



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116905101 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202311168724.2

(22) 申请日 2023.09.12

(71) 申请人 江苏恒力化纤股份有限公司
地址 215226 江苏省苏州市吴江市盛泽镇
南麻工业区恒力路1号

(72) 发明人 唐兵兵 杨勇 刘树生 杨大矛
施玉琦 黄晓春 王栋

(74) 专利代理机构 上海统摄知识产权代理事务
所(普通合伙) 31303
专利代理师 刘灯胜

(51) Int. Cl.
D01D 5/088 (2006.01)
D01D 5/14 (2006.01)

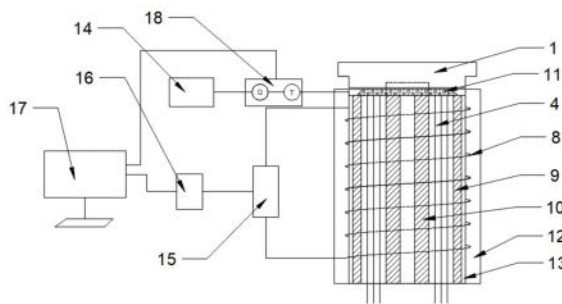
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,熔体经过喷丝板挤出后进行缓冷器缓冷;缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、钢制外筒、钢制内筒、气体加热单元、气体控制单元和压空站;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,外侧壁设有多个对称的小孔;压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过多个支路空气管道与多个对称的小孔连通;电磁感应线圈对钢制外筒和钢制内筒加热。本发明的方法可以对喷丝板内外圈丝束同步保温冷却,解决了工业丝喷丝板面积大,内外圈丝束距离远冷却不均匀的发生,同时解决了丝束受到气流场和温度场不稳定的影响。



1. 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 熔体经过喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维, 其特征在于, 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站和PC端;

中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构, 外侧壁设有多个对称的小孔;

压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接, 气体控制单元通过多个支路空气管道与多个对称的小孔连通; 气体控制单元与PC端电性连接;

钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

钢制内筒的顶端设有耐高温隔热块; 钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接;

中空圆环与耐高温隔热块的高度相同, 钢制外筒与钢制内筒的高度相同, 钢制外筒内外壁之间区域和钢制内筒内外壁之间区域的横截面积相同;

电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面, 外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接, PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间。

2. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 中空圆环的外径为280~290mm, 内径为245~260mm; 钢制外筒的外径为250~265mm, 内径为245~260mm; 钢制内筒的外径为80~122mm, 内径为62~110mm; 电磁感应线圈的高度为280~320mm, 钢制外筒的高度为280~320mm, 钢制内筒的高度为280~320mm, 中空圆环的高度为10~15mm。

3. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 缓冷器还包括隔热外壳, 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面; 电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间。

4. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 中空圆环的网状多孔结构由6~8排圆孔组成, 相邻两排圆孔错位排列; 网状多孔结构的圆孔的孔径为1~2mm, 相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.5~2mm, 每排圆孔中, 相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为4~6mm。

5. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形, 倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为 40° ~ 60° 。

6. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 所述小孔的入口处设有过滤网。

7. 根据权利要求1~6任一项所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 熔体为聚酯熔体, 聚酯熔体的特性粘度为1.10~1.15dL/g; 喷丝板直径为240~260mm, 喷丝孔呈同心圆排布6~8圈, 最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为130~135mm, 喷丝孔直径为0.5~0.8mm。

8. 根据权利要求7所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 其特征在于, 工艺参数为: 气体控制单元控制的气体的温度为280~310 $^{\circ}$ C, 流量为1.0~4.0g/s; 钢制外筒的温度为280~310 $^{\circ}$ C, 钢制内筒的温度为280~310 $^{\circ}$ C; 冷却风速为0.5~0.6m/min, 冷却风温为20~30 $^{\circ}$ C, 拉伸比为5~6, 网络压力为0.30~0.40MPa。

9. 根据权利要求8所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,其特征在于,高品质涤纶工业丝纤维染色均匀,染色等级为4.0~4.5,线密度为3350~3450dtex,线密度CV值 \leq 1.20%,单丝强力 \geq 0.7N,单丝强力CV值 \leq 0.80%,单丝直径为1.0~1.2mm,单丝直径CV值 \leq 0.50%。

10. 根据权利要求1所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,耐高温隔热块采用耐温有机硅树脂制成。

一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于纤维技术领域,涉及一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法。

背景技术

[0002] 高强工业丝或高模低缩工业丝由于其特殊用途,要求具有良好的力学性能,在聚合物分子结构上表现为高取向、高结晶。熔融纺丝过程中熔体从喷丝板挤出冷却形成初生纤维,冷却过程中伴随着聚合物的重结晶以及晶格的重排布,因此冷却质量的好坏直接影响到工业丝的产品品质。

[0003] 熔体从喷丝板挤出时温度高达300℃,且工业丝单丝线密度大,如果对其急速冷却会影响分子结构,出现我们常说的“皮芯”结构,严重的会出现熔体破裂。为了使初生纤维缓慢冷却,常在喷丝板与冷却风之间设置缓冷区。

[0004] 目前工业丝生产中使用的缓冷区是两端开放的圆形空腔,具有加热和保温功能,初生纤维从空腔中经过起到缓慢冷却的作用。

[0005] 如图1所示,现有技术中的缓冷区主要通过电热丝2加热铝板3,使整个铝板3受热,然后通过热辐射的方式对圆形空腔的空气进行加热,这样一来就存在以下问题:

[0006] 第一,传热慢,效率低,热量损失大。

[0007] 第二,工业丝喷丝板面积大($\Phi 260\text{mm}$),热量由环形空腔内壁向中心辐射,喷丝板外圈温度高,靠近喷丝板内圈温度低,如表1所示,出现喷丝板内外圈温度不均匀的现象,这对熔体的流动性、单丝间分子链取向的均匀性产生影响;文献(直纺FDY44D品种开发[D].苏州大学,2005.)指出缓冷区温度不同对喷丝板面温度、丝条运行的稳定性产生影响,容易引起毛丝、断丝,纤维染色会出现不同程度的条纹;现有技术中生产的涤纶工业丝纤维线密度CV值 $\leq 1.50\%$,单丝强力CV值 $\leq 1.00\%$,单丝直径CV值 $\leq 0.80\%$ 。

[0008] 表1 $\Phi 260\text{mm}$ 喷丝板中心与外圈温度实测值

纺位	喷丝板	第1锭(°C)	第2锭(°C)	第3锭(°C)
D2-1	中心	305.4	307.3	305.6
	外圈	308.1	309.2	308.5
C1-2	中心	305.1	305.0	305.4
	外圈	307.7	308.0	308.9
C3-1	中心	298.8	300.0	300.0
	外圈	302.6	303.3	303.5
C3-2	中心	300.0	300.0	299.8
	外圈	302.6	302.0	303.2

[0010] 第三,现有技术中的缓冷区圆形空腔上端通过保温材料与组件外壳密封,丝束从圆形空腔高速经过,会带走部分空气和热量,然后有新的外部冷空气被动向空腔内补充,缓冷区空腔内会产生不稳定的气流和温度场,容易出现紊流,增加了丝条的不匀率。现有技术中冷空气的补充与纤维运动方向相反,对纤维运行产生阻碍,不利于纤维直径均匀性的提高。

[0011] 专利CN2063527U公开一种充氮缓冷器,通过在外筒上缠绕电热丝,内筒上设有小通孔,内外筒之间通入氮气,电热丝加热氮气,用于给丝束保温,该装置结构复杂,通入氮气成本较高,且不能解决喷丝板内外圈丝束冷却的不均匀性。

[0012] 专利CN111910271B公开一种纺丝设备及其缓冷装置,在缓冷装置内壁设有出气窗,热空气通过出气窗,主动对丝束进行保温,热空气从内壁出气窗流出,随着距离的增加,热量会出现衰减,同样不能解决喷丝板内外圈丝束冷却的不均匀性。

[0013] 专利CN107906684B公开一种延长异形截面纤维生产的清板周期的纺丝方法,在缓冷区加入特殊的保温板,使丝束产生的热量减缓扩散,从而对初生纤维起到保温作用,该装置对保温材料的依赖性较高,保温材料失效,则保温效果变差。

[0014] 随着工业丝高端产品的开发,客户越来越注重工业丝的染色均匀性、批次间的色差、单丝线密度CV值、单根纤维的强力等物性指标。

[0015] 因此,通过对缓冷装置进行改进以提供一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具有十分重要的意义。

发明内容

[0016] 本发明的目的是解决现有技术中存在的问题,提供一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法。

[0017] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0018] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,熔体经过喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0019] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站和PC端;

[0020] 中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,外侧壁设有多个关于中空圆环的圆心对称的小孔;

[0021] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过多个支路空气管道与多个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0022] 具体地,压空站输送过来的空气通过主空气管道进入气体加热单元进行加热,加热后的热空气通过主空气管道进入气体控制单元,气体控制单元包括温度控制和流量控制,温度控制用于控制热空气的温度,由PC端发送信号对加热单元调节实现,确保空气温度到达设定工艺温度,流量控制用于控制热空气进入中空圆环的量,由PC端实现控制阀开度调节,热空气经过气体控制单元后通过(数量大于等于2个)支路空气管道与中空圆环连接,中空圆环外环圆周面上对称分布有多个(与出气体控制单元的支路空气管道数量相同)小孔,支路空气管道与小孔通过螺纹或紧箍连接;

[0023] 钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0024] 钢制内筒的顶端设有耐高温隔热块;钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0025] 中空圆环与耐高温隔热块的高度相同,钢制外筒与钢制内筒的高度相同,钢制外筒内外壁之间区域和钢制内筒内外壁之间区域的横截面积相同(即钢制外筒和钢制内筒各

自的外径和内径之间所形成的圆环的面积相同)；

[0026] 电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接；

[0027] 外接电源通过电子震荡器对感应线圈施加震荡电流,使钢制外筒和钢制内筒内的电子在电磁场的作用下发生高频震荡产生热量,电子震荡器与控制器连接,控制器通过控制电流的通断使电子震荡器在电磁感应线圈中产生高频变化的电流;通过PC端实现对电磁感应线圈内电流控制,实现对钢制外筒、钢制内筒的温度可控；

[0028] 具体地,由电磁原理,当线圈中通过交变电流时,线圈周围产生交变磁场,设磁通量为 Φ ,线圈匝数为 N ,感应电动势为 e ,则感应电动势计算公式为:

$$[0029] \quad e = -N \times \frac{d\Phi}{dt} \quad (1);$$

[0030] 磁通量 Φ 是按正弦改变的, Φ_m 为磁通量的最大值,由此:

$$[0031] \quad \Phi = \Phi_m \sin(\omega t) \quad (2);$$

[0032] 由(1)和(2),且 $\omega = 2\pi f$ 可得

$$[0033] \quad e = -N \frac{d\Phi}{dt} = -2\pi f N \Phi_m \cos(\omega t) \quad (3);$$

