

(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
2014 年 6 月 19 日 (19.06.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/090099 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02N 1/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/088372
- (22) 国际申请日: 2013 年 12 月 3 日 (03.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210548895.3 2012 年 12 月 15 日 (15.12.2012) CN
- (71) 申请人: 华中科技大学 (HUA ZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 周军 (ZHOU, Jun); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 钟其泽 (ZHONG, Qize); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 钟俊文 (ZHONG, Junwen); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 胡彬 (HU, Bin); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 胡琦旖 (HU, Qiyi); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 王中林 (WANG, Zhonglin); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 武汉东喻专利代理事务所 (普通合伙) (WUHAN DONGYU PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号东一楼 340, Hubei 430074 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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))。

(54) Title: PAPER-BASE FLEXIBLE POWER-GENERATION APPARATUS, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种纸基柔性发电装置及其制造方法

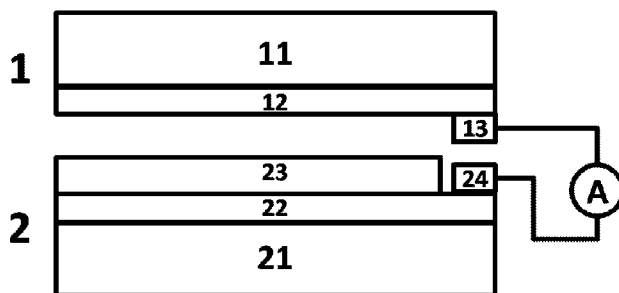


图 1 / Fig.1

(57) Abstract: A paper-base flexible power-generation apparatus, and a manufacturing method thereof. The flexible power-generation apparatus comprises: a first assembly (1) formed by a paper-base insulation layer (11) and a first metal conductive layer (12) deposited on the surface of the paper-base insulation layer, and a second assembly (2) formed by a paper-base insulation layer (21), a second metal conductive layer (22) deposited on the surface of the paper-base insulation layer, and an electret material layer (23) coating on the surface of the second metal conductive layer. The two edges of the two assemblies are each provided with an electrode (13, 24) and the electrodes are connected through a packaging process. The first metal conductive layer is opposite to and spaced from the electret material layer. The flexible power-generation apparatus has a low cost, is easy to manufacture, has high output power, and is especially suitable for being integrated with other flexible electronic devices.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/090099 A1



一种纸基柔性发电装置以及其相应的制造方法，该柔性发电装置包括由纸基绝缘层（11）和沉积于该纸基绝缘层表面的第一金属导电层（12）共同组成的第一组件（1），以及由纸基绝缘层（21）、沉积于该纸基绝缘层表面的第二金属导电层（22）和涂覆在该第二金属导电层表面上的驻极体材料层（23）共同组成的第二组件（2）。这两个组件各自的边缘分别搭建有电极（13，24）并通过封装工艺予以联接，第一金属导电层与驻极体材料层之间相互对置且具备一定间隙。该柔性发电装置成本低廉、便于加工、具备高输出功率，尤其适用于与其他柔性电子器件相集成。

一种纸基柔性发电装置及其制造方法

【技术领域】

本发明属于机械能转化为电能的发电技术领域，更具体地，涉及一种纸基柔性发电装置及其制造方法，其包括新型柔性基底，并具备高电能输出、成本低廉、便于加工制造和适用面广等特点。

【背景技术】

能源是人类发展必不可缺的资源，从环境中更加有效方便地获取能源一直是人类的追求。近年来，随着能源危机的持续恶化，寻找绿色环保的供能方式显得更加迫切。实际上，人类平时生活的环境甚至是人类自己就是一个有效的能源来源，因为人体的动作如行走，以及人体动作带动其他物件的运动如翻书等，都会产生机械能，收集并利用这些被忽视的能源是很有前景的。相应地，能够将环境中的机械能有效转换成电能的柔性发电装置已经问世。

柔性发电装置除了具有可卷曲弯折、轻薄、便于贴合运动物体来更有效地收集能源等特点外，更重要的是适合与新型的柔性电子器件相集成，并为其提供能源。目前，韩国三星公司等领头电子企业已经开发出了柔性显示屏幕概念手机，预示着柔性个人电脑以及智能电子书等产品的蓬勃发展。而且从能源问题与技术发展趋势来看，开发能与目前柔性电子器件集成、并能够方便有效地收集环境能源的柔性发电装置很有必要。

