



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111020719 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201911290218.4

(22)申请日 2019.12.16

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工  
路2号

(72)发明人 毕胜 孙业青 卜镜元 李钰  
张西京 杜岩 宋金会

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心  
21200

代理人 隋秀文 温福雪

(51)Int.Cl.

D01D 5/00(2006.01)

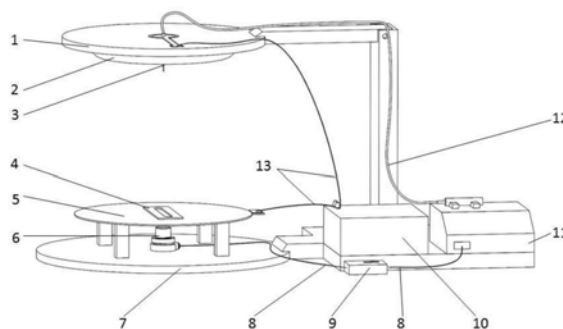
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

### (54)发明名称

一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及  
方法

### (57)摘要

本发明属于纳米纤维膜制备装置领域,特别是涉及一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及方法。本发明通过光强传感器所接收到的光强,确定纳米纤维膜的透光率,从而控制纳米纤维膜的厚度;以光强信号控制纳米纤维膜,因光强信号的滞后性小,故动态性能较好,可实现实时控制,可以准确控制纳米纤维膜的实际厚度。



1. 一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其特征在于,所述的装置包括支撑板(1)、环形光源(2)、喷丝针头(3)、石英板(4)、ITO电极板(5)、光强传感器(6)、基座(7)、微处理器(9)、高压电源(10)和微量泵(11);

所述的基座(7)包括底板部分和立柱部分,立柱竖直固定在底板上;所述的ITO电极板(5)通过多根支撑柱支撑固定在底板上,ITO电极板(5)与底板之间留有空隙,所述的光强传感器(6)安装在底板上并位于ITO电极板(5)的下方,所述的石英板(4)固定在ITO电极板(5)上表面,石英板(4)位于光强传感器(6)的正上方;

所述的支撑板(1),其一端固定在基座(7)的立柱上,其另一端的端部设有通孔,用于安装喷丝针头(3),喷丝针头(3)竖直向下;所述的环形光源(2)为光强恒定的LED光源,安装在支撑板(1)的下表面,喷丝针头(3)位于环形光源(2)的中心,环形光源(2)和喷丝针头(3)位于石英板(4)的正上方,喷丝针头(3)与光强传感器(6)的探测头位于同一直线上;

所述的高压电源(10)和微处理器(9)安装在基座(7)的底板上;所述的高压电源(10)的正负极分别与喷丝针头(3)和ITO电极板(5)通过导线(13)连接;所述的微量泵(11)和光强传感器(6)均通过数据线(8)与微处理器(9)连接;所述的微量泵(11)与喷丝针头(3)通过输送管(12)连接,用于提供纺丝溶液。

2. 根据权利要求1所述的一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其特征在于,所述的光强传感器(6),竖立安装,倾斜角不超过 $2^{\circ}$ ,光强传感器(6)的探测头指向ITO电极板(5)方向,探测头中心与喷丝针头(3)中心在水平方向的偏差不超过2mm。

3. 根据权利要求1或2所述的一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其特征在于,所述的石英板(4)厚度为3mm,透光率为 $97 \pm 0.5\%$ ,ITO电极板(5)的厚度为3mm,透光率为 $90 \pm 0.5\%$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其特征在于,所述的支撑板(1)和基座(7)均为绝缘材料。

5. 根据权利要求3所述的一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其特征在于,所述的支撑板(1)和基座(7)均为绝缘材料。

6. 一种制备厚度可控的纳米纤维膜的方法,采用权利要求1-5所述的装置,其特征在于,步骤如下:

步骤1、在微处理器(9)中设定所要制备的纳米纤维膜的厚度,微处理器(9)根据光强信号强度与纳米纤维膜厚度的关系转换为对应的透光率,进而转换为对应的光强信号强度;

