

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2021 年 9 月 10 日 (10.09.2021)

(10) 国际公布号
WO 2021/175235 A1

(51) 国际专利分类号:	A01D 34/00 (2006.01)	G01W 1/14 (2006.01)	202020968391.7	2020年6月1日 (01.06.2020)	CN
			202010484333.1	2020年6月1日 (01.06.2020)	CN
(21) 国际申请号:	PCT/CN2021/078801		202010780249.4	2020年8月5日 (05.08.2020)	CN
			202021611289.8	2020年8月5日 (05.08.2020)	CN
(22) 国际申请日:	2021 年 3 月 3 日 (03.03.2021)		(71) 申请人: 上海山科机器人有限公司 (SHANGHAI SUNSEEKER ROBOTIC TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市松江区泗泾镇高技路226号8号楼3楼, Shanghai 201601 (CN)。		
(25) 申请语言:	中文		(72) 发明人: 马妙武 (MA, Miaowu); 中国上海市松江区泗泾镇高技路226号8号楼3楼, Shanghai 201601 (CN)。 熊建 (XIONG, Jian); 中国上海市松江区泗泾镇高技路226号8号楼3楼, Shanghai 201601 (CN)。 刘芳世 (LIU, Fangshi);		
(26) 公布语言:	中文				
(30) 优先权:					
	202010138898.4	2020年3月3日 (03.03.2020)	CN		
	202020717898.5	2020年4月30日 (30.04.2020)	CN		
	202010362886.X	2020年4月30日 (30.04.2020)	CN		
	202020717856.1	2020年4月30日 (30.04.2020)	CN		
	202010485029.9	2020年6月1日 (01.06.2020)	CN		
	202020968380.9	2020年6月1日 (01.06.2020)	CN		

(54) **Title:** AUTONOMOUS OPERATION SYSTEM

(54) 发明名称: 自主作业系统

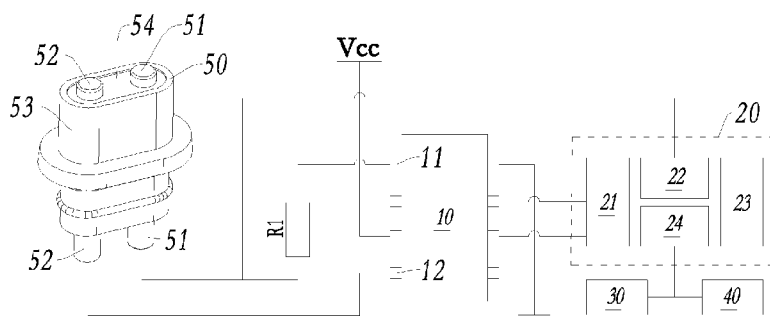


图 2

(57) **Abstract:** Provided is an autonomous operation system, comprising an autonomous operation device (6100) and a second device independent of the autonomous operation device (6100). The autonomous operation system comprises a control circuit (200, 500, 600). The control circuit (200, 500, 600) comprises: a rainfall sensor (50, 640) comprising a first electrode (51) and a second electrode (52); a switching circuit (10) connected to the first electrode (51) and the second electrode (52), and configured to operatively switch polarities of the two electrodes; a detection module (22) configured to acquire an electrical signal of the rainfall sensor (50, 640); a determination module (23) configured to determine whether or not the electrical signal and a first threshold satisfy a first relationship; and a behavior control module (24) configured to control the autonomous operation device (6100) to change an operating state when it is determined that the electrical signal and the first threshold satisfy the first relationship.

(57) **摘要:** 提供一种自主作业系统, 包括自主作业设备 (6100) 和独立于自主作业设备 (6100) 的第二设备; 自主作业系统包括控制电路 (200, 500, 600); 控制电路 (200, 500, 600) 包括: 雨淋传感器 (50, 640), 其包括第一电极 (51) 和第二电极 (52); 切换电路 (10), 其与第一电极 (51) 和第二电极 (52) 相连, 并配置为操作地交换两个电极的极性; 检测模块 (22), 其被配置为获取雨淋传感器 (50, 640) 的电信号; 判断模块 (23), 其被配置为确定电信号与第一阈值是否满足第一关系; 以及行为控制模块 (24), 其被配置为在确定电信号与第一阈值满足第一关系时控制自主作业设备 (6100) 改变操作状态。

中国上海市松江区泗泾镇高技路 226 号 8
号楼 3 楼, Shanghai 201601 (CN)。

- (81)** 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84)** 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

自主作业系统

技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制领域，更具体地，涉及一种自主作业系统。

背景技术

[0002] 目前市场上存在各种各样的行走机器人，如用于割草的机器人、用于扫地的机器人和用于拖地的机器人等，这些行走机器人可能工作于各种环境中，如室内环境或/或室外环境。对于室外环境工作的机器人（以下简称自主作业设备），如割草机器人，来说，其操作状态受环境影响较大。例如，在降雨天气下，草坪泥泞，若割草机器人继续工作，一方面，泥水会大量粘附在机器人上，容易造成机器人故障，另一方面，草坪也容易受到破坏。因此，这种自主作业设备通常配备有环境传感器，用来对工作环境进行监测。这些环境传感器例如可以包括雨淋传感器，其用来检测机器人在工作过程中是否受到雨淋，并在确定受到雨淋时使得机器人自动停止工作或发出报警。然而，在一些现有方案中，雨淋传感器存在信号测量不准确的问题。在另一些现有方案中，雨淋传感器设置在割草机器人上，当割草机器人因下雨而停靠在停靠站时，若停靠站配备了遮蔽棚，则雨淋传感器将会被遮蔽棚遮蔽而不能继续接收雨水，进而导致割草机器人无法准确判断何时雨停。

技术方案

[0003] 为了解决上述技术问题，提高机器人控制的准确性，本发明提出了一种用于自主作业系统。

[0004] 根据本发明的一些方面，提供了一种自主作业系统，包括自主作业设备和独立于所述自主作业设备的第二设备；所述自主作业系统包括控制电路；所述控制电路包括：雨淋传感器，其包括第一电极和第二电极；切换电路，其所述第一电极和所述第二电极相连，并配置为操作地交换所述第一电极和所述第二电极的极性；检测模块，其被配置为获取所述雨淋传感器的电信号；判断模块，其被配置为确定所述电信号与第一阈值是否满足第一关系；以及行为控制模块，其被配置为在确定所述电信号与所述第一阈值满足第一关系时控制所述自主作业设备改变操作状态。

[0005] 作为本发明的一具体实施方式，所述控制电路被配置在所述自主作业设备上。作为本发明的另一具体实施方式，所述控制电路还包括第一通信模块，其被配置为将所述电信号发送给所述自主作业设备，以使所述自主作业设备根据所述电信号改变操作状态；所述雨淋传感器、所述检测模块和所述第一通信模块被配置在所述第二设备上；所述判断模块被配置在所述自主作业设备上或所述第二设备上。

[0006] 根据本发明的一些方面，提供了一种雨淋传感器，包括基座和电极；所述基座具有相对的上端面和下端部，所述下端部用于暴露在密封腔体的内部，所述上端面用于暴露在密封腔体的外部；所述电极嵌在所述基座中且所述电极的两端分别穿出所述上端部和所述下端部。优选的，所述基座具有弹性。

[0007] 根据本发明的一些方面，提供了一种雨淋传感器，包括基座、电极和突出体；所述基座具有上端部和与所述上端面相对的下端面；所述电极的上端至少部分地暴露于所述基座的所述上端面；所述突出体被至少部分地配置在所述上端面的正上方，且至少部分的所述突出体与所述上端面之间存在间隙。

附图说明

[0008] 图 1 是根据本发明一实施例的自主作业设备的俯视图。

[0009] 图 2 示出了根据本发明的一些实施例的用于自主作业设备的控制电路的结构示意图。

[0010] 图 3 示出了根据本发明的一种实施例的切换信号的时序图。

[0011] 图 4 示出了根据本发明的另一种实施例的切换信号的时序图。

[0012] 图 5 示出了根据本发明的另一些实施例的用于自主作业设备的控制电路的结构示意图。

[0013] 图 6 示出了根据本发明的再一些实施例的用于自主作业设备的控制电路的结构示意图。

[0014] 图 7 示出了根据本发明的一些实施例的切换电路的示意图。

[0015] 图 8 是图 1 的 X-X 剖视图。

[0016] 图 9 是图 1 的 Y-Y 剖视图。

[0017] 图 10 是图 8 的局部 E 放大图。

[0018] 图 11 是本发明一实施例的自主作业设备的爆炸图（部分）。

[0019] 图 12 是根据本发明一实施例的雨淋传感器的俯视图。

[0020] 图 13 是图 12 的 Z-Z 剖视图。

[0021] 图 14 是图 12 的左视图。

[0022] 图 15 是根据本发明另一实施例的自主作业设备的雨淋传感器的局部示意图。

[0023] 图 16 是根据本发明另一实施例的自主作业设备的雨淋传感器的局部俯视图。

[0024] 图 17 是图 16 的 X1-X1 剖视图。

[0025] 图 18 是根据本发明再一实施例的停靠站的示意图。

本发明的实施方式

[0026] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明，本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0027] 以下将结合附图对本发明的各实施例进行详细说明，以便更清楚理解本发明的目的、特点和优点。应理解的是，附图所示的实施例并不是对本发明范围的限制，而只是为了说明本发明技术方案的实质精神。

[0028] 在下文的描述中，出于说明各种公开的实施例的目的阐述了某些具体细节以提供对各种公开实施例的透彻理解。但是，相关领域技术人员将认识到可在无这些具体细节中的一个或多个细节的情况来实践实施例。在其它情形下，与本申请相关联的熟知的装置、结构和技术可能并未详细地示出或描述从而避免不必要地混淆实施例的描述。

[0029] 除非语境有其它需要，在整个说明书和权利要求中，词语“包括”和其变型，诸如“包含”和“具有”应被理解为开放的、包含的含义，即应解释为“包括，但不限于”。

[0030] 在整个说明书中对“一个实施例”或“一些实施例”的提及表示结合实施例所描述的特定特点、结构或特征包括于至少一个实施例中。因此，在整个说明书的各个位置“在一个实施例中”或“在一些实施例”中的出现无需全都指相同实施例。另外，特定特点、结构或特征可在一个或多个实施例中以任何方式组合。

[0031] 如该说明书和所附权利要求中所用的单数形式“一”和“所述”包括复数指代物，除非文中清楚地另外规定。应当指出的是术语“或”通常以其包括“和/或”的含义使用，除非文中清楚地另外规定。

[0032] 在该说明书和所附权利要求书中所用的“等于”或“相等”，指的是两个物理量或参数在理想情况下的相等。本领域技术人员应当知道，在技术方案的实际实施中，存在允许的误差，当两个物理量或参数的差值不大于该允许的误差时，即可认为该两个物理量或参数相等。类似地，“不大于”、“不小于”、“不等于”等描述，均指在允许的误差范围内的“不大于”、“不小于”、“不等于”等。此外，在该说明书和所附权利要求书中所用的“基本上等于”或“基本上相等”是指两个物理量或参数针对给定判断结果的有效性相同意义上的相等，例如，取决于不同应用场景，两个物理量或参数之间的差值在 2%、5%或 10%内都可以被认为是基本上相等的，只要这两个物理量或参数之间的判断结果的有效性相同。

[0033] 参考图 1~图 18，本实施例提供了一种自主作业系统，包括自主作业设备 6100、停靠站 6900 和边界。

[0034] 所述自主作业设备 6100 尤其是可自主地在预设区域内移动并执行特定作业的机器人，典型的如执行清洁作业的智能扫地机/吸尘器、执行割草作业的智能割草机、执行扫雪作业的智能扫雪机、执行泳池清洁的智能泳池清扫机等。其中，所述特定作业尤其指对工作面进行处理、使工作面的状态发生改变的作业。本发明以智能割草机为例进行详细说明。所述自主作业设备 6100 可自主行走于工作区域的表面上，尤其作为智能割草机可自主地在地面上进行割草作业。自主作业设备 6100 至少包括主体结构、移动机构、工作机构、能源模块、检测模块、交互模块、控制模块等。

[0035] 所述主体结构通常包括底盘和外壳，所述底盘用于安装和容纳移动机构、工作机构、能源模块、检测模块、交互模块、控制模块等功能机构与功能模块。所述外壳通常构造为至少部分地包覆所述底盘，主要起到增强自主作业设备 6100 美观和辨识度的作用。在本实施例中，所述外壳构造为在外力作用下相对于所述底盘可复位地平移和/或旋转，配合适当的检测模块，示例性地如磁铁和霍尔传感器，可进一步地起到感知碰撞、抬起等事件的作用。

[0036] 所述移动机构构造为用于将所述主体结构支撑于地面并驱动所述主体结构在地面上移动，通常包括轮式移动机构、履带式或半履带式移动机构和步行式移动机构等。在本实施例中，所述移动机构为轮式移动机构，包括至少一个驱动轮和至少一个行走原动机。行走原动机优选为电动机，在其他实施方式中也可为内燃机或使用其他类型能源产生动力的机械。在本实施例中，优选地设置一左驱动轮、一驱动所述左驱动轮的左行走原动机、一右驱动轮和一驱动所述右驱动轮的右行走原动机。在本实施例中，所述自主作业设备 6100 的直线行进通过左右两个驱动轮同向等速转动实现，转向行进通过左右两个驱动轮的同向差速或相向转动实现。在其他实施方式中，移动机构还可包括独立于所述驱动轮的转向机构和独立于所述行走原动机的转向原动机。在本实施中，所述移动机构还包括至少一个从动轮，所述从动轮典型地构造为万向轮，所述驱动轮和所述从动轮分别位于自主作业设备 6100 的前后两端。

