



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103675694 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210365140. X

(22) 申请日 2012. 09. 26

(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 林瑞 翁元明 张轶之 胡纯

李冰 汪飞杰 俞佳伟 刘金玲

(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.

G01R 31/36(2006. 01)

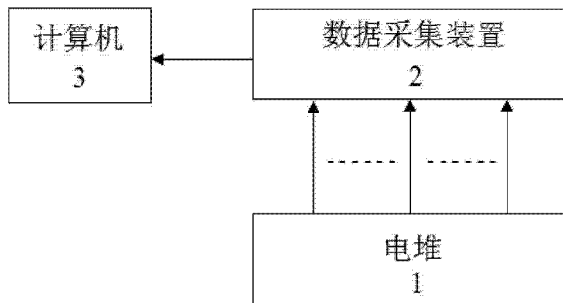
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种燃料电池电堆的在线分区检测系统及检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种燃料电池电堆的在线分区检测系统及检测方法,所述的检测系统包括电堆、PCB板、数据采集装置和计算机,所述的PCB板设置在电堆内,所述的数据采集装置的输入端与PCB板连接,输出端与计算机连接;所述的检测方法为:采用多块PCB板替代单体阳极板,并密封;向电堆中通入氢气、空气和水,使其正常工作;稳定工作后通过数据采集系统采集PCB板测得的分区电流密度信号、温度信号和单体电压信号,并将数据处理结果传入计算机;计算机将接收到的数据转化为二维分布图并进行显示,从而在线检测电堆分区性能。与现有技术相比,本发明具有基本不改变电堆结构、检测性能参数多、测量结果显示直观、用途广泛等优点。



1. 一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,所述的电堆由多个电堆单体组成,所述的电堆单体包括依次贴合的单体阳极板、膜电极和单体阴极板,其特征在于,所述的检测系统包括电堆、PCB板、数据采集装置和计算机,所述的PCB板替代需检测处电堆单体的单体阳极板,所述的数据采集装置的输入端与PCB板连接,输出端与计算机连接,数据采集装置在线采集与其相连的PCB板上的信号,传入计算机,计算机对接收到的信号进行检测处理并显示处理结果。

2. 根据权利要求1所述的一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,其特征在于,所述的PCB板为可检测电堆分区性能的多层电路板,所述的PCB板的上表面刻有氢气导流槽,上表面中间设置有若干个独立分区,所述的各独立分区下内置有埋入式电阻,所述的PCB板的下表面为平整金属板,所述的PCB板的上下两侧设置有电堆公共流道和密封槽,左右两侧设有数据采集口,所述的数据采集口分别与埋入式电阻和数据采集装置连接。

3. 根据权利要求2所述的一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,其特征在于,所述的电堆公共流道包括氢气公共流道、水流道和空气公共流道。

4. 根据权利要求1所述的一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,其特征在于,所述的在线采集的PCB板上的信号包括PCB板上每个独立分区的电流密度信号、温度信号和单体电压信号。

5. 一种如权利要求4所述的燃料电池电堆的在线分区检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 采用多块PCB板替代在需检测的电堆单体中的单体阳极板,通过密封圈和PCB板上的密封槽密封好;

2) 向电堆中通入氢气、空气和水,使其正常工作;

3) 稳定工作后通过数据采集系统采集PCB板测得的电流密度信号、温度信号和单体电压信号,并将数据处理结果传入计算机;

4) 计算机将接收到的数据转化为二维分布图并进行显示,在线检测电堆检测处分区性能,当分区电流密度出现负值、温度最大值大于设定安全值、单电池电压出现负值或单电池电压低于正常工作电压时,显示故障提示。

一种燃料电池电堆的在线分区检测系统及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料电池领域的性能检测系统和方法,尤其是涉及一种燃料电池电堆的在线分区检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 燃料电池 (PEMFC) 因具有高功率密度、环境友好、启动迅速等优良特性,被视为内燃机的最佳替代者并受到各国政府和汽车制造商的极大重视。但燃料电池电堆的寿命及稳定性仍是一大难题,其性能受到诸多因素的影响,如温度、湿度、流场形状等。而这些因素的影响,直接体现在燃料电池内部电流密度、温度的分布上。因此,使用检测燃料电池分区性能的 PCB 板检测燃料电池电堆内部分区电流密度、温度的分布和单体电压,对燃料电池的研究有着重大的意义。

