

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03814342.9

D04H 1/56 (2006.01)

D04H 13/00 (2006.01)

B29C 47/12 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100467695C

[22] 申请日 2003.5.20 [21] 申请号 03814342.9

[30] 优先权

[32] 2002.6.20 [33] US [31] 10/177,446

[86] 国际申请 PCT/US2003/015842 2003.5.20

[87] 国际公布 WO2004/001116 英 2003.12.31

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.20

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 S·C·埃里克森

J·C·布雷施特 M·G·施瓦茨

P·J·塞杰

[56] 参考文献

CN 1087393 A 1994.6.1

US 5260003 A 1993.11.9

US 6182732 B1 2001.2.6

US 4889476 A 1989.12.26

EP 0822282 A2 1998.2.4

US 6336801 B1 2002.1.8

CN 1292050 A 2001.4.18

US 4818463 A 1989.4.4

审查员 任惠

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张宜红

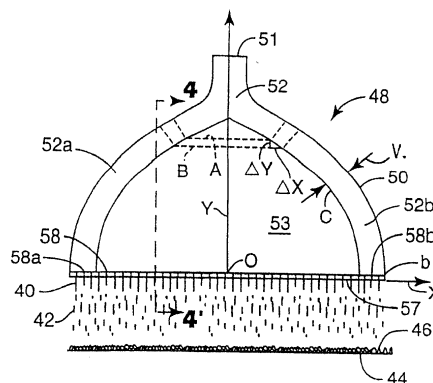
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 6 页

[54] 发明名称

非织造织物网模头和用其制造的非织造织物网

[57] 摘要

熔喷或纺粘非织造织物网的形成方式是：成纤材料流经停留时间基本均一的模腔，然后通过许多喷丝孔形成丝条，用空气或其它流体将丝条细化成纤维，收集细化后的纤维成为非织造织物网。每一个模头喷丝孔所接收的成纤材料细流具有相似的热历程。可以使非织造织物网纤维的物理或化学性能平均分子量和多分散性更均一。通过将许多模头腔体并列排列，可以形成宽非织造织物网。通过将大量模头腔体层叠排列，可以形成较厚的或多层的非织造织物网。



1. 一种非织造织物网，它的宽度至少为 0.5 米，包含至少一层多分散性基本均一的熔喷或纺粘纤维，所述的多分散性基本均一是指熔喷或纺粘纤维的多分散性与平均纤维多分散性的偏差小于 $\pm 5\%$ 。

2. 如权利要求 1 所述的非织造织物网，其中所述的纤维的多分散性与纤维平均多分散性的偏差小于 $\pm 3\%$ 。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的非织造织物网，所述纤维层的单位重量均一性为 $\pm 2\%$ 。

4. 一种形成如权利要求 1 所述的非织造织物网的方法，它包括：

将纤维形成材料流过权利要求 1 或 2 所述的非织造织物网；

使用空气或其他流体将丝条细化为纤维；

收集细化后的纤维，作为非织造织物网。

5. 一种用于制备权利要求 1 所述的非织造织物网的成型装置，它包括：

一个模头腔体，它对于流经它的纤维形成材料具有基本相同的停留时间和相同的剪切速率；

许多形成丝条的喷丝孔，位于模头腔体的出口处；

一个管道，它能提供空气流或其它流体将丝条细化成纤维；

一个收集器和任选的压延设备，细化后的纤维层在该压延设备上面能够形成非织造织物网。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其中模头腔体是熔喷模头的一部分，且实施细化的流体是加热的。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的装置，其中许多模头腔体并列排列，这样能够形成宽 1 米或更宽的非织造织物网。

8. 如权利要求 5 或 6 所述的装置，其中所述的模头腔体有一个有壁的集合管和一个有壁的模缝，模缝壁处的剪切速率与集合管壁处的剪切速率相同。

9. 如权利要求 5 或 6 所述的装置，其中所述的模头腔体有一个出口边缘和中心线，还有集合管臂和模缝，它们相交于由下述方程所确定的曲线内：

$$y(x) = (1 \pm 0.5)2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

其中， x 和 y 是 x - y 坐标系中的坐标， x 轴对应出口边， y 轴对应中心线， b 是模头腔体的半宽， W 是集合管臂的宽度。

10. 如权利要求 9 所述的装置，其中所述的集合管臂和模缝相交于由下述方程所确定的曲线内：

$$y(x) = (1 \pm 0.1)2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}.$$

非织造织物网模头和用其制造的非织造织物网

技术领域

[0001] 本发明涉及制造非织造织物网的装置和方法，以及熔喷或纺粘纤维状非织造织物网。

背景技术

[0002] 非织造织物网通常采用熔喷法形成，所述熔喷过程中丝条从一系列小喷丝孔中挤出，并利用热空气或其它细化流体使其拉伸变细成纤维。细化纤维在远程定位收集器或其它适宜的表面成网。纺粘法也可用于形成非织造织物网。纺粘非织造织物网的成形是，熔融丝条从一系列小喷丝孔中挤出，经淬冷空气处理至少使丝条表面固化，用空气或其它流体拉伸至少部分固化的丝条细化成纤维，收集纤维并有选择地压延成网。与熔喷非织造织物网相比，纺粘非织造织物网通常柔软性较小、更硬，用于纺粘的丝条挤出温度通常比熔喷丝条的挤出温度低。

[0003] 提高非织造织物网均一性的工作一直在努力进行。通常评价非织造织物网的均一性基于如单位重量、平均纤维直径、布的厚度或孔隙率等因素。通过改变或控制加工变量，如材料的流量、空气流速、模口到收集器的距离等，可以提高非织造织物网的均一性。另外，在熔喷或纺粘设备的设计中做改动。上述方法参考的资料包括美国专利 Nos. 4, 889, 476; 5, 236, 641; 5, 248, 247; 5, 260, 003; 5, 582, 907; 5, 728, 407; 5, 891, 482 和 5, 993, 943。

[004] 尽管许多研究者经过了多年的努力，生产商业上适宜的非织造织物网，仍然需要细致地调整加工变量和设备参数，需要不断实验、获取误差以便得到更满意的结果。生产均一的非织造织物网织物和超细纤维布特别困难。

附图的简要描述说明

[0005] 图 1 是常规 T 字型模缝熔喷模头的俯视剖面示意图。

- [0006]图 2 是常规熔喷模头 (coathanger 熔喷模头) 的俯视剖面示意图。
- [0007]图 3 是本发明的熔喷模头的俯视剖面示意图。
- [0008]图 4 是图 3 中模头沿直线 4-4 切割后的剖面图。
- [0009]图 5 是图 3 中模头的主视剖面示意图。
- [0010]图 6 是本发明中模头腔体以并列方式排列的主视剖面示意图。
- [0011]图 7 是本发明中模头腔体以垂直层叠方式排列的主视剖面示意图 (部分剖视)。
- [0012]图 8 是本发明中另一个熔喷模头的分解图。
- [0013]图 9 是本发明中纺粘模头的剖面示意图。

发明内容

[0014]虽然实用的、宏观的非织造织物网的特性如单位重量、平均纤维直径、布的厚度及孔隙率,总是无法提供评价非织造织物网的质量或均一性的足够依据,非织造织物网宏观特性的确定,通常是从布的不同区域剪取小样或采用传感器监测移动的布的不同区域。上述方法容易受到取样和测试误差的影响而歪曲结果,尤其是测定低单位重量或高孔隙率的网。另外,尽管通过测定非织造织物网的单位重量、纤维直径、布的厚度或孔隙率表现出均一性,然而,由于个例纤维固有特性的不同,仍然使非织造织物网表现出不均一的性能特征。熔喷和纺粘法使成纤材料的粘度明显降低(有时会引起相当大的热降解),特别是成纤材料在通过模头和接下来的细化步骤中。如果每一根丝条出模头时具有相同或基本相同的物理或化学性能,就能得到更均一的非织造织物网。为获得上述均一的物理或化学性能,必须使成纤材料通过模头时具有相同或基本相同的停留时间,从而使成纤材料通过模头的不同区域时获得更均一的热历史。所得到的各丝条的物理化学性能的更均一,在经过细化和收集后就可以形成更高质量和更均一的非织造织物网。