[0037] 所述工作机构构造为用于执行具体的作业任务，包括工作件和驱动所述工作件运行的工作原动机。示例性地，对于智能扫地机/吸尘器，所述工作件包括滚刷、吸尘管和集尘室等；对于智能割草机，所述工作件包括切割刀片或切割刀盘，进一步地还包括用于调节割草高度的高度调节机构等优化或调整割草效果的其他部件。所述工作原动机优选为电动机，在其他实施方式中也可为内燃机或使用其他类型能源产生动力的机械。在另外的一些实施方式中，工作原动机和行走原动机构造为同一个原动机。

[0038] 所述能源模块构造为用于为自主作业设备 6100 的各项工作提供能量。在本实施例中，所述能源模块包括电池和充电连接结构，其中电池优选为可充电电池，充电连接结构优选为可暴露于自主作业设备外的充电极片。

[0039] 所述检测模块构造为感知自主作业设备 6100 所处环境参数或其自身工作参数的至少一种传感器。典型地，检测模块可包括与工作区域限定有关的传感器，例如磁感应式、碰撞式、超声波式、红外线式、无线电式等多种类型，其传感器类型与对应的信号发生装置的位置和数量相适应。检测模块还可包括与定位导航相关的传感器，例如 GPS 定位装置、激光定位装置、电子罗盘、加速度传感器、里程计、角度传感器、地磁传感器等。检测模块还可包括与自身工作安全性相关的传感器，例如障碍物传感器、抬升传感器、电池包温度传感器等。检测模块还可包括与外部环境相关传感器，例如环境温度传感器、环境湿度传感器、光照传感器、雨淋传感器 640 等。在其他的一些实施例中，至少部分的检测模块构造在停靠站 6900 上，通过自主作业设备 6100 与停靠站 6900 之间通信交换数据。

[0040] 所述交互模块构造为至少用于接收用户输入的控制指令信息、发出需要用户感知的信息、与其他系统或设备通信以收发信息等。在本实施例中，交互模块包括设置在自主作业设备 6100 上的输入装置，用于接收用户输入的控制指令信息，典型地如控制面板、急停按键 650 等；交互模块还包括设置在自主作业设备 6100 上的显示屏、指示灯和/或蜂鸣器，通过发光或发声使用户感知信息。在其他实施方式中，交互模块包括设置在自主作业设备 6100 上的通信模块和独立于自主作业设备 6100 的终端设备，例如手机、电脑、网络服务器等，用户的控制指令信息或其他信息可在终端设备上输入、经由有线或无线通信模块到达自主作业设备 6100。在其他的一些实施例中，至少部分的交互模块构造在停靠站 6900 上，通过

自主作业设备 6100 与停靠站 6900 之间通信交换数据。

[0041] 所述控制模块通常包括至少一个处理器和至少一个非易失性存储器，所述存储器内存储有预先写入的计算机程序或指令集，处理器根据所述计算机程序或指令集控制自主作业设备 6100 的移动、工作等动作的执行。进一步地，所述控制模块还能够根据检测模块的信号和/或用户控制指令控制和调整自主作业设备 6100 的相应行为、修改所述存储器内的参数等。

[0042] 所述边界用于限定所述自主作业系统的工作区域，通常包括外边界和内边界 8002。自主作业设备 6100 被限定在所述外边界之内、所述内边界之外或所述外边界与内边界之间移动并工作。所述边界可以是实体的，典型地如墙壁、篱笆、栏杆等；所述边界也可以是虚拟的，典型地如由边界信号发生装置发出虚拟边界信号，所述虚拟边界信号通常为电磁信号或光信号，或针对设有定位装置（如 GPS 等）的自主作业设备 6100 而言，在示例性地由二维或三维坐标形成的电子地图中设置的虚拟边界。在本实施方式中，边界构造为与边界信号发生装置电连接的闭合通电导线，边界信号发生装置通常设置在停靠站 6900 内。

[0043] 所述停靠站 6900 通常构造在边界上或边界内，供自主作业设备 6100 停泊，特别是能够向停泊在停靠站的自主作业设备 6100 供给能量。

[0044] 常规的雨淋传感器包括两个间隔设置的电极，这两个电极之间施加有电压。在正常情况下，两个电极彼此绝缘，雨淋传感器与自主作业设备内部的控制电路之间断路，而在落雨时，雨淋传感器基座凹槽内集聚有雨水，由于雨水的自由离子浓度较大而会导通两个电极。因此，通过测量雨淋传感器的电阻就能够知道是否正在下雨，从而可以对自主作业设备进行相应的控制。

[0045] 然而，在雨淋传感器的两个电极之间施加电压时，两个电极上将产生极化层，同时在两个电极之间产生电容效应，此时的雨淋传感器将不再是个纯粹的电阻，而是包含容抗的阻抗。电流流过两个电极之间的雨水时将在两个电极附近产生浓差极化现象，这使得雨淋传感器的电阻的测量更加不准确，从而难以准确地控制机器人的操作。再进一步地，雨淋传感器两个通电电极和其间的雨水形成电解池，电极通常由不纯的金属制成，会通过电极反应发生电化学腐蚀，导致电极表面的电阻率改变，通常电阻率会提高，这就使对雨水的检测变得不敏感。

[0046] 图 2 示出了根据本发明的一些实施例的用于自主作业设备的控制电路 200 的结构示意图。该控制电路 200 例如可以位于图 18 所示的自主作业设备 6100 中。如图 2 中所示，控制电路 200 包括切换电路 10 和与切换电路 10 相连的主控制器 20。切换电路 10 包括第一端 11 和第二端 12，其中第一端 11 和第二端 12 分别与自主作业设备 6100 上安装的雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 相连。这里，可以通过在第一电极 51 和第二电极 52 上施加电压使得第一电极 51 和第二电极 52 具有不同极性。如图 2 中所示，第一电极 51 和第二电极 52 间隔设置在雨淋传感器 50 的绝缘基座 53 上并贯穿基座 53。当落雨时，基座 53 顶部的凹槽 54 内集聚的雨水将导通第一电极 51 和第二电极 52 以形成电通路。在一种实施例中，切换电路 10 包括 H 桥电路，图 7 示例性地给出了根据本发明的一些实施例的切换电路 10 的示意图，其中雨淋传感器 50 等效为一可变电阻 R0，端子 T1 和端子 T2 与电源连接，端子 T3 和端子 T4 接地。在一种连接状态，开关 K1 和开关 K4 闭合，开关 K2 和开关 K3 断开，则可变电阻 R0 的左端为高电位，可变电阻 R0 的右端为低电位。在另一种连接状态，开关 K1 和开关 K4 断开，开关 K2 和开关 K3 闭合，则可变电阻 R0 的左端为低电位，可变电阻 R0 的右端为高电位。开关 K1~K4 可以选择机械开关、电子开关（如 MOS 管）等。应当理解，对于图 7 的描述是原理性的，本领域技术人员能够结合实际情况作出各种在该原理框架内的具体实现方案。更具体地，切换电路 10 可以是 H 桥集成芯片，如 L9100S。

[0047] 主控制器 20 可以实现在一个单片机或实现在单个芯片上，也可以实现在多个单片机或实现在多个芯片上。主控制器 20 可以包括切换控制模块 21，其被配置为每隔预定时间间隔向切换电路 10 发送切换信号，以交换雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 的极性。图 3 示出了根据本发明的一种实施例的切换信号的时序图。如图 3 中所示，在每个循环 C 中，切换控制模块 21 每隔预定时间间隔 T 向切换电路 10 发送一个切换信号 SW，该切换信号 SW 用于控制切换电路 10 来交换雨淋传感器 50 的第一电极 51

和第二电极 52 的极性。以第 n 个循环 C_n 为例，切换控制模块 21 分别在时刻 t_{n_1} 和预定时间间隔 T 之后的时刻 t_{n_2} 向切换电路 10 发送一个切换信号 SW1 和 SW2。在一种实施例中，切换信号 SW1 和 SW2 可以是完全相同的信号，例如是一个单脉冲信号，其仅用于指示切换电路 10 进行极性切换。在另一种实施例中，切换信号 SW1 和 SW2 可以是不同的信号，其除了指示切换电路 10 进行极性切换之外还包含附加的信息。在另一种实施例中，切换信号 SW1 和 SW2 可以是简单的高低电平信号，也可以是符合某种通讯协议的通信信号。在其他的实施方式中，所述切换控制模块 21 也可不设置在主控制器 20 上，而是单独地设置或将其功能集成在切换电路 10 中，即由切换电路 10 自主控制电极 51 和 52 的极性交换。以下，以切换电路 10 从切换控制模块 21 接收切换信号以交换电极 51 和 52 的极性为例进行描述。然而本领域技术人员可以理解，本发明也可以实现为由切换电路 10 自主控制电极 51 和 52 的极性交换而不超出本发明的范围。

[0048] 假设切换电路 10 在时刻 t_{n_1} 接收到第一切换信号 SW1，其进入第一输出状态，在第一输出状态时第一端 11 为高电位（在本实施例中第一端 11 与电源 Vcc 相连），第二端 12 为低电位（在本实施例中第二端 12 接地）。此时，与第一端 11 相连的第一电极 51 处于高电位，与第二端 12 相连的第二电极 52 处于低电位，从而在第一电极 51-雨水（可能存在的）-第二电极 52 这个体系中，第一电极 51 为正极，第二电极 52 为负极。

[0049] 在预定时间间隔 T 之后的时刻 t_{n_2} ，切换电路 10 接收到第二切换信号 SW2，其进入第二输出状态，在第二输出状态时第一端 11 处于低电位（在本实施例中第一端 11 接地），第二端 12 处于高电位（在本实施例中第二端 12 与电源 Vcc 相连）。此时，与第一端 11 相连的第一电极 51 处于低电位，与第二端 12 相连的第二电极 52 处于高电位，从而在第一电极 51-雨水（可能存在的）-第二电极 52 这个体系中，第一电极 51 为负极，第二电极 52 为正极。此外，由于切换控制模块 21 每隔预定时间 T 向切换电路 10 发送一个切换信号，使得第一输出状态的持续时间基本上等于第二输出状态的持续时间。通过这种方式，在一个周期 C 内，雨淋传感器 50 的正负极互换两次并分别持续相同的时间间隔 T ，从而能够避免或降低雨淋传感器 50 中的雨水浓差极化现象，同时也能够有效地降低和减缓电极的电化学腐蚀。

[0050] 主控制器 20 还包括检测模块 22，其被配置为在预定时间间隔 T 内获取雨淋传感器 50 的电信号。如图 3 中所示，假设在循环 C_n 中，检测模块 22 在时刻 t_{n_1} 之后的时刻 $t_{n_{d1}}$ 来检测雨淋传感器 50 的电信号。根据本发明的实施例，为了保持测量的一致性，在每个循环 C 中，检测模块 22 在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时（如图 3 中所示）获取该电信号，即，
$$t_{n_{d1}} - t_{n_1} = t_{(n+1)_{d1}} - t_{(n+1)_1} = \Delta t。$$

[0051] 在一种实施例中，切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻（如图 2 中所示的电阻 R1），第一端 11 通过该分压电阻 R1 与第一电极 51 相连。在这种情况下，检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 和分压电阻 R1 之间的电平来获取该电信号，此时该电信号是电压信号（例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $V_{t_{n_{d1}}}$ ），其指示雨淋传感器 50 和分压电阻 R1 上的电压降。

[0052] 在另一种实施例中，切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻（图中未示出）。在这种情况下，检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 上流过的电流来获取该电信号，此时该电信号是电流信号（例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $I_{t_{n_{d1}}}$ ），其指示流过雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 之间的电流。

[0053] 主控制器 20 还包括判断模块 23，其被配置为确定该电信号与第一阈值的关系是否为第一关系。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻时，电信号为电压信号或电平信号，第一阈值为预定的电压阈值或电平阈值，第一关系可以包括电信号小于或等于第一阈值。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻时，电信号为电流信号，第一阈值为预定的电流阈值，第一关系定义为电信号小于或等于第一阈值。在下文中以电压或电平信号作为该电信号的实例来对本发明进行描述。

[0054] 当没有落雨时（凹槽 54 内没有雨水或聚集的雨水尚未导通第一电极 51 和第二电极 52），第一电极 51 和第二电极 52 之间没有电连接，从而检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 基本上等于电源电压 V_{cc} 。另一方面，当落雨时（凹槽 54 内聚集的雨水导通第一电极 51 和第二电极 52），第一电极 51 和第二电极 52 之间形成电连接，从而检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 明显低于电源电压 V_{cc} 。这里，该第一阈值 V_m 可以是一个固定值，也可以是一个与电源电压 V_{cc} 成比例的值，例如是电源电压 V_{cc} 的 50%。通常，合适的第一阈值 V_m 可以通过模拟实验来获得。

