



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108649707 A

(43)申请公布日 2018.10.12

(21)申请号 201810456060.2

H02J 7/02(2016.01)

(22)申请日 2018.05.14

B63C 11/52(2006.01)

(66)本国优先权数据

201810195588.9 2018.03.09 CN

(71)申请人 哈尔滨工业大学深圳研究生院

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街
道深圳大学城哈工大校区

(72)发明人 汪洋 徐欣 刘浩洋 刘露平
丁丽琴

(74)专利代理机构 广东广和律师事务所 44298

代理人 刘敏

(51)Int.Cl.

H02J 50/12(2016.01)

H02J 50/80(2016.01)

H02J 50/90(2016.01)

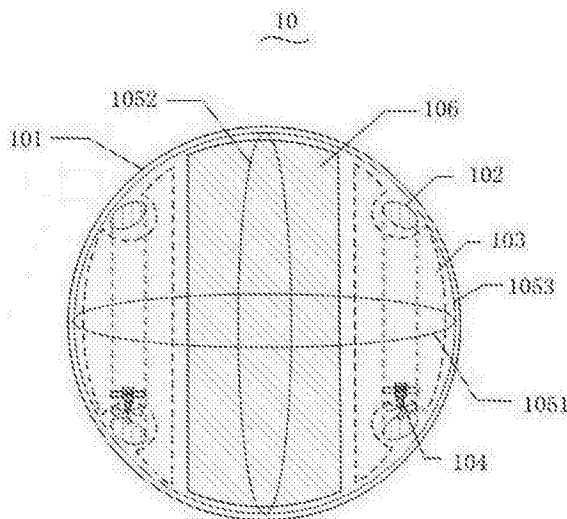
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

水下全角度无线充电机器人及水下无线充电系统

(57)摘要

本发明提供了水下全角度无线充电机器人及水下无线充电系统,该水下全角度无线充电机器人包括机器人本体,机器人本体上设置有:发射模块,发射模块包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈,第一供电单元输出多相交流电,发射线圈的数量与第一供电单元的相位数量相等且一一对应,多个发射线圈在机器人本体内部交叉形成球状立体结构;推进模块,用于驱使机器人本体在水下移动。根据本发明提供的水下全角度无线充电机器人及水下无线充电系统,解决了为水下不便移动的设施充电的问题,而且降低了复杂海况下机器人本体的定位难度。



1. 一种水下全角度无线充电机器人,其特征在于,包括机器人本体,所述机器人本体上设置有:

发射模块,所述发射模块包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈,所述第一供电单元输出多相交流电,所述发射线圈的数量与所述第一供电单元的相位数量相等且一一对应,多个所述发射线圈在所述机器人本体内部交叉形成球状立体结构;

推进模块,用于驱使所述机器人本体在水下移动。

2. 据权利要求1所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,还包括定位模块和控制模块,所述定位模块用于确定所述机器人本体和待充电装置的接收模块之间的相对位置,所述控制模块用于根据所述定位模块反馈的位置信息控制所述推进模块的运行状态和多个所述发射线圈的馈电相位。

3. 据权利要求1所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,所述发射线圈的数量为三个,三个所述发射线圈正交形成球状立体结构。

4. 根据权利要求1所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,所述机器人本体呈球体状结构,所述机器人本体具有贯穿其球体状结构的多个水流通道,所述推进模块包括设置在所述水流通道内的螺旋推进器。

5. 根据权利要求4所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,所述水流通道的数量为四个,四个所述水流通道之间等间距均匀分布。

6. 根据权利要求4所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,所述机器人本体具有浮力舱。

7. 根据权利要求1所述的水下全角度无线充电机器人,其特征在于,所述机器人本体具有动力电池舱或者用于安装其它设备的设备舱。

8. 一种水下无线充电系统,其特征在于,包括:

权利要求1-7中任一项所述的水下全角度无线充电机器人;

接收端,所述接收端具有接收线圈。

9. 根据权利要求8所述的水下无线充电系统,其特征在于,所述接收端具有适于所述机器人本体滚动的盘体,所述接收线圈埋设在所述盘体内。

10. 根据权利要求9所述的水下无线充电系统,其特征在于,还包括用于给所述水下全角度无线充电机器人无线充电的对接站;

优选地,所述接收端与水下传感器网络电性连接,用于给所述水下传感器网络供电;

优选地,还包括水面供电端或者岸基供电端,所述水面供电端和所述岸基供电端分别与所述对接站之间由缆线电性连接;

优选地,所述接收端还包括阻抗匹配单元、高频整流单元和第二供电单元。

水下全角度无线充电机器人及水下无线充电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及水下充电技术领域,具体而言,涉及水下全角度无线充电机器人及水下无线充电系统。

