



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109264978 B

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 201710605018.8

审查员 陈夏琳

(22) 申请日 2017.07.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109264978 A

(43) 申请公布日 2019.01.25

(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 李荣彬 陈增源 李莉华 陈建良

吴文祥

(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.

G03B 23/26 (2006.01)

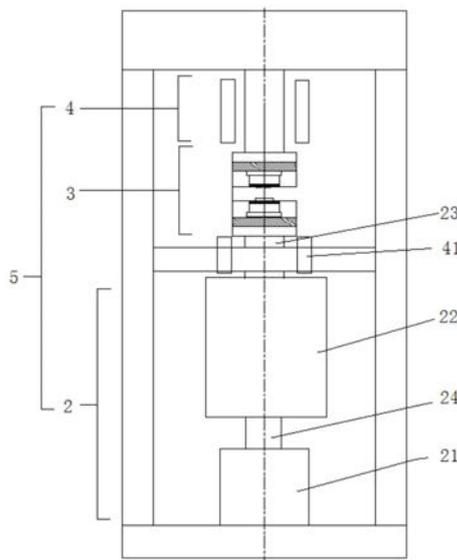
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

应用于精密玻璃光学显微结构的微压印设备和
方法

(57) 摘要

本发明提出了一种应用于精密玻璃光学显微结构的微压印设备和方法,微压印设备包括用于容纳或支撑玻璃材料的类石墨烯材料包覆模具(3),用于通过加压器(23)驱动类石墨烯材料包覆模具(3)的模芯组件在玻璃材料被模芯组件的类石墨烯层加热时给该玻璃材料施加压制力、以及在玻璃材料上形成光学显微结构的压印驱动系统(2)以及用于冷却加压器(23)的冷却系统(4)。本发明的微压印设备和方法设计巧妙,实用性强。



1. 一种微压印设备,其特征在於,包括用于容纳或支撑玻璃材料的类石墨烯材料包覆模具(3),用于通过加压器(23)驱动类石墨烯材料包覆模具(3)的模芯组件在玻璃材料被模芯组件的类石墨烯层加热时给该玻璃材料施加压制力、以及在玻璃材料上形成光学显微结构的压印驱动系统(2)以及用于冷却加压器(23)的冷却系统(4);

类石墨烯材料包覆模具(3)包括支撑设置在加压器(23)上方的下模(31),设置在下模(31)上方的上模(32),下模(31)顶部设置有下模芯(311),上模(32)底部设置有上模芯(321);上模芯(321)的表面设置有微压印图案;下模芯(311)和上模芯(321)构成模芯组件;压印驱动系统(2)用于驱动下模芯(311)向上运动,以与上模芯(321)配合压制支撑设置在下模芯(311)上的玻璃材料;

上模(32)和下模(31)由碳化物材料制成,上模芯(321)和下模芯(311)均为三层结构,该三层结构由类石墨烯层(33)、硅片(34)和石英层(35)叠设组成。

2. 根据权利要求1所述的微压印设备,其特征在於,还包括用于控制压印驱动系统(2)施加压制力并控制类石墨烯层加热的控制系统(1)。

3. 根据权利要求1所述的微压印设备,其特征在於,压印驱动系统(2)包括伺服电机(21),用于施力于加压器(23)的垂直滑动件(22),分别与伺服电机(21)和垂直滑动件(22)传动连接、用于通过伺服电机(21)所输出的动力驱动垂直滑动件(22)升降的变速箱以及用于感应垂直滑动件(22)作用于加压器(23)的作用力大小的压力传感器(24)。

4. 根据权利要求1所述的微压印设备,其特征在於,冷却系统(4)包括用于引导水流持续不断的接触加压器(23)以带走其热量的金属冷却管(41),以及与金属冷却管(41)连接以将水流温度保持在15°C-25°C的冷却器。

5. 一种采用如权利要求1所述的微压印设备的微压印方法,其特征在於,包括以下步骤:

