



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102154717 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201110093870. 4

D04H 3/016 (2012. 01)

(22) 申请日 2007. 10. 18

审查员 杨眉

(30) 优先权数据

11/550, 624 2006. 10. 18 US

(62) 分案原申请数据

200710181186. 5 2007. 10. 18

(73) 专利权人 聚合物集团公司

地址 美国南卡罗莱纳州

(72) 发明人 M·H·约翰逊 T·克劳塞

M·W·哈耶斯 R·奇哈布拉

S·艾多雷 O·E·A·伊塞勒 徐晗

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 徐厚才 李连涛

(51) Int. Cl.

D01D 5/42 (2006. 01)

D01D 4/02 (2006. 01)

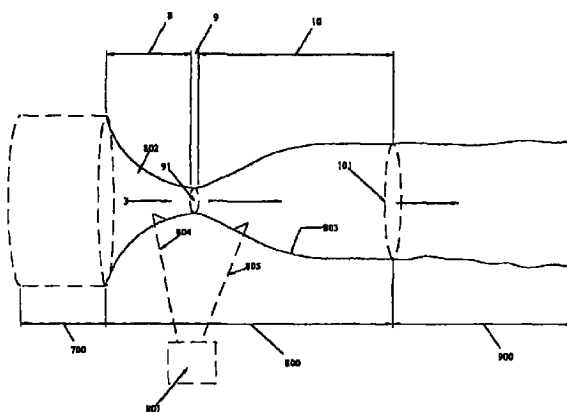
权利要求书2页 说明书14页 附图10页

(54) 发明名称

制备亚微米纤维和无纺织物的方法和设备以及包含它们的制品

(57) 摘要

本发明涉及制备亚微米纤维的方法和设备,更确切地是通过聚合物膜的原纤维化形成亚微米纤维的方法和设备,包括至少一个以膜的形式挤出的聚物流体流,该聚物流体流流过至少一个有界限的聚合物通道,并与加压气体流结合,该加压气体流在限定在第一和第二相对壁之间的气体通道内流动以随后将聚合物膜原纤维化成亚微米纤维,以及涉及引入它们的无纺材料和制品。



1. 生产亚微米尺寸纤维的设备,包括:

限定气体通道的其中至少一个壁可加热的第一和第二相对壁,其中所述气体通道被用来从加压气体源接收加压的气体并将加压气体作为气体流在所述第一和第二相对壁内沿从上游到下游的方向传送,其中所述气体通道包括气体从供应端进入其中的第一上游部分、过渡区域和其中气体流到出口端的第二下游部分,其中所述过渡区域流体地第一部分连接到第二部分,且气体通道结束于第二部分的出口端,其中所述气体通道的所述第一和第二壁光滑地弯曲,其中所述气体通道的第一部分中相对壁的曲率以没有任何尖锐边缘的方式光滑地过渡到第二部分中相对壁的曲率,且其中所述气体通道的第一部分从供应端到过渡区域具有减少的横截面积,并且所述气体通道的第二部分从过渡区域到第二部分的出口端具有增加的横截面积;和

至少一个有界限的聚合物通道,用以从聚合物挤出机接收熔融的聚合物且将熔融的聚合物作为至少一个可流动的聚合物流体流传送至气体通道中的至少一个所述可加热壁,其中聚合物通道结束于至少一个所述的相对可加热壁中的至少一个开口,其中每一个所述开口用以以膜的形式挤出聚合物流体流到可加热壁上,其中所述膜可与气体通道的气体流结合以原纤维化聚合物膜以形成包含亚微米纤维的纤维,从所述气体通道的第二部分的出口端离开。

2. 权利要求1的设备,其中气体通道的所述第一部分具有从供应端到过渡区域单调减小的横截面积,且气体通道的所述第二部分具有从过渡区域到第二部分的出口端单调增加的横截面积。

3. 权利要求1的设备,其中所述气体通道几何形状的特征在于定义为第一部分中第一和第二相对壁之间的角的角平分线的第一平分面几何地将第一部分分为两个体积大约相等的半部分,且定义为第二部分中第一和第二相对壁之间的角的角平分线的第二平分面几何地将第二部分分为两个体积大约相等的半部分。

4. 权利要求1的设备,其中假想的平分轴或平面几何地平分第一部分中和第二部分中所述第一和第二相对壁之间的空间。

5. 权利要求3的设备,其中在第一部分中相对于第一平分面第一和第二壁的平分角的范围是15到40度,且其中在气体通道的第二部分中相对于第二平分面第一和第二壁的平分角的范围是2到20度。

6. 权利要求4的设备,其中在所述第二部分中第二相对壁具有相对于所述假想的平分轴或平面1度到20度的扩张角,和在所述第二部分中第一相对壁具有相对于所述假想的平分轴或平面0.1度到15度的收敛角。

7. 权利要求6的设备,其中在第二部分中所述相对壁的扩张角对收敛角的比值的范围为1:1到500:1。

8. 权利要求4的设备,其中所述设备可操作为使得聚合物膜被引导通过所述至少一个聚合物通道开口并引导到聚合物纤维化表面上。

9. 权利要求8的设备,其中所述聚合物纤维化表面相对于所述平分轴或平面具有从沿顺时针方向测量90度到沿逆时针方向测量45度的方向角。

10. 权利要求8的设备,其中所述聚合物纤维化表面的长度小于1000倍的所述至少一个聚合物通道开口的水力直径。

11. 权利要求 3 的设备,其中气体通道的第二部分中相对壁如此弯曲以使得从气体通道的第二部分内观察所述第二相对壁具有远离曲线平分面弯曲的凸起形状而所述第一相对壁具有朝向所述曲线平分面弯曲的凹下形状。

12. 权利要求 11 的设备,其中气体通道第二部分中所述第二相对壁的曲率半径对所述第一相对壁的曲率半径之比为 1 : 10000 到 100 : 1。

13. 权利要求 1 的设备,其中只有一种聚合物膜在至少一个可加热的相对壁上生成,且聚合物膜从其中挤出的每一个聚合物通道开口都位于在过渡区域和第二部分的出口端之间的第二部分的第二下游半部分。

14. 权利要求 1 的设备,其中所述聚合物通道开口是具有定义为四倍所述聚合物通道开口的横截面积除以所述聚合物通道开口内周长的水力直径的狭缝,所述聚合物通道开口的水力直径的范围在 0.001 英寸到 0.100 英寸。

15. 权利要求 1 的设备,其中每一个聚合物通道的中心线和包含相应的聚合物通道开口的壁之间的角度为 10 度到 100 度。

16. 权利要求 1 的设备,其中所述第二相对壁是热壁且所述第一相对壁是冷壁,和所述热壁的温度至少比所述冷壁的温度高 50°C,且只有所述热壁具有所述至少一个聚物流体通道开口。

17. 权利要求 3 的设备,其中气体通道的所述第一和第二壁被加热到几乎相同的温度以相对于第一和第二平分面提供对称的热状态。

制备亚微米纤维和无纺织物的方法和设备以及包含它们的制品

[0001] 本申请是 2007 年 10 月 18 日提交的名称为“制备亚微米纤维和无纺织物的方法和设备以及包含它们的制品”、申请号为 200710181186.5 的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明一般地涉及制备亚微米纤维,且更确切地涉及通过聚合物膜的原纤维化形成亚微米纤维的方法和设备,以及引入它们的无纺材料和制品。

背景技术

[0003] 连续和不连续丝纺丝技术是已知的技术,并通常被称作熔融纺丝技术。熔融纺丝技术均包括熔喷方法或纺粘方法。纺粘方法涉及提供熔融聚合物,其然后在压力下通过被称作喷丝板或模头的板中的大量的喷丝孔被挤出。所得到的连续丝被骤冷并通过许多方法中的任何方法来牵引,如槽式牵引系统、衰减枪 (attenuator guns) 或牵伸辊。连续丝在移动的有小孔的表面如丝网传送带上被收集为松散的纤维网。当为了制备多层织物而串连使用一个以上的喷丝板时,后面的纤维网在前述制备的纤维网的最上层表面被收集到。

[0004] 熔喷方法涉及制备无纺织物层的纺粘过程装置,其中熔融的聚合物在压力下通过喷丝板或模头的喷丝孔被挤出。高速气体在丝线离开模头时撞击丝线并使丝线变细。这个步骤的能量是使得形成的丝线的直径非常大地减小并断裂从而产生具有不确定长度的微纤维。这个方法不同在于丝线的连续性得以保留的纺粘方法。

[0005] 熔融纺丝设备制造公司,如 **Reifenhäuser**、Ason Neumag、Nordson 和 Accurate Product 已设计了大量的提供多种的所期望特性的熔喷和 / 或纺粘制造模型,所述所期望特性举例而言如提高的聚合物产量、更好的工艺空气流或聚合物分布的控制和提高的对丝线偏离的控制。US 专利 4708619、4813864、4820142、4838774、5087186、6427745 和 6565344 公开了处理纺粘或熔喷材料的制造设备的实例,所有上述专利都作为参考文献引入本文。

[0006] 对于由包含亚微米纤维的无纺织物制备的制品存在着正在增长的需求。亚微米纤维的直径通常理解为小于约 1000 纳米 (即 1 微米)。亚微米纤维网由于其高表面积、低的孔径尺寸和其他特性而是需要的。亚微米纤维可以通过多种方法和多种材料制备。虽然已经使用了几种方法,但每种方法都存在缺点并且生产成本效果合算的亚微米纤维是困难的。常规的熔融纺丝设备布置不能提供高主要是具有窄纤维尺寸分布的微细 (包括亚微米直径) 纤维的高质量、低缺陷纤维和纤维网。

[0007] 制造亚微米纤维的方法包括一类用熔融原纤维化 (melt fibrillation) 描述的方法。非限制性的熔融原纤维化方法的实例包括喷熔、熔融纤维破裂 (melt fiber bursting) 和熔膜原纤维化。不从熔体制造亚微米纤维的方法是膜原纤维化、静电纺丝和溶液纺丝。制造亚微米纤维的其他方法包括纺制较大直径的海岛、拼合盘 (segmented pie) 或其它构型的双组分纤维,该纤维然后进行进一步处理以得到亚微米纤维。

[0008] 熔融原纤维化是一类广义纤维制造方法,定义为一种或多种聚合物被熔融并被挤

出为许多可能的构造（如共挤出、均相或双组分膜或长丝）然后原纤维化或纤维化成长丝。

[0009] 熔膜原纤维化是制造纤维的另一个方法。从熔体制备熔膜且然后用流体从该熔膜制造纤维。这个方法两个实例包括 Torobin 的美国专利 6315806、5183670 和 4536361 以及转让给 Akron 大学的 Reneker 的美国专利 6382526、6520425 和 6695992。

