



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104993773 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201510419044.2

H02N 1/04(2006.01)

(22)申请日 2015.07.16

H02N 1/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 范励超

申请公布号 CN 104993773 A

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 上海电力学院

地址 200090 上海市杨浦区平凉路2103号

(72)发明人 郑莉 程纲 王中林

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 林君如

(51)Int.Cl.

H02S 10/10(2014.01)

H02S 10/12(2014.01)

H01L 31/18(2006.01)

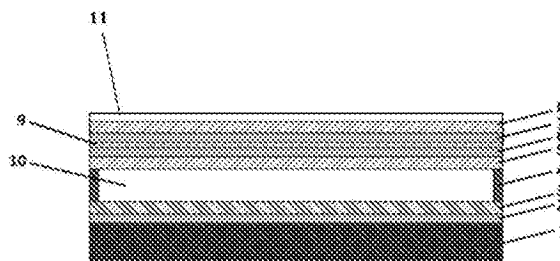
权利要求书3页 说明书13页 附图3页

(54)发明名称

一种复合能源电池装置及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种复合能源电池装置及其制备方法,所述的复合能源电池装置包括太阳能电池板(1)和设置在太阳能电池板(1)上的透明双模摩擦发电机,该透明双模摩擦发电机由接触-分离式摩擦发电机和雨水摩擦发电机组成,所述的接触-分离式摩擦发电机设置在太阳能电池板(1)上,所述的雨水摩擦发电机设置在接触-分离式摩擦发电机上,所述的雨水摩擦发电机与接触-分离式摩擦发电机之间设有透明绝缘层(9)。与现有技术相比,本发明具有能源利用面广、结构简单、成本低廉等优点。



1. 一种复合能源电池装置,其特征在于,包括太阳能电池板(1)和设置在太阳能电池板(1)上的透明双模摩擦发电机,该透明双模摩擦发电机由接触-分离式摩擦发电机和雨水摩擦发电机组成,所述的接触-分离式摩擦发电机设置在太阳能电池板(1)上,所述的雨水摩擦发电机设置在接触-分离式摩擦发电机上,所述的雨水摩擦发电机与接触-分离式摩擦发电机之间设有透明绝缘层(9);

晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板(1)收集太阳光能量进行光伏发电,同时接触-分离式摩擦发电机收集风能进行摩擦发电;风雨天时,雨水摩擦发电机收集雨水中的静电能进行发电,接触-分离式摩擦发电机收集风与雨水的机械能进行摩擦发电;

所述的接触-分离式摩擦发电机包括从下到上依次设置在太阳能电池板(1)上的第一透明导电层(2)、第一透明摩擦层(3)、第二透明摩擦层(5)和第二透明导电层(6),所述的第一透明摩擦层(3)和第二透明摩擦层(5)之间的两端设有透明支撑结构(4);

所述的第一透明摩擦层(3)为尼龙摩擦层,所述的第二透明摩擦层(5)的材料选自聚四氟乙烯,所述的第一透明摩擦层(3)和第二透明摩擦层(5)的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$;

所述的第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)为氧化铟锡透明导电膜ITO、掺氟氧化锡透明导电膜FTO或掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)的厚度为 $50\text{nm}\sim 100\text{nm}$;

所述的透明支撑结构(4)为透明PET材料,其高度为 $1\text{mm}\sim 5\text{mm}$;

风雨天气时,第二透明摩擦层(5)在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层(3)相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层(5)在自身弹力作用下与第一透明摩擦层(3)分离,第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)之间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层(3)和第二透明摩擦层(5)重新接触分离,第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层(2)和第二透明导电层(6)之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

所述的雨水摩擦发电机包括从下到上依次设置在透明绝缘层(9)上的第三透明导电层(7)和第三透明摩擦层(8),该第三透明摩擦层(8)上设有材质与其相同的微纳凹凸结构层(11);

雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层(8)上,产生静电感应,使第三透明导电层(7)与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层(7)与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层(8)上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层(7)与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层(7)与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

2. 根据权利要求1所述的一种复合能源电池装置,其特征在于,所述的第三透明导电层(7)为氧化铟锡透明导电膜ITO、掺氟氧化锡透明导电膜FTO或掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第三透明导电层(7)的厚度为 $50\text{nm}\sim 100\text{nm}$;

所述的第三透明摩擦层(8)的材料选自聚四氟乙烯、聚二甲基硅氧烷、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚对苯二甲酸乙二酯中的一种或几种,所述的第三透明摩擦层(8)的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$;

所述的微纳凹凸结构层(11)的结构为纳米线、纳米管、纳米颗粒、纳米棒、纳米花、纳米沟槽、微米沟槽、纳米锥、微米锥、纳米球和微米球状结构中的一种或几种的组合阵列,所述的微纳凹凸结构层(11)的厚度为20nm~20 μ m。

3. 根据权利要求1所述的一种复合能源电池装置,其特征在于,所述的透明绝缘层(9)的材质为聚二甲基硅氧烷PDMS,其厚度为100nm~20 μ m。

4. 一种如权利要求1~3任一所述的复合能源电池装置的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(a) 太阳能电池板(1)制作:将晶体硅衬底的表面用氢氧化钾溶液腐蚀,然后将晶体硅衬底表面清洗干净,再通过POCl₃扩散形成n⁺发射层,然后在n⁺发射层上镀上减反射层,形成具有n⁺-p-p⁺结构的PN结太阳能电池,再将铝胶涂覆在PN结太阳能电池下表面形成负电极,并在PN结太阳能电池的上表面刷上银导线,再在PN结太阳能电池表面涂镀上透明ITO层形成正电极,即制得太阳能电池板(1);

(b) 透明双模摩擦发电机制作:分别在第一透明摩擦层(3)下表面镀上第一透明导电层(2),在第二透明摩擦层(5)上表面镀上第二透明导电层(6),第一透明摩擦层(3)和第二透明摩擦层(5)之间两端设置透明支撑结构(4)分离隔开,即制得接触-分离式摩擦发电机,然后再将接触-分离式摩擦发电机设置在太阳能电池板(1)上;

