



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203733888 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201320763863. 5

(22) 申请日 2013. 11. 27

(73) 专利权人 中科宇图天下科技有限公司  
地址 100101 北京市朝阳区安翔北里甲 11 号 B 座 2 层

(72) 发明人 徐劲草 刘锐 谢涛 姚新

(74) 专利代理机构 北京市盛峰律师事务所  
11337

代理人 赵建刚

(51) Int. Cl.  
H01M 8/04 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

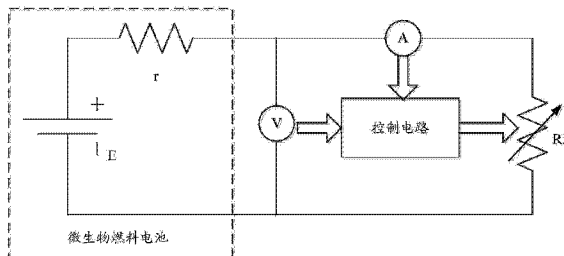
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

应用于微生物燃料电池的控制装置

(57) 摘要

本实用新型提供一种应用于微生物燃料电池的控制装置,应用于微生物燃料电池向负载供电的系统中,包括电流采样电路、电压采样电路、MPPT 控制电路和可调节负载  $R_L$ ;所述电流采样电路的输入端与所述电压采样电路的输入端分别与所述微生物燃料电池的输出端连接;所述电流采样电路的输出端与所述电压采样电路的输出端分别连接到所述 MPPT 控制电路的输入端;所述 MPPT 控制电路的输出端与所述可调节负载  $R_L$  的调节端连接。对微生物燃料电池的输出电压、电流进行检测,并通过 MPPT 控制算法对电路参数进行调节,能够使微生物燃料电池工作在最大功率输出状态,提高了微生物燃料电池的工作效率。



1. 一种应用于微生物燃料电池的控制装置,其特征在于,应用于微生物燃料电池向负载供电的系统中,包括电流采样电路、电压采样电路、MPPT 控制电路和可调节负载  $R_L$ ;所述电流采样电路的输入端与所述电压采样电路的输入端分别与所述微生物燃料电池的输出端连接;所述电流采样电路的输出端与所述电压采样电路的输出端分别连接到所述 MPPT 控制电路的输入端;所述 MPPT 控制电路的输出端与所述可调节负载  $R_L$  的调节端连接;所述可调节负载  $R_L$  包括:DC-DC 变换电路和外部负载  $R$ ;所述 DC-DC 变换电路连接在所述微生物燃料电池到所述外部负载  $R$  的供电线路上;所述 MPPT 控制电路的输出端与所述 DC-DC 变换电路的输入端连接。

2. 根据权利要求 1 所述的应用于微生物燃料电池的控制装置,其特征在于,还包括蓄电池;所述蓄电池与所述 DC-DC 变换电路连接。

3. 根据权利要求 1 所述的应用于微生物燃料电池的控制装置,其特征在于,所述 DC-DC 变换电路采用 BUCK、BOOST、BUCK-BOOST 这三种电路形式,或这三种电路的变形。

4. 根据权利要求 1 所述的应用于微生物燃料电池的控制装置,其特征在于,所述电流采样电路为电流传感器;所述电压采样电路为电压传感器。

## 应用于微生物燃料电池的控制装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于电源技术领域,具体涉及一种应用于微生物燃料电池的控制装置。

### 背景技术

[0002] 微生物燃料电池(MFC, Microbial Fuel Cell)能够将有机物直接转化为电能,作为一种新兴的技术,在新能源、污水处理、水质检测等方面得到了研究和应用。微生物燃料电池能够利用各种能被微生物降解的有机物为燃料,当采用可生物降解的废水为燃料时,可在产生电能的同时治理环境污染,实现废物的资源化利用,促进经济、社会与环境的协调发展。因此,微生物燃料电池为缓解和解决能源与环境问题提供了一种切实有效的新思路。

