

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利申请公布说明书

*B04C 5/185 (2006.01)*

*A47L 9/16 (2006.01)*

*B04C 5/04 (2006.01)*

*B07B 7/08 (2006.01)*

[21] 申请号 200780016174.5

[43] 公开日 2009年5月20日

[11] 公开号 CN 101437624A

[22] 申请日 2007.3.9

[21] 申请号 200780016174.5

[30] 优先权

[32] 2006.3.10 [33] US [31] 60/780,824

[86] 国际申请 PCT/CA2007/000380 2007.3.9

[87] 国际公布 WO2007/104141 英 2007.9.20

[85] 进入国家阶段日期 2008.11.4

[71] 申请人 GBD 公司

地址 巴哈马拿骚

[72] 发明人 W·E·康拉德

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

代理人 柴毅敏

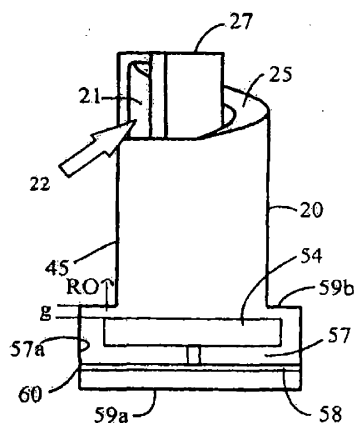
权利要求书 5 页 说明书 54 页 附图 27 页

## [54] 发明名称

具有分隔器的真空清洁器

## [57] 摘要

一种室内真空清洁器包括：脏空气入口；手柄；具有外壁、位于脏空气入口下游的流体入口、和流体出口的气旋分离器；具有气旋室表面的板，该板被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室，气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁，气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周，脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部；在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道，该通道被构造成使得当脏物行进通过通道时，被分离的脏物至少向外行进；和空气流动马达。



1. 一种室内真空清洁器，包括：

(a) 脏空气入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、位于脏空气入口下游的流体入口、和流体出口的气旋分离器；

(d) 具有气旋室表面的板，所述板被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室，气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁，气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周，脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部；

(e) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道，该通道被构造成使得当脏物行进通过通道时，被分离的脏物至少向外行进；和

(f) 空气流动马达。

2. 如权利要求 1 所述的真空清洁器，其中，所述通道在板的气旋室表面和气旋分离器的外壁的向外延伸部分之间形成。

3. 如权利要求 1-2 中的任一项所述的真空清洁器，其中，脏物收集室和气旋室中的每一个具有外周，所述板被布置在向外延伸部分的下面，脏物收集室的外周比气旋室的外周大。

4. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的真空清洁器，其中，所述板包括邻近脏物收集室的气旋室端部布置的盘，并且脏物收集室在盘的至少一部分下面延伸。

5. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的真空清洁器，其中，所述板包括气旋室的地板，脏物收集室不在全部地板下面延伸。

6. 如权利要求 1-3 中的任一项所述的真空清洁器，其中，所述板包括气旋室的地板，脏物收集室不在地板下面延伸。

7. 如权利要求 1-6 中的任一项所述的真空清洁器，还包括具有流动定向表面的流动定向器，所述流动定向表面从气旋室的外壁向内和向下延伸进入气旋室而到达板上方的位置，并且在流动定向器和板的

气旋室表面之间形成通道。

8. 如权利要求 1-6 中的任一项所述的真空清洁器, 还包括与气旋室共线并且借助于内部环形壁与气旋室分隔的环形脏物收集区域, 所述内部环形壁具有与板分隔的终端, 并且在终端和板的气旋室表面之间形成通道。

9. 如权利要求 1-8 中的任一项所述的真空清洁器, 其中, 流体出口包括具有入口的管, 所述管沿气旋室的轴线延伸到流体入口下面的位置并具有与板间隔的端部。

10. 如权利要求 9 所述的真空清洁器, 还包括与空气流动管的入口处于覆盖关系的筛, 所述筛与板间隔。

11. 如权利要求 1-10 中的任一项所述的真空清洁器, 其中, 气旋分离器具有邻近流体入口的直径, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/3$ 。

12. 如权利要求 11 所述的真空清洁器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/6$ 。

13. 如权利要求 11 所述的真空清洁器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/10$ 。

14. 如权利要求 11 所述的真空清洁器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/20$ 。

15. 如权利要求 1-14 中的任一项所述的真空清洁器, 其中, 脏物收集室具有可打开的底部。

16. 一种气旋分离器, 包括:

(a) 外壁、流体入口和流体出口, 流体出口包括具有入口的管, 所述管沿气旋分离器的轴线延伸到流体入口下面的位置;

(b) 具有气旋室表面的板, 所述板被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室, 气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁, 气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周, 脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部, 流体出口具有与板间隔的流体出口; 和

(c) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道, 所述通道被构造成使得当脏物行进通过通道时, 被分离的脏物至少向外行进。

17. 如权利要求 16 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道在板的气旋室表面和气旋分离器的外壁的向外延伸部分之间形成。

18. 如权利要求 16-17 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 脏物收集室和气旋室中的每一个具有外周, 所述板被布置在向外延伸部分的下面, 脏物收集室的外周比气旋室的外周大。

19. 如权利要求 16-18 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 所述板包括邻近脏物收集室的气旋室端部布置的盘, 并且脏物收集室在盘的至少一部分下面延伸。

20. 如权利要求 16-18 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 所述板包括气旋室的地板, 脏物收集室不在全部地板下延伸。

21. 如权利要求 16-20 中的任一项所述的气旋分离器, 还包括具有流动定向表面的流动定向器, 所述流动定向表面从气旋室的外壁向内和向下延伸进入气旋室而到达板上方的位置, 并且在流动定向器和板的气旋室表面之间形成通道。

22. 如权利要求 16-20 中的任一项所述的气旋分离器, 还包括与气旋室共线并且借助于内部环形壁与气旋室分隔的环形脏物收集区域, 所述内部环形壁具有与板间隔的终端, 并且在终端和板的气旋室表面之间形成通道。

23. 如权利要求 16-22 中的任一项所述的气旋分离器, 还包括与空气流动管的入口处于覆盖关系的筛, 所述筛与板间隔。

24. 如权利要求 16-23 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 气旋分离器具有邻近流体入口的直径, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/3$ 。

25. 如权利要求 24 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/6$ 。

26. 如权利要求 24 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/10$ 。

27. 如权利要求 24 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的直径小于所述直径的  $1/20$ 。

28. 如权利要求 16-27 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 脏物收集室具有可打开的地板。

29. 如权利要求 16-28 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 气旋分离器被用于表面清洁设备中, 所述表面清洁设备具有位于气旋分离器的流体入口上游的脏空气入口、手柄和空气流动马达。

30. 一种气旋分离器, 包括:

(a) 外壁、流体入口和流体出口, 气旋分离器具有邻近流体入口的直径;

(b) 具有气旋室表面并被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室的板, 气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁, 气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周, 脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部;

(c) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道, 所述通道被构造成使得当脏物行进通过通道时, 被分离的脏物至少向外行进, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/3$ 。

31. 如权利要求 30 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/6$ 。

32. 如权利要求 30 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的高度小于所述直径的  $1/10$ 。

33. 如权利要求 30 所述的气旋分离器, 其中, 所述通道的直径小于所述直径的  $1/20$ 。

34. 如权利要求 30-33 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 所述通道在板的气旋室表面和气旋分离器的外壁的向外延伸部分之间形成。

35. 如权利要求 30-34 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 流体出口包括具有入口的管, 所述管沿气旋室的轴线延伸到流体入口下面的位置并具有与板间隔的端部。

36. 如权利要求 35 所述的气旋分离器, 还包括与空气流动管的入口处于覆盖关系的筛, 所述筛与板间隔。

37. 如权利要求 30-37 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 脏物收集室和气旋室中的每一个具有外周, 所述板被布置在向外延伸部分的下面, 脏物收集室的外周比气旋室的外周大。

38. 如权利要求 37 所述的气旋分离器, 其中, 所述板包括邻近脏物收集室的气旋室端部布置的盘, 并且脏物收集室在盘的至少一部分下面延伸。

39. 如权利要求 37 所述的气旋分离器, 其中, 所述板包括气旋室的地板, 脏物收集室不在全部地板下延伸

40. 如权利要求 30-39 中的任一项所述的气旋分离器, 还包括具有流动定向表面的流动定向器, 所述流动定向表面从气旋室的外壁向内和向下延伸进入气旋室而到达板上方的位置, 并且在流动定向器和板的气旋室表面之间形成通道。

41. 如权利要求 30-39 中的任一项所述的气旋分离器, 还包括与气旋室共线并且借助于内部环形壁与气旋室分隔的环形脏物收集区域, 所述内部环形壁具有与板间隔的终端, 并且在终端和板的气旋室表面之间形成通道。

42. 如权利要求 30-41 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 脏物收集室具有可打开的地板。

43. 如权利要求 30-42 中的任一项所述的气旋分离器, 其中, 气旋分离器被用于表面清洁设备中, 所述表面清洁设备具有位于气旋分离器的流体入口上游的脏空气入口、手柄和空气流动马达。

## 具有分隔器的真空清洁器

### 技术领域

本发明在一个方面涉及例如真空清洁器的一种气旋表面清洁设备，其具有将脏物收集室从气旋室分隔的分隔器。该真空清洁器可以具有一个包括多个平行气旋的气旋级，或具有多个气旋级，所述多个气旋级中至少两个气旋级包括多个平行的气旋。本发明在另一个方面涉及改进的气旋设计。本发明在进一步的方面涉及改进的气旋阵列的设计，包括其中气旋并排布置、其中一些并且优选地全部的气旋平行地连接的设计。

### 背景技术

气旋真空清洁器在本领域是已知的。此外，包括一个第一级气旋和多个第二级气旋的气旋真空清洁器是已知的。一个实例在 Conrad（美国专利号 6782585）中示出。如其中所示的，真空清洁器具有包括单个第一级气旋的第一气旋清洁级和位于第一气旋清洁级下游并包括多个平行气旋的第二气旋清洁级。

多个第二级气旋典型地去除比第一气旋清洁级去除的微粒物质更细的微粒物质。因此，空气流中所含的最粗的微粒物质在第一气旋清洁级中被去除，较细的微粒物质在下游的气旋清洁级中被去除。但是，从第二气旋清洁级退出的空气可能仍然包含足以损坏布置在第二气旋清洁级下游的抽吸马达的微粒物质。因此，如 Conrad 专利中所示，在第二气旋清洁级的下游和抽吸马达的上游可以放置一个清洁器。

### 发明内容

按照第一实施例，用于真空清洁器的气旋室可以具有位于气旋分离器的外壳的相对两端（顶端和底端）中间的板，以便将气旋外壳的

内部分隔成上部气旋室和下部脏物收集区域或位于上部气旋室下面的室。板与气旋分离器的结构相结合而产生将气旋室和脏物收集室连接连通的通道，这样，进入气旋室的脏物被传送到脏物收集室中。通道的全部或至少一部分横向或向外延伸。

板可以是本领域中已知的任意一种，例如美国专利号 6874197 中公开的。该板可以具有多个开口，或者优选地，它是实心的。该板位于外壳的外壁内部，以在板的外周边缘和气旋外壳的内壁之间限定环形间隙。板与流动定向器的一部分或外壳的向外延伸部分的一部分重叠，以限定通道。板的周壁可以具有变化的几何形状和方位，以有助于微粒的去除。

在一个替换实施例中，代替板，气旋外壳底部的中心部分可以向内升高，以便限定一个高台。因此，脏物收集室不需要在板或该高台下面延伸。

按照该方面的第一实施例，提供了一种室内真空清洁器，包括：

(a) 脏空气入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、位于脏空气入口下游的流体入口、以及流体出口的气旋分离器；

(d) 具有气旋室表面的板，所述板被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室，气旋室和脏物收集室中的每一个都具有外壁，气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁都具有外周，脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部；

(e) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道，该通道被构造成使得当脏物行进通过通道时，被分离的脏物至少向外行进；和

(f) 空气流动马达。

在一个实施例中，该通道在板的气旋室表面和气旋分离器的外壁的向外延伸部分之间形成。

在另一个实施例中，脏物收集室和气旋室中的每一个具有外周，该板被布置在向外延伸部分下面，脏物收集室的外周比气旋室的外周



大。

在另一个实施例中，该板包括邻近脏物收集室的气旋室端部布置的盘，并且脏物收集室在盘的至少一部分下面延伸。

在另一个实施例中，该板包括气旋室的地板，脏物收集室不在全部地板下面延伸。

在另一个实施例中，该板包括气旋室的地板，脏物收集室不在地板下面延伸。

在另一个实施例中，真空清洁器还包括具有流动定向表面的流动定向器，所述流动定向表面从气旋室的外壁向内和向下延伸进入气旋室而到达板上面的位置，并且在流动定向器和板的气旋室表面之间形成通道。

在另一个实施例中，真空清洁器还包括与气旋室共线并且借助于内部环形壁与气旋室分隔的环形脏物收集区域，该内部环形壁具有与板间隔的终端，并且在终端和板的气旋室表面之间形成通道。

在另一个实施例中，流体出口包括具有入口的管，该管沿气旋室的轴线延伸到流体入口下面的位置并具有与板间隔的端部。优选地，筛与空气流动管的入口处于覆盖关系，筛与板间隔。

在另一个实施例中，气旋分离器具有邻近流体入口的直径，该通道的高度小于该直径的  $1/3$ ，优选地小于该直径的  $1/6$ ，更优选地小于该直径的  $1/10$ ，最优选地小于该直径的  $1/20$ 。

在另一个实施例中，脏物收集室具有可打开的底部。

在另一个实施例中，板可在底部被打开之后被移除。

按照该方面的第二实施例，提供了一种气旋分离器，包括：

(a) 外壁、流体入口和流体出口，流体出口包括具有入口的管，管沿气旋分离器的轴线延伸到流体入口下面的位置；

(b) 具有气旋室表面的板，所述板被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室，气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁，气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周，脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部，流体出口具有与板间隔的流

体出口；和

(c) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道，该通道被构造成使得当脏物行进通过通道时，被分离的脏物至少向外行进。

在另一个实施例中，板可在底部被打开之后被移除。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任意一个可以用于该第二实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照该方面的第三实施例，提供了一种气旋分离器，包括：

