



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110274705 B

(45) 授权公告日 2021.06.22

(21) 申请号 201810208930.4

(22) 申请日 2018.03.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110274705 A

(43) 申请公布日 2019.09.24

(73) 专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 李莉华 李荣彬 陈增源 杨高

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217
代理人 郭伟刚

(51) Int.Cl.
G01K 7/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 203025251 U, 2013.06.26

CN 105929243 A, 2016.09.07

CN 107589304 A, 2018.01.16

CN 104406708 A, 2015.03.11

JP 2006329954 A, 2006.12.07

CN 202705214 U, 2013.01.30

编辑委员会. 玻璃熔池温度测量. 《计量测试技术手册》. 1997, 第3卷

编辑委员会. 玻璃熔池温度测量. 《计量测试技术手册》. 1997, 第3卷

审查员 庄联欣

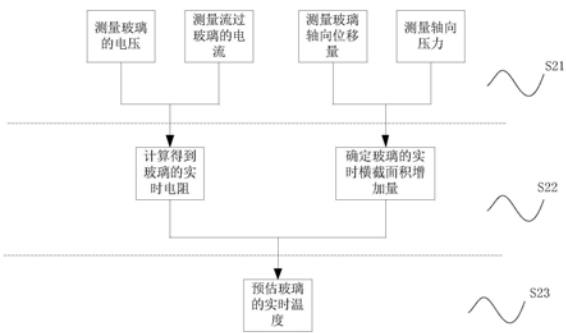
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置,方法包括:预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性;在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖关系预估玻璃的实时温度。本发明可实现玻璃模压过程中玻璃温度的在线检测,通过测量光学玻璃的电阻来预测其内部温度,而电信号的响应速度相较于热电偶的响应速度来说,可以更快,解决了传统热电偶测温响应速度慢的问题,可以直接将玻璃两端的电压和电流信号转化成温度信息,因此不需要在模具中留有空间嵌入热电偶,也不需要额外的温度传感器,结构简单。



1. 一种光学玻璃模压温度在线检测装置,其特征在于,包括两个模具以及与所述两个模具连接的电阻检测装置,所述光学玻璃位于两个模具之间,所述电阻检测装置用于在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖关系预估玻璃的实时温度,具体包括:在玻璃模压过程中实时测量玻璃的电压、流过玻璃的电流、玻璃轴向变形量以及轴向压力;根据实时测量的电压和电流计算得到玻璃的实时电阻;根据实时测量的玻璃轴向变形量以及轴向压力确定玻璃的实时横截面积增加量;根据所述实时电阻、实时横截面积增加量和预先测定的反映玻璃的电阻率对温度的依赖性的函数 $1/\rho = be^{aT}$,预估玻璃的实时温度,其中, ρ 表示电阻率, T 表示温度, a 、 b 为参数;

所述电阻检测装置包括智能稳压电源、电压检测装置、两个电流检测装置以及两个可控开关,所述电压检测装置与智能稳压电源并联,所述智能稳压电源的第一端通过一个电流检测装置以及一个可控开关连接第一个模具的一端,所述智能稳压电源的第一端还通过另一个电流检测装置以及另一个可控开关连接第二个模具的一端,所述智能稳压电源的第二端与第一个模具的另一端连接;

其中,两个可控开关交替导通,与第一个模具连接的可控开关在加热阶段导通,与第二个模具连接的可控开关在检测阶段导通;所述智能稳压电源在加热阶段输出加热脉冲以对玻璃进行加热,在检测阶段输出检测脉冲,以对玻璃进行电阻检测。

2. 根据权利要求1所述的光学玻璃模压温度在线检测装置,其特征在于,所述模具为镀类石墨烯电热膜的模具钢、碳化硅、碳化钨、熔融石英或单晶硅;所述光学玻璃为非晶材料制件,包括石英玻璃、氧化玻璃、红外玻璃和金属玻璃。

3. 根据权利要求1所述的光学玻璃模压温度在线检测装置,其特征在于,每一所述模具的背离玻璃的一侧设置有绝缘板,绝缘板背离模具的一侧设置有模座。

4. 一种光学玻璃模压温度在线检测方法,其特征在于,基于权利要求1-3任一项所述的光学玻璃模压温度在线检测装置实现,所述方法包括:在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖性预估玻璃的实时温度,具体包括:

在玻璃模压过程中实时测量玻璃的电压、流过玻璃的电流、玻璃轴向变形量以及轴向压力;

根据实时测量的电压和电流计算得到玻璃的实时电阻;