步骤S1、在绝对真空环境下将类石墨烯材料包覆模具(3)的类石墨烯层加热到预热温度;

步骤S2、采用类石墨烯材料包覆模具(3)的模芯组件给其上的玻璃材料施加压制力,同时给模芯组件的类石墨烯层通电以使类石墨烯层给玻璃材料加热,以及在玻璃材料上形成光学显微结构;

步骤S3、打开类石墨烯材料包覆模具(3),将形成有光学显微结构的玻璃材料取出。

6. 根据权利要求5所述的微压印方法,其特征在於,预热温度在300°C-400°C之间。

7. 根据权利要求5所述的微压印方法,其特征在於,在步骤S2中,类石墨烯层的温度变化过程先后分为初始升温过程、温度骤升过程以及退火阶段;其中,类石墨烯层在初始升温过程中以1°C/s-2°C/s的升温速率升温到550°C-650°C;类石墨烯层在温度骤升过程中以15°C/s-20°C/s的升温速率升温到1400°C-1500°C;类石墨烯层在退火阶段中自然冷却。

应用于精密玻璃光学显微结构的微压印设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及玻璃领域,尤其涉及一种应用于精密玻璃光学显微结构的微压印设备和方法。

背景技术

[0002] 在传统玻璃成型技术中,很多生产商采用玻璃研磨机来制造球面透镜。这些球面透镜广泛应用于一些低成本产品中,但不能应用于显微结构产品中。对于诸如相机镜头、高分辨率望远镜、大且高质量的非球面玻璃透镜等高要求应用领域,以及诸如目前的电镀塑料光学材料等先进光学产品领域,高分子材料能够被应用,但与光学玻璃材料相比,其在光学性能上具有明显缺点。这样,约为 $0.92\mu\text{m}$ 的DVD高清晰度光学阅读镜头的衍射结构、小光学元件特性以及微压印机在精密玻璃光学显微结构的生产中是不可或缺。

[0003] 进一步地,在一些高尖端技术国家,如日本和德国,其具有成熟的采用红外加热技术的玻璃成型设备;这些设备能够将玻璃加热到大约 1000°C ,并通过模压形成透镜轮廓。这种方法的缺陷在于会消耗大量电能,并需要在其冷却问题上耗费大量精力。

发明内容

[0004] 本发明针对上述技术问题,提出了一种应用于精密玻璃光学显微结构的微压印设备和方法。

[0005] 本发明针对上述技术问题而提出以下技术方案:

[0006] 本发明提出了一种微压印设备,包括用于容纳或支撑玻璃材料的类石墨烯材料包覆模具,用于通过加压器驱动类石墨烯材料包覆模具的模芯组件在玻璃材料被模芯组件的类石墨烯层加热时给该玻璃材料施加压制力、或在玻璃材料上形成光学显微结构的压印驱动系统以及用于冷却加压器的冷却系统。

[0007] 本发明上述的微压印设备中,还包括用于控制压印驱动系统施加压制力并控制类石墨烯层加热的控制系统。

[0008] 本发明上述的微压印设备中,压印驱动系统包括伺服电机,用于施力于加压器的垂直滑动件,分别与伺服电机和垂直滑动件传动连接、用于通过伺服电机所输出的动力驱动垂直滑动件升降的变速箱以及用于感应垂直滑动件作用于加压器的作用力大小的压力传感器。

[0009] 本发明上述的微压印设备中,类石墨烯材料包覆模具包括支撑设置在加压器上方的下模,设置在下模上方的上模,下模顶部设置下模芯,上模底部设置上模芯;上模芯的表面设置有微压印图案;下模芯和上模芯构成模芯组件;压印驱动系统用于驱动下模芯向上运动,以与上模芯配合压制支撑设置在下模芯上的玻璃材料。

