



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110375871 A

(43)申请公布日 2019.10.25

(21)申请号 201910799448.7

(22)申请日 2019.08.28

(71)申请人 青岛大学

地址 266071 山东省青岛市市南区宁夏路  
308号

(72)发明人 郑艺华

其他发明人请求不公开姓名

(51)Int.Cl.

G01K 7/02(2006.01)

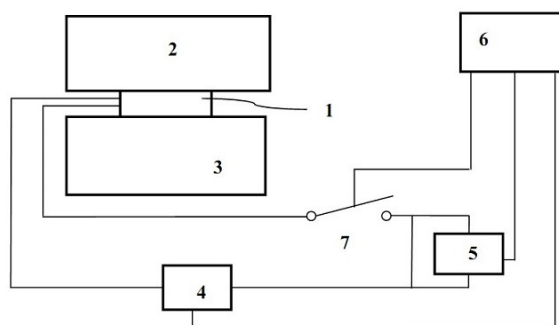
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

基于温差电效应的表面温度测量方法

(57)摘要

本发明提出一种基于温差电效应的表面温度测量方法,是利用温差电效应通过测量电参数得到温度并与热流测量相结合的表面温度测量方法。本发明获取表面温度无需再布置独立表面温度传感器,消除温度传感器对被测对象的干扰和装配难度,方便实现内部小空间的热流和温度同时测量;解决了热管理应用的热测量问题,有望实现温差电效应的热管理应用的全功能;本发明使用方便、布置灵活、成本低,可有效提升热管理应用水平,广泛应用在不同温度区域的内部小空间温度和热流测量需求,尤其满足电池内部的温度和热流测试。



1. 一种基于温差电效应的表面温度测量方法,其特征在于,热电元件(1)处于测温对象A(2)和测温对象B(3)之间,并良好热接触,电流表(4)和电压表(5)分别测量得到所述热电元件(1)电回路的短路电流和开路电压,第一,预先实验得到所述热电元件(1)两端面的不同温度的温度差和电压关系,预先实验得到所述热电元件(1)的不同温度的电阻值,预先实验得到所述热电元件(1)的不同温度的热阻值,预先实验得到所述热电元件(1)的不同温度的热电优值 $Z$ ,预先得到所述热电元件(1)与所述测温对象A(2)和所述测温对象B(3)的接触热阻值,上述关系和参数值重复用于温度测量过程;第二,测量所述热电元件(1)的开路电压和短路电流;第三,根据公式

$$Z\bar{T} = \frac{V_o}{I_s R} - 1$$

式中 $V_o$ 为开路电压、 $I_s$ 为短路电流、 $R$ 为所述热电元件(1)的电阻、 $Z$ 为所述热电元件(1)的热电优值、 $\bar{T}$ 为所述热电元件(1)的平均温度值;

计算得到所述热电元件(1)的平均温度;第四,根据所述热电元件(1)两端面的温度差和电压关系,由所述热电元件(1)的开路电压得到所述热电元件(1)两端面的温度差;第五,根据所述热电元件(1)的平均温度和所述热电元件(1)两端面的温度差,计算得到所述热电元件(1)的冷端面 and 热端面的温度,进而得到所述测温对象A(2)和所述测温对象B(3)的表面温度;第六,通过事先获取所述热电元件(1)的热阻值,根据所述热电元件(1)两端面的温度差和电压关系得到所述热电元件(1)两端面的温度差,然后根据傅里叶定律计算得到流过所述热电元件(1)的热流。

2. 根据权利要求1所述的基于温差电效应的表面温度测量方法,其特征在于,所述热电元件(1)是商用半导体制冷模块。

3. 根据权利要求1所述的基于温差电效应的表面温度测量方法,其特征在于,所述热电元件(1)是薄膜热电元件。

4. 根据权利要求1所述的基于温差电效应的表面温度测量方法,其特征在于,所述热电元件(1)是方形、圆形、三角形、多边形和不规则图形等形状,根据被测对象的结构和尺寸要求进行定制和匹配。

5. 根据权利要求1所述的基于温差电效应的表面温度测量方法,其特征在于,所述热电元件(1)可以选用不同优值系数 $Z$ 值的材料,并变化P型和N型元件的臂长、截面积等参数进行定制。

## 基于温差电效应的表面温度测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于温差电效应的表面温度测量方法,特别是一种基于温差电效应,通过与热流测量相结合的表面温度测量方法。

### 背景技术

[0002] 温差电效应是可逆的物理效应(帕尔帖效应、汤姆逊效应和塞贝克效应等),其相关技术可实现温差发电或电驱动实现制冷和加热。半导体的温差电效应相当显著,目前应用较广的半导体制冷模块具有体积小、无机械运动部件,控制简单方便等优点。

