

(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 2020/258778 A1

(51) 国际专利分类号:
H02N 1/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/127254

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 23 日 (23.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910549352.5 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,

(54) Title: LUNAR DUST ELECTROSTATIC ENERGY STORAGE POWER GENERATION DEVICE

(54) 发明名称: 月尘静电储能发电装置

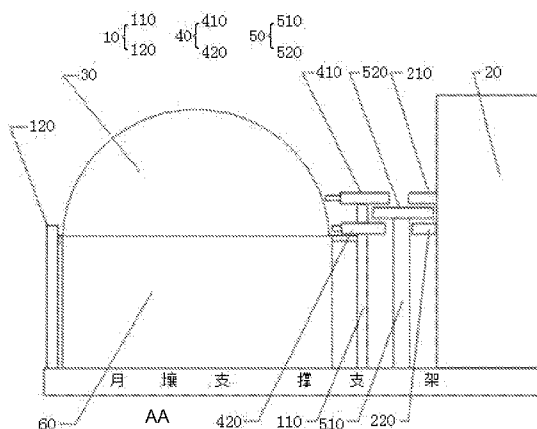


图 1

AA Lunar soil supporting support

(57) Abstract: Disclosed is a lunar dust electrostatic energy storage power generation device, comprising: a capacitor (20); a lunar dust electric charge collector (30), wherein the lunar dust electric charge collector (30) comprises a shell (310) and a gravity center changing mechanism vertically arranged inside the shell (310) and used for enabling the shell to rotate; a support (10), wherein the support comprises a first support body (110) and a second support body (120); and the lunar dust electric charge collector (30) is arranged between the first support body (110) and the second support body (120); an electrode mechanism (40); and a switch assembly (50), wherein when the electrode mechanism (40) is in contact with the lunar dust electric charge collector (30) and the electrode mechanism

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))。

(40) is connected with the capacitor (20) by means of the switch assembly (50), a lunar dust electric charge is guided into the capacitor (20), and the lunar dust electrostatic energy storage power generation device can store electric energy. The lunar dust electrostatic energy storage power generation device has the characteristics of being simple in structure, high in power generation efficiency and capable of achieving continuous power generation.

(57) 摘要: 本发明公开一种月尘静电储能发电装置, 包括: 电容器(20), 月尘电荷收集器(30), 该月尘电荷收集器(30)包括, 壳体(310)以及竖直设置在所述壳体(310)内部用于使壳体转动的重心变换机构; 支架(10), 所述支架包括第一支架(110)、第二支架(120); 所述月尘电荷收集器(30)设置在所述第一支架(110)与所述第二支架(120)之间; 电极机构(40), 开关组件(50); 当所述电极机构(40)与所述月尘电荷收集器(30)接触, 并通过所述开关组件(50)将所述电极机构(40)与所述电容器(20)接通时, 月尘电荷导入所述电容器(20)中, 所述月尘静电储能发电装置存储电能。该月尘静电储能发电装置, 具有结构简单, 发电效率高、能够持续发电的特点。

月尘静电储能发电装置

技术领域

本发明涉及月尘静电发电技术领域，尤其涉及月尘静电储能发电装置。

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月尘静电储能发电装置，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：

月尘静电储能发电装置，其中，包括：

电容器(20)，以及

月尘电荷收集器(30)，包括壳体(310)以及竖直设置在所述壳体(310)内部用于使壳体转动的重心变换机构；以及

支架(10)，所述支架包括第一支架(110)、第二支架(120)；所述月尘电荷收集器(30)设置在所述第一支架(110)与所述第二支架(120)之间，且与所述第一支架(110)、所述第二支架(120)转动连接；第一支架(110)、第二支架(120)由热膨胀系数小于 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的绝缘材料制作；

电极机构(40)，用于与所述月尘电荷收集器(30)接触或分离，所述电极机构(40)设置在所述第一支架(110)上；所述第一支架(110)设置在所述月尘电荷收集器(30)与

所述电容器(20)之间；

开关组件(50)，所述开关组件(50)设置在所述第一支架(110)与所述电容器(20)之间，用于将所述电极机构(40)与所述电容器(20)接通或断开；

第一支架(110)、第二支架(120)、灰尘电荷清洗机构(60)，第三伸缩件(510)、电容器(20)分别安装在月壤支撑支架上，所述月壤支撑支架安装在月球表面；

在月昼，当球正极机构(410)与外壳(310)短路连接，且所述开关组件(50)将所述球正极机构(410)与所述电容器正极(210)短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器(20)正极，在月夜，球负极机构(420)与外壳(310)短路连接，且所述开关组件(50)将所述球负极机构(420)与所述电容器负极(220)短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器(20)负极，所述月尘静电储能发电装置储存电能。

所述的月尘静电储能发电装置，其中，所述重心变换机构包括：

外管(321)，与所述外管的一端套接的内管(322)；以及

设置在所述外管(321)一端连接重锤(323)；所述内管(322)在外管连接重锤的一端套接在外管(321)内；外管与内管轴心相同，且内管与外管呈直线，穿过外壳球心；

所述外管(321)的另一端及所述内管(322)的另一端分别固定设置在所述壳体(310)上。

所述的月尘静电储能发电装置，其中，所述电极机构(40)包括球正极机构(410)以及球负极机构(420)；

所述球正极机构(410)包括：触头(411)，与所述触头(411)固定连接的弹性件(412)；以及

用于使所述触头伸缩的第一伸缩件(413)，所述第一伸缩件(413)设置在所述第一支架(110)靠近所述月尘电荷收集器(30)的一侧；

所述球负极机构(420)包括：触头(411)，与所述触头(411)固定连接的弹性件(412)；以及

用于使所述触头伸缩的第二伸缩件(421)，所述第二伸缩件(421)设置在所述第一支架(110)远离所述月尘电荷收集器(30)的一侧；

所述球正极机构(410)和所述球负极机构(420)的触头(411)由固定连接的弹性件(412)固定到金属外壳上；触头(411)、弹性件(412)、金属外壳(414)为热膨胀系数小于 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的金属材料，弹性件(412)具有弹性，触头(411)靠近弹性件(412)有尾端栓(415)尾端栓(415)用于防止触头(411)被弹性件(412)弹出金属外壳(414)；触头(411)、弹性件(412)、金属外壳(414)之间短路连接；