[0055] 主控制器 20 还可以包括行为控制模块 24，其被配置为在确定电信号 $V_{t_{nd1}}$ 小于或等于该第一阈值 V_m 时控制自主作业设备 6100 改变操作状态。当确定电信号 $V_{t_{nd1}}$ 小于或等于该第一阈值 V_m 时，行为控制模块 24 可以控制自主作业设备 6100 停止作业并返回停靠站 6900。更具体地，自主作业设备 6100 的工作机构 30 在行为控制模块 24 的控制下停止工作状态并且自主作业设备 6100 的移动机构 40 在行为控制模块 24 的控制下返回停靠站 6900。也就是说，当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 小于或等于第一阈值 V_m 时，主控制器 20 判断当前正在降雨，在这种情况下，行为控制模块 24 可以控制机器人停止作业并返回停靠站 6900 避雨。在其他实施方式中，例如自主作业设备 6100 需要在下雨时工作的情况下，当雨淋传感器 50 检测到不下雨时进入待机状态，而当雨淋传感器 50 检测到下雨时才进入工作状态。

[0056] 进一步地，为了使得控制更加准确，检测模块 22 可以每隔两个预定时间间隔 T 连续获取雨淋传感器 50 的多个电信号，即每个循环 C 内获取一次电信号。如图 3 中所示，检测模块 22 可以分别在循环 C_n 中的时刻 t_{nd1} 获取电信号 $V_{t_{nd1}}$ ，在循环 C_{n+1} 中的时刻 $t_{(n+1)d1}$ 获取电信号 $V_{t_{(n+1)d1}}$ ，……，在循环 C_{n+k} 中的时刻 $t_{(n+k)d1}$ 获取电信号 $V_{t_{(n+k)d1}}$ ，其中 n 、 k 都是大于或等于 1 的正整数。在一种实例中， $k=3$ 。判断模块 23 可以确定该多个电信号 $V_{t_{nd1}}$ 、 $V_{t_{(n+1)d1}}$ 、……、 $V_{t_{(n+k)d1}}$ 是否都小于或等于第一阈值 V_m ，并且当确定多个电信号 $V_{t_{nd1}}$ 、 $V_{t_{(n+1)d1}}$ 、……、 $V_{t_{(n+k)d1}}$ 都小于或等于第一阈值 V_m 时，行为控制模块 24 改变自主作业设备 6100 的操作状态。

[0057] 通过获取多个循环内的电信号并进行判断，主控制器 20 能够更加准确地判断当前是否处于降雨环境，从而避免了由于偶发情况（如少量其他水碰巧落入凹槽 54 内）造成的误判。进一步地，判断模块 23 还可以确定多个电信号 $V_{t_{nd1}}$ 、 $V_{t_{(n+1)d1}}$ 、……、 $V_{t_{(n+k)d1}}$ 是否基本上相等，并且行为控制模块 24 可以在确定多个电信号 $V_{t_{nd1}}$ 、 $V_{t_{(n+1)d1}}$ 、……、 $V_{t_{(n+k)d1}}$ 都小于或等于第一阈值 V_m 并且基本上相等时改变自主作业设备 6100 的操作状态。通过这种方式，还可以判断降雨强度是否稳定，从而进一步提高控制的准确性。

[0058] 在图 3 所示的实施例，检测模块 22 在每个循环 C 中获取一次电信号 $V_{t_{nd1}}$ 。在另一种实施例中，检测模块 22 可以在每个循环 C 中获取两次电信号。图 4 示出了根据本发明的另一种实施例的切换信号的时序图。与图 3 中类似，在每个循环 C 中，切换控制模块 21 分别在时刻 t_{n1} 和时刻 t_{n2} 向切换电路 10 发送一个切换信号 SW1 和 SW2。与图 3 中不同，检测模块 22 除了在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取雨淋传感器 50 的第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 之外，还在切换电路 10 进入第二输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时（如图 4 中所示）获取雨淋传感器 50 的第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 。判断模块 23 确定第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和是否等于第一预设值。在本实施方式中，该第一预设值具体指电源的电压 V_{cc} ，这里所述的电源的电压 V_{cc} 通常是指加载在雨淋传感器 50 和分压电阻上的电压之和，下文均示例性地以电源的电压 V_{cc} 或电源电压 V_{cc} 进行描述。在确定电信号 $V_{t_{nd1}}$ （即第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ ）小于或等于第一阈值 V_m 并且第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和等于电源的电压 V_{cc} 时，行为控制模块 24 改变自主作业设备 6100 的操作状态。也就是说，在电极 51 和 52 发生极性反转之后的同样时长之后测得的两个电信

号之和应当等于电源电压 V_{cc} ，从而进一步提高了测量的准确性。

[0059] 在图 3 和图 4 所示的实施例中，将每个循环 C 显示为预定时间间隔 T 的两倍，即，在切换电路 10 处于第二输出状态达预定时间间隔 T 之后立即进入下一循环并且在切换信号 SW1 的控制下处于第一输出状态。然而，在本发明的进一步的实施例中，当切换电路 10 处于第二输出状态达预定时间间隔 T 时（如图 3 和图 4 中所示的时刻 t_{n_2} 之后经过时间间隔 T 的时刻），将第一端 11 和第二端 12 都接地一预定时间段 δ 。这里，预定时间段 δ 可以是一个远远小于预定时间间隔 T 的值。这样，在该时间段 δ 内第一电极 51 和第二电极 52 都接地，从而使得第一电极 51 和第二电极 52 附近的电荷得到消散。

[0060] 如上所述，判断模块 23 可以确定检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 是否等于电源的电压 V_{cc} 。当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 等于电源的电压 V_{cc} 时，雨淋传感器 50 的凹槽 54 内不存在雨水。这又可以分为两种情况，一种是始终没有下雨，另一种是之前曾经下过雨，雨已经停了一段时间，凹槽 54 内的积水已经全部排出或蒸发。在这种情况下，在一些进一步的实施例中，行为控制模块 24 可以进一步确定自主作业设备 6100 的操作状态是工作状态还是停止状态。如果确定自主作业设备 6100 处于停止状态，则行为控制模块 24 可以控制自主作业设备 6100 进入工作状态。例如，当自主作业设备 6100 由于下雨停止工作之后再次检测到雨淋传感器 50 的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 恢复到电源电压 V_{cc} 时，可以确定雨已经停了且凹槽 54 中的雨水已经完全排出或蒸发，外界环境再次变得适合于自主作业设备 6100 进行作业。在这种情况下，可以通过确定自主作业设备 6100 的当前操作状态并将其从停止状态改变为工作状态来使其重新投入工作。此时，自主作业设备 6100 的移动机构 40 在行为控制模块 24 的控制下从停靠站 6900 出发，并且自主作业设备 6100 的工作机构 30 在行为控制模块 24 的控制下开始工作状态。

[0061] 图 5 示出了根据本发明的另一些实施例的用于自主作业设备的控制电路 500 的结构示意图。在这些实施例中，雨淋传感器 50 可以设置在独立于所述自主作业设备的第二设备上，该第二设备示例性地为图 18 所示的停靠站 6900 或者另一独立的设备，该第二设备可以专用于检测是否下雨或者还可以具有诸如信号发射等其他功能。在一些实施方式中，该第二设备固定地设置在地面、建筑物或构筑物上。在另一些实施方式中，该第二设备还可以设置在其他机器人上，例如，如果自主作业系统中包括飞行器（典型地如无人机，通常用来实现对工作区域的监控），则第二设备可以为该飞行器，即控制电路 500 可以设置在该飞行器上。此外，如果自主作业系统中包括多个自主作业设备 6100，则该第二设备可以为多个自主作业设备 6100 中的至少一个，即控制电路 500 可以设置在多个自主作业设备 6100 中的至少一个上，且存在至少一个自主作业设备 6100 上没有控制电路 500。例如，有利地，可以设置在下雨时不必停止工作的这一类自主作业设备上。以下，以雨淋传感器 50 设置在停靠站 6900 中为例来进行描述。整个控制电路 500 可以包括停靠站 6900 中的部分 510 和自主作业设备 6100 中的部分 520。这里，如下所述，主要的控制功能由停靠站 6900 中的部分 510 实现，因此也可以将 510 称为用于控制自主作业设备 6100 的控制电路。以下将着重于图 5 中所示的控制电路 510 与图 2 所示的控制电路 200 的不同之处进行描述，省略了相同部分的描述。

[0062] 与图 2 中类似，控制电路 510 包括切换电路 10 和与切换电路 10 相连的主控制器 20。切换电路 10 包括第一端 11 和第二端 12，其中第一端 11 和第二端 12 分别与自主作业设备 6100 上安装的雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 相连。这里，可以通过在第一电极 51 和第二电极 52 上施加电压使得第一电极 51 和第二电极 52 具有不同极性。如图 5 中所示，第一电极 51 和第二电极 52 间隔设置在雨淋传感器 50 的绝缘基座 53 上并贯穿基座 53。当落雨时，基座 53 顶部的凹槽 54 内集聚的雨水将导通第一电极 51 和第二电极 52 以形成电通路。在一种实施例中，切换电路 10 包括 H 桥电路，如图 7 中所示。更具体地，切换电路 10 可以是 H 桥集成芯片，如 L9100S。

[0063] 主控制器 20 可以实现在一个单片机或多个芯片上，也可以实现在多个单片机或多个芯片上。主控制器 20 可以包括切换控制模块 21，其被配置为每隔预定时间间隔向切换电路 10 发送切换信号，以交换雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 的极性。切换信号的时序图如图 3 和图 4 中所示以及如以上

结合图 2 所描述, 在此不再赘述。

[0064] 主控制器 20 还包括检测模块 22, 其被配置为在预定时间间隔 T 内获取雨淋传感器 50 的电信号。如图 3 中所示, 假设在循环 C_n 中, 检测模块 22 在时刻 t_{n_1} 之后的时刻 $t_{n_{d1}}$ 来检测雨淋传感器 50 的电信号。根据本发明的实施例, 为了保持测量的一致性, 在每个循环 C 中, 检测模块 22 在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取该电信号, 即, $t_{n_{d1}} - t_{n_1} = t_{(n+1)_{d1}} - t_{(n+1)_1} = \Delta t$ 。

[0065] 类似地, 在一种实施例中, 切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻 (如图 5 中所示的电阻 R1), 第一端 11 通过该分压电阻 R1 与第一电极 51 相连。在这种情况下, 检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 和分压电阻 R1 之间的电平来获取该电信号, 此时该电信号是电压信号 (例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $V_{t_{n_{d1}}}$), 其指示雨淋传感器 50 和分压电阻 R1 上的电压降。

[0066] 在另一种实施例中, 切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻 (图中未示出)。在这种情况下, 检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 上流过的电流来获取该电信号, 此时该电信号是电流信号 (例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $I_{t_{n_{d1}}}$), 其指示流过雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 之间的电流。

[0067] 与图 2 所示的实施例类似, 主控制器 20 还可以包括判断模块 23, 其被配置为确定该电信号与第一阈值 V_m 的关系是否为第一关系。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻时, 该电信号为电压信号或电平信号, 该第一阈值为预定的电压阈值或电平阈值, 该第一关系可以包括该电信号小于或等于该第一阈值。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻时, 该电信号为电流信号, 该第一阈值为预定的电流阈值, 该第一关系可以包括该电信号小于或等于该第一阈值。在下文中以电压或电平信号作为该电信号的实例来对本发明进行描述。

[0068] 与图 2 所示的实施例不同, 主控制器 20 不包括行为控制模块 24 而是包括第一通信模块 25。其中第一通信模块 25 被配置为在确定电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 与第一阈值 V_m 的关系是第一关系时时向自主作业设备 6100 发送命令信号以使得自主作业设备 6100 改变操作状态。这里, 第一通信模块 25 和自主作业设备 6100 (更具体地, 自主作业设备 6100 的第二通信模块 26) 之间可以通过通用的或专用的通信方式进行通信。例如, 可以通过 WiFi、蓝牙等无线通信方式进行连接和通信。或者, 也可以通过具有特定规律的边界信号进行通信, 在此不再赘述。

[0069] 自主作业设备 6100 包括第二通信模块 26, 其被配置为从第一通信模块 25 接收该命令信号, 并且还包括行为控制模块 24, 其被配置为根据该命令信号改变自主作业设备 6100 的操作状态。例如, 行为控制模块 24 可以控制自主作业设备 6100 停止作业并返回停靠站 6900。更具体地, 自主作业设备 6100 的工作机构 30 在行为控制模块 24 的控制下停止工作状态并且自主作业设备 6100 的移动机构 40 在行为控制模块 24 的控制下返回停靠站 6900。在一些实施方式中, 当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 小于或等于第一阈值 V_m 时, 停靠站 6900 判断当前正在降雨, 在这种情况下, 停靠站 6900 向自主作业设备 6100 发送控制命令以控制机器人停止作业并返回停靠站 6900 避雨。在其他实施方式中, 例如自主作业设备 6100 需要下雨时工作时, 当雨淋传感器 50 检测到不下雨时发送命令信号使得自主作业设备 6100 进入待机状态, 当雨淋传感器 50 检测到下雨时发送命令信号使得自主作业设备 6100 进入工作状态。

[0070] 进一步地, 与图 2 所示实施例类似, 为了使得控制更加准确, 检测模块 22 可以每隔两个预定时间间隔 T 连续获取雨淋传感器 50 的多个电信号, 即每个循环 C 内获取一次电信号。判断模块 23 可以确定该多个电信号是否都小于或等于第一阈值 V_m , 并且当确定该多个电信号都小于或等于第一阈值 V_m 时, 第一通信模块 25 向自主作业设备 6100 发送该命令信号。