[0015]所期望的丝条的物理化学特性的均一性优选的评价方法,是通过测定收集到的丝条的一种或多种固有物理或化学性能,例如它们的重均或数均分子量,并优选分子量分布。分子量分布可以用术语多分散指数很好方便地表征出来。通过测试纤维性能,而不是小布样,样品误差减少,可以获得非织造织物网质量和均一性的更精确的测试。

[0016]本发明的一方面提供了一种纤维网的成形方法,包括:纤维成形材

料以基本相同的停留时间流过模头腔体，然后通过许多喷丝孔形成丝条，采用空气或其它流体使丝条细化成纤维，收集细化纤维为非织造织物网。在一个优选的实施方式中，所述方法中采用了多个模头腔体排列以得到较宽或较厚的织物，而不是只用单一模头腔体。

[0017]另一方面，本发明提供了一种非织造织物网成形的装置，包括：
一个模头腔体，该模头腔体对于流经它的成纤材料有基本均一的停留时间；

许多喷丝孔，它们位于模头腔体出口处；

一个管道，它能提供空气流或其它流体将丝条细化成纤维；

一个收集器和一个任选的压延装置，在它上面细化的纤维层能够形成非织造织物网。

在一个优选的实施中，所述装置包括将多个模头腔体排列，以得到较宽或较厚的织物，而不是只用单一模头腔体。

[0018]上述方法和装置中特别优选的实施方式中，模头腔体是熔喷模头的一部分，细化流体是加热的。

[0019]另一方面，本发明提供了一种非织造织物网，宽度至少约 0.5m，至少有一层基本均一的多分散性的熔喷或纺粘纤维组成。

[0020]另一方面，本发明提供了一种非织造织物网，至少有一层平均直径约小于 5 μ m、多分散性基本均一的熔喷超细纤维组成。

发明的详细说明

[0021]本发明中的短语“非织造织物网”是指一种纤维网，特征为纤维通过缠结或点粘合而成，特别是有足够的结合力和强度而可以自支撑。

[0022]术语“熔喷”是指一种形成非织造织物网的方法，成纤材料通过大量喷丝孔挤出形成丝条，同时丝条与空气或其它流体接触细化形成纤维，然后收集细化后的纤维成层。

[0023]短语“熔喷温度”是指通常熔喷时熔喷模头温度。根据用途，熔喷温度可超过 315 $^{\circ}$ C，325 $^{\circ}$ C 或甚至 335 $^{\circ}$ C。

[0024]短语“纺粘法”是指一种形成非织造织物网的方法，低粘度熔体通过大量喷丝孔挤出形成丝条，经空气或其它流体淬冷至少使丝条表面固化，至少表面固化的丝条与空气或其它流体接触细化形成纤维，收集并选择性地

将细化后的纤维压延成层。

[0025] 短语“非织造织物网模头”是指一种用于熔喷或纺粘方法的模头。

[0026] 短语“将丝条细化成纤维”是指把丝条的一段转化为更长直径更小的一段。

[0027] 短语“熔喷纤维”是指用熔喷方法制得的纤维。尽管报道指出熔喷纤维是不连续的，但熔喷纤维的长径比（长度和直径的比）确实是无穷大的（一般至少约 10,000 或更大）。纤维很长而且充分缠结，通常不可能把一根完整的熔喷纤维从一团纤维中取出来，或者很难从头到尾追踪一根熔喷纤维。

[0028] 短语“纺粘纤维”是指用纺粘方法制得的纤维。这种纤维一般是连续的，充分缠结或点粘合，通常不可能从一团纤维中取出一根完整的纺粘纤维。

[0029] 术语“多分散性”是指聚合物的重均分子量与数均分子量之比，它的重均分子量和数均分子量是用凝胶渗透色谱法测定的，标准样品为聚苯乙烯。

[0030] 短语“具有基本均一的多分散性的纤维”是指熔喷或纺粘纤维的多分散性与平均纤维多分散性的偏差小与 $\pm 5\%$ 。

[0031] 短语“剪切速率”指非紊流流体在垂直于流动方向上的速度的变化率。当非紊流流体流过一个平坦的边界时，剪切速率是垂直于边界的梯度矢量，用它来表示速度随边界距离的变化率。

[0032] 短语“停留时间”是指成纤材料流体通过模头腔体的距离与平均流速之比。

[0033] 短语“基本相同的停留时间”指通过计算、模拟或实验测得的纤维形成材料流体的任何部分流过模头腔体的停留时间都不超过计算、模拟或实验测得的整个流体平均停留时间的两倍。

[0034] 根据图 1 和图 2，熔喷通常采用如图 1 所示的 T 型模头 10 或如图 2 所示的常规熔喷模头（“coathanger”熔喷模头）20。成纤材料从入口 11 或 21 进入，流经导孔 12 或 22，经过模缝 13 或 23，至模头口区 14 或 24。成纤材料（通过模头腔体时受热，变稀，有时有热降解，分子量变化）经过一排钻孔或切削在模头末端 17 或 27 的喷丝孔 18 或 28，从模头 10 或 20 的模头尖部 17 或 27 挤出，产生一系列丝条 40。高速细化流体（如空气）加压施加到与模头尖部 17 或 27 相邻的喷丝孔（在图 1 和图 2 中不可见）。流体通过

向上撞击、向下拉伸以及可能的撕裂或分离作用使丝条 40 细化,成为拉伸的细流和直径减小的纤维 42。纤维 42 被随机收集在远程定位的收集器上如移动的筛网 44 或其它适宜的表面,形成相互缠结的网 46。网的均一性通常通过调节模头入口和出口压力的相对平衡以及模头的温度程序来控制,以得到大致均一的纤维直径。温度程序的调节通常借助于埋在模头不同位置的电加热装置。这些方法对于网均一性的控制是有限的,部分原因是剪切速率历史、温度以及成纤材料在模头中不同区域的停留时间不同。

[0035] 有关常规熔喷更详细的资料可以在以下文献中查到,例如 Wente, Van A. 发表于 Industrial Engineering Chemistry 的“特级热塑性纤维”,第 48 卷,自 1342 页起,(1956 年),或 Wente, V. A.、Boone, C. D. 和 Fluharty, E. L. 的名为“特级有机纤维的制造”,Naval 研究实验室的“报导”№4364, 1954 年 5 月 25 日出版。

[0036] 本发明中用于熔喷的非织造织物网模头 48 如图 3 的俯视剖面示意图所示。成纤材料通过入口 51 进入模头腔体 50,沿导孔臂 52a 或 52b 流经导孔 52。导孔臂 52a 和 52b 最好有一定的宽度和可变的深度。一些成纤材料通过导孔臂 52a 或 52b,通过切削或钻孔在模头尖部 57 上的喷丝孔 58a 或 58b 从模头 50 挤出。其余成纤材料流经导孔臂 52a 或 52b 至模缝 53,再经模头尖部 57 上的喷丝孔 58 从模头 50 挤出。挤出的成纤材料产生一系列丝条 40。由模头尖部 57 附近的喷丝孔(图 3 中看不到)提供加压的大量高速细化流体使丝条 40 细化成纤维 42。纤维 42 被随机收集在远程定位的收集器上如移动的筛网 44 或其它适宜的表面,形成相互缠结的网 46。