传统的柔性发电装置主要是基于压电效应而制作的柔性发电机。这些柔性发电机一般是基于氧化锌、聚偏二氟乙烯、铅钛酸铅等一维纳米材料压电效应的器件。然而，这类发电机在应用方面仍然存在许多问题：第一，其繁琐的制作过程涉及材料的精细加工，器件的精密封装，相应导致其成本相当高昂，无法投入批量生产应用；第二，这类发电机的输出功率一般

也比较低，需要对一个小电容充电数小时后积累的电量才能点亮一个 LED；第三，这类发电机采用的基底大多是高分子塑料制品，这些塑料制品大多环境不友好，而且价格相对昂贵。

【发明内容】

针对现有技术的以上缺陷和/或技术需求，本发明的目的在于提供一种纸基柔性发电装置及其制造方法，其通过对基底材质、工作元件的材料和工作原理、器件结构及其制造工艺等方面的改进，可获得成本更为低廉、便于加工、具备高输出功率，并且尤其适用于与其他柔性电子器件相集成的柔性发电装置。

按照本发明的一个方面，提供了一种纸基柔性发电装置，其特征在于，该纸基柔性发电装置包括：

第一组件，该第一组件由纸基绝缘层和沉积于该纸基绝缘层表面的第一金属导电层共同组成，并且所述第一金属导电层的边缘形成有第一电极；

第二组件，该第二组件由纸基绝缘层、沉积于该纸基绝缘层表面的第二金属导电层，以及涂覆在该第二金属导电层表面上的驻极体材料层共同组成，并且所述第二金属导电层的边缘形成有第二电极，其中：

所述第一、第二组件通过封装工艺在其外侧边缘予以联接，并且所述第一金属导电层与所述驻极体材料层之间相互对置，并具备一定间隙。

通过以上构思，当按压及释放该纸基柔性发电装置时，驻极体材料层与第一金属导电层之间的间隙发生变化，电容也会随着发生变化，并导致电子在电极联通的外电路中振荡，形成交流电流。尤其是，通过较多的实验测试表明，这种纸基的柔性发电装置便于与其他柔性材质结合起来并有效搜集机械能，譬如当将其粘贴于书页上，利用翻动书页来回的动作就能够点亮两个蓝色 LED 或者是液晶显示屏，也证明它具有与柔性电子器件集成并为其提供能源的潜力。此外，该发电装置的基底是纸基材质，可以折叠弯曲、便于加工，并具备成本低廉，污染程度低，发电稳定性好等特点，

因此尤其适用于与其他柔性电子装置的集成及日常生活应用。

作为进一步优选地，所述纸基绝缘层由牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质构成；所述驻极体材料层的材质选自于聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯这些材料中的一种或其组合。

通过选择柔韧性能好的上述纸质材料作为绝缘层，可以相应获得易于弯曲折叠、成本低廉且易于与其他柔性电子器件加工集成的效果；此外，通过适当的驻极体材料，其具备良好的吸附和保存电荷的性能，可以产生高输出功率，同时具有耐磨、耐弯曲和便于加工的特点。

作为进一步优选地，所述第一、第二金属导电层由金、银、铜或者铝等材料构成。

通过将第一、第二金属导电层的材质具体限定为以上类型，较多的对比测试结果表明，其能够与纸基绝缘层及驻极体材料层很好地配合工作，并具备较高的输出功率。

作为进一步优选地，在所述驻极体材料层与第一金属导电层相对置的表面上，加工有多个微纳米量级的凹凸结构。

通过对驻极体材料层表面加工获得多个微纳米级的凹凸结构，可以进一步增加其表面积，从而提高其吸附与保持电荷的能力。相应地，当这种具有微纳米级别凹凸结构的驻极体材料层与第一金属导电层之间的间隙发生变化时，可以得到更高的输出功率。

按照本发明的另一方面，还提供了相应的制造方法，该制造方法包括下列步骤：

(a) 第一组件的制备步骤：

将选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构，并通过磁控溅射或热蒸镀方式在其表面上沉积形成第一

金属导电层，该第一金属导电层的边缘被加工形成第一电极且做引线处理；

(b) 第二组件的制备步骤：

将同样选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构，并通过磁控溅射或热蒸镀方式在其表面上沉积形成第二金属导电层，该第二金属导电层位于边缘处并具备一定面积的导电层被施加保护层，然后通过旋涂或喷涂方式将驻极体材料的悬浮液沉积在其余的表面区域，驻极体材料经过烘干处理发生极化后，去除第二金属导电层边缘处的保护层，并在该位置加工形成第二电极且做引线处理；