(a) 外壁、流体入口和流体出口，气旋分离器具有邻近流体入口的直径；

(b) 具有气旋室表面并被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室的板，气旋室和脏物收集室中的每一个具有外壁，气旋室和脏物收集室中的每一个的外壁具有外周，脏物收集室具有与脏物收集地板间隔的气旋室端部；和

(c) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道，该通道被构造成使得当脏物行进通过通道时，被分离的脏物至少向外行进，该通道的高度小于所述直径的  $1/3$ 。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任意一个可以用于该第三实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第二实施例，第一实施例中的板或本领域中已知的任意板独立于底部开口门的运动而可移动地安装在气旋外壳中，或者被可移除地安装。例如，板可以借助于磁体固定在适当的位置。替换地，板可以机械地固定在适当的位置，例如借助于具有一个或多个接收在开口中并通过例如可松开的卡扣配合而固定在其中的构件的板。这样，板可以被卡扣到适当的位置，并按需要从中被移除。替换地或者另外地，板可以被安装在用于从第一位置到第二位置移动的机械构件上，在第一位置，板将气旋外壳内部分隔成气旋室和脏物收集室，在第二位置，板被移动到一个位置，其中板被定位成使得脏物可以通

常自由地从一个室到达另一个室，然后从气旋外壳的打开的端部出来。例如，板可以被枢转到与气旋外壳的纵向轴大体平行的位置。

该设计的一个优点是，磁体允许为了处理和/或清洁而移除板。此外，采用磁体的另一优点是，磁体有助于将磁性微粒吸引和保持在气旋室中，从而提高气旋的效率。特别地，通过具有刷子的电动马达产生的碳尘是有磁性的。因此，使用包括磁体的气旋有助于将碳尘从空气流中去除。因此，优选的是利用包含位于马达下游的磁体的一个气旋或气旋阵列，所述磁体任选地代替过滤器，例如 HEPA 过滤器。可以理解的是，磁体可以被用于帮助在这里提出的任意实施例中的微粒捕获。

按照该方面的第一实施例，提供了一种表面清洁设备，包括；

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、位于脏物入口下游的流体入口、和流体出口的气旋分离器；

具有气旋室表面并被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室的板，板可移除地安装在气旋分离器中；

(d) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道；和

(e) 流体流动马达。

在一个实施例中，板借助于磁体被保持在气旋分离器中的适当的位置。

在另一个实施例中，板被机械地保持在适当的位置。例如，气旋分离器具有机械接合构件，并且板具有可与机械接合构件接合的部分。

在另一个实施例中，板具有手握持部分。优选地，手握持部分包括从板延伸离开的轴。

在另一个实施例中，脏物收集室在板下面延伸。

在另一个实施例中，还包括具有流动定向表面的流动定向器，所述流动定向表面从气旋室的外壁向内和向下延伸进入气旋室而到达板上面的位置。

在另一个实施例中，表面清洁设备选自由真空清洁器、清扫器和地毯除尘器构成的组。

在另一个实施例中，脏物收集室具有可打开的底部。

在另一个实施例中，板可在底部被打开之后被移除。

按照该方面的第二实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、位于脏物入口下游的流体入口、可打开的底部和流体出口的气旋分离器；

(d) 具有气旋室表面并被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室的板，板独立于底部可移动地安装在气旋分离器中；

(e) 在气旋室和脏物收集室之间延伸的通道；和

(e) 流体流动马达。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任意一个可以用于该第二实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第三方面，用于表面清洁设备（优选地为真空清洁器）的过滤单元使用至少两个气旋级，其中每一级包括多个平行的气旋。该设计的一个优点是，气旋中的背压减小了。例如，过滤单元的气旋分离结构可以包括第一级和第二级，第一级包括多个平行的气旋，第二级包括多个平行的气旋。在目前已知的设计中，使用单个的第一级气旋。作为比较，按照此第三实施例，表面清洁设备中的脏空气可以首先在包括多个平行气旋的气旋级中进行处理，随后在包括多个平行气旋的气旋级中进行处理，其中两个气旋级优选地位于空气流动马达的上游。包括多个平行气旋的第三气旋级可以位于空气流动马达的下游。

优选地，一级中的每个气旋不与下一级中的全部气旋流体流动连通。更优选地，一级中的每个气旋与仅仅一个下游的气旋流体连通。因此，退出一个气旋的空气仅被供给到一个下游的气旋中。

按照该优选的设计，上游气旋的出口与下游气旋的入口流体连通连接。上游气旋的出口可以是成切线的或延伸少于一整周的螺旋形。更优选地，上游气旋的出口和下游气旋的入口中的每一个被构造为它们独立地延伸少于一整周。当出口和入口被直接地连接在一起时，它们可以共同地包括延伸多于一周的连续螺旋线。因此，当上游气旋的出口和下游气旋的入口被结合时，它们可以形成连续的螺旋线。该设计的一个优点是，在上游气旋中产生的空气的旋转动量可以在下游气旋中利用，优选地在下游气旋中增大。例如，当空气流进入第一气旋时，能量将被消耗以产生空气的旋转运动。如果利用成切线的出口，那么当空气行进通过成切线的出口时，某些旋转动量将被保存并且实际上被增大。如果成切线的出口与下游气旋的入口结合或被供给到下游气旋的入口，那么旋转动量可以在没有长很多的螺旋形或成切线的入口的情况下被保存并增大。可以理解的是，来自上游气旋的成切线的出口和到下游气旋的成切线的入口（其中，它们被连接以保持至少某些旋转动量，并且优选地它们被连接在一起）的使用可以被用在替换结构中。例如，它们可以被用在这里公开的任意实施例中。它们可以被用于在其中一个气旋与多于一个的下游气旋连接的实施例和其它的应用领域中。

按照该方面的第一实施例，提供了一种家庭装置，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 第一和第二气旋级，其中，每个气旋级包括多个平行的气旋，第二气旋级位于第一气旋级的下游；和

(c) 流体流动马达。

在一个实施例中，至少一个气旋具有脏物收集室，在便携式装置的操作中，该脏物收集室不与任何其它的气旋连通。

在另一个实施例中，至少一个气旋级中的每个气旋具有相应的脏物收集室，并且每个脏物收集室仅与一个气旋连接。优选地，全部脏物收集室同时被排空。更优选地，脏物收集室具有共用的可打开的底部。

在另一个实施例中，第二气旋级中的每个气旋与第一气旋级中的一个气旋流体流动连通。

在另一个实施例中，第一气旋级的每个气旋具有流体出口，第二气旋级的每个气旋具有流体入口，第一气旋级的气旋的出口和第二气旋级的气旋的入口形成连续的通道。优选地，流体出口被构造为保持至少某些通过流体流动通过相连的气旋产生的气旋流动。更优选地，通道包括连续的曲线。

在另一个实施例中，至少一个气旋级包括至少 15 个平行的气旋，优选地至少 20 个，更优选地大约 25 个或更多。

在另一个实施例中，至少一个气旋级每平方英寸包括至少一个气旋，优选地每平方英寸包括至少两个气旋。

在另一个实施例中，该装置是表面清洁设备、家庭空气清洁器或呼吸面具。

在另一个实施例中，该装置是表面清洁设备。

在另一个实施例中，表面清洁设备选自由真空清洁器、清扫器和地毯除尘器构成的组。

在另一个实施例中，气旋级位于马达的上游。优选地，空气在不通过过滤器的情况下从气旋级行进到马达。

在另一个实施例中，便携式装置还包括附加的气旋级，其中，三个气旋级位于马达的上游。

在另一个实施例中，空气在不通过过滤器的情况下从三个气旋级行进到马达。

在另一个实施例中，便携式装置还包括马达后气旋级。优选地，退出马达后气旋级的流体在不使用 HEPA 过滤器的情况下具有至少等于 HEPA 的过滤水平。替换地或者另外地，马达后气旋级包括多个平行的气旋。

在另一个实施例中，第一和第二气旋级中的每一个可独立地从该装置中被移除。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组

合组合在一个设备中。

按照本发明的第四方面，表面清洁设备（优选地为真空清洁器）具有两个气旋级，其中一个气旋级包括多个平行的气旋和至少一个与其相连的脏物收集室，其中，多个气旋和相连的脏物收集室包括可作为密封单元（除了用于通向气旋和从气旋出来的流体流动通道的开口）从表面清洁设备上移除的气旋单元。在一个优选的实施例中，脏物收集室具有足够的容量，这样，在正常使用过程中，它们仅需一个月被排空一次，优选地三个月排空一次，更优选地四个月排空一次。该设计的优点是，由于增加的贮存容量，气旋单元仅需偶尔被移除和排空，因此当主要的或第一级收集室为了排空而被移除时，其可以保持在表面清洁设备中更多的时间。例如，如果第一气旋级为了排空而被移除时，那么当第一级将被排空时，将第二气旋级保持在表面清洁设备中会减小从表面清洁设备移除的部件的重量和尺寸。

替换地或者另外地，按照该第四实施例，表面清洁设备（优选地真空清洁器）具有至少第一和第二清洁级，其中第一清洁级具有脏物收集室，第二清洁级包括多个气旋和至少一个脏物收集室，其中，第一和第二清洁级被独立地排空。优选地，每一级包括多个气旋，更优选地，每一级包括多个脏物收集室。

按照该方面的第一实施例，提供了一种便携式真空清洁器，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 至少第一和第二清洁级，其中，第一清洁级具有脏物收集构件，第二清洁级包括多个气旋和至少一个脏物收集室，其中，第一和第二清洁级被独立地排空；和

(d) 空气流动马达。

在一个实施例中，在排空第二清洁级之前，第二清洁级从第一清洁级移除。

在另一个实施例中，第二清洁级自行地从真空清洁器移除。优选地，第二清洁级包括至少一个过滤器。

在另一个实施例中，第一和第二清洁级中的每一个可独立地从真空清洁器移除。优选地，第二清洁级位于第一清洁级下游。替换地或者另外地，第一清洁级包括至少一个气旋，脏物收集构件包括脏物收集室。

在另一个实施例中，第一清洁级具有贮存在使用真空清洁器用于惯常的家庭清洁一小时时间内产生的预定量脏物的容量，第二清洁级具有贮存预定量的至少三倍，优选地十倍的脏物的容量。

在另一个实施例中，第一和第二清洁级中的每一个具有一个贮存体积，选择第二级的贮存体积以使得当真空清洁器被用于收集真空清洁器所设计针对的微粒物质时，第二清洁级需要在第一级被排空每三次时被排空不多于一次，优选地，第一级被排空每十次时第二清洁级被排空不多于一次。

在另一个实施例中，第二清洁级具有贮存在真空清洁器的惯常使用中至少一个月的脏物的容量。

在另一个实施例中，第二清洁级具有贮存在真空清洁器的惯常使用中至少三个月的脏物的容量。

在另一个实施例中，第二清洁级具有多个同时被排空的脏物收集室。

在另一个实施例中，第二清洁级的每个气旋具有相连的脏物收集室，每个脏物收集室仅与一个气旋相连，并且第二清洁级的全部脏物收集室同时被排空。

在另一个实施例中，多个气旋和至少一个脏物收集室可作为封闭单元从真空清洁器中被移除。优选地，脏物收集室具有可打开的底部。替换地或者另外地，第二清洁级具有多个同时被排空的脏物收集室。

在另一个实施例中，当从真空清洁器被移除时，第二清洁级被密封，除了通向气旋和从气旋出来的流体流动通道。

在另一个实施例中，真空清洁器选自由直立真空清洁器、湿/干真空清洁器和罐真空清洁器构成的组。

在另一个实施例中，真空清洁器还包括可移动到打开位置的门，



其中，当门位于打开位置时，第二清洁级可被移除。

在另一个实施例中，第二清洁级可滑动地从真空清洁器中移除。

在另一个实施例中，第二清洁级可移除地安装到第一清洁级上。优选地，第二清洁级可从第一清洁级向上移动。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照该方面的第二实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 至少第一和第二清洁级，其中，第二清洁级包括多个气旋和至少一个脏物收集室，其中，除了通向气旋和从气旋出来的流体流动通道，第二清洁级为了排空可作为密封单元从表面清洁设备移除；和

(d) 空气流动马达。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任意一个可以用于该第二实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第五方面，表面清洁设备被构造为具有多个平行的气旋，所述多个平行的气旋具有至少一个相连的脏物收集室，优选地具有多个脏物收集室，其中至少一个脏物收集室（优选地每个脏物收集室）的内部从表面清洁设备的外部的位置是可视的。因此，消费者可以看见在脏物室中收集的脏物的量，并确定应当何时排空脏物室。如果表面清洁设备具有两个气旋级，并且气旋级被可独立地排空，更优选地可独立地移除，这是特别地有利的。因此，消费者将可视地确定应当何时排空气旋级。如果结合第四方面，特别地如果第二级具有其中不需要在每次第一级被排空时都被排空的脏物容量，该方面是特别地优选的。

虽然全部或部分相应的气旋和脏物收集室可以是透明的（即，可以被看透），但是在一个特别地优选的实施例中，仅有的透明部分需要是脏物收集室的上端（例如，在最大充填线下面延伸的部分）。这样，

脏物收集室的仅仅顶部或全部可以是透明的。该设计的一个优点是，当脏物收集容器被充满时，使用者将不能看到任一个脏物收集室的内部，并且将具有可视的信号以排空气旋级。如果气旋和脏物收集室的内部都是可视的，那么消费者可能过度充满脏物收集室，从而降低表面清洁设备的效率。优选地，预定的充填线上面的部分是不透明的。例如，全部气旋外壳可以由透明塑料制成，所需的部分可以通过涂覆（例如，涂料）和/或附着标签而被标记。

按照该方面的第一实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 包括多个气旋和至少一个脏物收集室的气旋清洁单元，多个气旋中的每一个具有外壁、内部、位于脏物入口下游的流体入口、和流体出口；

