



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102956905 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201210356559. 9

(22) 申请日 2012. 09. 21

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 陈凤祥 王楠 章桐

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 赵继明

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006. 01)

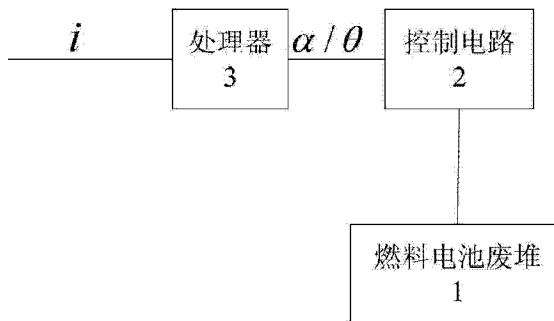
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种燃料电池堆热管理模拟系统

(57) 摘要

本发明涉及一种燃料电池堆热管理模拟系统,包括燃料电池废堆、控制电路、处理器,所述的处理器依次连接控制电路和燃料电池废堆;处理器根据燃料电池需求电流计算并输出控制电路所需的控制信号,控制电路根据控制信号控制燃料电池废堆的产热量,通过改变燃料电池需求电流模拟不同工况下燃料电池堆的热分布情况。与现有技术相比,本发明结构简单,可精确模拟实际电堆发热情况,同时对废弃燃料电池堆的再利用大大降低了实验成本,提高了废物利用率,成本低廉。



1. 一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,包括燃料电池废堆、控制电路、处理器,所述的处理器依次连接控制电路和燃料电池废堆;

处理器根据燃料电池需求电流计算并输出控制电路所需的控制信号,控制电路根据控制信号控制燃料电池废堆的产热量,通过改变燃料电池需求电流模拟不同工况下燃料电池堆的热分布情况。

2. 根据权利要求1所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的燃料电池废堆中的质子交换膜为发热片,所述的发热片与控制电路连接。

3. 根据权利要求2所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的控制电路为直流控制电路或交流控制电路。

4. 根据权利要求3所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的直流控制电路包括相连接的PWM调制电路和IGBT电路,所述的PWM调制电路与处理器连接,所述的IGBT电路与燃料电池废堆连接。

5. 根据权利要求3所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的控制电路为直流控制电路,所述的电源为直流电源,所述的处理器输出的控制信号为占空比 α ,其计算步骤为:

首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$,其中 E_{oc} 为开路电压, $U_{fc} = f(i) * L^{-1}(\frac{1}{\tau s + 1})$ 为当前燃料电池废堆的电压, τ 为时间常数, $f(i)$ 为电流 i 的函数, L^{-1} 为拉普拉斯逆变换, s 为复频率,“*”表示卷积;

然后计算占空比 α :由功率关系 $Q = \frac{U_{dc}^2}{R} \alpha$,可得占空比 $\alpha = \frac{QR}{U_{dc}^2}$, R 为发热片电阻, U_{dc} 为直流额定电压。

6. 根据权利要求3所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的交流控制电路包括相连接的触发电路和全控式整流电路,所述的触发电路与处理器连接,所述的全控式整流电路与燃料电池废堆连接。

7. 根据权利要求5所述的一种燃料电池堆热管理模拟系统,其特征在于,所述的控制电路为交流控制电路,所述的电源为交流电源,所述的处理器输出的控制信号为导通角 θ ,其计算步骤为:

首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$;

然后根据以下步骤计算导通角 θ ;

由公式 $Q = \frac{U_{eff}^2}{R}$ 可得发热片实际需求有效电压 U_{eff} ;

根据电压关系 $U_{eff} = U_{ac} \sqrt{\frac{\sin 2\theta}{2\pi} + \frac{\pi - \theta}{\pi}}$,其中, U_{ac} 为输入交流电的有效电压, $\theta \in (0,$

$2\pi)$,令 $x = 2\theta$, $k = \frac{U_{eff}}{U_{ac}}$,则上式可整理为 $\sin x = x - 2\pi(1 - k^2)$,令 $b = 2\pi(1 - k^2)$,则解方