步骤2、高压电源(10)的正负极分别与喷丝针头(3)和ITO电极板(5)连接通电,微量泵(11)通过输送管(12)将纺丝溶液输送到喷丝针头(3),纺丝溶液在喷丝针头(3)与ITO电极板(5)之间产生的高压电场的作用下进行纺丝,最后固化在石英板(4)上形成纳米纤维膜;环形光源(2)依次透过纳米纤维膜、石英板(4)和ITO电极板(5)后由光强传感器(6)接收;当纳米纤维膜的厚度达到设定值时,光强信号随之达到设定值,微处理器(9)控制微量泵(11)关闭,纺丝过程结束,得到确定厚度的纳米纤维膜。

## 一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于纳米纤维膜制备装置领域,特别是涉及一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 纳米纤维是一种直径为纳米尺度而长度较大的线状材料。由于其直径在纳米尺度上,故不同材料的纳米纤维具有很多特殊性能,纳米纤维的制备与应用得到了广泛关注。静电纺丝法是一种制备纳米纤维最简单有效的方法,静电纺丝纳米纤维具有大的比表面积、高的孔隙率等优点,其在柔性传感器、能源材料、生物医学等诸多领域具有巨大的潜在利用价值。

[0003] 按照已有的静电纺丝技术,对实现纳米纤维膜厚度的精准控制难度很大。应用已有的技术和设备制备纤维膜时,往往通过观察判断纳米纤维的厚度,但静电纺丝方法制备的纳米纤维在处理之前为蓬松状,人眼难以观察其实际厚度,且由于纳米纤维的直径为纳米级,在制备级小厚度纳米纤维膜时,人眼无法观察到纳米纤维膜,更无法控制其厚度。另外,通过微量泵的流量和纺丝的时间来控制纳米纤维膜的厚度也难以实现,一方面对微量泵的精度要求较高,造成成本大幅上升;另一方面,静电纺丝过程影响因素存在多样性,通过此方法来控制纳米纤维膜动态性能较差,无法实现实时控制,难以准确控制纳米纤维膜厚度。因此发明一种结构简单、性能稳定、可制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及方法就很有必要。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置及方法。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,包括支撑板1、环形光源2、喷丝针头3、石英板4、ITO电极板5、光强传感器6、基座7、微处理器9、高压电源10和微量泵11;

[0007] 所述的基座7包括底板部分和立柱部分,立柱竖直固定在底板上;所述的ITO电极板5通过多根支撑柱支撑固定在底板上,ITO电极板5与底板之间留有空隙,所述的光强传感器6安装在底板上并位于ITO电极板5的下方,所述的石英板4固定在ITO电极板5上表面,石英板4位于光强传感器6的正上方;

[0008] 所述的支撑板1,其一端固定在基座7的立柱上,其另一端的端部设有通孔,用于安装喷丝针头3,喷丝针头3竖直向下;所述的环形光源2为光强恒定的LED光源,安装在支撑板1的下表面,喷丝针头3位于环形光源2的中心,环形光源2和喷丝针头3位于石英板4的正上方,喷丝针头3与光强传感器6的探测头位于同一直线上;

[0009] 所述的高压电源10和微处理器9安装在基座7的底板上;所述的高压电源10的正负极分别与喷丝针头3和ITO电极板5通过导线13连接;所述的微量泵11和光强传感器6均通过数据线8与微处理器9连接;所述的微量泵11与喷丝针头3通过输送管12连接,用于提供纺丝

溶液。

[0010] 一种制备厚度可控的纳米纤维膜的方法,采用上述装置,具体步骤如下:

[0011] 步骤1、在微处理器9中设定所要制备的纳米纤维膜的厚度,微处理器9根据光强信号强度与纳米纤维膜厚度的关系转换为对应的透光率,进而转换为对应的光强信号强度;

