



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110165245 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(21)申请号 201910488192.8

(22)申请日 2019.06.05

(71)申请人 郑州佛光发电设备有限公司

地址 450001 河南省郑州市高新开发区冬青街50号

(72)发明人 张志刚 雷新望 蔡艳平 李爱华 刘保银 易善伟 肖建军 王行魏

(74)专利代理机构 北京北汇律师事务所 11711 代理人 刘贺秋

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04276(2016.01)

H01M 8/0432(2016.01)

H01M 8/04701(2016.01)

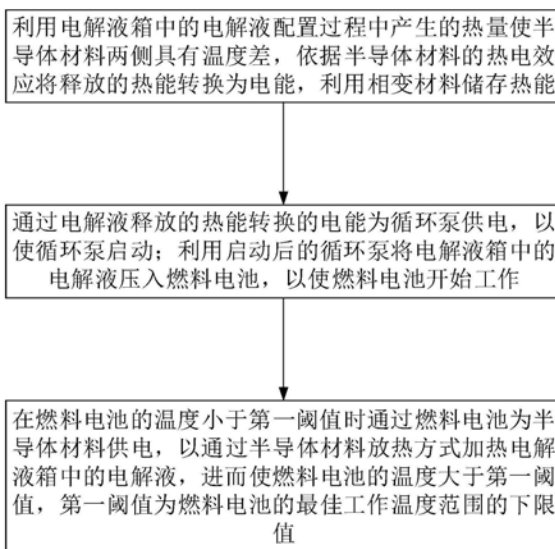
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统

(57)摘要

本发明公开了基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统,该方法包括:利用电解液配置过程中产生的热量进行发电,以及对其储存,发电产生的电能为循环泵供电,以使循环泵启动;利用启动后的循环泵将电解液箱中的电解液压入燃料电池、使燃料电池开始工作,并利用半导体材料和相变材料对燃料电池进行热管理;该系统包括通过管路相连通的电解液箱、循环泵及燃料电池,在电解液箱外设置有半导体材料层和相变材料层,半导体材料层热端朝向电解液箱;本发明能够回收和利用电解液配置过程中产生的热量,不仅解决了电解液配置过程中的散热问题,而且为循环泵提供了启动电源,所以本发明具有能量利用率高突出优点。



1. 基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,其特征在于:该燃料电池热管理方法包括如下步骤;

利用电解液箱中的电解液配置过程中产生的热量使半导体材料两侧具有温度差,从而依据半导体材料的热电效应将电解液释放的热能转换为电能,并利用相变材料储存电解液释放的热能;

通过电解液释放的热能转换的电能为循环泵供电,以使循环泵启动;利用启动后的循环泵将电解液箱中的电解液压入燃料电池,以使燃料电池开始工作;

在燃料电池的温度小于第一阈值时通过燃料电池为半导体材料供电,以通过半导体材料放热方式加热电解液箱中的电解液,进而使燃料电池的温度大于第一阈值,第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值。

2. 根据权利要求1所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,其特征在于:

在电解液配置过程中,实时监测半导体材料的热端温度和冷端温度,通过将相变材料设于半导体材料冷端的方式令相变材料间接吸收电解液释放的热能,以使半导体材料热端和冷端的温度差处于预设温差范围内。

3. 根据权利要求2所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,其特征在于:

通过交替设置的半导体材料和相变材料的方式对电解液释放的热能进行分级处理,以将电解液释放的热能转换为电能或者储存;并通过相邻两层的相变材料直接进行热交换的方式令各层相变材料恒温。

4. 根据权利要求3所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,其特征在于:

在正在工作的燃料电池的温度高于第二阈值时利用各层半导体材料将电解液释放的热能转换为电能且利用各层相变材料储存电解液释放的热能;其中,所述第二阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的上限值。

5. 根据权利要求1所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,其特征在于:

在正在工作的燃料电池的温度低于第一阈值时,还包括利用各层相变材料储存的热能为电解液箱中的电解液加热的步骤,以使正在工作的燃料电池的温度大于第一阈值。

6. 基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,其特征在于:该燃料电池热管理系统包括通过电解液管路相连通的电解液箱、循环泵及燃料电池,在所述电解液箱外设置有半导体材料层和相变材料层,半导体材料层热端朝向所述电解液箱,并在所述燃料电池内设置有第一温度传感器;该燃料电池热管理系统还包括温差发电电路和控制器,温差发电电路的输入端与半导体材料层连接、输出端与循环泵连接,所述控制器与所述第一温度传感器通信连接;所述控制器用于获取所述第一温度传感器检测的第一温度值,并用于在判断出所述第一温度值小于第一阈值时控制燃料电池为半导体材料层供电,以通过半导体材料层放热的方式加热电解液箱中的电解液;其中,所述第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值。

7. 根据权利要求6所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,其特征

在于:在所述电解液箱外设置有多层半导体材料层,且相邻的半导体材料层之间设置有相变材料层,各半导体材料层热端均设置有第二温度传感器、冷端均设置有第三温度传感器,各第二温度传感器、各第三温度传感器分别与所述控制器通信连接;相邻的相变材料层之间通过相变材料管路连通,各相变材料管路上分别设置有电磁阀,所述控制器还用于根据第二温度传感器检测的第二温度值和第三温度传感器检测的第三温度值控制电磁阀的开启或关闭。