背景技术

[0002] 海洋工程在海洋科学探索、深海资源开发和国土安全等方面具有十分重要的作用,因此对其工程中所依赖的水下传感器网络的研究意义重大。水下传感器网络具有观察和预测海洋的能力。装有水下传感器的无人或自主水下机器人(AUV)可以在勘探自然水下资源和搜集科学数据的联合监控任务中得到应用,当水下装置间可以相互通信时,这些潜在的应用将成为可能。在海洋资源开发和科研活动中,通常需要水下机器人以及水下传感器等机电设备的支持,而能量是限制这些设备使用时间以及活动范围的重要因素。

[0003] 无线传感器网络一般由数量庞大的传感器节点组成,并散布于一定区域内,通常采用电池提供能量。但是,由于受到节点体积设计的限制,所配置的电池能够提供的能量是非常有限的。同时由于传感器节点经常部署于人员不能到达的环境中,加上所涉及的范围很大,因此无法为每一个节点换上新电池。

[0004] 传统上对自治水下机器人(AUV)以及传感器电池进行充电的方法,通常需要湿插拔输电接口连接水下装置与电源来进行充电。湿插拔接口技术虽然相对成熟,但同时也存在着诸多弊端,不仅对接机制比较复杂、存在安全隐患、维护困难、寿命短,而且比较昂贵。无线能量传输(WPT)是能量由电源馈向非电气直接接触用电设备的技术。无线能量传输技术的出现,为上述有线充电存在的问题找到了有效的解决方案,得到了越来越多研究者的重视。但现阶段的水下无线充电技术主要用于给能够自主移动的水下机器人充电,目前还缺乏给固定在水下的设施无线充电的产品,例如给水下传感器网络无线充电。而且,现有水下无线充电采用二维平面的充电方式,在恶劣环境下可能因为定位不准确而发生充电效率降低的问题,且定位技术本身存在局限。且现有充电系统的充电结构、移动结构等直接设计在现有的AUV上安装,并未充分考虑水体阻力、水体流动性、水下衰减等因素,导致存在充电效率低、耗能较高、水下位置稳定存在困难等问题,未充分适应水下需要。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的不足,本发明提供了水下全角度无线充电机器人、水下无线充电系统。

[0006] 具体地,其技术方案如下:

[0007] 一种水下全角度无线充电机器人,包括机器人本体,所述机器人本体上设置有:

[0008] 发射模块,所述发射模块包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈,所述第一供电单元输出多相交流电,所述发射线圈的数量与所述第一供电单元的相位数量相等且一一对应,多个所述发射线圈在所述机器人本体内部交叉形成球状立体结构;

[0009] 推进模块,用于驱使所述机器人本体在水下移动。

[0010] 在一些优选的实施方式中,还包括定位模块和控制模块,所述定位模块用于确定所述机器人本体和待充电装置的接收模块之间的相对位置,所述控制模块用于根据所述定位模块反馈的位置信息控制所述推进模块的运行状态和多个所述发射线圈的馈电相位。

[0011] 在一些优选的实施方式中,所述发射线圈的数量为三个,三个所述发射线圈正交形成球状立体结构。

[0012] 在一些优选的实施方式中,所述机器人本体呈球体状结构,所述机器人本体具有贯穿其球体状结构的多个水流通道,所述推进模块包括设置在所述水流通道内的螺旋推进器。

[0013] 在一些优选的实施方式中,所述水流通道的数量为四个,四个所述水流通道之间等间距均匀分布。

[0014] 在一些优选的实施方式中,所述机器人本体内具有浮力舱。

[0015] 在一些优选的实施方式中,所述机器人本体内具有动力电池舱或者用于安装其它设备的设备舱。

[0016] 在一些优选的实施方式中,所述机器人本体呈筒状结构,所述发射线圈埋设在所述机器人本体下端面内侧。

[0017] 一种水下无线充电系统,包括:

[0018] 前述任一技术方案所述的水下全角度无线充电机器人;

[0019] 接收端,所述接收端具有接收线圈。

[0020] 在一些优选的实施方式中,所述接收端具有适于所述机器人本体滚动的盘体,所述接收线圈埋设在所述盘体内

[0021] 在一些优选的实施方式中,还包括用于给所述水下全角度无线充电机器人无线充电的对接站;

[0022] 优选地,所述接收端与水下传感器网络电性连接,用于给所述水下传感器网络供电;

[0023] 优选地,还包括水面供电端或者岸基供电端,所述水面供电端和所述岸基供电端分别与所述对接站之间由缆线电性连接;

[0024] 优选地,所述接收端还包括阻抗匹配单元、高频整流单元和第二供电单元。

[0025] 本发明至少具有以下有益效果:

