

(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
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107334 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01F 1/56 (2006.01) **G01F 1/00** (2006.01)
G01F 1/58 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/118200
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 黄稀荻 (HUANG, Xidi); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

周乐 (ZHOU, Le); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 常子敬 (CHANG, Zijing); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 孟祥 (MENG, Xiang); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

- (74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座409室, Beijing 100085 (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,

(54) **Title:** ELECTROMAGNETIC FLOW METER AND PLANT PROTECTION UNMANNED AERIAL VEHICLE COMPRISING SAME

(54) 发明名称: 电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机

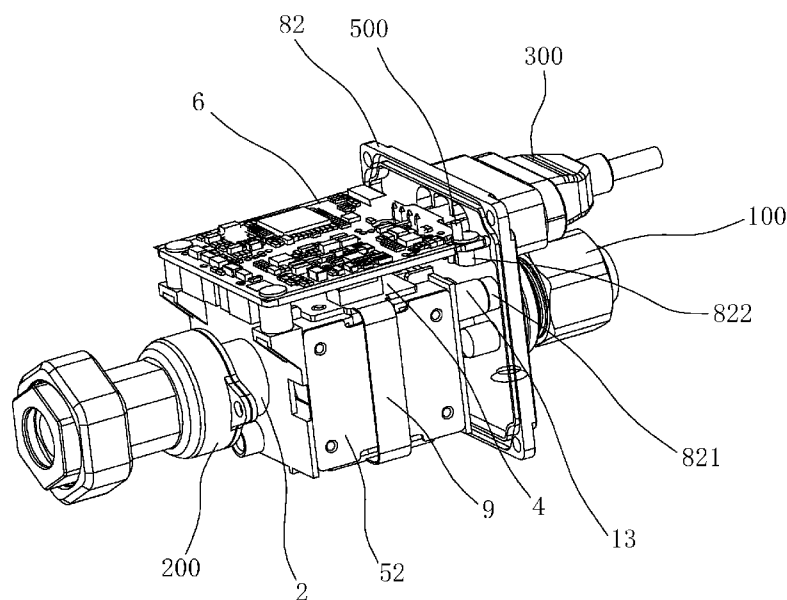


图 9

(57) **Abstract:** An electromagnetic flow meter (4000) and a plant protection unmanned aerial vehicle comprising same. The electromagnetic flow meter (4000) comprises: a housing (8) having an accommodation space; a support (1) provided in the accommodation space; a pipeline (2) provided in the support (1), wherein both opening ends of which expose the support (1); two electrodes (3) provided opposite to each other at both sides of the support (1), wherein detection ends of the two electrodes (3) respectively penetrate side walls of the support (1) and the pipeline (2), and then contact with the liquid that flows through the pipeline (2); the detection ends of the two electrodes (3) are provided opposite to each other; two signal acquisition boards (4) provided at the same side of the support (1)



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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

(1) corresponding to the two electrodes (3), and used for acquiring signals of the electrodes (3) at the corresponding sides; and two coil components (5) provided opposite to each other at the other two sides of the support (1). At least one signal acquisition board (4) is provided with a ground socket (61). The electromagnetic flow meter (4000) further comprises a ground connection member (500) which penetrates the ground socket (61) to be fixed on an inner side wall of the housing (8) so that the housing (8) is grounded.

(57) 摘要: 一种电磁流量计(4000)和具有该电磁流量计(4000)的植保无人机, 电磁流量计(4000)包括: 外壳(8), 具有容纳空间; 支架(1), 安装在容纳空间内; 管道(2), 设于支架(1), 管道(2)的两个开口端露出支架(1)外; 两个电极(3), 相对设置在支架(1)的两侧, 两个电极(3)的检测端分别穿过支架(1)和管道(2)的侧壁后, 与流经管道(2)内的液体相接触, 两个电极(3)的检测端相对设置; 两个信号采集板(4), 与两个电极(3)对应设置在支架(1)的同一侧, 用于采集对应侧电极(3)的信号; 以及两个线圈组件(5), 相对设于支架(1)的另外两侧; 至少一个信号采集板(4)上设有接地插孔(61), 电磁流量计(4000)还包括接地连接件(500), 接地连接件(500)穿过接地插孔(61)固定在外壳(8)的内侧壁, 使得外壳(8)接地。

电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机

技术领域

5 [01] 本发明涉及流量检测领域，尤其涉及一种电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机。

背景技术

10 [02] 电磁流量计是一种利用电磁感应原理将根据导体流过外加磁场产生感应电动势来测量水流的一种仪器，其被广泛应用于农业植保作业、食品加工、工业溶剂加注等场景。电磁流量计内的电路等容易受到外部信号的干扰，相关技术中，为降低外部信号的干扰，会将电磁流量计密封在电磁屏蔽罩内，通过电磁屏蔽罩防止外部信号干扰电磁流量计的内部电路等。然而，额外增加的电磁屏蔽罩会导致电磁流量计的体积和重量大大增加，不利于对体积和重量较为敏感的设备如植保无人机使用。

发明内容

- [03] 本发明提供一种电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机。
- 15 [04] 具体地，本发明是通过如下技术方案实现的：
- [05] 根据本发明的第一方面，提供一种电磁流量计，所述电磁流量计包括：
- [06] 外壳，所述外壳具有容纳空间；
- [07] 支架，所述支架安装在所述容纳空间内；
- [08] 管道，所述管道设于所述支架，且所述管道的两个开口端露出所述支架外；
- 20 [09] 两个电极，两个所述电极相对设置在所述支架的两侧，两个所述电极的检测端分别穿过所述支架和所述管道的侧壁后，能够与流经所述管道内的液体相接触，并且两个所述电极的检测端相对设置；
- [10] 两个信号采集板，两个所述信号采集板与两个所述电极对应设置在所述支架的同一侧，所述信号采集板用于采集对应侧电极的信号；和
- 25 [11] 两个线圈组件，两个所述线圈组件相对设于所述支架的另外两侧，用于产生电磁场；
- [12] 其中，至少一个所述信号采集板上设有接地插孔，所述电磁流量计还包括接地连接件，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述外壳的内侧壁，使得所述外壳接地。
- 30 [13] 根据本发明的第二方面，提供一种植保无人机，所述植保无人机包括：

[14] 机架；

[15] 喷洒组件，安装在所述机架上；

[16] 药箱，安装在所述机架上；和

[17] 用于实时检测所述喷洒组件的喷洒流量的电磁流量计，

5 [18] 所述电磁流量计包括外壳、支架、管道、两个电极、两个信号采集板、两个线圈组件以及接地连接件；

[19] 所述外壳具有容纳空间，所述支架安装在所述容纳空间内；

10 [20] 所述管道设于所述支架，且所述管道的两个开口端露出所述支架外，所述管道的其中一个开口端通过导流管与所述喷洒组件相连通，另一开口端通过导流管与所述药箱相连通；

[21] 两个所述电极相对设置在所述支架的两侧，两个所述电极的检测端分别穿过所述支架和所述管道的侧壁后，能够与流经所述管道内的液体相接触，并且两个所述电极的检测端相对设置；

15 [22] 两个所述信号采集板与两个所述电极对应设置在所述支架的同一侧，所述信号采集板用于采集对应侧电极的信号；

[23] 两个所述线圈组件相对设于所述支架的另外两侧，用于产生电磁场；

[24] 其中，至少一个所述信号采集板上设有接地插孔，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述外壳的内侧壁，使得所述外壳接地。

20 [25] 由以上本发明实施例提供的技术方案可见，通过接地插孔和接地连接件的配合，实现外壳的接地，外壳能够起到电磁屏蔽的作用，本发明在未增加额外的电磁屏蔽罩的情况下，通过外壳接地即可避免信号采集板等受到外部信号干扰，这种方式不会增加电磁流量计的体积和重量，电磁流量计的适用范围广。

附图说明

25 [26] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[27] 图1是本发明一实施例中的电磁流量计的结构拆分图；

[28] 图2是图1所示实施例的电磁流量计在另一方向上的结构拆分图；

30 [29] 图3是图1所示实施例的电磁流量计的立体图；

[30] 图4是本发明一实施例中的电磁流量计的剖面图；

[31] 图 5 是图 4 所示实施例的电磁流量计的局部放大图；

[32] 图 6 是本发明一实施例中的电极的立体图；

[33] 图 7 是本发明一实施例中的电极固定板的立体图；

[34] 图 8 是本发明一实施例中的电磁流量计的部分结构组装示意图；

5 [35] 图 9 是图 8 所示实施例的电磁流量计在另一方向的结构示意图；

[36] 图 10 是图 8 所示实施例的电磁流量计在又一方向的结构示意图；

[37] 图 11 是图 8 所示实施例的电磁流量计在再一方向的结构示意图；

[38] 图 12 是本发明一实施例中的电磁流量计的剖面示意图；

[39] 图 13 是图 12 所示实施例的电磁流量计的局部放大图；

10 [40] 图 14 是图 12 所示实施例的电磁流量计的另一局部放大图；

[41] 图 15 是本发明一实施例中的电磁流量计的部分结构立体图；

[42] 图 16 是本发明一实施例中的植保无人机的立体图。

[43] 附图标记：1000：机架；1100：机身；1200：脚架；1300：机臂；2000：喷洒
组件；3000：药箱；4000：电磁流量计；1：支架；11：电极安装孔；12：容置槽；13：
15 定位配合部；2：管道；3：电极；31：电连接孔；32：凸台；33：第一台阶部；4：信
号采集板；41：导电孔；5：线圈组件；51：螺旋线圈；511：铁芯；512：线圈；52：
线圈固定板；6：控制板；61：接地插孔；62：第二电连接部；7：电极固定板；71：
第一通孔；72：定位孔；8：外壳；81：壳体；811：第二安装凸台；8111：安装槽；
812：第二安装孔；82：盖板；821：第二定位部；822：接地凸起；823：第一安装凸
20 台；824：第一安装孔；825：插接口；9：信号线；10：第一密封圈；20：第一密封件；
30：第二密封件；40：第二密封圈；50：第三密封件；100：第一管道连接头；110：
第三台阶部；120：第一安装部；200：第二管道连接头；210：第四台阶部；220：第
二安装部；300：电插头；400：导电连接件；500：接地连接件。

具体实施方式

25 [44] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、
完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实
施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获
得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[45] 下面结合附图，对本发明的电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机进行
30 详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施方式中的特征可以相互组合。

[46] 结合图 1 至图 4，本发明实施例提供一种电磁流量计，该电磁流量计 4000 可包

括支架 1、管道 2、电极 3、信号采集板 4 和线圈组件 5。其中，管道 2 设于支架 1，且管道 2 的两开口端露出支架 1 外。本实施例的管道 2 用于供液体（如当电磁流量计 4000 应用在植保无人机上，液体可为水或液态农药）流过，可选的，本实施例的管道 2 为一根直管道 2，管道 2 的两个开口端分别自支架 1 的两个相对侧壁露出。可选的，管道 2 的材质与支架 1 的材质相同，且管道 2 与支架 1 一体成型设置。

[47] 本实施例的电极 3 包括两个，两个电极 3 相对设置在支架 1 的两侧，两个电极 3 的检测端分别穿过支架 1 和管道 2 的侧壁后，能够与流过管道 2 内的液体接触，并且两个电极 3 的检测端相对设置。

[48] 进一步的，信号采集板 4 也包括两个，两个信号采集板 4 与两个电极 3 对应设置在支架 1 的同一侧，信号采集板 4 用于采集对应侧电极 3 的信号。本实施例中，通过每侧的信号采集板 4 采集对应侧的电极 3 的信号，能够降低信号干扰。本实施例的信号采集板 4 在采集到对应电极 3 的信号后，可对采集到的信号进行放大、滤波等，从而降低信号的噪声，如信号采集板 4 设有差分电路，信号采集板 4 采集到的电极 3 的信号会经该差分电路去除共模噪声。

[49] 更进一步的，本实施例的线圈组件 5 也包括两个，两个线圈组件 5 相对设于支架 1 的另外两侧。在本实施例中，两个线圈组件 5 用于产生电磁场，该电磁场为交变磁场，两个线圈组件 5 产生的电磁场能够穿过管道 2 进入管道 2 内。当流经管道 2 的液体的流速变化时，在电磁场的作用下，两个电极 3 的感应电动势的差值也会随之变化。

[50] 本发明实施例的支架 1、电极 3、信号采集板 4 和线圈组件 5 的结构布局方式，增加了结构之间紧凑性，从而减小电磁流量计 4000 的体积，并减轻电磁流量计 4000 的重量。

[51] 在一些实施例中，电磁流量计 4000 还包括控制板 6，该控制板 6 与两个信号采集板 4 分别电耦合连接，并且，该控制板 6 能够根据两个信号采集板 4 采集的信号，获取流经管道 2 内的液体的流量和/或速率。可选的，控制板 6 与其中一个信号采集板 4 集成设置在同一电路板上，本发明实施例的其中一个信号采集板 4 与控制板 6 的集成设置方式，进一步增加了结构的紧凑性，从而减小电磁流量计 4000 的体积，并减轻电磁流量计 4000 的重量。可选的，控制板 6 与其中一个信号采集板 4 设于支架 1 的同一侧，并且，控制板 6 与同一侧的信号采集板 4 通过固定连接件（如螺钉或螺栓等螺纹紧固件）固定连接而形成一整体结构，以增加结构的紧凑性，从而减小电磁流量计 4000 的体积。