[0003] 燃料电池电堆是由多个燃料电池单体串联而成,对燃料电池电堆中单体的分区性能参数的检测是燃料电池电堆运行时必要环节,因为燃料电池电堆操作参数变化都反映在单体分区性能上。只要有一个单体分区性能不均匀甚至不导通就会造成整个电堆的崩溃,因此电堆各种故障前兆首先反应在电堆内部单体分区性能参数上。在电堆稳定运行时,检测电堆各处单体分区性能参数,并依据电堆在稳定功率输出时分区性能参数变化并分析引起这种变化原因,在电堆故障发生前提示操作者排除故障,使电堆恢复到正常工作状态,对电堆的正常工作有重要意义。目前有关燃料电池在线分布检测的有以下几种:磁环组法、子电池法、流场分割法、分布测量垫片法、印刷电路板法等。其中大多侧重单电池的检测,加工难度大,结构复杂,且破坏电池结构,对电堆在线检测研究较少。

[0004] 曾洁等人发明一种燃料电池电堆的单体电池电压测量电路 (CN 101806866A),它包括单体电池取样开关控制网络、低通滤波器、参考基准电压源、两路 AD 转换器及微控制器,测量系统与被测量电池组不共地,连接微控制器两个 AD 转换器通道的是一节单体电池的两个电极端,被取样的单体电池的任意一个电极端与测量系统的参考基准电压源连接,然后该连接点与微控制器的一个 AD 转换器通道口相连。它是一种简洁实用、低成本的单体燃料电池电压测量电路,测量精度可以满足要求。然而该发明仅能够获得燃料电池内部单池的电压,对电堆各处分区性能参数观测不够多方面,且没有采用绘制分层设色图像的方式,无法直观并实时地表现燃料电池电堆内部电化学反应情况,不便于了解和考察燃料电池某些规律性的特性。

发明内容

[0005] 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基本不改变电堆结构、检测性能参数多、测量结果显示直观的燃料电池电堆的在线分区检测系统及检测方法。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,所述的电堆由多个电堆单体组成,所述

的电堆单体包括依次贴合的单体阳极板、膜电极和单体阴极板,所述的检测系统包括电堆、PCB板、数据采集装置和计算机,所述的PCB板替代需检测处电堆单体的单体阳极板,所述的数据采集装置的输入端与PCB板连接,输出端与计算机连接,数据采集装置在线采集与其相连的PCB板上的信号,传入计算机,计算机对接收到的信号进行检测处理并显示处理结果。

[0008] 所述的PCB板为可检测电堆分区性能的多层电路板,所述的PCB板的上表面刻有氢气导流槽,上表面中间设置有若干个独立分区,所述的各独立分区下内置有埋入式电阻,所述的PCB板的下表面为平整金属板,所述的PCB板的上下两侧设置有电堆公共流道和密封槽,左右两侧设有数据采集口,所述的数据采集口分别与埋入式电阻和数据采集装置连接。

[0009] 所述的电堆公共流道包括氢气公共流道、水流道和空气公共流道。

[0010] 所述的在线采集的PCB板上的信号包括PCB板上每个独立分区的电流密度信号、温度信号和单体电压信号。

[0011] 一种燃料电池电堆的在线分区检测方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 采用多块PCB板替代在需检测的电堆单体中的单体阳极板,通过密封圈和PCB板上的密封槽密封好;

[0013] 2) 向电堆中通入氢气、空气和水,使其正常工作;

[0014] 3) 稳定工作后通过数据采集系统采集PCB板测得的电流密度信号、温度信号和单体电压信号,并将数据处理结果传入计算机;

[0015] 4) 计算机将接收到的数据转化为二维分布图并进行显示,从而在线检测电堆分区性能,当分区电流密度出现负值、温度最大值大于设定安全值、单电池电压出现负值或单电池电压低于正常工作电压时,显示故障提示。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0017] 1) 本发明使用分区测试技术,通过检测分区性能的PCB板在线检测电堆内部单体各个分区电流密度和温度分布,在线检测电堆分区性能,对电堆运行过程中的错误进行预检、在线跟踪及现场优化控制。

[0018] 2) 本发明的PCB板是一个独立于电堆的装置,且上面刻有分区流场和公共流道,不用对电堆所测处单体进行改造,直接取代所测处单体阳极板并用密封圈密封好,而且基本不影响电堆厚度,方便使用。