[0010] 静电纺丝是常用的制备亚微米纤维的方法。在这个方法的一个形式中，聚合物被溶解在溶剂中且放置在一端密封在另一端的颈缩部分有小开口的腔室中。然后在聚合物溶液和靠近该腔室的开口端的收集器之间施加高电压。这个方法的生产速率很低且典型地生产很小数量的纤维。另一类制备亚微米纤维的纺丝技术是使用溶剂的溶液纺丝或闪蒸纺丝。

[0011] 熔膜原纤维化方法获得高熔体剪切力的一个方法是通过高速气体（即接近音速或者超音速气体速度）。为了获得超音速或近音速（接近音速）的速度，典型地流体需要收敛到喉部（喷嘴中最窄的部分，其中的速度到达音速水平）并然后在扩张部分膨胀。符合这些一般标准的绝热喷嘴（通过喷嘴系统的边界没有热量的获得和损失）是现有技术中已知的，并包括所谓的 Laval 喷嘴。在纤维制备中使用 Laval 型喷嘴被公开在例如美国专利申请公开 2004/0099981 A1 和美国专利 5075161 和 5260003 中。这些方法利用 Laval 喷嘴加速气体速率至音速和 / 或超音速的范围。当聚合物熔体暴露在如此高的气体速率下，它爆裂为许多精细纤维。在排放喷嘴中他们通常使用气体和聚合物熔体同心的输入和传输，这从设备设置复杂性和设备维护等的观点来看并非最佳的。但是，其他喷嘴构造，如非同心的（非环形的）的喷嘴设置也面临着他们自己的挑战。例如，在聚合物熔体和气体通过独立的并行单元引入的纤维或长丝喷嘴系统中，当纤维化气体在具有被加热到高温（例如，由于聚合物熔体从那一侧流动引入）的表面或壁的一侧和与聚合物熔体侧相比处于低温的相对侧（例如，气体引入侧）的表面或壁之间流动时会趋向于出现问题。在这样的情形下，在现有喷嘴构造例如 Laval 喷嘴构造中的扩张部分中气体流趋向于变的不稳定。这会导致聚合物剪切力的缺少、聚合物回流或在气体通道的气体侧聚集等问题，且随后导致不平稳变化的过多的和减少的聚合物流动和纤维化。在出现足够的熔体聚集入上游气体侧之后，聚合物熔体分离并且典型地作为“丸粒”（“shot”）喷出，因为熔体被局部地冷却并由于不充分的聚合物剪切而不能再产生纤维。当作为这些变化的另一极端聚物流供料不足时，剪切力会过高而导致不需要的尘粒（dust）。需要取得新的进步以允许在商业意义上的产量水平以更有效的方式为一次性制品生产一贯高质量的亚微米纤维。

发明内容

[0012] 本发明涉及以独特的单个步骤、熔膜原纤维化高产量方法制备的高质量、低缺陷亚微米纤维和引入该亚微米纤维的无纺布物，以及用于该目的的喷嘴装置。在商业规模的产量下可以得到包含高质量的微纤维含量的无纺布物产品，其在一方面具有超过 99% 的亚微米纤维含量。增加的聚合物剪切力和聚合物回流或聚集问题的降低也可以通过本发明而实现，反之则会导致不期望的纤维缺陷如喷嘴系统内丸粒的发展。通过本发明，提供适用于多种工业和消费者护理纤维产品的具有提高的阻挡性、柔软度、吸收性、不透明性和 / 或高表面积的高质量微纤维无纺布物产品。

[0013] 已经发现制备无纺纤维网（nonwoven web）的方法制备高质量高产量的亚微米纤维

维产品,该方法以如下方式实施:提供在被限制在第一和第二相对壁之间的气体通道内流动的加压气体流,所述相对壁分别限定上游收敛和下游扩张壁表面,在该下游扩张壁表面中引入聚合物熔体以在加热的壁表面上提供挤出的聚合物膜,该加热的壁表面被在气体通道内流动的气体流撞击,有效地将聚合物膜原纤维化为亚微米直径纤维。“收敛”是指在气体流动方向上横截面积减小,且“扩张”是指在气体流动方向上横截面积增加。在一个实施方案中,气体通道包括气体从入口端进入其中的第一上游部分,过渡区,和在其中气体流到出口端的第二下游部分,其中过渡区域流体地(fluidly)将第一部分连接到第二部分,并且气体通道结束于第二部分的出口端。在特定的实施方案中,气体通道的第一部分具有从入口端到过渡区单调减小的横截面积,且气体通道的第二部分具有从过渡区到第二部分的出口端单调增加的横截面积。至少一个流动的聚合物流体通过至少一个有界限的(bounded)结束于所述至少一个相对的加热壁中的至少一个开口的聚合物通道传送。聚合物在传送中被充分加热以使其可流动并保持其可流动直至被引入到气体通道中。每一个聚合物流体流从每一个开口以膜的形式挤出。每一个挤出的聚合物熔膜与气流结合且聚合物膜被原纤维化以形成包含亚微米纤维的纤维,从气体通道的第二部分的出口端离开。对于本申请目的,“单调减少的横截面积”指从上游喷嘴部分的上(入口)端到下端“严格地减少的横截面积”,且“单调增加的横截面积”指从喷嘴的下游部分的上端到出口端“严格地增加的横截面积”。

[0014] 虽然不希望被任何理论所限制,但是据信如本文所述将加热的聚合物作为膜引入到部分限定了喷嘴内气体通道的加热的支撑壁上,使得可以以增强的方式维持并控制气流流动均匀性以使得原纤维化的纤维产品具有有利地趋向或甚至完全处于亚微米纤维尺寸范围内的改善的尺寸分布。

[0015] 在特定的实施方案中,每一个挤出的聚合物膜都在气体通道的第二部分中与气流结合。在喷嘴系统的第二部分中将聚合物熔体引入到加热的扩张支撑壁上被发现尤其有利于在商业产量下制备高质量、高含量亚微米纤维和并得到纤维网。在进一步的实施方案中,为了制备最佳质量的纤维和纤维网,挤出的聚合物膜在第二下游部分与气体结合的位置取决于气体的类型、包括角度和过渡段的喷嘴的几何形状和气体的压力,且优选如对低气体压力情况而言位于第二部分的上半部分,并优选如对高气体压力情况而言位于第二部分的下面的下游半部分。在特殊的实施方案中,只有一种聚合物膜在至少一个相对的加热壁上生成,气体压力超过约 10psi,且聚合物膜从其中挤出的每一个聚合物通道开口都位于在过渡区域和第二部分的出口端之间的第二部分的第二下游半部分。已经发现下游第二部分的第二半部分可以提供最佳的气体速率区域,其处熔膜原纤维化可以很有效地完成,得到更高质量的微纤维产品。

[0016] 作为本发明的另一个优点,增加的亚微米纤维产率可以在更低的气体需求下得到。更低的气体需求使得减少能量消耗和/或使用较小规模的单元操作而仍旧提供商业意义的亚微米纤维产量水平成为可能。在一个实施方案中,气流和聚合物流体流以气流/聚合物流体流质量流动速率比小于约 40 : 1,特别是小于约 30 : 1,更特别是小于约 15 : 1 被引入到第二部分中。气流和聚合物流体流的质量流动比通过用通过气体通道的每小时每米的气体流公斤数除以通过气体通道的第二部分中所有聚合物开口的每米每小时的聚合物流体流的公斤数来计算。

[0017] 在更具体的实施方案中,每一个聚合物通道开口可以是具有定义为四倍聚合物通道开口的横截面积除以聚合物通道开口内周长的水力直径的狭缝,所述每一个聚合物通道开口的水力直径的范围在约 0.001 英寸到约 0.100 英寸之间。聚合物膜通常具有不超过聚合物通道开口的水力直径的聚合物膜厚度。一旦离开聚合物通道开口聚合物流体可能膨胀,例如,不囿于理论是由于离模膨胀现象。但是,聚合物流体膜厚度几乎瞬间地变为小于或等于聚合物通道开口水力直径。

[0018] 在本发明喷嘴的所述壁限定的气体通道几何形状的特征中,定义为第一部分中在第一和第二壁之间的角的角平分线的第一平分面,几何地将第一部分分为体积大约相等的两个半部分,且定义为第二部分中在第一和第二壁之间的角的角平分线的第二平分面,几何地将第二部分分为体积大约相等的两个半部分。取决于本发明的实施方案,所述平分面可以是平面或曲面,其可以通过本文的详细描述而变得清晰。在通常的实施方案中,在第一部分中相对于第一平分面第一和第二壁的平分角在约 15 度到约 40 度的范围内,且在气体通道的第二部分中相对于第二平分面第一和第二壁的平分角在约 2 度到约 20 度的范围内。

[0019] 喷嘴的相对壁,在该位置聚合物被引入到气体通道中,可以进行控制以致于它们在热性质上相似或不同。在一个实施方案中,气体通道的第一和第二壁被加热到几乎相同的温度以相对于第一和第二平分面提供对称的热状态。在可替代的实施方案中,相对壁的一个可以是热壁而另一个壁则是冷壁,其中热壁的温度至少比冷壁的温度高例如 50℃,且只有热壁具有至少一个聚合物流体通道开口。在这个构造中,微纤维可以在降低生产过程复杂性和成本的热熔体/“冷”气体(例如未加热的空气)的原纤维化环境中制备。在这个实施方案中,第二部分中的热壁以约 1 度~20 度的角度扩张偏离第一平分面,且第二部分中的冷壁以约 0.1 度~约 15 度的角度向第一平分面收敛。热壁相对于第一平分面的扩张角和冷壁相对于第一平分面的收敛角的比率可以为约 1 : 1 到约 500 : 1。每一个聚合物通道的中心线和包含相应的聚合物通道开口的壁之间的角度可以为约 10 度到约 100 度。从每一个聚合物通道开口挤出的聚合物膜可以与气体流一起沿着聚合物纤维化表面流动,其相对于第一平分面具有从沿顺时针方向测量约 90 度到沿逆时针方向测量约 45 度的方向角。相对于每一个聚合物通道开口聚合物纤维化表面的长度可以小于相应的聚合物通道开口水力直径的约 1000 倍。

[0020] 在另一个实施方案中,气体通道的第一和第二壁光滑地弯曲以使得第一部分的相对壁的曲率在气体通道的最小横截面积区域中以没有任何尖锐边缘的方式光滑地过渡到第二部分中相对壁的曲率。气体通道第二部分中的相对壁可以弯曲以使得从气体通道的第二部分内来看热壁具有远离第二平分面弯曲的凸起形状而冷壁则具有朝向第二平分面弯曲的凹下形状。在气体通道第二部分中热壁的曲率半径和冷壁的曲率半径的比率范围为约 1 : 10000 ~ 约 100 : 1。气体流以约 150 千克每小时每米~约 3500 千克每小时每米的质量流动速率被引入到气体通道中。