根据实时测量的玻璃轴向变形量以及轴向压力确定玻璃的实时横截面积增加量;

根据所述实时电阻、实时横截面积增加量和预先测定的反映玻璃的电阻率对温度的依赖性的函数 $1/\rho = be^{aT}$,预估玻璃的实时温度,其中, ρ 表示电阻率, T 表示温度, a 、 b 为参数。

5. 根据权利要求4所述的光学玻璃模压温度在线检测方法,其特征在于,方法还包括,通过以下步骤预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性:

控制玻璃样品以不同的温度加热;

测定不同温度所对应的电阻率;

根据不同温度下所对应的电阻率确定玻璃的电阻率对温度的依赖性。

6. 根据权利要求5所述的光学玻璃模压温度在线检测方法,其特征在于,预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性时采用智能箱式高温炉,玻璃样品置于智能箱式高温炉的加

热腔中,玻璃样品上设置两根电极,电极通过受陶瓷绝缘套筒保护的铜导线与欧姆表连接,该智能箱式高温炉包括一台用于控制温度上升速率和最高加热温度的控制面板、用于产生给玻璃样品加热的热量的加热器、用于减少加热腔内热量损失的陶瓷隔热层,加热器的热量通过辐射或对流的方式提高玻璃样品的温度,所述的预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性具体包括:

智能箱式高温炉控制玻璃样品以不同的温度加热;

根据玻璃样品的尺寸以及欧姆表实时检测到的玻璃样品的电阻,测定玻璃样品在不同温度下所对应的电阻率;

根据不同温度下所对应的电阻率数据进行曲线拟合,获得反映玻璃的电阻率对温度的依赖性的函数: $1/\rho = be^{aT}$,其中, ρ 表示电阻率, T 表示温度, a 、 b 为拟合得到的参数。

7.根据权利要求4所述的光学玻璃模压温度在线检测方法,其特征在于,预估玻璃的实时温度以下电阻与温度转换式计算得到:

$$R = \frac{h_0 - s}{(A_0 + \phi(s, P, T))be^{aT}}$$

其中, R 代表实时电阻, $\phi(s, P, T)$ 代表实时横截面积增加量, A_0 代表玻璃的初始横截面积, h_0 代表玻璃的初始厚度, s 代表玻璃轴向变形量。

8.根据权利要求7所述的光学玻璃模压温度在线检测方法,其特征在于,

所述方法还包括:

在获取到所述电阻率对温度的依赖性后,通过一定次数的玻璃模压实验预估玻璃的实时温度,同时利用其他已有的玻璃模压在线测温装置检测玻璃的实时温度,根据预估得到的实时温度和检测得到的实时温度对电阻与温度转换式进行多次修正。

一种光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学元件制造领域,尤其涉及一种光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置。

背景技术

[0002] 最近,一种基于类石墨烯涂层的局部快速模压技术被提出,应用于精密光学元件的制造。在光学玻璃模压过程中,精密温度控制对最后热成型的光学元件的表面质量和光学特性都有影响。为了实现精密温度控制,首先需要对模压温度进行实时检测,然后利用检测到的温度信号对加热系统的输出功率进行调节。目前常见的玻璃模压设备都是通过嵌在模具内部的热电偶来测量温度。这种方法直接测量的是模具的温度,因此需要经过复杂的校准算法来转化成玻璃的温度。此校准算法需要考虑模具和玻璃材料的热导率,以及玻璃的预设位置,因为如果玻璃毛坯预设位置改变会对校准精度产生很大的影响。另外一个不足是,热电偶的信号响应相对较慢,很难与类石墨烯电热膜的快速加热相配合。另外一种温度检测方法是增加一个红外热分析仪来对玻璃温度进行实时成像。但是,红外热分析仪成本较高,而且需要专门设计复杂的热分析仪固定结构。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种光学玻璃模压温度在线检测方法,包括:在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖关系预估玻璃的实时温度。

[0005] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测方法中,方法还包括,通过以下步骤预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖关系:

[0006] 控制玻璃样品以不同的温度加热;

[0007] 测定不同温度所对应的电阻率;

[0008] 根据不同温度下所对应的电阻率确定玻璃的电阻率对温度的依赖性。

[0009] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测方法中,预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性时采用智能箱式高温炉,玻璃样品置于智能箱式高温炉的加热腔中,玻璃样品上设置两根电极,电极通过受陶瓷绝缘套筒保护的铜导线与精密欧姆表连接,该智能箱式高温炉包括一台用于控制温度上升速率和最高加热温度的控制面板、用于产生给玻璃样品加热的热量的加热器、用于减少加热腔内热量损失的陶瓷隔热层,加热器的热量通过辐射或对流的方式提高玻璃样品的温度,所述的预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性具体包括:

[0010] 智能箱式高温炉控制玻璃样品以不同的温度加热;

[0011] 根据玻璃样品的尺寸以及欧姆表实时检测到的玻璃样品的电阻,测定玻璃样品在

不同温度下所对应的电阻率；

[0012] 根据不同温度下所对应的电阻率数据进行曲线拟合,获得反映玻璃的电阻率对温度的依赖函数: $1/\rho = be^{aT}$,其中, ρ 表示电阻率, T 表示温度, a 、 b 为拟合得到的参数。

[0013] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测方法中,所述的在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖关系预估玻璃的实时温度包括:

[0014] 在玻璃模压过程中实时测量玻璃的电压、流过玻璃的电流、玻璃轴向变形量以及轴向压力;

[0015] 根据实时测量的电压和电流计算得到玻璃的实时电阻;

[0016] 根据实时测量的玻璃轴向变形量以及轴向压力确定玻璃的实时横截面积增加量;

[0017] 根据所述实时电阻、实时横截面积增加量和预先测定的反映玻璃的电阻率对温度的依赖的函数 $1/\rho = be^{aT}$,预估玻璃的实时温度,其中, ρ 表示电阻率, T 表示温度, a 、 b 为参数。

[0018] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测方法中,预估玻璃的实时温度以下电阻与温度转换式计算得到:

$$[0019] \quad R = \frac{h_0 - s}{(A_0 + \Delta(s, P, T))be^{aT}}$$

[0020] 其中, R 代表实时电阻, $\Delta(s, P, T)$ 代表实时横截面积增加量, A_0 代表玻璃的初始横截面积, h_0 代表玻璃的初始厚度, s 代表玻璃轴向变形量。

[0021] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测方法中,所述方法还包括:

[0022] 在获取到所述电阻率对温度的依赖性后,通过一定次数的玻璃模压实验预估玻璃的实时温度,同时利用其他已有的玻璃模压在线测温装置检测玻璃的实时温度,根据预估得到的实时温度和检测得到的实时温度对电阻与温度转换式进行多次修正。

[0023] 本发明还公开了一种光学玻璃模压温度在线检测装置,包括两个模具以及与所述两个模具连接的电阻检测装置,所述光学玻璃位于两个模具之间,所述电阻检测装置用于在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖性预估玻璃的实时温度。

[0024] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测装置中,所述电阻检测装置包括智能稳压电源、电压检测装置、两个电流检测装置以及两个可控开关,所述电压检测装置与智能稳压电源并联,所述智能稳压电源的第一端通过一个电流检测装置以及一个可控开关连接第一个模具的一端,所述智能稳压电源的第一端还通过另一个电流检测装置以及另一个可控开关连接第二个模具的一端,所述智能稳压电源的第二端与第一个模具的另一端连接;

[0025] 其中,两个可控开关交替导通,与第一个模具连接的可控开关在加热阶段导通,与第二个模具连接的可控开关在检测阶段导通;所述智能稳压电源在加热阶段输出加热脉冲以对玻璃进行加热,在检测阶段输出检测脉冲,以对玻璃进行电阻检测。

[0026] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测装置中,所述模具为镀类石墨烯电热膜的模具钢、碳化硅、碳化钨、熔融石英或单晶硅;所述光学玻璃为非晶材料制件,包括石英玻璃、氧化玻璃、红外玻璃和金属玻璃。

[0027] 在本发明所述的光学玻璃模压温度在线检测装置中,每一所述模具的背离玻璃的一侧设置有绝缘板,绝缘板背离模具的一侧设置有模座。

[0028] 实施本发明的光学玻璃模压温度在线检测方法以及装置,具有以下有益效果:本发明可实现玻璃模压过程中玻璃温度在线检测,通过测量光学玻璃的电阻来预测其内部温度,而电信号的响应速度相较于热电偶的响应速度来说,可以更快,解决了传统热电偶测温响应速度慢的问题,可以直接将玻璃两端的电压和电流信号转化成温度信息,不需要在模具中留有空间嵌入热电偶,不需要额外的温度传感器,结构简单。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图:

[0030] 图1是测定光学玻璃的电阻率对温度依赖性时的实验原理图;

[0031] 图2是钠钙玻璃和BK7玻璃的电阻率-温度曲线图;

[0032] 图3是光学玻璃模压过程中温度在线检测流程图;

[0033] 图4是光学玻璃模压温度在线检测装置的较佳实施例的结构示意图;