[0003] 微生物燃料电池是利用电化学技术将微生物代谢能转化为电能的一种装置,是与微生物学、电化学及材料科学交叉融合而发展起来的一种全新的电能生产技术。如图1所示,为微生物燃料电池的原理图,MFC通常由两个室组成,即厌氧的阳极室和需氧的阴极室,燃料在阳极室细菌的催化作用下被氧化,产生的电子通过位于细胞外膜的电子载体,(例如,细胞色素)传递到阳极,再经过外电路到达阴极,质子通过质子交换膜到达阴极,氧化剂在阴极与质子和电子反应生成水。其中,电子载体通常为细胞色素,氧化剂一般为氧气。

[0004] 在微生物燃料电池的研究和应用中,通常希望电池输出尽可能高的功率。相关研究表明,同其他类型的电池一样,微生物燃料电池的输出功率随着输出电压、电流的变化而变化,在某个输出电压或电流处,输出功率将达到最高值。如图2所示,为两种微生物燃料电池的输出电流-功率关系曲线。

[0005] 由于微生物燃料电池利用电池中发生的各种生物化学、电化学过程产生能量,反应机理复杂,受各种因素影响较大。因此,微生物燃料电池的输出特性是变化的,其输出不仅受温度、反应物浓度、pH等因素影响,还随时间而变化。微生物燃料电池输出特性的变化,使电池难以持续工作在最大功率输出状态,从而限制了微生物燃料电池的应用。

### 实用新型内容

[0006] 针对现有技术存在的缺陷,本实用新型提供一种应用于微生物燃料电池的控制装置,能够使微生物燃料电池工作在最大功率输出状态,提高了微生物燃料电池的工作效率。

[0007] 本实用新型采用的技术方案如下:

[0008] 本实用新型提供一种应用于微生物燃料电池的控制装置,应用于微生物燃料电池向负载供电的系统中,包括电流采样电路、电压采样电路、MPPT(Maximum Power Point Tracking,最大功率点跟踪)控制电路和可调节负载 $R_L$ ;所述电流采样电路的输入端与所述电压采样电路的输入端分别与所述微生物燃料电池的输出端连接;所述电流采样电路的输出端与所述电压采样电路的输出端分别连接到所述MPPT控制电路的输入端;所述MPPT控制电路的输出端与所述可调节负载 $R_L$ 的调节端连接。

[0009] 优选的,所述可调节负载 $R_L$ 包括:DC-DC变换电路和外部负载 $R$ ;所述DC-DC变换

电路连接在所述微生物燃料电池到所述外部负载 R 的供电线路上 ; 所述 MPPT 控制电路的输出端与所述 DC-DC 变换电路的输入端连接。

[0010] 优选的,还包括蓄电池 ;所述蓄电池与所述 DC-DC 变换电路连接。

[0011] 优选的,所述 DC-DC 变换电路采用 BUCK、BOOST、BUCK-BOOST 这三种电路形式,或这三种电路的变形。

[0012] 优选的,所述电流采样电路为电流传感器 ;所述电压采样电路为电压传感器。

[0013] 本实用新型的有益效果如下 :

[0014] 本实用新型提供的应用于微生物燃料电池的控制装置,对微生物燃料电池的输出电压、电流进行检测,并通过 MPPT 控制算法对电路参数进行调节,能够使微生物燃料电池工作在最大功率输出状态,提高了微生物燃料电池的工作效率。

### 附图说明

[0015] 图 1 为现有技术提供的微生物燃料电池的原理图 ;

[0016] 图 2 为两种微生物燃料电池的输出电流 - 功率关系曲线图 ;

[0017] 图 3 为本实用新型提供的微生物燃料电池控制原理图 ;

[0018] 图 4 为本实用新型提供的应用于微生物燃料电池的控制装置的原理图 ;

[0019] 图 5 为本实用新型提供的可调节负载  $R_L$  采用 DC-DC 变换电路和外部负载 R 时的控制原理图 ;

[0020] 图 6 为本实用新型提供的采用扰动观察法时的控制流程示意图。

### 具体实施方式

[0021] 以下结合附图对本实用新型进行详细说明 :

