



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103726110 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201310675931. 7

(22) 申请日 2013. 12. 11

(71) 申请人 哈尔滨工业大学深圳研究生院

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽镇深
圳大学城哈工大校区

(72) 发明人 邱业君 李明录

(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所（普通合伙） 44248

代理人 韩英杰

(51) Int. Cl.

D01D 5/00 (2006. 01)

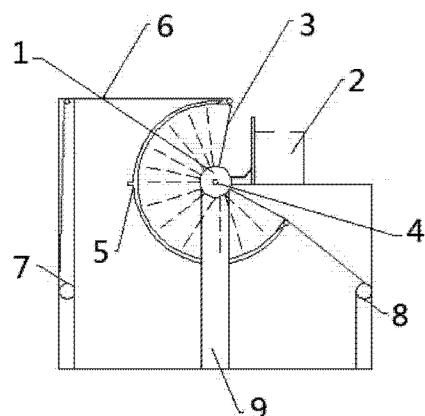
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种静电纺丝设备及其用于制备静电纺丝的
方法

(57) 摘要

本发明提供了一种高产量的静电纺丝设备。其设备的构成主要包括：金属喷射装置（1），溶液供给系统（2），弧形接收系统（3），金属喷射装置其中，包含可在金属喷射装置（1）任意位置供液的溶液供给系统（2）。本发明的设备可用于多种有机物或有机-无机复合物等的纺丝，纺丝的效率极高，产能比单喷头纺丝设备高出三个数量级以上，是目前同类设备中，纺丝效率最高的一款设备。



1. 一种静电纺丝设备,包括:金属喷射装置(1),溶液供给系统(2),弧形接收系统(3),金属喷射装置(1)一端与电源正极连接,另一端与变速电动机(13)相连接,其特征在于,包含可在金属喷射装置(1)任意位置供液的溶液供给系统(2)。

2. 根据权利要求1所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,所述金属喷射装置(1)为金属滚轴或金属滚筒,与溶液供给系统(2)为局部曲面接触,金属喷射装置(1)喷射角度可做到345°内的任意角度。

3. 根据权利要求1所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,所述溶液供给系统的供液端口为弧形,可在喷射装置(1)的各个曲面位置与滚轴接触供液。

4. 根据权利要求1所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,所述溶液供给系统(2)的储液槽内含有滑动插板(2C),滑动插板(2C)上下滑动控制供液量的大小。

5. 根据权利要求1所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,所述溶液供给系统(2)与金属喷射装置(1)接触,溶液供给系统的上边缘(2A)为与金属喷射装置(1)为同曲率的曲面,与金属喷射装置(1)之间的间隙可调,下边缘(2B)为与金属喷射装置(1)为同曲率的曲面,并与金属滚轴紧密接触。

6. 根据权利要求5所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,溶液供给系统的上边缘(2A)与金属喷射装置(1)之间的间隙为5mm以内。

7. 根据权利要求1所述的一种静电纺丝设备,其特征在于,包括:金属喷射装置(1),一端为接线端(4)与电源正极连接,另一端通过联轴器(11)和绝缘杆(12)与变速电动机13相连接;

溶液供给系统(2),供液的端口为和滚轴曲率相同的曲面并金属滚轴接触;

弧形接收系统(3)支撑装置保证纤维接收布(6)沿着接收系统(3)传动,弧形接收角度为345°内任意角度,接收距离一定范围内可调;线壳5与电源负极连接;主动轴(7),通过联轴器与变速电动机相连,控制整个弧形纤维接收布的传动速度;从动轴(8),用于纤维接收布的卷回和提供;

整个设备的支架(9),用于支撑金属喷射装置(1),溶液供给系统(2),弧形接收系统(3)。

8. 一种静电纺丝的制备方法,其特征在于,使用权利要求1—7任一权利要求所述一种静电纺丝设备采用如下制备步骤:

(1)、将正负极线分别接在金属喷射装置和接收装置线壳上,启动电动机带动金属喷射装置和弧形接收系统(3)正常运转;(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统(2)中,调节溶液供给系统(2)储液槽中的插板高度来控制供液速度;(3)开启高压电源,逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷,液滴受到的电场力大于表面张力,液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

9. 根据权利要求8所述的一种静电纺丝的制备方法,其特征在于,所述纺丝溶液为聚合物PVA,PVP,PVA-PVP,PEO的水溶液。

10. 根据权利要求9所述的一种静电纺丝的制备方法,其特征在于,所述纺丝溶液为聚合物PVA,PVP,PVA-PVP,PEO的水溶液的质量体积比浓度为6%—15%,水为蒸馏水。