[0019] 3) 检测性能参数多,包括分区电流密度、温度和单体电压,能够多方面的反应电堆检测处反应性能。

[0020] 4) 本发明检测可以根据电堆规模大小和检测需求设计不同大小的PCB板和插片位置及数目,形成柔性测试,用途广泛。

[0021] 本发明不仅解决了目前燃料电池电堆只能测试宏观平均结果、内部电流密度分布不可视、打断反应的进行以及对反应的内在机理缺乏有效的了解的手段的缺点,而且可以精确地测量电堆单体内部各分区的电流密度、温度及单体电压值,了解燃料电池的中间反应过程以及对局部区域发生的电化学反应的深入认识,实现在线测试与分析,对燃料电池运行过程中的错误进行预检、在线跟踪及现场优化控制。

附图说明

- [0022] 图 1 为本发明系统的结构示意图；
[0023] 图 2 为本发明 PCB 板的结构示意图；
[0024] 图 3 为本发明单体阴极板背面图；
[0025] 图 4 为实施例中电堆示例图；
[0026] 图 5 为本发明方法的流程示意图；
[0027] 图 6 为实施例中电流密度二维分布图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0029] 实施例

[0030] 如图 1 所示,一种燃料电池电堆的在线分区检测系统,所述的电堆单体包括依次贴合的单体阳极板、膜电极和单体阴极板,本实施例检测系统包括电堆 1、PCB 板、数据采集装置 2 和计算机 3,所述的 PCB 板替代需检测处电堆单体的单体阳极板,所述的数据采集装置 2 的输入端与 PCB 板连接,输出端与计算机 3 连接,数据采集装置 2 在线采集与其相连的 PCB 板上的信号,传入计算机 3,计算机 3 对接收到的信号进行处理后显示,在线检测电堆分区性能。

[0031] 如图 2 所示,PCB 板为可检测电堆分区性能的多层电路板,所述的 PCB 板的上表面刻有氢气导流槽 17,上表面中间设置有若干个独立分区 18,所述的各独立分区下内置有埋入式电阻,其中,在第二层的不同区域布置用于测量温度的导线电阻,在第三层每个分区的正下方布置用于测量电流密度的阻值固定的导线电阻,并与分区相连。所述的 PCB 板的下表面为平整金属板,所述的 PCB 板的上下两侧设置有电堆公共流道、密封槽和螺栓孔 12,左右两侧设有数据采集口 16,所述的数据采集口 16 与数据采集装置 2 连接。所述的电堆公共流道包括氢气公共流道 11、水流道 13 和空气公共流道 14。当燃料电池工作时,PCB 板的每个分区产生的电流流经导线电阻产生压降,通过电阻两端的数据采样线测量电阻两端的压降,而获得燃料电池内部各分区的电流密度信号、温度信号和单体电压信号。本实施例中,独立分区 18 设有 11 行 11 列共 121 个分区,刻有流场,表面镀金反应面积 250cm^2 。通入电堆的氢气通过上端的氢气导流槽 17 从氢气公共流道 11 进入 PCB 板表面分区流场,并通过氢气导流槽 17 流出下端的氢气公共流道。

[0032] 如图 4 所示,电堆由 10 个电堆单体组成,在需检测的电堆单体处,所述的单体阳极板由 PCB 板替代,且 PCB 板与相邻电堆单体的单体阴极板相贴合。由于电堆两边和中间工作水热分布、燃料和氧化剂浓度不同等因素使其分区性能最具代表性,最能代表电堆性能,所以 PCB 板主要放置在电堆两边和中间各处。图中,A 为电堆阳极,B 为电堆阴极,101 至 110 为电堆单体,201 至 206 为 PCB 板,301 为膜电极,401 为单体阳极板,501 为单体阴极板。

[0033] 图 3 为与 PCB 板贴合的电堆的单体阴极板结构,单体阴极板上设有氢气公共流道 11、螺栓孔 12、水流道 13、空气公共流道 14、导流槽 17 和水流场 26 等结构。

[0034] PCB 板装在电堆上时是背面和相邻电堆单体的单体阴极板贴合在一起,公共流道相互对应不用改变。因为 PCB 板背面是大平板,与电堆阴极板背面贴合后即形成水通道,不用改变电堆结构。氢气从氢气公共流道 11 流入,通过导流槽 17 把气体送入 PCB 板内反应