[0034] 则感应电动势的有效值 E 为:

$$[0035] \quad E = \frac{2\pi f N \Phi_m}{\sqrt{2}} \quad (4);$$

[0036] 钢制筒内由于感应电动势产生的感应电流的有效值为 I ,由焦耳定律可得到由电磁感应产生的热量 Q 为:

$$[0037] \quad Q = I^2 R t \quad (5);$$

[0038] 感应电流的大小由感应电动势和被加热材料中产生的阻抗决定,根据欧姆定律可得到感应电流 I 为:

$$[0039] \quad I = \frac{E}{R} \quad (6);$$

[0040] 其中 $\Phi = BS$, $R = R = \frac{PL}{S}$, B 为磁感应强度, S 为面积, P 电阻率, L 为电阻的长度,由此可得:

$$[0041] \quad Q = \frac{2\pi^2 f^2 N^2 B^2 S^3}{PL} t \quad (7);$$

[0042] 由(7)式可知电磁感应产生的热量 Q 与外接电源频率 f 、线圈的匝数 N 、磁感应强度 B 、钢制筒的横截面积 S 、钢制筒的电阻率 P 、钢制筒的长度 L 、时间 t 有关,其中对于同一磁感线圈, f 、 N 、 B 是一样的,相同材料的钢制筒的电阻率 P 是一样的,因此钢制外筒和钢制内筒由电磁感应产生的热量主要与在电磁感应磁场中磁感线穿过钢制筒的横截面积 S 和长度 L 有关系;

[0043] 根据热量 Q 与温度 T 的计算公式:

[0044] $Q = cm\Delta T$ (8);

[0045] 其中, c 为钢制筒的比热, m 为钢制筒的质量, 可以得到热量与温度的关系, 为了使钢制外筒和钢制内筒产生的温度相同, 只需要钢制外筒和钢制内筒的横截面积相同且高度相同即可;

[0046] 由以上推导可以知道钢制外筒和钢制内筒温度与震荡电流的频率 f 有关, 控制器通过控制电流的通断使电子震荡器在电磁感应线圈中产生高频变化的电流, 这个过程可以通过PC端实现对电磁感应线圈内电流频率的控制, 实现对钢制外筒、钢制内筒的温度可控;

[0047] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间。

[0048] 作为优选的技术方案:

[0049] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 中空圆环的外径为280~290mm, 内径为245~260mm; 钢制外筒的外径250~265mm, 内径为245~260mm, 中空圆环的外径大于钢制外筒的外径25~30mm, 主要考虑到钢制外筒外包覆有12.5~15mm厚的隔热层; 钢制内筒的外径为80~122mm, 内径为62~110mm; 电磁感应线圈高度为280~320mm, 钢制外筒的高度为280~320mm, 钢制内筒的高度为280~320mm, 中空圆环的高度为10~15mm。

[0050] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 缓冷器还包括隔热外壳, 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面; 电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间, 隔热外壳可以减少热量的散失。

[0051] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 中空圆环的网状多孔结构由6~8排圆孔组成, 相邻两排圆孔错位排列; 网状多孔结构的圆孔的孔径为1~2mm, 相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.5~2mm, 每排圆孔中, 相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为4~6mm。

[0052] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形, 倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为 40° ~ 60° , 目的是使热空气出气方向与丝束的夹角为 40° ~ 60° , 热空气可以对丝束起到拉伸作用。

[0053] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 所述小孔的入口处设有过滤网, 对进入中空圆环的气体起到过滤作用, 防止通入气体对缓冷区内空气污染, 影响初生纤维的冷却效果。

[0054] 如上任一项所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 熔体为聚酯熔体, 聚酯熔体的特性粘度为1.10~1.15dL/g; 喷丝板直径为240~260mm, 喷丝孔呈同心圆排布6~8圈, 最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为130~135mm, 喷丝孔直径为0.5~0.8mm。

[0055] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法, 工艺参数为: 气体控制单元控制的气体的温度为280~310 $^{\circ}$ C, 流量为1.0~4.0g/s; 钢制外筒的温度为280~310 $^{\circ}$ C, 钢制内筒的温度为280~310 $^{\circ}$ C; 冷却风速为0.5~0.6m/min, 冷却风温为20~30 $^{\circ}$ C, 拉伸比为5~6, 网络压力为0.30~0.40MPa;

[0056] 通过气体控制单元可以实现对进入环形空腔热空气的量可以调节, 被带走的热空气量无法直接测量, 在相同工艺条件下, 通过气体控制单元调节不同的热气流进入的量, 然后选取该条件下的丝束通过扫描电镜测试得到纤维形貌, 然后通过Image软件测得纤维直径, 计算纤维直径分布情况, 选择最优的热气流进入的量即可, 具体的计算方式为: 在某一特定热气流进入的量下, 测得该条件下的多根(50~100根)单丝的直径, 可以得到直径的分

