(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 7 月 21 日 (21.07.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/151902 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 8/0656 (2016.01) *C25B 1/042* (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/138399

(22) 国际申请日: 2021 年 12 月 15 日 (15.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110050829.2 2021年1月14日 (14.01.2021) CN
202120100109.8 2021年1月14日 (14.01.2021) CN

(71) 申请人: 中国科学院上海应用物理研究所(SHANGHAI INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国上海市嘉定区嘉罗公路 2019 号, Shanghai 201800 (CN)。

(72) 发明人: 王建强(WANG, Jianqiang); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 严慧娟(YAN, Huijuan); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 洪春峰(HONG, Chunfeng); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 马成国(MA, Chengguo); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 郭育菁(GUO, Yujing); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 杜贤龙(DU, Xianlong); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。 肖国萍(XIAO, Guoping); 中国上海市嘉定区嘉罗公路2019号, Shanghai 201800 (CN)。

(74) 代理人: 上海智信专利代理有限公司(SHANGHAI ZHI XIN PATENT AGENT LTD.); 中国上海市

(54) **Title:** PROTON-CONDUCTING SOEC AND OXYGEN ION-CONDUCTING SOFC JOINT APPARATUS

(54) 发明名称: 一种质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置

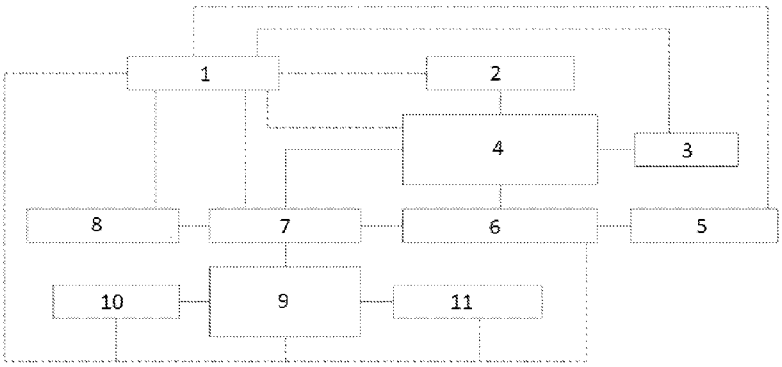


图 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a proton-conducting SOEC and oxygen ion-conducting SOFC joint apparatus, a hydrogen production system is a proton conduction-type SOEC steam electrolysis hydrogen production apparatus, a electric power supply system provides an electrolysis electricity source to the hydrogen production system, a water supply system provides raw material water to the hydrogen production system, a hydrogen gas allocation system provides a protective hydrogen gas to the hydrogen production system, hydrogen gas produced by the hydrogen production system is stored in a hydrogen purification and buffer storage system, an electricity generation system is an oxygen ion conduction-type SOFC electricity generation apparatus, the hydrogen gas allocation system provides raw material hydrogen to the electricity generation system, an electricity management system transports electrical energy generated from the consumption of hydrogen gas by the electricity generation system into the electricity management system, and generated heat is stored in a molten salt thermal storage system. According to the proton conducting SOEC and oxygen ion-conducting SOFC joint apparatus of the present invention, the hydrogen production apparatus lowers manufacturing difficulty while performing highly efficient electrolytic hydrogen production, the electricity generation apparatus generates electrical energy and also uses molten

WO 2022/151902 A1

[见续页]

徐汇区斜土路1223号之俊大厦26楼, Shanghai 200032 (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)。

根据细则4.17的声明：

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

salt thermal storage to recover high-quality heat generated from electricity generation, and high overall energy utilization efficiency is achieved.

(57) 摘要：本发明涉及一种质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，制氢系统为质子传导型SOEC电解水蒸气制氢装置，电力供应系统向制氢系统提供电解电源，供水系统向制氢系统提供原料水，氢气分配系统向制氢系统提供保护氢气，制氢系统产生的氢气存储到纯化缓存储氢系统中，发电系统为氧离子传导型SOFC发电装置，氢气分配系统向发电系统提供原料氢，电管理系统将发电系统消耗氢气产生的电能输送到电管理系统中，产生的热量存储到熔盐储热系统中。根据本发明的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，制氢装置在高效电解制氢的同时降低制造难度，发电装置既产生了电能又用熔盐储热回收了发电产生的高品质热，整体的能量利用效率高。

一种质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置

技术领域

[0001] 本发明涉及高温制氢用氢，更具体地涉及一种质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置。

