

(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
2019 年 6 月 20 日 (20.06.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/113842 A1

(51) 国际专利分类号:
G21H 1/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/115954

(22) 国际申请日: 2017 年 12 月 13 日 (13.12.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳贝塔能量技术有限公司
(**SHENZHEN BETARY TECHNOLOGIES CO., LTD**)
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新南一道 9 号中国科技开发院孵化中心楼 711 室, Guangdong 518057 (CN)。 厦门大学深圳研究院(**SHENZHEN RESEARCH INSTITUTE OF XIAMEN UNIVERSITY**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市高新区虚拟大学园 A600-602, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 陈继革 (**CHEN, Jige**); 中国广东省深圳市南山区高新南一道 9 号中科研发园孵化大楼 711 室, Guangdong 518057 (CN)。 伞海生 (**SAN, Haisheng**); 中国广东省深圳市高新区虚拟大学园 A600-602, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京市领专知识产权代理有限公司 (**BEIJING LINGZHUAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD**); 中国北京市海淀区花园东路 30 号花园饭店 5 号楼 5418 室杨兵, Beijing 100083 (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, 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,

(54) Title: QUANTUM DOT BETAVOLTAIC BATTERY

(54) 发明名称: 一种量子点贝塔伏特电池

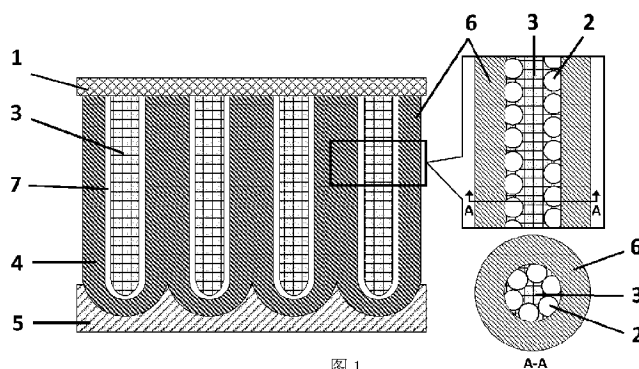


图 1

(57) Abstract: A quantum dot betavoltaic battery, comprising a semiconductor nanotube array film (4) between a bottom electrode (5) and a top electrode (1). The inner wall of each semiconductor nanotube is coated with a quantum dot layer (7). The quantum dot layer (7) is coated with a solid isotope radiation source layer (3), or the tubular space enclosed by the quantum dot layer (7) is filled with a gas or liquid isotope radiation source. The introduction of quantum dots to the semiconductor nanotube improves the short-circuit current and the open-circuit voltage as well as the energy conversion efficiency of the betavoltaic battery.

(57) 摘要: 一种量子点贝塔伏特电池, 其包括置于底部电极(5)和顶部电极(1)之间的半导体纳米管阵列薄膜(4), 所述半导体纳米管的管内壁上涂有量子点层(7), 所述量子点层(7)上又涂有固态同位素辐射源层(3), 或者所述量子点层(7)所围成的管状空间填充有气态或液态同位素辐射源。向半导体纳米管中引入量子点, 提高了贝塔伏特电池的短路电流和开路电压以及能量转换效率。

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))。

一种量子点贝塔伏特电池

技术领域

本发明属于同位素电池领域，具体涉及一种量子点贝塔伏特电池。

背景技术

随着物联网技术的发展，能源供给装置的微型化、集成化成为微型传感系统发展中迫切需要解决的问题。同时，越来越多的微传感系统需要被置于特殊的环境下使用，如深海、深空、地下、极地、荒漠等。这些环境往往需要长寿命、免维护和高可靠的电源系统。目前传统的能源由于各自的缺点很难满足使用要求。例如，化学电池能量密度低，高低温性能不稳定，需要频繁地充电。微型燃料电池效率较高，但电池体积大，需要定期向电池内输入燃料。太阳能电池输出功率强度依赖于外部光照和电池板面积。因此，传统的电池并不适用于特殊环境下的电子设备的使用。

同位素电池是利用放射性同位素衰变释放的能量转换成电能的自主发电装置，具有能量密度高、寿命长、工作可靠、环境适应性强、无需维护等特点，目前已成为核能源研究的重要方向，其在医学、军事、航空、民用领域等有广阔的应用前景。