[0034] 图5是稳压电源输出脉冲信号时序图。

具体实施方式

[0035] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的典型实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容更加透彻全面。

[0036] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。

[0037] 本说明书中使用的“第一”、“第二”等包含序数的术语可用于说明各种构成要素,但是这些构成要素不受这些术语的限定。使用这些术语的目的仅在于将一个构成要素区别于其他构成要素。例如,在不脱离本发明的权利范围的前提下,第一构成要素可被命名为第二构成要素,类似地,第二构成要素也可以被命名为第一构成要素。

[0038] 本发明总的思路是:通过预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性,再在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖关系来预估玻璃的实时温度。

[0039] 由于玻璃是一种绝缘体材料,其内部的离子在高温下热运动剧烈而离解,从而具有一定的导电性。因此,温度越高,玻璃的导电性越好,所以本发明利用玻璃导电率和温度的关系实现对光学玻璃热印压的温度进行在线预估,测量其实时电阻率,相较于传统的温度检测方法,这种方法可以直接获取玻璃的温度,而且响应速度快。

[0040] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明,应当理解本发明实施例以及实施例中的具体特征是对本申请技术方案的详细的说明,而不是对本申请技术方案的限定,在不冲突的情况下,本发明实施例以及实施例中的技术特征可以相互组合。

[0041] 本发明的光学玻璃模压温度在线检测方法包括：

[0042] 1) 首先,预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性,即电阻率关于温度的函数。具体包括:控制玻璃样品以不同的温度加热,测定不同温度所对应的电阻率,根据不同温度下所对应的电阻率确定玻璃的电阻率对温度的依赖性。

[0043] 例如,预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性时可以采用如图1所示的智能箱式高温炉,玻璃样品置于智能箱式高温炉的加热腔中,玻璃样品上设置两根电极,电极通过受陶瓷绝缘套筒保护的铜导线与精密欧姆表连接,该智能箱式高温炉包括一台控制面板、加热器、陶瓷隔热层,控制面板用于控制温度上升速率和最高加热温度,陶瓷隔热层用于减少加热腔内热量损失,加热器产生给玻璃样品加热的热量,且热量通过辐射或对流的方式提高玻璃样品的温度,陶瓷绝缘套筒用于减少高温对铜导线的影响。

[0044] 基于该装置,预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性具体包括:

[0045] S11:智能箱式高温炉控制玻璃样品以不同的温度加热,此可以通过控制面板控制加热器的加热功率实现;

[0046] S12:根据玻璃样品的尺寸以及欧姆表实时检测到的玻璃样品的电阻,测定玻璃样品在不同温度下所对应的电阻率;其中,玻璃样品的三个重要尺寸分为长 l ,宽 w ,和高 h 。精密欧姆表可实时测量玻璃样品在不同温度下的电阻值 R ,则电阻率可以通过公式 $\rho = \frac{RWh}{l}$ 计算得到。

[0047] S13:根据不同温度下所对应的电阻率数据进行曲线拟合,获得反映玻璃的电阻率对温度的依赖性的函数: $\sigma = 1/\rho = be^{aT}$,其中, σ 表示导电率即电阻率 ρ 的倒数, T 表示温度, a 、 b 为拟合得到的参数。

[0048] 需要注意的是,在加热的过程中,炉内温度上升速度被控制较慢的水平,有利于降低玻璃内部的温度梯度,从而提高实验数据的准确性。图2显示的是通过这种方法测量得到的钠钙玻璃和BK7玻璃的电阻率-温度曲线。通过对曲线进行拟合可以得到这两种光学玻璃材料的电阻率关于温度的函数。因为材料的导电率是电阻率的倒数,所以最后可以用一个通用的函数, $\sigma = 1/\rho = be^{aT}$,来描述玻璃材料的电阻率对温度的依赖性。

[0049] 2) 测得电阻率对温度的依赖性后,在玻璃模压过程中实时测定玻璃电阻,根据测得的玻璃电阻和预先测定的电阻率对温度的依赖性预估玻璃的实时温度,参考图3,具体包括:

[0050] S21:在玻璃模压过程中实时测量玻璃的电压、流过玻璃的电流、玻璃轴向变形量以及轴向压力;

[0051] S22:根据实时测量的电压和电流计算得到玻璃的实时电阻;根据实时测量的玻璃轴向变形量以及轴向压力确定玻璃的实时横截面积增加量;