[0037] 图 4 是图 3 中模头 48 沿直线 4-4 切割的横截面图。导孔臂 52a 有一个可变的深度 H,它的范围是最大值接近入口 51,最小值接近导孔臂 52a 和 52b 的末端。模缝 53 有固定的深度 h。成纤材料经过导孔臂 52a 进入模缝 53,经模头末端 57 上的喷丝孔 58 流出模头 50 形成丝条 40。气刀 54 焊在模头尖部 57。模头尖部 57 可移动,最好分成对称的两半 57a 和 57b,允许喷丝孔 58 的大小、排列和位置可以变化。加压的细化流体从模头 48 的出口面上的增压室 59a 和 59b 经过气刀 54 上的喷丝孔 59c 和 59d,使挤出的丝条 40 细化成纤维。

[0038] 图 5 是熔喷模头 48 的主视剖面图。为清楚起见,图 5 中只表示出模头尖部 57 的下半部分 57b,省略了气刀 54。图 5 的其它元件见图 3 与图 4。

[0039] 模头腔体 50 的设计借助于后面将详细讨论的方程。所述方程将提供完善的非织造织物网模头腔体设计，使通过模头腔体的成纤材料有均一的停留时间。优选的设计是当成纤材料细流通过模头腔体时有相同或相近的剪切速率历史。从模头腔体挤出的丝条在细化、收集，冷却形成非织造织物网后最好具有相同的物理和化学性质。

[0040] 与图 1 和图 2 所示的模头相比，熔喷模头 48 在模头腔体宽度一定时，从成纤材料入口到丝条出口的深度更大。模头腔体 50 可以有不同的尺寸，以形成各种所希望网宽的非织造织物网。然而，从一个单一的熔喷模头形成宽网（如，宽度约为 1.5 米或以上），需要很深的模头腔体以承受过多的压降。本发明的宽网宽度最好为 0.5 米、1 米、1.5 米，甚至 2 米或 2 米以上，最好采用多个模头腔体阵列来形成更宽的网，而不是采用单一的模头腔体。例如，本发明所采用的无纺模头基本上是平的，多个模头腔体最好并列排列在模头内用来形成宽网。

[0041] 图 6 说明了本发明的熔喷模头 60，由相邻的模头腔体 61 到 66 并列排列而成，正象图 3 所示的模头腔体。模头 60 可以形成的网的宽度是一个模头腔体所形成的网宽的 6 倍。为清楚起见，图 6 中仅表示了模头尖部的下半部分 67 b，图 6 中省略了使加压细化流体从喷丝孔 69 中导出的气刀。模头尖部 67b 最好是机械加工成为下半部分的多个喷丝孔，如孔 68。如图 6 所示的模头能使多个窄的模头腔体（如，宽度小于 0.5、0.33、0.25 或小于 0.1 米）并列排列，可以形成均一或基本均一的非织造织物网，宽度达到 1 米或一米以上。与采用单一的较宽较深的模头腔体相比，采用多个并列排列的模头腔体可减少整个模头的前后深度，并减少从模头入口到出口的压力降。

[0042] 与采用单一模头腔体，如图 3 中所示的模头腔体的排列还可以制造较厚的非织造织物网。例如，当采用本发明的基本上是平面的模腔时，可采取层叠多个模头腔体的方法制造较厚的非织造织物网。图 7 说明了本发明的熔喷模头 70，由模头腔体 71、72 和 73 垂直层叠而成。为清楚起见，所示的模头尖部 74，75 和 76 省略了空气刀，所述空气刀可使细化流体从喷丝孔 79 导出到丝条出口在模头尖部 74 上的喷丝孔 78。模头 70 可用于形成三层相邻的非织造织物网层，每一层包括缠结和细化的熔喷纤维。

[0043] 对于本发明的无纺模头，采用了多个、特别是阵列的模头腔体，通常最佳之处在于为每个模头腔体提供相同体积的成纤材料。在这种情况下，

纤维成形时采用行星齿轮计量泵，如待审的申请 No. 10/177, 419，名称为“采用行星齿轮计量泵的熔喷设备”，2002年6月20日提出。例如，行星齿轮计量泵可提供成纤材料给一个如图6中模头60的模头腔体61到66，或者两个或两个以上的如图7中模头70的模头腔体71，72和73。

[0044]对于熔喷的应用，同样最好对每一根挤出丝条提供相同的细化流体。在这种情况下，提供细化流体最好采用可调整的细化流体集合管（manifold），如待审的申请 No. 10/177, 814，名称为“熔喷模头的细化流体集合管”，2002年6月20日提出。

[0045]在本发明的优选实施例中，模头腔体出口以一定的倾斜角度离开模头模缝。图8表示本发明熔喷模头80的这一构造的主视剖面图。模头80包括垂直的基体81，基部与模体82用螺钉通过螺孔84a连接起来（图8中未表示出来）。模体82和基部81用螺钉通过螺孔84b和84c与空气管连接起来（同样未在图8中表示出来）。模体82包括八个模头腔体如图3中所示的模头腔体85a到85h相邻排列，每个模头腔体最好加工成垂直方向。模头腔体85a到85h共用一个模头基板89。模头腔体85a包括空气集合管86a、模缝87a和入口88a。在模头腔体85b到85h中可找到相似的组件。模头尖部90通过夹子91a和91b装在空气集合管83上。空气刀92用螺钉通过螺孔93a与空气集合管83连接起来（未在图8中表示出来）。空气集合管83包括入口94a和94b，通过这两个入口，空气可以从里面被引导到增压箱95a和95b直到空气刀92。绝缘垫96a和96b使部件80保持均一温度。在模头80操作过程中，两个4-port行星齿轮计量泵97a和97b使成纤材料能通过分配板98提供成纤材料。使用这两个泵，使部件80更易于转换成其它形式，例如模头用于多层挤出或双组分挤出。成纤材料由基部81内导入出口99a再到出口88a，然后进入模头腔体85a到85h。在经过空气集合管86a和模头模缝87a后，成纤材料经过模头基板89达到适合的角度转入空气集合管83中的模缝（未在图8中表示）。由于组件和分型管线在模头80中的排列，模头腔体85a到85h由机械加工的足够宽度的金属面包围而与基体81和空气集合管83紧密相连。通常，设计时很难在模头某些区域中放置热输入装置，如图8所示。尽管如此，下面为更详细地说明原因，本发明优选的无纺模头可以在减少对热输入装置的依赖的情况下操作。整个模头的设计，有更大的灵活性，模头中主要的组件、机械加工面和分型线可有多种排列形式，在减少类似由磨损

导致的泄漏的情况下，可以反复拆洗和安装。

[0046] 成纤材料由空气集合管 83 中的模缝导出到经钻孔或机械加工在尖部 90 的喷丝孔，在此成纤材料从模头 80 挤出成一系列小小直径的丝条。同时，空气从入口 94a 和 94b 进入空气集合管 83 作用丝条，把丝条细化成纤维，或者丝条很快通过在空气刀 92 中的模缝 100。

[0047] 本发明的非织造织物网模头用于纺粘方法，在成纤材料经过模头腔体时也有基本均一的停留时间。总的来说，如图 3 到图 8 所示，纺粘非织造织物网模头的制备比熔喷非织造织物网模头的制备更简单，因为在模体中的加压细化流体通道可以省略。图 9 显示了本发明优选的纺粘系统 106。成纤材料通过入口 111 进入通常垂直的模头 110，经过空气集合管 112 和模头腔体 114 的模缝 113 向下流动（都在图中显示），通过模头尖部 117 的喷丝孔 118 从模头腔体 114 挤出，成为一系列向下延伸的丝条 140。一种淬冷流体（通常是空气）通过输送管 130 和 132 与丝条 140 作用使其至少达到表面固化。至少部分固化的丝条 140 被向下拉伸到收集器 142 同时被通常是反向的细化流体（通常是空气）细化成纤维，所述细化流体由输送管 134 和 136 加压提供。收集器 142 装在罗拉 143 和 144 上。压延辊 148 与罗拉 144 相向挤压，使网 146 中纤维点粘合生产压延网 150。使用本装置所涉及到的与本纺粘法相关的更详细细节是熟练技术人员所熟知的。

