



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780028671.7

[43] 公开日 2009 年 7 月 29 日

[11] 公开号 CN 101495189A

[22] 申请日 2007.7.17

[21] 申请号 200780028671.7

[30] 优先权

[32] 2006. 7. 31 [33] US [31] 11/461,128
 [32] 2006. 7. 31 [33] US [31] 11/461,136
 [32] 2006. 7. 31 [33] US [31] 11/461,145
 [32] 2006. 7. 31 [33] US [31] 11/461,192
 [32] 2006. 7. 31 [33] US [31] 11/461,201
 [32] 2007. 3. 29 [33] US [31] 11/693,186
 [86] 国际申请 PCT/US2007/073650 2007.7.17
 [87] 国际公布 WO2008/085546 英 2008.7.17
 [85] 进入国家阶段日期 2009.2.1
 [71] 申请人 3M 创新有限公司
 地址 美国明尼苏达州
 [72] 发明人 赛义德·A·安格德吉万德

詹姆斯·E·斯普林格特

约翰·M·布兰德纳

马尔文·E·琼斯

安德鲁·R·福克斯

迈克尔·R·贝里根

约翰·D·斯泰尔特

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 彭会

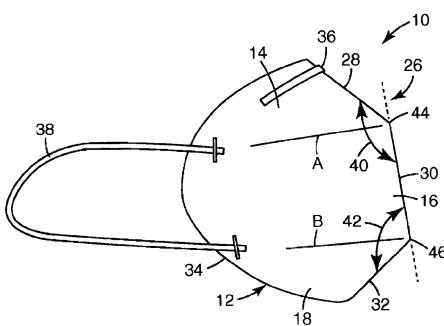
权利要求书 4 页 说明书 37 页 附图 8 页

[54] 发明名称

具有单组分过滤/加固单层的平折式呼吸器

[57] 摘要

本发明公开一种平折式呼吸器，所述呼吸器由通过至少一条分界线接合至呼吸器其余部分的刚性过滤面板制成。所述面板包含多孔单组分单层非织造网，所述非织造网包含带电的、相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维，并且具有足够的基重或纤维间粘合，使得该非织造网表现出的 Gurley 刚度大于 200mg，並且该呼吸器表现出的压降小于 20 毫米水柱。所述呼吸器可在不需要另外的加固层、双组分纤维或其他加强件的情况下形成，并且可平折用于储存。可以回收利用来自制造过程的废料，以制作另外的刚性过滤面板网。



1. 一种平折式个人呼吸器，其包括通过至少一条分界线接合至所述呼吸器其余部分的至少一个刚性过滤面板，所述面板包括多孔单组分单层式非织造网，所述非织造网包含带电的、相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维，并且具有足够的基重或纤维间粘合，使得所述非织造网表现出的 Gurley 刚度大于 200mg， 并且所述呼吸器表现出的压降小于 20 毫米水柱。
2. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网包含相互缠结的连续单组分聚合物微纤维与较大尺寸纤维的双峰质量分数/纤维尺寸混合物。
3. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网包含部分结晶和部分非晶的取向熔纺纤维。
4. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网的基重为约 100gsm 至约 500gsm。
5. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网的基重为约 150gsm 至约 250gsm。
6. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网是被砑光的。
7. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述非织造网的 Gurley 刚度为至少约 300mg。
8. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，还包括内覆盖网。
9. 根据权利要求 8 所述的呼吸器，其中所述内覆盖网与刚性过滤面板具有相同的聚合物组成。
10. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述聚合物为聚丙烯。
11. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其中所述聚合物为聚-4-甲基-1-戊烯。
12. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，当暴露于以 95 升/分钟的流量流动的 1 重量%的氯化钠气溶胶时，所述呼吸器表现出的最大渗透率不大于 20%。

13. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，当暴露于以 85 升/分钟的流量流动的 0.075μm 2%的氯化钠气溶胶时，所述呼吸器表现出的最大负载渗透率小于 5%。
14. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，当暴露于以 85 升/分钟的流量流动的 0.075μm 2%的氯化钠气溶胶时，所述呼吸器表现出的最大负载渗透率小于 1%。
15. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，包括非褶皱的主体，所述主体包括：

第一部分；
第二部分，其通过第一分界线与所述第一部分区分开；
第三部分，其通过第二分界线与所述第二部分区分开；以及平分折痕，其基本上竖直，并且当所述呼吸器取向成和佩戴者使用时一样时，由前方看去，所述平分折痕延伸穿过所述第一部分、第二部分和第三部分；
其中所述第一部分、第二部分和第三部分各被分为左面板和右面板，所述左面板和右面板各包括所述刚性过滤面板，并且所述呼吸器能够沿所述平分折痕被折叠成基本上平折的构造。
16. 根据权利要求 15 所述的呼吸器，还包括具有与所述刚性过滤面板相同的聚合物组成的内覆盖网。
17. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，包括：过滤结构，其包括：可任选的内覆盖网、包括含有带电微纤维的网的过滤层、以及可任选的外覆盖网，所述可任选的内覆盖网和可任选的外覆盖网分别被设置在所述过滤层的相对的第一侧和第二侧；所述过滤结构被分为上过滤面板、中心过滤面板和下过滤面板，所述中心过滤面板通过所述第一分界线和第二分界线与所述上过滤面板和下过滤面板分开；其中至少所述中心过滤面板包括所述刚性过滤面板，并且所述呼吸器能够沿所述第一分界线和第二分界线被折叠成基本上平折的构造。

18. 根据权利要求 17 所述的呼吸器，其中所述内覆盖网具有与所述刚性过滤面板相同的聚合物组成。
19. 根据权利要求 17 所述的呼吸器，其中所述第一分界线和所述第二分界线中的至少一者为曲线形的。
20. 根据权利要求 1 所述的呼吸器，其包括过滤主体，所述过滤主体包括可任选的内覆盖网、包括含有带电微纤维的网的过滤层、以及可任选的外覆盖网；所述过滤主体具有在第一部分与第二部分之间的中心部分，所述中心部分包括所述刚性过滤层，所述中心部分由第一分界线和第二分界线限定，并且具有约 160mm 至 220mm 的宽度和约 30mm 至 110mm 的高度；所述呼吸器能够被平折用于储存，此时所述第一部分与所述中心部分的表面至少部分面对面接触，并且所述第二部分与所述第一部分的表面接触，并且所述呼吸器在展开使用时形成佩戴者鼻部和嘴部上的脱离脸部的杯形气室。
21. 一种制作平折式个人呼吸器的方法，所述方法包括：
 - a) 获得单组分单层式非织造网，其包含带电的、相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维，所述非织造网具有足够的基重或纤维间粘合，从而表现出大于 200mg 的 Gurley 刚度；
 - b) 在所述带电网中形成至少一条分界线，以提供至少部分由所述分界线限定的至少一个面板；以及
 - c) 对所述网进行配装以提供面罩主体，所述面罩主体表现出小于 20 毫米水柱的压降，并且能被折叠成基本上平折的构造，以及展开成凸状打开的构造。
22. 根据权利要求 21 所述的方法，还包括收回从所述非织造网剪掉的废料并回收利用所述废料，以制作另外的刚性过滤网。
23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中所述聚合物和废料基本上由聚丙烯和可任选的驻极体带电添加剂组成。
24. 根据权利要求 21 所述的方法，包括使所述非织造网形成为相互缠结的连续单组分聚合物微纤维与较大尺寸纤维的双峰质量分数/纤维尺寸混合物。

25. 根据权利要求 21 所述的方法，包括由部分结晶和部分非晶的取向熔纺纤维形成所述非织造网。
26. 根据权利要求 21 所述的方法，包括以约 100gsm 至约 500gsm 的基重形成所述非织造网。
27. 根据权利要求 21 所述的方法，包括以约 150gsm 至约 250gsm 的基重形成所述非织造网。
28. 根据权利要求 21 所述的方法，包括对所述非织造网进行砑光。
29. 根据权利要求 21 所述的方法，包括形成所述非织造网，以使其 Gurley 刚度为至少约 300mg。
30. 根据权利要求 21 所述的方法，还包括形成包括内覆盖网的预成型件。
31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中所述内覆盖网与刚性过滤面板具有相同的聚合物组成。
32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述聚合物为聚丙烯。
33. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述聚合物为聚-4-甲基-1-戊烯。
34. 根据权利要求 21 所述的方法，还包括：沿平分轴线对折所述非织造网，以形成具有平分折线的折叠预成型件，以及相对于所述平分折线以第一和第二预定角熔接、缝制或者其它方式紧固所述折叠预成型件，其中所述第一和第二预定角影响所述呼吸器的尺寸。
35. 一种用于制作平折式个人呼吸器的方法，所述方法包括：
 - a) 形成由相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维形成的单组分单层式非织造网，并使所述非织造网带电，所述非织造网具有足够的基重或纤维间粘合从而表现出大于 200mg 的 Gurley 刚度；
 - b) 在所述带电的非织造网中形成至少一条分界线，以提供至少部分由所述分界线限定的至少一个面板；以及
 - c) 对所述非织造网进行配装以提供面罩主体，所述面罩主体表现出小于 20 毫米水柱的压降，并且能被折叠成基本上平折的构造以及展开成凸状打开的构造。

具有单组分过滤/加固单层的平折式呼吸器

本发明涉及由人佩戴以保护其不吸入气载污染物的平折式呼吸器。

背景技术

个人呼吸器通常用于保护佩戴者不吸入悬浮在空气中的颗粒或不呼吸到让人感到不快或者有毒的气体。呼吸器通常属于如下两种类型中的一种——模制杯形形式或平折形式。平折形式的优点在于：其可在需要前一直携于佩戴者的口袋中，展开即可使用，并且重新折平而用于储存。为了使展开的呼吸器具有较高的结构稳定性，市售的平折式呼吸器通常使用加固构件（如，弹性支撑框架或其他支撑件，参见（例如）授予 Parker 的美国专利 No. 4, 300, 549）或加固层（如，包含大直径、高模量纤维（例如聚酯纤维）的高基重非织造网，参见（例如）授予 Bostock 等人的美国专利 No. 6, 123, 077）。加固构件或加固层能够帮助呼吸器在呼吸循环期间抵抗挠曲，以阻止或防止佩戴者的嘴唇和鼻孔接触到呼吸器的内表面。

发明内容

虽然加固构件和加固层有益于改善呼吸器的结构完整性，但这些部件的使用会不可取地增大呼吸器的总体重量、体积和成本。由于加固构件和加固层并不提供显著的过滤能力，并且限制了未使用的制造废料可回收利用的程度，所以申请人寻求从平折式呼吸器中去除这些部件。一些专利称，加固构件或加固层仅为可任选或优选的（参见（例如）以上提及的美国专利 No. 6, 123, 077 以及授予 Hubbard 等人的美国专利 No. 4, 920, 960）。在实际中却难以去除这些部件，这是因为将其去掉后会使呼吸器在展开和佩戴时不可取地变得薄弱。

申请人目前发现一种在单层中既提供加固能力又提供过滤能力的方法，从而使得能够制作出具有降低重量、体积和制造成本中的一个或多个优点的平折式呼吸器。

一方面，本发明提供一种平折式个人呼吸器，其包括通过至少一条分界线接合至呼吸器其余部分的至少一个刚性过滤面板，该面板包括多孔单组分单层式非织造网，该非织造网包含带电的、相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维，而且该非织造网具有足够的基重或纤维间粘合，从而表现出的 Gurley 刚度大于 200mg，并且该呼吸器表现出的压降小于 20 毫米水柱。所述呼吸器能够被折叠成基本上平折的构造，并且能被展开成凸状打开的构造。

另一方面，本发明提供一种用于制作平折式个人呼吸器的方法，该方法包括：

- a) 获得单组分单层式非织造网，其包含带电的、相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维，该非织造网具有足够的基重或纤维间粘合，从而表现出的 Gurley 刚度大于 200mg；
- b) 在该带电的非织造网中形成至少一条分界线，以提供至少部分由该分界线限定的至少一个面板；以及
- c) 对该非织造网进行配装以提供面罩主体，该面罩主体表现出的压降低于 20 毫米水柱，并且能够被折叠成基本上平折的构造，以及展开成凸状打开的构造。

再一方面，本发明提供一种用于制作平折式个人呼吸器的方法，该方法包括：

- a) 形成由相互缠结的、聚合物组成相同的连续单组分聚合物纤维形成的单组分单层式非织造网，并使该非织造网带电，该非织造网具有足够的基重或纤维间粘合，从而表现出的 Gurley 刚度大于 200mg；
- b) 在该带电的非织造网中形成至少一条分界线，以提供至少部分由该分界线限定的至少一个面板；以及
- c) 对该非织造网进行配装以提供面罩主体，该面罩主体表现出的压降低于 20 毫米水柱，并且能够被折叠成基本上平折的构造，以及展开成凸状打开的构造。

通过去除单独的加固层并且通过潜在地去除诸如外覆盖网层之类的其他层，可以降低产品的复杂性和浪费。此外，如果呼吸器中的加固层纤维

和任何其他层（例如，内覆盖网层或外覆盖网层）的纤维都具有相同的聚合物组成并且不采用外来粘合材料，则未使用的废料便可收回和完全回收利用来制作另外的原材料。

通过以下具体描述将更清楚地看出本发明的这些及其他方面。然而，在任何情况下，以上概述都不应被理解为是对受权利要求书保护的主题的限制，该主题仅受所附权利要求书的限定，并且在专利审查期间可以对其进行修正。

附图说明

图 1 为根据本发明的平折式呼吸器 10 的侧视图；

图 2 为图 1 的平折式呼吸器 10 的正视图，图中示出该平折式呼吸器处于打开的、即可使用的构造；

图 3 为根据本发明的用于制作平折式呼吸器的示例性制造方法的示意图；

图 4 为根据本发明的使用图 3 的方法制作的预成型件 146 的示意图；

图 5 为根据本发明的平折式呼吸器的另一实施例 160 的正视图，该平折式呼吸器处于其平折式构造；

图 6 为根据本发明的图 5 的平折式呼吸器 160 的正视图，该平折式呼吸器处于其打开的、即可使用的构造；

图 7 为根据本发明的使用熔喷模具 202 来制作刚性单组分单层式网 264 的示例性方法的示意性剖视图，其中向该熔喷模具的孔口 246 和 248 供应聚合物组成相同的以不同流量流动的或不同粘度的聚合物；

图 8 为在图 7 的方法中使用的示例性熔喷模具的出口端视图；

图 9 为根据本发明的使用具有多个较大孔口和较小孔口的熔喷模具来制作刚性单组分单层式网 320 的示例性方法的示意剖视图；

图 10 为在图 9 的方法中使用的示例性熔喷模具的出口端透视图；

图 11 为使用熔纺以及骤冷强制流加热器来制作刚性单组分单层式网的示例性方法的示意侧视图；

图 12 为图 11 中所示设备的热处理部分的透视图；以及

图 13 为图 12 的设备的示意放大和扩展视图。

在附图的各幅图中，相同的附图标记表示相同的元件。图中的元件未按比例绘制。

具体实施方式

如本文中所用，下面提供的术语将具有如下含义：

“将长丝拉细成纤维”意指将一段长丝转变成长度更长且尺寸更小的段。

“双峰质量分数/纤维尺寸混合物”意指质量分数与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图表现出至少两个模的纤维集合。双峰质量分数/纤维尺寸混合物可包括多于两个的模，例如，其可为三峰或更多峰的质量分数/纤维尺寸混合物。