[0022] 针对微生物燃料电池难以持续工作在最大功率输出状态的问题,本实用新型提供一种应用于微生物燃料电池的控制装置,能够控制微生物燃料电池维持工作在最大输出功率状态、从而增大微生物燃料电池输出功率。具体思想为 :将“最大功率点跟踪”(Maximum Power Point Tracking,MPPT) 技术应用在微生物燃料电池电路中,通过调节电池外电路的工作状态,匹配微生物燃料电池的输出特性,使微生物燃料电池维持在最大输出功率状态。

[0023] 可将微生物燃料电池及外部负载简化为图 3 所示的电路,微生物燃料电池电动势为 E,内阻为 r,即微生物燃料电池的表观内阻 ;外部负载的电阻为  $R_L$ 。可以证明,当  $R_L=r$  时,微生物燃料电池输出功率最大,为 :

$$[0024] \quad P_m = \frac{E^2}{4r}。$$

[0025] 因此,如果需要使微生物燃料电池维持在最大输出功率状态,必须满足  $R_L=r$ 。但微生物燃料电池输出受诸多因素影响,表观内阻 r 时刻在变化,如果需要使微生物燃料电池维持在最大输出功率状态,需要  $R_L$  随着 r 而变化,且需满足  $R_L=r$ 。

[0026] 实施例一

[0027] 基于上述原理,如图 4 所示,本实用新型提供一种应用于微生物燃料电池的控制装置,应用于微生物燃料电池向负载供电的系统中,包括电流采样电路、电压采样电路、MPPT 控制电路和可调节负载  $R_L$  ;所述电流采样电路的输入端与所述电压采样电路的输入端

分别与所述微生物燃料电池的输出端连接；所述电流采样电路的输出端与所述电压采样电路的输出端分别连接到所述 MPPT 控制电路的输入端；所述 MPPT 控制电路的输出端与所述可调节负载  $R_L$  的调节端连接。实际应用中，电流采样电路可以采用电流传感器；电压采样电路可以采用电压传感器。其工作原理为：S1，当微生物燃料电池向可调节负载  $R_L$  供电时，电流采样电路定时采集所述微生物燃料电池的电池输出电流值  $I_1$ ，并将采集到的所述电池输出电流值  $I_1$  发送给 MPPT 控制电路；

[0028] 电压采样电路定时采集所述微生物燃料电池的电池输出电压值  $U_1$ ，并将采集到的所述电池输出电压值  $U_1$  发送给所述 MPPT 控制电路；

[0029] S2，所述 MPPT 控制电路接收电池输出电流值  $I_1$  和电池输出电压值  $U_1$ ，然后基于 MPPT 控制算法，调节所述可调节负载  $R_L$ ，控制所述微生物燃料电池持续工作在最大功率输出状态。

[0030] 需要说明的是，图 4 中的电路是对实际电路的极大简化，只用于说明本实用新型的原理，实际应用中电路可能更复杂。可调节负载  $R_L$  只是表达微生物燃料电池外电路负荷，并不限定其为电阻，可能是其它更复杂的电路，例如，可调节负载  $R_L$  包括：DC-DC 变换电路和外部负载  $R$ 。其中，DC-DC 变换电路采用 BUCK、BOOST、BUCK-BOOST 这三种电路形式，或这三种电路的变形。具体例子见实施例二。

[0031] 实施例二

[0032] 本实施例以可调节负载  $R_L$  采用 DC-DC 变换电路和外部负载  $R$  为例进行说明，如图 5 所示：

[0033] 其中，DC-DC 变换电路连接在微生物燃料电池到外部负载  $R$  的供电线路上；MPPT 控制电路的输出端与 DC-DC 变换电路的输入端连接。在图 5 中，微生物燃料电池可以为电池单体，也可以为多组电池的串联、并联或混联；DC-DC 变换电路采用 BUCK、BOOST、BUCK-BOOST 这三种电路形式，或这三种电路的变形。MPPT 控制器用于控制 DC-DC 变换电路的工作状态，以改变微生物燃料电池的输出电压；电流采样电路用于检测电池输出电流，电压采样电路用于检测电池输出电压，并将检测结果输入 MPPT 控制电路进行运算和比较；蓄电池为可选部件，与 DC-DC 变换电路连接，用于存储或释放微生物燃料电池输出的能量，使整个电路的输出更稳定。