[0071] 进一步地, 判断模块 23 还可以确定该多个电信号是否基本上相等, 并且第一通信模块 25 可以在确定该多个电信号都小于或等于第一阈值 V_m 并且基本上相等时向自主作业设备 6100 发送该命令信号。

[0072] 如图 4 中所示, 检测模块 22 除了在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取雨淋传感器 50 的第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 之外, 还可以相应地在切换电路 10 进入第二输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取雨淋传感器 50 的第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 。判断模块 23 确定第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和是否等于第一预设值, 并且在确定电信号 $V_{t_{nd1}}$ (即第一电信号 $V_{t_{nd1}}$) 小于或等于第一阈值 V_m 并且第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和等于第一预设值时, 第一通信模块 25 向自主作业设备 6100 发送该命令信号以改变自主作业设备 6100 的操作状态。这里, 第一预设值可以是指电源的电压 V_{cc} 。也就是说, 在电极 51 和 52 发生极性反转之后的同样时长之后测得的两个电信号之和应当等于电源电压 V_{cc} , 从而进一步提高了测量的准确性。

[0073] 类似地, 在本发明的进一步的实施例中, 当切换电路 10 处于第二输出状态达预定时间间隔 T 时 (如图 3 和图 4 中所示的时刻 t_{n2} 之后经过时间间隔 T 的时刻), 可以将第一端 11 和第二端 12 都接地—预定时间段 δ 。

[0074] 如上所述, 判断模块 23 可以确定检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 是否等于电源的电压 V_{cc} 。当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 等于电源的电压 V_{cc} 时, 雨淋传感器 50 的凹槽 54 内不存在雨水。这又可以分为两种情况, 一种是始终没有下雨, 另一种是之前曾经下过雨, 雨已经停了一段时间, 凹槽 54 内的积水已经全部排出或蒸发。在这种情况下, 在一些进一步的实施例中, 第一通信模块 25 可以进一步确定自主作业设备 6100 的操作状态是工作状态还是停止状态。如果确定自主作业设备 6100 处于停止状态, 则第一通信模块 25 可以向自主作业设备 6100 发送该命令信号。例如, 当自主作业设备 6100 由于下雨停止工作之后再次检测到雨淋传感器 50 的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 恢复到电源电压 V_{cc} 时, 可以确定雨已经停了且凹槽 54 中的雨水已经完全排出或蒸发, 外界环境再次变得适合于自主作业设备 6100 进行作业。在这种情况下, 可以通过确定自主作业设备 6100 的当前操作状态并将其从停止状态改变为工作状态来使其重新投入工作。此时, 行为控制模块 24 可以根据该命令信号改变自主作业设备 6100 的操作状态。具体地, 自主作业设备 6100 的移动机构 40 可以在行为控制模块 24 的控制下从停靠站 6900 出发, 并且自主作业设备 6100 的工作机构 30 可以在行为控制模块 24 的控制下开始工作状态。

[0075] 图 5 所示的实施例可以是图 2 所示的实施例的替换 (即雨淋传感器仅安装在停靠站 6900 上, 未安装在自主作业设备 6100 上) 或补充 (即自主作业设备 6100 和停靠站 6900 上都安装有雨淋传感器)。在一些情况下, 这是有利的。例如, 在停靠站 6900 设置有遮蔽棚的情况下, 当自主作业设备 6100 停靠在停靠站 6900 处时可能会无法准确判断是否雨停, 从而无法准确控制其操作状态。

[0076] 图 6 示出了根据本发明的再一些实施例的用于自主作业设备的控制电路 600 的结构示意图。与图 5 所示的实施例类似, 雨淋传感器 50 可以设置在独立于自主作业设备 6100 的第二设备上, 该第二设备示例性地为图 1 所示的停靠站 6900 或者另一独立的设备, 该第二设备可以专用于检测是否下雨或者还可以具有诸如信号发射等其他功能。以下, 以雨淋传感器 50 设置在停靠站 6900 中为例来进行描述。整个控制电路 600 可以包括停靠站 6900 中的部分 610 和自主作业设备 6100 中的部分 620。与图 5 的实施例不同, 控制功能由停靠站 6900 中的部分 610 和自主作业设备 6100 中的部分 620 协同实现, 例如, 判断模块 23 位于自主作业设备 6100 中而不是停靠站 6900 中。以下将着重于图 6 中所示的控制电路 600 与图 2 所示的控制电路 200 和图 5 所示的控制电路 500 的不同之处进行描述, 省略了相同部分的描述。

[0077] 与图 2 和图 5 中类似, 停靠站 6900 的控制电路部分 610 包括切换电路 10 和与切换电路 10 相连的主控制器 20。切换电路 10 包括第一端 11 和第二端 12, 其中第一端 11 和第二端 12 分别与自主作业设备 6100 上安装的雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 相连。这里, 可以通过在第一电极 51 和第二电极 52 上施加电压使得第一电极 51 和第二电极 52 具有不同极性。如图 6 中所示, 第一电极 51 和第二电极 52 间隔设置在雨淋传感器 50 的绝缘基座 53 上并贯穿基座 53。当落雨时, 基座 53 顶部的凹槽 54 内

集聚的雨水将导通第一电极 51 和第二电极 52 以形成电通路。在一种实施例中，切换电路 10 包括 H 桥电路。更具体地，切换电路 10 可以是 H 桥集成芯片，如 L9100S。

[0078] 主控制器 20 可以实现在一个单片机或单个芯片上，也可以实现在多个单片机或实现在多个芯片上，控制电路部分 620（第二通信模块 26、判断模块 23 和行为控制模块 24）可以实现在另一个或另一些单片机或芯片上。主控制器 20 可以包括切换控制模块 21，其被配置为每隔预定时间间隔向切换电路 10 发送切换信号，以交换雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 的极性。切换信号的时序图如图 3 和图 4 中所示以及如以上结合图 2 和图 5 所描述，在此不再赘述。

[0079] 主控制器 20 还包括检测模块 22，其被配置为在预定时间间隔 T 内获取雨淋传感器 50 的电信号。如图 3 中所示，假设在循环 C_n 中，检测模块 22 在时刻 t_{n_1} 之后的时刻 $t_{n_{d1}}$ 来检测雨淋传感器 50 的电信号。根据本发明的实施例，为了保持测量的一致性，在每个循环 C 中，检测模块 22 都在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取该电信号，即， $t_{n_{d1}} - t_{n_1} = t_{(n+1)_{d1}} - t_{(n+1)_1} = \Delta t$ 。

[0080] 类似地，在一种实施例中，切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻（如图 6 中所示的电阻 R_1 ），第一端 11 通过该分压电阻 R_1 与第一电极 51 相连。在这种情况下，检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 和分压电阻 R_1 之间的电平来获取该电信号，此时该电信号是电压信号（例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $V_{t_{n_{d1}}}$ ），其指示雨淋传感器 50 和分压电阻 R_1 上的电压降。

[0081] 在另一种实施例中，切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻（图中未示出）。在这种情况下，检测模块 22 通过检测雨淋传感器 50 上流过的电流来获取该电信号，此时该电信号是电流信号（例如时刻 $t_{n_{d1}}$ 获取的电信号可以表示为 $I_{t_{n_{d1}}}$ ），其指示流过雨淋传感器 50 的第一电极 51 和第二电极 52 之间的电流。

[0082] 与图 2 所示的实施例不同，主控制器 20 不包括判断模块 23，而是包括第一通信模块 25，其直接将检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 发送给自主作业设备 6100。

[0083] 自主作业设备 6100 包括第二通信模块 26，其被配置为从第一通信模块 25 接收该电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ ，并且还包含判断模块 23，其确定电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 与第一阈值 V_m 的关系是否为第一关系。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 串联的分压电阻时，该电信号为电压信号或电平信号，该第一阈值为预定的电压阈值或电平阈值，该第一关系可以包括该电信号小于或等于该第一阈值。当切换电路 10 包括与雨淋传感器 50 并联的分流电阻时，该电信号为电流信号，该第一阈值为预定的电流阈值，该第一关系可以包括该电信号小于或等于该第一阈值。在下文中以电压或电平信号作为该电信号的实例来对本发明进行描述。

[0084] 自主作业设备 6100 还包括行为控制模块 24，其被配置为在确定电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 与第一阈值 V_m 的关系是第一关系时，改变自主作业设备 6100 的操作状态。例如，行为控制模块 24 可以控制自主作业设备 6100 停止作业并返回停靠站 6900。更具体地，自主作业设备 6100 的工作机构 30 在行为控制模块 24 的控制下停止工作状态并且自主作业设备 6100 的移动机构 40 在行为控制模块 24 的控制下返回停靠站 6900。在一些实施方式中，当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{n_{d1}}}$ 小于或等于第一阈值 V_m 时，自主作业设备 6100 判断当前正在降雨，在这种情况下，自主作业设备 6100 的行为控制模块 24 控制机器人停止作业并返回停靠站 6900 避雨。在其他实施方式中，例如自主作业设备 6100 需要在下雨时工作时，当雨淋传感器 50 检测到不下雨时发送命令信号使得自主作业设备 6100 进入待机状态，当雨淋传感器 50 检测到下雨时发送命令信号使得自主作业设备 6100 进入工作状态。

[0085] 进一步地，与图 2 和图 5 所示实施例类似，为了使得控制更加准确，检测模块 22 可以每隔两个预定时间间隔 T 连续获取雨淋传感器 50 的多个电信号，即每个循环 C 内获取一次电信号。第一通信模块 25 可以将该多个电信号发送给自主作业设备 6100，并且自主作业设备 6100 的判断模块 23 可以确定该多个电信号是否都小于或等于第一阈值 V_m ，并且当确定该多个电信号都小于或等于第一阈值 V_m 时，行为控

制模块 24 改变自主作业设备 6100 的操作状态。

[0086] 进一步地, 判断模块 23 还可以确定该多个电信号是否基本上相等, 并且行为控制模块 24 可以在确定该多个电信号都小于或等于第一阈值 V_m 并且基本上相等时改变自主作业设备 6100 的操作状态。

[0087] 如图 4 中所示, 检测模块 22 除了在切换电路 10 进入第一输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取雨淋传感器 50 的第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 之外, 还可以相应地在切换电路 10 进入第二输出状态的时刻或之后预定时间 Δt 时获取雨淋传感器 50 的第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 。第一通信模块 25 可以将第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 发送给自主作业设备 6100。

[0088] 自主作业设备 6100 的第二通信模块 26 从第一通信模块 25 接收该第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$, 判断模块 23 确定该第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和是否等于第一预设值, 并且在确定电信号 $V_{t_{nd1}}$ (即第一电信号 $V_{t_{nd1}}$) 小于或等于第一阈值 V_m 并且第一电信号 $V_{t_{nd1}}$ 和第二电信号 $V_{t_{nd2}}$ 之和等于第一预设值时, 行为控制模块 24 改变自主作业设备 6100 的操作状态。这里, 第一预设值可以是指电源的电压 V_{cc} 。也就是说, 在电极 51 和 52 发生极性反转之后的同样时长之后测得的两个电信号之和应当等于电源电压 V_{cc} , 从而进一步提高了测量的准确性。

[0089] 类似地, 在本发明的进一步的实施例中, 当切换电路 10 处于第二输出状态达预定时间间隔 T 时 (如图 3 和图 4 中所示的时刻 t_{n2} 之后经过时间间隔 T 的时刻), 可以将第一端 11 和第二端 12 都接地一预定时间段 δ 。

[0090] 如上所述, 判断模块 23 可以确定检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 是否等于电源的电压 V_{cc} 。当检测模块 22 获取的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 等于电源的电压 V_{cc} 时, 雨淋传感器 50 的凹槽 54 内不存在雨水。这又可以分为两种情况, 一种是始终没有下雨, 另一种是之前曾经下过雨, 雨已经停了一段时间, 凹槽 54 内的积水已经全部排出或蒸发。在这种情况下, 在一些进一步的实施例中, 行为控制模块 24 可以进一步确定自主作业设备 6100 的操作状态是工作状态还是停止状态。如果确定自主作业设备 6100 处于停止状态, 则行为控制模块 24 控制自主作业设备 6100 进入工作状态。例如, 当自主作业设备 6100 由于下雨停止工作之后再次检测到雨淋传感器 50 的电信号 $V_{t_{nd1}}$ 恢复到电源电压 V_{cc} 时, 可以确定雨已经停了且凹槽 54 中的雨水已经完全排出或蒸发, 外界环境再次变得适合于自主作业设备 6100 进行作业。在这种情况下, 可以通过确定自主作业设备 6100 的当前操作状态并将其从停止状态改变为工作状态来使其重新投入工作。具体地, 自主作业设备 6100 的移动机构 40 可以在行为控制模块 24 的控制下从停靠站 6900 出发, 并且自主作业设备 6100 的工作机构 30 可以在行为控制模块 24 的控制下开始工作状态。

[0091] 图 6 所示的实施例是图 5 所示的实施例的变形, 其将整个系统的控制功能分散在自主作业设备 6100 和停靠站 6900 (或另一独立设备) 两个部分, 这在自主作业设备本身具有较强的处理能力的情况下可能是有利的。

[0092] 本发明可以实现为方法、设备、芯片电路和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质, 其上载有用于执行本发明的各个方面的计算机可读程序指令。芯片电路可以包括用于执行本发明的各个方面的电路单元。

