



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103575427 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201310438267. 4

(22) 申请日 2013. 09. 24

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 李龙 王新竹 李英 范学军

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 王艺

(51) Int. Cl.

G01K 19/00(2006. 01)

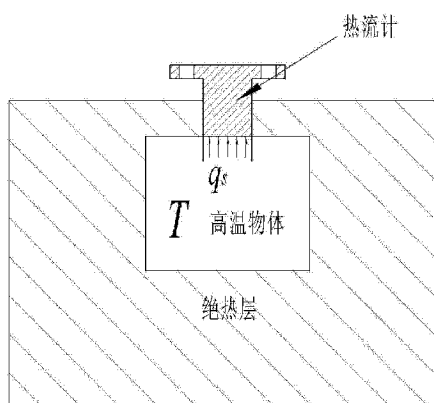
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种采用导热标定热流计的方法

(57) 摘要

本发明公开一种采用导热标定热流计的方法,包括:将热流计与一导热性好的高温物体紧密贴合,并将高温物体除与所述热流计接触面外的其余各面保持绝热;测量热流计的输出电压 E 、内部温度 T_{sb} 与高温物体的温度 T , 计算热流计的标定系数 α 。本发明的导热标定方法不要求稳态的导热过程,可以进行短时间、高效率的热流计标定。



1. 一种采用导热标定热流计的方法,其特征在于,包括:

将热流计与一导热性好的高温物体紧密贴合,并将高温物体除与所述热流计接触面外的其余各面保持绝热;

测量热流计的输出电压 E 、内部温度 T_{sb} 与高温物体的温度 T ;

通过下面公式计算热流计的标定系数 α :

$$\alpha = \frac{E}{-(T - T_{sb})m_c C_c}$$

其中, m_c 和 C_c 已知,分别为所述高温物体的质量和比热。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

所述导热性好的高温物体是指:导热系数大于 200W/m. K,温度高于 300°C 的物体。

一种采用导热标定热流计的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热流领域,特别涉及一种采用导热标定热流计的方法。

背景技术

[0002] 目前针对热流计的标定方法主要有辐射、对流传热与导热三种热传导方法。通常的导热标定方法需要严格在稳态条件下进行,需要控制某一个参数达到稳定状态,比如加热炉的温度或者加热功率等,通常控制加热功率,经过一段时间的加热,使得加热炉的温度稳定在一个固定点附近,然后将热流计放入加热炉,这样就能够得到加热热流与热流计的输出电压,将这两个值相比就是热流计的标定系数。这样传统的稳态标定方法的缺点是由于需要不断的进行控制修正,达到稳定状态的时间非常久,标定效率较低。并且严格意义上的稳定状态(物理量不随时间变化)不容易达到,所以会由于少量的不稳定因素造成一定的标定误差,对标定精度有影响。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题就是克服现有技术的缺陷,提出一种采用导热标定热流计的方法,不需要在稳态情况下就可以进行热流计的导热标定。

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供一种采用导热标定热流计的方法,包括:

[0005] 将热流计与一导热性好的高温物体紧密贴合,并将高温物体除与所述热流计接触面外的其余各面保持绝热;

[0006] 测量热流计的输出电压 E 、内部温度 T_{sb} 与高温物体的温度 T ;

[0007] 通过下面公式计算热流计的标定系数 α :

$$[0008] \quad \alpha = \frac{E}{-(T - T_{sb})m_c C_c}$$

[0009] 其中, m_c 和 C_c 已知,分别为所述高温物体的质量和比热。

[0010] 优选地,所述导热性好的高温物体是指:导热系数大于 $200\text{W/m}\cdot\text{K}$,温度高于 300°C 的物体。

[0011] 本发明的导热标定方法不要求稳态的导热过程,可以进行短时间、高效率的热流计标定。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明实施例的导热标定热流计的实验装置图;

[0013] 图 2 为本发明实施例的热流与电压变化曲线结果图。

具体实施方式

[0014] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0015] 如错误！未找到引用源。所示,为导热标定热流计的实验装置图。将一个高温物体(温度高于 300℃)的四周设置绝热层,做绝热处理,将一个热流计与高温物体紧密贴合,这样就可以假设热流计的表面温度与高温物体的表面温度始终相等。