[0026] 本发明提供了一种水下全角度无线充电机器人,该水下全角度无线充电机器人能够在水下充当移动电源使用,可自主移动到水下传感器网络等待充电结构的附近对这些设施进行无线充电,解决了为水下不便移动的设施充电的问题。而且,发射模块包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈,第一供电单元输出多相交流电,发射线圈的数量与第一供电单元的相位数量相等且一一对应,多个发射线圈在机器人本体内部交叉形成球状立体结构,由此,当将该水下全角度无线充电机器人用于给接收端无线充电时,与平面线圈相比,多个发射线圈在机器人本体内部交叉形成球状立体结构后,可通过调整发射线圈的馈电相位来适应机器人本体与接收端之间的相对位置,降低了复杂海况下机器人本体的定位难度。而且,多个发射线圈在机器人本体内部交叉形成球状立体结构,使得充电结构与机器人本体结构形状相适应,有利于提高充电效率及利于水下移动定位。

[0027] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合

所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0029] 图1是本发明实施例中水下全角度无线充电机器人的实体结构主视图;

[0030] 图2是本发明实施例中水下全角度无线充电机器人的实体结构俯视图;

[0031] 图3是本发明实施例中控制模块与其它模块的控制关系示意图;

[0032] 图4是本发明实施例中各单元的交互示意图;

[0033] 图5是本发明实施例中水下无线充电系统的示意图;

[0034] 图6是本发明实施例中接收端的示意图;

[0035] 图7是本发明实施例中机器人本体位于接收端时的示意图。

[0036] 主要元件符号说明:

[0037] 10-水下全角度无线充电机器人;101-机器人本体;102-水流通道;103-浮力舱;104-螺旋推进器;105-发射模块;106-设备舱;1051-第一发射线圈;1052-第二发射线圈;1053-第三发射线圈;107-推进模块;108-控制模块;109-定位模块;20-接收端;30-对接站;40-水面供电端;50-水声通道。

具体实施方式

[0038] 在下文中,将更全面地描述本发明的各种实施例。本发明可具有各种实施例,并且可在其中做出调整和改变。然而,应理解:不存在将本发明的各种实施例限于在此公开的特定实施例的意图,而是应将本发明理解为涵盖落入本发明的各种实施例的精神和范围内的所有调整、等同物和/或可选方案。

[0039] 在下文中,可在本发明的各种实施例中使用的术语“包括”或“可包括”指示所公开的功能、操作或元件的存在,并且不限制一个或更多个功能、操作或元件的增加。此外,如在本发明的各种实施例中所使用,术语“包括”、“具有”及其同源词仅意在表示特定特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合,并且不应被理解为首先排除一个或更多个其它特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的存在或增加一个或更多个特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的可能性。

[0040] 在本发明的各种实施例中,表述“或”或“A或/和B中的至少一个”包括同时列出的文字的任何组合或所有组合。例如,表述“A或B”或“A或/和B中的至少一个”可包括A、可包括B或可包括A和B二者。

[0041] 在本发明的各种实施例中使用的表述(诸如“第一”、“第二”等)可修饰在各种实施例中的各种组成元件,不过可不限限制相应组成元件。例如,以上表述并不限制所述元件的顺序和/或重要性。以上表述仅用于将一个元件与其它元件区别开的目的。例如,第一用户装置和第二用户装置指示不同用户装置,尽管二者都是用户装置。例如,在不脱离本发明的各种实施例的范围的情况下,第一元件可被称为第二元件,同样地,第二元件也可被称为第一

元件。

[0042] 应注意到:在本发明中,除非另有明确的规定和定义,“安装”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接、也可以是可拆卸连接、或者一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也是可以通过中间媒介间接相连;可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0043] 在本发明中,本领域的普通技术人员需要理解的是,文中指示方位或者位置关系的术语为基于附图所示的方位或者位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或者元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0044] 在本发明的各种实施例中使用的术语仅用于描述特定实施例的目的并且并非意在限制本发明的各种实施例。如在此所使用,单数形式意在也包括复数形式,除非上下文清楚地另有指示。除非另有限定,否则在这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明的各种实施例所属领域普通技术人员通常理解的含义相同的含义。所述术语(诸如在一般使用的词典中限定的术语)将被解释为具有与在相关技术领域中的语境含义相同的含义并且将不被解释为具有理想化的含义或过于正式的含义,除非在本发明的各种实施例中被清楚地限定。

[0045] 实施例

[0046] 本实施例提供了一种水下全角度无线充电机器人10,该水下全角度无线充电机器人10可用于在水下自主移动,并给用电设备充电。

[0047] 一种水下全角度无线充电机器人10,包括机器人本体101,机器人本体101上设置有发射模块105、推进模块107、定位模块109和控制模块108等结构。作为一种优选的机器人本体101,如图1-图4所示,其具有球体状的外壳,发射模块105、推进模块107、定位模块109和控制模块108等结构分别设置在外壳内。