[52] 在另一些实施例中，将控制板 6 的功能集成在其中一个信号采集板 4 上，两个信号采集板 4 电耦合连接，本实施例是通过集成有控制板 6 功能的信号采集板 4 根据两个信号采集板 4 采集的信号，获取流经管道 2 内的液体的流量和/或速率的。

[53] 其中，流经管道 2 内的液体的流量 Q 的计算公式如下：

$$[54] \quad Q = \frac{1}{k} \cdot \frac{UA}{Bd} \quad (1)$$

[55] 公式 (1) 中，B 为磁场强度；U 为两个电极 3 产生的感应电动势；A 为管道 2 的横截面积；d 为管道 2 的直径；k 为修正系数，可考虑管道 2 内的液体速率事实上并不均匀等因素来设置 k 的大小，从而减小通过公式 (1) 计算获得的流经管道 2 内的液体的流量 Q 与实际流经管道 2 内的液体的流量之间的误差。

[56] 可选的，k 大约为 0.8，例如，k 可为 0.8 ± 0.05 。对于特定尺寸、用于特定工况的电磁流量计 4000，可用容积法（一定时间内流过管道 2 内的液体容积）来标定 k 的大小。

[57] 在根据公式 (1) 计算出流经管道 2 内的液体的流量 Q 后，可根据流经管道 2 内的液体的流量 Q 来计算流经管道 2 内的液体的速率。

[58] 可选的，支架 1 为塑料材质，便于磁场穿透，并且，可以减轻电磁流量计 4000 的重量。当然，支架 1 的材质不限于塑料，还可选择为其他质地较轻、便于磁场穿透的材质。可选的，支架 1 可为正方体或长方体等方形形状，也可为其其他规则形状，具体可根据需要设计支架 1 的形状。

[59] 以下实施例以支架 1 为方形为例对电磁流量计 4000 的结构进一步阐述。

[60] 本实施例中，支架 1 可包括相对设置的第一侧壁和第二侧壁，其中一个电极 3 设于第一侧壁的一侧，另一个电极 3 设于第二侧壁的一侧。其中，第一侧壁和第二侧壁分别设有电极安装孔 11，管道 2 侧壁对应电极安装孔 11 的位置设有贯穿孔，电极安装孔 11 与对应的贯穿孔相连通。其中一个电极 3 的检测端穿过第一侧壁的电极安装孔 11 和对应的贯穿孔后，至少部分外露在管道 2 内。另一个电极 3 的检测端穿过第二侧壁的电极安装孔 11 和对应的贯穿孔后，至少部分外露在管道 2 内。

[61] 若电极 3 与电极安装孔 11 密封不严，管道 2 内的液体会经电极安装孔 11 泄漏而进入信号采集板 4，可能会导致信号采集板 4 短路。故而，为防止管道 2 内的液体泄漏，在一些实施例中，电极 3 的检测端外侧壁与贯穿孔的侧壁抵接。而在另一些实施例中，电极 3 的检测端外侧壁与贯穿孔的侧壁非抵接连接，而是在电极 3 的检测端与贯穿孔的侧壁之间设置密封圈，该密封圈可以为橡胶密封圈，也可为其其他材质的密封圈。

[62] 可选的，结合图 5 和图 6，电极 3 的检测端设有第一台阶部 33，贯穿孔的侧壁对应设有第二台阶部（未标出），第一台阶部 33 和第二台阶部抵接配合，通过第二台阶部对电极 3 进行限位，防止电极 3 安装过度。

[63] 在一些实施例中，参见图 4，电磁流量计 4000 还设有第一密封圈 10，该第一密封圈 10 套设在电极 3 上，并且，该第一密封圈 10 用于密封电极 3 与电极安装孔 11

的侧壁之间的间隙，进一步防止管道 2 内的液体泄漏。具体的，每个电极 3 与对应的电极安装孔 11 的侧壁之间均设有第一密封圈 10。该第一密封圈 10 可为橡胶密封圈，也可可为其他材质的密封圈，本发明实施例对第一密封圈 10 的材质不作具体限定。

[64] 进一步的，结合图 4 至图 6，电极 3 的侧壁设有凸台 32，电极安装孔 11 的侧壁设有台阶面，凸台 32 与台阶面抵接连接，第一密封圈 10 设于凸台 32 远离电极 3 的检测端的一侧，通过这样的结构设计，防止液体从电极安装孔 11 泄漏。

[65] 可选的，电极 3 包括多段直径不同的圆柱体，如图 6 所示，电极 3 上位于检测端端面至第一台阶部 33 端面之间部分的直径 < 电极 3 上位于第一台阶部 33 端面至凸台 32 端面之间部分的直径 < 电极 3 上位于凸台 32 端面与电极 3 的尾端端面之间部分的直径。其中，电极 3 的尾端与电极 3 的检测端分别位于电极 3 的两端。

[66] 本实施例中，可将电极 3 从电极安装孔 11 中取出，便于电极 3 的维修与更换。

[67] 为使得两个电极 3 更好地产生感应电动势，在一些实施例中，两个电极 3 共轴设置，即两个电极 3 的检测端正对。进一步的，两个线圈组件 5 也同轴设置。可选的，电极 3 的轴向与线圈组件 5 的轴向相垂直。

[68] 此外，为将电极 3 定位在支架 1 内，防止电极 3 从电极安装孔 11 掉落，可选的，结合图 1、图 2、图 4、图 5 以及图 7，电磁流量计 4000 还可包括电极固定板 7，本实施例的电极固定板 7 包括两个，两个电极固定板 7 用于分别将两个电极 3 固定在支架 1 的对应侧壁上。

[69] 具体的，电极固定板 7 与电极 3 抵接，并且，电极固定板 7 通过快拆连接件安装在支架 1 的侧壁上，从而将电极 3 定位在支架 1 内。本实施例通过电极固定板 7 和快拆连接件配合，将电极 3 定位在支架 1 内，防止电极 3 掉落；并且，通过快拆件将电极固定板 7 安装在支架 1 上，在电极 3 需要更换或维修时，可直接将快拆连接件从支架 1 拆卸下来，从而快速取出电极 3，操作方便快捷。

[70] 快拆连接件的类型可根据需要选择，本实施例的快拆连接件可包括如下至少一种：螺纹紧固件、卡扣。其中，螺纹紧固件可为螺钉或螺栓。可以理解，快拆连接件的类型不限于此，还可为其他快拆结构。

[71] 又参见图 7，本实施例的电极固定板 7 还包括定位孔 72，支架 1 的对应位置设有第一定位部，快拆件穿设定位孔 72 后固定在第一定位部上。可选的，定位孔 72 包括多个，例如，定位孔 72 包括两个，两个定位孔 72 设于第一通孔 71 的两侧，从而将电极固定板 7 更牢固地固定在支架 1 上。可选的，参见图 2，支架 1 的侧壁设有容置槽 12，电极固定板 7 安装在容置槽 12 内，将电极固定板 7 更牢固地安装在支架 1 上。

[72] 电极固定板 7 可为塑料材质，或者其他质地较轻的材质，以减轻电磁流量计 4000 的重量。

[73] 在一些实施例中,参见图7,电极固定板7设有第一通孔71,电极固定板7通过第一通孔71套设于电极3的尾端,通过套设配合方式,电极固定板7能够将电极3更牢地定位在支架1内,防止电极3晃动。可选的,电极3的尾端端面设有套设部(未标出),电极固定板7通过第一通孔71套设于套设部。进一步考虑结构布局的紧凑性,可选的,电极固定板7夹设在电极3和对应侧的信号采集板4之间。

[74] 作为一种可行的实现方式,信号采集板4和对应侧的电极3之间可采用直接接触方式实现电耦合连接,例如,信号采集板4设有第一电连接部,电极3设有第一电配合部,第一电连接部与第一电配合部通过插接或对接方式连接而实现信号采集板4和对应侧的电极3的电耦合连接。

[75] 作为另一种可行的实现方式,信号采集板4和对应侧的电极3之间可采用间接连接方式实现电耦合连接,可选的,结合图1和图6,电极3的尾端设有电连接孔31,信号采集板4设有导电孔41。电磁流量计4000还可包括导电连接件400,其中,导电连接件400包括两个。两个导电连接件400分别与对应侧的信号采集板4的导电孔41和电极3的电连接孔31配合,具体的,导电连接件400穿过导电孔41后与电连接孔31固定连接,使得电极3和对应侧的信号采集板4实现电耦合连接。本实施例通过导电连接件400将信号采集板4与电极3固定连接起来,确保信号采集板4和电极3之间电耦合连接的稳定性。可选的,导电连接件400为螺纹紧固件,如导电螺钉或导电螺栓等。可选的,电连接孔31和导电孔41内分别设有电接触端子,导电连接件400的两端分别与电连接孔31的电接触端子和导电孔41内的电接触端子电接触。

[76] 可选的,信号采集板4通过紧固件固定在支架1上,该紧固件可为螺钉、螺栓或其他快拆件。

[77] 本实施例的支架1还可包括相对设置的第三侧壁和第四侧壁,其中一个线圈组件5设于第三侧壁的一侧,另一个线圈组件5设于第四侧壁的一侧。第一侧壁和第二侧壁的排布方向与第三侧壁和第四侧壁的排布方向相垂直,采用本实施例的电极3和线圈组件5的排布方式,使得电磁流量计4000的结构更加紧凑,从而减小电磁流量计4000的体积。

[78] 结合图1、图2和图4,线圈组件5可包括螺旋线圈51和线圈固定板52,螺旋线圈51包括铁芯511和绕设在铁芯511上的线圈512,线圈固定板52与支架1的相应侧壁固定连接,并且,线圈固定板52和支架1的相应侧壁包围形成收容空间,铁芯511和线圈512收容在收容空间内,从而通过线圈固定板52将电磁场密封在支架1内。可选的,线圈固定板52为金属板如铁板或钢板等,金属板能够遮挡线圈组件5产生的电磁场,将电磁场密封在支架1内。

[79] 本实施例中,支架1还可包括相对设置的第五侧壁和第六侧壁,管道2的其中一个开口端自第五侧壁伸出,管道2的另一个开口端自第六侧壁伸出。在本实施例中,

第一侧壁和第二侧壁的排布方向、第三侧壁和第四侧壁的排布方向以及第五侧壁和第六侧壁的排布方向分别垂直。

[80] 可选的，管道 2 为一根管道 2，螺旋线圈 51 的轴线基本垂直管道 2 的延伸方向设置，电磁流量计 4000 的结构布局更加紧凑。

5 [81] 结合图 1 至图 3，电磁流量计 4000 还包括外壳 8，该外壳 8 具有容纳空间，支架 1 安装在容纳空间内。可选的，外壳 8 包括壳体 81 和盖板 82，壳体 81 的一侧设有开口，盖板 82 用于盖设开口，支架 1、电极 3、信号采集板 4、线圈组件 5 及控制板 6 均设于壳体 81 内。

10 [82] 在一些实施例中，盖板 82 与支架 1 固定连接。可选的，盖板 82 上设有第二定位部 821，支架 1 上设有定位配合部 13，第二定位部 821 与定位配合部 13 连接，使得盖板 82 固定连接在支架 1 上。其中，第二定位部 821 与定位配合部 13 可通过插接或其他方式配合。

[83] 此外，壳体 81 和盖板 82 的材质可根据需要选择，可选的，盖板 82 和/或壳体 81 为铝结构，如铝合金。进一步的，盖板 82 和/或壳体 81 的外表面可采用镭雕技术进行涂层设置，防止盖板 82 和/或壳体 81 腐蚀。

15 [84] 在一些实施例中，盖板 82 与壳体 81 导电接触，可选的，盖板 82 与壳体 81 直接接触而实现电接触。进一步的，结合图 8 至图 11，信号采集板 4 和/或控制板 6 设有接地插孔 61，本实施例的电磁流量计 4000 还可包括接地连接件 500，接地连接件 500 穿过接地插孔 61 固定在外壳 8 的内侧壁上，如接地连接件 500 穿过接地插孔 61 固定
20 在盖板 82 上，使得盖板 82 和壳体 81 接地。本实施例通过接地插孔 61 和接地连接件 500 的配合，实现外壳 8 的接地，外壳 8 能够起到电磁屏蔽的作用，本实施例在未增加额外的电磁屏蔽罩的情况下，通过外壳 8 接地即可避免信号采集板 4、控制板 6 等受到外部信号干扰，外壳 8 接地实现电磁屏蔽的方式不会增加电磁流量计的体积和重量，电磁流量计的适用范围广。

25 [85] 可选的，接地连接件 500 为螺纹紧固件，如螺钉或螺栓。

[86] 作为一种可行的实现方式，接地插孔 61 设于信号采集板 4 上，可选的，其中一个信号采集板 4 与盖板 82 相邻设置，接地插孔 61 设于与盖板 82 相邻而设置的信号采集板 4 上，方便接地连接件 500 连接接地插孔 61 和外壳 8。

