



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108521237 B

(45)授权公告日 2020.03.31

(21)申请号 201810223961.7

审查员 张江园

(22)申请日 2018.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108521237 A

(43)申请公布日 2018.09.11

(73)专利权人 南京邮电大学

地址 210023 江苏省南京市栖霞区文苑路9号

(72)发明人 徐荣青 易依铮 王迪 陈启山

屈科 常春耘 张宏超

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

32200

代理人 田凌涛

(51)Int.Cl.

H02N 11/00(2006.01)

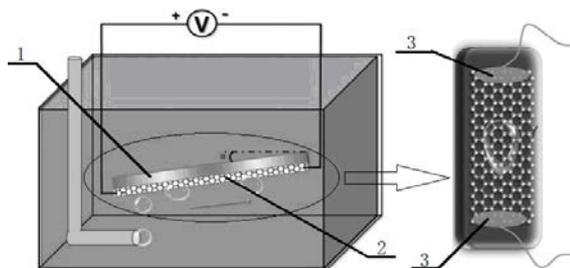
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于石墨烯的运动气泡发电装置及制造方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于石墨烯的运动气泡发电装置及制造方法,当气泡沿石墨烯表面运动时,由于气泡周围的离子在石墨烯表面形成双电层,并在运动气泡的前端和末端进行充放电作用,则在石墨烯的两端产生一个电压,该电压大小与运动气泡的体积成线性关系,极性取决于运动气泡的方向。本发明通过运动的气泡在石墨烯两端产生的电压,实现能量收集,还可用来检测气泡运动速度、方向及体积的大小;整体装置结构简单、经济、环境适应性强,可作为海洋无线传感网自供电装置。



1. 一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,其特征在于:包括绝缘基底(1)、石墨烯薄膜层(2)和正负两电极(3);其中,石墨烯薄膜层(2)覆盖设置于绝缘基底(1)上的其中一表面上,正负两电极(3)分别连接于石墨烯薄膜层(2)上彼此相对的两端上;绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构与水平面互成锐角夹角;正负两电极(3)分别通过导线连接负载的正负极;基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层(2)表面的运动,在与气泡分界面的一侧为石墨烯固体、另一侧为液体的状态下,形成气液固三相接触线在移动,使得气泡周围的离子在石墨烯薄膜层(2)形成双电层,在气泡的前端和末端进行充放电,实现针对负载的供电。

2. 根据权利要求1所述一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,其特征在于:所述绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构与水平面互成30度夹角。

3. 根据权利要求1所述一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,其特征在于:所述绝缘基底(1)采用玻璃制成。

4. 一种针对权利要求1至3中任意一项所述基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤A. 针对所述绝缘基底(1),依次清洗、烘干;

步骤B. 在绝缘基底(1)上其中一表面上转移石墨烯薄膜层(2);

步骤C. 在石墨烯薄膜层(2)上彼此相对的两端分别连接所述正负两电极(3)并针对正负两电极(3)分别连接导线;

步骤D. 将绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底(1)和石墨烯薄膜层(2)所构整体结构与水平面互成锐角夹角;

步骤E. 将分别连接正负两电极(3)的两导线的另一端连接负载的正负极,基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层(2)表面的运动,气泡周围的离子在石墨烯薄膜层(2)形成双电层,在气泡的前端和末端进行充放电,实现针对负载的供电。

5. 根据权利要求4所述一种针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,其特征在于,所述步骤A中,针对所述绝缘基底(1),采用乙醇和超纯水进行清洗,并烘干。

6. 根据权利要求4所述一种针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,其特征在于,所述步骤B包括如下步骤:

步骤B1. 在铜箔上制造层数为1层或多层的石墨烯薄膜,并进入步骤B2;

步骤B2. 针对覆盖有石墨烯薄膜的铜箔的表面,悬涂4wt%的聚甲基丙烯酸甲酯溶液,并待挥发后,进入步骤B3;

步骤B3. 将覆盖有石墨烯薄膜的铜箔置于蚀刻液中进行浸泡,直至铜箔完全溶解,获得漂浮于蚀刻液上的石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层,并进入步骤B4;

