



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102534829 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201110402996.5

(22)申请日 2008.03.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 102534829 A

(43)申请公布日 2012.07.04

(30)优先权数据  
60/921135 2007.03.29 US

(62)分案原申请数据  
200880017384.0 2008.03.27

(73)专利权人 纳幕尔杜邦公司  
地址 美国特拉华州威尔明顿

(72)发明人 黄滔 L·R·马沙尔  
J·E·阿曼特鲁特  
S·耶姆布里克 W·H·敦  
J·M·奥康诺尔 T·米勒  
M·阿夫古斯蒂 M·D·韦策尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
代理人 韦欣华 林毅斌

(51)Int.Cl.

D01D 5/18(2006.01)

D01D 5/00(2006.01)

D01F 6/04(2006.01)

D04H 3/009(2012.01)

D04H 3/03(2012.01)

(56)对比文件

US 6524514 B1,2003.02.25,

US 4348341 A,1982.09.07,

CN 1382843 A,2002.12.04,

EP 1645547 A1,2006.04.12,

US 6524514 B1,2003.02.25,

Gregory F.Ward.Meltblown Nanofibres for Nonwoven Filtration Applications.《FILTRATION AND SEPARATION, ELSEVIER ADVANCED TECHNOLOGY》.2001,第38卷(第9期), 42-43.

审查员 陈丽

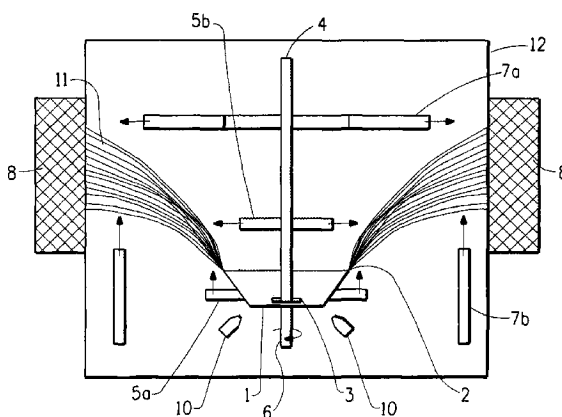
权利要求书1页 说明书7页 附图12页

(54)发明名称

通过熔体纺丝法来制备纳米纤维

(57)摘要

本发明涉及利用高速旋转分配盘由纺丝熔体形成纳米纤维的方法和设备。可将所述纤维收集为均匀的纤维网以用于选择性屏障最终用途。可制备具有小于1,000nm的平均纤维直径的纤维。



1. 用于制备聚合物纳米纤维的熔体纺丝设备,所述设备包括:

熔融聚合物供给管,所述熔融聚合物供给管具有进口部分和出口部分以及在所述出口部分处的至少一个熔融聚合物出口喷嘴,所述供给管穿过所述熔体纺丝设备沿轴向定位;

包括可旋转的熔融聚合物分配盘的喷丝头,所述喷丝头具有围绕所述熔融聚合物供给管的出口部分并与所述熔融聚合物供给管的出口部分流体连通的內纺丝表面进口部分、和前表面排放边缘部分;和

针对所述可旋转的熔融聚合物分配盘的间接加热源,

其中分配盘具有平坦的內纺丝表面,该表面垂直于分配盘旋转轴并且前表面排放边缘与所述內纺丝表面之间的角度为0度,或者分配盘具有凹形的內纺丝表面,其中凹形的表面指的是分配盘的內纺丝表面的横截面是弯曲的,并且

其中所述设备还包括固定剪切盘,所述固定剪切盘与所述熔融聚合物供给管的出口部分成环形设置并且平行于所述可旋转的熔融聚合物分配盘的表面并且通过间隙与所述可旋转的熔融聚合物分配盘的表面分开。

2. 权利要求1的熔体纺丝设备,所述设备还包括具有设置在其周围的吹气喷嘴上的环形热吹气环,所述吹气环与所述熔融聚合物供给管成环形设置,其中所述吹气喷嘴被设置成将热吹气体引导到所述前表面排放边缘之上。

3. 权利要求1的熔体纺丝设备,所述设备还包括位于所述前表面排放边缘的下游的多孔收集表面。

4. 权利要求1的熔体纺丝设备,其中所述熔融聚合物分配盘的直径为10mm至200mm。

5. 权利要求1的熔体纺丝设备,其中所述前表面排放边缘为锯齿状。

6. 权利要求1的熔体纺丝设备,所述设备还包括具有设置在其周围的吹气喷嘴上的环形热吹气环,所述吹气环与所述熔融聚合物供给管成环形设置,其中所述吹气喷嘴被设置成将热吹气体引导到所述前表面排放边缘之上,并且所述设备还包括位于所述前表面排放边缘的下游的多孔收集表面,其中所述熔体纺丝设备还包括设置在所述热吹气环与所述收集表面之间的至少一个冷却气体喷嘴。

7. 权利要求3的熔体纺丝设备,所述设备还包括连接在所述熔融聚合物分配盘与所述收集表面之间的高电压充电装置。

8. 权利要求3的熔体纺丝设备,其中所述收集表面被设置为与所述喷丝头成环形。

## 通过熔体纺丝法来制备纳米纤维

[0001] 本申请是分案申请,其母案的申请日为2008年3月27日,申请号为200880017384.0,发明名称为“通过熔体纺丝法来制备纳米纤维”。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于形成纤维和纤维网的熔体纺丝法。具体地讲,可制备超细纤维并将其收集到适用于下列应用的纤维网中:选择性阻挡最终用途(例如在空气和液体过滤、阻燃、生物医学、电池和电容器隔板、生物燃料膜、美容面膜领域中)、生物医学应用(例如止血、伤口敷料和愈合、人工血管、组织支架、合成ECM(细胞外基质))以及传感应用、电子/光学纺织物、EMI屏蔽和抗化学生物保护涂层。

### 背景技术

[0003] 在本领域中,已知离心式雾化工艺用于制备金属、金属合金和陶瓷粉末。在本领域中,已知离心式纺丝工艺用于制备聚合物纤维、碳沥青纤维和玻璃纤维(例如在美国专利3,097,085和2,587,710中有所公开)。在此类方法中,由旋转盘或分配盘所提供的离心力产生足以引起物质雾化或形成纤维的剪切。然而,离心式纺丝仅成功用于制备具有大于微米尺寸的直径的纤维。

[0004] 对超细纤维和由超细纤维制成的纤维网的需求在不断增长。这些类型的纤维网可用于选择性阻挡最终用途。目前超细纤维是通过熔纺“海岛型”横截面纤维、分裂薄膜、某些熔喷工艺和静电纺纱法制成的。然而,因其非常低的产量,这些方法通常局限于制备非商业数量的纳米纤维。

[0005] 为通过熔体纺丝法来成功制备纳米或亚微米直径的纤维,必须通过作用于喷丝头上的熔体喷嘴的机械力或静电力对聚合物进行拉伸。然而,很难产生使直径减小到纳米级所需的力。自二十世纪七十年代末以来,一些大学已经展开了对熔融静电纺丝法的研究,但未报道过在制备纳米纤维、特别是由聚烯烃(例如聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP))制成的纳米纤维方面的成功消息。

[0006] 静电纺丝法和静电喷射法是通过静电力和/或剪切力的作用,而使聚合物溶液形成具有亚微米级直径的纤维的方法。被收集为非织造垫的纤维具有某些有用的特性,例如高表面积质量比率,因此在过滤、生物医学应用(例如伤口敷料、人工血管、组织支架)和传感应用中有巨大的潜力。

[0007] 然而,绝大多数纳米纤维结构是通过溶剂纺丝工艺制备的。用作溶剂以溶解许多待纺聚合物的化学品会留下不符合行业标准的残余物。出于对清洁剂处理、环境安全和生产率考虑,一直期望通过熔体纺丝法来制备纤维。

[0008] 直接通过聚合物熔体来纺丝纳米纤维将具有优于溶液纺丝法的数种优势:消除了对溶剂及其伴随的回收利用的需求,提高了产量并且纺丝的聚合物具有低溶剂溶解度。而且,多组分体系(例如共混物和复合物)将更易于熔纺,因为在很多情况下,此类共混物没有共同溶剂。最终,生产率将提高10-500倍,并且成本因消除了溶剂回收而将显著下降。

[0009] 需要一种高产量、高性价比和高能量效率的方法来熔体纺丝纳米纤维和均匀纤维网。

### 发明内容

[0010] 在一个实施方案中,本发明涉及纳米纤维的形成方法,该方法包括以下步骤:向具有前表面纤维排放边缘(forward surface fiber discharge edge)的受热的旋转分配盘的内纺丝表面提供至少一种热塑性聚合物的纺丝熔体,使该纺丝熔体沿着所述内纺丝表面流出以将该纺丝熔体分配为薄膜并朝向前表面纤维排放边缘,以及将各个熔融的聚合物纤维流从前表面排放边缘排出以使纤维流变细,从而制备具有小于约1,000nm的平均纤维直径的聚合物纳米纤维。