30 [87] 作为另一种可行的实现方式，接地插孔 61 设于控制板 6 上，可选的，控制板 6 与盖板 82 相邻设置，方便接地连接件 500 连接接地插孔 61 和外壳 8。

[88] 可选的，结合图 9 至图 11 以及图 15，盖板 82 朝向开口的侧壁设有接地凸起 822，接地连接件 500 穿过接地插孔 61 后与接地凸起 822 可拆卸连接，通过接地连接件 500 将控制板 6 和接地凸起 822 可拆卸连接起来，在需要维修信号采集板 4 或控制

板 6 时，直接将接地连接件 500 从接地凸起 822 上拆卸下来即可，方便快捷。

[89] 另外，若壳体 81 和盖板 82 的连接处密封不佳，导致水（主要是空气中的水分）从壳体 81 的开口周缘与盖板 82 之间的间隙流入壳体 81 内，则可能导致壳体 81 内的信号采集板 4 和控制板 6 等遇水而短路，还可能导致壳体 81 内的其他部件遇水损坏，从而导

[90] 可选的，管道 2 的其中一个开口端自壳体 81 相对开口的一侧侧壁伸出，管道 2 的另一个开口端自盖板 82 伸出。可以理解的是，管道 2 的两个开口端也可从外壳 8 的其他位置伸出。

[91] 结合图 1 至图 3 以及图 8 至图 12，本实施例的电磁流量计 4000 还可包括第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200，第一管道连接头 100 与管道 2 的其中一个开口端相连接，第二管道连接头 200 与管道 2 的另一个开口端相连接。第一管道连接头 100、第二管道连接头 200 可与外部结构连接，从而实现电磁流量计 4000 与外部结构的连接。

[92] 现有电磁流量计中，流经管道内的液体在管道的不同位置处电位可能不相同，两个电极检测时参照的电位基准可能不一致，导致测量精度较低。对于此，本实施例中，第一管道连接头 100 与盖板 82 固定连接，第一管道接头 100 与盖板 82 形成电导通而接地。进一步的，第二管道连接头 200 与壳体 81 固定连接，第二管道接头 200 与壳体 81 形成电导通而接地。第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 的接地，从而使得管道 2 内的液体电位为 0，两个电极 3 均以液体的 0 电位为基准检测得到电动势，从而提高检测的精度。另外，第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 若仅与管道 2 的开口端相连，容易脱落，本实施例将第一管道连接头 100 固定在盖板 82 上，将第二管道连接头 200 固定在壳体 81 上，能够防止第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 脱落，提高电磁流量计 4000 的稳定性。

[93] 第一管道连接头 100 与盖板 82 之间的固定连接方式可根据需要设计，例如，在一实施例中，结合图 12 和图 13，盖板 82 上设有第一安装凸台 823，第一安装凸台 823 设有第二通孔，第二通孔与管道 2 的其中一个开口端连通，第一管道连接头 100 套设在第一安装凸台 823 上。本实施例中，由于第一安装凸台 823 设于盖板 82 上，故第一安装凸台 823 也接地。第一管道连接头 100 套设在第一安装凸台 823 上而实现第一管道连接头 100 和第一安装凸台 823 之间的电导通，从而实现第一管道连接头 100 的接地。另外，第一管道连接头 100 套设在第一安装凸台 823 上，能够将第一管道连接头 100 稳定地固定在盖板 82 上。可选的，第一安装凸台 823 为圆环形。

[94] 可选的, 第一管道连接头 100 的内侧壁设有第三台阶部 110, 第三台阶部 110 与第一安装凸台 823 的顶端的端面抵接, 确保第一管道连接头 100 与第一安装凸台 823 能够安装到位。进一步的, 第三台阶部 110 和第一安装凸台 823 远离管道 2 的开口端的端面之间设有第二密封件 30, 该第二密封件 30 用于防止管道 2 内的水从第一管道连接头 100 与第一安装凸台 823 之间的间隙流入壳体 81 内, 进而避免了壳体 81 内的信号采集板 4、控制板 6 等遇水短路, 并避免了壳体 81 内的其他部件遇水损坏。该第二密封件 30 可为橡胶密封件, 也可为其他材质的密封件, 本发明实施例对第二密封件 30 的材质不作具体限定。

[95] 可选的, 盖板 82 设有多个第一安装孔 824, 第一管道连接头 100 包括第一安装部 120, 第一安装部 120 通过螺纹紧固件与多个第一安装孔 824 分别固定连接, 实现第一管道连接头 100 和盖板 82 之间的稳定连接。多个第一安装孔 824 间隔设置, 从而能够从不同的方位将第一管道 2 更稳定地连接头固定在盖板 82 上。其中, 螺纹紧固件可为螺钉或螺栓。

[96] 第二管道连接头 200 与壳体 81 之间的固定连接方式也可根据需要设计, 例如, 在一实施例中, 结合图 12 和图 14, 壳体 81 上设有第二安装凸台 811, 第二安装凸台 811 设有第三通孔, 第二管道连接头 200 套设在第二安装凸台 811 上。本实施例中, 由于第二安装凸台 811 设于壳体 81 上, 故第二安装凸台 811 也接地。第二管道连接头 200 套设在第二安装凸台 811 上而实现第二管道连接头 200 和第二安装凸台 811 之间的电导通, 从而实现第二管道连接头 200 的接地。另外, 第二管道连接头 200 套设在第二安装凸台 811 上, 能够将第二管道连接头 200 稳定地固定在壳体 81 上。可选的, 第二安装凸台 811 为圆环形。

[97] 可选的, 第二管道连接头 200 的内侧壁与第二安装凸台 811 的外侧壁之间设有第二密封圈 40, 该第二密封圈 40 用于防止水从壳体 81 的外部经过第一管道连接头 100 与第二安装凸台 811 之间的间隙流入壳体 81 内, 进而避免了壳体 81 内的信号采集板 4、控制板 6 等遇水短路, 并避免了壳体 81 内的其他部件遇水损坏。可选的, 参见图 14, 第二安装凸台 811 的外侧壁设有安装槽 8111, 第二密封圈 40 容置在该安装槽 8111 内。该第二密封圈 40 可为橡胶密封圈, 也可为其他材质的密封圈, 本发明实施例对第二密封圈 40 的材质不作具体限定。

[98] 可选的, 第二管道连接头 200 的内侧壁设有第四台阶部 210, 第四台阶部 210 与第二安装凸台 811 的顶端的端面抵接, 确保第二管道连接头 200 与第二安装凸台 811 能够安装到位。进一步的, 第四台阶部 210 和第二安装凸台 811 的顶端之间设有第三密封件 50, 用于防止管道 2 内的水从第二管道连接头 200 与第二安装凸台 811 之间的间隙流入壳体 81 内, 进而避免了壳体 81 内的信号采集板 4、控制板 6 等遇水短路, 并避免了壳体 81 内的其他部件遇水损坏。该第三密封件 50 可为橡胶密封件, 也可为其他材质的密封件, 本发明实施例对第三密封件 50 的材质不作具体限定。

[99] 可选的，壳体 81 设有多个第二安装孔 812，第二管道连接头 200 包括第二安装部 220；第二安装部 220 通过螺纹紧固件与多个第二安装孔 812 分别固定连接，实现第二管道连接头 200 和壳体 81 之间的稳定连接。多个第二安装孔 812 间隔设置，从而能够从不同的方位将第二管道连接头 200 更稳定地固定在壳体 81 上。其中，螺纹紧固件可为螺钉或螺栓。

[100] 此外，本实施例的第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 可为不锈钢制件，不锈钢制件不易氧化，从而避免了第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 氧化导电。若第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 导电，两个电极 3 的检测基准则不为 0 电位，并且随着时间的推移，两个电极 3 的检测基准还可能发生变化，导致电磁流量计 4000 的检测精度下降。当然，第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 也可

[101] 可选的，第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 分别与盖板 82 以及壳体 81 相接触的部位经过钝化处理，防止第一管道连接头 100 和第二管道连接头 200 氧化导电。

[102] 结合图 1 至图 3、图 8 至图 11 及图 15，本实施例的电磁流量计 4000 还包括电插头 300，该电插头 300 用于连接外部电源，使得电磁流量计 4000 通电工作。可选的，结合图 1 和图 15，控制板 6 上设有第二电连接部 62，盖板 82 设有插接口 825，第二电连接部 62 收容在插接口 825 中，电插头 300 与第二电连接部 62 在插接口 825 中插接配合。

[103] 由于两个电极 3 必须位于电磁场两侧，而且两个电极 3 的信号需要分别对应侧的信号采集板 4 进行放大和/或降噪处理，两个信号采集板 4 采集的信号最终需要汇总到控制板 6 才能实现处理。由于两个信号采集板 4 也是相对设置在支架 1 的两侧的，故其中一个信号采集板 4 需要通过信号线 9 连接至控制板 6 上，由于结构限制，信号线 9 会穿越电磁场，这就会导致电磁场内会存在封闭导体环路。又因为电磁流量计内的电磁场是一种交变磁场，导体环路组成的平面如果不平行于磁场方向，就会受变化的磁场影响产生感生电动势而干扰测量信号，这种干扰被称为微分干扰。微分干扰的存在会影响流速信号的稳定、降低测量精度，长期以来业界缺少有效的解决手段，依靠手工调整，软件规避等方法都不能非常好的解决这个问题。

[104] 目前多数的电磁流量计通过设计微调信号线位置的机械结构，在电磁流量计装配完成后通过人工观察微分干扰信号，手动微调机械结构，以减轻干扰信号。这种方法效率低，调整效果很难准确评估，不适合量产产品的大规模使用。

[105] 手动微调只能在小批量定制流量计制造中使用，这种方案不能规模化量产，不能保证产品的一致性，不能用客观指标衡量调节的有效性；软件规避的方法通过设置精确的采样时间，避开有干扰的信号时间，这种方式会缩短有效信号的采样时间，针

对高频励磁场景，如果不能有效抑制干扰将限制励磁频率上限，尤其是对于微小型电磁流量计，信号微弱的情况下，如果干扰过大，会严重影响信号测量。

[106] 对于此，本发明实施例通过调节信号线的走向，尽可能使信号线构成的导体回路在电磁场方向的投影面积缩小，将微分干扰抑制在合理的范围内以减轻干扰程度，并有效控制个体之间差异，确保装配完成的流量计差异较小。

[107] 结合图 1 和图 9 至图 11，电磁流量计 4000 还可包括信号线 9，该信号线 9 的两端与两个信号采集板 4（其中一个信号采集板 4 也为控制板 6）分别电耦合连接，本实施例的两个螺旋线圈 51 共轴设置，信号线 9 的排布方向与两个螺旋线圈 51 的轴线相交，并且，信号线 9 绕过其中一个线圈组件 5 的端部外侧设置。信号线 9 与两个信号采集板 4 形成一个类似“门”字形的结构。

[108] 需要说明的是，本发明实施例中，信号线 9 的排布方向是指信号线 9 用于连接两个信号采集板 4 的两个连接端的延伸方向。

[109] 本发明实施例经过合理设计的信号线 9 和两个信号采集板 4 板之间的结构限位，尽可能使信号线 9 构成的导体回路在电磁场方向的投影面积缩小，可消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度，并有效控制个体之间差异，确保装配完成的流量计差异较小，使电磁流量计 4000 信号一致性更好。

[110] 可选的，管道 2 为一根直管道 2，信号线 9 基本垂直管道 2 的延伸方向设置。由于螺旋线圈 51 的轴线与管道 2 的延伸方向相垂直，故信号线 9 的中心轴线与螺旋线圈 51 的轴线也是相互垂直的，信号线 9 构成的导体回路在电磁场方向的投影为一个点，因而这种结构设计方式能够使得信号线 9 构成的导体回路在电磁场方向的投影面积最小，从而最大限度地消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度。可以理解，信号线 9 与管道 2 的延伸方向基本垂直是指信号线 9 与管道 2 的延伸方向之间的夹角为 $90^\circ \pm$ 误差值，即在允许的误差范围内，可认为信号线 9 与管道 2 的延伸方向是基本垂直的。

[111] 可选的，两个电极 3 共轴设置，信号线 9 的中心轴线与电极 3 的中心轴线共面设置。由于螺旋线圈 51 的轴线与电极 3 的中心轴线相垂直，故信号线 9 的中心轴线与螺旋线圈 51 的轴线也是相互垂直的，信号线 9 构成的导体回路在电磁场方向的投影为一个点，因而这种结构设计方式能够使得信号线 9 构成的导体回路在电磁场方向的投影面积最小，从而最大限度地消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度。

[112] 可选的，信号线 9 具有预设宽度以及预设长度，信号线 9 的宽度方向平行于管道 2 的延伸方向，该布局方式也能够使得信号线 9 的中心轴线与螺旋线圈 51 的轴线相互垂直，而最大限度地消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度。需要说明的是，本发明实施例中，信号线 9 的宽度是指信号线 9 垂直于该信号线 9 的