在接触-分离式摩擦发电机的第二透明导电层(6)上旋涂一层透明绝缘层(9),再于该透明绝缘层(9)上依次镀上第三透明导电层(7)和上表面带有微纳凹凸结构层(11)的第三透明摩擦层(8),即制得雨水摩擦发电机,将接触-分离式摩擦发电机、雨水摩擦发电机的边界接触处封装固化后,即制得透明双模摩擦发电机;

(c) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板(1)上,即得到复合能源电池装置。

5. 根据权利要求4所述的一种复合能源电池装置的制备方法,其特征在于,步骤(a)中:所述的晶体硅衬底为一层300 μ m厚的单晶p型硅;

所述的减反射层为一层80nm厚的氮化硅层,该氮化硅层通过等离子体增强化学溅射镀在晶体硅衬底上;

所述的银导线呈栅格状,所述的透明ITO层的厚度为300nm,该透明ITO层通过PVD溅射涂镀在PN结太阳能电池表面上。

6. 根据权利要求4所述的一种复合能源电池装置的制备方法,其特征在于,步骤(b)中:所述的第一透明导电层(2)、第二透明导电层(6)和第三透明导电层(7)均通过磁控溅射分别涂镀在第一透明摩擦层(3)下表面、第二透明摩擦层(5)上表面和透明绝缘层(9)上;

所述的微纳凹凸结构层(11)是通过光刻蚀、化学刻蚀或等离子刻蚀在第三透明摩擦层(8)上制备得到的。

7. 根据权利要求6所述的一种复合能源电池装置的制备方法,其特征在于,步骤(b)中所述的第三透明摩擦层(8)是通过以下方法涂镀在第三透明导电层(7)上的:择取一块铝箔,用压缩空气吹沙粒到该铝箔上,在铝箔表面形成微米结构的孔,将铝箔放入草酸溶液中进行阳极氧化,形成具有纳米结构的氧化铝模板,再将第三透明摩擦层(8)溶液倒在氧化铝模板上,并通过真空抽取溶液中的空气,并让其在空气中自然钝化形成带有微纳凹凸结构层(11)的第三透明摩擦层(8),然后用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层(8)从氧化

铝模板上揭下,粘在第三透明导电层(7)上,即涂镀完成。

一种复合能源电池装置及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合能源电池装置及其制备方法,尤其是涉及一种同时收集太阳能、风能和雨水能量的复合能源电池装置及其制备方法。

背景技术

[0002] 当前社会,传统能源的匮乏及其带来的污染等问题,已经引起了人们的高度关注。太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的环境友好型能源,是最有前途的新能源之一。太阳能电池利用光电效应或光化学效应将太阳能直接转化为电能,是太阳能利用的最有效形式。目前,太阳能电池已经被成熟的商业化,广泛的应用于屋顶、道路以及空旷而日照充足的地方进行光伏发电,成为我们日常生活不可或缺的一种发电方式。

[0003] 生活中,摩擦电和静电现象是一种非常普遍的现象,存在于我们生活中的各个层面,从走路到开车等等。由于它很难被收集和利用,往往是被人们所忽略的一种能源形式。如果能通过一种新的方法收集摩擦产生的电能或者利用该方法将日常生活中不规则的动能转成能够利用的电能,将对人们的日常生活产生重要影响。而摩擦发电机就是近两年发明的一种新型的将机械能转化为电能的方式,利用得失电子能力不同的两种材料之间的互相摩擦,发生表面电荷转移,能够将广泛存在的机械能,如风能、各种运动物体的动能、以及人体活动如步行、跑动、跳动等形式的能量转变为电能,为小型电子器件如便携设备等提供电源。尤其最近新发现,水与一些材料也可以摩擦起电,这样摩擦发电机就可以捕获自然界中与水相关的能量,例如:水流、海浪、雨水等。

[0004] 在实际生产中,为了避免环境的污染和破坏,太阳能电池的表面一般都会被覆盖一层透明的玻璃保护板。在晴天时,太阳能电池可以有效的收集太阳光的能量进行光伏发电,然而在雨天或夜晚时,太阳能电池的发电效率急剧下降甚至消失,这时候的电池板便无法正常工作提供电能。然而,此时环境中还有风、雨等自然界的能量。如何更有效的利用太阳能电池板捕获这些能量,是一个有趣的研究问题。

[0005] 中国专利201310143714.3公开了一种采用纳米摩擦发电机的风力发电和太阳能发电组合系统,该系统包括:风力发电机、太阳能组件和储能装置;风力发电机包括至少一个纳米摩擦发电机;太阳能组件由多个太阳能电池组成,多个太阳能电池以串联或并联方式连接形成太阳能组件的至少两个输出端,其中每个太阳能电池为由半导体材料所形成的PN结式结构的光电转换单元;储能装置与纳米摩擦发电太阳能组件的至少两个输出端相连,用于对纳米摩擦发电机输出的电能和太阳能组件输出的电能进行存储。该专利能实现风能和太阳能的双重利用,但是其结构组成较为复杂,而且无法实现对自然界中常见的雨水能的利用。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种同时收集太阳能、风能和雨水能量的复合能源电池装置及其制备方法。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0008] 一种复合能源电池装置，包括太阳能电池板和设置在太阳能电池板上的透明双模摩擦发电机，该透明双模摩擦发电机由接触-分离式摩擦发电机和雨水摩擦发电机组成，所述的接触-分离式摩擦发电机设置在太阳能电池板上，所述的雨水摩擦发电机设置在接触-分离式摩擦发电机上，所述的雨水摩擦发电机与接触-分离式摩擦发电机之间设有透明绝缘层；