第一伸缩件(413)和第二伸缩件(421)由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作。

所述的月尘静电储能发电装置，其中，所述开关组件(50)包括第三伸缩件(510)以及固定在所述第三伸缩件(510)一端的选通开关(520)；所述第三伸缩件(510)由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作，与选通开关(520)和月壤支撑支架绝缘；所述选通开关(520)由金属材料构成，并在月昼将球正极机构(410)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器正极(210)短路连接，在月夜将球负极机构(420)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器负极(220)短路连接；月昼和月夜变更的时间，正极机构(410)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器正极(210)断开，负极机构(420)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器负极(220)断开。

所述的月尘静电储能发电装置，其中，还包括灰尘电荷清洗机构(60)，所述灰尘电荷清洗机构(60)包括清洗控制组件(610)以及清洗部件(620)；

所述清洗控制组件(610)包括：清洗控制杆(611)，靠近所述清洗控制杆的一端设置有平行齿轮(612)；以及

升降盘(613)，所述升降盘(613)上设置有与所述平行齿轮(612)相啮合的圆形齿轮(614)；

所述清洗部件(620)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)；所述清洗部件(620)设置在所述升降盘上(613)；清洗球面(621)材料与月尘电荷收集器(30)外壳(310)相同；

所述升降盘(613)为椭圆形。

所述的月尘静电储能发电装置，其中，所述第一伸缩件(413)为L形，所述L形第一伸缩件的一端固定在所述第一支架(110)上，另一端固定在所述金属外壳(414)上。

所述的月尘静电储能发电装置,其中,所述第二伸缩件(412)为L形,所述L形第二伸缩件的一端固定在所述第一支架(110)上,另一端固定在所述金属外壳(414)上。

所述的月尘静电储能发电装置,其中,所述外管(321)的长度与所述内管(322)的长度相等,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,所述外管(321)的重量与所述内管(322)的重量相同。

所述的月尘静电储能发电装置,其中,月尘电荷收集器(30)外壳(310)为热膨胀系数较小于 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的空心金属球面;

在月昼,重锤(323)移向外壳(310)球心与内管(322)与外壳(310)交点之间,使得月尘电荷收集器(30)的重心移向外壳(310)球心与内管(322)与外壳(310)交点之间;在月夜,重锤(323)移向外壳(310)球心与外管(321)与外壳(310)交点之间,使得月尘电荷收集器(30)的重心移向外壳(310)球心与外管(321)与外壳(310)交点之间;在月昼和月夜变更的时间,重锤(323)移过外壳(310)球心。

所述的月尘静电储能发电装置,其中,

所述电容器(20)的正极电位 V_p 计算公式如下:

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

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(30)的外壳(310)半径; ϵ_d : 月昼月尘介电常数;

所述电容器(20)的负极电位 V_n 计算公式如下:

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

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(30)半径; ϵ_n 为夜间月尘介电常数;

所述电容器（20）储存能量 W 计算公式如下：

$$W = \frac{CR^2}{2} \left(\frac{\rho_{ds}}{\epsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\epsilon_n} \right)^2 ;$$

其中，C 为电容器(20)的电容值。

有益效果：本发明提供的月尘静电储能发电装置，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，传感与控制采用无源方式。同时该发电装置不受月昼和月夜的影响，能够持续的进行发电。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 为本发明月尘静电储能发电装置较佳实施例的结构示意图。

图 2 为本发明图 1 所示的月尘静电储能发电装置中重心变换机构的结构示意图。

图 3 是球正极机构的结构示意图。

图 4 是球负极机构的结构示意图。

图 5 是清洗控制组件第一状态结构示意图。

图 6 是清洗控制组件第二状态结构示意图。

图 7 是清洗控制组件第三状态结构示意图。

图 8 是清洗控部件结构示意图。

图 9a 是实施例中月尘静电储能发电装置带直流负载的结构示意图。

图 9b 是月尘静电储能发电装置带交流负载的结构示意图。

10：支架； 110：第一支架； 120：第二支架； 20：电容器； 210：电容器正极； 220：电容器负极； 30：月尘电荷收集器； 310：外壳； 321：外管； 322：内管； 323：重锤； 40：电极机构； 410：球正极机构； 411：触头； 412：弹性件； 413：第一伸缩件； 414：金属外壳； 415：尾端栓； 420：球负极

机构； 421：第二伸缩件； 50：开关组件； 510：第三伸缩件； 520：选通开关； 60：灰尘电荷清洗机构； 610：清洗控制组件； 611：清洗控制杆； 612：平行齿轮； 613：升降盘； 614：圆形齿轮； 620：清洗部件； 621：清洗球面； 622：金属毛刷； 623：接地导线。

具体实施方式

本发明提供一种月尘静电储能发电装置，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。

请参阅图 1-2，本发明提供的月尘静电储能发电装置包括：支架 10，所述支架 10 包括第一支架 110、第二支架 120；电容器 20，以及月尘电荷收集器 30，所述月尘电荷收集器 30 包括壳体 310 以及竖直设置在所述壳体 310 内部用于使壳体 310 转动的重心变换机构 320（图中未示出）；电极机构 40，所述电极机构 40 设置在所述第一支架 110 上，用于与所述月尘电荷收集器 30 接触或分离；所述第一支架 110 设置在所述月尘电荷收集器 30 与所述电容器 20 之间；开关组件 50，所述开关组件 50 设置在所述第一支架 110 与所述电容器 20 之间，用于将所述电极机构 40 与所述电容器 20 接通或断开；当所述电极机构 40 与所述月尘电荷收集器 30 接触，并通过所述开关组件 50 将所述电极机构 40 与所述电容器 20 接通时，月尘电荷导入所述电容器 20 中，所述月尘静电储能发电装置储存电能。