8.根据权利要求7所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,其特征在于:电解液箱外的半导体材料层的个数为n;

$$n = \frac{T_1 - T_2}{T_3}$$

其中,T1表示电解液最高温度,T2表示环境温度,T3表示半导体材料层处于最高发电效率时半导体材料层热端温度与冷端温度的差值。

9.根据权利要求6或8所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,其特征在于:该燃料电池热管理系统还包括储能电池,且温差发电电路的输出端还与所述储能电池连接。

10.根据权利要求9所述的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,其特征在于:燃料电池的输出端与直流-直流转换器的输入端连接,直流-直流转换器的第一输出端与半导体材料层之间串联有继电器,所述控制器与PID温控器通信连接,所述PID温控器与所述继电器连接,直流-直流转换器的第二输出端与所述储能电池连接。

基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池热管理技术领域,更为具体来说,本发明为基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统。

背景技术

[0002] 目前,燃料电池电解液在配置时不可直接加入燃料电池系统,以避免高温电解液导致电池电极和框架发生严重变形甚至毁坏燃料电池的发电单元等问题,为解决上述问题,现有技术往往通过强制冷却或自然冷却的方式令电解液降温,在电解液温度降低到合适值后,才将其加入燃料电池系统的电解液箱;但传统方式又产生了新的问题,即强制冷却过程会消耗大量能源、自然冷却过程会明显延迟燃料电池系统发电时间。

[0003] 而且,为了提高燃料电池发电效率,现有技术往往需要控制燃料电池工作温度,比如,通过辅助风扇和散热翅片对燃料电池进行强制对流散热,再比如,通过额外的供热装置为燃料电池进行加热,从而使燃料电池工作在合适的温度范围内;但是,无论是散热过程还是加热过程,都需要使用额外的能源;所以,现有技术不仅存在能源浪费严重的问题,而且还存在加热或散热不及时、温控处理过程速度慢等问题。

[0004] 因此,如何有效地减少燃料电池系统能源浪费,并显著提高燃料电池系统能源利用率,已经成为了本领域技术人员亟待解决的技术问题和始终研究的重点。

发明内容

[0005] 为解决现有燃料电池系统存在的能源浪费严重、燃料电池的温控处理过程速度较慢等问题,本发明创新地提供了基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统,同时利用半导体材料和相变材料对热量进行回收、利用以及对燃料电池进行热管理,从而极大地提高了能源的利用率,彻底解决现有技术存在的诸多问题。

[0006] 为实现上述技术目的,本发明公开了一种基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法,该燃料电池热管理方法包括如下步骤:

[0007] 利用电解液箱中的电解液配置过程中产生的热量使半导体材料两侧具有温度差,从而依据半导体材料的热电效应将电解液释放的热能转换为电能,并利用相变材料储存电解液释放的热能;

[0008] 通过电解液释放的热能转换的电能为循环泵供电,以使循环泵启动;利用启动后的循环泵将电解液箱中的电解液压入燃料电池,以使燃料电池开始工作;

[0009] 在燃料电池的温度小于第一阈值时通过燃料电池为半导体材料供电,以通过半导体材料放热方式加热电解液箱中的电解液,进而使燃料电池的温度大于第一阈值,第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值。

[0010] 基于上述的技术方案,本发明能够利用半导体材料和相变材料利用和回收电解液配置过程中产生的热量,包括利用回收的热量进行发电和储存回收的热量,以更快的启动燃料电池的循环泵、缩短燃料电池启动时间,从而极大节约了能源;本发明还能够利用上述

半导体材料对燃料电池进行较好的热管理,在燃料电池的温度处于最佳工作温度范围以下时本发明还能够利用半导体材料对电解液进行加热,具有加热速度快、效果好等突出优点。

[0011] 进一步地,在电解液配置过程中,实时监测半导体材料的热端温度和冷端温度,通过将相变材料设于半导体材料冷端的方式令相变材料间接吸收电解液释放的热能,以使半导体材料热端和冷端的温度差处于预设温差范围内。

[0012] 基于上述改进的技术方案,本发明不仅显著提高了半导体材料的发电效率和发电量,而且还能够进一步地缩短循环泵的启动时间、使燃料电池更快地启动工作。

[0013] 进一步地,通过交替设置的半导体材料和相变材料的方式对电解液释放的热能进行分级处理,以将电解液释放的热能转换为电能或者储存;并通过相邻两层的相变材料直接进行热交换的方式令各层相变材料恒温。

[0014] 基于上述改进的技术方案,本发明能够几乎完全地利用电解液释放的全部热量,从而极大地提高了半导体材料的发电效率和发电量,也极大地缩短了燃料电池的启动时间。

[0015] 进一步地,在正在工作的燃料电池的温度高于第二阈值时利用各层半导体材料将电解液释放的热能转换为电能且利用各层相变材料储存电解液释放的热能;其中,所述第二阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的上限值。

[0016] 基于上述改进的技术方案,本发明还能够对处于高温工作状态的燃料电池进行降温,具有降温速度快、能量可回收等突出优点,所以,本发明提供了一种较佳的燃料电池热管理方案。