区域,并从另外一端流出。这使得电堆方便插入 PCB 板测试和更换,而且不用改变原来的密封圈形状和电堆基本结构。

[0035] 如图 4 和图 5 所示,本实施例燃料电池电堆的在线分区检测方法,包括以下步骤:

[0036] 1) 由于电堆两边和中间的性能最具代表性,故分别将电堆单体 101、102、105、106、109 和 110 这六个电堆单体的单体阳极板替代为 PCB 板,并通过密封圈和 PCB 板上的密封槽密封好,因为 PCB 板上刻有流道,满足分区反应,PCB 板背面是镀铜大平板,便于和另外一个单体阴极板密封在一起;

[0037] 2) 向电堆中通入氢气、空气和水,氢气、空气、水就通过这两个电堆单体交接处公共流场板中间通道流通到反应区域,继而从另一个端口出去,到达公共流道,使电堆正常工作;

[0038] 3) 稳定工作后通过数据采集系统采集 PCB 板测得的分区电流密度信号、温度信号和单体电压信号,并将数据处理结果传入计算机;

[0039] 4) 计算机将接收到的数据转化为二维分布图并进行显示,当分区电流密度出现负值、温度最大值大于设定安全值、单电池电压出现负值或单电池电压低于正常工作电压时,显示故障提示。

[0040] 其中,电流密度信号经处理后获得电流密度分布图,如图 6 所示,温度信号经处理后获得温度分布图,从而在线检测电堆分区性能。

[0041] 图 6 中,电流密度的单位分别为 mA/cm,每种不同颜色代表不同的电流密度值,当电流密度数值为负数时无意义,代表那个分区出现故障。根据上述步骤 4) 中的图像生成方法分别生成分布图像,图中,左侧为分布图像,右侧为实际检测值。测试原理是用测得的分区电流除以该分区面积得到电流密度分布,通过数据处理计算得出各个分区电流密度大小,并用分层图像显示结果。