“双峰纤维支数/纤维尺寸混合物”意指纤维支数（频率）与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图表现出至少两个模的纤维集合，其中该至少两个模的对应纤维尺寸的差别为较小纤维尺寸的至少 50%。双峰纤维支数/纤维尺寸混合物可包括多于两个的模，例如，其可为三峰或更多峰的纤维支数/纤维尺寸混合物。

“粘合”当用于纤维或纤维集合时意指牢固地粘结在一起；当对网进行普通处理时，经粘合的纤维通常不会分离。

“带电”当用于纤维集合时意指如下纤维：当在 7cm/sec 的表面速度下评估邻苯二甲酸二辛酯的渗透率 (%DOP) 时，在暴露于 20 戈瑞吸收剂量的 1mm 经铍过滤的 80KVpX 射线之后，表现出至少 50% 的品质因子 QF (下文论述) 损失。

“连续”当用于纤维或纤维集合时意指具有基本无限长宽比(即例如至少约 10,000 或更大的长度与尺寸比)的纤维。

“有效纤维直径”(EFD)当用于纤维集合时，意指针对由任何横截面形状（如圆形横截面或非圆形横截面）的纤维构成的网，根据如下文献中阐述的方法所确定的数值：“气载尘埃和颗粒的分离”(The Separation of Airborne Dust and Particles)，Institution of Mechanical Engineers, London, Proceedings 1B, 1952, Davies, C. N)。

“过滤面板”意指平折式呼吸器的一个部分，当将平折式呼吸器展开使用时，该部分具有足以去除一种或多种气载小颗粒污染物的过滤能力，并且具有一个或多个可辨别边界。

“平折式呼吸器”意指如下装置：可平折以用于储存，并且当由个人佩戴时可展开成贴合人的至少鼻部和嘴部的形状、并且去除一种或多种气载污染物。

“分界线”意指为呼吸器过滤面板提供可辨别边界以及可任选的铰链区域的折痕、接缝、熔接缝、粘合缝或其他可见结构。

“熔喷”当用于非织造网时意指通过如下方式形成的网：将成纤材料穿过多个孔口挤出以形成长丝，同时使长丝与空气或其他促细流体接触以将长丝拉细成纤维，然后收集一层经拉细的纤维。

“熔喷纤维”意指通过将熔融的成纤材料穿过模具中的孔口挤出到高速气体流中而制备的纤维，其中挤出的材料首先被拉细，然后固化成一团纤维。熔喷纤维通常是不取向的。尽管有时熔喷纤维根据报告说是不连续的，但这些纤维通常长度长且充分缠结，以致通常无法从一团这种纤维中取出一条完整的熔喷纤维或者无法从头到尾地追踪一条熔喷纤维。

“熔纺”当用于非织造网时意指通过如下过程形成的网：将低粘度熔体穿过多个孔口挤出以形成长丝，用空气或其他流体使长丝骤冷以使至少长丝的表面固化，使这些至少局部固化的长丝与空气或其他流体接触以将长丝拉细成纤维并收集一层被拉细的纤维。

术语“熔纺纤维”意指从模具流出并运行穿过某一加工工位的纤维，在该加工工位中，纤维被永久拉伸且纤维内的聚合物分子被永久取向成与纤维的纵向轴线对齐。这些纤维基本上连续，且充分缠结以致通常无法从一团这种纤维中取出一条完整的熔纺纤维。

“微纤维”意指具有 $10\mu\text{m}$ 或更小的中值尺寸（使用显微镜方法来确定）的纤维；“超细纤维”意指具有 $2\mu\text{m}$ 或更小的中值尺寸的微纤维；且“亚微微米纤维”意指具有 $1\mu\text{m}$ 或更小的中值尺寸的微纤维。当本文中提及一批、一组、一排等某特定种类的微纤维时，例如，“一排亚微微米纤维”，其意指在该排中的全体微纤维，或单批微纤维的全体，而不仅仅意指该排或该批中具有亚微微米尺寸的那部分。

“模”当用于质量分数与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图时或当用于纤维支数（频率）与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图时意指局部峰，该局部峰的高度大于纤维尺寸比该局部峰小 $1\mu\text{m}$ 和 $2\mu\text{m}$ 的纤维以及大 $1\mu\text{m}$ 和 $2\mu\text{m}$ 的纤维的峰高。

“单组分”当用于纤维或纤维集合时意指在其整个横截面上具有基本相同组成的纤维；单组分包括共混物（即，聚合物合金）或含有添加剂的材料，其中均匀组成的连续相在整个纤维横截面上并在纤维长度上延伸。

“单层”当用于非织造网（而非用于纤维尺寸）时意指在该非织造网的整个横截面上具有大体均匀分布的类似纤维，并且（关于纤维尺寸）在该非织造网的整个横截面上具有各个峰分布的纤维。此种单层式网可在该非织造网的整个横截面上具有大体均匀分布的纤维尺寸，或者可以（例如）具有如下的纤维尺寸深度梯度：大多数较大尺寸的纤维邻近该非织造网的一个主要表面，并且大多数较小尺寸的纤维邻近该非织造网的另一主要表面。

“标称熔点”：当在聚合物熔融区域中仅存在一个最大值时，意指二次热流、总热流差示扫描量热（DSC）曲线在聚合物熔融区域中的峰最大值；当在聚合物熔融区域中存在指示多于一个熔点的多余一个最大值时，（例如，由于存在两种不同的结晶相），意指发生最高幅熔融峰值的温度。

“非织造网”意指以纤维缠结或点粘合为特征的纤维网。

“聚合物组成相同”意指具有基本相同的重复分子单元的聚合物，但其可在分子量、熔融指数、制造方法、商业形式等方面不同，并且其可任选包含少量（例如，少于约 3 重量%）的驻极体带电添加剂。

术语“取向的”当用于聚合物纤维或此类纤维集合时意指：这些纤维的聚合物分子的至少一部分由于纤维穿过诸如缩束室或机械拉伸机等设备而沿纤维长度方向排列。纤维中是否存在取向可通过包括双折射测量和宽角度 X 射线衍射在内的多种手段来检测。

“多孔的”意指透气的。

“单独制备的较小尺寸纤维”意指由成纤设备（如，模具）生产的较小尺寸纤维流，该成纤设备定位成使较小尺寸纤维流起初与较大尺寸纤维

流（在例如 1 英寸（25mm）或更大的距离上）在空间上分开，但将在飞行中熔合并散布在较大尺寸纤维流中。

“自支撑的”当用于非织造网或面板时意指该非织造网或面板不包括由线、网或其他加固材料形成的邻接加强层，该加强层具有不同于该非织造网或面板的组成，并且为该非织造网或面板的一个或多个部分提供增强的刚度。

“尺寸”当用于纤维时，对于圆形横截面的纤维意指纤维直径，对于非圆形横截面的纤维意指可横穿纤维构造的最长横截面弦的长度。

在本发明的实践中，可使用本文所描述的刚性过滤面板来制作多种平折式个人呼吸器。在图 1 中示出了一个这样的平折式呼吸器，图 1 示出的呼吸器 10 具有第一分界线 A 和第二分界线 B。图 2 示出处于打开的即可使用构造的装置 10 的正视图。装置 10 包括主体 12，主体 12 包含六个过滤面板。其中的三个面板在图 1 中示出为右上面板 14、右中心面板 16 以及右下面板 18（以佩戴者而言使用术语“左”、“右”、“上”和“下”）。其余的三个面板在图 2 中示出为左上面板 20、左中心面板 22 和左下面板 24。竖直平分线 26 将装置 10 分成左和右两半。面板 14 和 20 通过熔接缝 28 连接。面板 16 和 22 通过中央竖直折痕 30 连接。面板 18 和 24 通过熔接缝 32 连接。面板 14 和 16 通过熔接结合线 A 连接，在该实施例中，该熔接结合线在面板 14 与 16 之间的部分区域上而非整个区域上延伸。以类似方式，面板 16 和 18 通过熔接结合线 B 连接，面板 20 和 22 通过熔接结合线 A'连接，并且面板 22 和 24 通过熔接结合线 B'连接。面板 14、16、18、20、22 和 24 中的一个或多个可作为单独部件提供，并且过滤面板 14、16、18、20、22 和 24 中的至少一个、更优选至少两个、并且最优选全部为如下更加详细描述的刚性过滤板。当过滤面板 14、16、18、20、22 和 24 中的每个都为刚性过滤面板时，优选使它们形成为由本发明所公开的单组分单层式非织造网制成的单个预成型件。本发明所公开的刚性过滤面板在不包括任何内覆盖网层或外覆盖网层（也可存在内覆盖网层或外覆盖网层）的单个非织造层中既提供气载污染物过滤又提供呼吸器加固性。可沿着线 26 对折装置 10（例如，以便在使用前储存于包装内或佩戴者的口袋中），在该实施例中，线 26 对应于折痕 30。脸部边缘 34 被成

形为提供贴靠佩戴者脸颊、下颚和鼻子的合适密封。装置 10 还优选包括附加部件，例如，增强的鼻架 36 以及诸如耳挂 38 等附件。作为耳挂 38 的替代，一些佩戴者会喜欢通过一个或两个头带（图 1 和图 2 中未示出）来系上的装置。通过改变接缝 28 和 32 的形状或取向，可方便地改变装置 10 的形状和尺寸。根据需要，接缝 28 和 32 可以例如为直的、或弯曲的，以实现与佩戴者脸部的良好贴合。可通过参考第一角 40 和第二角 42 方便地限定接缝 28 和 32 的取向，该第一角和第二角分别是参考折痕 30 和第一原点 44 或者参考折痕 30 和第二原点 46 绘制的。第一角 40 可为（例如）约 110 度至约 175 度，或者约 140 度至约 155 度。第二角 42 可为（例如）约 100 度至约 165 度，或者约 135 度至约 150 度。通过改变接缝 28 和 32 的形状、第一角 40 或第二角 42，可容易地更改装置 10 与佩戴者脸部的贴合度以适应多种脸部大小和形状。本领域的技术人员应了解，通过改变第一角 40 和第二角 42 中每一个角的角度，可相应地改变接缝 28 和 32 的长度以及所熔接、缝制或者用其它方式紧固的装置 10 的尺寸。接缝 28 和 32 可以例如具有约 40mm 至约 80mm 的长度，并且不必具有相同长度。除了刚性过滤面板以外，关于呼吸器（例如装置 10）及其制造的其他细节可在美国专利 No. 6,394,090 B1 (Chen 等人) 中找到。

图 3 示出用于制造如图 1 和图 2 中所示的平折式呼吸装置的一个生产工序 120 的示意图。可任选的内覆盖网 124 和刚性过滤层 126 优选以成卷形式供应给基本连续的工序。为了使未使用的废料便于回收利用，有利的是，内覆盖网 124 为具有与刚性过滤层 126 相同的聚合物组成的单组分网。例如，内覆盖网 124 和刚性过滤层 126 两者可以都为聚丙烯网。刚性过滤层 126 可以可选地由外覆盖网 132 来覆盖。如果使用外覆盖网 132，则有利的是，外覆盖网 132 为具有与内覆盖网 124 和刚性过滤层 126 相同的聚合物组成的单组分网。有利地，对刚性过滤层 126 的至少最外表面（即，在成品呼吸器中背离佩戴者的表面）进行研光，因为这样可充分地阻止脱落以使得可省去外覆盖网 132。如果对刚性过滤层 126 的两个主表面进行充分研光，则可充分地阻止脱落，从而可将内覆盖网 124 和外覆盖网 132 都略去。

可以通过表面力、静电力、热粘合、粘结剂或其他为本领域的技术人员所熟悉的合适手段来将获得的单层式、两层式或三层式网组件 134 保持在一起。接下来，可在熔接工位 136 熔接和修剪网组件 134 以形成部分预成型件 138。预成型件 138 有利地为基本平整的，使得可以以相对高的速率和相对低的成本形成所期望的呼吸器，而无需专门的制造设备（例如配合的壳模）。部分预成型件 138 接着穿过分界工位 140，在该工位处，在部分预成型件 138 中形成至少一条分界线以产生分界的预成型件 142。可通过包括超声熔接、施加压力（用热或不用热）、缝制、使用粘结剂条等在内的多种技术来形成所期望的一条或多条分界线。图 3 中所示的分界的预成型件 142 包括标示为 A、A'、B 和 B' 的四条分界线。该一条或多条分界线可帮助防止或阻止该预成型件中的层发生剥离，可在佩戴期间增大这些过滤面板中的一个或多个的刚度，并且可在呼吸器展开使用或折叠起来储存时改善过滤面板之间的边界处的柔韧性。接下来，该分界的预成型件 142 可前进至切割工位 144，在该工位处，从网组件 134 取出完成的预成型件 146，留下穿孔的废料部分 148，可将该穿孔的废料部分卷绕在收卷轴上 150。如果废料部分 148 中的各个层为具有相同聚合物组成的网，则可立即或在任何方便的后续阶段（使用例如粉碎装置、挤出机或为本领域的技术人员所熟悉的其他回收利用设备）来收回和回收利用废料部分 148，以将其制成新的原料。该原料可以例如用来制作覆盖网 124 和刚性过滤层 126 中的一者或二者，如果采用该原料制作过滤层 126，则应适当调节驻极体带电添加剂的量。

现参考图 4，接下来，可沿平分折痕 26 折叠预成型件 146，然后沿着线 C 和 D 以预定角 40 和 42 进行熔接、缝制或者紧固，以形成将影响装置 10 最终尺寸的接缝 28 和 32（在图 1 和图 2 中所示）。还可以（例如，在接缝 28 和 32 形成之前、期间或之后）修剪预成型件 142，以去除废料部分 152 和 154。如果废料部分 152 和 154 中的各个层都具有相同的聚合物组成，则可收回利用废料部分 152 和 154，并将其做成如上所述的新原料。可以附装任何其他期望的附件，并且可以任何方便的方式（包括单独包装和大批量包装）来包装成品呼吸器。本领域的技术人员应了解，诸如鼻架 36 等附件可以在制造工艺的其他阶段更方便地进行附装。例如，可在

将这些网结合到一起之前将鼻架设置在内覆盖网 124 或刚性过滤层 126 中任一者的外表面或内表面上，或者可在从废料部分 148 切割预成型件 138 之前将鼻架设置在预成型件的内表面或外表面上，或者可在接缝 28 和 32 形成之前或之后将鼻架设置在预成型件 142 上或内。

可由本发明所公开的刚性过滤面板形成的另一平折式呼吸器在图 5 和图 6 中示出，该两幅图分别示出装置 160 处于其平折构造以及展开的打开的即可使用的构造。装置 160 包括中心面板 162，该中心面板有利地由本发明所公开的刚性过滤网制成。装置 160 还包括上面板 164 和下面板 166，该上面板和下面板也可由本发明所公开的刚性过滤网制成，但有利地由常规过滤网而非刚性过滤网制成。面板 162 通过接缝 168 和 170 分别接合至面板 164 和 166。面板 162 有利地具有基本椭圆形的形状，并且接缝 168 和 170 有利地为弯曲形或曲线形，以提供具有舒适配合特性（包括脱离脸部构造）的呼吸器。在图 5 和图 6 示出的实施例中，中心面板 162、上面板 164 和下面板 166 每一个都不带褶皱。装置 160 还可包括附连点 172、头带 174 和鼻夹 176。关于类似呼吸器装置 160 的其他细节可在美国专利 No. 6,123,077 (Bostock 等) 中找到。这种装置的另一示例性实施例包括由本发明所公开的刚性过滤网制成并且具有约 160mm 至 220mm 的宽度、约 30mm 至 110mm 的高度的中心面板，该装置能够平折起来进行储存，此时上面板或下面板与中心面板的表面至少局部面对面接触并与下面板或上面板的一部分接触。