背景技术

[0002] 电解水制氢并用氢燃料电池发电，被认为是能让可再生能源充分利用和削峰平谷稳定电网的有效方式之一。然而，如何提高能量利用率是电解水制氢并用氢燃料电池发电的主要难题。

[0003] 现有的电解水制氢技术可以分为高温电解水制氢和低温电解水制氢。低温电解水制氢包括碱性电解水制氢和 PEM 电解水制氢等，低温电解水制氢的直流电转化率一般在 40%-55%之间，工作温度一般维持在 60-90℃。高温电解水制氢是指氧离子传导型 SOEC，其直流电转化效率能达到 90%以上，工作温度在 600℃-1000℃。

[0004] 现有的氢燃料电池也可以分为高温和低温，低温燃料电池以 PEMFC 为代表，工作温度在 60-80℃；高温燃料电池主要指 SOFC，工作温度最高能达到 1000℃。实际工作中，低温燃料电池的能量利用率最高不超过 70%；若进行热量回收，高温燃料电池的能量利用率能达 95%以上。

[0005] 综上所述，从能量转化率来看，采用高温电解制氢并发电是最理想的方式。但现有的高温电解水制氢的工作温度太高，并且在电解过程中需要持续通入氢气来保证氢电极不失活而保持稳定性，从而造成制造难度大，制造成本高等难题。

发明内容

[0006] 为了解决上述现有技术中的制造难度大等问题，本发明提供一种质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置。

[0007] 根据本发明的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其包括电力供应系统、供水系统、制氢系统、纯化缓存储氢系统、氢气分配系统、发电系统、电管理系统和熔盐储热系统，其中，制氢系统为质子传导型 SOEC

电解水蒸气制氢装置，电力供应系统与制氢系统连接以向制氢系统提供电解电源，供水系统与制氢系统连接以向制氢系统提供原料水，氢气分配系统与制氢系统连接以向制氢系统提供保护氢气，纯化缓存储氢系统与制氢系统连接以将制氢系统产生的氢气存储到纯化缓存储氢系统中，发电系统为氧离子传导型 SOFC 发电装置，氢气分配系统与发电系统连接以向发电系统提供原料氢，电管理系统与发电系统连接以将发电系统消耗氢气产生的电能输送到电管理系统中，熔盐储热系统与发电系统连接以将发电系统消耗氢气产生的热量存储到熔盐储热系统中。

[0008] 优选地，制氢系统包括电解池、水蒸气发生器、气体预热器和气体冷却分离组件，其中，电解池为用于高温电解水蒸汽制氢的质子传导型固体氧化物电解池，供水系统与水蒸气发生器连接以将来自于供水系统的原料水加热为水蒸气，气体预热器连接在电解池和水蒸气发生器之间，水蒸气经过气体预热器后进入电解池的阳极侧电解后失去电子产生氧气，电解出的氢离子穿过电解质层到达电解池的阴极侧获得电子产生氢气，用作保护气的氢气经过气体预热器后进入电解池的阴极侧，气体冷却分离组件连接在电解池的下游以将氧气分离出去并将氢气输送进入纯化缓存储氢系统。

[0009] 优选地，电解池的工作温度维持在 400℃至 700℃之间。

[0010] 优选地，发电系统包括燃料电池、空气净化器、空气增压机、气体预热机和氢气内循环装置，其中，燃料电池为用于高温发电的氧离子传导型固体氧化物燃料电池，空气净化器依次通过空气增压机和气体预热机与燃料电池连接，空气经过空气净化器处理后，通过空气增压机进入气体预热机，之后进入燃料电池的阴极侧，氢气经过气体预热机后进入燃料电池的阳极侧，氢气内循环装置连接在燃料电池和气体预热机之间，未反应的氢气通过氢气内循环装置与来自气体预热机的氢气一起重新进入燃料电池的阳极侧循环利用，燃料电池与电管理系统连接以输出产生的电力，燃料电池与熔盐储热系统连接以输出产生的热量。

[0011] 优选地，燃料电池的工作温度维持在 700℃至 1000℃之间。

[0012] 优选地，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括电气控制系统，其中，电气控制系统为整个质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置提供动作电源和控制策略。

[0013] 优选地，电力供应系统包括高压交流电、电力分配器、过剩电力、降压变压器、AC-DC 交流变直流和恒定电压/恒定电流调节模块，其中，高压交流电通过电力分配器供给用电设备正常使用，过剩电力依次通过降压变压器、AC-DC 交流变直流和恒定电压/恒定电流调节模块与制氢系统连接。

[0014] 优选地，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括外部供氢系统，其中，外部供氢系统向纯化缓存储氢系统输入氢气。