(c) 纸基柔性发电装置的封装步骤：

将通过步骤(a)、(b)所制得的第一和第二组件通过封装工艺在其外侧边缘予以联接，并使得第一金属导电层与驻极体材料层之间相互对置，并具备一定间隙。

作为进一步优选地，在步骤(b)中，所述驻极体材料层的材质选自于聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯这些材料中的一种或其组合。

总体而言，按照本发明的纸基柔性发电装置及其制造方法与现有技术相比，主要具备以下的技术优点：

1、通过对纸基发电装置的基底以及产生电流元件的材料和发电工作原理的研究和改进，能够获得较高的输出功率，并可直接用于驱动多种低功率的电子产品；

2、通过采用各类柔韧性较好的纸张直接作为柔性发电装置的基底，相应获得易于弯曲折叠、成本低廉，无污染且便于大批量加工制造的效果；此外，通过选择适当的驻极体材料，其具备良好的吸附和保存电荷的性能，可以产生高输出功率，同时具有耐磨、耐弯曲和便于加工的特点；

3、该纸基柔性发电装置整体采用柔性材料制成，可以折叠弯曲，便于

与其他柔性电子器件进行集成，因此尤其适用于与其他柔性电子装置的集成及日常生活应用。

【附图说明】

图 1 是按照本发明的纸基柔性发电装置的整体结构示意图；

图 2a 是用于显示按照本发明一个优选实施例所制得的纸基柔性发电装置在频率为 40 Hz，激振子推进距离为 1.5 mm 的条件下，其电流、电压以及功率随负载电阻变化的曲线图；

图 2b 是用于显示按照本发明上述实施例所制得的纸基柔性发电装置在频率为 40 Hz，激振子推进距离为 1.5 mm 的条件下，对一个 4.7 μ F 的电容充电的曲线图；

图 3 是用于显示将按照本发明的纸基柔性发电装置譬如粘贴在书页上，通过搜集翻书所产生的机械能来点亮 LED 的电路示意图；

图 4a、4b 分别是用于显示图 3a 电路中流经 LED 的电压、电流随时间变化的曲线图。

在所有附图中，相同的附图标记用来表示相同的元件或结构，其中：

1-第一组件 2-第二组件 11-纸基绝缘层 12-第一金属导电层 13-第一电极 21-纸基绝缘层 22-第二金属导电层 23-驻极体材料层 24-第二电极

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。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。

图 1 是按照本发明的纸基柔性发电装置的整体结构示意图。如图 1 中所示，按照本发明的纸基柔性发电装置主要包括第一组件 1 和第二组件 2，其中第一组件 1 由纸基绝缘层 11（譬如，其材质可直接取自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等这类柔韧性较好的纸张）和沉积在纸基绝缘层 11

一个表面（图示为下表面）上的第一金属导电层 12 组成，并且第一金属导电层的边缘形成有第一电极 13，该第一电极 13 通过引出导线即可与外部电路相连通；类似地，第二组件 2 由纸基绝缘层 21、沉积在该纸基绝缘层 21 表面的第二金属导电层 22 和涂覆在该导电层表面的驻极体材料层 23 共同组成，并且第二金属导电层 22 的边缘形成有第二电极 24，该第二电极 24 同样通过引出导线可与第一电极和外部电路相连通。上述第一、第二组件通过封装工艺在其外侧边缘予以联接，并且第一金属导电层 12 的下表面与驻极体材料层 23 的上表面之间相互对置，并具备譬如呈拱形的一定间距。

当使用该纸基柔性发电装置时，通过从第一、第二电极引线连通，并按压第一和第二组件使其驻极体材料层与第一金属导电层之间的间隙发生变化，在此弯曲和恢复的过程中，电容也会随着发生变化，并导致电子在外部电路中振荡，形成交流电流。例如，大量的测试试验表明，当将此纸基柔性发电装置粘贴于书页上，通过搜集翻动书页所产生的机械能，即可产生一定程度的电流并带动这类发电机点亮两个蓝色 LED 或者液晶显示屏。这证明其能与其他柔性电子器件进行集成，并为其提供能源。此外，由于该发电装置是基于纸基，可以折叠弯曲，便于加工，成本低廉，无污染，发电稳定性好，因此尤其适用于柔性电子学研究领域，也可广泛应用于日常生活。