[0034] 本实例的工作过程为：

[0035] (1) 微生物燃料电池输出一定的电压和电流，由 DC-DC 变换电路将其调压后供给负载；

[0036] 同时，电流采样电路定时采集所述微生物燃料电池的电池输出电流值  $I_1$ ，并将采集到的所述电池输出电流值  $I_1$  发送给 MPPT 控制电路；电压采样电路定时采集所述微生物燃料电池的电池输出电压值  $U_1$ ，并将采集到的所述电池输出电压值  $U_1$  发送给所述 MPPT 控制电路；

[0037] (2) MPPT 控制电路接收电池输出电流值  $I_1$  和电池输出电压值  $U_1$ ，MPPT 控制电路基于相应的 MPPT 控制算法调节 DC-DC 变换电路的工作状态，使其与微生物燃料电池输出相匹配，进而控制微生物燃料电池持续工作在最大功率输出状态。

[0038] 其中，蓄电池为可选部件，当微生物燃料电池的输出发生变化，或外部负载  $R$  发生变化时，蓄电池通过 DC-DC 变换电路调整微生物燃料电池的输出，维持外部负载  $R$  上的电压

稳定。具体的,当所述微生物燃料电池的输出高于基准值时,高出基准值的电能存储到所述蓄电池中;当所述微生物燃料电池的输出低于基准值时,所述蓄电池向负载释放自身存储的电能。

[0039] 在实施例一或实施例二中,MPPT 控制算法有多种,如扰动观察法、增量电导法、功率反馈法等。此处以常见的扰动观察法为例说明 MPPT 的工作原理:

[0040] 每隔一定的时间,MPPT 控制电路增加或者减少微生物燃料电池输出电压(称之为扰动),并观测之后其输出功率变化方向,从而决定下一步的控制信号。具体步骤为:首先,微生物燃料电池按照某一电压值输出,测定此时的输出功率;然后再在这个电压的基础上给一个电压扰动,再测量输出功率,比较两次测得的两个功率,如果功率增加了,则继续给相同方向的扰动,如果功率减小了,则给相反方向的扰动。以采用 DC-DC 变换电路为例,MPPT 控制算法采用扰动观察法时,控制步骤如下:MPPT 控制电路接收电池输出电流值  $I_1$  和电池输出电压值  $U_1$ ,通过扰动观察法调节 DC-DC 变换电路,控制所述微生物燃料电池持续工作在最大功率输出状态,如图 6 所示,具体包括以下步骤:

[0041] S21,MPPT 控制电路当前时刻接收电池输出电流值  $I_1$  和电池输出电压值  $U_1$ ,并计算得到当前时刻的功率  $P_1$ ;

[0042] S22,MPPT 控制电路判断当前时刻的功率  $P_1$  是否高于前一时刻的功率  $P_2$ ;如果是,则执行 S23;否则,执行 S24;

[0043] S23,进一步判断当前时刻接收到的电池输出电压值  $U_1$  是否高于前一时刻的电池输出电压值  $U_2$ ;如果是,则通过调节 DC-DC 变换电路以一定的步长增加电池的输出电压值;然后执行 S25;否则,则通过调节 DC-DC 变换电路以一定的步长减小电池的输出电压值;然后执行 S25;

[0044] S24,进一步判断当前时刻接收到的电池输出电压值  $U_1$  是否高于前一时刻的电池输出电压值  $U_2$ ;如果是,则通过调节 DC-DC 变换电路以一定的步长减小电池的输出电压值;然后执行 S25;否则,则通过调节 DC-DC 变换电路以一定的步长增加电池的输出电压值;然后执行 S25;

[0045] S25,记录当前时刻接收到的电池输出电流值  $I_1$ 、电池输出电压值  $U_1$  和功率  $P_1$ ,当下一时刻到来时,重复上述判断过程。

