

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580011527.3

[51] Int. Cl.

D04H 3/00 (2006.01)

D01D 5/42 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100552111C

[22] 申请日 2005.4.19

[21] 申请号 200580011527.3

[30] 优先权

[32] 2004.4.19 [33] US [31] 60/563,330

[86] 国际申请 PCT/US2005/013341 2005.4.19

[87] 国际公布 WO2005/103355 英 2005.11.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.10.16

[73] 专利权人 宝洁公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 E·B·邦德 R·查博拉

O·E·A·伊泽勒 H·徐

[56] 参考文献

WO03/063996A2 2003.8.7

US6382526B1 2002.5.7

CN1222588A 1999.7.14

WO03/064006A1 2003.8.7

US4923454 1990.5.8

US6395046B1 2002.5.28

审查员 曾浩

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 陈哲锋

权利要求书 1 页 说明书 14 页

[54] 发明名称

包含纳米纤维的非织造纤维网及其制品和生产方法

[57] 摘要

本发明涉及包括纳米纤维的制品。具有小于一微米直径的纳米纤维可大量包括在所述制品所包括的一层纤维网内。优选地，纳米纤维用熔膜原纤化方法进行生产。所述制品包括尿布、训练裤、成人失禁衬垫、诸如女性护理衬垫和短裤护垫之类的经期用品、卫生棉塞、个人清洁制品、个人护理制品和包括婴儿擦拭物、面部擦拭物和女性擦拭物在内的个人护理擦拭物。

1. 一种包括至少一层具有大量纳米纤维的非织造纤维网,所述纳米纤维的直径小于约一微米,其特征在于所述纳米纤维由具有分子量分布大于约三的聚合物制成。
2. 如权利要求 1 所述的非织造纤维网,其中所述聚合物具有大于约 3.5 的分子量分布。
3. 如权利要求 1 所述的非织造纤维网,其中所述纳米纤维层具有至少约 50% 的直径小于约一微米的纳米纤维。
4. 如权利要求 1 所述的非织造纤维网,其中所述纳米纤维层具有约 0.5gsm 至约 15gsm 的基重。
5. 如权利要求 1 所述的非织造纤维网,其中所述聚合物具有大于约 4 的分子量分布。
6. 一种包括如权利要求 1 所述的非织造纤维网的制品。
7. 如权利要求 6 所述的制品,其中所述制品选自尿布、训练裤、成人失禁衬垫、经期用品、卫生棉塞、个人清洁制品、个人护理制品和个人护理擦拭物,以及它们的组合。
8. 如权利要求 7 所述的制品,其中所述非织造纤维网为阻碍层。
9. 如权利要求 7 所述的制品,其中所述个人护理擦拭物包括婴儿擦拭物、面部擦拭物、身体擦拭物和女性擦拭物。
10. 如权利要求 7 所述的制品,其中所述经期用品包括女性护理衬垫和短裤护垫。
11. 一种制造包括纳米纤维层的非织造纤维网的方法,所述纳米纤维层具有大量的直径小于约一微米的纳米纤维,其中所述纳米纤维由熔膜原纤化方法制成,所述方法包括以下步骤:
 - a. 提供具有约分子量分布大于三的聚合物熔体,
 - b. 利用流体流形成聚合物膜,和
 - c. 由所述聚合物膜形成多根纳米纤维。

包含纳米纤维的非织造纤维网及其制品和生产方法

相关申请的交叉参考

本申请要求2004年4月19日提交的美国临时申请 60/563,330 的优先权。

发明领域

本发明涉及由纳米纤维制成的纤维、非织造材料和制品以及生产纳米纤维的方法。纳米纤维可由具有宽分子量分布的聚合物制成。

发明背景

对由包含纳米纤维的非织造材料生产的制品的需求已持续增加。通常认为纳米纤维的直径小于约 1000 纳米或一微米。纳米纤维网因其表面积高、孔径低和其它特性而受到欢迎。可用多种方法和多种材料制造纳米纤维，通常也称为微纤维或超细纤维。虽然已经采用了数种方法，但是每种方法均有缺点，并且生产高性价比纳米纤维仍存在着困难。

生产纳米纤维的方法包括通过熔体原纤化所描述的一类方法。熔体原纤化方法的非限制性实施例包括熔喷法、熔体纤维破裂法和熔膜原纤化法。不用熔体生产纳米纤维的方法为薄膜原纤化法、静电纺丝法和溶液纺丝法。生产纳米纤维的其它方法包括以海岛型、分割饼型或其它构型纺丝较大直径的双组分纤维，其中纤维随后被进一步加工以便形成纳米纤维。