一种静电纺丝设备及其用于制备静电纺丝的方法

技术领域

[0001] 本发明属于材料制备设备领域,特别涉及一种静电纺丝设备,以及其用于制备静电纺丝采用无喷头纺丝技术、多角度溶液供给和弧形接收的方法。

背景技术

[0002] 静电纺丝法具有工艺简单、制备快捷、成本低廉、环境友好等显著优点,被认为是当前最有前途的工业化生产纳米材料的技术之一。静电纺丝的基本原理是:将高分子溶液或熔体置于高压静电场中,使其带上高压静电,带电溶液在电场力和表面张力的作用下在液滴顶点形成 Taybr 锥,当电场力大于溶液的表面张力时便形成喷射细流,细流经溶剂蒸发或熔体冷却而固化,从而得到纤维。

[0003] 传统静电纺丝的基本装置主要包括高压电源、溶液储存供应装置、喷射装置、收集装置等四部分。(1)、高压电源:提供纺丝所需高压静电场,让所纺溶液带上足够多的静电荷,使液滴泰勒锥尖端处产生射流。(2)、溶液储存供应装置:储液装置一般采用注射器,引出一个金属电极与高压电源相连。采用注射器做溶液储存装置时,可将电源端夹在注射器的单喷头位置。(3)、喷射装置:一般为内径 0.5~2mm 的毛细管或注射器单喷头。(4)、收集装置:一般可以用金属板、石墨纸、传送带、滚筒或网格等。

[0004] 随着静电纺丝技术的不断发展,以及对电纺纤维需求的不断提高。新型的纺丝方法及装置不断涌出。静电纺丝技术从最初的单喷头静电纺丝装置向多喷头静电纺丝装置,最后向无喷头多射流静电纺技术的发展和转变。单喷头装置由于装置复杂,喷头数量受限,喷头容易堵,因而不利于产业规模化生产。多喷头静电虽能有效提高纺丝效率,但喷头之间存在电场影响,装置清洁困难,喷头间所必须的空隙致使装置的占地面积大,依然与产业化生产需求相矛盾。因此,为了将静电纺丝技术应用于工业化生产,静电纺丝设备的研发设计逐渐向高产量的无喷头技术装置转移。目前无喷头技术领域出现了很多不同的静电纺丝设备,包括有圆柱式、离心式、多孔式、栅栏式等几十种纺丝方法。但在所有的无喷头纺丝设备中,包括捷克爱尔玛科公司的纳米蜘蛛,以及现有技术 CN103215660A 提供的静电纺丝纳米纤维设备,采用的都是普通的液槽底部供液,传送带式接送,喷射头只是向单一的一个方向喷射,滚轴没有充分被利用。

[0005] 所以,为了进一步提高生产效率,保证生产静电纺丝的质量,需进一步的研究开发。

发明内容

[0006] 鉴于现有技术存在的技术问题,通过大量的实验研究发现,通过以下技术方案实现本发明解决的技术问题:

[0007] 一种静电纺丝设备,包括:金属喷射装置 1,溶液供给系统 2,弧形接收系统 3,金属喷射装置 1 一端与电源正极连接,另一端与变速电动机 13 相连接,其特征在于,包含可在金属喷射装置 1 任意位置供液的溶液供给系统 2。

[0008] 所述金属喷射装置 1 为金属滚轴或金属滚筒，与溶液供给系统 2 为局部曲面接触，金属喷射装置 1 喷射角度可做到 345° 内的任意角度。

[0009] 所述溶液供给系统 2 的供液端口为弧形，可在喷射装置 1 的各个曲面位置与滚轴接触供液。

[0010] 所述溶液供给系统 2 的储液槽部分可以根据实际需要设置容积大小，储液槽内滑动插板 2C 上下滑动控制供液端口的压力和供液量的大小。

[0011] 所述溶液供给系统 2 与金属喷射装置 1 接触，溶液供给系统的上边缘 2A 为与金属喷射装置 1 为同曲率的曲面，与金属喷射装置 1 之间的间隙可调，下边缘 2B 为与金属喷射装置 1 为同曲率的曲面，并与金属滚轴紧密接触。

[0012] 溶液供给系统的上边缘 2A 与金属喷射装置 1 之间的间隙优选为 5mm 以内。

[0013] 大角度弧形连续接收系统 3 为弧形动态接收，采用类似传送带形式运转，接收角度为 345° 内任意角度，圆弧半径根据接收距离金属滚轴直径进行调节，弧形基底外侧装有同曲率弧形金属软板线壳 5 接电源负极。