[0046] 综上所述,本实用新型提供的应用于微生物燃料电池的控制装置,对微生物燃料电池的输出电压、电流进行检测,并通过 MPPT 控制算法对电路参数进行调节,能够使微生物燃料电池工作在最大功率输出状态,提高了微生物燃料电池的工作效率。

[0047] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视本实用新型的保护范围。

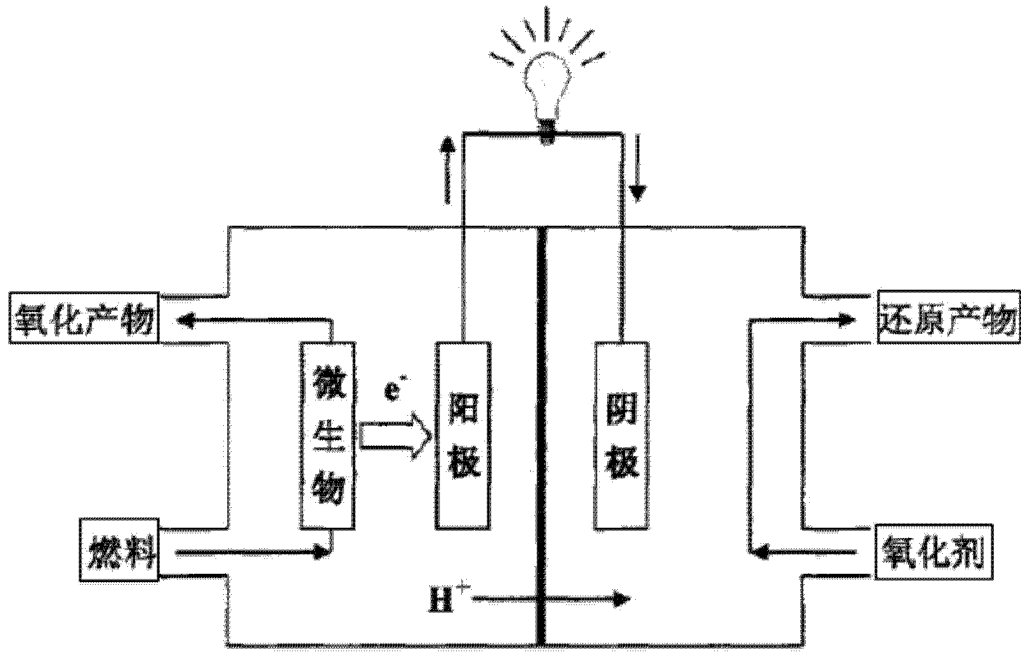


图 1

