

(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
2018 年 12 月 6 日 (06.12.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/219002 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 29/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/077780
- (22) 国际申请日: 2018 年 3 月 1 日 (01.03.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710401997.5 2017 年 5 月 31 日 (31.05.2017) CN
- (71) 申请人: 北京中科飞龙传感技术有限公司 (BEIJING TFLYING TRANSDUCER TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区成府路 45 号中关村智造大街 C 栋 201 号, Beijing 100083 (CN)。
- (72) 发明人: 杨鹏飞 (YANG, Pengfei); 中国北京市海淀区中关村南一条 3 号研究生院电子学研究所, Beijing 100190 (CN)。彭春荣 (PENG, Chunrong); 中国北京市丰台区芳城园一区 14 楼甲门 1110 号, Beijing 100071 (CN)。夏善红 (XIA, Shanrong); 中国北京市海淀区清华大学

西北 11 楼 111 号, Beijing 100084 (CN)。刘宇涛 (LIU, Yutao); 中国北京市海淀区中关村新科祥园 6 楼 1508 号, Beijing 100190 (CN)。吴双 (WU, Shuang); 中国江西省南昌市东湖区北京西路 373 号 1 单元 402 号, Jiangxi 330046 (CN)。

(74) 代理人: 成都顶峰专利事务所 (普通合伙) (CHENGDU DINGFENG PATENT OFFICE (GENERAL PARTNER)); 中国四川省成都市高新区府城大道西段 399 号, Sichuan 610000 (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, 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。

(54) Title: MEMS GROUND ATMOSPHERIC ELECTRIC FIELD SENSOR

(54) 发明名称: MEMS 地面大气电场传感器

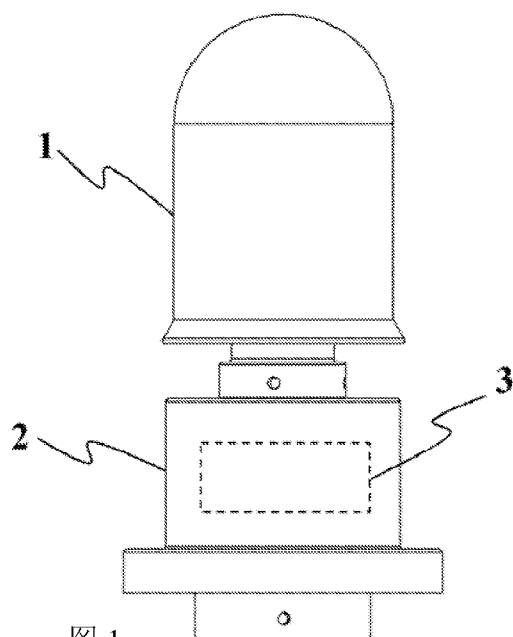


图 1

(57) Abstract: A MEMS ground atmospheric electric field sensor, comprising: a curved-top probe structure (1) and a MEMS electric field measuring module (3), the curved-top probe structure (1) comprising: an electrically conductive curved-top rainproof housing (11), a top part being curved and a bottom part being provided with a groove facing the top part, and an electrically conductive connection post (12), provided at a top part of the groove and electrically connected to the curved-top rainproof housing (11); a fixed support cavity upper part (13), being a tube body having a closed top part and an open bottom part, disposed in the groove, the electrically conductive connection post (12) both penetrating the fixed support cavity upper part (13), and electrically insulated from the fixed support cavity upper part (13); and a fixed support cavity lower part (14), closing the bottom part opening of the fixed support cavity upper part (13) and used to form a fixed support cavity, the MEMS electric field measuring module (3) being disposed in the fixed support cavity, and being used to probe an external electric field by means of the electrically conductive connection post (12) and the electrically conductive curved-top rainproof housing (11).



(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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种MEMS地面大气电场传感器, 包括: 弧顶探测结构(1)以及MEMS电场测量模块(3), 弧顶探测结构(1)包括: 导电弧顶防雨外壳(11), 顶部为弧形, 底部设置有朝向顶部的凹槽, 导电连接柱(12), 设置在凹槽顶部, 与弧顶防雨外壳(11)电连接; 固支腔体上部(13), 为顶部封闭、底部开口的筒体, 设置在凹槽内, 导电连接柱(12)贯穿固支腔体上部(13)顶部, 且与固支腔体上部(13)电性绝缘; 以及固支腔体下部(14), 封闭固支腔体上部(13)的底部开口, 用于形成固支腔体, MEMS电场测量模块(3)设置在固支腔体内, 用于通过导电连接柱(12)及导电弧顶防雨外壳(11)来探测外界电场。

