



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117214031 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202311298293.1

G01B 11/24 (2006.01)

(22) 申请日 2023.10.09

G06T 7/00 (2017.01)

(71) 申请人 江苏恒神股份有限公司

地址 212314 江苏省镇江市丹阳市通港路
777号

(72) 发明人 崔峙 徐盼盼 钱鸿川 唐俊鑫
管全景 姜万峰 李强

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

专利代理师 邵斌

(51) Int. Cl.

G01N 5/04 (2006.01)

G01N 19/08 (2006.01)

G01N 25/00 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

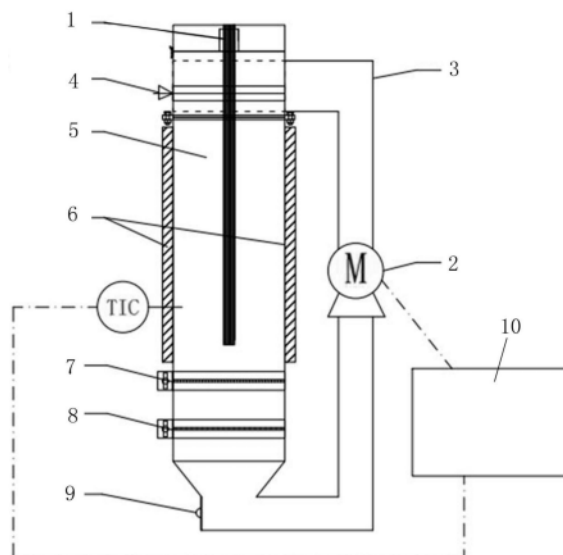
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法

(57) 摘要

本发明公开一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法,装置包括:由壳体围成的热风场;用于对热风场加热的热源;位于热风场一端的进风段,进风段与所述热风场贯通;进风段设置有进风口,进风口通过循环风管与循环风机的出口连接;与进风段连接,用于固定高性能纤维并使高性能纤维悬垂在热风场内的高性能纤维进样口;位于热风场的另一端的取样段,取样段与热风场贯通,取样段设置若干取样口;连通取样段与循环风机入口的排风段,排风段设置有外接气源接口。本发明实现了对高性能纤维毛羽缺陷的定量检测,为高性能纤维的生产及评价提供了确切的参考数据,减少高性能纤维的研发、生产和应用成本,且装置操作简单,快捷、方便,测试精度较高。



1. 一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,包括:
由壳体围成的热风场(5);
安装在所述壳体上,用于对所述热风场(5)加热的热源(6);
与所述壳体连接,并位于所述热风场(5)一端的进风段,所述进风段与所述热风场(5)贯通;所述进风段设置有进风口,所述进风口通过循环风管(3)与循环风机(2)的出口连接;
与所述进风段连接,用于固定高性能纤维并使高性能纤维悬垂在所述热风场(5)内的高性能纤维进样口(1);
与所述壳体连接,并位于所述热风场(5)的另一端的取样段,所述取样段与所述热风场(5)贯通,所述取样段设置若干取样口;
连通所述取样段与所述循环风机(2)入口的排风段,所述排风段设置有外接气源接口(9)。
2. 根据权利要求1所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,所述进风口包括具有开口差的第一进风口(31)和第二进风口(32);所述进风段还设置有用以调节第一进风口(31)和/或第二进风口(32)风速的风速调节板(4)。
3. 根据权利要求1所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,所述高性能纤维进样口(1)与所述进风段采用卡扣连接。
4. 根据权利要求1所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,所述取样口包括取样口一(7)和取样口二(8),所述取样口一(7)和取样口二(8)分别安装具有不同目数的收集滤网(11)。
5. 根据权利要求4所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,所述收集滤网(11)的目数为2~50目。
6. 根据权利要求1所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,其特征在于,还包括电气控制台(10),所述电气控制台(10)用于控制所述循环风机(2)的运行及所述热风场(5)内的温度。
7. 一种测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,其特征在于,采用权利要求1~6任一项所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,所述方法包括:
进行测试前准备,并记录待测试的高性能纤维的初始质量 m_{0-1} ;
将待测试的高性能纤维通过高性能纤维进样口(1)送入热风场(5),并按照设定的测试工艺,启动装置,进行测试;
测试结束后,从各取样口收集脱落的高性能纤维并称重,记为取样口纤维重量;
根据高性能纤维的初始质量 m_{0-1} 和取样口纤维重量,计算缺陷占比;
对从各取样口收集的高性能纤维进行拍照,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽的相关评价参数。
8. 根据权利要求7所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,其特征在于,测试前准备,包括:
将测试高性能纤维毛羽缺陷的装置固定在室内的水平桌面上,并维持室内温度和湿度恒定;
通过外接气源接口(9)对循环风管(3)、热风场(5)进行吹扫清洁;
所述取样口包括取样口一(7)和取样口二(8),在取样口一(7)、取样口二(8)分别安装