[0012] 步骤2、高压电源10的正负极分别与喷丝针头3和ITO电极板5连接通电,微量泵11通过输送管12将纺丝溶液输送到喷丝针头3,纺丝溶液在喷丝针头3与ITO电极板5之间产生的高压电场的作用下进行纺丝,最后固化在石英板4上形成纳米纤维膜;环形光源2依次透过纳米纤维膜、石英板4和ITO电极板5后由光强传感器6接收;当纳米纤维膜的厚度达到设定值时,光强信号随之达到设定值,微处理器9控制微量泵11关闭,纺丝过程结束,得到确定厚度的纳米纤维膜。

[0013] 本发明的有益效果:

[0014] 1.本发明装置结构简单,性能稳定,控制参量仅与光强传感器探测的光强有关,受其他物理量如电场强度、温度、湿度的干扰小。

[0015] 2.本发明以光强信号控制纳米纤维膜,因光强信号的滞后性小,故动态性能较好,可实现实时控制,可以准确控制纳米纤维膜的实际厚度。

[0016] 3.本发明通过光强传感器所接收到的光强,确定纳米纤维膜的透光率,从而控制纳米纤维膜的厚度,测量过程是非接触测量,不会对纳米纤维膜造成任何损伤。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明的装置结构示意图。

[0018] 图2是环形光源和喷丝针头的安装位置示意图。

[0019] 图中:1支撑板、2环形光源、3喷丝针头、4石英板、5ITO电极板、6光强传感器、7基座、8数据线、9微处理器、10高压电源、11微量泵、12输送管、13导线。

## 具体实施方式

[0020] 以下结合附图和技术方案,进一步说明本发明的具体实施方式。

[0021] 如图1和图2所示,一种制备厚度可控的纳米纤维膜的装置,其组成包括:支撑板1、环形光源2、喷丝针头3、石英板4、ITO电极板5、光强传感器6、基座7、数据线8、微处理器9、高压电源10、微量泵11、输送管12和导线13。环形光源2安装在支撑板1的下表面上,支撑板1安装在基座7的立柱上,喷丝针头3安装在支撑板1的通孔上,位于环形光源2的中心;石英板4安装在ITO电极板5上表面,ITO电极板5安装在基座7的底板上,通过支撑柱支撑,使ITO电极板5与基座7的底板之间留有空隙,用于安装光强传感器6;微处理器9与光强传感器6通过数据线8连接,微量泵11与微处理器9通过数据线8连接,微量泵11与喷丝针头3通过输送管12连接,高压电源10正负极分别与喷丝针头3和ITO电极板5通过导线13连接。

[0022] 光强传感器6的暗转高要求:安装在ITO电极板5正下方,且竖立安装,倾斜角不超过 $2^{\circ}$ ,探测头指向ITO电极板5方向,探测头中心与喷丝针头3中心在水平方向的偏差不超过2mm。

[0023] 所述的石英板4,透光率为 $97 \pm 0.5\%$ ;ITO电极板5的透光率为 $90 \pm 0.5\%$ 。本实施例中,石英板4厚度为3mm,ITO电极板5的厚度为3mm。

[0024] 所述的支撑板1和基座7均为绝缘材料;本实施例中,支撑板1前端的圆形部分厚度为6-8mm,长方体部分厚度为10-12mm,基座7的立柱部分长度和宽度均为16-20mm。

[0025] 使用时,微量泵11通过输送管将纺丝溶液输送到喷丝针头3,纺丝溶液在喷丝针头3与ITO电极板5之间产生的高压电场的作用下,逐渐被拉伸成锥形。溶液在电场中伴随着溶剂的挥发,最后固化在石英板4上形成纳米纤维膜。环形光源2透过纳米纤维膜、高石英板4和透光率较好的ITO电极板5由光强传感器6接收,光强传感器6所接收到的光强信号强度与纳米纤维膜总的透光率即厚度有关,当纳米纤维膜的厚度达到设定值时,光强信号随之达到设定值,微处理器9控制微量泵11关闭,纺丝过程结束,得到确定厚度的纳米纤维膜,制备过程在无风且无强光源干扰的环境中进行。

