

(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 3 月 3 日 (03.03.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/041378 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 8/12 (2016.01) **H01M 8/04089 (2016.01)**
H01M 8/04291 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/118098

(22) 国际申请日: 2020 年 9 月 27 日 (27.09.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010880912.8 2020 年 8 月 27 日 (27.08.2020) CN

(71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(72) 发明人: 张兄文 (ZHANG, Xiongwen); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。
闵小滕 (MIN, Xiaoteng); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市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,

(54) Title: ALL-SOLID-STATE FUEL CELL WITH CHEMICAL CLOSED-LOOP CHAIN REACTION AND WORKING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池及其工作方法

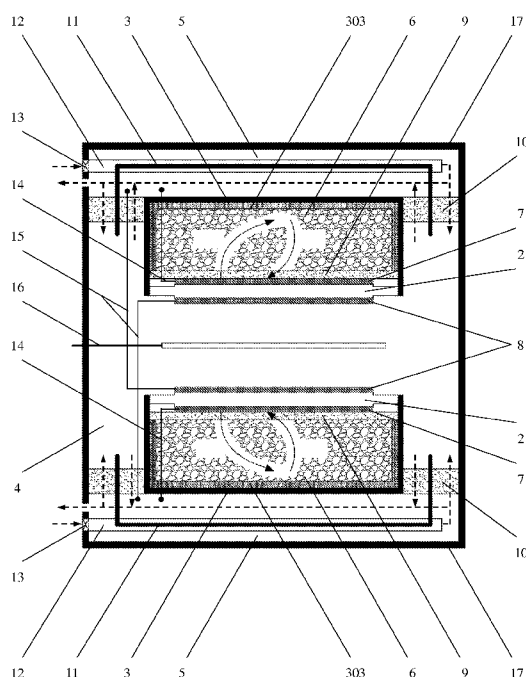


图 1

(57) Abstract: Disclosed in the present invention are an all-solid-state fuel cell with a chemical closed-loop chain reaction and a working method thereof, the fuel cell comprising a housing and power generation units. The power generation units comprise anode cavities, plate solid oxide fuel cells, anode current collectors, anode current collector wires, cathode current collectors, cathode current collector wires, heat radiator pipes, and a heater. The present battery and the working method thereof can achieve high safety, high energy density, high environmental adaptability, long battery life, light weight, and high environmental friendliness.

(57) 摘要: 本发明公开了一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池及其工作方法, 包括外壳及发电单元, 发电单元包括阳极腔、板式固体氧化物燃料电池、阳极集电网、阳极集电导线、阴极集电网、阴极集电导线、散热管及加热器, 该电池及其工作方法具有安全性好、能量密度高、环境适应性强、续航时间长及轻便环保的特点。

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))。

一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池及其工作方法

【技术领域】

本发明属于电池技术领域，涉及一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池及其工作方法。

【背景技术】

随着科技的进步，各类电气电子设备的应用逐渐扩展到人类生活的方方面面，当前电气电子设备普遍向智能化、网络化、集成化、模块化方向发展，市场上对高品质电源的需求量迅速增加，然而，当前主流的锂离子电池越来越难以满足电气电子设备的需求，主要表现在：

(1) 目前，锂离子电池单体能量密度很少达到或超过 300Wh/kg，在电池成组后，能量密度会进一步下降，更为不利的是，受正极材料的限制，当前可商业化生产的锂离子电池的能量密度已接近其理论上限，如无法在正极材料体系实现变革，锂离子电池的能量密度将遭遇瓶颈；

(2) 锂离子电池的性能受环境温度影响很大，温度过高或过低都会对锂离子电池产生不可逆损伤，并显著提高锂离子电池的安全隐患。

综上所述，当前主流的锂离子电池在能量密度、高低温性能方面越来越难以满足不断增长的设备能耗和对续航时间的需求，更无法满足在高温和低温环境下的用电需求。市场急需一种安全性好、能量密度高、环境适应性强、续航时间长、轻便环保的电源装置。

【发明内容】

本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点，提供了一种闭环链式化学反应

的全固态燃料电池及其工作方法，该电池及其工作方法具有安全性好、能量密度高、环境适应性强、续航时间长及轻便环保的特点。

25 为达到上述目的，本发明采用以下技术方案予以实现：

本发明所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池包括外壳及发电单元，发电单元包括阳极腔、板式固体氧化物燃料电池、阳极集电网、阳极集电导线、阴极集电网、阴极集电导线、散热管及加热器；

阳极腔为凹槽形腔体，阳极腔的开口处通过板式固体氧化物燃料电池密封，
30 板式固体氧化物燃料电池的阳极正对阳极腔，阳极腔内由内到外依次设置有固态燃料层、第一隔热透气隔断及阳极集电网，其中，阳极集电网与板式固体氧化物燃料电池的阳极相接触，阳极集电导线与阳极集电网相连接，板式固体氧化物燃料电池的阴极紧贴阴极集电网，阴极集电导线与阴极集电网相连接；

阳极腔的侧壁与外壳的内壁之间设置有环形的第二隔热透气隔断，第二隔热
35 透气隔断及阳极腔将外壳的内部分隔为散热腔及阴极腔，散热腔内设置有空气预热风道，其中，外壳的侧壁上开设有进风口，空气预热风道的入口与进风口相连通，空气预热风道的出口位于散热腔内，散热管的中部位于空气预热风道内，散热管的两端均穿过第二隔热透气隔断插入于阴极腔内，加热器位于阴极腔内。

板式固体氧化物燃料电池包括电解质、阴极及阳极，其中，电解质位于阴极
40 与阳极之间，电解质为离子导电材料。

阳极腔由底板及侧壁板构成，固态燃料层与底板与侧壁板之间设置有保温层。

固态燃料层的材质为碱性金属硼氢化物、碱性金属硼氢化物水解催化剂、盐结晶水合物及吸水材料的混合物；

碱性金属硼氢化物中的碱性金属为元素周期表中 Group 1 或 Group 2 所代表

45 的金属元素；

碱性金属硼氢化物水解催化剂为钴基催化剂、铈基催化剂、镍基催化剂及酸；

盐结晶水合物与碱性金属硼氢化物及碱性金属硼氢化物水解催化剂不发生
化学反应；

吸水材料为淀粉系高吸水性材料和/或纤维素系高吸水性材料；

50 淀粉系列高吸水性材料为由改性淀粉及其衍生物制备的吸水性材料。

散热管呈弓形结构，散热管由中间管段及两个竖直管段组成，其中，中间管
段位于空气预热风道内，中间管段与两个竖直管段相连通，竖直管段穿过第二隔
热透气隔断插入于阴极腔内，竖直管段上位于散热腔内的部分的外壁上设置有保
温层；

55 空气预热风道包括相连通的进风段及换热段，其中，进风段与外壳上的进风
口相连通，进风段的入口处设置有进气风扇，中间管段位于换热段内，换热段的
侧壁上设置有与竖直管段相配合的通孔，其中，竖直管段穿过所述通孔与中间管
段相连通。

外壳包括封装盒以及位于封装盒开口位置处的封装盖，进风口位于封装盒的
60 侧壁上，封装盒的侧壁上设置有出风口，封装盒的侧壁上设置有阳极接线端及阴
极接线端，其中，阳极接线端与阳极集电导线相连接，阴极接线端与阴极集电导
线相连接。