(d) 至少一个具有外壁和内部的脏物收集室，其中，表面清洁设备被构造成使得至少一个脏物收集室的内部从表面清洁设备外部的的位置是可视的；和

(e) 流体流动马达。

在一个实施例中，至少一个脏物收集室的外壁具有至少一个透明部分。

在另一个实施例中，至少一个脏物收集室具有最大推荐脏物容量，透明部分从限定最大推荐脏物容量的位置向下延伸。

在另一个实施例中，至少一个脏物收集室具有最大推荐脏物容量，至少一个脏物收集室的外壁在限定最大推荐脏物容量的位置上方是不透明的。

在另一个实施例中，至少一个脏物收集室的外壁是表面清洁设备的外壁。优选地，至少一个脏物收集室的全部外壁是透明的。更优选地，表面清洁设备还包括位于至少一个脏物收集室的外壁的径向之外的透明的壁。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括位于至少一个脏物收集

室的外壁之外的壁，该位于至少一个脏物收集室的外壁之外的壁的至少一个足够的部分是透明的，以允许使用者观察至少一个脏物收集室的外壁的透明部分。

在另一个实施例中，多个气旋中的每一个具有相连的脏物收集室。优选地，每个相连的脏物收集室具有外壁，该外壁的至少一部分是透明的。替换地或者另外地，每个相连的脏物收集室具有可打开的底部。

在另一个实施例中，多个气旋中的每一个具有被布置成将气旋分离器大致地分隔成气旋室和脏物收集室的板。

在另一个实施例中，表面清洁设备具有至少第一和第二气旋级，气旋清洁单元包括第二气旋级。

在另一个实施例中，第一和第二气旋级中的每一个可独立地从表面清洁设备中移除。

在另一个实施例中，第一气旋级包括单个气旋。

在另一个实施例中，第一气旋级包括多个平行的气旋。优选地，第一气旋清洁单元的多个气旋具有至少一个第一级脏物收集室，所述至少一个第一级脏物收集室具有第一级外壁和第一级内部，其中，表面清洁设备被构造成使得第一级内部从表面清洁设备的外部的的位置是可视的。

在另一个实施例中，每个气旋的外壁的至少一部分是透明的。

在另一个实施例中，每个气旋的外壁是透明的。

在另一个实施例中，气旋的外壁的部分形成表面清洁设备的外壁。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括位于气旋的外壁之外的壁，该位于气旋的外壁之外的壁的至少足够的部分是透明的，以允许使用者观察气旋的外壁的透明部分。

在另一个实施例中，每个气旋和相连的脏物收集室由透明塑料整体地模制。优选地，脏物收集室的外壁是表面清洁设备的外表面的一部分，气旋的透明塑料被处理，以将气旋的侧壁着色成不透明的。替换地或者另外地，表面清洁设备还包括位于气旋清洁单元之外的壁，该壁的至少足够的部分是透明的，以允许使用者观察仅仅脏物收集室

的内部。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括与从气旋出来的流体出口流体流动连通的头部，其中，头部是透明的。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括过滤器壳体，该过滤器壳体的至少一部分是透明的。优选地，当真空清洁器被使用时，过滤器壳体的透明部分是可视的。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括过滤器壳体，该过滤器壳体的至少一部分是透明的，其中，当至少一个气旋级被移除时，过滤器壳体的透明部分是可视的。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照该方面的第二实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

- (a) 脏物入口；
- (b) 手柄；
- (c) 至少一个气旋清洁级；
- (d) 过滤器壳体，其至少一部分是透明的；和
- (e) 流体流动马达。

在一个实施例中，当真空清洁器被使用时，过滤器壳体的透明部分是可视的。

在另一个实施例中，气旋清洁级可从表面清洁设备移除，并且当气旋清洁级被移除时，过滤器壳体的透明部分是可视的。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括可打开的门，并且当门被打开时，过滤器壳体的透明部分是可视的。

在另一个实施例中，过滤器是马达前过滤器。

在另一个实施例中，全部过滤器壳体是透明的。

在另一个实施例中，表面清洁设备具有至少第一和第二气旋清洁级。优选地，第一和第二气旋清洁级中的每一个可单独从表面清洁设备中移除。替换地或者另外地，第一气旋清洁级包括单个气旋。替换地或者另外地，至少一个气旋清洁级包括多个平行的气旋。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任意一个可以用于该第二实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第六方面，表面清洁设备具有气旋分离器内部的至少一个可视部分和被布置以向气旋分离器内部的至少一部分提供照明的照明构件。该设计的一个优点是提高了使用者观察气旋室中的气旋作用的能力（并且知道是否存在空气流动模式的问题）和/或知道脏物收集室何时需要排空。例如，如果真空清洁器在低光情况下被使用，例如，在夜间的室内，那么对于消费者来说，观察气旋分离器的内部是困难的。可以理解的是，如果结合第四和第五方面中的一个或两个，该方面是特别地有用的。

如果过多的脏物堆积在脏物收集室中，那么气旋的效率降低了，行进通过气旋而未被捕获的脏物的量增加了。这可以导致过多的脏物通过装置（例如真空清洁器）的抽吸马达，从而缩短装置的平均寿命。提高消费者监控被气旋分离器捕获的脏物的能力使得消费者允许过多的脏物堆积在气旋的脏物收集容器中的可能性降低了。

按照该方面，全部或部分气旋分离器外壳可以由电致发光的材料构成。替换地，全部或部分气旋的内壁可以被涂上电致发光的材料。

例如，气旋的前部的全部或部分可以是透明的，后部的全部或部分可以具有电致发光的涂层。由电致发光的材料提供的照明提高了消费者观察气旋室内部和确定在其中堆积的脏物的量的能力。因此，当脏物收集室或容器（优选地，其是气旋分离器外壳的一部分）需要被排空时，对于消费者来说将是更加显而易见的。替换地，仅仅容纳气旋室的气旋分离器外壳可以被这样处理或由电致发光的材料制成，由此，堆积在气旋室中的脏物的外观是使用者排空脏物收集室的可视信号。

替换地或者另外地，一个或多个灯可以设在气旋室的内部和/或引向气旋室的内部，以便提高消费者确定气旋室中存在的脏物的量的能力。优选地，灯包括一个或多个发光二极管。

按照该方面的一个实施例，提供了一种具有外表面的表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 具有气旋分离器内部和外壁的气旋分离器，该外壁具有内表面，气旋分离器包括气旋室和脏物收集室，脏物收集室和气旋室中的每一个具有外壁，表面清洁设备被构造成使得气旋分离器内部从表面清洁设备外部的的位置是可视的；

(d) 被布置以向气旋分离器内部的至少一部分提供照明的照明构件；和

(e) 流体流动马达。

在一个实施例中，照明构件包括电致发光的材料，气旋分离器的一部分由电致发光的材料构成。优选地，气旋分离器具有前部和后部，后部有电致发光的材料构成，前部是透明的。

在另一个实施例中，照明构件包括电致发光的涂层，气旋分离器的一部分被涂上电致发光的涂层。优选地，气旋分离器具有前部和后部，后部被涂上电致发光的材料，前部是透明的

在另一个实施例中，照明构件包括至少一个灯。

在另一个实施例中，灯位于气旋分离器中。

在另一个实施例中，灯位于气旋分离器之外，由此产生的光被向内导入气旋分离器内部。

在另一个实施例中，灯包括至少一个发光二极管。

在另一个实施例中，脏物收集室具有脏物室内部，其中，表面清洁设备被构造成使得脏物收集室的内部从表面清洁设备的外部的的位置是可视的，照明构件被布置以向脏物室内部的至少一部分提供照明。

在另一个实施例中，气旋分离器的外壁具有至少一个透明的部分，该透明的部分形成表面清洁设备的外表面的一部分。

在另一个实施例中，脏物收集室的外壁具有至少一个透明的部分，该透明的部分形成表面清洁设备的外表面的一部分。

在另一个实施例中，气旋分离器的外壁具有至少一个透明的部分，表面清洁设备还包括布置在气旋分离器的外壁之外的壁，该布置在气旋分离器的外壁之外的壁的至少足够的部分是透明的，以允许使用者观察气旋分离器的外壁的透明的部分。

在另一个实施例中，脏物收集室的外壁具有至少一个透明的部分，表面清洁设备还包括布置在脏物收集室的外壁之外的壁，该布置在脏物收集室的外壁之外的壁的至少足够的部分是透明的，以允许使用者观察脏物收集室的外壁的透明的部分。

在另一个实施例中，全部的脏物收集室的外壁是透明的。优选地，表面清洁设备还包括位于脏物收集室的外壁的径向之外的透明的壁。替换地或者另外地，全部的气旋分离器的外壁是透明的，气旋分离器的透明塑料和透明壁中的至少一个被处理，以阻止使用者观察气旋分离器。

在另一个实施例中，全部的气旋分离器的外壁是透明的塑料，气旋分离器的外壁是表面清洁设备的外表面的一部分，气旋分离器的透明塑料被处理，以使气旋室的外壁是不透明的。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第七方面，表面清洁设备具有包括多个平行气旋和多个同时被排空的脏物收集室的气旋级，其中多个气旋和多个脏物收集室可作为一个单元从表面清洁设备中被移除。该设计的一个优点是，通过使用多个脏物收集室，气旋之间经由气旋的脏物出口进行的互流减少了。在一个特别地优选的实施例中，每个气旋具有其自己的脏物收集室。实际上，在多个气旋中的每个气旋中，存在着不同的真空水平。如果有用于多个气旋的共用的脏物收集室，那么某些空气将从一个气旋的脏物出口行进出去，经过共用的脏物收集室，并经由第二气旋的脏物出口进入第二气旋，这导致某些脏物重新进入第二气旋。另一优点是，气旋脏物室在被关闭时从表面清洁设备中被移除，这样，它们可以被运输到垃圾桶等处进行排空，而不会在运输过程中散出内

含物。

按照该方面的一个实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 至少一个第一清洁级，其包括多个平行的气旋和多个同时被排空的脏物收集室，其中，多个气旋和多个脏物收集室能作为一个单元从表面清洁设备被移除；和

(d) 空气流动马达。

在一个实施例中，每个气旋具有相连的脏物收集室，并且每个脏物收集室仅与一个气旋连接，全部脏物收集室同时被排空。优选地，脏物收集室具有共用的可打开的底部。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括第二清洁级，在排空多个脏物收集室之前，第一清洁级从第二清洁级中移除。

在另一个实施例中，表面清洁级还包括第二清洁级，第一清洁级自行从表面清洁设备中移除。优选地，第一和第二清洁级同时从表面清洁设备中移除，在排空多个脏物收集室之前，第一清洁级从第二清洁级中移除。

在另一个实施例中，第一清洁级包括气旋清洁单元，该气旋清洁单元在从表面清洁设备移除时是密封的，除了通向气旋和从气旋出来的流体流动通道。

在另一个实施例中，第一清洁级包括至少一个能随第一清洁级被移除的过滤器。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括可向打开位置移动的门，其中，当门位于打开位置时，第一清洁级是可移除的。

在另一个实施例中，第一清洁级可滑动地从表面清洁设备中移除。

在另一个实施例中，气旋清洁单元可移除地安装到第二清洁级上，第一清洁级可从第一清洁级向上移动。

在另一个实施例中，第一清洁级包括至少 15 个平行的气旋。

在另一个实施例中，第一清洁级每平方英寸包括至少一个气旋，



优选地每平方英寸包括至少两个气旋，更优选地每平方英寸包括至少四个气旋。

在另一个实施例中，表面清洁设备选自由真空清洁器、清扫器和地毯除尘器构成的组。

在另一个实施例中，第一清洁级的气旋被间隔开，以在相邻的气旋之间限定聚集微粒物质的区域。优选地，该区域具有可移动的地板，由此，当地板被移动时，聚集区域可以被排空。优选地，第一清洁级的脏物收集室具有可打开的共用的底部，当共用的底部被打开时，地板被移动。优选地，共用的底部和地板包括可移动地安装（优选地可枢转地安装）到第一清洁级上的连续的构件。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括第二清洁级，第一清洁级位于第二清洁级的外部。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括第二清洁级，该第二清洁级包括至少一个气旋，多个气旋位于该至少一个气旋的外部。

在另一个实施例中，表面清洁设备还包括第二清洁级，该第二清洁级包括至少一个气旋，第一气旋级位于该至少一个气旋的外部。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照本发明的第八方面，气旋室设有筛，该筛覆盖来自气旋室的出口的全部或一部分，并且是可移除地且任选地是可更换的，优选地通过气旋室的顶部（空气入口端）移除或更换。在一个优选的实施例中，该筛具有手柄（例如，空气出口管道），这样，消费者在移除过程中不需要接触筛。气旋外壳的顶部面板的一部分可以与筛作为组件被移除，并且可以用于将该组件固定在适当的位置（例如，借助于螺纹、卡口固定件或其它与气旋分离器外壳中不随筛被移除的部分接合的可释放的装置）。该筛可以具有限定外周筛的纵向延伸侧壁和限定中心筛的横向延伸壁，这些壁被连接在一起，以便限定具有开放体积（捕获区域）的筛构件，该体积在其长度、宽度和高度上被筛材料包围。例如，筛可以是H形、正方形的U形或正方形的反向U形。

替换地或者另外地，按照该方面，筛位于气旋室中，这样，空气在从气旋室通过筛行进到出口之前，行进到筛的打开的罩中。例如，筛可以是H形或正方形的反向U形。打开的罩在所有侧部（除了底部）被筛材料包围，从而增大筛的表面面积，空气可以在进入气旋出口之前行进通过该表面面积。空气将最初向上行进进入打开的罩中，并通过横向构件到达气旋出口。如果横向构件被阻塞，在通过气旋出口退出之前，空气可以通过打开的罩的侧壁，然后向内通过附加的筛材料行进回到筛的内部。

筛优选地由一种将有助于保持或捕获微粒物质的材料构成。例如，筛可以由粘合材料制成。替换地或者另外的，筛可以具有从其向外延伸的微丝。微丝产生一种表面材料（例如类似非常细的Velcro™），例如头发的细长材料可以被捕获在其上。

按照该方面的第一实施例，提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、顶部、位于脏物入口下游的流体入口、和流体出口的气旋分离器；

