

(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 12 月 30 日 (30.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/258774 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02N 1/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/126794
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 20 日 (20.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910549346.X 2019 年 6 月 24 日 (24.06.2019) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 谢和平(XIE, Heping); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 莫思特(MO, Site); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 李碧雄(LI, Bixiong); 中国广东省深圳市南山区南

海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 高明忠(GAO, Mingzhong); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 李存宝(LI, Cunbao); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市君胜知识产权代理事务所(普通合伙)(JOHNSON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY(SHENZHEN)); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南七道 20 号深圳国家工程实验室大楼 A503, Guangdong 518000 (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,

(54) Title: ELECTROSTATIC POWER GENERATION DEVICE UTILIZING LUNAR DUST

(54) 发明名称: 一种利用月尘静电发电装置

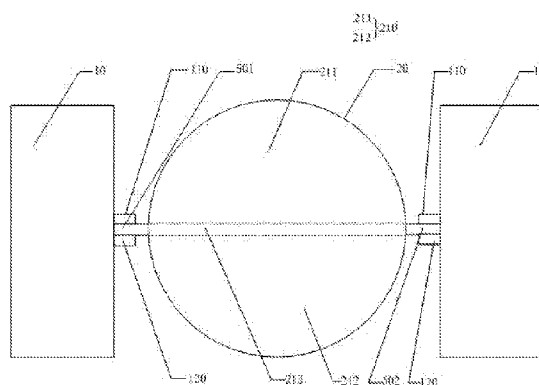


图 1

(57) Abstract: An electrostatic power generation device utilizing lunar dust. The electrostatic power generation device comprises a capacitor (10), a lunar dust charge collector (20), and a gravity center conversion mechanism (220) used for rotation of a housing (210). The housing (210) comprises a first housing (211), a second housing (212), and an insulating portion (213) provided between the first housing (211) and the second housing (212). The first housing (211) is connected to a positive electrode (110) of the capacitor (10) by means of a short circuiting device (30), or the second housing (212) is connected to a negative electrode (120) of the capacitor (10) by means of the short circuiting device (30); and when the first housing (211) is connected to the positive electrode (110) of the capacitor (10) by means of the short circuiting device (30) or the second housing (212) is connected to the negative electrode (120) of the capacitor (10) by means of the short circuiting device (30), the electrostatic power generation device utilizing the lunar dust stores electric energy. The device has the characteristics of being simple in structure, convenient to maintain, high in power generation efficiency, and capable of continuously generating power in a passive sensing and control mode.

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))。

(57) 摘要: 一种利用月尘静电发电装置, 其包括电容器(10), 月尘电荷收集器(20), 用于壳体(210)转动的重心变换机构(220); 所述壳体(210)包括, 第一壳体(211)、第二壳体(212), 设置在第一壳体(211)与第二壳体(212)之间的绝缘部(213); 所述第一壳体(211)通过短路器(30)与所述电容器(10)的正极(110)连接或所述第二壳体(212)通过短路器(30)与所述电容器(10)的负极(120)连接; 当所述第一壳体(211)通过短路器(30)与所述电容器(10)的正极(110)连接时或所述第二壳体(212)通过短路器(30)与所述电容器(10)的负极(120)连接时, 所述利用月尘静电发电装置存储电能。上述装置, 具有结构简单, 维护方便, 发电效率高, 采用无源传感与控制方式, 能够持续发电的特点。

一种利用月尘静电发电装置

技术领域

本发明涉及月尘静电发电技术领域，尤其涉及一种利用月尘静电发电装置。

背景技术

随着科技的进步，人类对外太空的探索力度越来越大。目前，人类的探月工程中的能源供应主要依靠太阳能电池以及小型放射性同位素温差发电技术，仅仅依靠太阳能电池或小型放射性同位素温差发电将难以为月夜探月活动尤其是月球基地提供充足的能源供应。

因此，现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

鉴于上述现有技术的不足，本发明的目的在于提供一种利用月尘静电发电装置，旨在解决现有依靠太阳能电池和小型放射性同位素温差发电技术难以为探月活动提供充足的能源供应的问题。

本发明的技术方案如下：

一种利用月尘静电发电装置，其中，包括：

电容器（10），以及

月尘电荷收集器（20），包括壳体（210）以及竖直设置在所述壳体内部用于壳体转动的重心变换机构；

所述壳体（210）包括，第一壳体（211）、第二壳体（212）以及设置在第一壳体（211）与第二壳体（212）之间的绝缘部（213）；

所述第一壳体（211）与所述第二壳体（212）的大小相等，均为半球面；

所述第一壳体（211）通过短路器（30）与所述电容器（10）的正极（110）连接或所述第二壳体（212）通过短路器（30）与所述电容器（10）的负极（120）连接；

当所述第一壳体(211)通过短路器(30)与所述电容器(10)的正极(110)连接时或所述第二壳体(212)通过短路器(30)与所述电容器(10)的负极(120)连接时,所述利用月尘静电发电装置储存电能。

所述的利用月尘静电发电装置,其中,所述重心变换机构包括:

外管(221),与所述外管(221)的一端套接的内管(222)以及设置在所述外管(221)套接一端上的重锤(223);