步骤B4. 针对石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层进行清洗,并转移到所述绝缘基底(1)上的其中一表面上,并进入步骤B5;

步骤B5. 采用丙酮溶解去除绝缘基底(1)上石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层中的聚甲基丙烯酸甲酯。

7. 根据权利要求6所述一种针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,其特征在于,所述步骤B3中,将覆盖有石墨烯薄膜的铜箔置于质量比为 $\text{CuSO}_4:\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}=1:5:5$ 的蚀

刻液中进行浸泡。

## 一种基于石墨烯的运动气泡发电装置及制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于石墨烯的运动气泡发电装置及制造方法,属于收集环境能量的自供电技术领域。

### 背景技术

[0002] 海洋观测网是一个海洋大国必须具备的基础设施,可实现从海底向海面的全天候、实时和高分辨率的多界面立体综合观测。无线传感器网络技术是海洋观测网技术的基础,无线传感器网络是新一代的传感器网络,综合了传感器技术、嵌入式计算技术、分布式信息处理技术和通信技术,它的应用和发展将会给人类生产和生活的各个领域带来深远的影响。但是电源供电问题直接影响其性能和生存时间,是限制其实际应用的关键性问题。通过采集环境中的能量自供电来补充供给本身的能耗,可以在很大程度上缓解能量瓶颈。所谓“自供电”或“能量采集”(Self-powered or Energy harvesting)就是将环境中存在的某些形式的能量(如光、热、机械、电磁、生化能、风能等)转化为电能,为应用电子系统供电。而采集哪一种形式的能量转换成电能,则取决于传感器所处的环境。日前利用机械振动和光能的能量收集技术研究比较多,而海洋观测网的无线传感器节点置于海水环境中,应采集海水流动的能量,因此作为最基础的供电,若能提供更多、更稳定的供电方式,将对海洋观测起到很大的推进作用。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,基于在石墨烯表面产生运动的气泡,实现无源供电工作,提高供电工作效率。

[0004] 本发明为了解决上述技术问题采用以下技术方案:本发明设计了一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,包括绝缘基底、石墨烯薄膜层和正负两电极;其中,石墨烯薄膜层覆盖于绝缘基底的其中一表面上,正负两电极分别连接于石墨烯薄膜层上彼此相对的两端上;绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构与水平面互成锐角夹角;正负两电极分别通过导线连接负载的正负极;基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层表面的运动,气泡周围的离子在石墨烯薄膜层形成双电层,在气泡的前端和末端进行充放电,实现针对负载的供电。

[0005] 作为本发明的一种优选技术方案:所述绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构与水平面互成30度夹角。

[0006] 作为本发明的一种优选技术方案:所述绝缘基底采用玻璃、石英、橡胶或塑料中的任意一种制成。

[0007] 与上述相对应,本发明还要解决的技术问题是提供一种针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,同样基于在石墨烯表面产生运动的气泡,实现无源供电工作,提高供电工作效率。

[0008] 本发明为了解决上述技术问题采用以下技术方案:本发明设计了一种针对基于石

墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,包括如下步骤:

[0009] 步骤A.针对所述绝缘基底,依次清洗、烘干;

[0010] 步骤B.在绝缘基底上其中一表面上转移石墨烯薄膜层;

[0011] 步骤C.在石墨烯薄膜层上彼此相对的两端分别连接所述正负两电极并针对正负两电极分别连接导线;

[0012] 步骤D.将绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底和石墨烯薄膜层所构整体结构与水平面互成锐角夹角;

[0013] 步骤E.将分别连接正负两电极的两导线的另一端连接负载的正负极,基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层表面的运动,气泡周围的离子在石墨烯薄膜层形成双电层,在气泡的前端和末端进行充放电,实现针对负载的供电。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案:所述步骤A中,针对所述绝缘基底,采用乙醇和超纯水进行清洗,并烘干。

[0015] 作为本发明的一种优选技术方案,所述步骤B包括如下步骤:

[0016] 步骤B1.在铜箔上制造层数为1层或多层的石墨烯薄膜,并进入步骤B2;

