的。

[0022] 此外,支腿130的柔性与内万向框架110的柔性相结合使超声波探头122在检查表面上在一定余量内对准(例如,壳体110的前表面基本上横向垂直于目标表面)。超声波探头122通过导电支腿130的这种被动对准允许执行清洁并同时执行CP电压和UT测量,而不必重新定位探头,或允许至少在检查表面的单次探查中执行清洁并同时执行CP电压和UT测量,或不必使用不同的探头来提供不同的功能。在一个或多个实施例中,接近度传感器与超声波探头122联接以帮助定位在检查表面处。举例来说,接近度传感器可以是位于超声波探头122的柔性膜处或附近的传感器壳体120内部的红外或声传感器。

[0023] 值得注意的是,以上附图和实例并不意味着将本申请的范围限制为单个实施方案,因为通过互换所描述或示出的元件中的一些或全部,其它实施方案是可能的。举例来说,如在2016年9月15日提交的美国临时申请第62/395,162号中公开的,可将集成探头系统安装在可为探头接触表面提供附加自由度的铰接联接机构上,所述美国临时申请通过全文引用的方式特此并入。此外,在可使用已知组件部分或完全地实施本申请的某些元件的情况下,仅描述对于理解本申请所必需的这类已知组件的那些部分,并且省略这类已知组件的其它部分的详细描述,以免使本申请混淆。在本说明书中,除非本文明确地另外陈述,否则示出单数组件的实施方案不必限于包括多个相同组件的其它实施方案,反之亦然。此外,除非如此明确阐述,否则申请人不希望说明书或权利要求书中的任何术语被赋予不常见或特殊的含义。另外,本申请涵盖本文中通过说明方式提及的已知组件的当前和将来的已知等效物。

[0024] 具体实施方案的以上描述将如此充分地揭示本申请的一般性质,以至于其他人可通过应用相关领域技术范围内的知识(包括所引用和通过引用并入本文的文件的内容),在不过度实验、不脱离本申请的一般概念的情况下,来容易地修改和/或调适如特定实施方案的各种应用。因此,基于本文呈现的教导和指导,这类调适和修改旨在在所公开的实施方案的等效形式的含义和范围内。应当理解,本文的措词或术语是出于描述而非限制的目的,使得本说明书的术语或措辞将由技术人员根据本文呈现的教导和指导,结合相关领域技术人员的知识来解释。

[0025] 尽管上面已经描述了本申请的各种实施方案,但是应当理解,已经将它们通过实例而非限制的方式呈现。对于相关领域的技术人员显而易见的是,在不脱离本申请的精神和范围的情况下,可在形式和细节上进行各种改变。因此,本申请不应受到任何上述实例实施方案的限制。