将同位素辐射衰变能转换为电能主要有 4 种转换机制：热电转换式、直接充电式、直接能量转换式、间接能量转换式。热电转换式同位素电池使用高能辐射源，使用成本高、难于微型化。直接充电式同位素电池电流很小，驱动能力极弱。间接转换式同位素电池转换效率普遍偏低（ $<1\%$ ）。直接能量转换式同位素电池（又称贝塔伏特电池或 β 伏特电池）利用贝塔伏特效应，通过收集低能 β 辐射粒子在半导体材料中激发出的电子和空穴，从而实现电流倍增，可极大地提高了电流密度和转换效率。 β 伏特同位素电池的能量转换效率随半导体材料禁带宽度的增加而提高，其最高理论的能量转换效率可达到 32%。虽然贝塔伏特电池有较高的理论能量转换效率，但目前技术实现的转化效率仍低于 5%，远未达到工程应用的程度。因此，如何提高贝塔伏特电池的能量转换效率是目前研究的当务之急。

宽禁带半导体可增大贝塔伏特电池的开路电压，提高电池的输出功率。同

时，宽禁带半导体有高的辐射损伤阈值，具有抗辐射损伤能力强的特点。纳米管/孔材料具有高的比表面积，可极大地提高辐射源与半导体材料的接触面积，从而提高贝塔伏特电池能量转换效率和输出功率。厦门大学的 San 等人利用宽禁带半导体 TiO₂ 三维纳米多孔阵列结构制备了镍-63 (Ni-63) 贝塔伏特电池，最大有效转化效率达到 7.3% (Qiang Zhang, Ranbin Chen, Haisheng San, Guohua Liu, Kaiying Wang, “Betavoltaic effect in titanium dioxide nanotube arrays under build-in potential difference”, Journal of Power Sources, Vol.282:529-533, 2015)。但该能量转换效率仍然偏低，人们迫切希望进一步提高能量转换效率。

发明内容

本发明第一方面提供了一种量子点贝塔伏特电池，其包括置于底部电极 5 和顶部电极 1 之间的半导体纳米管阵列薄膜 4，所述半导体纳米管的管内壁上涂有量子点层 7，所述量子点层 7 上又涂有固态同位素辐射源层 3，或者所述量子点层 7 所围成的管状空间填充有气态或液态同位素辐射源。

优选地，所述固态同位素辐射源层 3 也可以充满所述量子点层 7 所围成的管状空间。

其中，所述半导体纳米管阵列薄膜 4 是由多个相互平行的纳米管并排排列而成。

其中，所述量子点层 7 和所述同位素辐射源层 3 为连续层或离散层或二者的组合。其可以是一层或多层。

优选地，所述半导体纳米管阵列薄膜 4 为禁带宽度大于 2.3eV 的晶态宽禁带半导体薄膜，其中半导体材料可以是半导体金属氧化物、半导体化合物和半导体单质中的至少一种。优选地，构成所述纳米管的材料包含二氧化钛、氧化锌、二氧化锆、氧化镉、五氧化二铌、氧化铈、三氧化二镓、二氧化锡、三氧化钨、碳化硅、氮化镓、镓氮、磷化镓、氮化镓、氮化铝、磷化铝、砷化铝等、二硫化钼、硫化镉、硫化锌、硫化镁、硒化锌、硒化镁、金刚石等。

优选地，所述半导体纳米管的管直径为 10nm - 1000nm，管长为 200nm - 100μm。

优选地，所述量子点层 7 为由半径不大于激子波尔半径的半导体材料纳米晶粒所组成的层。量子点是指半径小于或接近于激子玻尔半径的准零维纳米晶粒，其内部的电子在各个方向上的运动都受到限制，这赋予了它独特的性能。所述量子点的尺寸在 1 ~ 100 nm 范围。通过适合的量子点材料的选择和调控量子点的尺寸可以改变量子点的能带结构以匹配宽禁带半导体纳米管/孔能带结构，实现贝塔辐射的多激子效，并通过量子点和纳米管/孔接触界面的异质结和量子点之间的量子隧道效应增强载流子的分离和传输。