MEMS 地面大气电场传感器

技术领域

本发明涉及传感器技术领域，具体涉及一种 MEMS 地面大气电场传感器。

背景技术

雷电灾害是联合国公布的十大自然灾害之一，据不完全统计，我国每年因雷击造成的人员伤亡达上千人，财产损失巨大。雷电也是直接影响航天发射成败的重要天气因素，在航天器发射规范中，已经将大气电场强度列为航天器能否发射的主要条件之一。雷击可对电网造成严重的危害，包括线路跳闸、输变电设备故障、线路非计划停运等，都直接影响了电网的安全稳定运行和供电用电的安全可靠性。石油化工行业除采用大量对雷电非常敏感的电气电子设备及辅助设施外，生产过程中物料及成品储运很大部分都具有易燃易爆特点，是雷电灾害事故多发的敏感行业之一。采用静电场传感器对大气电场强度大小、极性等变化进行监测和分析，对可能造成雷击危险的大气电场变化加以识别，在灾害来临之前进行预警，对防雷减灾具有非常重要的意义，也是未来气象部门进行雷电等灾害性天气预报的发展趋势。然而，国内外已商业化的静电场传感器基本上采用传统的机械加工技术，存在易磨损的机械部件，在体积、功耗及其它性能等方面也有一些问题，无法广泛应用。

发明内容

鉴于上述技术问题，为了克服上述现有技术的不足，本发明提出了一种 MEMS 地面大气电场传感器。

根据本发明的一个方面，提供了一种 MEMS 地面大气电场传感器，包括：弧顶探测结构，包括：导电弧顶防雨外壳，顶部为弧形，底部设置有朝向顶部的凹槽，导电连接柱，设置在所述凹槽顶部，与所述弧顶防雨外壳电连接；固支腔体上部，为顶部封闭、底部开口的筒体，设置在所述凹槽内，所述连接柱贯穿固支腔体上部顶部，且与所述固支腔体上部电性绝缘；以及固支腔体下部，封闭固支腔体上部的底部开口，用于形成固支

腔体，以及 MEMS 电场测量模块，设置在所述固支腔体内，用于通过所述导电连接柱及导电弧顶防雨外壳来探测外界电场。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，还包括：腔体结构，设置在所述弧顶探测结构下方，包括：主壳，为顶部封闭、底部开口的筒体，顶部设置第一开孔；以及后盖，所述后盖用于封闭主壳的底部开口，所述 MEMS 电场测量模块设置在所述腔体结构内。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述 MEMS 电场测量模块包括：MEMS 电场敏感芯片，探测外界电场产生感应电流；前置放大电路，将电流信号转换为电压信号；以及驱动解调电路，为所述 MEMS 电场敏感芯片提供工作信号，并对所述电压信号进行电场信息解算，所述 MEMS 电场敏感芯片的封装顶部为金属盖板。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述金属盖板与所述导电连接柱通过导线电连接。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述固支腔体下部设有第二开孔，所述第一开孔和第二开孔用于所述导线穿过。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述 MEMS 电场测量模块还包括：绝缘密封盒，用于容置顺序堆叠设置的所述 MEMS 电场敏感芯片、前置放大电路，以及金属感应板，设置在绝缘密封盒靠近所述 MEMS 电场敏感芯片的金属盖板的盒壁外侧。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述金属感应板与所述导电连接柱通过导线电连接。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述绝缘密封盒容置顺序堆叠设置的所述 MEMS 电场敏感芯片、前置放大电路及驱动解调电路。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述主壳和后盖中的至少一个包括密封槽和/或灌胶槽，用于使得所述主壳和后盖密封连接。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述绝缘密封盒内设有干燥剂。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述固支腔

体上部和固支腔体下部为金属材料或绝缘材质表面电镀金属层制成。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述主壳和后盖为金属材料或绝缘材质表面电镀金属层制成。

根据本发明一种实施例的 MEMS 地面大气电场传感器，所述腔体结构内设置固定装置，用于固定所述 MEMS 电场测量模块。

从上述技术方案可以看出，本发明具有以下有益效果：

采用低功耗的 MEMS 电场敏感芯片技术，无马达易磨损的机械部件，降低了功耗，易批量生产，并提高了产品的可靠性。

采用弧顶防雨外壳，其顶部和四周都可以感应电场，增大了电场感应面积，提高了传感器的灵敏度。

采用金属腔壁结构，提高了传感器抗静电及电磁干扰性能，也降低了空气中灰尘对电场测量的影响。

采用密封结构设计，避免了环境湿度对 MEMS 电场敏感芯片封装的影响，提高了电场探测的准确度和长期稳定性。

附图说明

图 1 为本发明一实施例的一种 MEMS 地面大气电场传感器的结构示意图。

图 2 为图 1 中弧顶探测结构的剖面示意图。

图 3 为图 1 中腔体结构的剖面示意图。

图 4 为本发明一实施例中的 MEMS 电场测量模块的结构示意图。

图 5 为本发明再一实施例中的 MEMS 电场测量模块的结构示意图。

具体实施方式

本发明某些实施例于后方将参照所附附图做更全面性地描述，其中一些但并非全部的实施例将被示出。实际上，本发明的各种实施例可以许多不同形式实现，而不应被解释为限于此处所阐述的实施例；相对地，提供这些实施例使得本发明满足适用的法律要求。

