

(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
2022 年 1 月 20 日 (20.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/011860 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 8/04007 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/121242

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 15 日 (15.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010682761.5 2020 年 7 月 15 日 (15.07.2020) CN

(71) 申请人: 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 (Huaneng Clean Energy Research Institute) [CN/CN]; 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。

(72) 发明人: 李昊 (LI, Hao); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 张瑞云 (ZHANG, Ruiyun); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 程健 (CHENG, Jian); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 卢成壮 (LU, Chengzhuang); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 许世森 (XU, Shisen); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 王保民 (WANG, Baomin); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼 A 楼, Beijing 102209 (CN)。 杨冠军 (YANG, Guanjun); 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼

(54) Title: HEATING DEVICE FOR MOLTEN CARBONATE FUEL CELL STACK AND OPERATING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置及其工作方法

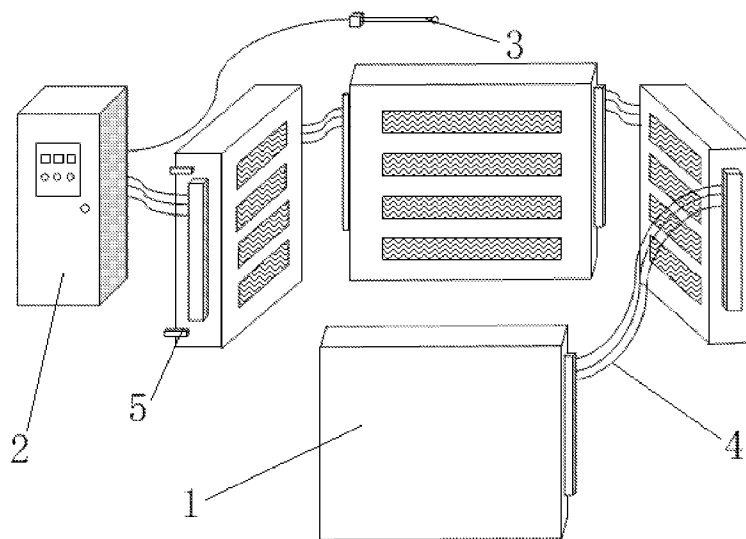


图 1

(57) Abstract: A heating device for a molten carbonate fuel cell stack and an operating method therefor, belonging to the technical field of high temperature fuel cells. Said device comprises a control system (2), several temperature measurement devices (3) and several heating furnace modules (1); each heating furnace module (1) comprises a furnace body (1-2), several grooves being provided on a heating surface of the furnace body (1-2), furnace filaments (1-3) being provided in the grooves, and the furnace filaments (1-3) being connected in parallel; the several heating furnace modules (1) are connected in parallel by means of wires (4), and adjacent heating furnace modules (1) are detachably connected by means of locking devices (5); the temperature measurement devices (3) and the wires (4) are respectively connected to the control system (2); and the several heating furnace modules (1) are arranged on a side surface of a

A楼, Beijing 102209 (CN)。 黄华(HUANG, Hua);
中国北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才
创新创业基地实验楼A楼, Beijing 102209 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限责任公司(XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.);
中国陕西省西安市高新区锦业路 32
号, Shaanxi 710075 (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, IT,
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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

battery stack, and the several temperature measurement devices (3) are provided in different areas of the battery stack. The temperature measurement devices (3) feed back the temperatures of the battery stack in different areas in real time, perform regional control on the battery stack, make heating uniform, and have high efficiency. If a single module (1) is damaged due to a fault, the overall heating effect of the device is not affected, having high reliability and stability. The modules (1) are convenient to assemble and disassemble, facilitating the mounting and routine maintenance work of an internal battery stack.