[0017] 进一步地,在正在工作的燃料电池的温度低于第一阈值时,还包括利用各层相变材料储存的热能为电解液箱中的电解液加热的步骤,以使正在工作的燃料电池的温度大于第一阈值。

[0018] 基于上述改进的技术方案,本发明能够利用相变材料储存的热量进行燃料电池热管理,从而极大减少了燃料电池热管理过程中消耗的能量,以显著提高能源利用率。

[0019] 为实现上述技术目的,本发明还公开了基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,该燃料电池热管理系统包括通过电解液管路相连通的电解液箱、循环泵及燃料电池,在所述电解液箱外设置有半导体材料层和相变材料层,半导体材料层热端朝向所述电解液箱,并在所述燃料电池内设置有第一温度传感器;该燃料电池热管理系统还包括温差发电电路和控制器,温差发电电路的输入端与半导体材料层连接、输出端与循环泵连接,所述控制器与所述第一温度传感器通信连接;所述控制器用于获取所述第一温度传感器检测的第一温度值,并用于在判断出所述第一温度值小于第一阈值时控制燃料电池为半导体材料层供电,以通过半导体材料层放热的方式加热电解液箱中的电解液;其中,所述第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值。

[0020] 基于上述的技术方案,本发明能够利用半导体材料和相变材料利用和回收电解液配置过程中产生的热量,包括利用回收的热量进行发电和储存回收的热量,以更快的启动燃料电池的循环泵、缩短燃料电池启动时间,从而极大节约了能源;本发明还能够利用上述半导体材料对燃料电池进行较好的热管理,在燃料电池的温度处于最佳工作温度范围以下时本发明还能够利用半导体材料对电解液进行加热,具有加热速度快、效果好等突出优点。

[0021] 进一步地,在所述电解液箱外设置有多个半导体材料层,且相邻的半导体材料层

之间设置有相变材料层,各半导体材料层热端均设置有第二温度传感器、冷端均设置有第三温度传感器,各第二温度传感器、各第三温度传感器分别与所述控制器通信连接;相邻的相变材料层之间通过相变材料管路连通,各相变材料管路上分别设置有电磁阀,所述控制器还用于根据第二温度传感器检测的第二温度值和第三温度传感器检测的第三温度值控制电磁阀的开启或关闭。

[0022] 基于上述改进的技术方案,本发明不仅显著提高了半导体材料的发电效率和发电量,而且还能够进一步地缩短循环泵的启动时间、使燃料电池更快地启动工作。

[0023] 进一步地,电解液箱外的半导体材料层的个数为n;

$$[0024] \quad n = \frac{T1 - T2}{T3}$$

[0025] 其中,T1表示电解液最高温度,T2表示环境温度,T3表示半导体材料层处于最高发电效率时半导体材料层热端温度与冷端温度的差值。

[0026] 基于上述改进的技术方案,本发明能够几乎完全地利用电解液释放的全部热量,从而极大地提高了半导体材料的发电效率和发电量,并且极大地缩短了燃料电池的启动时间。

[0027] 进一步地,该燃料电池热管理系统还包括储能电池,而且温差发电电路的输出端还与所述储能电池连接。

[0028] 基于上述改进的技术方案,本发明还能够充分利用半导体材料产生的电能为储能电池充电,从而进一步提高了本发明的能源利用率。

[0029] 进一步地,燃料电池的输出端与直流-直流转换器的输入端连接,直流-直流转换器的第一输出端与半导体材料层之间串联有继电器,所述控制器与PID温控器通信连接,所述PID温控器与所述继电器连接,直流-直流转换器的第二输出端与所述储能电池连接。

[0030] 基于上述改进的技术方案,在电解液需要加热时,本发明能够实现对于半导体材料放热过程进行精确控制,以更好地实现燃料电池热管理,本发明还能够通过正在工作的燃料电池为储能电池充电。

[0031] 本发明的有益效果为:

[0032] 本发明能够有效地回收和利用电解液配置过程中产生的热量,具体通过半导体材料进行发电、通过相变材料进行储能,本发明不仅解决了电解液配置过程中的散热问题,而且为循环泵提供了启动电源,并且还能够对工作过程中的燃料电池进行热管理,所以本发明具有能量利用率高等突出优点。

附图说明

[0033] 图1为基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法的流程示意图。

[0034] 图2为燃料电池处于加热状态的工作流程示意图。

[0035] 图3为燃料电池处于放热状态的工作流程示意图。

[0036] 图4为基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统的工作原理示意图。

[0037] 图5为热控发电装置的工作原理示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合说明书附图对本发明提供的基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法及系统进行详细的解释和说明。

[0039] 实施例一：

[0040] 如图1至5所示，本实施例公开了一种基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理方法，利用半导体材料的热电效应（比如帕尔帖效应）将热能转换为电能；而且，半导体在外部电场作用下，通过电子的定向运动能够实现热能的定向传递，当外加电场的电流反向时，还能够实现热量的反向传递，即本实施例还通过半导体材料将电能转换为热能；而且本实施例还充分利用了相变材料储放能特点，以实现利用半导体材料进行发电的同时利用相变材料对热量进行存储，为燃料电池系统提供初始动力和温度控制的能量，具体地，该燃料电池热管理方法包括如下步骤。