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

本发明一实施例提供一种 MEMS 地面大气电场传感器，可以具有金

属密封结构，图 1 为本发明一实施例的一种 MEMS 地面大气电场传感器的结构示意图。如图 1 所示，MEMS 地面大气电场传感器包括弧顶探测结构 1 和 MEMS 电场测量模块 3。图 2 为图 1 中弧顶探测结构的剖面示意图，如图 2 所示，弧顶探测结构 1 形状可以为圆柱形、椭圆柱形、长方体形、正方体形或其他规则或不规则的多边体形等，包括导电弧顶防雨外壳 11、导电连接柱 12、固支腔体上部 13 以及固支腔体下部 14，导电弧顶防雨外壳 11 顶部为弧形，底部设置有朝向顶部的凹槽，导电连接柱 12 设置在所述凹槽顶部，与所述弧顶防雨外壳 11 电连接，固支腔体上部 13 为顶部封闭、底部开口的筒体，设置在所述凹槽内，所述连接柱 12 贯穿固支腔体上部 13 顶部，且与所述固支腔体上部 13 电性绝缘，固支腔体下部 14 封闭固支腔体上部 13 的底部开口，用于形成固支腔体，MEMS 电场测量模块可以设置在所述固支腔体内，用于通过所述导电连接柱 12 及导电弧顶防雨外壳 11 来探测外界电场。导电弧顶防雨外壳 11、导电连接柱 12、弧顶固支腔体上部 13、弧顶固支腔体下部 14 均具有导电性，可以为金属材质，也可以是绝缘材质内表面或外表面或内外表面电镀金属。导电弧顶防雨外壳 11 与导电连接柱 12 电连接，为孤立导体，导电连接柱 12 与固支腔体上部 13 通过绝缘隔离结构实现电隔离，绝缘隔离结构材料可以为无机绝缘材料、有机绝缘材料或混合绝缘材料。连接柱 12 与固支腔体上部 13 之间，固支腔体上部 13 与固支腔体下部 14 之间可以通过螺丝固定，也可以采用其他固定方式，如焊接、粘接等。

在另一实施例中，如图 1 所示，MEMS 地面大气电场传感器还可以包括腔体结构 2，所述 MEMS 电场测量模块 3 设置在所述腔体结构 2 内，通过所述导电连接柱 12 及导电弧顶防雨外壳 11 来探测外界电场。图 3 为图 1 中腔体结构的剖面示意图，如图 3 所示，所述腔体结构 2 主要包括主壳 21、后盖 22，腔体结构 2 形状可以为圆柱形、椭圆柱形、长方体形、正方体形或其他规则或不规则的多边体形等。其中主壳 21 为顶部封闭、底部开口的筒体，顶部设置第一开孔 211，该第一开孔 211 可以位于顶部中心位置 211，也可以在非中心位置，用于向腔体结构 2 中引入与导电连接柱电连接的导线，此时封闭固支腔体上部 13 的底部开口并且固支腔体下部 14 顶部同样设置第二开孔 141，位于中心位置或非中心位置，与导电连接

柱电连接的导线依次穿过第二开孔 141 和第一开孔 211。后盖用于封闭主壳 21 的底部开口。腔体结构 2 可以设计有密封槽 24 和/或灌胶槽 25，分别用于放置密封圈和灌装密封胶，密封槽 24 和/或灌胶槽 25 可以设置在主壳 21 和后盖 22 中的至少一个上，用于使得所述主壳 21 和后盖 22 密封连接，当然也可以不设计密封槽 24 或灌胶槽 25，直接在密封腔体主壳 21 与后盖 22 的接触部位涂胶密封或者在腔体结构 2 内部灌装密封胶，密封圈材质可以为氟橡胶、硅橡胶、丁腈胶等，密封胶可以为玻璃胶、硅橡胶、AB 胶、环氧胶等。密封腔体主壳 21 与后盖 22 之间还可以通过螺丝固定。另外弧顶探测结构 1 与腔体结构 2 之间通过螺丝固定，此时固支腔体下部 14 可以设置螺丝穿过孔 142，弧顶探测结构 1 与腔体结构 2 也可以采用其他固定方式，如焊接、粘接等。

腔体结构 2 内还可以设置固定柱 23，用于固定支撑位于腔体结构 2 内的 MEMS 电场测量模块 3，在一实施例中，固定柱 23 固接于后盖 22，腔体的主壳 21、后盖 22 与固定柱 23 均具有导电性，可以为金属材质，也可以是绝缘材质内表面或外表面或内外表面电镀金属。

