

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 1 月 17 日 (17.01.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/010897 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 21/85 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/112637

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 23 日 (23.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710574739.7 2017 年 7 月 14 日 (14.07.2017) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市南沙区环市大道南路 25 号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。深圳中科飞测科技有限公司 (SKYVERSE LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙华区大浪街

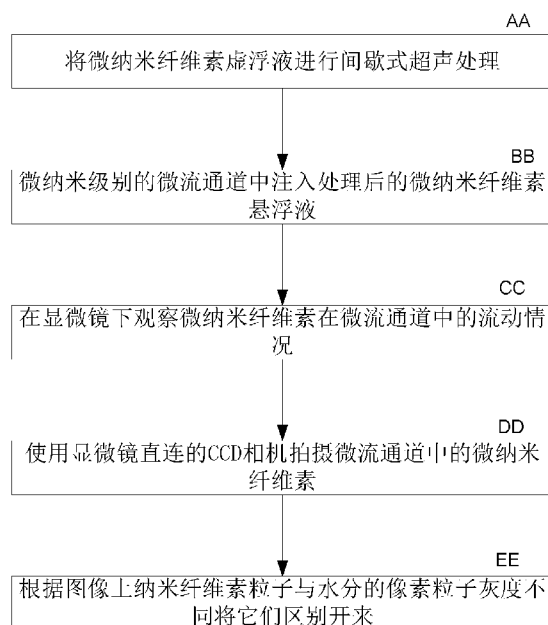
道大浪工业园路 1 号凯豪达广场办公室 A 区 1618 室, Guangdong 518109 (CN)。

(72) 发明人: 曾劲松 (ZENG, Jinsong); 中国广东省广州市南沙区环市大道南路 25 号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。陈克复 (CHEN, Kefu); 中国广东省广州市南沙区环市大道南路 25 号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。陈鲁 (CHEN, Lu); 中国广东省深圳市龙华区大浪街道大浪工业园路 1 号凯豪达广场办公室 A 区 1618 室, Guangdong 518109 (CN)。

(74) 代理人: 广州市华学知识产权代理有限公司 (GUANGZHOU HUAXUE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号物资大楼首层, Guangdong 510640 (CN)。

(54) Title: DYNAMIC CHARACTERIZATION METHOD FOR MICRO-NANO CELLULOSES

(54) 发明名称: 一种微纳米纤维素的动态表征方法



AA PERFORM INTERMITTENT ULTRASONIC PROCESSING ON MICRO-NANO CELLULOSE SUSPENSION LIQUID
BB INJECT THE PROCESSED MICRO-NANO CELLULOSE SUSPENSION LIQUID IN A MICROFLUIDIC CHANNEL OF MICRO-NANO LEVEL
CC OBSERVE A FLOW CONDITION OF THE MICRO-NANO CELLULOSES IN THE MICROFLUIDIC CHANNEL UNDER A MICROSCOPE
DD PHOTOGRAPH THE MICRO-NANO CELLULOSES IN THE MICROFLUIDIC CHANNEL BY USING A CCD CAMERA DIRECTLY CONNECTED TO THE MICROSCOPE
EE DISTINGUISH NANO CELLULOSES PARTICLE FROM PIXEL PARTICLE OF WATER ACCORDING TO DIFFERENT GRAY SCALES BETWEEN THE NANO CELLULOSES PARTICLE AND PIXEL PARTICLE OF WATER ON THE IMAGE

图 1

(57) Abstract: A dynamic characterization method for micro-nano celluloses, comprising the following steps: (1) performing intermittent ultrasonic processing on micro-nano cellulose suspension liquid; (2) injecting the micro-nano cellulose suspension liquid processed at step (1); (3) adjusting an objective lens of a microscope to ensure that a microfluidic channel is in the field of view of the microscope and the microfluidic channel is a clear imaging; (4) photographing the micro-nano celluloses in the microfluidic channel by using a CCD camera directly connected to the microscope; (5) transmitting pictures photographed by the CCD camera to a computer to process

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

image data, and distinguishing nano celluloses particle from pixel particle of water according to different gray scales between the nano celluloses particle and pixel particle of water on the image; and obtaining important parameters such as length, diameter, velocity, and number of the nano celluloses by using the particle tracking velocity measuring technique according to data processing and analysis of the image photographed by the CCD.

(57) 摘要: 一种微纳米纤维素的动态表征方法, 包括下述步骤: (1)将微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理; (2)注入经过步骤(1)处理后的微纳米纤维素悬浮液; (3)调整显微镜的物镜来保证微流通道在显微镜的视野内且该微流通道是一个清晰的成像; (4)使用显微镜直连的CCD相机拍摄微流通道中的微纳米纤维素; (5)将CCD相机拍摄的照片传输至计算机中处理图像数据, 根据图像上纳米纤维素粒子与水分的像素粒子灰度不同将它们区别开来; 使用粒子跟踪测速技术, 根据CCD拍摄到的图像数据处理分析得到纳米纤维素的长度、直径、速度、数量等重要参数。

一种微纳米纤维素的动态表征方法

技术领域

本发明涉及柔性物质的纳米纤维的表征领域，尤其是植物来源的微纳米纤维素材料的表征方法

背景技术

微纳米纤维素具有优良的性质，绿色环保、天然可再生、生物相容性，同时还具有优异的光学性能和机械性能。目前，微纳米纤维素材料已经应用在各行各业，如化妆品、生物医药、建筑、食品、军工、造纸、环保等领域，有着非常巨大的应用前景。