[0009] 晴天时，复合能源电池装置中的太阳能电池板收集太阳光能量进行光伏发电，同时接触-分离式摩擦发电机收集风能进行摩擦发电；风雨天时，雨水摩擦发电机收集雨水中的静电能进行发电，接触-分离式摩擦发电机收集风与雨水的机械能进行摩擦发电。

[0010] 所述的接触-分离式摩擦发电机包括从下到上依次设置在太阳能电池板上的第一透明导电层、第一透明摩擦层、第二透明摩擦层和第二透明导电层，所述的第一透明摩擦层和第二透明摩擦层之间的两端设有透明支撑结构，第一透明导电层和第二透明导电层分别形成接触-分离式摩擦发电机的两个电极；

[0011] 风雨天气时，第二透明摩擦层在风或雨水的冲击力的作用下，与第一透明摩擦层相互接触而发生静电感应，当雨水离开接触-分离式摩擦发电机，第二透明摩擦层在自身弹力作用下与第一透明摩擦层分离，第一透明导电层和第二透明导电层之间产生电势差，驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层和第二透明导电层之间正向流动，直至电势差为零，随后新一次的雨水冲击时，第一透明摩擦层和第二透明摩擦层重新接触分离，第一透明导电层和第二透明导电层之间产生与前一次相反的电势差，驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层和第二透明导电层之间反向流动，直至电势差为零，如此循环往复，接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0012] 所述的第一透明摩擦层为尼龙摩擦层，所述的第二透明摩擦层的材料选自聚四氟乙烯、聚二甲基硅氧烷、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚对苯二甲酸乙二酯中的一种或几种，所述的第一透明摩擦层和第二透明摩擦层的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ；

[0013] 所述的第一透明导电层和第二透明导电层为氧化铟锡透明导电膜ITO、掺氟氧化锡透明导电膜FTO或掺铝氧化锌透明导电膜AZO，第一透明导电层和第二透明导电层的厚度为 $50\text{nm}\sim 100\text{nm}$ ；

[0014] 所述的透明支撑结构为透明PET材料，其形状为棒状或细片状，其高度为 $1\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 。

[0015] 所述的雨水摩擦发电机包括从下到上依次设置在透明绝缘层上的第三透明导电层和第三透明摩擦层，该第三透明摩擦层上设有材质与其相同的微纳凹凸结构层，第三透明导电层构成雨水摩擦发电机的单电极，并与地电位或其它能够提供或结构大量电子的等电位电路连接；

[0016] 雨水天气时，携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层上，产生静电感应，使第三透明导电层与地电位之间产生电势差，从而驱动自由电子在第三透明导电层与地电位之间正向流动，当雨滴在第三透明摩擦层上滑落后，由于静电感应，第三透明导电层与地电位之间产生与之前极性相反的电势差，从而驱动自由电子在第三透明导电层与地电位之间反向流动，如此循环往复，雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0017] 所述的第三透明导电层为氧化铟锡透明导电膜ITO、掺氟氧化锡透明导电膜FTO或

掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第三透明导电层的厚度为50nm~100nm;

[0018] 所述的第三透明摩擦层的材料选自聚四氟乙烯、聚二甲基硅氧烷、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚对苯二甲酸乙二酯中的一种或几种,所述的第三透明摩擦层的厚度为10 μ m~200 μ m;

[0019] 所述的微纳凹凸结构层的结构为纳米线、纳米管、纳米颗粒、纳米棒、纳米花、纳米沟槽、微米沟槽、纳米锥、微米锥、纳米球和微米球状结构中的具有超疏水性能的一种或几种的组合阵列,具所述的微纳凹凸结构层的厚度为20nm~20 μ m。

[0020] 所述的透明绝缘层的材质为聚二甲基硅氧烷PDMS,其厚度为100nm~20 μ m。

[0021] 一种复合能源电池装置的制备方法,包括以下步骤:

[0022] (a) 太阳能电池板制作:将晶体硅衬底的表面用氢氧化钾溶液腐蚀,在晶体硅表面形成能够增强对太阳光捕获和吸收的微纳结构层,然后将晶体硅衬底表面清洗干净,再于1113K温度下,通过POCl₃扩散形成n⁺发射层,然后在n⁺发射层上镀上减反射层,形成具有n⁺-p-p⁺结构的PN结太阳能电池,再于473K温度下,将铝胶涂覆在PN结太阳能电池下表面形成负电极,并在PN结太阳能电池的上表面刷上银导线,再涂镀上透明ITO层形成正电极,即制得太阳能电池板;

[0023] (b) 透明双模摩擦发电机制作:分别在第一透明摩擦层下表面镀上第一透明导电层,在第二透明摩擦层上表面镀上第二透明导电层,第一透明摩擦层和第二透明摩擦层之间两端设置透明支撑结构分离隔开,即制得接触-分离式摩擦发电机,然后再将接触-分离式摩擦发电机设置在太阳能电池板上;

[0024] 在接触-分离式摩擦发电机的第二透明导电层上旋涂一层透明绝缘层,再于该透明绝缘层上依次镀上第三透明导电层和上表面带有微纳凹凸结构层的第三透明摩擦层,即制得雨水摩擦发电机,将接触-分离式摩擦发电机、雨水摩擦发电机的边界接触处封装固化后,即制得透明双模摩擦发电机;

[0025] (c) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板上,即得到复合能源电池装置。

[0026] 步骤(a)中:所述的晶体硅衬底为一层300 μ m厚的单晶p型硅;

[0027] 所述的减反射层为一层80nm厚的氮化硅层,该氮化硅层通过等离子体增强化学溅射镀在晶体硅衬底上;

[0028] 所述的银导线呈栅格状,所述的透明ITO层的厚度为300nm,该透明ITO层通过PVD溅射涂镀在整个PN结太阳能电池表面。

[0029] 步骤(b)中:所述的第一透明导电层、第二透明导电层和第三透明导电层均通过磁控溅射分别涂镀在第一透明摩擦层下表面、第二透明摩擦层上表面和透明绝缘层上;