固态燃料层中固态燃料的形状为片状、块状、饼状、颗粒状和粉末状；

第一隔热透气隔断及第二隔热透气隔断均为由绝缘透气材料制成的多孔介
65 质结构板材。

发电单元的数目为两个，其中，第一个发电单元位于外壳的一侧，第二个发

电单元位于外壳的另一侧，且两个发电单元中的第二隔热透气隔断及阳极腔之间形成两个发电单元共有的阴极腔，加热器位于两个发电单元中的阴极集电网之间；

阳极集电导线的一端与阳极集电网相连接，阳极集电导线的另一端穿过第一
70 隔热透气隔断、固态燃料层及阳极腔的侧壁插入于散热腔内，第一个发电单元中
阴极集电导线的一端与第一个发电单元中的阴极集电网相连接，第一个发电单元
中阴极集电导线的另一端穿过第二个发电单元中的第二隔热透气隔断与第二个
发电单元中的阳极集电导线相连接，第二个发电单元中的阴极集电导线的一端与
第二个发电单元中的阴极集电网相连接，第二个发电单元中阴极集电导线的另一
75 端穿过第一个发电单元中的第二隔热透气隔断与外壳上的阴极接线端相连接，第
二个发电单元中的阳极集电导线与外壳上的阳极接线端相连接。

一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池的工作方法包括以下步骤：

当全固态燃料电池为非工作状态时，全固态燃料电池对外无电能输出，此时
全固态燃料电池内部工作温度与外部环境温度一致，其中，由于散热腔通过空气
80 预热风道及进风口与外部空气连通，散热腔内部充满空气，散热腔内部的空气经
第二隔热透气隔断扩散进入阴极腔中，阴极腔内部充满空气；

当全固态燃料电池由非工作状态转换为启动过程状态时，加热器的供电接口
与外部供电电路连通，加热器开始工作，进气风扇的供电电路与外部供电电路连
通，进气风扇启动运行，加热器对阴极腔内的空气加热，阴极腔内的空气温度逐
85 渐上升，阴极腔内的高温空气进入散热管中并通过散热管对空气预热风道中的空
气进行加热，随着空气预热风道中的空气温度逐渐上升，在进气风扇的作用下，
空气预热风道中预热后的空气进入散热腔内，散热腔内的空气通过阳极腔的壁面
对固态燃料层进行加热，与此同时，阴极腔内的高温空气通过阳极腔对固态燃料

层进行加热，当固态燃料层的温度达到设定温度时，固态燃料层中的结晶水合物
90 释放水分子，水分子与固态燃料层中的碱性金属硼氢化物发生水解反应产生氢气，
通过控制进气风扇的进气流量来控制阳极腔内固态燃料层的工作温度，使碱性金
属硼氢化物发生水解反应，氢气经第一隔热透气隔断扩散至板式固体氧化物燃料
电池的阳极，当板式固体氧化物燃料电池的温度达到其工作温度时，加热器停止
工作，全固态燃料电池进入工作状态；

95 当全固态燃料电池处于工作状态条件下，进气风扇的供电线路与板式固体氧
化物燃料电池接通，板式固体氧化物燃料电池阳极侧的氢气失去电子变为氢离子，
失去的电子通过外部电路到达板式固体氧化物燃料电池的阴极，板式固体氧化物
燃料电池阴极侧空气中的氧获得电子变成氧离子，氧离子通过板式固体氧化物燃
料电池的电解质层到达板式固体氧化物燃料电池的阳极与氢离子结合生成水，在
100 此过程中，板式固体氧化物燃料电池对外输出电能，其中，板式固体氧化物燃料
电池阳极生成的水分子的摩尔数与参与氢氧电化学反应的氢气摩尔数相等，氢氧
电化学反应的生成物水分子经第一隔热透气隔断扩散至固态燃料层中，通过控制
进气风扇的进气流量来控制阳极腔内固态燃料层的工作温度，使固态燃料层中的
碱性金属硼氢化物发生水解反应，其中，参与固态燃料层中碱性金属硼氢化物水
105 解反应的水分子数量与水解反应生成物氢气的数量相等，生成的氢气经第一隔热
透气隔断扩散至板式固体氧化物燃料电池的阳极，以参与板式固体氧化物燃料电
池发电生成水，使得水和氢气形成链式闭合的物质循环，在氢-水链式闭合物质
循环过程中，板式固体氧化物燃料电池对外输出电能，在板式固体氧化物燃料电
池2发电过程中，阴极腔内空气中的氧气组分浓度逐渐下降，氮气浓度逐渐上升，
110 阴极腔内的压力下降，散热腔内空气中的氧气在压差及气体浓度差作用下通过第

二隔热透气隔断扩散进入阴极腔，阴极腔中的氮气在浓度差作用下由阴极腔扩散进入散热腔，板式固体氧化物燃料电池的电化学反应及固态燃料水解过程为放热反应，当固态燃料层或板式固体氧化物燃料电池的温度超过设定温度时，增大进气风扇的进气流量；

115 当全固态燃料电池处于停机过程状态时，切断对外输电电流，进气风扇保持运行状态，在此状态下，板式固体氧化物燃料电池的输出功率等于进气风扇的功率，在板式固体氧化物燃料电池的阳极水生成速率下降到最小，相应的，固态燃料层的产氢反应下降到最小，全固态燃料电池内部生成热量最小，在进气风扇持续运行的情况下，全固态燃料电池内部的温度逐渐下降，直至板式固体氧化物燃
120 料电池的工作电流趋近零，板式固体氧化物燃料电池的阳极无水生成，相应的，固态燃料层的产氢反应逐渐停止，进气风扇停止运行，此时全固态燃料电池进入非工作状态。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

本发明所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池及其工作方法在具体操
125 作时，板式固体氧化物燃料电池设置于阳极腔的开口处，阳极腔内的固态燃料通过水解反应制取的氢气经第一隔热透气隔断扩散至板式固体氧化物燃料电池的阳极处，板式固体氧化物燃料电池发电时阳极侧产生的气态水反过来经第一隔热透气隔断扩散至阳极腔内部，以驱动阳极腔内的固态燃料水解产生氢气，且在上述循环中，板式固体氧化物燃料电池发电时在阳极生成的水分子的摩尔数与供应
130 阳极的氢气的摩尔数相等，固态燃料层中的碱性金属硼氢化物水解生成氢气的摩尔数与反应水的摩尔数相等，从而在全固态燃料电池内部实现水解产物氢气和发电产物水的链式闭合循环，能量密度较高，续航时间长及轻便环保，同时整个反

应在外壳内进行，环境适应性较强，且安全性较好。

【附图说明】

- 135 图 1 为本发明总体结构的截面图；
- 图 2 为本发明的组装图；
- 图 3a 为板式固体氧化物燃料电池 2 与阳极腔 3 的组装图；
- 图 3b 为阳极腔 3 的内部结构示意图；
- 图 4 为板式固体氧化物燃料电池 2、阳极腔 3、第二隔热透气隔断 10、散热
140 管 11、空气预热风道 12、进气风扇 13 的位置关系图；
- 图 5 为散热腔 5 的结构示意图；
- 图 6 为散热管 11 的结构示意图；
- 图 7 为外壳 17 的结构示意图。
- 其中，1-发电单元，2-板式固体氧化物燃料电池，3-阳极腔，4-阴极腔，5-
145 散热腔，6-固态燃料层，7-阳极集电网，8-阴极集电网，9-第一隔热透气隔断，
10-第二隔热透气隔断，11-散热管，12-空气预热风道，13-进气风扇，14-阳极集
电导线，15-阴极集电导线，16-加热器，17-外壳，301-底板，302-侧壁板，303-
保温层，1101-中间管段，1102-竖直管段，1201-进风段，1202-换热段，1701-封
装盒，1702-封装盖，1703-进风口，1704-出风口，1705-阳极接线端，1706-阴极
150 接线端。

【具体实施方式】

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，不是全部的实施例，而并非要限制本发

155 明公开的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要的混淆本发明公开的概念。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

在附图中示出了根据本发明公开实施例的各种结构示意图。这些图并非是按
160 比例绘制的，其中为了清楚表达的目的，放大了某些细节，并且可能省略了某些细节。图中所示出的各种区域、层的形状及它们之间的相对大小、位置关系仅是示例性的，实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差，并且本领域技术人员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

