



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104775169 A

(43) 申请公布日 2015.07.15

(21) 申请号 201510162783.8

(22) 申请日 2015.04.08

(71) 申请人 刘千祥

地址 422000 湖南省邵阳市大祥区文明路
28号

(72) 发明人 刘千祥

(74) 专利代理机构 北京方安思达知识产权代理
有限公司 11472

代理人 王宇杨 杨青

(51) Int. Cl.

D01D 5/00(2006.01)

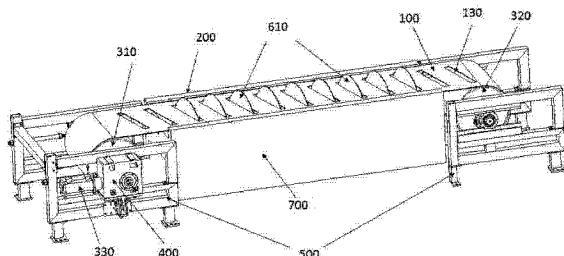
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带
装置

(57) 摘要

一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置，其由环形密封带、直线导轨、驱动系统、同步控制器和支撑架台组成；环形密封带是一条由驱动系统驱动转动的闭合环形带，其上分布多个间距均匀的螺纹孔，部分的环形密封带卡在直线导轨内并与料液槽共同构成一个箱体空间；料液槽内的螺旋电极的叶片对应的穿过环形密封带上的螺纹孔露出箱体空间，环形密封带的线速度通过同步控制器的控制与螺旋电极的线速度保持一致；本装置可实现螺旋电极旋转的同时对箱体空间内部很大程度上的密封，有效抑制料液槽内纺丝料液的快速挥发，有利于料液槽内纺丝料液的长时间稳定，为螺旋式静电纺丝设备的长时间、连续化运行及产业化应用提供了保障。



1. 一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置, 其由环形密封带(100)、直线导轨(200)、驱动系统(300)、同步控制器(400)和支撑架台(500)组成;

所述的环形密封带(100)为宽度均匀的环形带, 沿环形密封带的横向中心线分布着间距和尺寸一致的螺纹孔(130), 相邻两螺纹孔的间距与螺旋式静电纺丝设备中的料液槽(700)内的螺旋电极(600)的螺距一致, 螺旋电极(600)的叶片(610)穿过环形密封带(100)上对应的螺纹孔(130)与环形密封带(100)相交, 其相交处的叶片(610)与所述螺纹孔(130)的内壁保持1-5mm的距离;

所述的驱动系统(300)由驱动轮(310)、诱导轮(320)、驱动电机(330)和传动带(340)组成, 所述驱动轮(310)与诱导轮(320)直径相同, 二者的轴线在同一水平面上且相互平行, 所述的驱动电机(330)通过传动带(340)驱动驱动轮(310)转动, 从而带动诱导轮(320)与驱动轮(310)同步转动; 所述的环形密封带(100)套装于驱动轮(310)和诱导轮(320)之上, 环形密封带(100)与驱动轮(310)及诱导轮(320)直接接触部分构成环形密封带的二端部, 二端部之间的上中间部为上工作段(110), 二端部之间的下中间部为下自由段(120);

所述的直线导轨(200)为两块, 每块直线导轨均由导轨卡槽(210)和安装孔(220)组成, 两块直线导轨(200)对称的通过安装孔(220)分别固定于料液槽(700)的前后两侧壁上端面上, 两块导轨卡槽(210)的开口相对放置, 所述的环形密封带(100)的上工作段(110)的二端部分别嵌入两块导轨的导轨卡槽(210)之内, 所述环形密封带(100)与料液槽(700)共同构成一个相对封闭的箱体空间; 所述环形密封带(100)的上工作段(110)安装在直线导轨(200)之内, 下自由段(120)位于料液槽(700)下方并处于自由态;

所述支撑架台(500)为箱体式支撑架台; 所述驱动轮(310)、诱导轮(320)、料液槽(700)、驱动电机(330)及同步控制器(400)均固定于支撑架台(500)的上表面上; 所述料液槽(700)位于所述驱动轮(310)与诱导轮(320)之间; 驱动电机(330)通过传动带(340)与螺旋电极(600)的轴头相连;

所述的同步控制器(400)控制螺旋电极(600)和环形密封带(100)的旋转速度, 以保证螺旋电极(600)的线速度与环形密封带(100)的线速度方向及大小一致。