图 4 为本发明一实施例中的 MEMS 电场测量模块的结构示意图，如图 4 所示，设置于固支腔体或腔体结构 2 内的 MEMS 电场测量模块 3 主要包括 MEMS 电场敏感芯片 31、前置放大电路 32 以及驱动解调电路 33，其形状可以为圆形、椭圆形、长方形、正方形或多边形等，MEMS 电场测量模块 3 在固支腔体或腔体结构 2 内可以安装一个，也可以安装多个。所述 MEMS 电场敏感芯片 31 中的屏蔽电极周期性振动调制感应电极产生感应电流，MEMS 电场敏感芯片 31 封装基座为绝缘材料，顶部为金属盖板；前置放大电路 32 实现电场电流信号转换为电压信号；驱动解调电路 33 产生 MEMS 电场敏感芯片 31 正常工作所需的双路差分信号并对前置放大电路 32 输出的电压信号实现电场信息的解算。在一实施例中，MEMS 电场敏感芯片 31、前置放大电路 32 与驱动解调电路 33 堆叠布置，固定在腔体结构 2 的固定柱 23 上，在其他实施例中也可以水平布置或垂直并排布置等。所述 MEMS 电场敏感芯片 31 封装顶部的金属盖板通过导线与弧顶探测结构 1 的导电连接柱 12 电连接，最终实现与弧顶防雨外壳 11 电连接，所述导线可以为普通导线、屏蔽导线、高频射频线、半钢半柔射频线等。

采用该种 MEMS 电场测量模块，MEMS 地面大气电场传感器的工作原理如下：由于传感器弧顶防雨外壳 11 与 MEMS 电场敏感芯片 31 芯片的金属盖板之间电连接，当外界存在直流电场 E 时，传感器弧顶防雨外壳 11 与金属盖板产生感应电荷并与直流电场 E 线性相关，金属盖板的感应电荷产生电场 E_g ，则 E_g 与直流电场 E 线性相关，MEMS 电场敏感芯片 31 通过测量电场 E_g 实现间接测量外界直流电场 E 的大小。

结合图 2 所示，MEMS 电场测量模块 3 设置在腔体结构 2 中时，其供电线缆和信号传输线缆通过封腔体结构后盖 22 设置的第三开孔 222 引出，第三开孔 222 可以是中心孔，也可非中心孔。采用上述结构的 MEMS 电场测量模块 3 时，用于容置 MEMS 电场测量模块 3 的腔体结构 2 采用前述的密封圈或密封胶进行密封，并且后盖 22 的第三开孔 222 穿过线缆后需要旋涂密封胶实现腔体密封，与导电连接柱 12 电连接的导线穿过密封腔体主壳 21 顶部的第一开孔 211 和固支腔体下部 14 的第二开孔 141 后需要旋涂密封胶实现腔体结构 2 整体密封。

在一实施例中，上述的 MEMS 电场测量模块 3 设置在固支腔体内时，固支腔体上部 13 与固支腔体下部 14 构成的固支腔体同样需要密封设置，可以在两者触处旋涂密封胶，或者在固支腔体内直接罐装密封胶，密封胶可以为玻璃胶、硅橡胶、AB 胶、环氧胶等，此时由于导电连接柱 12 与 MEMS 电场敏感芯片 31 芯片的金属盖板距离较近，可以在金属盖板上相应导电连接柱 12 感应出电荷，导电连接柱 12 与 MEMS 电场敏感芯片 31 芯片的金属盖板可以电连接，也可以不电连接。

图 5 为本发明再一实施例中的 MEMS 电场测量模块的结构示意图，具体为：如图 5 所示，与图 4 所示的实施例相比，MEMS 电场测量模块 3 还包括一绝缘密封盒 34，堆叠布置的 MEMS 电场敏感芯片 31 与前置放大电路 32 先放入一个绝缘密封盒 34 内，密封盒体 341 顶部有一金属感应板 342，金属感应板 342 与密封盒体 341 固定连接，绝缘密封盒 34 的形状可以为圆柱形、椭圆柱形、长方体形、正方体形或其他规则或不规则的多边形等，密封盒体 341 可以为无机绝缘材料、有机绝缘材料或混合绝缘材料制成；绝缘密封盒 34 与驱动解调电路 33 堆叠布置，驱动解调电路 33 与前置放大电路 32 的信号连接线穿出绝缘密封盒 34 的信号输出接口后对该

信号输出口旋涂密封胶来实现密封，驱动解调电路 33 也可以与电场敏感芯片 31 与前置放大电路 32 一起布置在绝缘密封盒 34 内。不同于图 4 中的 MEMS 电场敏感芯片 31 金属盖板与弧顶防雨外壳 11 电连接方案，该方案只需要金属感应板 342 与弧顶防雨外壳 11 通过导线电连接即可。所述导线可以为普通导线、屏蔽导线、高频射频线、半钢半柔射频线等。

采用该种 MEMS 电场测量模块，MEMS 地面大气电场传感器的工作原理如下：由于传感器弧顶防雨外壳 11 与密封箱体 341 上方的金属感应板 342 电连接，而金属感应板 342 与芯片 MEMS 电场敏感芯片的金属盖板之间又形成了电容结构，那么当外界存在直流电场 E 时，金属盖板也将产生感应电荷，该感应电荷产生电场 E_d ， E_d 与直流电场 E 线性相关，MEMS 电场敏感芯片 31 通过测量电场 E_d 实现间接测量外界直流电场 E 的大小。