目前研究微纳米纤维素的表征方法包括：TEM/SEM 电镜、AFM（原子力显微镜）、DLS（动态光散射技术）等。现有的这些方法耗时长、制样复杂、操作难等缺点。

发明内容

本发明的主要目的在于克服现有技术的缺点与不足，提供一种微纳米纤维素的表征方法，该表征方法使用现有的粒子跟踪测速技术，通过 CCD 相机拍摄在显微镜下观察到的微流通道中的纳米纤维素，根据 CCD 相机拍摄到的图像数据处理分析得到纳米纤维素的长度、直径、速度，数量等重要参数。

为了达到上述目的，本发明采用以下技术方案：

本发明提供了一种微纳米纤维素的动态表征方法，包括下述步骤：

(1) 将微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理，处理时间 5-10min，时

间间隔 3S;

(2) 使用微注射器向微纳米级别的微流通道中注入经过步骤(1)处理后的微纳米纤维素悬浮液;

(3) 调整显微镜的物镜来保证微流通道在显微镜的视野内且该微流通道是一个清晰的成像,然后在显微镜下观察微纳米纤维素在微流通道中的流动情况,以确认微纳米纤维素在通道中是流动的并保持一定合适的速度;

(4) 使用显微镜直连的 CCD 相机拍摄微流通道中的微纳米纤维素,拍摄过程中保持所有位置不变以减少误差,拍摄过后移动载物台来测量不同位置的微流通道内微纳米纤维素的有关参数;

(5) 将 CCD 相机拍摄的照片传输至计算机中处理图像数据,根据图像上纳米纤维素粒子与水分的像素粒子灰度不同将它们区别开来;通过在微纳米纤维素粒子轮廓绘制最小外接矩形和内切圆计算纳米纤维素的长度和直径;通过多张帧图中纳米纤维素粒子的中心点位移,计算出纳米纤维素粒子的速度;通过计算在一定时间内流过纳米纤维素的数量,来对数量进行统计。

作为优选的技术方案,步骤(1)具体为:

将 0.1%浓度的微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理,间歇式超声处理时间为 10min,超声处理条件为超声时间 3s,间歇时间 3s,功率 300W,温度 0-4℃。

作为优选的技术方案,步骤(3)中,保持一定合适的速度中速度的范围是 0-200um/s,如果不在该速度范围之内,需要一段时间来等待通道内的速度降低。

作为优选的技术方案,步骤(4)中,拍摄过后移动载物台来测量不同位置的微流通道内微纳米纤维素的有关参数,包括纳米纤维素的长度、直径、速度和数量参数。

作为优选的技术方案，步骤（5）中，包括对微纳米纤维素粒子识别的方法，具体包括下述步骤：

微纳米纤维素悬浮液中的纳米纤维粒子经过光源照射，产生微弱的散射光，在 CCD 相机上成像后，微纳米纤维的轮廓与背景不同，其中心偏亮，边缘偏暗，当微纳米纤维粒子在视场中运动时，在连续的帧图中，微纳米纤维粒子是沿着流场方向不断运动的，而悬浮液和背景在观测过程中的光学特性稳定不会有任何变化，所以在多张连续帧图中甚至整个视频中，背景在 CCD 上的成像是不会变的，从而在视频中识别出运动的纳米纤维粒子。

作为优选的技术方案，步骤（5）中，计算纳米纤维素长度和直径的方法如下：

在任一帧图像中，通过背景差异可识别出纳米纤维粒子，由于其灰度值与背景颜色的差异，通过选定的灰度阈值勾出纳米纤维粒子的轮廓，确定纳米纤维在此帧图中的轮廓，并在该纤维轮廓上绘制一个最小外接矩形将微纳米纤维素包络在内，此矩形的长边即是微纳米纤维素粒子的长度，并以像素作为单位来记录长度信息；另外在纳米纤维粒子的轮廓内做内切圆，内切圆的直径即为纳米纤维素的粒子的直径，并以像素作为单位来记录直径信息；

依据显微镜的放大倍率确定的视场大小，以及 CCD 的分辨率，就可以得知，在已获得的图像中，利用一个像素来描述实际中多小的单位长度，由此将像素单位换算为长度单位。

作为优选的技术方案，步骤（5）中，计算微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

在识别出某特定的纳米纤维粒子后，确定纳米纤维素粒子的成像轮廓的中心点位置，在相邻的两帧图像中，分析同一个纤维的中心点的位移变化，从而

得知在特定时间间隔内，纳米纤维素粒子中心点的位移，然后通过 $V=S/t$ 计算得到这一时刻该粒子的移动速度，而稳定的流场中，通过多张帧图的连续分析，取均值即可得到纳米纤维粒子移动的匀速度。

作为优选的技术方案，步骤（5）中，统计微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

由于纳米纤维在流动的液体中都是从视场的一侧流入，从另一侧流出，在纳米纤维从流入一侧开始，系统在视场内边缘识别到的纳米纤维素即是第一张，在识别该纳米纤维素后，每一帧都识别出来，并追踪直至其消失在视场的另一侧，并将此纤维计数为 1，由此类推，同时进行多个目标的识别追踪，在一定时间段内，就会累计一定数量的纳米纤维素粒子，系统自动以识别出纤维的顺序对纤维进行标号，标号方法是：在视场中按顺序进入的纳米纤维素分别标记为 1，2，3，4...n，从 1 开始，那么截止到视频结束，系统标识的纤维序号也就是视频中识别到的纤维数。