[0041] 与现有技术不同，本发明能够在配置电解液时将电解液直接加入燃料电池系统的电解液箱，配置电解液时会产生高温，利用电解液箱中的电解液配置过程中产生的热量使半导体材料两侧具有温度差，半导体材料两端导向会输出电流，从而依据半导体材料的热电效应将电解液释放的热能转换为电能，本实施例在电解液配置过程中，实时地监测半导体材料的热端温度和冷端温度，通过将相变材料设于半导体材料冷端的方式令相变材料间接吸收电解液释放的热能，从而使半导体材料热端和冷端的温度差处于预设温差范围内；在进行发电的同时本实施例还利用相变材料储存电解液释放的热能，更为具体来说，本实施例通过交替设置的半导体材料和相变材料的方式对电解液释放的热能进行分级处理，从而将电解液释放的热能转换为电能或者储存；并通过相邻两层的相变材料直接进行热交换的方式令各层相变材料恒温。另外，本实施例中的预设温差范围为 $20^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，最佳温差为 50°C 。

[0042] 通过电解液释放的热能转换的电能为循环泵供电，以使循环泵启动，为提高本发明的可靠性，本实施例还可采用热能转换的电能和储能电池的电能共同为循环泵供电的方式；利用启动后的循环泵将电解液箱中的电解液压入燃料电池，燃料电池内部发生化学反应、放出电能，以使燃料电池开始工作；燃料电池启动后，可通过燃料电池为负载提供电源，燃料电池还可为储能电池充电。

[0043] 本实施例能够对正在工作过程中的燃料电池进行较好的热管理，利用半导体材料和相变材料对燃料电池工作过程中产生的热量进行管理以及依据实时监控的燃料电池的温度值对燃料电池中的电解液加热或散热。

[0044] 在正在工作的燃料电池的温度小于第一阈值（即 $T_{\text{燃}} < T_{\text{min}}$ ）时通过正在工作的燃料电池为半导体材料供电，以通过半导体材料放热方式加热电解液箱中的电解液，进而使正在工作的燃料电池的温度大于第一阈值，该方式温控响应速度较快且能源利用率高，与此同时，在正在工作的燃料电池的温度低于第一阈值时，还包括利用各层相变材料储存的热能为电解液箱中的电解液加热的步骤，该方式能够进一步提高温控响应速度且能源利用率更高，以使正在工作的燃料电池的温度大于第一阈值，第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值，用 T_{min} 表示； $T_{\text{燃}}$ 表示燃料电池温度。

[0045] 在正在工作的燃料电池的温度高于第二阈值（即 $T_{\text{max}} < T_{\text{燃}}$ ）时利用各层半导体材料将电解液释放的热能转换为电能且利用各层相变材料储存电解液释放的热能，转换出的电

能可以对储能电池进行充电或者与燃料电池一起为负载供电,直至燃料电池达到热平衡状态;其中,第二阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的上限值,用 T_{\max} 表示。

[0046] 在正在工作的燃料电池的温度处于第一阈值与第二阈值之间时,(即 $T_{\min} < T_{\text{燃}} < T_{\max}$),此时燃料电池处于热平衡状态,半导体材料和相变材料均可以不工作。

[0047] 实施例二:

[0048] 与实施例基于相同的发明构思,本实施例提供了一种用于实现实施例一中的产品,如图4、5所示,具体来说,本实施例提供了一种基于半导体材料和相变材料的燃料电池热管理系统,该燃料电池热管理系统包括通过电解液管路相连通的电解液箱、循环泵及燃料电池(发电单元),在电解液箱外设置有半导体材料层(即半导体组件)和相变材料层,半导体材料层热端朝向电解液箱,并在燃料电池内设置有第一温度传感器;具体的半导体材料可根据实际需求进行选择,比如碲铋合金材料,每个半导体层(即半导体组件)可包含上百对温差发电片。其中,图4中的“粗线”表示液路,“细线”表示动力线,“虚线”表示弱电检测线,“点划线”表示热力线。

[0049] 该燃料电池热管理系统还包括温差发电电路和控制器,控制器具有数据采集、存储及控制等功能,温差发电电路的输入端与半导体材料层连接、输出端与循环泵连接,本实施例的温差发电电路可包括变压电路(如升压电路),通过引线连接半导体材料层与变压电路(BUCK电路或BOOST电路),以进行电压调整,实现对循环泵或负载的驱动;控制器与第一温度传感器通信连接;控制器用于获取第一温度传感器检测的第一温度值,并用于在判断出第一温度值小于第一阈值时控制燃料电池为半导体材料层供电,以通过半导体材料层放热的方式加热电解液箱中的电解液;其中,第一阈值为燃料电池的最佳工作温度范围的下限值。本实施例中,半导体组件、温差发电电路及控制器等组成热控发电装置。