(d) 被定位在流体出口周围的筛，这样，退出气旋分离器的流体通过该筛，并且该筛可通过气旋分离器的顶部被移除；和

(e) 流体流动马达。

在一个实施例中，流体出口具有位于气旋分离器顶部上面的上部，并可随筛被移除。

在另一个实施例中，流体出口的上部是用于筛的手柄。

在另一个实施例中，流体流动管道与流体出口共线，延伸通过气旋室，并具有位于气旋分离器的顶部上面的上部，流体出口的上部是用于筛的手柄。

在另一个实施例中，筛可旋转地安装在气旋分离器上。

在另一个实施例中，筛具有比流体出口大的直径。优选地，气旋室的顶部具有可移除的环形带，该环形带具有比筛的直径大的直径。

更优选地，可移除的环形带可随流体管道被移除，并可以与流体管道形成一件式组件（例如，它们可以整体地模制）。

在另一个实施例中，筛具有限定腔的外周和延伸通过该腔的横向构件。

在另一个实施例中，流体出口具有入口，筛具有与流体出口平行并延伸经过流体出口的入口的纵向表面、以及第一和第二相对的端部，横向构件位于第一和第二相对的端部之间，通向流体出口的入口被纵向表面和横向构件包围。横向构件可以位于沿纵向表面的中间。替换地，第一相对的端部朝向顶部布置，横向构件邻近第一相对的端部布置。替换地，第二相对的端部远离顶部，横向构件邻近第二相对的端部。

可以理解的是，这些替换实施例中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

按照该方面的第二实施例，还提供了一种表面清洁设备，包括：

(a) 脏物入口；

(b) 手柄；

(c) 具有外壁、顶部、位于脏物入口下游的流体入口、和流体出口的气旋分离器，流体出口具有入口；

(d) 被布置在流体出口的入口周围的筛，筛具有与流体出口平行并延伸经过流体出口的入口的纵向表面、第一和第二相对的端部和横向构件，该横向构件被布置成限定纵向表面内部的腔，该腔在不通过筛的情况下向气旋分离器中的流体打开；和

(e) 流体流动马达。

可以理解的是，参照第一实施例提出的替换实施例中的任一个可以用于该第二实施例，它们能以任意组合或子组合组合在一个设备中。

可以理解的是，这些方面中的任一个能以任意组合或子组合组合在一个或多个其它方面中。

按照本发明的另一个方面，提供了一种改进的气旋，其可以用在

真空清洁器中。特别地，气旋可以具有布置在气旋室外部的入口。例如，它可以位于气旋的顶部。它可以形成为气旋室外壳的上部，或者它可以被安装在气旋的上部外壳的顶部，并且与在外壳中形成的气旋室空气流动连通。入口包括螺旋形或成切线的入口。优选地，螺旋形斜面可以延伸通过  $15-360^\circ$  的圆弧，优选  $25-270^\circ$ ，更优选  $25-90^\circ$ 。可以理解的是，在一个替换实施例中，延伸少于一整周的螺旋形入口可以被构造在气旋容器的侧壁中。该构造可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一个方面，一个或多个气旋可以由生物可降解的材料制成。该设计的一个优点是气旋可以是一次性的。因此，当被沉积在充满沙子的地点时，气旋外壳将最终被生物降解。例如，气旋可以由压缩模制的纸基材料或注模的淀粉或葡萄糖基材料制成，这样，该产品是生物可降解的。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一个方面，气旋室的外壳或其一部分可以由可变形的材料制成，例如弹性体材料。优选地，外壳具有足够的刚度以在真空清洁器的贮存和运输过程中，更优选地在真空清洁器的正常操作过程中保持其形状。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一个方面，气旋分离器的外壁的内表面，或其一部分和/或这里的任意部件的入口和出口可以被涂上粘合材料或与可去除的粘合材料并排排列。例如，粘合材料可以是琼脂或胶质或橡胶基粘合剂。该实施例的一个优点是，当空气在气旋室中旋转并接触气旋外壳的外壁或在其上具有粘合材料的其它部分时，微粒物质将被粘附上粘合材料。因此，气旋的效率将由于脏物被粘附到气旋的外壁上而增加。按照本发明的该方面，气旋或插入气旋中的粘合衬垫可以是一次性的。因此，气旋外壳可以由薄壁塑料（例如，真空模制塑料）构成。替换地，所选择的粘合剂可以在与水接触时释放脏物。因此，如果使用者冲洗气旋室的内部，那么粘附到气旋室的外壁上的脏物将

被去除。在一个特别地优选的实施例中，粘合剂位于下游气旋上是优选的，该下游气旋被设计为去除更细的微粒物质。因此，该实施例特别地优选的用在多级气旋分离器的第二、第三、第四或其它相继的级中，其中，少量的细微粒将被收集。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一个方面，气旋外壳可以由生物杀灭剂材料构成，或者可以被涂上生物杀灭剂材料。生物杀灭剂材料将防止气旋室中的微生物的生长，或者减小微生物生长的趋势。例如，例如锡砷化合物的生物杀灭剂可以被添加到气旋容器被模制的塑料中，或者例如表面活性脂类制剂的生物杀灭剂材料可以被附着到气旋的内部和/或外部表面上，以抑制细菌、真菌或病毒的生长。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一个方面，可包括气旋外壳的入口和/或出口和这里利用的任意筛材料的气旋外壳的全部或一部分可以由驻极体材料制成，或者可以被涂上驻极体材料。驻极体材料被构造成具有持久的电荷极化。例如，塑料可以在电场存在时被加热，并允许冷却，这导致塑料的持久的极化。该实施例的一个优点是，气旋外壳的全部或一部分可以被构造，以起到磁体的作用，从而通过去除充电的微粒增加气旋的效率。典型地，由于材料高速通过气旋分离器，行进通过气旋的微粒物质被充电。因此，由具有持久的静电场的材料制成的气旋外壳或其部分的使用，通过结合静电吸引和气旋分离提高了气旋的分离效率，特别是较细的微粒物质。因此，该实施例特别地优选的用在多级气旋分离器的第二、第三、第四或其它相继的级中，其中，少量的细微粒将被收集。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一方面，收集在一个气旋中的某些或全部微粒被传送到可以位于上游或下游的其它气旋中，由此被传送到上游或下游气旋的微粒物质中的至少一些被收集在用于上游或下游的气旋的微粒收集器中。该实施例的一个优点是，消费者可以仅排空表面清洁设备

的单个气旋容器。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

按照本发明的另一方面，提供了一种气旋阵列，其中，气旋的尺寸被设置为：沿与气旋分离器的纵向轴线垂直的平面测量，每平方英寸有至少 2 个气旋，优选地至少 5 个气旋，更优选地至少 10 个气旋，最优选地至少 25 个气旋。该结构可以与这里提出的方面的任意一个结合使用，或者替换地单独使用。

在本发明的任一方面，气旋分离器可以包括本领域中已知的任一种板，其用于限定气旋分离器中位于气旋室下面的脏物收集室。该板优选地位于气旋分离器外壳的外壁内部，以便在板的外周边缘和气旋外壳的内壁之间限定环形间隙。如果板与气旋分离器外壳的内壁间隔开，那么板具有上表面和下表面以及在上下表面之间延伸的周壁。该周壁可以具有变化的几何形状和方位，以帮助微粒的去除。

### 附图说明

本发明的这些和其它优点将结合本发明下面的优选实施例的描述被更加全面和完全地理解，其中：

图 1 是包括两个气旋清洁级的真空清洁器的优选实施例的立体图；

图 2 是图 1 中的真空清洁器沿线 2-2 的剖视图；

图 2a 是图 1 中的真空清洁器的气旋清洁级的分解图；

图 3、3a 和 3b 是按照本发明的替换优选实施例的气旋入口的立体图；

图 4 是按照本发明的替换优选实施例的气旋分离器的立体图，其中，气旋分离器的外壳是透明的；

图 5 是按照本发明的替换优选实施例的气旋分离器的立体图；

图 6 是按照本发明的替换优选实施例的气旋分离器的立体图；

图 6a 是按照本发明的替换实施例用于将气旋分离器的内部分隔成气旋室和脏物收集区域的板的侧视图；

图 6b 和 6c 是按照本发明的替换实施例用于将气旋分离器的内部分隔成气旋室和脏物收集区域的板的立体图；

图 6d 是示出用于按照本发明的替换优选实施例的板的替换位置的、通过气旋分离器的竖直剖视图；

图 6e 是示出本发明的替换优选实施例的、通过气旋分离器的竖直剖视图，其中，该板借助于磁体安装；

图 6f 是示出本发明的替换优选实施例气旋分离器的侧视图，其中，磁体被用于帮助捕获微粒；

图 6g 是示出本发明的替换优选实施例的、通过气旋分离器的竖直剖视图，其中，该板通过机械方法安装到脏物收集室的侧壁的内表面上，其中，底部的门是关闭的；

图 6h 是通过图 6 (g) 中的气旋分离器的竖直剖视图，其中，底部的门是打开的；

图 7 是示出本发明的替换优选实施例的气旋分离器的竖直剖视图，其中，气旋壳体的底部被升高以形成环形脏物收集室；

图 7a 是示出本发明的替换优选实施例的气旋分离器的竖直剖视图，其中，气旋壳体的侧壁的下部具有更大的直径以形成增大的脏物收集室；

图 7b 是示出本发明的替换优选实施例的气旋分离器的竖直剖视图，其中，气旋壳体的底部被升高以形成环形脏物收集室，并且提供了纵向延伸的环形脏物收集室；

图 7c 是示出本发明的替换优选实施例的气旋分离器的竖直剖视图，其中，提供了重定向器；

图 7d 是示出本发明的替换优选实施例的气旋分离器的竖直剖视图，其中，提供了重定向器，并且出口位于气旋壳体的底部；

图 8 是按照本发明的替换优选实施例的气旋分离器阵列的立体图；

图 8a 是图 8 中的气旋阵列的结构细节的俯视平面图；

图 8b 是图 8 中的气旋阵列的替换结构细节的俯视平面图；

图 8c 是图 8 中的气旋阵列的替换结构细节的俯视平面图；

图 8d 是图 8c 中的替换结构细节的侧视图；

图 9 是图 8c 中的气旋阵列的俯视平面图；

图 9a 是图 8c 中的气旋阵列的立体图；

图 10 是图 8c 中的气旋阵列的分解立体图，其被构造为两个连续的级，这两个连续的级之间具有共用的歧管；

图 11 是图 8b 中的气旋阵列的俯视平面图；

图 11a 是图 8b 中的气旋阵列的立体图；

图 12 是图 8b 中的气旋阵列的分解立体图，其被构造为三个连续的级，这些连续的级之间具有共用的歧管；

图 13 是图 8a 中的气旋阵列的俯视平面图；

图 13a 是图 8a 中的气旋阵列的立体图；

图 14 是图 8a 中描述的气旋阵列的分解立体图，其被构造为两个连续的级，这些连续的级之间具有共用的歧管；

图 15 是按照本发明的一个替换优选实施例的具有多个气旋的真空清洁器的示意图；

图 15a 是按照本发明的一个替换优选实施例的具有多个气旋的真空清洁器的替换示意图；

图 16 是从真空清洁器中移除的气旋阵列的立体图，其中，水入口端口是打开的；

图 17 是真空清洁器的立体图，其中，当第一气旋级保持在真空清洁器上的适当的位置中时，第二气旋级被移除；

图 18 和 19 是真空清洁器的立体图，其中，第一和第二气旋级被移除，第一和第二气旋级为了分别排空随后被分离；

图 20 和 21 是真空清洁器的一个替换实施例的立体图，其中，当第一气旋级保持在真空清洁器上的适当的位置中时，第二气旋级被移除。

### 具体实施方式



在这里参照在表面清洁设备,并且特别地在真空清洁器中的应用,对气旋和气旋阵列的改进的优选实施例进行了描述。可以理解的是,在不同的实施例中,该改进可以被用在其它的家用装置中,例如包括便携式房间空气清洁器、用于炉子的清洁器等空气清洁器,也可以用在其它的商业和工业用途中,包括例如用在医院和有毒环境中以及用于汽车的空气处理系统中的呼吸面具等。

#### 示例性的直立真空清洁器的描述

在一个优选实施例中,该改进被用在表面清洁设备中,并且优选地用在真空清洁器中,更优选地用在具有多个气旋清洁级的真空清洁器中。在图1和2中示出用于举例说明不同方面的多级气旋真空清洁器的一个优选实施例。如在这里示出的,真空清洁器1是具有地面接合头2、相对于地面接合头2枢转安装的主壳体3、用于操纵真空清洁器1的手柄4和电线5的直立真空清洁器。主壳体3具有包括第一气旋清洁级7和第二气旋清洁级8的气旋清洁单元6,第一气旋清洁级7包括单个的气旋,第二气旋清洁级8包括多个平行的气旋9。脏空气可以通过本领域已知的任意方法被引入第一气旋清洁级7中。参照图1和2,真空清洁器1具有地面接合头2,该地面接合头2具有脏空气入口(未示出),该入口与第一级气旋入口10气流连通。空气行进通过被举例说明为包括单个气旋的第一气旋清洁级7,并且通过第一级气旋出口27向上退出。空气向上行进,通过第二级气旋入口12进入第二级气旋9。空气行进通过第二级气旋9,并通过第二级气旋出口13退出第二级气旋9。然后经过处理的空气在退出真空清洁器1之前,通过管道14向下行进到地面接合头中,到达流体流动马达,该马达优选地为抽吸马达15。

地面接合头2可以是本领域已知的任意结构,并且可以包括旋转刷或类似的装置以帮助去除地面接合头2中的脏空气入口(未示出)中的脏物。此外,真空清洁器1包括用于地板上清洁的延伸杆或类似的装置,这在本领域中是已知的。也可以理解的是,在一个替换实施例中,真空清洁器1可以是罐真空清洁器、背包真空清洁器、地毯除

尘器、湿/干真空清洁器或其它的真空清洁器，或用于家庭或商业应用中的表面清洁装备，其可以使用表面清洁头（也就是说，可以用于清洁可能是地板、墙、家具或本领域已知的其它结构的表面的头部），其被优选地用在家庭应用，并且特别地用在室内应用中。

### 气旋的组合

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的本发明的一个方面，提供了多个气旋清洁级，并且优选地提供了多个气旋阵列。优选地，这样的结构被用于去除空气中的微粒物质，特别地在家庭应用中，例如表面清洁设备（例如，真空清洁器、地毯吸取器或类似的装置）和空气清洁器（例如，便携式空气清洁器或被连接到用于房屋中的家具上的空气清洁器）。如图2中所示，真空清洁器可以具有气旋清洁单元6，该气旋清洁单元6包括位于马达前的区域16中的含单个气旋的第一气旋清洁级7、多个第二级气旋9和多个第三级气旋。