不同目数的收集滤网,安装收集滤网前,记录收集滤网的重量,其中,取样口一(7)处的收集滤网重量记为 m_{1-1} ,取样口二(8)处的收集滤网重量记为 m_{2-1} ;

调试循环风机(2),设定测试风速,调节热源(6)的输出温度。

9.根据权利要求8所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,其特征在于,根据高性能纤维的初始质量 m_{0-1} 和取样口纤维重量,计算缺陷占比,具体为:

取样口纤维重量,包括测试结束后取样口一(7)处的收集滤网重量,记为 m_{1-2} 、取样口二(8)处的收集滤网重量,记为 m_{2-2} ;

将测试结束后,高性能纤维进样口(1)处的高性能纤维的剩余质量,记为 m_{0-2} ;

一类毛羽缺陷绝对质量,为取样口一(7)处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$\frac{m_{1-2} - m_{1-1}}{m_{0-1}}$$

二类毛羽缺陷绝对质量,为取样口二(8)处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$\frac{m_{2-2} - m_{2-1}}{m_{0-1}}$$

全反应质量变化,即物料损失占比为: $\frac{m_{0-1} - m_{0-2}}{m_{0-1}}$ 。

10.根据权利要求8所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,其特征在于,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽的相关评价参数,包括但不限于毛羽外扩尺寸、直径、数量、毛羽频数比、平均值和CV值。

一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于高性能纤维工艺性能测试评价技术领域,具体涉及一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法。

背景技术

[0002] 高性能纤维一般指强度大于17.6cN/dtex,弹性模量在440cN/dtex以上的纤维。高性能纤维是纤维科学和工程界开发的一批具有高强度、高模量、耐高温性的新一代特种合成纤维,主要应用于军工和高科技产业各个领域。特别是应用于复合材料增强体,是承受载荷的核心组分。常见的高性能纤维包括无机类纤维如玻璃纤维、碳纤维,玄武岩纤维等;无机类纤维如芳酰胺纤维(芳纶),聚对苯撑苯并二噁唑纤维(PBO)等。

[0003] 高性能纤维制备工艺难度较大,会经过复杂而苛刻的工艺条件,如环化、交联、高温热处理、表面物理化学处理、高倍牵伸等工序。多工序可对高性能纤维造成各种各样的缺陷,例如,毛羽,毛丝,破丝,毛圈,毛团等(为了简化叙述,以上几种缺陷统称毛羽缺陷)。此类缺陷会被高性能纤维后处理所施覆的各类型助剂所包裹掩盖,又会在使用过程中分离、暴露、累积,对生产加工效率和最终产品性能造成负面影响。