[0048] 本实施例中,发射模块105包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈,第一供电单元输出多相交流电,发射线圈的数量与第一供电单元的相位数量相等且一一对应,多个发射线圈在机器人本体101内部交叉形成球状立体结构。具体地,第一供电单元包括第一电能存储单元、高频逆变单元、阻抗匹配单元、相位控制单元与多个发射线圈。第一电能存储单元内设有电池,高频逆变单元、阻抗匹配单元、相位控制单元与发射线圈顺次电性连接,高频逆变单元将电能存储单元输出的低频电流转换成高频电流,并将信号放大,相位控制单元将放大后的信号变为多相电流信号,传输给多维发射线圈,多维发射线圈通过阻抗匹配单元后产生谐振。

[0049] 本实施例中,水下全角度无线充电机器人10还包括定位模块109和控制模块108,定位模块109用于确定机器人本体101和待充电装置的接收模块之间的相对位置,控制模块108用于根据定位模块109反馈的位置信息控制推进模块107的运行状态和多个发射线圈的馈电相位。其中,定位模块109具体包括水声定位单元和重力检测单元,水声定位是建立在超声波传播技术基础之上的一种水下定位技术和方法,通过水声通道50测定声波信号传播时间或相位差,进行水下定位。关于水声定位结构的具体组成,本实施例中不再进一步叙述,重力检测单元则根据重力感应进一步检测机器人本体101和接收端20之间的相对位置,

包括距离、角度等。其中，控制模块108具体结构包括主板、处理器、通讯器件、存储器等单元，各单元的交互关系如图4所示，本实施例中不再进一步叙述。

[0050] 优选地，如图1所示，发射线圈的数量为三个，分别是第一发射线圈1051、第二发射线圈1052和第三发射线圈1053，第一发射线圈1051、第二发射线圈1052和第三发射线圈1053正交形成球状立体结构。在此种实施方式下，当水下全角度无线充电机器人10接近接收端20时，重力检测单元检测出接收端20与机器人本体101的相对位置，将此位置传递给控制模块108推导出接收端20所处的卦限信息，通过相位控制单元控制三维发射线圈的供电相位，实现用最高效率对接收端20进行充电。

[0051] 具体地，将第一发射线圈1051、第二发射线圈1052、第三发射线圈1053与接收线圈之间的夹角分别定位为 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 ， φ_1 、 φ_2 分别为第二发射线圈和第三发射线圈与第一发射线圈馈电相位的相位差， $f(\varphi_1, \varphi_2)$ 为输出功率。首先假设接收端20中的接收线圈位于空间直角坐标系第一卦限内，此时 $\theta_1 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_2 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_3 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ，即 $\cos\theta_1 > 0$ ， $\cos\theta_2 > 0$ ， $\cos\theta_3 > 0$ ，此时令 $\cos\varphi_1 = 1$ ， $\cos\varphi_2 = 1$ ， $\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = 1$ 即可使 $f(\varphi_1, \varphi_2)$ 取到最大，此时 $\varphi_1 = 0$ ， $\varphi_2 = 0$ ，也就是在接收线圈位于第一卦限时，令三个发射线圈的馈电相位相同可以使输出功率最大。

[0052] 同理，当接收线圈位于其他空间位置时，通过改变馈电相位同样可以使输出功率最大。

[0053] 第二卦限： $\theta_1 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_2 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_3 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 > 0$ ， $\cos\theta_2 > 0$ ， $\cos\theta_3 < 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = 0$ ， $\varphi_2 = \pi$ 。

[0054] 第三卦限： $\theta_1 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_2 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_3 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 > 0$ ， $\cos\theta_2 < 0$ ， $\cos\theta_3 < 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = \pi$ ， $\varphi_2 = \pi$ 。

[0055] 第四卦限： $\theta_1 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_2 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_3 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 > 0$ ， $\cos\theta_2 < 0$ ， $\cos\theta_3 > 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = \pi$ ， $\varphi_2 = 0$ 。

[0056] 第五卦限： $\theta_1 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_2 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_3 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 < 0$ ， $\cos\theta_2 > 0$ ， $\cos\theta_3 > 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = \pi$ ， $\varphi_2 = \pi$ 。

[0057] 第六卦限： $\theta_1 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_2 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ ， $\theta_3 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 < 0$ ， $\cos\theta_2 > 0$ ， $\cos\theta_3 < 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = \pi$ ， $\varphi_2 = 0$ 。

[0058] 第七卦限： $\theta_1 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_2 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_3 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 < 0$ ， $\cos\theta_2 < 0$ ， $\cos\theta_3 < 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = 0$ ， $\varphi_2 = 0$ 。

[0059] 第八卦限： $\theta_1 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_2 \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$ ， $\theta_3 \in (0, \frac{1}{2}\pi)$ 。因此 $\cos\theta_1 < 0$ ， $\cos\theta_2 < 0$ ， $\cos\theta_3 > 0$ ，则馈电相位 $\varphi_1 = 0$ ， $\varphi_2 = \pi$ 。