[0014] 更为具体的，本发明的优选实施方案中，一种静电纺丝设备，包括：金属喷射装置 1，一端为接线端 4 与电源正极连接，另一端通过联轴器 11 和绝缘杆 12 与变速电动机 13 相连接；

[0015] 溶液供给系统 2，供液的端口为和滚轴曲率相同的曲面并金属滚轴接触；

[0016] 弧形接收系统 3 支撑装置保证纤维接收布 6 沿着接收系统 3 传动，弧形接收角度为 345° 内任意角度；线壳 5 与电源负极连接；主动轴 7，通过联轴器与变速电动机相连，控制整个弧形纤维接收布的传动速度；从动轴 8，用于纤维接收布的卷回和提供；

[0017] 整个设备的支架 9，用于支撑金属喷射滚轴 1，溶液供给系统 2，弧形接收系统 3。

[0018] 本发明的一个优选实施方案中，供给系统 2 的储液槽内含有滑动插板 2C，滑动插板 2C 上下滑动控制供液端口的压力和供液量的大小。

[0019] 本发明的一个优选实施方案中，上接触板边缘 2A，为弧形，并与滚轴的间隙可调，防止接触板挂到金属轴上的溶液；下接触板边缘 2B，为弧形，与金属滚轴紧密接触，防止溶液供给系统漏液，提高了接触的紧密程度和供液的均匀性。

[0020] 特别是上接触板边缘 2A，和金属滚轴 1 有相同的曲面弧段并与金属滚轴 4 的间隙间隙可调。下接触板边缘 2B，和金属滚轴 1 有相同的曲面弧段并与金属滚轴 4 紧密接触，所得静电纺丝均匀度高。

[0021] 本发明材料和电极连接方式优选金属喷射装置 1，可采用铸铁加工后镀铬，或不锈钢加工。溶液供给系统 2，采用非金属材料制作，弧形支撑装置 3，采用非金属材料制作，金属喷射装置 1 的正极接线端 4 与电源正极采用搭接方式，负极接线壳 5 通过接线柱与电源负极相接。

[0022] 本发明通过将无喷头静电纺丝方法与多角度的溶液供给装置和大角度的纤维接收装置组合，制作出能够比纳米蜘蛛效率更高，产量更大的制作聚合物纳米纤维膜的静电纺丝设备。

[0023] 本发明提供的静电纺丝设备用于制备聚合物静电纺丝的方法包括如下步骤：

[0024] (1)、将正负极线分别接在金属喷射装置和接收装置外壳上，启动电动机带动金属喷射装置和弧形接收系统 (3) 正常运转；(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统

(2) 中, 调节溶液供给系统(2) 储液槽中的插板高度来控制供液速度; (3) 开启高压电源, 逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷, 液滴受到的电场力大于表面张力, 液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

[0025] 本发明提供的静电纺丝设备可以用于包括 PVA, PVP, PVA-PVP, PEO 等聚合物静电纺丝的制备, 也包括其他制备静电纺丝的多种有机物或有机-无机复合物, 制备过程采用蒸馏水等溶剂配置适合浓度的溶液, 溶液质量体积比(w/v) 浓度优选 6%—15%, 必要时加入一定量的 NaCl 溶液, 制备纳米纤维膜。

[0026] 所述质量体积比(w/v) 为质量 g 与体积 mL 的比。

[0027] 相比现有技术, 本发明的优点在于:

[0028] 1、本发明提供的静电纺丝设备采用喷头技术, 无解决了传统带喷头设备喷头容易堵, 不利于产业化生产, 喷头之间存在电场影响, 装置清洁困难, 喷头间所必须的空隙致使装置的占地面积大的问题。

[0029] 2、现有技术新型的无喷头纺丝设备中, 大部分采用的都是普通的液槽底部供液, 传送带式接送, 喷射头只是向单一的一个方向喷射, 滚轴没有充分被利用, 本发明提供的静电纺丝设备使滚轴充分利用, 提高使用效率。