[0015] 优选地，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括用氢系统，其中，氢气分配系统向用氢系统提供氢气。

[0016] 优选地，电管理系统包括电力分配仪、DC-DC 转换器、DC-AC 直流变交流和升压变压器，电力分配仪分别与发电系统、DC-DC 转换器和 DC-AC 直流变交流连接以将来自于发电系统的电力通过电力分配仪分别输送给 DC-DC 转换器和 DC-AC 直流变交流，DC-DC 转换器直接供直流用电设备使用，DC-AC 直流变交流通过升压变压器回馈给电网。

[0017] 根据本发明的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其中的质子传导型 SOEC 电解水蒸气制氢装置在保证高效电解制氢的同时，可以降低制氢系统的制造难度，减少了制造成本，在稳定运行后也不需要持续通入氢气来保护氢电极，其中的氧离子传导型 SOFC 发电装置既产生了电能又用熔盐储热回收了发电产生的高品质热，使氢气能量得到充分利用，整体的能量利用效率高。

附图说明

[0018] 图 1 是根据本发明的一个优选实施例的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置的整体结构示意图；

[0019] 图 2 是图 1 的电力供应系统的具体结构示意图；

[0020] 图 3 是图 1 的制氢系统的具体结构示意图；

[0021] 图 4 是图 1 的发电系统的具体结构示意图；

[0022] 图 5 是图 1 的电管理系统的具体结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图，给出本发明的较佳实施例，并予以详细描述。

[0024] 如图 1 所示，根据本发明的一个优选实施例的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，包括电气控制系统 1、电力供应系统 2、供水系统 3、制氢系统 4、外部供氢系统 5、纯化缓存储氢系统 6、氢气分配系统 7、用氢系统 8、发电系统 9、电管理系统 10 和熔盐储热系统 11，其中，电气控制系统 1 给其他系统 2，3，4，5，6，7，8，9，10，11 提供动作电源和控制策略；外部供氢系统 5 向纯化缓存储氢系统 6 中输入氢气；氢气分配系统 7 向用氢系统 8 提供氢气；制氢系统 4 为高温质子传导型 SOEC 电解水蒸气制氢装置，电力供应系统 2 向制氢系统 4 提供直流电解电源，供水系统 3 向制氢系统 4 提供原料水，氢气分配系统 7 向制氢系统 4 提供保护氢气，制氢系统 4 产生的氢气存储到纯化缓存储氢系统 6 中；发电系统 9 为高温氧离子传导型 SOFC 发电装置，氢气分配系统 7 向发电系统 9 提供原料氢，发电系统 9 消耗氢气产生的电能输送到电管理系统 10 中，产生的热量进入熔盐储热系统 11 中。

[0025] 根据本发明的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，将高温质子传导型 SOEC 电解水蒸气制氢装置和高温氧离子传导型 SOFC 发电装置相结合，使得制氢系统 4 需要的温度降低，从而降低制氢系统 4 的制造难度，同时发电系统 9 能够在确保直接使用电力的同时回收达到接近 1000℃的高品质的热源，最大程度地利用了氢气所含的能量。

[0026] 如图 1 所示，电气控制系统 1 与其他系统 2，3，4，5，6，7，8，9，10，11 中的电气设备连接，包括强电间和弱电间，具有给电气设备供应电源，监控系统运行情况，调节工作参数，采集、记录和存储数据的功能。

[0027] 如图 1 和图 2 所示，电力供应系统 2 分别与电气控制系统 1 和制氢系统 4 连接，来自电网的高压交流电 21 通过电力分配器 22 供给用电设备正常使用，过剩电力 23 分配给制氢系统 4，将电能转化为氢气储存起来。具体地，过剩电力 23 依次通过降压变压器 24，AC-DC 交流变直流 25 和恒定电压/恒定电流调节模块 26 与制氢系统 4 连接，给制氢系统 4 提供稳定的电解电源。

[0028] 如图 1 所示，供水系统 3 分别与电气控制系统 1 和制氢系统 4 通过管道连接。具体地，供水系统 3 包括净化水装置、储水箱和输水泵，原料水经过净化水装置后流入储水箱，储水箱中有液位检测装置，当储水箱中的水位过低时通过自动补水装置自动补水，储水箱后有输水泵，给制氢系统 4 输送原料水。