[0010] 本发明上述的微压印设备中,上模和下模由碳化物材料制成,上模芯和下模芯均为三层结构,该三层结构由类石墨烯层、硅片和石英层叠设组成。

[0011] 本发明上述的微压印设备中,冷却系统包括用于引导水流持续不断的接触加压器

以带走其热量的金属冷却管,以及与金属冷却管连接以将水流温度保持在15°C-25°C的冷却器。

[0012] 本发明还提出了一种采用如上所述的微压印设备的微压印方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤S1、在绝对真空环境下将类石墨烯材料包覆模具的类石墨烯层加热到预热温度;

[0014] 步骤S2、采用类石墨烯材料包覆模具的模芯组件给其上的玻璃材料施加压制力,同时给模芯组件的类石墨烯层通电以使类石墨烯层给玻璃材料加热,以在玻璃材料上形成光学显微结构;

[0015] 步骤S3、打开类石墨烯材料包覆模具,将形成有光学显微结构的玻璃材料取出。

[0016] 本发明上述的微压印方法中,预热温度在300°C-400°C之间。

[0017] 本发明上述的微压印方法中,在步骤S2中,类石墨烯层的温度变化过程先后分为初始升温过程、温度骤升过程以及退火阶段;其中,类石墨烯层在初始升温过程中以1°C/s-2°C/s的升温速率升温到550°C-650°C;类石墨烯层在温度骤升过程中以15°C/s-20°C/s的升温速率升温到1400°C-1500°C;类石墨烯层在退火阶段中自然冷却。

[0018] 本发明的微压印设备和方法实现了在生产高质量玻璃光学显微结构产品过程中减小了成型温度和平衡腔压力,极大地改进了应用于诸多光电产品的玻璃光学组件的加工品质,并极大地降低了生产成本。与红外加热技术相比,本发明的微压印技术能够在花费更少的电力下熔化玻璃。本发明的微压印设备和方法设计巧妙,实用性强。

附图说明

[0019] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0020] 图1示出了本发明实施例的微压印设备的示意图;

[0021] 图2示出了图1所示的微压印设备的控制系统的示意图;

[0022] 图3示出了本发明实施例的类石墨烯材料包覆模具的结构示意图;

[0023] 图4示出了本发明的微压印控制方法的流程示意图;

[0024] 图5示出了图4所示的微压印控制方法的温度控制照片。

具体实施方式

[0025] 本发明提出了一种微压印设备,其能够在利用少量电能的情况下生产出微米级别的光学显微结构组件,能够解决现有生产技术、慢速打包周期过程、模具型腔熔化过程和模压精度控制中的关键问题。本发明的微压印设备实现了在生产高质量玻璃光学显微结构产品过程中减小了成型温度和平衡腔压力,极大地改进了应用于诸多光电产品的玻璃光学组件的加工品质,并极大地降低了生产成本。与红外加热技术相比,本发明的微压印技术能够在花费更少的电力下熔化玻璃。

[0026] 为了使本发明的技术目的、技术方案以及技术效果更为清楚,以便于本领域技术人员理解和实施本发明,下面将结合附图及具体实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0027] 如图1所示,图1示出了本发明实施例的微压印设备的示意图。该微压印设备包括控制系统1、压印驱动系统2、机械框架5、类石墨烯材料包覆模具3和冷却系统4。类石墨烯材料包覆模具3用于容纳或支撑玻璃材料,压印驱动系统2用于通过加压器23驱动类石墨烯材

料包覆模具3的模芯组件在玻璃材料被模芯组件的类石墨烯层加热时给该玻璃材料施加压制力,以在玻璃材料上形成光学显微结构;冷却系统4用于冷却加压器23。

[0028] 其中,控制系统1是微压印设备的大脑,用于控制整个设备的操作(包括在微压印过程中的操作)。在微压印过程中的操作包括对模压、模具温度、压力大小、压制时间和冷却速率的控制。不同玻璃材料的温度变化速率能够被精确控制和调整。控制系统1能够调整作用于类石墨烯材料包覆模具3的电流和电压,具体来说,是在0A-30A范围内调整电流,并在0V-100V范围内调整直流电压。这一方案是专门为类石墨烯材料的加热而设计。如图2所示,图2示出了图1所示的微压印设备的控制系统1的示意图,控制系统1包括控制柜11,设置在控制柜上、用于显示各种由控制系统1所控制的参数的显示器12。