其中，第一支架 110、第二支架 120、电容器 20 分别安装在月壤支撑支架上，所述月壤支撑支架安装在月球表面。所述第一支架 110、第二支架 120 由热膨胀系数小于 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的绝缘材料制作，例如由陶瓷材料制作。

所述月尘电荷收集器 30 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。所述金属球面所用金属的种类包括但不限于，铂金，金，铜，铝，不锈钢，铝合金等。

具体来说，在月昼，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；在月夜，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 320 包括：外管 321，与所述外管的一端套接的内管 322；以及设置在所述外管 321 一端连接重锤 323；所述内管 322 在外管连接重锤的一端套接在外管 321 内；外管与内管轴心相同；所述外管 321 的另一端及所述内管 322 的另一端分别固定设置在所述壳体 310 上。

具体来说，所述重心变换机构 320 包括两根金属管（内管 322、外管 321）及重锤 323，所述两根金属管通过套接的方式连接在一起，所述重锤 323 固定在所述外管 321 套接一端上，所述外管 321 可以沿所述内管 322 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面的内部。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 322、外管 321 所用的材料是强度高、热膨胀系数大的材料、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，重锤 323 移向外壳 310 球心与内管 322 与外壳 310 交点之间，使得月尘电荷收集器 30 的重心移向外壳 310 球心与内管 322 与外壳 310 交点之间；在月夜，重锤 323 移向外壳 310 球心与外管 321 与外壳 310 交点之间，使得月尘电荷收集器 30 的重心移向外壳 310 球心与外管 321 与外壳 310 交点之间；在月昼和月夜变更的时间，重锤 323 移过外壳 310 球心，使电荷收集器 30 发生偏转。

在一种优选的实施方式中，如图 1、图 3 所示，所述电极机构 40 包括球正极机

构 410 以及球负极机构 420；所述球正极机构 410 包括：触头 411，通过尾端栓 415 与所述触头 411 固定连接的弹性件 412；用于使所述触头 411 伸缩的第一伸缩件 413，金属外壳 414，所述金属外壳 414 由热膨胀系数小于 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的金属材料制作而成，所述金属材料可以是金、不锈钢或铂金等；所述尾端栓 415 用于防止触头 411 被弹性件 412 弹出金属外壳 414；触头 411、弹性件 412、金属外壳 414 之间短路连接。

所述弹性件 412 可以是弹簧、弹性金属圈等；所述第一伸缩件 413 由热膨胀系数较大的金属材料制成，如由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作。所述第一伸缩件 413 设置在所述第一支架 110 靠近所述月尘电荷收集器 30 的一侧，即所述第一伸缩件 413 的伸展方向向着月尘电荷收集器 30 的球心。当第一伸缩件吸收热量长度变长时，其对弹簧进行拉伸，使触头接触月尘电荷收集器并紧密接触。当温度降低时，所述第一伸缩件缩短，使触头与月尘电荷收集器分离。作为举例，所述第一伸缩件 413 可以是 L 形，所述 L 形第一伸缩件的一端固定在所述第一支架 110 上，另一端固定在所述触头 411 上。所述 L 形第一伸缩件与所述触头位于第一支架的同一侧。

如图 1、图 4 所示，所述球负极机构 420 包括：触头 411，通过尾端栓 415 与所述触头 411 固定连接的弹性件 412；用于使所述触头 411 伸缩的第二伸缩件 421 以及金属外壳 414；所述第二伸缩件 421 设置在所述第一支架 110 远离所述月尘电荷收集器 30 的一侧。所述第二伸缩件 421 由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作。热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料可以选择胶木材料；

所述第二伸缩件 421 在温度升高时，长度变长，其对弹簧进行拉伸，使触头离开月尘电荷收集器；当温度降低时，所述第二伸缩件 421 缩短，使触头与月尘电荷收集器接触并紧密接触。作为举例，所述第二伸缩件 421 可以是 L 形，所述 L 形第二伸缩件的一端固定在所述第一支架 110 上，另一端固定在所述触头 411 上。所述 L 形第二伸缩件与所述触头分别位于第一支架的两侧。

需要说明的是，所述球正极机构以及球负极机构中所涉及的触头、弹性件以及第一伸缩件、第二伸缩件，在满足性能要求的前提下，所述的材质、形状可以相同也可以不相同，在此不做限制。

在一种优选的实施方式中，如图 1 所示，所述开关组件 50 包括第三伸缩件 510 以及固定在所述第三伸缩件 510 一端的选通开关 520，所述第三伸缩件 510 由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作。所述选通开关 520 由金属材料构成，在月昼，当球正极机构 410 与外壳 310 短路连接，且所述开关组件 50 将所述球正极机构 410 与所述电容器正极 210 短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器 20 正极；在月夜，球负极机构 420 与外壳 310 短路连接，且所述开关组件 50 将所述球负极机构 420 与所述电容器负极 220 短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器 20 负极，所述月尘静电储能发电装置储存电能。