[0003] 温度是最基本和最主要的物理参数,现有技术中,用于表面温度测量的接触式测温方法需要布置温度传感器对待测对象进行测试,并且受传感器以及外部的干扰所致,待测对象测得的数据明显与实际情况存在额外误差。

[0004] 热流传感器是测量热传递(热流密度或热通量)的基本工具。热电堆式(温度梯度型)热流传感器是应用最普遍的一类热流传感器,当有热流通过热流传感器时,在热流传感器的热阻层上产生了温度梯度,根据傅立叶定律就可以得到通过热流传感器的热流密度。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有技术的缺陷,提供一种基于温差电效应,通过测量电参数得到温度并与热流测量相结合的表面温度测量方法。

[0006] 本发明涉及表面温度测量方法的技术原理是基于温差电效应,如图1所示,热电元件的两端面热源A和B的表面温度分别为 $T_A$ 和 $T_B$ ,通过热电元件的热流为 $Q$ ,热电元件的两接线端形成开路和短路。

[0007] 当两个接线端开路,在热电元件的热端面和冷端面两侧形成温差,基于塞贝克效应,温差的存在会产生热电动势 $V_o$ 。则 $V_o$ 为

$$V_{AB} = V_o = \bar{\alpha} \Delta T_o \quad (1)$$

式中 $\bar{\alpha}$ 为热电元件冷、热端的塞贝克系数均值; $\Delta T_o$ 为开路时,热电元件的冷端面和热端面的温度差。

[0008] 当两个接线端短路,则在回路中会产生短路电流 $I_s$ ,根据帕尔帖效应及原理,可以得到如下关系:

$$\bar{\alpha} \Delta T_s = I_s R \quad (2)$$

式中 $\Delta T_s$ 为短路时,热电元件的冷端面和热端面的温度差。 $R$ 为热电元件的电阻。

[0009] 根据温差电效应原理,由(1)、(2)式子联立及热电优值 $Z$ 的定义式,可以推导出式(3)

$$Z\bar{T} = \frac{V_o}{I_s R} - 1 \quad (3)$$

以上述的公式(3)为基础,只需要测得开路电压 $V_o$ 、短路电流 $I_s$ 、热电元件的电阻 $R$ 及

热电元件的热电优值 $Z$ ,即可得到热电元件的平均温度 $\bar{T}$ 值;由开路电压 $V_0$ 、塞贝克系数均值 $\bar{\alpha}$ ,可通过公式(1)得到开路温差 $\Delta T_0$ 。联立 $\bar{T}$ 、 $\Delta T_0$ ,可以求解得到热电元件冷端面和热端面的温度。考虑接触热阻,结合热流 $Q$ ,根据傅里叶定律,即得到热源表面的温度 $T_A$ 和 $T_B$ 。

[0010] 为实现发明目的,基于上述技术原理,本发明的技术方案是一种基于温差电效应的表面温度测量方法,基于温差电效应的表面温度测量系统包括热电元件、测温对象A、测温对象B、电流表和电压表,所述热电元件处于所述测温对象A和所述测温对象B之间,并良好热接触,所述电流表和所述电压表分别测量得到所述热电元件电回路的短路电流和开路电压。

[0011] 使用上述温度测量系统实现基于温差电效应的温度测量方法和步骤,第一,预先实验得到所述热电元件两端面的不同温度的温度差和电压关系,预先实验得到所述热电元件的不同温度的电阻值,预先实验得到所述热电元件的不同温度的热阻值,预先实验得到所述热电元件的不同温度的热电优值 $Z$ ,预先得到所述热电元件与测温对象A和测温对象B的接触热阻值,上述关系和参数值重复用于温度测量过程;第二,测量所述热电元件的开路电压和短路电流;第三,根据上述原理公式(3),计算得到所述热电元件的平均温度;第四,根据所述热电元件两端面的温度差和电压关系,由所述热电元件的开路电压得到所述热电元件两端面的温度差;第五,根据所述热电元件的平均温度和热电元件两端面的温度差,计算得到所述热电元件的冷端面和热端面的温度,进而得到测温对象A和测温对象B的表面温度;第六,通过事先获取所述热电元件的热阻值,根据所述热电元件两端面的温度差和电压关系得到所述热电元件两端面的温度差,然后根据傅里叶定律计算得到流过所述热电元件的热流。

