

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01N 27/18 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610019080.0

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100424503C

[22] 申请日 2006.5.16

[21] 申请号 200610019080.0

[73] 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037 号

[72] 发明人 姜胜林 曾亦可 吕文中 肖腊连  
罗旖旎 邓传益

[56] 参考文献

JP2003-156407A 2003.5.30

JP4-122823A 1992.4.23

CN1391100A 2003.1.15

CN2685873Y 2005.3.16

CN2634472Y 2004.8.18

JP6-160193A 1994.6.7

基于串口通信的热释电系数测试系统设计.  
肖腊连等. 仪器仪表学报, 第 26 卷第 8 期.  
2005

热释电材料电性能自动测量系统的设计.  
吕文中等. 仪表技术与传感器, 第 11 期. 2005

热释电材料热释电系数的测试实验. 胡立  
业等. 实验科学与技术. 2005

热释电系数测试系统的研究. 符欣等. 江  
西科学, 第 23 卷第 4 期. 2005

热释电系数自动测试系统的研究. 郭明金  
等. 仪表技术与传感器, 第 2 期. 2001

审查员 飞竹玲

[74] 专利代理机构 华中科技大学专利中心

代理人 方放

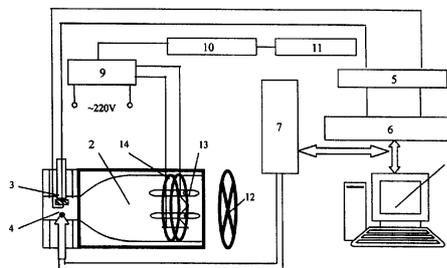
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

热释电系数测量装置

[57] 摘要

热释电系数测量装置, 属于电流测量设备, 基于动态电流法, 以提高测量准确度, 并且简化操作。加热炉体内一端设有加热器、另一端装有样品夹具和热电阻感温器, 温度控制器连接加热器控制加热炉体的内部温度; 样品夹具和微电流放大器、皮安电流表、计算机依次电信号连接, 样品的温度信号依次通过热电阻感温器、温度测试仪和计算机电信号连接; 计算机编程计算获得样品的热释电系数。本发明测试周期短, 温度和电流测量精度高, 能测量具有热释电性能的单晶、陶瓷、厚膜及薄膜材料样品。测量操作简单, 测量准确度较高。



1. 一种热释电系数测量装置，加热炉体内一端设有加热器、另一端装有样品夹具和热电阻感温器，温度控制器连接加热器控制加热炉体的内部温度；样品夹具和微电流放大器、皮安电流表、计算机依次电信号连接，样品的温度信号依次通过热电阻感温器、温度测试仪和计算机电信号连接；计算机编程计算获得样品的热释电系数；

所述加热炉体内部呈无底瓶状空腔体，炉壁采用铝材料制成，瓶状空腔体大端入口与小端出口形成通风管道；炉内加热器由均匀排列在圆环上的内热式加热芯组成，构成空心圆环加热结构；加热炉体瓶状空腔体大端入口装有风扇，加热炉体小端出口处插入样品夹具与热电阻感温器，样品夹具和热电阻感温器位于同一截面。

2. 如权利要求1所述的热释电系数测量装置，其特征在于所述温度控制器由可控硅、可控硅移相器和时间继电器顺序连接组成，调节时间继电器给予一定时间间隔的脉冲信号改变可控硅移相器的导通角，可控硅移相器通过控制可控硅导通角的变化来控制加热炉体内加热芯的电压。

3. 如权利要求2所述的热释电系数测量装置，其特征在于所述微电流放大器由两个结型场效应管构成差分输入级，再依次电信号连接差分输入电压放大器和电压减法器构成，整个电路放在金属屏蔽盒内。

## 热释电系数测量装置

### 技术领域

本发明属于电流测量设备，具体涉及材料热释电系数的测量装置，采用动态电流法测量材料热释电系数。

### 背景技术

热释电材料主要应用于红外探测领域，用热释电材料制成的热释电红外探测器具有无需制冷、可在室温下工作、光谱响应宽等优点，从而促进了热释电材料的发展及应用，发现并改进了一些重要的热释电材料。热释电系数  $p$  的大小是评价热释电材料的基本参数之一，对热释电材料的热释电系数的测量就显得尤为重要，因此其测试系统的研制越来越受到国内外学者的高度重视。

