



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110165260 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(21)申请号 201910451972.5

(22)申请日 2019.05.28

(71)申请人 北京中科三鼎科技有限公司
地址 100089 北京市海淀区西小口路66号
16幢3-303

(72)发明人 曹书锋 任明永 白宪阵

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253

代理人 冯子玲

(51) Int. Cl.

H01M 8/0612(2016.01)

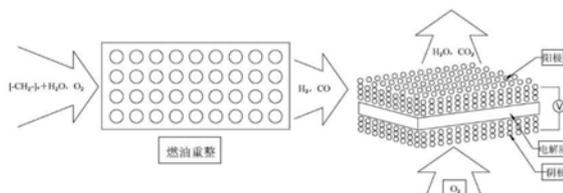
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,涉及电力设备技术领域。本发明包括燃油重整系统、固体氧化物燃料电池、综合控制系统;燃油重整系统包括微通道反应器以及设置在微通道反应器内的氧化铝微球,燃油重整系统用于将燃油气化和重整为燃油气;固体氧化物燃料电池包括氧离子导体电解质板、燃油极和空气极;综合控制系统包括电控系统和热管理系统。本发明通过燃油重整系统将燃油转换成CO、H₂、CH₄,从而为燃料电池提供燃料,解决了现有燃料电池存在的氢气、甲烷储存、运输的问题;同时本发明的发电装置发电的能效达到40%。



1. 一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
包括:燃油重整系统、固体氧化物燃油电池、综合控制系统;
所述燃油重整系统包括微通道反应器以及设置在微通道反应器内的氧化铝微球,所述
所述燃油重整系统用于将燃油气化和重整为燃油气;
所述固体氧化物燃油电池包括氧离子导体电解质板、燃油极和空气极;
所述综合控制系统包括电控系统和热管理系统。
2. 根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述燃油气包括氢气、一氧化碳以及微量杂质甲烷。
3. 根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述微通道反应器包括微通道,所述微通道的一端设有由氧化铝微球堆积而成的催化重整
区;
其中,所述微通道为一内径为1.5mm,长为3.5m的不锈钢管;
其中,所述氧化铝微球的比表面积为 $323\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.78\text{mL}/\text{g}$,平均孔径为 $10\sim 14\text{nm}$,
压碎强度为 $16.67\text{N}/\text{mm}^2$,直径为 $400\sim 750\mu\text{m}$;
其中,所述氧化铝微球的微孔内填充有催化剂单元,所述催化剂单元包括镍基催化剂
 Ni/CeO_2 和催化剂载体镁铝尖晶石 MgAl_2O_4 。
4. 根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述电控系统包括;
用于检测输出电流的电流检测模块,
用于检测燃油输入量的第一流量检测模块,用于控制燃油输入量并设置在进油管上的
第一控制阀门;
用于检测水输入量的第二流量检测模块,用于控制水输入量并设置在进水管上的第二
控制阀门;
用于检测空气输入量的第三流量检测模块;用于控制空气输入量并设置在进气管上的
第三控制阀门、第四控制阀门;
还包括一控制器,所述控制器与电流检测模块、第一流量检测模块、第二流量检测模
块、第三流量检测模块、第一控制阀门、第二控制阀门、第三控制阀门和第四控制阀门均信
号连接。
5. 根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述第一流量检测模块设置在进油管上,所述第二流量检测模块设置在进水管上,所述第
三流量检测模块设置在进气管上。
6. 根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述热管理系统包括设置在燃油重整系统和固体氧化物燃油电池之间的一脱硫装置;
其中,所述脱硫装置和固体氧化物燃油电池之间设有一热交换器a,所述脱硫装置和燃
油重整系统之间至少依次设有热交换器b、热交换器c和热交换器d。
7. 根据权利要求6所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,
所述固体氧化物燃油电池的废气排气口还连通有一尾气处理装置,所述尾气处理装置通过
一热交换器e与热交换器a相连,所述热交换器a的出气端通过一热交换器f与环境相连通。
8. 根据权利要求6所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,