即通过第三伸缩件的伸长或缩短带动其上设置的选通开关上下运动，选择性的接通或断开电极机构 40。

在一种优选的实施方式中，如图 1、图 5-8 所示，所述的月尘静电储能发电装置还包括：灰尘电荷清洗机构 60，所述灰尘电荷清洗机构 60 包括，清洗控制组件 610（图中未示出）以及清洗部件 620；所述清洗控制组件 610 包括：清洗控制杆 611，靠近所述清洗控制杆的一端设置有平行齿轮 612；以及升降盘 613，所述升降盘上设置有与所述平行齿轮相啮合的圆形齿轮 614。所述清洗部件设置在所述升降盘 613 上，通过升降盘的运动带动清洗部件的运动。所述清洗部件 620 外观为一个立方体形状，其长度和宽度略大于外壳 310 半径的两倍其高度略大于外壳 310 的半径；在朝向外壳 310 的一面，是个半径与外壳 310 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。

具体来说，如图 5 所示，月昼时，环境温度升高，清洗控制杆 611 长度伸长，清洗控制杆平行齿轮 612 带动升降盘圆形齿轮 614 旋转至 -90° 度，使得升降盘 613 长轴呈水平状态，支撑高度最低。

如图 6 所示，月昼与月夜交替时，环境温度由高降低，清洗控制杆 611 缩短到中间位置，清洗控制杆平行齿轮 612 带动升降盘圆形齿轮 614 旋转至 0° 度，使得升降盘 613 长轴呈垂直状态，支撑高度最高。

如图 7 所示，月夜时，环境温度降到最低，清洗控制杆 611 缩至最短，清洗控

制杆平行齿轮 612 带动升降盘圆形齿轮 614 旋转至 90 度,使得升降盘 613 长轴呈水平状态,支撑高度最最低。

在月昼和月夜时,灰尘电荷清洗装置最低,金属球与灰尘电荷清洗装置脱离,进行电荷采集。所采集到的电荷采用如下公式计算得出:

所述电容器 20 的正极电位为 V_p , 其计算公式为:

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

,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 30 的外壳 310 半径; ϵ_d : 月昼月尘介电常数;

所述电容器 (20) 的负极电位 V_n 计算公式如下:

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

,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 30 半径; ϵ_n 为夜间月尘介电常数;

利用所计算出来的正极电位 V_p 与负极电位 V_n , 从而可计算出电容器所储存能

$$W = \frac{CR^2}{2} \left(\frac{\rho_{ds}}{\epsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\epsilon_n} \right)^2$$

量,其中, C 为电容器 20 的电容值。

在月昼和月夜交替时,灰尘电荷清洗装置最高,金属球翻转,金属球与灰尘电荷清洗装置接触,进行灰尘电荷清洗。

下面通过具体的实施例对本发明所提供的月尘静电储能发电装置进行进一步的解释。

如图 9a 所示,月尘电荷收集器 30 架设在所述第一支架 110 和第二支架 120 之间,所述灰尘电荷清洗机构 60 设置在所述月尘电荷收集器 30 (金属球) 的下半部分,球形正极机构与球形负极机构从上至下依次固定设置在所述第一支架 110 上,所述第三伸缩件 (伸缩杆) 上端设置有选通开关,所述选通开关位于所述球正极机构、球负极机构之间电容器 20 (超大电容器),所述电容器的正极 210、负极 220

的设置高度与所述球正极机构与球负极机构的高度相同，所述球正极机构与所电容器上的正极是通过所述选通开关接通或断开的。所述球负极机构与电容器的负极接通或断开的方式与电容器的正极相同。所述直流负载通过导线与所述电容器的正极、负极相连接。

月昼时，环境温度升高，重锤 323 移向外壳 310 球心与内管 322 与外壳 310 交点之间，使得月尘电荷收集器 30 的重心移向外壳 310 球心与内管 322 与外壳 310 交点之间。球正极机构上的伸缩件伸长，拉伸弹簧，使触头与所述金属球表面紧密接触，选通开关因其下部的伸缩杆伸长，从而使其与球形正极机构、电容器正极连接，金属球表面的正电荷流入到电容器的正极。此时灰尘清洗机构位于最低端，灰尘电荷清洗机构与金属球不接触。

月昼月夜交替时，环境温度由高逐渐降低，金属球内部的重心变换机构的外管缩短，重锤 323 移向外壳 310 球心与外管 321 与外壳 310 交点之间，使得使得月尘电荷收集器 30 的重心移向外壳 310 球心与外管 321 与外壳 310 交点之间。金属球发生转动，球正极机构上的伸缩件缩短，使触头与所述金属球表面分离，选通开关因其下部的伸缩杆缩短，从而使其与球形正极机构、电容器正极脱离。此时灰尘清洗机构由于清洗控制杆缩短至中间位置，灰尘电荷清洗装置最高，金属球翻转，金属球与灰尘电荷清洗装置接触，进行灰尘电荷清洗。

月夜时，环境温度降至最低，球负极机构上的伸缩件缩短，使触头与所述金属球表面紧密接触，选通开关因其下部的伸缩杆缩短，从而使其与球负极机构、电容器负极连接，金属球表面的负电荷流入到电容器的负极。

电容器中收集到正、负电荷，同过所述导线、开关以及直流负载构成电路回路输出电能。

如图 9b 所示，所述月尘静电储能发电装置也可以带交流负载。发电过程同直流负载，在此不再赘述。

综上所述，本发明提供的月尘静电储能发电装置，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，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，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。由于本发明所提供的月尘静电储能发电装置，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，传感与控制采用无源方式、能够持续发电的特点。本发明所提供的利月尘静电储能发电装置，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要求的保护范围。

1、月尘静电储能发电装置，其特征在于，包括：

电容器(20)，以及

月尘电荷收集器(30)，包括壳体(310)以及竖直设置在所述壳体(310)内部用于使壳体转动的重心变换机构；以及

支架(10)，所述支架包括第一支架(110)、第二支架(120)；所述月尘电荷收集器(30)设置在所述第一支架(110)与所述第二支架(120)之间，且与所述第一支架(110)、所述第二支架(120)转动连接；第一支架(110)、第二支架(120)由热膨胀系数小于 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的绝缘材料制作；