早期测量热释电系数的方法是测量不同温度下的电滞回线中的自发极化强度  $P_s$ ，而得到  $P_s$  与  $T$  的关系曲线，再由曲线斜率求出热释电系数  $p$  的值，这种方法称为电反转法。人们自上世纪 70 年代以来，提出了 (a) 静态法、(b) 电荷积分法、(c) 直接法（包括热动态电流法和介质加热法）等多种测量热释电系数的基本方法。动态电流法采用可变热源技术，研究在特定温度条件下，被测量材料的动态热释电响应。动态电流法具有较高的灵敏度，且温度可以连续改变。

本发明的原理是基于动态电流法，但是采用本测试方法的测试系统还未见报道。

### 发明内容

本发明提供一种热释电系数测量装置，基于动态电流法，以提高测

量准确度，并且简化操作，用于测量具有热释电性能的单晶、陶瓷、厚膜及薄膜材料样品。

本发明的一种热释电系数测量装置，加热炉体内一端设有加热器、另一端装有样品夹具和热电阻感温器，温度控制器连接加热器控制加热炉体的内部温度；样品夹具和微电流放大器、皮安电流表、计算机依次电信号连接，样品的温度信号依次通过热电阻感温器、温度测试仪和计算机电信号连接；计算机编程计算获得样品的热释电系数；

所述加热炉体内部呈无底瓶状空腔体，炉壁采用铝材料制成，瓶状空腔体大端入口与小端出口形成通风管道；炉内加热器由均匀排列在圆环上的内热式加热芯组成，构成空心圆环加热结构；加热炉体瓶状空腔体大端入口装有风扇，加热炉体小端出口处插入样品夹具与热电阻感温器，样品夹具和热电阻感温器位于同一截面。

所述的热释电系数测量装置，其特征在于所述温度控制器由可控硅、可控硅移相器和时间继电器顺序连接组成，调节时间继电器给予一定时间间隔的脉冲信号改变可控硅移相器的导通角，可控硅移相器通过控制可控硅导通角的变化来控制加热炉体内加热芯的电压。

所述的热释电系数测量装置，其特征在于所述微电流放大器由两个结型场效应管构成差分输入级，再依次电信号连接差分输入电压放大器和电压减法器构成，整个电路放在金属屏蔽盒内。

本发明的测量过程按以下步骤进行：①按图 2 连接好整个测试系统；②将样品制备成表面积为  $0.1\text{cm}^2$  左右的规则矩形片，且测出样品有效电极面积  $A$  的值；③将 9V 电压加于样片两端，通过 PA 电流表和电压表测得电流和电压值，从而获得样品的电阻  $R_T$ ；④将样品放入加热炉内，打开系统中各装置电源开关，启动系统软件程序主界面，确认身份，正确后给定采样时间间隔，开始测量；⑤温度从室温匀速升温到设定值或从

设定值匀速降至室温，通过测量实时热释电电流  $I_p$  和温度  $T$  与时间的关系曲线，系统自动计算出各时刻热释电系数  $p$  的大小并绘制出热释电系数  $P$  与温度  $T$  的  $p-T$  关系曲线。

热释电材料样品的均匀加热以及温度线性上升或下降的控制是很重要的。针对要求，本发明设计了一款瓶状腔体式加热炉。整个炉子采用铝材料制成，散热速度适中，升温降温都能满足测试要求。

本发明的热释电电流测量包括微电流放大部分和电流测量部分。微电流放大器可以将热释电电流放大到 PA 电流表可以精确读取的数量级，并通过输入输出电压与电流的关系，而获得热释电电流实时值，准确性高。

本发明利用了 PC 机的信息处理功能，能准确的测量热释电系数的大小，而且操作简单，只要按照最基本的步骤，就可以完成材料的热释电系数的测量，用于评价热释电材料的性能。

## 附图说明

- 图 1 本发明的系统结构方框图；
- 图 2 本发明的实施例示意图；
- 图 3 本发明的微电流放大器具体电路图；
- 图 4 计算机程序流程图；
- 图 5 测量样品的  $p-T$  关系曲线。