构成所述量子点的所述半导体材料可以选自二氧化钛、氧化锌、二氧化锆、氧化镉、五氧化二铌、氧化铈、三氧化二镓、三氧化二铟、二氧化锡、三氧化钨、铟锡氧、镉铟氧、镉锡氧、碳化硅、氮化镓、铟镓氮、磷化镓、氮化铟、氮化铝、磷化铝、砷化铝、硫化镉、硫化锌、硫化镁、硒化锌、硒化镁、硫化镉、硒化镉、碲化镉、砷化铟、磷化铟、硫化锌、硫化铅、硒化铅、硫化铜、二硫化钼、铜铟硫、三硫化二锑、三硫化二铋、富勒烯、石墨烯或碳。所述的量子点材料的制备方法包括原位生长法和非原位生长法两种。原位生长法是在宽禁带半导体纳米管/孔上直接生长并沉积量子点的一种方法，包括化学浴沉淀法（chemical bath deposition，CBD）和连续离子层吸附与反应法（successive ionic layer absorption and reaction，SILAR）。非原位生长法是先合成量子点，再将量子点沉积宽禁带半导体纳米管/孔上，包括直接吸附和连接剂辅助吸附两种。

其中，所述同位素辐射源为在衰变时能够辐射贝塔粒子的辐射源，其半衰期不低于 5 年。为防止半导体材料的辐射损伤，贝塔粒子的平均能量不高于 250KeV。所选的材料可包括氢-3（氚）、镍-63、碳-14、钴-60、钷-146、铈-90、铈-137 中的至少一种。氢-3（氚）、镍-63、碳-14、钴-60、钷-146、铈-90、铈-137 中的至少一种。可以选用单质或化合态的同位素。所述同位素辐射源材料可以是单一元素材料，也可是同位素与其他材料复合的材料。同位素辐射源的物理形态可以是固体、气体或液体。所述同位素辐射源材料沉积在量子点修饰的纳米管/孔里的方法包括原位生长法和非原位生长法两种。原位生长法是在宽禁带半导体纳米管/孔上直接生长并沉积同位素辐射源材料的一种方法，包括化学镀、电化学镀、原子层 CVD 沉积、高温高压扩散、等离子诱导注入、

磁控溅射、电子束/热蒸发等。非原位生长法是先合成同位素辐射源材料，再将同位素辐射源材料沉积到纳米管/孔里，包括直接吸附和连接剂辅助吸附两种。

其中，所述顶部电极 1 和底部电极 5 各自独立地选自金属、半导体、石墨、石墨烯、导电聚合物或导电浆料。顶部电极和底部电极可以是同种材料，也可以是不同种材料。当使用不同导电材料时，由于材料的功函数的不同，可以在宽禁带半导体纳米管/孔阵列薄膜上下两极板间形成接触电势差，强的极板电场有利于电子-空穴对的分离。

本发明的有益效果：

通过向半导体纳米管内壁上引入量子点，利用量子点的限域效应和量子隧道效应使半导体带隙中产生中间能带，从而拓宽吸光范围，并通过碰撞电离效应，可以使吸收的一个高能粒子产生多个电子-空穴对即多激子效应；还通过量子隧道效应增强载流子的输运和分离，降低载流子复合几率。这些都大大提高了贝塔伏特电池的能量转换效率，其最高理论能量转换效率可达到 66%，远远超过常规贝塔伏特电池 32% 的理论最高能量转换效率。

附图说明

图 1 为本发明的量子点贝塔伏特电池的第一实施例的结构示意图；

图 2 为本发明的量子点贝塔伏特电池的第二实施例的结构示意图；

图 3 为本发明的多组量子点贝塔伏特电池的多单元串并联堆垛封装示意图。

其中各附图标记表示以下含义：

1-顶部电极；2-量子点；3-同位素辐射源层；4-半导体纳米管阵列薄膜；5-底部电极；6-纳米管；7-量子点层；8-外接负载；9-储电系统；10-量子点贝塔伏特电池单元；11-导线。

具体实施方式

提供以下实施例旨在说明本发明的内容，而不是对本发明保护范围的进一

步限定。

实施例 1

图 1 为本发明所述的量子点贝塔伏特电池的第一实施例的结构示意图。如图 1 所示，所述的量子点贝塔伏特电池结构包括顶部电极 1、量子点 2、同位素辐射源 3、纳米管阵列薄膜 4、底部电极 5。