[0093] 在现有技术中, 雨淋传感器通常安装在设备的非密封空间内, 控制板安装在设备的密封空间内, 雨淋传感器和控制板通过导线连接, 该设计方案需考虑两个方面的密封, 包括雨淋传感器本身的密封和导线的密封。雨淋传感器包括底座、位于底座下方的橡胶件和贯穿底座的电极棒。底座作为基础支撑元件, 使用较硬的塑胶材质制成, 塑胶材质的底座与金属材质的电极棒之间难以形成可靠的密封, 无论两者之间是通过注塑一体成型, 还是通过过盈连接, 这样水会渗到底座的下方, 使电极棒始终被导通, 导致雨淋传感器的误触发。其原因在于二者的热胀冷缩特性不同, 导致二者的界面极易出现间隙或塑胶件被涨裂。为了解决上述问题, 通常在底座的下方设置橡胶件, 电极棒和导线嵌在橡胶件中, 或者使用灌

封胶进行灌封。导线在穿过密封空间和非密封空间之间的过线孔进行密封，继而需在过线孔位置进行密封。上述技术方案导致雨淋传感器结果复杂，其至少使用了三种材料，难以兼顾可靠性、装配简易性和成本低廉性。针对上述技术问题，如图1~图14所示，本实施例还提供一种雨淋传感器640和设置有该雨淋传感器640的自主作业设备6100，尤其是可自主地在预设区域内行走并执行割草作业的智能割草机。

[0094] 首先对本实施例所提供的雨淋传感器640进行详细说明。参照图12~图14，本实施例中，雨淋传感器640包括基座641和嵌在基座641中的电极642。在最优实施例中，电极642和基座641通过硫化粘接接合，这种连接方式，能够保证电极642与基座641的连接部位的密封性，防止水从二者的接口处渗入密封腔体内。在其他实施例中，电极642和基座641通过过盈配合接合。其中，基座641具有弹性，能够保证密封性能，优选为橡胶材质。电极642为棒状，可为单独的金属棒，或者由金属棒和与金属棒的下端焊接的导线构成，本实施例优选电极642为单独的金属棒。电极642的数目为两个，分别为间隔设置的正电极和负电极。作为本实施例的最优方案，雨淋传感器640仅由基座641和电极642构成，并且电极642为单独的金属棒，如此整个雨淋传感器640仅由橡胶材料和金属材料构成，最大程度地降低制造成本。

[0095] 基座641具有相对的上端面6411和下端面6412，下端面6412用于暴露在密封腔体c的内部，上端面6411用于暴露在密封腔体c的外部。电极642的两端分别穿出上端面6411和下端面6412，电极642的上端用于暴露在密封空间c的外部以接触淋雨，电极642的下端用于与密封空间c中的控制板660连接。在设备在工作过程中，雨淋传感器640用于检测是否受到雨淋，当两个电极642被雨水导通，控制板660可检测到电极导通信号，进而根据该信号自动停止作业或发出提醒信号。

[0096] 基座641具有构造在上端面6211和下端面6412之间的外周面6413，外周面6413可为圆周面、多边形周面的规则周面或不规则周面。外周面6413上构造有突出的支撑结构6414，基座641利用支撑结构6414支撑在作为密封腔体c的构件件的底盘上盖610的上盖孔6111上，可将下端区域伸入上盖孔6111内，如此下端面6412暴露在密封腔体c内。另一方面，可利用外周面6413上的支撑结构6414支撑置于密封结构外部的其他结构，例如位于底盘上盖610上方的盖体630，盖体630可利用其上的盖体孔6311将自身支撑在支撑结构6414上，同时支撑结构6414的上端区域伸入盖体孔6311内，如此基座641的上端面6411暴露在密封腔体c的外部。通过在基座641的外周面6413上构造支撑结构6414，使得雨淋传感器640被夹设紧压在密封结构上，保证雨淋传感器640的最佳装配性和可靠性。

[0097] 支撑结构6414具有多种可选方案，可为沿基座641的外周面6413的周向连续延伸的支撑法兰，该支撑法兰为片状或具有一定的厚度；或者支撑结构6414由沿基座641的外周面6413的周向间隔分布的多个支撑部构成，该支撑部可为柱状、片状或其他形状。作为本实施例的优选方案，支撑结构6414为沿外周面6413的周向延伸的支撑法兰，该支撑法兰具有一定的厚度，在支撑法兰的上表面上构造有由法兰的内缘向外缘延伸的导水槽，优选导水槽沿法兰的径向直线延伸。其中，法兰的数量为1个或2个。法兰的数量为1个时，上述的底盘上盖610和固定板630沿法兰的厚度方向将该法兰压紧。法兰的数量为2个时，上述的底盘上盖610与位于下方的法兰的下表面接触，使得基座641支撑在底盘上盖610的上盖孔6111上，上述的盖体630与位于上方的法兰的上表面接触，以此支撑在该法兰上，导水槽构造在位于上方的法兰的上表面上。

[0098] 本实施例中，外周面6413上构造有沿外周面6413的周向延伸且突出于外周面6413的至少一个凸起6415，凸起6415构造为环状，该凸起6415位于支撑结构6414的下方，至少一个凸起6415沿基座641的高度方向间隔设置。上述底盘上盖610的上盖孔6111由底盘上盖610的表面向上拉伸构成第一支撑部611，该凸起6415用于与第一支撑部611的内壁匹配，以达到密封作用。

[0099] 本实施例中，基座641的上端面6411上构造有下凹的集水面6416，电极642的上端由集水面6416穿出，集水面6416内凹于上端面6411形成凹陷，利于收集淋雨，进而提高电极642的灵敏度。

[0100] 本实施例中，正电极的外围和负电极的外围配置有附着在集水面6416上的多个椎体，多个椎体之间的间隙连通并共同构成储水空间，储水空间构置成能够储水并形成连接正电极和负电极的水膜。雨淋

传感器 640 的上方出现淋雨时，由于锥体具有朝上的尖端，该尖端能够破坏淋雨滴表面的张力，则集水面上不易形成体积较大的水珠，雨滴被迫迅速散开继而形成能够导通正电极和负电极的水膜，从而实现快速触发。一实施例中，锥体一体成型在集水面 6416 上。一实施例中，多个锥体连成一体的集雨结构，集雨结构附着在集水面 6416 上，集雨结构设有供正电极和负电极穿过的纵向通道，正电极和负电极由纵向通道穿过，进而伸出基座 641 的上端面 6411。优选地，所述的集雨结构以可拆卸方式固定在集水面 6416 上，以便于更换。例如，集雨结构可通过凹凸结构卡在集水面 6416 上。或者，通过胶粘方式实现可拆卸连接。优选地，锥体为三棱锥或四棱锥。多个锥体间隔设置或者底部相邻接。锥体之间具有间隙，各锥体相互独立并形成该间隙，亦即，相邻锥体之间不存在接触情况。当锥体连成集雨结构时，通过一连接部将各锥体连在一起。或者，锥体之间具有间隙，相邻锥体的底部彼此接触的情况下形成该间隙。锥体形成一体的集雨结构，则仅通过相接触的底部实现连接。一实施例中，多个锥体的顶端在集水面 6416 上的密度大于 100 个/平方厘米。此密度分布的锥体能够有效破坏直径大于 2 毫米的水滴表面张力，使雨水落在表面时更快速地均匀散布开，在表面形成均匀的水膜，解决快速触发问题。

[0101] 以下对本实施例提供的自主作业设备 6100 进行详细描述。本实施例提供的自主作业设备 6100 包括具有密封腔体 c 的密封结构和如上所述的雨淋传感器 640，雨淋传感器 640 设置在密封结构上，并且雨淋传感器 640 的基座 641 的下端面 6411 暴露在密封腔体 c 的内部，基座 641 的上端面 6411 暴露在密封腔体 c 的外部。具体地，密封结构包括作为其构件的两个盖板，分别为底盘上盖 610 和底盘下盖 620。底盘上盖 610 具有向上拉伸形成的半腔体，底盘下盖 620 具有向下拉伸形成的半腔体。底盘上盖 610 和底盘下盖 620 两者中的一者的边缘构造有突出的密封条，底盘上盖 610 和底盘下盖 620 两者中的另一者的边缘构造有内凹的密封槽，密封槽内装设有密封件，密封槽构造接收密封条，如此底盘下盖 620 的边缘和底盘上盖 610 的边缘密封连接，两者的半腔体相对合并构成上述的密封腔体 c。如图 8 和图 9 所示，其中分别示出了底盘上盖 610 和底盘下盖 620 的 2 个密封位置 a。

[0102] 如图 8 和图 9 所示，自主作业设备 6100 还包括设置在底盘上盖 610 的外部上方的盖体 630，本实施例中，该盖体 630 作为上述雨淋传感器 640 的至少部分的安装基体。盖体 630 具有向上拉伸形成的半腔体，该半腔体位于密封腔体 c 的外部，用于向雨淋传感器 640 提供安装空间。在本实施方式中，盖体 630 同时作为急停按键 650 的至少部分的安装基体，向急停按键 650 提供安装空间。在其他不设有盖体 630 的实施方式中，通常由底盘或底盘上盖 610 作为雨淋传感器 640 的至少部分的安装基体。

[0103] 本实施例中，底盘上盖 610 的上表面和盖体 630 的边缘两者中的一者上构造有突出的卡条，底盘上盖 610 的上表面和盖体 630 的边缘两者中的另一者上构造有内凹的卡槽，卡槽构造接收卡条，如此盖体 630 的边缘与底盘上盖 610 的上表面卡接。如图 8 所示，其中示出了底盘上盖 610 和盖体 630 的 2 个卡接位置 b。其中，底盘上盖 610 构造有贯穿底盘上盖 610 厚度的上盖孔 6111，基座 641 通过其上的支撑结构 6414 支撑在上盖孔 6111 上且基座 641 的下端面 6412 穿过上盖孔 6111 而暴露在密封腔体 c 的内部。盖体 630 构造有贯穿盖体 630 厚度的盖体孔 6311，盖体 630 通过盖体孔 6311 支撑在基座 641 的支撑结构 6414 上且基座 641 的上端面 6411 穿过盖体孔 6311 而暴露在密封腔体 c 的外部。

[0104] 本实施例中，基座 641 上的支撑结构 6414 作为支撑基础，以利于装配，提高雨淋传感器 640 的装配性和可靠性。然而，其他实施例中，基座 641 具有外周面 6413，该外周面 6413 上不设置支撑结构 6414，由于基座 641 为橡胶材质，可通过过盈配合挤压在上盖孔 6111 和/或盖体 6311 中，同样可以实现有效的密封凸起。

[0105] 如图 10 所示，本实施例中，上盖孔 6111 由底盘上盖 610 的表面向上拉伸构成第一支撑部 611，盖体孔 6311 由盖体 630 的表面向下拉伸构成第二支撑部 631。位于支撑结构 6414 下方的基座 641 与第一支撑部 611 配装，并且位于该区域的凸起 6415 与第一支撑部 611 的内壁匹配，以保证良好的密封性。位于支撑结构 6414 上方的基座 641 与第二支撑部 631 配装，该第二支撑部 631 的下端面上构造有由第二支撑部 631 的内壁向外壁延伸的导水槽，优选该导水槽沿第二支撑部 631 的径向直线延伸。其他实施例中，支撑结构 6414 的下表面可直接支撑在底盘上盖 610 的上表面上，盖体 630 的下表面可直接支撑在支

撑结构 6414 的上表面上。优选地，第一支撑部 611 和第二支撑部 631 为连续或间断的柱环结构。

[0106] 本实施例中，底盘上盖 610 的上表面上构造有用于收容急停按键 650 的安装部 612，雨淋传感器 640 置于安装部 612 的覆盖范围内，安装部 612 中装设有急停按键 650，急停按键 650 构造有允许雨淋传感器 640 穿过的避让孔 654，以提高整个机组的集成度。具体地，参照图 11 所示，底盘上盖 610 上构造有安装部 612，该安装部 612 由突出于底盘上盖 610 上表面的 U 形立壁构成，在 U 形立壁所圈设的范围内，底盘上盖 610 上构造有贯穿底盘上盖 610 厚度的第一支撑部 611 和按键安装孔 613。

[0107] 急停按键 650 包括按压部 651 和与按压部 651 连接的延伸部 652，延伸部 652 上远离按压部 651 的端头构造有两个同轴的铰接轴 653。U 形立壁的开口两端处构造有两个同轴的半圆柱形的收纳部 615。盖体 630 的下表面上构造有两个同轴的半圆柱形的收纳部 632，U 形立壁上的两个半圆柱形的收纳部 615 与盖体 630 上的两个半圆柱形的收纳部 632 一一对应地对接，并形成两个同轴的完整圆柱形收纳部，延伸部 652 上的两个同轴的铰接轴 653 一一对应地收纳在两个同轴的完整圆柱形收纳部中，并能够相对该圆柱形收纳部转动。按压部 651 可操作地活动安装在按键安装孔 613，其上端伸出盖体 630 而位于盖体 630 的外侧。操作按压部 651 时，按压部 651 相对按键安装孔 613 的轴向运动并带动延伸部 652 相对底盘上盖 610 和盖体 630 转动，进而实现急停操作。延伸部 652 覆盖在盖体 630 和底盘上盖 610 之间的空间内，其上构造有贯穿延伸部 652 厚度的避让孔 654，该避让孔 654 构造成允许穿过雨淋传感器 640、第一支撑部 611 和第二支撑部 631。操作急停按键 650 时，雨淋传感器 640 不受干涉。组装时，先装配底盘上盖 610 和底盘下盖 620，使两者密封构成密封腔体 c，再安装急停按键 650 和雨淋传感器 640，急停按键 650 和雨淋传感器 640 无先后顺序，最后安装盖体 630。