[0021] 在本文所描述的制备包含亚微米纤维的无纺纤维网的方法中使用的喷嘴代表了本发明的另一个实施方案。本发明的喷嘴装置不限于任何特殊的类型的聚合物材料或原纤维化气体并且允许为了具体的应用从各种不同的聚合物材料之中独立地选择聚合物。具体而言,原纤维化气体是气态材料如空气、氮气、蒸汽等。所述气体可以使用其中的单个类型的气体或使用不同气体的混合物。此外合适的气体可以包括反应性气体或具有反应性组

份的气体,或其混合物。在实施方案中,对喷嘴壁材料气体通常可以是惰性的。对于本文目的,术语“喷嘴系统”和“喷嘴”是可以互换使用的。

[0022] 本发明所提供的高质量微纤维以具有最小纤维缺陷的窄纤维尺寸分布进行提供。从本发明的方法直接收集的粗无纺纤维网产品材料通常可包括超过 35%,特别是超过 75%,且更更特别是超过 99%的亚微米纤维。纤维直径分布的标准偏差通常小于约 0.5 微米,特别是小于约 0.3 微米。本发明也可以用于熔喷纤维范围内的微纤维的生产。本发明可应用于各种聚合物材料。所述纤维可包含聚合物,例如选自聚烯烃、聚酯、聚酰胺、可生物降解聚合物、聚氨酯、聚苯乙烯、醇酸树脂、聚羟基链烷酸、粘合剂和可以制造纤维的其他化合物,及它们的组合。所述无纺纤维网本身或与其他材料组合可以应用于各种制品中。所述无纺纤维网可以用于,例如,过滤器、医用服装、医用清洁布、防潮建筑材料、绷带、防护衣、电池隔膜、催化剂载体、尿布、训练短裤(training pants)、成人用失禁垫、女性用品如女性护理垫和卫生垫、棉塞、个人清洁制品、个人护理制品以及个人护理用毛巾如婴儿毛巾、脸部毛巾、身体毛巾和女性毛巾及它们的组合中。

[0023] 本发明的其他特点和优点通过下列的详细描述、附图和后附的权利要求书可以变得非常清晰。

[0024] 附图简述

[0025] 图 1 是用于制造亚微米纤维的本发明的喷嘴系统的放大的普遍代表性的截面图。

[0026] 图 2 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的实施方案,取自图 12 所示具有单个聚合物熔体引入通道的喷嘴系统的说明性的实施方案的 120 部分的截面图。

[0027] 图 3 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案的具有多个聚合物熔体引入通道的喷嘴系统的说明性的实施方案的截面图。

[0028] 图 4 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案,在下游喷嘴部分包括在聚合物引入侧具有扩张壁和相对的收敛壁的喷嘴系统说明性实施方案的截面图。

[0029] 图 5 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案的具有弯曲壁表面的喷嘴系统的说明性实施方案的截面图。

[0030] 图 6 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案的包括限定的冲击表面的喷嘴系统的说明性实施方案的截面图。

[0031] 图 7 是根据图 6 的喷嘴系统的下游部分的放大的截面图。

[0032] 图 8 是根据用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案,在上游和下游部分对于气体通道具有曲面平分面的喷嘴系统的说明性实施方案的截面图。

[0033] 图 9 是图 8 的喷嘴系统的可选择实施方案的截面图。

[0034] 图 10 是用于制造亚微米纤维的本发明的另一个实施方案的喷嘴系统的说明性实施方案的截面图。

[0035] 图 11 是图 10 的喷嘴系统的可选择实施方案的截面图。

[0036] 图 12 是图 1 的喷嘴系统的立体视图。

[0037] 图 13 是图 12 的喷嘴顶面的俯视图。

[0038] 图 14 是图 12 的喷嘴底面的俯视图。

[0039] 图 15 是具有丸粒的微纤维的 SEM 显微照片(500×)。

[0040] 图 16 是具有很少或没有丸粒的微纤维的 SEM 显微照片(500×)。

[0041] 图中所示的特征并不必要按照比例绘制。除非另有说明,在不同图中编号相同的要素代表相同的组件。

具体实施方式

[0042] 虽然本发明允许以各种形式的实施方案存在,但在图中所示的和稍后描述的是本发明当下优选的实施方案,并应理解所作的公开应看作是本发明的范例,而不应把本发明限定于特定的实施方案。

[0043] 参见图 1,描述了用于制造纤维的一般喷嘴系统 800,并且作为例子,图示了环形的轴对称的系统。气体在单元 700 被加压,气体流 3 从此处被供应且进入具有通常收敛的几何形状的第一喷嘴部分 8 并流向和通过过渡区域 9,且然后在通过出口平面 101 离开喷嘴系统进入大气环境 900 之前,气体流进入并在具有通常扩张的几何形状的第二喷嘴部分 10 中膨胀。过渡区域 9 表示其中上游收敛部分过渡到下游扩张部分的喷嘴的变狭窄的喉部分。过渡区域或喉部分包括喷嘴最小的横截面积。聚合物熔体从聚合物挤出体 (extrusion body) 801 或其他的熔融聚合物源进料给气体通道 802 或喷嘴 800 的内部。如标于图中的非限制性虚线 804-805 所示,聚合物熔体可以被引入喷嘴 800 中的任何位置,只要满足:在喷嘴 800 的内加热壁表面 803 上提供聚合物膜,其被在气体通道 802 中流动的气体流 3 冲击,有效将聚合物膜原纤维化为亚微米直径的纤维。

[0044] 参见图 2,根据本发明的实施方案图示了用于制造微纤维,且尤其是以纤维网或垫形式包含亚微米直径纤维的无纺布物产品的喷嘴系统 1。示于图 2 的喷嘴系统 1 作为例子图示了对称的气体通道 4。聚合物流体流 2 沿着弯曲的、直的或其他合适几何形状的聚合物通道 200 被引入到喷嘴系统 1 中。假想的平分轴或平面 7 几何地平分第一部分 8 中的相对壁 51 和 61 之间的空间,并也平分第二部分 10 中的相对壁 5 和 6 之间的空间。可以理解,如果相对壁是直线型(即通常的平面)斜面,那么平分线 7 是平面,而当相对壁弯曲以提供连续的同轴表面时,那么平分线 7 是纵轴。如果他们是相对倾斜的通常的平面壁,那么也提供连接所述相对的倾斜壁(5、6 和 51、61)的空间分隔的直立的在前面和在后面的侧壁,以有效的以流体密封方式完成对气体通道 4 的包围。例如,在图 2 中示出了后侧壁 43。相应的前侧壁是类似的,但为简化该示例而没有示于图 2 中。

[0045] 进一步参考图 12,以显示后侧壁 43 和前侧壁 44 的方式图示了相同的喷嘴系统 1。壁 43 和 44 各自以流体密封的形式连接到模头组件 121 和 122 的相对末端 1210/1211 和 1221/1222,组件 121 和 122 包括上述限定延伸通过喷嘴第一和第二部分的气体通道的相对壁。模头和末端壁组件可以由例如聚合物、金属、陶瓷等材料制成,其可以通过例如模制、铸造、机械加工等成型为合适的形状,且它们是可以耐受例如本文所述的微纤维生产工艺条件的组件。在图 12 中,被相对壁所限定的堆叠的(stacked)双漏斗形的位置和形状由在末端壁 43 和 44 的虚线来表示以有助于图示,虽然可以理解末端壁 43 和 44 封闭了气体通道 4 和喷嘴前和后相对末端。如图 12 所示,上喷嘴入口 41 是分别限定在模头 121 和 122 的上边缘 510 和 610 之间的空间。喷嘴出口 42 是分别限定在模头 121 和 122 的下边缘 500 和 600 之间的空间。

[0046] 图 13 和 14 分别示出了被模头组件 121 和 122 限定的喷嘴入口开口 41 和喷嘴出口开口 42 的喷嘴入口横截面 1001(由图 13 中被限定在边缘 610 和 510 之间的剖面区域表

示)和喷嘴出口横截面 1002(由图 14 中被限定在边缘 500 和 600 之间的剖面区域表示)。图 13 也示出了限定在位于喷嘴入口 41 和过渡区域 9 之间的相对壁位置 1004 和 1005(由点划线表示)之间的中间横截面 1003。图 14 也示出了限定在位于喷嘴过渡区域 9 和喷嘴出口 42 之间的相对壁位置 1007 和 1008(由点划线表示)之间的中间横截面 1006。在图 13 和 14 中,在给定的图中不可见的限定气体通道的模头边缘的位置通常以虚线标示。

[0047] 如图所示,在入口 41 并穿过中间面 1003 并进一步直到到达过渡区域 9 之间在下游方向第一部分 8 的横截面积在减少,优选至少基本连续地减少。在过渡区域 9 并穿过中间面 1006 并进一步直到到达喷嘴的出口开口 42 之间在下游方向第二部分 10 的横截面积在增加,优选至少基本连续地增加。在具体的实施方案中,气体通道 4 的第一部分 8 从供应端 41 到第一部分 8 的较低的排出端 410(即过渡区域 9 的起始处)具有单调减少的横截面积 1001,且气体通道 4 的第二部分 10 从入口 420 或第二部分 10 的起始处(即过渡区域 9 较低的一端)到第二部分 10 的出口端 42 具有单调增加的横截面积 1002。这些标准也被用于本发明下述的另外的实施方案中。