[0011] 本发明的第二实施方案是用于制备聚合物纳米纤维的熔体纺丝设备,该设备包括熔融聚合物供给管、包括可旋转的熔融聚合物分配盘的喷丝头、和针对可旋转的熔融聚合物分配盘的间接加热源,所述供给管具有进口部分和出口部分以及在出口部分处的至少一个熔融聚合物出口喷嘴,并且穿过熔体纺丝设备轴向定位,所述喷丝头具有围绕熔融聚合物供给管的出口部分并与熔融聚合物供给管的出口部分流体连通的内纺丝表面进口部分。

[0012] 本发明的另一个实施方案是收集包含聚烯烃的纳米纤维,这些纳米纤维具有小于约500nm的平均纤维直径。

### 附图说明

[0013] 图1为适用于形成根据本发明的熔纺纳米纤维的熔体纺丝设备的断面剖视图。

[0014] 图2为本发明的熔体纺丝设备的纤维纺丝与形成区域内所需温度特征图的例示。

[0015] 图3A为根据本发明的熔融聚合物分配盘的断面侧视图,图3B为其顶视图。

[0016] 图4A为得自实施例1的聚丙烯(PP)纤维的扫描电子显微照片。

[0017] 图4B为实施例1的纤维直径的直方图。

[0018] 图5A为得自实施例2的聚丙烯纤维的扫描电子显微照片。

[0019] 图5B为实施例2的纤维直径的直方图。

[0020] 图6A为得自实施例3的聚丙烯纤维的扫描电子显微照片。

[0021] 图6B为实施例3的纤维直径的直方图。

[0022] 图7A为得自实施例4的聚丙烯纤维的扫描电子显微照片。

[0023] 图7B为实施例4的纤维直径的直方图。

[0024] 图8A为得自实施例5的聚乙烯纤维的扫描电子显微照片。

[0025] 图8B为实施例5的纤维直径的直方图。

### 具体实施方式

[0026] 在传统离心式纤维纺丝工艺中,有两种类型的喷丝头。基于毛细管的纺丝使用具有侧喷嘴孔的转子。将聚合物熔体经侧喷嘴孔挤出,通过离心式拉伸来形成大直径纤维,例如美国专利4,937,020中所公开的。基于毛细管的传统离心式纺丝与本发明的情况不相关。另一种是使用锥形盘作为转子的基于薄膜分裂的纺丝,例如美国专利2,433,000中所公开的。聚合物熔体或溶液直接或者经分配盘底部的喷嘴孔流到锥形盘表面上。基于薄膜分裂

的传统离心式纺丝与本发明的关系更加密切。

[0027] 对基于薄膜分裂的传统离心式纺丝而言,大直径纤维由具有约3至4密耳厚度的离散厚熔膜或不均匀的厚熔膜分裂所形成。还没有关于使用这种传统离心式纤维纺丝工艺来形成纳米纤维的报道。

[0028] 相反,根据本发明,纳米纤维可由在分配盘的内表面上充分展开并在低微米级范围内具有典型薄膜厚度的薄熔膜,通过旋转分配盘(例如钟形杯)的前排放边缘处的薄膜分裂而形成。

[0029] 对传统离心式纺丝中的薄膜分裂而言,聚合物粘度比本发明中的聚合物粘度相对更高。粘度越高,所形成的纤维越大。在本发明中,如果聚合物具有足够低的熔体粘度,则可在无任何流变改性的情况下将纺丝熔体纺织成纳米纤维。作为另外一种选择,为了有助于极高粘度的熔体纺丝,可将纺丝聚合物塑化、水解或换句话说讲裂解以降低粘度。一般来讲,具有介于约1,000cP至约100,000cP之间的粘度、甚至介于约1,000cP至约50,000cP之间的粘度的纺丝熔体是适用的。

[0030] 在本发明的一个可供选择的实施方案中,旋转分配盘下游布置了另外的固定盘或“剪切”盘,聚合物熔体经旋转分配盘与剪切盘之间的间隙流出,在此间隙中对聚合物熔体所施加的剪切引起剪切致稀。剪切盘还可充当熔体分配盘,有助于在旋转聚合物分配盘的内表面上形成更加均匀并且充分展开的薄熔膜。

[0031] 根据本发明,纺丝熔体包含至少一种聚合物。任何可熔纺的、形成纤维的聚合物均可使用。合适的聚合物包括含有聚烯烃的热塑性材料,例如聚乙烯聚合物和共聚物、聚丙烯聚合物和共聚物;聚酯和共聚酯,例如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)、生物聚酯、热致液晶聚合物和PET共聚酯;聚酰胺(尼龙);聚芳酰胺;聚碳酸酯;丙烯酸类和甲基丙烯酸类,例如聚(甲基)丙烯酸酯;聚苯乙烯基聚合物和共聚物;纤维素酯;热塑性纤维素;纤维质;丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)树脂;缩醛;氯化聚醚;氟聚合物,例如聚三氟氯乙烯(CTFE)、氟化乙烯丙烯(FEP);以及聚偏氟乙烯(PVDF);乙烯基聚合物;可生物降解的聚合物,生物基聚合物,双组分聚合物和共混物;嵌入式纳米复合物;天然聚合物;以及它们的组合。

[0032] 图1为根据本发明的纳米纤维熔体纺丝和纤维网收集单元的剖视图的例示。旋转喷丝头包含适用于由纺丝熔体形成纤维的旋转分配盘1。分配盘可具有凹形或平坦敞开的内纺丝表面,并且该分配盘通过传动轴6与高速马达(未示出)相连。所谓“凹形”是指盘的内表面的横截面可以是弯曲的(例如半球形),可具有椭圆形、双曲线、抛物线形横截面,或者横截面可为锥台形等。熔体纺丝单元可任选地包括基本平行于聚合物分配盘的内表面安装的固定剪切盘3。纺丝熔体沿着分配盘的内表面流出,任选地经过分配盘内表面与剪切盘之间的间隙(如果有),以便有助于向分配盘的排放边缘2的前表面分配经过剪切的纺丝聚合物熔体。将分配盘和剪切盘通过间接、非接触式加热装置10(例如红外源、感应加热装置或其他此类辐射热源)加热至聚合物的熔点的温度或超过聚合物的熔点的温度。将纺丝熔体从供给管4的进口部分抽取,经过剪切盘3(如果有)沿轴向流向分配盘1并在其出口部分处离开供给管。熔体的生产速率可介于约0.1cc/min至约200cc/min之间,甚至介于约0.1cc/min至约500cc/min之间。

[0033] 当纺丝熔体进入分配盘内表面与固定剪切盘之间的间隙时,其被引导向与分配盘内表面接触,聚合物熔体完全分散并润湿分配盘的内表面,低微米厚度的薄膜形成并沿着

分配盘的内表面流动,直至其到达分配盘的前表面排放边缘2处。将分配盘1的旋转速度控制在约1,000rpm和约100,000rpm之间,甚至约5,000rpm和约100,000rpm之间,或甚至约10,000rpm和约50,000rpm之间。在旋转分配盘的前表面纤维排放边缘处,薄膜分裂为熔体丝,通过离心力进一步拉伸该熔体丝,并且通过拉伸熔体丝来制成纤维11。

[0034] 可将具有设置在其周围的热气体喷嘴的一个或多个热气(如空气或N<sub>2</sub>)环5a和5b与旋转分配盘和/或熔融聚合物供给管成环形设置,喷嘴的位置应能够将热气流引导向熔融聚合物丝处,以便将薄膜分裂和熔体丝拉伸区域的温度维持在聚合物的熔点以上,从而将熔体丝维持在熔融状态并能够进一步将其拉伸成纳米纤维。热气流还可用来将纤维引导向纤维网收集器8处。

[0035] 任选地,可有一个或多个冷却气体(如空气或N<sub>2</sub>)喷嘴7a和7b,或具有设置在其周围的冷却气体喷嘴的冷却气体环,该冷却气体环与各加热气环成环形设置,以引导冷却气体流进入到纤维形成区域中,从而使纳米纤维在到达纤维网收集器8之前快速骤冷并固化。冷却气体流还可将纳米纤维流11引导向纤维网收集器8处。

[0036] 可在收集器中施加真空以将纤维牵拉到收集器上来增强纤维网收集。图1中的纤维网收集环8为筛网环,该筛网环受到冷却并电性接地,并且与鼓风机(未示出)相连而形成真空收集器环。可使用流动的冷水或干冰来冷却纤维网收集器8。管状纤维网收集筛网12位于纤维网收集环8的内部,将其沿纤维网收集环8垂直移动以形成均匀的纳米纤维网。可将非织造纤维网或其他此类纤维稀松布设置在管状纤维网收集筛网12上,以便纳米纤维可沉积在所述纤维网和稀松布上。

[0037] 任选地,可在分配盘与收集器之间的纺丝空间中施加并维持静电荷电势,以改善纤维网沉积的均匀性。可通过本领域已知的任何高压充电装置来施加静电荷。可将来自充电装置的电引线连接到旋转喷丝头和收集器上,或者如果纺丝空间内设置了电极的话,可将电引线连接到喷丝头和电极上,或连接到电极和收集器上。施加到纺丝单元上的电势可在介于约1kV和约150kV的范围内。

