



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105610397 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201610097642. 7

(22) 申请日 2016. 02. 23

(71) 申请人 上海空间电源研究所

地址 200245 上海市闵行区东川路 2965 号

(72) 发明人 贾巍 黄三波 倪家伟 徐建明

张建琴

(74) 专利代理机构 上海航天局专利中心 31107

代理人 金家山

(51) Int. Cl.

H02S 40/10(2014. 01)

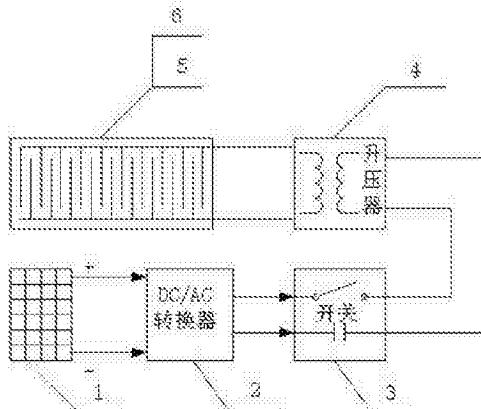
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统

(57) 摘要

一种空间用能量闭环超疏电帘除尘系统，包括高压太阳电池模块、DC/AC 变换器、继电开关升压变压器、梳状透明电帘以及超疏层。其工作原理为高压发电模块提供的 300V 高压经过 DC/AC 变换和升压后为梳状电帘提供超过 1000V 的高压交流电源，在周期间隔的梳状超疏电帘表面形成交流电场。由于超疏层大大降低了表面能，尘埃在太阳电池阵表面吸附性降低，因此在电场的作用下尘埃很容易被举起并沿着垂直于电极的方向运动，从而达到除尘的目的，并且大颗粒的尘埃或者尘埃累聚也可以在重力、抖动等作用下也能达到清除的效果。本发明提供的除尘系统不仅除尘效率高、不影响光学性能，而且能够能量闭环并与航天器电源系统隔离。



1. 一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统，包括高压太阳电池模块、与所述高压太阳电池模块相连的DC/AC变换器、与所述变换装置相连的可闭合的继电开关和与所述继电开关相连的升压变压器，其特征在于，还包括制备在除尘防护对象表面上的梳状透明电帘，以及所述的梳状电帘表面覆盖的一层具有微纳结构的超疏层。

2. 根据权利要求1所述的应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统，其特征在于，所述超疏层为两层结构，第一层是作为绝缘衬底覆盖在电帘表面，为SiO₂材料，厚度不小于600nm；第二层为在所述绝缘衬底上制备的一层具有微纳结构的超疏层，该层结构的厚度为200nm。

3. 根据权利要求2所述的应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统，其特征在于，所述超疏层的微纳结构采用多孔、凸起或者绒毛以及其他具备超疏特性的高透结构，该层结构的厚度为200nm。

4. 根据权利要求1所述的应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统，其特征在于，所述高压太阳电池模块由PCB、微小尺寸的太阳电池、硅橡胶绝缘填充和高透玻璃盖片组成，所述微小尺寸的太阳电池尺寸为10mm×10mm，大量微小尺寸太阳电池串联形成开路电压超过300V的电路。

一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏领域,具体涉及一种可应用于空间太阳能发电装置的能量闭环超疏电帘除尘系统。

背景技术

[0002] 地外深空探测领域,月球、火星表面都覆盖着一层很厚的土壤层,同时被吹起的尘埃在太阳照射及相互碰撞中会带上电荷,这些尘埃极易在深空探测器的太阳电池阵表面或者光学镜头表面吸附和积累,造成太阳电池阵功率下降以及拍照图像模糊。在地面民用领域,环境污染的加剧光伏发电板、光学镜头、建筑玻璃等表面积累大量的灰尘,清洁难度大、周期长。