程 $\sin x = x + b$, $b \in (-2\pi, 0)$,可得 x ,进而得到导通角 $\theta = \frac{1}{2}x$ 。

一种燃料电池堆热管理模拟系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于燃料电池试验的系统,尤其是涉及一种燃料电池堆热管理模拟系统。

背景技术

[0002] 燃料电池是一种将存在于燃料与氧化剂中的化学能直接转化为电能的发电装置。由于燃料电池堆整个系统较为复杂,在其运行过程中发生热交换的部位众多,比如质子交换膜上燃料与氧化剂发生反应的位置、气体在流道内流动的过程中由于体积或压力变化发生的温度变化以及气体泄漏导致的热损失等,这就使得对燃料电池进行热管理时往往需要实际的燃料电池堆来进行试验分析和仿真验证。但是实际的燃料电池堆造价高昂,运行所需的条件较高,许多的燃料电池研究者承担不起相关费用。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种成本低廉、操作简便、精确模拟实际电堆发热情况的燃料电池堆热管理模拟系统。

[0004] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0005] 一种燃料电池堆热管理模拟系统,包括燃料电池废堆、控制电路和处理器,所述的处理器依次连接控制电路和燃料电池废堆;

[0006] 处理器根据燃料电池需求电流计算并输出控制电路所需的控制信号,控制电路根据控制信号控制燃料电池废堆的产热量,通过改变燃料电池需求电流模拟不同工况下燃料电池堆的热分布情况。

[0007] 所述的燃料电池废堆中的质子交换膜为发热片,所述的发热片与控制电路连接。

[0008] 所述的控制电路为直流控制电路或交流控制电路。

[0009] 所述的直流控制电路包括相连接的PWM调制电路和IGBT电路,所述的PWM调制电路与处理器连接,所述的IGBT电路与燃料电池废堆连接。

[0010] 所述的控制电路为直流控制电路,所述的电源为直流电源,所述的处理器输出的控制信号为占空比 α ,其计算步骤为:

[0011] 首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$,其中 E_{oc} 为开路电压, $U_{fc} = f(i) * L^{-1}(\frac{1}{\tau s + 1})$ 为当前燃料电池废堆的电压, τ 为时间常数, $f(i)$ 为电流 i 的函数, L^{-1} 为拉普拉斯逆变换, s 为复频率,“*”表示卷积;

[0012] 然后计算占空比 α :由功率关系 $Q = \frac{U_{dc}^2}{R} \alpha$,可得占空比 $\alpha = \frac{QR}{U_{dc}^2}$, R 为发热片电阻, U_{dc} 为直流电额定电压。

[0013] 所述的交流控制电路包括相连接的触发电路和全控式整流电路,所述的触发电路与处理器连接,所述的全控式整流电路与燃料电池废堆连接。

[0014] 所述的控制电路为交流控制电路,所述的电源为交流电源,所述的处理器输出的控制信号为导通角 θ ,其计算步骤为:

[0015] 首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$;

[0016] 然后根据以下步骤计算导通角 θ :

[0017] 由公式 $Q = \frac{U_{eff}^2}{R}$ 可得发热片实际需求有效电压 U_{eff} ;

[0018] 根据电压关系 $U_{eff} = U_{ac} \sqrt{\frac{\sin 2\theta}{2\pi} + \frac{\pi - \theta}{\pi}}$, 其中, U_{ac} 为输入交流电的有效电压,

$\theta \in (0, 2\pi)$, 令 $x = 2\theta$, $k = \frac{U_{eff}}{U_{ac}}$, 则上式可整理为 $\sin x = x - 2\pi(1 - k^2)$, 令 $b = 2\pi(1 - k^2)$,

则解方程 $\sin x = x + b$, $b \in (-2\pi, 0)$, 可得 x , 进而得到导通角 $\theta = \frac{1}{2}x$, 此处可用查表法求解。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0020] 1) 本发明可以通过调节发热片中的电流实现燃料电池堆的产热控制,从而模拟实际电堆的热管理,结构简单;

[0021] 2) 本发明重新利用废弃的燃料电池堆,大大降低了实验成本,提高了废物利用率,成本低廉。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明的结构示意图;

[0023] 图 2 为本发明直流方案的示意图;

[0024] 图 3 为本发明交流方案的示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0026] 实施例 1