[0038] 围绕旋转分配盘的设计温度分布是本发明的方法不同于传统离心式纺丝的重要特性。

[0039] 图2是在围绕旋转分配盘1的熔体纺丝区域内设计的温度特征图的例示,其中T1为旋转分配盘周围的熔体纺丝区的温度,T2为熔体线(熔体丝)11拉伸区的温度,T3为快速骤冷和纳米纤维固化区的温度,其中T1>T2>T<sub>m</sub>(聚合物的熔点)并且T3<<T<sub>m</sub>,即远远低于聚合物的熔点。

[0040] 图3A为熔融聚合物分配盘1的实例的侧视图,图3B为其顶视图。分配盘的几何形状,特别是分配盘的直径D和α角可影响纤维的形成和纤维尺寸。该分配盘的直径D介于约10mm和200mm之间,前表面排放边缘的α角为0度(当分配盘是平坦的时),或介于大于0度至约90度之间,分配盘的边缘任选地成锯齿状15,以便在分配盘的内表面上形成充分展开的薄膜。分配盘边缘上的锯齿还有助于形成具有相对较窄纤维直径分布的更均匀的纳米纤维。

[0041] 本方法可制备具有小于约1,000nm、甚至介于约100nm至约500nm之间的平均纤维直径的超细纤维,优选的是连续纤维。可将纤维收集到纤维网或稀松布上。收集器可具有导电性,以便在收集器和旋转喷丝头或设置在喷丝头下游的电极之间产生电场。收集器还可

具有多孔性,以便能够使用真空装置将热气体和/或冷却气体从纤维中抽出,并有助于将纤维压在收集器上以制备纤维网。可将稀松布材料设置在收集器上以便将纤维直接收集到稀松布上,从而制备复合材料。例如,可将非织造纤维网或其他多孔稀松布材料(例如纺粘纤维网、熔喷纤维网、梳理纤维网等)设置在收集器上,并使纤维沉积到非织造纤维网或稀松布上。用这种方法便可制备复合织物。

[0042] 出人意料的是,已经证明本发明的方法和设备可成功地熔纺聚烯烃纳米纤维,具体地讲是聚丙烯和聚乙烯纳米纤维。据信,所述聚烯烃纳米纤维的纤维尺寸(直径)分布显著低于迄今为止本领域已知的聚烯烃纤维。例如,美国专利4,397,020公开了径向纺丝工艺,当建议生产具有低至0.1微米直径的亚微米聚烯烃纤维时,该专利仅举例说明了具有1.1微米直径的PP纤维。相反,根据本发明,已经能够收集具有小于约500nm、甚至小于或等于约400nm的平均纤维直径的聚烯烃纳米纤维,并且纤维直径分布的中值可小于或等于约400nm,或甚至小于360nm。

[0043] 正如下列实施例可见,这些低中值的纤维直径证明,在大多数情况下,所收集的大部分聚烯烃纤维均低于平均(数均)纤维直径。

#### [0044] 测试方法

[0045] 在以上描述和以下非限制性实施例中,采用了下述测试方法以确定各种所记录的特性和性能。

[0046] 纤维直径按照如下方式测定。在5,000倍放大率下拍摄各纳米纤维层样本的十张扫描电镜(SEM)图像。从SEM图像上测定超过200根、或甚至超过300根可清晰分辨的纳米纤维的直径,并记录。不包括缺陷(即纳米纤维块、聚合物液滴、纳米纤维的结点)。以纳米(nm)为单位计算并记录各个样本的平均纤维直径。

#### [0047] 实施例

[0048] 在下文中将采用以下实施例对本发明进行更详细的描述。

#### [0049] 实施例1

[0050] 使用如图1中所示的设备,由具有非常窄的分子量分布的超高熔融流动速率的聚丙烯均聚物(Metocene MF650Y,得自Basell USA Inc.,使用ASTM D 792在23°C下测得的密度为0.91g/cc,使用ASTM D1238测得的MFR等于1800克/10分钟)来制备连续纤维。在400°F、10,000/sec的剪切速率下,Metocene MF650Y PP的典型剪切粘度为4.89181Pa.s。Metocene MF650Y PP的熔点 $T_m$ 大于160°C。

[0051] 使用具有齿轮泵的PRISM挤出机通过供给管将聚合物熔体输送到旋转喷丝头中。将压力设定为常数61psi。将齿轮泵的速度设定为恒定的设定值5,这样产生约0.8cc/min的熔体进料速率。将热吹气设定为常数30psi。旋转聚合物熔体分配盘具有30度的凹角,无锯齿状排放边缘和剪切盘。将分配盘的转动速度设定为常数11,000rpm。将来自熔体供给管的纺丝熔体的温度设定为251°C,分配盘的温度设定为260°C,吹气的温度设定为220°C。在该测试过程中不使用电场。

[0052] 通过不锈钢金属片将Reemay非织造收集筛网固定在距离分配盘15英寸处,并在Reemay非织造收集筛网上来收集纳米纤维。纤维的SEM图像可参见图4A。使用扫描电子显微镜检查法(SEM)从图像中测定纤维尺寸并确定在99nm至1188nm的范围内,从366根纤维(图4B)的测量结果得出的平均纤维直径为约平均值430nm,中值为381nm。

[0053] 实施例2

[0054] 按类似于实施例1的方法制备实施例2,不同之处在于将分配盘的旋转速度设定为常数13,630rpm。纤维的直径比实施例1更小。纤维的SEM图像可参见图5A。使用SEM从图像中测定纤维尺寸并确定在40nm至1096nm的范围内,从422根纤维(图5B)的测量结果得出的平均纤维直径为约平均值363nm,中值为323nm。

[0055] 实施例3

[0056] 按照实施例1制备连续纤维,不同之处在于使用不同的PP均聚物(Metocene MF650X,得自Basell USA Inc.,它是具有非常窄的分子量分布的超高熔融流动速率的树脂,使用ASTM D 792在23℃下测得的密度为0.91g/cc,使用ASTM D1238测得的MFR为1200克/10分钟)。在400°F、10,000/sec的剪切速率下,Metocene MF650Y PP的典型剪切粘度为5.76843Pa.s。Metocene MF650Y PP的熔点 $T_m$ 大于160℃。

[0057] 分配盘具有15度的凹角,无锯齿状排放边缘,但具有固定剪切盘。将分配盘的转动速度设定为常数11,000rpm。将来自熔体供给管的纺丝熔体的温度设定为251℃,分配盘的温度设定为270℃,吹气的温度设定为220℃。在该测试过程中不使用电场。

[0058] 通过不锈钢金属片将Reemay非织造收集筛网固定在距离旋转纺丝盘15英寸处,并在Reemay非织造收集筛网上来收集纤维。纤维的SEM图像可参见图6A。使用扫描电子显微镜检查法(SEM)从图像中测定纤维尺寸并确定在63nm至1400nm的范围内,从727根纤维(图6B)的测量结果得出的平均纤维直径为约平均值378nm,中值为313nm。

[0059] 实施例4

[0060] 按照实施例1制备连续纤维,不同之处在于使用不同的PP均聚物(Metocene MF650W,得自Basell USA Inc.,它是具有非常窄的分子量分布的高熔融流动速率的树脂,使用ASTM D 792在23℃下测得的密度为0.91g/cc,使用ASTM D1238测得的MFR为500克/10分钟)。在400°F、10,000/sec的剪切速率下,Metocene MF650Y PP的典型剪切粘度为9.45317Pa.s。Metocene MF650Y PP的熔点 $T_m$ 大于160℃。

[0061] 分配盘具有30度的凹角,无锯齿状排放边缘和剪切盘。将分配盘的转动速度设定为常数11,000rpm。将来自熔体供给管的纺丝熔体的温度设定为251℃,分配盘的温度设定为260℃,吹气的温度设定为220℃。在该测试过程中不使用电场。

[0062] 通过不锈钢金属片将Reemay非织造收集筛网固定在距离分配盘15英寸处,并在Reemay非织造收集筛网上来收集纤维。纤维的SEM图像可参见图7A。使用扫描电子显微镜检查法(SEM)从图像中测定纤维尺寸并确定在60nm至1650nm的范围内,从209根纤维(图7B)的测量结果得出的平均纤维直径为约平均值480nm,中值为400nm。

[0063] 实施例5

[0064] 按照实施例1制备连续纤维,不同之处在于使用聚乙烯(LLDPE)注塑树脂(SURPASS® IFs932-R,得自NOVA Chemicals,Canada),该树脂是具有非常窄的分子量分布的高熔融流动速率的树脂。该聚合物的性能为:使用ASTM D 792在23℃下测得的密度为0.932g/cc,使用ASTM D1238测得的MI为150克/10分钟。