可由本发明所公开的刚性过滤网形成多种其他的平折式呼吸器。这类示例性呼吸器包括如下文献中示出的呼吸器：美国专利 No. 2,007,867 (Le Duc)、No. 2,265,529 (Kemp)、No. 2,565,124 (Durborow)、No. 2,634,724 (Burns)、No. 2,752,916 (Haliczer)、No. 3,664,335 (Boucher 等)、No. 3,736,928 (Andersson 等)、No. 3,971,369 (Aspelin 等)、No. 4,248,220 (White)、No. 4,300,549 (Parker)、No. 4,417,575 (Hilton 等)、No. 4,419,993 (Peterson)、No. 4,419,994 (Hilton)、No. 4,600,002 (Maryyanek 等)、No. 4,920,960 (Hubbard 等)、No. 5,322,061 (Brunson)、No. 5,701,892 (Bledstein)、No. 5,717,991 (Nozaki 等)、No. 5,724,964 (Brunson 等)、No. 5,735,270 (Bayer) 和

No. 6, 474, 336 B1 (Wolfe)、以及英国专利申请 No. GB 2 103 491 (美国光学公司 (American Optical Corporation))。

本发明所公开的呼吸器可带褶皱或不带褶皱，并且有利的是不带褶皱。本发明所公开的呼吸器还可包括一个或多个模制部分或面板，但有利的是制作过程中不需要模制。本发明所公开的刚性过滤面板可代替可获得的呼吸器过滤区域中的少数、大多数或甚至全部。本发明所公开的折痕、接缝、熔接缝、粘接线或其他分界线可以为直的、弯曲的或曲线形的。在一些包含多条分界线的实施例中，一条或多条分界线可与另外的一条或多条分界线相交。在其他实施例中，没有分界线与其他的分界线相交。当暴露于以 95 升/分钟的流量流动的 1 重量%氯化钠气溶胶时，本发明所公开的呼吸器可具有小于 20 毫米水柱的压降。例如，其可具有小于 10 毫米水柱的压降。当暴露于以 95 升/分钟的流量流动的 1 重量%氯化钠气溶胶时，本发明所公开的呼吸器还可具有小于 20% 的最大渗透率。例如，当暴露于以 85 升/分钟的流量流动的 $0.075\mu\text{m}$ 2%氯化钠气溶胶时，其可具有小于 5% 的最大负载渗透率，或小于 1% 的最大负载渗透率。

可使用多种聚合物成纤材料来制备本发明所公开的刚性过滤网。该聚合物可以基本为符合以下条件的任何半结晶热塑性成纤材料：能实施所选的纤维和网形成工艺，并且能提供可维持满意的驻极体性质或电荷分离的带电非织造网。优选的聚合物成纤材料为在室温 (22°C) 下体积电阻率为 10^{14} 欧姆-厘米或更大的非导电半结晶树脂。优选地，体积电阻率为约 10^{16} 欧姆-厘米或更大。可根据标准化测试 ASTM D 257-93 来测量聚合物成纤材料的电阻率。此外，聚合物成纤材料优选地基本不含诸如抗静电剂之类的组分，这些组分会显著增大导电率或以其它方式干扰纤维接受并保持静电电荷的能力。可用于可带电网的一些聚合物实例包括如下热塑性聚合物：该聚合物包含聚烯烃（例如，聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯、聚(4-甲基-1-戊烯和环烯烃共聚物)、以及此类聚合物的组合。其他可使用但可能难以带电或可能快速丢失电荷的聚合物包括：聚碳酸酯、嵌段共聚物（例如，苯乙烯-丁二烯-苯乙烯和苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物）、聚酯（例如，聚对苯二甲酸乙二醇酯）、聚酰胺、聚氨酯、以及其他为本领域的技术人员所熟悉的聚合物。本发明所公开的刚性过滤网优选地由聚-4-甲基-

1-戊烯或聚丙烯来制备。最优选地，这些网由聚丙烯均聚物制备成，这是因为聚丙烯均聚物尤其在潮湿环境中具有保持电荷的能力。

可向聚合物添加添加剂，以增强该过滤网的性能、驻极体带电能力、机械特性、老化特性、着色性、表面性质或其他相关特性。具有代表性的添加剂包括：填充剂、成核剂（例如，可从美利肯化学公司（Milliken Chemical）购得的 MILLADTM 3988 二亚苄基山梨醇）、驻极体电荷增强添加剂（例如，三硬酯基三聚氰胺（tristearyl melamine）和各种光稳定剂（例如，汽巴精化公司（Ciba Specialty Chemicals）的 CHIMASSORBTM 119 和 CHIMASSORB 944））、固化引发剂、硬化剂（例如，聚-4-甲基-1-戊烯）、表面活性剂和表面处理剂（例如，用于在油雾环境中改善过滤性能的氟原子处理剂，如授予 Jones 等人的美国专利 No. 6, 398, 847 B1、No. 6, 397, 458 B1 和 No. 6, 409, 806 B1 中所描述）。这些添加剂的类型和量为本领域的技术人员所熟悉。例如，驻极体电荷增强添加剂的量通常少于约 5 重量%且更通常地少于约 2 重量%。

本发明所公开的刚性过滤网可具有多种有效纤维直径值（EFD），例如，约 5 μm 至约 40 μm 的 EFD 或约 6 μm 至约 35 μm 的 EFD。该刚性过滤网还可具有多种基重，例如，约 100 gsm 至约 500 克/米² (gsm) 的基重或约 150 gsm 至约 250 gsm 的基重。本发明所公开的刚性过滤网可具有的 Gurley 刚度值为至少约 200mg、至少约 300mg、至少约 400mg、至少约 500mg、至少约 1000mg 或至少约 2000mg。

如同以下文献中描述的网一样，可方便地将本发明所公开的刚性过滤网形成为包含微纤维与较大尺寸纤维的双峰质量分数/纤维尺寸混合物的网：于 2006 年 7 月 31 日提交的美国专利申请 No. 11/461, 136 和 No. 11/461, 145，以及于 2007 年 3 月 29 日提交的共同待决美国专利申请 No. 11/693, 017。在后一专利申请中描述的制造方法为示例性的并且可总结如下。图 7 和图 8 示出用于制备多孔单组分非织造网的设备 200，该多孔单组分非织造网包含相互缠结的聚合物组成相同的连续微纤维与较大尺寸纤维的双峰纤维支数/纤维尺寸混合物。向熔喷模具 202 供应从料斗 204、挤出机 206 和导管 208 供料的第一流量（flow rate）或第一粘度的液化成纤材料。向模具 202 分开供应从料斗 212、挤出机 214 和导管 216 供料

的聚合物组成相同并且具有不同的第二流量或粘度的液化成纤材料。导管 208 和 216 分别与位于大体对称的第一部分 222 中的第一模腔 218 和第二部分 224 中的第二模腔 220 流体连通，该第一部分和第二部分形成模腔 218 和 220 的外壁。大体对称的第一部分 226 和第二部分 228 形成模腔 218 和 220 的内壁并在接缝 230 处相遇。部分 226 和 228 可沿其大部分长度由隔离物 232 隔开。偏转板 240 和 242 对拉细流体的流（例如，加热的空气）进行导向，以使它们会聚在从熔喷模具 202 流出的一系列长丝 252 上并使这些长丝 252 拉细成纤维 254。纤维 254 落在多孔收集器 256 上并形成自支撑非织造熔喷网 258。可选地，可使用例如辊 260 和 262 对网 258 进行研光以提供研光网 264。可以调节聚合物从料斗 204 和 212 供应的速率、收集器 256 的工作速率或操作设备 200 时采用的温度，以使收集的网具有期望程度的 Gurley 刚度。

图 8 以出口端透视图示出熔喷模具 202，其中去除了拉细气体的偏转板 240 和 242。部分 222 和 224 沿接缝 244 相遇，第一组孔口 246 和第二组孔口 248 位于该接缝内，并且一系列长丝 252 通过该接缝涌出。模腔 218 和 220 经由通道 234、236 和 238 分别与第一组孔口 246 和第二组孔口 248 流体连通。

可以数种模式来操作或以数种方式来修改图 7 和图 8 中示出的设备，以提供从一个模腔流出的较大尺寸纤维流和从另一个模腔流出的较小尺寸纤维流，并由此形成包含相互缠结的聚合物组成相同的较大尺寸纤维与较小尺寸纤维的双峰质量分数/纤维尺寸混合物的非织造网。例如，可以将相同聚合物从每个挤出机 206 和 214（或者如果需要，从具有两个出口的单个挤出机，图 7 中未示出）供应穿过较大尺寸导管 208 进入模腔 218 以及穿过较小尺寸导管 216 进入模腔 220，以形成来自孔口 246 的较小尺寸纤维以及来自孔口 248 的较大尺寸纤维。可将相同的聚合物从挤出机 206 供应至模腔 218 以及从挤出机 214 供应至模腔 220，挤出机 206 具有大于挤出机 214 的直径或高于挤出机 214 的操作温度，以便以较高流量或较低粘度将聚合物供应进入模腔 218 以及以较低流量或较高粘度将聚合物供应进入模腔 220，并从孔口 246 形成较小尺寸纤维以及从孔口 248 形成较大尺寸纤维。可在高温下操作模腔 218 并且可在低温下操作模腔 220，以从孔

口 246 形成较小尺寸纤维以及从孔口 248 形成较大尺寸纤维。可将聚合物组成相同但熔融指数不同的聚合物从挤出机 206 供应至模腔 218 以及从挤出机 214 供应至模腔 220（例如，在挤出机 206 中使用低熔融指指数型的聚合物以及在挤出机 214 中使用高熔融指数的同一聚合物，以从孔口 246 形成较小尺寸纤维以及从孔口 248 形成较大尺寸纤维）。本领域的技术人员应了解，也可采用其他技术（例如，在流至模腔 218 的液化成纤材料流中包含溶剂，或使用较短的穿过模腔 218 的流动路径和较长的穿过模腔 220 的流动路径）以及这些技术与上述多种操作模式的组合。

对于图 8 中示出的实施例，孔口 246 和 248 在模具 202 的出口端以交替的次序布置成一排，并且以 1:1 的比例分别与模腔 218 和 220 流体连通。可采用其他的孔口布置以及其他孔口 246 与 248 数量比来提供具有改变的纤维尺寸分布的非织造网。例如，可在拉细空气出口之间将这些孔口布置为多排（例如，2、3、4 或更多排）。如果需要，可采用除行之外的其他图案，例如，随机设置的孔口。如果以多行方式布置孔口，则每行可以只包含来自其中一组的孔口，或者包含来自第一和第二两个组的孔口。根据所期望的网的结构，第一组与第二组中的孔口数量可为多种比率，例如，10:90、20:80、30:70、40:60、50:50、60:40、70:30、80:20、90:10 以及其他比例。当来自第一组和第二组两个组的孔口被布置成一行或多行时，该第一组和第二组的孔口无需交替布置，相反地，可根据所期望的网的结构以任何期望的方式布置，例如，1221、1122211、11112221111 及其他布置方式。模具顶端可包含多于一组的孔口，例如分别与熔喷模具内的第一模腔、第二模腔以及更多模腔（如果需要）流体连通的第一组、第二组、第三组以及更多组（如果需要）孔口，以获得具有三峰或更多峰的纤维尺寸分布的网。

相关熔喷设备的其余部分为本领域的技术人员所熟悉。例如，关于熔喷的其他细节可在如下文献中找到：“超细热塑纤维”，工业与工程化学学报，1956 年，第 48 卷，1342 页以后的各页，作者 Wente, Van A. (“Superfine Thermoplastic Fiber”，Industrial Engineering Chemistry, Vol. 48, pages 1342 et seq. (1956))；或者海军研究实验室于 1954 年 5 月 25 日公布的名称为“超细有机纤维的制造”的、作者

为 Wente, V. A.、Boone, C. D. 和 Fluharty, E. L. 的 4364 号报告 (Report No. 4364 of the Naval Research Laboratories, published May 25, 1954, entitled "Manufacture of Superfine Organic Fibers" by Wente, V. A.)。

还可以使用熔喷方法以及如图 9 中所示的设备 270 来形成本发明所公开的刚性过滤网。从料斗 272 和挤出机 274 供给的液化成纤聚合物材料经由入口 278 进入熔喷模具 276，流过模腔 280，并穿过在模腔 280 前端上呈直线布置的一排较大尺寸孔口和较小尺寸孔口离开模腔 280（如下结合图 10 进行论述），并且该成纤材料穿过这些孔口被挤出成为一系列长丝 282。强制使空气（通常为被加热的空气）以非常高的速度穿过一组配合气孔，从而将长丝 282 拉细成纤维 284。纤维 284 落在多孔收集器 286 上并形成自支撑非织造熔喷网 288。可选地，可使用例如辊 260 和 262 来研光该非织造网以提供研光网 289。可调节聚合物从料斗 272 供应的速率、收集器 286 工作的速率或运行设备 270 时采用的温度，以提供具有期望程度的 Gurley 刚度的收集网。

图 10 以出口端透视图示出熔喷模具 276，其中去掉了拉细气体的偏转板。模具 276 包括伸出的顶端部分 290，该伸出的顶端部分有一排 292 较大孔口 294 和较小孔口 296，这些孔口限定多个流动通道，液化成纤材料穿过这些多个流动通道离开模具 276 并形成长丝 282。孔 298 接纳贯穿螺栓（图 10 中未示出），这些贯穿螺栓将模具的各零件保持在一起。在图 10 所示的实施例中，较大孔口 294 与较小孔口 296 具有 2:1 的尺寸比，且每个较大孔口 294 对应有 9 个较小孔口 296。较大孔口尺寸与较小孔口尺寸的比率可使用其他比率，例如，比率为 1.5:1 或更大、2:1 或更大、2.5:1 或更大、3:1 或更大、或者 3.5:1 或更大。也可使用较小孔口与较大孔口的其他数量比，例如比率为 5:1 或更大、6:1 或更大、10:1 或更大、12:1 或更大、15:1 或更大、20:1 或更大、或者 30:1 或更大。通常，每较大孔口的较小孔口数量与每较大尺寸纤维的较小尺寸纤维（如，在适当操作条件下的微纤维）数量之间有着直接对应关系。如本领域的技术人员应了解，应选择适当的聚合物流量、模具操作温度和拉细气流的速率，以使得从较大孔口形成由拉细长丝形成的较大尺寸纤维，从较小孔口形成由拉

细长丝形成的微纤维，且所完成的网具有所期望的结构、刚度和其他物理性质。

可用其他方式制作本发明所公开的双峰网，这些方式包括使用熔纺形成较大尺寸纤维，以及使用熔喷形成单独制备的聚合物组成相同的较小尺寸纤维（例如，微纤维）。可对来自熔纺模具的较大尺寸纤维流以及来自熔喷模具的较小尺寸纤维流进行定位，以使得这两个流在飞行过程中熔合以提供较大纤维与较小纤维相缠结的组合流，该组合流然后可落在合适的收集器上，从而提供包含较大尺寸纤维与较小尺寸纤维的双峰质量分数/纤维尺寸混合物的非织造网。关于该方法以及通过该方法制作的非织造网的其他细节示出于如下文献中：于 2006 年 7 月 31 日提交的美国专利申请 No. 11/457, 906、No. 11/461, 145 和 No. 11/461, 192。