本发明与现有技术相比，具有如下优点和有益效果：

1、本发明可以对微纳米纤维素完成实时动态的跟踪测量，测量时间短，处理的信息量大，不仅可以测量纳米纤维素的长度和直径，还包括纳米纤维素在流场中的速度及位置变化；而 SEM/TEM/AFM 等上述的方法都是在静态的过程下对固态纳米纤维素进行尺寸的测量，在测量以前需要对纳米纤维素进行干燥处理；目前已有的测量方法对纳米纤维素的测量具有耗时长、操作复杂等缺点。而本发明与现有的研究方法相比较具有用时短、操作简单，可以同时获得多个表征参数等优点。

2、本发明可以对通道中的纳米纤维素根数、长度、直径等参数的分布情况

进行统计，这是现有技术中的方法做不到的。

附图说明

图 1 为本发明纳米纤维素动态表征方法的流程图；

图 2 为本发明纳米纤维粒子经过光源照射后的效果图；

图 3 为本发明纳米纤维素粒子轮廓图的外接矩形和内切圆示意图；

图 4 为实施例 2 实验仪器的结构示意图；

图 5 为实施例 2 纳米纤维素在通道中的显示图；

图 6 为实施例 2 纳米纤维素长度数量统计图；

图 7 为实施例 2 纳米纤维素宽度数量统计图；

图 8 为实施例 2 纳米纤维素速度数量统计图。

具体实施方式

以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解，从而对本发明的保护范围做出更为清楚明确的界定。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

实施例 1

如图 1 所示，本实施例 1 微纳米纤维素的动态表征方法，包括下述步骤：

(1) 将 0.1%浓度的微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理，间歇式超声处理时间为 30min，超声处理条件为超声时间 3s，间歇时间 3s，功率 300W，温度 0-4℃；

(2) 使用微注射器向微纳米级别的微流通道中注入经过步骤 (1) 处理后

的微纳米纤维素悬浮液；

(3) 调整显微镜的物镜来保证微流通道在显微镜的视野内且该微流通道是一个清晰的成像，然后在显微镜下观察微纳米纤维素在微流通道中的流动情况，以确认微纳米纤维素在通道中是流动的并保持一定合适的速度，速度范围在0-200 $\mu\text{m/s}$ ，如果不在该速度范围之内，需要一段时间来等待通道内的速度降低；

(4) 使用显微镜直连的 CCD 相机拍摄微流通道中的微纳米纤维素，拍摄过程中保持所有位置不变以减少误差，拍摄过后移动载物台来测量不同位置的微流通道内微纳米纤维素的有关参数；

(5) 将 CCD 相机拍摄的照片传输至计算机中处理图像数据，根据图像上纳米纤维素粒子与水分的像素粒子灰度不同将它们区别开来；通过在微纳米纤维素粒子轮廓绘制最小外接矩形和内切圆计算纳米纤维素的长度和直径；通过多张帧图中纳米纤维素粒子的中心点位移，计算出纳米纤维素粒子的速度；通过计算在一定时间内流过纳米纤维素的数量，来对数量进行统计。

步骤(5)中还包括对微纳米纤维素粒子识别的方法，具体包括下述步骤：

微纳米纤维素悬浮液中的纳米纤维粒子经过光源照射，产生微弱的散射光，其效果图如图2所示，在 CCD 相机上成像后，微纳米纤维的轮廓与背景不同，其中心偏亮，边缘偏暗，当微纳米纤维粒子在视场中运动时，在连续的帧图中，微纳米纤维粒子是沿着流场方向不断运动的，而悬浮液和背景在观测过程中的光学特性稳定不会有任何变化，所以在多张连续帧图中甚至整个视频中，背景在 CCD 上的成像是不会变的，从而在视频中识别出运动的纳米纤维粒子。

计算纳米纤维素长度和直径的方法如下：

在任一帧图中，我们通过背景差异可以识别出纳米纤维粒子，在图像中，由于其灰度值与背景的差异，通过选定的灰度阈值即可勾出纳米纤维粒子的轮廓，

如图 3 所示，为方便观察，对图像放大若干倍，像素较明显。

由此我们可确定纳米纤维素在此帧图中的轮廓，为了理解识别其直径和长度的方法：我们需要在该纤维轮廓上绘制一个外接长方形和内接圆，如图所示 3 所示。

内接圆是内切于蓝色轮廓线的圆形，其直径也就是纤维的直径。我们先以像素作为单位来记录尺寸信息。图示内接圆的直径约是 3 个像素（px）。

外接长方形，如图 3 所示，我们在纤维成像图形周围绘制一个最小的矩形，将该纤维包络在内，而此矩形的长边即是纤维的长度，图示长度约为 17 个像素（px）。

依据显微镜的放大倍率确定的视场大小，以及 CCD 的分辨率，就可以得知，在获得的图像中，我们用了一个像素来描述实际中多小的单位长度，由此即可将像素单位换算为长度单位。

计算微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

可在视频中识别出某个特定的纳米纤维粒子，在连续的帧图中位置不断移动，参考尺寸的测量方式，在此基础上确定纳米纤维（成像的轮廓）的中心点所在，在相邻的两帧图像中，分析同一个纤维的中心点的位移变化（像素数），从而得知在特定时间（帧间隔）纤维移动的距离（中心点的位移），由此即可通过 $V=S/t$ 计算得到这一时刻该粒子的移动速度，而稳定的流场中，通过多张帧图的连续分析，取均值即可得到纳米纤维粒子移动的匀速度。