熔体原纤化是制造纤维的一般类别，定义为其中一种或多种聚合物被熔融并挤压成多种可能的构型（例如复合挤压成型的均相或双组分薄膜或长丝），然后被原纤化或纤维化成长丝。

熔喷法是生产纤维的常用方法。典型的纤维直径在 2 至 8 微米范围内。熔喷法可被用来制造直径较小的纤维但对工艺来说需要大量变化。通常，需要重新设计的喷丝头和喷丝板。这些方法的实施例包括

Fabbricante 等人的美国专利 5,679,379 和 6,114,017, 和 Nyssen 等人的美国专利 5,260,003 和 5,114,631。这些方法利用较高的压力、温度和速度来获得小的纤维直径。

熔体纤维破裂法是矿物纤维制造方法的衍生并已应用于聚合物纤维制造中。矿物熔体纤维破裂法的实施例包括 Walz 等人的美国专利 4,001,357 以及 Muschelknautz 等人的美国专利 4,337,074 和 4,533,376。这种方法的关键是利用音速和超音速空气(气体)速度将熔融长丝破裂成多个细旦纤维。典型的纤维直径在小于一微米至约 6 微米的范围内。将聚合物熔体破裂成细旦纤维的方法的实施例包括 Nyssen 等人的美国专利 5,075,161; Gerking 的欧洲专利 1 192 301 B1 和 0 724 029 B1 以及欧洲专利申请 1 358 369 A2; Sodemann 等人的 WO 04/020722。这些方法利用拉瓦尔喷嘴将气流速度加速至音速和/或超音速范围。当聚合物熔体被暴露到这么高的气速下时,将破裂成多个细旦纤维。通过利用所需的工艺条件及喷丝板和喷丝头几何形状将这些方法设定为生产理想的纤维尺寸。

熔膜原纤化法是生产纤维的另一种方法。由熔体产生熔膜,然后用流体由熔膜制成纳米纤维。该方法的两个实施例包括转让给 University of Akron 的 Torobin 的美国专利 6,315,806、5,183,670 和 4,536,361 以及 Reneker 的美国专利 6,382,526、6,520,425 和 6,695,992。

薄膜原纤化法是生产纳米纤维的另一种方法,虽然不是为被用于非织造纤维网中的聚合物纳米纤维的生产而设计。转让给 3M 的 Perez 等人的美国专利 6,110,588 描述了给高度取向、高度结晶、熔融加工的凝固聚合物薄膜表面赋予流体能量以形成纳米纤维的方法。薄膜和纤维用于高强度应用场合,例如聚合物的增强纤维或如混凝土这类浇注建筑材料。

静电纺丝法是生产纳米纤维的一种常用方法。在该方法中,将一种聚合物溶解在一种溶剂中并放入一个隔室中,隔室在一端密封,在另一端颈缩部分具有一个小开口。然后靠近隔室的开口端在聚合物溶液和收集器之间施加高电压。这种方法的生产速度很慢并且纤维典型地以小批量进行生产。生产纳米纤维的另一种纺丝技术是利用溶剂的溶液纺丝或闪蒸纺丝。

生产纳米纤维的两步法也为人所熟知。第一步骤是以海岛型、分割饼

型或其它构型纺丝较大直径的多组分纤维。较大直径的多组分纤维然后进行分裂或海被溶解以便在第二步骤中产生纳米纤维。例如，转让给 Chisso 的 Nishio 等人的美国专利 5,290,626 和转让给 Kimberly-Clark 的 Pike 等人的美国专利 5,935,883 分别描述了海岛型和分割饼型方法。这些方法涉及两个连续的步骤：制造纤维和分割纤维。

要生产具有商业竞争力的包含纳米纤维的一次性制品，必须控制纳米纤维的成本。设备、工艺、加工助剂、以及聚合物成本均可被控制。因此，生产成本低纳米纤维是本发明的一个目标。也期望为多种用途和有益效果制成包含纳米纤维的产品。除了其它用途之外，用途包括执行品例如尿布、擦拭物和吸收材料。

发明概述

为获得较小的纤维直径，通常使用的聚合物为具有窄分子量分布的聚合物。这是由于窄分子量分布的聚合物能够更快流动、更容易抽长并形成更小直径的纤维。通常利用窄分子量分布的聚合物和高的抽长能量（例如高的气流速度、流速和卷绕速度）来生成纳米纤维。通常，所有这些参数必须被优化以生成纳米纤维。因此，本领域的普通技术人员不会在一步熔体原纤化方法利用宽分子量分布的聚合物来生成纳米纤维。降低纳米纤维成本的一种方法是通过使用具有宽分子量分布的聚合物。宽分子量分布的聚合物具有宽的分子量范围且更容易生产，因此来源更广。典型地，宽分子量分布的聚合物更强、研磨性或起绒性更小，并且更稳定。因此，本发明的一个目标是生产包含由宽分子量分布的聚合物生产的纳米纤维的制品。