本实施例所述纳米管阵列薄膜 4 是由多个平行的纳米管 6 与底部电极 5 垂直堆积而成。所述的纳米管阵列薄膜 4 的材料为宽禁带半导体二氧化钛；所述的量子点 2 附着在纳米管壁的内外表面形成量子点层 7；所述的同位素辐射源 3 沉积在量子点层 7 的表面；所述顶部电极 2 的材料为金，底部电极为钛片；所述同位素辐射源为镍-63。

本实施例所述量子点贝塔伏特电池的制备方法，包含以下步骤：

(1) 纳米管阵列薄膜的制备：以金属钛片为阳极，铂金属片为阴极，以氟化胺和乙二醇的混合液为电解液，利用电化学阳极氧化工艺在金属钛片上制备二氧化钛纳米管阵列薄膜，纳米管直径为 10 nm ~ 1000 nm，，纳米管深度为 200 nm ~ 100 μm。然后把样品放在惰性气氛或氢气气氛中进行高温退火；纳米管的基底钛片作为电池的底部电极；

(2) 量子点修饰的纳米管阵列薄膜制备：将二氧化钛纳米管阵列薄膜在含有硝酸镉的阳离子反应物溶液中放置一段时间，取出后用去离子水冲洗，然后在含有硫化钠阴离子反应物溶液中放置一段时间，使吸附的镉离子与溶液中硫离子充分反应生成一定尺寸的硫化镉量子点，即完成一次沉积循环。如果需要，也可经过多次沉积循环后可形成多层沉积；

(3) 同位素辐射源在量子点表面的沉积：以含镍-63 离子的溶液为电解液，利用电化学电镀技术，把镍-63 金属电镀在量子点修饰的二氧化钛纳米管里；

(4) 顶部电极的制备：利用磁控溅射技术在纳米管阵列薄膜表面制备金电极层，电极材料在纳米管顶部与量子点层和镍-63 层充分接触。金电极层的厚度为 5nm ~ 300nm。

该实施例中的量子点贝塔伏特电池的能量转换效率为 22%。

实施例 2

图 2 为本发明的量子点贝塔伏特电池的第二实施例的结构示意图；如图 2 所示，所述的量子点贝塔伏特电池结构包括顶部电极 1、量子点 2、同位素辐射源 3、纳米管阵列薄膜 4、底部电极 5。

本实施例所述纳米管阵列薄膜 4 是由多个平行的纳米管 6 与底部电极 5 垂直堆积而成。所述的纳米管阵列薄膜 4 的材料为宽禁带半导体碳化硅；所述的量子点 2 附着在纳米管壁的内表面形成量子点层 7；所述的同位素辐射源 3 沉积在量子点修饰的碳化硅纳米管里；所述顶部电极 1 材料为金，底部电极 5 的材料为镍金复合层；所述同位素辐射源为氟化化合物。

本实施例所述的量子点贝塔伏特电池的制备方法，包含以下步骤：

(1) 底部电极的制备：通过磁控溅射技术在碳化硅晶片表面沉积镍金复合金属层为电极。电极厚度在 100nm ~ 500nm；

(2) 纳米管阵列薄膜的制备：以碳棒为阴极，碳化硅晶片为阳极，以氢氟酸、水和乙醇的混合液为电解质，利用电化学阳极氧化技术在碳化硅晶片上制备碳化硅纳米管阵列薄膜，纳米管直径为 10 nm ~ 1000 nm，薄膜厚度在 200nm ~ 100 μ m；

(3) 量子点修饰的纳米管阵列薄膜制备：把提前制备好的硫化铅量子点与甲苯溶液、全氟磺酸溶液和无水乙醇混合，经室温超声处理后，得到最终的混合溶液。将碳化硅纳米管阵列薄膜列置于真空旋涂仪上，将量子点混合溶液液滴滴在制备碳化硅纳米管阵列薄膜上，通过旋涂的作用，混合溶液就均匀覆盖在碳化硅纳米管阵列的表面。最后在室温下自然晾干；

(4) 顶部电极的制备：利用磁控溅射技术在碳化硅纳米管阵列薄膜表面制备金电极层，电极材料在纳米管顶部与量子点层充分接触。金电极层的厚度为 5nm ~ 300nm，管口未被堵塞；