[0030] 3、本发明提供的静电纺丝设备大大提高了静电纺丝的效率, 和纤维膜厚度的均匀性, 同等条件下, 静电纺丝的产量是单喷头的 2000 倍以上。

[0031] 4、通过本发明提供的静电纺丝设备进行静电纺丝制备, 操作简单, 降低了清洁、维护成本, 高效率, 所得产品厚度均匀, 易于产业规模化应用。

附图说明

[0032] 图 1 为本发明的静电纺丝设备结构的右示意图。

[0033] 图 2 为本发明的静电纺丝设备结构的后示意图。

[0034] 图 3A 为滑动插板未插入状态的溶液供给系统图; 图 3B 为滑动插板插入状态的溶液供给系统图。

[0035] 图 4A 为溶液供给系统的局部放大图; 图 4B 为溶液供给系统中滚轴接触面的局部放大图。

[0036] 图 5 为本发明设备得到的 PVA 纳米纤维膜在扫描电子显微镜 SEM 图。

[0037] 图 6 为本发明设备得到的 PVP 纳米纤维膜在扫描电子显微镜 SEM 图。

[0038] 图 7 为本发明设备得到的 PVA-PVP 纳米纤维膜在扫描电子显微镜 SEM 图。

[0039] 图 8 为本发明设备得到的 PEO 纳米纤维膜在扫描电子显微镜 SEM 图。

具体实施方式

[0040] 下面结合实施例和附图对本发明作进一步说明:

[0041] 实施例 1

[0042] 由图 1 和图 2 所示, 本发明的高产量的静电纺丝设备包括:

[0043] 金属喷射装置 1 为滚轴, 一端为接线端 4 与电源正极连接, 另一端通过联轴器 11 和绝缘杆 12 与变速电动机 13 相连接;

[0044] 溶液供给系统 2, 供液的端口为和滚轴曲率相同的曲面并金属滚轴接触;

[0045] 弧形接收系统 3 支撑装置保证纤维接收布 6 沿着接收系统 3 传动, 弧形接收角度为 345° ; 线壳 5 与电源负极连接; 主动轴 7, 通过联轴器与变速电动机相连, 控制整个弧形纤维接收布的传动速度; 从动轴 8, 用于纤维接收布的卷回和提供;

[0046] 整个设备的支架 9, 用于支撑金属喷射滚轴 1, 溶液供给系统 2, 弧形接收系统 3。

[0047] 实施例 2

[0048] 由图 1、图 2、图 3A 和图 3B 所示, 本发明的高产量的静电纺丝设备包括:

[0049] 金属喷射装置 1 为滚轴, 一端为接线端 4 与电源正极连接, 另一端通过联轴器 11 和绝缘杆 12 与变速电动机 13 相连接;

[0050] 溶液供给系统 2, 供液的端口为和滚轴曲率相同的曲面并金属滚轴接触, 溶液供给系统 2 有滑动插板 2C, 滑动插板 2C 上下滑动控制供液端口的压力和供液量的大小;

[0051] 弧形接收系统 3 支撑装置保证纤维接收布 6 沿着接收系统 3 传动, 弧形接收角度为 300° ; 线壳 5 与电源负极连接; 主动轴 7, 通过联轴器与变速电动机相连, 控制整个弧形纤维接收布的传动速度; 从动轴 8, 用于纤维接收布的卷回和提供;

[0052] 整个设备的支架 9, 用于支撑金属喷射滚轴 1, 溶液供给系统 2, 弧形接收系统 3。

[0053] 实施例 3

[0054] 由图 1、图 2、图 3A、图 3B、图 4A 和图 4B 所示, 本发明的高产量的静电纺丝设备包括:

[0055] 金属喷射装置 1 为滚轴, 一端为接线端 4 与电源正极连接, 另一端通过联轴器 11 和绝缘杆 12 与变速电动机 13 相连接;

[0056] 溶液供给系统 2, 供液的端口为和滚轴曲率相同的曲面并金属滚轴接触, 溶液供给系统 2 有滑动插板 2C, 滑动插板 2C 上下滑动控制供液端口的压力和供液量的大小, 上接触板边缘 2A, 和金属喷射装置 1 有相同的曲面弧段并与金属滚轴 4 的间隙可调, 下接触板边缘 2B, 和金属喷射装置 1 有相同的曲面弧段并与金属滚轴 4 紧密接触;

[0057] 弧形接收系统 3 支撑装置保证纤维接收布 6 沿着接收系统 3 传动, 弧形接收角度为 345° ; 线壳 5 与电源负极连接; 主动轴 7, 通过联轴器与变速电动机相连, 控制整个弧形纤维接收布的传动速度; 从动轴 8, 用于纤维接收布的卷回和提供;