本发明涉及包含纳米纤维的纤维、非织造材料和制品。纳米纤维可由一步熔体原纤化方法用具有大于约三的分子量分布的聚合物制成。具有小于一微米直径的纳米纤维必须大量包含在一层纤维网内。优选地，纳米纤维用熔膜原纤化方法进行生产。合适的卫生制品包括尿布、训练裤、成人失禁衬垫、诸如女性护理衬垫和短裤护垫之类的经期用品、卫生棉塞、个人清洁制品、个人护理制品和包括婴儿擦拭物、面部擦拭物和女性擦拭物在内的个人护理擦拭物。

发明详述

本发明涉及由纳米纤维制成的制品。纳米纤维由一种或多种热塑性聚合物制成。本发明的聚合物将具有分子量分布大于三的。将分子量分布 (MWD) 定义为重均分子量除以数均分子量。这可通过利用 ASTM D6474-99 标准测试方法来测定, 通过高温凝胶渗透色谱法测定聚烯烃的分子量分布及分子量平均值。MWD 优选大于约 3.5, 更优选大于约 4.0, 甚至更优选大于约 4.5, 并且最优选大于约 5。

聚合物典型地具有较低流速, 但可与其它材料例如过氧化物组合以增加熔融流动速率并使分子量分布 (MWD) 变窄。这是由于许多制备纤维, 尤其是纳米纤维的方法不能采用低熔融流动速率的聚合物。优选地, 本发明方法将生产较厚和/或具有较高聚合物含量的薄膜或较大结构。然后使这种薄膜或较大结构形成纳米纤维。

合适的热塑性聚合物包括适于熔体纺丝并具有宽分子量分布 (MWD) 的任何聚合物。喷丝板中的聚合物的流变学性能必须使得聚合物能够形成薄膜。聚合物的熔化温度通常为约 25°C 至 400°C。

可具有宽分子量分布 (MWD) 的热塑性聚合物的非限制性实施例包括聚丙烯及共聚物、聚乙烯及共聚物、聚酯、聚酰胺、聚苯乙烯、可生物降解的聚合物包括热塑性淀粉、PHA、PLA、聚氨酯以及它们的组合。均聚物、共聚物和它们的共混物均包含于本说明书内。优选的聚合物是聚丙烯、聚乙烯、尼龙和聚对苯二甲酸乙二醇酯。

任选地, 聚合物可包含另外的材料以提供纤维的附加性能。除了别的以外, 这些材料还可改变最终纤维的物理属性例如弹性、强度、热或化学稳定性、外观、吸收性、气味吸收性、表面性质和/可印花性。可添加合适的亲水熔体添加剂。任选材料的存在量最多可为全部聚合物混料的 50%, 只要分子量分布 (MWD) 仍在指定的范围内。

宽分子量分布 (MWD) 聚合物的生产可为就地方法或人工生成。生产宽分子量分布 (MWD) 聚丙烯的一个实施例为较早终止聚合过程。这样可得到较高的熔融流动速率和较宽的分子量分布 (MWD)。就地方法的一个实施例是其中在生产聚丙烯期间, 改变过氧化物的含量来制备树脂, 从而使分子量分布 (MWD) 更宽。人工生成宽分子量分布 (MWD) 的一个实施例是将多

种类型的聚酯混合在一起。大多数聚酯树脂具有比率小于三分子量分布(MWD)。然而,不同分子量聚酯树脂的小心混合可产生较宽的分子量分布(MWD)。混合也可用于其它聚合材料,最优选为聚丙烯。

期望在纤维网中使用窄与宽分子量分布(MWD)的混合物。较宽分子量分布(MWD)的聚合物将使原纤化更容易,这样可导致纤维具有不同直径。如果不将聚合物混合,则可利用单独的喷丝头以用于不同分子量分布(MWD)的聚合物。窄与宽分子量分布(MWD)聚合物的其它用途为用于粘结,尤其是用于热粘结。具有不同分子量分布(MWD)聚合物的纤维网的不同区域将具有不同的热粘结性质,并因此具有不同性能。这样可使得不同区域能够适于阻碍性、透气性、吸收性、控释性、不透明性、力学性质、后处理性、热特性以及其它性质。