可以理解的是，在一个替换实施例中，第一气旋级可以包括多个平行的气旋。例如，真空清洁器可以包括两个气旋清洁级，其中每个气旋清洁级包括多个平行的气旋，优选地按流体流动通过真空清洁器的顺序排列的第一和第二级。

作为另一实例，抽吸或空气流动马达15（例如，脏空气马达）可以位于气旋清洁单元6的上游，其中，单元6可以包含1、2、3或4个气旋清洁级。按照该实例，至少一个（优选地多个，并且更优选地全部）气旋清洁级包括多个平行的气旋。

替换地，气旋清洁级可以位于马达15的上游，并且多个气旋清洁级（例如2、3或4）可以位于抽吸马达15的下游。一些（优选地多个，并且更优选地全部）气旋清洁级包括多个平行的气旋。

替换地，多个气旋清洁级可以位于马达的上游，一个或多个气旋清洁级可以位于马达15的下游。例如，两个或三个气旋清洁级可以位于马达15的下游。优选地，一些（更优选地大部分，并且最优选地全部）气旋清洁级包括多个平行的气旋。

在一个特别优选的实施例中，四个气旋清洁级可以位于马达15

的上游, 其中, 至少一个 (优选地一些, 并且最优选地全部) 气旋清洁级包括多个平行的气旋。

优选地, 气旋级位于相互之间的外部 (也就是说, 未嵌套)。因此, 它们可以堆积 (一个在另一个的顶部) 或并排布置。

### 气旋入口的结构

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一个方面, 气旋分离器 20 可以具有位于分离器 20 的顶部的空气入口 21, 例如见图 3、3a 和 3b。入口 21 可以是圆形、卵形、正方形、矩形、椭圆形或任意其它沿流动方向的横切面的形状, 但是在图中举例说明的矩形是优选的。箭头 22 表示的载有微粒的流体进入空气入口 21, 并且由限定入口 21 的螺旋斜面 25 定向, 以便在气旋分离器 20 中产生气旋循环 23。螺旋斜面 25 可以被构造为占据从上方看到的气旋分离器 20 的圆周周长的  $10^{\circ}$  -  $360^{\circ}$  的圆弧。优选地, 螺旋斜面 25 延伸通过  $15^{\circ}$  -  $360^{\circ}$  的圆弧, 并且更优选地,  $25^{\circ}$  -  $270^{\circ}$ , 并且最优选的  $25^{\circ}$  -  $90^{\circ}$ 。在图 3a 中的实施例中, 空气或流体入口 21 延伸通过  $90^{\circ}$  的圆弧, 并且在图 3b 中的实施例中, 空气入口延伸通过  $270^{\circ}$  的圆弧。螺旋斜面 25 可以被构造为沿顺时针或逆时针方向。如图中举例说明的, 至少一部分, 并且优选地全部的入口 21 位于气旋室的外部, 该气旋室位于气旋分离器 20 的内部。例如, 该入口可以位于气旋分离器 20 的外表面上, 但是优选地, 位于气旋分离器 20 的顶部。

气旋分离器 20 中的气旋循环 23 导致载有微粒的流体流 22 中的至少一部分微粒 24 从流体流动流中出来并蓄积在气旋分离器 20 的下部区域中。通过位于入口 21 附近的流体出口 27 退出气旋分离器 20 的流体流 26 具有比载有微粒的流体流 22 减少的微粒 24 的浓度。可以理解的是, 该结构可以被应用到单个气旋或多个平行气旋中。在另一个实施例中, 可以理解的是, 出口 27 可以位于气旋分离器 20 的底部或本领域中已知的任意其它位置。

使螺旋斜面 25 仅占据气旋分离器 20 的圆周的一部分的一个优点是入口 21 可以更容易地连接到进气口、歧管或导管上, 所述进气口、

歧管或导管可以从地板接合喷嘴(例如,表面清洁头),从另一个气旋、过滤袋、多个其它气旋、风扇、泵或其它的压力源,或从任意其它的载有微粒的流体源导出。

该实施例的另一个优点是通过减少入口 21 的圆弧,入口的体积被减少,从而有效地增加气旋室的体积。因此,通过使用延伸通过少于完整圆周的圆弧的螺旋入口,分离器 20 中可含的脏物量可以在不增加气旋外壳或装置的外部尺寸的情况下被增加,气旋壳体位于该装置中。可以理解的是,在表面清洁设备中,例如真空清洁器和地毯除尘器、空气清洁器和类似的设备中,该设备可以占据的占地面积是有限制的。因此,为了提高该装置的脏物保持量,在不增加装置的体积的情况下使可利用的脏物收集面积最大是优选的。可以理解的是,在一个替换实施例中,延伸少于完整圆周的螺旋入口 21 可以被构造在气旋容器的侧壁上(例如见图 5)。

#### 气旋分离器的内筛

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面,提供了一种用于气旋分离器 20 的改进的气旋内筛,例如见图 4。在该替换结构中,筛构件 28 优选地由具有每个开口或孔的正方面积为 0.000001-0.04 平方英尺的细网格构成。筛开口或孔可以是圆形、椭圆形、正方形、五边形、七边形或六边形,或类型的形状,优选地是多边的。

替换地或者附加地,筛 28 可以包括一个中心筛 28a 和一个外周筛 28b,该外周筛具有与气旋出口平行的纵向表面。中心筛 28a 横向延伸以通过外周筛 28b 的剖面,以便提供在外周筛 28b 的相对部件之间延伸的完整的筛表面。中心筛 28a 是横断构件,其可以位于外周筛 28b 的下部终端 28' (以限定大体正方的 U 形筛)处,并朝向外周筛 28 的上部终端 28'',但是在流体出口的入口下面(以限定大体正方的反向 U 形筛),或者在两者之间的任意位置处,优选地接近如所举例说明的沿外周筛 28b 的纵向长度的中点(以限定通常 H 形的筛)。优选的是,中心筛 28a 位于外周筛 28b 的终端之间以便形成外周筛 28b 内

部的捕获区域 29 以帮助纤维、头发或微粒的捕获。捕获区域 29 是纵向表面即外周筛 28b 内部的腔，其向气旋分离器中的流体打开，而不通过筛。可以理解的是，筛构件 28 的剖面形状可以是圆形、椭圆形、正方形或任意其它的形状。

如图 2 和 4 中举例说明的，气旋分离器 20 大体竖直地布置，出口位于气旋室的顶部，筛 28 包括由筛材料制成的纵向延伸壁 28b（优选地，剖面为圆形）和位于纵向延伸外周筛 28b 内部的横向延伸中心筛 28a，并在纵向延伸外周筛 28b 内部的整个剖面上和纵向延伸外周筛 28b 的相对两端之间延伸，以便产生在竖直剖面上大体 H 形的形状。因此，行进通过气旋室到达气旋外壳的底部的空气将向上行进通过气旋的中心部分，优选地进入筛 28（也就是说，在纵向延伸外周筛 28b 之间向上行进）的捕获区域 29。空气将遇到中心筛 28a，并从其中通过。如果中心筛 28a 成为阻碍，那么一些或全部空气将开始从外周筛 28b 的下部 132 出来，然后可以在中心筛 28a 上面的位置通过外周筛 28b 的上部 134、朝向气旋室的中心向内行进回来，以便行进到气旋出口。因此，在竖直剖面上大体 H 形的筛的使用提高了可以利用的筛面积的量。

按照一个替换的优选实施例，中心筛 28a 可以位于邻近外周筛 28b 的位置，以便产生在竖直剖面中包括大体正方的 U 形构件的筛。因此，通过气旋室朝向气旋出口行进的空气必须行进通过筛材料 28a 或 28b，以到达气旋出口 27。按照该实施例，空气可以行进通过中心筛 28a 或外周筛 28b 以便到达气旋出口 27，从而利用筛构件 28 的提高了的表面积。因此，流体可以在中心筛 28a 上面的位置通过外周筛 28b 的上部 134、朝向气旋室的中心向内行进回来，以便行进到气旋出口。

在另一替换实施例中，中心筛 28a 可以位于外周筛 28b 的顶端，以便在竖直剖面中产生大体正方的反向 U 形过滤器。因此，为了到达气旋出口，空气可以向上行进通过外周筛 28b 内部的捕获区域 29 以到达中心筛 28a，并从其中通过到达出口 27。替换地，一些空气可以行进通过外周筛 28b，以便到达捕获区域 29，然后通过中心筛 28a 向上

行进到气旋出口。

按照本发明的另一实施例，外周筛 28b 可以沿远离出口的方向向外张开。因此，远离出口 27 的外周筛 28b 的一部分可以具有比邻近出口的外周筛 28b 大的剖面直径。这种设计的一个优点是当流动通过气旋室的空气流终止时，蓄积在筛的内部体积中的物质更可能向下落到气旋外壳的底部 31。因此，例如，如果气旋被用作表面清洁设备或空气清洁器中的清洁级，那么使用者可以移除气旋容器的脏物收集室（例如，如果气旋外壳的底部 31 限定脏物收集室，气旋外壳本身可以被移除），以允许脏物流出张开的筛的内部体积，进入气旋外壳的底部。替换地，如果筛 28 是可移除的，例如在这里公开的，那么筛 28 可以被移除，以允许蓄积在张开的筛的内部体积（捕获区域 29）中的脏物落到气旋外壳的底部 31。替换地，筛可以被放置在垃圾桶的上面并碰到侧部，以松开其中所含的脏物并允许脏物落到张开的捕获区域 29 的外面。

可以理解的是，横向中心筛 28a 不需要与出口管道 27 的纵向轴垂直。

### 可移除的筛

按照可以单独地或与任意其它的方面一起使用（优选地，与这里公开的筛构造一起使用）的本发明的另一个方面，气旋分离器 20 具有从气旋室覆盖出口 27 的全部或一部分的筛 28，并且该筛是可移除的，并可选地是可替换的。按照该替换的优选实施例，筛 28 被构造为可通过或采用气旋室的流体出口 27 移除。例如，如图 4 中举例说明的，气旋分离器 20 具有部分地延伸进入气旋室的出口管道 27，并具有安装或连接到其上的筛 28。筛可以具有与出口管道 27 相同或略小的直径，以便可通过其移除，或者可以更大并可利用出口 27 移除。出口管道 27 可移除地安装在气旋外壳上，例如通过螺栓或卡口固定件。因此，使用者可以通过使出口管道 27 旋转和从气旋分离器 20 向上缩回出口管道 27，而移除出口 27 和连接到其上的筛 28。因此，该实施例的一个优点是筛可移除地安装在气旋室中，并且可以容易地被移除，以允许清洁

筛。特别地，当筛被安装在气旋室中时，使用者不必够到气旋室中以便移除筛或清洁筛中的细长材料，例如头发或其它的纤维材料。

本发明的另一优点是出口管道 27 可以起到用于筛的手柄的作用。例如，如果出口管道 27 延伸到气旋分离器 20 的顶部的上面，使用者可以抓住出口管道 27 的上端，并将其用作手柄。因此，使用者不需要接触筛。相反，筛可以借助于刷子和/或在水下清洗筛而被清洁。一旦被清洁，筛可以在使用者不接触筛的情况下被重新插入气旋室中。可以理解的是，可以利用本领域中已知的将出口管道 27 和气旋分离器 20 固定在一起的其它方法。

此外，可以理解的是，如果筛 28 具有比出口管道 27 大的直径，那么出口管道 27 位于其中的气旋外壳的壁将具有可移除的环形带 30，在其中，可移除的环形带 30 的直径比筛 28 的直径大。因此，当环形带 30 被移除时，在外壳的外壁 30a 上具有开口，其尺寸允许筛 28 在其中通过（见例如图 2a 和 17）。优选地，环形带 30 和出口管道 27 一起形成单个的组件，并且可以与其整体模制。因此，为了移除筛来进行清洁，仅仅需要将单个元件从气旋外壳中移除。环形带 30 可以通过本领域中已知的装置锁定地附着到外壁 30a 上，例如通过卡口固定件、螺栓固定件、磁体或锁定突起。

在图 2a 中的实施例中，第一气旋清洁级包括下流管道 14。下流管道 14 与流体出口 27 共线，延伸通过气旋构件 53 并具有位于气旋分离器 20 的顶部上方的上部 19。因此，在该替换实施例中，下流管道 14 具有形成用于被移除的单元的手柄的上端 19。如图 2a 中举例说明的，使用者可以抓住端部 19，并且例如使管道 14 旋转以从未示出的凹部解锁突起 148，然后向上拉动，这样，筛 28 被移除，使气旋顶部的开口 144 倾斜，气旋室 53 中的脏物通过该开口被排空。

如果第二气旋级 8 被安装在第一气旋清洁级 7 的顶部，并且第二气旋清洁级包括下流管 138，那么第二气旋清洁级 8 首先被移除。可以理解的是，端部 19 可以具有垫圈或 O 形环 18，以密封第二气旋清洁级 8 的下流管 138 和第一气旋清洁级 7 的下流管道 14 的上端 18。

按照一个替换实施例，可以理解的是，筛 28 可以持久地附着在筛固定件（例如，它可以包围气旋室的出口管道 27 并可布置在其中）上。可以理解的是，如这里使用的，筛 28 包括优选地具有大体打开孔的尺寸的材料，其被选择以允许更细的脏物材料通过其中，但防止细长的材料通过其中。因此，筛不会过滤微粒物质并且当筛被清洁时基本上不会影响行进通过的空气的背压。

可以理解的是，气旋出口 27 可以位于气旋外壳中的不同位置，按照这些实施例的筛的方位可以因此被调节，以便覆盖出口 27。此外，横向中心筛 28a 不需要与出口管道 27 的纵向轴垂直。

#### 气旋分离器的几何形状

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，提供了一种用于气旋分离器 20 的改进的构造，见例如如图 6。按照该实施例，提供了气旋分离器 20 的不同的几何形状。特别地，基于气旋分离器 20 的尺寸选择气旋分离器 20 的几何形状是优选的。因此，内径（D）大于 1 英寸的气旋分离器 20 是优选的，气旋的几何形状如下设置：