[0048] 熟练的技术人员希望本发明的非织造织物网模头并不需要是平面的。本发明的一种模头可设计为具有对称中心轴的环形来形成圆柱状排列的丝条。一种有大量非平面（曲面的）模头腔体的模头，如果是平面的，它的形状将如图 3 所示，也可以在圆柱周边范围内分布，形成较大直径的圆柱排列的丝条，而不是只用一个相似浓度的圆周模头腔体。本发明中大量嵌套式的圆柱非织造织物网模头也可以围绕一个对称中心轴排列，形成多层圆柱排列的丝条。

[0049] 本发明的无纺模头的优选实施方式，根据符合幂律流体行为的流体流动力方程进行设计。

$$(1) \quad \eta = \eta^0 \gamma^{n-1}$$

其中： η = 粘度

η^0 = 剪切速率 γ^0 下的零切粘度

n = 幂律指数

γ = 剪切速率

[0050]再参照图 3，在模头腔体 50 上建立 x-y 直角坐标系，X 轴对应模头腔体的出口边（换句话说，模头末端的进口边 57），y 轴对应模头腔体 50 的中心线。模头腔体 50 的半宽为 b，总宽为 2b。根据质量守恒定律，假定集合管中 x 处的流体流速 $Q_m(x)$ 等于在 b 和 x 之间流出的材料的流速，也可以假定等于集合管中流体的平均速度与集合管交叉处面积的乘积。

$$(2) \quad Q_m(x) = (b-x)h\bar{V}_s = WH(x)\bar{V}_m$$

其中： $Q_m(x)$ 是流体在集合管中 x 处的流速

$\bar{V}_m$ 是流体在集合管臂的平均流动速度

B 是模腔的半宽

$\bar{V}_s$ 上模缝中的平均流体速度

H 是模缝深度

$H(x)$ 是在集合管臂 x 处深度

W 上分集合管臂的宽度。

[0051]假设集合管臂的宽度是某一精确的尺寸，例如宽 1cm、1.5cm、2cm 等，可以根据成纤材料流经模头腔体流变学范围和通过模头的目标压力降选择模缝深度 h 的数值。假设在模头腔体中和各个方向上的集合管臂中流体是非紊流流动。在模缝中和沿-y 方向上的流体流动类型是层流。图 3 中虚线 A 和 B 代表恒压线，垂直于流体流动的方向。模缝中的压力梯度与集合管臂的压力梯度的关系如方程：

$$(3) \quad \left(\frac{d_p}{d_y} \right)_{\text{模缝}} = \left(\frac{d_p}{d_x} \right)_{\text{集合管臂}} \left(\frac{\Delta\zeta}{\Delta y} \right)$$

式中 $\Delta\zeta$ 是图 3 中以 Δx , Δy 为直角边的直角三角形的一条斜边，其中曲线 A, B 贯穿了右边的集合管臂 52b 和模缝 53 间的轮廓 C。利用 Pythagorean 法可以得到方程：

$$(4) \quad \Delta\zeta = \Delta y \left[1 + \left(\frac{d_y}{d_x} \right)^2 \right]^{1/2}$$

用该式推得的 dx/dy 等于轮廓 C 的斜率的倒数。将 (3) 式和 (4) 式合并后得到：

$$(5) \quad \frac{d_y}{d_x} = \left[\left[\left(\frac{d_p}{d_y} \right)_{\text{模缝}} / \left(\frac{d_p}{d_\zeta} \right)_{\text{集合管}} \right]^2 - 1 \right]^{1/2}$$

[0052]模头腔体壁上的流体流动的压力梯度 Δp 和剪切速率 γ_w 可以通过假设流经模头腔体和模缝中的流体为稳流来计算,忽略任何流体交换的影响。假设流体符合粘度幂律模型:

$$(6) \quad n = n^0 \left| \frac{\gamma}{\gamma^0} \right|^{n-1}$$

则模缝壁处的压力梯度和剪切速率可以由下式计算:

$$(7) \quad \Delta p = \frac{(-2n^0\gamma^0)}{n} \left(\frac{-\gamma_w}{\gamma^0} \right)^n$$

$$(8) \quad \gamma_w = - \left(\frac{1}{n} + 2 \right) \frac{2\bar{V}}{h}$$

另外一个边界条件是通过假设模缝壁处的剪切速率和集合管臂壁处的剪切速率相等来建立的:

$$(9) \quad \gamma_s = \gamma_m \text{ (壁处)}$$

这就使设计与熔体的粘度无关,并要求模头腔体中流体的粘度处处相等或至少在腔壁处的粘度相等。要求在集合管臂壁处和模缝壁处的流体具有相同的剪切速率,流经的流体的质量要守恒,有方程:

$$(10) \quad H = h \left(\frac{b-x}{W} \right)^{1/2}$$

同时有集合管臂轮廓C的斜率公式:

$$(11) \quad \frac{d_y}{d_x} = - \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

积分得:

$$(12) \quad y(x) = 2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

公式(12)可以用来设计集合管臂的轮廓。

[0053]集合管臂深度H(x)由方程计算:

$$(13) \quad H(x) = \left(\frac{b-x}{W} \right)^{1/2}$$

[0054]利用以上方程计算设计的模头腔体中流经的流体具有相同的停留时间，正如将式(3)的分子分母与 Δt 相比得到：

$$(14) \quad \frac{d_p}{d_y} = \frac{d_p \left(\frac{\Delta \zeta}{\Delta t} \right)}{d_\zeta \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right)}$$

式(14)可化为：

$$(15) \quad \frac{d_p}{d_y} = \frac{-1}{\left[\left(\frac{\overline{V}_m}{\overline{V}_s} \right)^2 - 1 \right]^{1/2}}$$

式(15)又可以进一步化为：

$$(16) \quad \Delta t = \frac{\Delta y}{\overline{V}_s} = \frac{\Delta \zeta}{\overline{V}_m}$$

因此，成纤材料流体在集合管臂中的停留时间与在模缝中的停留时间一样。所以沿任何路径，流体均不仅具有相同的剪切速率而且有相同的停留时间。这就使成纤流体在模头腔体宽度方向上有均一的热和剪切历史。

[0055]熟练技术人员希望上所的方程能提供模头腔体的优化设计。一种优化的模头腔体设计，如果是理想的，并不要求得到本发明的优点。通过方程，有意的或无意的改变优化模头设计中的参数仍然能设计出有用的具有相同停留时间的模头腔体。例如，方程(12)中算得的 $y(x)$ 值可以根据模头腔体变动，如约 $\pm 50\%$ ，更好是约 $\pm 25\%$ ，最好是约 $\pm 10\%$ 。换种略微不同的表达方式，集合管臂和模头模缝能与方程(17)所确定的曲线相交：

$$(17) \quad y(x) = (1 \pm 0.5) 2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

更好是由方程(18)所确定的曲线：

$$(18) \quad y(x) = (1 \pm 0.25) 2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

最好是由方程(19)所确定的曲线：

$$(19) \quad y(x) = (1 \pm 0.1) 2W \left(\frac{b-x}{W} - 1 \right)^{1/2}$$

其中 x , y , b , W 如上所定义。

[0056] 熟练技术人员也希望通过模头腔体的停留时间不必完全均一。例如, 如上所述, 成纤材料流体在模头腔体中的停留时间只要基本均一。更好的是, 细流的停留时间是流体平均停留时间约 $\pm 50\%$ 之内, 最好是流体平均停留时间的约 $\pm 10\%$ 之内。T 型模缝或 coathanger 模缝通常表现出通过模头的停留时间变化更大些。对于 T 型模缝, 停留时间的变化大到平均值的 200% 甚至更大, 对于 coathanger 模缝, 停留时间的变化是平均值的 1000% 或更大。