## 具体实施方式

本发明的系统结构如图 1 所示，图中温度控制器 1 控制加热炉体 2 的内部温度，加热炉体 2 内设有样品夹具 3 和热电阻感温器 4，样品的电流信号通过微电流放大器 5、皮安电流表 6 传送到计算机 8；同时温度信号通过热电阻感温器 4、温度测试仪 7 传送到计算机 8，再通过计算机编

程计算获得样品的热释电系数。

图 2 为本发明的实施例，为了满足样品的均匀加热以及控制温度上升下降的要求，加热炉体 2 内部呈瓶状空腔体，整个炉体采用铝材料制成，散热速度适中，升温降温都能满足测试要求。炉内加热器 13 由多支内热式加热芯组成，每支额定功率为 50W，直径为 6mm，均匀排列在圆环 14 上，构成空心圆环式加热结构，以保证通风良好且热量可以稳定的传到样品处，对样品实现升温与降温。炉体一端装上风扇 12，往空腔内部鼓风，热空气吹入炉体另一端口径相对较细的瓶颈出口处，使样品受热均匀。样品与热电阻感温器 4 在空腔瓶颈出口处插入，位于同一截面，充分靠近。从流体力学上考虑，当热量均匀地通过气流流过腔体的时候，腔体内同一截面上的不同点温度相同，因此可以认为不同时刻感温器测得的温度即为样品温度。出口与风扇入口形成一个通风管道，且入口腔体直径远远大于出口直径，因此热量在出口处均匀聚集，不同截面温差极小且热量交换速度很快，样品温度随着腔体内温度的改变而改变。

内热式加热芯引线合并后从风扇 12 端的炉壁引线孔引出，外接温度控制器 1；升温时，通过温度控制器 1 对内热式加热芯两端电压进行控制，内热式加热芯产生的热量在风扇作用下迅速传递到样品处，样品的温度随之变化。电压越高，升温越快。当温度到达设定值时，内热式加热芯两端电压会自动按设定时间逐步降低，在风扇吹动下，样品的温度会下降。这样，便实现了热释电样品的均匀升温与降温过程。其中温度控制器 1 由可控硅 9、可控硅移相器 10 和时间继电器 11 组成，通过调节时间继电器 11 给予一定时间间隔的脉冲信号，来改变可控硅移相器 10 的导通角，可控硅移相器 10 通过控制可控硅 9 导通角的变化来控制加热炉体内加热芯的电压，电压的改变可以改变温度的升降快慢，从而保证温度随时间线性上升或下降，改变温度变化率，测得不同温度下的热释电电流。

样品夹具 3 以及热电阻感温器 4 采用圆柱状结构，中心挖空引出导线，分别与微电流放大器 5 或温度测试仪 7 相连。热电阻感温器采用旋转式固定。为了测试方便，样品夹具 3 设计为插入式，可随时更换样品，使用方便。热释电样品有效电极面积越小，所测热释电系数越准确，因此样品夹具的选择很重要。所选夹具（直径 6mm，与加热炉样品固定部分下端直径相同）可固定大小为 4mm×4mm 之内的样品，这样每次更换样品相当方便，取下后插入即可。

样品夹具 3 的热释电电流通过微电流放大器 5 放大后，再接入 keithley 6485 皮安电流表 6，用它测出放大后的热释电电流大小，并通过 RS232 串口连接计算机 8，由 Delphi 程序自动绘制出电流与时间 ( $I_p \sim t$ ) 的关系曲线，且与温度与时间 ( $T \sim t$ ) 的关系曲线同步显示。

图 3 为本发明实施例采用的微电流放大器 5 具体电路图；微电流放大器 5 包括三个部分，第一部分由两个结型场效应管构成差分输入级，第二部分为差分输入电压放大器，第三部分为电压减法器。微电流放大器可以将热释电电流放大到 PA 电流表可以精确读取的数量级，通过输入输出电压与电流的关系，可以计算出电流放大倍数，从而获得热释电系数值。为了使微电流放大器在测量过程中屏蔽周围各种干扰，将整个电路放在金属屏蔽盒内。