[0058] 整个设备的支架 9, 用于支撑金属喷射滚轴 1, 溶液供给系统 2, 弧形接收系统 3。

[0059] 实施例 4

[0060] 配制质量体积比浓度为 10%PVA 的蒸馏水溶液, 采用本发明实施例 3 的静电纺丝设备制备静电纺丝, 得到了纳米纤维膜, 纤维膜在 SEM 表征下的形貌图 5。

[0061] 具体方法:(1)、将正负极线分别接在喷射滚轴 1 和线壳 5 上, 启动电动机带动金属滚轴喷射头和弧形传动收集装置正常运转, 转速根据溶液浓度的情况进行调节;(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统 2 中, 调节储液槽中的插板高度来控制供液速度和供液量的大小;(3) 开启高压电源, 逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷, 液滴受到的电场力大于表面张力, 液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

[0062] 实施例 5

[0063] 配制质量体积比浓度为 15%PVP 的蒸馏水溶液, 采用本发明实施例 3 的静电纺丝设备制备静电纺丝, 得到了纳米纤维膜, 纤维膜在 SEM 表征下的形貌的图 6。

[0064] 具体方法:(1)、将正负极线分别接在喷射滚轴 1 和线壳 5 上, 启动电动机带动金属

滚轴喷射头和弧形传动收集装置正常运转,转速根据溶液浓度的情况进行调节;(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统2中,调节储液槽中的插板高度来控制供液速度和供液量的大小;(3)开启高压电源,逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷,液滴受到的电场力大于表面张力,液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

[0065] 实施例 6

[0066] 配中质量体积比浓度为 10% 的 PVA-PVP(6 :4) 的蒸馏水溶液,采用本发明实施例 3 的静电纺丝设备制备静电纺丝,得到了纳米纤维膜,纤维膜在 SEM 表征下的形貌的图 7。

[0067] 具体方法:(1)、将正负极线分别接在喷射滚轴 1 和线壳 5 上,启动电动机带动金属滚轴喷射头和弧形传动收集装置正常运转,转速根据溶液浓度的情况进行调节;(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统 2 中,调节储液槽中的插板高度来控制供液速度和供液量的大小;(3) 开启高压电源,逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷,液滴受到的电场力大于表面张力,液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

[0068] 实施例 7

[0069] 配制质量体积比浓度为 6%PEO 的蒸馏水溶液,加入质量体积比浓度 0.2% 的 NaCl,采用本发明实施例 3 的静电纺丝设备制备静电纺丝得到了纳米纤维膜,纤维膜在 SEM 表征下的形貌图 8。

[0070] 具体方法:(1)、将正负极线分别接在喷射滚轴 1 和线壳 5 上,启动电动机带动金属滚轴喷射头和弧形传动收集装置正常运转,转速根据溶液浓度的情况进行调节;(2)、将配置好的纺丝溶液加入到溶液供给系统 2 中,调节储液槽中的插板高度来控制供液速度和供液量的大小;(3) 开启高压电源,逐渐加大电压到滚筒表面的溶液中带有足够多电荷,液滴受到的电场力大于表面张力,液滴被拉长形成泰勒锥后连续大量的纺丝为止。