统计微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

由于纳米纤维在流动的液体中都是从视场的一侧流入，从另一侧流出，在纳米纤维从流入一侧开始，系统在视场内边缘识别到的纳米纤维素即是第一张，在识别该纳米纤维素后，每一帧都识别出来，并追踪直至其消失在视场的另一

侧，并将此纤维计数为 1，由此类推，同时进行多个目标的识别追踪，在一定时间段内，就会累计一定数量的纳米纤维素粒子，系统自动以识别出纤维的顺序对纤维进行标号（在视场中按顺序进入的纳米纤维素分别标记为 1, 2, 3, 4...n），从 1 开始，那么截止到视频结束，系统标识的纤维序号也就是视频中识别到的纤维数。

通过上述步骤，即可完成对本发明纳米纤维素的动态表征。

实施例 2

下面以具体实验来验证本发明纳米纤维素的动态表征方法：

如图 4 所示，本次实验使用的仪器有：

仪器名称	厂家型号
工作站	联想 P410 (Think station) 工作站
气浮隔震平台	ZPT-F-M-20-12
显微镜	日本奥林巴斯 IX73 倒置显微镜
成像单元	英国牛津公司 ANDOR 的 DU-897U-CS0-#BV

首先取 0.1%浓度的 NFC（纳米纤维素纳米纤丝）悬浮液，然后对 NFC 悬浮液进行间歇式超声处理 30min，超声处理条件为超声时间 3s，间歇时间 3s，功率 300W，温度 0-4℃，超声处理完 NFC 悬浮液后向微流通道中注射加入悬浮液。

显微镜的光源由电源模块 TH4-200 提供，当电源供电后，打开面板下方的黑色开关。

显微镜的光源开关和调节钮位于底座前方，左侧为光源开关，右侧则为光源强弱调节开关，打开光源后依据观测情况实时调整光源强弱。

随后调节载物台在 XY 轴方向的位置，使得观测时微流通道对准物镜。

显微镜下方旋钮为调焦旋钮，外圈大旋钮为粗调，内旋带刻度的小旋钮为精调，对物镜与微流通道之间的距离（焦距）进行调整，以达到最佳观测距离。

显微镜上方的拨档开关为分光开关，当处于最左侧时，将所有光线均进入目镜进行人工观测，当处于中间时，光线一半分给目镜一半分给电脑成像系统，当处于最右侧时，则将所有光线都进入电脑成像系统，此时在目镜处无法观测。

实验开始时，将 0.1%浓度的微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理，间歇式超声处理时间为 30min，超声处理条件为超声时间 3s，间歇时间 3s，功率 300W，温度 0-4℃，将超声过后的 NFC 悬浮液通过注射方式缓慢注入微流通道。由于高倍物镜是油镜，需要先在镜头上滴专用的油滴，然后在低倍物镜下寻找通道的成像，将低倍镜下的成像移至视野内的中央后再转换到高倍物镜下，微调焦距到高倍镜下的成像清晰，如图 5 所示。待含有 NFC 的悬浮液在通道中流动至倒置显微镜观察的通道部分时，在计算机工作站上通过成像单元对显微镜下的视场进行拍摄，通过截取的视频进行不断地计算，由于没有进行后续的注射，通道内的纳米纤维素的速度会由于通道内壁的粘滞力而不断降低，当视场内的速度降到在大约 0-200um/s 的范围内时，再将截取的视频进行相关算法运算得到纳米纤维素根数、长度、直径、速度等参数，如图 6、图 7、图 8 所示。图 6 表示纳米纤维素长度区间在 600-2000nm 内的数量分布，其中 600-800nm 的纳米纤维素数量最多，800-1000nm 的纳米纤维素数量为第二。图 7 表示纳米纤维素直径区间的分布范围，其中 600-650nm 范围之内的纳米纤维素数量最多。图 8 表示纳米纤维素速度在 0-80um/s 内的数量分布情况，其

中 20 -30um/s 内的纳米纤维素数量最多。

上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，包括下述步骤：

(1) 将微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理，处理时间 5-10min，时间间隔 3S；

(2) 使用微注射器向微纳米级别的微流通道中注入经过步骤(1)处理后的微纳米纤维素悬浮液；

(3) 调整显微镜的物镜来保证微流通道在显微镜的视野内且该微流通道是一个清晰的成像，然后在显微镜下观察微纳米纤维素在微流通道中的流动情况，以确认微纳米纤维素在通道中是流动的并保持一定合适的速度；

(4) 使用显微镜直连的 CCD 相机拍摄微流通道中的微纳米纤维素，拍摄过程中保持所有位置不变以减少误差，拍摄过后移动载物台来测量不同位置的微流通道内微纳米纤维素的有关参数；

(5) 将 CCD 相机拍摄的照片传输至计算机中处理图像数据，根据图像上纳米纤维素粒子与水分的像素粒子灰度不同将它们区别开来；通过在微纳米纤维素粒子轮廓绘制最小外接矩形和内切圆计算纳米纤维素的长度和直径；通过多张帧图中纳米纤维素粒子的中心点位移，计算出纳米纤维素粒子的速度；通过计算在一定时间内流过纳米纤维素的数目，来对数目进行统计。

2、根据权利要求 1 所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤(1) 具体为：

将 0.1%浓度的微纳米纤维素悬浮液进行间歇式超声处理，间歇式超声处理时间为 10min，超声处理条件为超声时间 3s，间歇时间 3s，功率 300W，温度 0-4℃。