[0003] 1967年,Tatom等人提出了交变电场除尘方法,在尘埃易吸附的表面设计一层规则的交替帘状(或称梳状)电极,将交流电源加载在电帘两端时,表面就会形成规律的交变强电场。尘埃在强电场的极化下,受到电场力而得以摆脱黏附力和重力作用发生跃移运动。通过选择一定的电场频率,颗粒将被电场带离附着表面。该颗粒操纵方法无需机械装置,颗粒与电极无需接触,并适用于多种工况。201110103339.0一种太阳能电池板除尘梳状电路及其工作系统公开了一种基于电帘除尘原理的太阳电池板除尘系统,但是该系统由于蓄电池可提供的电压有限,需要更复杂的变换电路,而且超过100V的母线电压将给航天电源系统带来巨大的风险,极大的限制了其在深空探测领域中应用,同时在地面应用中的还需要充电维护。该发明设计的电帘除尘的不足还在于除尘后会有小颗粒的尘埃残留,对于深空探测中带电尘埃累聚后的颗粒达不到理想的除尘效果,而且对于地面应用中雨水过后附着的尘埃无法清除。

[0004] 基于微纳凸起、多孔或者绒毛结构防水、防尘特性的超疏基除尘技术已经越来越多用于地面光伏发电板等领域,但是超疏除尘的劣势在于需要依赖重力、风,对颗粒较小的尘埃清除效果有限,无法胜任低重力且无风的深空探测任务,如月球探测中的除尘。

[0005]

发明内容

[0006] 针对电帘除尘和超疏除尘的不足之处,本发明设计的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统表面采用了超疏层,大大降低了尘埃的表面能,尘埃在太阳电池阵表面吸附性降低,因此在电场的作用下尘埃很容易被举起并沿着垂直于电极的方向运动,从而达到除尘的目的,并且大颗粒的尘埃或者尘埃累聚也可以在重力、抖动等作用下也能达到清除的效果。本发明提供的除尘系统不仅除尘效率高、不影响光学性能,而且本发明设计的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统可以能量闭环并与航天器电源系统隔离,避免了安全性、可靠性隐患,特别适合深空探测中行星着陆中的太阳电池阵尘埃清除。

[0007] 为达成上述目的,本发明提供了一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘

除尘系统，高压太阳电池模块、与所述高压太阳电池模块相连的DC/AC变换器、与所述变换装置相连的可闭合的继电开关和与所述继电开关相连的升压变压器，其特征在于，还包括制备在除尘防护对象表面上的梳状透明电帘，以及所述的梳状电帘表面覆盖的一层具有微纳结构的超疏层。

[0008] 进一步，所述超疏层为两层结构，第一层是作为绝缘衬底覆盖在电帘表面，为SiO₂材料，厚度不小于600nm；第二层为在所述绝缘衬底上制备的一层具有微纳结构的超疏层，该层结构的厚度为200nm。

[0009] 优选地，所述超疏层的微纳结构采用多孔、凸起或者绒毛以及其他具备超疏特性的高透结构，该层结构的厚度为200nm。

[0010] 进一步，所述高压太阳电池模块由PCB、微小尺寸的太阳电池、硅橡胶绝缘填充和高透玻璃盖片组成，所述微小尺寸的太阳电池尺寸为10mm×10mm，大量微小尺寸太阳电池串联形成开路电压超过300V的电路。

[0011] 本发明与现有技术相比，其显著优点：

(1)提高除尘效率。本发明设计的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统可以有效解决太阳电池阵表面的尘埃沉积，特别是深空探测中行星表面环境下的尘埃沉积，除尘效率高；

(2)能量闭环与有效隔离，本发明采用高压太阳电池模块给超疏电帘除尘系统供电，实现了与航天器电源系统隔离，避免引起安全性、可靠性风险；

(3)采用高透过率材料不降低太阳电池阵性能。由于电帘和超疏绝缘材料均为高透明材料，并不影响太阳电池阵的性能。

[0012] 结合附图，根据下文的通过示例说明本发明，可清楚本发明的其他方面和优点。

[0013]