2. 按权利要求1所述的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置, 其特征在于, 所述环形密封带(100)的材质为不被纺丝料液溶解或者腐蚀的导电材料或绝缘材料。

3. 按权利要求2所述的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置, 其特征在于, 所述不被纺丝料液溶解或者腐蚀的导电材料为不锈钢、铜, 铁或铝。

4. 按权利要求2所述的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置, 其特征在于, 所述不被纺丝料液溶解或者腐蚀的绝缘材料为高分子复合材料、陶瓷, 木材。

5. 按权利要求4所述的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置, 其特征在于, 所述高分子复合材料为工程塑料或树脂。

一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置

技术领域

[0001] 本发明涉及静电纺丝领域的一种同步循环型螺旋密封带装置，即涉及一种能够在与螺旋电极同步运动的情况下对料液槽 700 进行封闭，能够有效地抑制料液槽内的溶剂挥发，可避免溶剂挥发引起纺丝液粘度的变化及由此造成的纤维质量下降或纺丝过程终止；该同步循环型螺旋密封带装置特别适用于挥发性较高的纺丝液体体系大量、连续化的纳米纤维的制备。

技术背景

[0002] 静电纺丝技术是一种利用静电场力生产纳米纤维材料的技术，近年来在国内外得到了广泛的研究。其主要工艺原理是：在高压静电场作用下，处于毛细管口的悬垂小液滴在静电力作用下顶端发出微细射流，射流在向接收装置飞行过程中，溶剂挥发，固化成纤维。静电纺丝技术分为针头式和无针头式两大类。相对与针头式静电纺而言，无针头式静电纺具有产量高、易操作，不存在针头堵塞问题，纺丝头易清理，制造成本较低等特点。目前主要的无针头静电纺丝技术的代表，一是捷克 Elmarco 公司的（辊式）无针头静电纺丝技术，它采用光面或表面带螺纹、花纹等不同表面形貌的转辊（参见：WO2005/024101A1）作为静电纺丝头，其加工所得纳米纤维较粗，且细度不匀较大；进行溶液静电纺时，平均直径在 50 ~ 500nm 范围；二是螺旋电极无针头静电纺丝技术，它采用螺旋丝或者螺旋片作为静电纺丝喷头（参见：CN 202107802 U），纤维的产量比辊式的纺丝喷头还要高，更适合于产业化生产。但无论是“辊式”还是“螺旋电极”的静电纺丝方式，其料液槽在纺丝的过程中都是敞开的，而且缺乏有效的手段对料液槽进行密封，这将造成料液槽内的溶剂在纺丝过程中的快速且大量的挥发，溶剂的挥发使得料液的浓度逐渐增加，粘度也随之增大，纺丝的稳定性和纤维质量将大大受到影响，甚至导致纺丝过程的被迫中断，严重阻碍了设备的产业化应用进程。

[0003] “螺旋式”静电纺丝设备的核心部件为螺旋电极，螺旋电极的螺旋叶片的一部分浸泡在料液槽内的料液内，纺丝过程中螺旋电极旋转，螺旋的叶片持续不断地将料液带出料液槽，螺旋叶片表面的料液在高压电场的作用下纺丝成纤。对于此类设备，由于螺旋电极是旋转的，且必须保证纺丝部分的螺旋叶片是敞开的，目前尚缺乏有效的手段在螺旋电极旋转纺丝的同时对料液槽内的料液的溶剂挥发进行有效的抑制。

发明内容

[0004] 本发明目的在于：针对现有敞开式“螺旋式”静电纺丝设备的溶剂挥发的问题，而提供一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置，其可在保证螺旋电极旋转纺丝的同时对料液槽内料液的溶剂挥发进行很大程度的抑制，它是一种创新型的密封装置，其主要是通过使环形密封带与旋转螺旋电极的线速度保持大小方向一致，以一种同步运动的动态方式实现对料液槽很大程度上的密封，在纺丝过程中能够减小挥发面积，有效的抑制料液槽内溶剂的快速挥发，有利于纺丝料液的浓度和粘度的长时间稳定，为“螺旋式”静电纺丝