采用该种 MEMS 电场测量模块 3，容置该 MEMS 电场测量模块 3 的固支腔体或腔体结构 2 可以不密封。

在一实施例中的 MEMS 地面大气电场传感器中，所述密封的腔体结构 2 内部、绝缘密封盒 34 内部或密封的固支腔体内部可以放置干燥剂或其它种类的吸湿材料来保证密封环境的干燥，保护 MEMS 电场测量模块的组件不被腐蚀，保障其工作性能。

在一实施例中，MEMS 地面大气电场传感器还可以固定在金属支架上进行大气电场测量，例如通过腔体结构 2 底部的安装孔 223 安装在金属支架上，金属支架与腔体结构 2 电连接，金属支架可以接地，避免腔体结构 2 集聚过多电荷。金属支架还可以不接地，支架也可以是其它材质支架，比如木头、塑料等，在其他实施例中也可以不采用支架，直接安装在某些装置上或放置在地面上进行电场测量。

本发明实施例中的 MEMS 地面大气电场传感器除了测量大气电场外，还可应用于雷电预警、工业静电测量、电网直流电场测量以及相关静电场测量装置中。

应注意，附图中各部件的形状和尺寸不反映真实大小和比例，而仅示意本发明实施例的内容。

实施例中提到的方向用语，例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等，仅是参考附图的方向，并非用来限制本发明的保护范围。并且上述实

施例可基于设计及可靠度的考虑，彼此混合搭配使用或与其他实施例混合搭配使用，即不同实施例中的技术特征可以自由组合形成更多的实施例。

需要说明的是，在附图或说明书正文中，未绘示或描述的实现方式，均为所属技术领域普通技术人员所知的形式，并未进行详细说明。此外，上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式，本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、一种 MEMS 地面大气电场传感器，其特征在于，包括：

弧顶探测结构（1），包括：

导电弧顶防雨外壳（11），顶部为弧形，底部设置有朝向顶部的凹槽，

导电连接柱（12），设置在所述凹槽顶部，与所述弧顶防雨外壳（11）电连接；

固支腔体上部（13），为顶部封闭、底部开口的筒体，设置在所述凹槽内，所述连接柱（12）贯穿固支腔体上部（13）顶部，且与所述固支腔体上部（13）电性绝缘；以及

固支腔体下部（14），封闭固支腔体上部（13）的底部开口，用于形成固支腔体，以及

MEMS 电场测量模块（3），设置在所述固支腔体内，用于通过所述导电连接柱（12）及导电弧顶防雨外壳（11）来探测外界电场。

2、根据权利要求 1 所述的 MEMS 地面大气电场传感器，其特征在于，还包括：

腔体结构（2），设置在所述弧顶探测结构（1）下方，包括：

主壳（21），为顶部封闭、底部开口的筒体，顶部设置第一开孔（211）；以及

后盖（22），所述后盖用于封闭主壳（21）的底部开口，

其中，所述 MEMS 电场测量模块（3）设置在所述腔体结构（2）内。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的 MEMS 地面大气电场传感器，其特征在于，所述 MEMS 电场测量模块（3）包括：

MEMS 电场敏感芯片（31），探测外界电场产生感应电流；

前置放大电路（32），将电流信号转换为电压信号；以及

驱动解调电路（33），为所述 MEMS 电场敏感芯片（31）提供工作信号，并对所述电压信号进行电场信息解算，

其中，所述 MEMS 电场敏感芯片（31）的封装顶部为金属盖板。

4、根据权利要求 3 所述的 MEMS 地面大气电场传感器，其特征在于：

所述金属盖板与所述导电连接柱（12）通过导线电连接。

5、根据权利要求4所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于：所述固支腔体下部（14）设有第二开孔（141），所述第一开孔（211）和第二开孔（141）用于所述导线穿过。

6、根据权利要求3所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述MEMS电场测量模块（3）还包括：

绝缘密封盒（34），用于容置顺序堆叠设置的所述MEMS电场敏感芯片（31）、前置放大电路（32），以及

金属感应板（342），设置在绝缘密封盒（34）靠近所述MEMS电场敏感芯片（31）的金属盖板的盒壁外侧。

7、根据权利要求6所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于：所述金属感应板（342）与所述导电连接柱（12）通过导线电连接。

8、根据权利要求6所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于：所述绝缘密封盒容置顺序堆叠设置的所述MEMS电场敏感芯片（31）、前置放大电路（32）及驱动解调电路（33）。

9、根据权利要求2所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述主壳（21）和后盖（22）中的至少一个包括密封槽（24）和/或灌胶槽（25），用于使得所述主壳（21）和后盖（22）密封连接。

10、根据权利要求6所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述绝缘密封盒（34）内设有干燥剂。

11、根据权利要求1所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述固支腔体上部（13）和固支腔体下部（14）为金属材料或绝缘材质表面电镀金属层制成。

12、根据权利要求2所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述主壳（21）和后盖（22）为金属材料或绝缘材质表面电镀金属层制成。