3、根据权利要求 1 所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤(3) 中，保持一定合适的速度中速度的范围是 0-200um/s，如果不在该速度范围之内，需要一段时间来等待通道内的速度降低。

4、根据权利要求 1 所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤(4) 中，拍摄过后移动载物台来测量不同位置的微流通道内微纳米纤维素的有关参数，包括纳米纤维素的长度、直径、速度和数量参数。

5、根据权利要求1所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤（5）中，包括对微纳米纤维素粒子识别的方法，具体包括下述步骤：

微纳米纤维素悬浮液中的纳米纤维粒子经过光源照射，产生微弱的散射光，在 CCD 相机上成像后，微纳米纤维的轮廓与背景不同，其中心偏亮，边缘偏暗，当微纳米纤维粒子在视场中运动时，在连续的帧图中，微纳米纤维粒子是沿着流场方向不断运动的，而悬浮液和背景在观测过程中的光学特性稳定不会有任何变化，所以在多张连续帧图中甚至整个视频中，背景在 CCD 上的成像是不会变的，从而在视频中识别出运动的纳米纤维粒子。

6、根据权利要求1所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤（5）中，计算纳米纤维素长度和直径的方法如下：

在任一帧图像中，通过背景差异可识别出纳米纤维粒子，由于其灰度值与背景颜色的差异，通过选定的灰度阈值勾出纳米纤维粒子的轮廓，确定纳米纤维在此帧图中的轮廓，并在该纤维轮廓上绘制一个最小外接矩形将微纳米纤维素包络在内，此矩形的长边即是微纳米纤维素粒子的长度，并以像素作为单位来记录长度信息；另外在纳米纤维粒子的轮廓内做内切圆，内切圆的直径即为纳米纤维素的粒子的直径，并以像素作为单位来记录直径信息；

依据显微镜的放大倍率确定的视场大小，以及 CCD 的分辨率，就可以得知，在已获得的图像中，利用一个像素来描述实际中多小的单位长度，由此将像素单位换算为长度单位。

7、根据权利要求1所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤（5）中，计算微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

在识别出某特定的纳米纤维粒子后，确定纳米纤维素粒子的成像轮廓的中心点位置，在相邻的两帧图像中，分析同一个纤维的中心点的位移变化，从而得知在特定时间间隔内，纳米纤维素粒子中心点的位移，然后通过 $V=S/t$ 计算得到这一时刻该粒子的移动速度，而稳定的流场中，通过多张帧图的连续分析，取均值即可得到纳米纤维粒子移动的匀速度。

8、根据权利要求1所述微纳米纤维素的动态表征方法，其特征在于，步骤

(5) 中，统计微纳米纤维素粒子速度的方法如下：

由于纳米纤维在流动的液体中都是从视场的一侧流入，从另一侧流出，在纳米纤维从流入一侧开始，系统在视场内边缘识别到的纳米纤维素即是第一张，在识别该纳米纤维素后，每一帧都识别出来，并追踪直至其消失在视场的另一侧，并将此纤维计数为 1，由此类推，同时进行多个目标的识别追踪，在一定时间段内，就会累计一定数量的纳米纤维素粒子，系统自动以识别出纤维的顺序对纤维进行标号，标号方法是：在视场中按顺序进入的纳米纤维素分别标记为 1，2，3，4...n，从 1 开始，那么截止到视频结束，系统标识的纤维序号也就是视频中识别到的纤维数。