排布方向的宽度。其中，预设宽度可根据两个信号采集板 4 之间的信号路数确定。

[113] 信号线 9 的形状可根据需要设计，为增加结构的紧凑性，以减小电磁流量计 4000 的体积，可选的，信号线 9 为片状结构，并且，信号线 9 基本平行于支架 1 的侧壁设置。

5 [114] 此外，在一些实施例中，支架 1 为方形，信号线 9 沿支架 1 的侧壁的对称轴线排布，确保信号线 9 的排布方向尽可能与两个螺旋线圈 51 的轴线相交，以尽可能消除微分干扰对信号的影响。

[115] 结合图 9 至图 11，本实施例的信号线 9 可设于第三侧壁或第四侧壁的一侧，尽可能保证信号线 9 的排布方向与两个螺旋线圈 51 的轴线相交。可选的，信号线 9 的中部与第三侧壁或第四侧壁的表面大致平行，确保信号线 9 与螺旋线圈 51 的轴线是垂直的，尽可能消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度。可以理解，信号线 9 的中部与第三侧壁或第四侧壁的表面大致平行是指在信号线 9 的中部与第三侧壁或第四侧壁的表面完全平行，或者信号线 9 的中部与第三侧壁或第四侧壁的表面近似平行。

15 [116] 在一些实施例中，信号线 9 与第三侧壁或第四侧壁之间存在间隔，增大信号线 9 与第三侧壁或第四侧壁内的线圈组件 5 之间的间距，从而减小信号线 9 在传输信号时对电磁场产生干扰。进一步的，线圈固定板 52 与信号线 9 之间设有间隔件，间隔件用于使信号线 9 与线圈固定板 52 之间存在间隔，确保信号线 9 与第三侧壁或第四侧壁内的线圈组件 5 之间的间距稳定存在。间隔件可由硬质材质制成，也可由柔性材质制成。可选的，间隔件由能够形变的材料制成，防止信号线 9 磨损，延长信号线 9 的使用寿命。间隔件可为泡棉件或橡胶件，也可为其他柔性件。

[117] 信号线 9 与两个信号采集板 4 连接的实现方式可根据需要选择，例如，在一些实施例中，信号线 9 的两端分别通过电连接器与对应的信号采集板 4 可拆卸连接而实现两个信号采集板 4 的电耦合连接。

25 [118] 在另一些实施例中，信号线 9 的一端与其中一个信号采集板 4 一体成型设计，信号线 9 的另外一端设有电连接器，用于与另外一个信号采集板 4 的电连接器可拆卸连接，信号线 9 不易丢失，且这样的设计，不会对信号采集板 4 的安装造成困扰，并减轻了电磁流量计 4000 的重量。可以理解的是，信号线 9 的电连接器与信号采集板 4 的电连接器为相互配合的公头和母头，该公头和母头配合能够实现信号线 9 与信号采集板 4 的电耦合连接。

30 [119] 进一步可选的，信号线 9 的两端分别与两个信号采集板 4 的侧边的中心位置连接，从而确保两个螺旋线圈 51 的轴线经过该信号线 9。

[120] 本实施例的信号线 9 可为 FPC 线，FPC 线方便弯折，从而能够更加方便地连接相对设置在支架 1 两侧的信号采集板 4。可以理解，信号线 9 也可有其他类型的导线。

[121] 可以理解的是，上述实施例中信号线 9 的布局方式可以相互组合。

[122] 此外，在一替换实施例中，两个信号采集板 4 通过信号传输电路板搭接实现信号传输，两个信号采集板 4 和信号传输板形成一个类似“门”字形结构，从而消除微分干扰对信号的影响，提高电磁流量计 4000 的测量精度。

5 [123] 值得一提的是，上述实施例的电磁流量计 4000 可应用在植保无人机或其他具有液体通道的设备上。

[124] 参见图 16，本发明实施例还提供一种植保无人机，该植保无人机可包括机架 1000、安装在机架 1000 上的喷洒组件 2000、安装在机架 1000 上的药箱 3000 和上述
10 实施例的喷洒流量的电磁流量计 4000，其中，电磁流量计 4000 用于实时检测喷洒组件 2000，电磁流量计 4000 的结构和工作原理可参见上述实施例的描述，此处不再赘述。

[125] 在本实施例中，电磁流量计 4000 的管道 2 的其中一个开口端通过导流管与喷洒组件 2000 相连通，管道 2 的另一开口端通过导流管与药箱 3000 相连通。具体的，
15 管道 2 的其中一个开口端通过第一管道连接头 100 连接导流管而与喷洒组件 2000 连通，管道 2 的另一个开口端通过第二管道连接头 200 连接导流管而与药箱 3000 连通。

[126] 本实施例的电磁流量计 4000 体积小、重量轻，将该电磁流量计 4000 应用在植保无人机上，不会影响植保无人机其他结构的安装，并且不会给植保无人机带来较大的负重，提高了植保无人机的续航能力。

[127] 机架 1000 可包括机身 1100 和连接在机身 1100 底部两侧脚架 1200。进一步
20 地，机架 1000 还可包括连接在机身 1100 两侧的机臂 1300。本实施例的喷洒组件 2000 至少包括喷头，可选的，喷洒组件 2000 安装在机臂 1300 远离机身 1100 的一端。可选的，植保无人机为多旋翼无人机，包括螺旋桨，螺旋桨设于机臂 1300 远离机身 1100 的一端，喷洒组件 2000 位于螺旋桨下方。可选的，药箱 3000 安装在机身 1100 底部，并位于两个脚架 1200 之间。可选的，电磁流量计 4000 设于药箱 3000 的出水口处。

25 [128] 本实施例中，控制板 6 在获取到喷洒组件 2000 的喷洒流量后，将喷洒流量发送至植保无人机的飞行控制器，由飞行控制器根据控制板 6 发送的喷洒流量和实际需求的喷洒流量对药箱 3000 的出水量进行控制。

[129] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个
30 实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存

在另外的相同要素。

[130] 以上对本发明实施例所提供的电磁流量计和具有该电磁流量计的植保无人机进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的
5 一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权利要求书

1. 一种电磁流量计，其特征在于，所述电磁流量计包括：

外壳，所述外壳具有容纳空间；

支架，所述支架安装在所述容纳空间内；

5 管道，所述管道设于所述支架，且所述管道的两个开口端露出所述支架外；

两个电极，两个所述电极相对设置在所述支架的两侧，两个所述电极的检测端分别穿过所述支架和所述管道的侧壁后，能够与流经所述管道内的液体相接触，并且两个所述电极的检测端相对设置；

10 两个信号采集板，两个所述信号采集板与两个所述电极对应设置在所述支架的同一侧，所述信号采集板用于采集对应侧电极的信号；和

两个线圈组件，两个所述线圈组件相对设于所述支架的另外两侧，用于产生电磁场；

15 其中，至少一个所述信号采集板上设有接地插孔，所述电磁流量计还包括接地连接件，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述外壳的内侧壁，使得所述外壳接地。

2. 根据权利要求 1 所述的电磁流量计，其特征在于，所述外壳包括壳体和盖板，所述壳体的一侧设有开口，所述盖板用于盖设所述开口，并且与所述壳体导电接触，所述管道的其中一个开口端自所述壳体相对所述开口的一侧侧壁伸出，所述管道的另一个开口端自所述盖板伸出；

20 其中一个信号采集板与所述盖板相邻设置，所述接地插孔设于与所述盖板相邻而设置的信号采集板上，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述盖板上，使得所述盖板和所述壳体接地。

3. 根据权利要求 2 所述的电磁流量计，其特征在于，所述电磁流量计还包括控制板，所述控制板与两个所述信号采集板分别电耦合连接，所述控制板用于根据两个所述信号采集板采集的信号，获取流经所述管道的液体的流量和/或速率；

所述控制板与其中一个信号采集板集成设置在同一电路板上。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的电磁流量计，其特征在于，所述盖板朝向所述开口的侧壁设有接地凸起，所述接地连接件穿过所述接地插孔后与所述接地凸起可拆卸连接。

30 5. 根据权利要求 2 所述的电磁流量计，其特征在于，所述壳体和所述盖板的连接处设有第一密封件，用于防止水从所述壳体的开口周缘与所述盖板之间的间隙流入所述壳体内。

6. 根据权利要求 2 所述的电磁流量计，其特征在于，所述电磁流量计还包括第一管道连接头和第二管道连接头，所述第一管道连接头与所述管道伸出所述盖板的开口端相连通，所述第二管道连接头与所述管道伸出所述壳体的开口端相连通；

并且，所述第一管道连接头与所述盖板固定连接，所述第二管道连接头与所述壳

体固定连接。

7. 根据权利要求6所述的电磁流量计,其特征在于,所述盖板上设有第一安装凸台,所述第一安装凸台设有第二通孔,所述第二通孔与所述管道的开口端连通;

所述第一管道连接头套设在所述第一安装凸台上。

5 8. 根据权利要求7所述的电磁流量计,其特征在于,所述第一管道连接头的内侧壁设有第三台阶部,所述第三台阶部与所述第一安装凸台的顶端的端面抵接。

9. 根据权利要求8所述的电磁流量计,其特征在于,所述第三台阶部和所述第一安装凸台远离所述管道的开口端的端面之间设有第二密封件,用于防止所述管道内的水从所述第一管道连接头与所述第一安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

10 10. 根据权利要求6所述的电磁流量计,其特征在于,所述盖板设有多个第一安装孔,所述第一管道连接头包括第一安装部;

所述第一安装部通过螺纹紧固件与多个所述第一安装孔分别固定连接。

11. 根据权利要求6或7所述的电磁流量计,其特征在于,所述壳体上设有第二安装凸台,所述第二安装凸台设有第三通孔;

15 所述第二管道连接头套设在所述第二安装凸台上。

12. 根据权利要求11所述的电磁流量计,其特征在于,所述第二管道连接头的内侧壁与所述第二安装凸台的外侧壁之间设有第二密封圈,用于防止水从所述壳体的外部经过所述第一管道连接头与所述第二安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

20 13. 根据权利要求11所述的电磁流量计,其特征在于,所述第二管道连接头的内侧壁设有第四台阶部,所述第四台阶部与所述第二安装凸台的顶端的端面抵接。

14. 根据权利要求13所述的电磁流量计,其特征在于,所述第四台阶部和所述第二安装凸台的顶端之间设有第三密封件,用于防止所述管道内的水从所述第二管道连接头与所述第二安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

25 15. 根据权利要求6或10所述的电磁流量计,其特征在于,所述壳体设有多个第二安装孔,所述第二管道连接头包括第二安装部;

所述第二安装部通过螺纹紧固件与多个所述第二安装孔分别固定连接。

16. 根据权利要求6所述的电磁流量计,其特征在于,所述第一管道连接头和所述第二管道连接头为不锈钢制件;

30 所述第一管道连接头和所述第二管道连接头分别与所述盖板以及所述壳体相接触的部位经过钝化处理。

17. 根据权利要求1所述的电磁流量计,其特征在于,所述接地连接件为螺纹紧固件。

35 18. 根据权利要求1所述的电磁流量计,其特征在于,所述支架包括相对设置的第一侧壁和第二侧壁,其中一个电极设于所述第一侧壁的一侧,另一个电极设于所述第二侧壁的一侧;

所述第一侧壁和所述第二侧壁分别设有电极安装孔,所述管道侧壁对应所述电极

安装孔的位置设有贯穿孔；

其中一个电极的检测端穿过所述第一侧壁的电极安装孔和对应的贯穿孔后，至少部分外露在所述管道内，另一个电极的检测端穿过所述第二侧壁的电极安装孔和对应的贯穿孔后，至少部分外露在所述管道内。

5 19. 一种植保无人机，其特征在于，所述植保无人机包括：

机架；

喷洒组件，安装在所述机架上；

药箱，安装在所述机架上；和

用于实时检测所述喷洒组件的喷洒流量的电磁流量计，

10 所述电磁流量计包括外壳、支架、管道、两个电极、两个信号采集板、两个线圈组件以及接地连接件；

所述外壳具有容纳空间，所述支架安装在所述容纳空间内；

所述管道设于所述支架，且所述管道的两个开口端露出所述支架外，所述管道的其中一个开口端通过导流管与所述喷洒组件相连通，另一开口端通过导流管与所述药箱相连通；

15 两个所述电极相对设置在所述支架的两侧，两个所述电极的检测端分别穿过所述支架和所述管道的侧壁后，能够与流经所述管道内的液体相接触，并且两个所述电极的检测端相对设置；

20 两个所述信号采集板与两个所述电极对应设置在所述支架的同一侧，所述信号采集板用于采集对应侧电极的信号；

两个所述线圈组件相对设于所述支架的另外两侧，用于产生电磁场；

其中，至少一个所述信号采集板上设有接地插孔，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述外壳的内侧壁，使得所述外壳接地。

25 20. 根据权利要求 19 所述的植保无人机，其特征在于，所述外壳包括壳体和盖板，所述壳体的一侧设有开口，所述盖板用于盖设所述开口，并且与所述壳体导电接触，所述管道的其中一个开口端自所述壳体相对所述开口的一侧侧壁伸出，所述管道的另一个开口端自所述盖板伸出；