所述外管(221)的另一端及所述内管(222)的另一端分别固定设置在所述壳体(210)上。

所述的利用月尘静电发电装置,其中,所述壳体(210)为中间由绝缘部(213)分离的两个半球形金属组合而成的球形空心壳体,两个半球形金属分别为第一壳体(211)和第二壳体(212);绝缘部(213)由绝缘材料构成,用于使得第一壳体(211)和第二壳体(212)之间保持绝缘,并在壳体(210)的大圆上,壳体(210)的球心以及壳体(210)的重心为绝缘部(213)的圆心。

所述的利用月尘静电发电装置,其中,所述外管(221)的长度与所述内管(222)的长度相等,所述外管(221)的重量与所述内管(222)的重量相同,由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的相同材料制作,表面做绝缘处理;外管(221)一端连接在第一壳体(211)大圆过球心的垂直线与第一壳体的交点上,并连接在第一壳体(211)内侧;内管(222)一端连接在第二壳体(212)大圆过球心的垂直线与第二壳体的交点上,并连接在第二壳体(212)内侧;外管(221)与内管(222)另一端呈直线套接,且外管与内管同轴,轴线穿过壳体(210)球心,且与绝缘部(213)所在大圆垂直;

在月昼,重锤(223)移向第二壳体(212)一侧,使得月尘电荷收集器(20)重心偏向第二壳体(212)一侧,第一壳体(211)朝上,第二壳体(212)朝下;

在月夜,重锤(223)移向第一壳体(211)一侧,使得月尘电荷收集器(20)重心偏向第一壳体(211)一侧,第一壳体(211)朝下,第二壳体(212)朝上;

月昼和月夜交替时间,重锤(223)穿过壳体(210)球心,使得壳体(210)翻转。

所述的利用月尘静电发电装置,其中,所述电容器(10)为圆柱形电容器;电

容器在壳体（210）两端各连接一个，通过两端绝缘件（501，502）与壳体连接，壳体（210）、两端的电容器、连接壳体（210）和两端的电容器的绝缘材料的组合体的重心在壳体（210）的球心上；绝缘件（501，502）由绝缘材料制作。

所述的利用月尘静电发电装置，其中，还包括用于支撑所述月尘电荷收集器的第一支架（401）、第二支架（402），与所述绝缘部连接的绝缘件（501，502）；所述月尘电荷收集器通过所述绝缘件（501，502）分别与所述第一支架（401）以及第二支架（402）活动连接，使得重锤(223)穿过壳体（210）球心时，使月尘电荷收集器（20）和电容器（10）发生翻转。

所述的利用月尘静电发电装置，其中，还包括设置在所述第一支架（401）以及所述第二支架（402）之间的灰尘电荷清洗装置（60）。

所述的利用月尘静电发电装置，其中，所述灰尘电荷清洗装置（60）包括：清洗球面（621）设置在所述清洗球面上的金属毛刷（622）以及用于接地的接地导线（623）。

所述的利用月尘静电发电装置，其中，所述短路器（30）包括：本体（300），以及

设置在所述本体（300）一端用于与壳体接触的壳体触头（301）、与所述壳体触头一端固定连接的壳体触头栓（302）、与所述壳体触头栓连接的第一弹性件（303）；设置在所述本体（300）另一端的用于与电容器接触的电容触头（307）、与所述电容触头一端固定连接的电容触头栓(306)、与所述电容触头栓连接的第二弹性件(305)；以及

用于隔离所述第一弹性件（303）与所述第二弹性件（305）的隔离部（304）；

壳体触头（301）、壳体触头栓（302）、第一弹性件（303）、隔离部（304）、第二弹性件（305）、电容触头栓（306）、电容触头（307）由金属材料制作，彼此之间短路。

所述的利用月尘静电发电装置，其中，

所述电容器（10）的正极电位 V_p 计算公式如下：

$$V_p = \frac{1}{2} \frac{\rho_{ds} \times R}{\epsilon_d}$$

；其中， ρ_{ds} 为月昼月球表面正电荷密度； R 为月尘电荷收集器(20)半径； ϵ_d 为月昼月尘介电常数；

所述电容器(10)的负极电位 V_n 计算公式如下：

$$V_n = -\frac{1}{2} \frac{\rho_{ns} \times R}{\epsilon_n}$$

；其中， ρ_{ns} 为月夜月球表面负电荷密度； R 为月尘电荷收集器(20)半径； ϵ_n 为月夜月尘介电常数；

所述电容器(10)储存能量 W 计算公式如下：

$$W = \frac{R^2}{4} (C_1 + C_2) \left(\frac{\rho_{ds}}{\epsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\epsilon_n} \right)^2$$

；其中， $C_1 + C_2$ 为两边两个电容器(10)的电容值之和。

有益效果：本发明提供的利用月尘静电发电装置，利用月球上月尘带电的特性以及月尘所带电荷的变化规律进行发电，所提供的发电装置具有结构简单，安装、维护方便，发电效率高，采用无源传感与无源控制模式，能够持续发电的特点。从而很好地解决了现有发电技术难以为探月活动提供充足的能源供应问题。