[0052] S23:根据所述实时电阻、实时横截面积增加量和预先测定的反映玻璃的电阻率对温度的依赖性的函数 $\sigma = be^{aT}$,预估玻璃的实时温度,其中, σ 表示导电率, T 表示温度, a 、 b 为参数。

[0053] 具体的,玻璃通常为非晶材料,所以,在温度处于玻璃化转化温度 T_g 和熔化温度 T_m 之间时,玻璃粘弹性上升,很容易受力变形。在加热阶段,镀石墨烯硅模具只是与玻璃坯料接触,而不施加压力,玻璃也就不发生形变。然而,在模压阶段,模具对光学玻璃施加压力,

这时候玻璃形状发生了变化。比如,在玻璃受压变形时,其厚度减少,但横截面积会增加。虽然,玻璃的导电率在某一温度下受到形状影响很小。但是,电阻率转换成测量的玻璃两端的电阻时需要考虑玻璃的厚度和横截面积的变化。玻璃的厚度 $h(s)$ 与轴向变形量有关:

$$[0054] \quad h(s) = h_0 - s,$$

[0055] 其中, s 为轴向变形,在玻璃模压过程中,动模是沿着滑动导轨进行轴向方向的线性移动。因此,玻璃的轴向变形量可以通过安装在动模滑动平台上的光栅尺来检测。一般光栅尺检测分辨率为1~5微米。可以预设当动模与玻璃接触时 $s=0$,动模继续移动的量即为玻璃的轴向变形 s 。 h_0 为玻璃初始厚度。而玻璃的平均横截面积与轴向变形量,模压力和温度都有关系,可以表示为:

$$[0056] \quad A(s, P, T) = A_0 + \phi(s, P, T),$$

[0057] 这样就可以建立电阻与温度之间的关系,即如下的电阻与温度转换式:

$$[0058] \quad R = \frac{h_0 - s}{(A_0 + \phi(s, P, T))\sigma} = \frac{h_0 - s}{(A_0 + \phi(s, P, T))be^{aT}} \quad (1)$$

[0059] 其中, a 和 b 为常数,由第1)步骤已经测定了, $\phi(s, P, T)$ 为在轴向变形 s 、模压力 P 、温度 T 时的横截面积增加量,其主要跟玻璃的轴向变形量有关。存在函数 $\phi(s, P, T) = s * v(P, T)$, $v(P, T)$ 为玻璃在压力 P 和温度 T 下的泊松比。加入压力 P 和温度 T 两个参数,是考虑了在不同压力下玻璃的体积弹性模量会发生改变,在不同温度下玻璃的热膨胀量也不同。而且,玻璃在不同温度下状态会发生改变,如低温时为玻璃态,中温为黏弹性的橡胶态,高温为液态。玻璃在模压过程中会经历玻璃态和橡胶态。因此,玻璃的泊松比随温度和压力变化的函数非常复杂。为了简化计算,可以直接视玻璃泊松比为一定值。可见,基于计算式(1)可以通过检测电阻 R 预估温度 T 。

[0060] 显然,步骤1)中预先测定光学玻璃的电阻率对温度的依赖性时所选定的玻璃类型与步骤2)中模压过程中需要测量温度的玻璃类型是相同的。

[0061] 优选的,为了使电阻与温度转换式更准确,在获取到所述电阻率对温度的依赖性后,通过一定次数的玻璃模压实验预估玻璃的实时温度,同时利用其他已有的玻璃模压在线测温装置(比如热电偶,不做限制,只要是现有的可在线测温的装置即可)检测玻璃的实时温度,根据预估得到的实时温度和检测得到的实时温度对电阻与温度转换式进行多次修正。

[0062] 需要说的是,本发明可以适用于多种材质和不同形状的玻璃。所述光学玻璃可以为非晶材料制件,包括石英玻璃、氧化玻璃、红外玻璃和金属玻璃。玻璃的形状,可以是板状、也可以为球状,还可以是其他形状,对此并不做限制。

[0063] 由于本发明通过测量光学玻璃的电阻来预测其内部温度,而电信号的响应速度相较于热电偶的响应速度来说,可以更快,解决了传统热电偶测温响应速度慢的问题,可以直接将玻璃两端电压和电流信号转换成温度信息,不需要在模具中留有空间嵌入热电偶,不需要额外的温度传感器,结构简单。

[0064] 基于同一发明构思,本发明还公开了一种光学玻璃模压温度在线检测装置。具体参考图4,其包括两个模具、两个绝缘板、两个模座,还包括由两个电流表A1和A2、两个继电器S1和S2、一个电压表V、一个智能稳压电源共同构成的电阻检测装置。