如同于 2006 年 7 月 31 日提交的美国专利申请 No. 11/457, 899、No. 11/461, 128 和 11/461, 201 中描述的网一样，也可方便地将本发明所公开的刚性过滤网形成为由连续单组分聚合物纤维构成的单组分单层式非织造网，该非织造网通过如下方式形成：在足以形成由聚合物组成相同的部分结晶和部分非晶的取向熔纺纤维构成的网的热条件下，通过熔纺、收集、加热和骤冷单组分聚合物纤维，这些单组分聚合物纤维经粘合形成粘着在一起并且可处理的网，该网可以在保持取向和纤维结构的同时被软化。这些专利申请中所描述的制造方法为示例性的并且可总结如下。对由包含非晶特征相的取向半结晶熔纺纤维构成的收集网实施受控加热和骤冷操作，该操作包括：a) 强制使加热至高到足以软化纤维的非晶特征相的温度（其通常大于此类纤维材料的开始熔融的温度）的流体穿过网，经过一段短至不会使整个纤维熔融的时间（即，致使这些纤维失去其分立的纤维性；优选地，该加热时间短至不会致使纤维横截面发生显著变形）；以及 b) 通过强制使具有足以使软化的纤维固化（即，使热处理期间软化的纤维的非晶特征相固化）的热容量的流体穿过网，来使网立即骤冷。优选地，穿过网的流体为气体流，且优选为空气。在此情况中，“强制”使流体或气体流穿过网意指：对流体施加除正常室内压力之外的力来推动流体穿过网。在一个优选实施例中，本发明所公开的骤冷步骤包括：通过输送机使网穿过一个装置（如随后论述的，可称之为骤冷流加热器），该装置与位

于网另一侧的抽气装置（其用于帮助抽吸加热气体穿过网）一同提供在压力下流出加热器并接触网的一侧的集中加热气体流（通常为空气流）；通常，该加热流为（例如，从细长或矩形狭槽流出的）刀状或帘状，在网的整个宽度上延伸，并且是均匀的（即，具有均匀的温度和流速以便以有用的均匀程度来加热网中的纤维）。在某些方面，该加热流类似于来自“通风粘合器”或“热空气刀”的加热流，但可对其进行调节流速的特殊控制，从而使加热气体均匀分布并以受控速率穿过网的宽度，以便彻底、均匀且快速地将熔纺纤维加热至有效的高温和软化熔纺纤维。加热之后，立即实施强制骤冷以将纤维快速凝固成纯化形态形式（“立即”意指作为同一操作的一部分，即在下一加工步骤之前，没有例如在将网卷绕成卷时发生的插入的储存时间）。在一个优选实施例中，一个气体设备相对于加热气体流在网的行进方向上定位，以在网经加热之后迅速地将冷却气体或其他流体（例如，周围空气）抽过该网，由此快速骤冷纤维。由例如以下因素控制加热的长度：沿着网运行路径的加热区域长度；以及网穿过加热区域移动至冷却区域的速度，以使非晶特征相发生预期熔融/软化而不熔融整个纤维。

参考图 11，将成纤材料送入挤出头 310 --在该示例性设备中，这是通过将聚合物成纤材料引入料斗 311，在挤出机 312 中使该材料熔融，并通过泵 313 将该熔融材料泵送到挤出头 310 中来实现的。呈球粒或其他颗粒状的固体聚合物材料是最常使用的，并且被熔化至可泵送的液体状态。挤出头 310 可为常规喷丝头或纺丝组合件，其通常包括以规则图案（例如直线行）布置的多个孔口。成纤液体形成的长丝 315 从挤出头挤出并输送至加工室或缩束装置 316。该缩束装置可例如为可移动壁式缩束装置，如美国专利 No. 6,607,624 B2 (Berrigan 等) 中所示的缩束装置。挤出的长丝 315 在到达缩束装置 316 之前运行的距离 317 可以改变，挤出长丝 315 所暴露的条件也可以改变。可以将空气或其他气体的骤冷流 318 提供至挤出长丝以降低该挤出长丝 315 的温度。作为另一选择，可以加热空气流或其他气体流以便于纤维的拉伸。可存在一个或多个空气流或其他流体流--例如，第一空气流 318a，其被横向吹至长丝流，这可去除在挤出期间释放的不期望的气体物质或烟；以及第二骤冷空气流 318b，其实现大部分的所期

望的降温。可使用更多的骤冷流；例如，流 318b 自身可包括多于一个的流以实现所期望水平的骤冷。根据所使用的方法或所期望的成品的形式，骤冷空气可以足够使挤出的长丝 315 在到达缩束装置 316 之前固化。在其他情况下，挤出的长丝在进入缩束装置时仍然处于软化或熔融状态。作为另一选择，不使用骤冷流；在这种情况下，挤出头 310 与缩束装置 316 之间的周围空气或其他流体可以成为使挤出的长丝在进入缩束装置之前发生任何变化的介质。

长丝 315 穿过缩束装置 316，然后离开并到达收集器 319，在收集器 319 上，长丝 315 被收集成为纤维团 320。在该缩束装置中，长丝被变长且直径被减小，长丝中的聚合物分子变为有取向，且纤维内的聚合物分子的至少多个部分变为与纤维的纵向轴线对齐。在半结晶聚合物的情况下，该取向通常足以形成应变诱发的结晶度，这大大地强化了所获得的纤维。收集器 319 通常为多孔的，并且抽气装置 414 可设置在该收集器下方以帮助使纤维沉积在收集器上。可以改变缩束装置出口与收集器之间的距离 321 以获得不同的效果。此外，在收集之前，可对挤出的长丝或纤维实施多个图 11 中未示出的另外的加工步骤，例如，进一步拉伸、喷涂等。如下文更加详细描述的，在收集之后，通常对收集的团 320 进行加热和骤冷；但如果需要，可将该团卷绕成储存卷以便以后进行加热和骤冷。通常，一旦团 320 经加热和骤冷，则可将其输送至其他设备，例如可任选的研光辊 322 和 323，或可将其卷成储存卷 323 以便以后使用。

在该形成网的优选方法中，纤维团 320 由收集器 319 运送经过图 12 和图 13 中所示的加热和骤冷操作。为方便起见，我们经常将图 12 和图 13 中具体描绘的设备称为骤冷流加热器，或更简单地称为骤冷加热器。收集的团 320 首先经过安装于收集器 319 上方的受控加热装置 400 的下方。该示例性加热装置 400 包括壳体 401，该壳体被划分为上充气室 402 和下充气室 403。上充气室和下充气室由板 404 隔开，板 404 上穿有一系列通常尺寸和间距均匀的孔 405。气体（通常为空气）从导管 407 经由开口 406 供入上充气室 402，并且板 404 用作流量分布装置，以使供入上充气室的空气在穿过板进入下充气室 403 时分布得相当均匀。其他有用的流量分布装

置包括：翅片、阻流板、歧管、气坝、筛网或烧结板，即，使空气分布均匀的装置。

在该示例性加热装置 400 中，下充气室 403 的底壁 408 形成有细长的矩形狭槽 409，来自该下充气室的帘状热空气流 410 穿过该细长矩形狭槽喷到在位于加热装置 400 下方的收集器 319 上行进的团 320 上（团 320 和收集器 319 在图 12 中被部分断开）。抽气装置 414 优选地充分延伸至位于加热装置 400 的狭槽 409 下方（并且如下文所述，在网的行进方向上以距离 418 延伸超过加热流 410，并穿过标记为 420 的区域）。因此，充气室内的热空气处于充气室 403 中的内部压力下，且在狭槽 409 处，进一步处于抽气装置 414 的排气真空下。为了进一步控制排气力，可将穿孔板 411 设置在收集器 319 下方以施加一种背压或限流装置，该背压或限流装置有助于将热空气流 410 以期望的均匀度分散在收集团 320 的宽度上或加热区域上，并且抑制热空气流流过收集团中可能存在的低密度部分。其他有用的限流装置包括筛网或烧结板。

在不同区域中，可以改变板 411 中的开口的数量、尺寸和密度以实现所期望的控制。大量空气穿过该成纤设备，并且在纤维到达区域 415 中的收集器时必须被处理掉。充足的空气穿过网和区域 416 中的收集器，以将网保持在不同加工空气流下方的合适位置处。在位于热处理区域 417 和骤冷区域 418 下方的板中需要足够的开口，以允许处理空气穿过网，同时保持充分的阻力以确保空气更均匀地分布。选择穿过团 320 的热空气的量和温度，以便适当修改纤维的形态。具体来讲，将该量和温度选为使纤维被加热以：a) 引起纤维横截面内的主要分子部分（例如，该纤维的非晶特征相）熔融/软化，但 b) 不会致使另一重要相（例如，微晶特征相）完全熔融。我们使用术语“熔融/软化”是因为非晶聚合物材料通常软化而非熔融，而微晶物质可在某种程度上存在于非晶特征相中并通常熔融。在不提及相的情况下，这也可简单叙述为：加热以使纤维内的低序微晶熔融。这些纤维整体保持不熔融，例如，这些纤维通常保持其在处理之前所具有的同样的纤维形状和尺寸。微晶特征相的相当大的部分被认为在热处理之后保持其先前存在的结晶结构。结晶结构可能已经添加到现有的结晶结构

中，或在高序纤维的情况下，结晶结构可能已经被去除而形成可区分的非晶特征相和微晶特征相。

为了在整个收集团 320 中实现预期的纤维形态改变，应在该团的整个加热区域上控制温度-时间条件。当穿过网的热空气流 410 的温度在所处理团的整个宽度上处于 5°C 的范围内，且优选处于 2°C 或甚至 1°C 的范围内时，就获得了所期望的结果（为了方便控制操作，经常在热空气进入壳体 401 的进入点处测量热空气的温度，但也可在邻近收集网处用热电偶测量热空气的温度）。另外，例如通过快速循环打开和关闭该加热器来操作加热设备，以使流的温度在时间上保持稳定，从而避免过热或加热不足。

为了进一步控制加热和在收集团 320 中形成所期望形态的纤维，应在对该团施加热空气流 410 之后立即对其进行骤冷。通常可以通过在团 320 离开受控热空气流 410 时，将周围空气抽到团 320 上并且抽吸穿过团 320 来获得此种骤冷。图 13 中的数字 420 表示周围空气被抽气装置抽过网的区域。抽气装置 414 沿收集器延伸到以距离 418 超过加热装置 400，以确保在区域 420 中的整个团 320 被完全冷却和骤冷。空气可以被抽吸到壳体 401 基部的下方（例如，图 13 上所标记的区域 420a 内），以使空气在网离开热空气流 410 后直接到达网。所期望的骤冷结果是使来自网和纤维的热快速散掉，并由此限制随后将在这些纤维中发生的结晶或分子排序的程度和性质。总的来说，在网通过输送机移动穿过该操作时实施本发明所公开的加热和骤冷操作，并且在该操作末尾处将该非织造网卷绕成储存卷之前实施骤冷。处理的时间取决于网移动穿过某个操作的速度，但通常这整个加热和骤冷操作的实施时间在 1 分钟之内或更短，且优选小于 15 秒。通过从熔融/软化状态快速骤冷至固化状态，非晶特征相被认为是凝固成更为纯化的结晶形式，减少了纤维中可干扰软化或可重复软化的分子物质。有利地，该团由温度比标称熔点低至少 50°C 的气体来冷却；此外，有利地，骤冷气体或其他流体施加的时间大约为至少 1 秒，有利地，施加时间至少为加热流接触该非织造网的时间的两倍或三倍。在任何情况下，骤冷气体或其他流体都具有足以快速固化纤维的热容量。其他可使用的流体包括喷洒到纤维上的水，例如，用于加热纤维的加热的水或蒸汽，以及用于骤冷纤维的相对较冷的水。

如在以上提及的专利申请 No. 11/457, 899 中更详细论述的，通常可以通过对来自所处理网的代表性纤维进行 DSC 测试，来确认是否成功实现了所期望的热处理和非晶特征相形态；并且可根据从 DSC 测试得知的信息来调节处理条件。有利地，对热空气以及骤冷的运用进行控制，以提供其性质有助于形成合适的模制基体的网。如果加热不充分，则网将可能难以进行模制。如果采用了过度加热或不充分的骤冷，则网可能熔融或者变脆，并且还可能无法带足够的电荷。

当采用双峰刚性过滤网时，这些微纤维的尺寸范围可例如为约 0.1 至约 10 μm 、约 0.1 至约 5 μm 或者约 0.1 至约 1 μm 。较大尺寸纤维的尺寸范围可例如为约 10 至约 70 μm 、约 10 至约 50 μm 或者约 15 至约 50 μm 。质量分数与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图的微纤维模可例如为约 0.1 至约 10 μm 、约 0.5 至约 8 μm 或者约 1 至约 5 μm ，并且较大尺寸纤维模可以是大于 10 μm 、约 10 至约 50 μm 、约 10 至约 40 μm 或者约 12 至约 30 μm 。本发明所公开的双峰网还可具有纤维支数（频率）与纤维尺寸（单位为 μm ）的柱状图表现出至少两个模的双峰纤维支数/纤维尺寸混合物，该至少两个模的对应纤维尺寸的差别至少为较小的纤维尺寸的 50%、至少 100% 或至少 200%。这些微纤维还可以例如占网的纤维表面积的至少 20%、至少 40% 或至少 60%。当采用由部分结晶和部分非晶取向的熔纺纤维构成的网时，用光学显微技术测量，这些纤维可以例如具有约 5 至约 70 μm 、约 10 至约 50 μm 或约 10 至约 30 μm 的尺寸范围。通常，较大熔纺纤维产生的成品网刚性较大。

根据用于制备本发明所公开的刚性过滤网的工序以及工序条件，在网形成期间，纤维之间可发生某些粘合，并因此使所完成的网可以包含在至少一些纤维交叉点处彼此粘合的纤维。可能需要该收集网中的纤维之间进一步粘合以便为网提供所期望程度的刚度。然而，可能也需要避免过度粘合，以限制压降，或限制所完成的网或呼吸器的其他性质。

在形成之后，接下来对该刚性过滤网实施带电处理和可任选的研光处理。尽管带电和研光可以在一次序来实施，但有利地先实施带电以使电荷分布在网的整个厚度上。可以多种方式将电荷施加给本发明所公开的非织造网。可通过诸如以下方式来实施带电：使网与水接触，如美国专利

No. 5, 496, 507 (Angadjivand 等 ‘507) 中所公开；电晕处理，如美国专利 No. 4, 588, 537 (Klasse 等) 中所公开；水充电，如例如美国专利 No. 5, 908, 598 (Rousseau 等) 中所公开；等离子处理，如美国专利 No. 6, 562, 112 B2 (Jones 等人) 和美国专利申请公开 No. US2003/0134515 A1 (David 等) 中所公开；或者他们的组合。

可以多种为本领域的技术人员所熟悉的方式实施研光。通常使用加热和可选压力（例如，在可适用的压力下加热至可适用的聚合物软化点与熔点之间的温度）以及点粘合工序或平滑研光辊来实施研光。辊研光尤其有用并可以多种方式实施。例如，可使网在两个配合的加热的金属辊之间穿过一次或多次，以提供具有两个平滑表面的研光网。也可使网在加热的金属辊与配合的弹性辊之间穿过一次或多次，以提供具有一个平滑表面的研光网。使用较紧的辊隙、较大的辊隙压力、较高的温度或附加的经过次数通常会提高网变硬的程度。然而，如果过度实施研光，则可能会不利地增大压降或损害成品呼吸器中的过滤性能。研光通常还会导致研光表面的密度变大并且多孔性减小。对刚性过滤层的一个或两个侧面进行研光可充分地防止发生脱落，以使得在成品呼吸器中不需要一个或两个覆盖网。因此，经研光的刚性过滤网提供多个具体优点，因为其可去除所完成呼吸器中的加固层和一个或两个覆盖层，由此去除了常规四层构造中的一至三个层。