附图说明

图1为本发明利用月尘静电发电装置的较佳实施例的结构示意图。

图2为本发明图1所示利用月尘静电发电装置中重心变换结构示意图。

图3为本发明图1所示利用月尘静电发电装置中短路器的结构示意图。

图4为本发明中灰尘电荷清洗装置结构示意图。

图5为本发明实施例1中月昼时，利用月尘静电发电装置的工作示意图。

图6为本发明实施例2中月夜时，利用月尘静电发电装置的工作示意图。

10:电容器; 20: 月尘电荷收集器; 110: 正极; 120: 负极; 210: 壳体; 211: 第一壳体; 212: 第二壳体; 213: 绝缘部; 221: 外管; 222: 内管; 223: 重锤; 30: 短路器; 300: 本体; 301: 壳体触头; 302: 壳体触头栓; 303: 第一弹性件; 304: 隔离部; 305: 第二弹性件; 306: 电容触头栓; 307: 电容触头; 401: 第一支架; 402: 第二支架; 501 (502) 绝缘件; 60: 灰尘电荷清洗装置; 621: 清洗球面; 622: 金属毛刷; 623: 接地导线;

具体实施方式

本发明提供一种利用月尘静电发电装置, 为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确, 以下对本发明进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明, 并不用于限定本发明。

请结合图 1 至图 6 所示, 本发明提供的利用月尘静电发电装置包括: 电容器 10, 以及月尘电荷收集器 20, 所述月尘电荷收集器 20 包括壳体 210 以及竖直设置在所述壳体 210 内部用于使壳体 210 发生转动的重心变换机构 220 (图中未标出); 所述壳体 210 包括, 第一壳体 211、第二壳体 212 以及设置在第一壳体 211 与第二壳体 212 之间的绝缘部 213; 其中, 所述电容器 10 为超大容量电容。

所述第一壳体 211 通过短路器 30 与所述电容器 10 的正极 110 连接或所述第二壳体 212 通过短路器 30 与所述电容器 10 的负极 120 连接。将月尘中的正、负电荷收集到电容器中, 当电容器中收集足够多的电荷后, 电容器可以带负载供电, 进而实现发电的目的。

如图 1 所示, 所述月尘电荷收集器 20 的主体为一个均匀的金属球面, 所述金属球面的重心在球心处; 所述金属球面的一半定义为正半球 (对应于所述第一壳体 211), 用于收集月尘中的正电荷; 另一半为定义负半球 (对应于所述第二壳体 212), 用于收集月尘中的负电荷。在所述正半球与所述负半球之间还设置有用以防止正半球与所述负半球之间相互放电的绝缘部 213, 所述绝缘部 213 采用绝缘性能良好的绝缘材料制成, 作为举例所述绝缘部材料可以是聚四氟乙烯。所述金属球面所用金属的种类包括但不限于, 铂金, 金, 铜, 铝等。

具体来说，在月球的受光面，主要受太阳辐射作用，月尘与光子作用发生光电效应向外发射带负电的光电子，月尘得到相应的正电荷，从而使月球表面上方形成一层电势为正的光电子鞘层；在月球的背光面，由于没有太阳辐射，月球受太阳风的等离子体流的作用，由于电子的热运动速度远远大于离子的热运动速度，电子更容易被月球表面的月尘吸收，从而使月表形成一层电势为负的等离子体鞘层。

本发明通过将月尘中所带的静电荷进行收集，并将所收集到的电荷存储到电容器中用于发电。很好地解决了现有发电技术难以为探月活动提供充足的能源供应问题。

在一种优选的实施方式中，如图 2 所示，所述重心变换机构 220 包括：外管 221，与所述外管 221 的一端套接的内管 222 以及设置在所述外管套接一端上的重锤 223；所述外管 221 的另一端及所述内管 222 的另一端分别固定设置在所述壳体 210 上。

具体来说，所述重心变换机构 220 包括两根金属管（内管 222、外管 221）及重锤 223，所述两根金属管通过套接的方式连接在一起，所述重锤 223 固定在所述外管 221 套接一端上，所述外管 221 可以沿所述内管 222 的外侧壁上下移动。所述重心变换机构经过所述金属球面的球心并竖直设置在所述金属球的中部。所述外管的另外一端（非套接端）以及所述内管的另一端（非套接端）可以通过诸如焊接的方式焊接在金属球面的内部。所述内管以及外管的长度是相等的，所述内管与所述外管的重量是相同的，目的是保持整体的重心还位于球心处，当设置重锤后，考虑到重锤的重量，整体的重心由球心偏向重心一侧。

进一步，所述内管 222、外管 221 所用的材料是强度高、热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作、作为举例其可以是胶木材料。所述重锤所用材料为密度较高的金属，比如铅。

所述重心变换机构工作过程为，在月昼，随着环境温度的升高，所述重锤 223 移向所述第二壳体 212 一侧，使得所述第一壳体 211 朝上，所述第二壳体 212 朝下；在月夜，所述重锤 223 移向所述第一壳体 211 一侧，使得所述第一壳体 211 朝下，所述第二壳体 212 朝上；月昼和月夜交替时间，所述重锤 223 穿过所述壳体 210 球心，使得所述壳体 210 翻转。

在一种优选的实施方式中，如图 5 所示，所述利用月尘静电发电装置还包括，用于支撑所述月尘电荷收集器 20 的第一支架 401、第二支架 402，与所述绝缘部 213 连接的绝缘件 501（502）；所述月尘电荷收集器 20 通过所述绝缘件 501（502）分别与所述第一支架 401 以及第二支架 402 活动连接。所述第一支架 401 与所述第二支架 402 设置在月壤支撑支架上。其中，所述绝缘件可以是绝缘杆绝缘柱等，即所述绝缘件的形状在此不做限定。第一支架 401、第二支架 402 由绝缘材料制作，作为举例其可以是陶瓷材料。