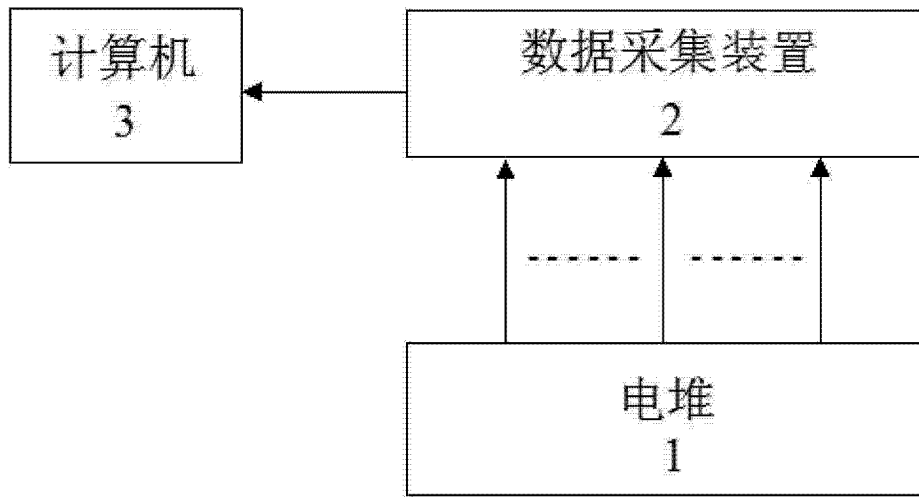


图 1

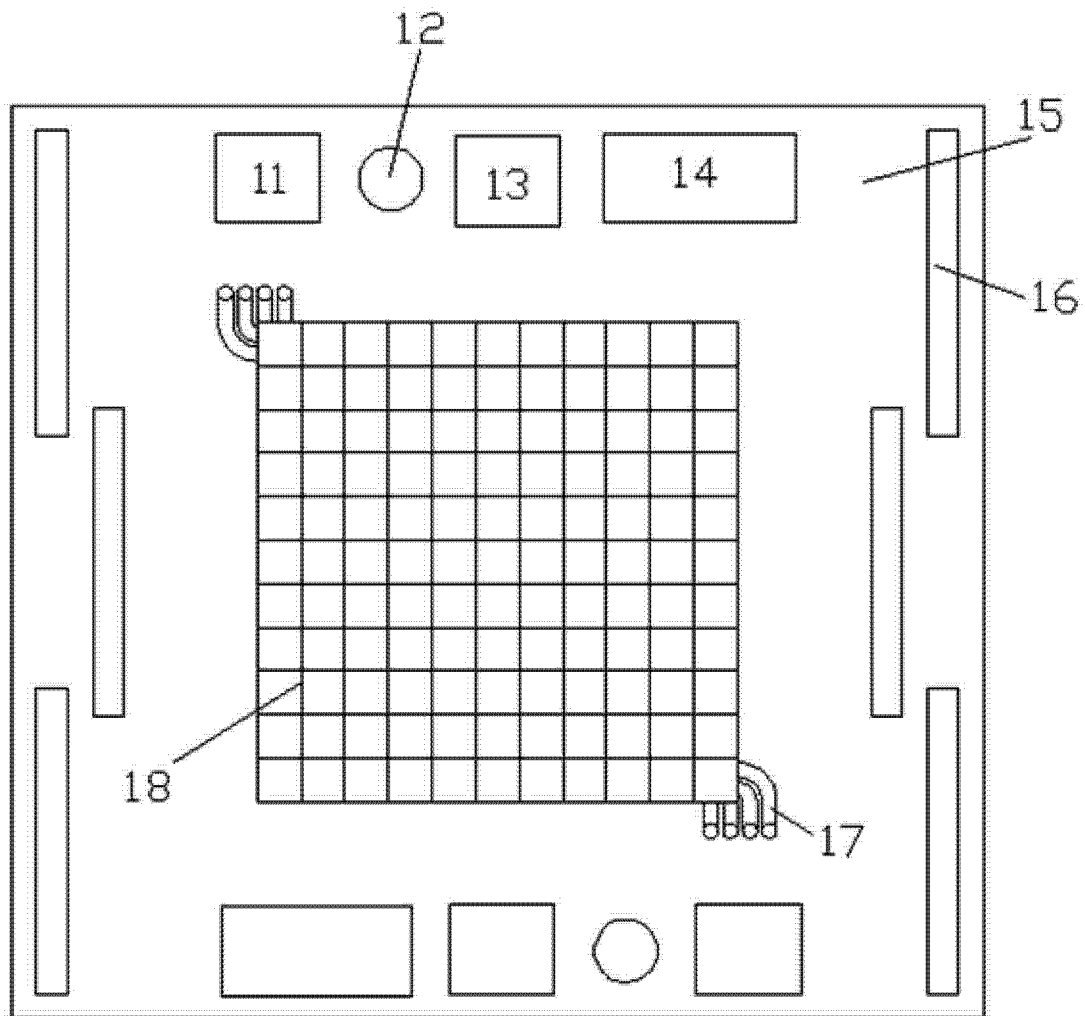


图 2