[0050] 该燃料电池热管理系统还包括储能电池,温差发电电路的输出端还与储能电池连接,本实施例还能够将燃料电池工作过程中的发电量进行储存;在循环泵启动时半导体材料发电量功率不足的情况下,本实施例还能通过储能电池补充不足的功率,从而提高了本发明的可靠性。燃料电池的输出端与直流-直流转换器的输入端连接,直流-直流转换器的第一输出端与半导体材料层之间串联有继电器,控制器与PID温控器之间可通过CAN总线、485总线等方式进行通信连接,PID温控器与继电器连接,在判断出第一温度值小于第一阈值时控制继电器闭合、使燃料电池为半导体材料层供电,提高燃料电池系统温度;直流-直流转换器的第二输出端与储能电池连接,可在燃料电池输出端设置电压传感器和电流传感器,以将燃料电池的电流数据和电压数据传送至控制器。

[0051] 作为较佳的技术方案,如图5所示,本实施例在电解液箱外设置有多层半导体材料层,且相邻的半导体材料层之间设置有相变材料层,各半导体材料层两侧的引线可根据实际情况进行并联或串联,以将总温差进行分级处理,从而更有效地提高发电效率和发电量,本实施例中的各相变材料层为恒温层,如下表所示。

[0052]

	第 1 组 半导体	第 2 组 半导体	第 3 组 半导体	...	第 n+1 组 半导体
热端	电解液	第 1 组 恒温层	第 2 组 恒温层	...	第 n 组 恒温层
冷端	第 1 组 恒温层	第 2 组 恒温层	第 3 组 恒温层	...	环境温度

[0053] 各半导体材料层热端均设置有第二温度传感器、冷端均设置有第三温度传感器，各第二温度传感器、各第三温度传感器分别与控制器通信连接；相邻的相变材料层之间通过相变材料管路连通，各相变材料管路上分别设置有电磁阀，控制器还用于根据第二温度传感器检测的第二温度值和第三温度传感器检测的第三温度值控制电磁阀的开启或者关闭，具体地，在某一相变材料层达到设定温度值时，通过控制器控制打开该相变材料层（即恒温层）与下一级的相变材料层之间的管路上的阀门，以将多余热量传递到下一级相变材料层，下表示例了各恒温层的温度值和热量值情况，其中 $T_{\text{差}}$ 表示半导体材料的热端和冷端之间的最佳温差值，比如为 50°C 。

[0054]

	电解液	第 1 级 恒温层	第 2 级 恒温层	第 3 级 恒温层	...	第 n 级 恒温层
实测 温度值	$T_{\text{液}}$	T_1	T_2	T_3	...	T_n
实际 热量值	$Q_{\text{液}}$	Q_1	Q_2	Q_3	...	Q_n
设定 恒温值	无	$T_{1\text{设}} = T_{\text{液}} - T_{\text{差}}$	$T_{2\text{设}} = T_{1\text{设}} - T_{\text{差}}$	$T_{3\text{设}} = T_{2\text{设}} - T_{\text{差}}$...	$T_{n\text{设}} = T_{(n-1)\text{设}} - T_{\text{差}}$
恒温	无	$Q_{1\text{设}}$	$Q_{2\text{设}}$	$Q_{3\text{设}}$...	$Q_{n\text{设}}$

[0055]

热量值						
-----	--	--	--	--	--	--

[0056] 比如，设最大温差为 300°C ，最佳温差值为 50°C ，则需要设置5级恒温层，第1级温度为 250°C ，第2级温度为 200°C ，第3级温度为 150°C ，第4级温度为 100°C ，第5级温度为 50°C ；第1组半导体热端温度为 300°C 、冷端温度为 250°C ，第2组半导体热端温度为 250°C 、冷端温度为 200°C ，第3组半导体热端温度为 200°C 、冷端温度为 150°C ，第4组半导体热端温度为 150°C 、冷端温度为 100°C ，第5组半导体热端温度为 100°C 、冷端温度为 50°C ，第5组半导体热端温度为 50°C ，冷端温度为环境温度。

[0057] 更为具体地，电解液箱外的半导体材料层的个数为n；

$$[0058] \quad n = \frac{T1 - T2}{T3}$$

[0059] 其中, T1表示电解液最高温度, T2表示环境温度, T3表示半导体材料层处于最高发电效率时半导体材料层热端温度与冷端温度的差值, 实际应用时, 电解液箱外的半导体材料层的个数可为n向上取整结果。

[0060] 本实施例中, 常温30℃环境下, 电解液配置过程中温度与环境之间温差范围为0℃-180℃, 低温环境更有利于半导体的温差发电, 在此讨论30℃环境温度, 若电解液最高温度180℃, 则最大温差 $T_{\text{差max}}$ 为150℃, 最佳温差 $T_{\text{差}}$ 取30℃, 则需有4级恒温层, 5组半导体组件, 每组半导体输出平均电压取2V, 输出电流取0.8A。

[0061] 在本发明的描述中, 需要理解的是, 术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 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装置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。

[0062] 在本发明中, 除非另有明确的规定和限定, 术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解, 例如, 可以是固定连接, 也可以是可拆卸连接, 或成一体; 可以是机械连接, 也可以是电连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系, 除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言, 可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0063] 在本说明书的描述中, 参考术语“本实施例”、“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”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必针对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一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0064] 此外, 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此, 限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中, “多个”的含义是至少两个, 例如两个, 三个等, 除非另有明确具体的限定。

[0065] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明实质内容上所作的任何修改、等同替换和简单改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