[0004] 高性能纤维由于纱线单丝数量较多,单纤维较细,毛羽很小,肉眼是无法观察到的,因此采用人工检测方式无法完成高性能纤维毛羽缺陷定量检测。传统纱线毛羽测试仪是用来测试纱线毛羽的专用仪器,通过一定张力下,对纱线表面的毛羽进行评价,并不能对浆料处理后纤维束内部夹杂、特长毛丝毛团等进行有效区分。因此,根据高性能纤维的毛羽缺陷测试需求,迫切需要一种定量、操作简单、快捷且排除浆料影响的毛羽缺陷测试测定方法。

发明内容

[0005] 为解决现有技术中的不足,本发明提供一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法,实现了对高性能纤维毛羽缺陷的定量检测,为高性能纤维的生产及评价提供了确切的参考数据,减少高性能纤维的研发、生产和应用成本,且装置操作简单,快捷、方便,测试精度较高。

[0006] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0007] 第一方面,提供一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,包括:由壳体围成的热风场;安装在所述壳体上,用于对所述热风场加热的热源;与所述壳体连接,并位于所述热风场一端的进风段,所述进风段与所述热风场贯通;所述进风段设置有进风口,所述进风口通过循环风管与循环风机的出口连接;与所述进风段连接,用于固定高性能纤维并使高性能纤维悬垂在所述热风场内的高性能纤维进样口;与所述壳体连接,并位于所述热风场的另一端的取样段,所述取样段与所述热风场贯通,所述取样段设置若干取样口;连通所述取样段与所述循环风机入口的排风段,所述排风段设置有外接气源接口。

[0008] 进一步地,所述进风口包括具有开口差的第一进风口和第二进风口;所述进风段

还设置有用于调节第一进风口和/或第二进风口风速的风速调节板。

[0009] 进一步地,所述高性能纤维进样口与所述进风段采用卡扣连接。

[0010] 进一步地,所述取样口包括取样口一和取样口二,所述取样口一和取样口二分别安装具有不同目数的收集滤网。

[0011] 进一步地,所述收集滤网的目数为2~50目。

[0012] 进一步地,还包括电气控制台,所述电气控制台用于控制所述循环风机的运行及所述热风场内的温度。

[0013] 第二方面,提供一种测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,采用第一方面所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,所述方法包括:进行测试前准备,并记录待测试的高性能纤维的初始质量 m_{0-1} ;将待测试的高性能纤维通过高性能纤维进样口送入热风场,并按照设定的测试工艺,启动装置,进行测试;测试结束后,从各取样口收集脱落的高性能纤维并称重,记为取样口纤维重量;根据高性能纤维的初始质量 m_{0-1} 和取样口纤维重量,计算缺陷占比;对各取样口收集的高性能纤维进行拍照,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽的相关评价参数。

[0014] 进一步地,测试前准备,包括:将测试高性能纤维毛羽缺陷的装置固定在室内的水平桌面上,并维持室内温度和湿度恒定;通过外接气源接口对循环风管、热风场进行吹扫清洁;所述取样口包括取样口一和取样口二,在取样口一、取样口二分别安装不同目数的收集滤网,安装收集滤网前,记录收集滤网的重量,其中,取样口一处的收集滤网重量记为 m_{1-1} ,取样口二处的收集滤网重量记为 m_{2-1} ;调试循环风机,设定测试风速,调节热源的输出温度。

[0015] 进一步地,根据高性能纤维的初始质量 m_{0-1} 和取样口纤维重量,计算缺陷占比,具体为:取样口纤维重量,包括测试结束后取样口一处的收集滤网重量,记为 m_{1-2} 、取样口二处的收集滤网重量,记为 m_{2-2} ;将测试结束后,高性能纤维进样口处的高性能纤维的剩余质量,记为 m_{0-2} ;

[0016] 一类毛羽缺陷绝对质量,为取样口一处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$[0017] \quad \frac{m_{1-2} - m_{1-1}}{m_{0-1}}$$

[0018] 二类毛羽缺陷绝对质量,为取样口二(8)处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$[0019] \quad \frac{m_{2-2} - m_{2-1}}{m_{0-1}}$$