具体来说，所述月尘电荷收集器的绝缘部与电容器之间通过所述绝缘件固定连接在一起，所述第一支撑架 401 以及第二支撑架 402 将月尘电荷收集器以及超级电容器 10 支撑起来。所述超级电容器 10 为圆柱形，其轴心在所述绝缘件（如绝缘杆）上。所述月尘电荷收集器以及电容器可以围绕绝缘件做旋转运动。所述支架 401（402）上设置有短路器 30，所述短路器 30 用于与所述超级电容器 10 的正极或负极相连接。所述短路器的高度位于所述绝缘部的上方，即只有月尘电荷收集器的上半部分（绝缘部上方部分）才能通过所述短路器与所述电容器上的正极（负极连接）。

当短路器 30 与电容器 10 的正极相连接时，所述电容器 10 的正极电位 V_p 计算公式如下：

$$V_p = \frac{1}{2} \frac{\rho_{ds} \times R}{\epsilon_d}, \quad \text{其中，} \rho_{ds} \text{ 为月昼月球表面正电荷密度；} R \text{ 为月尘电荷收集器 20 半径；} \epsilon_d \text{ 为月昼月尘介电常数；}$$

当短路器 30 与电容器 10 的负极相连接时，负极电位 V_n 计算公式如下：

$$V_n = -\frac{1}{2} \frac{\rho_{ns} \times R}{\epsilon_n}, \quad \text{其中，} \rho_{ns} \text{ 为月夜月球表面负电荷密度；} R \text{ 为月尘电荷收集器(20)半径；} \epsilon_n \text{ 为月夜月尘介电常数；}$$

所述电容器 10 储存能量 W 计算公式如下：

$$W = \frac{R^2}{4} (C_1 + C_2) \left(\frac{\rho_{ds}}{\epsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\epsilon_n} \right)^2$$

，其中， $C_1 + C_2$ 为两边两个电容器(10)的电容值之和。

在一些实施方式中，如图 3 所示，所述短路器 30 包括本体 300，所述本体 300 为一长条状，设置在所述本体 300 一端用于与壳体接触的壳体触头 301、与所述壳体触头一端固定连接的壳体触头栓 302、与所述壳体触头栓连接的第一弹性件 303；设置在所述本体 300 另一端的用于与电容器接触的电容触头 307、与所述电容触头一端固定连接的电容触头栓 306、与所述电容触头栓连接的第二弹性件 305；以及用于隔离所述第一弹性件 303 与所述第二弹性件 305 的隔离部 304。其中，所述壳体触头 301 以及所述电容触头 307 可伸缩在所述本体 300 内。所述壳体触头 301、壳体触头栓 302、第一弹性件 303、隔离部 304；第二弹性件 305；电容触头栓 306 以及电容触头 307 由金属材料制作，彼此之间短路。所述第一弹性件 303 以及所述第二弹性件 305 可以是金属弹簧。

在一种优选的实施方式中，如图 4-6 所示，所述利用月尘静电发电装置还包括，设置在所述第一支架 401 以及所述第二支架 402 之间的灰尘电荷清洗装置 60。所述灰尘电荷清洗装置 60 用于将附着在金属球面上的月尘清理掉。

具体地，所述灰尘电荷清洗装置 60 外观为一个立方体形状，其长度和宽度略大于外壳 210 半径的两倍其高度略大于外壳 210 的半径；在朝向外壳 210 的一面，是个半径与外壳 210 半径相同的清洗球面 621，向内凹；清洗球面 621 上设置有金属毛刷 622；金属毛刷 622 与金属球面短路，并有接地导线 623 将金属球面短路连接到月球地表深处。

下面通过具体的实施例对本发明所提供的利用月尘静电发电装置做进一步的解释。

实施例 1

如图 5 所示，其为月昼时，发电设备的工作示意图。月昼时，第一壳体 211，即正半球朝上，此时电容器 10 的正极 110 朝上，正半球通过短路器 30 与超级电容

器正极 110 连接。第二壳体 212 负半球在灰尘电荷清洗装置 60 中。正半球上的月尘中的正电荷通过短路器导入到电容器正极。当负半球由上翻转到下时，灰尘电荷清洗装置扫除负半球表面的灰尘，清除负半球上的负电荷。

实施例 2

如图 6 所示，其为月夜时，发电装置的工作示意图。月夜时，第二壳体 212 负半球朝上，此时电容器 10 的负极 120 朝上，负半球通过短路器 30 与超级电容器 10 负极连接。正半球在灰尘电荷清洗装置 60 中。负半球上的月尘中的负电荷通过短路器导入到电容器负极。当正半球由上反转到下时，灰尘电荷清洗装置扫除正半球表面的灰尘，清除正半球上的正电荷。