[0029] 如图 1 和图 3 所示，制氢系统 4 分别与电气控制系统 1、电力供应系统 2、供水系统 3 和纯化缓存储氢系统 6 连接，另外还与氢气分配系统 7 连接以在开机时通过其获取少量的氢气来做保护气。制氢系统 4 的核心是通过质子传导型固体氧化物电解池（SOEC）41 高温电解水蒸汽制氢，工作温度维持在 400℃至 700℃之间，具体地，采用高温质子传导型电解质，材料多为 BCZY 和 BZCYYb 电解质，当温度在 400℃至 700℃范围内就会有比较好的传导质子的能力，用作高温电解水蒸气制氢，水蒸气进入电解池 41 的阳极侧，氢气在电解池 41 的阴极侧产生。制氢系统 4 还包括水蒸气发生器 42、气体预热器 43 和气体冷却分离组件 44，供水系统 3 与水蒸气发生器 42 连接以将来自于供水系统 3 的原料水加热为水蒸气，气体预热器 43 用于预热进入电解池 41 的用作保护气的氢气和水蒸气，具体地，水蒸气经过气体预热器 43 后进入电解池 41 的阳极侧，用作保护气的氢气经过气体预热器 43 后进入电解池 41 的阴极侧，在电力供应系统提供直流电后，水蒸气进入电解池 41 的阳极侧电解后失去电子产生氧气，电解出的氢离子穿过电解质层到达电解池的阴极侧获得电子产生氢气，稳定后关闭保护氢气，气体冷却分离组件 44 连接在电解池 41 的下游以将氧气分离出去并将氢气输送进入纯化缓存储氢系统 6。

[0030] 如图 1 所示，外部供氢系统 5 分别与电气控制系统 1 和纯化缓存储氢系统 6 连接，独立于制氢系统 4 提供额外的氢气，供氢方式可采用长管拖车、管道运输等。

[0031] 如图 1 所示，纯化缓存储氢系统 6 的前端分别与制氢系统 4 和外部供氢系统 5 连接，后端与氢气分配系统 7 连接，包括纯化部分和储氢部分，其中，纯化部分主要是将来自于制氢系统 4 和外部供氢系统 5 的氢气去除杂质气体后储存，可选用变温吸附纯化、变压吸附纯化、膜分离纯化等方式，储氢部分结合实际情况，考虑能量密度、使用场合等问题，可用金属储氢、高压储氢、液态储氢等方式。

[0032] 如图 1 所示，氢气分配系统 7 的前端与纯化缓存储氢系统 6 连接，后端与用氢系统 8 和发电系统 9 连接，以根据用氢需求的变动将纯化缓存储氢系统 6 中的氢气按一定的比例分别输送给用氢系统 8 和发电系统 9。氢气分配系统 7 包括减压阀、单向阀、四通阀、气动球阀等组成的阀门组，压力传感器、流量计等组成的监控设备。

[0033] 如图 1 和图 4 所示，发电系统 9 分别与电气控制系统 1、氢气分配系统 7、电管理系统 10 和熔盐储热系统 11 连接。发电系统 9 的核心是通过氧离子传导型固体氧化物燃料电池（SOFC）91 高温发电，工作温度在 700℃至 1000℃，不需要冷却系统来维持工作温度，反应产生的热具有很高的回收利用价值。发电系统 9 还包括空气净化器 92、空气增压机 93、气体预热机 94 和氢气内循环装置 95，空气经过空气净化器 92 处理后，通过空气增压机 93 进入气体预热机 94，之后进入燃料电池 91 的阴极侧，氢气经过气体预热机 94 后进入燃料电池 91 的阳极侧，未反应的氢气通过氢气内循环装置 95 与来自气体预热机 94 的氢气一起重新进入燃料电池 91 的阳极侧循环利用，燃料电池 91 与电管理系统 10 连接以输出产生的电力，燃料电池 91 与熔盐储热系统 11 连接以输出产生的热量。

[0034] 如图 1 和图 5 所示，电管理系统 10 分别与电气控制系统 1 和发电系统 9 连接，包括电力分配仪 101、DC-DC 转换器 102、DC-AC 直流变交流 103 和升压变压器 104，来自于发电系统 9 的电力通过电力分配仪 101 分别输送给 DC-DC 转换器 102 和 DC-AC 直流变交流 103，DC-DC 转换器 102 直接供直流用电设备使用，DC-AC 直流变交流 103 通过升压变压器 104 回馈给电网。

[0035] 如图 1 所示，熔盐储热系统 11 分别与电气控制系统 1 和发电系统 9 连接，用于储存发电系统 9 中产生的热量并进行回收，回收的热量可用作整个装置的气体预热升温，厂房供热等。