[0057] 熟练技术人员还希望上述方程基于一种模头腔体设计, 所述模头腔体有矩形横截面、固定宽度和有规律变化的深度的集合管臂。适当变换的集合管臂有其它截面形状、可变的宽度或其它深度, 可以取代如图 3 所示的设计, 仍然能提供通过模头腔体的基本均一的停留时间。同样的, 熟练技术人员希望上述方程基于一种有固定模缝的模头腔体设计。适当变换的有不同深度的模缝的模头腔体设计, 可以取代如图 3 所示的设计仍然能提供通过模头腔体的基本均一的停留时间。每一种情况的方程将更复杂, 但是上述的原理仍然适用。

[0058] 基于相似方程的膜挤出模头是由 Massachusetts 大学化学工程技术专业的 H. Henning Winter 教授和 Stuttgart 大学的 Institut für Kunststofftechnologie 的 H. G. Fritz 教授描述的, 具体参照 Winter, H. H. 和 Fritz, H. G. 的“挤出片材和环形玻璃半成品的模头的设计: 分散性问题, 《聚合物工程科学》26:543-553(1986 年), 和在德国申请的专利 No. DE 29 33 025 A1(1981). 部分由于 Winter 模头的前后宽度太大, 在膜制造上没有被广泛使用。本发明的模头, 有一个流变性能相似的模头腔体, 模头腔体的出口有大量喷丝孔。纤维形成材料通过喷丝孔通常要被加热到很高的温度, 通常具有较低的粘度, 便于可挤出纤维形成材料通过膜模头。与传统的膜挤出相比, 熔喷和纺粘方法使成纤材料基本上更稀甚至发生热降解, 挤出丝条停留时间不同的效应趋于放大。使用具有基本相同停留时间的模头腔体对于非织造织物的均匀性有显著提高。均匀性的提高比成膜时使用 Winter 膜模头更实

际。本发明优选的模头所形成的非织造织物网中，其特征是沿模头腔体出口收集的所有纤维基本上是均一的，因为每一个喷丝孔接收到的纤维形成材料细流有相似的热历史。另外，由于本发明可以利用大量窄的模头腔体排列形成宽的非织造织物网，用 Winter 膜模头时有关的模头深度的缺点不再是限制因素了。

[0059]本发明的模头，成纤材料在模头腔体壁处的剪切速率和剪切应力在模头腔体壁的湿表面上任何一点相同或基本相同。这就使本发明的模头对成纤材料的粘度和质量流速的变化不敏感，使这种模头适用于很多种类的成纤材料和很多种操作条件。这也使本发明的模头能适应模头操作过程中的条件变化。本发明优选的模头可用于粘弹性、剪切敏感的、幂律流体。本发明优选的模头也适用于反应活性成纤材料或由单体混合物制成的成纤材料，并可以为这些材料或单体经过模头腔体时提供均一的反应条件。当采用净化物清洗时，由本发明的模头提供固定的壁剪切应力，可以为整个模头腔体提供均一的洗涤过程，因此具有完全、均匀的清洗过程。

[0060]本发明优选的模头的操作，可以采用稳定的温度控制模式，减少对可调热输入装置（例如腔体内的电热器）或别的补偿方法来保持稳定的热输出的依赖性。这可以降低模头体内的热应力，减少模头腔体的偏差导致的基重不均一性。如果需要，本发明的模头可以增加热输入装置。也可以增加绝热设施来辅助控制模头操作过程中的热行为。

[0061]本发明优选的模头可以生产高度均一的非织造织物网。如果从末端和中间处（要远离边缘处以防止边缘效应）剪取一系列（例如 3 到 10 个） 0.01m^2 的样品进行评价，本发明优选的模头所得的非织造织物网的基重均一性偏差 $\pm 2\%$ 或更好，或甚至 $\pm 1\%$ 或更好。用相似方法收集的样品进行评价，用本发明的优选的模头所得的非织造织物网包括至少一层熔喷纤维，所述纤维的多分散性是平均纤维多分散性的 $\pm 5\%$ 以下，或更好在 $\pm 3\%$ 以下。

[0062]多种合成或天然成纤材料都可以使用本发明的模头制成非织造织物网。优选的合成材料包括聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯、聚苯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、线性聚酰胺如尼龙 6 或尼龙 11、聚氨酯、聚（4-甲基苯酚-1）和它们的混合物或它们的组合物。优选的天然纤维材料包括沥青（例如，制造碳纤维）。成纤材料可以是熔融状态或溶在合适的溶剂中。本发明也可以采用反应性单体，在通过模头时相互反应。本发

明的非织造织物网可以是一层中多种纤维的混合物（例如制造时用两个相近的模头腔体共用一个模头尖部），多层（例如用如图 7 所示的模头所制造的），多组份纤维的单层或多层（例如 U. S. 专利 No. 6, 057, 256 中所描述的）。

[0063] 本发明的非织造织物网中纤维可以有多种直径。例如，熔喷非织造织物网中的纤维是超细纤维，平均直径小于 5 微米或甚至小于 1 微米；微纤的平均直径小于约 10 微米；或粗的纤维平均直径 25 微米或更大。纺粘法非织造织物网中的纤维直径约为 10 到 100 微米，最好是 15 到 50 微米。

[0064] 本发明的非织造织物网包括添加纤维或粒子的材料，如 U. S. 专利 Nos. 3, 016, 599、3, 971, 373 和 4, 111, 531 所描述。其它助剂如染料、颜料、充填物、研磨剂、光稳定剂、阻燃剂、吸收剂、药剂等也可以添加到本发明的非织造织物网中。所添加助剂可以加入到成纤材料细流中，喷洒到成形后的纤维上，或通过填充到收集后非织造织物网中，也可以采用熟练技术人员所熟知的其它技术。例如，纤维油剂可以喷洒到非织造织物网是以提高非织造织物网的手感。

[0065] 本发明的整个非织造织物网在厚度上可以有很多种。使用最多的是，最取是非织造织物网的厚度在 0.05 到 15 厘米之间。有些应用，把两张或更多的独立的或并行的非织造织物网装配成一个更厚的非织造织物网产品。例如，将纺粘层、熔喷、纺粘和纺粘纤维层（如 U. S. 专利 No. 6, 182, 732 中所述的层）依次压延装配成一种 SMS 构造。本发明的非织造织物网的制备也可以通过将成纤材料沉积在另一层材料上，如作为整个网的一部分的一种孔状非织造织物网。其它结构，如不渗透性膜，可以通过机械接合、热压或胶粘的方法压延成本发明的非织造织物网。

[0066] 本发明的非织造织物网收集后可以进一步加工，例如，通过热和压力作用使纺粘纤维发生点粘合，控制纸的厚度，形成非织造织物网图案或增加填充粒子材料的保持力。本发明的网在成形时可以通过电荷处理来增加其过滤性能，如 US 专利 No. 4, 215, 682 所述方式，或如 U. S. 专利 No. 3, 571, 679 所述在非织造织物网成形后进行电荷处理。