[0071] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

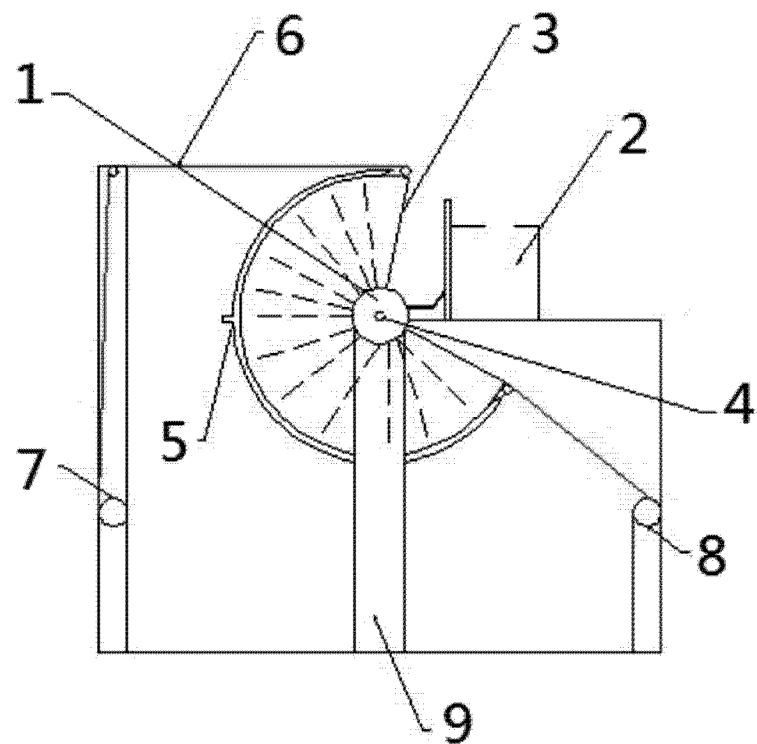


图 1

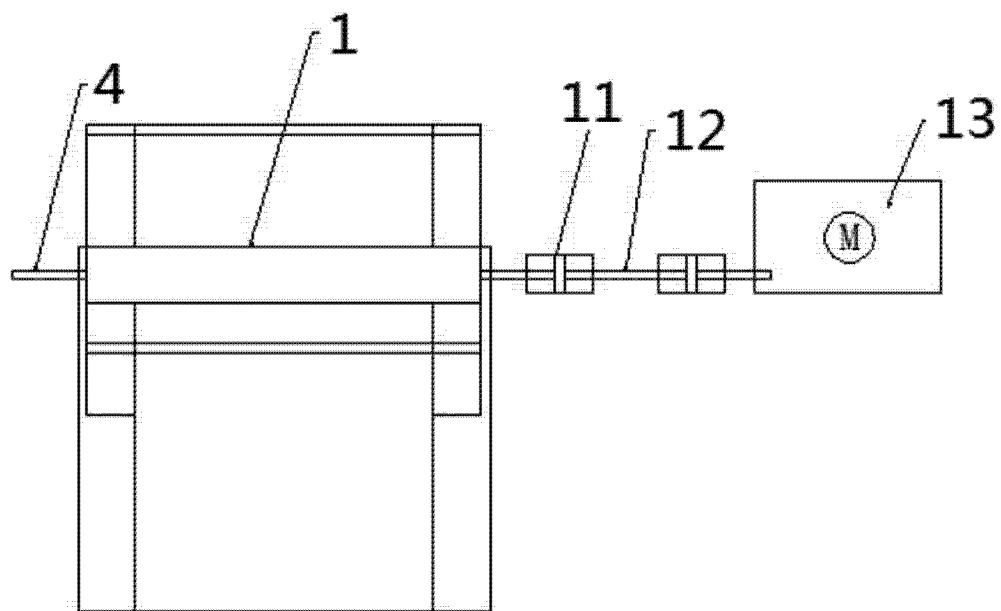


图 2

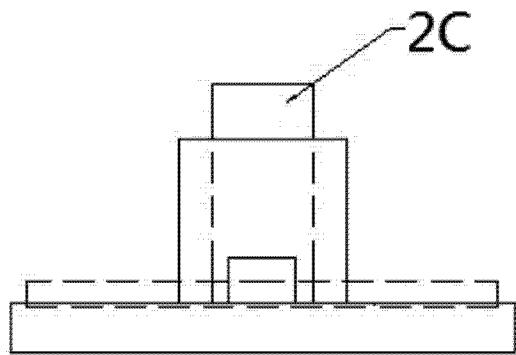


