

(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 8 月 1 日 (01.08.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/144665 A1

- (51) 国际专利分类号:
C02F 1/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/112561
- (22) 国际申请日: 2018 年 10 月 30 日 (30.10.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810075910.4 2018 年 1 月 26 日 (26.01.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 曲良体 (QU, Liangti); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。程虎虎 (CHENG, Huhu); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。张盼盼 (ZHANG, Panpan); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (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, 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,

(54) Title: DEVICE FOR OBTAINING CLEAN WATER BY USING SOLAR ENERGY BASED ON FUNCTIONAL MATERIAL

(54) 发明名称: 一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置

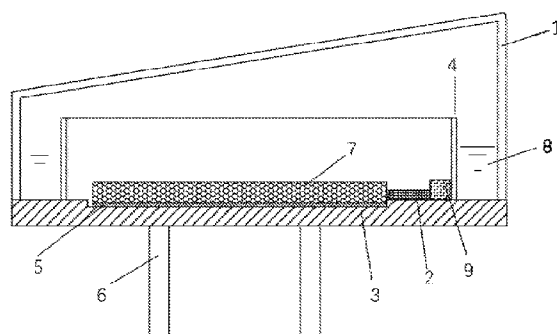


图 1

(57) Abstract: Provided is a device for obtaining clean water by using solar energy based on a functional material. The device comprises a transparent housing (1), a foam bottom plate (3), an inner partition (4), a solar cell panel (2), an accumulator (9), an electrode (5), a functional material (7) and water suction hoses (6). The water suction hoses (6) are mounted at a lower portion of the foam bottom plate (3), the inner partition (4) is relatively fixed to a bottom plate of the transparent housing (1), and a water storage tank (8) is formed between the inner partition (4) and the transparent housing (1) to collect condensed clean water. The device floats on a river surface or a sea surface, and the electrode (5) and the functional material (7) are placed in a middle recessed portion thereof. The solar cell panel (2) and the accumulator (9) are disposed on the bottom plate of the transparent housing (1), and the solar cell panel (2), the accumulator (9) and the electrode (5) are connected via wires. With the combination of a device for obtaining clean water by using solar energy and a functional material (7), the device combines the photothermal and electrothermal properties of the material, and as compared with a single photothermal or electrothermal device, the water yield is higher, and clean water can be obtained in all weather.



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))。

(57) 摘要: 一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置, 包括透明外壳(1)、泡沫底板(3)、内隔板(4)、太阳能电池板(2)、储电器(9)、电极(5)、功能材料(7)和吸水软管(6)。其中吸水软管(6)安装在泡沫底板(3)的下部, 内隔板(4)与透明外壳(1)的底板相对固定, 内隔板(4)与透明外壳(1)之间形成储水槽(8), 用于收集冷凝后的清洁水。本装置漂浮在江河、海水表面, 中间低洼部分放置电极(5)和功能材料(7)。太阳能电池板(2)和储电器(9)置于透明外壳(1)的底板上, 太阳能电池板(2)、储电器(9)与电极(5)通过导线相连。太阳能获取清洁水的装置与功能材料(7)相结合, 使材料光热和电热性能复合, 相比较单一使用光产热或者电产热装置, 产水量更高, 能够实现全天候清洁水的获取。

一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置

技术领域

本发明涉及一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，属于功能材料应用技术领域。

5

背景技术

在人类的生产生活中，安全清洁水资源的有效获取非常重要。通过将海水、河湖水加热蒸馏，能够得到可以饮用的纯净水。但是直接通过热源加热，或者通过电加热方式会造成极大的能源浪费。太阳能是一种绿色的能源，很多材料可以吸收太阳能转化为热量，因此可以利用太阳能来加热材料，从而进一步蒸馏水。尽管很多先进的功能材料已经被用来吸收太阳能产热蒸馏水，但是目前一个太阳光的照射下水的产量仍然有限而且会受到天气因素的影响。

10

发明内容

本发明的目的是提出一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，改进已有利用太阳能生产清洁水装置的结构，将太阳能获取清洁水的装置与功能材料结合，利用功能材料的特性，提高清洁水的生产效率。