本发明公开的上下文中，当将一层/元件称作位于另一层/元件“上”时，该
165 层/元件可以直接位于该另一层/元件上，或者它们之间可以存在居中层/元件。另外，如果在一种朝向中一层/元件位于另一层/元件“上”，那么当调转朝向时，该层/元件可以位于该另一层/元件“下”。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该
170 理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步
175 骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

参见图 1 至图 7，本发明的核心是实现全固态燃料电池内部的氢-水闭环链式化学反应，即，在板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极侧，固态燃料层 6 通过水解反应产生的氢气经第一隔热透气隔断 9 扩散至板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极，
180 板式固体氧化物燃料电池 2 发电时阳极侧产生的气态水反过来经第一隔热透气隔断 9 扩散至阳极腔 3 内部，驱动阳极腔 3 内的固态燃料层 6 水解产生氢气；

在上述循环中，板式固体氧化物燃料电池 2 发电时在阳极生成的水分子的摩尔数与供应阳极的氢气的摩尔数相等，固态燃料层 6 中的碱性金属硼氢化物水解生成氢气的摩尔数与反应水的摩尔数相等。如此一来，在全固态燃料电池内部实
185 现水解产物氢气和发电产物水的链式闭合循环。

具体的，本发明所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池包括外壳 17 及发电单元 1，发电单元 1 包括阳极腔 3、板式固体氧化物燃料电池 2、阳极集电网 7、阳极集电导线 14、阴极集电网 8、阴极集电导线 15、散热管 11 及加热器 16；阳极腔 3 为凹槽形腔体，阳极腔 3 的开口处通过板式固体氧化物燃料电池 2 密封，
190 板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极正对阳极腔 3，阳极腔 3 内由内到外依次设置有固态燃料层 6、第一隔热透气隔断 9 及阳极集电网 7，其中，阳极集电网 7 与板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极相接触，阳极集电导线 14 与阳极集电网 7 相连接，板式固体氧化物燃料电池 2 的阴极紧贴阴极集电网 8，阴极集电导线 15 与阴极集电网 8 相连接；阳极腔 3 的侧壁与外壳 17 的内壁之间设置有环形的第二隔热透气隔断 10，第二隔热透气隔断 10 及阳极腔 3 将外壳 17 的内部分隔为散
195 热腔 5 及阴极腔 4，板式固体氧化物燃料电池 2 位于阳极腔 3 与阴极腔 4 的交界处，散热腔 5 内设置有空气预热风道 12，其中，外壳 17 的侧壁上开设有进风口 1703，空气预热风道 12 的入口与进风口 1703 相连通，空气预热风道 12 的出口

位于散热腔 5 内，散热管 11 的中部位于空气预热风道 12 内，散热管 11 的两端
200 均穿过第二隔热透气隔断 10 插入于阴极腔 4 内，加热器 16 位于阴极腔 4 内。

板式固体氧化物燃料电池 2 包括电解质、阴极及阳极，其中，电解质位于阴
极与阳极之间，电解质为离子导电材料。

阳极腔 3 由底板 301 及侧壁板 302 构成，固态燃料层 6 与底板 301 与侧壁板
302 之间设置有保温层 303。

205 固态燃料层 6 的材质为碱性金属硼氢化物、碱性金属硼氢化物水解催化剂、
盐结晶水合物及吸水材料的混合物；

碱性金属硼氢化物中的碱性金属为元素周期表中 Group 1 或 Group 2 所代表
的金属元素，如锂、钠、钾、钙和镁等，对应的硼氢化物为 LiBH_4 、 NaBH_4 、 KBH_4 、
 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 和 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ ；

210 碱性金属硼氢化物水解催化剂为钴基催化剂、铈基催化剂、镍基催化剂及酸，
如 Co-B 粉体、Ni-Co 催化剂、Ru/Ni 泡沫催化剂、 CoCl_2 催化剂、苹果酸、柠檬
酸等；

盐结晶水合物与碱性金属硼氢化物及碱性金属硼氢化物水解催化剂不发生
化学反应；例如， LiBO_2 、 NaBO_2 、 KBO_2 、 MgCl_2 、 CuSO_4 等盐的结晶水合物；

215 吸水材料为淀粉系高吸水性材料和/或纤维素系高吸水性材料；

淀粉系列高吸水性材料为由改性淀粉及其衍生物制备的吸水性材料，例如，
淀粉酯接枝苯乙烯高吸水材料、支链淀粉酶制水凝胶、甲醛改性淀粉接枝丙稀腈
共聚物、环氧氯丙烷改性淀粉接枝丙烯腈共聚物、缩水甘油醚交联淀粉接枝丙烯
腈共聚物中的一种或其中几种的混合物。

220 散热管 11 呈弓形结构，散热管 11 由中间管段 1101 及两个竖直管段 1102 组

成，其中，中间管段 1101 位于空气预热风道 12 内，中间管段 1101 与两个竖
管段 1102 相连通，竖直管段 1102 穿过第二隔热透气隔断 10 插入于阴极腔 4 内，
竖直管段 1102 上位于散热腔 5 内的部分的外壁上设置有保温层 303；空气预热风
道 12 包括相连通的进风段 1201 及换热段 1202，其中，进风段 1201 与外壳 17
225 上的进风口 1703 相连通，进风段 1201 的入口处设置有进气风扇 13，中间管段
1101 位于换热段 1202 内，换热段 1202 的侧壁上设置有与竖直管段 1102 相配合
的通孔，其中，竖直管段 1102 穿过所述通孔与中间管段 1101 相连通。

外壳 17 包括封装盒 1701 以及位于封装盒 1701 开口位置处的封装盖 1702，
进风口 1703 位于封装盒 1701 的侧壁上，封装盒 1701 的侧壁上设置有出风口 1704，
230 封装盒 1701 的侧壁上设置有阳极接线端 1705 及阴极接线端 1706，其中，阳极接
线端 1705 与阳极集电导线 14 相连接，阴极接线端 1706 与阴极集电导线 15 相连
接。

固态燃料层 6 中固态燃料的形状为片状、块状、饼状、颗粒状和粉末状；第
一隔热透气隔断 9 及第二隔热透气隔断 10 均为由低导热系数、耐高温的绝缘透
235 气材料制成的多孔介质结构板材。

发电单元 1 的数目为两个，其中，第一个发电单元 1 位于外壳 17 的一侧，
第二个发电单元 1 位于外壳 17 的另一侧，且两个发电单元 1 中的第二隔热透气
隔断 10 及阳极腔 3 之间形成两个发电单元 1 共有的阴极腔 4，加热器 16 位于两
个发电单元 1 中的阴极集电网 8 之间；

240 阳极集电导线 14 的一端与阳极集电网 7 相连接，阳极集电导线 14 的另一端
穿过第一隔热透气隔断 9、固态燃料层 6 及阳极腔 3 的侧壁插入于散热腔 5 内，
第一个发电单元 1 中阴极集电导线 15 的一端与第一个发电单元 1 中的阴极集电

网 8 相连接，第一个发电单元 1 中阴极集电导线 15 的另一端穿过第二个发电单元 1 中的第二隔热透气隔断 10 与第二个发电单元 1 中的阳极集电导线 14 相连接，
245 第二个发电单元 1 中的阴极集电导线 15 的一端与第二个发电单元 1 中的阴极集电网 8 相连接，第二个发电单元 1 中阴极集电导线 15 的另一端穿过第一个发电单元 1 中的第二隔热透气隔断 10 与外壳 17 上的阴极接线端 1706 相连接，第二个发电单元 1 中的阳极集电导线 14 与外壳 17 上的阳极接线端 1705 相连接。