下面将进一步解释按照本发明的纸基柔性发电装置的基本工作原理。

在不考虑边缘效应下，本发明纸基柔性发电装置等效于平行平板电容。根据麦克斯韦方程组相关公式推导，在平衡时有下列公式 1：

$$U_{BE} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} d_2 + \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_{ip}\varepsilon_0} d_1 + \frac{\sigma}{2\varepsilon_{ip}\varepsilon_0} d_1 - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} d_2 - \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0\varepsilon_{ip}} d_1 - \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} d_2 = U_{TE} = 0$$

其中， U_{BE} 、 U_{TE} 分别为第一、第二金属导电层的电势； σ_1 、 σ_2 和 σ 分别是第一、第二金属导电层和驻极体材料层的表面面密度； d_1 和 d_2 分别是驻极体材料层的厚度和所述间隙的距离； ε_0 为真空介电常数， ε_{ip} 为驻极体材料

层的相对介电常数。

根据电荷守恒有：

$$-\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (\text{公式 2})$$

将公式 2 代入公式 1 中，则有：

$$\sigma_1 = -\frac{\sigma}{1 + \frac{d_1}{d_2 \epsilon_{rp}}} \quad (\text{公式 3})$$

$$Q = \sigma_1 S \quad (\text{公式 4})$$

其中，第一金属导电层表面电荷量为 Q ， S 表示第一与第二金属导电层之间相对置部分的有效面积。

此外，根据电流的定义公式可知：

$$I = \frac{\partial Q}{\partial t} \quad (\text{公式 5})$$

因此根据公式 4、5 可推导得出电流 I 的表达式为：

$$I = -\frac{\sigma S d_1 \epsilon_{rp}}{(d_2 \epsilon_{rp} + d_1)^2} \frac{\partial d_2}{\partial t} \quad (\text{公式 6})$$

根据上述公式以及推论结果可以看出，当第一组件和第二组件间的空气间隙发生变化时，电子会在电极两端的外部电路中来回振荡，进而形成交流电压电流。相应地，本发明中利用上述原理来对纸基柔性发电装置的功能组件及结构进行改变，由此可获得与现有技术相比输出功率更高、性能更加稳定可靠的柔性发电装置。

在一个优选实施例中，纸基绝缘层 11 和 21 的材质可以选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等柔韧性较好的纸张，驻极体材料层 23 的材质可以选自聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯等材料中的一种或其组合，第一与第二金属导电层 12 和 22 可以由金、银、铜、铝等材料中的一种制成。

此外，在另外一个优选实施例中，为了进一步增加驻极体材料层的整体表面积并提高其吸附与保持电荷的能力，可以在其上表面加工形成有许多微纳米级别凹凸结构，譬如平均尺寸为几十纳米到几个微米之间的凹凸结构。测试表明能够使该纸基柔性发电装置具有高的功率输出，符合大多数实际运用场合的需求。

下面将具体描述按照本发明用于制造纸基柔性发电装置的工艺流程。

首先，将选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构，并通过磁控溅射或热蒸镀方式在其表面上沉积形成第一金属导电层，该第一金属导电层的边缘被加工形成第一电极且做引线处理。

接着，将同样选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构（或者直接利用上一步骤所获得的片状纸基），并通过磁控溅射、热蒸镀或者其他方法沉积形成第二金属导电层；该第二金属导电层表面处于其边缘处并具备一定面积的导电层被施加保护层以便在后续工艺中加工形成第二电极，然后通过旋涂、喷涂或者其他方法，将驻极体材料的悬浮液沉积在导电纸的第二金属导电层表面。驻极体材料可选自聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯等材料中的一种或其组合。高温烘干后，对驻极体材料层进行极化。之后去除第二金属导电层边缘的保护层，并在此位置处加工形成第二电极并做引线处理。

最后，对第一和第二组件进行组装处理。将两个组件的外侧边缘相联接，并使得第一金属导电层与驻极体材料层相互对置并具备一定间隙，由此完成了纸基柔性发电装置的制造过程。

按照以上工艺流程制得纸基柔性发电装置后，下面将对其进行一系列的性能测试。

图 2a 显示了按照本发明一个优选实施例所制得的纸基柔性发电装置在频率为 40 Hz，激振子推进距离为 1.5 mm 条件下的电流、电压以及功率随负载电阻变化的曲线图。图中显示，在外部负载电阻不断增加情况下，通过负载的电流不断下降，而两端电压却不断上升，而当外部负载电阻为 40 M Ω 时，纸基柔性发电装置的负载输出峰值功率达到最高值 90.6 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