布情况,选择直径1.0~1.2mm范围内占比最大的条件下的气流量即可,本发明选择流量为1.0~4.0g/s,就是基于这种多次测试试验得到的。

[0057] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,高品质涤纶工业丝纤维染色均匀,染色等级为4.0~4.5,染色均匀性参照GB T 6508-2015 涤纶长丝染色均匀度试验方法测试,线密度为3350~3450dtex,线密度CV值 \leq 1.20%,单丝强力 \geq 0.7N,单丝强力CV值 \leq 0.80%,单丝直径为1.0~1.2mm,单丝直径CV值 \leq 0.50%。

[0058] 如上所述的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,耐高温隔热块采用耐温有机硅树脂制成,参考专利CN105273197A耐温有机硅树脂。

[0059] 本发明的原理如下:

[0060] 电磁感应加热的基本原理就是将所需要加热的导体放置在线圈的封闭回路中,同时在线圈中通入交变电流,封闭的线圈内部就会产生与电流频率相同的交变磁场。根据电磁感应原理,磁场中的导体内的电子在交变磁场的作用下,高频振荡,进而使导体产生大量的热。

[0061] 本发明的缓冷装置,在封闭的线圈中放入钢制外筒和钢制内筒,通过电磁感应对两个钢制导体进行加热,使两个钢制导体温度升高到设定温度,从而对初生纤维进行保温让其缓慢冷却。钢制外筒产生的热量通过内壁向筒心辐射,钢制内筒产生的热量通过外壁向四周辐射,从而使喷丝板内外圈喷丝孔挤出的丝条同步冷却,避免现有技术中喷丝板内外圈温度差异导致单丝间冷却、取向、应力不均匀的发生。

[0062] 现有技术中缓冷装置与组件之间通过保温材料密封,从而形成一个“ \cap ”形结构,此时腔体内的热空气被高速向下运行的丝束带走,周围的冷空气就会被动的过来补充,一方面会在腔体内产生紊流,影响出生纤维的条干均匀性,另一方面冷空气被动过来补充使腔体内的热量发生冷热交换,腔体内存在一个不稳定的温度场变化,丝条之间的冷却均匀性受到影响。本发明加入中空圆环替代保温材料,通过气体加热单元将气体加热到工艺温度,通过空气管道输送到中空圆环内,中空圆环内壁为均匀的多孔网状结构,热空气通过中空圆环向钢制外筒与钢制内筒之间环形腔体内主动补充,丝束带走一定量的热空气,环形腔内就会补充热空气,并且补充的热空气量要大于带走的热空气的量,避免了外界冷空气的补充,使环形腔内形成稳定的气流场和温度场,减少了丝条的不稳定抖动造成的条干不均匀和丝束的冷却不均匀。

[0063] 中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形长底边和斜边的夹角为 40° ~ 60° ,使热空气出气方向与丝束的夹角为 40° ~ 60° ,热空气流动方向与纤维运行方向呈一定角度,避免热空气垂直作用在丝条上,减少热空气对纤维运动的阻碍,同时热空气向下流动也可以起到对丝束微拉伸的作用,从而有利于纤维条干均匀性的提高。而专利CN111910271B中设计的方案,沿着初生纤维经过的方向,气体供入中空腔室内的量逐渐增大,即靠近喷丝板热空气流量小,远离喷丝板热空气流量大,丝束在向下运行中,缓冷区下方的高流量气流会阻碍丝条运动,故该专利并未起到微拉伸作用。

[0064] 有益效果:

[0065] (1)本发明的一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,采用双层金属套筒并通过电磁感应对其加热以用于缓冷装置,使缓冷装置可以从外到内、从内到外双向同时对喷丝板挤出的丝束保温,即可以对喷丝板内外圈丝束同步保温冷却,解决了工业丝喷丝板面积

大,内外圈丝束距离远冷却不均匀的发生,从而提高了高品质涤纶工业丝纤维单丝间取向、应力的均匀性,有利于高品质涤纶工业丝纤维强度、染色均匀性的提升;

[0066] (2)本发明电磁加热采用非接触式加热,具有加热快的特点,可以快速升温,避免丝饼底层丝异常的发生;纺丝清板过程中由于关计量泵、喷硅油、铲板等操作会使喷丝板面温度降低,传统电加热的方式需要一定时间才能到达设定温度,这就会造成丝饼底层丝的异常,影响丝的品质;

[0067] (3)本发明采用中空圆环、气体加热单元、气体控制单元和压空站等装置,主动补充热空气,热空气流动方向与纤维运行方向呈一定角度,使得双层金属套筒之间形成稳定的气流场和温度场,减轻现有技术中气流对丝束的阻碍,有利于纤维条干均匀性的提高。

附图说明

[0068] 图1为现有技术中缓冷装置示意图;

[0069] 图2为本发明的缓冷装置示意图;

[0070] 图3为本发明的缓冷装置仰视图;

[0071] 图4为本发明的中空圆环的仰视示意图;

[0072] 图5为本发明的中空圆环沿径向的纵剖面图;

[0073] 图6为倒直角梯形的示意图;

[0074] 图7为本发明的钢制外筒和钢制内筒的仰视图;

[0075] 其中:1-纺丝组件,2-电热丝,3-铝板,4-丝束,8-电磁感应线圈,9-钢制外筒,10-钢制内筒,11-中空圆环,12-隔热外壳,13-隔热层,14-气体加热单元,15-电子震荡器,16-控制器,17-PC端,18-气体控制单元,19-中空圆环的内侧壁,20-小孔。

具体实施方式

[0076] 下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0077] 实施例中涉及的测试方法/标准如下:

[0078] 染色均匀性:参照GB T 6508-2015 涤纶长丝染色均匀度试验方法测试;