图 3A

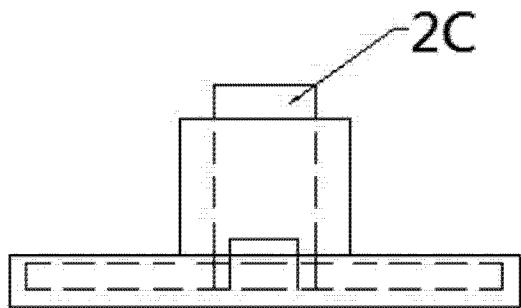


图 3B

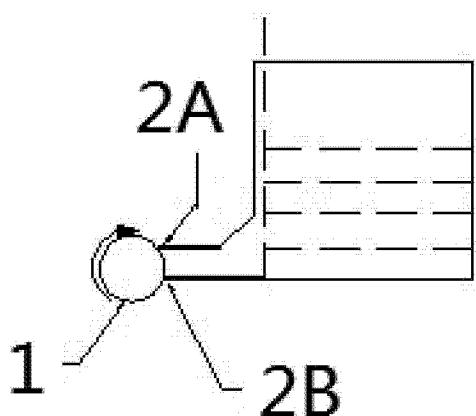


图 4A

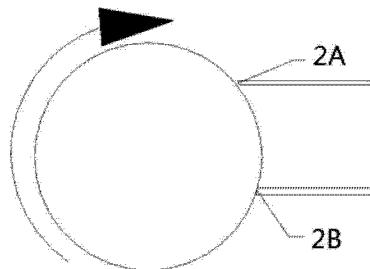


图 4B