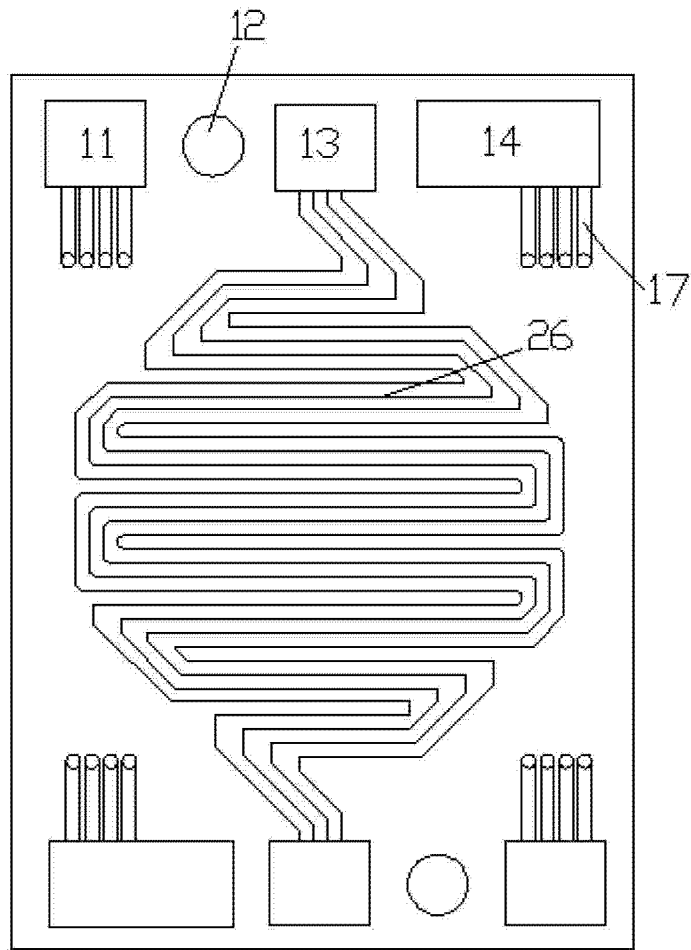


图 3

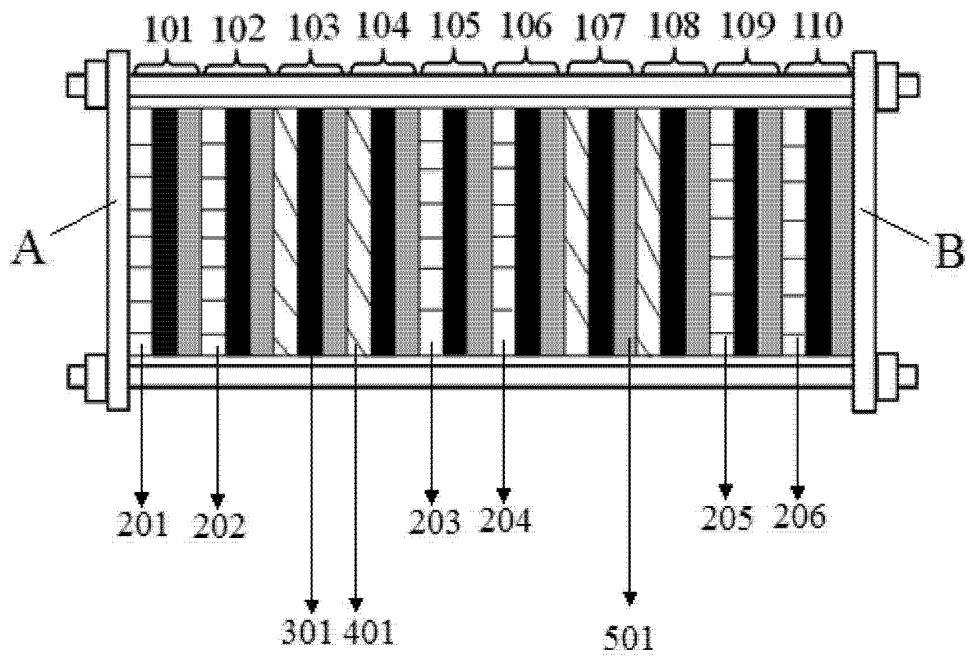


图 4