(57) 摘要: 一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置及其工作方法, 属于高温燃料电池技术领域。该装置包括控制系统(2)、若干测温装置(3)和若干加热炉模块(1); 加热炉模块(1)包括炉身(1-2), 炉身(1-2)的加热面上设有若干道凹槽, 凹槽内设有炉丝(1-3), 炉丝(1-3)相互并联; 若干加热炉模块(1)之间通过电线(4)并联, 相邻的加热炉模块(1)通过锁紧装置(5)可拆卸地连接; 测温装置(3)和电线(4)分别与控制系统(2)连接; 若干加热炉模块(1)布置在电池堆的侧面, 若干测温装置(3)设在电池堆的不同区域。测温装置(3)实时反馈电池堆不同区域的温度, 对电池堆进行分区域控制, 并且加热均匀、效率高。单个模块(1)因故障损坏时, 不会影响装置整体的加热效果, 可靠性和稳定性高。模块(1)的安装和拆卸方便, 便于内部电池堆的安装和日常维护工作。

一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置及其工作方法

技术领域

本发明属于高温燃料电池技术领域，具体涉及一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置及其工作方法。

背景技术

燃料电池发电技术是一种清洁高效的能量转化器，可以直接将化学能转化为电能，避免了卡诺热机循环造成的热量损失，具有噪音小、无污染、效率高等优点。

熔融碳酸盐燃料电池作为一种高温燃料电池，工作于650°C的温度下，需要外界持续提供热量来维持工作温度，同时，熔融碳酸盐燃料电池采用原位焙烧工艺，需要从组装到运行工况的过程中持续获取热量来完成电池堆的升温焙烧。

由于电池堆体积较大，外侧加热炉的体积通常更大，不便于移动安装以及后期电池堆维护，另外，选用简易加热装置又无法保证电池堆均匀受热。

发明内容

为了解决上述问题，本发明的目的在于提供一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置及其工作方法，能够实现对电池堆温度的分区域控制，并且安装和维护简单，可靠性高，加热均匀、效率高。

本发明通过以下技术方案来实现：

本发明公开了一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，包括控制系统、若干测温装置和若干加热炉模块；加热炉模块包括炉身，炉身的加热面上设有若干道凹槽，凹槽内设有炉丝，炉丝相互并联；若干加热炉模块之间通过电线并联，相邻的加热炉模块通过锁紧装置可拆卸地的连接；测温装置和电线分别与控制系统连接；若干加热炉模块布置在电池堆的侧面，若干测温装置设在电池堆的

不同区域。

优选地，炉身加热面上的若干道凹槽平行均布。

进一步优选地，凹槽为横向分布。

优选地，炉身除加热面外，其余面包覆有外壳，锁紧装置固定在外壳上。

进一步优选地，外壳两侧设有接线盒，接线盒内设有若干接线柱，每个接线柱与其对应的炉丝连接。

优选地，炉身为耐火材料。

优选地，测温装置为热电偶。

优选地，锁紧装置为锁扣。

本发明公开的上述熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置的工作方法，包括：

将若干加热炉模块布置在电池堆的侧面，完成炉丝和电线的接线，设置测温装置，将相邻炉身加热炉模块通过锁紧装置连接；通过控制系统控制加热炉模块对电池堆进行加热，测温装置将电池堆不同区域的温度实时反馈给控制系统，控制系统根据温度反馈数据，对每个加热炉模块及加热炉模块中的每根炉丝进行独立控制，实现对电池堆温度的分区域控制。

与现有技术相比，本发明具有以下有益的技术效果：

本发明公开的一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，采用模块化的方式对电池堆进行加热，每个加热炉模块和加热炉模块上的每个炉丝都可以通过控制系统进行独立控制。在电池堆实际工作中，由于受热传热不均匀而会出现各个区域存在温度差异的情况，这会严重影响燃料电池性能和寿命。而本装置可以通过测温装置实时反馈的电池堆不同区域的温度，对电池堆进行分区域控制，并且加热均匀、效率高。且单个炉丝或加热炉模块因故障损坏时，不会影响装置整体的加热效果，可靠性和稳定性高。另外，加热炉模块安装和拆卸方便，便于内部电池堆的安装和日常维护工作。

进一步地，炉身加热面上的若干道凹槽平行均布，加热均匀。

更进一步地，凹槽横向分布，使加热方向与电池堆每节的方向一致，能够有效提高加热效率。

进一步地，炉身包覆有外壳，能够提高保温效果。

更进一步地，接线盒方便整理电线，避免产生故障，同时便于安装和维修。

进一步地，测温装置采用热电偶，测量精度高、响应速度快，耐压、耐高温，寿命长。

进一步地，锁紧装置采用锁扣，操作简单、可靠性高。

本发明公开的上述熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置的工作方法，能够实现对电池堆温度的分区域控制，并且安装和维护简单，可靠性高，加热均匀、效率高，具有良好的应用前景。