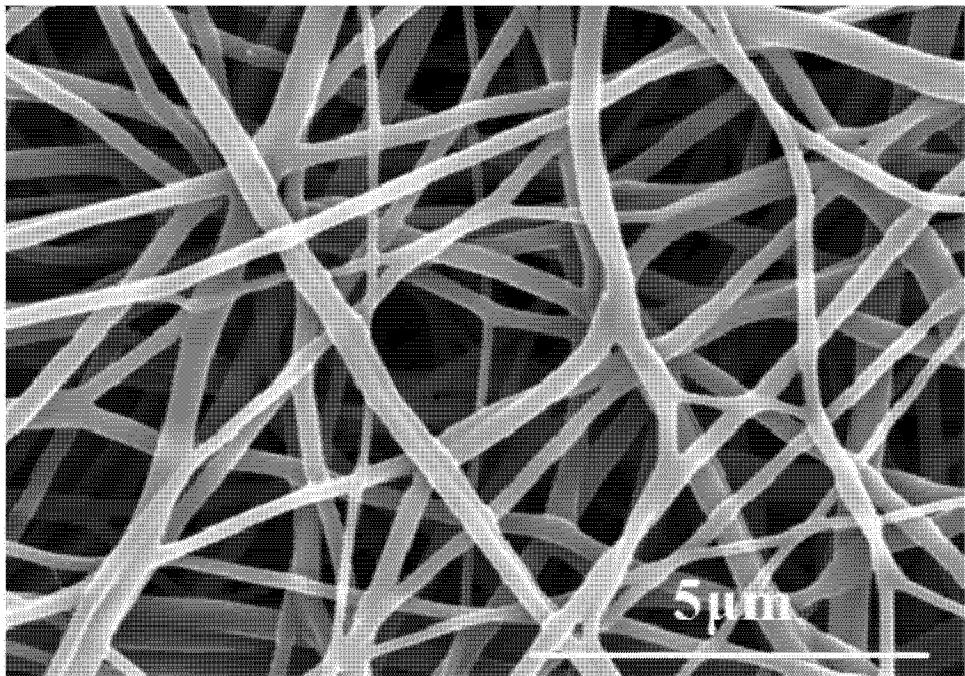


图 5

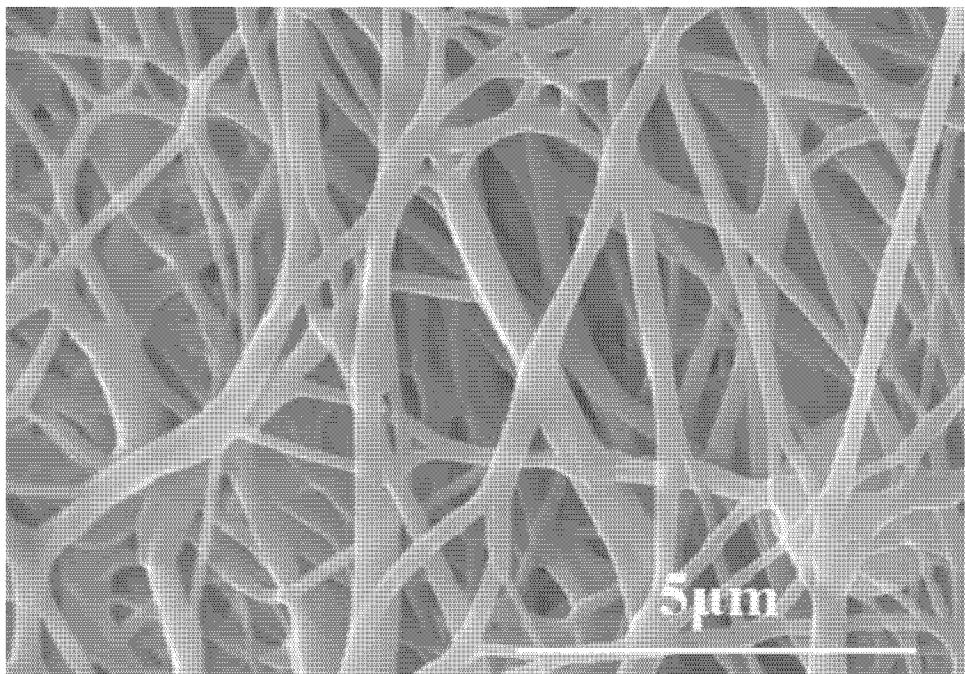


图 6

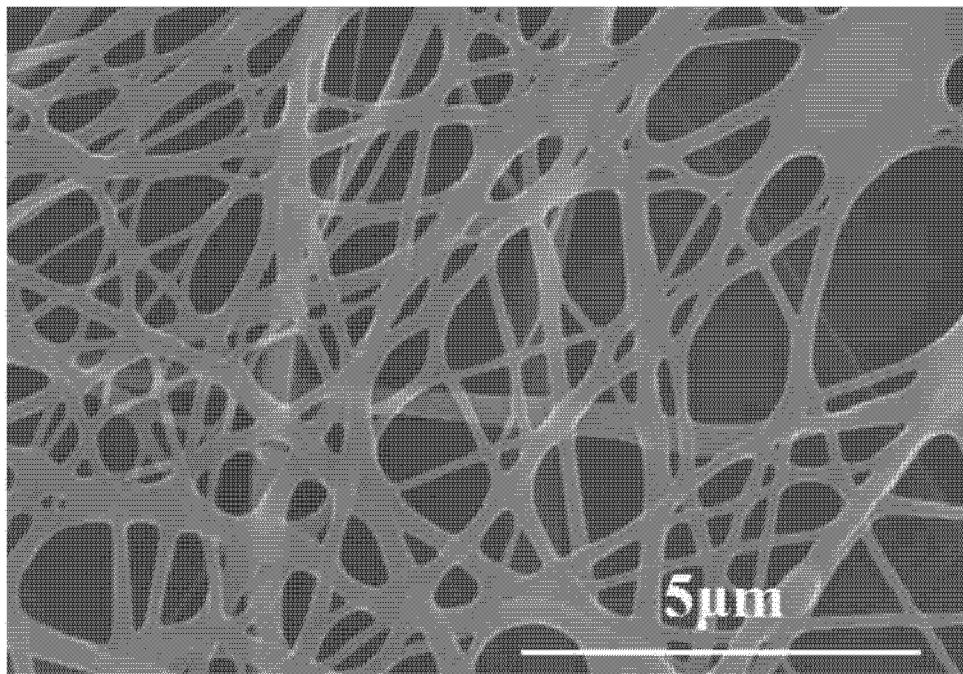


图 7

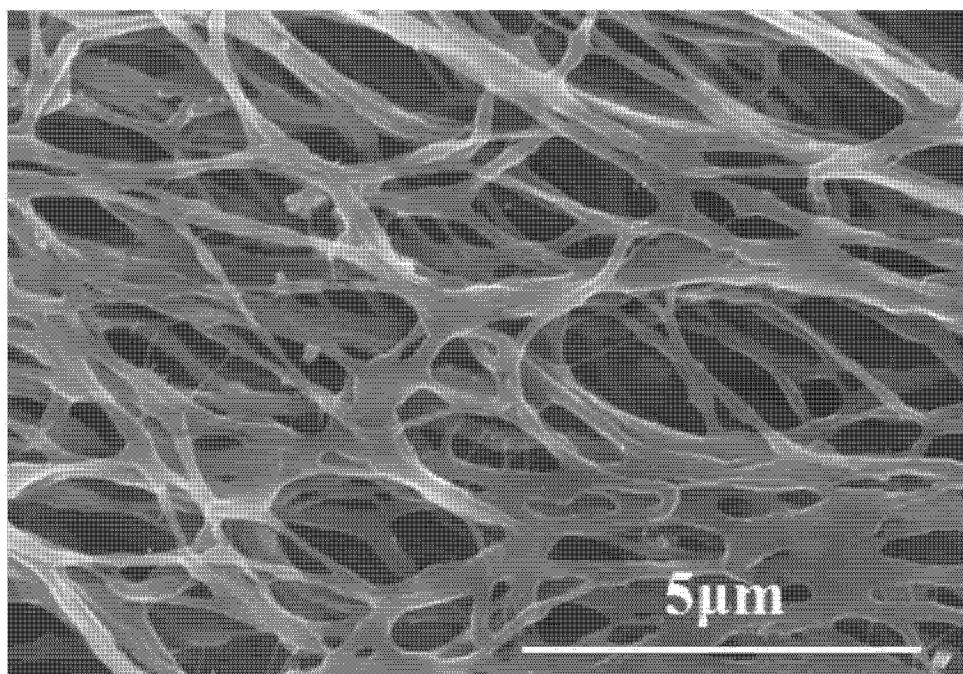


图 8