[0030] 所述的微纳凹凸结构层是通过光刻蚀、化学刻蚀或等离子刻蚀在第三透明摩擦层上制备得到的。

[0031] 步骤(b)中:所述的第三透明摩擦层是通过以下方法涂镀在第三透明导电层上的:择取一块铝箔,用压缩空气吹沙粒到该铝箔上,在铝箔表面形成微米结构的孔,将铝箔放入草酸溶液中进行阳极氧化,形成具有纳米结构的氧化铝模板,再将第三透明摩擦层溶液倒在氧化铝模板上,并通过真空抽取溶液中的空气,并让其在空气中自然钝化形成带有微纳凹凸结构层的第三透明摩擦层,然后用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层从氧化铝

模板上揭下,粘在第三透明导电层上,即涂镀完成。

[0032] 所述的太阳能电池板除了采用上述所制备的硅太阳能电池板外,还可以采用现有的任意结构的太阳能电池。太阳能电池可以为柔性电池器件,也可以为非柔性电池器件。摩擦发电机可以整体为柔性,特别的,对于太阳能电池为柔性结构的情况,优选透明双模摩擦发电机为柔性,使整个复合能源电池装置成为柔性器件。

[0033] 复合能源电池装置中,太阳能电池可以为板状、片状或者阵列状等结构;摩擦发电机的结构只要不影响太阳光的透过,可以为板状,也可以为弧形结构等。

[0034] 收集雨水和风力进行摩擦发电的输出虽然微弱,但它不影响太阳能电池的光电转换效率,而是一种非常有利的补充,尤其在雨季日照微弱的情况下,可以辅以收集雨水能量和风能这样的绿色能源。本发明的复合能源电池装置主要应用在室外环境中,透明双模摩擦发电机可以直接置于太阳能电池上面,一方面作为太阳能电池的保护层,另一方面收集雨水能量和风能进行摩擦发电,是一种非常实用的绿色能源系统。

[0035] 本发明中的太阳能电池输出直流电信号,而透明双模摩擦发电机所输出的电信号为交流脉冲电信号,可以在透明双模摩擦发电机的输出电路中连接全桥整流器,将摩擦发电机的输出信号整流为单向脉冲电信号。复合能源电池装置输出的单向脉冲电信号,不仅可以作为脉冲电源直接应用于电化学等领域,还可以用来给储能元件充电,比如电容器或者锂离子电池等,具有广泛的应用前景。

[0036] 本发明中的透明双模摩擦发电机的下面部分是双电极的接触-分离式摩擦发电机,而上部分是单电极的雨水摩擦发电机,第三透明导电层通过导线接地电位或通过导线先连接负载后再接地电位,雨水与雨水摩擦发电机的第三透明摩擦层接触分离的过程产生的电流是交流电,风力和雨水的冲击力作用于接触-分离式摩擦发电机产生的电输出也是交流电,二者均可以先通过整流电桥变为直流电,然后再接入外电路或存储起来,该复合能源电池装置中摩擦发电机和太阳能电池这两套发电组件相互独立,可以在不同的天气情况下向外输出电能。

[0037] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0038] (1) 本发明的复合能源电池装置,用于同时或分别收集自然界中不同天气状况下的太阳能、风能和雨水能量,由两套发电组件构成,下层是太阳能电池,通过光伏效应收集日照中的太阳光能量,上层是透明的双模摩擦发电机,通过摩擦或接触发电而收集风能、下雨天雨水的静电能以及雨水所携带的机械能,两套发电组件相互独立,互不影响,能充分的利用自然界中太阳能、风能和雨水能量;

[0039] (2) 本发明的复合能源电池装置,晴天时能够保证太阳能的有效光电转换,同时辅以风能的有效发电输出,而在雨天光伏发电效率大幅降低时,透明双模摩擦发电机收集雨水的静电能和雨水自然下落而获得的机械能进行发电输出,是对太阳能的一种有益补充,此外,透明双模摩擦发电机在太阳光波段是透明的,吸收很小,类似现有商用太阳能电池板的保护板,不影响太阳能电池对日光的吸收,即不影响太阳能电池板的光电转换效率;

[0040] (3) 复合能源电池装置中微纳凹凸结构层具有超疏水结构,从而具有自清洁的功能,有助于摩擦发电机的摩擦层维持一干净表面,对于使用在户外大自然环境中,可确保可长时间洁净并提供有效输出;

[0041] (4) 结构简单、成本低廉:本发明中透明双模摩擦发电机结构组成简单,材料来源

广泛,在实际使用中,只需要将太阳能电池板与透明双模摩擦发电机进行简单的封装,即可同时或分别收集太阳光的能量、风的能量和雨水的能量,在雨水较多的地区和雨水较多的季节,具有广泛的实际应用价值。

附图说明

- [0042] 图1为本发明的复合能源电池装置的结构示意图;
- [0043] 图2为本发明的实施例1中包括微纳凹凸结构层的第三透明摩擦层的结构示意图;
- [0044] 图3为本发明的实施例1中太阳能电池板的表面结构示意图;
- [0045] 图4为本发明的雨水摩擦发电机的工作原理示意图;
- [0046] 图5为本发明的接触-分离式摩擦发电机的工作原理示意图;
- [0047] 图6为本发明的实施例1中透明双模摩擦发电机的电学性能表征图;
- [0048] 图7为本发明的实施例1中透明双模摩擦发电机的电学输出表征图;
- [0049] 图中,1-太阳能电池板,2-第一透明导电层,3-第一透明摩擦层,4-透明支撑结构,5-第二透明摩擦层,6-第二透明导电层,7-第三透明导电层,8-第三透明摩擦层,9-透明绝缘层,10-空隙,11-微纳凹凸结构层,12-微纳结构层。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0051] 实施例1