[0027] 如图 1 所示,一种燃料电池堆热管理模拟系统,包括质子交换膜为发热片的燃料电池废堆 1、控制电路 2 和处理器 3,所述的处理器 3 依次连接控制电路 2 和燃料电池废堆 1,燃料电池废堆 1 中的发热片与控制电路 2 连接;处理器 3 根据燃料电池需求电流 i 计算并输出控制电路 2 所需的控制信号,控制电路 2 根据控制信号控制燃料电池废堆 1 中发热片的产热量,通过改变燃料电池需求电流模拟不同工况下燃料电池堆的热分布情况,同时也可通过对燃料电池散热装置(风扇等)的控制验证温度控制算法的有效性。

[0028] 本发明模拟系统可以采用直流方案或交流方案来实施,本实施例采用直流方案。如图 2 所示,本实施例中,控制电路 2 为直流控制电路,电源为直流电源。所述的直流控制电路包括相连接的 PWM 调制电路 21 和 IGBT 电路 22,所述的 PWM 调制电路 21 与处理器 3 连接,所述的 IGBT 电路 22 与燃料电池废堆 1 连接。

[0029] 在直流方案中,处理器输出的控制信号为占空比 α ,其计算步骤为:

[0030] 首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$,其中 E_{oc} 为

开路电压, $U_{fc} = f(i) * L^{-1}(\frac{1}{\tau s + 1})$ 为当前燃料电池废堆的电压, τ 为时间常数, $f(i)$ 为电流 i 的函数, L^{-1} 为拉普拉斯逆变换, s 为复频率, “*”表示卷积; 然后计算占空比 α : 由功率关系 $Q = \frac{U_{dc}^2}{R} \alpha$, 可得占空比 $\alpha = \frac{QR}{U_{dc}^2}$, R 为发热片电阻, U_{dc} 为直流电额定电压。计算出 α 后, 通过 PWM 调制电路 21 和 IGBT 电路 22 将所得占空比 α 施加在燃料电池废堆 1 上使其产生与期望工况相对应的功率, 改变燃料电池需求电流 i 的大小模拟燃料电池堆在不同工况下的热分布情况。同时也可以通过对燃料电池的散热装置 (风扇等) 进行转速和温度的信号检测验证温度控制算法的有效性, 图 2 中的驱动电路为驱动风扇 / 水泵工作的电路。

[0031] 实施例 2

[0032] 如图 1 所示的燃料电池堆热管理模拟系统, 本实施例采用交流方案。如图 3 所示, 本实施例中, 控制电路 2 为交流控制电路, 电源为交流电源。所述的交流控制电路包括相连接的触发电路 21' 和全控式整流电路 22', 所述的触发电路 21' 与处理器 3 连接, 所述的全控式整流电路 22' 与燃料电池废堆 1 连接。

[0033] 在交流方案中, 处理器输出的控制信号为导通角 θ , 其计算步骤为:

[0034] 首先根据燃料电池需求电流 i 计算该电流下的期望功率 $Q = E_{oc}i - U_{fc}i$;

[0035] 然后根据以下步骤计算导通角 θ :

[0036] 由公式 $Q = \frac{U_{eff}^2}{R}$ 可得发热片实际需求有效电压 U_{eff} ;

[0037] 根据电压关系 $U_{eff} = U_{ac} \sqrt{\frac{\sin 2\theta}{2\pi} + \frac{\pi - \theta}{\pi}}$, 其中, U_{ac} 为输入交流电的有效电压,

$\theta \in (0, 2\pi)$, 令 $x = 2\theta$, $k = \frac{U_{eff}}{U_{ac}}$, 则上式可整理为 $\sin x = x - 2\pi(1 - k^2)$, 令 $b = 2\pi(1 - k^2)$,

则解方程 $\sin x = x + b$, $b \in (-2\pi, 0)$, 可得 x , 进而得到导通角 $\theta = \frac{1}{2}x$, 此处可用查表法求解。

[0038] 计算出 θ 后, 通过触发电路 21' 和全控式整流电路 22' 将所得导通角 θ 施加在燃料电池废堆 1 上使其产生与期望工况相对应的功率, 改变燃料电池需求电流 i 的大小, 进而改变交流电源输入的有效电压的大小, 来模拟燃料电池堆在不同工况下的热分布情况。同时也可以通过对燃料电池的风扇进行转速和温度的信号检测验证温度控制算法的有效性, 图 3 中的驱动电路为驱动风扇 / 水泵工作的电路。