$\theta_3 > 0$, 则馈电相位 $\varphi_1 = 0, \varphi_2 = \pi$ 。

[0060] 综上所述, 只要确定了接收线圈所在的卦限, 就可以获得效率最佳的馈电相位。

[0061] 本实施例中, 推进模块107用于驱使机器人本体101在水下移动。优选地, 机器人本体101具有贯穿其球体状结构的多个水流通道102, 推进模块107包括设置在水流通道102内的螺旋推进器104。与现有的水下充电机器人相比, 水流通道102的设置不但减小了阻力, 而且水流通道102为螺旋推进器104提供稳定的水流来源, 增强水下机器人本体101航行时以及充电时的稳定性, 利于水下移动及定位。作为一种优选的螺旋推进器104, 其包括螺旋叶片、电机及支架等结构, 螺旋叶片安装在电机的输出端, 电机固定在支架上, 支架位于水流通道102内。当启动电机时, 电机带动螺旋叶片转动, 螺旋叶片转动时对水流做功并使机器人本体101在水流的反作用力下移动。

[0062] 优选地, 水流通道102的数量为四个, 四个水流通道102之间等间距均匀分布。

[0063] 优选地, 机器人本体101内具有浮力舱103, 作为控制机器人本体101上浮和下沉的辅助结构, 减少航行所需动力。

[0064] 优选地, 机器人本体101内具有动力电池舱或者用于安装其它设备的设备舱106。

[0065] 如图5所示, 本实施例还提供了一种水下无线充电系统, 包括:

[0066] 本实施例前述部分提供的水下全角度无线充电机器人10;

[0067] 接收端20, 接收端20具有接收线圈。

[0068] 其中, 接收端20是指设置在水下的需要充电的用电元件, 其结构优选包括接收线圈、阻抗匹配单元、高频整流单元、第二供电单元以及定位反馈单元。接收线圈与发射线圈通过磁耦合谐振得到交流信号, 交流信号经过高频整流单元转换成直流电给第二供电单元供电, 第二供电单元将电能储存, 为水下设备提供电能。

[0069] 优选地, 如图6、图7所示, 接收端20具有适于机器人本体101滚动的盘体, 接收线圈埋设在盘体内。

[0070] 优选地, 还包括用于给水下全角度无线充电机器人10无线充电的对接站30。具体地, 可在对接站30也设置发射模块105, 在机器人本体101内设置接收模块, 当二者接近时, 利用磁耦合谐振技术或者其它无线充电方式, 由对接站30对水下全角度无线充电机器人10充电。优选地, 可由无线充电机器人的发射模块105也作为接收模块。优选地, 接收端20与水下传感器网络电性连接, 用于给水下传感器网络供电。

[0071] 优选地, 还包括水面供电端40或者岸基供电端, 水面供电端和岸基供电端分别与对接站30之间由缆线电性连接。

[0072] 本实施例中, 该水下全角度无线充电机器人10能够在水下充当移动电源使用, 可自主移动到水下传感器网络等待充电结构的附近对这些设施进行无线充电, 解决了为水下不便移动的设施充电的问题。而且, 发射模块105包括电性连接的第一供电单元和多个发射线圈, 第一供电单元输出多相交流电, 发射线圈的数量与第一供电单元的相位数量相等且一一对应, 多个发射线圈在机器人本体101内部交叉形成球状立体结构, 由此, 当将该水下全角度无线充电机器人10用于给接收端20无线充电时, 与平面线圈相比, 多个发射线圈在机器人本体101内部交叉形成球状立体结构后, 可通过调整发射线圈的馈电相位来适应机器人本体101与接收端20之间的相对位置, 降低了复杂海况下机器人本体101的定位难度。而且, 多个发射线圈在机器人本体101内部交叉形成球状立体结构, 使得充电结构与机器人

本体结构形状相适应,有利于提高充电效率及利于水下移动定位。

[0073] 本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实施场景的示意图,附图中的模块或流程并不一定是实施本发明所必须的。

[0074] 本领域技术人员可以理解实施场景中的装置中的模块可以按照实施场景描述进行分布于实施场景的装置中,也可以进行相应变化位于不同于本实施场景的一个或多个装置中。上述实施场景的模块可以合并为一个模块,也可以进一步拆分成多个子模块。