[0067] 本发明的非织造织物网应用十分广泛，包括过滤介质、过滤装置、纤维医用领域、卫生产品、油烟吸附装置、面料、隔热或隔音、电池隔离器和阻隔电容器。

[0068] 任何不偏离本发明范围内的各种变化和改进对于熟练技术人员都

是显而易见的。本发明不仅仅限于这里所描述的条文而只起说明的作用。

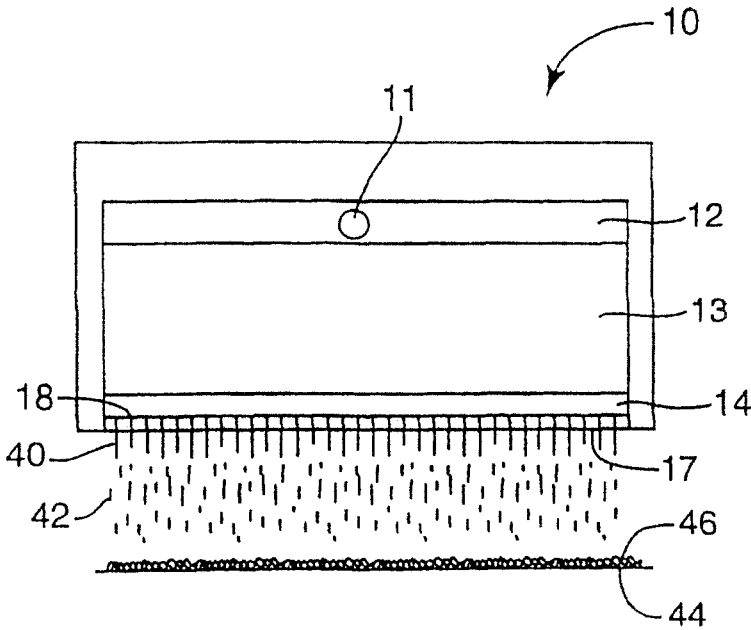


图 1