15

本发明提出的一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，包括透明外壳、泡沫底板、内隔板、太阳能电池板、储电器、电极、功能材料和吸水软管；透明外壳为密封容器，密封容器的顶部倾斜；吸水软管置于泡沫底板的下部，吸水软管和泡沫底板连成一体，内隔板与密封容器的底板相对固定，内隔板与透明外壳之间形成储水槽，用于收集冷凝后的清洁水；电极置于密封容器的泡沫底板上，功能材料置于电极上；太阳能电池板和储电器置于泡沫底板上，储电器与太阳能电池板相连，太阳能电池板与电极通过导线相连。

20

上述装置中，所述的功能材料为石墨烯复合结构材料、石墨烯泡沫或碳纳米管纸。

本发明提出的基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，其优点是：

25

本发明提出的太阳能获取清洁水的装置，其中的导水软管安装在泡沫底板，内置吸水棉，内隔板与密封容器的底板相对固定，内隔板与外壳之间形成储水槽，用于收集冷凝后的清洁水。其中的底板为泡沫底板，可以使装置漂浮在江河、海水表面，中间低洼部分放置电极和太阳能水清洁材料。其中的太阳能电池板和储电器置于密封容器的底板上，太阳能电池板、储电器与电极通过导线相连。本发明的太阳能获取清洁水的装置与太阳能水清洁材料相结合，可以使材料光热和电热性能复合，相比较单一使用光产热或者电产热装置，产水量更高，能够实现全天候清洁水的获取。制备得到的清洁水中离子去除率不低于99.5%、细菌去除率不低于99.9%，符合饮用水标准。

30

附图说明

图 1 是本发明提出的基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，图 1 中，1 是透明外壳，2 是太阳能电池板，3 是泡沫底板，4 是内隔板，5 是电极，6 是吸水软管，7 是功能材料，8 是储水槽，9 是储电器。

5 图 2 是本发明装置的立体图。

图 3 是 $1\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 下的太阳光照射下水蒸发速率曲线图。

图 4 是储水槽中所得清洁水中五种离子的离子去除率图。

图 1 和图 2 中，1 是透明外壳，2 是太阳能电池板，3 是泡沫底板，4 是内隔板，5 是电极，6 是吸水软管，7 是功能材料，8 是储水槽，9 是储电器。

10

具体实施方式

本发明提出的基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，其结构如图 1 和图 2 所示，透明外壳 1、泡沫底板 3、内隔板 4、太阳能电池板 2、储电器 9、电极 5、功能材料 7 和吸水软管 6。透明外壳 1 为一密封容器，密封容器的顶部倾斜。吸水软管 6 置于泡沫底板 3 的下部，吸水软管 6 和泡沫底板 3 连成一体，内隔板 4 与密封容器的泡沫底板 3 相对固定，内隔板 4 与透明外壳 1 之间形成储水槽 8，用于收集冷凝后的清洁水。电极 5 置于密封容器的泡沫底板 3 上，功能材料 7 置于电极 5 上。太阳能电池板 2 和储电器 9 置于泡沫底板 3 上，储电器 9 与太阳能电池板 2 相连，太阳能电池板 2 与电极 2 通过导线相连。

本发明装置中使用的功能材料，可以为石墨烯复合结构材料、石墨烯泡沫或碳纳米管纸。其中的石墨烯复合结构材料由清华大学提供，其中的石墨烯泡沫由北京理工大学提供，其中的碳纳米管纸可以从化工材料商店购买。

下面参考具体实施例，对本发明进行描述，需要说明的是，这些实施例仅仅是描述性的，而不以任何方式限制本发明。

25 实施例 1

1、将石墨烯复合结构材料作为太阳能水清洁材料放置在泡沫底板 3 上，泡沫底板的底部与导水软管 6 接触，边缘与两侧电极 5 接触。该石墨烯复合结构材料具有双层结构，上层为凝胶结构，具有很好的光热转换能力；下层为膜结构，具有很好的电热转换能力。

2、将安装好太阳能水清洁材料的装置进行太阳能水蒸发及冷凝收集测试，在一个太阳光（利用由北京中教金源太阳光模拟器 CEL-HXF300）下，该装置中水的蒸发速率为 $2.61\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，如图 3 所示，经过冷凝在水槽收集水量为 $2.31\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

3、在一个太阳光下照射 12 个小时，然后关闭光源。在黑暗环境中，利用储电器 9 中储存的电能，该装置中水的蒸发速率为 $1.23\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，经过冷凝在水槽收集水量为 $1.03\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

30

4、海水（南海水）淡化测试表征所收集的水中五种重要的离子（ Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 和 B^{3+} ）去除率>99.5%（电感耦合等离子体光谱仪 ICPE-9820，日本岛津公司），如图 4 所示。