本发明所述闭环链式化学反应的全固态燃料电池的工作方法包括以下步骤：

250 当全固态燃料电池为非工作状态时，全固态燃料电池对外无电能输出，此时全固态燃料电池内部工作温度与外部环境温度一致，其中，由于散热腔 5 通过空气预热风道 12 及进风口 1703 与外部空气连通，散热腔 5 内部充满空气，散热腔 5 内部的空气经第二隔热透气隔断 10 扩散进入阴极腔 4 中，阴极腔 4 内部充满空气；

255 当全固态燃料电池由非工作状态转换为启动过程状态时，加热器 16 的供电接口与外部供电电路连通，加热器 16 开始工作，进气风扇 13 的供电电路与外部供电电路连通，进气风扇 13 启动运行，加热器 16 对阴极腔 4 内的空气加热，阴极腔 4 内的空气温度逐渐上升，阴极腔 4 内的高温空气进入散热管 11 中并通过散热管 11 对空气预热风道 12 中的空气进行加热，随着空气预热风道 12 中的空气温度逐渐上升，在进气风扇 13 的作用下，空气预热风道 12 中预热后的空气进
260 入散热腔 5 内，散热腔 5 内的空气通过阳极腔 3 的壁面对固态燃料层 6 进行加热，与此同时，阴极腔 4 内的高温空气通过阳极腔 3 对固态燃料层 6 进行加热，当固态燃料层 6 的温度达到设定温度时，固态燃料层 6 中的结晶水合物释放水分子，水分子与固态燃料层 6 中的碱性金属硼氢化物发生水解反应产生氢气，通过控制

265 进气风扇 13 的进气流量来控制阳极腔 3 内固态燃料层 6 的工作温度，使碱性金属硼氢化物发生水解反应，即， $\text{MBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MBO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}_2$ ，氢气经第一隔热透气隔断 9 扩散至板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极，当板式固体氧化物燃料电池 2 的温度达到其工作温度时，加热器 16 停止工作，全固态燃料电池进入工作状态；

270 当全固态燃料电池处于工作状态条件下，进气风扇 13 的供电线路与板式固体氧化物燃料电池 2 接通，板式固体氧化物燃料电池 2 阳极侧的氢气失去电子变为氢离子，失去的电子通过外部电路到达板式固体氧化物燃料电池 2 的阴极，板式固体氧化物燃料电池 2 阴极侧空气中的氧获得电子变成氧离子，氧离子通过板式固体氧化物燃料电池 2 的电解质层到达板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极与氢
275 离子结合生成水，在此过程中，板式固体氧化物燃料电池 2 对外输出电能，其中，板式固体氧化物燃料电池 2 阳极生成的水分子的摩尔数与参与氢氧电化学反应的氢气摩尔数相等，氢氧电化学反应的生成物水分子经第一隔热透气隔断 9 扩散至固态燃料层 6 中，通过控制进气风扇 13 的进气流量来控制阳极腔 3 内固态燃料层 6 的工作温度，使固态燃料层 6 中的碱性金属硼氢化物发生水解反应，即
280 $\text{MBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MBO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}_2$ ，其中，参与固态燃料层 6 中碱性金属硼氢化物水解反应的水分子数量与水解反应生成物氢气的数量相等，生成的氢气经第一隔热透气隔断 9 扩散至板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极，以参与板式固体氧化物燃料电池 2 发电生成水，使得水和氢气形成链式闭合的物质循环，在氢-水链式
285 闭合物质循环过程中，板式固体氧化物燃料电池 2 对外输出电能，在板式固体氧化物燃料电池 2 发电过程中，阴极腔 4 内空气中的氧气组分浓度逐渐下降，氮气浓度逐渐上升，阴极腔 4 内的压力下降，散热腔 5 内空气中的氧气在压差及气体

浓度差作用下通过第二隔热透气隔断 10 扩散进入阴极腔 4, 阴极腔 4 中的氮气在浓度差作用下由阴极腔 4 扩散进入散热腔 5, 在板式固体氧化物燃料电池 2 工作过程中, 通过控制电流来控制电池对外输出电能的大小, 在调节电流过程中, 板式固体氧化物燃料电池阳极侧氢氧化学反应速率相应增大或减小, 生成水速率相应增大或减少, 则固态燃料层 6 的水解产氢反应相应增大或减少, 板式固体氧化物燃料电池 2 的电化学反应及固态燃料水解过程为放热反应, 当固态燃料层 6 或板式固体氧化物燃料电池 2 的温度超过设定温度时, 增大进气风扇 13 的进气流量;

当全固态燃料电池处于停机过程状态时, 切断对外输电电流, 进气风扇 13 保持运行状态, 在此状态下, 板式固体氧化物燃料电池 2 的输出功率等于进气风扇 13 的功率, 在板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极水生成速率下降到最小, 相应的, 固态燃料层 6 的产氢反应下降到最小, 全固态燃料电池内部生成热量最小, 在进气风扇 13 持续运行的情况下, 全固态燃料电池内部的温度逐渐下降, 直至板式固体氧化物燃料电池 2 的工作电流趋近零, 板式固体氧化物燃料电池 2 的阳极无水生成, 相应的, 固态燃料层 6 的产氢反应逐渐停止, 进气风扇 13 停止运行, 此时全固态燃料电池进入非工作状态。

以上内容仅为说明本发明的技术思想, 不能以此限定本发明的保护范围, 凡是按照本发明提出的技术思想, 在技术方案基础上所做的任何改动, 均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

1. 一种闭环链式化学反应的全固态燃料电池，其特征在于，包括外壳（17）及位于外壳（17）内的发电单元（1），发电单元（1）包括阳极腔（3）、板式固体氧化物燃料电池（2）、阳极集电网（7）、阳极集电导线（14）、阴极集电网（8）、阴极集电导线（15）、散热管（11）及加热器（16）；

5 阳极腔（3）为凹槽形腔体，阳极腔（3）的开口处通过板式固体氧化物燃料电池（2）密封，板式固体氧化物燃料电池（2）的阳极正对阳极腔（3），阳极腔（3）内由内到外依次设置有固态燃料层（6）、第一隔热透气隔断（9）及阳极集电网（7），其中，阳极集电网（7）与板式固体氧化物燃料电池（2）的阳极相接触，阳极集电导线（14）与阳极集电网（7）相连接，板式固体氧化物燃料电池（2）的阴极紧贴阴极集电网（8），阴极集电导线（15）与阴极集电网（8）相连接；

10 阳极腔（3）的侧壁与外壳（17）的内壁之间设置有环形的第二隔热透气隔断（10），第二隔热透气隔断（10）及阳极腔（3）将外壳（17）的内部分隔为散热腔（5）及阴极腔（4），板式固体氧化物燃料电池（2）位于阳极腔（3）与阴极腔（4）的交界处，散热腔（5）内设置有空气预热风道（12），其中，外壳（17）的侧壁上开设有进风口（1703），空气预热风道（12）的入口与进风口（1703）相连通，空气预热风道（12）的出口位于散热腔（5）内，散热管（11）的中部位于空气预热风道（12）内，散热管（11）的两端均穿过第二隔热透气隔断（10）插入于阴极腔（4）内，加热器（16）位于阴极腔（4）内。

20 2. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池，其特征在于，板式固体氧化物燃料电池（2）包括电解质、阴极及阳极，其中，电解质位于阴极与阳极之间，电解质为离子导电材料。

3. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池，其特征在于，阳极腔（3）由底板（301）及侧壁板（302）构成，固态燃料层（6）与底板
25 （301）与侧壁板（302）之间设置有保温层（303）。

4. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池，其特征在于，固态燃料层（6）的材质为碱性金属硼氢化物、碱性金属硼氢化物水解催化剂、盐结晶水合物及吸水材料的混合物；