附图说明

[0014] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

图1是本发明的自发电超疏绝缘电帘除尘系统示意图；

图2是本发明的超疏绝缘电帘结构与安装位置示意图；

图3是本发明的自发电高压模块示意图图；

附图中相同或相似的附图标记代表相同或相似的部件。

[0015]

具体实施方式

[0016] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步详细的描述。应理解，以下实施例仅用于说明本发明而非用于限定本发明的范围。任何本领域的技术人员能思之的变化，都应落在本发明的保护范围内。

[0017] 现详细说明根据本发明实施例的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统。

[0018] 本发明所述的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统组成如

图1中,电帘除尘系统由高压太阳电池模块1、DC/AC变换器2、继电开关3升压变压器4、梳状透明电帘5以及超疏层6组成。结合图2、图3,制备本发明的一种应用于空间太阳电池阵的能量闭环超疏电帘除尘系统时,包括以下步骤:

(1)采用透明绝缘材料玻璃或者PET为衬底,衬底厚度不超过 $150\mu\text{m}$,在衬底材料上制备一层透明导电材料ITO,ITO厚度为 500nm ,采用光刻工艺与湿法刻蚀工艺,将ITO层制备为周期间隔的梳状电帘结构;

(2)然后在表面再次制备一层 SiO_2 绝缘层6_1,厚度不小于 600nm ,并通过湿化学方法在绝缘层表面制备以 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 为主要材料的凸起、绒毛状的超疏结构6_2,厚度为 100nm ;

(3)采用高性能印制电路板作为PCB 1_1,在表面布贴大量的微小尺寸($10\text{mm} \times 10\text{mm}$)的太阳电池1_2,太阳电池串联后形成开路电压不低于 300V 的电路;

(4)然后在表面填充一层高透过的硅橡胶1_3作为绝缘和粘结剂,厚度为 0.1mm ,再将一块玻璃1_4覆盖粘贴在整个表面,厚度为 0.12mm ,形成高压自发电模块1;

(5)搭建由高压太阳电池模块1、DC/AC变换器2、继电开关3升压变压器4、梳状透明电帘5,以及微纳结构的超疏层6;

在继电开关闭合时,梳状电帘开始工作。高压发电模块提供的 300V 高压经过DC/AC变换和升压后为梳状电帘提供超过 1000V 的高压交流电源,在周期间隔的梳状电帘表面形成交流电场。由于超疏层大大降低了表面能,尘埃在太阳电池阵表面吸附性降低,因此在电场的作用下尘埃很容易被举起并沿着垂直于电极的方向运动,从而达到除尘的目的,并且大颗粒的尘埃或者尘埃累聚也可以在重力、抖动等作用下也能达到清除的效果。本发明提供的除尘系统不仅除尘效率高、不影响光学性能,而且能够能量闭环并与航天器电源系统隔离,特别适合深空探测中行星着陆中的太阳电池阵尘埃清除。