图 2b 显示了纸基柔性发电装置在频率为 40 Hz，激振子推进距离为 1.5 mm 条件下，对一个 4.7 μF 电容充电的曲线图。从图中可知，在短短 20 秒内就能将此电容两端的电压值提高到 5 V，表明发明的纸基柔性发电装置除了可以直接为电子器件提供能量，还能对储能器件进行充电。

图 3 显示了纸基柔性发电装置粘贴于书页上后，在来回翻书动作的带动下点亮 LED 的电路示意图，其中两个蓝色 LED 反向并联，书页翻开过程中产生的正电信号点亮一个 LED，书页回复过程中产生的负电信号点亮另一个 LED。

图 4a 与 4b 是用于显示纸基柔性发电装置粘贴于书页上，在翻书来回动作的带动下点亮 LED 时经过 LED 电压电流随时间变化的曲线图，图中显示两个蓝色 LED 的门阈电压都在 2.5 V 左右，单个 LED 被点亮时通过其电流要求在 3 μA 以上。

由此可见，本发明涉及的纸基柔性发电装置，其基于驻极体带电，摩擦带电与电容变化发电效应进行工作，并且成本低廉、结构简单、便于使用和大规模生产制造。与已有的其它微型能量收集方法相比，本发明中的纸基柔性发电装置具有电能输出高的特点，同时它的整体结构采用柔性材质，可折叠弯曲，易加工，发电稳定性好，使用寿命长。此外也有利于与其他柔性电子产品集成，甚至可直接安装在人体关节部位或其他常规驱动工具上，通过将机械能转换为电能来为小型低能耗的电子产品直接供能。该纸基柔性发电装置已展示出它良好的应用前景，并在作为力、压强传感器等敏感元件方面同样具备着巨大的应用潜力。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种纸基柔性发电装置，其特征在于，该纸基柔性发电装置包括：

第一组件，该第一组件由纸基绝缘层和沉积于该纸基绝缘层表面的第一金属导电层共同组成，并且所述第一金属导电层的边缘形成有第一电极；

第二组件，该第二组件由纸基绝缘层、沉积于该纸基绝缘层表面的第二金属导电层，以及涂覆在该第二金属导电层表面上的驻极体材料层共同组成，并且所述第二金属导电层的边缘形成有第二电极，其中：

所述第一、第二组件通过封装工艺在其外侧边缘予以联接，并且所述第一金属导电层与所述驻极体材料层之间相互对置，并具备一定间隙。

2、如权利要求1所述的纸基柔性发电装置，其特征在于，所述纸基绝缘层由牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质构成；所述驻极体材料层的材质选自于聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯这些材料中的一种或其组合。

3、如权利要求1或2所述的纸基柔性发电装置，其特征在于，所述第一、第二金属导电层由金、银、铜或者铝等材料构成。

4、如权利要求1-3任意一项所述的纸基柔性发电装置，其特征在于，在所述驻极体材料层与第一金属导电层相对置的表面上，加工有多个微纳米量级的凹凸结构。

5、一种用于制造纸基柔性发电装置的方法，该制造方法包括下列步骤：

(a) 第一组件的制备步骤：

将选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构，并通过磁控溅射或热蒸镀方式在其表面上沉积形成第一金属导电层，该第一金属导电层的边缘被加工形成第一电极且做引线处理；

(b) 第二组件的制备步骤：

将同样选自牛皮纸、绘图纸、书面纸或者铜版纸等材质的纸张切割成所需尺寸的片状结构，并通过磁控溅射或热蒸镀方式在其表面上沉积形成第二金属导电层，该第二金属导电层位于边缘处并具备一定面积的导电层被施加保护层，然后通过旋涂或喷涂方式将驻极体材料的悬浮液沉积在其余的表面区域，驻极体材料经过烘干处理发生极化后，去除第二金属导电层边缘处的保护层，并在该位置加工形成第二电极且做引线处理；

(c) 纸基柔性发电装置的封装步骤：

将通过步骤 (a)、(b) 所制得的第一和第二组件通过封装工艺在其外侧边缘予以联接，并使得第一金属导电层与驻极体材料层之间相互对置，并具备一定间隙。

6、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，在步骤 (b) 中，所述驻极体材料层的材质选自于聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙丙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、乙烯四氟乙烯共聚物、偏氟乙烯三氟乙烯共聚物、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯这些材料中的一种或其组合。