[0052] 一种复合能源电池装置,其结构如图1所示,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7均为50nm厚的氧化铟锡透明导电膜ITO,第一透明摩擦层3为10 μ m厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5和第三透明摩擦层8均为10 μ m厚的聚四氟乙烯膜,第三透明摩擦层8上设有结构如图2所示的20nm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为纳米棒状结构,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为1mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为100nm的PDMS。

[0053] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0054] 如图5所示,风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之

间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0055] 如图4所示,雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0056] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0057] (1) 太阳能电池板的制备

[0058] 由一层300 μm 厚的单晶p型硅作为衬底,硅片表面先被氢氧化钾溶液腐蚀,在晶体硅表面形成能够增强对太阳光捕获和吸收的微纳结构层12,微纳结构层12的结构如图3所示,并去除表面腐蚀后的有机和金属颗粒,随后在1113K高温下通过 POCl_3 扩散形成 n^+ 发射层。经过处理后的硅片,通过等离子体增强化学溅射镀一层80nm厚的氮化硅作为钝化和减反射层,形成具有 $n^+ - p - p^+$ 结构的PN结太阳能电池。然后,在473K高温下,将铝胶涂覆在太阳能电池下表面形成负电极,并在电池的上表面刷上栅格状银导线并通过PVD溅射镀上300nm厚的透明ITO形成正电极,如此便制备了上述复合能源电池装置中的太阳能电池板1;在100 mW/cm^2 太阳光入射情况下,太阳能电池板1的开路电压和短路电流密度分别为0.6V和35 mA/cm^2 ,上述制备的太阳能电池板1的光电转换效率达16%。

[0059] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0060] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:各选一张透明聚四氟乙烯薄膜和尼龙薄膜分别作为第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电层,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚四氟乙烯薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,制作表面具有超疏水性聚四氟乙烯薄膜作为摩擦发电机的第三透明摩擦层,具体过程为:择取一块铝箔,用压缩空气吹沙粒到该铝箔上,在铝箔表面形成微米结构的孔,将铝箔放入草酸溶液中进行阳极氧化,形成具有纳米结构的氧化铝模板,再将聚四氟乙烯溶液倒在氧化铝模板上,并通过真空抽取溶液中的空气,并让其在空气中自然钝化形成带有微纳凹凸结构层11的第三透明摩擦层8;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8从氧化铝模板上揭下,粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0061] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

[0062] 对上述方法所制得的透明双模摩擦发电机收集雨水能和风能进行发电的性能进行表征,具体表征结果如图6所示,图6(a)和(b)、(d)和(e)、(g)和(h)是透明双模摩擦发电机收集雨水静电能、机械能和风能进行摩擦发电所输出的开路电压和短路电流密度随时间的变化曲线,测试时水的流速是13.6ml/s,风的速度是2.7m/s。如图所示,透明双模摩擦发电机收集雨水静电能发电所输出的开路电压和短路电流分别是17.5V和3.5mA/m²,收集雨水机械能发电所输出的开路电压和短路电流分别是27.2V和9.8mA/m²,收集风能发电所输出的开路电压和短路电流分别是10.7V和3.1mA/m²。图6(c)、(f)和(i)是透明双模摩擦发电机的平均功率密度随负载的变化曲线,随着负载的增大,透明双模摩擦发电机产生的输出功率密度先增大后减小,在收集雨水静电能、机械能及风能方面,所输出的平均功率密度在外电路电阻分别为5MΩ,0.2MΩ, and 1MΩ处最高可达6mW/m²,86mW/m²和8mW/m²。

[0063] 本实施例中,用家用花洒的水喷到该复合能源电池装置的双模式摩擦发电机上,在喷流速度20ml/s的情况下,分别利用摩擦发电机的收集雨水静电能的输出和收集雨水机械能的输出给3.3μF的电容充电到7V,前者需要80s,后者仅需要22s,如图7(a)所示,这说明传统的接触-分离式摩擦发电机的输出远高于单电极的雨水摩擦发电机的输出,同时揭示了日常生活中利用自然风摩擦发电的可行性。在电学输出方面,摩擦发电机通过收集雨水能和风能发电的输出,尽管在电流密度方面远小于太阳能电池的输出,但在电压输出方面,摩擦发电机的输出远高于太阳能电池。实验上,用全太阳照射下的太阳能电池的输出为3.3μF的电容充电,仅可充电到0.6V,由于太阳能电池的电压限制,无法继续为电容充电,而后利用收集雨水能量的摩擦发电机的输出继续给3.3μF的电容充电,仅需要19s就可将电压充到19V,如图7(b)所示。

[0064] 实施例2

[0065] 一种复合能源电池装置,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7均为100nm厚的掺氟氧化锡透明导电膜FTO,第一透明摩擦层3为200μm厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5和第三透明摩擦层8均为200μm厚的聚二甲基硅氧烷,第三透明摩擦层8上设有20μm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为微米沟槽、微米锥和微米球状结构的组合阵列,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明棒状PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为5mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为20μm的PDMS。

[0066] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0067] 风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生电势

差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0068] 雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0069] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0070] (1) 太阳能电池板的制备

[0071] 由一层300 μm 厚的单晶p型硅作为衬底,硅片表面先被氢氧化钾溶液腐蚀,并去除表面腐蚀后的有机和金属颗粒,随后在1113K高温下通过 POCl_3 扩散形成 n^+ 发射层。经过处理后的硅片,通过等离子体增强化学溅射镀一层80nm厚的氮化硅作为钝化和减反射层,形成具有 $n^+ - p - p^+$ 结构的PN结太阳能电池。然后,在473K高温下,将铝胶涂覆在太阳能电池下表面形成负电极,并在电池的上表面刷上栅格状银导线并通过PVD溅射镀上300nm厚的透明ITO形成正电极,如此便制备了上述复合能源电池装置中的太阳能电池板1;在100mW/cm²太阳光入射情况下,太阳能电池板1的开路电压和短路电流密度分别为0.6V和35mA/cm²,上述制备的太阳能电池板1的光电转换效率达16%。