附图说明

图 1 为本发明的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置的整体结构示意图；

图 2 为本发明的单个加热炉模块的结构示意图。

图中：1-加热炉模块，1-1-外壳，1-2-炉身，1-3-炉丝，1-4-接线盒，2-控制系统，3-测温装置，4-电线，5-锁紧装置。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细描述，其内容是对本发明的解释而不是限定：

如图 1，本发明的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，包括控制系统 2、若干测温装置 3 和若干加热炉模块 1。

加热炉模块 1 包括耐火材料材质的炉身 1-2，炉身 1-2 除加热面外，其余面包覆有金属材质的外壳 1-1；炉身 1-2 的加热面上设有若干道凹槽，凹槽可以是竖向或横向平行分布，也可以是若干同心圆的形式分布；凹槽内设有炉丝 1-3，炉丝 1-3 相互并联；作为本发明的一个较优的实施例，如图 2，炉身 1-2 加热面上的若干道凹槽横向平行均布，从而使加热方向与电池堆每节的方向一致，能

够有效提高加热效率。外壳 1-1 两侧设有接线盒 1-4，接线盒 1-4 内设有若干接线柱，每个接线柱与其对应的炉丝 1-3 连接。

若干加热炉模块 1 之间通过电线 4 并联，相邻的加热炉模块 1 通过锁紧装置 5 可拆卸地的连接，锁紧装置 5 可以采用锁扣，锁紧装置 5 固定在外壳 1-1 上。测温装置 3 和电线 4 分别与控制系统 2 连接；若干加热炉模块 1 布置在电池堆的侧面，若干测温装置 3 设在电池堆的不同区域。测温装置 3 可以采用热电偶。

图 1 所示为本发明的一种加热炉模块 1 设置方式，即在电池堆 4 个侧面上分别设置一个加热炉模块 1，还可以根据实际情况增加加热炉模块 1 的数量，以达到更精确的控制。

上述熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置的工作方法，包括：

将若干加热炉模块 1 布置在电池堆的侧面，完成炉丝 1-3 和电线 4 的接线，设置测温装置 3，将相邻炉身 1-2 加热炉模块 1 通过锁紧装置 5 连接；通过控制系统 2 控制加热炉模块 1 对电池堆进行加热，测温装置 3 将电池堆不同区域的温度实时反馈给控制系统 2，控制系统 2 根据温度反馈数据，对每个加热炉模块 1 及加热炉模块 1 中的每根炉丝 1-3 进行独立控制，实现对电池堆温度的分区域控制。

需要说明的是，以上所述仅为本发明实施方式的一部分，根据本发明所描述的系统所做的等效变化，均包括在本发明的保护范围内。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实例做类似的方式替代，只要不偏离本发明的结构或者超越本权利要求书所定义的范围，均属于本发明的保护范围。

权利要求书

1、一种熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，包括控制系统（2）、若干测温装置（3）和若干加热炉模块（1）；加热炉模块（1）包括炉身（1-2），炉身（1-2）的加热面上设有若干道凹槽，凹槽内设有炉丝（1-3），炉丝（1-3）相互并联；若干加热炉模块（1）之间通过电线（4）并联，相邻的加热炉模块（1）通过锁紧装置（5）可拆卸地的连接；测温装置（3）和电线（4）分别与控制系统（2）连接；若干加热炉模块（1）布置在电池堆的侧面，若干测温装置（3）设在电池堆的不同区域。

2、根据权利要求1所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，炉身（1-2）加热面上的若干道凹槽平行均布。

3、根据权利要求2所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，凹槽为横向分布。

4、根据权利要求1所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，炉身（1-2）除加热面外，其余面包覆有外壳（1-1），锁紧装置（5）固定在外壳（1-1）上。

5、根据权利要求4所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，外壳（1-1）两侧设有接线盒（1-4），接线盒（1-4）内设有若干接线柱，每个接线柱与其对应的炉丝（1-3）连接。

6、根据权利要求1所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，炉身（1-2）为耐火材料。

7、根据权利要求1所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，测温装置（3）为热电偶。

8、根据权利要求1所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置，其特征在于，锁紧装置（5）为锁扣。