[0075] 上述本发明序号仅仅为了描述,不代表实施场景的优劣。

[0076] 以上公开的仅为本发明的几个具体实施场景,但是,本发明并非局限于此,任何本领域的技术人员能思之的变化都应落入本发明的保护范围。

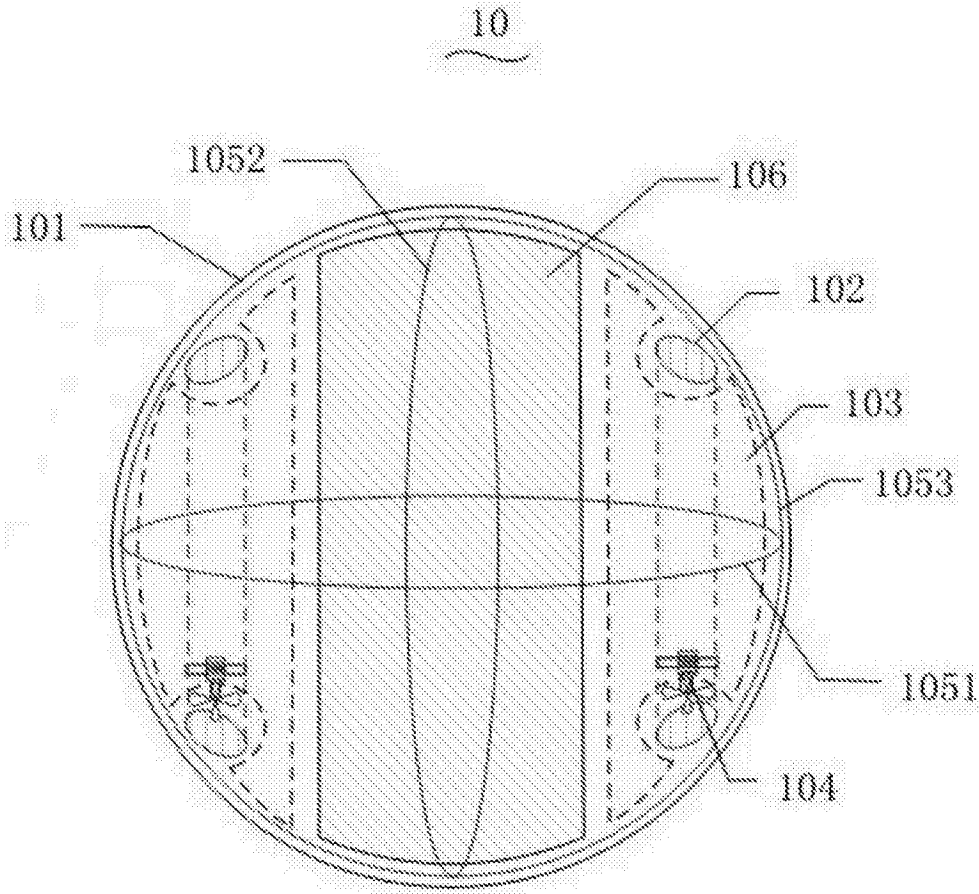