[0065] 使用具有齿轮泵的PRISM挤出机通过供给管将熔体输送到分配盘。将压力设定为常数61psi。将齿轮泵的速度设定为常数10,这样产生约1.6cc/min的熔体进料速率。将热吹气设定为常数30psi。旋转纺丝盘具有30度的凹角,具有锯齿状排放边缘和固定剪切盘。将

分配盘的转动速度设定为常数13,630rpm。将来自熔体供给管的纺丝熔体的温度设定为250℃,旋转纺丝盘的温度设定为220℃,吹气的温度设定为160℃。在该测试过程中不使用电场。

[0066] 通过不锈钢金属片将Reemay非织造收集筛网固定在距离分配盘15英寸处,并在Reemay非织造收集筛网上收集纤维。纤维的SEM图像可参见图8A。使用扫描电子显微镜检查法(SEM)从图像中测定纤维尺寸并确定在53nm至1732nm的范围内,从653根纤维(图8B)的测量结果得出的平均纤维直径为约平均值409nm,中值为357nm。

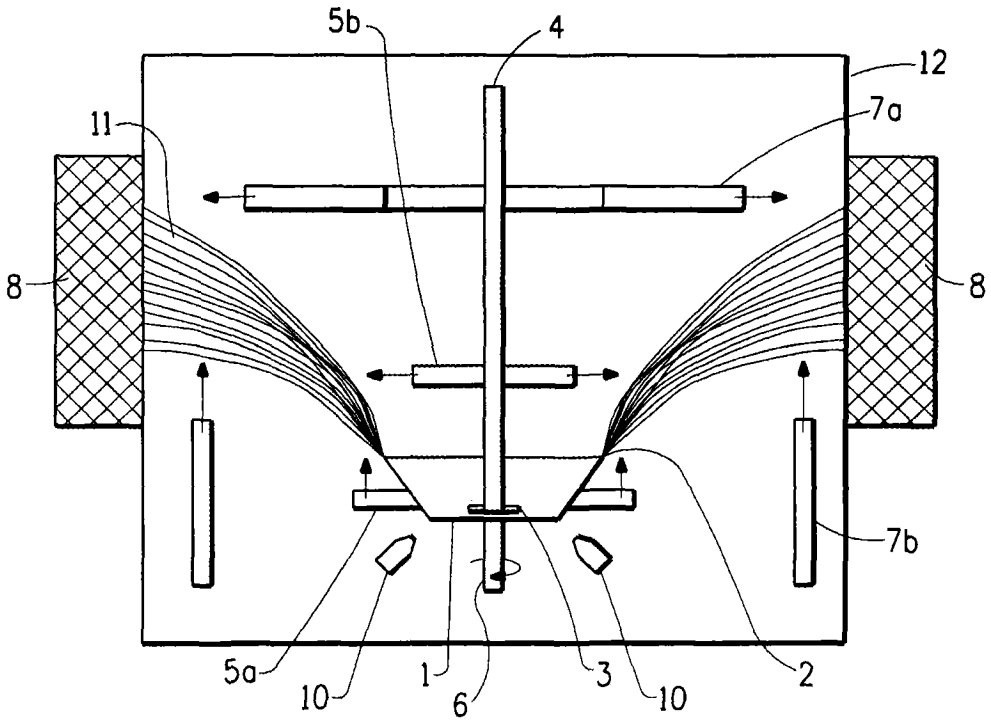