在纤维网的纳米纤维层内的大量纤维的平均纤维直径可小于一微米,优选为约0.1微米至一微米,更优选为约0.3微米至约0.9微米。纳米纤维层的基重可小于约25gsm,通常为约0.1至约15gsm,优选小于10gsm或5gsm。取决于非织造纤维网的用途,纳米纤维层可具有的基重在约0.5至约3gsm或约0.5至约1.5gsm的范围内。希望形成多层纤维网。纳米纤维层可与一个、两个或多个层相结合。纺粘-纳米纤维-纺粘纤维网是一个实施例。整体复合纤维网的基重在约5gsm至约100的范围内,并且通常在约10至约50gsm的范围内。

典型地期望均匀的纳米纤维网,并且其生产具有挑战性,尤其是在低基重情况下。纤维网均匀性可通过几种方法进行测定。均匀性测量的实施例包括孔径、基重、透气率和/或不透明性的低变异系数。均匀性也可意味着没有纤维束或结索或可见的孔洞或其它此类缺陷。均匀性也可通过纤维网的水压头或其它液体阻挡测量进行评价。阻挡得分越高通常表示纤维网更均匀。

孔径可通过本领域的技术人员已知的方法进行确定。纳米纤维层的平均孔径优选小于约15微米,更优选小于约10微米,并且最优选小于约5微米。均匀纤维网的理想变异系数可小于20%,优选小于约15%,并且更优选约10%或更小。没有成束可通过在纤维网的测定面积上计数纤维索或束的数量进行测定。没有孔洞也可通过在纤维网的测定面积上计数直径

超过某一阈值的洞的数目进行测定。可利用扫描电子显微镜或其它放大部件。例如，如果洞为肉眼所见或者直径大于 100 微米，则可利用灯箱对它们进行计数。

纤维可为单组分纤维或诸如双组分纤维的多组分纤维。纤维可具有皮芯型或并列型或其它合适的几何构型。在纤维制成之后，在形成纤维网之前可对纤维进行处理或涂层。此外，在纤维网制成之后，可对纤维网进行处理。任选地，可将添加剂掺进聚合物树脂中，并且这些添加剂在纤维形成之后迁移至表面。迁移至表面的添加剂可能需要利用外部能量例如热量进行固化，或者表面上的添加剂可能需要与另一种组分进行化学反应，或者固化可能需要在另一种组分存在的情况下进行催化，使得可采用掺有添加剂的树脂在制造纤维的时候或在纤维制成之后将附加组分添加到加工过程中。适当的处理包括亲水或疏水处理。疏水处理剂的一个实施例为聚二甲基硅氧烷。具体的处理取决于使用的纤维网、聚合物种类和其它因素。所需的处理为本领域的技术人员所熟悉。

制备本发明纳米纤维的方法是可利用具有分子量分布(MWD)大于三的热塑性聚合物的任何方法。优选地，所述方法为可利用具有分子量分布(MWD)大于三的热塑性聚合物的一步熔体纤维化方法。熔体原纤化方法的定义是利用一种其中形成纤维的单相聚合物熔体的方法。单相可包括分散体，然而不包括基于熔体的溶剂，例如在溶液或静电纺丝中所用的那些溶剂。典型的一步熔体原纤化方法包括熔喷法、熔膜原纤化方法、纺粘法、在典型的纺丝/拉丝方法中的熔体纺丝法及其组合。一步法不包括两步法，在两步法中首先制备较大纤维，然后通过去除纤维的一部分或分离纤维而使其分裂。该方法必须适于利用分子量分布(MWD)大于三的热塑性聚合物并适于生产平均直径小于约一微米的纤维。

制备本发明纳米纤维的方法优选为熔体原纤化方法，或更优选地为熔膜原纤化方法。通常，这种方法涉及提供聚合物熔体；利用中心流体流形成聚合物膜；然后使用流体由所述聚合物膜形成多根纳米纤维。合适的方法详述于如授予 Torobin 的美国专利 4,536,361 以及授予 Reneker 的美国专利 6,382,526、5,520,425 和 6,695,992 中。膜可为中空管、较平坦的结构或其它合适结构。

如 4,536,361 中进一步所述,聚合物被加热直到其成为液体并易于流动。熔融聚合物的温度可为约 0℃ 至约 400℃,优选约 10℃ 至约 300℃,并且更优选约 20℃ 至约 220℃。聚合物的温度取决于聚合物或聚合物混料的熔点。聚合物的温度可超过其熔点不到约 50℃,优选超过其熔点不到 25℃,更优选超过其熔点不到 15℃,以及刚好处在其熔点或其熔化范围内或之上。熔点或熔化范围用 ISO 3146 方法进行测量。熔融聚合物具有的粘度典型地将为约 1Pa-s 至约 1000Pa-s,典型地为约 2 至约 200Pa-s,且更常见为约 4 至约 100Pa-s。这些粘度在剪切速率在每秒约 100 至约 100,000 的范围内给出。熔融聚合物处在约大气压力或略高的压力下。