5、细菌数量测试表征：收集的水，对其进行菌落培养后，检测不出菌落，说明细菌去除率>99.9%。

利用所该装置收集得到的水符合世界卫生组织和美国环境保护署规定的饮用水盐度标准。

实施例 2

10 1、将一种石墨烯泡沫作为太阳能水清洁材料放置在泡沫底板上，其底部与导水软管接触，边缘与电极接触。

2、将安装好材料的装置进行太阳能水蒸发及冷凝收集测试，在一个太阳光（太阳光模拟器 CEL-HXF300，北京中教金源）下，该装置中水的蒸发速率为 $2.26\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，经过冷凝在水槽收集水量为 $2.02\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

15 3、在一个太阳光下照射 12 个小时，然后关闭光源。在黑暗环境中，利用储电器中储存的电，该装置中水的蒸发速率为 $1.15\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，经过冷凝在水槽收集水量为 $0.89\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

4、海水（南海水）淡化测试表征所收集的水中五种重要的离子（ Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 和 B^{3+} ）去除率>99.5%（电感耦合等离子体光谱仪 ICPE-9820，日本岛津公司）。

20 5、细菌数量测试表征：收集的水，对其进行菌落培养后，检测不出菌落，说明细菌去除率>99.9%。

利用所该装置收集得到的水符合世界卫生组织和美国环境保护署规定的饮用水盐度标准。

25 实施例 3

1、将一种碳纳米管纸作为太阳能水清洁材料放置在底板上，其底部与导水软管接触，边缘与电极接触。

2、将安装好材料的装置进行太阳能水蒸发及冷凝收集测试，在一个太阳光（太阳光模拟器 CEL-HXF300，北京中教金源）下，该装置中水的蒸发速率为 $2.15\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，经过冷
30 凝在水槽收集水量为 $1.96\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

3、在一个太阳光下照射 12 个小时，然后关闭光源。在黑暗环境中，利用储电器中储存的电，该装置中水的蒸发速率为 $1.08\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，经过冷凝在水槽收集水量为 $0.76\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

4、海水（南海水）淡化测试表征所收集的水中五种重要的离子（ Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、

K⁺和 B³⁺) 去除率>99.5% (电感耦合等离子体光谱仪 ICPE-9820, 日本岛津公司)。

5、细菌数量测试表征: 收集的水, 对其进行菌落培养后, 检测不出菌落, 说明细菌去除率>99.9%。

利用所该装置收集得到的水符合世界卫生组织和美国环境保护署规定的饮用水盐度标准。

10

15

20

25

30

权利要求书

1、一种基于功能材料的利用太阳能获取清洁水的装置，其特征在于，包括透明外壳、泡沫底板、内隔板、太阳能电池板、储电器、电极、功能材料和吸水软管；所述透明外壳为密封容器，所述密封容器的顶部倾斜；所述吸水软管置于所述泡沫底板的下部，所述吸水软管和所述泡沫底板连成一体，所述内隔板与所述密封容器的底板相对固定，所述内隔板与所述透明外壳之间形成储水槽，用于收集冷凝后的清洁水；所述电极置于所述密封容器的所述泡沫底板上，所述功能材料置于所述电极上；所述太阳能电池板和所述储电器置于所述泡沫底板上，所述储电器与所述太阳能电池板相连，所述太阳能电池板与所述电极通过导线相连。