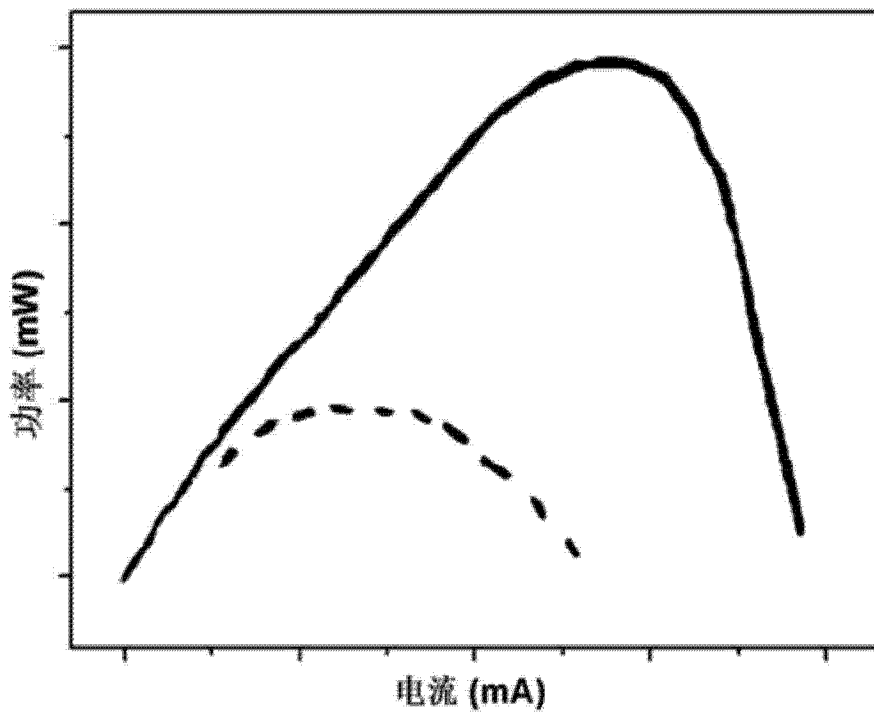


图 2

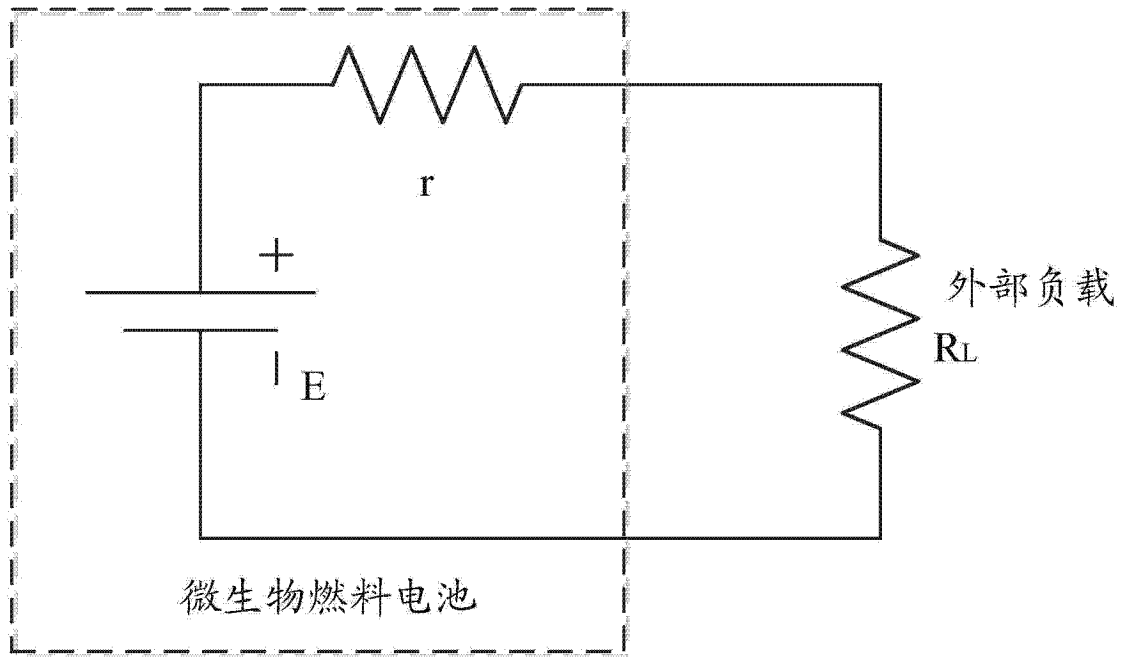


图 3

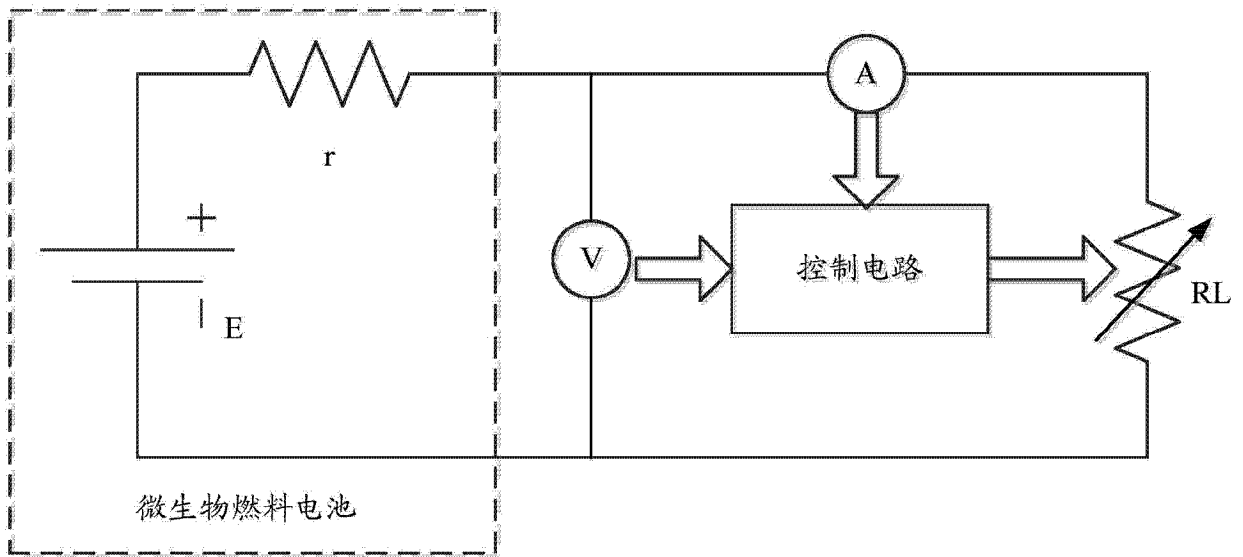