还包括进气管,所述进气管包括两出气口;

其中一所述出气口通过热交换器c与燃油重整系统相连通;

其中另一所述出气口通过热交换器e与固体氧化物燃油电池相连通。

9.根据权利要求1所述的一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,其特征在于,还包括一进水管,所述进水管依次通过热交换器d、热交换器b与固体氧化物燃油电池相连通。

一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置

技术领域

[0001] 本发明属于电力设备技术领域,特别是涉及一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置。

背景技术

[0002] 电力的发明和应用掀起了第二次工业化高潮,成为人类历史18世纪以来世界发生的三次科技革命之一。20世纪出现的大规模电力系统是人类工程科学史上最重要的成就之一,它将自然界的一次能源通过机械能装置转化成电力,再经输电、变电和配电将电力供应到各用户。特别是近年来便携式发电技术的发展,改变了人们生活的方方面面。目前典型的便携式发电技术包括柴油(汽油)发电装备、燃料电池等。但现有技术仍存在一些缺陷和不足,限制了用电装备的发展:1.柴油(汽油)发电装备效率低(15-30%),油耗大,难于克服的强目标特征信号(噪音、红外、电磁信号等);2.目前的燃料电池需要的工质为氢气、甲烷等,制备、储存、运输技术尚不够成熟。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,通过燃油重整系统将燃油转换成CO、H₂、CH₄,从而为燃料电池提供燃料,解决了现有燃料电池存在的氢气、甲烷储存、运输的问题;同时本发明的发电装置发电的能效达到40%。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 本发明为一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,

[0006] 包括:燃油重整系统、固体氧化物燃油电池、综合控制系统;

[0007] 所述燃油重整系统包括微通道反应器以及设置在微通道反应器内的氧化铝微球,所述燃油重整系统用于将燃油气化和重整为燃油气;

[0008] 所述固体氧化物燃油电池包括氧离子导体电解质板、燃油极和空气极;

[0009] 所述综合控制系统包括电控系统和热管理系统。

[0010] 进一步地,所述燃油气包括氢气、一氧化碳以及微量杂质甲烷。

[0011] 进一步地,所述微通道反应器包括微通道,所述微通道的一端设有由氧化铝微球堆积而成的催化重整区;

[0012] 其中,所述微通道为一内径为1.5mm,长为3.5m的不锈钢管;

[0013] 其中,所述氧化铝微球的比表面积为323m²/g,孔容为0.78mL/g,平均孔径为10~14nm,压碎强度为16.67N/mm²,直径为400-750μm;

[0014] 其中,所述氧化铝微球的微孔内填充有催化剂单元,所述催化剂单元包括镍基催化剂Ni/CeO₂和催化剂载体镁铝尖晶石MgAl₂O₄。

[0015] 进一步地,所述电控系统包括;

[0016] 用于检测输出电流的电流检测模块,

[0017] 用于检测燃油输入量的第一流量检测模块,用于控制燃油输入量并设置在进油管

上的第一控制阀门；

[0018] 用于检测水输入量的第二流量检测模块，用于控制水输入量并设置在进水管上的第二控制阀门；

[0019] 用于检测空气输入量的第三流量检测模块；用于控制空气输入量并设置在进气管上的第三控制阀门、第四控制阀门；

[0020] 还包括一控制器，所述控制器与电流检测模块、第一流量检测模块、第二流量检测模块、第三流量检测模块、第一控制阀门、第二控制阀门、第三控制阀门和第四控制阀门均信号连接。

[0021] 进一步地，所述第一流量检测模块设置在进油管上，所述第二流量检测模块设置在进水管上，所述第三流量检测模块设置在进气管上。

[0022] 进一步地，所述热管理系统包括设置在燃油重整系统和固体氧化物燃料电池之间的一脱硫装置；

[0023] 其中，所述脱硫装置和固体氧化物燃料电池之间设有一热交换器a，所述脱硫装置和燃油重整系统之间至少依次设有热交换器b、热交换器c和热交换器d。

[0024] 进一步地，所述固体氧化物燃料电池的废气排气口还连通有一尾气处理装置，所述尾气处理装置通过一热交换器e与热交换器a相连，所述热交换器a的出气端通过一热交换器f与环境相连通。