[0048] 现在参考图 3,多个聚物流体流 2 也可以同时从给料到其它通道 4 的多个对应的聚合物引入通道 200a-d 引入。聚物流体流的数量不被限定,除非受到给定的喷嘴结构的实际限制。加压气体流 3 被引入到气体通道 4 中并沿方向 30 从上游喷嘴部分 8 通过过渡区域 9 流动到下游喷嘴部分 10。第一和第二相对壁 5、6 包含第一部分 8 和第二部分 10。在第一部分 8 中第一和第二相对壁 5、6 向着过渡区域或喉部 9 收敛,在喷嘴入口 41 和喷嘴出口 42 之间过渡区域或喉部 9 沿着假想平分面 7 的法线方向测量为气体通道 4 最狭窄的横截面。这样喉部 9 连接第一部分 8 和第二部分 10 并将气体从一个部分引导向另一个部分。在第二部分 10 中,至少一个相对壁 5 或 6 扩张偏离平面 7。在这个图例中,第一部分 8 从入口 41 到喉部 9 在气体流动方向 30 上在相对壁 51 和 61 之间测量具有连续地逐渐减少的横截面积 65。第二部分 10 从喉部 9 到出口 42 在气体流动方向 30 上在相对的 5 和 6 之间测量具有连续地逐渐增加的横截面积 66。这些横截面积 65 和 66 垂直于相对壁(即 51、61 或 5、6,视实际情况)之间的平面 7 在气体流动方向 3 测量。聚物流体流 2 在聚合物通道开口 20 离开聚合物引入通道 200 或通道 200a-d 并流到相对壁 5 和 6 上,且与高流速气体流 3 相混合,优选在气体通道 4 的第二部分 10 中,生成膜 11,即聚合物熔体离开聚合物通道开口扩展为膜形式的流体或均匀地展开的聚物流体。所述一个膜或多个膜被原纤维化以形成包含亚微米直径纤维的纤维 12,在喷嘴系统 1 下面作为纤维网或垫材料 13 收集。来自聚物流体流 2 的原纤维化膜 11 的数量可依赖于气体通道 4 中通道 200a-d 的位置而不同。在非限制性的实施方案中,连续或离散的熔体丝或者熔体颗粒(例如由于来自通道 200b 和 200c 的膜 11 的过多剪切作用)形式的原纤维化的聚合物熔体,可以分别与来自通道 200a 和 200d 的原纤维化的聚合物熔体膜 11 合并。在这样的实施方案中,如果聚物流体流 200b 和 200c 分别与聚物流体流 200a 和 200d 是不同的聚合物类型,那么纤维网材料可以包含多组分纤维,或更具体而言双组分纤维。在喷嘴系统的第二部分中在加热的扩张支撑壁上引入聚合物熔体已被发现特别有利于在商业产量下生产高质量、高含量亚微米纤维和相应的纤维网。进入气体通道 4 的聚合物通道开口 20 可以具有椭圆、圆形、矩形或其他几何形状的截面。在每一个相对表面/壁上,可以存在单个或多个的进入气体通道的聚合物通道开口。在优选的实施方案中单个或多个开口在较热的一侧,聚合物熔体侧(例

如,见稍后十分详尽描述的图 6)。

[0049] 还是参见图 3,发现制造高质量纤维的聚合物通道开口 20 的位置取决于使用的气体类型、喷嘴部分的几何形状和气体的压力。在一个优选的实施方案中,进入气体的压力相对低,小于约 10psi,挤出的聚合物膜在第二下游部分 10 的上半部分 (50%),表示为部分 101,与气体结合,其中聚合物熔体从气体通道 200c 挤出。发现在这种情况下下游第二部分 10 的上半部分可以提供最佳的气体速度区域,其中熔膜原纤维化十分有效地得以完成,得到高质量的微纤维产品。因此,在优选的实施方案中在进入气体的压力超过约 10 ~ 15psi 时,挤出的聚合物膜在第二下游部分 10 的较低的下半部分 (50%),表示为部分 101 以后所剩的部分,与气体结合,其中聚合物熔体从气体通道 200a 挤出。随着气体压力的增加,结合气体和聚合物流的优选位置向下游移动,即从通道 200c 到通道 200b 到通道 200d 到为最高气体压力范围使用的 200a。

[0050] 取决于工艺条件如温度、收集器距离 100 等等,纤维网 13,如图 2 ~ 3 所示,可以包括松散的纤维堆或纤维的自支撑的整体纤维网。纤维也可以沉积在移动的基网上以形成附加层。收集从喷嘴系统 1 中喷出的纤维可以以如下方式完成:例如在带或基材下面的真空或其它手段的帮助下收集到带或基材 300 上以保持纤维沉积在带或基材上直至进行进一步加工。纤维收集结构可以是,例如网或带,穿过该网或带的真空可以将纤维拉到该结构上。它还可以包括预先形成的纤维网。对本领域的专业技术人员来说显而易见的是喷嘴系统能够通过极小的改动而基本上成为狭槽设计或环形设计。虽然图 2 和 3 示出了具有基本上扁平和对称的几何形状的喷嘴,但是这仅是为了简单的非限制性的图例目的而示出。

[0051] 图 4 示出了喷嘴系统 1 更多的细节,且在这个图例中示出了具有被较冷的第一相对壁 5 限定的较冷设备侧,和被较热的第二相对壁 6 限定的包含聚合物熔体组件的较热的设备侧的系统。在第一部分 8 中轴或平面 7 几何地平分相对壁 5 和 6 之间的空间,这样也限定了收敛平分线或半角 α 。优选地,平分角 α 在 0.5 到 89.5 度之间,更优选地在 1 到 45 度之间,且最优选在 15 到 40 度之间。在一个实施方案中平分角 α 是约 30 度。在第二部分 10 中相对壁 6 扩张偏离轴或平面 7,而第二部分 10 中气体通道 4 的沿着垂直气体流动方向 30 的方向测量的总横截面积 66,实际上仍在增长,以允许气体在通过喉部 9 后膨胀。相对较冷壁 5 通常相对于轴或平面 7 以角度 θ 收敛。角 β 从较热相对壁 6 到平分轴或平面 7 测量得到,而角 θ 则从轴或平面 7 到较冷的相对壁 5 测量得到。因此,如果相对壁 5 与平分轴或平面 7 平行则角 θ 为 0,如果其收敛则为负值,而如果其扩张则为正值。相对壁 6 具有扩张角 β ,其相对于轴或平面 7 通常应该在从约 1 度到小于约 90 度之间,或优选为约 2 度到小于约 20 度。在一个实施方案中这个扩张角是约 15 度。相对壁 5 具有相对于轴或平面 7 应该小于约 +45 度的扩张角,但优选具有从约 -45 度到约 0 度的收敛角。 β 和 θ 的和优选应为约 0.1 度到约 30 度。聚合物被引导通过聚合物引入通道 200 并通过一个或多个聚合物通道开口 20 进入气体通道 4,并以膜、流束 (rivulets) 或中空管且优选膜的形式流到聚合物纤维化表面 63 (也称作冲击表面) 上。聚合物熔体通道 200 相对于较热的相对壁 6 可以是不同的角度 γ ,可以从垂直 (90 度) 到几乎平行 (同向流动) 于较热相对壁表面 6 (约 5 度) 或以约 170 度逆流的任何角度,但优选是 10 到 100 度。聚合物纤维化表面 63 存在于每一个聚合物通道开口 20 之下 (气体流动的方向) 且从聚合物熔体 2 引入之前具有第二相对壁 6 的光滑的延续,且聚合物熔体在被气体流 4 纤维化之前和期间流出

于其上。如果聚合物纤维化表面不是第二相对较热壁 6 的光滑的延续,那么其可以具有在聚物流流动方向上每一个聚合物通道开口之下的聚合物纤维化表面和各自的聚合物通道 2 之间测量的角 ϕ , 且小于约 180 度。在相对于聚合物通道具有 $(90-\gamma)$ 度或更小的角 ϕ 时 (在 γ 小于 90 度的实施方案中), 聚合物纤维化面 63 将基本上变为 0。可替代的, 聚合物纤维化表面 63 的方向可以相对于平分面或轴 7 测量。当相对于平分面或轴 7 测量时, 聚合物纤维化表面方向角在从沿顺时针方向测量约 90 度到沿逆时针方向测量约 45 度的范围之内。聚合物纤维化表面 63 的长度“ δ ”对于具有很少的纤维缺陷如丸粒等的良好纤维化过程是关键的, 且应小于各聚合物通道开口 20 的水力直径的约 1000 倍, 但优选小于各聚合物通道开口 20 的水力直径的 100 倍。这种构造实例的原因是相对壁 6 被加热以保持加压聚物流 2 熔融和流动。气体通道 4 的第二部分 10 中的加热壁 6 具有偏离中心的平分轴 7 的小于 45 度的扩张角 β , 优选为约 1 到 20 度。气体通道 4 的第二部分 10 中的与加热壁 6 相对的较冷的未加热壁 5 可具有从中心轴 7 计算小于 30 度的收敛角 θ , 特别是为约 0.1 到 15 度。气体通道 4 的第二部分 10 中的相对壁 6 和 5 各自的扩张角 β 和收敛角 θ 的比值 β/θ 的范围在 1 : 1 到 500 : 1 之间。喉部 9 的横截面内部几何形状可以是, 例如矩形 (若相对壁是斜面) (例如见图 2), 或可替代地可以是圆形的 (若使用形成限定气体通道的连续弯曲的内部边界的弯曲的相对壁)。在另一个实施方案中, 气体通道 4 包括位于壁 5 和 6 之间的环形横截面空间。图 4 中的壁显示是倾斜的、平的和平面的, 但是在不同部分中所述壁可以是弯曲的。这对于壁 5 和 6 可以在第一或第二或喉部部分或它们的组合中实现。具体的非限制性的实施方案将在下面的描述中提出。

[0052] 参见图 5, 在喷嘴系统 1 的另一个实施方案中, 气体通道 4 的第二部分 10 中的相对壁 6 和 5 是弯曲的。弯曲的部分可以具有约 0.004 英寸到约 2 英寸的垂直尺寸, 且熔体通道 200 可以具有约 0.001 英寸到 0.100 英寸的水力直径。气体通道 4 的第二部分 10 中的较热壁 6 的曲率半径 r_1 和较冷壁的曲率半径 r_2 的比 r_1/r_2 可以在 1 : 10000 到约 100 : 1 的范围之内。

[0053] 参见图 6, 在喷嘴系统 1 的另一个实施方案中, 加热壁 6 的几何形状与上面图 5 中所描述的类似。但是, 在这个实施方案中, 气体通道 4 的喉部 9 具有与图 2 ~ 4 中的实施方案相比更长的长度。与加热壁 6 相对的壁 5 以典型的约 0.1 度到约 15 度的角度 θ 朝平分轴或平面 7 收敛。加热壁 6 以典型的约 1 到约 20 度的角度 β 扩张偏离平面 7。如图 7 清楚所示, 聚物流体流 2 通过一个或多个开口 20 进入气体通道 4 的第二部分 10, 且沿着相对于第二较热壁 6 可以为约 10 到约 170 度, 但典型的为约 30 到约 150 度, 特别是约 60 到约 95 度的角 γ 方向。如图所示, 加热壁 16 包括直接位于聚合物引入通道 2 下面的尖端部分 65。该整体尖端部分 65 具有小于约 0.050 英寸, 更优选小于约 0.010 英寸的聚合物纤维化表面长度。弯曲部分 64 直接位于尖端部分 65 的下方, 沿下游方向 30 弯曲偏离中心轴 7, 且与加热壁相对的壁 5 沿其壁部分 151 向平面 7 收敛并且在尖端部分的下端横向间隔和邻近的位置 152 弯曲回来与平面 7 成 $90+\theta$ 的角度。弯曲的部分 64 在其上端限定尖端部分 65 并且还帮助防止在气体通道 4 内聚合物引入通道 2 附近发生气体混乱 (gas disruption)。尖端部分 65 增强了亚微米纤维形成。在这个图例中, 尖端部分 65 具有面向气体通道 4 的侧面 63, 其可以基本上平坦的并限定聚合物纤维化长度 δ 。当角度 γ 、 β 和 α 不在本文所描述的范围之内时, 所述方法可能受到不利的影响。例如, 其可能不利地影响纤维化、纤维尺