9、权利要求1~8所述的熔融碳酸盐燃料电池堆加热装置的工作方法，其特征在于，包括：

将若干加热炉模块（1）布置在电池堆的侧面，完成炉丝（1-3）和电线（4）的接线，设置测温装置（3），将相邻炉身（1-2）加热炉模块（1）通过锁紧装置（5）连接；通过控制系统（2）控制加热炉模块（1）对电池堆进行加热，测温装置（3）将电池堆不同区域的温度实时反馈给控制系统（2），控制系统（2）根据温度反馈数据，对每个加热炉模块（1）及加热炉模块（1）中的每根炉丝（1-3）进行独立控制，实现对电池堆温度的分区域控制。

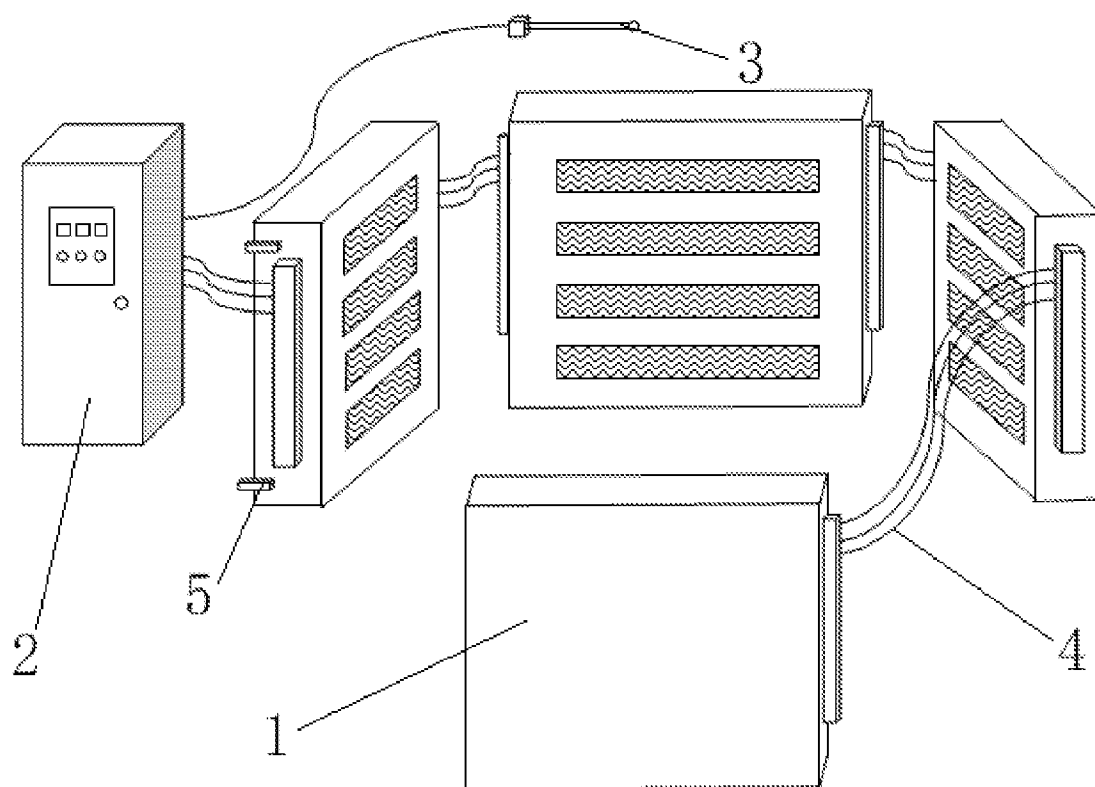


图 1

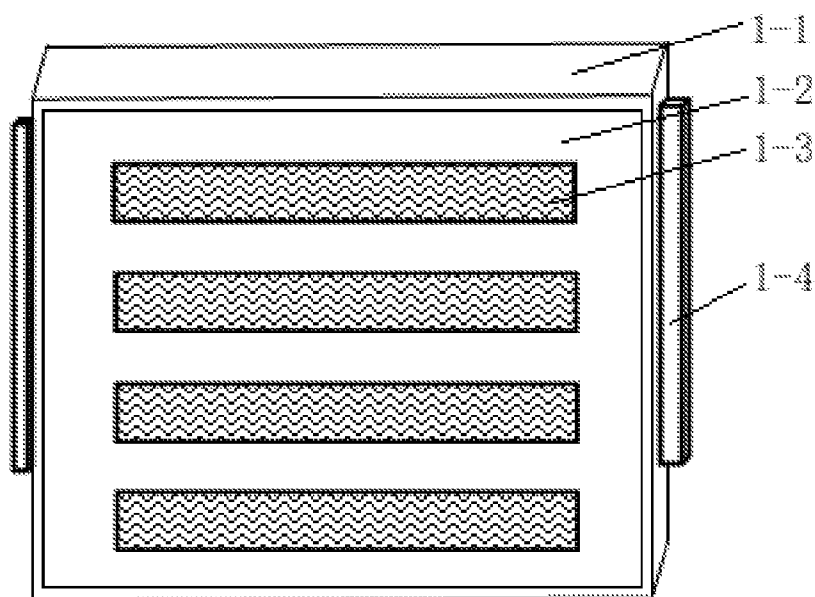


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/121242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/04007(2016.01)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)

H01M

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, CNKI, WPI, EPODOC: 熔融, 燃料电池, 堆, 加热, 炉, 模块, 丝, 槽, 串联, 并联, 联接, 连接, 锁, 测温, 侧面, melt+, fuel, cell, stack, heat+, furnace, module, wire, tank, series, parallel, link, connect+, lock, temperature, measur+, side

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111697251 A (HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 22 September 2020 (2020-09-22) claims 1-9	1-9
E	CN 212257568 U (HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 29 December 2020 (2020-12-29) claims 1-8	1-8
Y	CN 210322062 U (HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 14 April 2020 (2020-04-14) description paragraphs 0008-0021, 0027-0042, figures 1-3	1-9
Y	CN 203758251 U (ZHEJIANG WEIYE CRYSTAL FIBER CO., LTD.) 06 August 2014 (2014-08-06) description, paragraphs 0003-0014, and figures 1-3	1-9
Y	CN 203758250 U (ZHEJIANG WEIYE CRYSTAL FIBER CO., LTD.) 06 August 2014 (2014-08-06) description, paragraphs 0003-0012, and figures 1-3	1-9



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

31 March 2021

Date of mailing of the international search report

19 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/121242

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203758248 U (ZHEJIANG WEIYE CRYSTAL FIBER CO., LTD.) 06 August 2014 (2014-08-06) description, paragraphs 0003-0017, and figures 1-3	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/121242