30 其中一个信号采集板与所述盖板相邻设置，所述接地插孔设于与所述盖板相邻而设置的信号采集板上，所述接地连接件穿过所述接地插孔固定在所述盖板上，使得所述盖板和所述壳体接地。

21. 根据权利要求 20 所述的植保无人机，其特征在于，所述电磁流量计还包括控制板，所述控制板与两个所述信号采集板分别电耦合连接，所述控制板用于根据两个所述信号采集板采集的信号，获取流经所述管道的液体的流量和/或速率；

所述控制板与同一侧的信号采集板集成设置在同一电路板上。

35 22. 根据权利要求 20 或 21 所述的植保无人机，其特征在于，所述盖板朝向所述开口的侧壁设有接地凸起，所述接地连接件穿过所述接地插孔后与所述接地凸起可拆

卸连接。

23. 根据权利要求 20 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述壳体和所述盖板的连接处设有第一密封件, 用于防止水从所述壳体的开口周缘与所述盖板之间的间隙流入所述壳体内。

5 24. 根据权利要求 20 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述电磁流量计还包括第一管道连接头和第二管道连接头, 所述第一管道连接头与所述管道伸出所述盖板的开口端相连通, 所述第二管道连接头与所述管道伸出所述壳体的开口端相连通;

并且, 所述第一管道连接头与所述盖板固定连接, 所述第二管道连接头与所述壳体固定连接。

10 25. 根据权利要求 24 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述盖板上设有第一安装凸台, 所述第一安装凸台设有第二通孔, 所述第二通孔与所述管道的开口端连通;

所述第一管道连接头套设在所述第一安装凸台上。

26. 根据权利要求 25 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第一管道连接头的内侧壁设有第三台阶部, 所述第三台阶部与所述第一安装凸台的顶端的端面抵接。

15 27. 根据权利要求 26 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第三台阶部和所述第一安装凸台远离所述管道的开口端的端面之间设有第二密封件, 用于防止所述管道内的水从所述第一管道连接头与所述第一安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

28. 根据权利要求 24 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述盖板设有多个第一安装孔, 所述第一管道连接头包括第一安装部;

20 所述第一安装部通过螺纹紧固件与多个所述第一安装孔分别固定连接。

29. 根据权利要求 24 或 25 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述壳体上设有第二安装凸台, 所述第二安装凸台设有第三通孔;

所述第二管道连接头套设在所述第二安装凸台上。

30 30. 根据权利要求 29 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第二管道连接头的内侧壁与所述第二安装凸台的外侧壁之间设有第二密封圈, 用于防止水从所述壳体的外部经过所述第一管道连接头与所述第二安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

31. 根据权利要求 29 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第二管道连接头的内侧壁设有第四台阶部, 所述第四台阶部与所述第二安装凸台的顶端的端面抵接。

30 32. 根据权利要求 31 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第四台阶部和所述第二安装凸台的顶端之间设有第三密封件, 用于防止所述管道内的水从所述第二管道连接头与所述第二安装凸台之间的间隙流入所述壳体内。

33. 根据权利要求 24 或 28 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述壳体设有多个第二安装孔, 所述第二管道连接头包括第二安装部;

所述第二安装部通过螺纹紧固件与多个所述第二安装孔分别固定连接。

35 34. 根据权利要求 24 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述第一管道连接头和所述第二管道连接头为不锈钢制件;

所述第一管道连接头和所述第二管道连接头分别与所述盖板以及所述壳体相接触的部位经过钝化处理。

35. 根据权利要求 19 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述接地连接件为螺纹紧固件。

5 36. 根据权利要求 19 所述的植保无人机, 其特征在于, 所述支架包括相对设置的第一侧壁和第二侧壁, 其中一个电极设于所述第一侧壁的一侧, 另一个电极设于所述第二侧壁的一侧;

所述第一侧壁和所述第二侧壁分别设有电极安装孔, 所述管道侧壁对应所述电极安装孔的位置设有贯穿孔;

10 其中一个电极的检测端穿过所述第一侧壁的电极安装孔和对应的贯穿孔后, 至少部分外露在所述管道内, 另一个电极的检测端穿过所述第二侧壁的电极安装孔和对应的贯穿孔后, 至少部分外露在所述管道内。