设备的长时间、连续化运行及产业化应用提供了保障。

[0005] 本发明的技术方案如下：

[0006] 本发明提供的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置用于对螺旋式静电纺丝设备的料液槽进行密封，其主要作用是保证旋转的螺旋电极 600 正常纺丝的同时抑制料液槽内溶剂的快速挥发，它是一种能够与螺旋电极同步运动的循环型螺旋密封带装置，能够通过减小挥发面积有效的抑制料液槽内溶剂的快速挥发。

[0007] 本发明的一种用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置，其由环形密封带 100、直线导轨 200、驱动系统 300、同步控制器 400 和支撑架台 500 组成；

[0008] 所述的环形密封带 100 为宽度均匀的环形带，沿环形密封带的横向中心线分布着间距和尺寸一致的螺纹孔 130，相邻两螺纹孔的间距与螺旋式静电纺丝设备中的料液槽 700 内的螺旋电极 600 的螺距一致，螺旋电极 600 的叶片 610 穿过环形密封带 (100) 上对应的螺纹孔 130 与环形密封带 100 相交，其相交处的叶片 610 与所述螺纹孔 130 的内壁保持 1-5mm 的间距；

[0009] 所述的驱动系统 300 由驱动轮 310、诱导轮 320、驱动电机 330 和传动带 340 组成，所述驱动轮 310 与诱导轮 320 直径相同，二者的轴线在同一水平面上且相互平行，所述的驱动电机 330 通过传动带 340 驱动驱动轮 310 转动，从而带动诱导轮 32 与驱动轮 310 同步转动；所述的环形密封带 100 套装于驱动轮 310 和诱导轮 320 之上，环形密封带 100 与驱动轮 310 及诱导轮 320 直接接触部分构成环形密封带的二端部，二端部之间的上中间部为上工作段 110，二端部之间的下中间部为下自由段 120；

[0010] 所述的直线导轨 200 为两块，每块直线导轨均由导轨卡槽 210 和安装孔 220 组成，两块直线导轨 200 对称的通过安装孔 220 分别固定于料液槽 700 的前后两侧壁上端面上，两块导轨卡槽 210 的开口相对放置，所述的环形密封带 100 的上工作段 110 的二端部分别嵌入两块导轨的导轨卡槽 210 之内，所述环形密封带 100 与料液槽 700 共同构成一个相对封闭的箱体空间；所述环形密封带 100 的上工作段 110 安装在直线导轨 200 之内，下自由段 120 位于料液槽 700 下方并处于自由态；

[0011] 所述支撑架台 500 为箱体式支撑架台；所述驱动轮 310、诱导轮 320、料液槽 700、驱动电机 330 及同步控制器 400 均固定于支撑架台 500 的上表面上；所述料液槽 700 位于所述驱动轮 310 与诱导轮 320 之间；驱动电机 330 通过传动带 340 与螺旋电极 600 的轴头相连；

[0012] 所述的同步控制器 400 控制螺旋电极 600 和环形密封带 100 的旋转速度，以保证螺旋电极 600 的线速度与环形密封带 100 的线速度方向及大小一致。

[0013] 所述环形密封带 100 的材质为不被纺丝料液溶解或者腐蚀的导电材料或绝缘材料。所述不被纺丝料液溶解或者腐蚀的导电材料为不锈钢、铜，铁或铝。所述不被纺丝料液溶解或者腐蚀的绝缘材料为高分子复合材料、陶瓷，木材。所述高分子复合材料为工程塑料或树脂。