电极机构(40)，用于与所述月尘电荷收集器(30)接触或分离，所述电极机构(40)设置在所述第一支架(110)上；所述第一支架(110)设置在所述月尘电荷收集器(30)与所述电容器(20)之间；

开关组件(50)，所述开关组件(50)设置在所述第一支架(110)与所述电容器(20)之间，用于将所述电极机构(40)与所述电容器(20)接通或断开；

第一支架(110)、第二支架(120)、灰尘电荷清洗机构(60)，第三伸缩件(510)、电容器(20)分别安装在月壤支撑支架上，所述月壤支撑支架安装在月球表面；

在月昼，当球正极机构(410)与外壳(310)短路连接，且所述开关组件(50)将所述球正极机构(410)与所述电容器正极(210)短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器(20)正极，在月夜，球负极机构(420)与外壳(310)短路连接，且所述开关组件(50)将所述球负极机构(420)与所述电容器负极(220)短路连接时，月尘正电荷电荷导入所述电容器(20)负极，所述月尘静电储能发电装置储存电能。

2、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述重心变换机构包括：

外管(321)，与所述外管的一端套接的内管(322)；以及

设置在所述外管(321)一端连接重锤(323)；所述内管(322)在外管连接重锤的一端套接在外管(321)内；外管与内管轴心相同，且内管与外管呈直线，穿过外壳球心；

所述外管(321)的另一端及所述内管(322)的另一端分别固定设置在所述壳体(310)上。

3、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述电极机构(40)包括球正极机构(410)以及球负极机构(420)；

所述球正极机构(410)包括：触头(411)，与所述触头(411)固定连接的弹性件(412)；以及

用于使所述触头伸缩的第一伸缩件(413)，所述第一伸缩件(413)设置在所述第一支架(110)靠近所述月尘电荷收集器(30)的一侧；

所述球负极机构(420)包括：触头(411)，与所述触头(411)固定连接的弹性件(412)；以及

用于使所述触头伸缩的第二伸缩件(421)，所述第二伸缩件(421)设置在所述第一支架(110)远离所述月尘电荷收集器(30)的一侧；

所述球正极机构(410)和所述球负极机构(420)的触头(411)由固定连接的弹性件(412)固定到金属外壳上；触头(411)、弹性件(412)、金属外壳(414)为热膨胀系数小于 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的金属材料，弹性件(412)具有弹性，触头(411)靠近弹性件(412)有尾端栓(415)尾端栓(415)用于防止触头(411)被弹性件(412)弹出金属外壳(414)；触头(411)、弹性件(412)、金属外壳(414)之间短路连接；

第一伸缩件(413)和第二伸缩件(421)由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作。

4、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述开关组件(50)包括第三伸缩件(510)以及固定在所述第三伸缩件(510)一端的选通开关(520)；所述第三伸缩件(510)由热膨胀系数大于 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制作，与选通开关(520)和月壤支撑支架绝缘；所述选通开关(520)由金属材料构成，并在月昼将球正极机构(410)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器正极(210)短路连接，在月夜将球负极机构(420)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器负极(220)短路连接；月昼和月夜变更的时间，正极机构(410)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器正极(210)断开，负极机构(420)的金属外壳(414)与电容器(20)的电容器负极(220)断开。

5、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，还包括灰尘电荷清洗机构(60)，所述灰尘电荷清洗机构(60)包括清洗控制组件(610)以及清洗部件(620)；

所述清洗控制组件(610)包括：清洗控制杆(611)，靠近所述清洗控制杆的一端设置有平行齿轮(612)；以及

升降盘(613)，所述升降盘(613)上设置有与所述平行齿轮(612)相啮合的圆形齿轮(614)；

所述清洗部件(620)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）；所述清洗部件（620）设置在所述升降盘(613)上；清洗球面（621）材料与月尘电荷收集器(30)外壳（310）相同；

所述升降盘(613)为椭圆形。

6、根据权利要求3所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述第一伸缩件(413)为L形，所述L形第一伸缩件的一端固定在所述第一支架(110)上，另一端固定在所述金属外壳(414)上。

7、根据权利要求3所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述第二伸缩件(421)为L形，所述L形第二伸缩件的一端固定在所述第一支架(110)上，另一端固定在所述金属外壳(414)上。

8、根据权利要求2所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述外管(321)的长度与所述内管(322)的长度相等，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，所述外管(321)的重量与所述内管(322)的重量相同。

9、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，月尘电荷收集器(30)外壳（310）为热膨胀系数小于 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的空心金属球面；

在月昼，重锤(323)移向外壳（310）球心与内管（322）与外壳（310）交点之间，使得月尘电荷收集器(30)的重心移向外壳（310）球心与内管（322）与外壳（310）交点之间；在月夜，重锤(323)移向外壳（310）球心与外管（321）与外壳（310）交点之间，使得月尘电荷收集器(30)的重心移向外壳（310）球心与外管（321）与外壳（310）交点之间；在月昼和月夜变更的时间，重锤(323)移过外壳（310）球心。

10、根据权利要求1所述的月尘静电储能发电装置，其特征在于，所述电容器（20）的正极电位 V_p 计算公式如下：

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

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(30)的外壳(310)半径; ε_d : 月昼月尘介电常数;

所述电容器 (20) 的负极电位 V_n 计算公式如下:

$$V_n = -\frac{\rho_{ns} \times R}{\varepsilon_n};$$

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(30)半径; ε_n 为夜间月尘介电常数;

所述电容器 (20) 储存能量 W 计算公式如下:

$$W = \frac{CR^2}{2} \left(\frac{\rho_{ds}}{\varepsilon_d} + \frac{\rho_{ns}}{\varepsilon_n} \right)^2;$$