[0020] 全反应质量变化,即物料损失占比为: $\frac{m_{0-1} - m_{0-2}}{m_{0-1}}$ 。

[0021] 进一步地,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽的相关评价参数,包括但不限于毛羽外扩尺寸、直径、数量、毛羽频数比、平均值和CV值。

[0022] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果:本发明在可控温度下测试高性能纤维毛羽缺陷类型和数量特征值,通过可变温度场收集不同工艺阶段下的毛丝缺陷,通过不同规格收集滤网收集不同尺寸的毛羽缺陷,通过测量收集滤网前后重量增长评价不同类型毛羽缺陷的绝对重量,并通过高倍数字相机辅助图形软件,自动分析高性能纤维的毛羽缺陷类型,包括:毛羽形态和数量占比,测试精度高,操作简便、快捷。本发明可为高性能纤维

的生产和应用提供量化的评估参数,减少高纤维研发和应用阶段的成本。

附图说明

[0023] 图1是本发明实施例提供的一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置的正面结构示意图;

[0024] 图2是图1的侧面结构示意图;

[0025] 图3是图1的俯视图;

[0026] 图4是本发明实施例中使用的收集滤网的平面结构示意图;

[0027] 图中:1、高性能纤维进样口;2、循环风机;3、循环风管;31、第一进风口;32、第二进风口;4、风速调节板;5、热风场;6、热源;7、取样口一;8、取样口二;9、外接气源接口;10、电气控制台;11、收集滤网。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0029] 如图1~图4所示,一种测试高性能纤维毛羽缺陷的装置,包括:

[0030] 由壳体围成的热风场5;

[0031] 安装在壳体上,用于对热风场5加热的热源6;

[0032] 与壳体连接,并位于热风场5的一端的进风段,进风段与热风场5贯通;进风段设置有进风口,进风口通过循环风管3与循环风机2的出口连接;

[0033] 与进风段连接,用于固定高性能纤维并使高性能纤维悬垂在所述热风场5内的高性能纤维进样口1;

[0034] 与壳体连接,并位于热风场5的另一端的取样段,取样段与热风场5贯通,取样段设置若干取样口;

[0035] 连通取样段与所述循环风机2的入口的排风段,排风段设置有外接气源接口9。

[0036] 进风口包括具有开口差的第一进风口31和第二进风口32,第一进风口31和第二进风口32的开口差用于实现第一进风口31和第二进风口32的风速的不同;进风段还设置有用用于调节第一进风口31和/或第二进风口32风速的风速调节板4。

[0037] 取样口包括取样口一7和取样口二8,取样口一7和取样口二8分别安装具有不同目数的收集滤网11。

[0038] 高性能纤维进样口1采用快速卡扣可以快速将一束固定长度高性能纤维放置于热风场5内,进行热处理;循环风机2可以在电气控制台10的设定下,实现热风场的开启和关闭,并通过循环风机2的转速调整实现不同循环风量的控制;循环风管3通过左右两侧进风口(第一进风口31和第二进风口32)结构的开口差,实现热风场内高性能纤维样品左右风速差,最高风速可达10m/s;通过风速调节板4的调整实现局部风速可调节,最终使高性能纤维样品在气流风速差下发生抖动,剥离毛羽缺陷;通过热风场5周围的热源6在电气控制台10的TIC监控设定下实现热风场温度控制,最高温度可达到1000℃,精度0.5℃。由于纤维表面施覆的浆料保护作用或纤维在一定加工温度下发生化学反应,仅靠常温气流不能完全反馈高性能纤维的样品的毛羽情况,通过不同的工艺温度调整,可以全面模拟各类型条件下的

状态。

[0039] 取样口一7、取样口二8可以快速安装、收取不同目数的金属收集滤网11,目数可选2-50目,用于收集不同尺寸的毛羽缺陷;外接气源接口9可以外接其他气源,如氮气等,可以根据高性能纤维样品性能进行针对性热处理,同时也可以对风管进行彻底清理清洁。