[0014] 同步控制器 400 对于螺旋电极 600 和环形密封带 100 的线速度的同步控制原理如下：首先，假设料液槽内的螺旋电极的相关参数：

[0015] 螺旋电极的螺距为： $P(\text{mm})$ ；

[0016] 螺旋电极的螺旋叶片的直径： $\varnothing 1 (\text{mm})$ ；

- [0017] 螺旋电极的转速 :W1(转 /min) ;
- [0018] 驱动轮和诱导轮的半径均为 :R(mm) ;
- [0019] 驱动轮的转速为 :W2(转 /min)
- [0020] 驱动轮的半径均为 :R(mm) ;
- [0021] 螺旋电极的线速度 :V1
- [0022] 环形密封带的线速度 :V2
- [0023] 由上可知 :
- [0024] 螺旋电极的线速度 : $V1 = P*W1 (\text{mm/min})$,
- [0025] 环形密封带的线速度 : $V2 = 2 \pi R W2 (\text{mm/min})$
- [0026] 令 $V1 = V2$, 即的等式 1 : $PW1 = 2 \pi RW2$
- [0027] 由等式 1 可推出等式 2 : $W2 = PW1/2 \pi R (\text{转 /min})$
- [0028] 只要使驱动轮与螺旋电极的转速满足以上等式 2, 即可保证在螺旋电极旋转的过程中, 环形密封带与螺旋电极的线速度保持一致, 螺旋电极的叶片与其对应的螺纹孔始终保持同步运动, 不接触, 既可以保证螺旋电极的正常旋转纺丝, 又可实现对料液槽内纺丝料液挥发很大程度上的抑制, 有利于纺丝料液的长时间稳定, 有利于纺丝状态的长时间稳定, 为设备的长时间连续化运行提供了保障。
- [0029] 本发明的有益效果如下 :
- [0030] 本发明的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置针对 :螺旋式静电纺丝设备的料液槽无法进行有效封闭, 而导致的料液槽内溶剂的快速大量挥发造成的纺丝液的浓度和粘度逐渐增大, 严重影响静电纺丝的稳定性和纤维的质量, 甚至导致生产中断, 无法进行长时间连续化生产等缺陷 ;通过对环形密封带和螺旋电极的线速度的同步控制, 实现了螺旋电极在旋转纺丝的过程中对料液槽内溶剂挥发的有效抑制, 有利于纺丝液浓度和粘度的长时间稳定, 利于静电纺丝设备的长时间连续运行, 为螺旋式静电纺丝设备的产业化应用提供了保障。

附图说明

- [0031] 图 1 为本发明的整体结构示意图 ;
- [0032] 图 2 为图 1 的主视图 ;
- [0033] 图 3 为图 1 的俯视图 ;
- [0034] 图 4 为图 1 的左视剖面示意图。

具体实施方式

- [0035] 下面结合附图及实施例进一步描述本发明。
- [0036] 以下实施例采用纺丝设备为螺旋式静电纺丝设备, 纺丝料液为 12% w/v 的 PVDF, PVDF 的分子量为 50 万, 纺丝料液的粘度范围为 1100±50cP ;纺丝料液是通过将 PVDF 的粉末加入丙酮和 DMF 的混合溶剂中, 恒温 25℃, 充分搅拌 12 小时制得 ;
- [0037] 所选料液槽 700 和螺旋电极 600 的相关尺寸如下 :
- [0038] (1) 螺旋电极 600 的长度 $L1 = 500\text{mm}$;(2) 螺旋电极的螺距 $P = 100\text{mm}$;(3) 螺旋电极的螺旋叶片直径 $\varnothing 1=100\text{mm}$; (4) 螺旋电极的螺旋叶片厚度 $D1 = 3\text{mm}$;(5) 螺旋电极的转

速 $W_1 = 6$ (转 /min) ; 料液槽 700 的长度 $L2 = 600\text{mm}$; 料液槽深度 = 80mm ; 料液槽的宽度 = 110mm, 料液槽的两侧壁厚 = 10mm ;

[0039] 由图 1、图 2、图 3 和图 4 可知, 本发明的用于静电纺丝的同步循环型螺旋密封带装置由环形密封带 100、直线导轨 200、驱动系统 300、同步控制器 400 和支撑架台 500 组成, 所述的环形密封带 100 为宽度均匀的环形带状, 沿环形密封带的中心线分布着间距、尺寸一致的螺纹孔 130, 相邻两螺纹孔的间距与料液槽 700 内螺旋电极 600 的螺距一致, 螺旋电极 600 的叶片 610 穿过对应的螺纹孔 130 与环形密封带 100 相交, 其相交处的叶片 610 与螺纹孔 130 的内壁保持 1~5mm 的间距均可 ;

[0040] 直线导轨 200 长度为 $L2 = 600\text{mm}$, 宽度与料液槽壁厚一致为 10mm, 导轨卡槽深度为 3mm, 宽度为 1mm, 环形密封带由不锈钢带构成, 不锈钢带的宽度为 115mm, 厚度为 0.6mm, 长度为螺距 P 的整数倍为 2500mm, 沿不锈钢带的横向中心线打长方形螺纹孔, 长方形螺纹孔的中心线与不锈钢带两边的夹角为 $\arctan(2.0)$ (此处括号必要吗), 长方形螺纹孔的长度为 85mm, 将不锈钢带的首尾进行无缝焊接成环状 ;