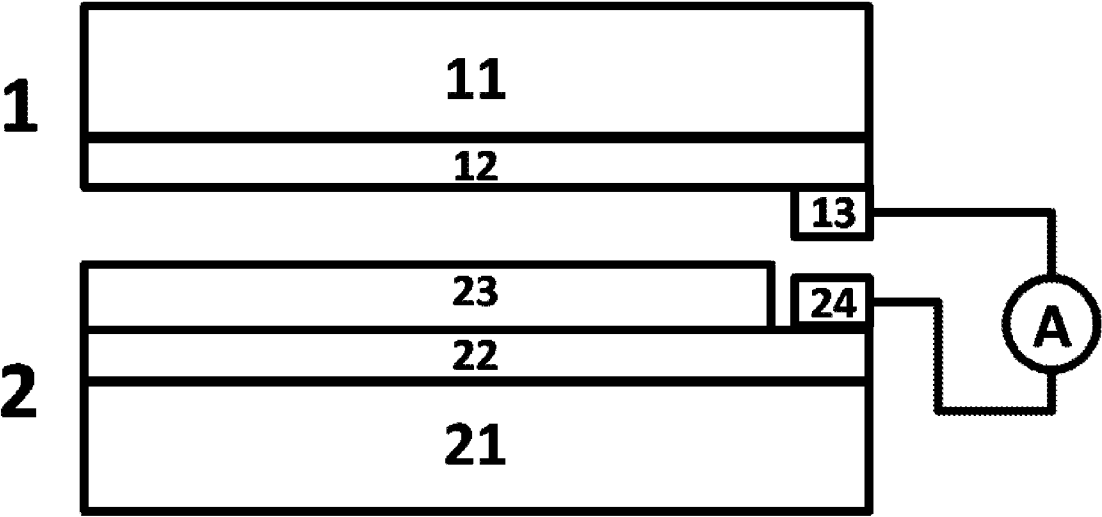


图 1

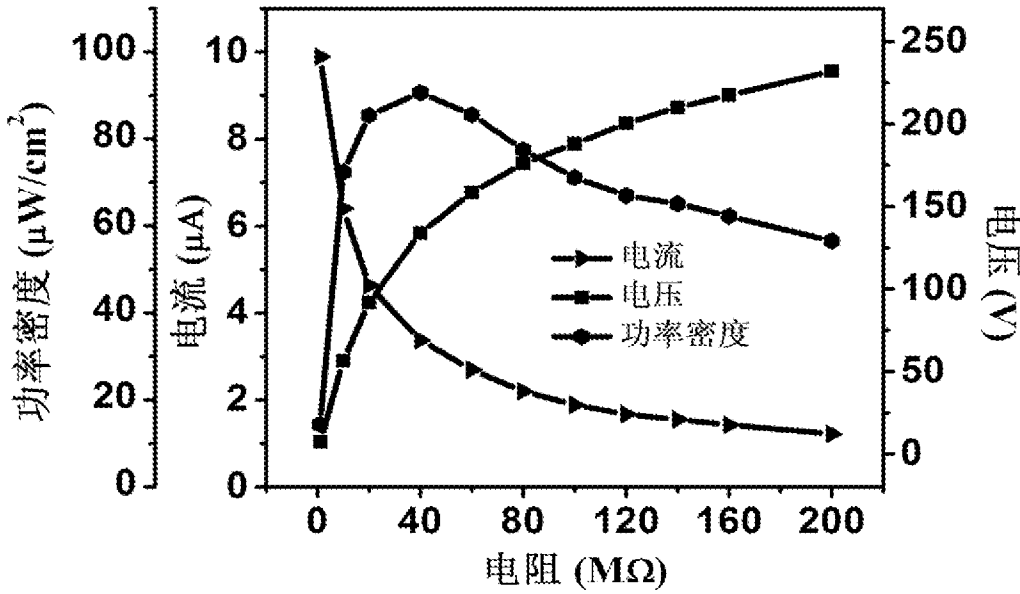


图 2a

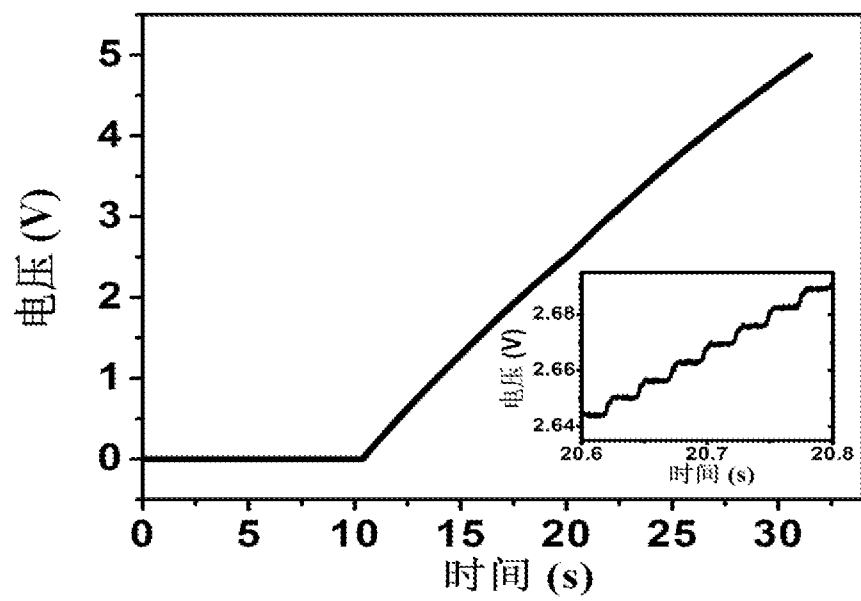


图 2b

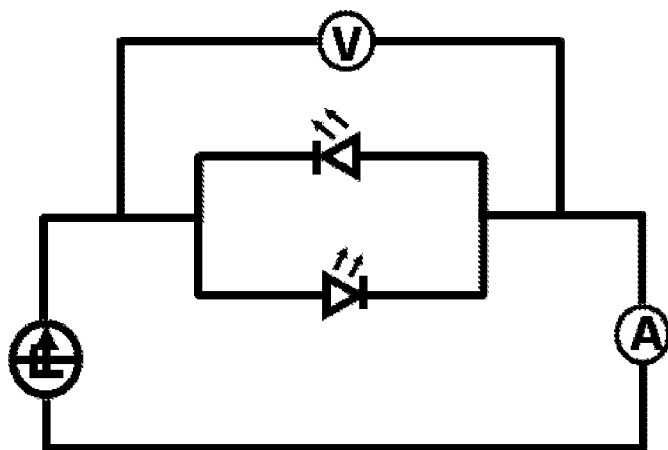


图 3