图1

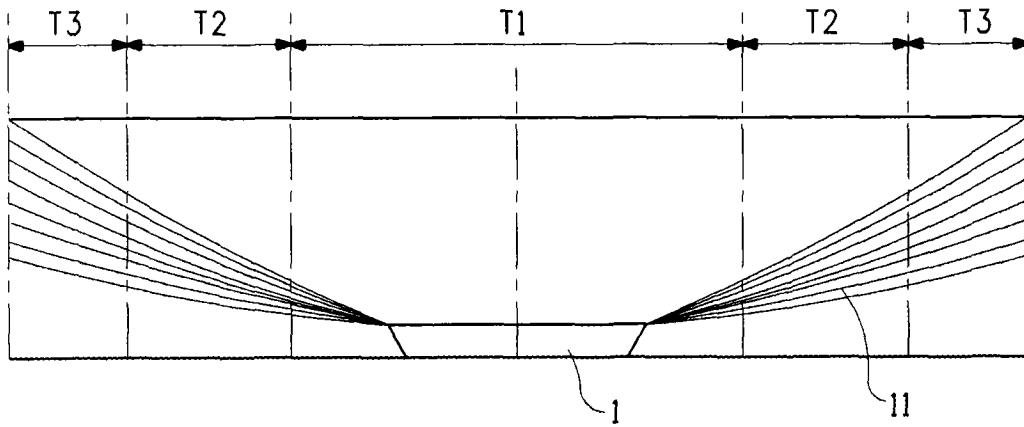


图2

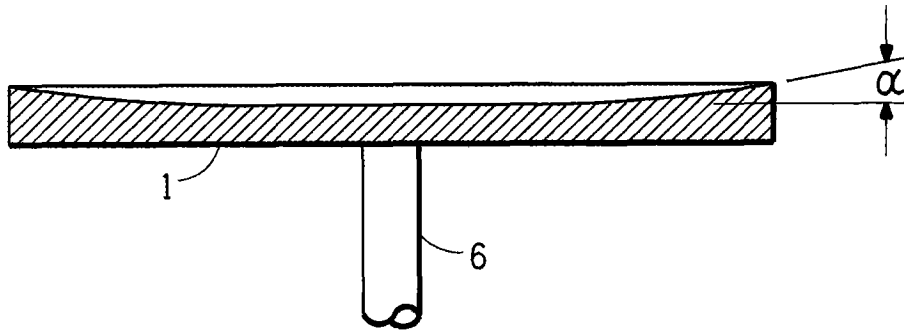


图3A

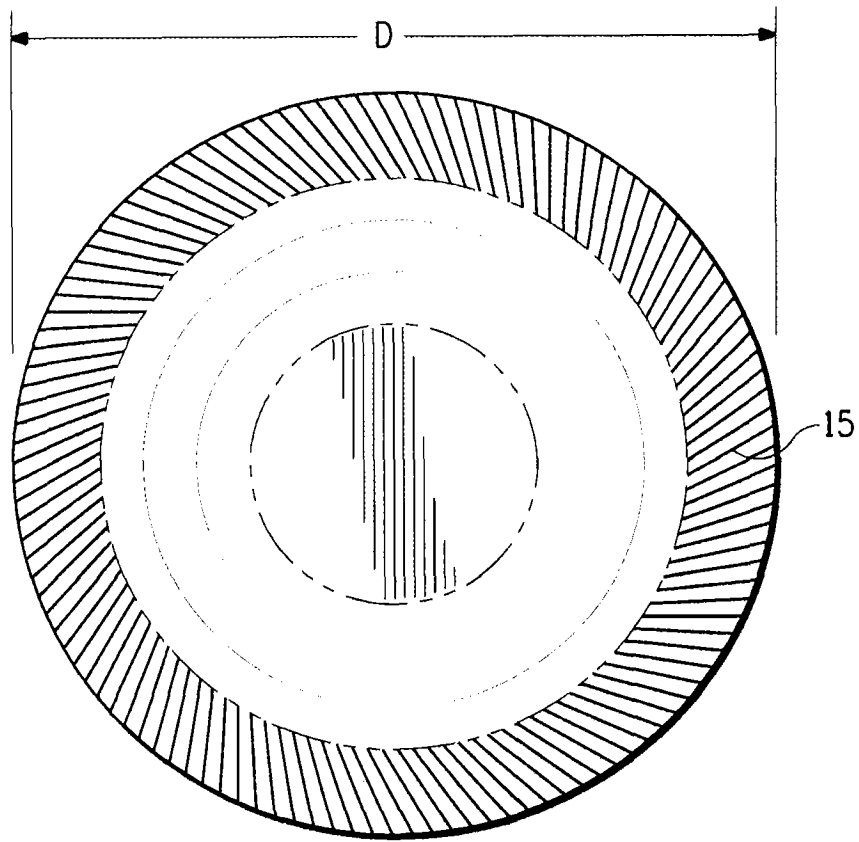


图3B

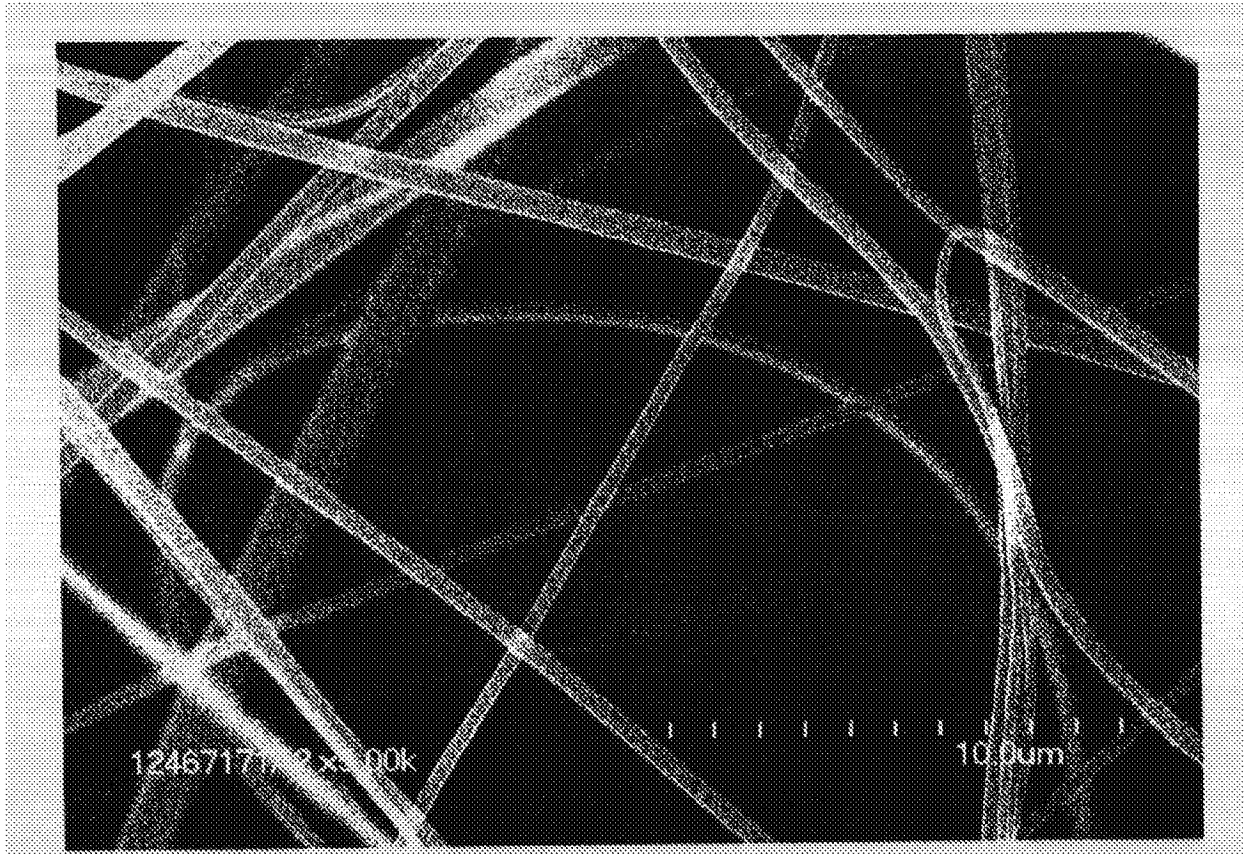


图4A