[0065] 玻璃胚料被夹在所述两个模具之间,模具可以为镀类石墨烯电热膜的模具钢、碳化硅、碳化钨、熔融石英或单晶硅。本实施例中,两个模具分为位于玻璃胚料上方的镀类石墨烯上模和位于玻璃胚料下方的镀类石墨烯下模。

[0066] 两个绝缘板分别位于上下模具的背离玻璃的一侧,两个模座分别位于两个绝缘板的背离模具的一侧。所述智能稳压电源的正极通过一个电流表A1以及一个继电器S1连接镀类石墨烯上模的一端,所述智能稳压电源的正极还通过另一个电流表A2以及另一个继电器S2连接镀类石墨烯下模的一端,所述智能稳压电源的负极与镀类石墨烯上模的另一端连接。

[0067] 其中,两个继电器S1和S2交替导通,继电器S1在加热阶段导通,继电器S2在检测阶段导通;所述智能稳压电源在加热阶段输出加热脉冲以对玻璃进行加热,在检测阶段输出检测脉冲,根据电压表V和电流表A2的读数,可以计算玻璃电阻,从而实现对玻璃电阻的检测,具体检测方法参考上述关于检测方法部分的描述,此处不再赘述,下面仅就玻璃的电阻检测的原理进行详细说明。

[0068] 工作时稳压电源输出脉冲信号如图5所示,加热和检测通过控制继电器S1、S2的开合实现交替进行。其中,加热脉冲持续时间(1.8s)远远大于检测脉冲持续时间(0.2s)。在加热阶段时,S1闭合,S2断开,镀类石墨烯上模实现焦耳加热,将稳压电源提供的电能转化成热能,生成的热量通过热传导的方式传递给玻璃,实现加热。在检测阶段时,S1断开,S2闭合,玻璃的实时电阻可以通过一下计算式计算得到:

[0069]
$$R = \frac{V}{I_2} - R';$$

[0070] 其中,V为电压表的测量值, I_2 为电流表A2的测量值, R' 为串联进检测电路中的类石墨烯薄膜的电阻。计算得到玻璃电阻R之后,可以根据上述电阻与温度转换式(1)预估出其实时温度。

[0071] 优选的,为了使电阻与温度转换式更准确,在获取到所述电阻率对温度的依赖性后,通过一定次数的玻璃模压实验预估玻璃的实时温度,同时利用其他已有的玻璃模压在线测温装置检测玻璃的实时温度,根据预估得到的实时温度和检测得到的实时温度对电阻与温度转换式进行多次修正。

[0072] 需要说的是,本发明可以适用于多种材质和不同形状的玻璃。所述光学玻璃可以为非晶材料制件,包括石英玻璃、氧化玻璃、红外玻璃和金属玻璃。玻璃的形状,可以是板状、也可以为球状,还可以是其他形状,对此并不做限制。另外,电压表、电流表、继电器,还可以采用其他形式的电压检测装置、电流检测装置、可控开关实现,对比并不做限制。

[0073] 综上所述,实施本发明具有以下有益效果:本发明可实现在线检测,通过测量光学玻璃的电阻来预测其内部温度,而电信号的响应速度相较于热电偶的响应速度来说,可以更快,解决了传统热电偶测温响应速度慢的问题,可以直接将玻璃的电压电路信号转换成温度信息,不需要在模具中留有空间嵌入热电偶,不需要额外的温度传感器,结构简单。