(5) 同位素辐射源在量子点表面的沉积：将含有氟化化合物的有机溶剂滴注到限定区域的金电极/量子点/碳化硅纳米管阵列结构薄膜的表面。经烘干

后，氟化化合物附着在量子点修饰的纳米管里。

该实施例中的量子点贝塔伏特电池的能量转换效率为 20%。

实施例 3

图 3 为本发明的多单元量子点贝塔伏特电池的多单元串并联堆垛封装示意图。如图 3 所示，将多个实施例 1 或实施例 2 所述的量子点贝塔伏特电池单元通过串并联的方式多层堆垛集成封装，主要包括外接负载 8、储电系统 9、量子点贝塔伏特电池单元 10 以及外接导线 11。

多组量子点贝塔伏特电池多单元的串并联多层堆垛集成封装的具体方法为：以实施例 1 或 2 所述量子点贝塔伏特电池单元依次堆垛串联，然后将多组堆垛串联的电池组进行并联形成串并联混合集成封装的具有高输出功率和高输出电压的电池。通过将集成封装的量子点贝塔伏特电池与储电系统连接，实现贝塔辐射能量转换的电量收集、管理和应用。

权利要求书

1、一种量子点贝塔伏特电池，其特征在于，其包括置于底部电极（5）和顶部电极（1）之间的半导体纳米管阵列薄膜（4），所述半导体纳米管的管壁上涂有量子点层（7），所述量子点层（7）上又涂有固态同位素辐射源层（3），或者所述量子点层（7）所围成的管状空间填充有气态或液态同位素辐射源。

2、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述固态同位素辐射源层（3）充满所述量子点层（7）所围成的管状空间。

3、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述半导体纳米管阵列薄膜（4）是由多个相互平行的纳米管并排排列而成。

4、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述量子点层（7）和所述同位素辐射源层（3）为连续层或离散层或二者的组合。

5、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述半导体纳米管阵列薄膜（4）为选自二氧化钛、氧化锌、二氧化锆、氧化镉、五氧化二铌、氧化铈、三氧化二镓、二氧化锡、三氧化钨、碳化硅、氮化镓、镓氮、磷化镓、氮化镓、氮化铝、磷化铝、砷化铝等、二硫化钼、硫化镉、硫化锌、硫化镁、硒化锌、硒化镁或金刚石的禁带宽度大于 2.3eV 的晶态宽禁带半导体材料薄膜。

6、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述半导体纳米管的管直径为 10nm ~ 1000nm，管长为 200nm ~ 100μm。

7、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述量子点层（7）为由半径不大于激子波尔半径的半导体材料纳米晶粒所组成的层。

8、根据权利要求 7 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述半导体材料选自二氧化钛、氧化锌、二氧化锆、氧化镉、五氧化二铌、氧化铈、三氧化二镓、三氧化二铌、二氧化锡、三氧化钨、镓锡氧、镉锡氧、镉锡氧、碳化硅、氮化镓、镓氮、磷化镓、氮化镓、氮化铝、磷化铝、砷化铝、硫化镉、硫化锌、硫化镁、硒化锌、硒化镁、硫化镉、硒化镉、碲化镉、砷化镉、磷化镉、硫化锌、硫化铅、硒化铅、硫化铜、二硫化钼、铜镓硫、三硫化二锑、三硫化二铋、富勒烯、石墨烯或碳。

9、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述同位素辐射源为氢-3（氚）、镍-63、碳-14、钴-60、钷-146、铈-90、铯-137 中的至少一种，其放出的贝塔粒子的平均能量不高于 250KeV。