[0040] 采用前述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置测试高性能纤维毛羽缺陷的方法,包括:

[0041] 进行测试前准备,并记录待测试的高性能纤维的初始质量 m_{0-1} ;

[0042] 将待测试的高性能纤维通过高性能纤维进样口1送入热风场5,并按照设定的测试工艺,启动装置,进行测试;

[0043] 测试结束后,从各取样口收集脱落的高性能纤维并称重,记为取样口纤维重量;

[0044] 根据高性能纤维的初始质量 m_{0-1} 和取样口纤维重量,计算缺陷占比;

[0045] 对从各取样口收集的高性能纤维进行拍照,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽的相关评价参数。

[0046] 一、测试前准备

[0047] 1、测试之前先将测试高性能纤维毛羽缺陷的装置固定在室内的水平桌面上,维持测试房间的温度和湿度恒定,室温为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $45\% \pm 3\%$ 。

[0048] 2、打开电气控制台10,调试循环风机2,通过外接气源接口9对循环风管3、热风场5进行彻底清洁;

[0049] 3、在取样口一7、取样口二8分别安装不同目数的金属收集滤网11,本发明在取样口一7安装2-5目左右的收集滤网11,在取样口二8安装50目左右的收集滤网11,用于实现不同毛羽缺陷的收集。在放入收集滤网11前,称量并记录收集滤网11的重量,取样口一7处的收集滤网重量记为 m_{1-1} ,取样口二8处的收集滤网重量记为 m_{2-1} ;

[0050] 4、通过电气控制台10,开启调试循环风机2,设定测试风速;

[0051] 5、通过电气控制台10,调节热源6的输出温度,可以根据被测高性能纤维的物料化学性进行选定温度。

[0052] 二、缺陷测试

[0053] 6、通过电气控制台10控制温度稳定后,将循环风机2调节至最小风速后,在高性能纤维进样口1将所测试高性能纤维样品送入热风场中,选择10-50段长约1m的纤维束,记录待测试的高性能纤维的初始质量 m_{0-1} ;

[0054] 7、将循环风机2调节至工艺风速后,根据处理不同的高性能纤维特性如所施覆浆料分解时长或纤维热反应时长,进行热气流毛羽剥离。经过一段时间的热气流处理后,将循环风机2调整至风速最小,热源6关闭后,分两次取出取样口一7、取样口二8的收集滤网11,处理后的高性能纤维样品并放置于干燥器中。

[0055] 三、缺陷分析计算

[0056] 8、通过分析天平测量处理后的高性能纤维样品取样口一7、取样口二8的金属收集滤网热处理后的重量,测试结束后取样口一7处的收集滤网重量,记为 m_{1-2} 、取样口二8处的收集滤网重量,记为 m_{2-2} ;将测试结束后,高性能纤维进样口1处的高性能纤维的剩余质量,记为 m_{0-2} ;

[0057] 一类毛羽缺陷绝对质量,为取样口一7处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$[0058] \quad \frac{m_{1-2} - m_{1-1}}{m_{0-1}}$$

[0059] 二类毛羽缺陷绝对质量,为取样口二处收集滤网前后质量变化,其缺陷占比为:

$$[0060] \quad \frac{m_{2-2} - m_{2-1}}{m_{0-1}}$$

[0061] 全反应质量变化,即物料损失(含化学反应)占比为: $\frac{m_{0-1} - m_{0-2}}{m_{0-1}}$ 。

[0062] 上述三个数据反应了高性能纤维在潜在热风场内发生的化学反应变化、毛羽缺陷损伤等要素,也可以根据反应速度对一类毛羽缺陷在不同的热处理时间下进行细分取样。

[0063] 9、通过高清数字相机对取样口一七处采集毛羽缺陷金属滤网进行拍照取向,通过计算机软件对图像数据进行分析计算得出毛羽外扩尺寸、直径、数量等的相关统计值,计算得出毛羽频数比、平均值、CV值等。