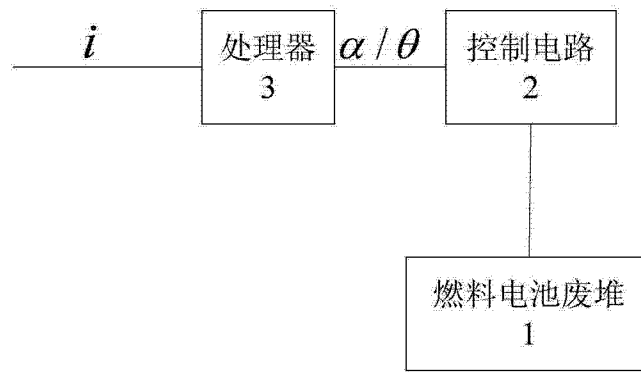


图 1

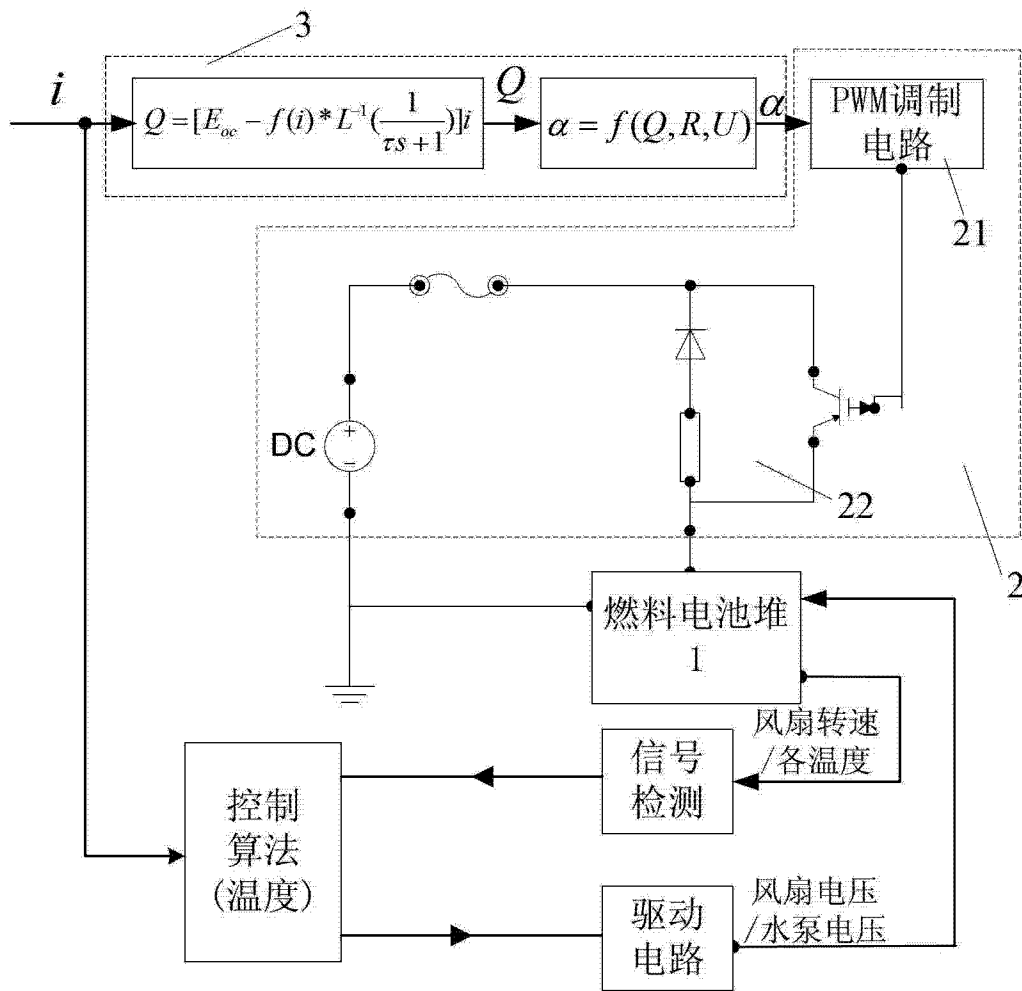