其中, C 为电容器(20)的电容值。

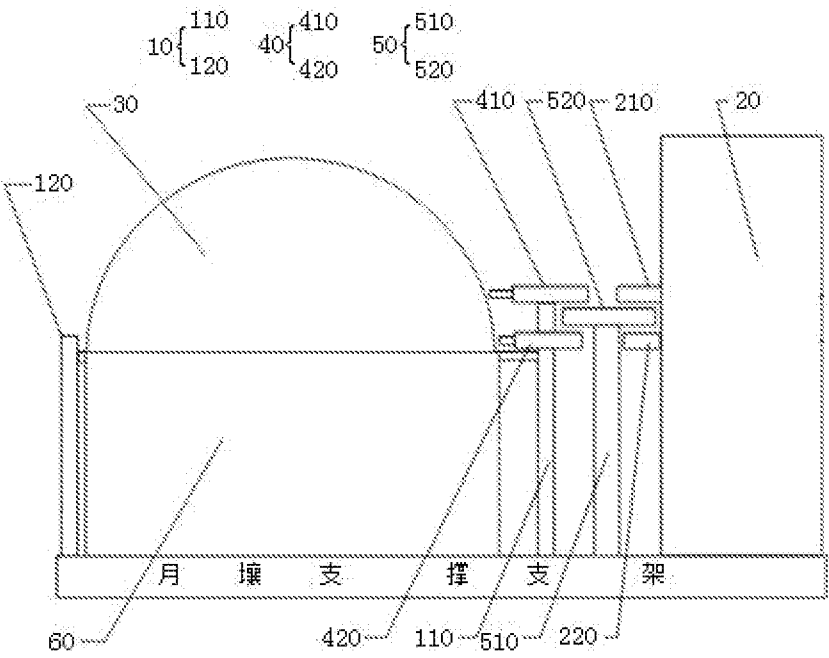


图 1

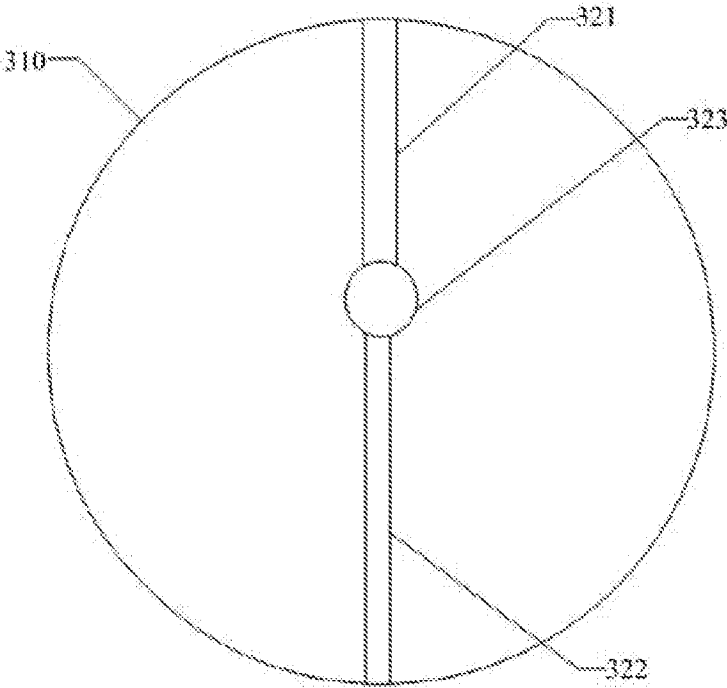


图 2

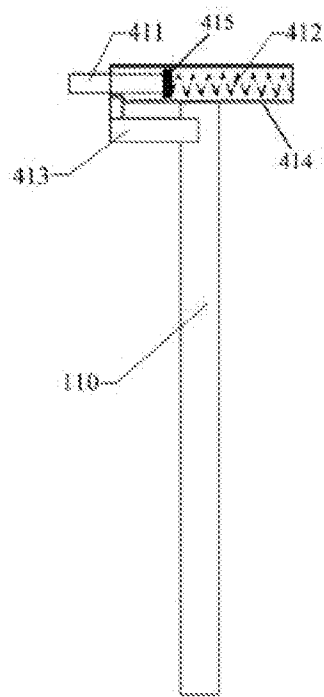


图 3

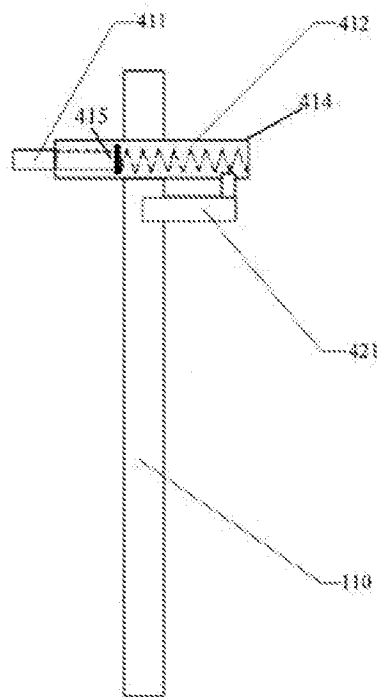


图 4

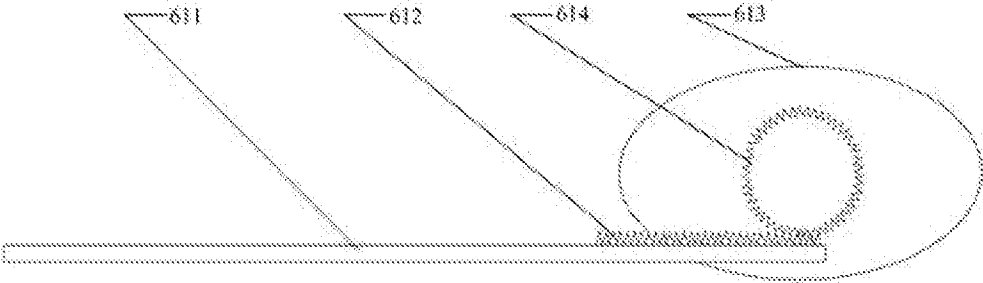


图 5

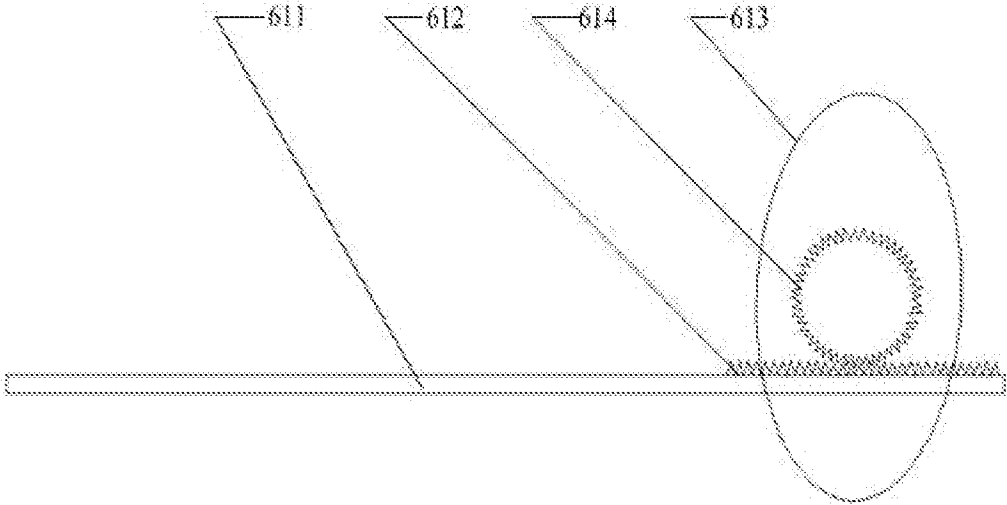


图 6

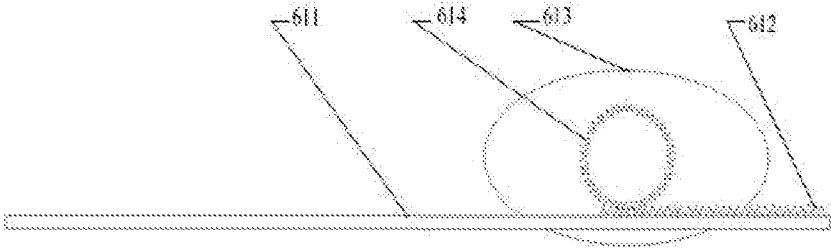


图 7

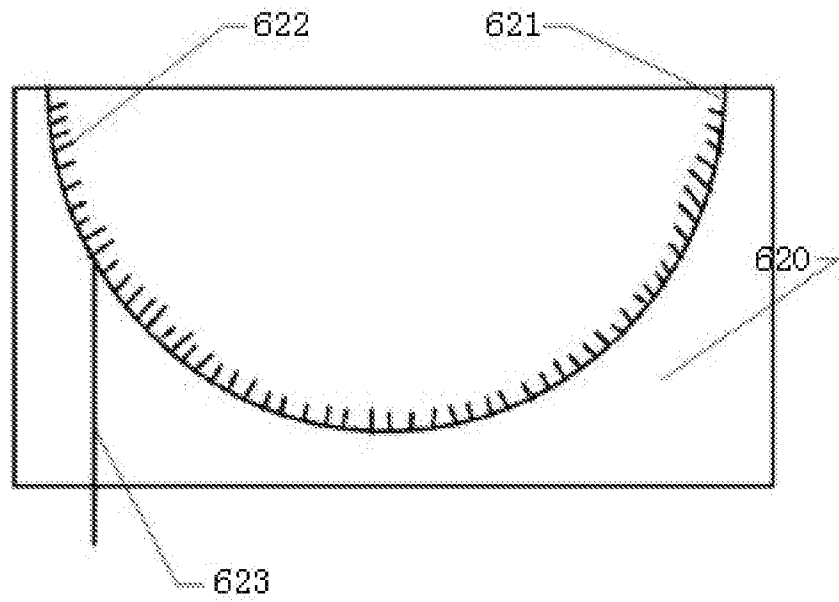


图 8

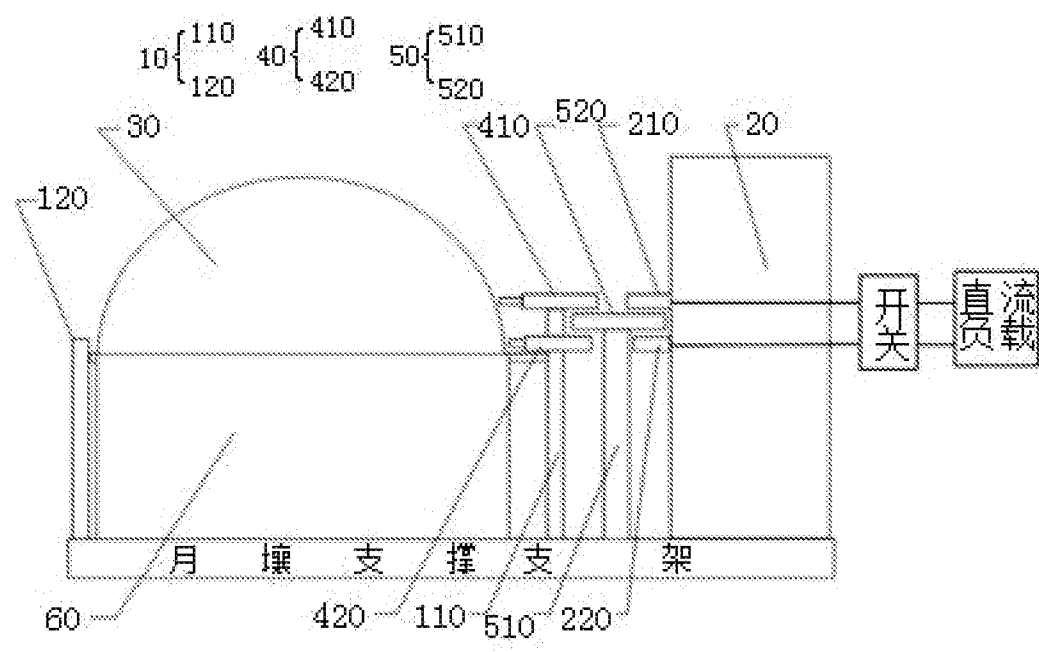


图 9a

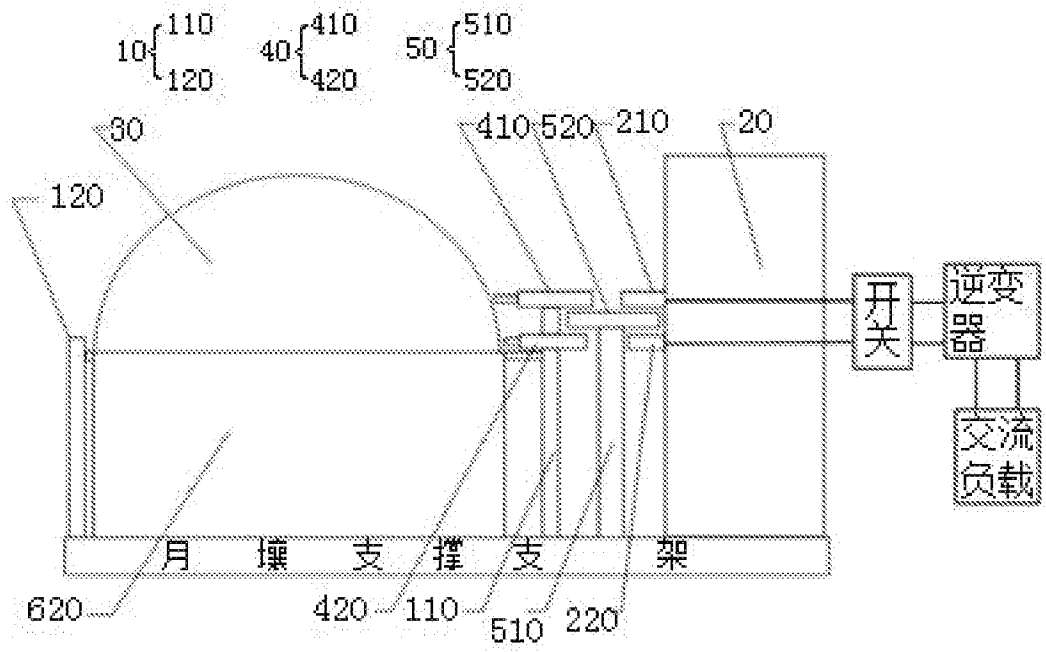


图 9b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/127254

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; H02J

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)

SIPOABS, CNABS, CNKI, DWPI: 静电, 尘, 沙, 颗粒, 收集, 接, 断, 电极, electrostatic, generating, collecting, dust, particles, electrode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110492780 A (SHENZHEN UNIVERSITY et al.) 22 November 2019 (2019-11-22) claims 1-10	1-10
X	CN 103856097 A (NINGXIA UNIVERSITY) 11 June 2014 (2014-06-11) description, paragraphs 6-18, figures 1-6	1-10
A	CN 105471314 A (NINGXIA UNIVERSITY) 06 April 2016 (2016-04-06) entire document	1-10
A	US 8053948 B2 (UNIVERSITY OF TOKYO) 08 November 2011 (2011-11-08) 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