[0036] 以上所述的，仅为本发明的较佳实施例，并非用以限定本发明的范围，本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰，皆落入本发明专利的权利要求保护范围。本发明未详尽描述的均为常规技术内容。

权利要求书

1、一种质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其特征在于，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置包括电力供应系统（2）、供水系统（3）、制氢系统（4）、纯化缓存储氢系统（6）、氢气分配系统（7）、发电系统（9）、电管理系统（10）和熔盐储热系统（11），其中，制氢系统（4）为质子传导型 SOEC 电解水蒸气制氢装置，电力供应系统（2）与制氢系统（4）连接以向制氢系统（4）提供电解电源，供水系统（3）与制氢系统（4）连接以向制氢系统（4）提供原料水，氢气分配系统（7）与制氢系统（4）连接以向制氢系统（4）提供保护氢气，纯化缓存储氢系统（6）与制氢系统（4）连接以将制氢系统（4）产生的氢气存储到纯化缓存储氢系统（6）中，发电系统（9）为氧离子传导型 SOFC 发电装置，氢气分配系统（7）与发电系统（9）连接以向发电系统（9）提供原料氢，电管理系统（10）与发电系统（9）连接以将发电系统（9）消耗氢气产生的电能输送到电管理系统（10）中，熔盐储热系统（11）与发电系统（9）连接以将发电系统（9）消耗氢气产生的热量存储到熔盐储热系统（11）中。

2、根据权利要求 1 所述的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其特征在于，制氢系统（4）包括电解池（41）、水蒸气发生器（42）、气体预热器（43）和气体冷却分离组件（44），其中，电解池（41）为用于高温电解水蒸汽制氢的质子传导型固体氧化物电解池，供水系统（3）与水蒸气发生器（42）连接以将来自于供水系统（3）的原料水加热为水蒸气，气体预热器（43）连接在电解池（41）和水蒸气发生器（42）之间，水蒸气经过气体预热器（43）后进入电解池（41）的阳极侧电解后失去电子产生氧气，电解出的氢离子穿过电解质层到达电解池（41）的阴极侧获得电子产生氢气，用作保护气的氢气经过气体预热器（43）后进入电解池（41）的阴极侧，气体冷却分离组件（44）连接在电解池（41）的下游以将氧气分离出去并将氢气输送进入纯化缓存储氢系统（6）。

3、根据权利要求 2 所述的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其特征在于，电解池（41）的工作温度维持在 400℃至 700℃之间。

4、根据权利要求 1 所述的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，

其特征在于，发电系统（9）包括燃料电池（91）、空气净化器（92）、空气增压机（93）、气体预热机（94）和氢气内循环装置（95），其中，燃料电池（91）为用于高温发电的氧离子传导型固体氧化物燃料电池，空气净化器（92）依次通过空气增压机（93）和气体预热机（94）与燃料电池（91）连接，空气经过空气净化器（92）处理后，通过空气增压机（93）进入气体预热机（94），之后进入燃料电池（91）的阴极侧，氢气经过气体预热机（94）后进入燃料电池（91）的阳极侧，氢气内循环装置（95）连接在燃料电池（91）和气体预热机（94）之间，未反应的氢气通过氢气内循环装置（95）与来自气体预热机（94）的氢气一起重新进入燃料电池（91）的阳极侧循环利用，燃料电池（91）与电管理系统（10）连接以输出产生的电力，燃料电池（91）与熔盐储热系统（11）连接以输出产生的热量。

5、根据权利要求4所述的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，其特征在于，燃料电池（91）的工作温度维持在700℃至1000℃之间。

6、根据权利要求1所述的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，其特征在于，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括电气控制系统（1），其中，电气控制系统（1）为整个质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置提供动作电源和控制策略。

7、根据权利要求1所述的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，其特征在于，电力供应系统（2）包括高压交流电（21）、电力分配器（22）、过剩电力（23）、降压变压器（24）、AC-DC 交流变直流（25）和恒定电压/恒定电流调节模块（26），其中，高压交流电（21）通过电力分配器（22）供给用电设备正常使用，过剩电力（23）依次通过降压变压器（24）、AC-DC 交流变直流（25）和恒定电压/恒定电流调节模块（26）与制氢系统（4）连接。

8、根据权利要求1所述的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，其特征在于，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括外部供氢系统（5），其中，外部供氢系统（5）向纯化缓存储氢系统（6）输入氢气。

9、根据权利要求1所述的质子传导SOEC和氧离子传导SOFC联合装置，其特征在于，该质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置还包括用氢系统（8），其中，氢气分配系统（7）向用氢系统（8）提供氢气。