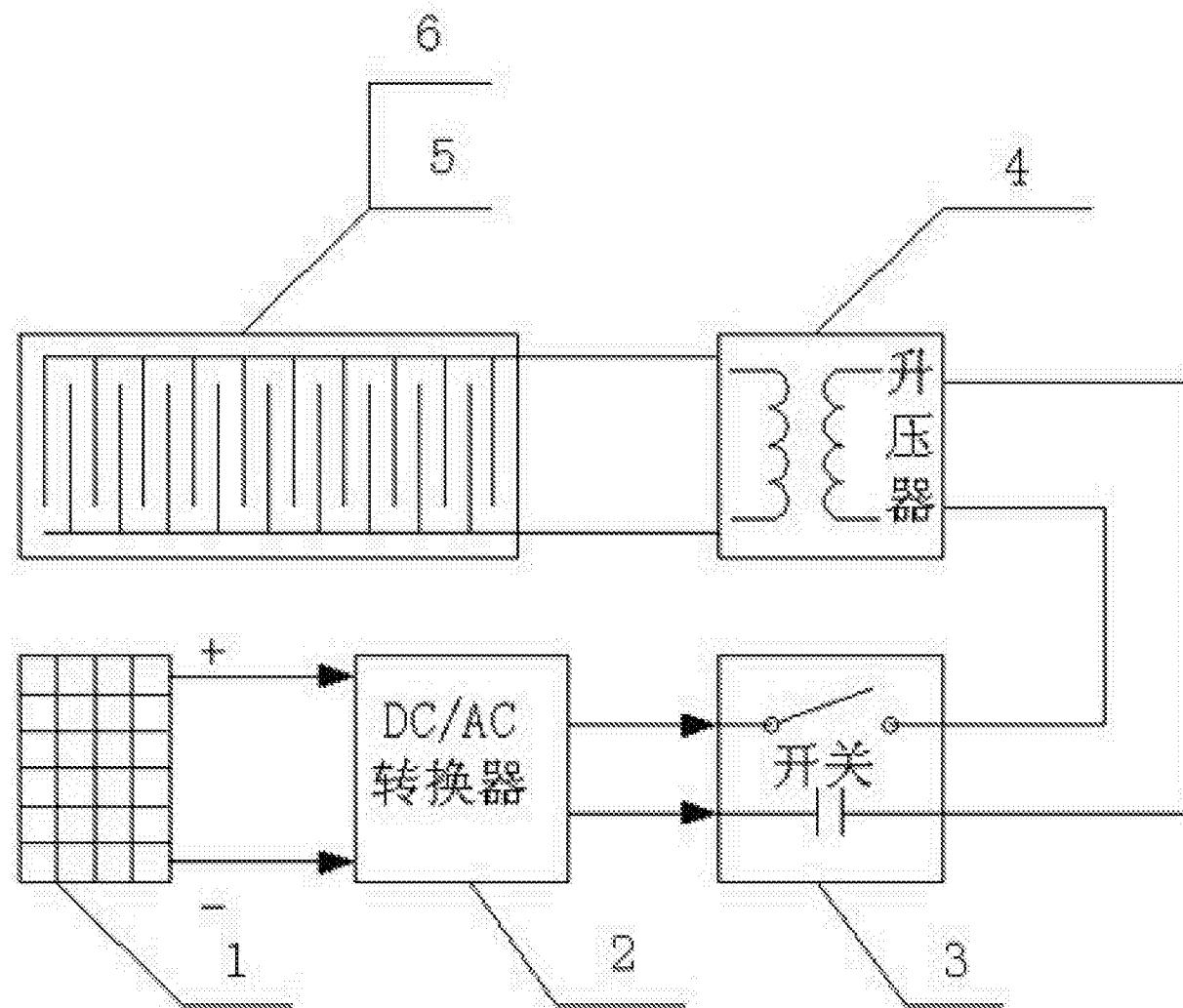


图1

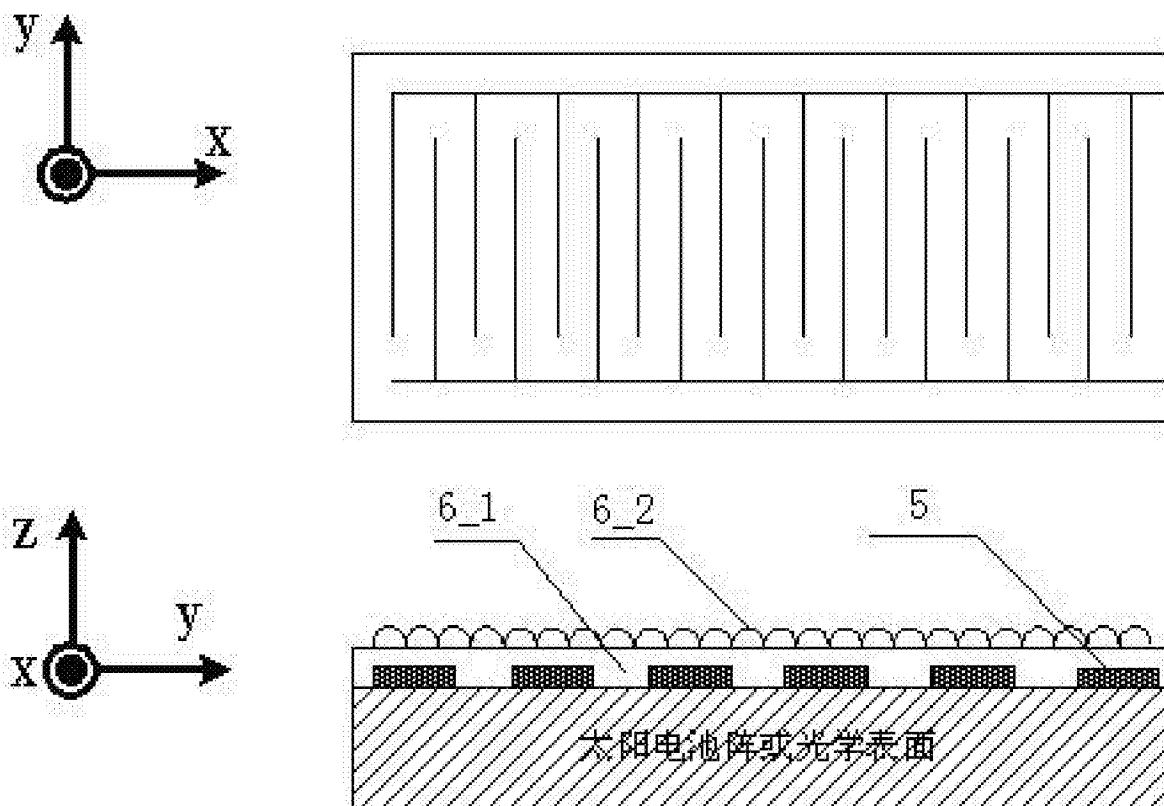