现有技术

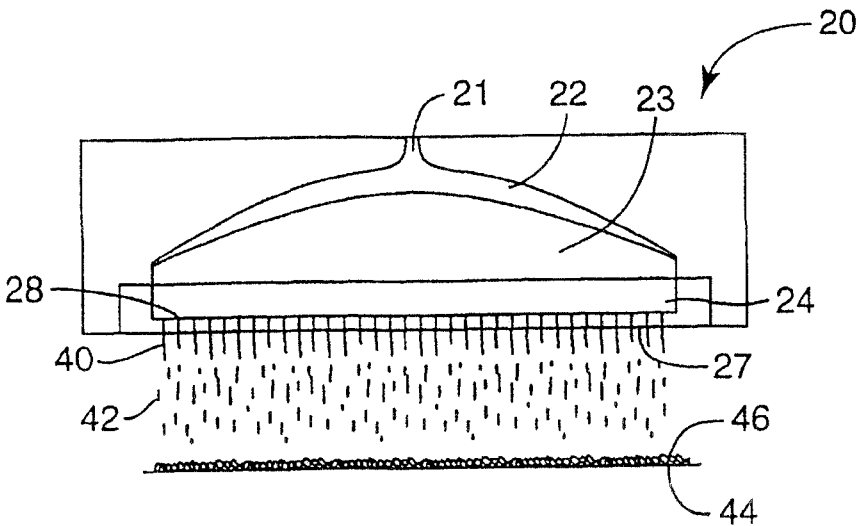


图 2
现有技术

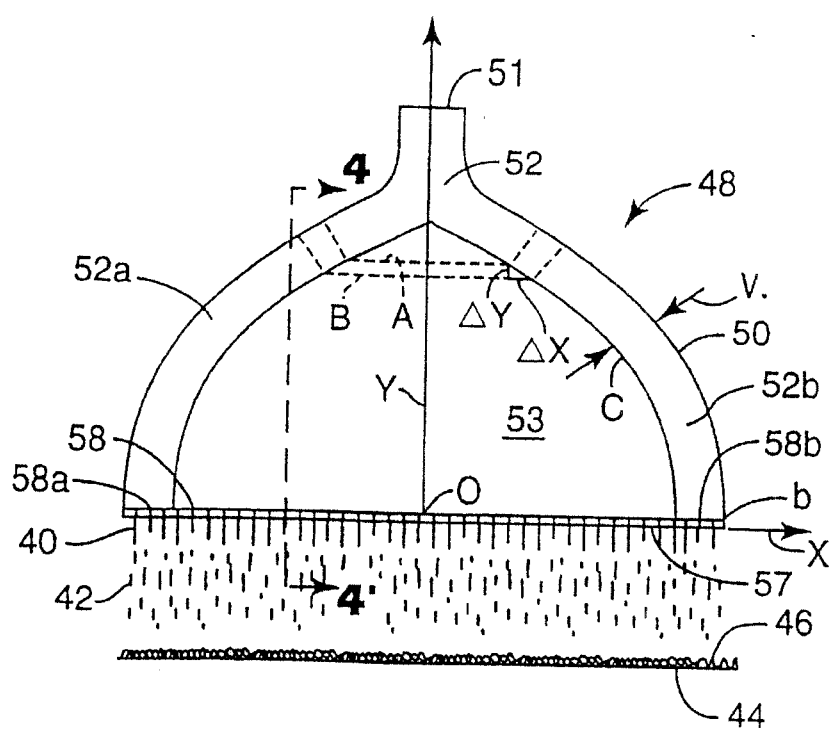


图 3

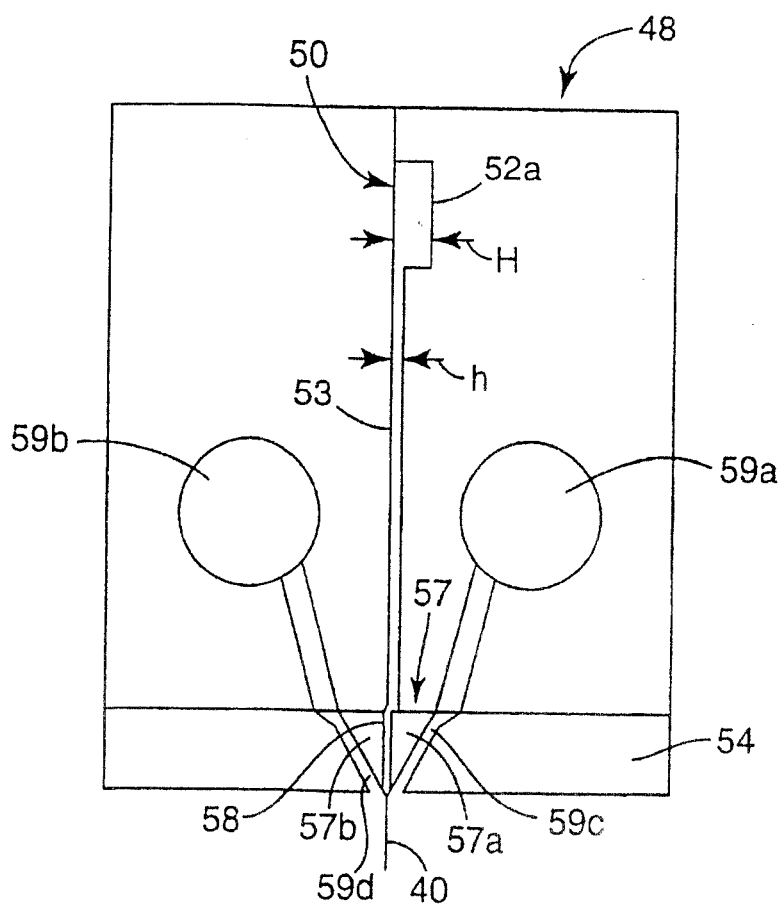


图 4

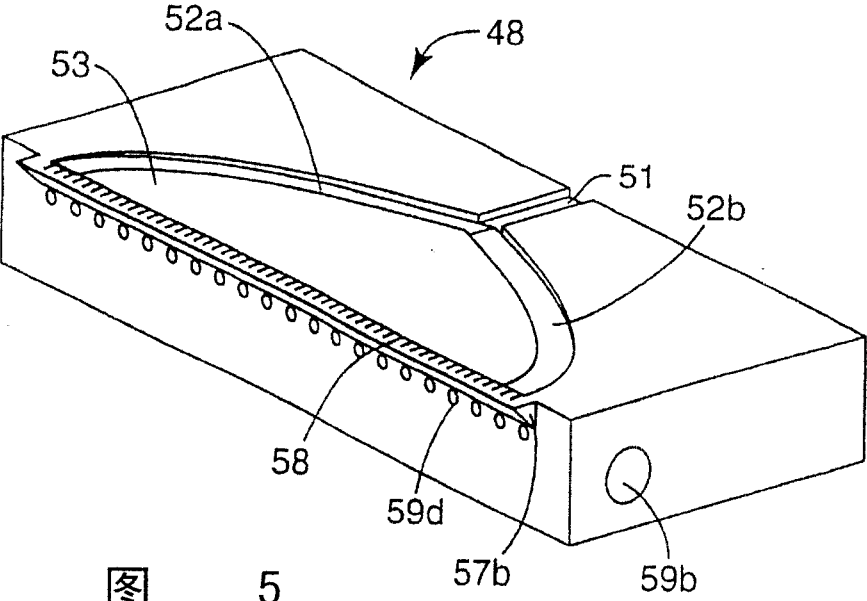