[0064] 下面结合两个具体的实施例对本发明所述的测试高性能纤维毛羽缺陷的装置及方法进行进一步说明。

[0065] 实施例1、测试某型碳纤维毛羽缺陷

[0066] 1、测试之前先将测试高性能纤维毛羽缺陷的装置固定于水平桌面上,维持测试房间温度和湿度恒定,室温为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $45\% \pm 3\%$ 。并完成前期的设备清理、滤网测量及安装工作;

[0067] 2、打开电气控制台,设定热风场温度为 350°C ,循环热气流 3m/s 状态维持热风场温度稳定5分钟;

[0068] 3、选取同一型号同一批次的碳纤维3锭,本实施例选择江苏恒神股份有限公司生产的T800级(12K)碳纤维,每锭取40段长1m平整的碳纤维丝束,通过高性能纤维进样口将样品在最低风速下送入热风场(一次测试碳纤维样品为40段碳纤维丝束);

[0069] 4、在设定热风场温度为 350°C 下,循环热气流 3m/s 气流状态下,气流处理30min;

[0070] 5、通过测量取样口一处收集滤网、取样口二处收集滤网的毛羽缺陷重量分别为20mg、0.5mg,取样口一处、取样口二处毛羽缺陷损失率分别为1.1%、0.5%;

[0071] 6、通过高清数字相机分析,取样口一处收集滤网处毛羽缺陷中,初步可以分为:直径超过5mm毛团有2个,长度超过5mm的单纤维束数量为20处,长度在2-5mm的单纤维束为50处,长度超过10mm的长毛丝处数量为4处。

[0072] 实施示例2、测试某型碳纤维前驱体-PAN原丝毛羽缺陷

[0073] 1、测试之前先将测试高性能纤维毛羽缺陷的装置固定于水平桌面上,维持测试房间温度和湿度恒定,室温为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $45\% \pm 3\%$ 。并完成前期的设备清理、滤网测量及安装工作;

[0074] 2、打开电气控制台,设定热风场温度为 150°C ,循环热气流 0.4m/s 状态维持热风场温度稳定5分钟;

[0075] 3、选取某型碳纤维前驱体-PAN原丝1锭,该原丝为江苏恒神股份有限公司生产的T700级(12K)碳纤维原丝,取40段长1m平整的PAN原丝,通过高性能纤维进样口将样品在最低风速下送入热风场;

[0076] 4、在设定热风场温度为 150°C 下,循环热气流 0.4m/s 气流状态下,气流处理10min;

[0077] 5、通过测量取样口一处收集滤网一的毛羽缺陷重量分别为5mg;

[0078] 6、在取样口一处重新装填收集滤网二,在循环热气流0.4m/s气流状态下,设定热风场温度为230℃,240℃,250℃,260℃下,气流处理阶段处理10min,共处理40min;

[0079] 7、通过测量取样口一处的收集滤网二,取样口二处收集滤网的毛羽缺陷重量分别为10mg,1mg。

[0080] 8、通过高清数字相机分析:

[0081] 收集滤网一处毛羽缺陷中,初步可以分为:直径超过5mm毛团有0个,长度超过5mm的单纤维束、并丝数量为40处,长度在2-5mm的单纤维束为20处,长度超过10mm的长毛丝处数量为1处;

[0082] 收集滤网二处毛羽缺陷中,初步可以分为:直径超过5mm毛团有1个,长度超过5mm的单纤维束、并丝数量为3处,长度在2-5mm的单纤维束为40处,长度超过10mm的长毛丝处数量为5处,焦油及灰尘杂质为15处。