[0017] 步骤B2.针对覆盖有石墨烯薄膜的铜箔的表面,悬涂4 wt%的聚甲基丙烯酸甲酯溶液,并待挥发后,进入步骤B3;

[0018] 步骤B3.将覆盖有石墨烯薄膜的铜箔置于蚀刻液中进行浸泡,直至铜箔完全溶解,获得漂浮于蚀刻液上的石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层,并进入步骤B4;

[0019] 步骤B4.针对石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层进行清洗,并转移到所述绝缘基底上的其中一表面上,并进入步骤B5;

[0020] 步骤B5.采用丙酮溶解去除绝缘基底上石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层中的聚甲基丙烯酸甲酯。

[0021] 作为本发明的一种优选技术方案:所述步骤B3中,将覆盖有石墨烯薄膜的铜箔置于质量比为 $\text{CuSO}_4:\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}=1:5:5$ 的蚀刻液中进行浸泡。

[0022] 本发明所述一种基于石墨烯的运动气泡发电装置及制造方法采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:本发明设计基于石墨烯的运动气泡发电装置,当气泡沿石墨烯表面运动时,由于气泡周围的离子在石墨烯表面形成双电层,并在运动气泡的前端和末端进行充放电作用,则在石墨烯的两端产生一个电压,该电压大小与运动气泡的体积成线性关系,极性取决于运动气泡的方向,通过运动的气泡在石墨烯两端产生的电压,实现能量收集,并实现了石墨烯器件部分的无源工作;还可用来检测气泡运动速度、方向及体积的大小;除此之外,本发明设计针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,整个过程简单,适合于表面贴装等大规模生产。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明所设计基于石墨烯的运动气泡发电装置的结构示意图;

[0024] 图2是本发明所设计发电装置应用于实施例1中石墨烯不同倾角下运动气泡所产生的电压变化示意图;

[0025] 图3是本发明所设计发电装置应用于实施例2中不同体积运动气泡产生电压的示意图;

[0026] 图4是本发明所设计发电装置应用于实施例3中电压关系示意图。

[0027] 其中,1.绝缘基底,2.石墨烯薄膜层,3.电极。

### 具体实施方式

[0028] 下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0029] 如图1所示,本发明设计了一种基于石墨烯的运动气泡发电装置,实际应用中,具体包括绝缘基底1、石墨烯薄膜层2和正负两电极3;其中,实际应用设计中,绝缘基底1采用玻璃、石英、橡胶或塑料中的任意一种制成;石墨烯薄膜层2覆盖设置于绝缘基底1上的其中一表面上,正负两电极3分别连接于石墨烯薄膜层2上彼此相对的两端上;绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构置于离子溶液当中,且绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构与水平面互成锐角夹角,实际应用中,这里具体设计绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构与水平面互成30度夹角;正负两电极3分别通过导线连接负载的正负极;基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层2表面的运动,气泡周围的离子在石墨烯薄膜层2形成双电层,在气泡的前端和末端进行充放电,实现针对负载的供电。

[0030] 上述的金属电极3可以是金、银、铜、钛、铝或铂,或者是其他高导电薄膜,如铟锡氧化物半导体透明导电膜(ITO)。

[0031] 上述的石墨烯薄膜层2制备方法,石墨烯薄膜层2可以通过大面积生长方法获得后转移到所需基底,可能使用的大面积生长方法如化学气相沉积(CVD),等离子增强化学气象沉积(PECVD)、金属表面外延等。石墨烯薄膜层2的面积大小依照应用需求的不同可以为几平方厘米到几十平方厘米。

[0032] 上述的制备电极3的方法可以是直接涂布导电胶,也可以使用标准丝网印刷工艺,或离子溅射、电子束蒸发、热蒸镀或磁控溅射等真空镀膜工艺。

[0033] 上述的液体种类可以是盐溶液、酸溶液、碱溶液等任何含离子的液体。

[0034] 具体地,本发明设计了一种针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法,实际应用中,具体包括如下步骤:

[0035] 步骤A.针对所述绝缘基底1,采用乙醇和超纯水进行清洗,并烘干。

[0036] 步骤B.在绝缘基底1上其中一表面上转移石墨烯薄膜层2。

[0037] 其中,步骤B实际应用中,具体包括如下步骤:

[0038] 步骤B1.在铜箔上制造层数为1层或多层的石墨烯薄膜,并进入步骤B2。

[0039] 上述步骤B1实际应用中,具体操作为:控制氢气流速为20sccm,氩气流速为60sccm,管式炉以50℃/min升温到1000℃,当温度达到1000℃时,保持10min,这样能够还原铜箔表面的氧化物;之后调节氢气和氩气的流速分别为10sccm和30sccm,然后使用鼓泡器通入乙醇,维持20min生长时间,从而在铜箔表面生长2D石墨烯。反应结束后,关闭鼓泡器开关,关闭氢气,将氩气流速调至100sccm,关闭管式炉,降温速率控制在20℃/min左右。

[0040] 步骤B2.针对覆盖有石墨烯薄膜的铜箔的表面,悬涂4wt%的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)溶液,并待挥发后,进入步骤B3。

[0041] 步骤B3.将覆盖有石墨烯薄膜的铜箔置于质量比为CuSO<sub>4</sub>:HCl:H<sub>2</sub>O=1:5:5的蚀刻液中进行浸泡,直至铜箔完全溶解,获得漂浮于蚀刻液上的石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)层,并进入步骤B4。

[0042] 步骤B4. 针对石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯层进行清洗, 并转移到所述绝缘基底1上的其中一表面上, 并进入步骤B5。

[0043] 步骤B5. 采用丙酮溶解去除绝缘基底1上石墨烯-聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 层中的聚甲基丙烯酸甲酯。

[0044] 步骤C. 在石墨烯薄膜层2上彼此相对的两端分别连接所述正负两电极3并针对正负两电极3分别连接导线。

[0045] 步骤D. 将绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构置于离子溶液当中, 且绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构与水平面互成锐角夹角。

[0046] 步骤E. 将分别连接正负两电极3的两导线的另一端连接负载的正负极, 基于离子溶液中气泡在石墨烯薄膜层2表面的运动, 气泡周围的离子在石墨烯薄膜层2形成双电层, 在气泡的前端和末端进行充放电, 实现针对负载的供电。

[0047] 将本发明所设计基于石墨烯的运动气泡发电装置, 应用于实施例1当中, 将所设计运动气泡发电装置中绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构完全沉浸溶液中, 有石墨烯薄膜层2的一面朝下, 和水平面成30度斜放, 两电极3一端布置在高端, 另一端在低端; 将石墨烯薄膜层2两端的正负两电极3接电压表表头, 用气泡发生装置生成体积为0.8ml的气泡, 气泡沿石墨烯薄膜层2表面上移, 将放置成不同的角度, 测得的对应电压信号如图2, 可见发电效果与石墨烯的放置角度有关。

[0048] 再将本发明所设计基于石墨烯的运动气泡发电装置, 应用于实施例2当中, 将所设计运动气泡发电装置中绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构以一固定角度, 完全沉浸溶液中, 分别测试不同体积的运动气泡对应电压信号见图3, 可见发电效果与气泡的体积有关。

[0049] 最后将本发明所设计基于石墨烯的运动气泡发电装置, 应用于实施例3当中, 针对2片相同尺寸的绝缘基底1和石墨烯薄膜层2所构整体结构, 以串联的方式连接, 并与水平面成30角度、完全沉浸溶液中, 气泡的体积为0.8ml, 测得的电压信号见图4, 可以看到在2片石墨烯薄膜层2所连整体的两端可以产生高达11毫伏以上的电压, 可见采用串联的方式可提高输出电压。