图 4 为 计算机程序流程图；本发明的计算机控制程序采用 Delphi 语言编程，运行开始应输入采样间隔时间、样品有效电极面积和样品电阻三个参数。程序运行中按采样间隔时间采集样品的温度信号  $T$  和微电流放大器的输出电流信号  $I_x$ ，并对所测数据进行处理而获得热释电响应电流信号  $I_p$ ，程序实时绘制出  $I_p \sim t$  曲线；同时也绘制出  $T \sim t$  曲线。当温度达到设定值时，停止测量并保存测量结果，同时显示出  $P \sim T$  曲线。

图 5 为样品的  $p-T$  关系曲线，对于  $Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})_{0.1}Zr_{0.9}O_3 + Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})_{0.1}Zr_{0.875}O_3$  混合制得的热释电材料， $\tan \delta = 0.01$ ， $\epsilon_r = 255$ 。

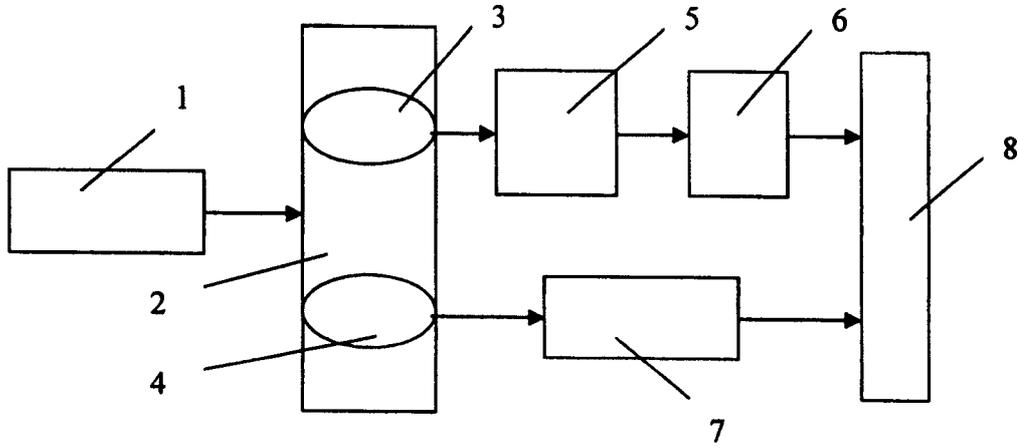


图 1

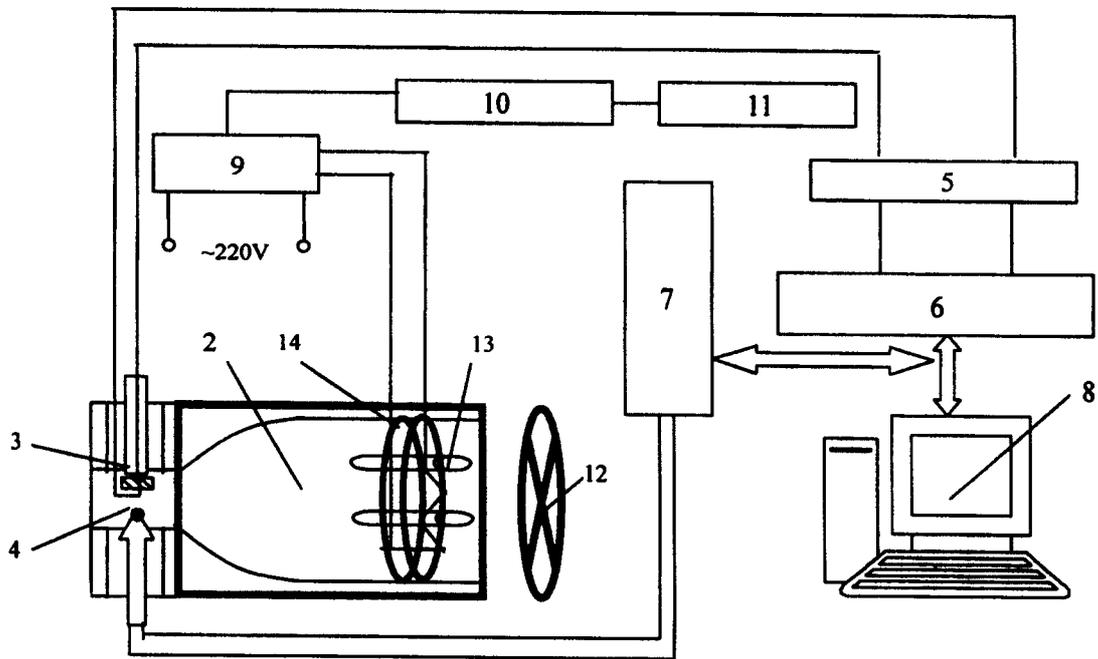


图 2

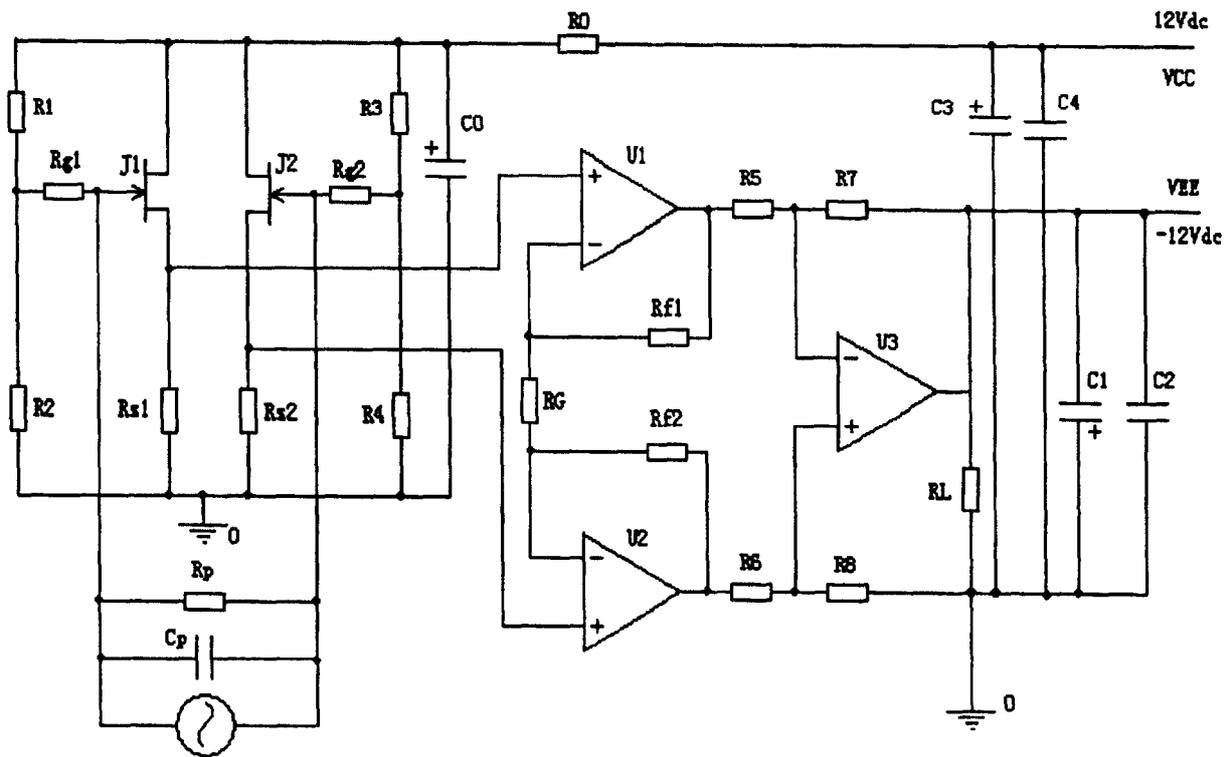


图 3

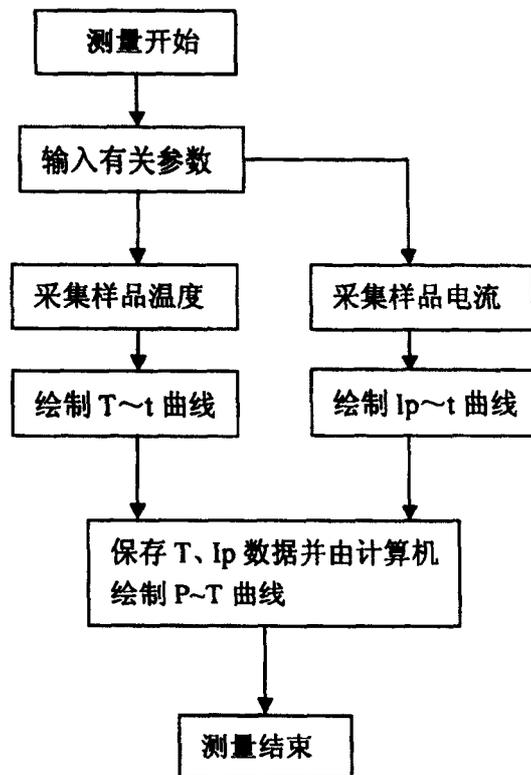


图 4

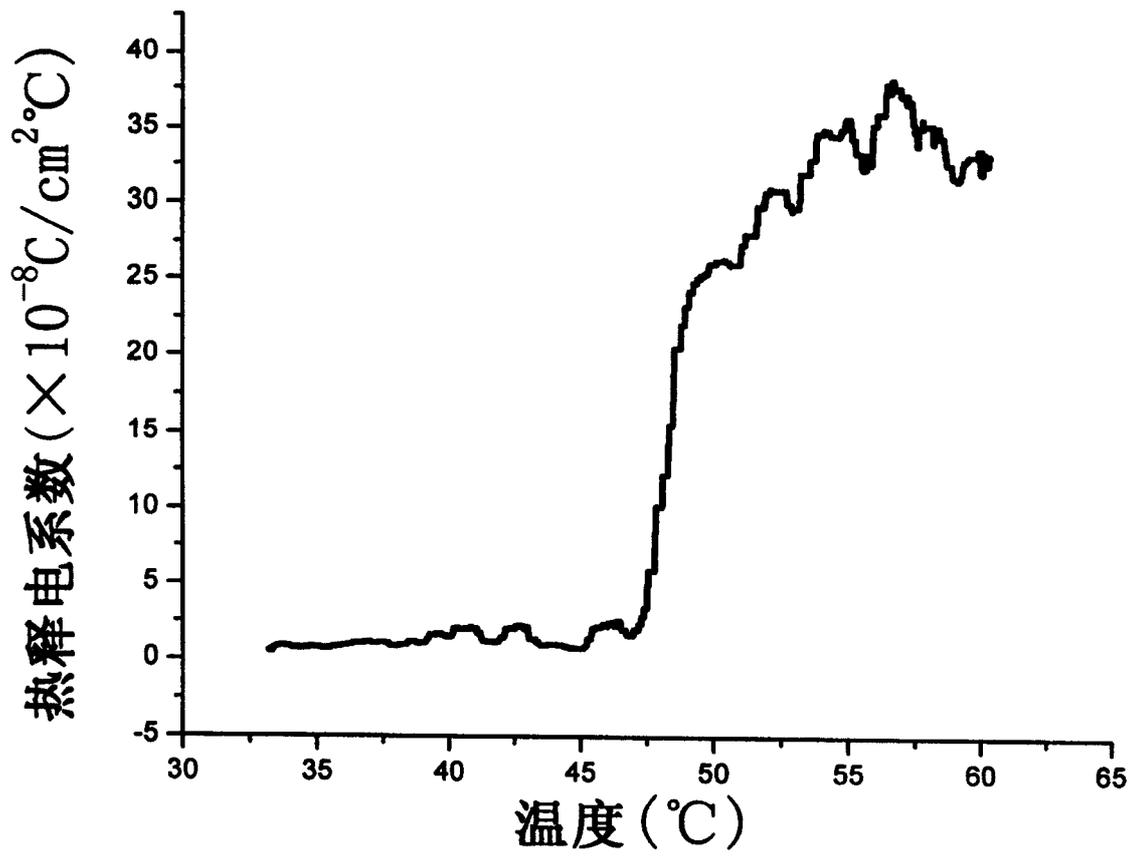


图 5