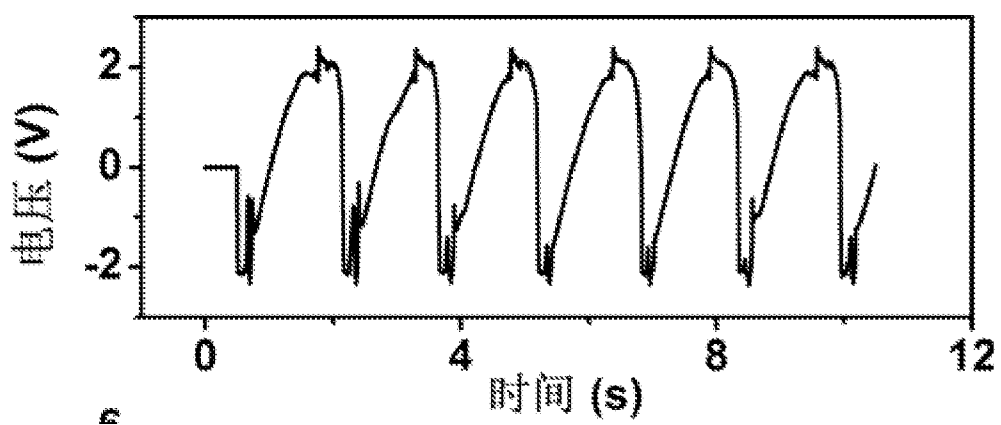


图 4a

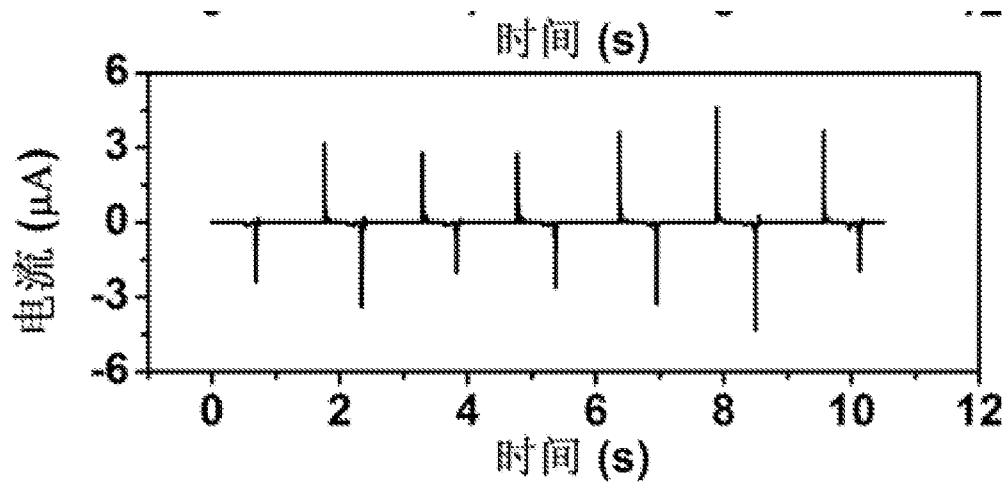


图 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/088372

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)