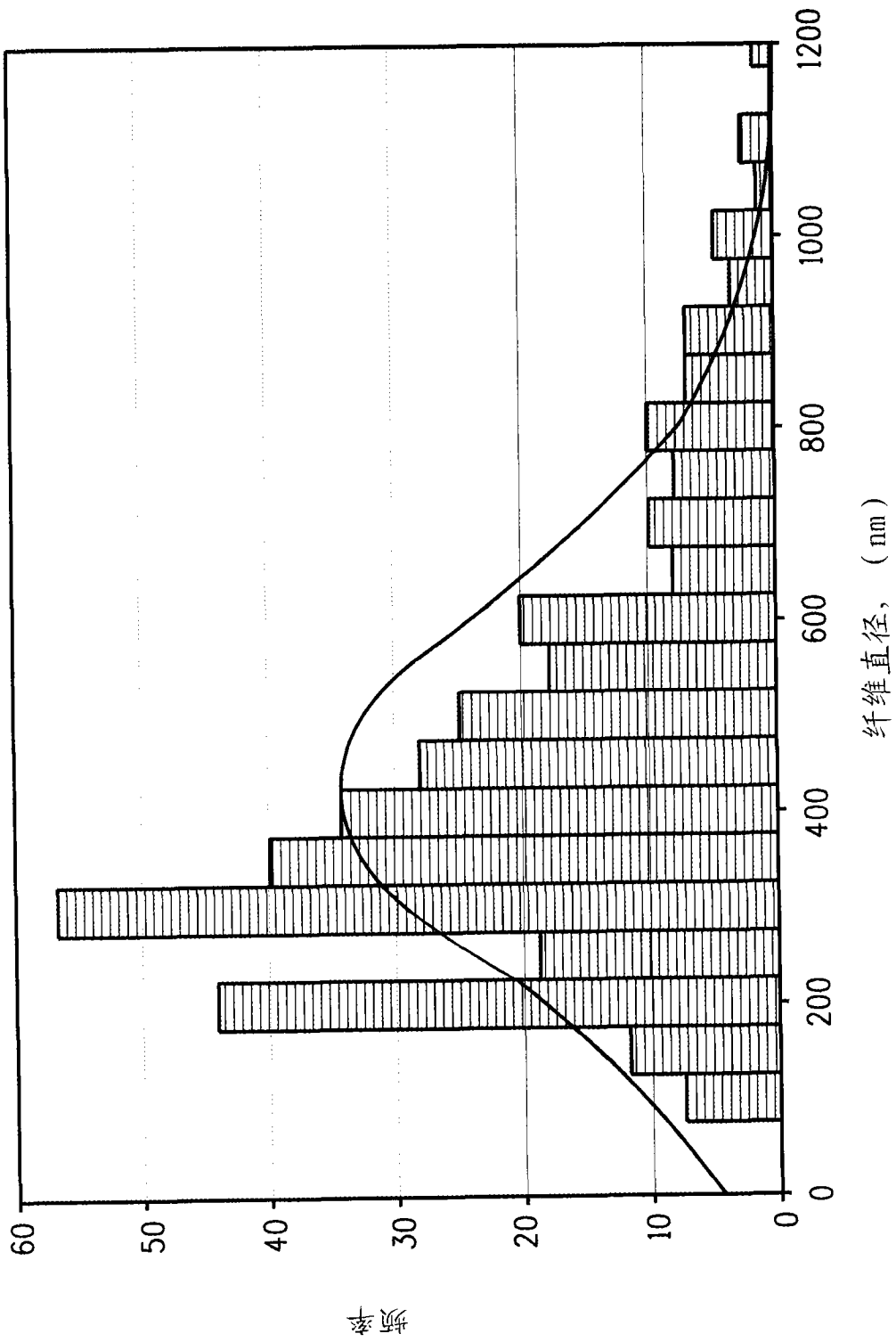


图4B

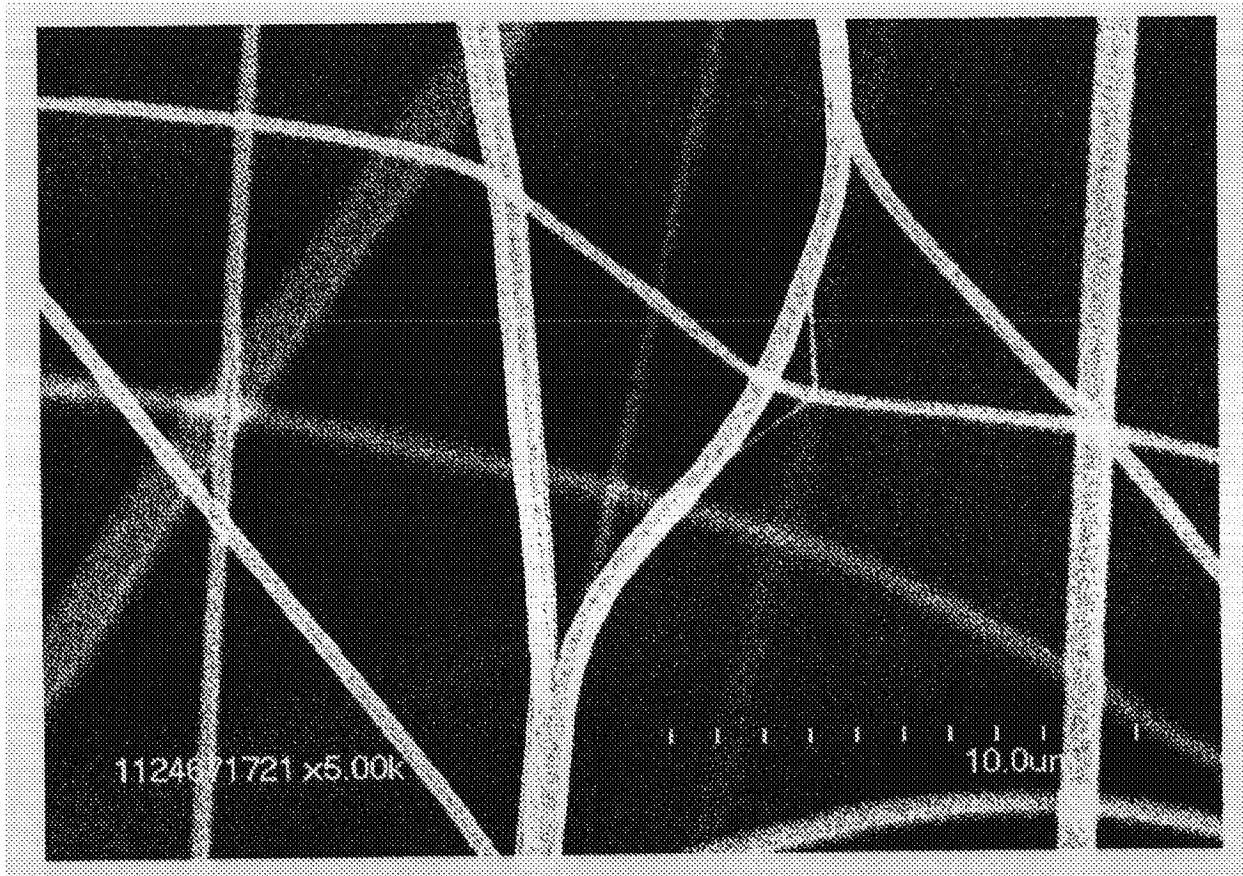


图5A

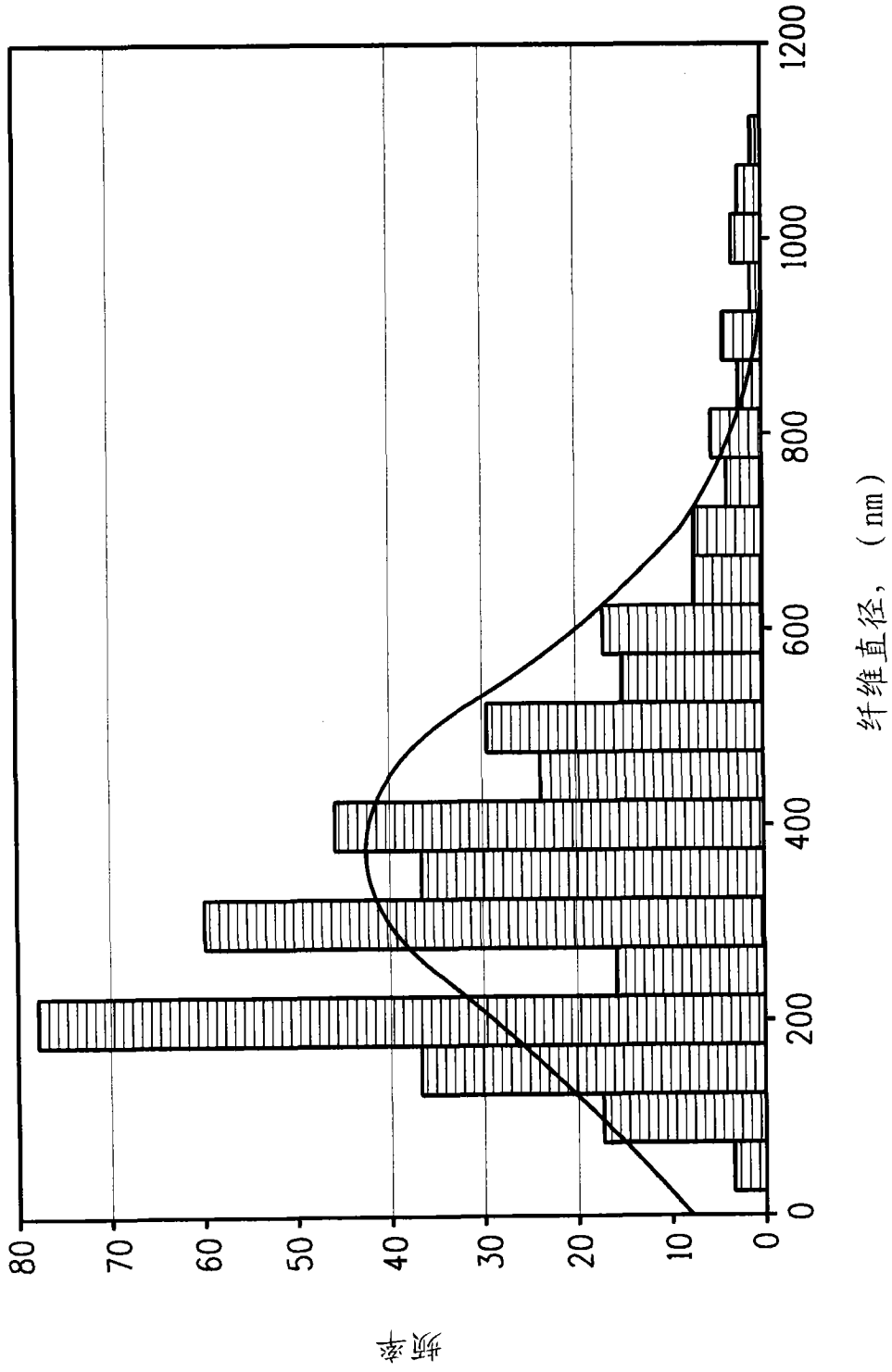


图5B

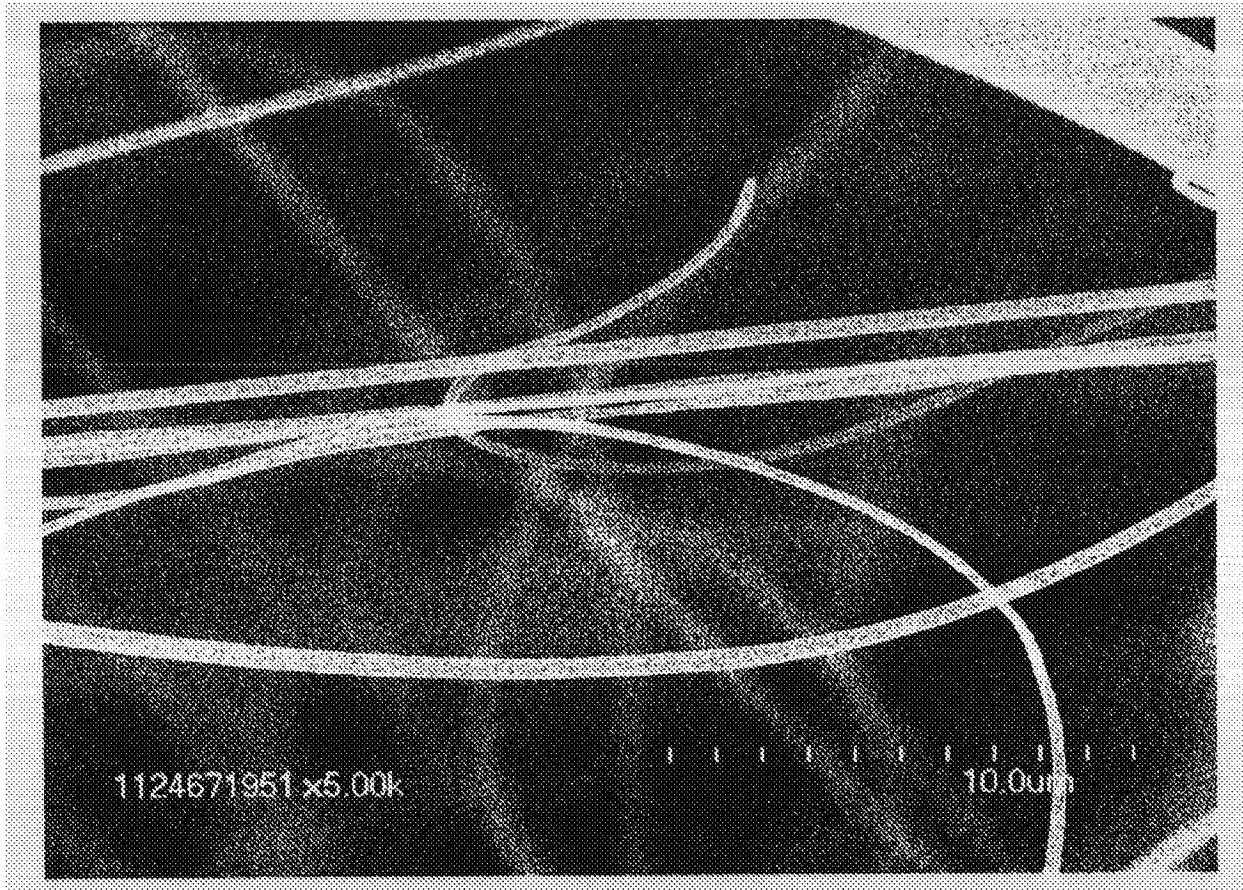


图6A

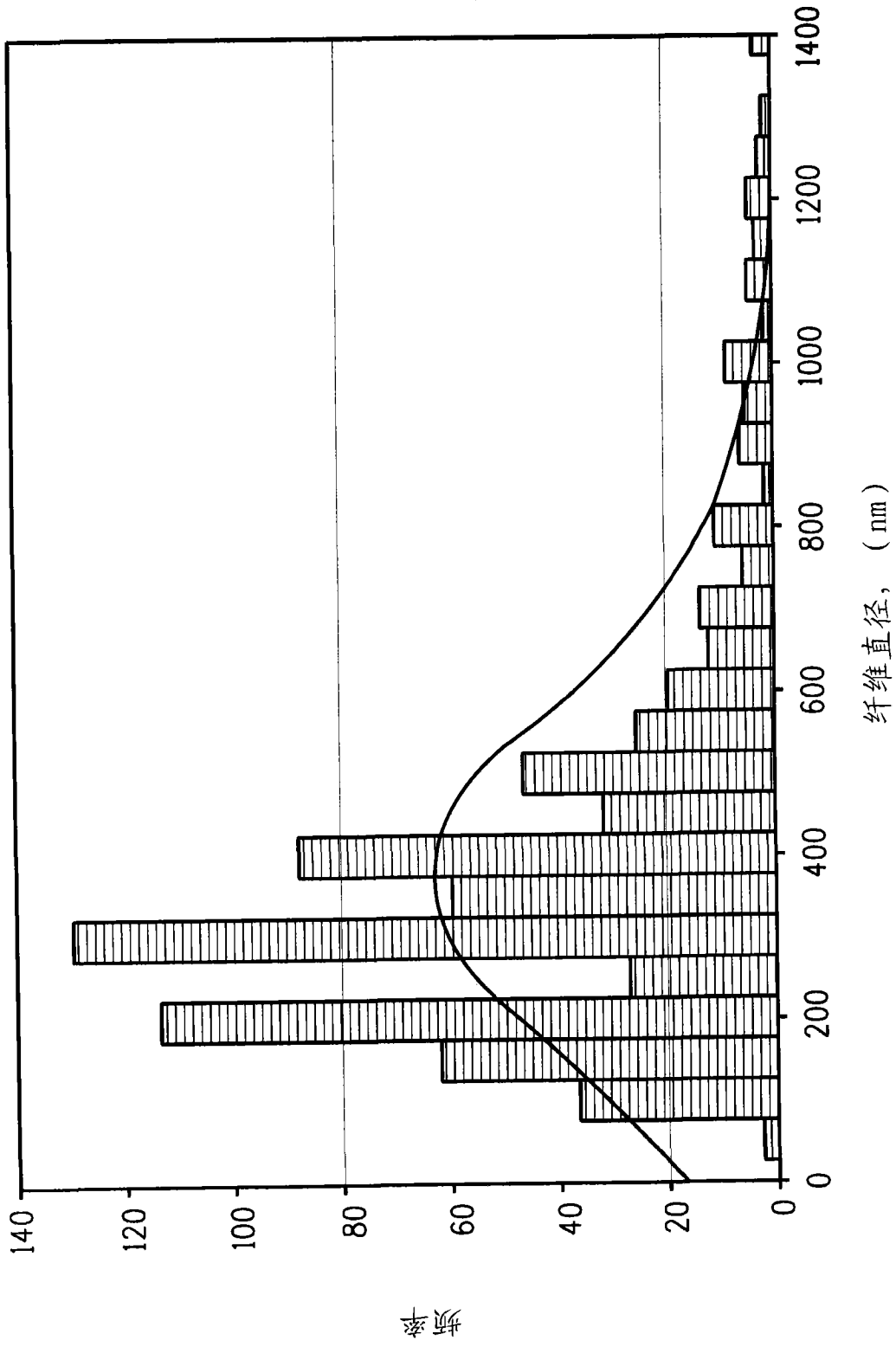