本发明的电能储存在电容器中，当电容器通过开关与直流负载连接时，可以对直流负载供电。当电容器通过开关、逆变器与交流负载连接时，可以对交流负载供电。

综上所述，本发明提供的利用月尘静电发电装置，通过月尘电荷收集器与电容器进行配合，月昼时，将月尘中的正电荷导入到电容器的正极中，当月夜时，利用重力变换机构使月尘电荷收集器以及电容器发生转动，将月尘中的负电荷导入到电容器的负极中。在月昼、月夜转变过程中，利用灰尘电荷清洗装置将月尘电荷收集器位于其中的部分进行清理，上述过程循环交替。由于本发明所提供的利用月尘静电发电装置，利用了月球上月尘带电的特性以及月尘所带电荷的变化规律进行发电，所提供的发电装置具有结构简单，安装、维护方便，发电效率高，能够持续发电的特点。本发明所提供的利用月尘静电发电装置，很好地解决了现有发电技术难以为探月活动提供充足的能源供应问题。

应当理解的是，本发明的应用不限于上述的举例，对本领域普通技术人员来说，可以根据上述说明加以改进或变换，所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

权利要求书

1、一种利用月尘静电发电装置，其特征在于，包括：

电容器（10），以及

月尘电荷收集器（20），包括壳体（210）以及竖直设置在所述壳体内部用于壳体转动的重心变换机构；

所述壳体（210）包括，第一壳体（211）、第二壳体（212）以及设置在第一壳体（211）与第二壳体（212）之间的绝缘部（213）；

所述第一壳体（211）与所述第二壳体（212）的大小相等，均为半球面；

所述第一壳体（211）通过短路器（30）与所述电容器（10）的正极（110）连接或所述第二壳体（212）通过短路器（30）与所述电容器（10）的负极（120）连接；

当所述第一壳体（211）通过短路器（30）与所述电容器（10）的正极（110）连接时或所述第二壳体（212）通过短路器（30）与所述电容器（10）的负极（120）连接时，所述利用月尘静电发电装置储存电能。

2、根据权利要求1所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述重心变换机构包括：

外管（221），与外管（221）的一端套接的内管（222）以及设置在所述外管（221）套接一端上的重锤（223）；

所述外管（221）的另一端及所述内管（222）的另一端分别固定设置在所述壳体（210）上。

3、根据权利要求2所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述壳体（210）为中间由绝缘部（213）分离的两个半球形金属组合而成的球形空心壳体，两个半球形金属分别为第一壳体（211）和第二壳体（212）；绝缘部（213）由绝缘材料构成，用于使得第一壳体（211）和第二壳体（212）之间保持绝缘，并在壳体（210）的大圆上，壳体（210）的球心以及壳体（210）的重心为绝缘部（213）的圆心。

4、根据权利要求2所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述外管（221）的长度与所述内管（222）的长度相等，所述外管（221）的重量与所述内管（222）的重量相同，由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的相同材料制作，表面做绝缘处理；外管（221）一端连接在第一壳体（211）大圆过球心的垂直线与第一壳体的交点上，

并连接在第一壳体(211)内侧；内管(222)一端连接在第二壳体(212)大圆过球心的垂直线与第二壳体的交点上，并连接在第二壳体(212)内侧；外管(221)与内管(222)另一端呈直线套接，且外管与内管同轴，轴线穿过壳体(210)球心，且与绝缘部(213)所在大圆垂直；

在月昼，重锤(223)移向第二壳体(212)一侧，使得月尘电荷收集器(20)重心偏向第二壳体(212)一侧，第一壳体(211)朝上，第二壳体(212)朝下；

在月夜，重锤(223)移向第一壳体(211)一侧，使得月尘电荷收集器(20)重心偏向第一壳体(211)一侧，第一壳体(211)朝下，第二壳体(212)朝上；

月昼和月夜交替时间，重锤(223)穿过壳体(210)球心，使得壳体(210)翻转。

5、根据权利要求1所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述电容器(10)为圆柱形电容器；电容器在壳体(210)两端各连接一个，通过两端绝缘件(501，502)与壳体连接，壳体(210)、两端的电容器、连接壳体(210)和两端的电容器的绝缘材料的组合体的重心在壳体(210)的球心上；绝缘件(501，502)由绝缘材料制作。

6、根据权利要求1至5任一所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，还包括用于支撑所述月尘电荷收集器的第一支架(401)、第二支架(402)，与所述绝缘部连接的绝缘件(501，502)；所述月尘电荷收集器通过所述绝缘件(501，502)分别与所述第一支架(401)以及第二支架(402)活动连接，使得重锤(223)穿过壳体(210)球心时，使月尘电荷收集器(20)和电容器(10)发生翻转。

7、根据权利要求6所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，还包括设置在所述第一支架(401)以及所述第二支架(402)之间的灰尘电荷清洗装置(60)。

8、根据权利要求7所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述灰尘电荷清洗装置(60)包括：清洗球面(621)设置在所述清洗球面上的金属毛刷(622)以及用于接地的接地导线(623)。

9、根据权利要求1所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，所述短路器(30)包括：本体(300)，以及

设置在所述本体(300)一端用于与壳体接触的壳体触头(301)、与所述壳体触

头一端固定连接的壳体触头栓(302)、与所述壳体触头栓连接的第一弹性件(303)；设置在所述本体(300)另一端的用于与电容器接触的电容触头(307)、与所述电容触头一端固定连接的电容触头栓(306)、与所述电容触头栓连接的第二弹性件(305)；以及