2、如权利要求1所述的装置，其特征在于，所述功能材料为石墨烯复合结构材料、石墨烯泡沫或碳纳米管纸。

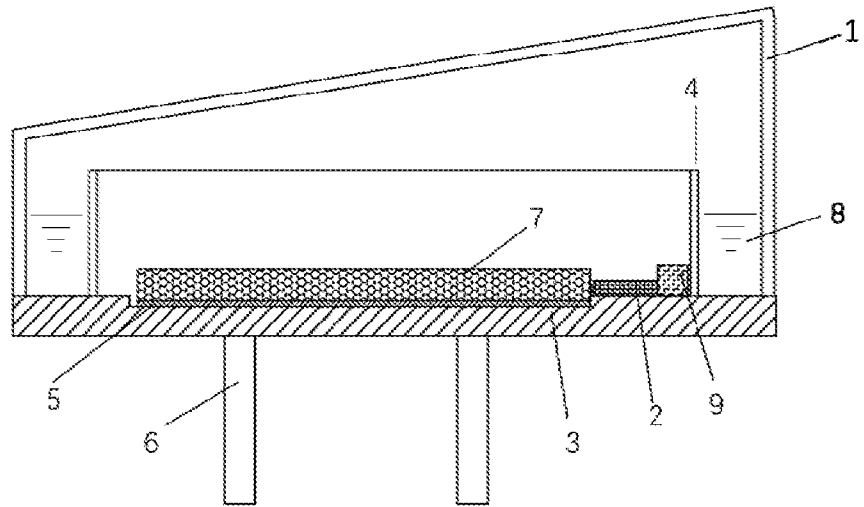


图 1

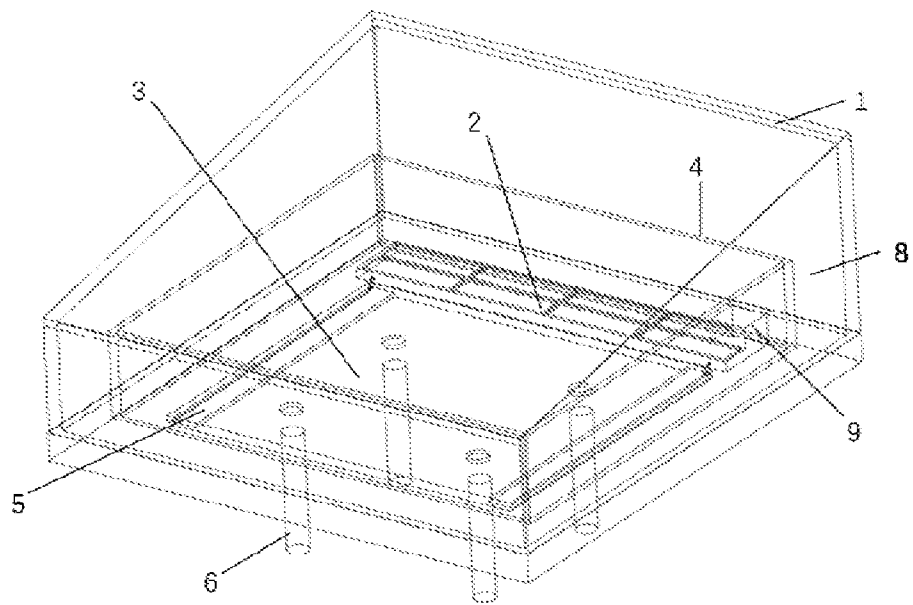


图 2

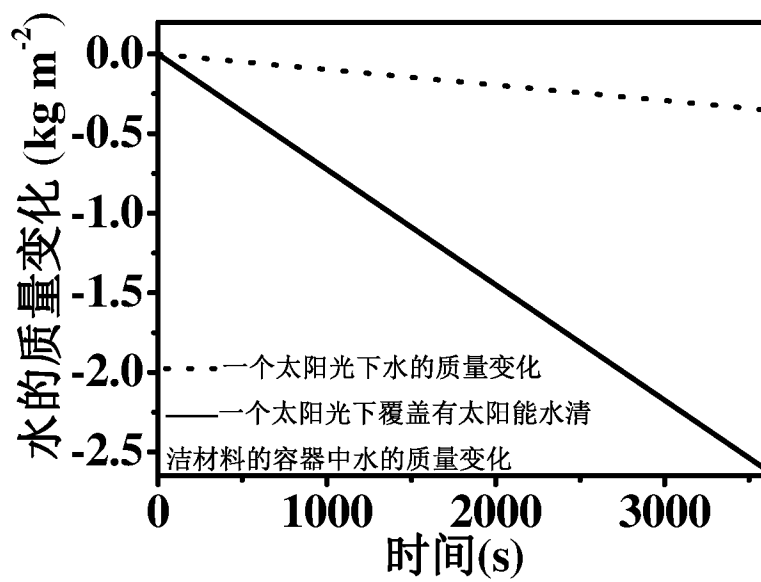


图 3

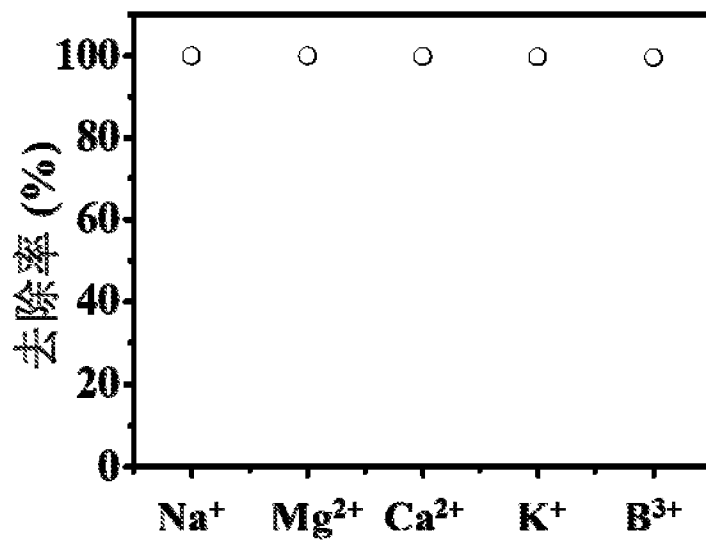


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/112561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 1/14(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)

C02F1

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)

EPODOC; CNTXT; CNABS; VEN; CNKI; Elsevier: 太阳能, 纯水, 净水, 高纯水, 纯净水, 脱盐水, 蒸馏水, 电极, 碳纳米管, 石墨烯, solar, water, purified, desalina+, clean, distill, electrode?, carbon, nano-tube, graphene

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108383190 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 10 August 2018 (2018-08-10) claims 1 and 2	1, 2
Y	CN 103708577 A (JIANGSU UNIVERSITY) 09 April 2014 (2014-04-09) description, paragraphs 21-28, and figure 1	1
Y	CN 107619079 A (SHENZHEN RESEARCH INSTITUTE OF THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY) 23 January 2018 (2018-01-23) description, paragraphs 6-11, and figure 1	1
A	JP 2010064045 A (KANAGAWA KAGAKU GIJUTSU AKAD) 25 March 2010 (2010-03-25) entire document	1, 2
A	US 2016344077 A1 (DAKHIL, F.) 24 November 2016 (2016-11-24) entire document	1, 2
A	CN 103769072 A (XIANGTAN UNIVERSITY) 07 May 2014 (2014-05-07) entire document	1, 2

☐ 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

02 January 2019

Date of mailing of the international search report

15 January 2019

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/112561

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108383190	A	10 August 2018	None			
CN	103708577	A	09 April 2014	None			
CN	107619079	A	23 January 2018	None			