[0041] 其中直线导轨 200 分为前后两块, 分别有导轨卡槽 210 和安装孔 220, 对准直线导轨的安装孔 220 在料液槽的上端开口的两边打孔, 先将其中一块直线导轨安装于料液槽的一侧上表面上, 用螺丝固定, 然后将环形密封带 100 的上工作段 110 的一边卡进已固定好的直线导轨的导轨卡槽 210 内, 然后再将环形密封带 100 的上工作段 110 的另一边卡进另一块直线导轨的导轨卡槽 210 内, 两块直线导轨 200 相互平行并对称分布于料液槽上端面的前后两侧, 两块直线导轨的间距使得环形密封带的工作段 (110) 可在两个直线导轨的卡槽之内自由滑动 ;

[0042] 驱动系统 300 由驱动轮 310、诱导轮 320、驱动电机 330、传动带 340 组成, 驱动轮与诱导轮的直径相同, 二者的轴线在同一水平面上且相互平行, 环形密封带 100 套装于驱动轮 310 和诱导轮 320 之上, 环形密封带 100 与驱动轮 310 及诱导轮 320 直接接触部分构成环形密封带的二端部, 二端部之间的上中间部为上工作段 110, 二端部之间的下中间部为下自由段 120 ; 驱动电机 330 通过传动带 340 由驱动电机 330 驱动, 环形密封带 100 的上工作段 110 被限制在直线导轨 200 之内, 下自由段 120 穿过支撑架台与料液槽之间的空腹, 处于自由状态 ;

[0043] 环形密封带 100 的上工作段 110 的中心线与螺旋电极 600 的螺旋轴 620 的轴线相互平行, 螺旋电极 600 的叶片 610 穿过螺纹孔 130 与环形密封带 100 相交, 二者相交处, 叶片 610 与螺纹孔 130 的内壁的各处保持一定的间距, 如此, 螺旋密封带 100 的上工作段 110 便与料液槽 700 共同构成一个相对封闭的空间。

[0044] 同步控制器 400 通过控制螺旋电极 600 的转速和方向, 以及环形密封带 100 的转速和方向, 保证螺旋电极 600 的线速度与环形密封带 100 的线速度方向相同、大小相同, 如此环形密封带 100 便在配合螺旋电极 600 旋转的情况下与料液槽 700 共同构成了一个相对封闭的空间, 实现了对料液槽 700 内的有机溶剂的快速大量挥发的有效抑制。

[0045] 螺旋电极施加的电压为 +45kV 时开始产生泰勒锥并纺丝, 接收对电极为接地的不锈钢辊, 不锈钢辊与螺旋电极相互平行, 位于螺旋电极的正上方, 二者的最短距离为 17cm, 所产生的纳米纤维在不锈钢辊的表面累积成膜。

[0046] 如此, 螺旋电极的纺丝过程可持续稳定运行达 10 小时以上, 理论上, 只要保证纺

丝料液充足设备可连续稳定运行 240h 以上,可以满足产业化生产需求

[0047] 同步控制器对于螺旋电极 600 和环形密封带 100 的线速度的同步控制原理如下：

[0048] 首先,假设料液槽内的螺旋电极的相关参数：

[0049] 环形密封带和驱动系统的先关尺寸如下：

[0050] (1) 驱动轮的直径 \varnothing_2 : 300mm ;(2) 驱动轮的转速 W_2 :(转 /min) ;(3) 驱动

[0051] 电机的转速 W_3 (转 /min) ;(4) 减速比 R ;

[0052] 由上可知：

[0053] 螺旋电极的线速度 : $V_1 = P * W_1$ (mm/min) ;

[0054] 环形密封带的线速度 : $V_2 = \pi * \varnothing_2 * W_2$ (mm/min);

[0055] 减速比 : $R = W_3/W_2$;

[0056] 令 $V_1 = V_2$, 即 : $P * W_1 = \pi * \varnothing_2 * W_2$;

[0057] 可知 : $W_2 = P * W_1 / \pi * \varnothing_2 = 100 * 6 / (300 * 3.1415926) = 0.63662$ (转/min)

[0058] 令 : $R = 15.708$, 即 : $15.708 = W_3/W_2$,

[0059] 可知 : $W_3 = 10$ 转 /min

[0060] 由上可知,在以上的条件下,减速比 R 为 15.708 时,驱动电机的转速 W_3 设定为 10 转 /min,就可使环形密封带与螺旋电极的线速度保持一致,螺旋电极的叶片与其对应的螺纹孔始终保持同步运动。