[0016] 假设该高温物体的导热性能非常好(导热系数大于 200W/m.K 的金属或者非金属物质),那么其内部温度变化速率远高于高温物体向热流计的热流速率,可以认为高温物体内部的温度始终保持均匀变化。假设高温物体的体积为 V_c ,密度为 ρ_c ,其质量为

$$[0017] \quad m_c = \rho_c V_c \quad (1)$$

[0018] 高温物体的比热 C_c ,导热系数 λ_c 。热流计与高温物体紧密接触,二者温差很小,可以近似认为热流计表面温度 T_s 与高温物体的温度 T_c 相等,均为 T ,即

$$[0019] \quad T_s = T_c = T \quad (2)$$

[0020] 对于热流计,通常是由于其表面温度 T_s 与内部温度 T_{sb} 之间形成一个温度差,而该温度差与热流 Q_s 成正比。并且热流计由于内部有冷却或者内部热沉特别大,可以认为热流计的内部温度始终保持在一个恒定值,即

$$[0021] \quad T_{sb} \equiv \text{const} \quad (3)$$

[0022] 热流计通常输出电压信号,那么热流计的输出电压 E 与热流成正比,也与温度差成正比,即

$$[0023] \quad E = \alpha Q_s \propto T_s - T_{sb} \quad (4)$$

[0024] 假设热流计的内部热阻为 R_s ,热流计基体温度为 T_{sb} ,那么根据傅里叶导热定律,此时流经热流计的热流为

$$[0025] \quad \dot{Q}_s = \frac{T - T_{sb}}{R_s} \quad (5)$$

[0026] 对于高温物体,取温度为绝对零度时的热量为 0,根据固体的热容量表达式,则温度 T 下的热量 Q_c 为

$$[0027] \quad Q_c = m_c C_c T \quad (6)$$

[0028] 热流计与高温物体紧密贴合,且高温物体四周绝热,那么高温物体的热量仅流量热流计,在一段时间 t_1 到 t_2 内,高温物体的热量损失等于热流计得到的热流,即

$$[0029] \quad \Delta Q_c = Q_{c1} - Q_{c2} = \int_{t_1}^{t_2} \dot{Q}_s dt \quad (7)$$

[0030] 根据前面的表述,上式可以具体写为

$$[0031] \quad m_c C_c (T_1 - T_2) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{T - T_{sb}}{R_s} dt \quad (8)$$

[0032] 对于高温物体,其质量 m_c 恒定,且比热随温度的变化基本可以忽略,即比热 C_c 也保持恒定。对于热流计,如前面描述,其内部温度 T_{sb} 恒定,热阻是导热中的一个物性参数,随温度变化很小,通常也是恒定值,那么上述的积分方程可以求解为

$$[0033] \quad m_c C_c (T_1 - T_2) = \frac{T_2 - T_1}{R_s} \quad (9)$$

[0034] 经过简化,有

$$[0035] \quad m_c C_c R_s = -1 \quad (10)$$

[0036] 因此,根据公式 (5),热流计的表面热流密度可以写为

$$[0037] \quad \dot{Q}_s = -(T - T_{sb}) m_c C_c \quad (11)$$

[0038] 上式中, T_{sb} 通常保持室温恒定, 比较容易测量得到, 而高温物体的 m_c 与 C_c 也能够根据材料性质得到, 所以通过测量高温物体的温度 T 就能够得到热流计的热流 Q_s 。再测量热流计的输出电压 E , 根据公式 (4), 这样就能够得到热流计的热流与输出电压的关系, 及热流计的标定系数

$$[0039] \quad \alpha = \frac{E}{Q_s} = \frac{E}{-(T - T_{sb}) m_c C_c} \quad (12)$$

[0040] 因此, 这种采用导热标定热流计的方法的操作过程为: 对于一个质量 m_c 和比热 C_c 已知的高温物体, 如果其导热性较好, 内部温度始终保持均匀。将热流计与高温物体紧密贴合, 且使高温物其余周围保持绝热。那么通过测量热流计的输出电压 E 、内部温度 T_{sb} 与高温物体的温度 T 就能够得到热流计的标定系数。这个标定系数的获得并不严格要求导热过程是稳态的, 因此可以短时间、高效的对热流计进行标定, 这就是这种导热标定方法的优点。

[0041] 选取紫铜块作为典型的高温物体, 进行实验验证, 验证结果如错误! 未找到引用源。所示。从图中可以看到, 热流计的热流与输出电压成一条直线, 即二者呈现出了良好的线性关系, 这说明了该该导热的标定方法的正确性。