[0108] 现有技术当中，使用传统雨淋传感器的自主作业系统在户外工作时，如果突降暴雨，雨滴大且速度快，直接冲击雨淋传感器，一方面由于雨淋传感器的基体通常对于水是不浸润的，雨滴打在雨淋传感器上不易形成连续的水膜；另一方面由于雨滴的冲击力大，容易将雨淋传感器上原本存在的水膜破坏，导致雨淋传感器对于突降暴雨的情况难以做出及时正确的反应。为了解决上述技术问题，在本发明的另一实施方式揭示了另一种雨淋传感器 640，参考图 15~图 17，由于本实施方式的雨淋传感器 640 是对前文所述技术方案改进的，所以在此仅对改进之处进行详细说明，而对于相同或相似的技术特征省略或简略说明。本实施方式的雨淋传感器 640 包括基座 641、电极 642 和突出体 670，其中突出体 670 被至少部分地配置在基座 641 的上端面 6411 的正上方。这里及后文中所述的“正上方”典型地指当集水面 6416 处于水平位置时，至少部分的突出体 670 在水平面上的投影落在基座 641 在水平面上的投影之内。在一优选的实施方式中，典型地参考图 17，至少部分的突出体 670 与上端面 6411 之间存在间隙。在另一优选的实施方式中，未单独图示地，突出体 670 构造为与上端面 6411 之间不接触。在另一优选的实施方式中，未单独图示地，突出体 670 构造为其至少一部分与上端面 6411 相接触。

[0109] 进一步地参考图 17，突出体 670 构造为包括基部 671 和臂部 672。基部 671 构造为与雨淋传感器 640 的安装基体连接。在本实施方式中，盖体 630 构成了所述安装集体的至少一部分，突出体 670 的基部 671 与盖体 630 连接；进一步地，基部 671 连接于盖体孔 6311 的边缘。在其他实施方式中，底盘构成了所述安装集体的至少一部分，突出体 670 的基部 671 与底盘连接，典型地，基部 671 与底盘上盖 610 连接。在其他实施方式中，基部 671 构造为与雨淋传感器 640 的基座 641 连接，典型地，基部 671 与基座 641 的边缘部分连接。臂部 672 构造为其一端与基部 671 连接，其另一端位于上端面 6411 的正上方。在本实施方式中，突出体 670 与安装基体或基座 641 一体成型，突出体 670 的基部 671 自安装基体或基座 641 大致向上延伸，臂部 672 自基部 671 的上部大致沿水平方向朝向基座 641 的中部延伸，优选地，臂部 672 延伸至集水面 6416 的正上方，且至少部分的臂部 672 与集水面 6416 之间存在间隙。进一步的，臂部 672 的上表面到上端面 6411 的距离大于电极 642 的上表面到上端面 6411 的距离，也就是说，臂部 672 最高点的高度大于电极 642 最高点的高度。进一步地，臂部 672 的下表面到上端面 6411 的距离小于电极 642 的上表面，也就是说，臂部 672 最低点的高度小于电极 642 最高点的高度。通过大量的实测能够证明，这种结构十分有利于在突降暴雨时，一定程度上避免高速砸落的雨点直接冲击集水面 6416，确保集

水面 6416 中能够存蓄到雨水以致电极 642 之间被导通。在最优实施例中，基部 671 与安装基体一体成型，一方面能够最大程度的简化装配工艺，另一方面有利于简化雨淋传感器 640 的基座 641 的结构，进而降低生产加工的复杂程度，降低成本。在其他实施方式中，突出体 670 也可被构造为通过胶粘、焊接等工艺与安装基体或基座 641 连接，也可被构造为通过可拆卸连接结构与安装基体或基座 641 连接。在其他实施方式中，突出体 670 被构造为其第一部分（例如基部 671）与安装基体或基座 641 一体成型或通过胶粘、焊接等工艺连接，其第二部分（例如臂部 672）与其第一部分通过胶粘、焊接等工艺或通过可拆卸结构连接。

[0110] 进一步地，突出体 670 还包括至少一个下探部 673，在图 15~图 17 所示的实施例中，突出体 670 包括一个下探部 673，在其他实施例中，突出体 670 可包括两个或两个以上个下探部 673。下探部 673 构造为自臂部 672 远离基部 671 的一端（典型地为对应于集水面 6416 的部分）的下表面向下延伸。优选的，下探部 673 构造为在臂部 672 的正下方且在所述集水面 6416 的正上方。这里及后文中所述的“正下方”典型地指当集水面 6416 处于水平位置时，下探部 673 在水平面上的投影完全地落在臂部 672 在水平面上的投影之内；进一步地，二者的投影不相切。优选的，下探部 673 构造为不在任意一个电极 642 的正上方；进一步地，电极 642 包括间隔设置的正电极和负电极，下探部 673 构造为在正电极和负电极之间的集水面 6416 的正上方。下探部 673 与集水面 6416 之间存在间隙，此时突出体 670 位于集水面 6416 正上方的部分整体上与集水面 6416 之间存在间隙；或下探部 673 与集水面 6416 相接触，此时突出体 670 位于集水面 6416 正上方的部分有且仅有下探部 673 与集水面 6416 相接触，而突出体 670 位于集水面 6416 正上方的其他部分则与集水面 6416 之间存在间隙。优选的，下探部 673 构造为上大下小的结构，典型地如倒置的圆台形、倒置的圆锥形等。当突出体 670 具有上述结构的下探部 673 时，能够进一步地优化雨滴在集水面 6416 上的聚集，避免因水的张力导致的无法在两个电极 642 之间形成连续水膜的问题，即使集水面 6416 被构造为一个基本平整的平面。

[0111] 前文中对于雨淋传感器 640 的描述均建立在该雨淋传感器 640 设置在自主作业设备 6100 上，而在其他的一些实施方式中，如图 18 所示，雨淋传感器 640 也可设置在停靠站 6900 上，此时，停靠站 6900 包括具有密封腔体的密封结构和设置在所述密封结构中的控制模块，所述密封结构包括停靠站外壳，雨淋传感器 640 被构造为设置在所述停靠站外壳上，相应地，突出体 670 优选地与停靠站外壳一体成型。

[0112] 应当理解，虽然本说明书按照实施方式加以描述，但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施方式中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0113] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明，它们并非用以限制本发明的保护范围，凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种自主作业系统，包括自主作业设备和独立于所述自主作业设备的第二设备；所述自主作业系统包括控制电路；其特征在于，所述控制电路包括：
 - 雨淋传感器，其包括第一电极和第二电极；
 - 切换电路，其所述第一电极和所述第二电极相连，并配置为操作地交换所述第一电极和所述第二电极的极性；
 - 检测模块，其被配置为获取所述雨淋传感器的电信号；
 - 判断模块，其被配置为确定所述电信号与第一阈值是否满足第一关系；以及
 - 行为控制模块，其被配置为在确定所述电信号与所述第一阈值满足第一关系时控制所述自主作业设备改变操作状态。
2. 根据权利要求 1 所述的自主作业系统，其特征是，所述控制电路被配置在所述自主作业设备上。
3. 根据权利要求 1 所述的自主作业系统，其特征是，所述控制电路还包括第一通信模块，其被配置为将所述电信号发送给所述自主作业设备，以使所述自主作业设备根据所述电信号改变操作状态；所述雨淋传感器、所述检测模块和所述第一通信模块被配置在所述第二设备上；所述判断模块被配置在所述自主作业设备上或所述第二设备上。
4. 根据权利要求 1~3 任意一项所述的自主作业系统，其特征是，所述切换电路被配置为在第一输出状态时，将所述第一电极设置为高电位，将所述第二电极设置为低电位；并且所述切换电路被配置为在第二输出状态时，将所述第一电极设置为低电位，将所述第二电极设置为高电位。
5. 根据权利要求 4 所述的自主作业系统，其特征是，所述控制电路还包括切换控制模块，其被配置为控制所述切换电路以交换所述第一电极和所述第二电极的极性。
6. 根据权利要求 5 所述的自主作业系统，其特征是，所述切换控制模块被配置为向所述切换电路发送第一切换信号和第二切换信号；并且所述切换电路被配置为在接收到所述第一切换信号时进入所述第一输出状态，在接收到所述第二切换信号时进入所述第二输出状态。
7. 根据权利要求 6 所述的自主作业系统，其特征是，所述切换控制模块被配置为每隔预定时间间隔向所述切换电路交替地发送所述第一切换信号和所述第二切换信号。
8. 根据权利要求 4 所述的自主作业系统，其特征是，所述检测模块被配置为在所述切换电路处于所述第一输出状态时获取所述雨淋传感器的第一电信号；所述判断模块被配置为确定所述第一电信号与所述第一阈值是否满足所述第一关系；以及所述行为控制模块被配置为在确定所述第一电信号与所述第一阈值满足所述第一关系时控制所述自主作业设备改变操作状态。
9. 根据权利要求 8 所述的自主作业系统，其特征是，所述判断模块被配置为进一步地确定至少两个所述第一电信号是否相等；所述行为控制模块被配置为在确定至少两个连续的第一电信号基本上相等并且所述至少两个连续的第一电信号与所述第一阈值都满足所述第一关系时改变所述自主作业设备的操作状态。
10. 根据权利要求 8 所述的自主作业系统，其特征是，所述检测模块被配置为在所述切换电路进入所述第一输出状态的时刻或之后预定时间时，获取所述雨淋传感器的第一电信号。
11. 根据权利要求 8~10 中任意一项所述的自主作业系统，其特征是，所述检测模块还被配置为在所述切换电路处于所述第二输出状态时获取所述雨淋传感器的第二电信号。
12. 根据权利要求 11 所述的自主作业系统，其特征是，所述检测模块被配置为在所述切换电路进入所述第二输出状态的时刻或之后预定时间时，获取所述雨淋传感器的第二电信号。
13. 根据权利要求 4 所述的自主作业系统，其特征是，所述切换电路还被配置为在处于所述第二输出状态达预定时间间隔时，将所述第一端和所述第二端都接地一预定时间段。
14. 根据权利要求 1~3 任意一项所述的自主作业系统，其特征是，所述切换电路包括第一端和第二端，所述第一端与所述第一电极相连，所述第二端与所述第二电极相连；所述切换电路还包括与所述雨淋传感器串联的分压电阻，所述第一端通过所述分压电阻与所述第一电极相连，并且所述检测模块通过检测所述雨淋传感器和所述分压电阻之间的电平来获取所述电信号；所述第一关系包括所述电信号小于或等于所述第一阈值。
15. 根据权利要求 14 所述的自主作业系统，其特征是，所述判断模块还被配置为确定所述第一电信号和所述第二电信号之和是否等于第一预设值；并且所述行为控制模块还被配置为在确定所述电信号与所述第一阈值之间满足所述第一关系并且所述第

一电信号和所述第二电信号之和等于所述第一预设值时改变所述自主作业设备的操作状态。

- 16.** 根据权利要求 14 所述的控制电路，其特征在于，
 所述判断模块还被配置为确定所述电信号是否等于电源的电压；以及
 所述行为控制模块还被配置为在确定所述电信号等于电源的电压时，确定所述自主作业设备的操作状态是工作状态还是停止状态，并且如果确定所述自主作业设备处于停止状态，则控制所述自主作业设备进入工作状态。
- 17.** 根据权利要求 1~3 任意一项所述的自主作业系统，其特征是，控制所述自主作业设备改变操作状态包括控制所述自主作业设备停止作业和/或返回基站。
- 18.** 根据权利要求 1~17 任意一项所述的自主作业系统，其特征是，所述雨淋传感器包括基座和电极；所述基座具有相对的上端面和下端面，所述下端面用于暴露在密封腔体的内部，所述上端面用于暴露在密封腔体的外部；所述电极嵌在所述基座中且所述电极的两端分别穿出所述上端面和所述下端面。
- 19.** 根据权利要求 1~17 任意一项所述的自主作业系统，其特征是，所述雨淋传感器，包括基座、电极和突出体；所述基座具有上端面和与所述上端面相对的下端面；所述电极的上端至少部分地暴露于所述基座的所述上端面；所述突出体被至少部分地配置在所述上端面的正上方，且至少部分的所述突出体与所述上端面之间存在间隙。