本发明所公开的刚性过滤网可以多种其他方式形成。例如，该刚性过滤网可以包括一或多个可渗透表皮层，这些可渗透表皮层是通过使网的一个或两个主表面处以及与网的一个或两个主表面紧邻的纤维熔融而形成的，如美国专利 6, 217, 691 B1 和 6, 358, 592 B2 (该两个专利都授予 Vair 等人) 中所示。

成品呼吸器可选地可以包括轻质构造的内覆盖网。该内覆盖网提供与佩戴者脸部相对的平滑表面，并且可增加呼吸器的舒适度。如果需要，还可采用外覆盖网。如上所提及，优选地，通过使用经适当研光的刚性过滤网来使内覆盖网或外覆盖网或者内覆盖网和外覆盖网两者都变得没有必要。内覆盖网和外覆盖网可具有任何合适的构造和组成。例如，内覆盖网和外覆盖网可为纺粘网，或者可为如美国专利 NO. 6, 041, 782

(Angadjivand 等人' 782) 中描述的平滑 BMF 网。为了改善可回收利用性，内覆盖网和外覆盖网有利地与刚性过滤网具有相同的聚合物组成。如果需要，呼吸器可包括一或多个除上述层以外的附加层。例如，可采用一或多个包含吸附颗粒的多孔层来捕集相关蒸汽，例如，于 2006 年 5 月 8 日提交的、名称为“包含颗粒的纤维网”(PARTICLE-CONTAINING FIBROUS WEB) 的美国专利申请 No. 11/431, 152 中描述的多孔层。

在本发明所公开的刚性过滤网形成期间，对（诸如）基重、网厚度、密实度和 Gurley 刚度等网性质进行监测通常是有用的。此外，对其他网性质（例如，EFD 和泰伯刚度，或者成品呼吸器性质（例如，压降、初始 NaCl 渗透百分比、DOP 渗透百分比或品质因子 QF））进行监测也可能是有用的。当暴露于以 95 升/分钟的流量流动的 1 重量%的氯化钠气溶胶时，成品呼吸器可具有例如不大于 20%的最大 NaCl 渗透率。在呼吸器的另一实施例中，在暴露于以 85 升/分钟的流量流动的 0.075 μm 2%的氯化钠气溶胶时，该呼吸器可具有小于 20 毫米水柱或小于 10 毫米水柱的压降，并且可具有小于约 5%或者小于约 1%的最大 NaCl 负载渗透百分比。

基重可以通过使用从数个（例如，3 个或更多个）在网宽度方向上均匀间隔的位置处取得的样品进行重量分析来确定。可使用类似的取样方式来确定网厚度。可根据基重和网厚度测量值来计算密实度。

Gurley 刚度可使用格利精密仪器公司 (Gurley Precision Instruments) 的 4171E GURLEY™型抗弯测试机来确定。从这些网冲切下若干矩形样品 (3.8cm×5.1cm, 除非另有说明)，样品的长边与网横向（横维）对齐。将这些样品加载到抗弯测试机中，其中样品的长边位于网的保持夹具中。沿两个方向折曲这些样品，即，测试臂按压第一主样品表面，并且然后按压第二主样品表面，并将这两次测量的平均值记录为以微克为单位的刚度。该测试被看作是破坏性测试，并且如果需要进行进一步测量，则需要采用新的样品。

EFD 可使用如下文献中阐述的方法、使用 32L/min 的空气流量（对应于 5.3cm/sec 的表面速度）来确定（除非另有规定）：Davies, C.N., “气载尘埃和颗粒的分离” ((The Separation of Airborne Dust and

Particles) Institution of mechanical Engineers, London, Proceedings 1B, 1952, Davies, C.N, 1952 年)。

泰伯刚度可使用 150-B TABERTM型刚度测试机（其可自泰伯工业公司（Taber Industries）商购获得）来确定。使用锋利的剃刀刀片小心地从这些网切下 3.8cm×3.8cm 的正方形部分以防止纤维熔合，并使用 3 至 4 个样品以及 15° 的样本挠曲来进行评估以确定其在纵向和横向上的刚度。

压降、渗透百分比和过滤品质因子 QF 可由如下方式确定：使用包含 NaCl 或 DOP 颗粒的测试气溶胶，以 95 或 85 升/分钟的流量输送（除非另有说明）该测试气溶胶，并使用 TSITM8130 型高速自动过滤器测试机（其可自 TSI 公司商购获得）来进行评估。可采用 MKS 压力换能器（其可自 MKS 仪器公司商购获得）来测量穿过过滤器的压降（ΔP，毫米水柱）。对于 95 升/分钟的流量下进行的 NaCl 测试，颗粒可从 1% 的 NaCl 溶液产生，并且自动化过滤器测试机可在加热器和颗粒中和器都工作时进行操作。对于在 85 升/分钟的流量下进行并使用直径为 0.075μm 的颗粒的 NaCl 测试，颗粒可从 2% 的 NaCl 溶液产生，以提供包含气载浓度约 16–23mg/m³ 的颗粒的气溶胶，并且自动化过滤器测试机可在加热器和颗粒中和器都工作时进行操作。对于 DOP 测试，气溶胶可包含直径约 0.185μm 并且浓度约 100mg/m³ 的颗粒，并且自动化过滤器测试机可在加热器和颗粒中和器都关闭时进行操作。可将这些样品加载至最大 NaCl 或 DOP 颗粒渗透率，并且可在过滤器入口和出口处采用经校准的光度计来测量颗粒浓度以及穿过该过滤器的颗粒渗透百分比（%颗粒渗透率）。可使用如下公式来计算 QF：

$$QF = \frac{-\ln\left(\frac{\% \text{ 颗粒渗透率}}{100}\right)}{\Delta P}$$

针对所选测试气溶胶可以测量或计算的参数包括：初始颗粒渗透率、初始压降、初始品质因子 QF、最大颗粒渗透率、最大渗透率下的压降以及在最大渗透率下加载的颗粒毫克数（直到最大渗透率时对过滤器进行的总重量测试）。初始品质因子 QF 值通常提供了关于总体性能的可靠指标，其中较

高的初始 QF 值表示较佳的过滤性能，且较低的初始 QF 表指示降低的过滤性能。

在如下说明性实例中将进一步说明本发明，其中所有份数和百分比都按重量计，除非另有说明。

实例 1

使用如图 7 和图 8 中所示的设备以及如以下文献中所描述的步骤，用聚合物组成相同的较大纤维与较小尺寸纤维形成熔喷单组分单层式网：Wente, Van A. "superfine Thermoplastic Fiber", Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48. No. 8, 1956, pp 1342-1346 ("超细热塑纤维"，工业与工程化学学报，1956 年 11 月 8 日，第 48 卷，1342-1346 页，作者 Wente, Van A.)；以及 Naval Research Laboratory Report 111437, Apr. 15, 1954 (海军研究实验室于 1954 年 4 月 15 日的报告 111437)。使用 TOTAL 3960 聚丙烯（350 熔体流动速率的聚合物）来形成较大尺寸纤维，向该 TOTAL 3960 聚丙烯添加了 0.8% 的 CHIMASSORB 944 受阻胺光稳定剂作为驻极体带电添加剂，以及 1% 的普立万公司 (PolyOne Corp.) 的 POLYONETM No. CC10054018WE 蓝色颜料以帮助评估较大尺寸纤维在网中的分布。将获得的蓝色聚合物共混物供料至 20 DAVIS STANDARDTM 型的 2 英寸 (50.8mm) 的单螺杆挤出机，该单螺杆挤出机由 Crompton & Knowles Corp 公司的 Davis 标准部门出品。该挤出机具有 60 英寸 (152cm) 的长度和 30/1 的长度/直径比。使用可自埃克森美孚公司 (Exxon mobil Corporation) 购得的 EXXON PP3746 聚丙烯（1475 熔体流动速率的聚合物）来形成较小尺寸纤维，向该 EXXON PP3746 聚丙烯添加了 0.8% 的 CHIMASSORB 944 受阻胺光稳定剂。后一种聚合物为白色，并且将其供料至 Crompton & Knowles 公司的 Davis 标准部门出品的商标为 KILLION 的 0.75 英寸 (19mm) 的单螺杆挤出机。使用 Zenith 泵业公司 (Zenith Pumps) 的商标为 ZENITH 的 10cc/rev 的熔体泵，对进入 20 英寸 (50.8cm) 宽的钻孔熔喷模具中的各模腔的每种聚合物的流量进行计量，该钻孔熔喷模具采用直径为 0.015 英寸 (0.38mm) 并且间距为 25 个孔/英寸 (10 个孔/厘米) 的孔口，其中交替的孔口由每个模腔实施进料。加热的空气在模具顶端处将纤维拉细。气刀采用 0.010 英寸 (0.25mm) 的正回移以及 0.030 英寸

(0.76mm) 的气隙。在网的形成点处，吸引适度的真空穿过中等网孔收集器的筛网，并采用 22.5 英寸(57.2cm)的 DCD (模具到收集器的距离)。通过调节来自每个挤出机的聚合物速率，形成具有 75% 较大尺寸纤维和 25% 较小尺寸纤维的网。收集器速度根据需要来进行调节，以提供具有约 200gsm 基重的网。根据需要，调节挤出温度和热空气的压力来提供具有约 20 μm 的目标 EFD 值的网。根据美国专利 No. 5,496,507 (Angadjivand 等人' 507) 中教导的技术，使用蒸馏水对这些网进行水充电处理，并让其干燥，然后在加热至 140°C、间隙为 0.76mm 并且操作速度为 3.05m/min 的平滑钢制辊之间对其进行研光。下表 1A 中列出该研光过滤网的试验编号、基重、EFD 和 Gurley 刚度。

表 1A

试验编号	基重, gsm	EFD, μm	Gurley刚度, mg
1-1F	208	20.3	889

在如图 3 中所示的设备中，将该研光过滤网与 17gsm 的纺粘聚丙烯内覆盖网与 17gsm 的纺粘聚丙烯外覆盖网进行结合，并将其制成类似图 1 和图 2 所示装置的平折式呼吸器。对该成品呼吸器进行折叠和展开，并且发现其在平折时具有良好的储存性质，在佩戴时具有舒适的贴合性和期望的脱离脸部的构造。此外，还对本发明的呼吸器以及使用分离的过滤层和加固层制成的对比用四层式平折式呼吸器的初始 NaCl 颗粒渗透率进行评估。下表 1B 中列出的是试验编号、呼吸器标识、初始压降以及使用以 85 升/分钟的流量流动的直径为 0.075 μm 的 NaCl 颗粒气溶胶的初始 NaCl 渗透率。

表 1B

试验编号	呼吸器标识	初始压降, 毫米水柱	初始渗透率, %
1-1R	由1-1F网制成的三层式呼吸器	6.8	1.19
1-1C	对比用四层式呼吸器	10	8.01

表 1B 中的数据表明，试验编号为 1-1R 的呼吸器的初始压降和初始 NaCl 渗透率低于对比用四层式呼吸器的初始压降和初始 NaCl 渗透率。

实例 2

使用实例 1 的方法，由聚合物组成相同的较大纤维和较小尺寸纤维形成熔喷单组分单层式网。较大尺寸纤维使用自埃克森美孚公司 (Exxon Mobil Corporation) 处购得的 EXXON PP3155 聚丙烯 (36 熔体流动速率的聚合物) 形成，向该 EXXON PP3155 聚丙烯添加了 0.8% 的 CHIMASSORB 944 受阻胺光稳定剂作为驻极体带电添加剂和 2% 的 POLYONE No. CC10054018WE 蓝色颜料。将所获得的蓝色聚合物共混物供料至如实例 1 中使用的 DAVIS STANDARD 20 型挤出机。较小尺寸纤维使用 EXXON PP3746 聚丙烯形成，向该 EXXON PP3746 聚丙烯添加了 0.8% 的 CHIMASSORB 944 受阻胺光稳定剂以及 2% 的 POLYONE No. CC10054018WE 蓝色颜料。将后一种聚合物供料至如实例 1 中使用的 KILLION 挤出机。通过使用 13.5 英寸 (34.3cm) 的 DCD 并调节来自每个挤出机的聚合物速率来形成具有 65% 较大尺寸纤维和 35% 较小尺寸纤维的网。根据需要调节收集装置的速度以提供具有约 200 至约 250gsm 的基重的网，并根据需要调节挤出温度和热空气的压力以提供具有约 16 至约 18 μm 的 EFD 值。根据 Angadjivand 等人' 507 中教导的技术用蒸馏水对这些网进行水充电处理，并让其干燥。将所获得的网制成如图 1 和图 2 中所示装置的平折式呼吸器，并使用以 85 升/分钟的流量流动的直径为 0.075 μm 的 NaCl 颗粒气溶胶进行评估。下表 2A 中示出的是：试验编号；研光过滤网的基重、EFD、厚度和 Gurley 刚度；以及成品呼吸器的初始压降和初始 NaCl 渗透率。

表 2A

试验 编号	基重， gsm	EFD， μm	厚度， mm	Gurley刚 度， mg	初始压降， 毫 米水柱	初始渗透 率， %
2-1	202	16.8	0.325	1012	3.8	3.45
2-2	224	16.7	0.394	991	3.8	3.46
2-3	251	16.3	0.470	1315	4.6	2.75
2-4	206	17.0	0.325	1350	3.2	4.96
2-5	226	18.3	0.345	1325	3.5	4.45
2-6	248	18.4	0.378	1623	4.5	2.93

表 2A 中的结果表明，每个呼吸器都满足欧洲 FFP1 过滤面罩的要求（参见 EN149:2001，呼吸保护装置。用于防颗粒的保护性过滤半面罩）。

实例 3

使用如图 9 和图 10 中所示的设备以及在如以下文献中所描述的步骤，来形成由 TOTAL 3960 聚丙烯形成的四个单组分单层式熔喷网，向该 TOTAL 3960 聚丙烯添加了 0.8% 的三硬脂基三聚氰胺作为驻极体带电添加剂，这些文献包括：Wente, Van A., "Superfine Thermoplastic Fiber", Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48. No. 8, 1956, pp 1342-1346 ("超细热塑纤维"，工业与工程化学学报，1956 年 11 月 8 日，第 48 卷，1342-1346 页，作者 Wente, Van A.)；以及 Naval Research Laboratory Report 111437, Apr. 15, 1954 (海军研究实验室于 1954 年 4 月 15 日的 111437 报告)。将该聚合物供料至 DAVIS STANDARD 20 型的 2 英寸 (50.8mm) 的单螺杆挤出机，该单螺杆挤出机具有 20/1 的长度/直径比以及 3/1 的压缩比。用 Zenith 公司的 10cc/rev 熔体泵对进入 10 英寸 (25.4cm) 宽的钻孔熔喷模具的聚合物流量进行计量，该钻孔熔喷模具原来的 0.012 英寸 (0.3mm) 孔口通过对每第 9 个孔口进行钻制而修改至 0.025 英寸 (0.6mm)，由此提供 9:1 的较小尺寸孔数量/较大尺寸孔数量比以及 60:40 的较大孔尺寸/较小孔尺寸比。这行孔口具有 25 个孔/英寸 (10 个孔/厘米) 的孔间距。热空气在模具顶端处拉细这些纤维。气刀采用 0.010 英寸 (0.25mm) 的正回移和 0.030 英寸 (0.76mm) 的气隙。在网的形成点处，没有吸引适度真空穿过中等网孔的收集器筛网。聚合物从挤出机的输出速率根据需要从 2.01bs/in/hr (0.36kg/cm/hr) 的起点开始变化，DCD 从 11.50 到 16.25 英寸 (29.21cm 至 41.725cm) 变化，并根据需要调节空气压力以提供具有如以下表 3A 中所示的基重和 EFD 的网。根据美国专利 No. 5,496,507 (Angadjivand 等人 '507) 中教导的技术用蒸馏水对这些网进行水充电处理，并让其干燥。下表 3A 中列出的是在 13.8cm/sec 的表面速度下每只网的样品编号、基重、EFD、网厚度、初始压降、初始 NaCl 渗透率及品质因子 QF。