10、根据权利要求 1 所述的质子传导 SOEC 和氧离子传导 SOFC 联合装置，其特征在于，电管理系统（10）包括电力分配仪（101）、DC-DC 转换器（102）、DC-AC 直流变交流（103）和升压变压器（104），电力分配仪（101）分别与发电系统（9）、DC-DC 转换器（102）和 DC-AC 直流变交流（103）连接以将来自于发电系统(9)的电力通过电力分配仪(101)分别输送给 DC-DC 转换器（102）和 DC-AC 直流变交流（103），DC-DC 转换器（102）直接供直流用电设备使用，DC-AC 直流变交流（103）通过升压变压器（104）回馈给电网。

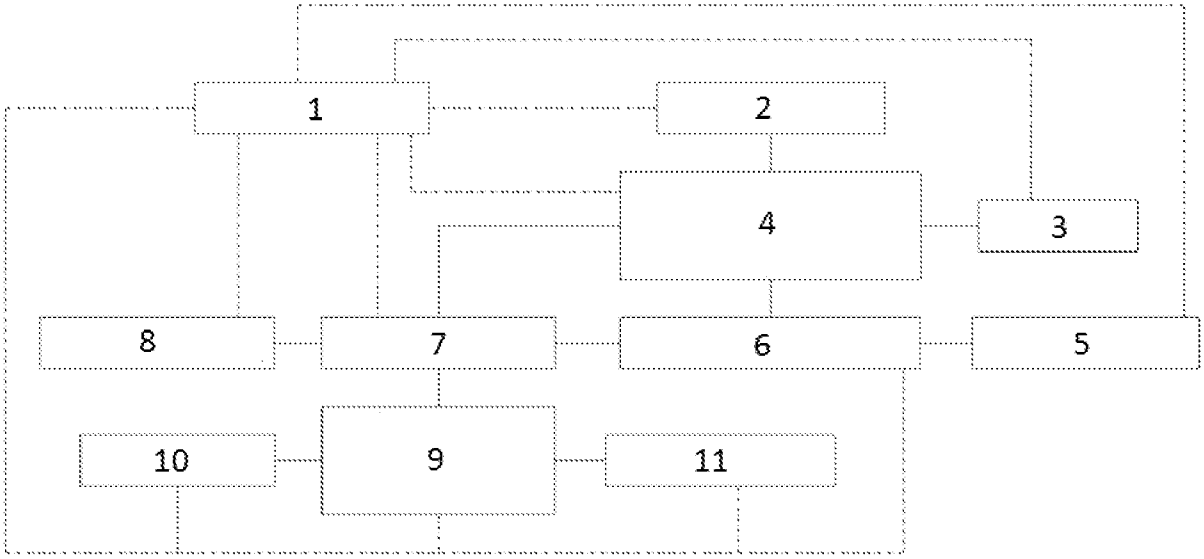


图 1

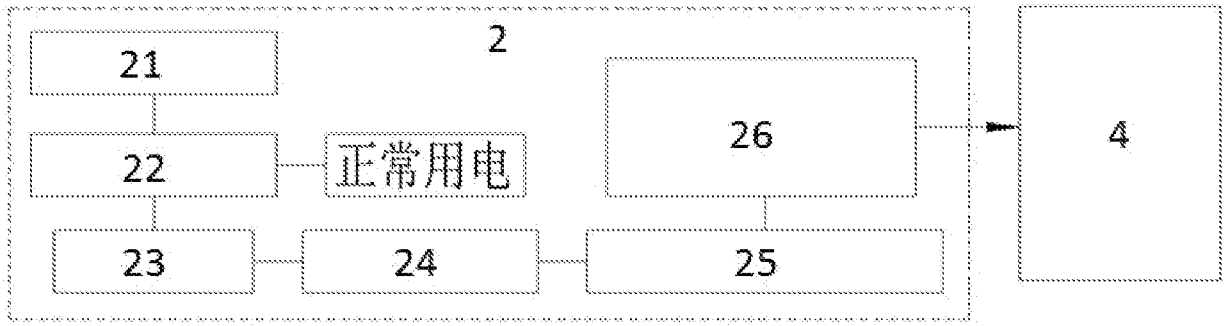


图 2

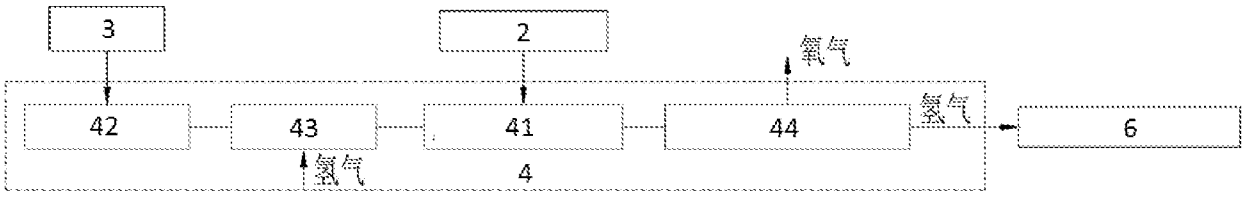


图 3

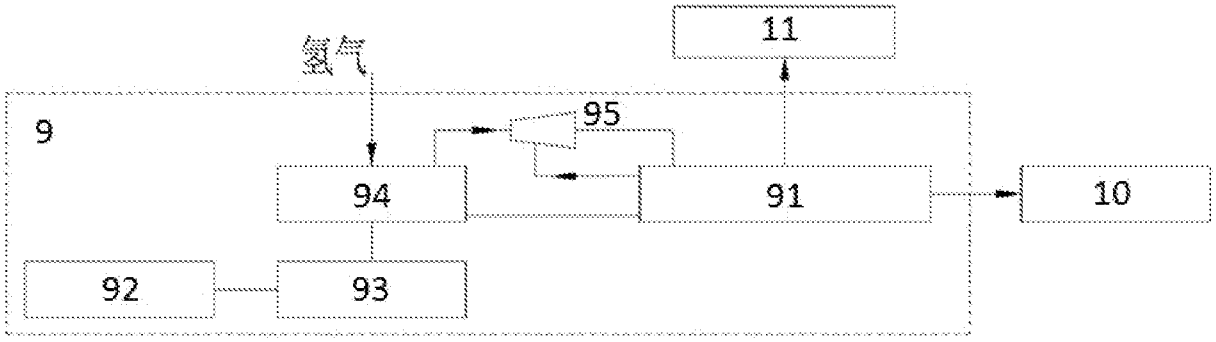


图 4