在一种方法中,通过在薄膜上并随后在管的内表面上吹气并施加压力,成纤流体可穿过聚合物流体膜以形成中空聚合物管。在 6,695,992 内详述的另一种方法中,成纤流体将由狭缝或狭槽类的喷丝板设计形成薄膜片。成纤流体可处在接近于熔融聚合物温度的温度下。成纤流体的非限制性实施例为诸如氮气之类的气体,或更优选地为空气。成纤流体温度可比熔融聚合物的温度高以有助于聚合物的流动以及中空管或平面薄膜的成型。可供选择地,成纤流体温度可处在熔融聚合物温度之下以有助于纳米纤维的成型和凝固。成纤流体温度超过聚合物熔点不到约 50℃,优选超过聚合物熔点不到 25℃,更优选超过聚合物熔点不到 15℃,或刚好处于聚合物熔点或之上。成纤流体温度也可处在加工温度之下,低至 15℃。成纤流体的压力足以吹制纳米纤维并在其被挤出喷丝孔时略微高于熔融聚合物的压力。

成纤流体将通常具有低于 34.5Mpa (5000psi) 的压力。成纤流体压力将优选小于 6.9Mpa (1000psi),更优选小于约 690kPa (100psi),并且最优选为约 100 至约 550kPa (约 15 至约 80psi)。

聚合物产量将主要取决于所用的具体聚合物,喷丝头样式和聚合物的温度和压力。聚合物产量将超过每分钟每喷丝孔约 1 克。聚合物产量可优选大于每分钟每喷丝孔约 5 克,并且更优选大于每分钟每喷丝孔约 10 克。将有可能一次运行几个喷丝孔,这将增加总的生产量。产量连同压力、温度和速度一起在喷丝孔出口处进行测量。描述产量的另一种方法是

使用术语挤压润湿长度。聚合物产量将超过每厘米挤压润湿长度约 0.3 克。挤压润湿长度定义为产生纳米纤维之前熔融薄膜的线性距离。例如，如果表明本发明是利用离散喷丝头且喷丝头孔口直径为 1 厘米，则该喷丝头的质量产出速率为 1 克/分钟，总速率为每厘米每分钟 0.318 克。聚合物处理量将优选超过每厘米每分钟约 3 克，更优选大于每厘米每分钟约 6 克，并且最优选大于每厘米每分钟 10 克。

输送流体或其它流体可被用来产生脉动或波动压力场，以有助于形成多根纳米纤维。输送流体可通过一个横向喷口来提供，定位横向喷口用来引导输送流体在薄膜和纳米纤维形成区域上和周围流动。输送流体的速度可为每秒约 1 至约 100 米，优选为每秒约 3 至约 50 米。输送流体的温度与上述成纤流体相同，但其典型地为与薄膜刚好形成时的熔融聚合物大约相同的温度。也可利用空气帘或其它辅助空气流来影响纳米纤维从两个或多个喷丝头的喷射图案。空气流或空气帘可有助于保护邻近喷丝头之间的喷射形成或者可有助于压缩喷射图案。空气帘或空气流可改进纤维网的均匀性。

可任选采用另一种流体流，骤冷或加热流体。可定位此第三种流体流以将流体引导进纳米纤维来冷却或加热纤维。如果流体被用作骤冷流体，则其温度为约 -20°C 至约 100°C ，优选为约 10°C 至 40°C 。如果流体被用作加热流体，则其温度为约 40°C 至 400°C ，且典型地为约 100°C 至约 250°C 。任何流体流均有助于聚合物熔体的纤维化并因此可通常被称作成纤流体。任何流体流可包含用于改变所制备纤维的表面、化学、物理或力学性质的处理剂或添加剂。

喷丝孔或喷丝头至收集器的距离（通常称为喷丝板至收集器距离(DCD)）可进行优化。优化可有助于生产更均匀的纤维网。DCD 的减少有助于降低纤维成捆或成束的数量。这种较小的距离使纤维来不及缠结、彼此缠绕或成捆。可期望在纤维网利用不只一个的 DCD、在生产期间改变 DCD 或用不同的 DCD 产生不同的束。最理想的是通过改变 DCD 形成均匀性不同的纤维网。