[0072] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0073] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:各选一张透明聚二甲基硅氧烷薄膜和尼龙薄膜分别作为第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电层,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚二甲基硅氧烷薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,制作表面具有超疏水性聚二甲基硅氧烷薄膜作为摩擦发电机的第三透明摩擦层,具体过程为:择取一块铝箔,用压缩空气吹沙粒到该铝箔上,在铝箔表面形成微米结构的孔,将铝箔放入草酸溶液中进行阳极氧化,形成具有纳米结构的氧化铝模板,再将聚二甲基硅氧烷溶液倒在氧化铝模板上,并通过真空抽取溶液中的空气,并让其在空气中自然钝化形成带有微纳凹凸结构层11的第三透明摩擦层8;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8从氧化铝模板上揭下,粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0074] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

[0075] 实施例3

[0076] 一种复合能源电池装置,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7均为80nm厚的掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第一透明摩擦层3为100 μm 厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5和第三透明摩擦层8均为150 μm 厚的聚乙烯,第三透明摩擦层8上设有500nm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为纳米线、纳米管和纳米颗粒的组合阵列,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明棒状PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为2mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为10 μm 的PDMS。

[0077] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0078] 风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0079] 雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0080] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0081] (1) 选取从郎利德购买的多晶硅太阳能电池板1;

[0082] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0083] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:各选一张透明聚乙烯薄膜和尼龙薄膜分别作为第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电电极,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚乙烯薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,采用光刻蚀的方法在第三透明摩擦层8上制备微纳凹凸结构层11;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控

溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0084] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

[0085] 实施例4

[0086] 一种复合能源电池装置,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2和第二透明导电层6均为80nm厚的掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第三透明导电层7为70nm厚的氧化铟锡透明导电膜ITO,第一透明摩擦层3为100 μ m厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5为80 μ m厚的聚丙烯,第三透明摩擦层8均为120 μ m厚的聚对苯二甲酸乙二酯,第三透明摩擦层8上设有300nm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为纳米花、纳米沟槽、纳米锥和纳米球的组合阵列,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明棒状PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为2mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为500nm的PDMS。

[0087] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0088] 风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0089] 雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0090] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0091] (1) 选取从郎利德购买的多晶硅太阳能电池板;

[0092] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0093] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:各选一张透明聚丙烯薄膜和尼龙薄膜分别作为第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电层,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚丙烯薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,采用等离子刻蚀的方法在第三透明摩擦层8上制备微纳凹凸结构层11;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0094] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

[0095] 实施例5

[0096] 一种复合能源电池装置,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2和第二透明导电层6均为80nm厚的掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第三透明导电层7为70nm厚的氧化铟锡透明导电膜ITO,第一透明摩擦层3为100 μ m厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5为80 μ m厚的聚丙烯薄膜,第三透明摩擦层8的厚度为120 μ m,其材质为聚苯乙烯与聚乙烯混合而成,第三透明摩擦层8上设有300nm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为纳米棒的组合阵列,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明棒状PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为2mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为1 μ m的PDMS。

[0097] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0098] 风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0099] 雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0100] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0101] (1) 选取从郎利德购买的多晶硅太阳能电池板;

[0102] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0103] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:各选一张透明聚丙烯薄膜和尼龙薄膜分别作为第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电层,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚丙烯薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,采用等离子刻蚀的方法在第三透明摩擦层8上制备微纳凹凸结构层11;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0104] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

[0105] 实施例6

[0106] 一种复合能源电池装置,包括太阳能电池板1和覆盖在太阳能电池板1上的透明双模摩擦发电机,其中:透明双模摩擦发电机自下而上由第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5、第二透明导电层6、透明绝缘层9、第三透明导电层7、第三透明摩擦层8依次层叠组成,其中,第一透明导电层2、第一透明摩擦层3、透明支撑结构4、第二透明摩擦层5和第二透明导电层6构成接触-分离式摩擦发电机,用以收集风能和雨水的机械能,第一透明导电层2和第二透明导电层6为接触-分离式摩擦发电机的两个电极;第三透明导电层7和第三透明摩擦层8构成雨水摩擦发电机,用以收集雨水的静电能,且第三透明导电层7与地电位连接,透明双模摩擦发电机被封装并固定在太阳能电池板1上表面,第一透明导电层2和第二透明导电层6均为80nm厚的掺铝氧化锌透明导电膜AZO,第三透明导电层7为70nm厚的氧化铟锡透明导电膜ITO,第一透明摩擦层3为100 μ m厚的尼龙膜,第二透明摩擦层5的厚度为80 μ m,其材质为聚丙烯和聚乙烯的混合物,第三透明摩擦层8的厚度为120 μ m,其材质为聚丙烯混合而成,第三透明摩擦层8上设有300nm厚的微纳凹凸结构层11,微纳凹凸结构层11的结构为纳米棒的组合阵列,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5之间两端设有由透明棒状PET材料组成的透明支撑结构4,并形成厚度为2mm的空隙10,透明绝缘层9为一层厚度为5 μ m的PDMS。

[0107] 晴天时,复合能源电池装置中的太阳能电池板1收集太阳光能量进行光伏发电;

[0108] 风雨天气时,第二透明摩擦层5在风或雨水的冲击力的作用下,与第一透明摩擦层3相互接触而发生静电感应,当雨水离开接触-分离式摩擦发电机,第二透明摩擦层5在自身弹力作用下与第一透明摩擦层3分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间正向流动,直至电势差为零,随后新一次的雨水冲击时,第一透明摩擦层3和第二透明摩擦层5重新接触分离,第一透明导电层2和第二透明导电层6之间产生与前一次相反的电势差,驱动自由电子通过外电路在第一透明导电层2和第二透明导电层6之间反向流动,直至电势差为零,如此循环往复,接触-分离式摩擦发电机持续向外输出交流电;