[0042] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

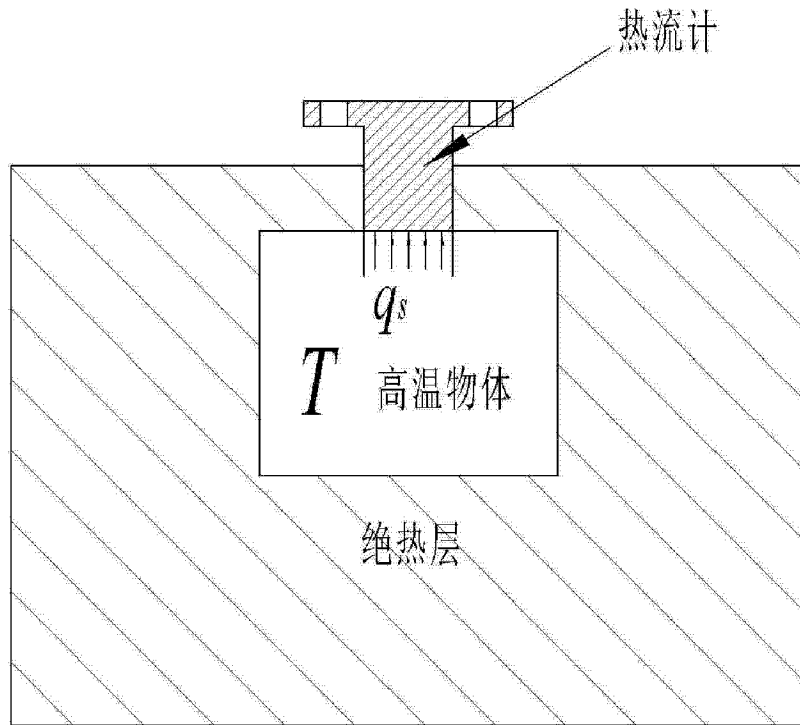


图 1

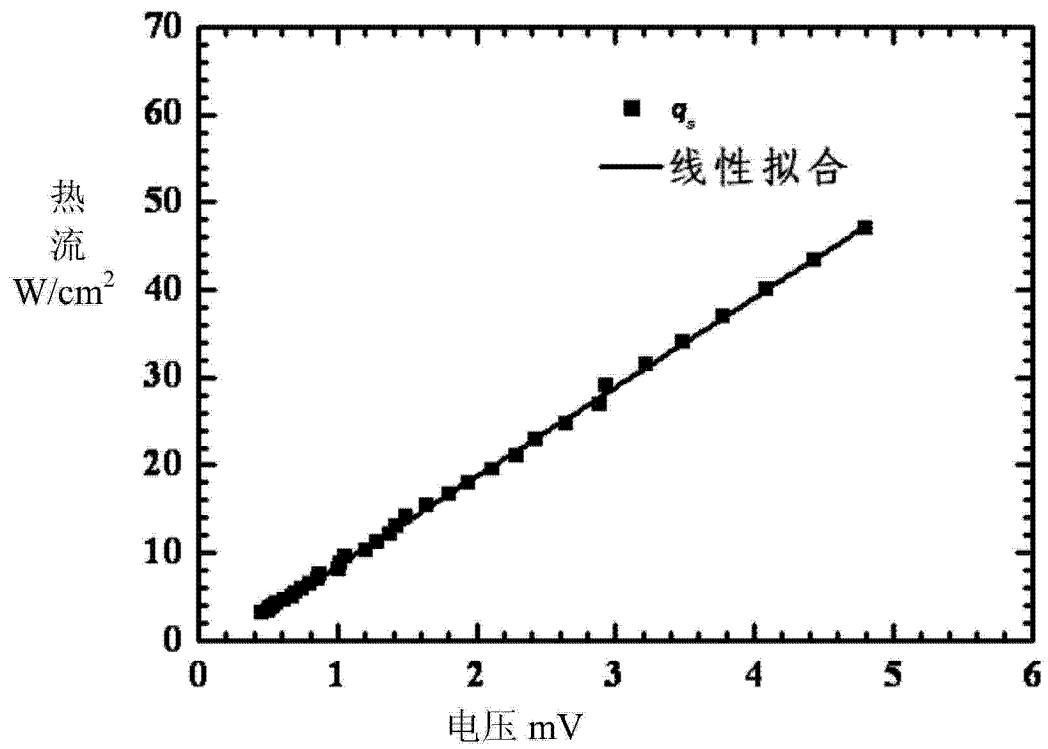


图 2