其它由聚合物熔体制备纳米纤维方法的非限制性实施例包括熔体纤维破裂法、高级熔喷法、由多组分纤维的纤维分裂法和固体成膜法。利用将

聚合物熔体破裂成细旦纤维的熔体纤维破裂法的实施例包括 Nyssen 等人的美国专利 5,075,161; Gerking 的欧洲专利 1 192 301 B1 和 0 724 029 B1 以及欧洲专利申请 1 358 369 A2; Sodemann 等人的 WO 04/020722。这些方法利用拉瓦尔喷嘴将气流速度加速至音速和/或超音速范围。当聚合物熔体被暴露到这么高的气流速度下时,其破裂成多个细旦纤维。

Nyssen 等人在美国专利 5,075,161 中公开了将聚苯硫醚熔体破裂成细旦长丝的方法。在该方法中,恰好在纺丝喷嘴之后放置拉瓦尔喷嘴。通过将聚合物熔体流挤压至气体介质中使其拉长并冷却至低于熔体温度,从而可生产具有平均纤维直径小于约 6 微米(优选约 0.2 微米至 6 微米)聚合物纤维,气体介质基本平行于聚合物熔体流流动并获得音速或超音速的速度。这种同时变形和冷却产生了有限长度的无定形的细旦或超细旦纤维。高速纤维爆裂使纤维的表面氧化达到最小。Sodemann 等人的 WO 04/020722 公开了通过利用音速及超音速的流体速度由热塑性聚合物的纤维破裂生产长丝纺粘非织造材料的类似方法。在所述方法中,拉瓦尔喷嘴放置在纺丝喷嘴之下。纺丝速度、熔体温度和拉瓦尔喷嘴的位置被近似设定以实现细旦长丝在它们的表面仅局部热氧化。已公开由这种方法生产的纤维具有小于一微米的直径,并在离散点相互连接。Gerking 在欧洲专利申请 1 192 301 B1 和 1 358 369 A2 中所公开的方法和设备也利用拉瓦尔喷嘴将气体加速至音速及超音速的速度,从而可利用该气体将聚合物熔体破裂成多个细旦长丝。

熔膜原纤化方法在纤维的制备方式以及生产细旦长丝的起始熔体几何形状上与熔体纤维破裂法不同。熔膜原纤化法开始于薄膜,在一些情况下开始于中空熔膜管,其通过中心空气喷射变细,然后原纤化成多根纳米纤维。相反地,熔体破裂法的起始熔体几何形状为长丝熔体,当在拉瓦尔喷嘴中暴露于音速和超音速气速时,其破裂成多根纳米纤维。由这些方法制成的纤维网可在均匀性上不同,这是由于纤维与纤维间的分隔以及纤维束构成的不同。

可采用各种方法和方法的组合来制造本发明的纤维网。优选的方法是生产均匀纳米纤维层的方法。熔体纤维破裂法可与熔膜原纤化法结合,其中在单条线上有两个单独的束。可将熔体纤维破裂法的各方面合并到熔膜

原纤化法中。例如，可生产不同强度和直径的纤维以提供所需的性质组合。可供选择地，通过利用一个细长的中空管来形成纤维，可将熔体薄膜原纤化的各方面包括在其它熔体原纤化方法中，以增加生产率。例如，可改进熔膜原纤化方法以包括一个拉瓦尔喷嘴帮助拉伸纤维。拉伸可有助于进一步拉细并增加纤维的强度。这对高 T_g 聚合物如聚酯尤其优选，其中应力诱导结晶。

不受理论的约束，据信宽分子量分布（MWD）聚合物的有益效果将使得过程能够用较低的能量进行，并因此更有效。由于高分子量链的存在，宽分子量分布（MWD）聚合物比窄分子量分布（MWD）聚合物更容易剪切变薄。这些链在剪切流动期间使其方向平行于流动方向，并与特征熔融挤出或变薄区域结合，从而在更经济的加工条件下生产纤维和纳米纤维。加工温度可降低而产出质量增加。此外，还优选较高数均分子量的树脂，因为它们也在流动方向中增加取向并促进原纤化。当较低分子量分布（MWD）的聚合物发粘或使得原纤化困难导致纤维网均匀性较差时，可需要改进原纤化。

除了较好的原纤化之外，宽分子量分布（MWD）聚合物还可生产对热粘合较有利的纤维。例如，发表在 *Journal of Applied Polymer Science* 中的 Erik Andreassen 等人的文章 *Relationships Between the Properties of Fibers and Thermally Bonded Nonwoven Fabrics Made of Polypropylene*，第 58 卷，1633 至 1645 页（1995）描述了纤维的热粘合。