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111697251	A	22 September 2020	CN	212257568	U	29 December 2020
CN	212257568	U	29 December 2020	CN	111697251	A	22 September 2020
CN	210322062	U	14 April 2020	None			
CN	203758251	U	06 August 2014	None			
CN	203758250	U	06 August 2014	None			
CN	203758248	U	06 August 2014	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/121242

A. 主题的分类

H01M 8/04007 (2016.01) 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)

H01M

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, CNKI, WPI, EPDOC: 熔融, 燃料电池, 堆, 加热, 炉, 模块, 丝, 槽, 串联, 并联, 联接, 连接, 锁, 测温, 侧面, melt+, fuel, cell, stack, heat+, furnace, module, wire, tank, series, parallel, link, connect+, lock, temperature, measur+, side

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 111697251 A (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年 9月 22日 (2020 - 09 - 22) 权利要求1-9	1-9
E	CN 212257568 U (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年 12月 29日 (2020 - 12 - 29) 权利要求1-8	1-8
Y	CN 210322062 U (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 说明书第0008-0021、0027-0042段, 图1-3	1-9
Y	CN 203758251 U (浙江炜烨晶体纤维有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0003-0014段, 图1-3	1-9
Y	CN 203758250 U (浙江炜烨晶体纤维有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0003-0012段, 图1-3	1-9
A	CN 203758248 U (浙江炜烨晶体纤维有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0003-0017段, 图1-3	1-9

☐ 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

2021年 3月 31日

国际检索报告邮寄日期

2021年 4月 19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

授权官员

赵中琴

电话号码 86-(10)-53961473

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/121242

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	111697251	A	2020年 9月 22日	CN	212257568	U	2020年 12月 29日
CN	212257568	U	2020年 12月 29日	CN	111697251	A	2020年 9月 22日
CN	210322062	U	2020年 4月 14日	无			
CN	203758251	U	2014年 8月 6日	无			
CN	203758250	U	2014年 8月 6日	无			
CN	203758248	U	2014年 8月 6日	无			