[0025] 进一步地，还包括进气管，所述进气管包括两出气口；

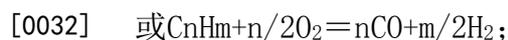
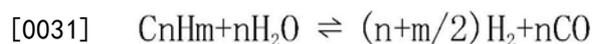
[0026] 其中一所述出气口通过热交换器c与燃油重整系统相连通；

[0027] 其中另一所述出气口通过热交换器e与固体氧化物燃料电池相连通。

[0028] 进一步地，还包括一进水管，所述进水管依次通过热交换器d、热交换器b与固体氧化物燃料电池相连通。

[0029] 原理说明：

[0030] 燃料重整原理：燃油重整系统将燃油重整形成氢气、一氧化碳、甲烷等碳氢燃料气，反应式如下：



[0033] 发电原理：固体氧化物燃料电池的阳极表面吸附燃料气体，并通过阳极的多孔结构扩散到阳极与电解质界面；在阴极一侧持续通入氧气或空气，具有多孔结构的阴极表面吸附氧气，由于阴极本身的催化作用，使得 O_2 得到电子变为 O_2^- ，在化学势作用下， O_2^- 进入起电解质作用的固体氧离子导体，由于浓度梯度引起扩散，最终到达固体电解质与阳极的界面，与燃料气体发生反应，失去的电子通过外电路回到阴极。一系列的上述反应促成了 e^- 不间断地经由外部回路，因而就形成了发电。发生的反应为：



[0037] 固体氧化物燃料电池采用微纳加工手段制备的新型微通道反应器，该反应器采用微流场、高鲁棒性电堆设计；电堆采用高强度蜂窝状氧电极和原位脱溶高活性氢电极，氧电极具有超高的孔隙率，达到75%，在800℃下极化阻抗仅为 $0.0094 \Omega \cdot cm^2$ ，可实现电流密度

高达 $2\text{A}/\text{cm}^2$ 条件下的稳定运行。空气极采用高强度蜂窝状结构,形成的微流场可确保充足的氧气供应。经过电化学反应,通过电路系统输出电流,同时放出 H_2O 和 CO_2 。

[0038] 本发明具有以下有益效果:

[0039] 1、本发明通过燃油重整系统将燃油转换成 CO 、 H_2 、 CH_4 ,从而为燃料电池提供燃料,解决了现有燃料电池存在的氢气、甲烷储存、运输的问题;同时本发明的发电装置发电的能效达到40%。

[0040] 2、本发明体积小,功率大,携带方便,便于在野外使用,本发明采用放热的部分氧化反应来平衡蒸汽重整,减少传热负荷,同时结合微通道反应器,进一步缩小反应器体积。其次,燃油重整气中含碳量高,杂质成分复杂,传统海绵状闭孔电极易积碳、催化活性差等问题,本发明利用超大孔隙率、超高强度、高催化活性钙钛矿氧电极,并结合原位脱溶高活性氢电极,以及微流场、高鲁棒性电堆设计,实现电堆小型化和高功率密度。

[0041] 3、本发明反应稳定,连续运行时间不小于100小时,本发明采用微通道反应器可以将气液混合从毫米尺度缩小到微米尺度,可以使燃油分子在载体中的扩散阻力进一步降低 $1/3$;通过助剂/ CeO_2 和 MgAl_2O_4 的调变,使得 CO 和 H_2 的产率提升,降低结焦,有效抑制副反应的发生。