[0012] 所述热电元件是商用半导体制冷模块。

[0013] 所述热电元件是薄膜热电元件。

[0014] 所述热电元件是方形、圆形、三角形、多边形和不规则图形等形状,根据被测对象的结构和尺寸要求进行定制和匹配。

[0015] 所述热电元件可以选用不同优值系数 $Z$ 值的材料,并变化P型和N型元件的臂长、截面积等参数进行定制。

[0016] 本发明的有益效果是本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:利用温差电效应可同时实现温度和热流测量;获取表面温度无需再布置独立表面温度传感器,消除温度传感器对被测对象的干扰和装配难度,方便实现内部小空间的热流和温度同时测量;通过测量电参数即可得到温度参数,方法简单、可靠,灵敏度高,能实现高性能温度测量;解决了热管理应用的热测量问题,结合温差电效应,温差元件同时可以作为制冷/加热执行器,有望实现温差电效应的热管理应用的全功能;本发明结构简单、使用方便、布置灵活、成本低,可有效提升热管理应用水平,广泛应用在不同温度区域的内部小空间温度和热流测量需求,尤其满足电池内部的温度和热流测试。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明的温度测量原理示意图。

[0018] 图2是本发明的系统原理示意图。

[0019] 图中:1-热电元件,2-电池单体A,3-电池单体B,4-电流表,5-电压表,6-控制器,7-开关。

### 具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清晰,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 电池内的温度、热流等因素是影响电池性能和寿命的重要因素。本发明用于电池组内部电池单体的温度和热流测试。基于温差电效应的技术原理,如图2所示,系统包括热电元件1、电池单体A2、电池单体B3、电流表4、电压表5、控制器6和开关7,电池单体A2和电池单体B3作为测温对象A和测温对象B,选用2.6Ah的长方体电池单体,热电元件1为TEC1-12706半导体制冷元件,放置在电池内部,处于电池单体A2和电池单体B3之间,并良好热接触,电流表4和电压表5分别得到热电元件1电回路的闭路电流和开路电压。控制器6存储预先实验得到的不同温度下热电元件1的温度差和电压关系、不同温度下热电元件1的热阻值、不同温度下热电元件1的电阻值和不同温度下热电元件1的热电优值Z和热电元件1与电池单体A2和电池单体B3的接触热阻值,控制器6内置上述本发明技术原理的相关计算算法,开关2为电子转换开关,控制器6控制开关7的闭合状态。

[0022] 使用上述温度测量系统实现基于温差电效应的温度测量方法和步骤,第一,测量热电元件1的开路电压和短路电流,并传递至控制器6;第二,控制器6根据上述本发明技术原理的相关算法,计算得到热电元件1的平均温度;第三,控制器6根据当前平均温度下的热电元件1两端面的温度差和电压关系,由热电元件1的开路电压得到热电元件1两端面的温度差;第四,控制器6通过热电元件1两端面的温度差和热阻值,根据傅里叶定律计算得到流过热电元件1的热流;第五,控制器6根据热电元件1的平均温度和热电元件1两端面的温度差,计算得到热电元件1的冷端面和热端面的温度,进而根据接触热阻值得到电池单体A2和电池单体B3的表面温度。

[0023] 在实测电池单体A2和电池单体B3的表面温度分别为310.58℃和299.63℃条件下,经上述方法测试得到的电池单体A2和电池单体B3的表面温度分别为307.74℃和301.04℃,误差在±1%内。