用于隔离所述第一弹性件(303)与所述第二弹性件(305)的隔离部(304)；

壳体触头(301)、壳体触头栓(302)、第一弹性件(303)、隔离部(304)、第二弹性件(305)、电容触头栓(306)、电容触头(307)由金属材料制作，彼此之间短路。

10、根据权利要求1所述的利用月尘静电发电装置，其特征在于，

所述电容器(10)的正极电位 V_p 计算公式如下：

$$V_p = \frac{1}{2} \frac{\rho_{ds} \times R}{\epsilon_d} ;$$

其中， ρ_{ds} 为月昼月球表面正电荷密度； R 为月尘电荷收集器(20)半径； ϵ_d 为月昼月尘介电常数；

所述电容器(10)的负极电位 V_n 计算公式如下：

$$V_n = -\frac{1}{2} \frac{\rho_{ns} \times R}{\epsilon_n} ;$$

其中， ρ_{ns} 为月夜月球表面负电荷密度； R 为月尘电荷收集器(20)半径； ϵ_n 为月夜月尘介电常数；

所述电容器(10)储存能量 W 计算公式如下：

$$W = \frac{R^2}{4} (C_1 + C_2) \left(\frac{\rho_{ds}}{\epsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\epsilon_n} \right)^2 ; \text{ 其中, } C_1 + C_2 \text{ 为}$$