入口宽度（W）优选地在  $D/3$  和  $D/5$  之间，

入口高度（H）优选地在  $2W-5W$  之间，和

气旋分离器 20 的地板或底部 31 上面的高度（h）优选地大于  $2H$ ，更优选地大于  $4H$ ，最优选地大于  $8H$ 。

如果使用任选的板 32，那么：

板 32 上面的高度（h）优选地大于  $2H$ ，更优选地大于  $4H$ ，最优选地大于  $8H$ ；

板 32 下面的高度（i）优选地大于  $1H$ ，更优选地大于  $2H$ ，最优选地大于  $4H$ ；并且

板 32 的外周壁和气旋分离器 20 的壁的内表面之间的间隙优选地为  $0.025''-0.075''$ ，更优选地为  $0.035''-0.050''$ ，最优选地为  $0.040''$ 。

替换地，内径（D）等于或小于 1 英寸的气旋分离器 20 是优选的，气旋的几何形状如下设置：



入口宽度 (W) 优选地在  $D/5$  和  $D/15$  之间, 更优选地在  $D/8$  和  $D/12$  之间;

入口高度 (H) 优选地在  $2W-5W$  之间, 优选在  $3W-4W$  之间; 且气旋分离器 20 的地板或底部 31 上的高度 (h) 优选地大于  $2H$ , 更优选地大于  $4H$ , 最优选地大于  $8H$ 。

如果使用任选的板 32, 那么:

板 32 上面的高度 (h) 优选地大于  $2H$ , 更优选地大于  $4H$ , 最优选地大于  $8H$ ;

板 32 下面的高度 (i) 优选地大于  $1H$ , 更优选地大于  $2H$ , 最优选地大于  $4H$ ; 和

板 32 的外周壁和气旋分离器 20 的壁的内表面之间的间隙优选地为  $1W-W/10$ , 更优选地为  $W/1.5-W/4$ , 最优选地为  $W/2-W/3$ 。

可以理解的是, 对于直径为 0.75" 和 1.5 英寸之间的气旋分离器 20, 通过应用直径小于或大于 1 英寸的参数的气旋分离器 20, 可以获得好的但非最佳的性能。

#### 气旋分离器的分隔板的构造

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面, 提供了包括在气旋分离器 20 中以将气旋分离器 20 的内部分隔为气旋区域或气旋室 53 和脏物收集区域或室的板 32 的改进构造, 见例如图 6a。如这里示出的, 板 32 具有上部或气旋室表面 32a、下部或脏物收集室表面 32b 和外周壁 32c。这些不同的构造中的每一个有益地帮助捕获不同的微粒尺寸。例如, 板 33 的外周壁 32c 是平的 (也就是说, 它可以大体竖直地延伸)。板 33 优选地用在气旋分离器 20 中以捕获在地毯或家庭中发现的通常的微粒, 其中微粒尺寸为 3 微米或更大。替换地, 外周壁 32c 可以一个角度与上部和/或下部表面 32a、32b 相汇。见例如板 34、35 和 36。如图所示, 板 35 包括沿板的厚度在中间位置相交的上部和下部, 以便限定尖锐的边缘 (例如, 它大体是 V 形的)。当微粒的尺寸减小时, 板 33、34 和 35 是更有效的, 因为外周的不连续改进了超细微粒的分离。替换地, 外周边缘可以是曲线的 (例如,

它可以在中心弯曲，以便形成板 37 中所示大体的 C 形)。当从流体流中被去除的微粒的比重与流体的比重相似时，曲线表面例如 37、38、39、40 和 41 易于提供更有效的分离。

还发现，对于包括宽范围的微粒比重的混合物来说，在板 32 的上部表面 32a，即朝向气旋室布置的面上产生规则或不规则、对称或非对称的曲线或成角度不连续表面可以提高分离效率。实例在图 6b 和 6c 中被示出。在图 6b 的实例中，间断 42a 从上部表面 32a 向上弯曲，间断 42b 向下弯曲进入上部表面 32a。在图 6c 的实例中，间断 43a 从上部表面 32a 向上成一角度，间断 42b 向下成一角度进入上部表面 32a。

虽然板 32 可以垂直于气旋分离器 20 的纵向轴安装（例如，如果气旋分离器竖直地延伸，板 32 会水平地延伸），但是可以理解的是，在一个替换实施例中，板 32 可以不位于垂直于气旋分离器 20 的纵向轴的平面上。例如，如图 6d 中所示，板 44 相对于气旋分离器 20 的壁 45 以一个角度安装。可以理解的是，气旋分离器壁 45 可以任选地朝向气旋分离器 20 的顶部或朝向气旋分离器 20 的底部弯曲或成角度。

按照本发明的另一替换实施例，可以是任何特定构造和/或这里公开的构造之一的板 32 可以被布置，以便在板 32c 的外周壁和气旋外壳的壁 45 的内表面之间限定环形间隙，该间隙的厚度不是均匀的。例如，板 32 可以更靠近壁 45，或者可以在一个或多个位置或沿壁 45 的圆弧接触壁 45。替换地或者另外地，板 32 可以是成角度的，如图 6d 中所示，这样与相对的端部相比，一个端部以升高的距离位于气旋外壳的底部 31 上。因此，如果板 32 是圆形的并且被中心定位，位于升高的端部和降低的端部处的环形间隙将比未竖直移位的中心部分大。替换地，板 32 可以从壁 45 的一个圆弧附近向上成角度。替换地或者另外地，可以理解的是，板的剖面不需要是圆形的。相反，板可以具有不规则的外表面，以便提供板的外周壁 32c 和气旋外壳的壁 45 的内表面之间的间隙的变化。

可以理解的是，在一个实施例中，板 32 可以被固定到气旋外壳的

底部 31 上。替换地，板 32 可以被安装到气旋外壳的壁 45 的内表面 56 上（见例如图 6g 和 6h）。

在一个替换实施例中，代替板 32，气旋外壳的底部 31 的中心部分，例如图 7d 中的 27e 和图 7 中的 55 可以被向内升高以便限定一个高台。升高的地板 55 可以具有连续的壁，例如图 7d 中的 27b，其邻近升高的地板 27e 的周边向下延伸，以便限定侧壁，其大体可以是垂直的并且从气旋容器的地板 52a 向上延伸到升高的地板 27e。替换地，侧壁 27b 可以凹进到升高的地板下面。侧壁可以具有上面提到的用于板 32 的周边边缘 32c 的任意构造。此外，升高的地板的剖面可以圆形的。但是，地板的剖面可以变化，以便在侧壁和气旋外壳的壁 45 的内表面 56 之间限定可变化的环形间隙。

#### 气旋分离器的分隔板的定位

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，全部或其一部分向外延伸的通道优选地用于连接连通气旋室 53 和脏物收集室 52。优选地，如图 2 和 6e 中所示，气旋室包括流体出口 27，其具有可以包括通向流体出口 27 的入口 27a 的下端，该流体出口 27 位于板 32 上面。通向流体出口 27 的入口可以被筛覆盖，例如筛 28。板 32 和流体出口 27 的下端（或者如果被提供的话，筛 28）之间的间隙可以大于 0.5”，优选地大于 1”，更优选地大于 2”。在任一这样的实施例中，流体出口 27 的下端优选地位于气旋入口 21 的底部。通道限定了具有可以小于 2”，优选地小于 1”的高度的竖直环形间隙。在任意的实施例中，高度可以小于位于气旋入口 21 的底部紧下方的气旋的直径的 1/3，优选地小于其 1/6，更优选地小于其 1/10，最优选地小于其 1/20。

可以理解的是，通道可以由几种方法产生。例如，气旋外壳的外周可以被增加到接近升高的地板的高度，以便产生外部环形区域，该区域起到脏物收集室的作用。这样的结构的一个实例在图 7 中被示出，其中，具有竖直环形间隙 g 和长度 RO 的通道 61 位于升高的底壁 55 和气旋分离器 20 的横向延伸壁 59b 之间。在该实施例中，板（升高的

地板 55) 由气旋分离器 20 的地板 59a 中的台阶形成。

一个替换结构在图 7a 中被示出, 其中, 具有竖直环形间隙  $g$  的通道 61 在板 54 和气旋分离器 20 的壁 59b 之间形成。板可以是模制部件或成型部件, 间隙 ( $g$ ) 在板 54 和气旋分离器 20 的壁 59b 之间形成, 其中, 板 54 借助于从壁 57a 向内延伸的支撑臂 58 固定到壁 57a 上, 或者固定到任选的筛构件 (未示出) 上, 该筛构件将被固定或可移除地固定或安装到例如壁 57a、壁 45、气旋的顶部或以上这些的组合上。板 54 可以借助于磁体或在这里的其它部分中描述的其它装置任选地保持在适当的位置。

另一个替换结构在图 7b 中被示出, 其中, 具有竖直环形间隙  $g$  的通道 61 在升高的底部 55 和气旋分离器 20 的壁 59b 之间形成。微粒收集区域 62 在壁 59 和壁 60 之间的环形空间中形成。该设计的一个优点是气旋可以定向成使其纵向轴水平延伸, 这样, 微粒物质可以蓄积在收集区域 62 中。

板 32 的另一个替换结构在图 7c 中被示出, 其中, 具有竖直环形间隙  $g$  的通道 61 在板 63 和气旋分离器 20 的气流重定向器环 64 之间形成。在该实施例中, 板包括安装到例如气旋分离器 20 的气旋分离器地板 59 上的盘。微粒收集区域被标记为 66。气流重定向器环与壁 65 之间产生角度 ( $A$ ), 优选在  $15^\circ$  -  $75^\circ$  之间, 更优选在  $30^\circ$  -  $60^\circ$  之间, 最优选地在  $40^\circ$  -  $50^\circ$  之间。可以理解的是, 气流重定向器环 64 可以采取 67、68、69、70、71 或 72 所示的不同的几何形状。

气旋和脏物收集区域的另一个替换结构在图 7d 中被示出, 其中, 空气从与具有入口 21 的气旋分离器 20 的端部相对的气旋的端部退出。如果气旋分离器垂直排列, 那么空气通过入口空气入口 21 进入气旋, 入口 21 位于气旋分离器 20 的顶部。气旋循环 23 导致载有微粒的流体流 22 中的微粒 24 的至少一部分在气旋分离器 20 的收集区域 66a 中被去除和捕获。流体流 26 退出气旋, 通过出口或入口 27a, 到达在与入口 21 相对的端部位于气旋分离器 20 的底部的下面的流体管道中。这样, 载有微粒的流体 21 中最初所含的一部分微粒 24 被去除。在该实

施例中，空气行进到流动重定向器 64a 的下面，然后朝向横向延伸的壁 27e 向下行进。然后空气在流动重定向器 64a 和横向壁 27e 之间的通道 61 中向外行进，该通道具有竖直环形间隙 g2。

通道可以具有小于直径的 1/3，优选地小于直径的 1/6，更优选地小于直径的 1/10，最优选地小于直径的 1/20 的高度。因此，高度可以是 2 英寸或更小，优选地 1 英寸或更小。在一个特别优选的实施例中，优选地，对于直径 D 大于 1 英寸的气旋来说，间隙 (g) 的高度是 0.015"-0.250"，特别地用在真空清洁器中。限定通道 61 的长度的径向重叠量 (RO) 由升高的底部地板或板与气旋分离器和/或流动重定向器的向外延伸的部分 59b 或壁 59 的重叠量限定。优选地，对于直径 D 大于 1 英寸的气旋来说，该径向重叠量是 0.015"-0.250"。优选地，对于直径 D 小于 1 英寸的气旋来说，间隙 (g) 的高度是 0.002"-0.040"，升高的底部地板 55 向外延伸以稍微延伸到壁 59 的下部 59b 的下面。更优选地，对于直径 D 等于或小于 1 英寸的气旋来说，壁 59 的下部 59b 和升高的地板 55 的外部径向边缘之间的径向重叠量是 0.005"-0.125"。在图 7d 中举例说明的一个替换实施例中，已经发现，对于用于收集尺寸在 4 和 100 微米之间的微粒的、直径 D 大于 1 英寸的气旋来说，间隙 g2 优选地为 0.025"-0.075"。已经发现，对于用于收集尺寸在 4 和 100 微米之间的微粒的、直径 D 大于 1 英寸的气旋来说，间隙 g2 优选为 0.025"-0.075"。已经发现，对于用于收集尺寸在 0.1 和 10 微米之间的微粒的、直径 D 大于 1 英寸的气旋来说，间隙 g2 优选为 0.005"-0.040"，更优选地为 0.015"-0.025"。

也可以理解的是，间隙 (g) 和径向重叠量的尺寸在升高的底壁 55 的周围可以变化，以产生对于一系列微粒尺寸或微粒密度的微粒的收集来说最佳的情况。

脏物收集区域的地板和流动重定向器 64a 的底部之间的距离优选地不大于入口的高度 H2，部件 27c 的高度优选地大于 2H，更优选地大于 4H，最优选地大于 8H，入口 21 的底部和下流管部件 27c 的顶部之间的间隙 g3 优选地为 0.5H2-1.5H2，更优选地大约为 0.9H2。下流

管 27c 的内部面积至少等于螺旋入口 21 的面积,更优选地大于螺旋入口 21 的面积 的 1.5-2.5 倍。该气旋设计可以任选地结合气流重定向器 64a,其可以为 67、68、69、70、71 或 72 的形状或任意相似的形状,其产生对在区域 66a 中捕获的微粒 24 重新约束的障碍。

对于直径 D 小于 1 英寸的气旋来说,间隙 (g2) 的高度优选地为 0.002"-0.040",对于直径 D 等于或小于 1 英寸的气旋来说,气流重定向器环 64a 和下流管 27b 的边缘之间的径向重叠量 RO2 优选地为 0.005"-0.125"。也可以理解的是,间隙 (g2) 和径向重叠量 (RO2) 的尺寸在下流管 27b 的圆周周围可以变化,以产生对于一系列微粒尺寸或微粒密度的微粒的收集来说最佳的情况。

在替换实施例中,具有通道 61 的气旋分离器 20 可以被用作从燃烧室出来的出口管道中的微粒过滤器,优选地位于木材火炉、熔炉、汽车发动机和煤气发生单元(部分氧化反应器)的出口下游。

#### 气旋分离器的可移动分隔板

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面,可以理解的是,板 32 可以持久地、可移除地、可平移地或可枢转地附着在气旋分离器 20 中,例如持久地、可移除地、可平移地或可枢转地附着到筛 28 或侧壁 45 上。