寸并增加不希望的丸粒的形成。作为非限制的图例,尖端部分 65 可以具有约 0.005-0.050 英寸的垂直长度或冲击长度 δ ,弯曲部分 64 可以具有约 0.040-0.100 英寸或更大的垂直尺寸,且熔体通道 2 可以具有约 0.001-约 0.010 英寸优选 0.002-约 0.008 英寸的水力直径。

[0054] 参见图 8-9,这些喷嘴 1 的可替换的结构的气体通道 4 的第一和第二壁 (5、6 和 51、61) 光滑地弯曲以使得在这个图例中,第一部分 8 中的相对壁 5、6 的曲率在气体通道 4 的过渡区域 9 中以没有任何尖锐边缘的方式光滑地过渡到其中聚合物 2 被引入的第二部分 10 的相对壁 51、61 的曲率。气体通道 4 的第二部分 10 中的相对壁被弯曲以使得从气体通道 4 第二部分 10 内观察,热壁 6 具有弯曲偏离曲线平分面 7 的凸起的形状且冷壁 5 具有朝向曲线平分面 7 弯曲的凹下的形状。气体通道 4 的第二部分 10 中热壁 6 的曲率半径和冷壁 5 的曲率半径的比的范围在约 1 : 10000 到约 100 : 1 之间,特别是约 1 : 4-约 1 : 1,更特别是约 1 : 2-约 1 : 1。在第一第二部分 8 中第一和第二壁 51、61 的曲率半径可以是气体通道 4 的第二部分 10 中第一和第二壁 5、6 长度的约 1% - 约 1000%。每一个聚合物引入开口 20 尤其地可以位于第二部分 10 中的热壁 6 中。每一个聚合物开口 20 也可以位于在气体通道 4 的第二部分 10 中热壁 6 曲线长度的约 20%到约 80%之间。聚合物膜可以通过每一个聚合物开口 20 被挤入第二部分 10 中,聚合物开口 20 相对于气体通道 4 的第二部分 10 中热壁 6 的切线呈约 20 度到约 160 度的角度。

[0055] 参见图 10-11,这些喷嘴 1 的可替代的结构的气体通道 4 的第一和第二壁 (5、6 和 51、61) 是倾斜的和平面的,且在这个图例中过渡区域 9 是位于上游部分 8 和下游部分 10 (其中聚合物 2 被引入) 之间的不对称的弯曲构型。

[0056] 用来实践本文所描述的方法的喷嘴装置可以构造为可装配在常规模套 (die bodies) 上的夹头 (cartridge)。常规模套可以变化。但是,可以根据工业标准设备实践将具有本发明喷嘴的夹头安装到模套上。例如,可采用常规螺栓设置和平整的 / 成型的表面把带有所述喷嘴的模头安装到模套上。如果需要垫圈或密封装置,那么沟槽应该开于模头的上部和 / 或针对每个具体模套限定位置。例如,本发明的喷嘴系统可以调整以适应标准熔纺设备,例如由诸如 Reinfenhauser、Ason-Neumag、LurgiZimmer、Accurate Products、Nordson 和 Impianti 等供应商供应的设备的较低的挤出体 (extrusion body)。加压气体在常规或商业设备中可以通过与挤出机体 (extruder bodies) 相结合使用的气体歧管将压缩气体供给喷嘴系统或通过另一个压缩气体源通过气密流体管和连接器统送入喷嘴入口来将压缩气体供给喷嘴系统。

[0057] 为使用上面说明的喷嘴系统和支持设备来完成本发明的方法,聚合物通常被加热直到其变成液体并可以容易地流动。如图中所示,聚合物熔体通过开口 20 被引入到喷嘴系统 1 的气体通道 4 的第二部分 10 中,且当其沿着位于开口 20 下面的壁表面 6 流下时生成膜,如前面所描述的那样。为形成聚合物熔体,聚合物要被充分加热以得到熔融的聚合物流。举例而言并且是非限制性的,熔融的聚合物在喷嘴中的纤维化点可以具有为小于 30Pa.s,特别是小于 20Pa.s 的正数数值且可以在 0.1 到 20Pa.s,特别是 0.2 ~ 15 的粘度。这些粘度在从约 100 到约 100000 每秒的剪切速率下给出 (240℃)。在其从聚合物模头的缝隙中被挤出并被引入喷嘴设备的气体通道之时熔融的聚合物通常处于超过大气压力的压力之下。

[0058] 用来提供聚合物熔体的起始聚合物材料的合适的和最佳的熔体流动速率可取决于所使用聚合物材料的类型和其他的工艺条件如气体流动性质而变化。在具有接近 -18°C 的玻璃化转变温度的聚丙烯的情况下,合适的熔体流动速率可以是例如从约 35 到大于 2000 分克每分钟,优选不大于 1800。熔体流动速率使用 ASTM 方法 D-1238 测量。如果所使用的聚合物材料是聚丙烯,它可以具有例如从约 2.0 到约 4.0 的多分散指数 (PDI)。对于本发明的目的,PDI 是对给定聚合物样品的分子量分布的度量,其中计算的 PDI 等于重均分子量除以数均分子量。

[0059] 在本发明的方法和设备中聚合物产量将主要取决于所使用的具体聚合物、喷嘴的设计和聚合物的温度和压力。喷嘴系统 1 的总的聚合物产量超过约 1Kg/hr/m ,特别是在从 1 到 200Kg/hr/m 的范围内,更特别是 10 到 200Kg/hr/m ,且最特别是 25 到 70Kg/hr/m 。对每个喷丝孔而言,聚合物产量可超过约 1,特别是超过约 50,且更特别是超过约 1000 克每分钟每孔。几个引入缝隙或孔可以同时操作以增加总的产量。总产量连同压力、温度和速率都在模头喷丝孔的出口进行测量。还可以使用气帘或其他辅助性气体流来影响亚微米纤维从两个或更多的喷嘴的喷射图案。这种气体流或气帘可以有助于保护相邻的喷嘴之间喷撒物的形成或可以有助于压缩喷射图案。气帘或气体流可以提高纤维网的均匀性。

[0060] 本发明的喷嘴系统不被限于任何特殊类型的聚合物材料并允许为了具体的产品应用而独立的从多种聚合物材料之中选择聚合物。用于制造本发明的纤维网的合适的聚合物材料是那些能够使用本发明的喷嘴被原纤维化为微纤维的聚合物。这些聚合物包括,但不限于选自聚烯烃、聚酯、聚酰胺、可生物降解聚合物、聚氨酯、聚苯乙烯、醇酸树脂、聚羟基链烷酸、粘合剂或其他可制造纤维的化合物及它们的组合所组成的组中的聚合物。聚合物材料的具体例子是,例如聚丙烯。聚合物可以进一步的选自均聚物、共聚物和复合物 (conjugates) 并可以包括具有加入的熔融添加剂或表面活性剂或颜料的那些聚合物。通过使用图示于图 3 的多个聚合物通道 200a-d 可以同时使用一种以上的聚合物类型。在这样的实施方案中,如前所述,可制备包含多组分亚微米纤维的纤维网 13。

[0061] 气态流体可以在低于聚合物熔体温度的温度下引入喷嘴系统,且特别是低于 100°C ,更特别是低于 50°C ,或在室温下(例如约 30°C 或更低)。气态流体也可以被加热,虽然对本发明的方法这并不需要。纤维化气态流体的非限制性的实例是如空气、氮气、蒸汽等的气体。其它合适的气体可以包括反应性气体或具有反应性组分的气体或他们的组合。纤维化(即原纤维化)气态流体的压力是足以吹制亚微米纤维的正压并且可以稍稍高于熔融的聚合物当它从其被引入喷嘴系统的气体通道的缝隙中被挤出时的压力。纤维化气态流体通常具有低于 1000psi 的压力,特别是小于 100psi,更特别是约 15psi 到约 80psi。所使用的气体流动速率足以以足够的原纤维化速率剪切聚合物膜。通过喷嘴系统的气体流动速率通常在 150 千克每小时每米到约 3500 千克每小时每米,特别是 600 到 2000 千克每小时每米,更特别是 1000 到 1800 千克每小时每米。对于气体质量通量,以单位时间单位面积流过的气体单位质量计算,取决于在喉部 9 中相对壁 5 和 6 之间的分离程度和所使用的气体流动速率,气体流动的范围在约 15Kg/s/m^2 到约 1500Kg/s/m^2 之间。对于本发明的目的,喷嘴 1 的过渡区域 9 的横截面积通常被用来计算气体质量通量。

[0062] 作为本发明的一个益处,增加的亚微米纤维产量可以在较低的气体需求下获得,这使得降低能耗和/或使用较小规模的单元操作但仍旧提供商业意义的亚微米纤维产量

水平变得可行。在一个实施方案中,气体流和聚合物流体流在气体流 / 聚合物流体流质量流动速率比通常小于约 40 : 1,特别是小于约 30 : 1,更特别是小于约 15 : 1 下被引入到第二部分中。在一个实施方案中,气体流与聚合物流体流的质量流量比可以甚至小于 10 : 1。气体流与聚合物流体流的质量流量比作为通过气体通道的每小时每米的气体流千克数与通过第二部分中所有的聚合物开口的每小时每米的聚合物流体流千克数的比来计算。等同地,气体流与聚合物流体流质量流量比小于约 20 : 1,更优选小于约 10 : 1,且最优选小于约 7 : 1。气体流 / 聚合物流体流质量流量比作为通过气体通道的气体质量流量 Kg/s/m^2 和流过气体通道的第二部分的所有聚合物开口的聚合物流体质量流量 Kg/s/m^2 的比来计算。因此,通过在更有效的更低成本的方法以商业上可行的产量提供高质量微纤维或亚微米纤维网,提供了改进的性能。除其他优点之外,因为在纤维制备过程中防止了聚合物回流和 / 或聚集在气体侧,所以该方法更有效。因为纤维网甚至在亚微米纤维尺寸都具有很好的均匀性并具有更少的纤维和纤维网缺陷,所以所制备的产品网或垫是高质量的。