碱性金属硼氢化物中的碱性金属为元素周期表中 Group 1 或 Group 2 所代表
30 的金属元素；

碱性金属硼氢化物水解催化剂为钴基催化剂、铈基催化剂、镍基催化剂及酸；

盐结晶水合物与碱性金属硼氢化物及碱性金属硼氢化物水解催化剂不发生
化学反应；

吸水材料为淀粉系高吸水性材料和/或纤维素系高吸水性材料；

35 淀粉系列高吸水性材料为由改性淀粉及其衍生物制备的吸水性材料。

5. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池，其特征在于，散热管（11）呈弓形结构，散热管（11）由中间管段（1101）及两个竖直管
段（1102）组成，其中，中间管段（1101）位于空气预热风道（12）内，中间管
段（1101）与两个竖直管段（1102）相连通，竖直管段（1102）穿过第二隔热透
40 气隔断（10）插入于阴极腔（4）内，竖直管段（1102）上位于散热腔（5）内的
部分的外壁上设置有保温层（303）；

空气预热风道（12）包括相连通的进风段（1201）及换热段（1202），其中，
进风段（1201）与外壳（17）上的进风口（1703）相连通，进风段（1201）的入
口处设置有进气风扇（13），中间管段（1101）位于换热段（1202）内，换热段

45 (1202)的侧壁上设置有与竖直管段(1102)相配合的通孔,其中,竖直管段(1102)穿过所述通孔与中间管段(1101)相连通。

6. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池,其特征在于,外壳(17)包括封装盒(1701)以及位于封装盒(1701)开口位置处的封装盖(1702),进风口(1703)位于封装盒(1701)的侧壁上,封装盒(1701)的
50 侧壁上设置有出风口(1704),封装盒(1701)的侧壁上设置有阳极接线端(1705)及阴极接线端(1706),其中,阳极接线端(1705)与阳极集电导线(14)相连接,阴极接线端(1706)与阴极集电导线(15)相连接。

7. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池,其特征在于,固态燃料层(6)中固态燃料的形状为片状、块状、饼状、颗粒状和粉末状;
55 第一隔热透气隔断(9)及第二隔热透气隔断(10)均为由绝缘透气材料制成的多孔介质结构板材。

8. 根据权利要求 1 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池,其特征在于,发电单元(1)的数目为两个,其中,第一个发电单元(1)位于外壳(17)的一侧,第二个发电单元(1)位于外壳(17)的另一侧,且两个发电单元(1)
60 中的第二隔热透气隔断(10)及阳极腔(3)之间形成两个发电单元(1)共有的阴极腔(4),加热器(16)位于两个发电单元(1)中的阴极集电网(8)之间。

9. 根据权利要求 8 所述的闭环链式化学反应的全固态燃料电池,其特征在于,阳极集电导线(14)的一端与阳极集电网(7)相连接,阳极集电导线(14)的另一端穿过第一隔热透气隔断(9)、固态燃料层(6)及阳极腔(3)的侧壁插
65 入于散热腔(5)内,第一个发电单元(1)中阴极集电导线(15)的一端与第一个发电单元(1)中的阴极集电网(8)相连接,第一个发电单元(1)中阴极集

电导线（15）的另一端穿过第二个发电单元（1）中的第二隔热透气隔断（10）与第二个发电单元（1）中的阳极集电导线（14）相连接，第二个发电单元（1）中的阴极集电导线（15）的一端与第二个发电单元（1）中的阴极集电网（8）相连接，第二个发电单元（1）中阴极集电导线（15）的另一端穿过第一个发电单元（1）中的第二隔热透气隔断（10）与外壳（17）上的阴极接线端（1706）相连接，第一个发电单元（1）中的阳极集电导线（14）与外壳（17）上的阳极接线端（1705）相连接。

10. 一种权利要求 1 所述闭环链式化学反应的全固态燃料电池的工作方法，其特征 在于，包括以下步骤：

当全固态燃料电池为非工作状态时，全固态燃料电池对外无电能输出，此时全固态燃料电池内部工作温度与外部环境温度一致，其中，由于散热腔（5）通过空气预热风道（12）及进风口（1703）与外部空气连通，散热腔（5）内部充满空气，散热腔（5）内部的空气经第二隔热透气隔断（10）扩散进入阴极腔（4）中，阴极腔（4）内部充满空气；

当全固态燃料电池由非工作状态转换为启动过程状态时，加热器（16）的供电接口与外部供电电路连通，加热器（16）开始工作，进气风扇（13）的供电电路与外部供电电路连通，进气风扇（13）启动运行，加热器（16）对阴极腔（4）内的空气加热，阴极腔（4）内的空气温度逐渐上升，阴极腔（4）内的高温空气进入散热管（11）中并通过散热管（11）对空气预热风道（12）中的空气进行加热，随着空气预热风道（12）中的空气温度逐渐上升，在进气风扇（13）的作用下，空气预热风道（12）中预热后的空气进入散热腔（5）内，散热腔（5）内的空气通过阳极腔（3）的壁面对固态燃料层（6）进行加热，与此同时，阴极腔（4）

内的高温空气通过阳极腔（3）对固态燃料层（6）进行加热，当固态燃料层（6）
90 的温度达到设定温度时，固态燃料层（6）中的结晶水合物释放水分子，水分子
与固态燃料层（6）中的碱性金属硼氢化物发生水解反应产生氢气，通过控制进
气风扇（13）的进气流量来控制阳极腔（3）内固态燃料层（6）的工作温度，使
碱性金属硼氢化物发生水解反应，氢气经第一隔热透气隔断（9）扩散至板式固
体氧化物燃料电池（2）的阳极，当板式固体氧化物燃料电池（2）的温度达到其
95 工作温度时，加热器（16）停止工作，全固态燃料电池进入工作状态；

当全固态燃料电池处于工作状态条件下，进气风扇（13）的供电线路与板式
固体氧化物燃料电池（2）接通，板式固体氧化物燃料电池（2）阳极侧的氢气失
去电子变为氢离子，失去的电子通过外部电路到达板式固体氧化物燃料电池（2）
的阴极，板式固体氧化物燃料电池（2）阴极侧空气中的氧获得电子变成氧离子，
100 氧离子通过板式固体氧化物燃料电池（2）的电解质层到达板式固体氧化物燃料
电池（2）的阳极与氢离子结合生成水，在此过程中，板式固体氧化物燃料电池
（2）对外输出电能，其中，板式固体氧化物燃料电池（2）阳极生成的水分子的
摩尔数与参与氢氧电化学反应的氢气摩尔数相等，氢氧电化学反应的生成物水分
子经第一隔热透气隔断（9）扩散至固态燃料层（6）中，通过控制进气风扇（13）
105 的进气流量来控制阳极腔（3）内固态燃料层（6）的工作温度，使固态燃料层（6）
中的碱性金属硼氢化物发生水解反应，其中，参与固态燃料层（6）中碱性金属
硼氢化物水解反应的水分子数量与水解反应生成物氢气的数量相等，生成的氢气
经第一隔热透气隔断（9）扩散至板式固体氧化物燃料电池（2）的阳极，以参与
板式固体氧化物燃料电池（2）发电生成水，使得水和氢气形成链式闭合的物质
110 循环，在氢-水链式闭合物质循环过程中，板式固体氧化物燃料电池（2）对外输

出电能，在板式固体氧化物燃料电池（2）发电过程中，阴极腔（4）内空气中的氧气组分浓度逐渐下降，氮气浓度逐渐上升，阴极腔（4）内的压力下降，散热腔（5）内空气中的氧气在压差及气体浓度差作用下通过第二隔热透气隔断（10）扩散进入阴极腔（4），阴极腔（4）中的氮气在浓度差作用下由阴极腔（4）扩散
115 进入散热腔（5），板式固体氧化物燃料电池（2）的电化学反应及固态燃料水解过程为放热反应，当固态燃料层（6）或板式固体氧化物燃料电池（2）的温度超过设定温度时，增大进气风扇（13）的进气流量；