[0042] 4、本发明无噪音,红外辐射弱,隐蔽性强,由于本发明在工作过程中无机械运动,化学能直接转化为电能,因此不产生任何噪音;在反应过程中产生的热量会通过综合控制系统的热管理系统回收到燃油重整系统和发电过程中进行再利用,只有少量热能随空气排出,红外辐射不仅远低于柴油机,也远低于同类产品。

[0043] 5、本发明提出的发电装置的系统发电功率大于300W,体积小于 0.1m^3 。

[0044] 当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0046] 图1为本发明高效静默式发电装置反应原理图;

[0047] 图2为本发明燃油重整系统结构图;

[0048] 图3为本发明热管理系统结构图;

[0049] 图4为本发明固体氧化物燃油电池结构图。

具体实施方式

[0050] 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实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0051] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“开孔”、“上”、“下”、“厚度”、“顶”、“中”、“长度”、“内”、“四周”等指示方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不

是指示或暗示所指的组件或元件必须具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0052] 请参阅图1-4所示,一种基于燃油催化重整的高效静默式发电装置,

[0053] 包括:燃油重整系统、固体氧化物燃料电池、综合控制系统;

[0054] 燃油重整系统包括微通道反应器以及设置在微通道反应器内的氧化铝微球,燃油重整系统用于将燃油气化和重整为燃油气;

[0055] 固体氧化物燃料电池包括氧离子导体电解质板、燃油极和空气极;

[0056] 综合控制系统包括电控系统和热管理系统。

[0057] 进一步地,燃油气包括氢气、一氧化碳以及微量杂质甲烷。

[0058] 进一步地,微通道反应器包括微通道,微通道的一端设有由氧化铝微球堆积而成的催化重整区;

[0059] 其中,微通道为一内径为1.5mm,长为3.5m的不锈钢管;

[0060] 其中,氧化铝微球的比表面积为 $323\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.78\text{mL}/\text{g}$,平均孔径为 $10\sim 14\text{nm}$,压碎强度为 $16.67\text{N}/\text{mm}^2$,直径为 $400\sim 750\mu\text{m}$;

[0061] 其中,氧化铝微球的微孔内填充有催化剂单元,催化剂单元包括镍基催化剂 Ni/CeO_2 和催化剂载体镁铝尖晶石 MgAl_2O_4 。

[0062] 进一步地,电控系统负责电能输出管理,根据输出电流协调燃油输入量及水、空气输入量;

[0063] 电控系统包括;

[0064] 用于检测输出电流的电流检测模块,

[0065] 用于检测燃油输入量的第一流量检测模块,用于控制燃油输入量并设置在进油管上的第一控制阀门;

[0066] 用于检测水输入量的第二流量检测模块,用于控制水输入量并设置在进水管上的第二控制阀门;

[0067] 用于检测空气输入量的第三流量检测模块;用于控制空气输入量并设置在进气管上的第三控制阀门、第四控制阀门;

[0068] 还包括一控制器,控制器与电流检测模块、第一流量检测模块、第二流量检测模块、第三流量检测模块、第一控制阀门、第二控制阀门、第三控制阀门和第四控制阀门均信号连接。

[0069] 进一步地,第一流量检测模块设置在进油管上,第二流量检测模块设置在进水管上,第三流量检测模块设置在进气管上。

[0070] 进一步地,热管理系统包括设置在燃油重整系统和固体氧化物燃料电池之间的一脱硫装置;

[0071] 其中,脱硫装置和固体氧化物燃料电池之间设有一热交换器a,脱硫装置和燃油重整系统之间至少依次设有热交换器b、热交换器c和热交换器d。

[0072] 进一步地,固体氧化物燃料电池的废气排气口还连通有一尾气处理装置,尾气处理装置通过一热交换器e与热交换器a相连,热交换器a的出气端通过一热交换器f与环境相连通。

[0073] 进一步地,还包括进气管,进气管包括两出气口;

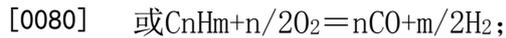
[0074] 其中一出气口通过热交换器c与燃油重整系统相连通；

[0075] 其中另一出气口通过热交换器e与固体氧化物燃料电池相连通。

[0076] 进一步地,还包括一进水管,进水管依次通过热交换器d、热交换器b与固体氧化物燃料电池相连通。

[0077] 原理说明:

[0078] 燃料重整原理:燃油重整系统将燃油重整形成氢气、一氧化碳、甲烷等碳氢燃料气,反应式如下:



[0081] 发电原理:固体氧化物燃料电池的阳极表面吸附燃料气体,并通过阳极的多孔结构扩散到阳极与电解质界面;在阴极一侧持续通入氧气或空气,具有多孔结构的阴极表面吸附氧气,由于阴极本身的催化作用,使得 O_2 得到电子变为 O_2^- ,在化学势作用下, O_2^- 进入起电解质作用的固体氧离子导体,由于浓度梯度引起扩散,最终到达固体电解质与阳极的界面,与燃料气体发生反应,失去的电子通过外电路回到阴极。一系列的上述反应促成了 e^- 不间断地经由外部回路,因而就形成了发电。发生的反应为:



[0085] 固体氧化物燃料电池采用微纳加工手段制备的新型微通道反应器,该反应器采用微流场、高鲁棒性电堆设计;电堆采用高强度蜂窝状氧电极和原位脱溶高活性氢电极,氧电极具有超高的孔隙率,达到75%,在800℃下极化阻抗仅为 $0.0094 \Omega \cdot \text{cm}^2$,可实现电流密度高达 $2\text{A}/\text{cm}^2$ 条件下的稳定运行。空气极采用高强度蜂窝状结构,形成的微流场可确保充足的氧气供应。经过电化学反应,通过电路系统输出电流,同时放出 H_2O 和 CO_2 。

[0086] 热管理原理:

[0087] 进水管的进水温度为40℃,经热交换器d交换处理后获得温度为140℃的高温水蒸汽,在进入热交换器b交换处理后获得温度为500℃的高温水蒸汽,将500℃的高温水蒸汽通入燃油重整系统中供燃油重整反应需求;

[0088] 温度为25℃的空气经热交换器c处理后获得温度为500℃的高温空气,500℃的高温空气通入燃油重整系统中供燃油重整反应需求;

[0089] 经燃油重整系统将燃油重整形成氢气、一氧化碳、甲烷等碳氢燃料气温度为850℃;在热交换器b、热交换器c、热交换器d并通过水蒸汽、空气和水的作用下分别冷却至684℃、450℃和410℃;

[0090] 410℃的高温碳氢燃料气经脱硫装置处理后降低温度至400℃,再经热交换器a处理后升温至650℃后通入固体氧化物燃料电池内;

[0091] 固体氧化物燃料电池发电产生的废气温度高达850℃,通入尾气处理装置处理后温度高达1100℃;1100℃的高温废气经热交换器e处理后降温至700℃,700℃的高温废气经热交换器a处理后降温至后在热交换器f作用下降温至40℃排出;

[0092] 温度为25℃的空气经热交换器a在1100℃的高温废气的热交换作用下升温至700℃并通入固体氧化物燃料电池内;

[0093] 400℃的高温碳氢燃料气经热交换器a在700℃的高温废气的的热交换作用下升温至650℃；

[0094] 通入固体氧化物燃油电池内650℃的高温碳氢燃料气与700℃空气在固体氧化物燃油电池内进行反应发电。

[0095] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“示例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0096] 以上公开的本发明优选实施例只是用于帮助阐述本发明。优选实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为的具体实施方式。显然,根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