图 5

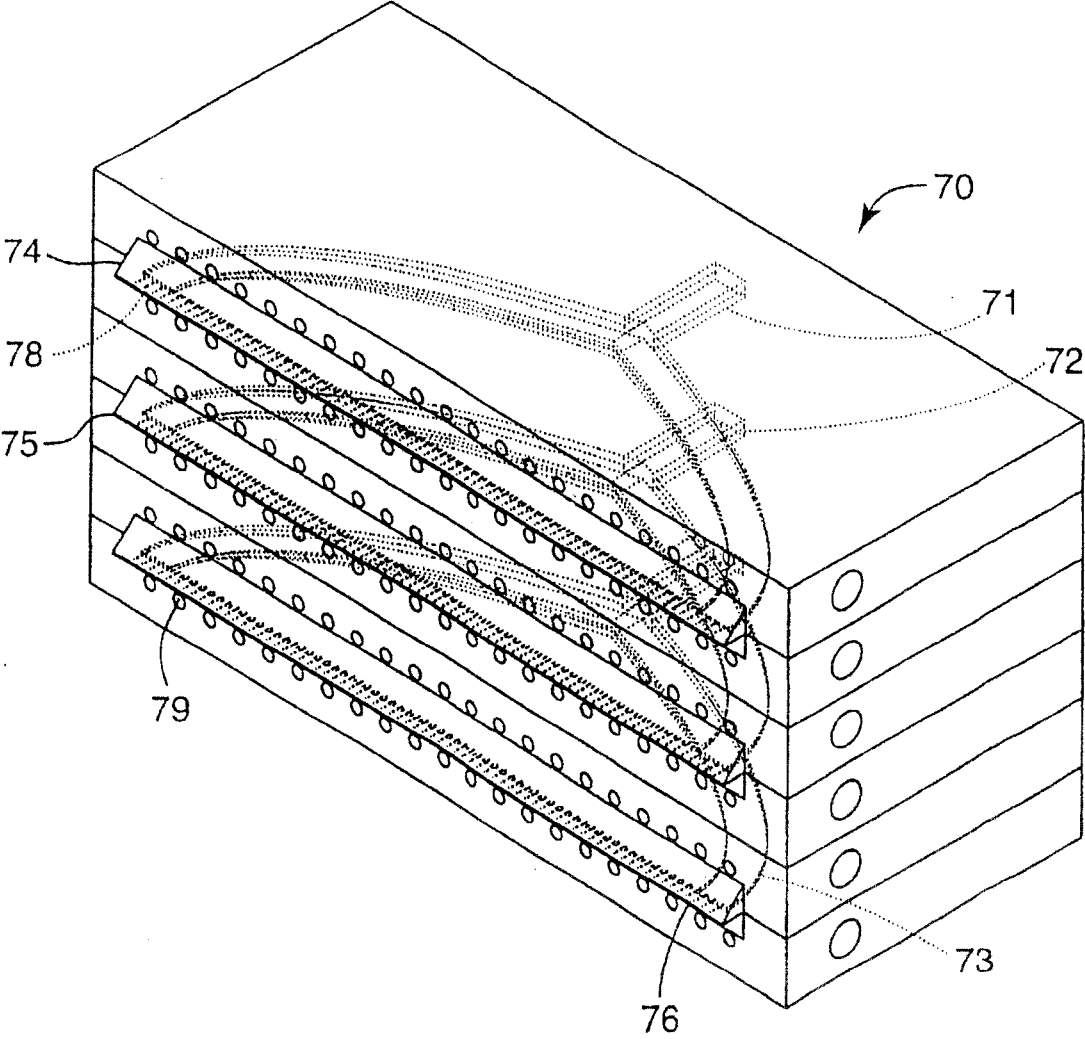


图 7

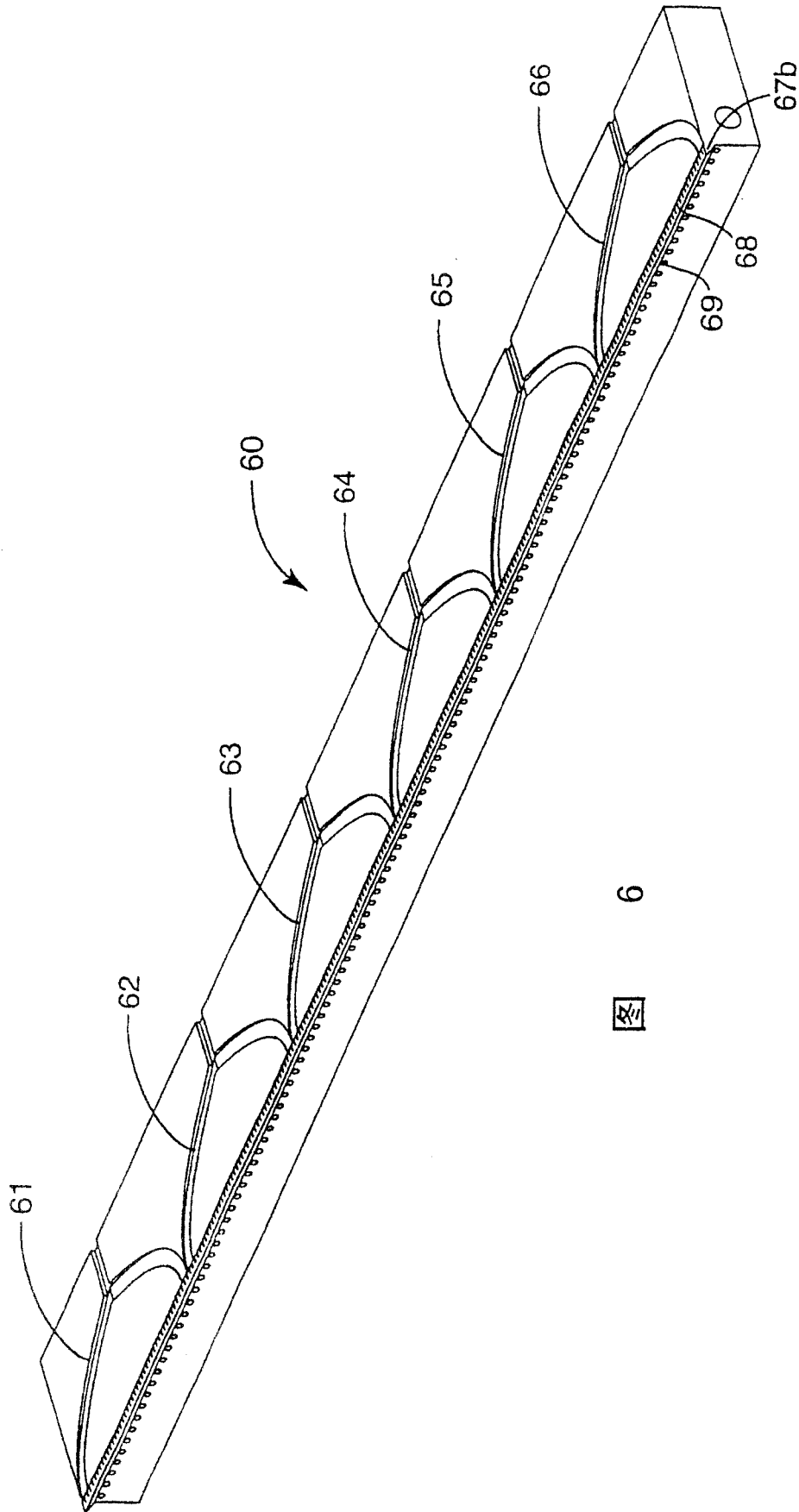


图 6

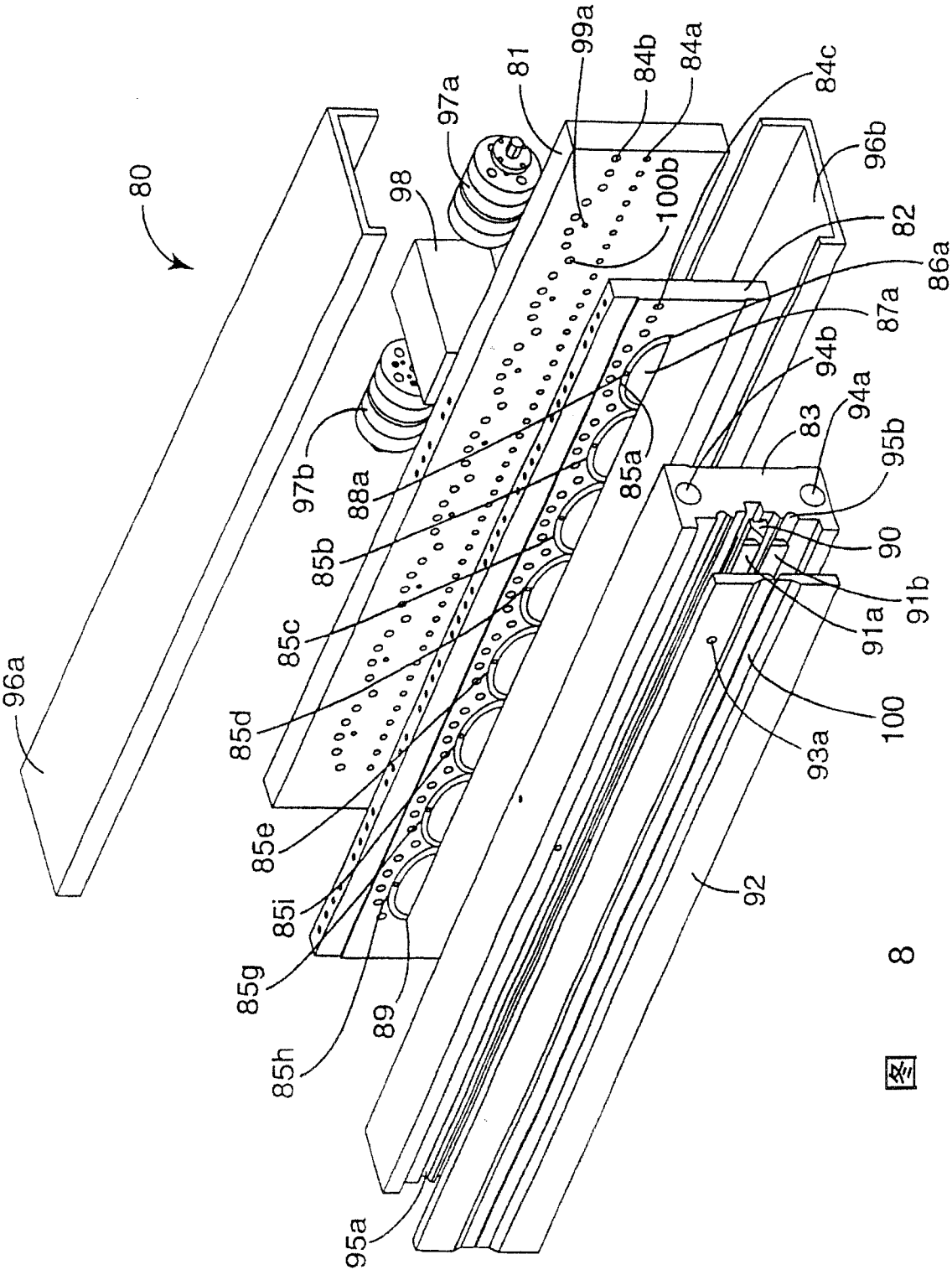


图 8

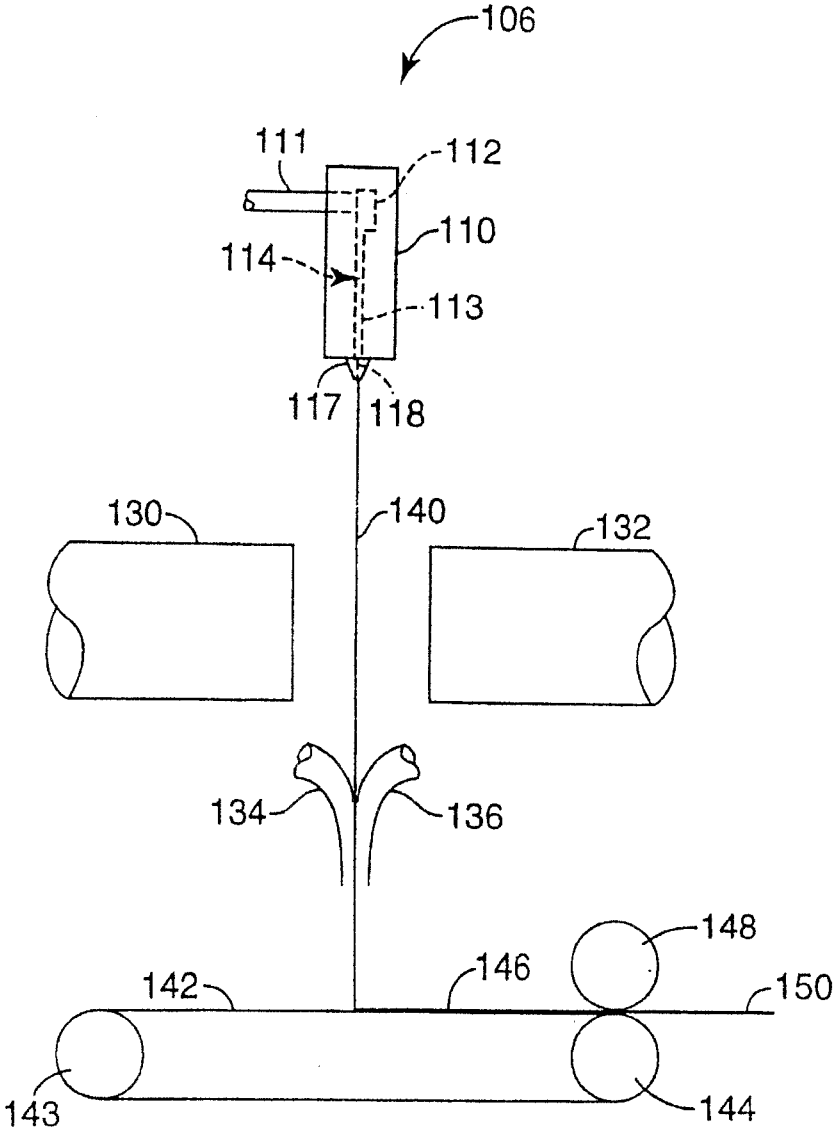


图 9