当全固态燃料电池处于停机过程状态时，切断对外输电电流，进气风扇（13）保持运行状态，在此状态下，板式固体氧化物燃料电池（2）的输出功率等于进
120 气风扇（13）的功率，在板式固体氧化物燃料电池（2）的阳极水生成速率下降到最小，相应的，固态燃料层（6）的产氢反应下降到最小，全固态燃料电池内部生成热量最小，在进气风扇（13）持续运行的情况下，全固态燃料电池内部的温度逐渐下降，直至板式固体氧化物燃料电池（2）的工作电流趋近零，板式固体氧化物燃料电池（2）的阳极无水生成，相应的，固态燃料层（6）的产氢反应
125 逐渐停止，进气风扇（13）停止运行，此时全固态燃料电池进入非工作状态。

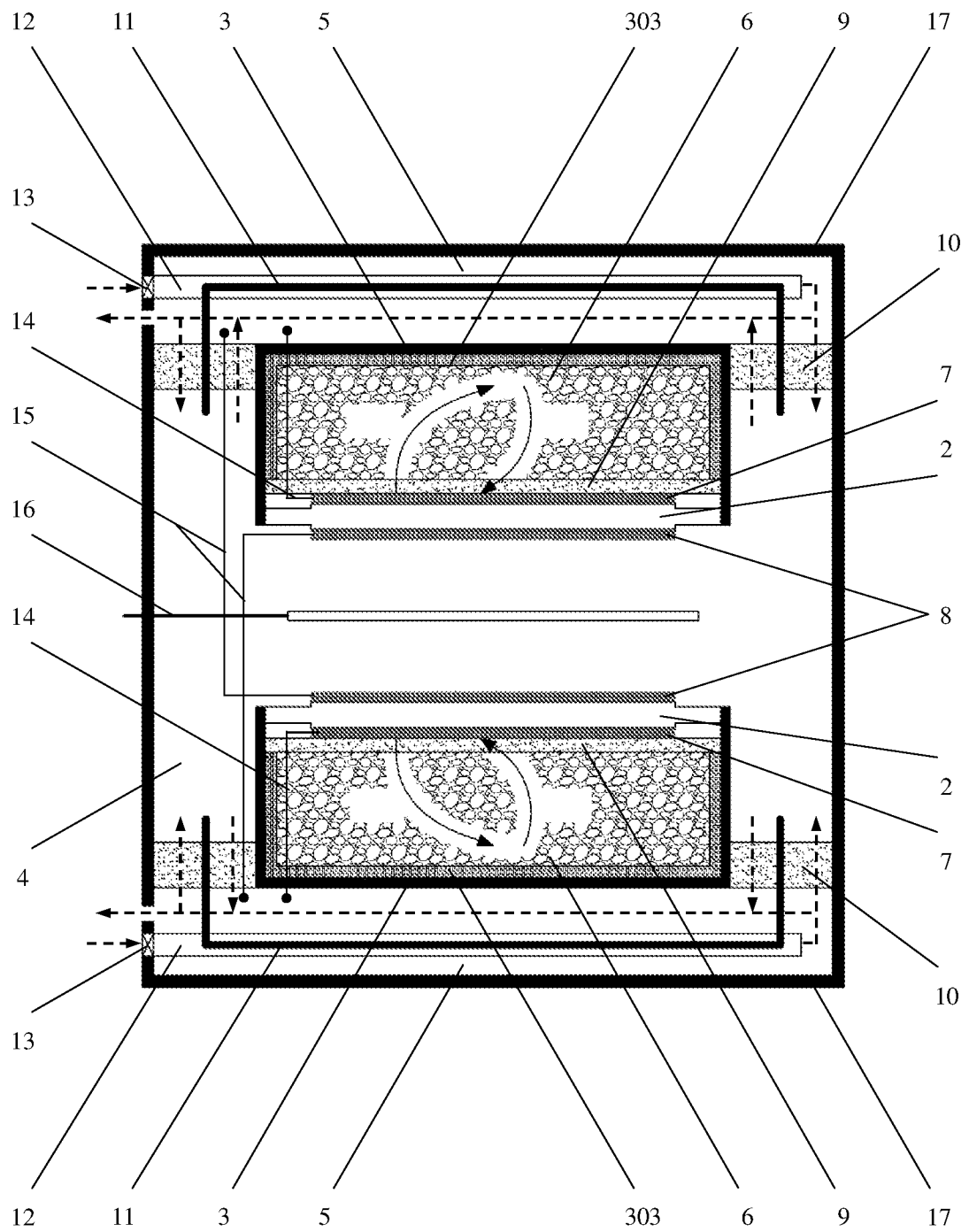


图 1

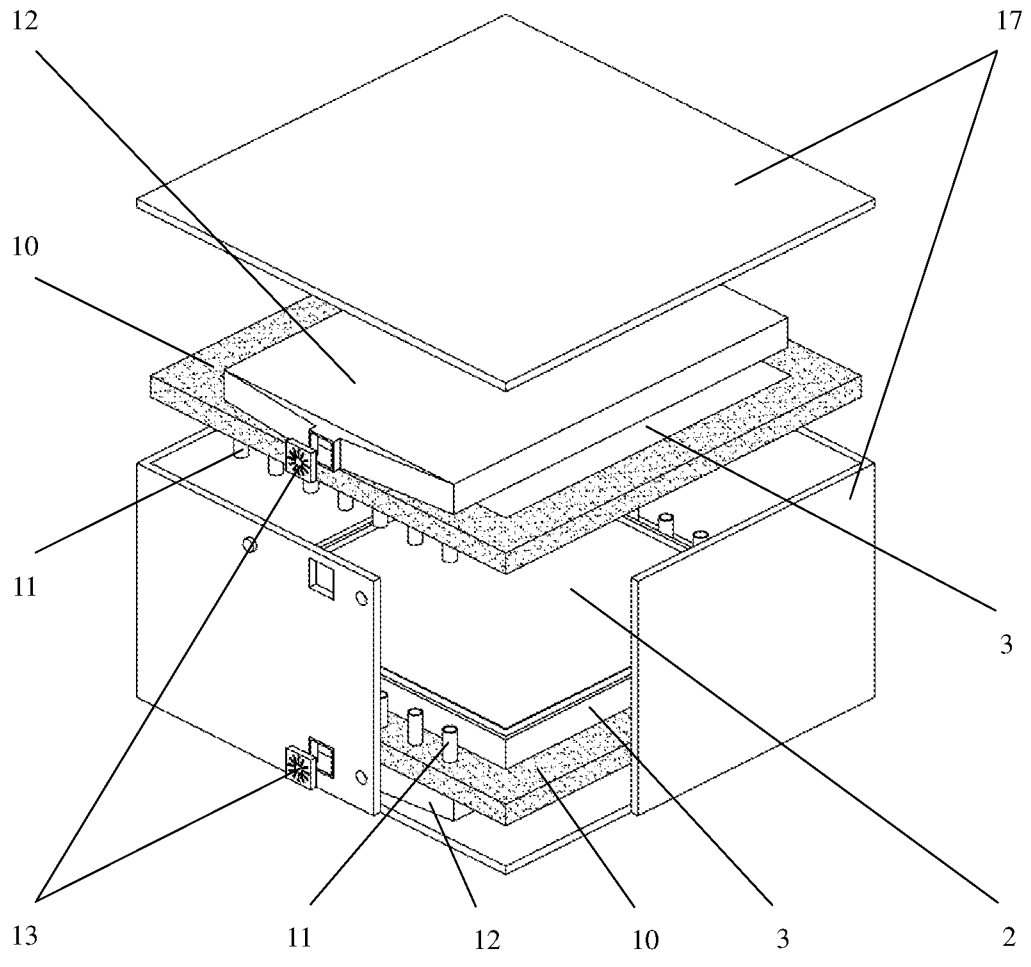


图 2

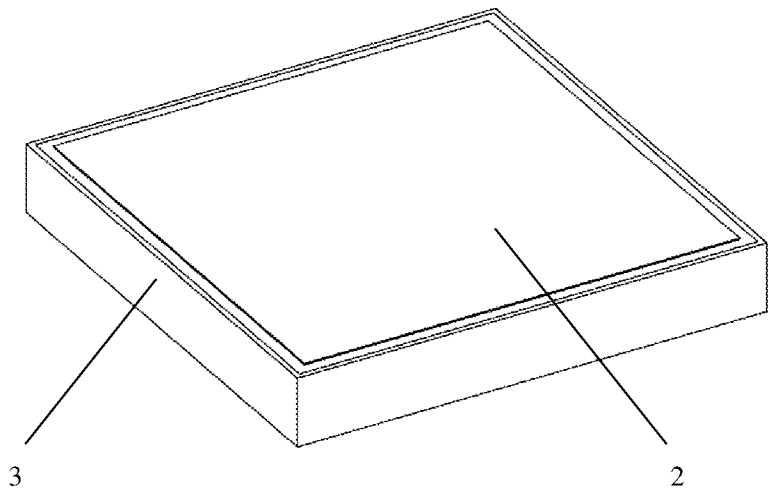


图 3a

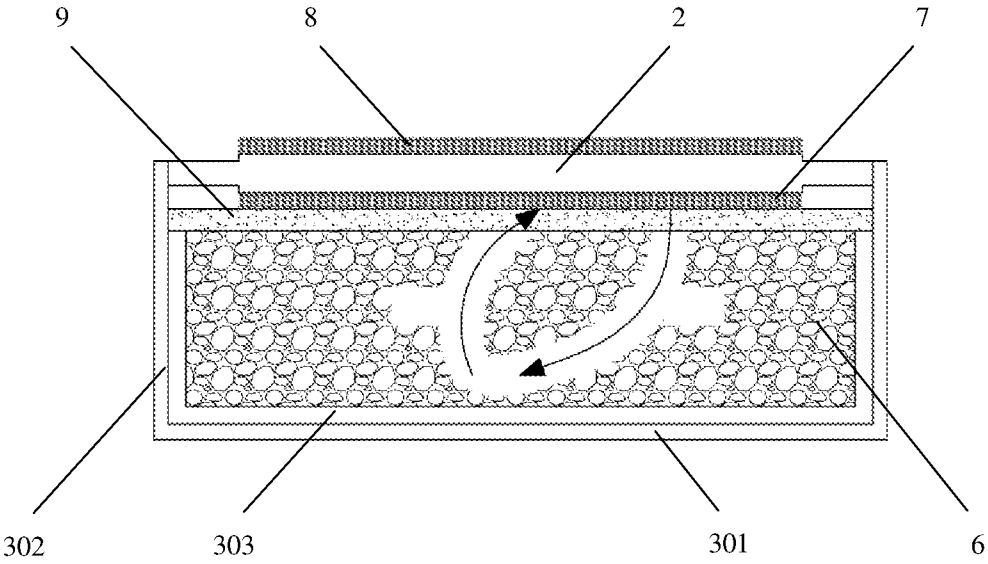


图 3b

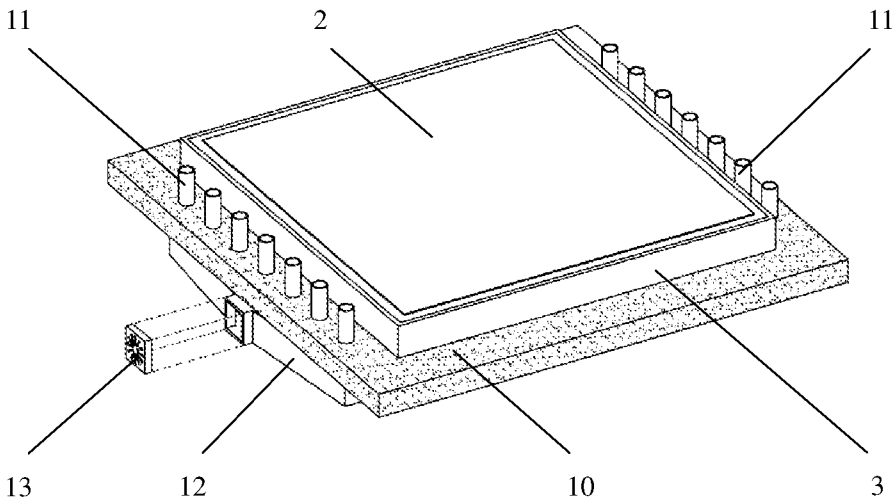


图 4

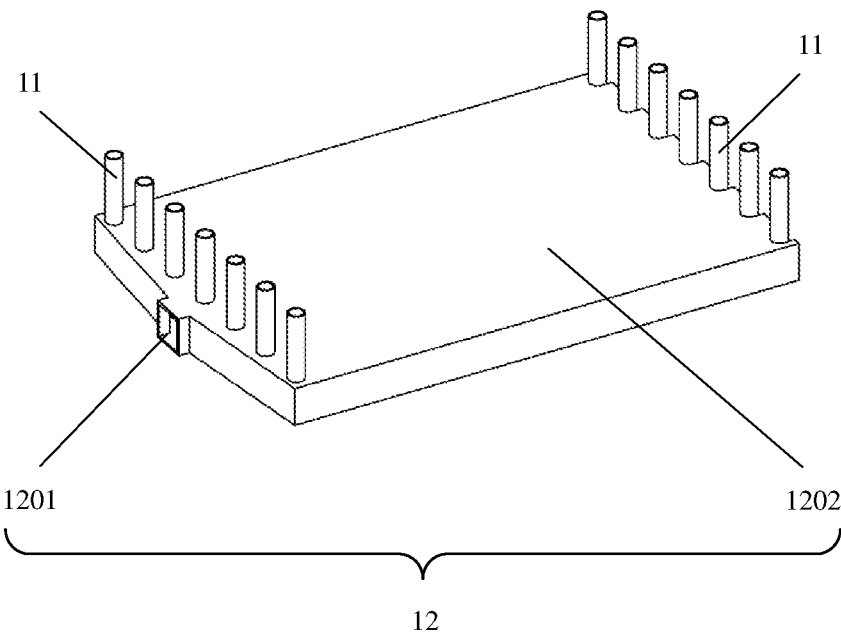


图 5

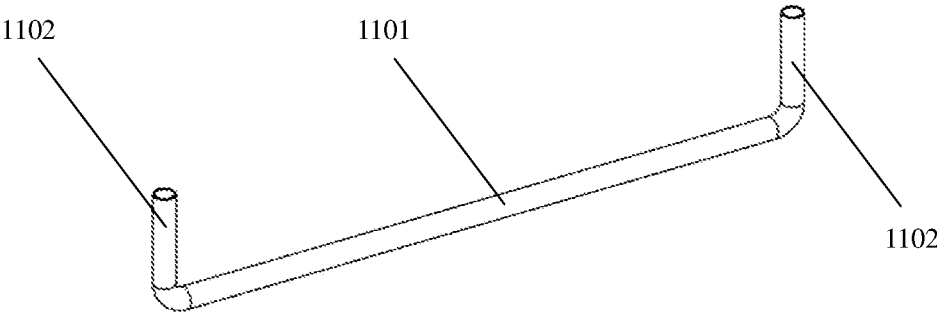


图 6

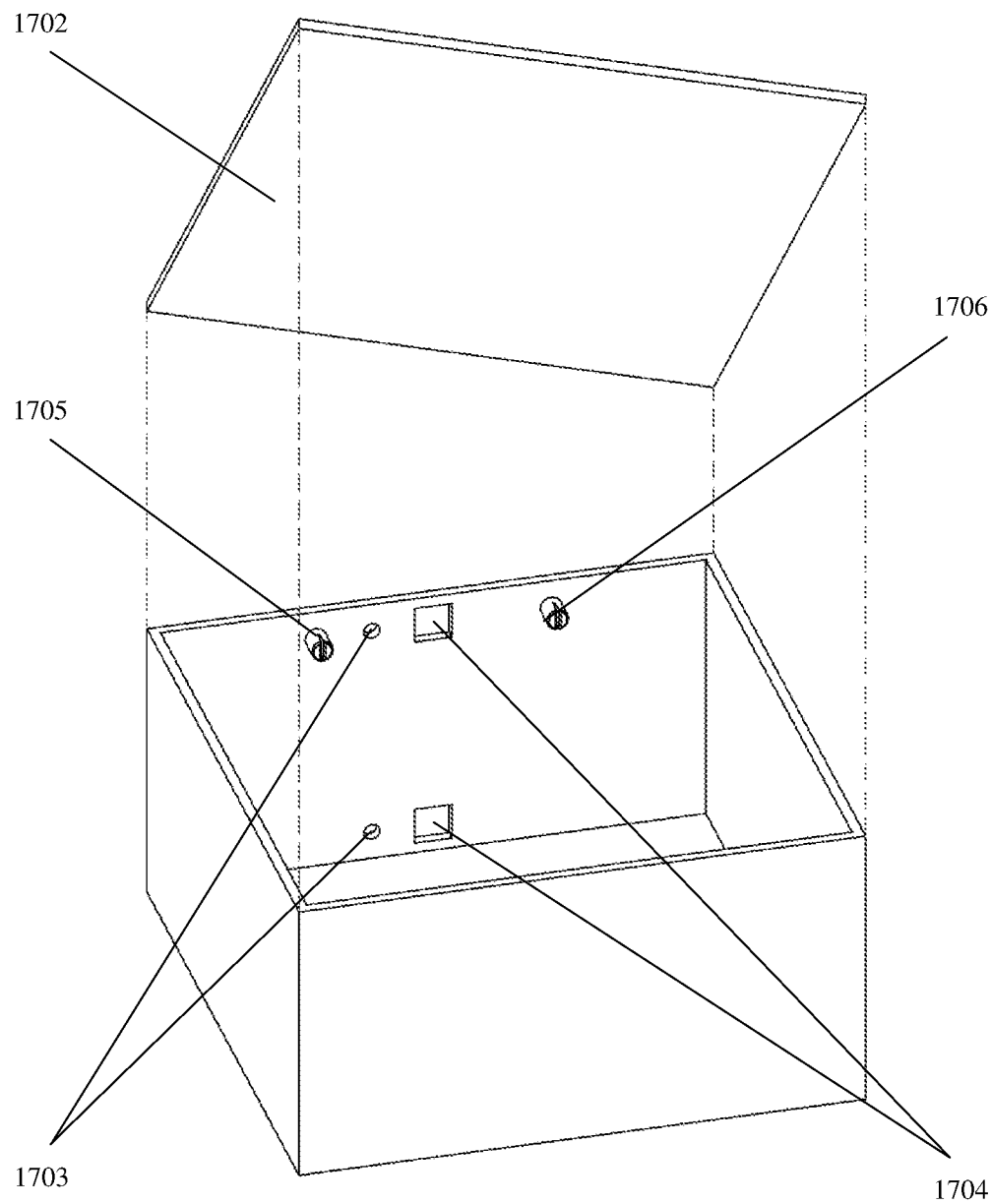


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/118098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/12(2016.01)i; H01M 8/04291(2016.01)i; H01M 8/04089(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)

CNABS; CNTXT; VEN; EPTXT; USTXT; WOTXT; CNKI: 固态燃料电池, 闭环, 链式化学反应, 硼氢化物, 阳极腔, 外壳, 阴极腔, 隔断, solid fuel cell, closed-loop, chain chemical reaction, borohydride, anode cavity, shell, cathode cavity, spacer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 109286032 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 29 January 2019 (2019-01-29) description, paragraphs 19-37, and figures 1-2	1-10
A	CN 107093756 A (NEKSON POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 August 2017 (2017-08-25) description, paragraphs 17-37, and figures 1-2	1-10
A	JP 2017114708 A (HYDORIC POWER SYSTEMS CO., LTD.) 29 June 2017 (2017-06-29) entire document	1-10