图 2

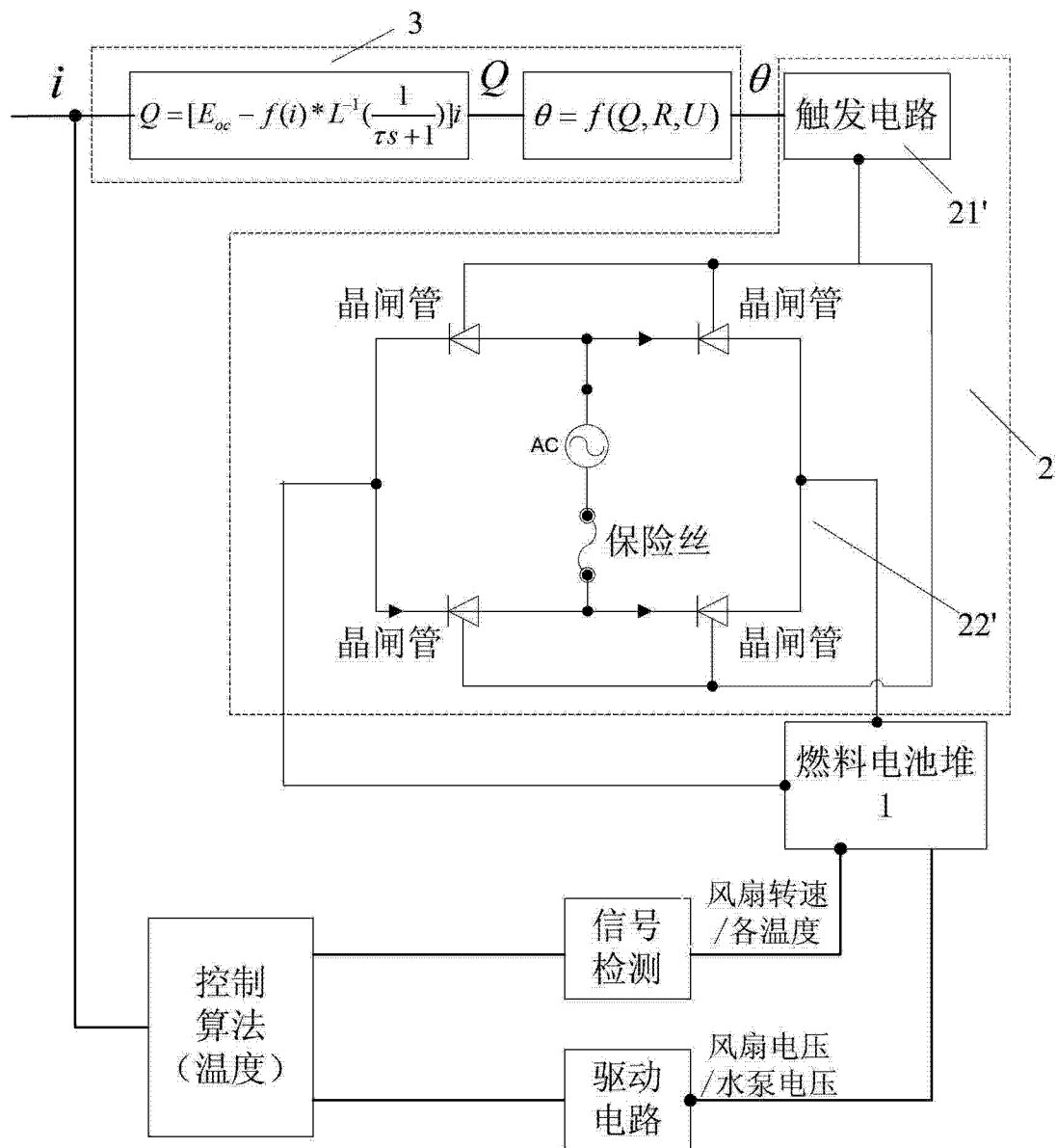


图 3