图 4



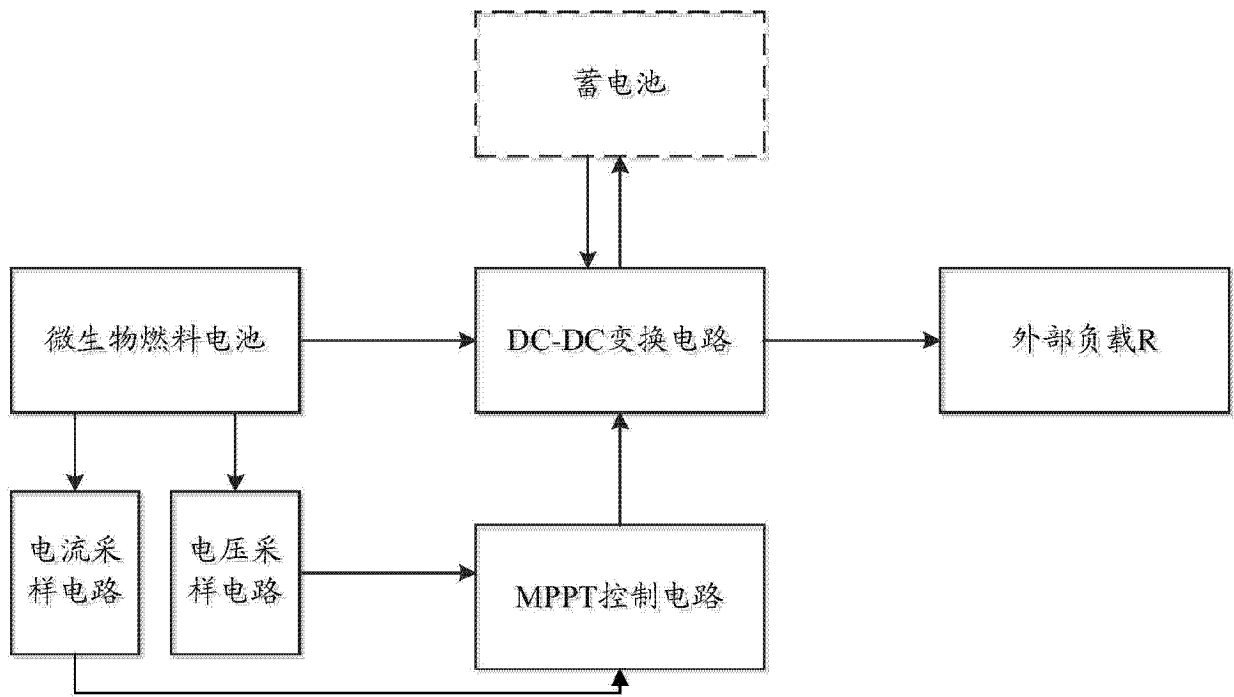


图 5

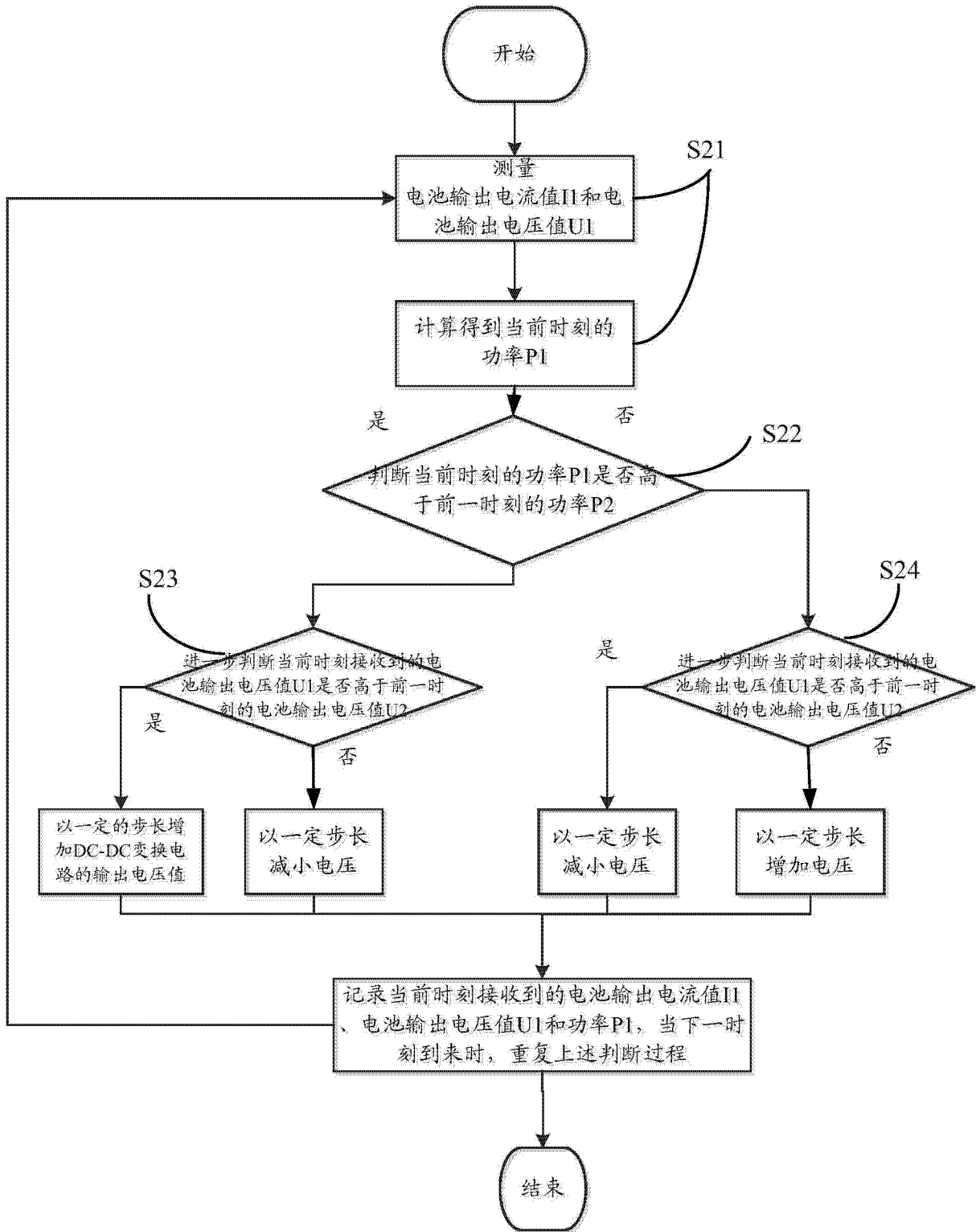


图 6