A	US 2018339759 A1 (LYNNTECH INC.) 29 November 2018 (2018-11-29) entire document	1-10
A	CN 103730671 A (HUNAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16 April 2014 (2014-04-16) 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

26 May 2021

Date of mailing of the international search report

01 June 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/118098

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109286032	A	29 January 2019	None			
CN	107093756	A	25 August 2017	CN	107093756	B	11 February 2020
JP	2017114708	A	29 June 2017	JP	6446354	B2	26 December 2018
US	2018339759	A1	29 November 2018	US	10807692	B2	20 October 2020
CN	103730671	A	16 April 2014	CN	103730671	B	04 November 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/118098

A. 主题的分类 H01M 8/12(2016.01)i; H01M 8/04291(2016.01)i; H01M 8/04089(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)) CNABS;CNTXT;VEN;EPTXT;USTXT;WOTXT;CNKI:固态燃料电池, 闭环, 链式化学反应, 硼氢化物, 阳极腔, 外壳, 阴极腔, 隔断, solid fuel cell, closed-loop, chain chemical reaction, borohydride, anode cavity, shell, cathode cavity, spacer																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 109286032 A (西安交通大学) 2019年 1月 29日 (2019 - 01 - 29) 说明书第19-37段, 图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107093756 A (浙江高成绿能科技有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 说明书第17-37段, 图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017114708 A (HYDORIC POWER SYSTEMS CO LTD) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018339759 A1 (LYNNTECH INC) 2018年 11月 29日 (2018 - 11 - 29) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103730671 A (湖南科技大学) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 109286032 A (西安交通大学) 2019年 1月 29日 (2019 - 01 - 29) 说明书第19-37段, 图1-2	1-10	A	CN 107093756 A (浙江高成绿能科技有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 说明书第17-37段, 图1-2	1-10	A	JP 2017114708 A (HYDORIC POWER SYSTEMS CO LTD) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 全文	1-10	A	US 2018339759 A1 (LYNNTECH INC) 2018年 11月 29日 (2018 - 11 - 29) 全文	1-10	A	CN 103730671 A (湖南科技大学) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 109286032 A (西安交通大学) 2019年 1月 29日 (2019 - 01 - 29) 说明书第19-37段, 图1-2	1-10																		
A	CN 107093756 A (浙江高成绿能科技有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 说明书第17-37段, 图1-2	1-10																		
A	JP 2017114708 A (HYDORIC POWER SYSTEMS CO LTD) 2017年 6月 29日 (2017 - 06 - 29) 全文	1-10																		
A	US 2018339759 A1 (LYNNTECH INC) 2018年 11月 29日 (2018 - 11 - 29) 全文	1-10																		
A	CN 103730671 A (湖南科技大学) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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 5月 26日		国际检索报告邮寄日期 2021年 6月 1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 张闵 电话号码 86-(20)-28950420																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/118098

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	109286032	A	2019年 1月 29日	无	
CN	107093756	A	2017年 8月 25日	CN	107093756 B 2020年 2月 11日
JP	2017114708	A	2017年 6月 29日	JP	6446354 B2 2018年 12月 26日
US	2018339759	A1	2018年 11月 29日	US	10807692 B2 2020年 10月 20日
CN	103730671	A	2014年 4月 16日	CN	103730671 B 2015年 11月 4日