板 32 可以借助于磁体被固定在适当的位置,和/或磁体可以被用于帮助捕获微粒。例如,板 32 可以具有一个或多个位于其上的磁体,定位磁体可以位于板 32 的上面和/或下面,其中,面对板 32 的定位磁体的表面具有与板 32 上的磁体的面(其与定位磁体间隔但面对定位磁体)相同的极性。因此,板 32 可以借助于磁性排斥被固定在适当的位置。替换地,可以理解的是,板可以借助于磁性吸引被固定在适当的位置。

图 6e 举例说明一个结构,其中,板磁体 46 被附着到或嵌入板 47 中,并且借助于磁性排斥在定位磁体 48 和 49 之间被磁性地悬挂。磁体 49 可以被附着到或嵌入气旋分离器 20 的地板 50 中。该结构的一个优点是磁体 46、47、48 和 49 在气旋室中产生磁场,以提高磁性和顺

磁性的微粒的收集。

如果地板 50 是可移除或可移动的（例如枢转地安装，例如借助于图 2a 中所示的枢转铰链 50a），那么当脏物收集室 52 被打开（例如，地板被枢转打开）时，板 47 可以被移除（例如，如果它不借助于某种方法安装到气旋分离器上，它会掉出来），或者如果它被机械地保持（未示出），它可以竖直地、横向地或者竖直地和横向地被移动一定距离，以便于在板 47 上面的气旋室 51 中和板 47 下面的脏物收集区域 52 中收集的微粒的移除。

相似地，如果在上部布置的磁体 48 例如通过附着到其上或嵌入其中与筛（未示出）连接，筛通过或采用出口 27 被移除，板 47 可以被移除，或者如果它被机械地保持（未示出），它可以竖直地、横向地或竖直地和横向地被移动一定距离，以便于在主收集区域 51 和脏物收集区域 52 中被收集的微粒的移除。替换地，当门，例如底部开口门 50 围绕例如枢转铰链 50a 被枢转打开时，板 32 是可移动的。因此，板 32 可以借助于本领域中任意已知的方法被固定到脏物收集室 52 的壁 45 的内表面 56 上，例如借助于枢转铰链 158（见例如图 6g 和 6h）。板 32 可以借助于从门 50 向上延伸的圆柱 160 被支撑在通常水平、或其它所期望的位置。当门 50 例如通过推压按钮被打开以使杠杆 164 向外移动并释放凸缘 166 的接合时，这可以借助于本领域中任意已知的方法，板 132 可以被向下枢转到例如所举例说明的通常相对于气旋分离器的轴线平行或倾斜的位置。

可以理解的是，板 47 可以是任意类型的板，包括但未限于图 6、6a、6b、6c 和 6d 中描述的类型。也可以理解的是，该构造可以被用在任意顶部入口或侧壁入口气旋几何形状中。可以理解的是，对另一个磁体或可磁渗透材料（例如钢）的磁性吸引也可以被用于可移动或可移除地将板 47 固定在适当的位置。也可以理解的是，单个定位磁体也可以被用于产生排斥或吸引力，以迫使板 47 抵靠固定的、可移动或可移除的停止部，从而持久地、可移动地或可移除地将板固定在适当的位置。磁性安装的一个优点是，板 47 的便于移除被捕获微粒的平移

使清洁这样的单元更容易。

### 磁性分离

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，一个或多个磁体可以位于空气流动通道中，以便帮助吸引和保持金属和顺磁性的微粒。例如，一个或多个磁体可以位于气旋的入口或出口附近，或者位于入口或出口的内部。替换地或者另外地，可以理解的是，如果磁场在气旋室或空气流动通道内延伸，一个或多个磁体可以位于气旋室中任意所期望的位置，或者气旋室或空气流动通道的外部的任意所期望的位置。

按照本发明的另一个实施例，一个或多个磁体可移除地安装到板47、气旋分离器20和/或空气流动通道上。当磁体被移除时，所蓄积的磁性微粒可以借助于磁性力从它们附着的任意表面上落下来，和/或可以借助于机械装置被移除。因此，磁体的移除有助于清洁气旋分离器。

例如，如图6f中举例说明的，气旋分离器20具有附着到地板50上、任选地附着到壁上的磁体49a（未示出），以帮助金属和磁性微粒的收集，其中，磁体49a可以从地板50平移离开或移除，从而消除磁性影响和允许借助于移除地板50或借助于移除入口/出口元件并倾倒气旋中的容纳物而容易地去除捕获在气旋分离器20中的微粒。

### 气旋分离器阵列

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，提供了一种气旋阵列。参照图8a，提供了多个平行的气旋73，其可以是本领域中已知的或在本说明书的其它部分中描述的任意结构，优选地被设计和构造为以最小的背压产生高分离效率和高气流速度。优选地，该气旋阵列包括大量平行的气旋73。特别地，该气旋阵列每平方英寸可以包括多于一个气旋，优选地每平方英寸包括多于4个气旋，更优选地，每平方英寸包括9个或更多的气旋，这样，对于非常小的微粒来说，可以获得高气流速度和高分离效率。如果该气旋阵列被设计为分离小于1微米的微粒，采用每平方英寸9-64个气旋的气旋密度



是优选的。这样的气旋阵列可以被用作真空清洁器或呼吸面具中的马达前和/或后过滤器。例如，这样的气旋阵列可以位于马达前区域 16 中（见图 2）。

替换地或者另外地，气旋阵列可以具有多种结构，以增加气旋阵列的紧密度，或增加气旋阵列的效率。如图 8a 的实施例中举例说明的，气旋阵列的结构可以在图 8a 中所示的一些（优选地全部）气旋之间采用共用的壁，其中，气旋阵列 73 中的三个气旋 74、75 和 76 被示出，它们的壁的一部分在区域 77 和 78 中重叠以允许非常紧密的几何形状。替换地或者另外地，气旋阵列 73 的结构可以在一些（优选地全部）气旋之间采用接触壁。在图 8b 中示出了一个实例，其中，三个气旋 79、80 和 81 被布置，它们的壁在位置 82 和 83 接触，这以较少的气旋产生了较强的结构。替换地或者另外地，气旋阵列 73 的结构可以使用图 8c 中所示的间隔开的气旋壁，其中气旋 84、85、86、87 和 88 间隔开，这使它们更容易模制。使气旋间隔开的一个优点是，气旋 84、85、86、87 和 88 之间的空间可以形成区域 89，在该区域中，当空气行进（例如，“旋转”）进入每个单独气旋的气旋入口时（例如，如果提供覆盖全部气旋入口的歧管），与每个入口直接连接到流体流动管道不同，可以发生进一步的微粒收集。如果气旋 84、85 和图 8 中的其它气旋之间共用的地板 90 被移动到气旋 91 的底部，用于收集细的微粒的环形空间 89 的容量将被增加。优选地，图 8、8a、8b、8c 和 8d 中描述的气旋阵列采用图 7、7a、7b、7c 和 7d 中描述的一个或多个构造被构造。

如果提供气旋阵列，那么气旋优选地借助于通过其中的水被清洁。因此，至少可以提供一水端口，以允许水进入气旋阵列或从中退出。例如，如图 16 中所示，水入口端口 114 可以具有可关闭的帽或其它的关闭构件 116。水入口端口优选地位于顶部表面 108 上，并且与通向气旋的流体流动通道（例如，延伸到气旋入口的真空清洁器中的脏空气流动通道）连通。入口优选地位于头部 130 下游，水入口端口 114 位于头部中。当帽 116 打开时，使用者可以将水倒入端口 114 中。水将通过通道流动到气旋。然后使用者可以使用例如手柄 118 以旋转运

动移开。此后，水可以例如借助于推压按钮 122 被排干，该按钮使杠杆向外移动，这样，底部的门 120 枢转打开以借助于向下通到气旋级 9 的底部之外而允许水和悬浮的脏物被去除。

按照该方面，可以提供多个平行的气旋，其中，气旋具有至少两个脏物收集室，其中所述至少两个脏物收集室同时排空。例如，脏物收集室可以具有可打开的共用的底部 120。优选地，如图 20 中举例说明的，每个气旋具有脏物收集室，并且所有的脏物收集室具有单个共用的门，这样，通过打开单个的门，所有的脏物收集室同时被排空。例如，在图 9、9a、10、11、11a、12、13、14 的任一个中的实施例，底部 120（未示出）可以枢转地安装到周壁 92 上，这样，全部气旋同时被排空。

表面清洁设备可以具有两个清洁级，其中这些级中的一个（优选地第二级）包括多个平行的气旋。另一清洁级（优选地第一清洁级）可以是现有技术中已知的过滤或脏物收集构件。可以理解的是，在另一个方面，表面清洁设备可以仅具有一个包括多个平行气旋的气旋清洁级，其中，多个气旋可以优选地与相连脏物收集室一起作为一个单元被移除。

按照该方面，提供两个气旋级是优选的，其中，至少一个包括多个平行的气旋，并且这些气旋级被独立地排空。例如，如图 17 中所示，当第一级气旋 7 保持在真空清洁器 1 中的适当位置时，包括多个平行的气旋的第二气旋清洁级 8 可以从真空清洁器 1 中移除。第二气旋清洁级可滑动地安装在凸缘 126 上，该凸缘被接收在 L 形的构件 128 中，构件 128 位于级 8 的底部面板上，该面板优选地是枢转门 120。因此，当第二气旋清洁级 8 被移除时，例如沿箭头 A 的方向滑动，它可以被运送到垃圾桶中，按钮 122 被按压并且门 120 被打开，这样第二级气旋 9 可以被排空。本领域中已知的任意锁定构件可以被用于将第二气旋清洁级 8 固定在真空清洁器上的适当的位置，并使气旋阵列 156 与表面清洁设备的相应通道空气流动连通地连接。例如，气旋阵列可以通过成角度的密封件、举起机构或本领域中已知的其它密封方法被密

封在适当的位置。可以理解的是，如果真空清洁器仅具有一个气旋清洁级，该设计也可以被使用。

替换地，如图 18 和 19 中所示，第一和第二气旋级 7、8 可以同时从真空清洁器 1 被移除。然后气旋级 7 可以例如借助于打开底部枢转门 50 被排空。气旋级 7、8 可以例如借助于使气旋级 8 相对于气旋级 7 沿图 19 中所示的箭头 B 的方向首先或随后被分离。然后第二级 8 可以被排空。可以理解的是，级 7 和 9 可以本领域中已知的特定方法被排空，例如，借助于底部枢转门或从气旋室移除的脏物收集室。

按照本发明的该方面，气旋阵列作为密封单元，而不是通向气旋和从气旋出来的流体流动通道被移除是优选的。例如，如图 2 中所示，退出第一级气旋 7 的空气从出口 27 向上行进，通过底部 120 中的开口 150，到达第二气旋清洁级 8（见图 20）的底部的一个或多个开口 148，第二气旋清洁级位于头部 130 的上游，并且通过导管连接到其上。空气行进通过气旋 9，并通过出口 13 退出第二气旋 9 到达头部 136，然后到达下流管 138，流动管 138 位于管道 14 的上游，并通过底部 120 中的开口 152 退出第二气旋级 8。这样，当第二级 8 从真空清洁器和/或第一级被移除时，第二级 8 被密封，而不是第二气旋清洁级 8 和下流管 138 的底部 140 中的一个或多个开口。气旋阵列可以具有可与其一起被移除的过滤器。

另一个移除方法按照图 20 和 21 中的实施例进行举例说明，其中，第二气旋级 8 的壳体 154 被枢转地安装到底部 120 上，当被打开时，气旋阵列 156 可以被向下拉出壳体 154，用于排空。替换地，可以理解的是，壳体 154 的顶部可以向上枢转或以其它方式打开，以允许气旋阵列 156 被向上拉出壳体 154。可以理解的是，如果气旋阵列 156 优选地是密封单元，那么可以提供具有与管道 138 和 146 对齐的底部开口面板。在一个替换实施例中，壳体 154 可以向上枢转，使气旋阵列 156 位于第一级气旋 7（或其它的过滤构件或壳体构件）顶部的适当位置。然后，消费者可以例如借助于手柄拾起气旋阵列 156，或使其移除，用于排空。可以理解的是，如果真空清洁器仅具有一个气旋

清洁级，该设计也可以被使用。

### 气旋级之间的材料转移

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，多个气旋被构造成使得通过一个气旋分出的材料借助于将所分离的材料引入行进到另一气旋的流体流动流中而被传送到另一气旋中。这样的装置的一个实例在图 15 中被示出。如这里所示，流体流动管 1501 分支成管 1502 和 1503，其又通向气旋 1504 和 1505。在管 1501 中流动的流体连续地或周期性地包含一种或多种类型的微粒或其它材料 1512，其被期望从流体流动流中去除。气旋分离器 1504 或 1505 可以是本领域中已知的任意气旋分离器或气旋分离器的组合，或本说明书中描述的任意单独的气旋设计或气旋的组合，包括但不限于顶部入口气旋、侧壁入口气旋、底部入口反向气旋和具有板的气旋。任选地，收集在气旋分离器 1504 中的微粒 1512 借助于装置 1514 被连续地或周期性地转移到管 1501 和/或 1503 中，这样，一段时间之后，除了由于气旋 1505 和 1504 的效率限制被传送到任意的微粒分离构件 1510 中的微粒，大部分微粒被收集在气旋 1505 中。任选地，气旋 1504 的空气出口 1506 通过管 1507 到达任意的微粒分离构件 1510，该构件与抽吸源 1511 邻近。

该构造的一个优点是，当例如在真空清洁器中被使用时，微粒从气旋 1504 向气旋 1505 的转移允许使用者将单个容器排空，其简化了真空清洁器的排空。

在一个替换实施例中，被收集的材料可以被传送到容器 1513。容器 1513 可以是可再用的或一次性的，其由一个或多个有机的或无机的聚合物、橡胶、塑料、纸、纸板、玻璃或金属、或其组合制成，并且容器的形式为袋、盒、瓶、罐、箱或任意其它的用于使微粒的处理和微粒的转移来用于其它用途或操作变得容易的封闭或半封闭的形式。因此，该替换实施例的一个优点是，单个自动化的机构可以被用于由微粒转移装置 1515 控制，连续地或周期性地将被收集的微粒 1512 转移到容器 1513 中。