[0029] 压印驱动系统2被设计用于产生作用于类石墨烯材料包覆模具3的模芯组件的压制力,以在低温下将玻璃材料压制形成显微结构,也实现在最高温度为1000℃下光学显微结构的成型。压印驱动系统2包括伺服电机21,用于施力于加压器23的垂直滑动件22,分别与伺服电机21和垂直滑动件22传动连接、用于通过伺服电机21所输出的动力驱动垂直滑动件22升降的变速箱(图中未示出)以及用于感应垂直滑动件22作用于加压器23的作用力大小的压力传感器24。压印驱动系统2能够在微压印过程中产生最大200kg的作用力。

[0030] 类石墨烯材料包覆模具3是本发明的微压印设备的重要创新点,和传统红外加热技术相比在减小电力消耗方面具有更显著效果,这是由于在本发明中,电力仅仅需要消耗在给模芯组件上的非常小范围的类石墨烯层。大体上,很多光学产品只需要25mm×25mm的范围。

[0031] 如图3所示,图3示出了本发明实施例的类石墨烯材料包覆模具3的结构示意图。该类石墨烯材料包覆模具3包括支撑设置在加压器23上方的下模31,设置在下模31上方的上模32,下模31顶部设置有下模芯311,上模32底部设置有上模芯321;上模芯321的表面设置有微压印图案;压印驱动系统2用于驱动下模芯311向上运动,以与上模芯321配合压制支撑设置在下模芯311上的玻璃材料。上模32和下模31由碳化物材料制成,上模芯321和下模芯311均为三层结构,该三层结构由类石墨烯层33、硅片34和石英层35叠设组成。类石墨烯层由几百个石墨烯层和多硅晶圆叠设构成。类石墨烯层是通过化学气相沉积(CVD)法成型,能够被加热到600℃,以此将玻璃材料熔化,从而完成该玻璃材料的微压印。该类石墨烯层通过导线与电流源形成回路,通过通电来实现发热。具有类石墨烯层的上模芯321或下模芯311能够使玻璃材料具有较低的表面摩擦力、更好的表面粗糙度、20倍更好的耐久性,更高的杨氏模量和更高的赫式硬度。硅片用作包覆类石墨烯层的平台;石英层用作绝缘层。

[0032] 冷却系统4用于移除由类石墨烯材料包覆模具3所产生的热量。冷却系统4包括用于引导水流持续不断的接触加压器23以带走热量的金属冷却管41,以及与金属冷却管41连接以将水流温度保持在19℃左右(15℃-25℃)的冷却器(图中未示出)。

[0033] 机械框架5用于将控制系统1、压印驱动系统2和冷却系统4集成在一起,其包含有用于安装或支撑类石墨烯材料包覆模具3、金属冷却管41、阀门、压力传感器24、温度传感器和压印驱动系统2的安装件和支撑件。

[0034] 控制系统1包括主控制模块和类石墨烯材料控制模块。对于这个微压印过程,需要控制类石墨烯层的温度、类石墨烯材料包覆模具3的模具温度、压印驱动系统2的压制时间和压制力大小、作用于类石墨烯材料包覆模具3的电流和电压的大小。图4和图5示出了本发

明的微压印控制方法,其包括有三个步骤,即预热步骤、微压印步骤和拆模步骤。

[0035] 具体地,本发明的微压印控制方法,包括以下步骤:

[0036] 步骤S1、在绝对真空环境下将类石墨烯材料包覆模具3的类石墨烯层加热到预热温度;