[0063] 本发明提供在窄纤维尺寸分布之内具有最少的纤维缺陷的高质量微纤维。为本发明目的,“高质量”纤维定义为以具有最少的如丸粒和尘粒的纤维缺陷处于窄纤维直径分布下的亚微米纤维为主。“丸粒”定义为非纤维化的离散的、大致为球形或椭球形或其混合型的聚合物块,所述离散块的最大尺度为 10 到 500 微米。作为非限制性图例,图 15 是示出用标准的纤维制造设备和工艺条件制造的具有丸粒的微纤维的代表性图 (500 $\times$)。丸粒在由微纤维形成的纤维网中产生并留下大量的孔和其他缺陷。图 16 是示出用根据本发明的实施方案操作的喷嘴系统制造的具有很少或没有丸粒的微纤维的代表性图 (500 $\times$)。在图 16 所示的纤维网中提供了很好的纤维分布并得到了更有效的聚合物 - 纤维和纤维网质量转化。“尘粒”是另一种纤维缺陷,其中聚合物被不受控制地或过度地剪切为具有小于 10 微米最大尺寸的大致球形的或椭球形的或其混合型的聚合物块。非期望的低质量的纤维可能具有过度的纤维直径范围,或含有大量的尘粒或大量的丸粒。特别低质量的纤维或纤维化作用可以包含大丸粒,典型的是直径大于 40 微米,其中该粒块具有足够的动量和热能 (即温度) 穿透无纺纤维网的整个厚度而在其中形成明显的“针洞”缺陷,其在纤维网放大检查时 (即大于 10 倍或 10 $\times$) 可以被很容易的目视检出。因此,通过高质量纤维化制造的纤维网和纤维具有很窄的纤维直径分布,没有或仅具有很小数量的平均每平方毫米 10 个以下的颗粒,没有或具有小数量的平均每平方毫米 10 个以下的丸粒,和没有或具有可忽略的数量的穿透和产生针孔型的丸粒。这些检测和评价可以使用放大倍数为 10 $\times$ 或优选为 100 $\times$ (用于丸粒) 的光学显微镜,和使用扫描电镜照片 (用于尘粒和丸粒) 完成。为测定平均值,需要从生产条件或选择的生产时间取出至少 10 或优选超过 20 个样品并以这种方式评价尘粒和丸粒。

[0064] 根据本发明生产的纤维网可以包括显示出一个或多个纤维直径的纤维。纤维直径可以从亚微米纤维直径到微纤维直径。对于本发明目的,“纤维直径”通过 SEM 由图像分析而得到的。虽然并不限制于此,但是平均纤维直径可以是,例如约 0.1 到约 1 微米,特别是约 0.1 到约 0.9 微米,且更特别是约 0.3 到约 0.6 微米。直接从本发明的方法收集的未经加工无纺纤维网产品材料通常可包含超过 35%,特别是超过 75%,更特别是超过 95%,最特别是超过 99% 的亚微米纤维。纤维直径分布的标准偏差通常可以小于约 0.5 微米,特别是小于约 0.3 微米。进一步的,本发明的无纺织物可以展示出从很轻到很重的基重。例如,

但不作为限制,织物可以具有小于约 5 克每平方米 (gsm) 的基重到织物具有大于约 200gsm 的基重。在特定实施方案中,包含在所说明的亚微米纤维范围内的纤维的无纺产品纤维网具有从约 0.01 到 200gsm,特别是从约 0.1 到约 50gsm 的基重。无纺纤维网产品的基重可以因预想的纤维网用途而不同。对一些轻量度的应用,取决于无纺纤维网的用途,亚微米纤维层的基重可以是,例如,小于约 10gsm。形成几个重叠层的纤维网可能是理想的。亚微米纤维层可以和一层、两层或更多层相同或不同的层组合。复合纤维网可包括,例如粘纺层 / 亚微米纤维层 / 粘纺层三组件结构。另一个复合纤维网的实例可包括粘纺层 / 1-10 微米纤维熔喷层 / 亚微米熔膜原纤维化纤维层 / 粘纺层结构。总复合纤维网的基重的范围可以是例如从约 5gsm 到约 200 或更多 gsm,但可因组合在一起的层的数量和类型而变化。

[0065] 通过本发明的方法可以生产均匀的亚微米纤维网。纤维网的均匀性可通过几个方法测量。除了上述的丸粒和尘粒率以外,均匀性衡量标准的其他实例包括低孔径变化系数、基重、空气渗透性和 / 或不透明性。均匀性也可以表示缺乏纤维束 (bundles) 或股 (roping),或可见的孔洞,或其它此类缺陷。均匀性也可以通过纤维网的压头 (hydrohead) 或其他液体阻挡层测试来表征。孔径可以通过本领域技术人员已知的方法来测定。亚微米纤维层的平均孔径可以小于约 15 微米。所期望的均匀纤维网的变化系数可以小于 20%。缺乏股可以通过计算在纤维网检测面积内纤维的股或束的数目来测定;连带评估丸粒和尘粒是最佳方式。缺乏孔洞也可以通过在纤维网的检测面积内计算具有高于某个界限的直径的孔洞的个数来测定。可以使用具有 10-100× 放大倍数的光学显微镜,或扫描电镜或其他放大装置。例如,若通过使用灯箱 (light box) 孔洞在肉眼下可见,或孔洞具有大于 100 微米的直径,则可以计数孔洞数目。

[0066] 本发明可以使用许多种聚合物材料且无纺纤维网自身或与其他材料组合可以应用于各种制品中。根据本发明制备的无纺织物可以包括一层或多层纤维层以及织物、纤维织品 (scrims)、薄膜及它们的组合,且可以用于制造其中可以使用无纺织物的各种家庭清洁、个人卫生、医用以及其他终端产品。所述无纺纤维网可以用于,例如气体或液体过滤器、医用服装、医用清洁布、防潮建筑材料、尿布、训练短裤 (training pants)、成人用失禁垫、女性用品如女性护理垫和卫生垫、棉塞、个人清洁制品、个人护理制品以及个人护理用毛巾如婴儿毛巾、脸部毛巾、身体毛巾和女用毛巾,及其组合。此外,所述织物还可以被用作医用纱布或类似的吸收性外科材料,用于吸收伤口渗出物并辅助去除外科手术部位的渗流物。其他的终端用途包括用于医疗、工业、汽车、家庭护理、饮食服务和绘画艺术品市场的湿或干卫生、抗微生物或硬表面抹布,其可以容易地采用手持进行清洁等等。

[0067] 本发明的无纺织物也可以包括这样的结构中,所述结构适用于医用或工业用保护服装,如手术服、消毒盖布、衬衣、中厚面料 (bottom weights)、实验服、口罩等等,和适用于保护罩,包括用于交通工具如轿车、卡车、船舶、飞机、摩托车、自行车、高尔夫球车的保护罩,以及用于经常留在室外的如烧烤架、院子和花园设备的设备保护罩,如割草机和旋转耕耘机 (roto-tillers)、草坪用具、地面覆盖物 (floor coverings)、桌布和野餐罩。在特定实施方案中,无纺织物被用于选自绷带、尿布、训练短裤、成人用失禁垫、女性用品如女性护理垫和卫生垫、棉塞、个人清洁制品、个人护理制品以及个人护理毛巾如婴儿毛巾、脸部毛巾、身体毛巾和女性毛巾,及其组合所组成的组中的制品中。无纺织物也可以用于床上用品中,包括床垫保护罩、盖被 (comforters)、棉被、羽绒被罩和床单等。此外,声学应用,如汽车的

内部和外部组件、地毯底布、隔音和吸音用具和机器包装,和墙壁覆盖物。所述无纺布物可进一步有利地用于不同的过滤用途,包括袋滤捕尘室、plus pool、和温泉 (spa) 过滤器。所述无纺布物也可以用于其它应用,如电池隔膜,或作为试剂 / 颗粒载体 (如催化剂载体)。

[0068] 取决于无纺布物的所期望的最终应用,特定的添加剂可被直接加入聚合物熔体或在纤维网生成后施加。合适的非限制性的此类添加剂的实例包括吸收增强或阻止剂,UV 稳定剂,阻燃剂,染料和颜料,香料,皮肤保护剂,表面活性剂,水性或非水性功能性工业溶剂如植物油、动物油、萜类化合物、硅油、矿物油、石蜡油、石蜡族溶剂、聚丁烯、聚异丁烯、聚 α 烯烃及其混合物,甲苯类,螯合剂,防腐蚀剂,研磨剂,石油馏出物,脱脂剂,及它们的组合。其它的添加剂包括抗微生物组合物,包括但不限于碘类、醇类如乙醇或丙醇,生物杀灭剂,研磨剂,金属材料如金属氧化物、金属盐、金属配合物、金属合金或其混合物,抑菌复合物,杀菌复合物,及它们的组合。

[0069] 除非另有说明否则,本文所描述的所有数量、份数、比率和百分比均以重量计算。下列的非限制性的实施例进一步说明本发明。

[0070] 实施例

[0071] 使用挤出机 (直径 2.5 英寸,单螺杆挤出机) 和常规熔喷模套 (25 英寸宽) 来提供 1800 MFR 聚丙烯源。挤出机温度是 650° F。一般地具有图 4 的结构喷嘴在喷嘴装置的上平坦表面区域使用常用的垫压螺栓架 (gasketed bolt mount) 装配到常规挤出机模套上。压缩空气源通过气密的连接和密封装置从空气供应设备通入喷嘴的入口。喷嘴具有下述的几何特征 (使用图 4 作为非限制性的实例):在喉部 9 中相对壁 5 和 6 之间最小距离是 0.016 英寸;冷壁以 -1.5 度的角 θ 朝向平分面 7 收敛;热壁以 2 度的角 β 扩张偏离平分面 7;聚合物通道在第二部分的第二下游半部分进入第二部分且具有约 0.008 英寸的水力直径且以与热壁 6 成约 32 度的角 γ 取向;聚合物纤维化表面长度 δ 几乎为 0。收敛部分 8 具有约 0.090 英寸的垂直长度和约 30 度的平分角 α 。喉部 9 具有约 0.010 英寸的垂直长度,且扩张部分 10 具有约 0.200 英寸的垂直长度。加压的空气以 300scfm (标准立方英尺每分钟) 的流动速率和 80° F 的空气温度被引入喷嘴的入口端 (收敛部分)。收集并检测无纺纤维网产品,其表明其具有下列的产品特性:17.2gsm 总纺粘层 / 亚微米纤维层 / 纺粘层结构基重;产自本发明的喷嘴设备的纤维含量估计为约 15% (2.7gsm);亚微米纤维层中纤维的平均直径:0.45 微米;标准偏差:0.15;标准偏差 / 平均亚微米纤维直径分布的比值 = 0.33;且纤维直径范围:0.1 ~ 0.85 微米。

[0072] 从前述可知,可以发现在不偏离本发明的新颖概念的真实精神和范围的情况下可以作出大量的修改和修正。可以理解不应相对于本文所说明的特殊实施方案作任何限制。通过所附的权利要求书,本公开希望覆盖落入权利要求书范围的所有此类修改。