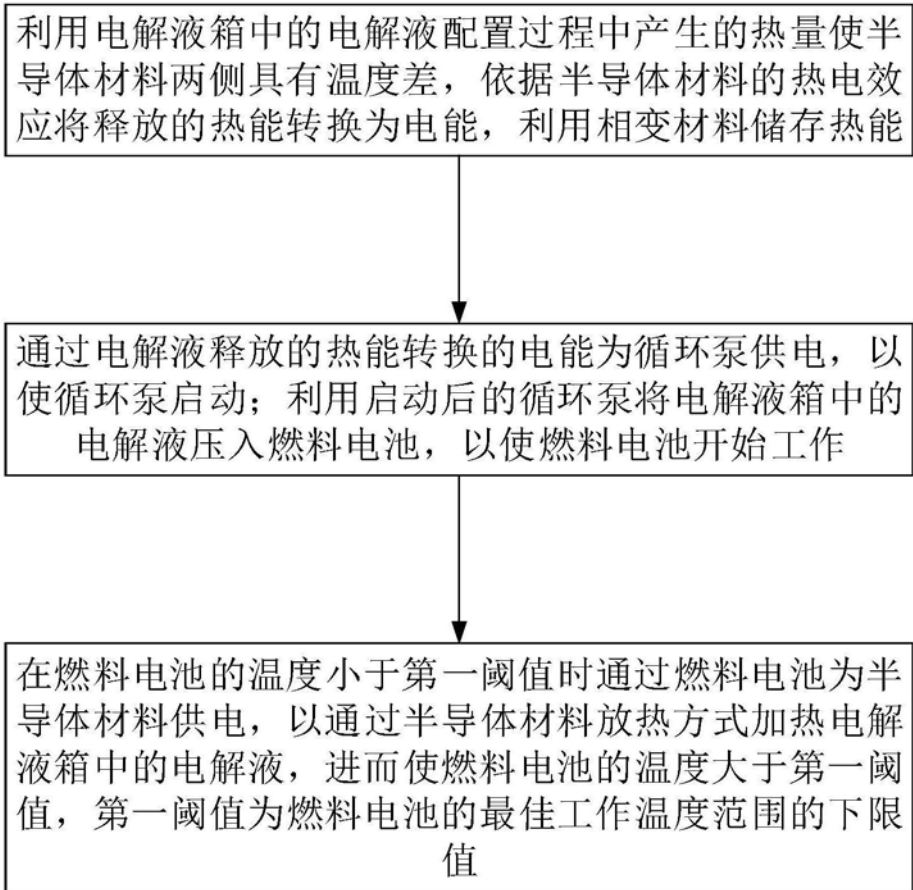


图1

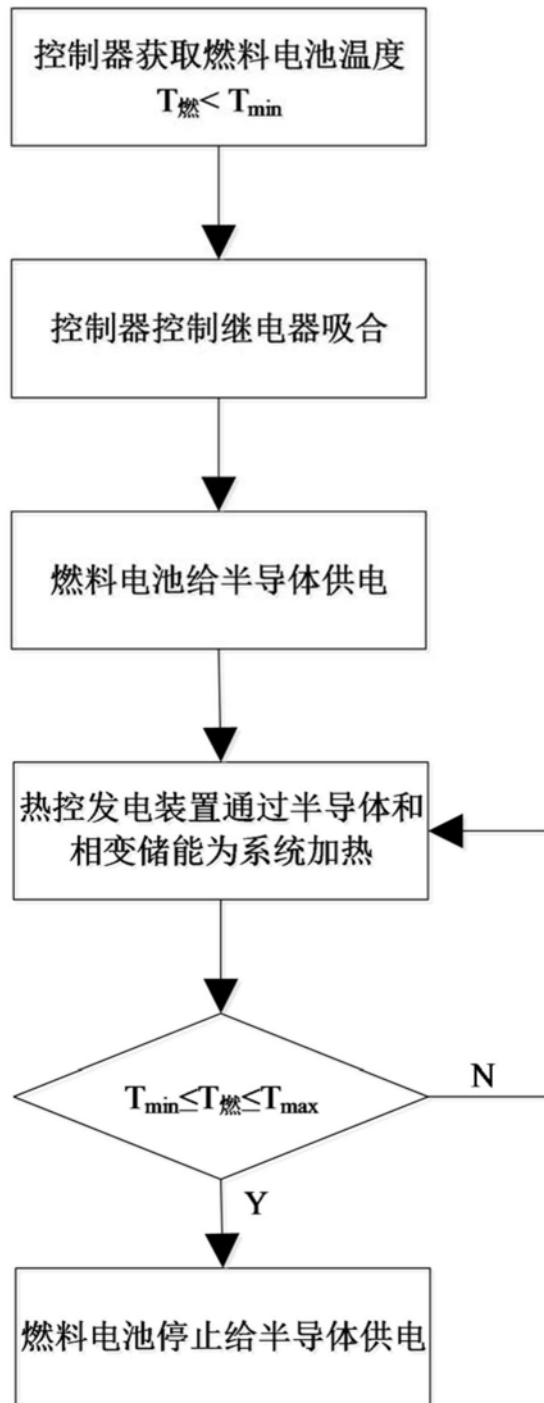