两边两个电容器(10)的电容值之和。

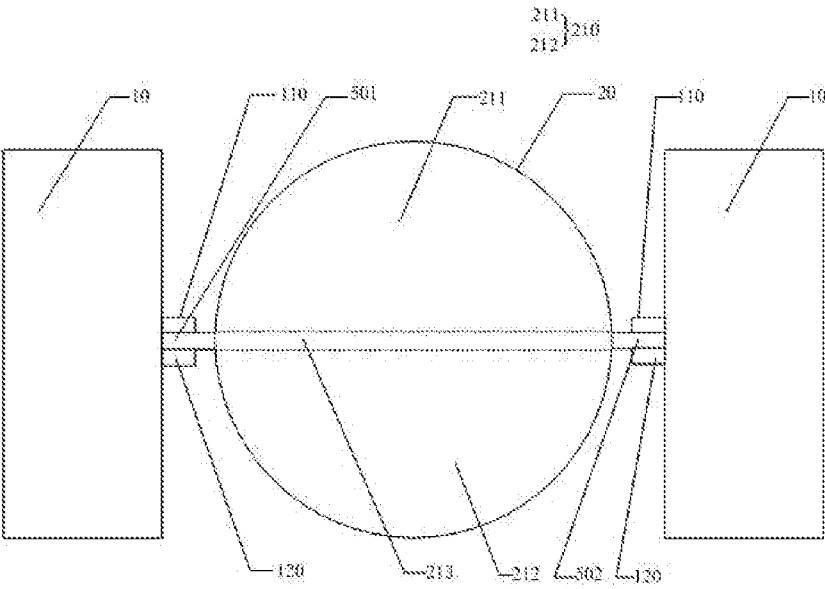


图 1

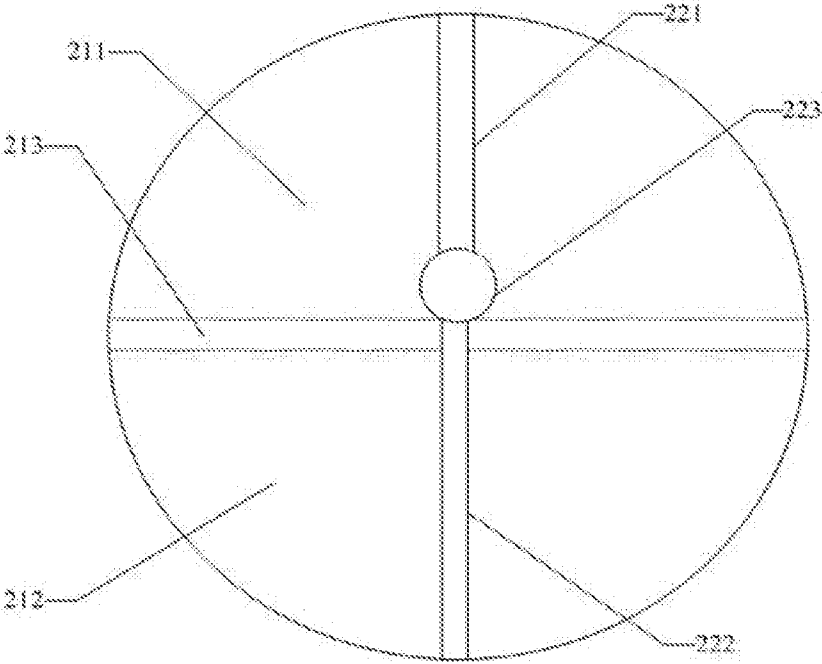


图 2

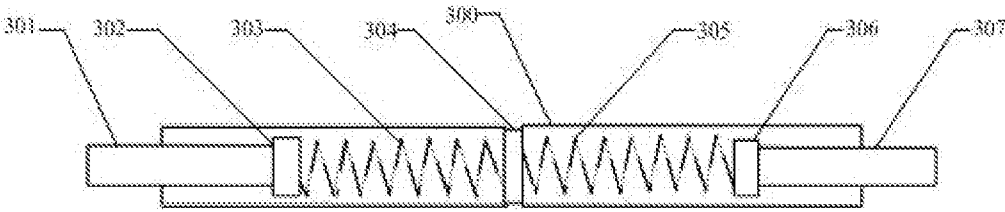


图 3

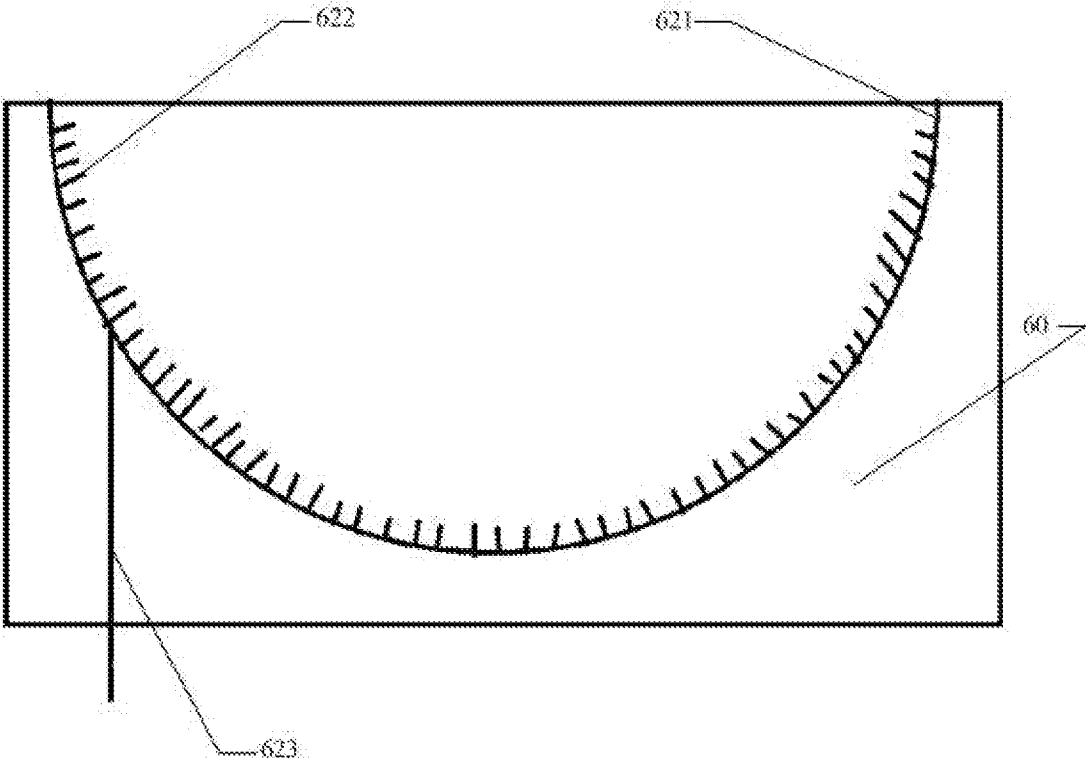


图 4

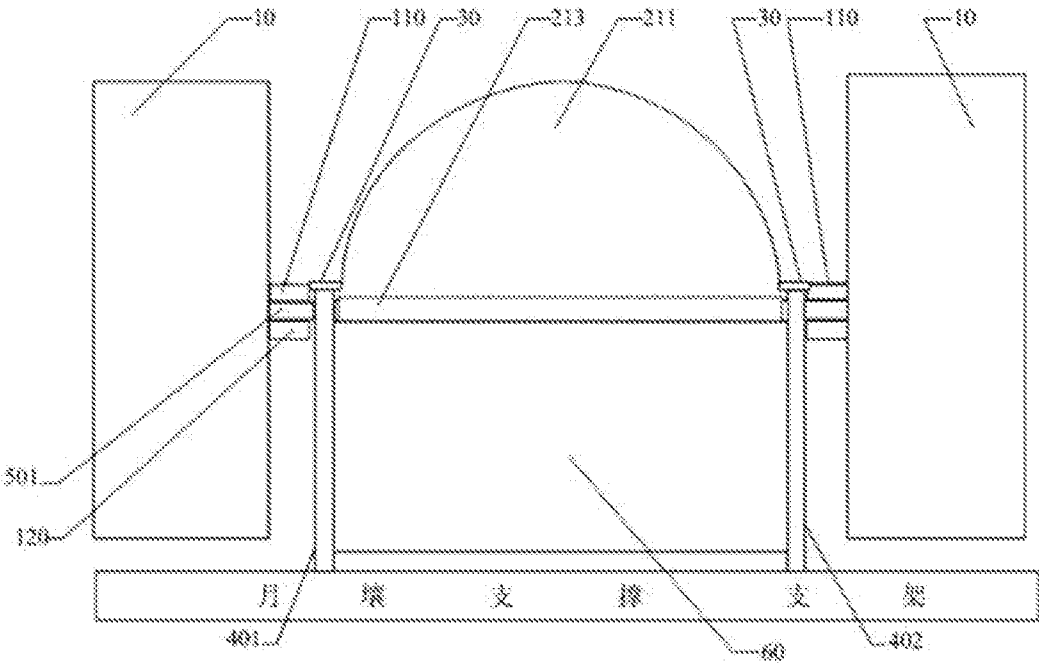


图 5

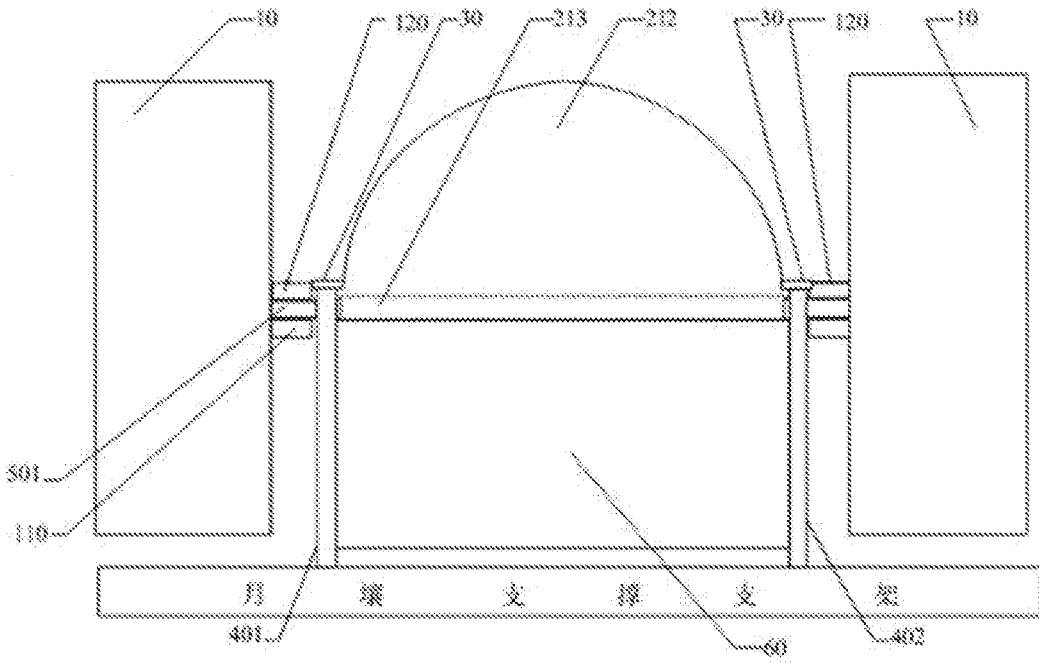


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/126794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N 1/08(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)

H02N

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, CNKI, WPI, EPODOC: 月尘, 静电, 发电, 电荷, 球, 电容, 月球, 月亮, 重心, lunar, dust, electrostatic, generation, generator, capacitor, charge, ball, orthocenter, barycenter, centroid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110492779 A (SHENZHEN UNIVERSITY et al.) 22 November 2019 (2019-11-22) description, paragraphs [0060]-[0092], and figures 1-8	1-10
PX	CN 110492780 A (SHENZHEN UNIVERSITY et al.) 22 November 2019 (2019-11-22) description, paragraphs [0060]-[0092], and figures 1-8	1-10
A	CN 103475260 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 25 December 2013 (2013-12-25) entire document	1-10
A	CN 103023113 A (WEI, Boqing) 03 April 2013 (2013-04-03) entire document	1-10
A	US 2014265722 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC) 18 September 2014 (2014-09-18) entire document	1-10

☐ 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

13 March 2020

Date of mailing of the international search report

25 March 2020

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/CN2019/126794

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110492779	A	22 November 2019	None			
CN	110492780	A	22 November 2019	None			
CN	103475260	A	25 December 2013	CN	103475260	B	16 July 2014
CN	103023113	A	03 April 2013	None			
US	2014265722	A1	18 September 2014	US	9270203	B2	23 February 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/126794