[0026] 根据实验标定,纳米纤维膜厚度为300nm时,纳米纤维膜与石英板4和ITO电极板5的总透光率为86%,纳米纤维膜厚度从300nm增加到1200nm的过程中,每增加300nm,总透光率下降5.3%,以此可确定纳米纤维膜厚度与透光率即光强信号值的准确对应关系。根据此对应关系,在微处理器9中设定好所要制备的纳米纤维膜的厚度,微处理器9可转换为对应的透光率,进而转换为对应的光强信号强度。

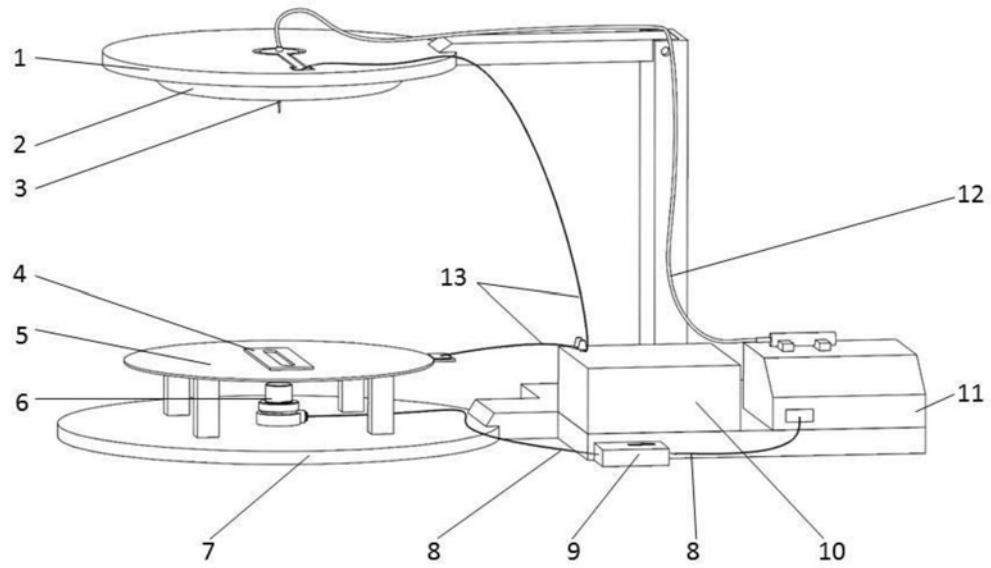


图1

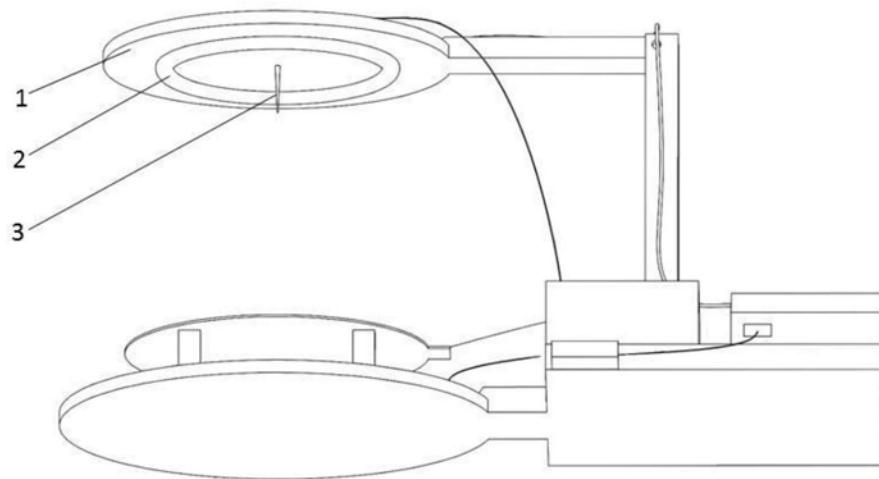


图2