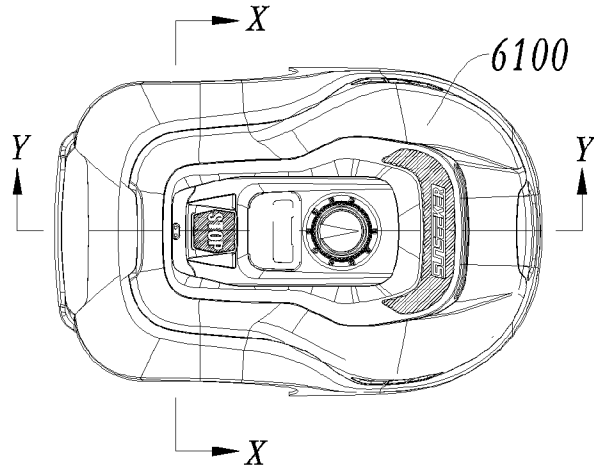


图 1

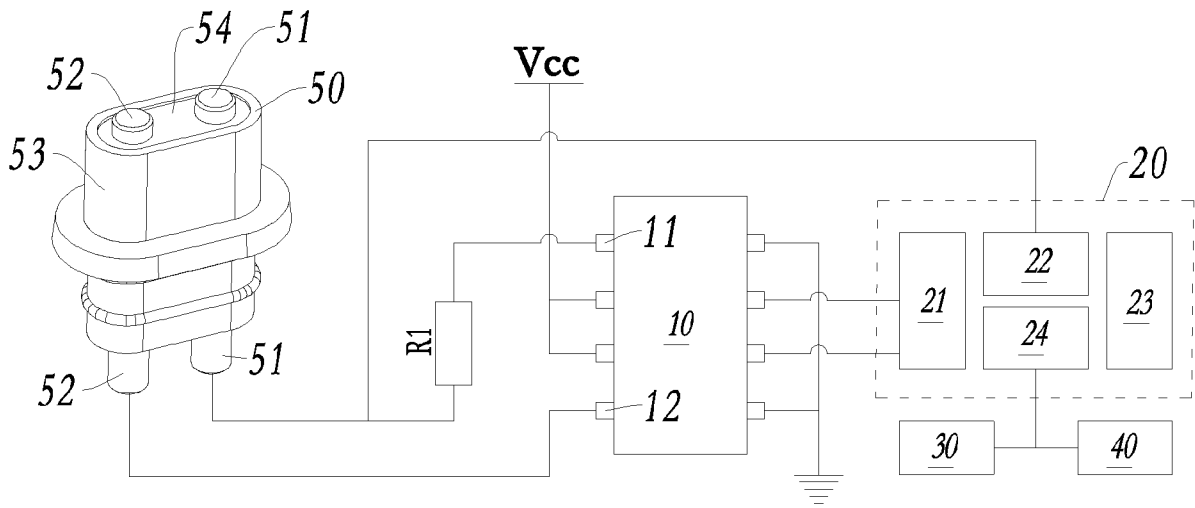


图 2

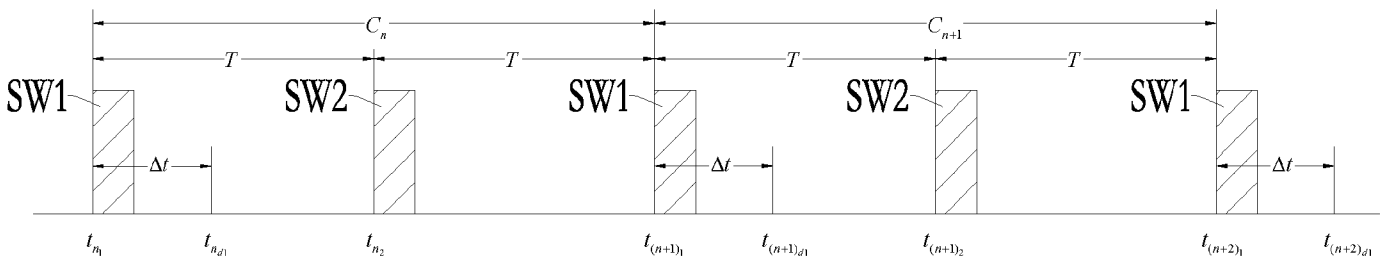


图 3

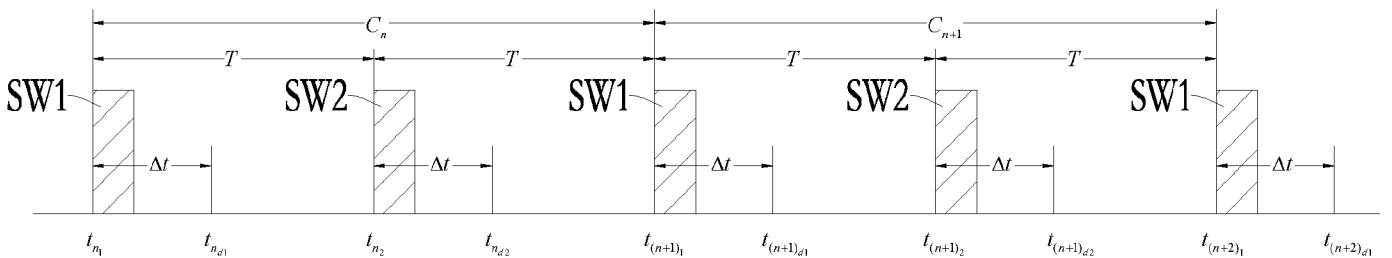


图 4

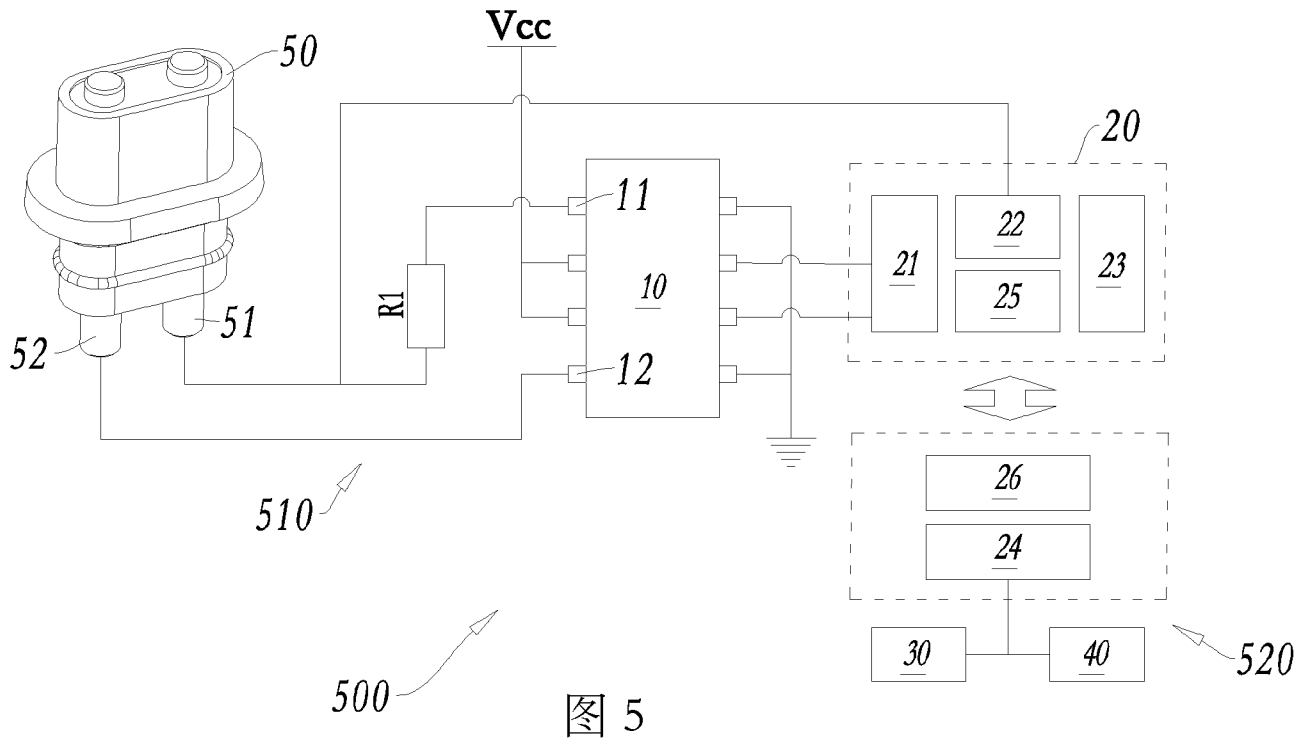


图 5

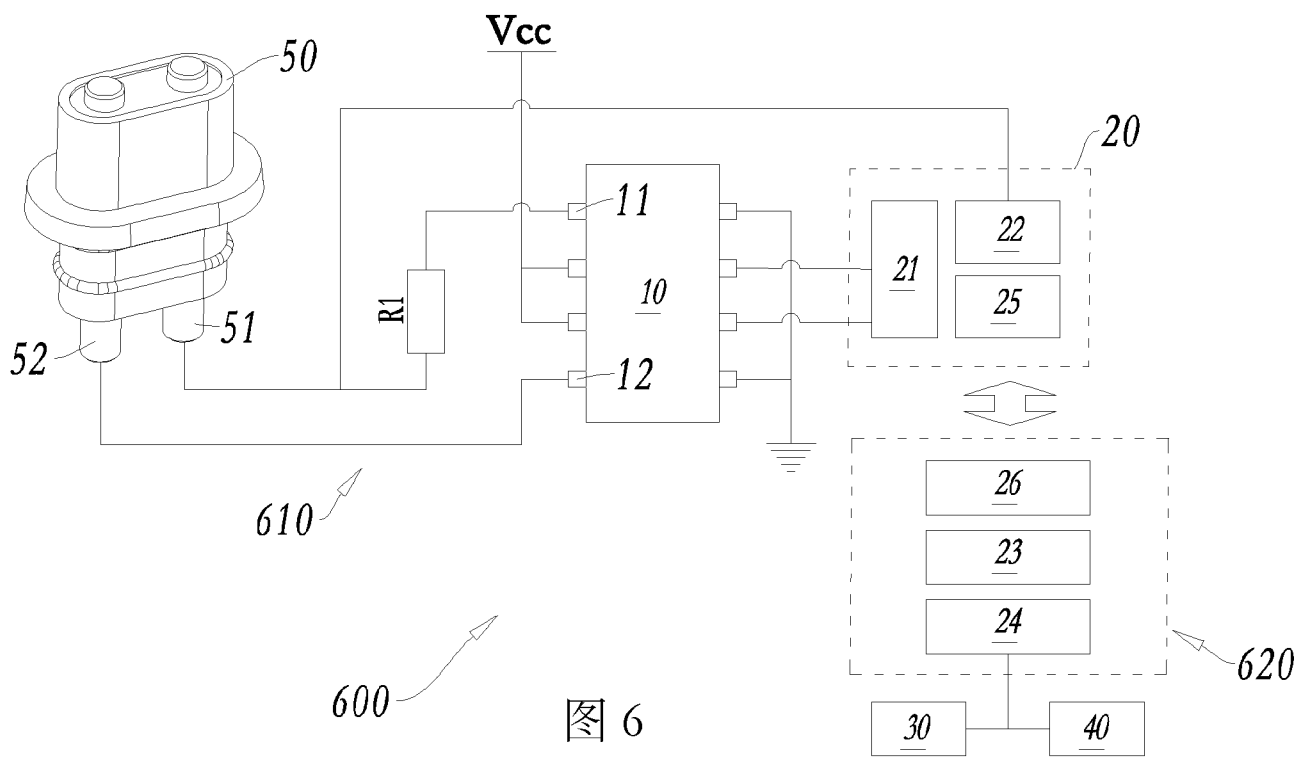


图 6

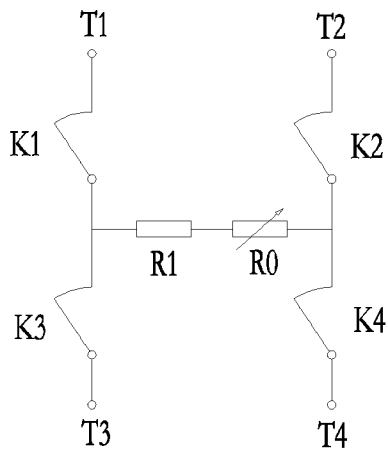


图 7

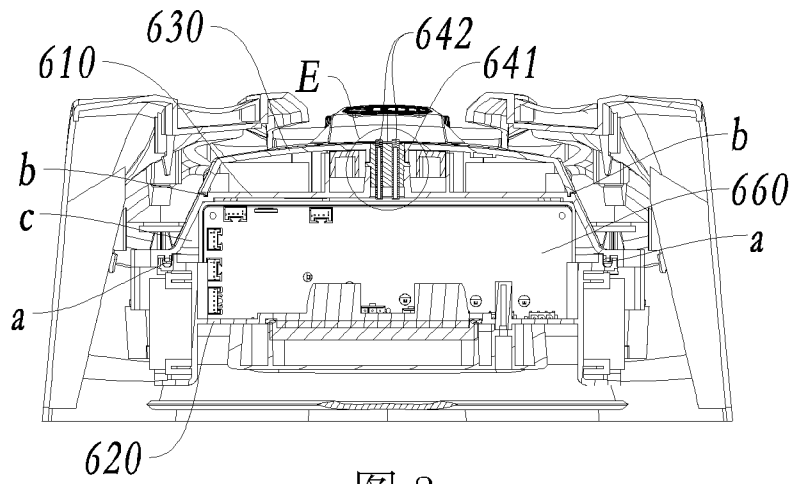


图 8

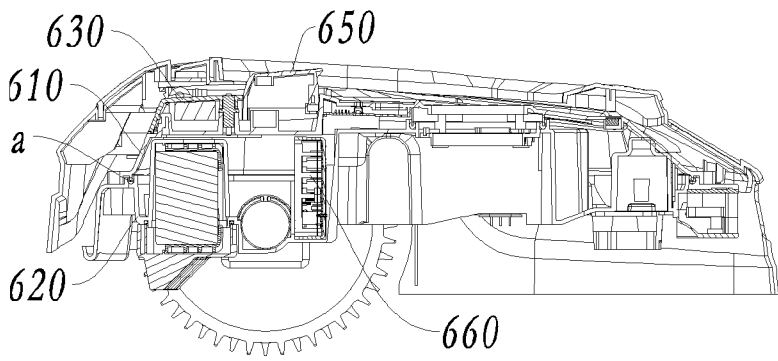


图 9

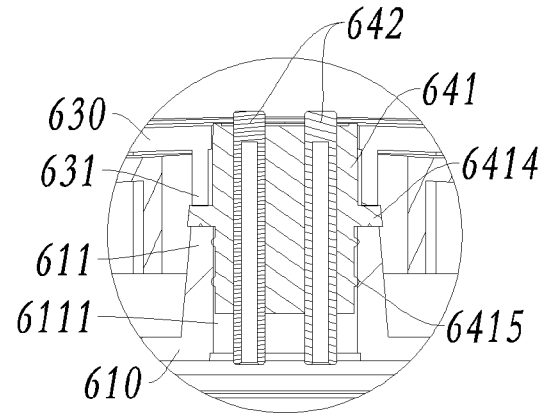


图 10

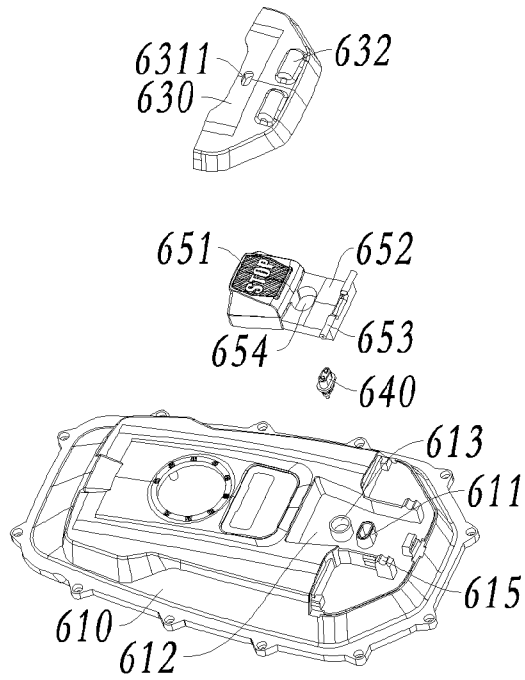


图 11

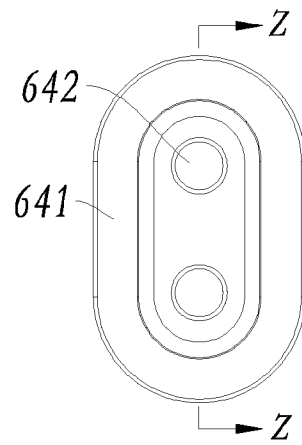


图 12

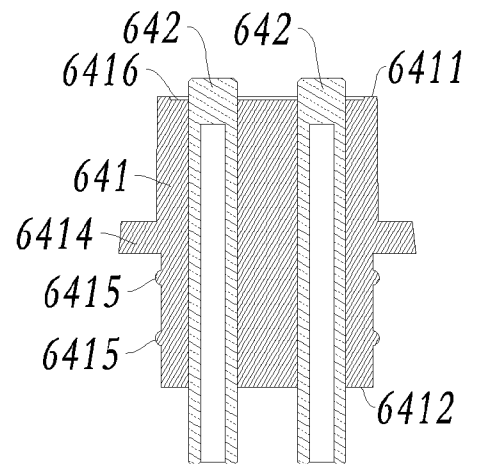


图 13

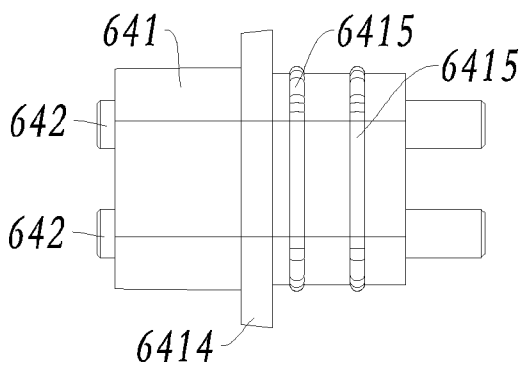


图 14

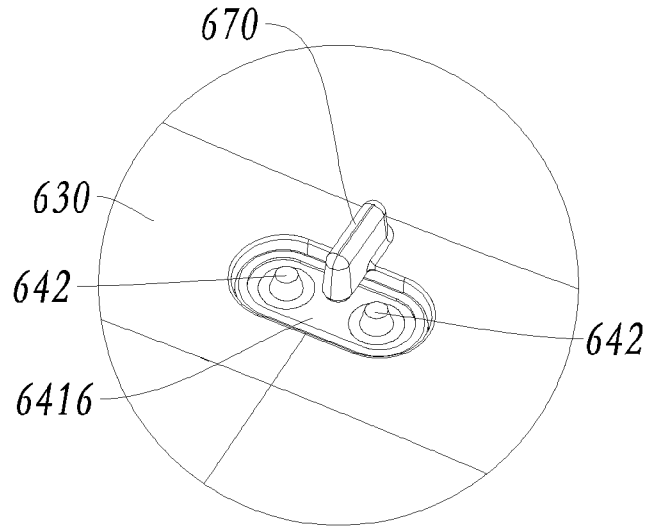


图 15

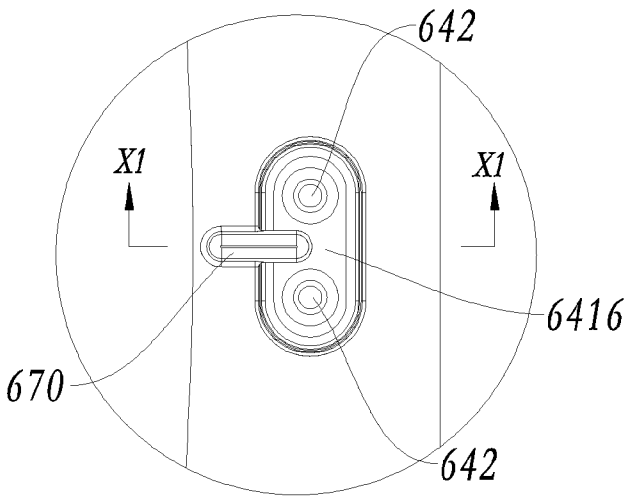


图 16

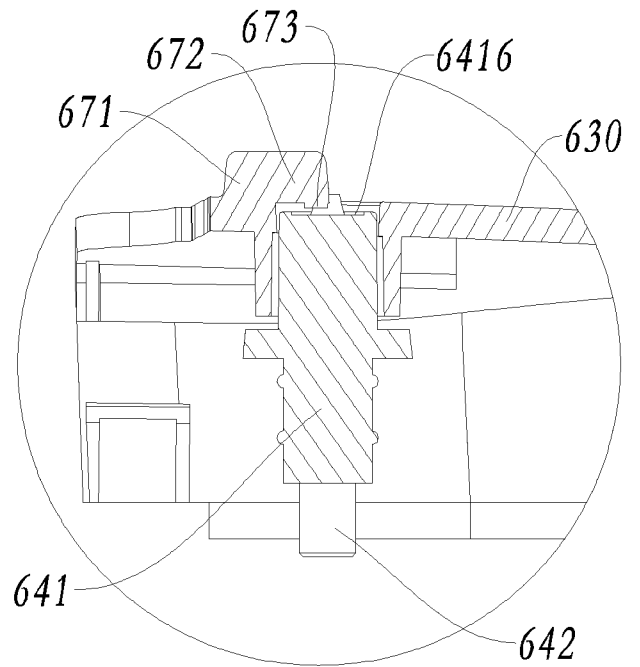


图 17

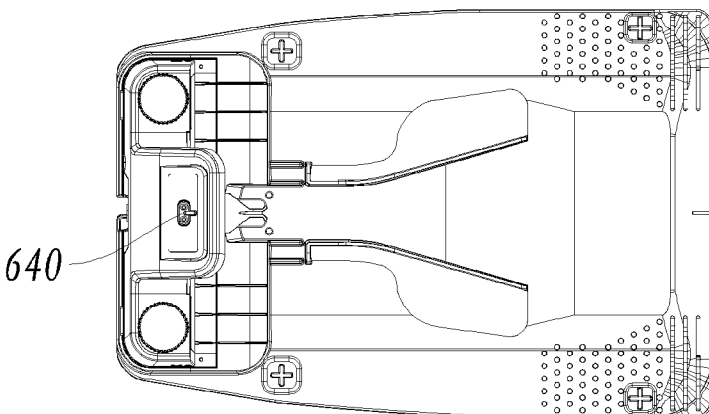


图 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/078801

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01D 34/00(2006.01)i; G01W 1/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01D G01W C02F G01D G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT: 雨, 传感, 感测, 检测, 监测, 割草机, 电极, 极性, 改变, 交换, 更换, 互换, 对换, 避免, 防止, 浓差极化, 腐蚀, 冲击, 凸, 突, rain+, sens?, detect+, measur+, electrode?, polar+, chang+, exchang+, concentrat+, corrosion, convex?, shelt+, strik+, impact+, prevent+, avoid+, lawn, mover?.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 208016343 U (POSITEC POWER TOOLS(SUZHOU) CO., LTD.) 30 October 2018 (2018-10-30) description, paragraphs [0004]-[0055], and figures 1-5	1-19
Y	CN 204557547 U (CHENGDU TAIMENG SOFTWARE CO., LTD.) 12 August 2015 (2015-08-12) description, paragraphs [0021]-[0046], and figures 1-4	1-19
PX	CN 212539202 U (SHANGHAI CONGYUAN MACHINERY CO., LTD.) 12 February 2021 (2021-02-12) description, paragraphs [0003]-[0086], and figures 1-7	1-19
A	CN 203112939 U (JINCHUAN ENVIRONMENTAL PROTECTION EQUIPMENT CO., LTD.) 07 August 2013 (2013-08-07) entire document	1-19
A	CN 2427514 Y (WANG, Jinlin) 25 April 2001 (2001-04-25) entire document	1-19
A	DE 102007049198 A1 (PREH G.M.B.H.) 16 April 2009 (2009-04-16) entire document	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered

to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international

filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is

cited to establish the publication date of another citation or other

special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other

means

"P" document published prior to the international filing date but later than

the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority

date and not in conflict with the application but cited to understand the

principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered to involve an inventive step when the document is