[0024] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

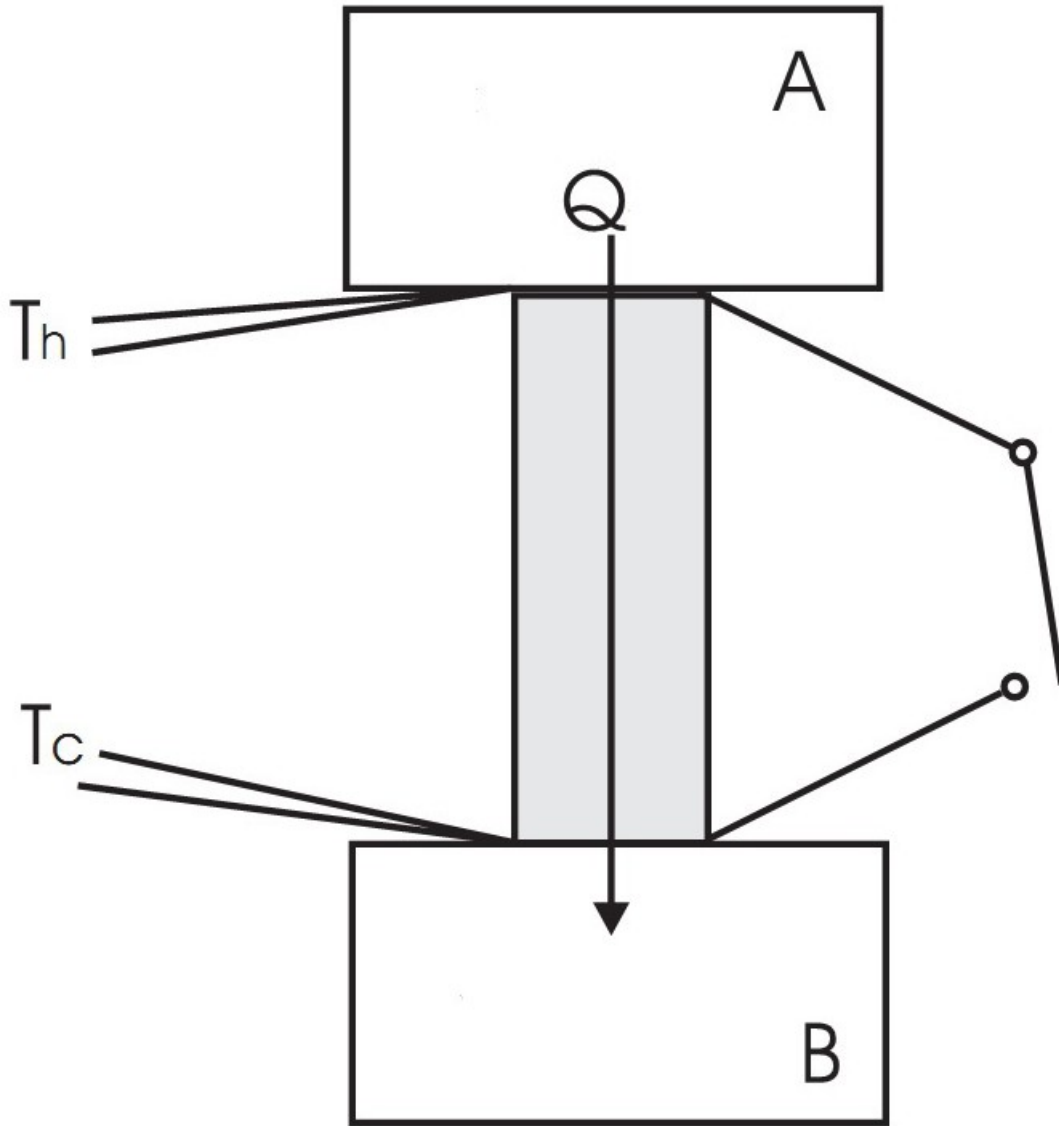


图1

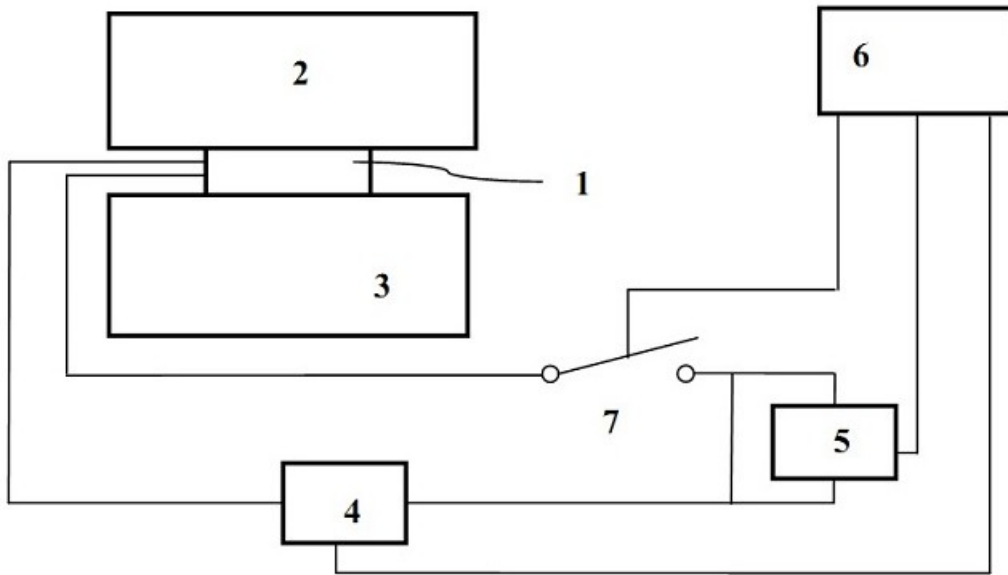


图2