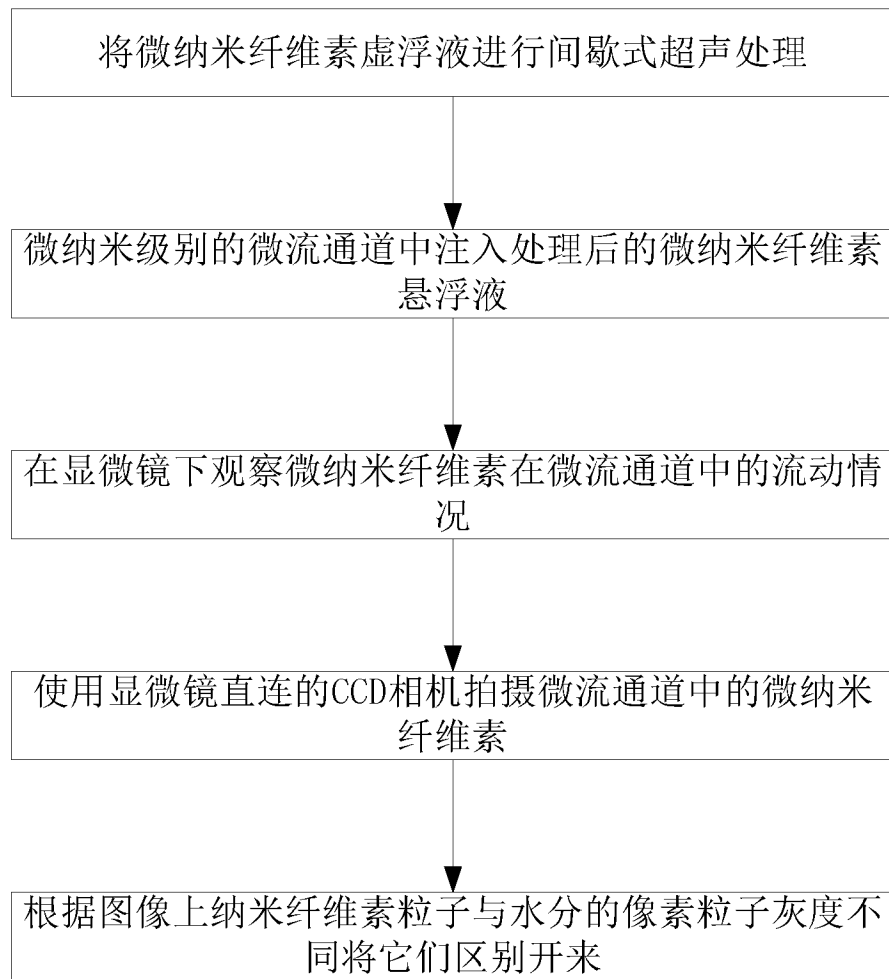


图 1



图 2

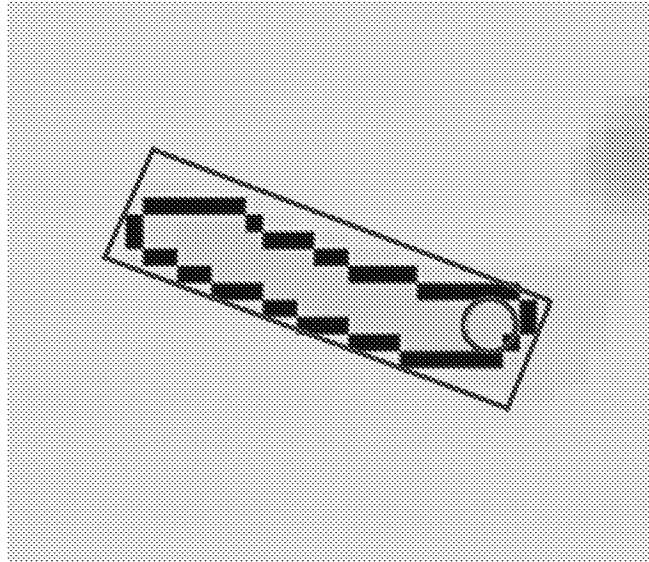


图 3

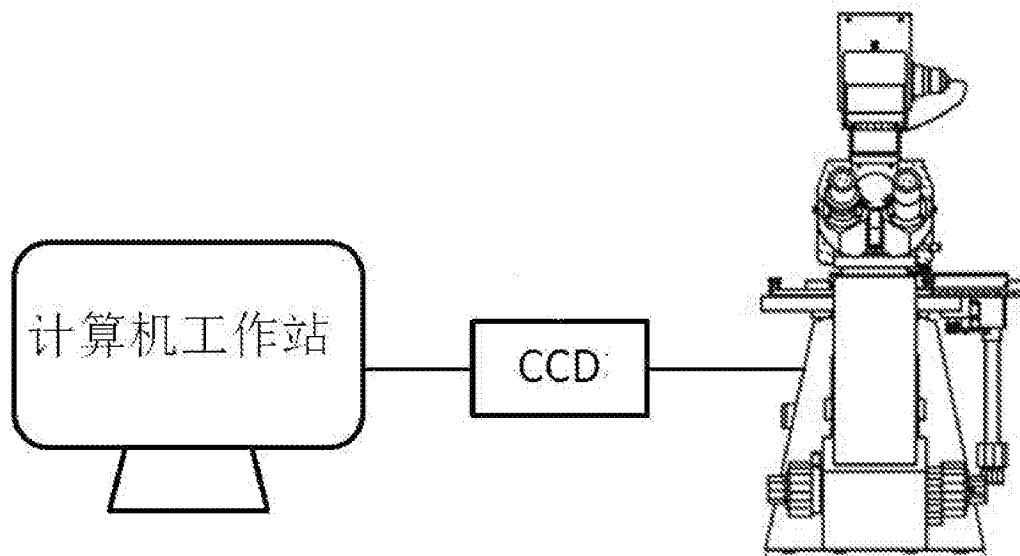


图 4

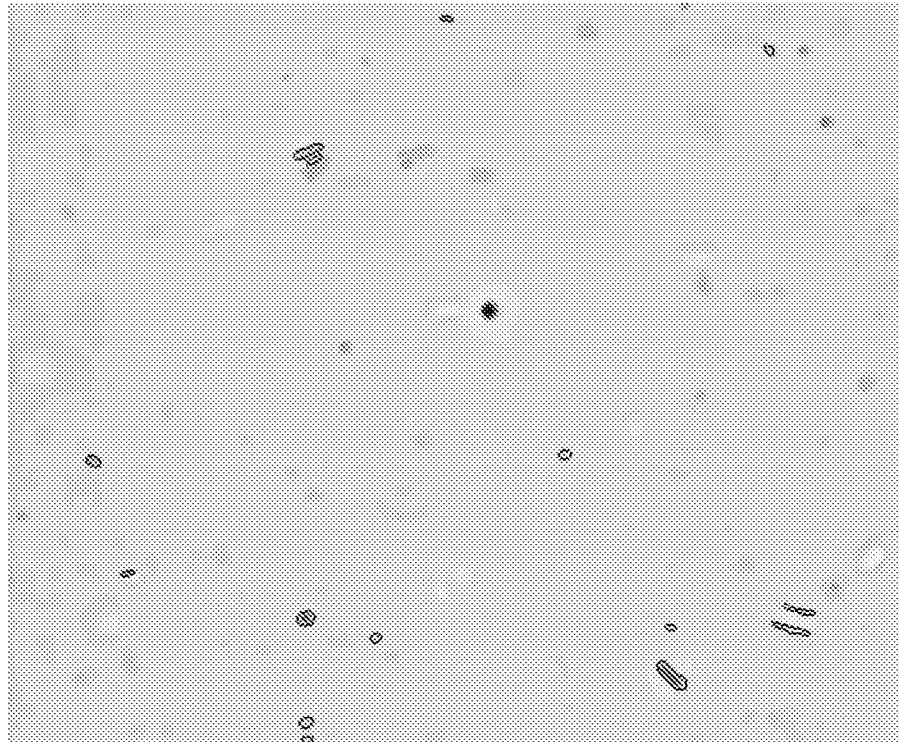


图 5

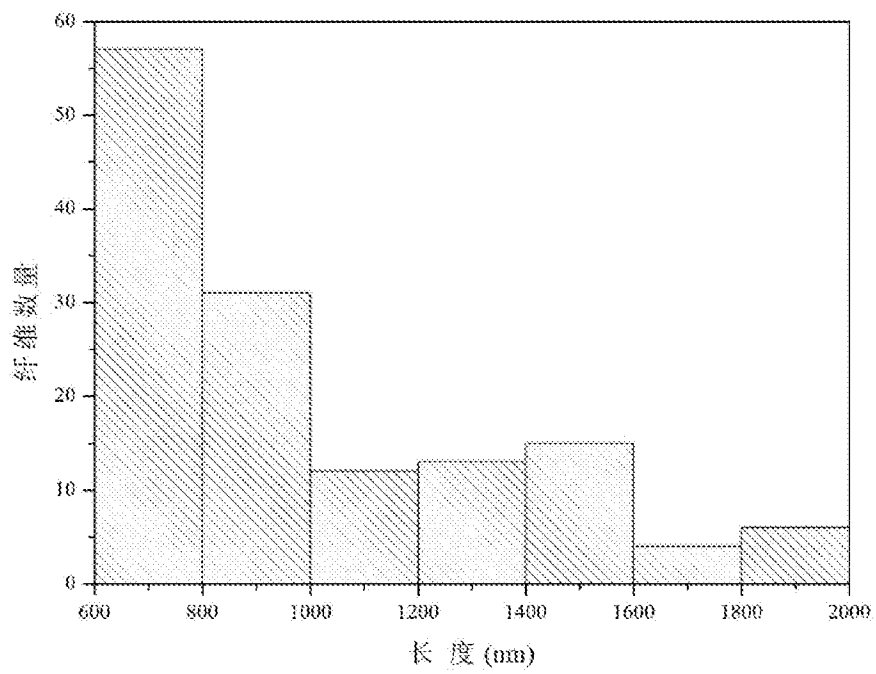


图 6

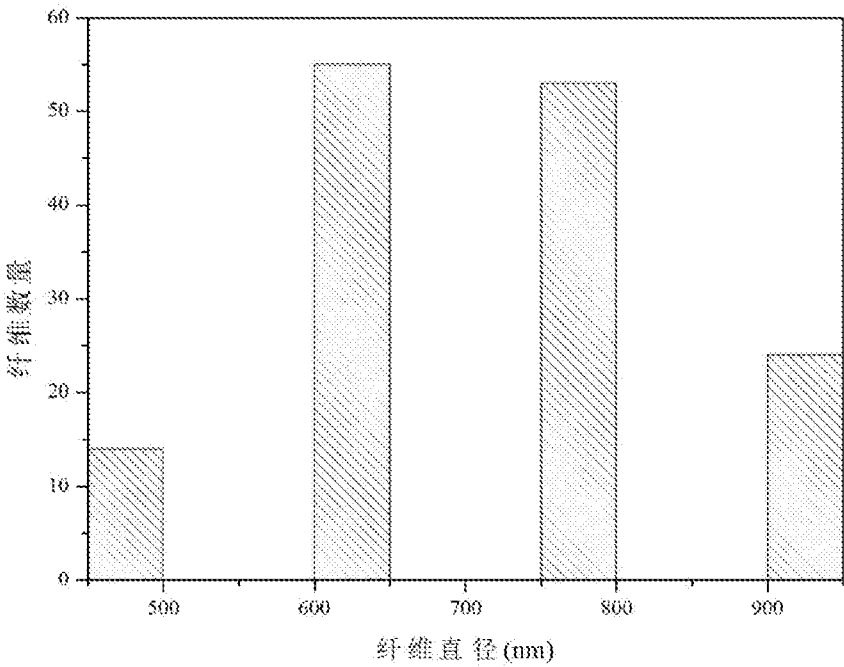


图 7

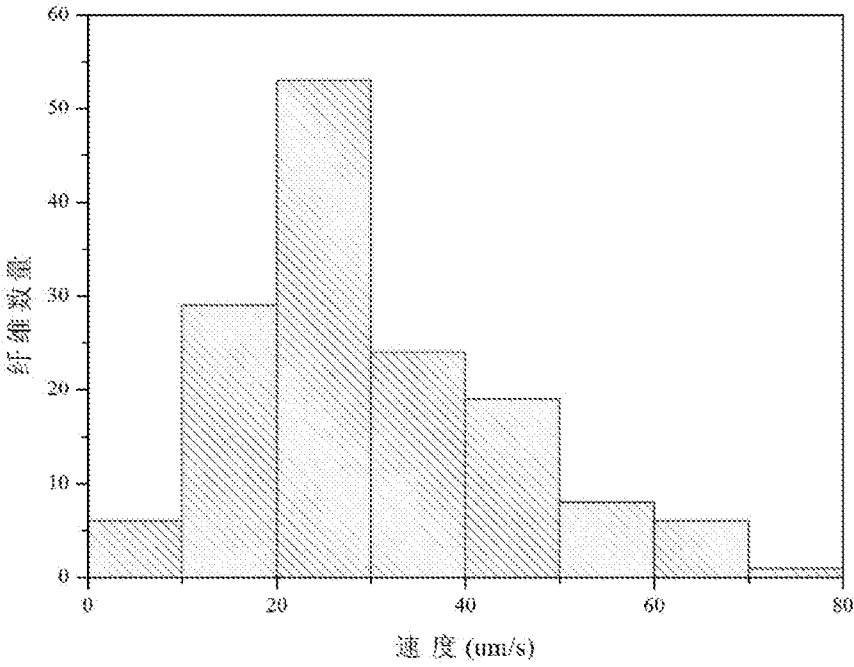


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/112637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/85 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 21/-; G01B 11/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 华南理工大学, 曾劲松, 陈克复, 陈鲁, 纤维素, 纤维, 相机, 电荷耦合, 微纳米, 动态, 微流通道, 表征, 长度, 直径, 位移, 速度, 数量, cellulose, fibre, fiber, camera, charge coupled device, CCD, micro 2w nano, dynamic, microfluidic channel, representat+, length, diameter, displacement, velocity, speed, quantity, number, amount

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1696654 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 16 November 2005 (16.11.2005), entire document	1-8
A	CN 101907574 A (JIA, Lifeng), 08 December 2010 (08.12.2010), entire document	1-8
A	CN 101988897 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 23 March 2011 (23.03.2011), entire document	1-8
A	CN 106323393 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 11 January 2017 (11.01.2017), entire document	1-8
A	CN 106701065 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 24 May 2017 (24.05.2017), entire document	1-8
A	CN 103076265 A (ZHAN, Renjun), 01 May 2013 (01.05.2013), entire document	1-8