[0079] 线密度:参照GB T 14343-2008 化学纤维 长丝线密度试验方法和GB T 16604-2017 涤纶工业长丝试验方法测试;

[0080] 线密度CV值:参照GB T 14343-2008 化学纤维 长丝线密度试验方法测试;

[0081] 单丝强力:参照GB T 14337-2008 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法测试;

[0082] 单丝强力CV值:参照GB T 14337-2008 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法测试。

[0083] 实施例1

[0084] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具体过程如下:

[0085] 如图1~3所示,特性粘度为1.10dL/g的聚酯熔体经过纺丝组件1中直径为240mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却,冷却后得到的丝束4再依次经上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0086] 缓冷器包括中空圆环11、电磁感应线圈8、隔热层13、钢制外筒9、钢制内筒10、外接电源、电子震荡器15、控制器16、气体加热单元14、气体控制单元18、压空站、PC端17和隔热外壳12；

[0087] 如图4~7所示，中空圆环11的外径为280mm，内径为245mm，高度为10mm；中空圆环11沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形，倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为 40° ；中空圆环11的内侧壁上设有网状多孔结构，网状多孔结构由6排圆孔组成，任意相邻两排圆孔错位排列；网状多孔结构的圆孔的孔径为1mm，相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.5mm，每排圆孔中，相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为4mm；中空圆环11的外侧壁设有2个对称的小孔20，小孔20的入口处设有过滤网；

[0088] 钢制外筒9的外径为250mm，内径为245mm，钢制外筒9的高度为280mm；钢制外筒9的顶端通过中空圆环11与喷丝板连接；

[0089] 隔热外壳12包裹在中空圆环11和钢制外筒9的外表面；

[0090] 钢制内筒10的外径为80mm，内径为62.65mm，钢制内筒10与钢制外筒9的高度相同；钢制内筒10的顶端设有与中空圆环11高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块；钢制内筒10通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接，耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接；

[0091] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒9与钢制内筒10之间；喷丝孔呈同心圆排布6圈，相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm，最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为130mm，所有喷丝孔直径为0.5mm；

[0092] 高度为280mm的电磁感应线圈8通过隔热层13套在钢制外筒9的外表面，电磁感应线圈8位于钢制外筒9与隔热外壳12之间；外接电源通过电子震荡器15与电磁感应线圈8电性连接，PC端通过控制器16与电子震荡器15电性连接；

[0093] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元14、气体控制单元18连接，气体控制单元18通过2个支路空气管道与2个对称的小孔连通；气体控制单元18与PC端17电性连接，PC端17发送信号驱动气体控制单元18，控制气体的流量与温度，并实时显示；

[0094] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数：气体控制单元18控制的气体的温度为 280°C ，流量为 1g/s ；钢制外筒9的温度为 280°C ，钢制内筒10的温度为 280°C ；冷却风速为 0.5m/min ，冷却风温为 20°C ，拉伸比为5，网络压力为 0.3MPa ；

[0095] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4级，线密度为 3350dtex ，线密度CV值为1.1%，单丝强力为 0.7N ，单丝强力CV值为0.8%，单丝直径为1mm，单丝直径CV值为0.5%。

[0096] 实施例2

[0097] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法，具体过程如下：

[0098] 特性粘度为 1.11dL/g 的聚酯熔体经过直径为240mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维；

[0099] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站、PC端和隔热外壳；

[0100] 中空圆环的外径为284mm，内径为248mm，高度为11mm；中空圆环沿径向的纵剖面为

两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为 45° ;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,网状多孔结构由7排圆孔组成,任意相邻两排圆孔错位排列;网状多孔结构的圆孔的孔径为1.2mm,相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.6mm,每排圆孔中,相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为4.4mm;中空圆环的外侧壁设有4个对称的小孔,小孔的入口处设有过滤网;

[0101] 钢制外筒的外径为254mm,内径为248mm,钢制外筒的高度为285mm;钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0102] 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面;

[0103] 钢制内筒的外径为86mm,内径为66.21mm,钢制内筒与钢制外筒的高度相同;钢制内筒的顶端设有与中空圆环高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块;钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0104] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间;喷丝孔呈同心圆排布6圈,相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm,最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为130mm,所有喷丝孔直径为0.6mm;

[0105] 高度为290mm的电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间;外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

[0106] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过4个支路空气管道与4个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0107] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数:气体控制单元控制的气体的温度为 285°C ,流量为1.5g/s;钢制外筒的温度为 285°C ,钢制内筒的温度为 285°C ;冷却风速为0.52m/min,冷却风温为 22°C ,拉伸比为5.2,网络压力为0.32MPa;

[0108] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4级,线密度为3380dtex,线密度CV值为1%,单丝强力为0.72N,单丝强力CV值为0.76%,单丝直径为1.05mm,单丝直径CV值为0.45%。

[0109] 实施例3

[0110] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具体过程如下:

[0111] 特性粘度为1.12dL/g的聚酯熔体经过直径为240mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0112] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站、PC端和隔热外壳;

[0113] 中空圆环的外径为284mm,内径为250mm,高度为12mm;中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为 50° ;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,网状多孔结构由8排圆孔组成,任意相邻两排圆孔错位排列;网状多孔结构的圆孔的孔径为1.4mm,相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.7mm,每排圆孔中,相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为4.8mm;中空圆环的外侧壁设有4个对称的小孔,小孔的入口处设有过滤网;