[0083] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

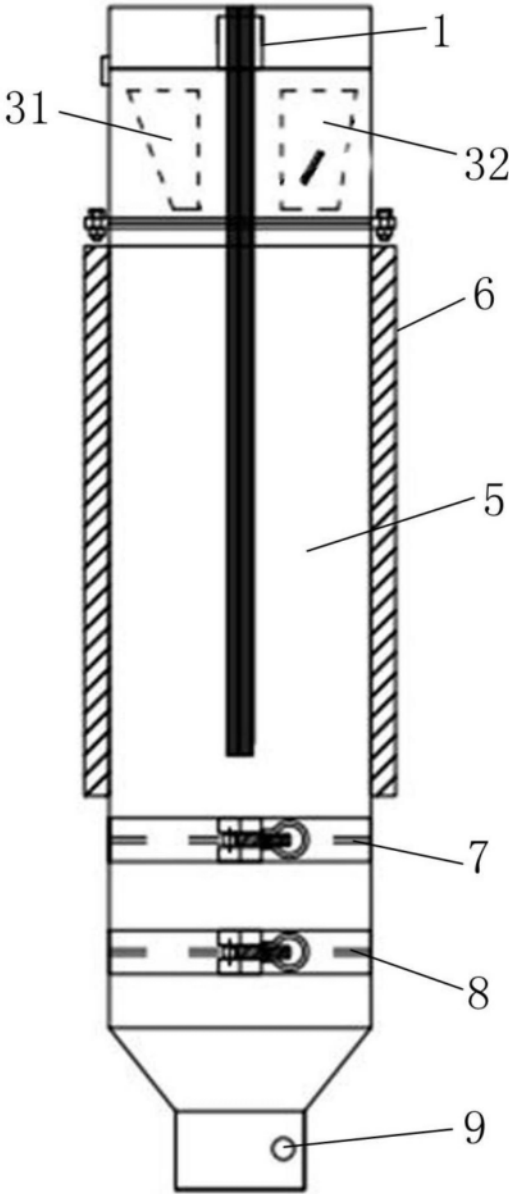


图1