图2

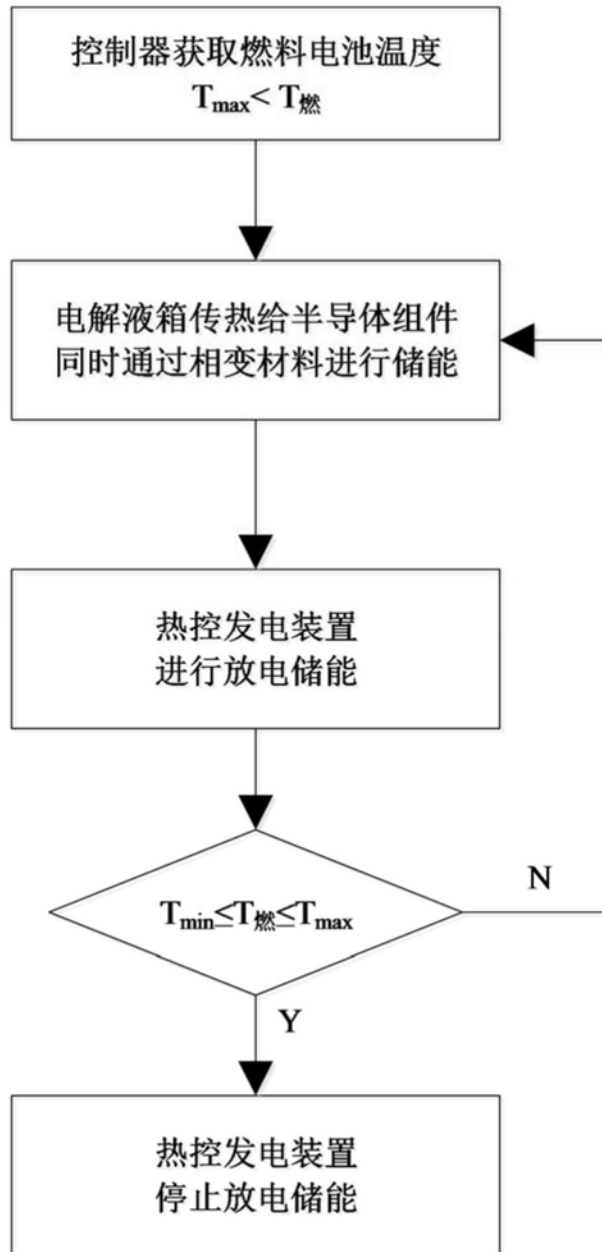


图3