[0114] 钢制外筒的外径为258mm,内径为250mm,钢制外筒的高度为290mm;钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0115] 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面;

[0116] 钢制内筒的外径为103mm,内径为80.90mm,钢制内筒与钢制外筒的高度相同;钢制内筒的顶端设有与中空圆环高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块;钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0117] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间;喷丝孔呈同心圆排布6圈,相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm,最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为130mm,所有喷丝孔直径为0.65mm;

[0118] 高度为300mm的电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间;外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

[0119] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过4个支路空气管道与4个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0120] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数:气体控制单元控制的气体的温度为290℃,流量为2g/s;钢制外筒的温度为290℃,钢制内筒的温度为290℃;冷却风速为0.54m/min,冷却风温为24℃,拉伸比为5.4,网络压力为0.34MPa;

[0121] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4.5级,线密度为3400dtex,线密度CV值为0.9%,单丝强力为0.75N,单丝强力CV值为0.7%,单丝直径为1.1mm,单丝直径CV值为0.38%。

[0122] 实施例4

[0123] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具体过程如下:

[0124] 特性粘度为1.13dL/g的聚酯熔体经过直径为260mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0125] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站、PC端和隔热外壳;

[0126] 中空圆环的外径为286mm,内径为255mm,高度为13mm;中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为55°;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,网状多孔结构由8排圆孔组成,任意相邻两排圆孔错位排列;网状多孔结构的圆孔的孔径为1.6mm,相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.8mm,每排圆孔中,相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为5.2mm;中空圆环的外侧壁设有8个对称的小孔,小孔的入口处设有过滤网;

[0127] 钢制外筒的外径为260mm,内径为255mm,钢制外筒的高度为300mm;钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0128] 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面;

[0129] 钢制内筒的外径为103.32mm,内径为90mm,钢制内筒与钢制外筒的高度相同;钢制内筒的顶端设有与中空圆环高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块;钢制内筒

通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0130] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间;喷丝孔呈同心圆排布8圈,相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm,最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为135mm,所有喷丝孔直径为0.7mm;

[0131] 高度为310mm的电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间;外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

[0132] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过8个支路空气管道与8个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0133] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数:气体控制单元控制的气体的温度为295℃,流量为2.5g/s;钢制外筒的温度为295℃,钢制内筒的温度为295℃;冷却风速为0.56m/min,冷却风温为26℃,拉伸比为5.6,网络压力为0.36MPa;

[0134] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4.5级,线密度为3410dtex,线密度CV值为1.1%,单丝强力为0.76N,单丝强力CV值为0.63%,单丝直径为1.12mm,单丝直径CV值为0.42%。

[0135] 实施例5

[0136] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具体过程如下:

[0137] 特性粘度为1.14dL/g的聚酯熔体经过直径为260mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却、上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0138] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站、PC端和隔热外壳;

[0139] 中空圆环的外径为290mm,内径为258mm,高度为14mm;中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为58°;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,网状多孔结构由8排圆孔组成,任意相邻两排圆孔错位排列;网状多孔结构的圆孔的孔径为1.8mm,相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为1.9mm,每排圆孔中,相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为5.6mm;中空圆环的外侧壁设有8个对称的小孔,小孔的入口处设有过滤网;

[0140] 钢制外筒的外径为263mm,内径为258mm,钢制外筒的高度为310mm;钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0141] 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面;

[0142] 钢制内筒的外径为112.27mm,内径为100mm,钢制内筒与钢制外筒的高度相同;钢制内筒的顶端设有与中空圆环高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块;钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0143] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间;喷丝孔呈同心圆排布8圈,相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm,最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为135mm,所有喷丝孔直径为0.75mm;

[0144] 高度为315mm的电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,电磁感应线圈

位于钢制外筒与隔热外壳之间;外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

[0145] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过8个支路空气管道与8个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0146] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数:气体控制单元控制的气体的温度为300℃,流量为3g/s;钢制外筒的温度为300℃,钢制内筒的温度为300℃;冷却风速为0.58m/min,冷却风温为28℃,拉伸比为5.8,网络压力为0.38MPa;

[0147] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4级,线密度为3430dtex,线密度CV值为1.2%,单丝强力为0.78N,单丝强力CV值为0.65%,单丝直径为1.15mm,单丝直径CV值为0.35%。

[0148] 实施例6

[0149] 一种高品质涤纶工业丝纤维的制备方法,具体过程如下:

[0150] 特性粘度为1.15dL/g的聚酯熔体经过纺丝组件中直径为260mm的喷丝板挤出后依次进行缓冷器缓冷、无风区冷却、侧吹风冷却,冷却后得到的丝束再依次经上油、拉伸、定型、网络、卷绕制成高品质涤纶工业丝纤维;

[0151] 缓冷器包括中空圆环、电磁感应线圈、隔热层、钢制外筒、钢制内筒、外接电源、电子震荡器、控制器、气体加热单元、气体控制单元、压空站、PC端和隔热外壳;

[0152] 中空圆环的外径为290mm,内径为260mm,高度为15mm;中空圆环沿径向的纵剖面为两个相同的倒直角梯形,倒直角梯形的长底边和斜边的夹角为60°;中空圆环的内侧壁上设有网状多孔结构,网状多孔结构由8排圆孔组成,任意相邻两排圆孔错位排列;网状多孔结构的圆孔的孔径为2mm,相邻两排圆孔的圆心所在的水平线的间距为2mm,每排圆孔中,相邻两个圆孔的圆心所在垂直线的间距为6mm;中空圆环的外侧壁设有8个对称的小孔,小孔的入口处设有过滤网;