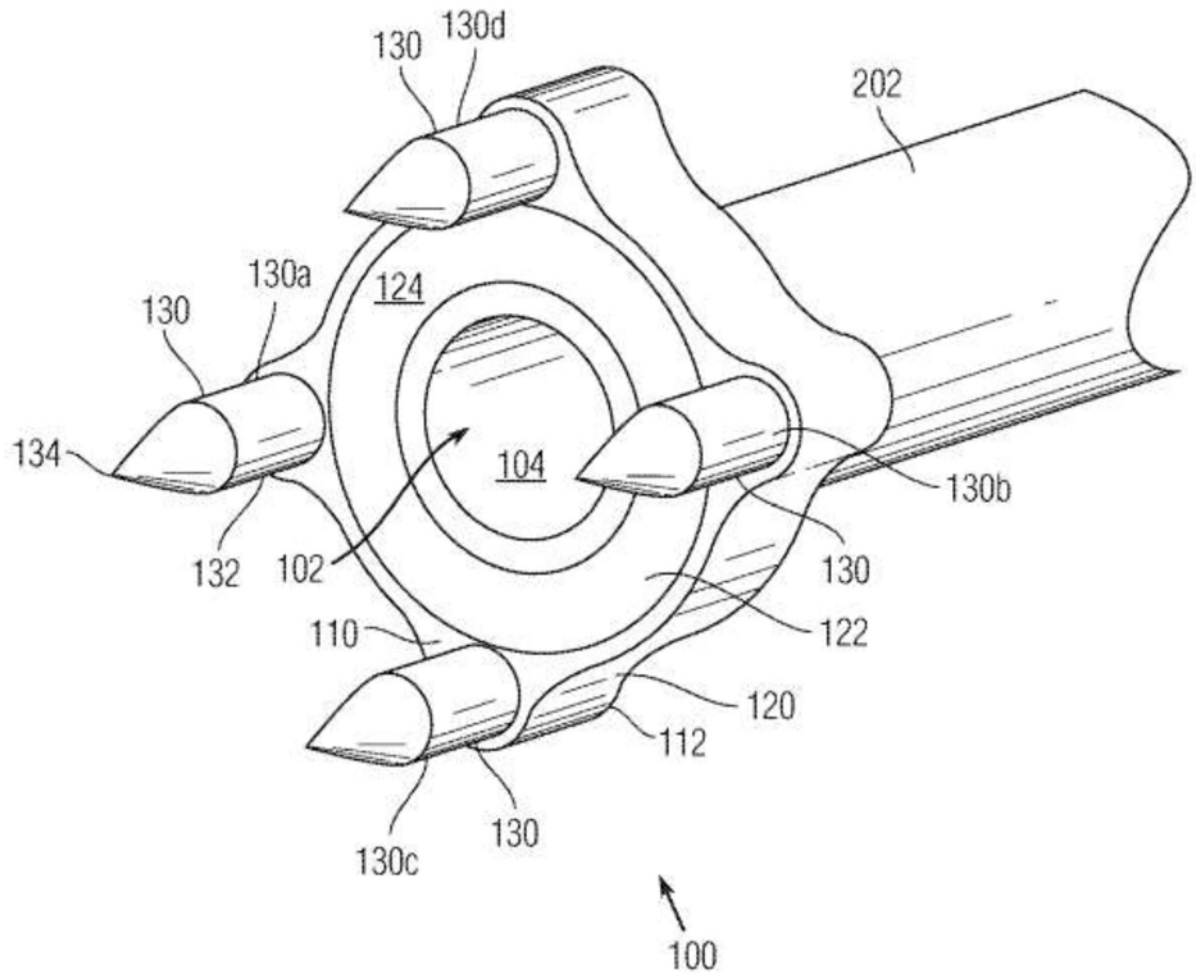


图1

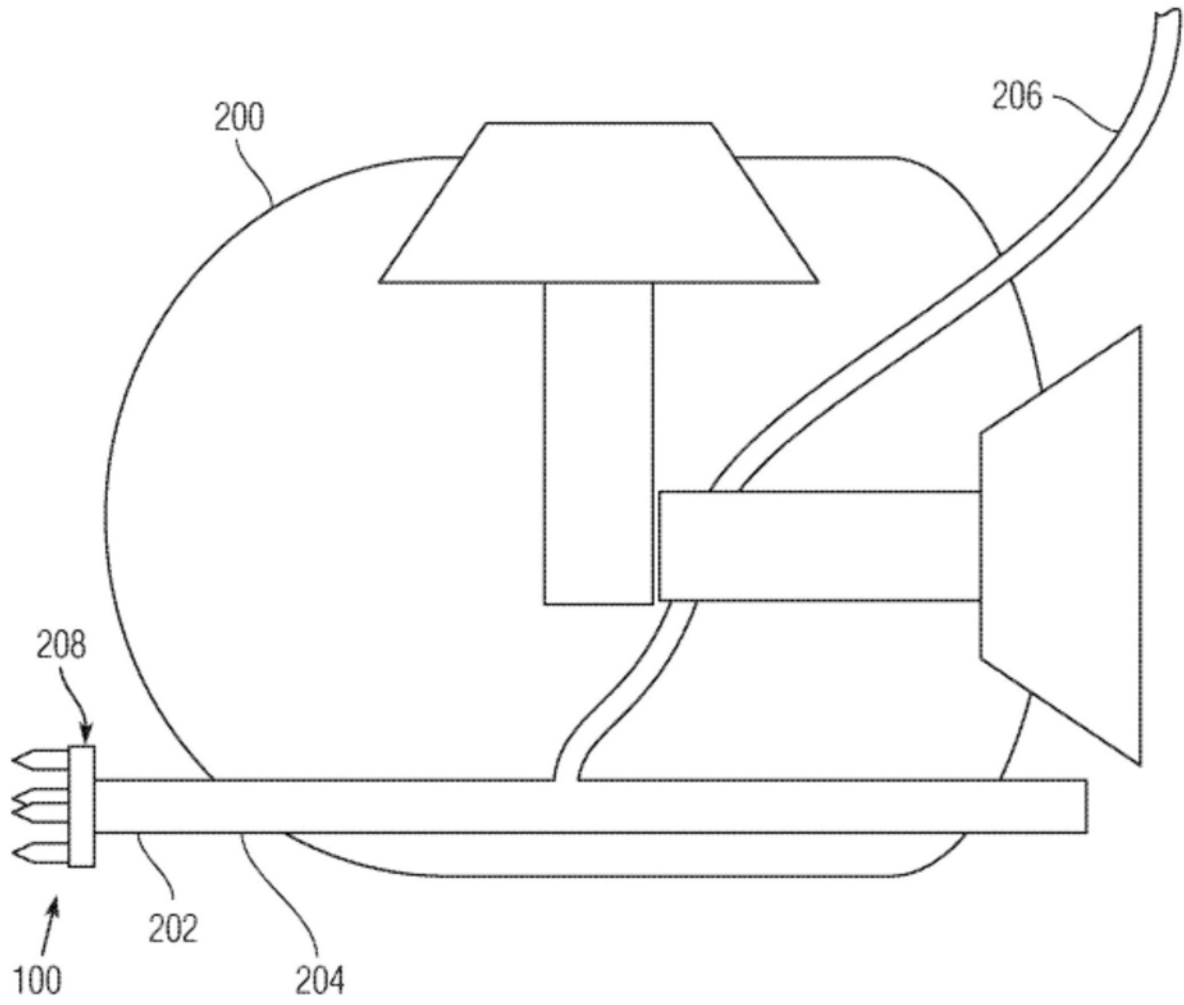


图2