[0037] 在本步骤中,若加热过程不在绝对真空环境下进行,类石墨烯层会被烧失。

[0038] 步骤S2、采用类石墨烯材料包覆模具3的模芯组件给其上的玻璃材料施加压制力,同时给模芯组件的类石墨烯层通电以使类石墨烯层给玻璃材料加热,以在玻璃材料上形成光学显微结构;

[0039] 如图5所示,图5示出了本发明的微压印控制方法中类石墨烯材料包覆模具3的加热过程控制参数变化示意图。在本实施例中,预热温度在300°C-400°C之间。同时,在步骤S2中,类石墨烯层的温度变化过程先后分为初始升温过程、温度骤升过程以及退火阶段;其中,类石墨烯层在初始升温过程中以1°C/s-2°C/s的升温速率升温到550°C-650°C;类石墨烯层在温度骤升过程中以15°C/s-20°C/s的升温速率升温到1400°C-1500°C;类石墨烯层在退火阶段中自然冷却。

[0040] 步骤S3、打开类石墨烯材料包覆模具3,将玻璃材料取出。

[0041] 本发明的微压印设备和方法实现了在生产高质量玻璃光学显微结构产品过程中减小了成型温度和平衡腔压力,极大地改进了应用于诸多光电产品的玻璃光学组件的加工品质,并极大地降低了生产成本。与红外加热技术相比,本发明的微压印技术能够在花费更少的电力下熔化玻璃。本发明的微压印设备和方法设计巧妙,实用性强。