20 March 2020

Date of mailing of the international search report

31 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/CN2019/127254

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110492780	A	22 November 2019	None			
CN	103856097	A	11 June 2014	CN	103856097	B	09 December 2015
CN	105471314	A	06 April 2016	CN	105471314	B	22 January 2019
US	8053948	B2	08 November 2011	US	2009051242	A1	26 February 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/127254

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; H02J 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)) SIPOABS, CNABS, CNKI, DWPI: 静电, 尘, 沙, 颗粒, 收集, 接, 断, 电极, electrostatic, generating, collecting, dust, particles, electrode																	
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 110492780 A (深圳大学等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103856097 A (宁夏大学) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 说明书第6-18段, 图1-6</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105471314 A (宁夏大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 8053948 B2 (UNIV TOKYO) 2011年 11月 8日 (2011 - 11 - 08) 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 110492780 A (深圳大学等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-10	1-10	X	CN 103856097 A (宁夏大学) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 说明书第6-18段, 图1-6	1-10	A	CN 105471314 A (宁夏大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 全文	1-10	A	US 8053948 B2 (UNIV TOKYO) 2011年 11月 8日 (2011 - 11 - 08) 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 110492780 A (深圳大学等) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-10	1-10															
X	CN 103856097 A (宁夏大学) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 说明书第6-18段, 图1-6	1-10															
A	CN 105471314 A (宁夏大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 全文	1-10															
A	US 8053948 B2 (UNIV TOKYO) 2011年 11月 8日 (2011 - 11 - 08) 全文	1-10															
☐ 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 2020年 3月 20日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 31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 周璞 电话号码 (86-10) 62412311															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/127254

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	110492780	A	2019年 11月 22日	无	
CN	103856097	A	2014年 6月 11日	CN	103856097 B 2015年 12月 9日
CN	105471314	A	2016年 4月 6日	CN	105471314 B 2019年 1月 22日
US	8053948	B2	2011年 11月 8日	US	2009051242 A1 2009年 2月 26日