[0074] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

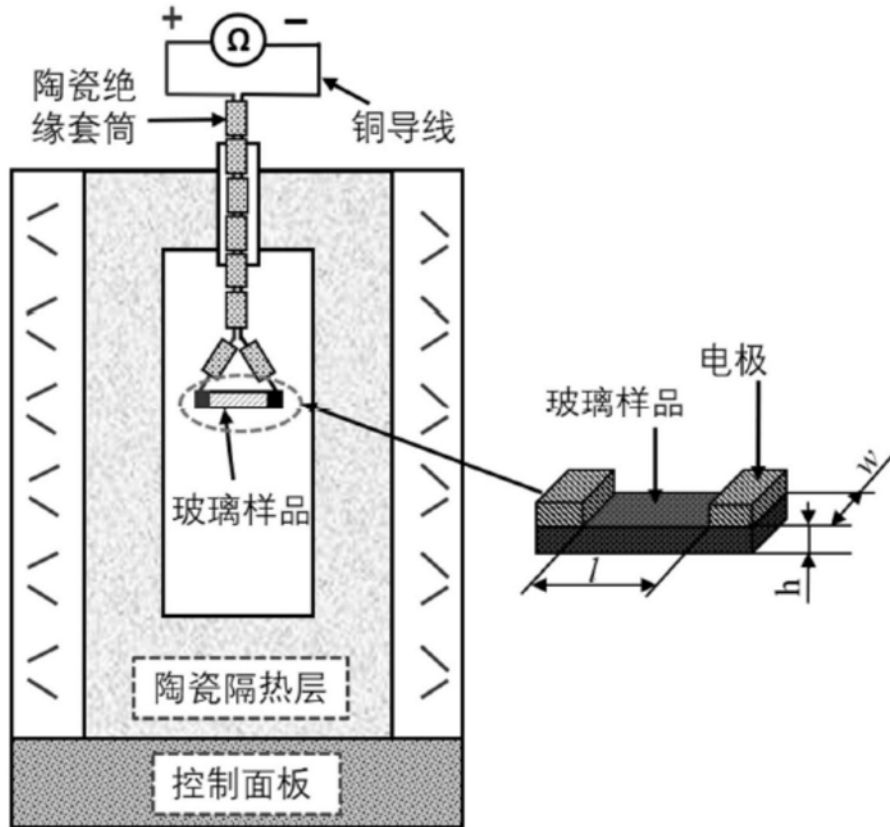


图1

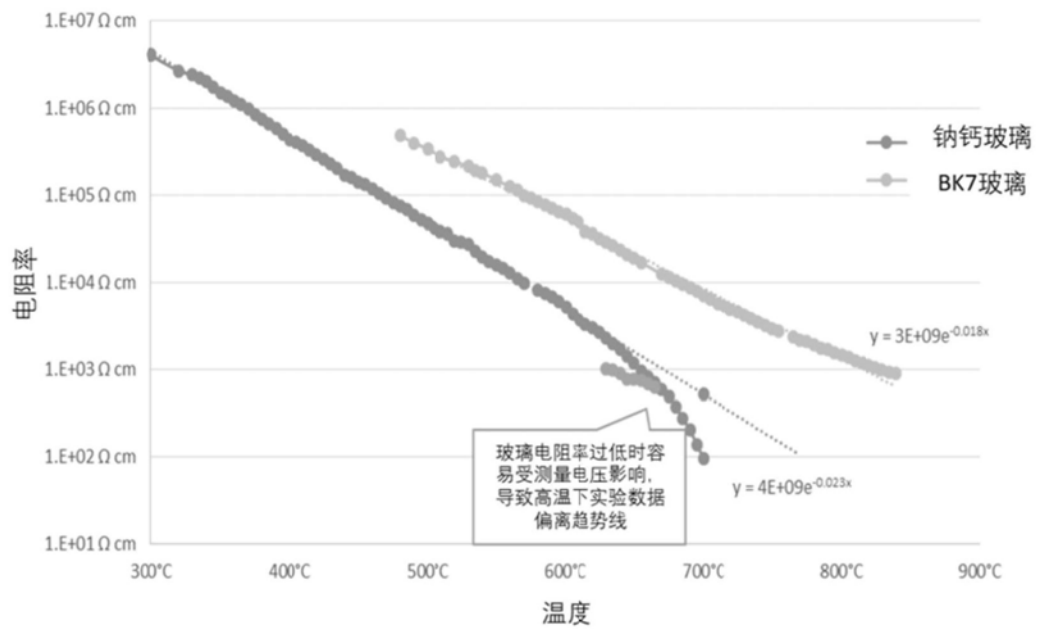