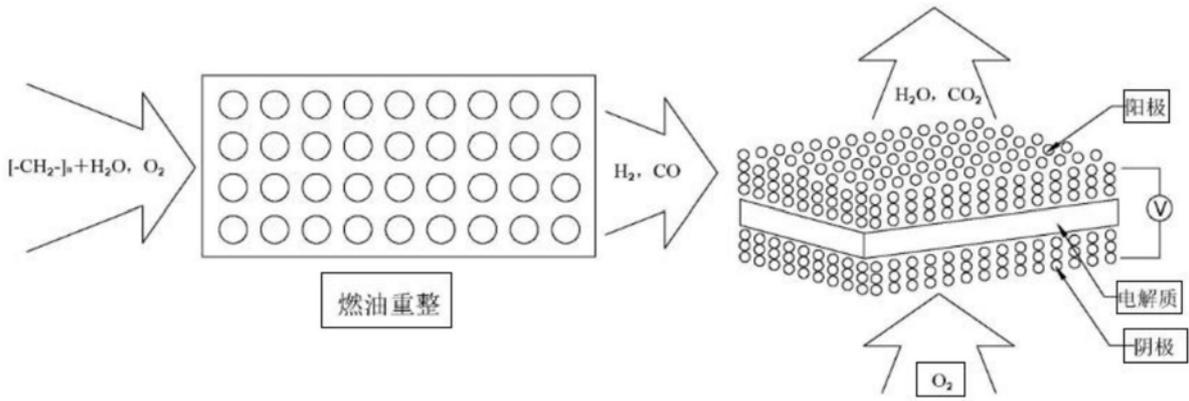


图1

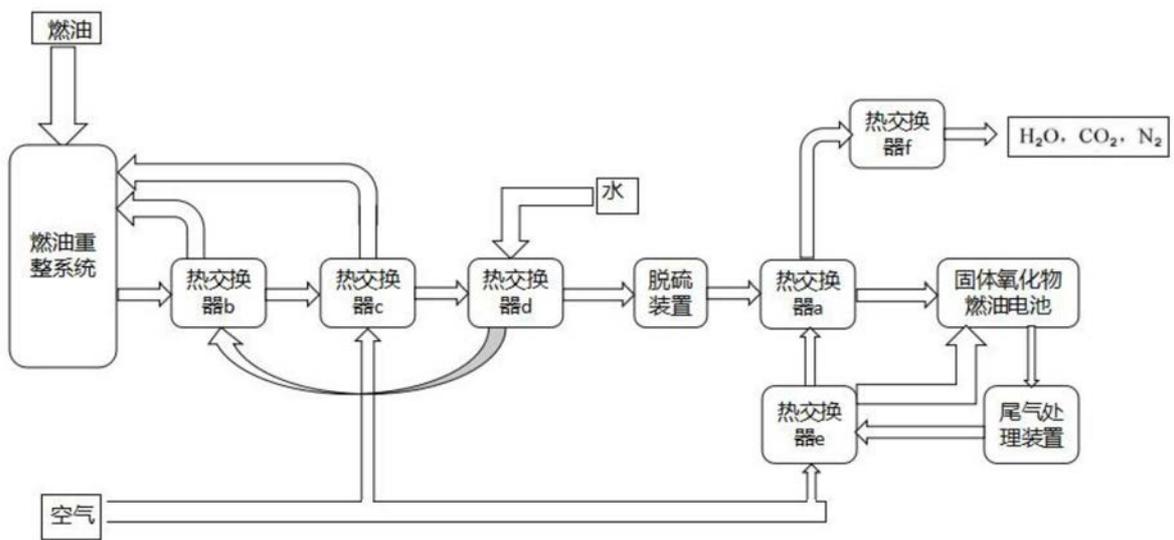


图2