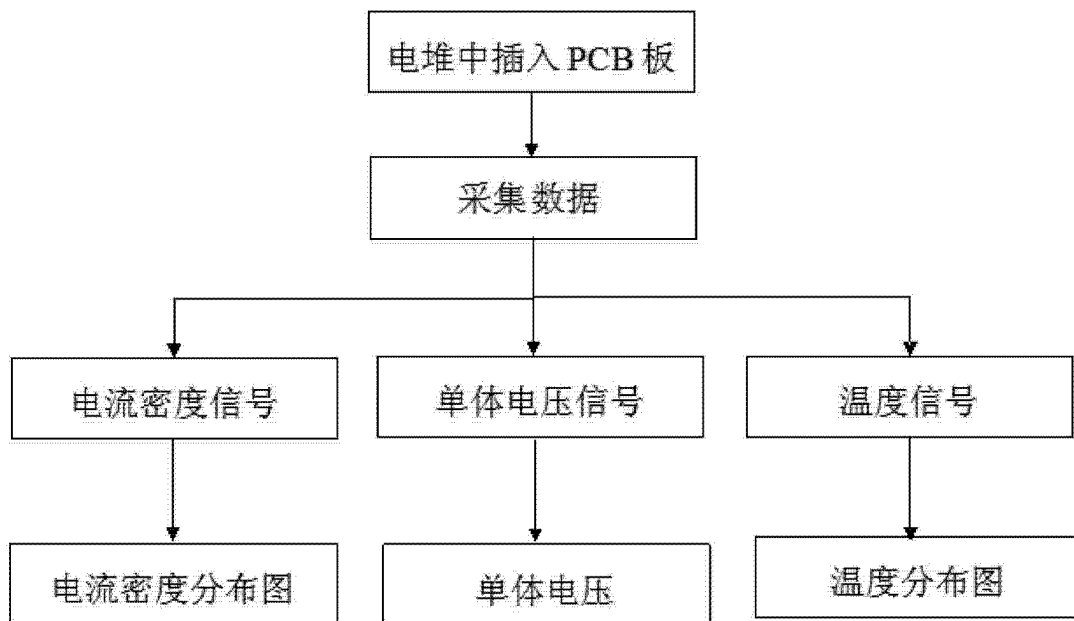


图 5

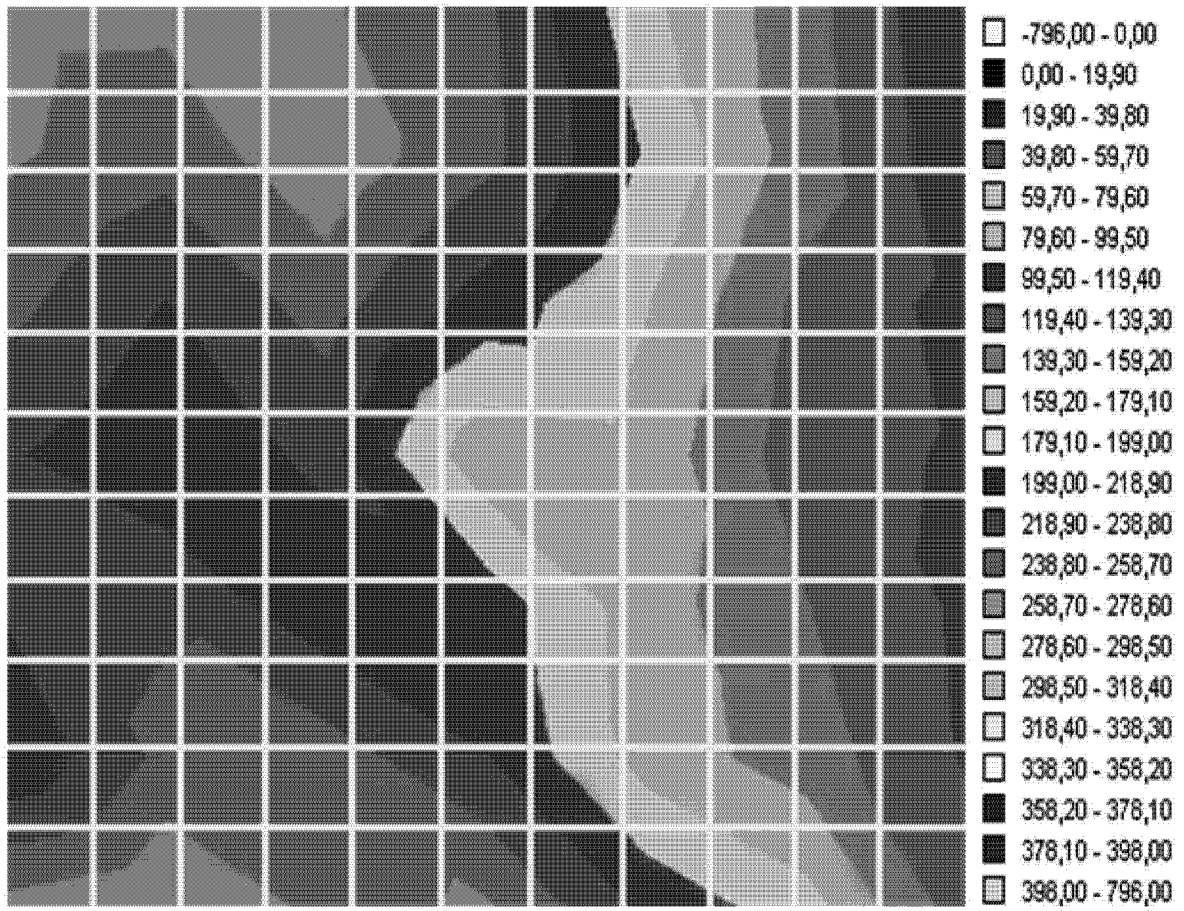


图 6