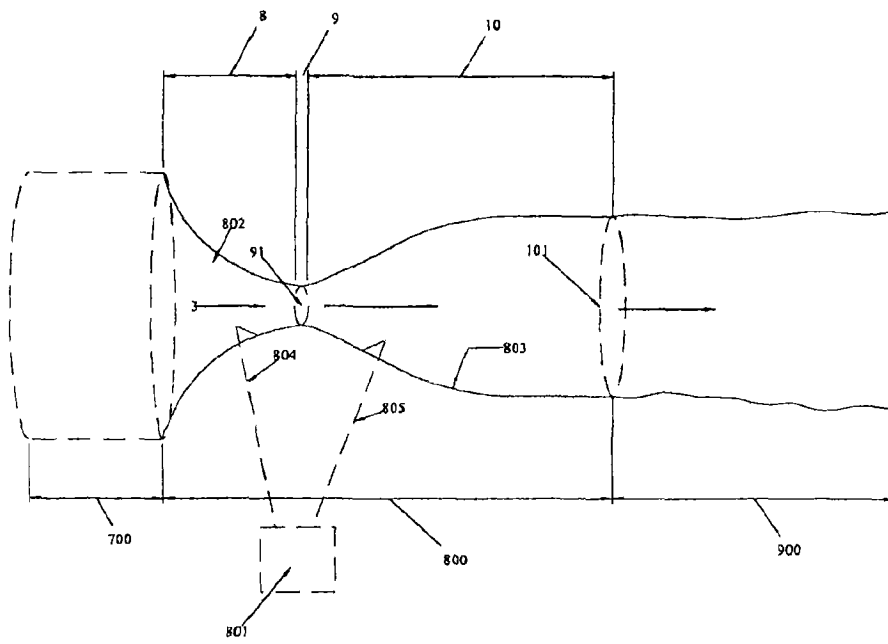


图 1

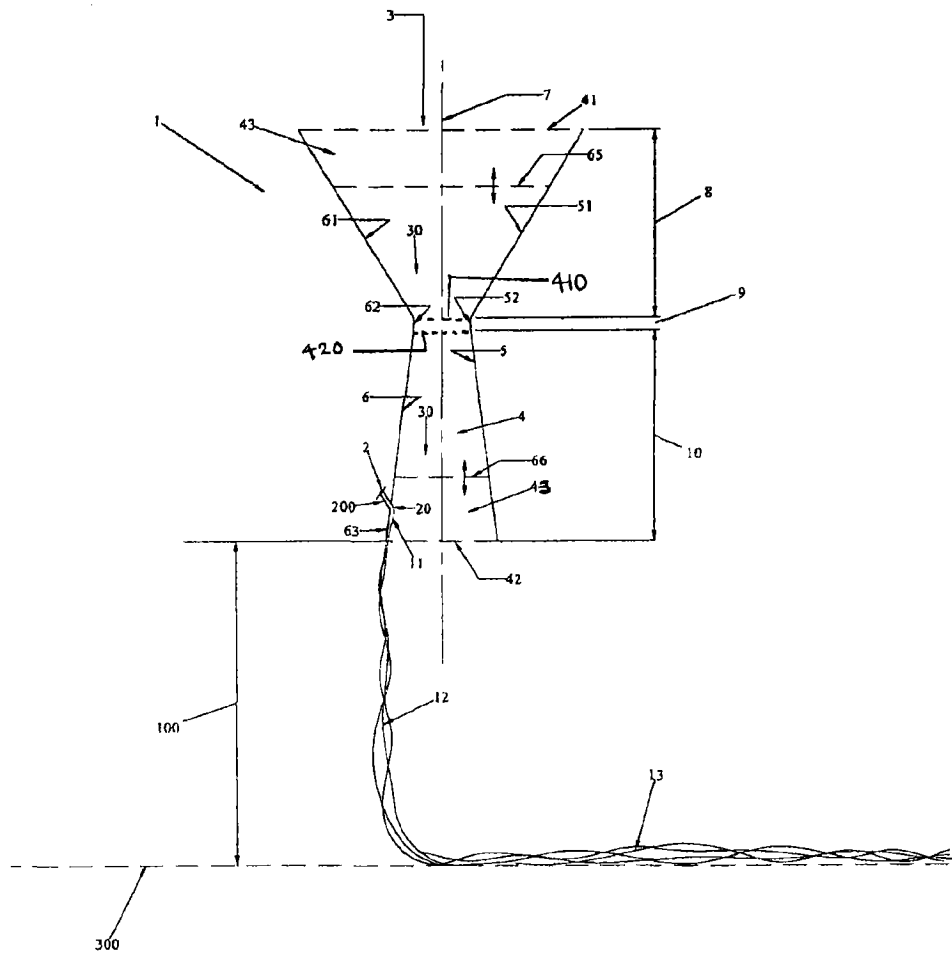


图 2

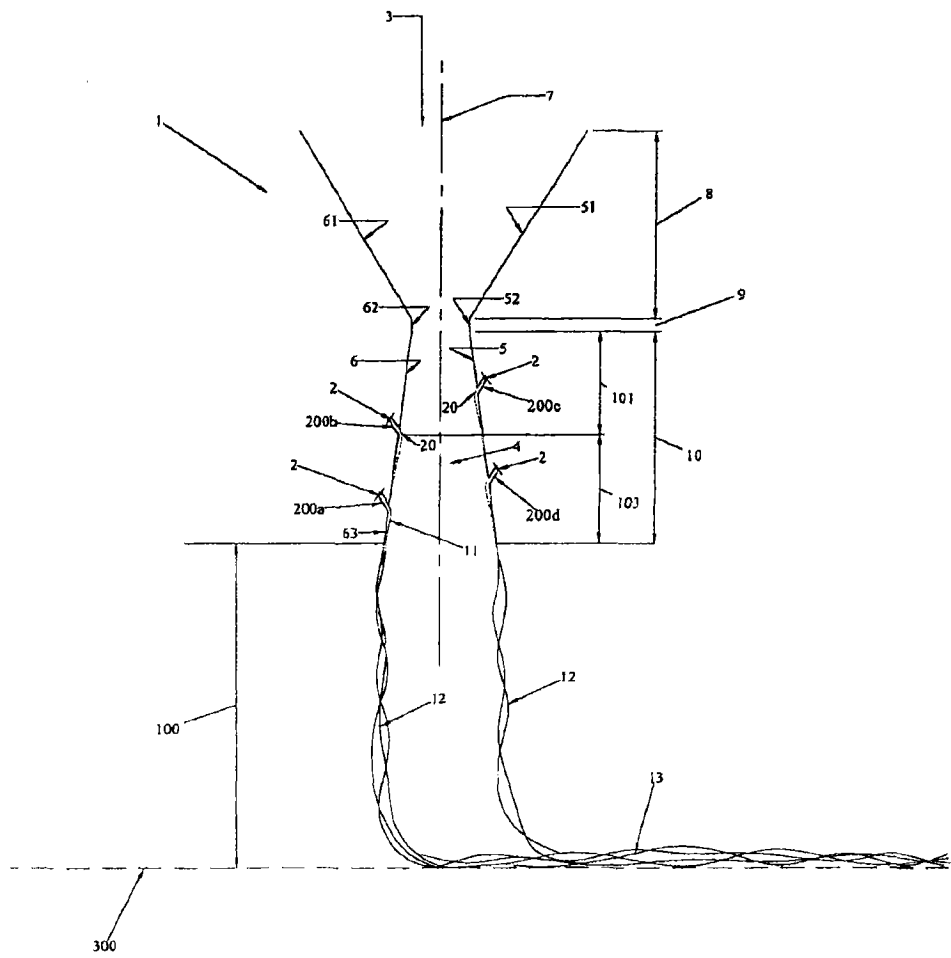


图 3

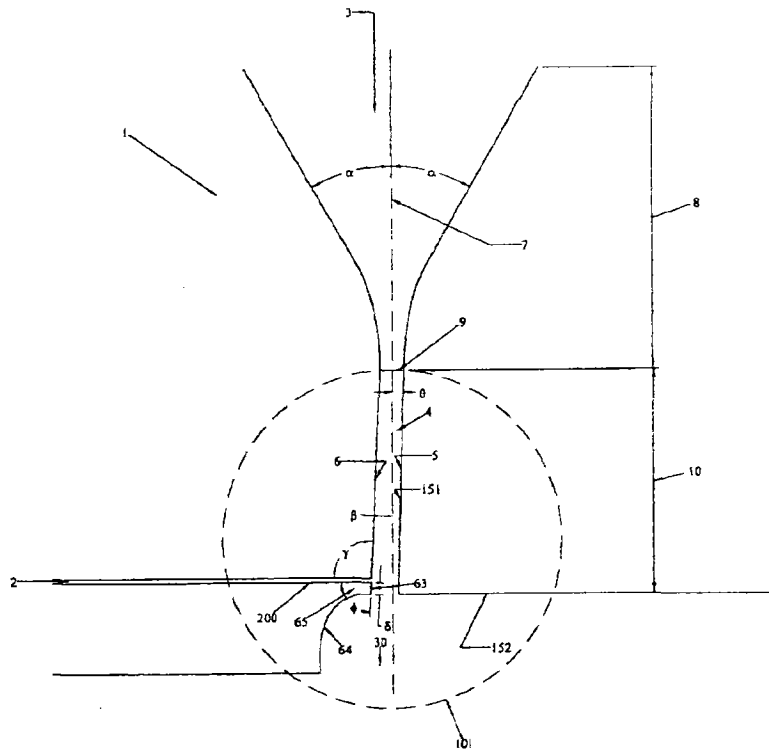


图 6

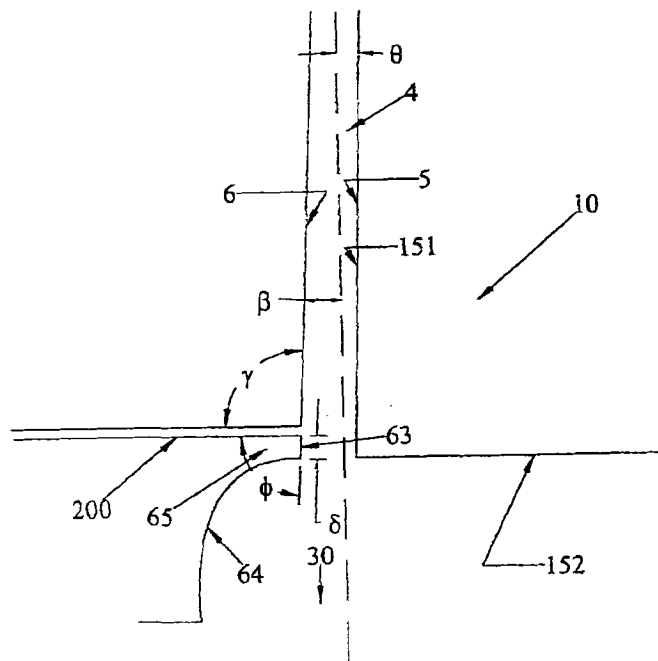


图 7

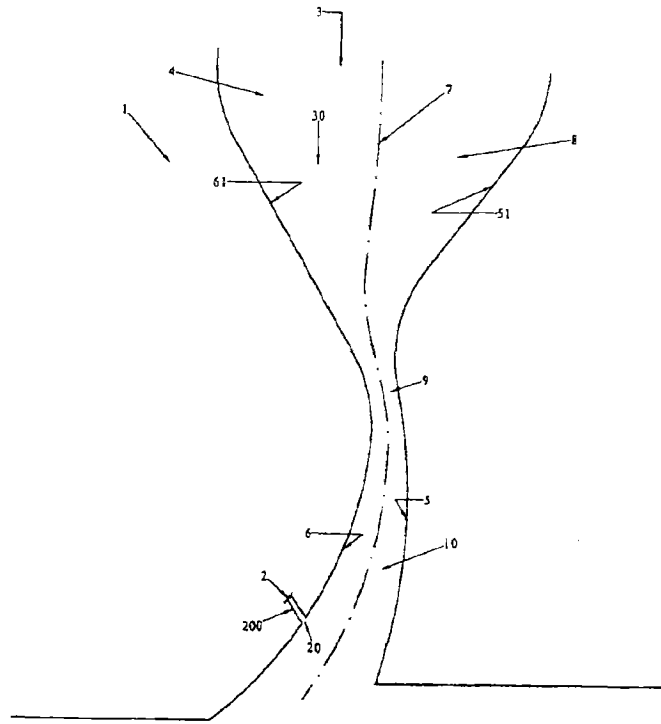


图 8