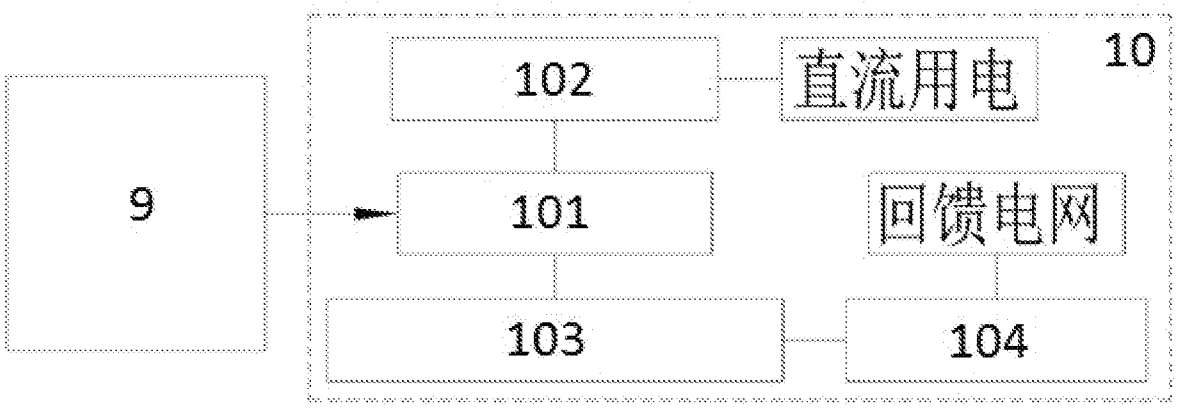


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/138399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/0656(2016.01)i; C25B 1/042(2021.01)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, C25B

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: 电解池, 燃料电池, 固体, 固态, 氧离子, 传导, SOFC, SOEC, 熔盐, 熔融盐, 储热, 水, 蒸气, 蒸汽, 氢, electrolysis, fuel, cell, solid, oxygen, ion, conduct+, molten, salt, heat, storage, water, vapor, vapour, hydrogen