[0109] 雨水天气时,携带摩擦电荷的雨滴降落到第三透明摩擦层8上,产生静电感应,使第三透明导电层7与地电位之间产生电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间正向流动,当雨滴在第三透明摩擦层8上滑落后,由于静电感应,第三透明导电层7与地电位之间产生与之前极性相反的电势差,从而驱动自由电子在第三透明导电层7与地电位之间反向流动,如此循环往复,雨水摩擦发电机持续向外输出交流电。

[0110] 上述的复合能源电池装置是通过以下步骤制备得到的:

[0111] (1) 选取从郎利德购买的多晶硅太阳能电池板;

[0112] (2) 制作透明双模摩擦发电机

[0113] 首先制作接触-分离式摩擦发电机,具体过程为:选一张尼龙薄膜作为第一透明摩擦层3,择取一张由聚丙烯和聚乙烯组成的透明薄膜作为第二透明摩擦层5,分别在两张薄膜的表面通过磁控溅射镀上一层第二透明导电层6和第一透明导电层2作为导电层,然后利用细片状的PET作为透明支撑结构4连接起第二透明摩擦层5和第一透明摩擦层3,并保持聚丙烯薄膜和尼龙薄膜之间的间隙,如此便制备了接触-分离式摩擦发电机;第二步,采用等离子刻蚀的方法在第三透明摩擦层8上制备微纳凹凸结构层11;第三步,在所制备的接触-分离式透明摩擦发电机的第二透明导电层6上,旋涂一层非常薄的PDMS作为透明绝缘层9,并在此绝缘层9上通过磁控溅射方法镀上第三透明导电层7,此时,用双面透明胶带将制备好的第三透明摩擦层8粘在第三透明导电层7的表面,使第三透明摩擦层8完全覆盖住第三透明导电层7,各摩擦层与导电层的边界接触处用PDMS交替封装固化,使雨水不会渗漏到第一透明导电层2、第二透明导电层6和第三透明导电层7上,如此便制备了本发明实施示例中透明的双模摩擦发电机。