[0042] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

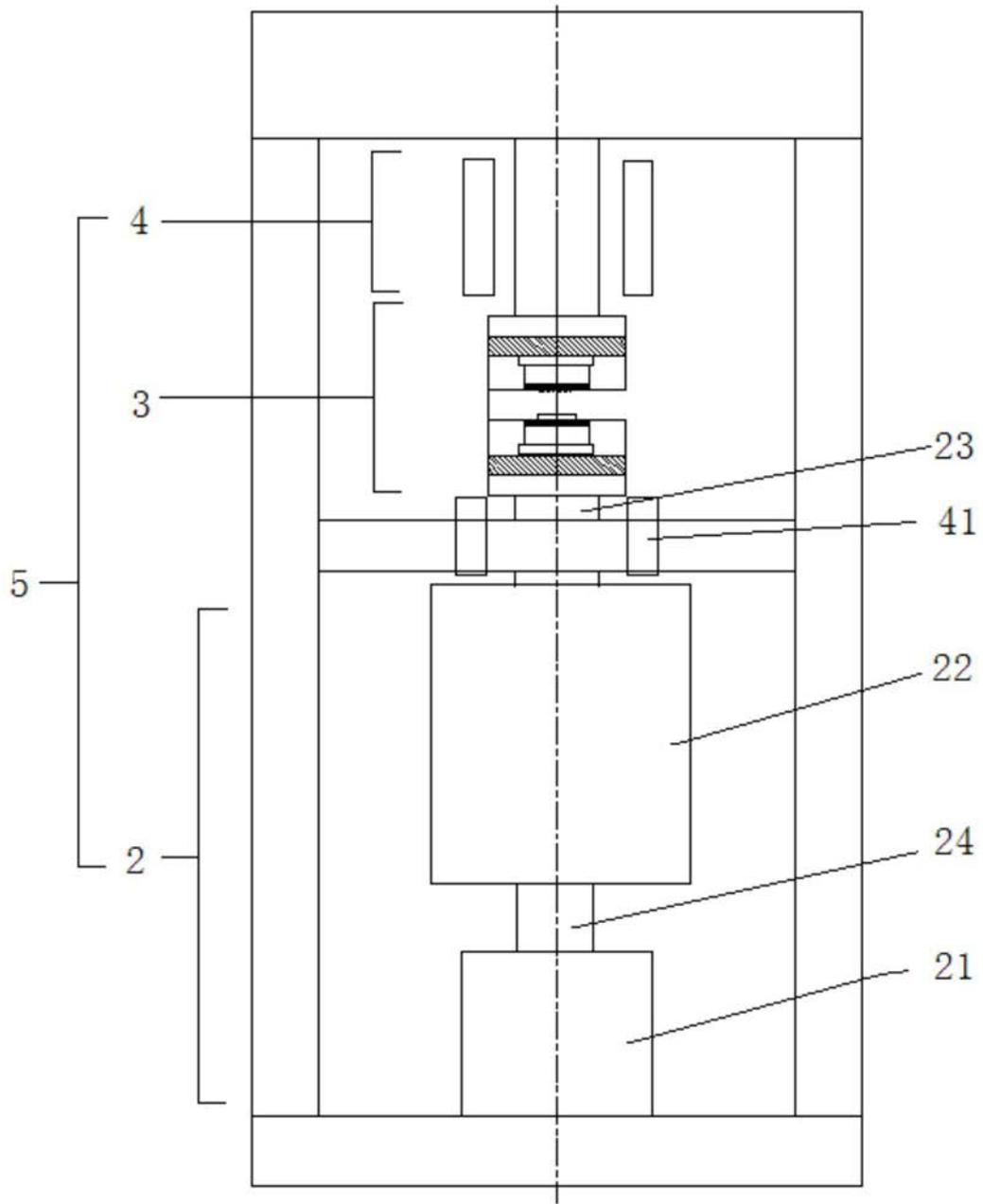