图6B

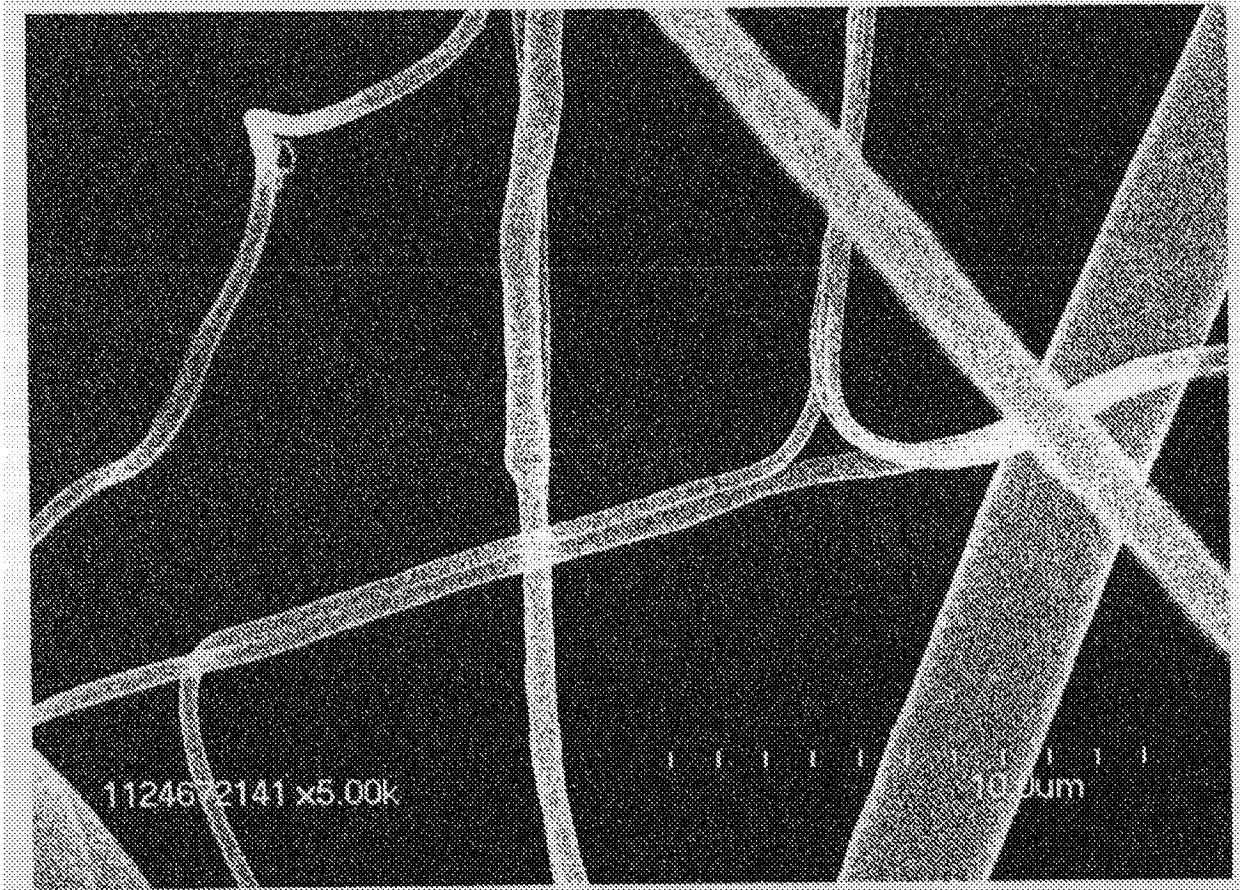


图7A

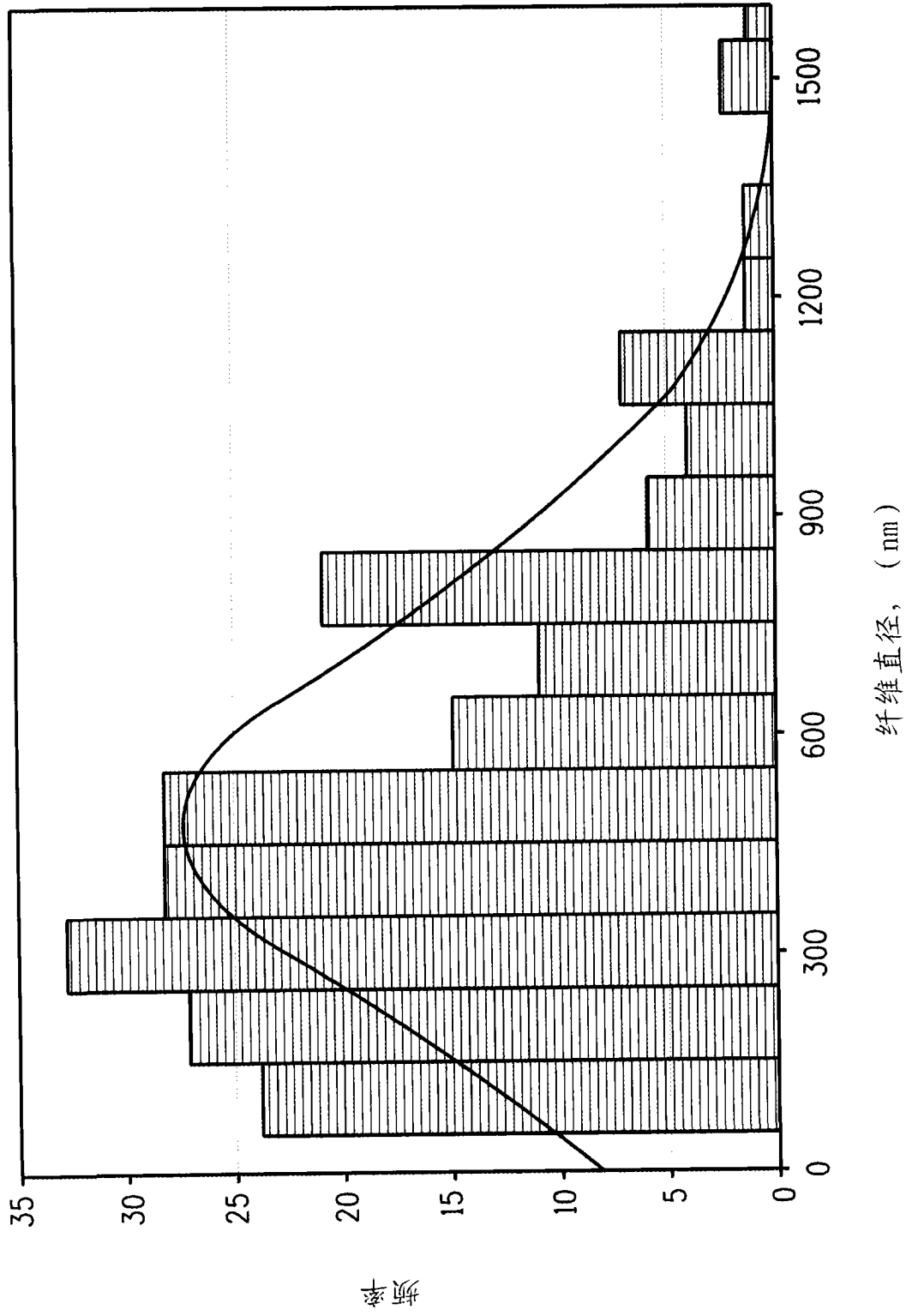


图7B

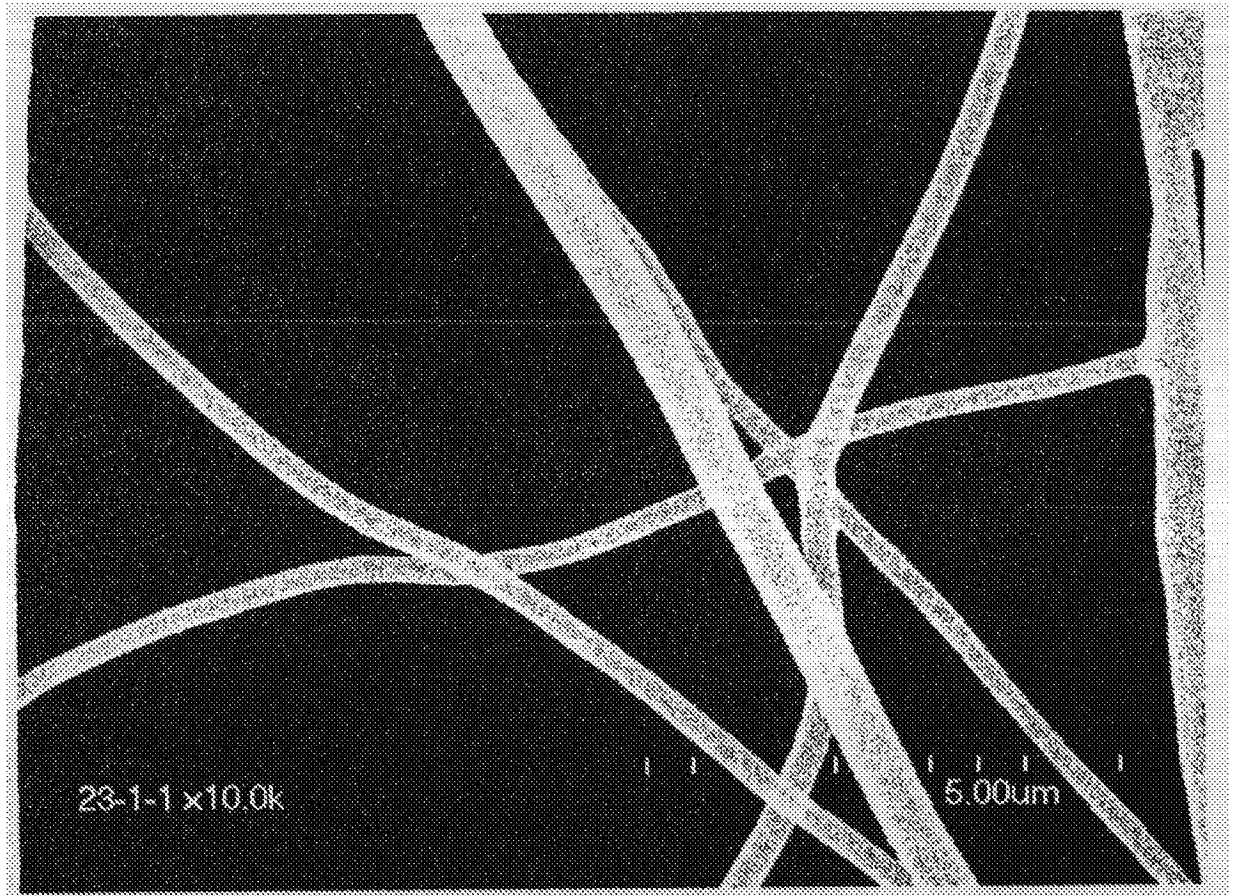


图8A

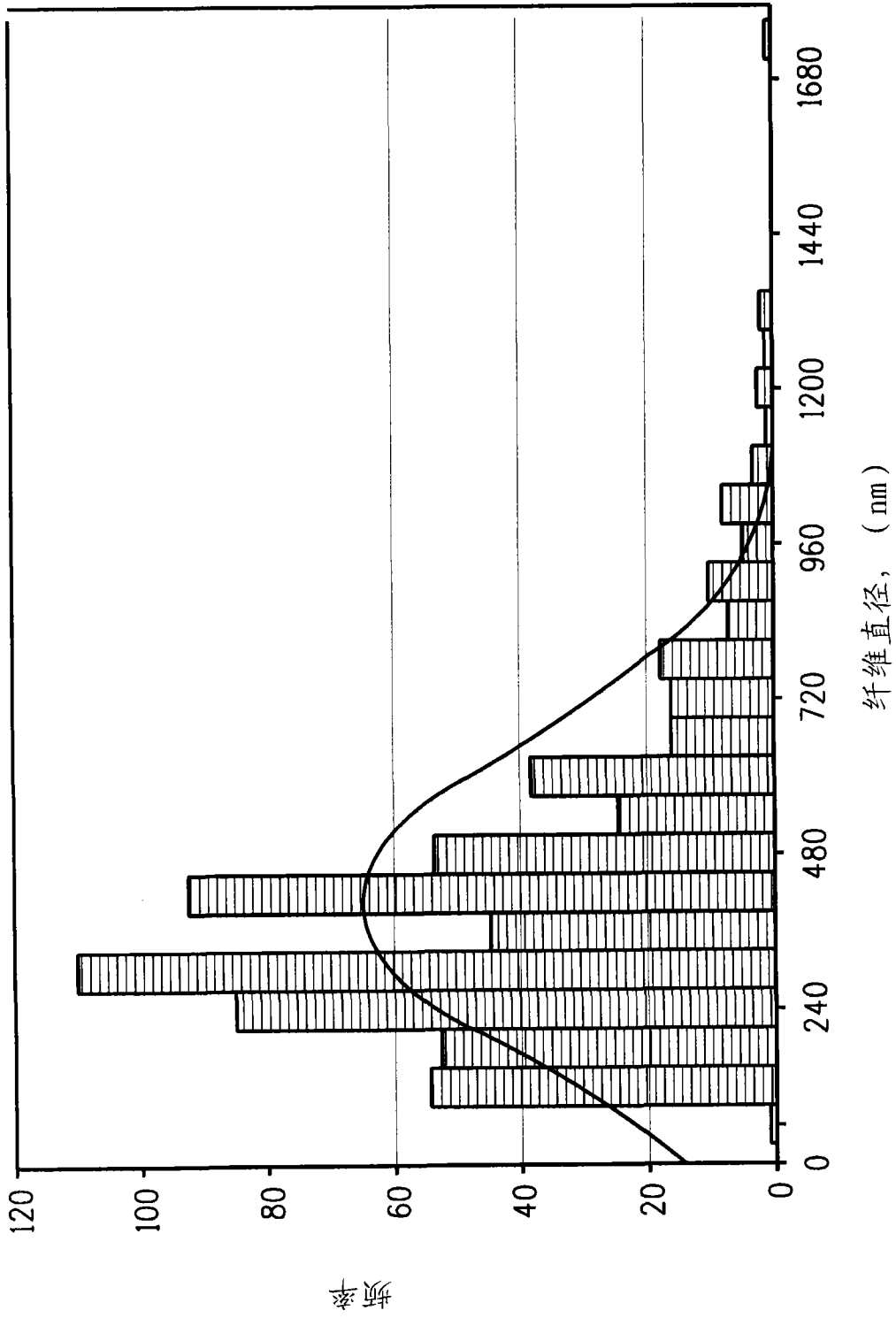


图8B