13、根据权利要求2所述的MEMS地面大气电场传感器，其特征在于，所述腔体结构（2）内设置固定装置，用于固定所述MEMS电场测量模块（3）。

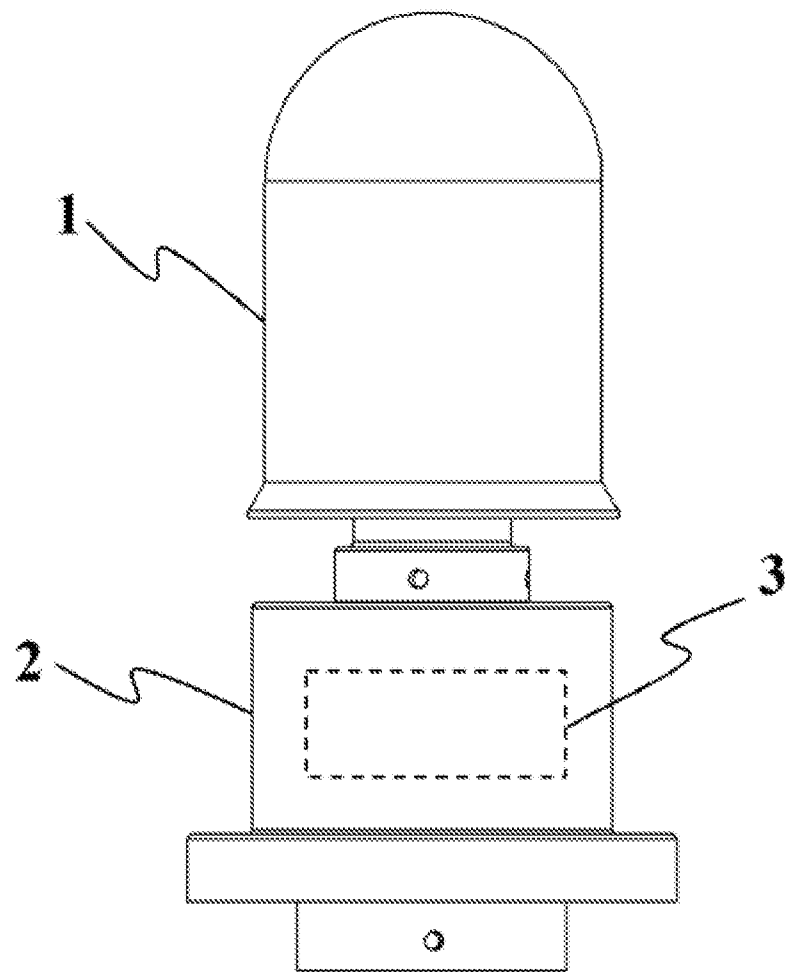


图 1

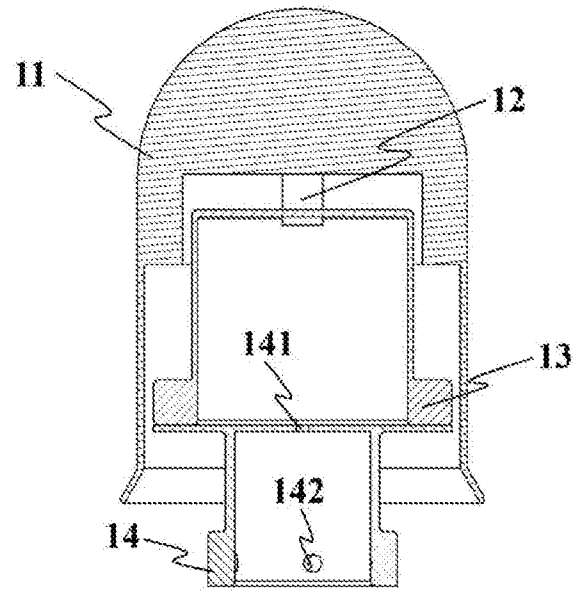


图 2

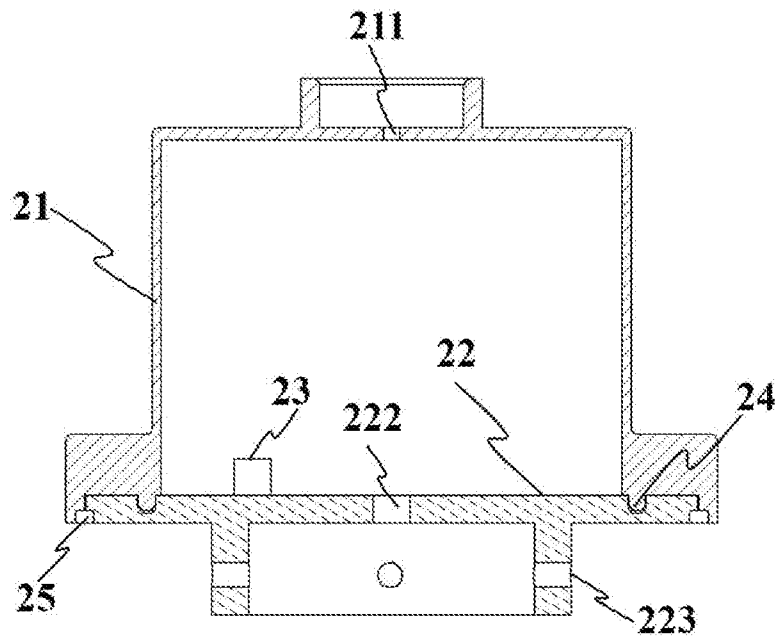


图 3

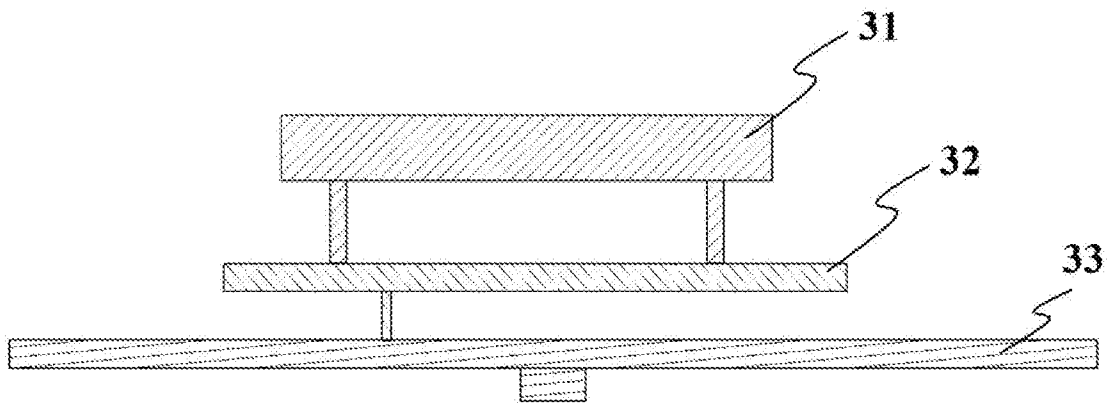


图 4

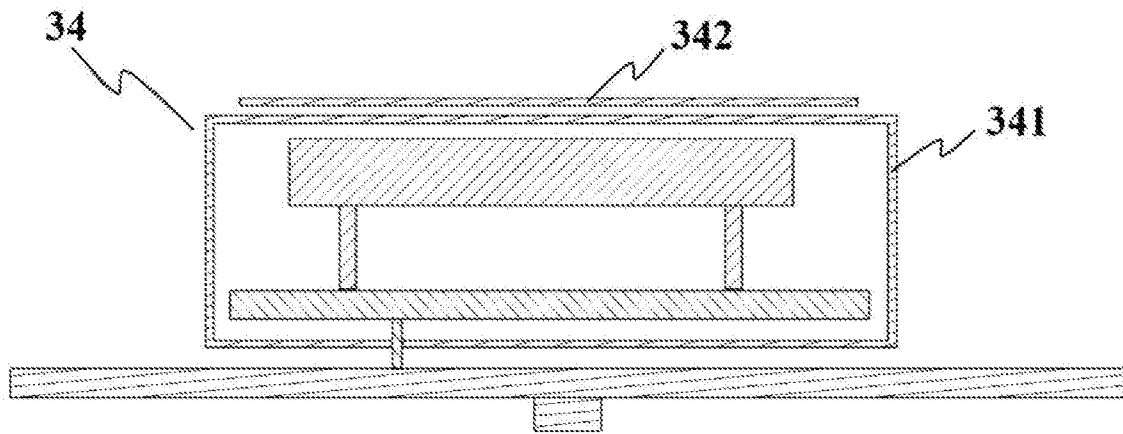


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/077780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 29/12 (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)

G01R; G01W

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, CNTXT, CNKI, EPODOC, WPI: 大气, 电场, 传感器, 弧顶, 半球, 弧形, 探测, 导电, 防雨, 外壳, 壳体, 凹槽, 内部, 连接柱, 顶部, 筒体, 腔体, 外界, 测量, 微机械, 微机电, 微系统, 微电子, MEMS, atmosphere, electric, field, sensor?, circumstance?, arc, construct???, camber, semisphere, part?, zone?, hemisphere, conduction, flashing, region?, block?, cas???, shell?, groove?, pole, frenula, boundary, cavity, connect+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107300642 A (BEIJING ZHONGKE FEILONG SENSING TECHNOLOGY CO., LTD.), 27 October 2017 (27.10.2017), claims 1-13, description, paragraphs [0003]-[0040], and figures 1-5	1-13
PX	CN 206906494 U (BEIJING ZHONGKE FEILONG SENSING TECHNOLOGY CO., LTD.), 19 January 2018 (19.01.2018), claims 1-13, description, paragraphs [0003]-[0040], and figures 1-5	1-13
X	杨鹏飞等, “一种基于 MEMS 芯片的新型地面大气电场传感器”, 电子与信息学报, 38(6), 30 June 2016 (30.06.2016), ISSN: 1009-5896, main body, sections 2-5, and figures 1-5, (YANG, Pengfei et al., “A Novel MEMS Chip-based Ground Atmospheric Electric Field Sensor”, Journal of Electronics & Information Technology)	1-13
X	CN 106707038 A (BEIJING CHINA NATIONAL AUTOMATION CONTROL INNOVATE TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD. et al.), 24 May 2017 (24.05.2017), description, paragraphs [0014]-[0038], and figures 1-2	1-13
A	CN 106124870 A (INSTITUTE OF ELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 16 November 2016 (16.11.2016), entire document	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 09 May 2018	Date of mailing of the international search report 28 May 2018
Name and mailing address of the ISA 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 YANG, Qinglin Telephone No. 86-(10)-53962384