JP	2010064045	A	25 March 2010	None			
US	2016344077	A1	24 November 2016	US	2015299013	A1	22 October 2015
				US	9884772	B2	06 February 2018
CN	103769072	A	07 May 2014	CN	103769072	B	16 December 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/112561

A. 主题的分类

C02F 1/14(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)

C02F1

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))

EPODOC;CNTXT;CNABS;VEN;CNKI;Elsevier:太阳能, 纯水, 净水, 高纯水, 纯净水, 脱盐水, 蒸馏水, 电极, 碳纳米管, 石墨烯, solar, water, purified, desalina+, clean, distill, electrode?, carbon, nano-tube, graphene

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
PX	CN 108383190 A (清华大学) 2018年 8月 10日 (2018 - 08 - 10) 权利要求1、2	1、2
Y	CN 103708577 A (江苏大学) 2014年 4月 9日 (2014 - 04 - 09) 说明书第21-28段及附图1	1
Y	CN 107619079 A (香港理工大学深圳研究院) 2018年 1月 23日 (2018 - 01 - 23) 说明书第6-11段及附图1	1
A	JP 2010064045 A (KANAGAWA KAGAKU GIJUTSU AKAD) 2010年 3月 25日 (2010 - 03 - 25) 全文	1、2
A	US 2016344077 A1 (DAKHIL FAROUK) 2016年 11月 24日 (2016 - 11 - 24) 全文	1、2
A	CN 103769072 A (湘潭大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1、2

☐ 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

2019年 1月 2日

国际检索报告邮寄日期

2019年 1月 15日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(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

曹梦

电话号码 (86-10)-62084995

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/112561

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	108383190	A	2018年 8月 10日	无			
CN	103708577	A	2014年 4月 9日	无			
CN	107619079	A	2018年 1月 23日	无			
JP	2010064045	A	2010年 3月 25日	无			
US	2016344077	A1	2016年 11月 24日	US	2015299013	A1	2015年 10月 22日
				US	9884772	B2	2018年 2月 6日
CN	103769072	A	2014年 5月 7日	CN	103769072	B	2015年 12月 16日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)