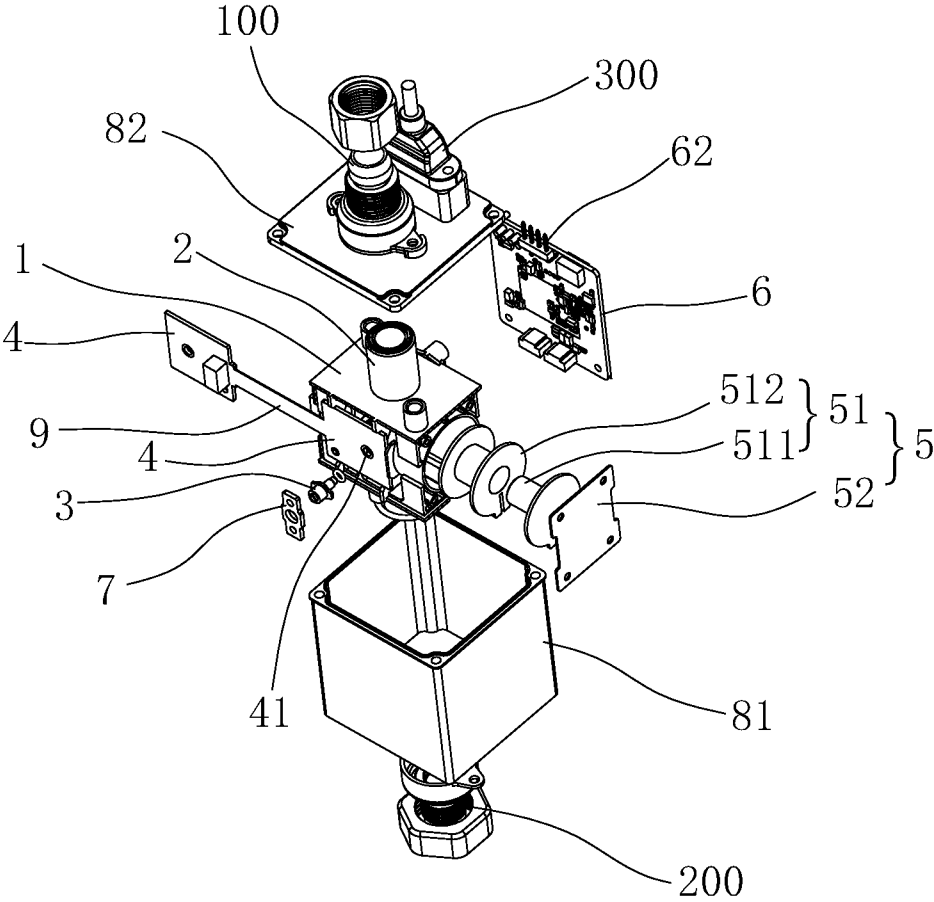


图 1

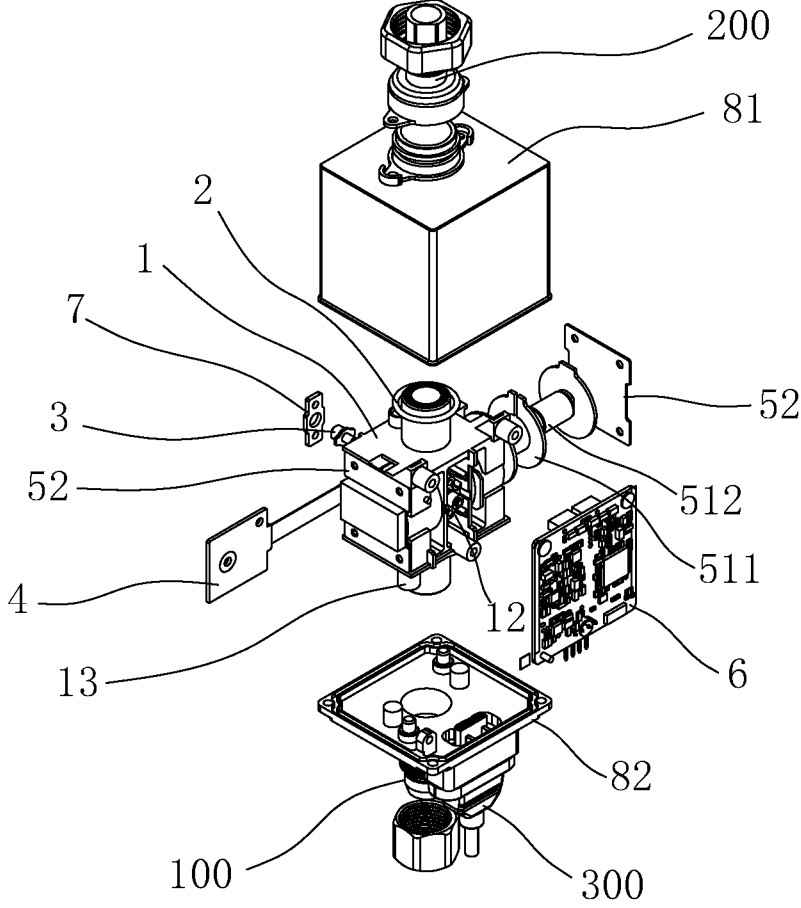


图 2

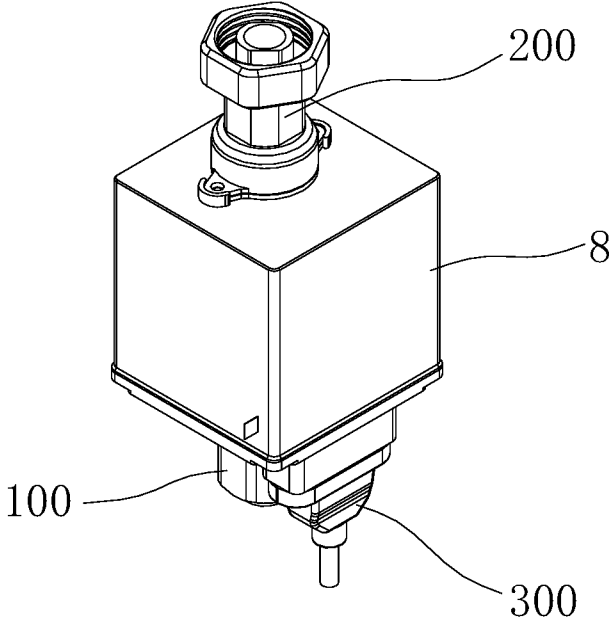


图 3

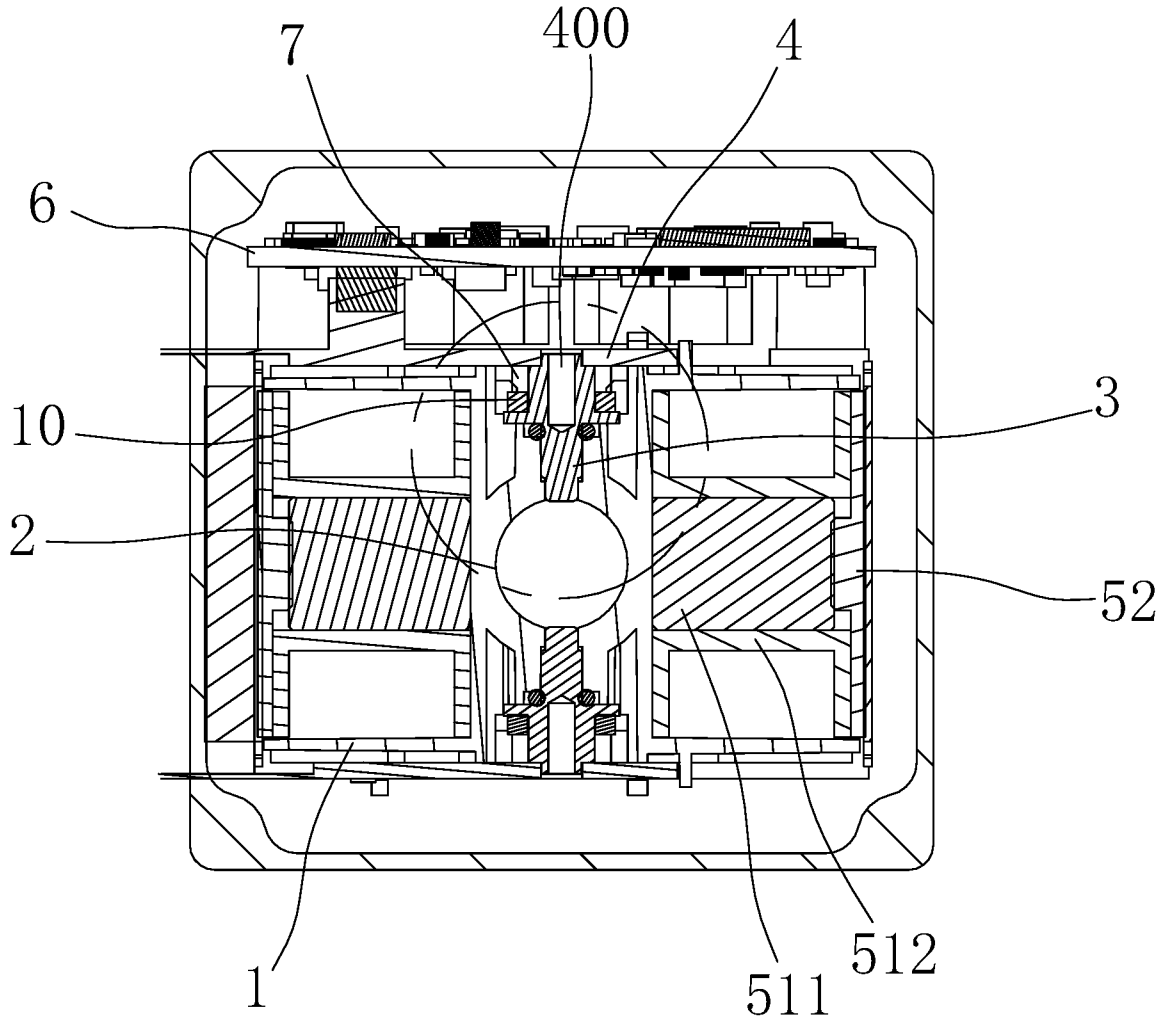


图 4

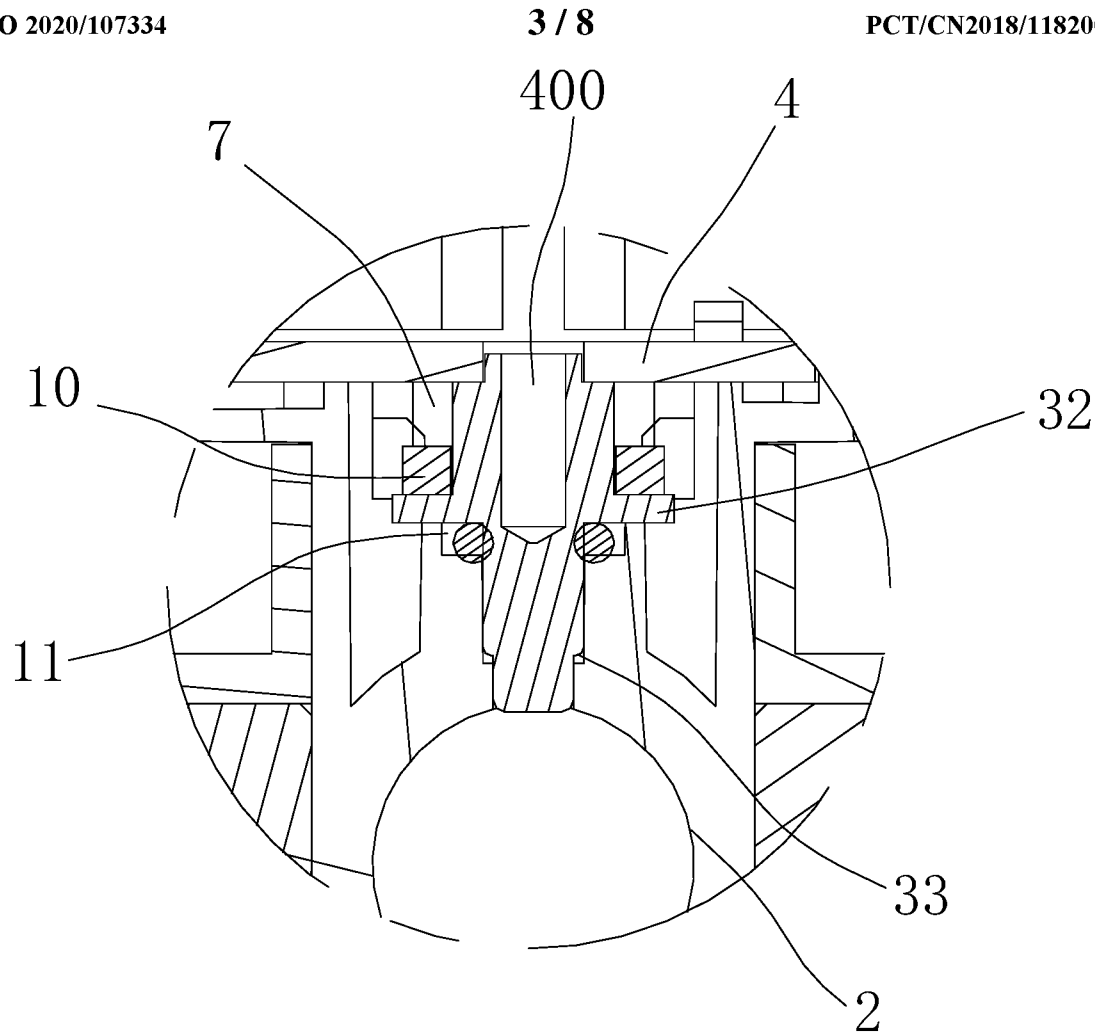


图 5

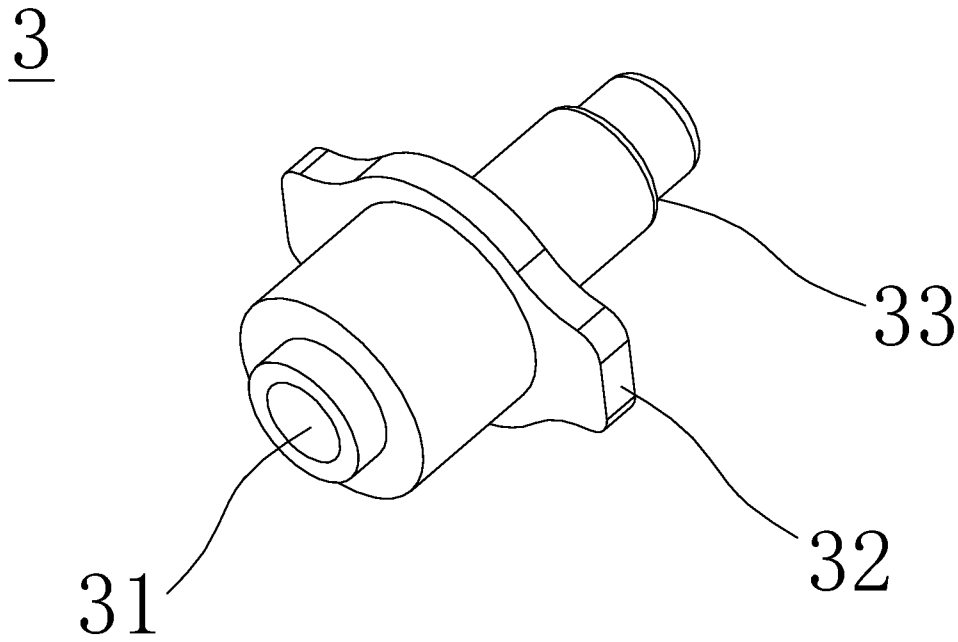


图 6

7

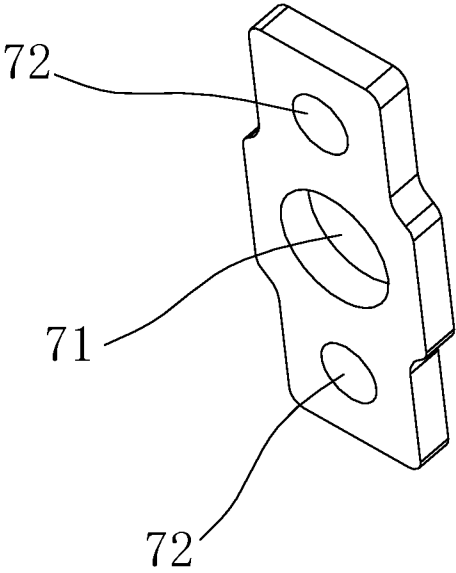


图 7

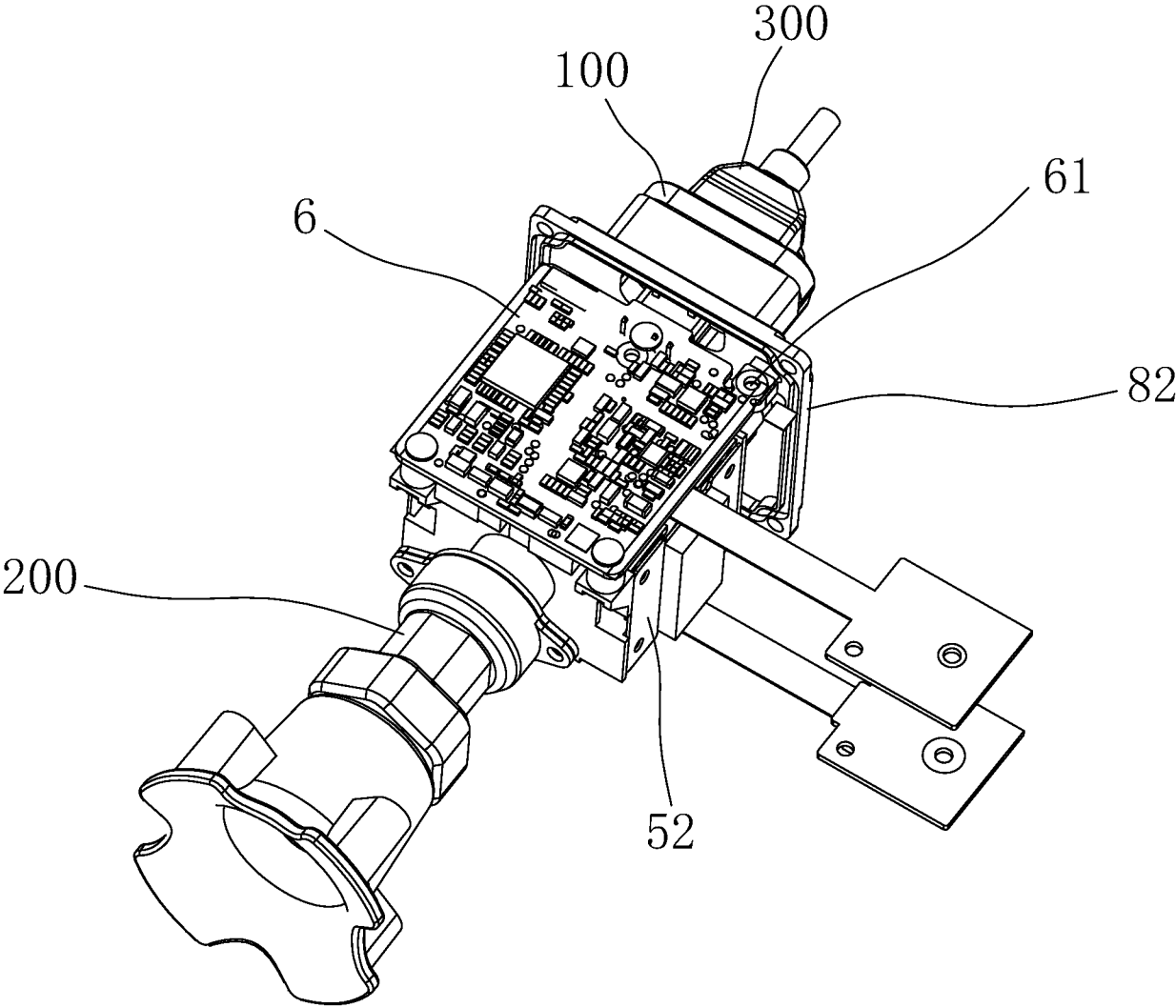


图 8

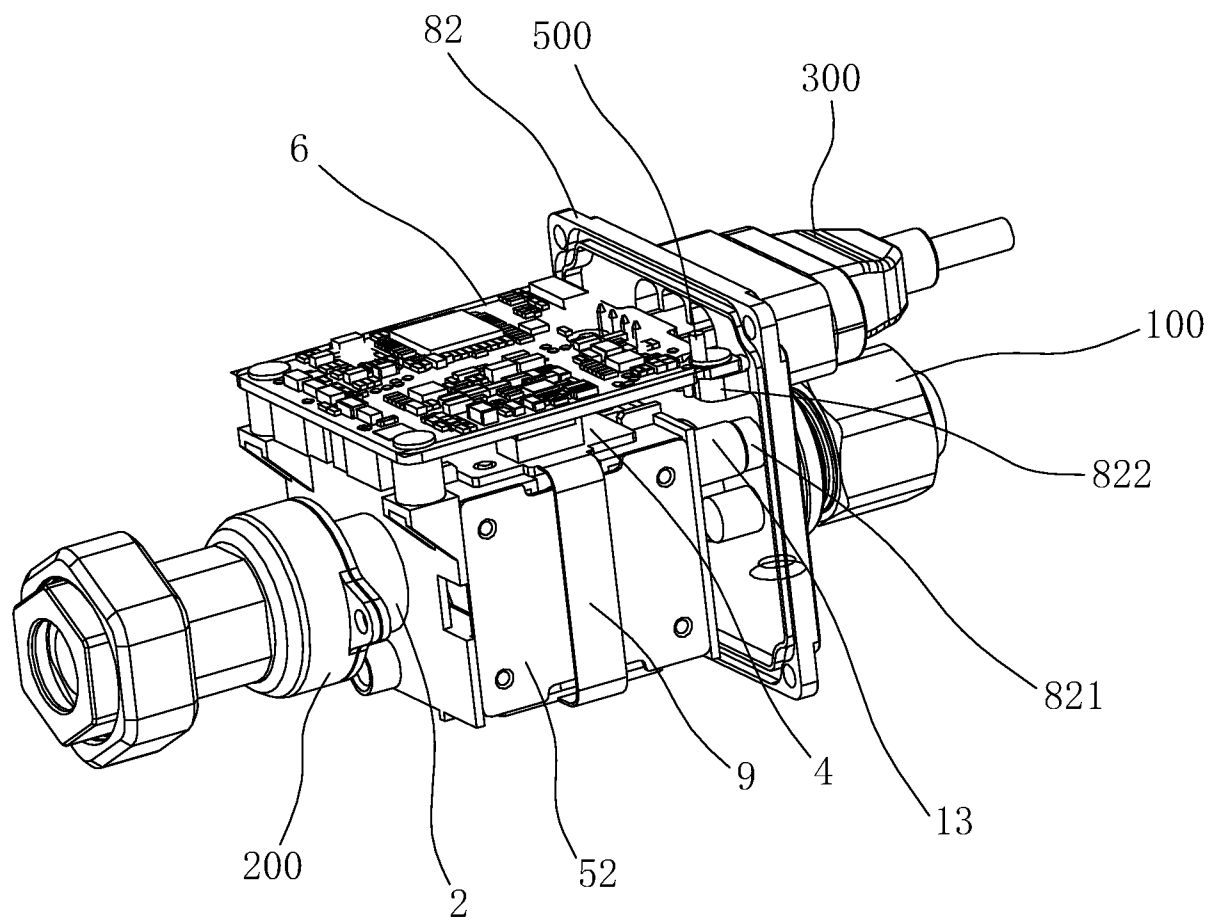


图 9

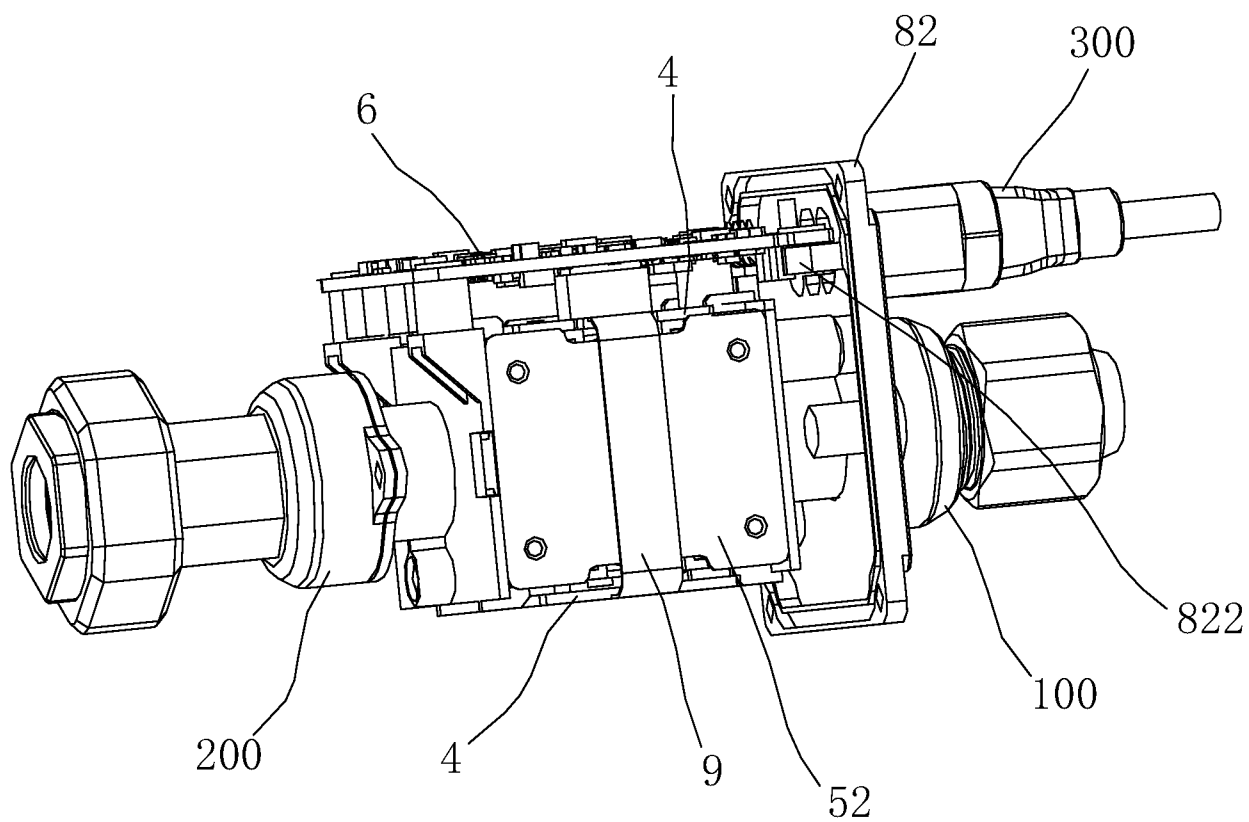


图 10

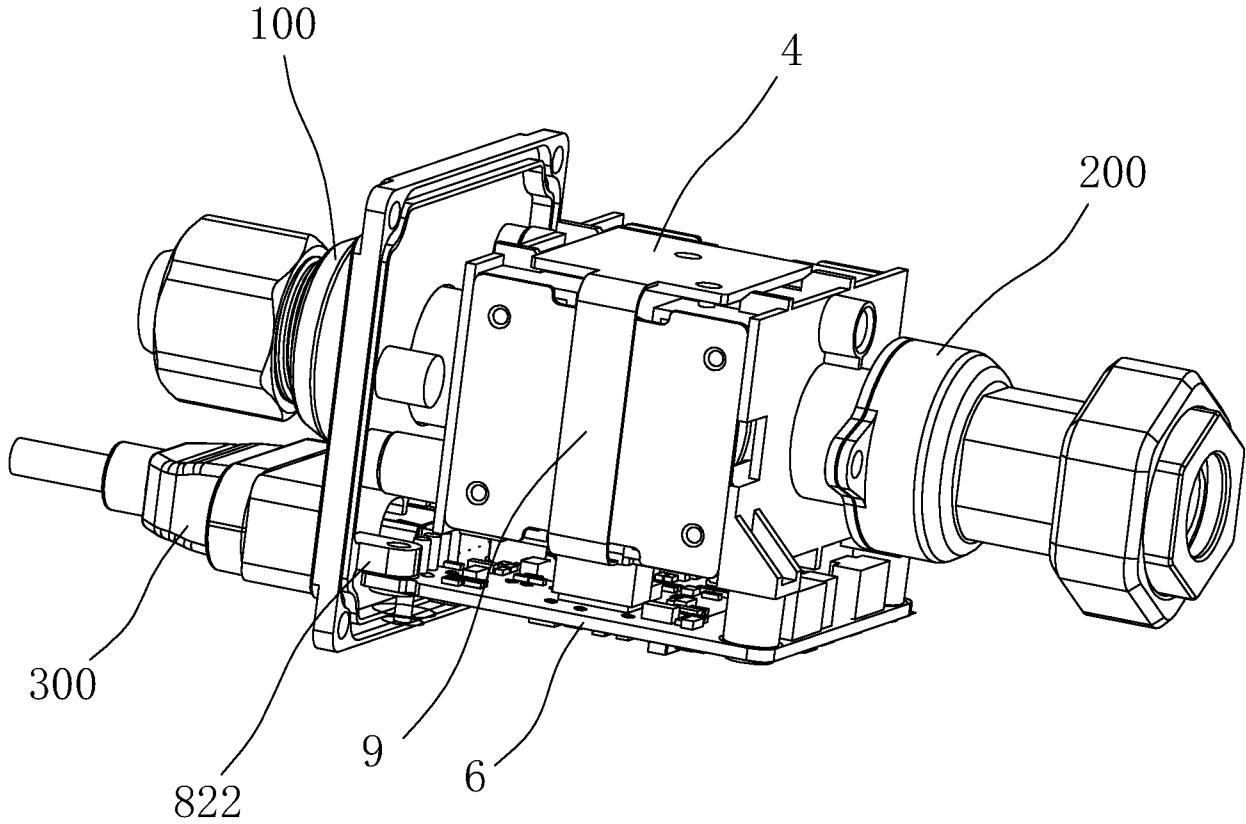


图 11

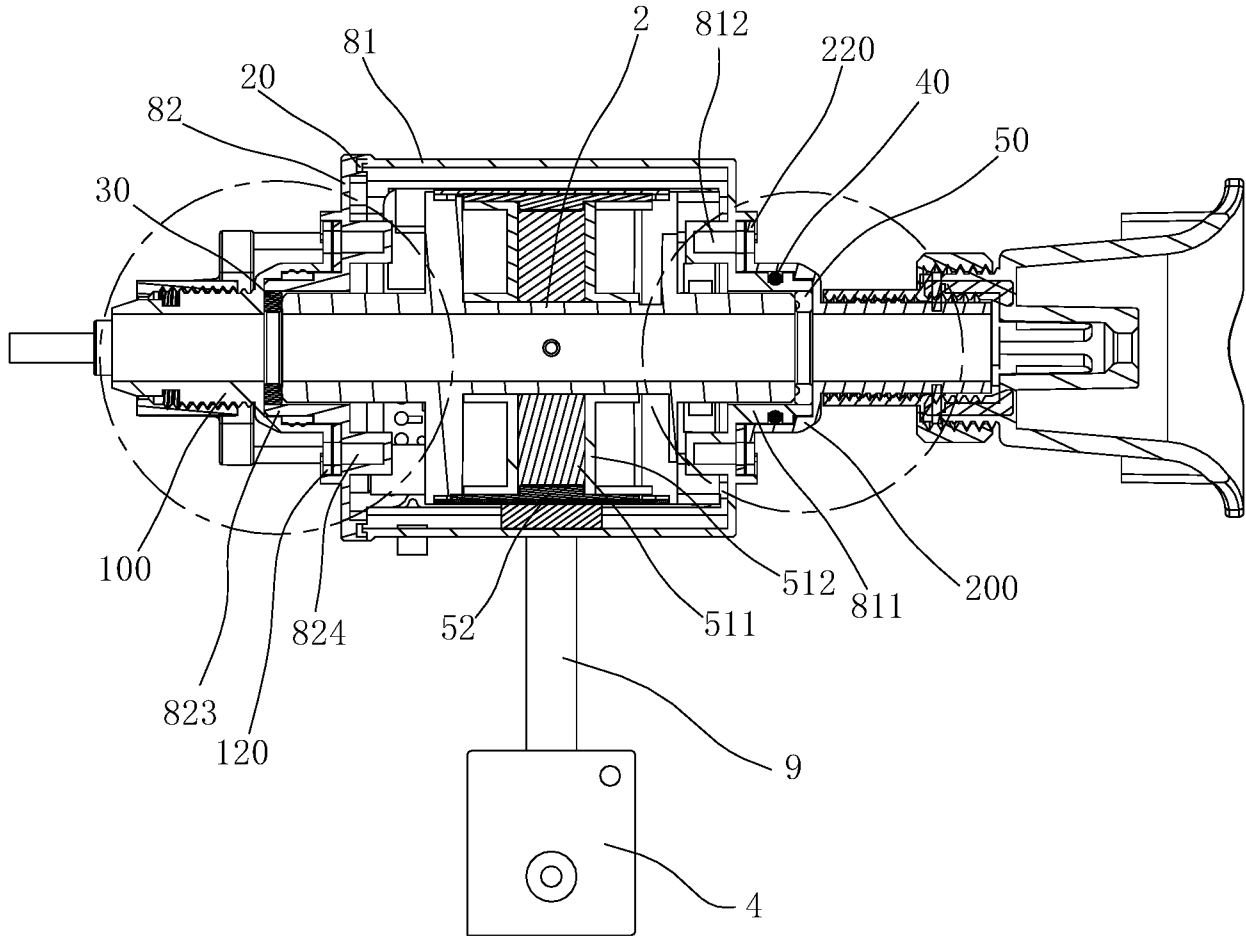


图 12

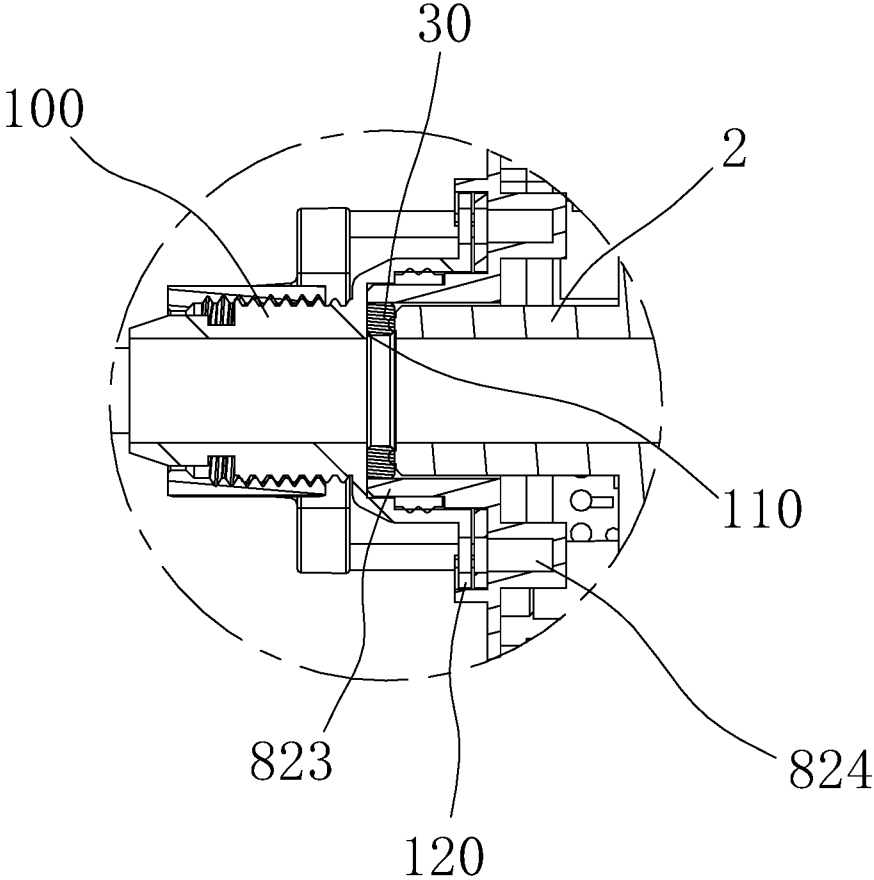


图 13

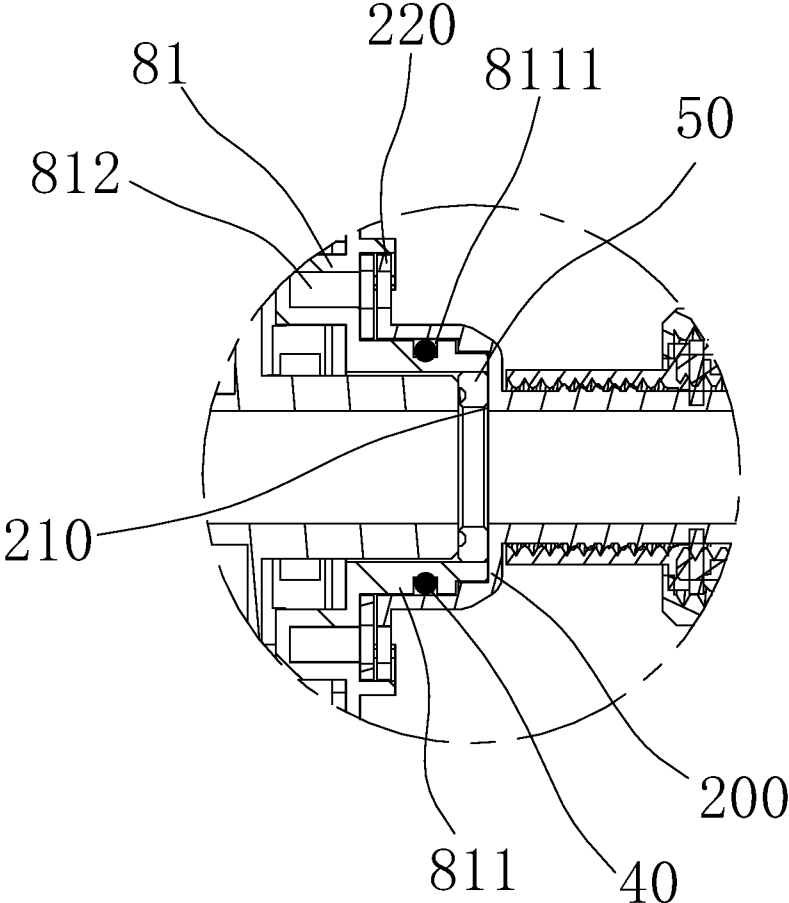


图 14

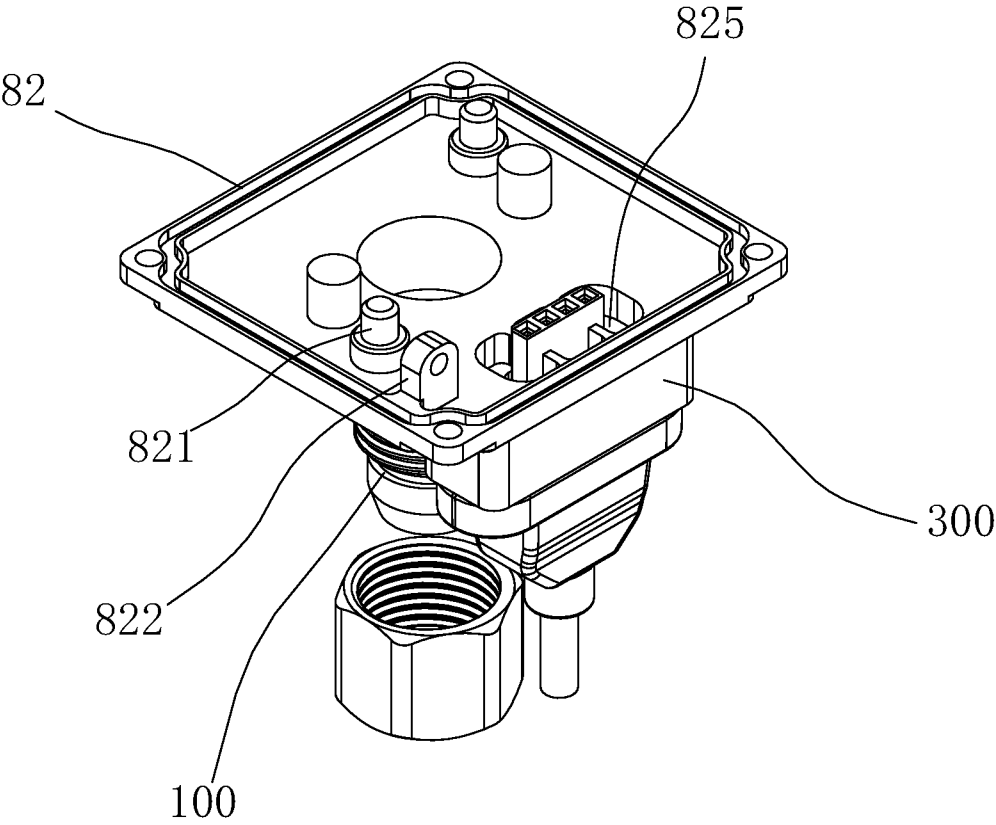


图 15

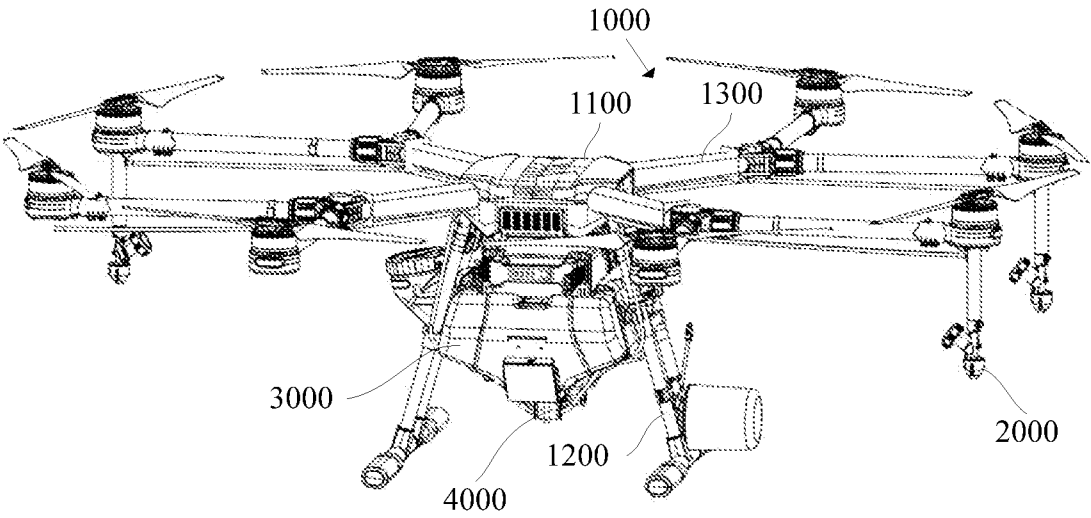


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/118200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F 1/56(2006.01)i; G01F 1/58(2006.01)i; G01F 1/00(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)

G01F

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)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI: 大疆, 黄稀荻, 周乐, 常子敬, 孟祥, 流量计, 流量, 传感器, 电磁, 线圈, 电极, 管道, 支架, 电路, 密封, 飞机, 无人机, 喷洒, flow, sensor, meter, electromagnetic, magnetic+, coil, electrode, pipeline, frame, plate, seal+, plane, airplane, aircraft, spray

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102538882 A (YANSHAN UNIVERSITY) 04 July 2012 (2012-07-04) description, paragraphs [0004]-[0012], and figures 1-4	1-36
Y	CN 202255493 U (EMA PRECISION ELECTRONICS (SUZHOU) CORP.) 30 May 2012 (2012-05-30) description, paragraphs [0023]-[0032], and figures 1-3	1-36