A	US 2012190078 A1 (PAUL, G. et al.), 26 July 2012 (26.07.2012), entire document	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 29 March 2018	Date of mailing of the international search report 12 April 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer HE, Yandong Telephone No. (86-10) 53962404

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/112637

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	杨宏军等, “PET 纤维直径动态检测系统设计”, 合成纤维工业, 33(1), 10 February 2010 (10.02.2010), ISSN: 1001-0041, pages 63-65, (YANG, Hongjun et al., “Dynamic Detection System Design for PET Fiber Diameter Control”, China Synthetic Fiber Industry)	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/112637

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1696654 A	16 November 2005	None	
CN 101907574 A	08 December 2010	CN 101907574 B	11 April 2012
CN 101988897 A	23 March 2011	CN 101988897 B	21 November 2012
CN 106323393 A	11 January 2017	None	
CN 106701065 A	24 May 2017	None	
CN 103076265 A	01 May 2013	CN 103076265 B	03 August 2016
US 2012190078 A1	26 July 2012	WO 2011038373 A2	31 March 2011
		US 8691974 B2	08 April 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/112637

A. 主题的分类

G01N 21/85(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N21/-;G01B11/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 华南理工大学, 曾劲松, 陈克复, 陈鲁, 纤维素, 纤维, 相机, 电荷耦合, 微纳米, 动态, 微流通道, 表征, 长度, 直径, 位移, 速度, 数量, cellulose, fibre, fiber, camera, charge coupled device, CCD, micro 2w nano, dynamic, microfluidic channel, representat+, length, diameter, displacement, velocity, speed, quantity, number, amount