IPC: 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, EPODOC, WPI, CNKI: power generation, electric conduction, static electricity; generat+, conduct+, insulat+, metal, layer, film, paper, substrate, electret, static, flexible

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102246407 A (OMRON CORP.), 16 November 2011 (16.11.2011), description, paragraphs 0066-0076, and figures 3-4	1-6
Y	KR 20120092466 A (UNIV SUNGKYUNKWAN RES&BUSINESS FOUND), 21 August 2012 (21.08.2012), description, paragraphs 20-26, and figure 1	1-6
Y	CN 102684546 A (NEWNAGY (TANGSHAN) LLC), 19 September 2012 (19.09.2012), description, paragraphs 0017-0018, and figures 1-2	4
PX	CN 103051244 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY), 17 April 2013 (17.04.2013), claims 1-6	1-6
A	JP 2010198991 A (OKI SEMICONDUCTOR CO., LTD. et al.), 09 September 2010 (09.09.2012), the whole document	1-6

☐ 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
12 February 2014 (12.02.2014)

Date of mailing of the international search report
27 February 2014 (27.02.2014)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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

PAN, Li

Telephone No.: (86-10) **62411761**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088372

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102246407 A	16.11.2011	EP 2375557 A1	12.10.2011
		JP 5126038 B2	23.01.2013
		WO 2010067518 A1	17.06.2010
		CA 2746033 A1	17.06.2010
		KR 1236045 B1	21.02.2013
		KR 20110089322 A	05.08.2011
		JP 2010136598 A	17.06.2010
		US 2012169179 A1	05.07.2012
KR 20120092466 A	21.08.2012	None	
CN 102684546 A	19.09.2012	WO 2013170651 A1	21.11.2013
CN 103051244 A	17.04.2013	None	
JP 2010198991 A	09.09.2012	US 2010213789 A1	26.08.2010

国际检索报告

 国际申请号
PCT/CN2013/088372

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)		
IPC: 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,EPODOC,WPI,CNKI: 发电, 导电, 绝缘, 金属, 层, 膜, 纸, 基底, 衬底, 驻极体, 静电, 柔性; generat+, conduct+, insulat+, metal, layer, film, paper, substrate, electret, static, flexible		
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
Y	CN 102246407 A (欧姆龙株式会社) 16.11 月 2011 (16.11.2011) 说明书第 0066-0076 段, 附图 3-4	1-6
Y	KR 20120092466 A (UNIV SUNGKYUNKWAN RES&BUSINESS FOUND) 21.8 月 2012 (21.08.2012) 说明书第 20-26 段, 附图 1	1-6
Y	CN 102684546 A (纳米新能源(唐山)有限责任公司) 19.9 月 2012 (19.09.2012) 说明书第 0017-0018 段, 附图 1-2	4
PX	CN 103051244 A (华中科技大学) 17.4 月 2013 (17.04.2013) 权利要求 1-6	1-6
A	JP 2010198991 A (OKI SEMICONDUCTOR CO LTD 等) 09.9 月 2010 (09.09.2012) 全文	1-6
☐ 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 12.2 月 2014 (12.02.2014)		国际检索报告邮寄日期 27.2 月 2014 (27.02.2014)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 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 潘莉 电话号码: (86-10) 62411761

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/088372

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102246407 A	16.11.2011	EP 2375557 A1	12.10.2011
		JP 5126038 B2	23.01.2013
		WO 2010067518 A1	17.06.2010
		CA 2746033 A1	17.06.2010
		KR 1236045 B1	21.02.2013
		KR 20110089322 A	05.08.2011
		JP 2010136598 A	17.06.2010
		US 2012169179 A1	05.07.2012
KR 20120092466 A	21.08.2012	无	
CN 102684546 A	19.09.2012	WO 2013170651 A1	21.11.2013
CN 103051244 A	17.04.2013	无	
JP 2010198991 A	09.09.2012	US 2010213789 A1	26.08.2010