图1

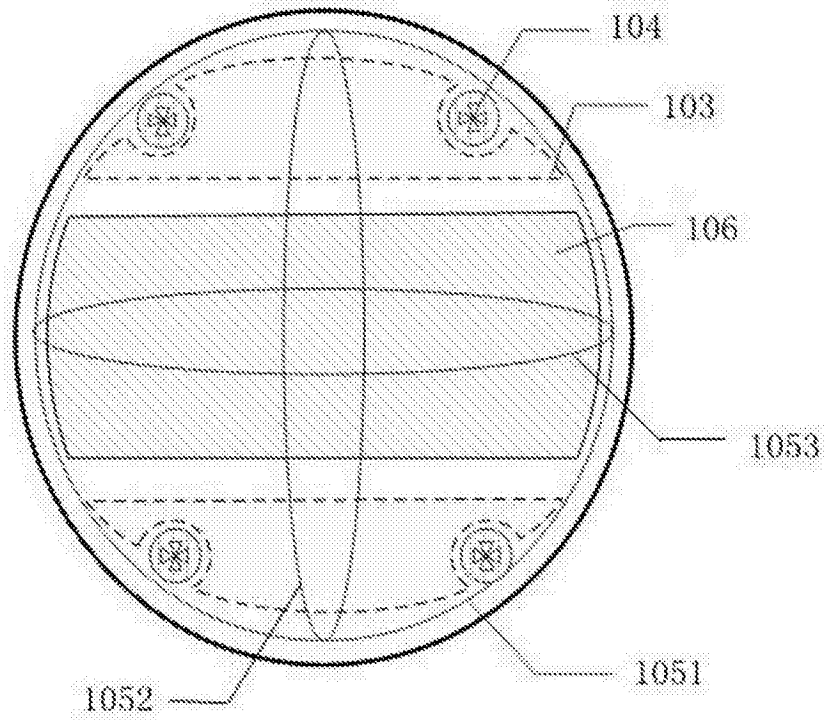


图2

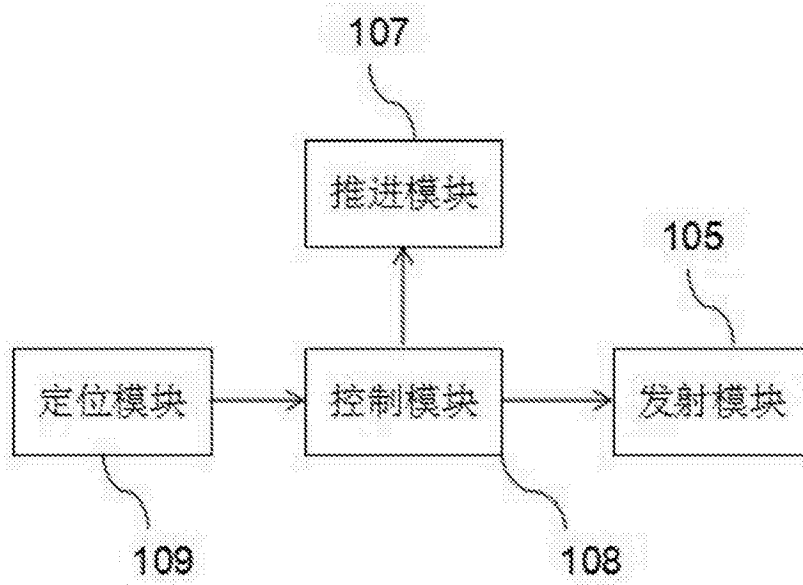


图3

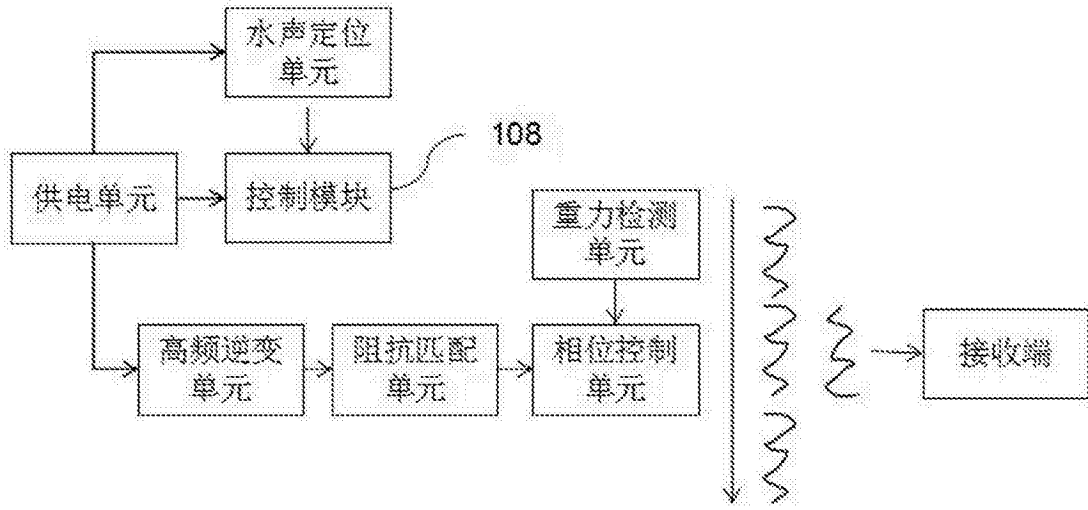