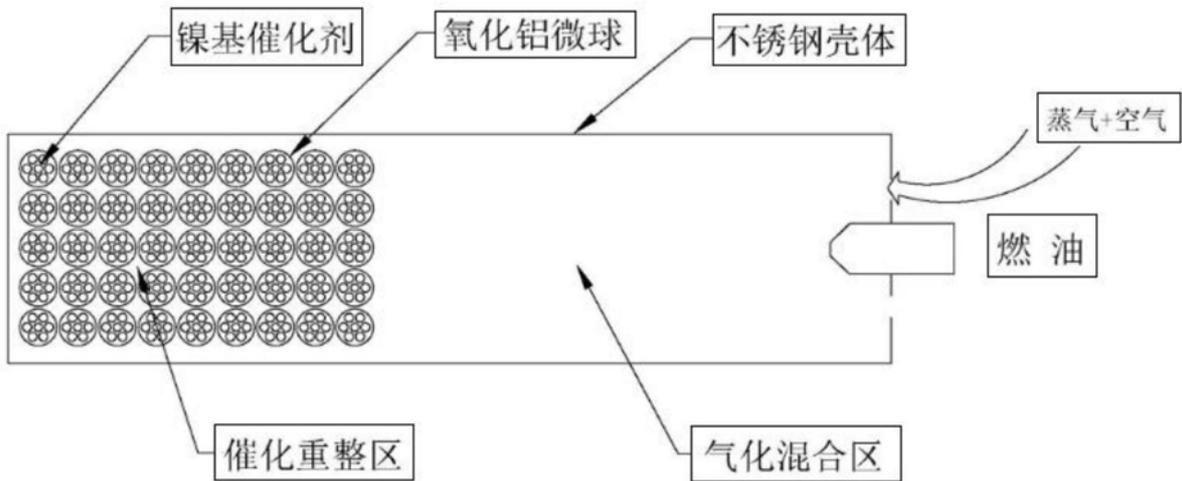


图3

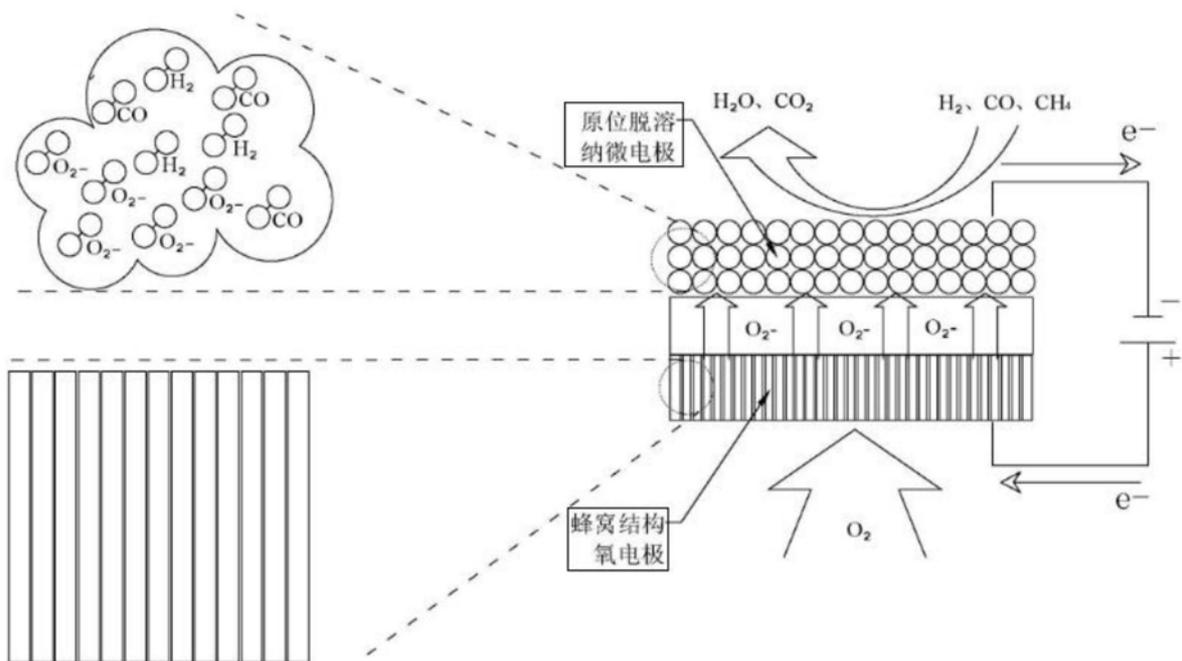


图4