图2

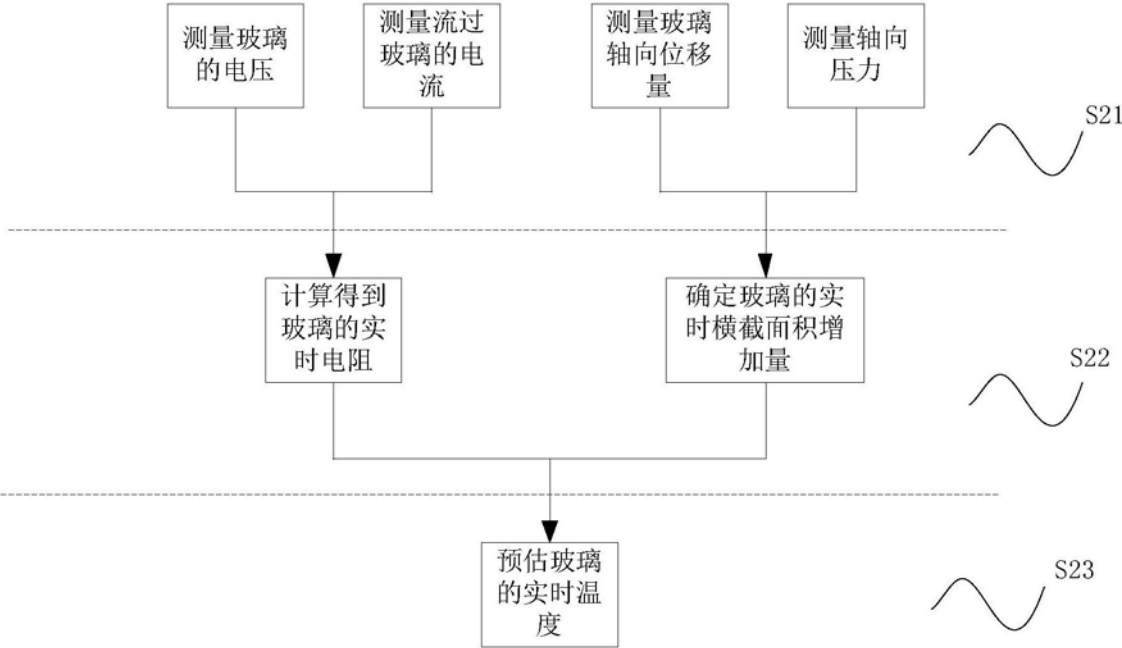


图3

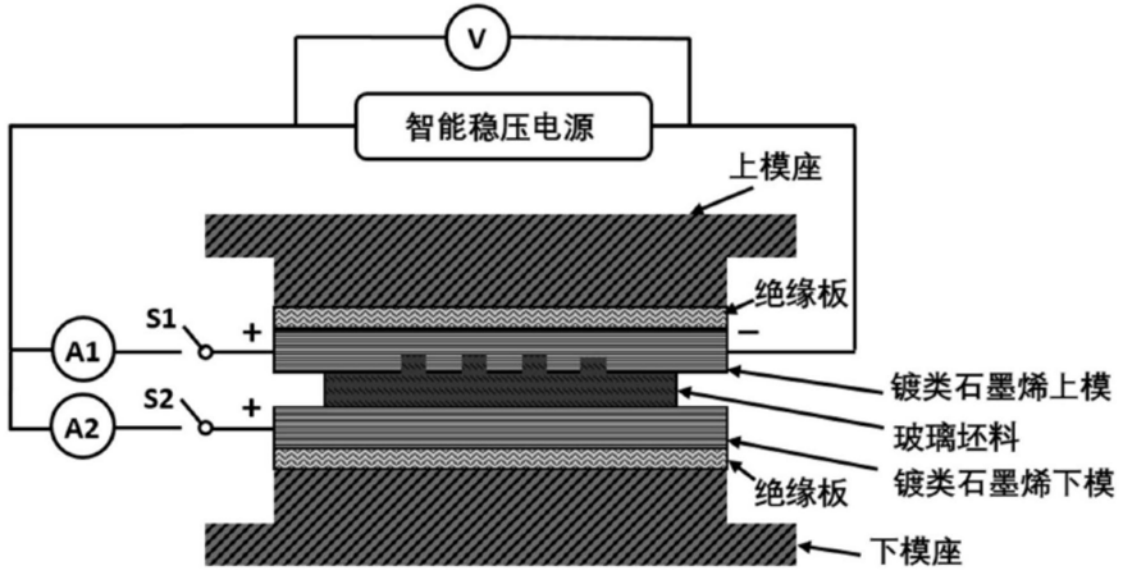


图4

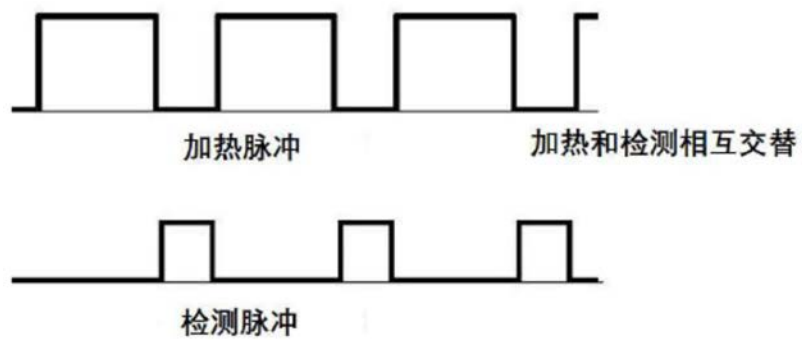


图5