[0061] 环形密封带的材质,可以是任何材质,可以是导电材料,也可以是绝缘材料。导电材料可以是导电高分子、金属不锈钢、铜、铁、铝、金、银、或是金属合金等,绝缘材料可以是工程塑料,树脂,陶瓷,木材或绝缘高分子复合材料;但对环形密封带的材质的主要要求不被纺丝料液的溶剂溶解或腐蚀。

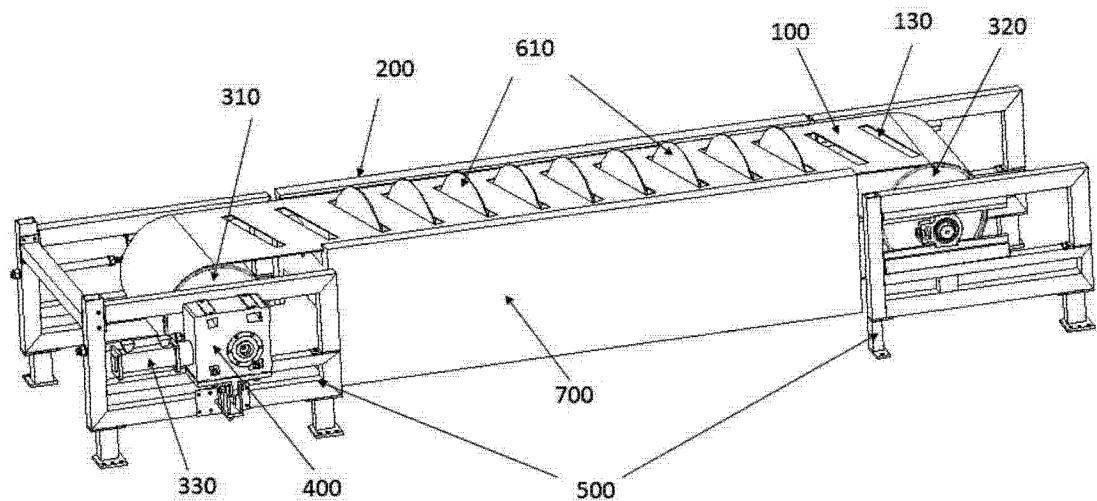