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112736270 A (SHANGHAI INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 30 April 2021 (2021-04-30) description, paragraphs 7-17, and figures 1-5	1-10
PX	CN 214012988 U (SHANGHAI INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 20 August 2021 (2021-08-20) description, paragraphs 7-17, and figures 1-5	1-10
Y	CN 105576273 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 11 May 2016 (2016-05-11) description paragraphs 9-31, 39-56, figure 1	1-10
Y	CN 106817067 A (HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 09 June 2017 (2017-06-09) description, paragraphs 8-24, and figure 1	1-10
Y	CN 109687002 A (CHINA GENERAL NUCLEAR POWER CO., LTD. et al.) 26 April 2019 (2019-04-26) description, paragraphs 9-46, and figures 1-8	1-10
Y	CN 105845962 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 10 August 2016 (2016-08-10) description, paragraphs 7-22, and figure 1	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	Date of mailing of the international search report
02 March 2022	**09 March 2022**
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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007067312 A (JIPANGU ENERGY KK) 15 March 2007 (2007-03-15) entire document	1-10
A	CN 110582631 A (MALTA INC.) 17 December 2019 (2019-12-17) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/138399

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 112736270 A	30 April 2021	None	
CN 214012988 U	20 August 2021	None	
CN 105576273 A	11 May 2016	None	
CN 106817067 A	09 June 2017	None	
CN 109687002 A	26 April 2019	None	
CN 105845962 A	10 August 2016	None	
JP 2007067312 A	15 March 2007	None	
CN 110582631 A	17 December 2019	US 2019162082 A1	30 May 2019
		US 10907510 B2	02 February 2021
		WO 2018125510 A2	05 July 2018
		WO 2018125510 A3	02 August 2018
		CA 3087030 A1	05 July 2018
		CA 3087030 C	15 June 2021
		BR 112019013376 A2	17 December 2019
		US 2018179916 A1	28 June 2018
		US 10233787 B2	19 March 2019
		AU 2017386233 A1	18 July 2019
		AU 2017386233 B2	29 October 2020
		EP 3563050 A2	06 November 2019
		EP 3563050 A4	18 November 2020
		AU 2021200470 A1	25 February 2021
		US 2021180472 A1	17 June 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/138399

A. 主题的分类

H01M 8/0656(2016.01)i; C25B 1/042(2021.01)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, C25B

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：电解池，燃料电池，固体，固态，氧离子，传导，SOFC，SOEC，熔盐，熔融盐，储热，水，蒸气，蒸汽，氢，electrolysis, fuel, cell, solid, oxygen, ion, conduct+, molten, salt, heat, storage, water, vapor, vapour, hydrogen

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 112736270 A (中国科学院上海应用物理研究所) 2021年4月30日 (2021-04-30) 说明书第7-17段，图1-5	1-10
PX	CN 214012988 U (中国科学院上海应用物理研究所) 2021年8月20日 (2021-08-20) 说明书第7-17段，图1-5	1-10
Y	CN 105576273 A (西安交通大学) 2016年5月11日 (2016-05-11) 说明书第9-31、39-56段，图1	1-10
Y	CN 106817067 A (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2017年6月9日 (2017-06-09) 说明书第8-24段，图1	1-10
Y	CN 109687002 A (中广核研究院有限公司 等) 2019年4月26日 (2019-04-26) 说明书第9-46段，图1-8	1-10
Y	CN 105845962 A (华中科技大学) 2016年8月10日 (2016-08-10) 说明书第7-22段，图1	1-10
A	JP 2007067312 A (JIPANGU ENERGY KK) 2007年3月15日 (2007-03-15) 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	国际检索报告邮寄日期
2022年3月2日	2022年3月9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 周小沫 电话号码 86-(10)-53961281

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/138399

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 110582631 A (马耳他股份有限公司) 2019年12月17日 (2019 - 12 - 17) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/138399

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	112736270	A	2021年4月30日	无			
CN	214012988	U	2021年8月20日	无			
CN	105576273	A	2016年5月11日	无			
CN	106817067	A	2017年6月9日	无			
CN	109687002	A	2019年4月26日	无			
CN	105845962	A	2016年8月10日	无			
JP	2007067312	A	2007年3月15日	无			
CN	110582631	A	2019年12月17日	US	2019162082	A1	2019年5月30日
				US	10907510	B2	2021年2月2日
				WO	2018125510	A2	2018年7月5日
				WO	2018125510	A3	2018年8月2日
				CA	3087030	A1	2018年7月5日
				CA	3087030	C	2021年6月15日
				BR	112019013376	A2	2019年12月17日
				US	2018179916	A1	2018年6月28日
				US	10233787	B2	2019年3月19日
				AU	2017386233	A1	2019年7月18日
				AU	2017386233	B2	2020年10月29日
				EP	3563050	A2	2019年11月6日
				EP	3563050	A4	2020年11月18日
				AU	2021200470	A1	2021年2月25日
				US	2021180472	A1	2021年6月17日