图1

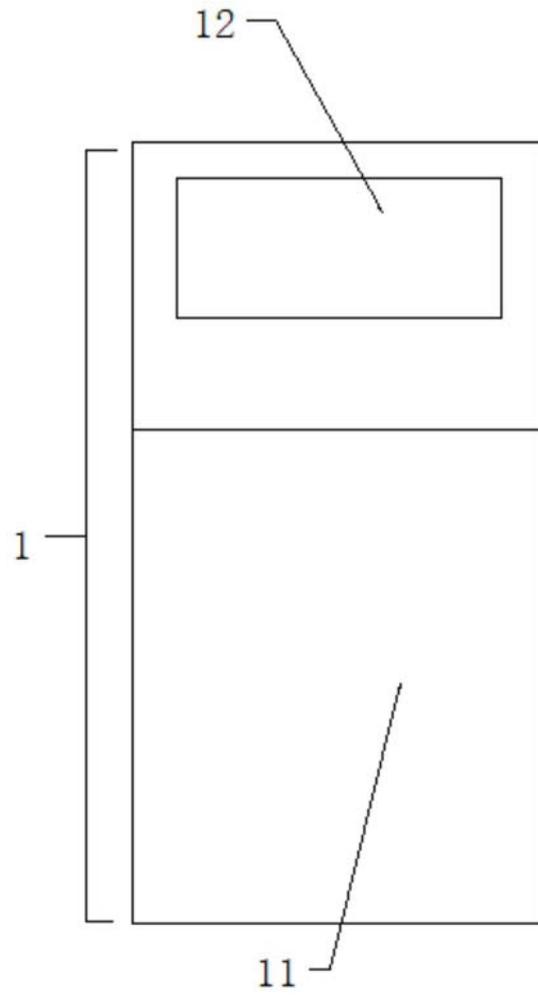


图2

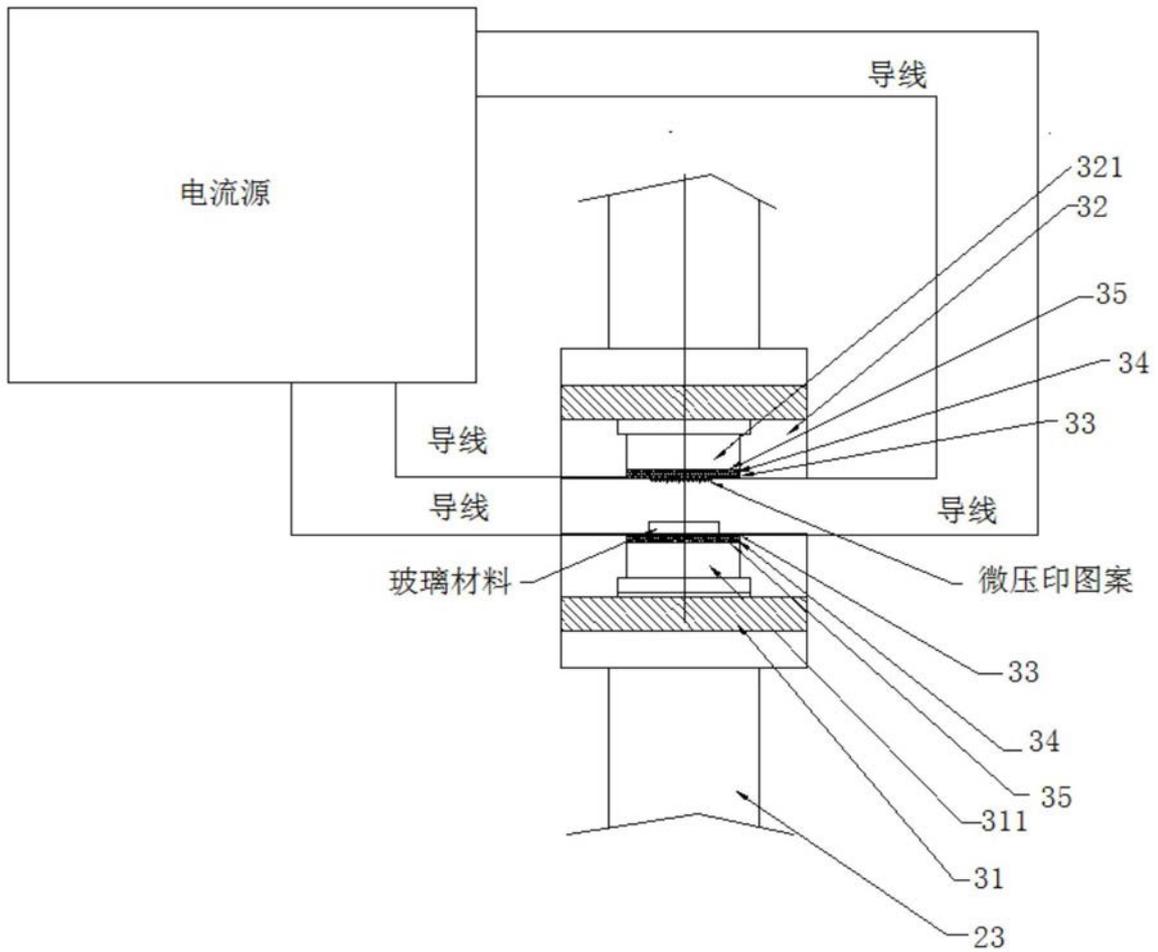