图 1

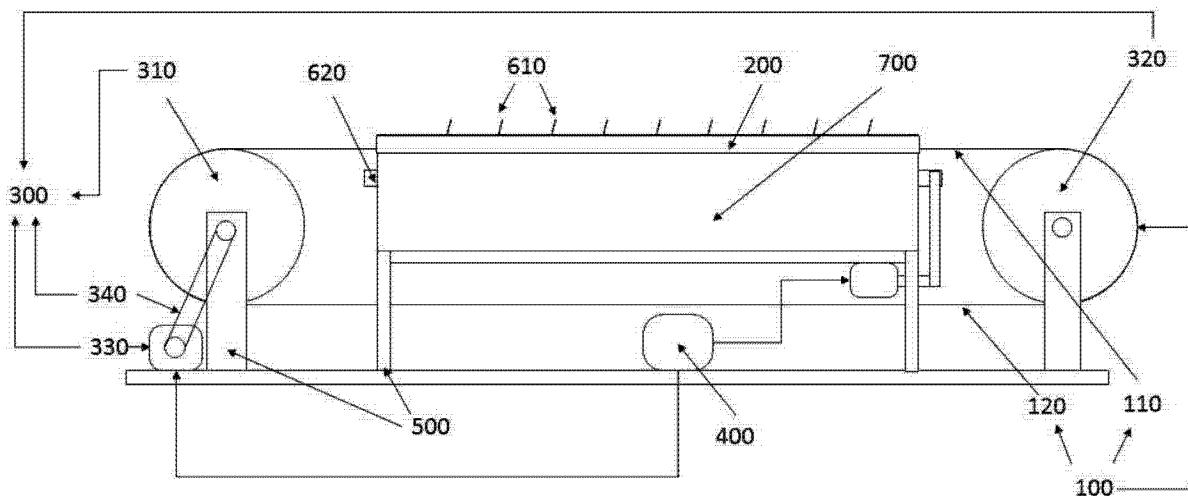


图 2

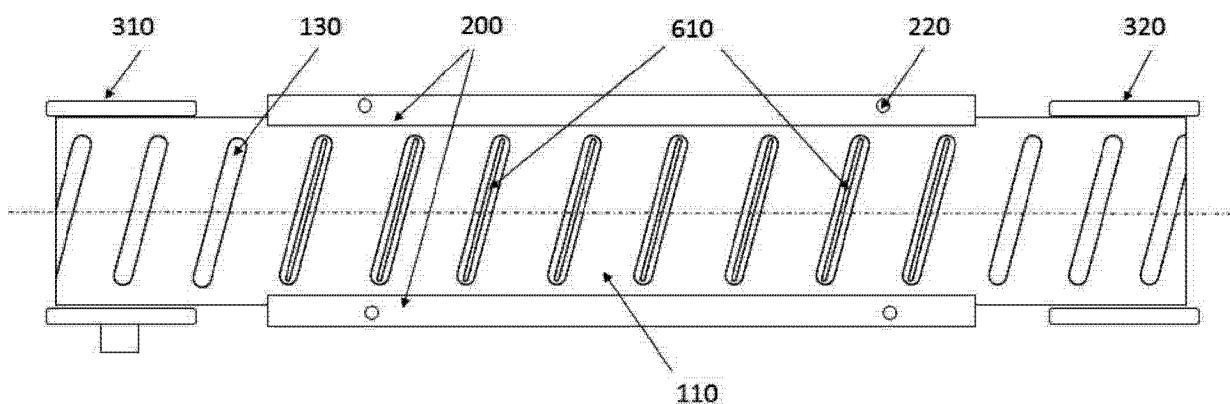


图 3

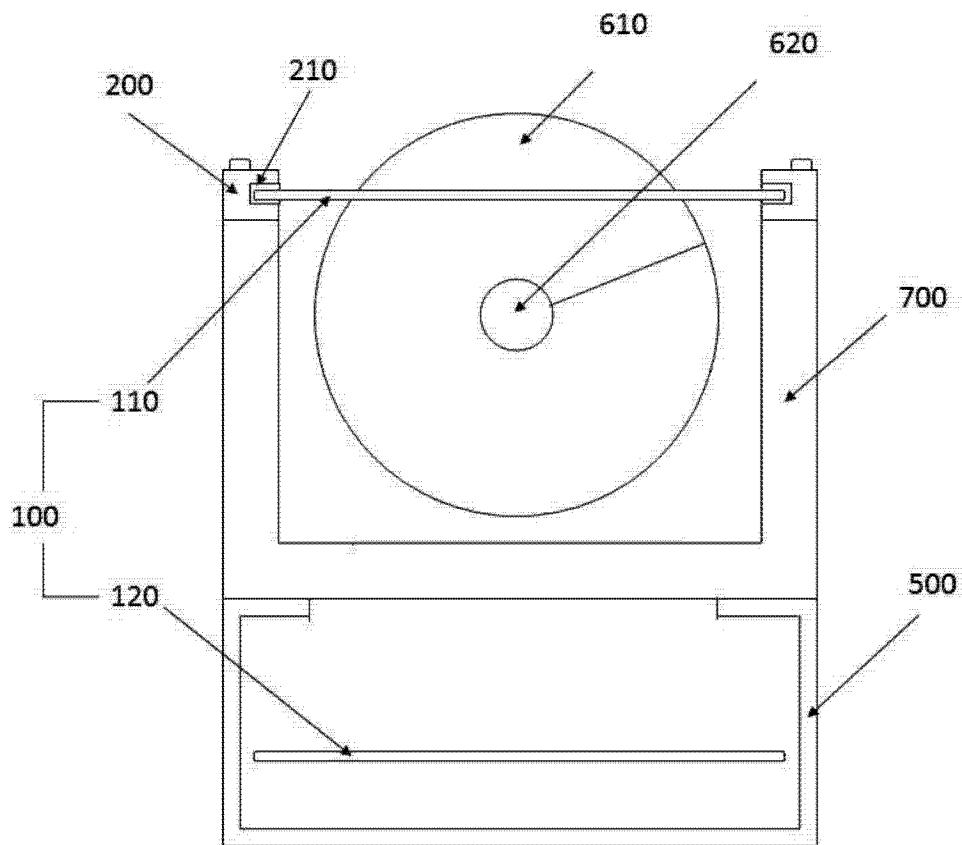


图 4