[0153] 钢制外筒的外径为265mm,内径为260mm,钢制外筒的高度为320mm;钢制外筒的顶端通过中空圆环与喷丝板连接;

[0154] 隔热外壳包裹在中空圆环和钢制外筒的外表面;

[0155] 钢制内筒的外径为121.35mm,内径为110mm,钢制内筒与钢制外筒的高度相同;钢制内筒的顶端设有与中空圆环高度相同的用耐温有机硅树脂制成的耐高温隔热块;钢制内筒通过耐高温隔热块与喷丝板的中心固定连接,耐高温隔热块与喷丝板螺纹连接;

[0156] 喷丝板上的喷丝孔位于钢制外筒与钢制内筒之间;喷丝孔呈同心圆排布8圈,相邻两圈喷丝孔的圆心所在圆间距为5mm,最内圈喷丝孔的圆心所在圆的直径为135mm,所有喷丝孔直径为0.8mm;

[0157] 高度为320mm的电磁感应线圈通过隔热层套在钢制外筒的外表面,电磁感应线圈位于钢制外筒与隔热外壳之间;外接电源通过电子震荡器与电磁感应线圈电性连接,PC端通过控制器与电子震荡器电性连接;

[0158] 压空站通过主空气管道依次与气体加热单元、气体控制单元连接,气体控制单元通过8个支路空气管道与8个对称的小孔连通;气体控制单元与PC端电性连接,PC端发送信号驱动气体控制单元,控制气体的流量与温度,并实时显示;

[0159] 高品质涤纶工业丝纤维制备工艺参数:气体控制单元控制的气体的温度为310℃,流量为4g/s;钢制外筒的温度为310℃,钢制内筒的温度为310℃;冷却风速为0.6m/min,冷却风温为30℃,拉伸比为6,网络压力为0.4MPa;

[0160] 制得的高品质涤纶工业丝纤维染色均匀度等级为4.5级,线密度为3450dtex,线密度CV值为1.2%,单丝强力为0.8N,单丝强力CV值为0.78%,单丝直径为1.2mm,单丝直径CV值为0.46%。

[0161] 需要说明的是,实际加工过程中由于受加工精度等因素影响,本发明上述实施例中钢制外筒的外径、内径和钢制内筒的外径、内径数据,对于整数,没有保留小数点后的有效数字,对于非整数,根据四舍五入保留小数点后两位有效数字。