A	CN 1560569 A (SHENYANG SENSOR TECHNOLOGY INSTITUTE) 05 January 2005 (2005-01-05) entire document	1-36
A	CN 105784023 A (KROHNE AG) 20 July 2016 (2016-07-20) entire document	1-36
A	US 4008609 A (INTERATOM, INTERNATIONALE ATOMREAKTORBAU GMBH et al.) 22 February 1977 (1977-02-22) entire document	1-36



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

31 July 2019

Date of mailing of the international search report

28 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
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/CN2018/118200

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102538882	A	04 July 2012	CN	102538882	B	06 August 2014
CN	202255493	U	30 May 2012	None			
CN	1560569	A	05 January 2005	None			
CN	105784023	A	20 July 2016	DE	102015116674	A1	14 July 2016
				US	9689725	B2	27 June 2017
				US	2016202096	A1	14 July 2016
				US	2016202097	A1	14 July 2016
				DE	102015116679	A1	14 July 2016
				CN	105784024	A	20 July 2016
				US	9709426	B2	18 July 2017
US	4008609	A	22 February 1977	GB	1528764	A	18 October 1978
				FR	2288299	B1	13 February 1981
				DE	2448945	A1	29 April 1976
				JP	S5165663	A	07 June 1976
				FR	2288299	A1	14 May 1976
				EP	3045875	A2	20 July 2016
				EP	3045874	A2	20 July 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/118200

A. 主题的分类

G01F 1/56(2006.01)i; G01F 1/58(2006.01)i; G01F 1/00(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)

G01F

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))

CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI: 大疆, 黄稀荻, 周乐, 常子敬, 孟祥, 流量计, 流量, 传感器, 电磁, 线圈, 电极, 管道, 支架, 电路, 密封, 飞机, 无人机, 喷洒, flow, sensor, meter, electromagnetic, magnetic+, coil, electrode, pipeline, frame, plate, seal+, plane, airplane, aircraft, spray

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 102538882 A (燕山大学) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 说明书第[0004]-[0012]段、附图1-4	1-36
Y	CN 202255493 U (伊玛精密电子苏州有限公司) 2012年 5月 30日 (2012 - 05 - 30) 说明书第[0023]-[0032]段、附图1-3	1-36
A	CN 1560569 A (沈阳市传感技术研究所) 2005年 1月 5日 (2005 - 01 - 05) 全文	1-36
A	CN 105784023 A (克洛纳有限公司) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 全文	1-36
A	US 4008609 A (INTERATOM 等) 1977年 2月 22日 (1977 - 02 - 22) 全文	1-36

☐ 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

2019年 7月 31日

国际检索报告邮寄日期

2019年 8月 28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

徐泽昕

电话号码 86-(10)-53962570

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/118200

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	102538882	A	2012年 7月 4日	CN	102538882	B	2014年 8月 6日
CN	202255493	U	2012年 5月 30日	无			
CN	1560569	A	2005年 1月 5日	无			
CN	105784023	A	2016年 7月 20日	DE	102015116674	A1	2016年 7月 14日
				US	9689725	B2	2017年 6月 27日
				US	2016202096	A1	2016年 7月 14日
				US	2016202097	A1	2016年 7月 14日
				DE	102015116679	A1	2016年 7月 14日
				CN	105784024	A	2016年 7月 20日
				US	9709426	B2	2017年 7月 18日
US	4008609	A	1977年 2月 22日	GB	1528764	A	1978年 10月 18日
				FR	2288299	B1	1981年 2月 13日
				DE	2448945	A1	1976年 4月 29日
				JP	S5165663	A	1976年 6月 7日
				FR	2288299	A1	1976年 5月 14日
				EP	3045875	A2	2016年 7月 20日
				EP	3045874	A2	2016年 7月 20日