[0050] 如此, 本发明所设计基于石墨烯的运动气泡发电装置, 当气泡沿石墨烯表面运动时, 由于气泡周围的离子在石墨烯表面形成双电层, 并在运动气泡的前端和末端进行充放电作用, 则在石墨烯的两端产生一个电压, 该电压大小与运动气泡的体积成线性关系, 极性取决于运动气泡的方向, 通过运动的气泡在石墨烯两端产生的电压, 实现能量收集, 并实现了石墨烯器件部分的无源工作; 还可用来检测气泡运动速度、方向及体积的大小; 除此之外, 本发明设计针对基于石墨烯的运动气泡发电装置的制造方法, 整个过程简单, 适合于表面贴装等大规模生产。

[0051] 上面结合附图对本发明的实施方式作了详细说明, 但是本发明并不限于上述实施方式, 在本领域普通技术人员所具备的知识范围内, 还可以在不脱离本发明宗旨的前提下做出各种变化。

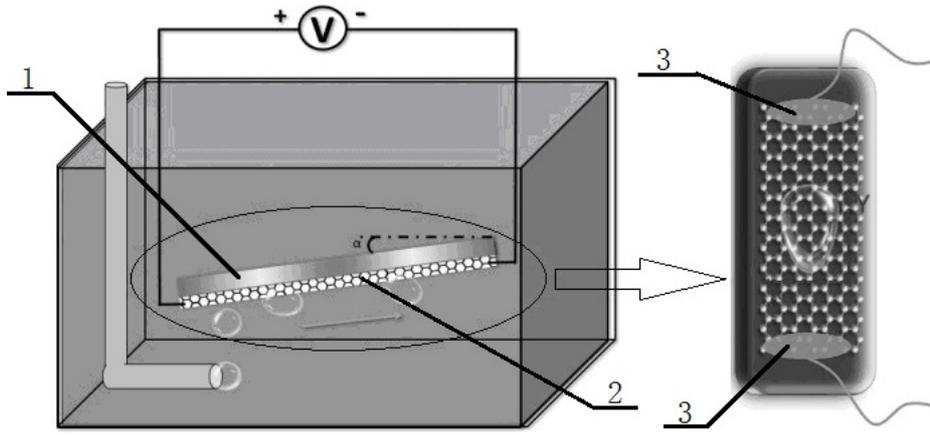


图1

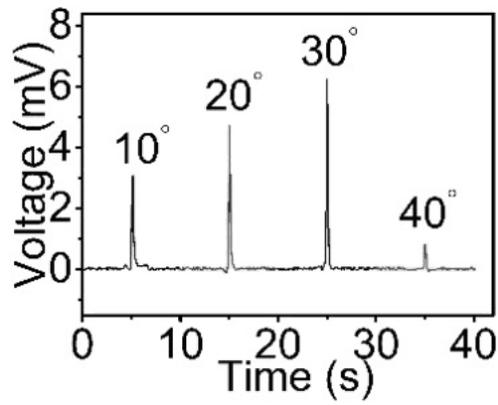


图2

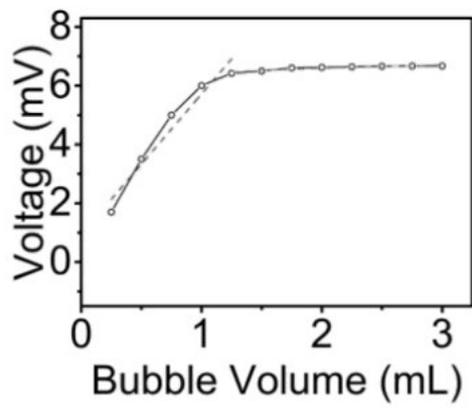


图3

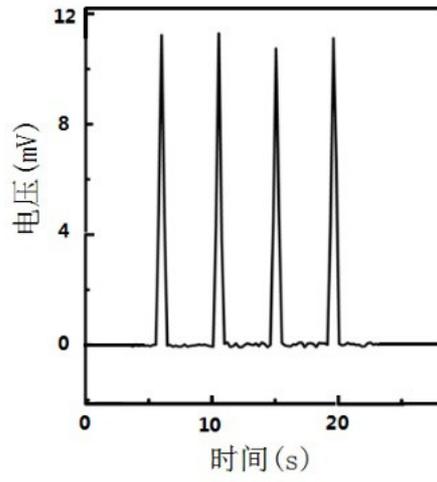


图4