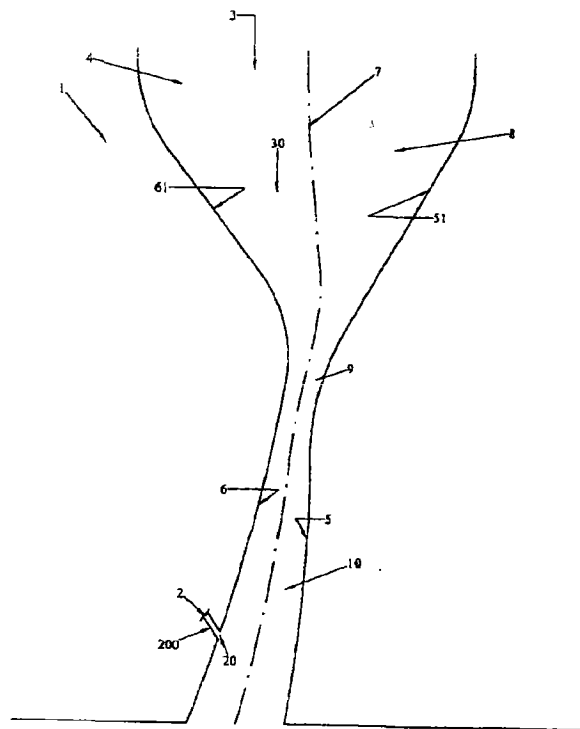


图 9

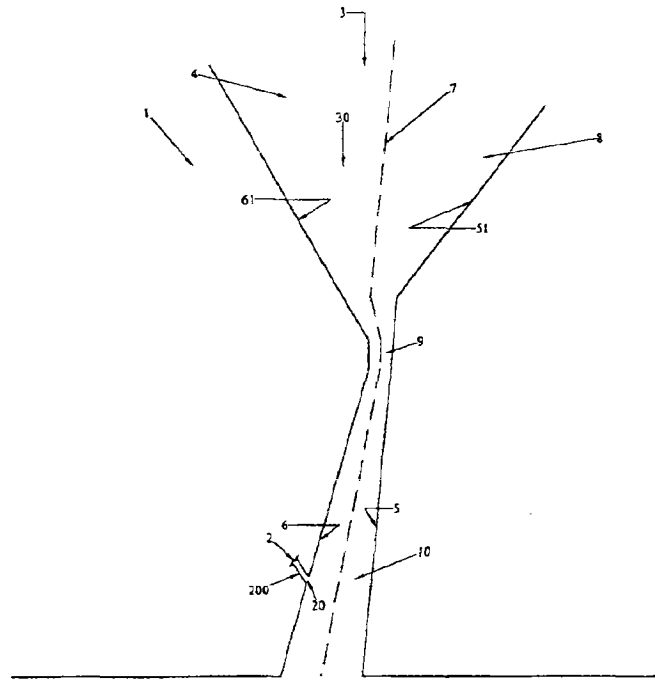


图 10

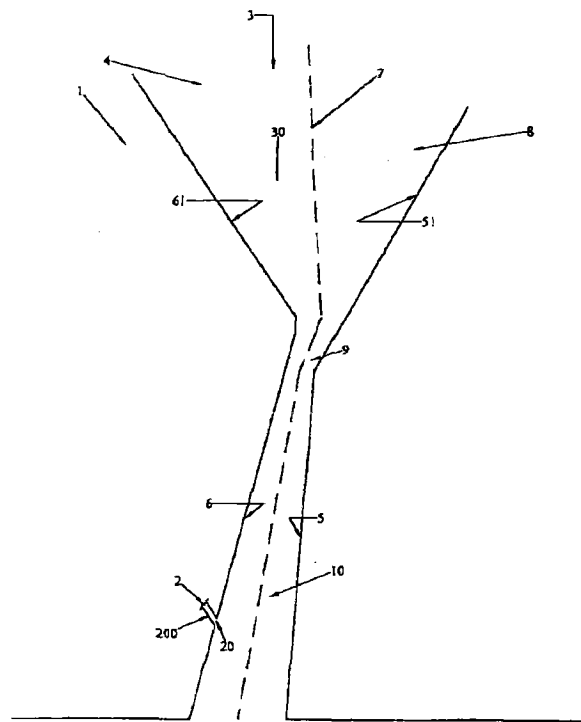


图 11

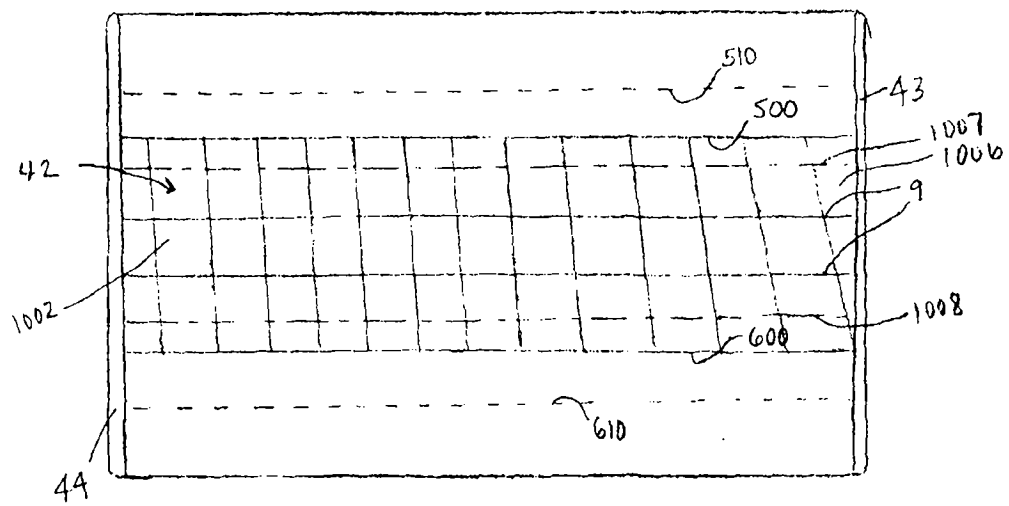


图 14

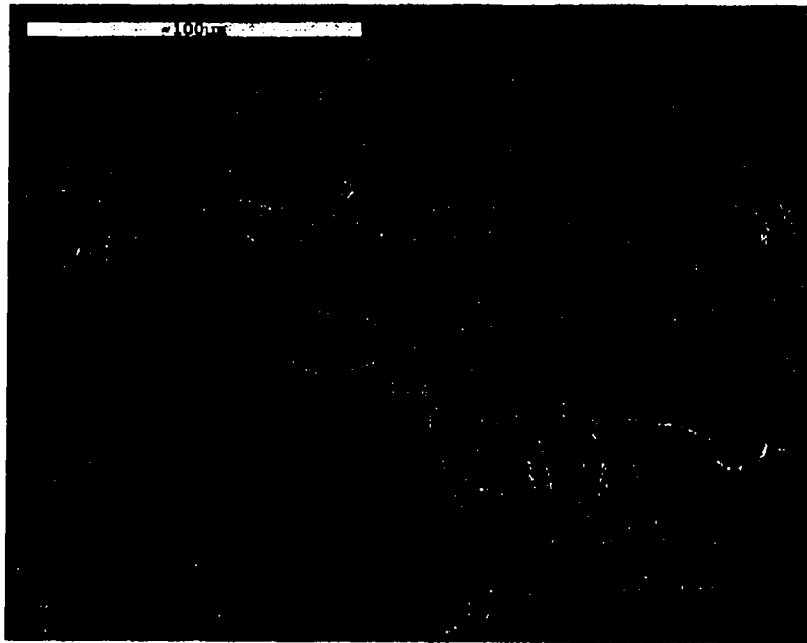


图 15

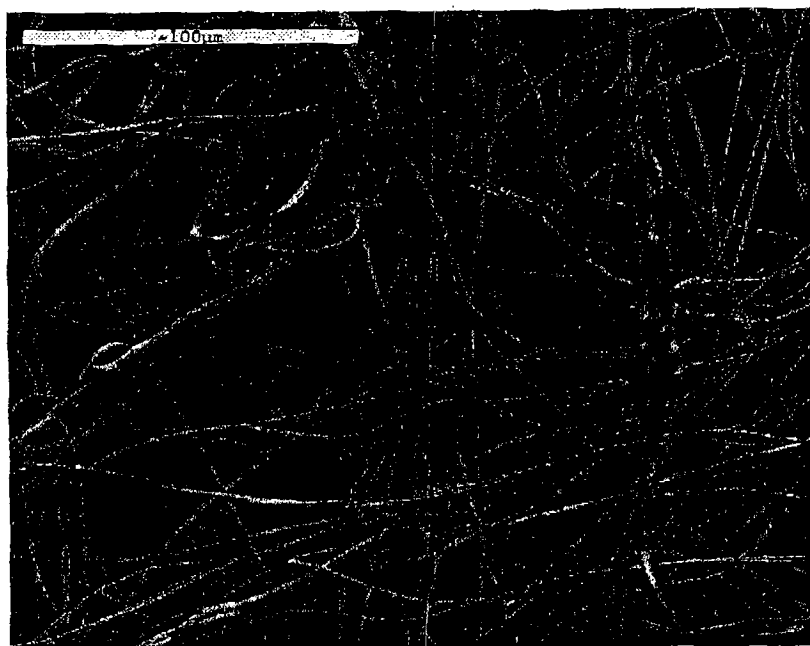


图 16