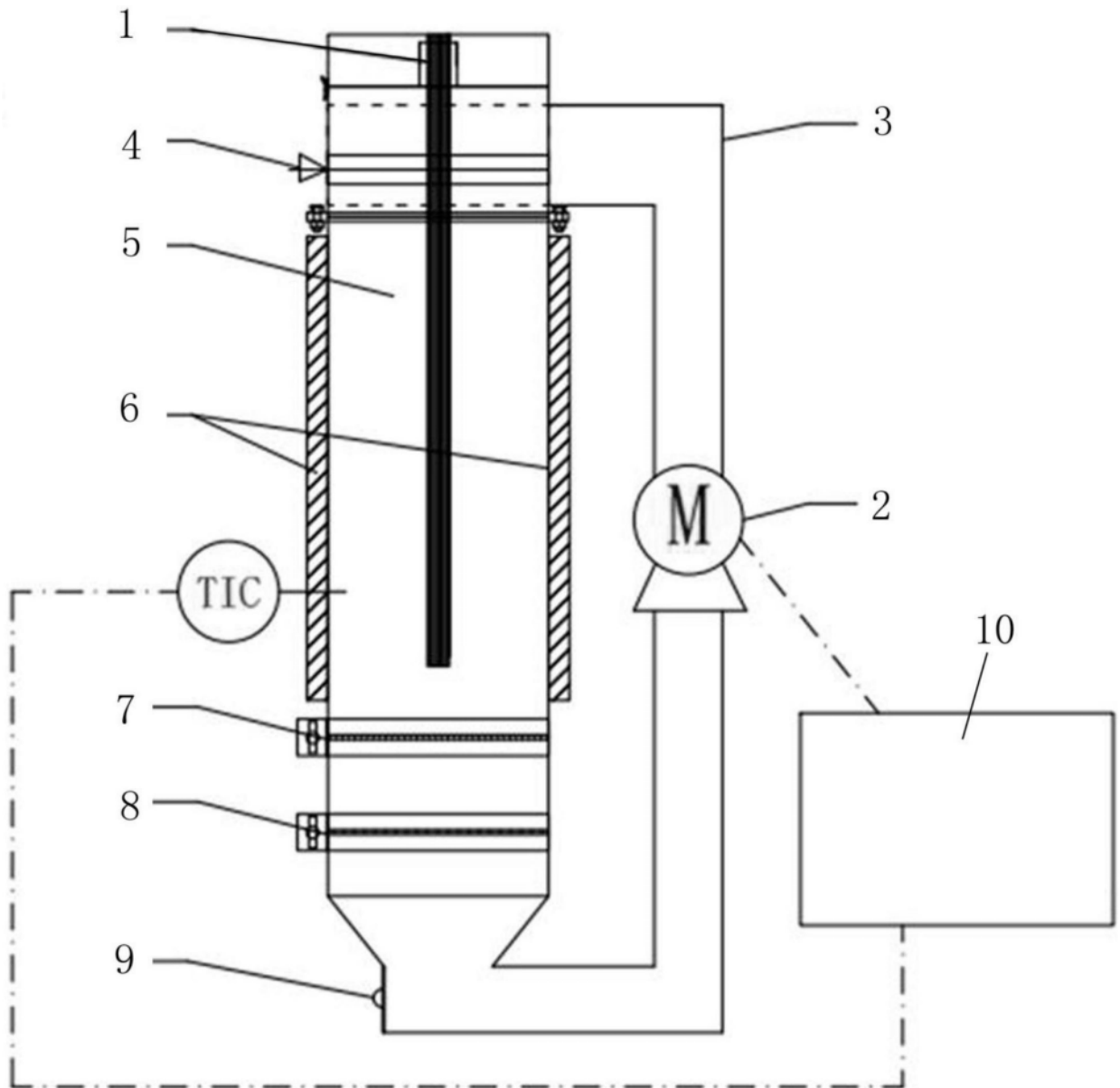


图2

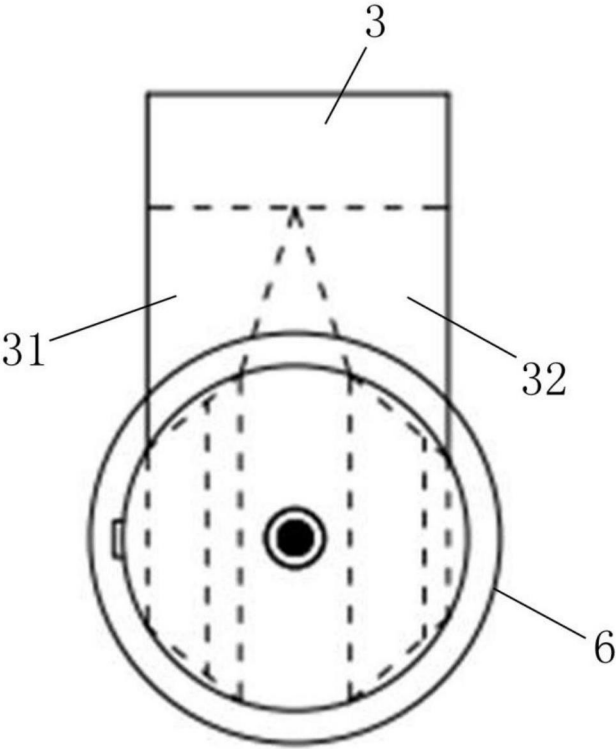


图3

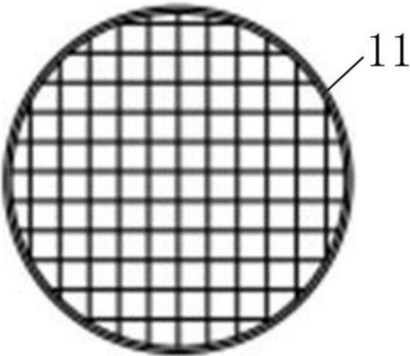


图4