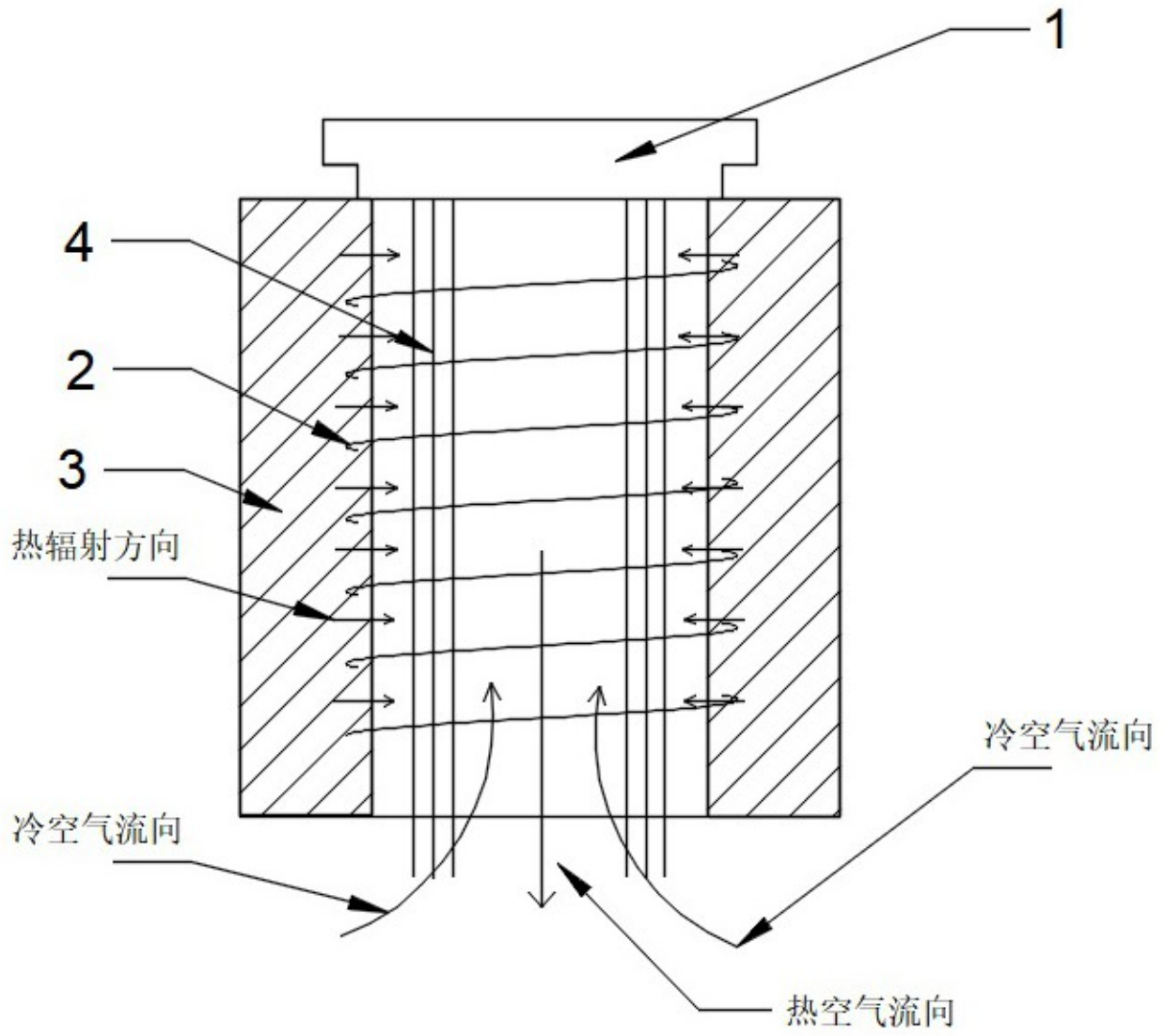


图 1

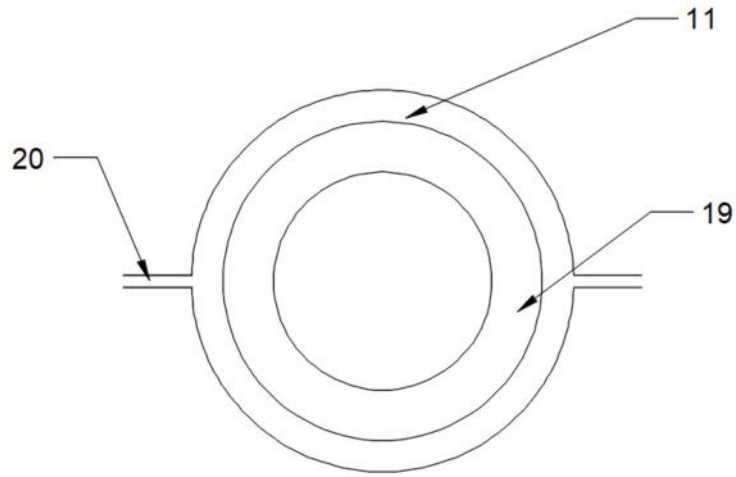


图 4

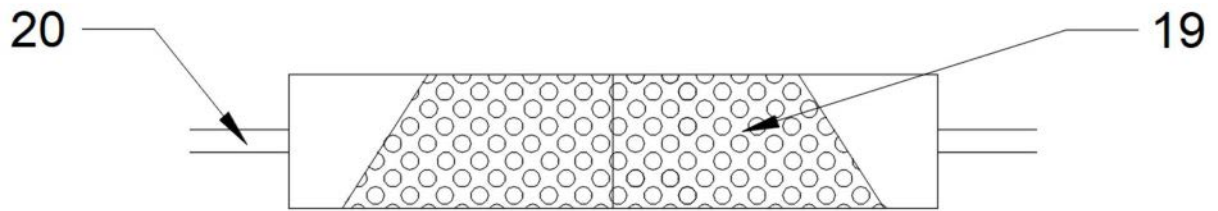


图 5

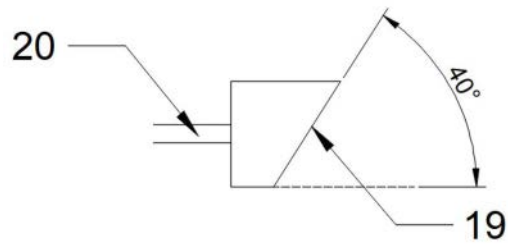


图 6

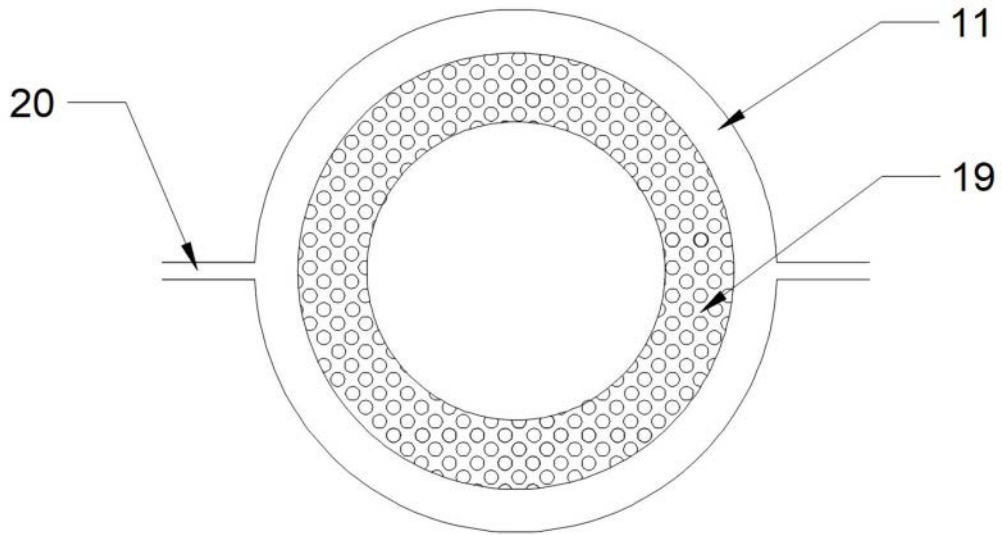


图 7