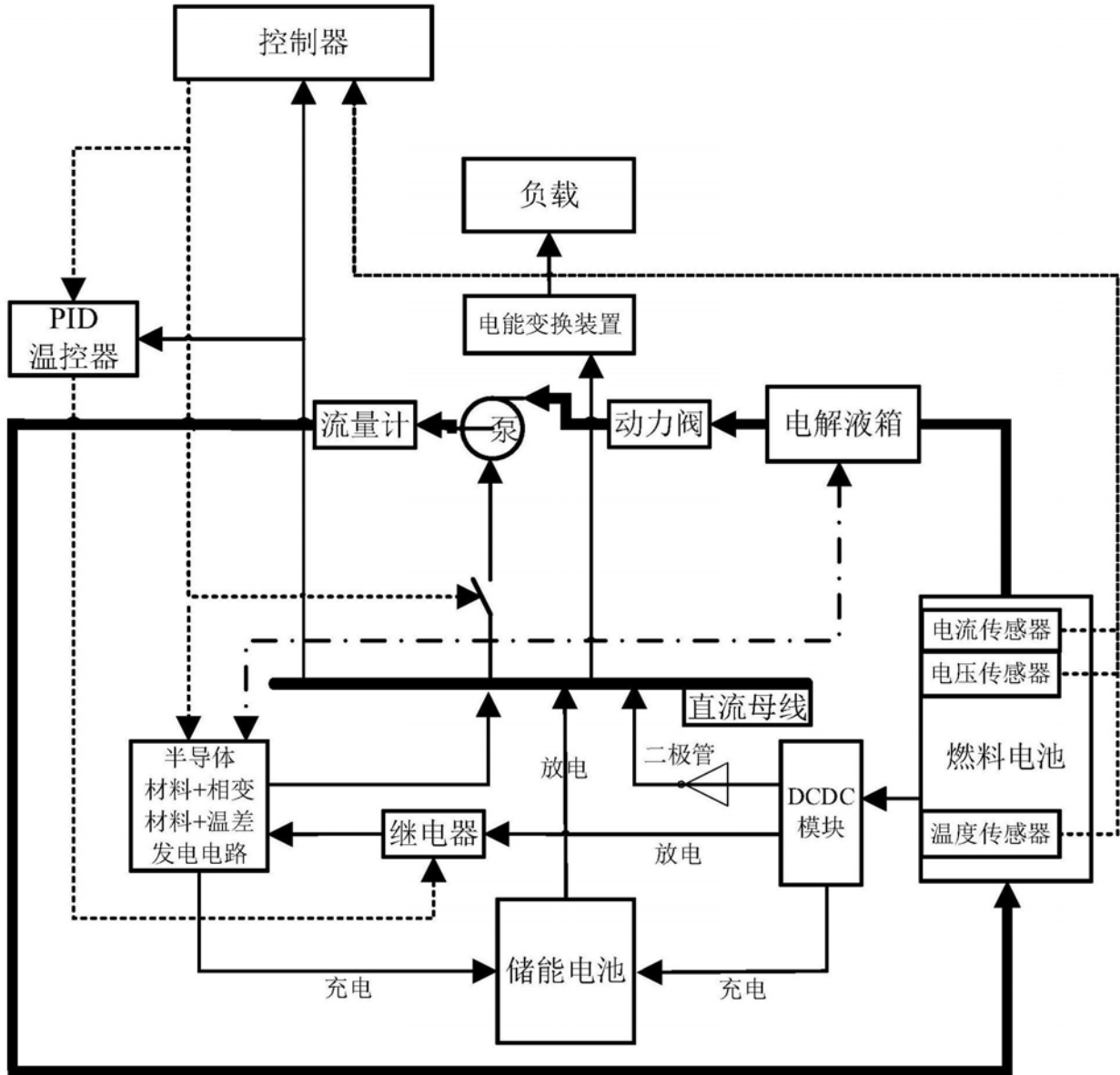


图4

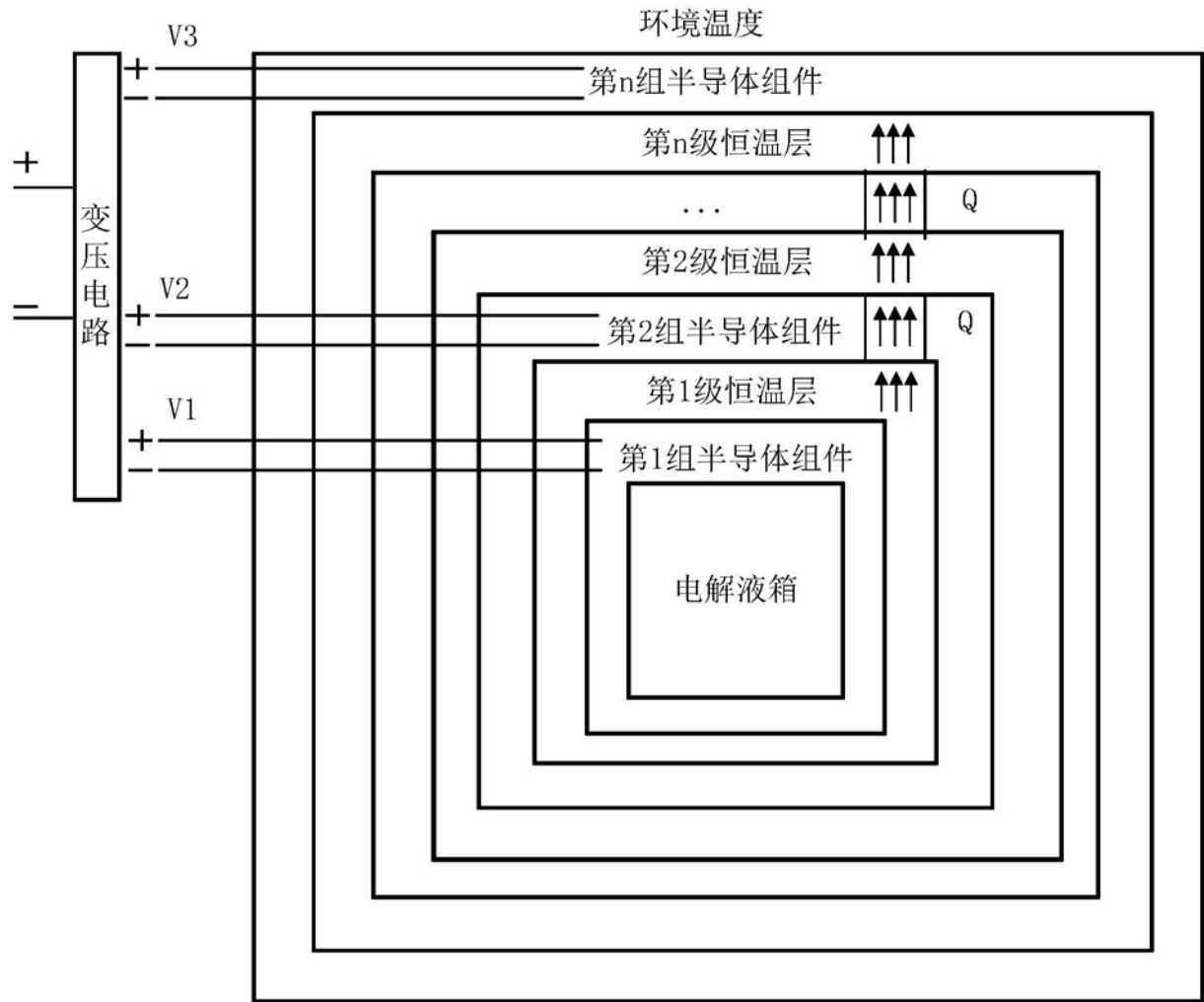


图5