表 3A

样品编号	基重, gsm	EFD, μm	压降, 毫 米水柱	初始渗透 率, %	品质因子 QF, 1/毫米水柱
3-1	173	13	5.10	0.71	0.97
3-2	200	13	6.40	0.54	0.81
3-3	222	13	6.80	0.44	0.80
3-4	254	13	7.10	0.21	0.87
3-5	175	15	4.40	1.44	0.96
3-6	197	15	5.00	0.97	0.93
3-7	229	15	5.60	0.95	0.83
3-8	243	15	6.20	0.53	0.84

接下来，在加热至 141°C 并以 3.05m/min 线速度运转的辊之间，对这些网进行轻度研光一次或两次。采用约 1.5 至 2.2mm 的研光间隙。每个样品的研光间隙和网厚度示出于下表 3B 中：

表 3B

样品编 号	研光间 隙, mm	厚度, mm		
		未经研光	研光一次	研光两次
3-1	1.5	3.02	2.69	2.72
3-2	1.8	3.66	2.90	3.25
3-3	1.9	3.91	3.58	3.71
3-4	2.2	4.34	3.89	4.01
3-5	1.5	2.82	2.59	2.54
3-6	1.8	3.12	2.79	2.69
3-7	1.9	3.73	3.40	3.23
3-8	2.2	4.06	3.48	3.40

每个样品的 Gurley 刚度值（使用 25.4×38.1mm 样品进行测量）和压降值（使用 32 l/min 的流量进行测量）示出于下表 3C 中：

表 3C

样品编号	Gurley刚度, mg			压降, 毫米水柱		
	未经研光	研光一次	研光两次	未经研光	研光一次	研光两次
3-1	365	410	411	1.76	1.84	1.99
3-2	479	464	458	2.08	2.09	2.12
3-3	595	538	496	2.33	2.4	2.59
3-4	700	693	655	2.6	2.84	2.86
3-5	486	513	540	1.45	1.59	1.54
3-6	633	560	633	1.55	1.73	1.70
3-7	718	742	816	1.9	1.78	1.92
3-8	900	835	896	1.95	2.02	2.12

表 3C 中的结果特别表明，压降并未受到研光显著的负面影响。将这些网制成如图 1 和图 2 中所示装置的平折式呼吸器，并使用以 85 升/分钟的流量流动的直径为 $0.075\mu\text{m}$ 的 NaCl 颗粒气溶胶来进行评估。使用未经研光的刚性过滤网制作的呼吸器还采用如实例 2 中所用的内覆盖网和外覆盖网，并且具有三层式构造。使用一侧经研光的刚性过滤网制作的呼吸器还采用如实例 2 中所用的网的内覆盖网，并且具有两层式构造。使用两侧经研光的刚性过滤网制作的呼吸器不采用任何覆盖网，并且具有单层式构造。下表 3D 中列出的是成品呼吸器的试验编号、百分比渗透率以及品质因子 QF。

表 3D

样品编号	百分比渗透率			品质因子, QF
	未经研光	研光一次	研光两次	
3-1	0.71	0.50	0.51	0.97
3-2	0.54	0.34	0.32	0.81
3-3	0.44	0.12	0.14	0.80
3-4	0.21	0.11	0.06	0.87
3-5	1.44	1.17	1.18	0.96
3-6	0.97	0.81	0.73	0.93
3-7	0.95	0.57	0.63	0.83
3-8	0.53	0.44	0.42	0.84

表 3D 中的结果尤其表明，百分比渗透率和品质因子 QF 并未受到研光显著的负面影响。

下表 3E 中列出的是由未经研光的网样品制成的三层式呼吸器的试验编号、初始压降、初始百分比渗透率、最大渗透率下的压降、最大百分比渗透率、最大渗透率下的测试量以及总气溶胶测试量：

表 3E

未经研光的网

样品编号	初始压降，毫米水柱	初始渗透率，%	最大渗透率下的压降； 毫米水柱	最大渗透率，%	最大渗透率下的测试量，mg	总测试量，mg
3-1	3.8	0.089	83.1	3.720	127.3	185.0
3-2	4.2	0.071	14.7	1.640	111.2	130.1
3-3	4.6	0.069	13.8	0.919	117.9	121.8
3-4	5.1	0.000	27.4	0.250	102.7	138.5
3-5	3.4	0.216	18.0	6.720	99.7	123.6
3-6	3.5	0.143	14.9	4.980	103.9	126.9
3-7	4.2	0.084	28.6	2.800	127.8	149.9
3-8	4.4	0.000	13.9	1.620	117.2	129.1

表 3E 中的结果表明，样品编号为 3-1 至 3-4、3-7 和 3-8 的用未经研光网制作的三层式呼吸器应该通过了 42 C. F. R. Part 84 的 N95 NaCl 负载测试。

下表 3F 中列出的是由一侧被研光的网样品制制作的两层式呼吸器的试验编号、初始压降、初始百分比渗透率、最大渗透率下的压降、最大百分比渗透率、最大渗透率下的测试量以及总气溶胶测试量：

表 3F

一侧被研光的网

样品编号	初始压降， 毫米水柱	初始渗透率，%	最大渗透率 下的压降， 毫米水柱	最大渗透率，%	最大渗透率下的测 试量，mg	总气溶胶 测试量， mg
3-1	3.2	0.016	6.0	4.040	106.8	107.8
3-2	3.4	0.029	5.4	1.680	106.2	106.6
3-3	4.2	0.006	7.1	0.589	105.9	106.0

3-4	4.7	0.009	7.6	0.312	105.4	105.5
3-5	2.7	0.183	5.1	10.000	108.1	108.2
3-6	2.9	0.133	5.3	10.500	147.5	148.2
3-7	3.3	0.106	5.2	5.510	105.2	105.5
3-8	3.4	0.052	5.8	4.990	133.5	135.1

表 3F 中的结果表明，样品编号为 3-1 至 3-4 和 3-8 的使用单侧研光网制作的两层式呼吸器应该通过了 42 C.F.R. Part 84 的 N95 NaCl 负载测试。

下表 3G 中列出的是由两侧经研光的网样品制成的单层式呼吸器的试验编号、初始压降、初始百分比渗透率、最大渗透率下的压降、最大百分比渗透率、最大渗透率下的测试量以及总气溶胶测试量：

表 3G
两侧经研光的网

样品编号	初始压降，毫米水柱	初始渗透率，%	最大渗透率下的压降，毫米水柱	最大渗透率，%	最大渗透率下的测试量，mg	总气溶胶测试量，mg
3-1	2.8	0.484	6.7	4.670	114.9	115.0
3-2	3.1	0.016	5.2	2.100	106.7	107.1
3-3	3.8	0.012	7.3	0.736	119.1	121.6
3-4	4.2	0.000	6.9	0.253	103.6	103.6
3-5	2.2	0.216	4.4	12.500	120.4	123.2
3-6	2.5	0.111	7.4	10.700	160.1	201.0
3-7	3.0	0.153	4.9	4.920	105.1	106.2
3-8	3.1	0.064	7.2	6.410	198.2	211.0

表 3G 中的结果表明，样品编号为 3-1 至 3-4 和 3-7 的使用两侧经研光的网制作的两层式呼吸器应该通过了 42 C.F.R. Part 84 的 N95 NaCl 负载测试。

实例 4

使用如图 11 至图 13 中所示的设备，由从道尔顿石化公司 (Total Petrochemicals) 购得的熔融流动指数为 70 的 FINA 3860 聚丙烯形成单组

分单层式网（网 4-1）。挤出头 10 具有 488 个 0.5mm(0.020 英寸) 直径的孔，这些孔被布置成 203mm(8 英寸) 宽的交错图案。将聚合物以 0.2 克/孔/分钟供料给挤出头，在挤出头处该聚合物被加热至 205°C(401°F) 的温度。供应两个骤冷空气流（图 11 中的 318b；不采用流 318a）来作为：上部流，其来自高度为 406mm(16 英寸) 的骤冷箱，表面速度近似为 0.37m/sec(73ft/min) 且温度为 1.7°C(35°F)；以及下部流，其来自高度为 197mm(7.75 英寸) 的骤冷箱，表面速度近似为 0.11m/sec(22ft/min) 且温度为室温。采用如 Berrigan 等人中所示的可移动壁式缩束装置，使用 0.76mm(0.030 英寸) 的气刀间隙（Berrigan 等人中的 30），空气以 0.096MPa(14psig) 的压力供给至气刀，缩束装置顶部间隙宽度为 5.1mm(0.20 英寸)，缩束装置底部间隙宽度为 4.7mm(0.185 英寸)，并且缩束装置的侧边长为 152mm(6 英寸)（Berrigan 等人中的 36）。从挤出头 310 至缩束装置 316 的距离（图 11 中的 317）为 78.7cm(31 英寸)，且从缩束装置 316 至收集带 319 的距离（图 11 中的 321）为 68.6cm(27 英寸)。熔纺纤维流以约 51cm(约 20 英寸) 的宽度沉积在收集带 319 上。收集带 319 以约 1.8 米/分钟(6ft/min) 的速率移动。收集带 319 下方的真空估计介于约 1.5–3.0KPa(6–12 英寸水柱) 的范围内。板 411 的区域 415 具有交错间隔的 1.6mm(0.062 英寸直径) 的开口，从而获得 23% 的打开面积；网保持在区域 416 具有交错间隔的 1.6mm(0.062 英寸) 直径的开口，从而获得 30% 的打开面积；并且加热/粘合区域 417 和骤冷区域 418 具有交错间隔的 4.0mm(0.156 英寸) 直径的开口，从而获得 63% 的打开面积。空气以足以在狭槽 409 (3.8×85.3cm (1.5 英寸×26 英寸)) 处产生约 14.2 m³/min (约 500 英尺³/min) 的空气的流量供应穿过导管 407。板 408 的底部距离收集器 319 上的收集网 320 为 3.175cm(1.25 英寸)。穿过骤冷流加热器的狭槽 409 的空气温度为 157°C(315°F)，该温度在热空气进入壳体 401 的入口点处测量。

离开骤冷区域 420 的网粘合成具有足以自支撑并可使用普通方法和设备进行处理的完整性；可以通过普通卷绕装置将网卷绕成储存卷或可对其实施多种操作，例如通过半球形模具对网进行加热和压缩以形成模制呼吸

器。根据 Angadjivand 等人' 507 中教导的技术用去离子水对网进行水充电处理，并让其干燥。

用 FINA 3860 聚丙烯来类似地制作第二单组分单层式网（网 4-2），向该 FINA 3860 聚丙烯添加了 0.5 重量%的汽巴精化公司（Ciba Specialty Chemicals）的 CHIMASSORB 944 受阻胺光稳定剂。除了以下方面外，条件与网 4-1 的相同：挤出头 10 具有 512 个孔，这些孔被布置成 10cm(4 英寸) × 20cm(8 英寸) 的图案，其中孔间距为 0.64cm(0.25 英寸) 并且图案的长度沿网的横向布置。上部骤冷流具有近似 0.32m/sec(63ft/min) 的表面速度。缩束装置底部间隙宽度为 4.8mm(0.19 英寸)。熔纺纤维流以约 46cm(约 18 英寸) 的宽度沉积在收集带 319 上。收集带 319 以约 1.77 米/分钟(5.8ft/min) 的速率移动。板 408 底部距离收集器 319 上的收集网 320 的距离为 4.1cm(1.6 英寸)。根据 Rousseau 等人中教导的技术用蒸馏水对该收集网进行水充电处理，并让其干燥。

对这些带电网进行评估以确定下表 4A 中所示的平网的性能：

表 4A

性能	网编号4-1	网编号4-2
基重, gsm	125	128
EFD, μm	12.4	12
Gurley刚度, mg	1181	405
14cm/sec表面速度下的DOP渗透率, %	18	2
14cm/sec表面速度下的品质因子, QF, %	0.31	0.69

将这些网制成如图 1 和图 2 中所示装置的平折式呼吸器，并且使用以 85 升/分钟的流量流动的直径为 0.075 μm 的 NaCl 颗粒气溶胶来进行评估。结果示出于下表 4B 中：

表 4B

性能	网编号4-1	网编号4-2
初始压降, 毫米水柱	4.0	4.7
初始渗透率, %	2.1	0.37
最大渗透率, %	10.2	12.6
在最大渗透率下的测试量, mg	47	58