本发明的纳米纤维用于制造对制品适合的非织造纤维网。纤维网的定义是整体的非织造材料复合物。纤维网可具有一层或几层，这些层通过热点粘合或其它技术被加固以获得强度、完整性及某些美观性质。一个层是在一个单独的纤维网铺展或成型步骤中产生的纤维网或纤维网的一部分。本发明的纤维网将包含一个或多个具有大量直径小于一微米的纳米纤维的层。大量的定义是至少约 25%。大量纤维可为层中纤维总数的至少约 35%，至少约 50% 或超过约 75%。纤维网可具有超过约 90% 或约 100% 的直径小于约一微米的纤维。纤维网的纤维直径采用扫描电子显微镜进行测量，根据视觉分析的需要，放大倍数为大于约 500 倍以及最多约 10,000

倍。要确定是否大量纤维具有小于一微米的直径，必须测量至少约 100 根纤维，以及优选地更多根纤维。测量必须在遍布整个层的不同区域进行。采样必须足够，满足统计意义上的显著性。

纳米纤维层内剩余的较大纤维（最多 75%）的纤维可具有处在任何范围内的直径。典型地，较大的纤维直径将刚好在一微米之上至约 10 微米。

纳米纤维层内大量纤维的纤维优选具有小于约 900 纳米的直径，并且更优选为约 100 纳米至约 900 纳米。纤维直径的其它优选范围为小于约 700 纳米和约 300 至约 900 纳米。优选的直径取决于纤维网的用途。期望有大量纤维的直径小于约一微米并且有大量纤维的直径大于约一微米。较大的纤维可捕集和固定纳米纤维。这可帮助减少纳米纤维的团聚或成束量并防止纳米纤维被逸出的气流吹走。

本发明纤维网中的纳米纤维层可包含一种以上的聚合物。不同的聚合物或共混聚合物可被用于不同孔口，在纤维网中产生具有不同纤维直径和不同聚合物混料的纤维层。

理想的是生产具有不同纤维直径的单层非织造材料。可供选择地，希望生产每层具有不同纤维直径的多层的非织造纤维网。可改进熔体薄膜原纤化方法生产小直径和大直径纤维以制造各种纤维网。较小直径纤维被认为是具有大量的直径小于一微米的纤维。较大直径纤维包括从熔喷范围（典型为 3 至 5 微米）至纺粘（典型为 10 微米左右）或一微米以上的任何纤维直径范围的纤维。例如，可生产平均纤维直径小于一微米的一个层和平均纤维直径 5 微米左右的另一个层。可在采用传统的纺粘-熔喷-纺粘（SMS）纤维网中使用这类结构。在同一条生产线上用同样的设备可生产具有不同纤维直径的纤维网。这是一种低成本的方法，因为可使用同样的设备和部件。运行成本和设备成本均可得到控制。同样，如果需要，可使用同样的聚合物产生不同的纤维直径。

本发明制品将包含上述非织造纤维网。纤维网可构成整个制品例如擦拭物，或者纤维网可包括制品的一个组分，例如尿布。卫生制品是优选的制品。卫生制品包括尿布、训练裤、成人失禁衬垫、诸如女性护理衬垫和短裤护垫之类的经期用品、卫生棉塞、个人清洁制品、个人护理制品和包

括婴儿擦拭物、面部擦拭物、身体擦拭物和女性擦拭物在内的个人护理擦拭物。个人护理制品包括诸如伤口敷料、活性成分递送包裹物或贴剂和用于身体尤其是皮肤的其它基质之类的制品。也需要用于个人或工业用途的一次性内衣或衣服及防护服。擦拭物的其它用途可为用于吸收或控制喷溅物的清洁居室擦拭物或净化擦拭物以及其它工业擦拭物。

在尿布中，纤维网可被用作阻碍层如芯上阻碍或外覆盖件。纤维网也可被用作具有高静压的高阻挡箍，实现舒适性和贴合性所希望的裆部又薄又窄的尿布的低泄漏事故率。利用纳米纤维的典型纤维网是这样的纤维网，其中纳米纤维层与至少一个纺粘层结合并利用热点粘合、水刺缠绕或其它合适且适于最终用途的技术加固。可有一个或两个纺粘层围绕纳米纤维层。