图2

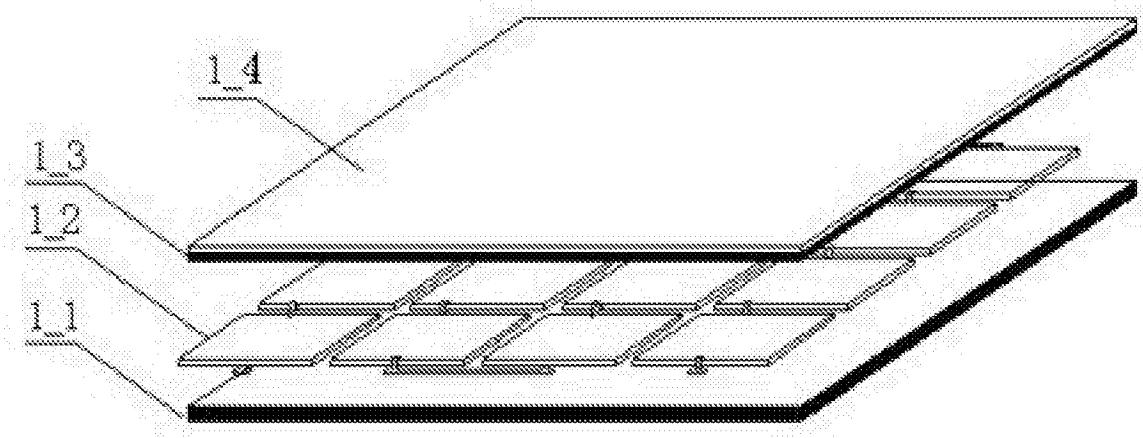


图3