图3

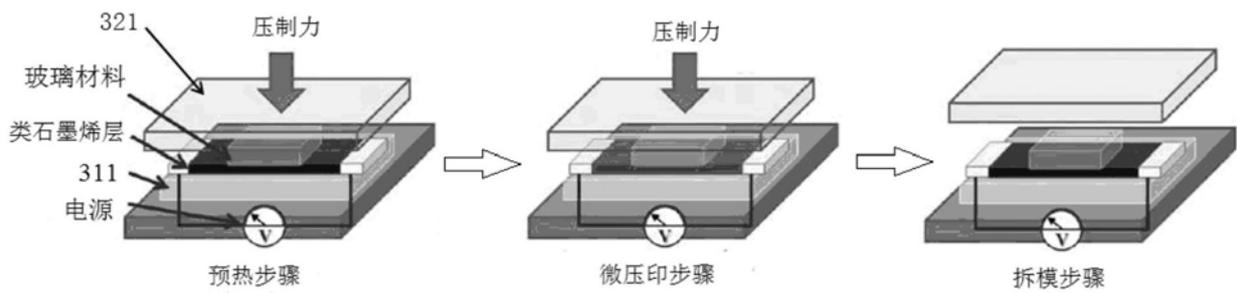


图4

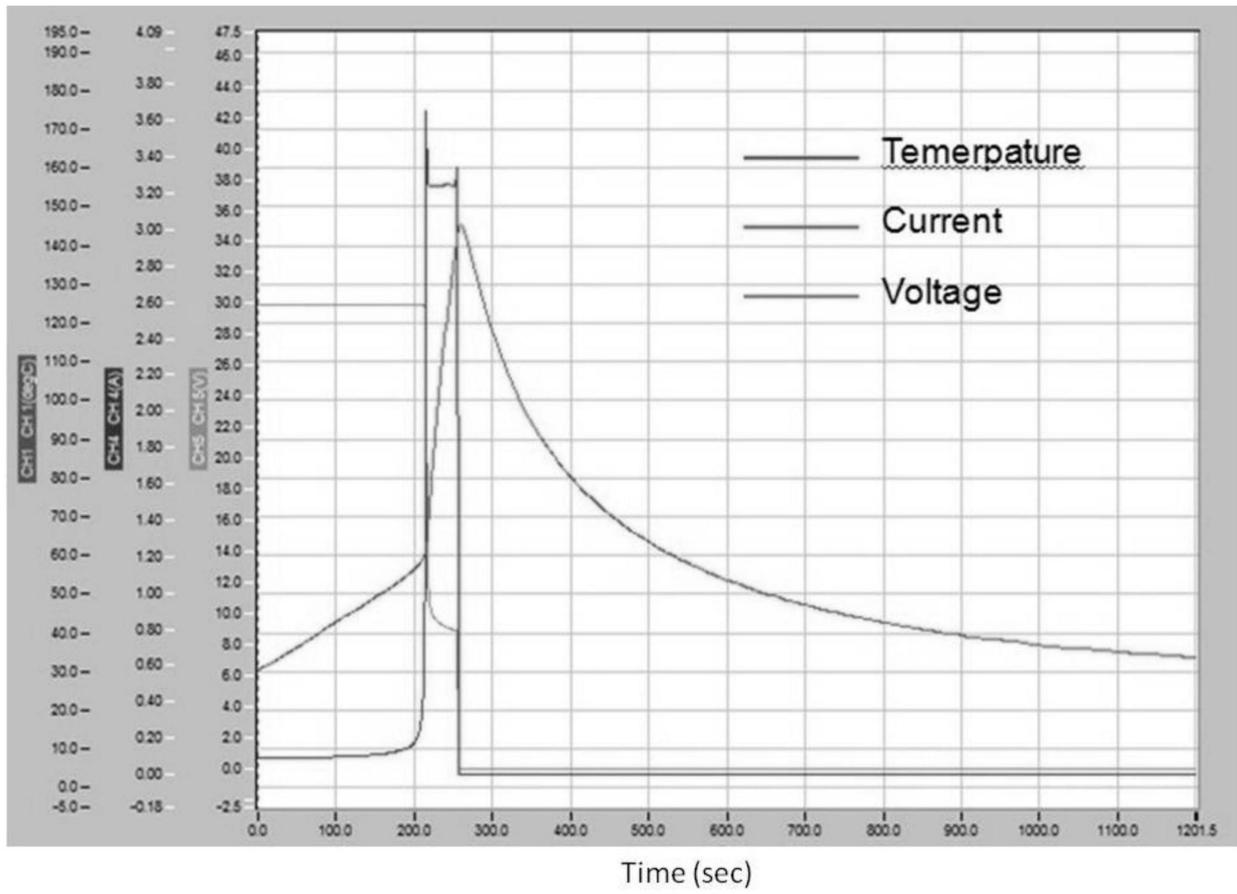


图5