[0114] (3) 将制得的透明双模摩擦发电机封装固定在太阳能电池板1上,即得到复合能源电池装置。

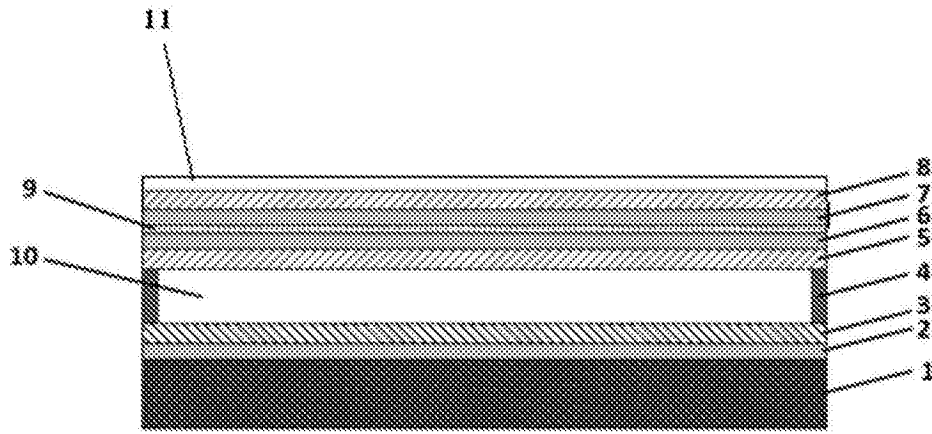


图1

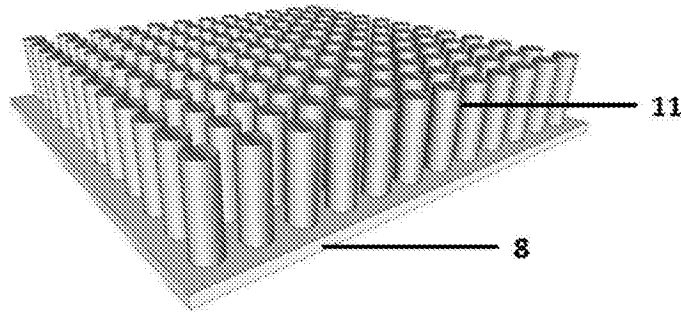


图2

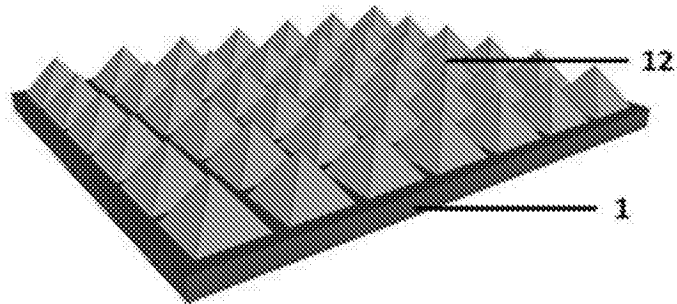


图3

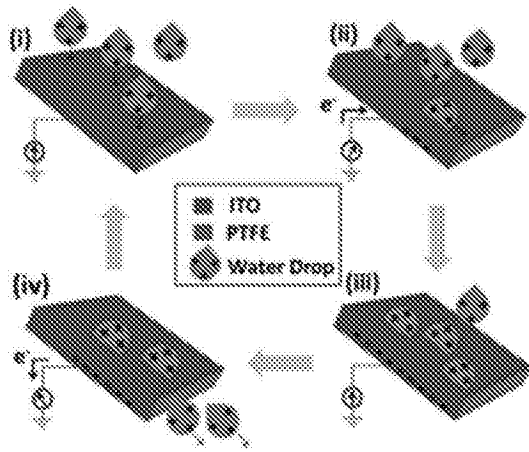


图4

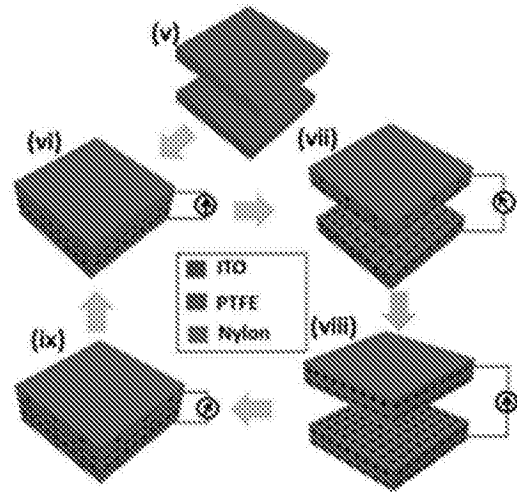


图5

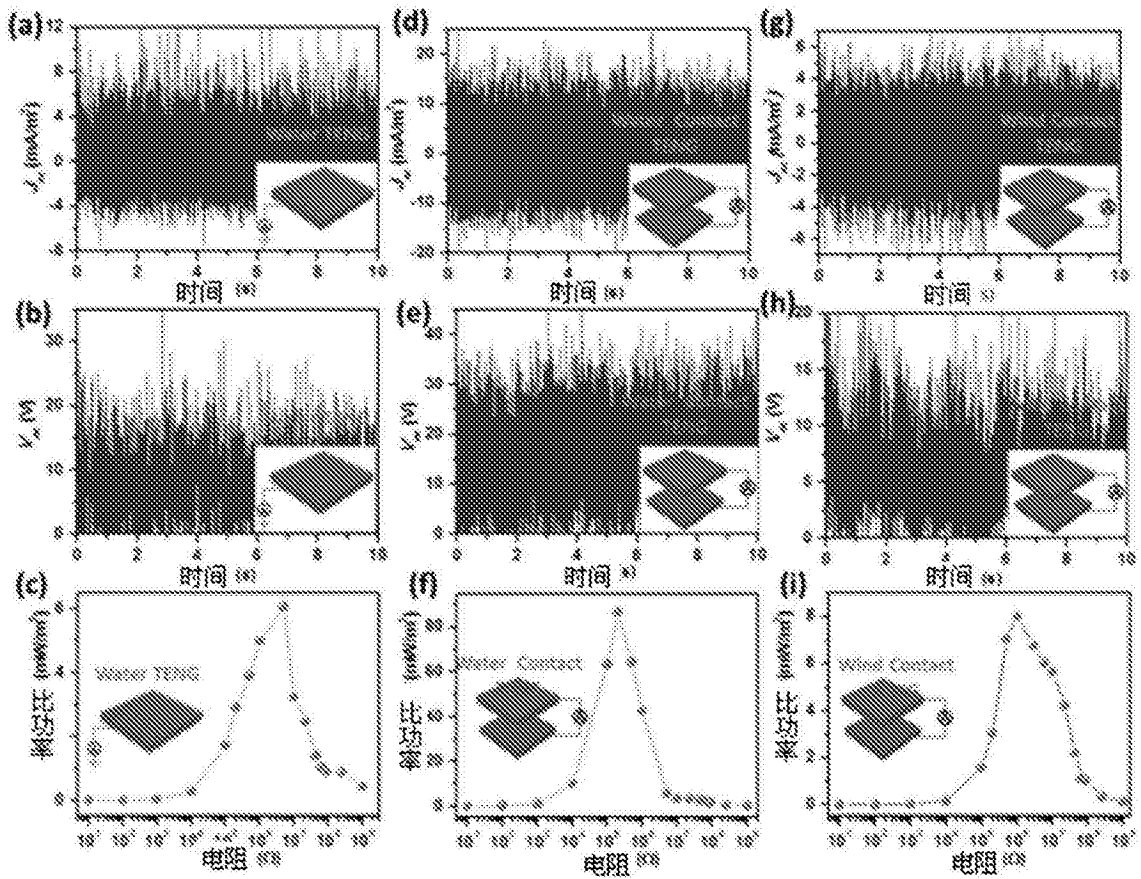


图6

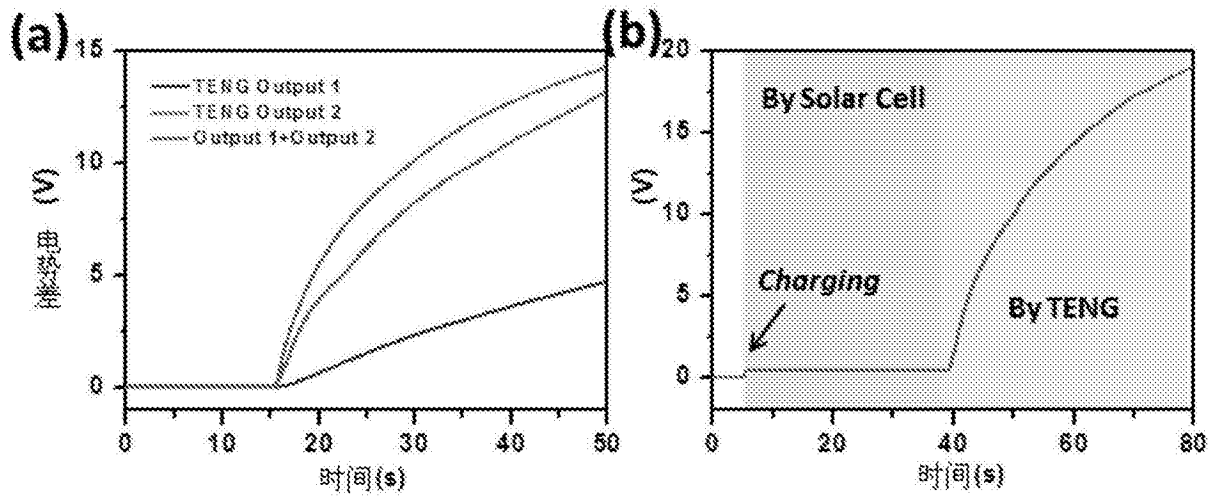


图7