图4

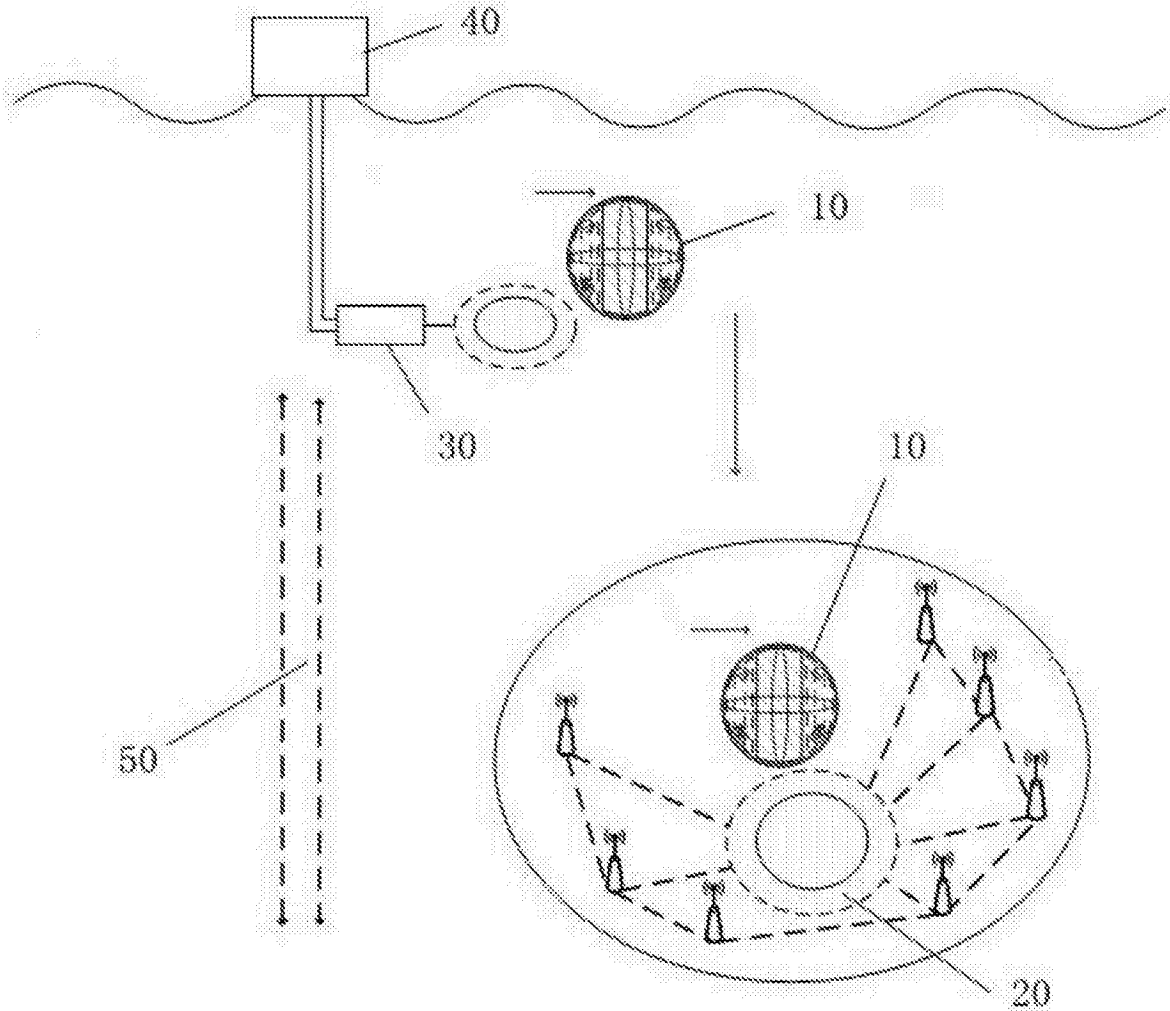


图5

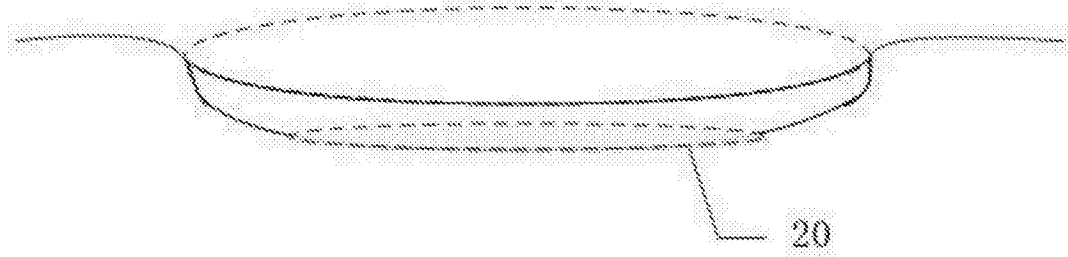


图6

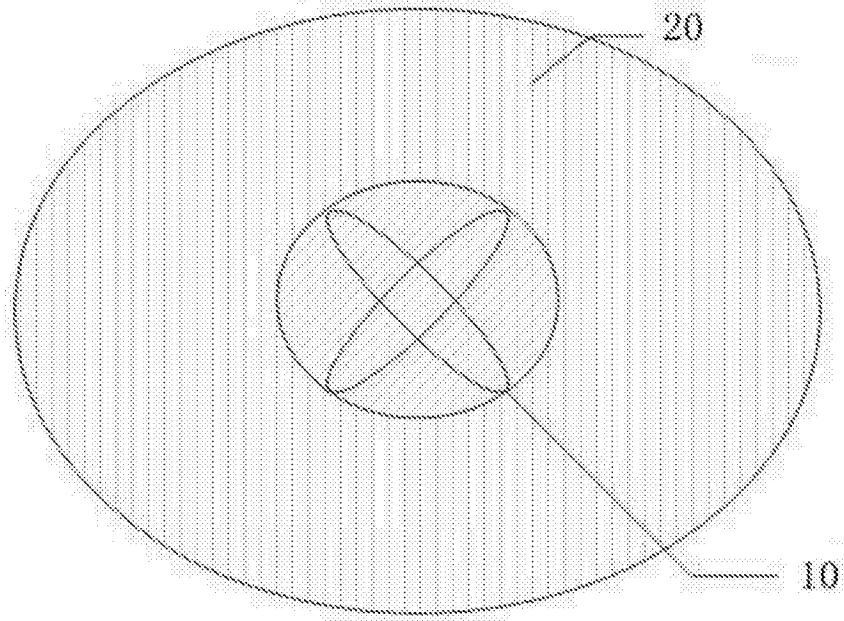


图7