上面描述了本发明的多个实施例。然而，应当理解，在不脱离本发明的前提下可作出多种修改。因此，其他实施例都在所附权利要求书的范围内。

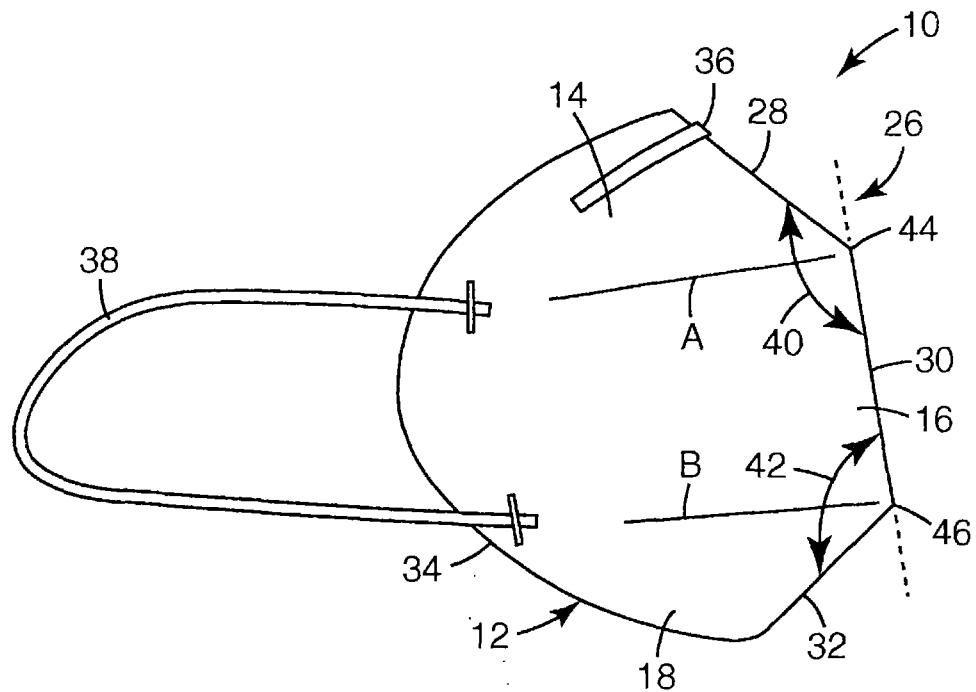


图1

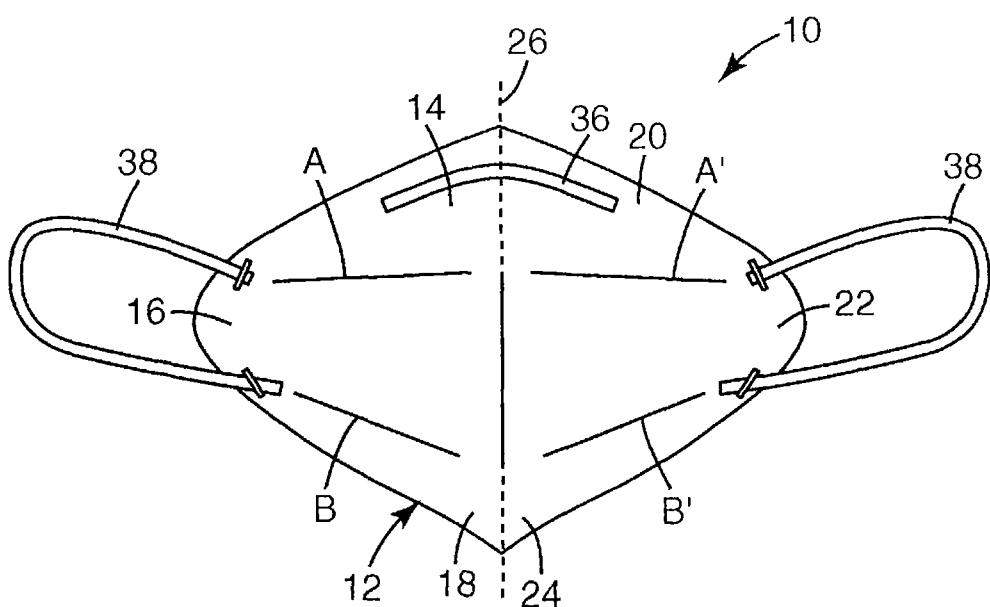
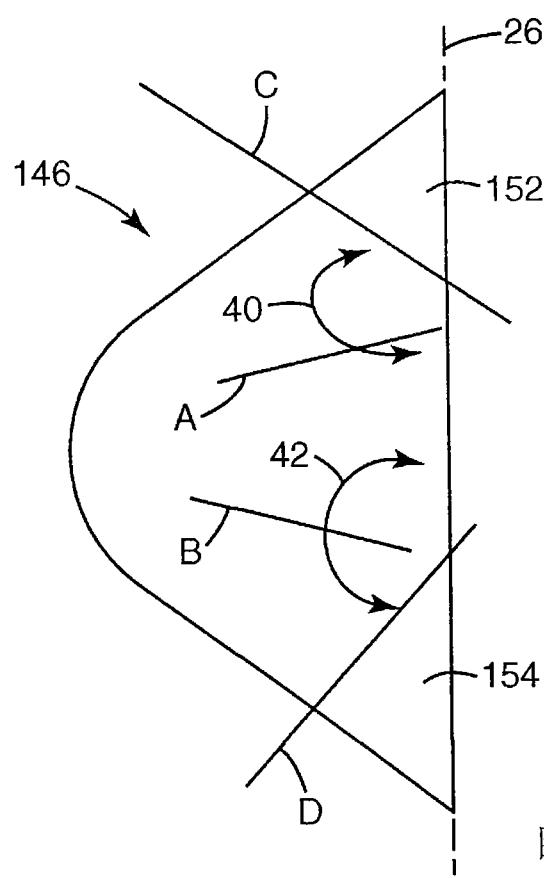
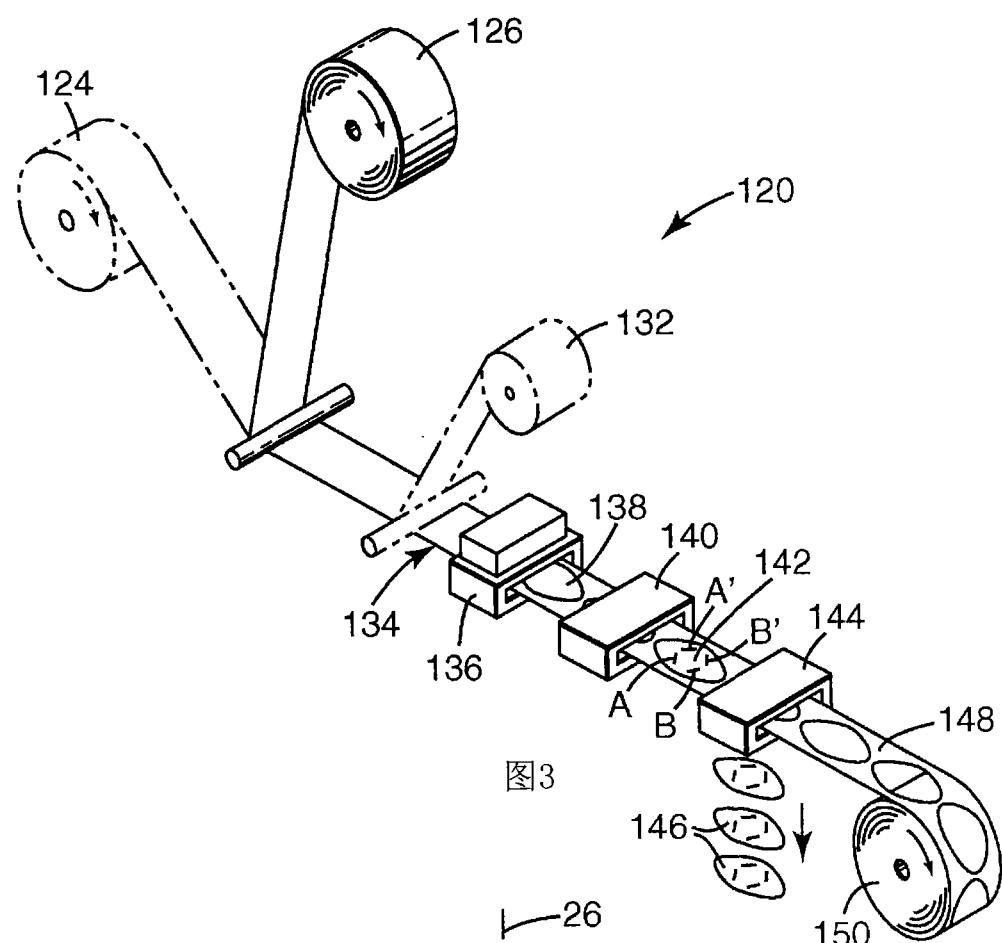