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1696654 A (清华大学) 2005年 11月 16日 (2005 - 11 - 16) 全文	1-8
A	CN 101907574 A (贾立锋) 2010年 12月 8日 (2010 - 12 - 08) 全文	1-8
A	CN 101988897 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2011年 3月 23日 (2011 - 03 - 23) 全文	1-8
A	CN 106323393 A (电子科技大学) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-8
A	CN 106701065 A (华南理工大学) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 全文	1-8
A	CN 103076265 A (战仁军) 2013年 5月 1日 (2013 - 05 - 01) 全文	1-8
A	US 2012190078 A1 (PAUL, GATENHOLM 等) 2012年 7月 26日 (2012 - 07 - 26) 全文	1-8

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 3月 29日

国际检索报告邮寄日期

2018年 4月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

何彦东

电话号码 (86-10)53962404

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	杨宏军 等. “PET纤维直径动态检测系统设计” 合成纤维工业, 第33卷, 第1期, 2010年 2月 10日 (2010 - 02 - 10), ISSN: 1001-0041, 第63-65页	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/112637

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	1696654	A	2005年 11月 16日	无			
CN	101907574	A	2010年 12月 8日	CN	101907574	B	2012年 4月 11日
CN	101988897	A	2011年 3月 23日	CN	101988897	B	2012年 11月 21日
CN	106323393	A	2017年 1月 11日	无			
CN	106701065	A	2017年 5月 24日	无			
CN	103076265	A	2013年 5月 1日	CN	103076265	B	2016年 8月 3日
US	2012190078	A1	2012年 7月 26日	WO	2011038373	A2	2011年 3月 31日
				US	8691974	B2	2014年 4月 8日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)