10、根据权利要求 1 所述的量子点贝塔伏特电池，其特征在于，所述顶部电极（1）和底部电极（2）各自独立地选自金属、半导体、石墨、石墨烯、导电聚合物或导电浆料。

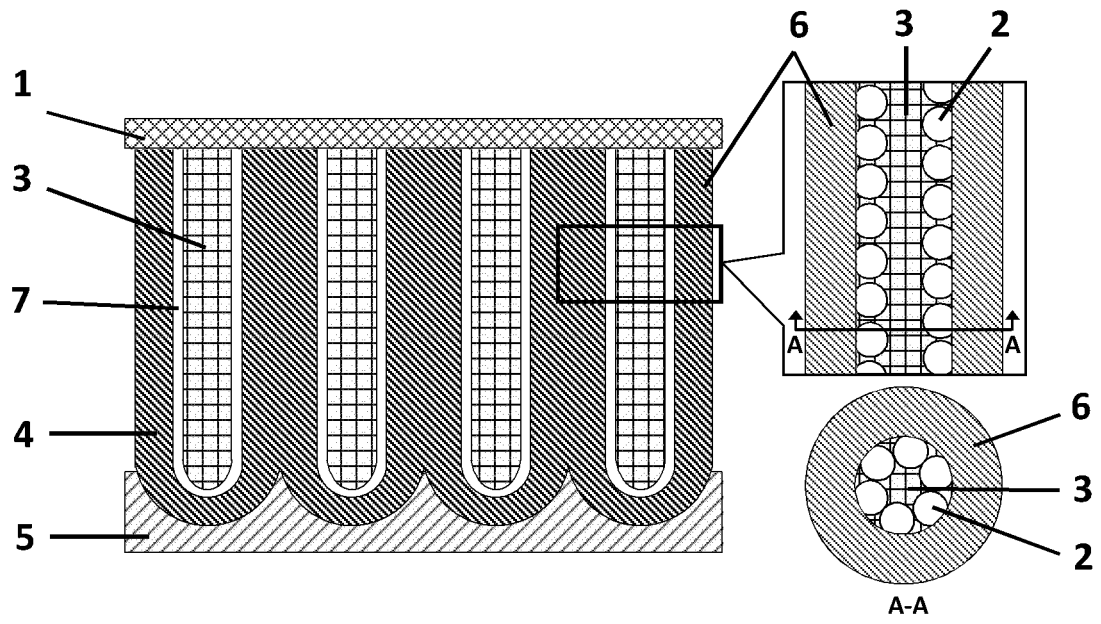


图 1

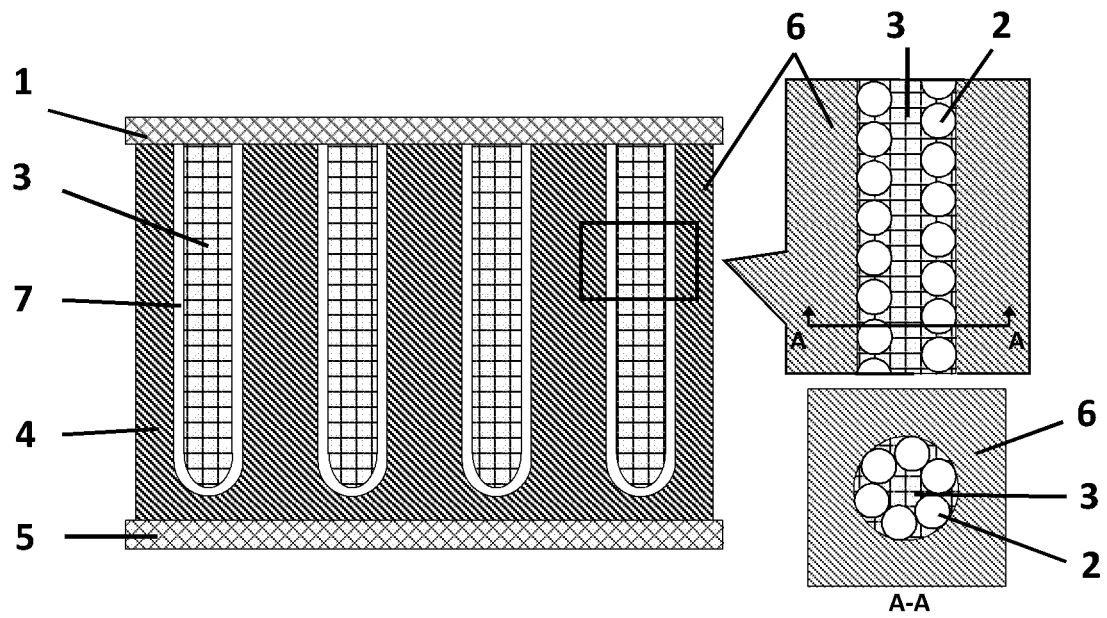


图 2

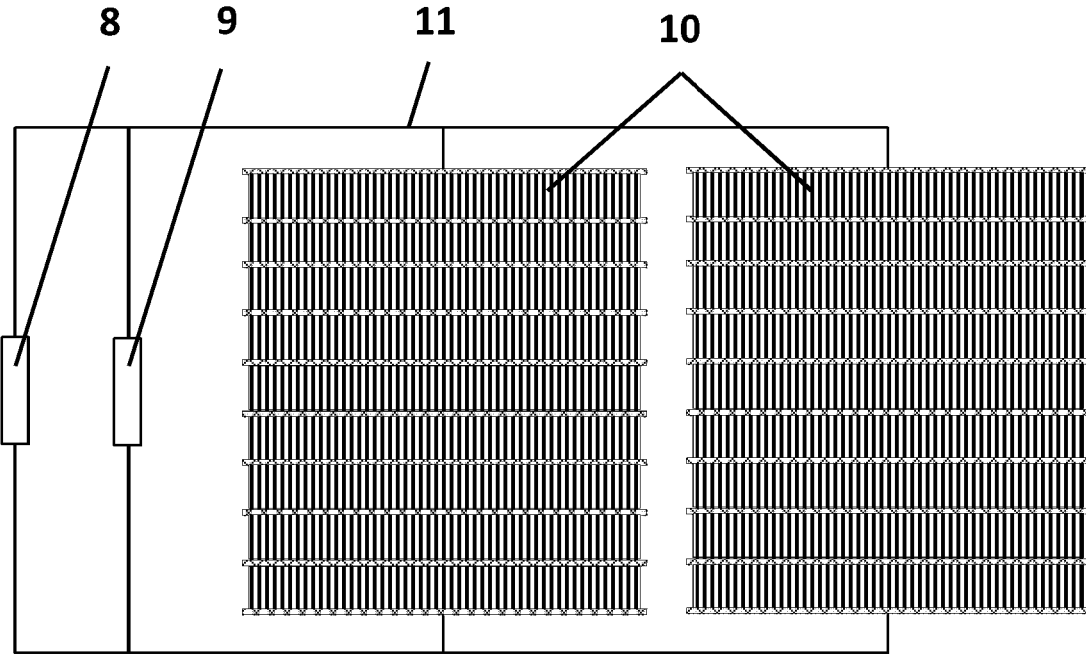


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/115954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21H 1/06(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)

G21H

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 电池, 贝塔, 纳米管, 量子点, 辐射, 同位素, β , cell??. batter+, nanotube+, nano w tube, radiat+, isotope**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104200864 A (XIAMEN UNIVERSITY) 10 December 2014 (2014-12-10) description, paragraphs 5-17, and figure 1	1-10
A	CN 103325433 A (PEKING UNIVERSITY) 25 September 2013 (2013-09-25) entire document	1-10
A	CN 102543239 A (PEKING UNIVERSITY) 04 July 2012 (2012-07-04) entire document	1-10
A	US 2014021827 A1 (SEERSTONE LLC) 23 January 2014 (2014-01-23) 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

09 August 2018

Date of mailing of the international search report

29 August 2018

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/115954

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104200864	A	10 December 2014	CN	104200864	B	03 May 2017
CN	103325433	A	25 September 2013	CN	103325433	B	20 April 2016
CN	102543239	A	04 July 2012	CN	102543239	B	16 April 2014
US	2014021827	A1	23 January 2014	US	9779845	B2	03 October 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/115954

A. 主题的分类

G21H 1/06(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)

G21H

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))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI:电池, 贝塔, 纳米管, 量子点, 辐射, 同位素, β , cell??. batter+, nanotube+, nano w tube, radiat+, isotope

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
A	CN 104200864 A (厦门大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 说明书第5-17段, 附图1	1-10
A	CN 103325433 A (北京大学) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 全文	1-10
A	CN 102543239 A (北京大学) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文	1-10
A	US 2014021827 A1 (SEERSTONE LLC) 2014年 1月 23日 (2014 - 01 - 23) 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

2018年 8月 9日

国际检索报告邮寄日期

2018年 8月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

姜峰

电话号码 86-(10)-53961285

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/115954

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	104200864	A	2014年 12月 10日	CN	104200864	B	2017年 5月 3日
CN	103325433	A	2013年 9月 25日	CN	103325433	B	2016年 4月 20日
CN	102543239	A	2012年 7月 4日	CN	102543239	B	2014年 4月 16日
US	2014021827	A1	2014年 1月 23日	US	9779845	B2	2017年 10月 3日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)