A. 主题的分类 H02N 1/08 (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) H02N 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, CNKI, WPI, EP0D0C: 月尘, 静电, 发电, 电荷, 球, 电容, 月球, 月亮, 重心, lunar, dust, electrostatic, generation, generator, capacitor, charge, ball, orthocenter, barycenter, centroid																				
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 110492779 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110492780 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103475260 A (国家电网公司 等) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103023113 A (魏伯卿) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014265722 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文</td> <td>1-10</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 110492779 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8	1-10	PX	CN 110492780 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8	1-10	A	CN 103475260 A (国家电网公司 等) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 全文	1-10	A	CN 103023113 A (魏伯卿) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-10	A	US 2014265722 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 110492779 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8	1-10																		
PX	CN 110492780 A (深圳大学 等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 说明书第[0060]-[0092]段, 图1-8	1-10																		
A	CN 103475260 A (国家电网公司 等) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 全文	1-10																		
A	CN 103023113 A (魏伯卿) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-10																		
A	US 2014265722 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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																		
2020年 3月 13日		2020年 3月 25日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
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		陈新红 电话号码 86-(10)-53961240																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/126794

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	110492779	A	2019年 11月 22日	无	
CN	110492780	A	2019年 11月 22日	无	
CN	103475260	A	2013年 12月 25日	CN 103475260 B	2014年 7月 16日
CN	103023113	A	2013年 4月 3日	无	
US	2014265722	A1	2014年 9月 18日	US 9270203 B2	2016年 2月 23日