combined with one or more other such documents, such combination

being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2021

Date of mailing of the international search report

27 May 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**

**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088**

China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/078801

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	208016343	U	30 October 2018	CN	212487313	U	09 February 2021
				FR	3062914	A3	17 August 2018
				DE	202018100826	U	28 June 2018
				FR	3062914	B3	30 August 2019
CN	204557547	U	12 August 2015	None			
CN	212539202	U	12 February 2021	None			
CN	203112939	U	07 August 2013	None			
CN	2427514	Y	25 April 2001	None			
DE	102007049198	A1	16 April 2009	DE	102007049198	B8	12 October 2017
				DE	102007049198	B4	17 August 2017
				WO	2009046966	A1	16 April 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/078801

A. 主题的分类

A01D 34/00 (2006.01) i; G01W 1/14 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A01D G01W C02F G01D G05D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT: 雨, 传感, 感测, 检测, 监测, 割草机, 电极, 极性, 改变, 交换, 更换, 互换, 对换, 避免, 防止, 浓差极化, 腐蚀, 冲击, 凸, 突, rain+, sens?, detect+, measur+, electrode?, polar+, chang+, exchang+, concentrat+, corrosion, convex?, shelt+, strik+, impact+, prevent+, avoid+, lawn, mover?.

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 208016343 U (苏州宝时得电动工具有限公司) 2018年 10月 30日 (2018 - 10 - 30) 说明书第[0004]-[0055]段、附图1-5	1-19
Y	CN 204557547 U (成都泰盟软件有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 说明书第[0021]-[0046]段、附图1-4	1-19
PX	CN 212539202 U (上海丛远机械有限公司) 2021年 2月 12日 (2021 - 02 - 12) 说明书第[0003]-[0086]段、附图1-7	1-19
A	CN 203112939 U (广州金川环保设备有限公司) 2013年 8月 7日 (2013 - 08 - 07) 全文	1-19
A	CN 2427514 Y (王锦林) 2001年 4月 25日 (2001 - 04 - 25) 全文	1-19
A	DE 102007049198 A1 (PREH G.M.B.H.) 2009年 4月 16日 (2009 - 04 - 16) 全文	1-19

其余文件在C栏的续页中列出。

见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:
 “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)
 “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
 “&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 4月 21日

国际检索报告邮寄日期

2021年 5月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)
 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

张姣

电话号码 (86-27)59182042

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/078801

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	208016343	U	2018年 10月 30日	CN	212487313	U	2021年 2月 9日
				FR	3062914	A3	2018年 8月 17日
				DE	202018100826	U	2018年 6月 28日
				FR	3062914	B3	2019年 8月 30日
CN	204557547	U	2015年 8月 12日	无			
CN	212539202	U	2021年 2月 12日	无			
CN	203112939	U	2013年 8月 7日	无			
CN	2427514	Y	2001年 4月 25日	无			
DE	102007049198	A1	2009年 4月 16日	DE	102007049198	B8	2017年 10月 12日
				DE	102007049198	B4	2017年 8月 17日
				WO	2009046966	A1	2009年 4月 16日