在尿布或其它一次性吸收制品中，可将含有纳米纤维的非织造纤维网用作防渗层。阻碍层可设置在吸收芯和包含衣服的外层之间。吸收芯为制品主要起到诸如捕集、输送、分配和存储体液之类的流体处理性能作用的部件。吸收芯典型地位于液体可透过的身体侧内层和蒸汽可透过的、液体不可透过的外覆盖件之间。外层也称作底片或外覆盖件，其位于一次性制品的外侧。在尿布的情况下，外层接触使用者的衣服或衣物。阻碍层可供选择地或也被设置在吸收芯和内层之间。内层也称作顶片，其位于紧贴使用者皮肤的一侧上。内层可接触使用者的皮肤或可接触与使用者的皮肤接触的单独的顶片。阻碍层可为吸收材料。阻碍层最优选在对流的空气流和吸收阻挡性之间具有平衡。对流的空气流动性有效地降低吸收制品和穿着者的皮肤间的空间的相对湿度。液体吸收性和液体阻挡性的组合保护制品免除透湿问题并在吸收制品处在碰撞和/或持续压力下时尤其有益。阻挡层的进一步描述和有益效果可见于 WO 01/97731 中。

纤维网可被用于擦拭物中，改进洗剂处理性并降低液体梯度。纤维网也可提供物质的控制输送。输送的物质可为液体、洗剂、活性物质或其它材料。由于纳米纤维的高表面积，纤维网可被用作擦拭物或女性护理产品护垫、尿布、训练裤或成人失禁用品的芯的吸收材料。纤维网可增强流体的分配性和/或保持性。此外，用于吸收性用途的纤维网可用附加的颗粒或用于增加吸附性的吸收性纤维或天然纤维制造，或者纤维网的某些层可具

有不同的性能。

纳米纤维也可被用于希望具有不透明性的制品中。因小纤维直径和均匀性，或可将颜料添加到聚合物熔体或纤维网中，可产生附加的不透明性。还已发现纤维网具有低的起绒性。这可能是由于较长的纤维或纤维网内纤维的缠绕。

将受益于纳米纤维网的其它产品包括过滤器。过滤器可用于工业、个人或家用，并且可用于过滤空气、液体或小颗粒。工业用途可包括汽车、炉子、水及其它类型的过滤器。一种个人过滤器包括过滤面具如手术口罩。含有纳米纤维层的纤维网的其它医疗用途包括外科手术衣、伤口敷料和医疗防渗层。纤维网也可用作噪音和热的绝缘体，以用于户外装置、衣服和可用作导电纤维。

实施例

比较实施例 1：将具有分子量分布小于 3 的名义上为 35 熔融流动速率聚丙烯的 Basell Profax PH-835 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批的实际分子量分布为 2.63。加工温度为 280℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 380kPa (55psi)。质量产出也要限制在每厘米每分钟 10 克。

比较实施例 2：具有分子量分布小于 3 的名义上为 100 熔融流动速率聚丙烯的 FINA EOD-02-04 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批的实际分子量分布为 2.98。加工温度为 240℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 380kPa (55psi)。质量产出也要限制在每厘米每分钟 8 克。

实施例 1：将具有分子量分布大于 3 的名义上为 35 熔融流动速率聚丙烯的 ExxonMobil Escorene 3155 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批的实际分子量分布为 3.15。加工温度为 280℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 200kPa (30psi)。质量产出最多为每厘米每分钟 15 克。

实施例 2：将具有分子量分布大于 3 的名义上为 100 熔融流动速率聚丙烯的 FINA 3860X 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批具体量的实际分子量分布为 4.6。加工温度为 240℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 380kPa (55psi)。质量产出最多为每厘米每分钟 11 克。

实施例 3：将具有分子量分布大于 3 的高密度聚乙烯，Dow Chemical Company 05862N 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批具体量的实际分子量分布为 3.27。加工温度为 240℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 200kPa (30psi)。质量产出最多为每厘米每分钟 15 克。

实施例 4：将具有分子量分布大于 3 的名义上为 12 熔融流动速率聚丙烯的 Basell PDC 1274 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批具体量的实际分子量分布为 4.61。加工温度为 290℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 240kPa (35psi)。质量产出最多为每厘米每分钟 15 克。

实施例 5：将具有分子量分布大于 3 的名义上为 18 熔融流动速率聚丙烯的 Basell PDC 1267 引入熔膜原纤化过程，其分子量分布用凝胶渗透色谱法在三氯苯中测定，温度为 150℃，用聚苯乙烯标样标定。这批具体量的实际分子量分布为 3.86。加工温度为 290℃，成纤流体温度为 25℃。为了制备所需的纤维和纳米纤维，流化压力必须大于 240kPa (35psi)。质量产出最多为每厘米每分钟 15 克。

所有引用文献的相关部分均引入本文以供参考，任何文献的引用不可解释为是对其作为本发明的现有技术的认可。

尽管已用具体实施方案来说明和描述了本发明，但对于本领域的技术人员显而易见的是，在不背离本发明的精神和保护范围的情况下可做出许多其它的变化和修改。因此，有意识地在附加的权利要求书中包括属于本发明范围内的所有这些变化和修改。