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2018/077780

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103983863 A (TANG, Kai), 13 August 2014 (13.08.2014), entire document	1-13
A	CN 206038938 U (NANJING DAQIAO MACHINERY CO., LTD.), 22 March 2017 (22.03.2017), entire document	1-13
A	CN 105954602 A (XIAMEN TAIHANG TECHNOLOGY CO., LTD.), 21 September 2016 (21.09.2016), entire document	1-13
A	US 3925726 A (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY), 09 December 1975 (09.12.1975), entire document	1-13
A	US 2010156429 A1 (ILLINOIS TOOL WORKS INC.), 24 June 2010 (24.06.2010), entire document	1-13

International application No.
PCT/CN2018/077780

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/077780

A. 主题的分类 G01R 29/12(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) G01R; G01W 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, CNTXT, CNKI, EPODOC, WPI:大气, 电场, 传感器, 弧顶, 半球, 弧形, 探测, 导电, 防雨, 外壳, 壳体, 凹槽, 内部, 连接柱, 顶部, 筒体, 腔体, 外界, 测量, 微机械, 微机电, 微系统, 微电子, MEMS, atmosphere, electric, field, sensor?, circumstance?, arc, construct???, camber, semisphere, part?, zone?, hemisphere, conduction, flashing, region?, block?, cas???, shell?, groove?, pole, frenula, boundary, cavity, connect+																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 107300642 A (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 206906494 U (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2018年 1月 19日 (2018 - 01 - 19) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>杨鹏飞 等. "一种基于MEMS芯片的新型地面大气电场传感器" 电子与信息学报, 第38卷, 第6期, 2016年 6月 30日 (2016 - 06 - 30), ISSN: 1009-5896, 正文第2-5节, 图1-5</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106707038 A (北京中自控创新科技发展有限公司 等) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 说明书第[0014]-[0038]段, 图1-2</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106124870 A (中国科学院电子学研究所) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 107300642 A (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5	1-13	PX	CN 206906494 U (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2018年 1月 19日 (2018 - 01 - 19) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5	1-13	X	杨鹏飞 等. "一种基于MEMS芯片的新型地面大气电场传感器" 电子与信息学报, 第38卷, 第6期, 2016年 6月 30日 (2016 - 06 - 30), ISSN: 1009-5896, 正文第2-5节, 图1-5	1-13	X	CN 106707038 A (北京中自控创新科技发展有限公司 等) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 说明书第[0014]-[0038]段, 图1-2	1-13	A	CN 106124870 A (中国科学院电子学研究所) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 全文	1-13
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 107300642 A (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5	1-13																		
PX	CN 206906494 U (北京中科飞龙传感技术有限责任公司) 2018年 1月 19日 (2018 - 01 - 19) 权利要求1-13, 说明书第[0003]-[0040]段, 图1-5	1-13																		
X	杨鹏飞 等. "一种基于MEMS芯片的新型地面大气电场传感器" 电子与信息学报, 第38卷, 第6期, 2016年 6月 30日 (2016 - 06 - 30), ISSN: 1009-5896, 正文第2-5节, 图1-5	1-13																		
X	CN 106707038 A (北京中自控创新科技发展有限公司 等) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 说明书第[0014]-[0038]段, 图1-2	1-13																		
A	CN 106124870 A (中国科学院电子学研究所) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 全文	1-13																		
☒ 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		国际检索报告邮寄日期																		
2018年 5月 9日		2018年 5月 28日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
中华人民共和国国家知识产权局(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		杨庆林 电话号码 86-(10)-53962384																		

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
A	CN 103983863 A (唐凯) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 全文	1-13
A	CN 206038938 U (南京大桥机器有限公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 全文	1-13
A	CN 105954602 A (厦门大恒科技有限公司) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 全文	1-13
A	US 3925726 A (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY) 1975年 12月 9日 (1975 - 12 - 09) 全文	1-13
A	US 2010156429 A1 (ILLINOIS TOOL WORKS INC.) 2010年 6月 24日 (2010 - 06 - 24) 全文	1-13

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/077780

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	107300642	A	2017年 10月 27日	无	
CN	206906494	U	2018年 1月 19日	无	
CN	106707038	A	2017年 5月 24日	无	
CN	106124870	A	2016年 11月 16日	无	
CN	103983863	A	2014年 8月 13日	无	
CN	206038938	U	2017年 3月 22日	无	
CN	105954602	A	2016年 9月 21日	无	
US	3925726	A	1975年 12月 9日	无	
US	2010156429	A1	2010年 6月 24日	US 7924018 B2	2011年 4月 12日