图2



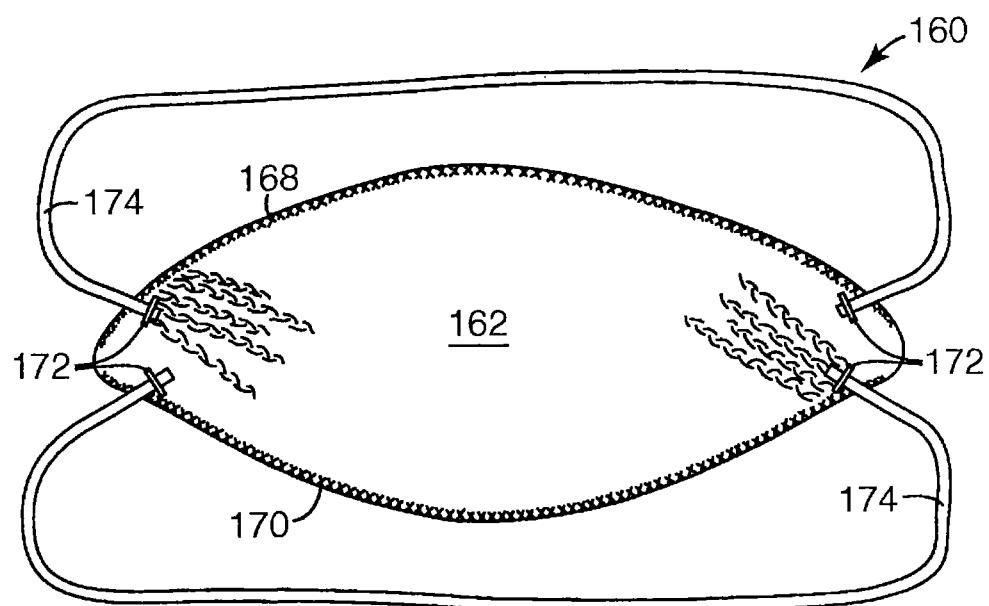


图5

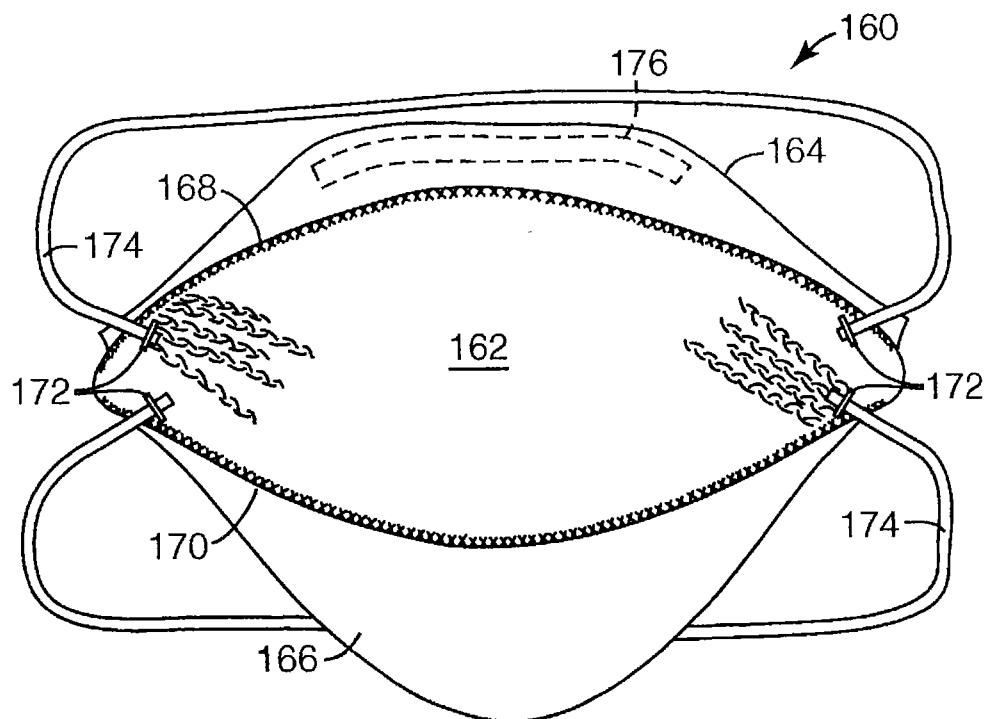


图6

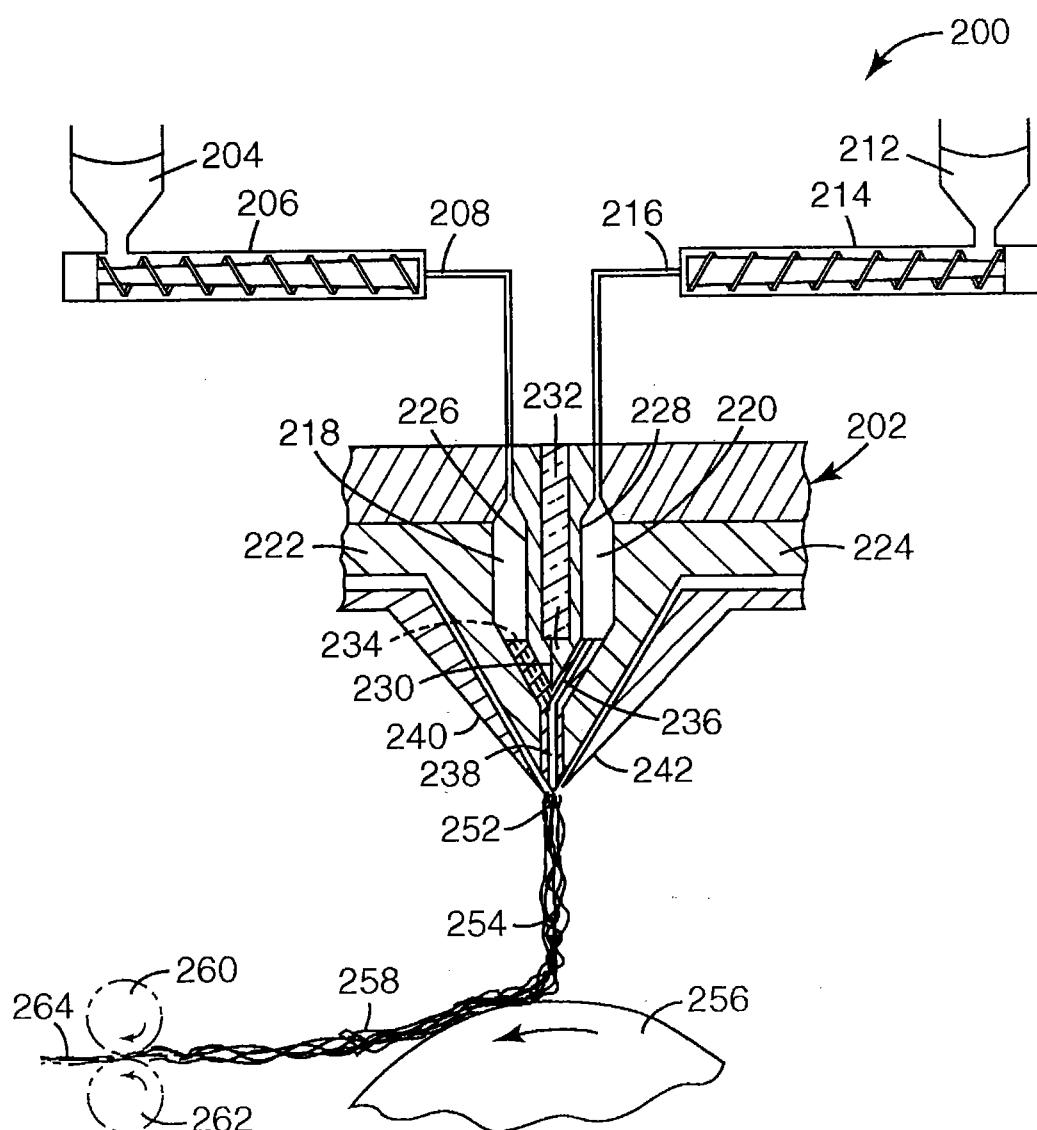


图7

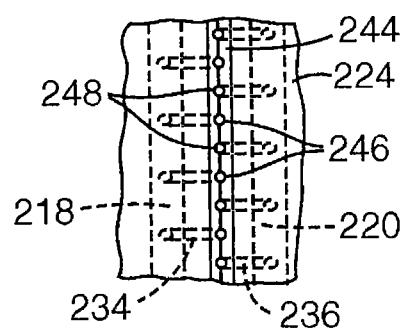


图8

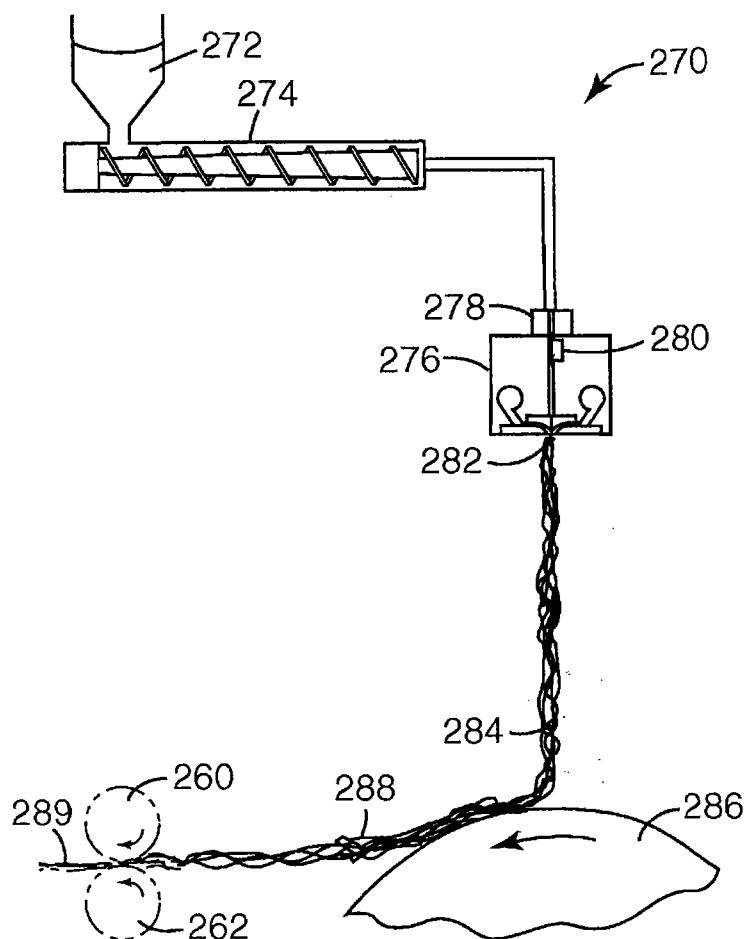


图9

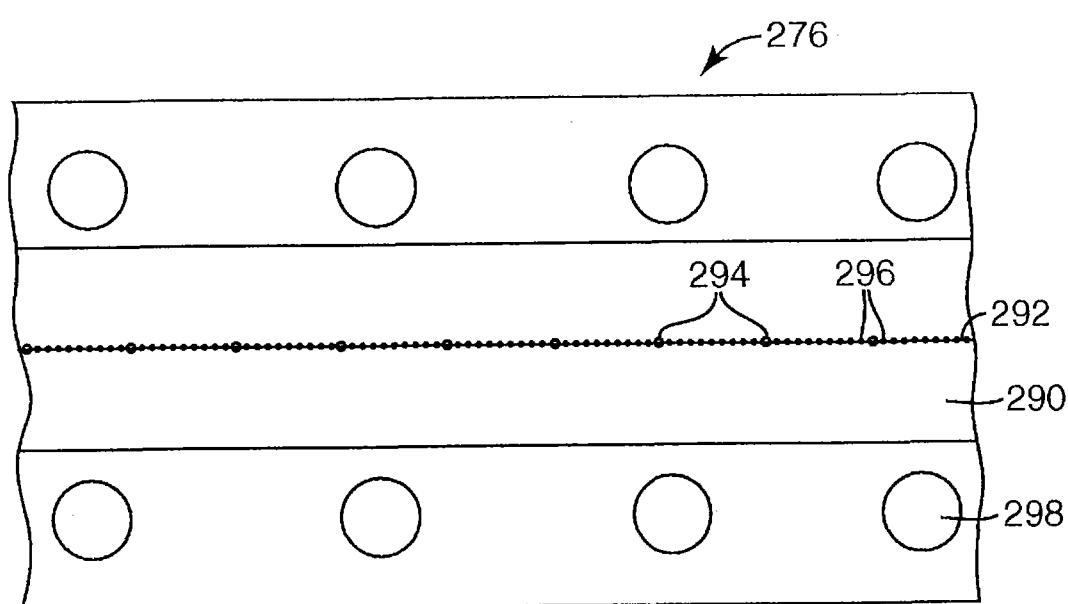


图10

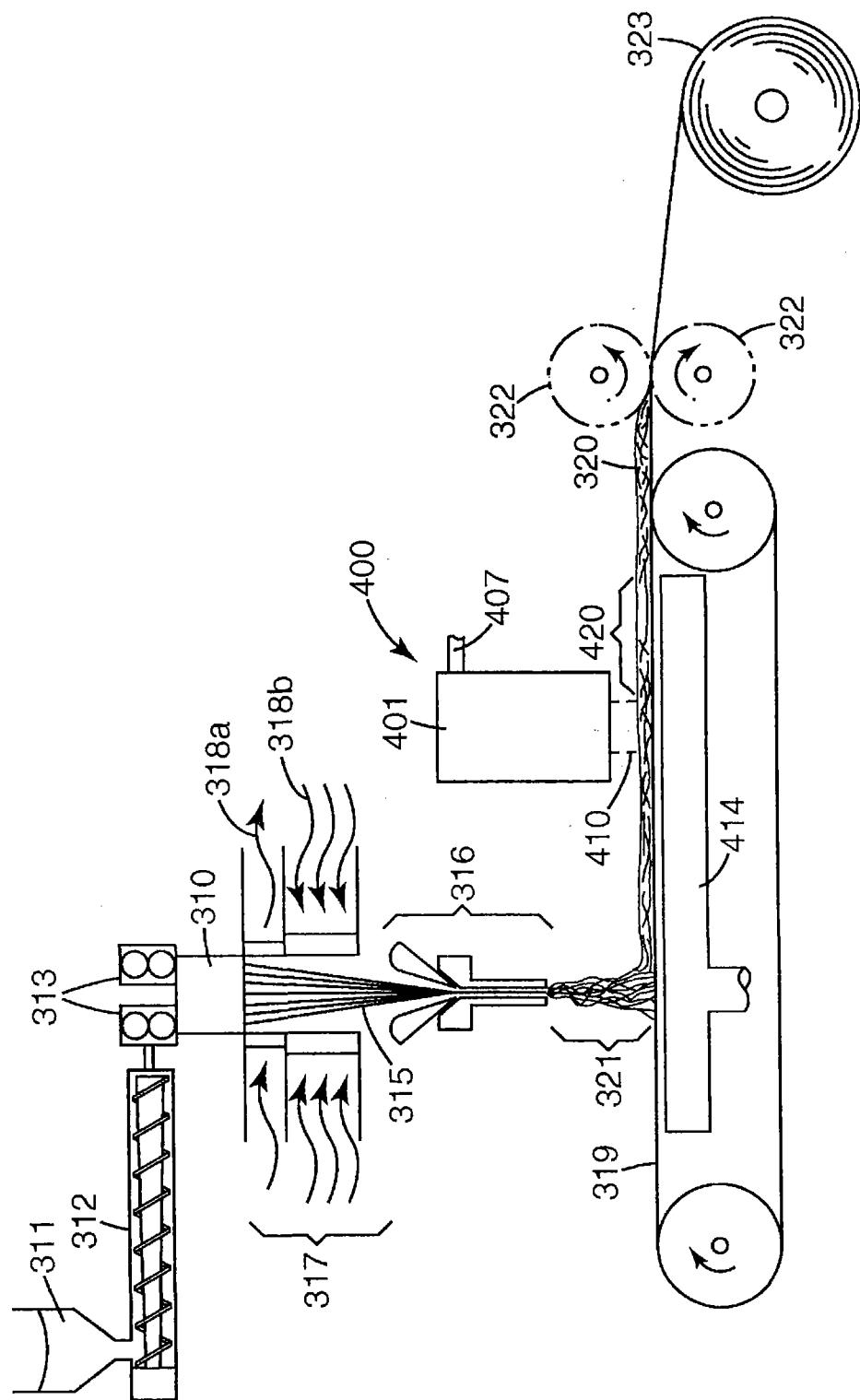
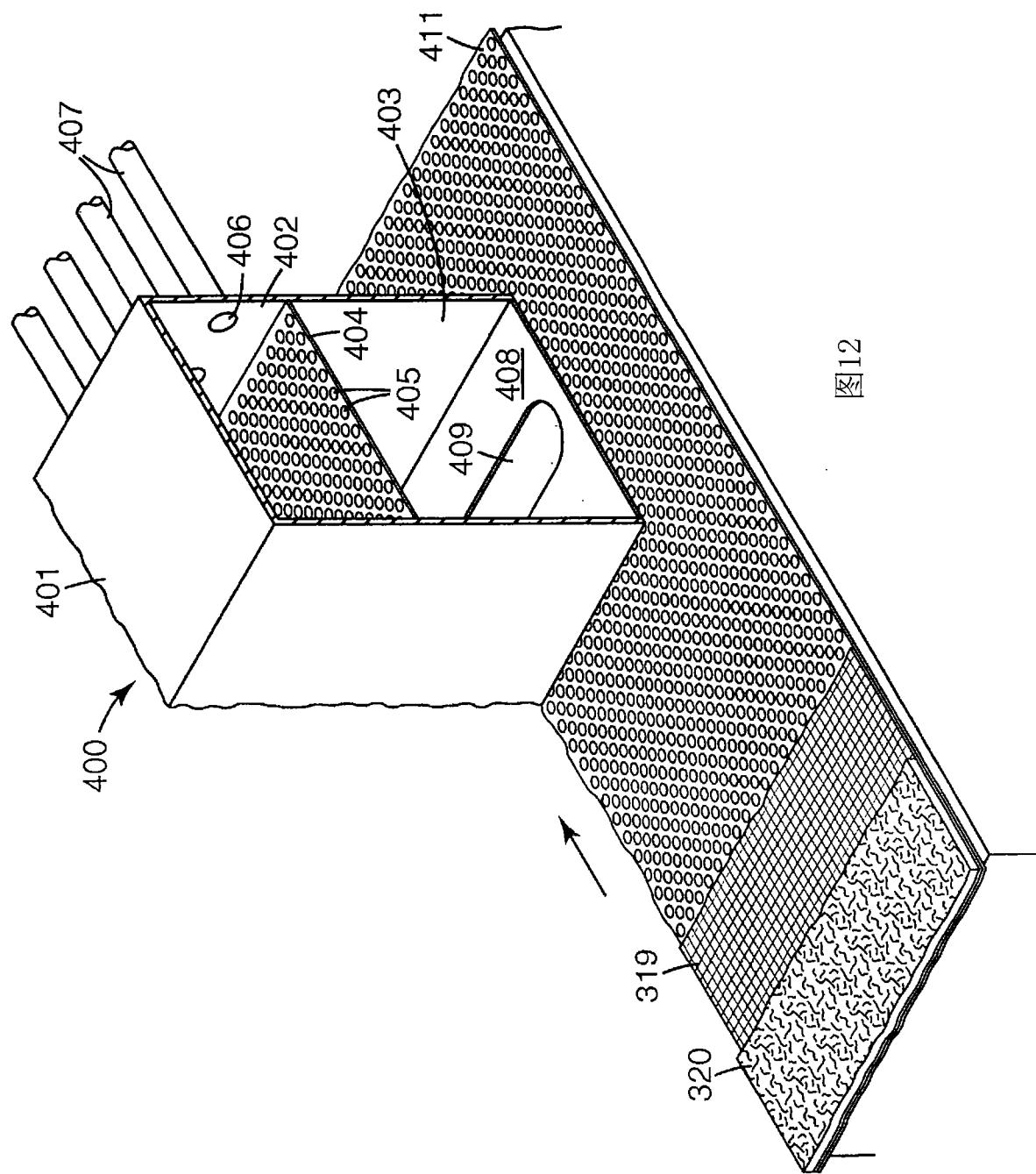


图11



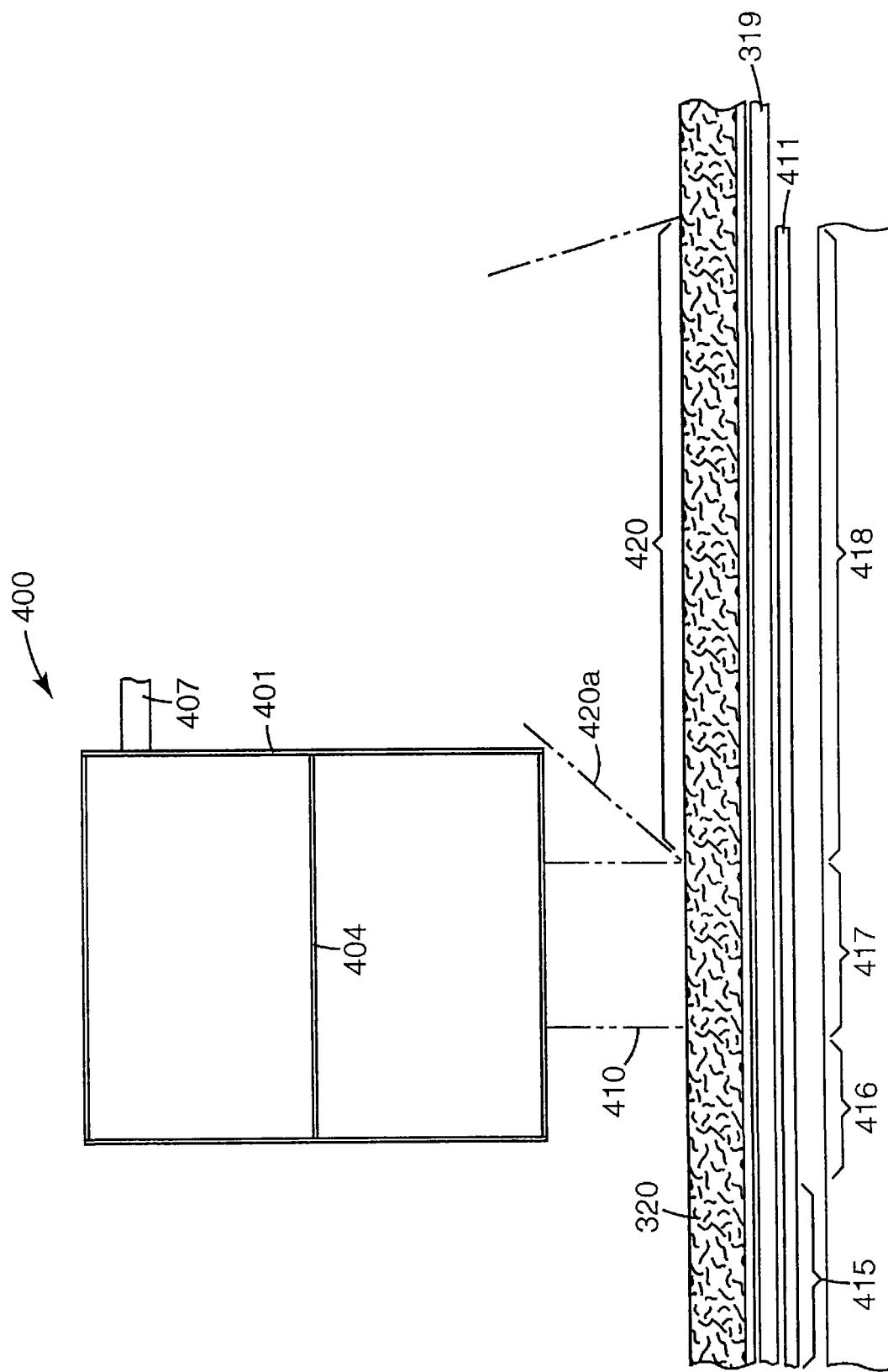


图13