可以理解的是，当使用者启动或执行容器 1513 的释放或移除时，容器 1513 任选地可以通过使用者的作用完全地或部分地关闭或密封，或任选地可以自动地通过系统的机构部分地或完全的关闭或密封。容器 1513 优选地被设计为包含大部分或全部微粒 1512。可以理解的是，容器 1513 或容器 1513 的一部分不需要是不透气或不漏液体的，但是它可以是多孔的或包含多孔区域或构件，其可以任选地便于流体的进入和/或退出，以任选地通过使用氯气、臭氧、纯氧或其它试剂便于容器 1513 和/或其容纳物的消毒，以任选地通过允许气体泄漏而便于容器 1513 和/或其容纳物的紧密，和/或便于容器 1513 和/或其容纳物的生物降解。

微粒转移装置 1514 可以由门机构构成，门机构周期性地打开，以允许微粒落到一个区域中，微粒 1512 从该区域被抽吸到管 1501 和/或 1503 中，在该过程中，抽吸源 1511 可以被关闭或者其施加在气旋分离器 1504 上的影响被例如阀 1516 中断。微粒转移装置 1514 可以替换地包括与垂直、水平或以任意角度布置的旋转门相似的旋转构件，该微粒转移装置连续地或周期性地将微粒 1512 移动到一个区域中，微粒通过重力从该区域被传送，或者采用例如螺栓或柱塞的机构的方法各自借助于管构件 1518 和 1517 被传送到管构件 1501 和/或 1503 中，在该过程中，抽吸源 1511 可以被关闭或者其施加在气旋分离器 1504 上的影响可以任选地被例如阀 1516 的任意构件中断。

微粒转移装置 1515 可以与借助于管构件 1519 将微粒 1512 转移到容器 1513 中的微粒转移装置 1514 相同或不同，在该过程中，抽吸源 1511 可以被关闭或者其施加在气旋分离器 1505 上的影响可以任选地被例如阀 1520 的任意构件中断。

每个微粒转移装置 1514 和 1515 可以替换地包括一个周期性地或借助于使用者的作用打开和关闭的门，一个振动板或与阀或门连接的振动板。

可以理解的是，将微粒从气旋 1504 和 1505 移动的操作可以被连续地启动；在周期性的基底上自动地启动；在气旋中或容器 1513 中响

应微粒水平启动或停止；响应传感器启动；通过使用者与系统的相互作用启动，例如尝试移除气旋 1505；任选的容器 1513，或者通过系统的通电或断电，或者通过一个或多个这些方法的组合。

也可以理解的是，本发明可以被应用到气旋组或阵列上，其中，1504 和 1505 代表多个平行的气旋，而不是单个气旋。

可以理解的是，任选的微粒分离构件 1510 可以是一个气旋、多个平行的气旋、两个或多个串联连接的气旋、其中每个气旋级包括多个平行气旋的两个或多个气旋级、其中每个气旋级包括多个平行气旋且上游平行气旋阵列中的每个单独的气旋与下游平行气旋阵列的单个气旋串联流体流动连通的两个或多个气旋级、其中每个气旋级包括多个平行气旋且上游平行气旋阵列中的每个单独的气旋与下游平行气旋阵列中的多于一个（例如，优选两个）的气旋串联流体流动连通、其中每个气旋级包括多个平行气旋且上游平行气旋阵列中的每个单独的气旋与向下游级的至少一个气旋供料的歧管串联流体流动连通的两个或多个气旋级、纤维性过滤介质、具有应用来辅助捕获或保持细的微粒的粘合剂或表面处理的纤维性介质、或者流体流必须通过其中的液体槽。

也可以理解的是，任选的微粒分离构件 1510 可以物理地邻近抽吸源 1511 或者它可以借助于管道或通道的方法被连接到抽吸源 1511 上，所述管道或通道可以包括一个或多个弯曲部。也可以理解的是，气旋的出口可以通过气旋的底部或侧壁，或其组合。也可以理解的是，流体流动 1501 可以来自真空清洁器的地板喷嘴或其它地板清洁装置，来自真空清洁器或其它清洁装置的棒或管，来自室内的空气，来自在其中一个或多个微粒的尺寸和类型将被分离的流体，来自与上面参照任选的微粒分离构件 1510 描述的相似的另一个源，或来自流体流必须通过的液体槽。

多个气旋的一个替换实施例在图 15a 中被举例说明，所述气旋被构造为使得借助于将所分离的材料引入流体流动流中而使通过一个气旋出来的材料被传送到另一个气旋中，该流体流动流行进到该另一个

气旋中。图 15a 示出流体流动管 1501，其通向气旋分离器 1505。在管 1501 中流动的流体连续地或周期性地包含被期望从所述流体流动流中被去除的一种或多种类型的微粒或其它材料 1512。气旋分离器 1504 可以被设计为当其与气旋分离器 1505 串联并位于气旋分离器 1505 下游时，更有效地捕获更细的微粒。

在气旋分离器 1504 中收集的微粒 1512 借助于装置 1514 被连续地或周期性地转移到管 1501 中，这样，一段时间之后，大部分微粒被收集在气旋 1505 中。

微粒转移装置 1514 完全按照图 15 中描述的进行操作，除了它仅借助于管构件 1518 向流体流动管 1501 供料。微粒转移装置 1515 完全按照图 15 中描述的进行操作，除了在操作中，当气旋 1504、1505 串联时，阀 1516 将被用于任选地中断抽吸源 1516 对气旋 1505 的影响。

从气旋 1504 出来的空气出口 1506 通过管 1507 到达任选的微粒分离构件 1510，微粒分离构件邻近抽吸源 1511。也可以理解的是，也可以提供与抽吸源 1511 邻近的任选的微粒分离构件 1510a。可以理解的是，构件 1510 和 1510a 可以为了清洁任选地一起被移除，并且可以被机械地相互邻近地放置。可以理解的是，任选的微粒分离构件 1510 或 1510a 可以与图 15 中描述的相似。

也可以理解的是，在本发明中，任选的微粒分离构件 1510 或 1510a 可以与抽吸源 1511 物理上邻近，或者它可以借助于管或通道被连接到所述抽吸源上，所述管或通道可以包括一个或多个弯曲部。也可以理解的是，气旋的出口可以通过气旋的底部或侧壁，或者其组合。

也可以理解的是，流体流动 1501 可以来自如图 15 描述的任意的源。

也可以理解的是，在本发明中，气旋分离器 1504 和 1505 中的每一个可以代表一个单个的或多个平行的气旋，并且本发明可以被应用于多于两个连续的气旋中，这样，微粒 1512 被收集在多个气旋或气旋级中，所述多个气旋或气旋级少于气旋或气旋级的总数。也可以理解的是，1510 或 1510a 本身可以是安装在更大的气旋的壁或壁的一部分

上的多个气旋，从而产生一个结构，其使连接管中的能量损失最小。也可以理解的是，图 15 和 15A 中描述的结构可以被构造为去除尺寸极小的微粒和活的病毒微粒。

### 透明的塑料部件

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，表面清洁设备具有多个平行的气旋 9，其具有至少一个脏物收集室 52，其中，位于最大填充位置（其可以是壳体上标记的最大填充线）的脏物收集室的至少一部分是透明的。

例如，在图 2a 的实施例中，每个第二级气旋具有一个脏物收集室 52，其具有透明的外壁 100。此外，气旋室 102 具有透明的外壁 104。第二级气旋 9 位于具有透明的侧壁 106 和顶壁 108 的外壳或壳体中。假设脏物收集室 52 的最大填充线外面的侧壁 106 的一部分是透明的，那么使用者可以观察最大填充线或位置，并确定何时排空第二级脏物收集室 52。可以理解的是，如举例说明的，每个第二级气旋和第二级气旋壳体可以由透明塑料（其可以有阴影或有色彩，但是仍然允许使用者看透）制成，并且该部件可以用标签或涂层标记，以便使其一部分不透明。假设使用者可以观察到脏物收集室 52 被充满的时刻，那么使用者将获得清洁或排空第二级气旋的视觉信号。当多个气旋 9 具有相应的多个脏物收集室 52 时，优选地每个气旋 9 具有一个相应的脏物收集室 52 时，特别当气旋 9 被与另一个清洁级独立地排空时，该设计是特别优选的。

替换地或者另外地，过滤器 112（例如，泡沫塑料、HEPA 等）可以位于壳体 110 中，其中，可视的或者可以被制成可视的壳体的至少一部分是透明的。优选地，全部壳体 110 是透明的塑料。这允许当过滤器 112 是脏的和需要清洁或替换时，引起使用者的注意。优选地，壳体 110 是马达前过滤器。因此，例如壳体 112 可以位于马达前区域 16 中。这样，当气旋清洁单元 6 被移除时，使用者可以观察壳体 110，例如其顶部。但是，可以理解的是，不位于气旋室中的过滤器 112 通过真空清洁器的透明侧壁是可视的，或者当位于真空清洁器中的门被



打开时，壳体 110 是可视的。使用壳体的一个优点是，当从真空清洁器移除过滤器 112 时，消费者不需要接触过滤器 112。

可以理解的是，一个或多个过滤器（例如，泡沫）可以随气旋阵列 156 被移除，它们可以位于壳体中，壳体的一部分或全部是透明的。

### 使用

也可以理解的是，任意的或全部实施例可以单独地或结合地或半结合地使用。除了它们在表面清洁装置和其它家庭装置以及呼吸面具中的应用，它们也可以单独地或结合地在其它应用中使用。

例如，这里描述的气旋实施例可以结合风扇或其它空气移动装置使用，以产生清扫器、具有抽吸机的清扫器、真空清洁器、罐式真空清洁器、直立真空清洁器、湿/干真空清洁器、棍式真空清洁器、地毯清洗器、地毯除尘器、手动真空清洁器、背包真空清洁器、安装到车上的真空清洁器或任意其它类型的真空清洁器或脏物除尘器，或获取不想要的微粒或随后将不想要的微粒从空气中去除。

替换地，这里描述的气旋实施例可以被应用到用于冷却空气的入口和/或空气的出口中，该入口通向计算机、电子设备或机械装置，该出口从计算机、电子设备或机械装置中出来，以便保护计算机或设备不受微粒的影响，该微粒可以损害它们或削弱它们的功能。

也可以理解的是，这里描述的气旋实施例可以结合风扇或其它空气移动装置使用，以产生空气清洁器、空气滤净器、空气传播的微粒捕获系统、具有微粒捕获系统的风扇、自动舱空气过滤器、加热、冷却或通风系统来将不想要的微粒从空气流中捕获。

也可以理解的是，这里描述的气旋实施例可以结合风扇或其它空气移动装置使用，以产生过滤器面具以从空气流中捕获不想要的微粒。构造为具有在本说明书中描述的气旋或具有本领域中已知的任意气旋的过滤器面具可以被设计为过滤人吸入、呼出或吸入和呼出的空气，以便能够产生将人从他们周围环境中隔离的便携式装置。小风扇可以任选地被用于减小人必须用其肺所施加来通过气旋装置吸入和/或呼出的压力。

也可以理解的是，这里描述的气旋实施例可以结合流体移动装置使用，以产生从流体中去除不想要的微粒的装置。在本说明书中描述的气旋实施例可以直接邻近地或以某些距离放置在通向流体移动构件的管中，以保护流体移动构件不受微粒的影响并去除它们。这里描述的气旋实施例可以直接邻近地或以某些距离替换地或放置在从流体移动构件引导出的管中，以保护流体移动构件下游的设备不受微粒的影响，流体移动构件可以将该微粒引导入流体流中。这里描述的气旋实施例的定位可以机械地布置，这样它们可以为了清洁或维修被去除。

也可以理解的是，这里描述的气旋发明可以被用于减少从任意类型的燃烧器散发的微粒，该燃烧器用于加热房屋、加热水，和去除来自工业加工的废气、内燃机的废气、外燃机的废气和涡轮发动机的废气的散发物质。这里描述的气旋实施例可以直接邻近地或以某些距离放置在通向散发源或从散发源引导出的管中，以保护微粒散发产生装置不受空气流中的微粒的影响，该装置需要操作空气流。这里描述的气旋实施例可以直接邻近地或以某些距离替换地或也被放置在通向微粒散发源或从微粒散发源引导出的管中，以保护散发源和环境下游的设备不受微粒的影响，散发源可以引导进入微粒的排气流中。

这里描述的多级气旋分离装置的优点是，可以产生这里提到的真空清洁器、过滤面具或其它设备，其可以在不使用过滤器的情况下，任选地达到 HEPA 或 ULPA 分离水平。

采用该方法使用的气旋分离装置可以被清洁或处理，或其组合。

#### 任选的流体流动马达

用在任一方面的风扇装置可以是由一个或多个串联或平行的马达操作的两到十级的风扇系统，该风扇可以是螺旋桨、叶轮、也被称作 Tesla 涡轮的 Prandtl 层涡轮，或其组合。

任选地，真空清洁器可以借助于斯特林发动机、蒸汽发动机、或内燃机提供动力，其中，所述斯特林发动机、蒸汽发动机、或内燃机可以任选地由氢气操作，所述氢气通过来自壁或电池的电或化学反应产生，或者其可以任选地从贮存容器中提取。可以提供从一个源向另

一个源手动地或自动地切换对真空清洁器提供动力的氢源的选择。可以理解的是，由氢提供动力的装置，包括表面清洁设备和其它用于室内用途的装置可以采用相关领域中已知的任意设计进行操作。

当例如表面清洁设备，优选地真空清洁器的装置被插入电出口时，由电产生的氢可以被用于对表面清洁操作设备提供动力。全部的或部分的氢可以被贮存，用于无线操作。可以理解的是，当氢被产生以操作该装置时，某些氢可以被使用。这样的由氢提供动力的表面清洁设备可以单独地使用或结合这里公开的任意其它实施例使用。当真空清洁器被插入但未被使用时，由电产生的氢是优选的操作方法。预期的贮存方法是本领域中已知的任意方法，包括但不限于加压贮存、贮存为金属氢化物或其它吸附贮存方法。被贮存的氢可以通过燃料重整、化学反应或通过电解产生。替换地或者另外地，可以提供对小的便携式容器”充电的中心氢产生器，该容器被插入空气清洁装置中。

#### 粘合构件

也可以理解的是，在任意实施例中，例如琼脂或胶质或橡胶基粘合剂的粘合材料可以被附着到气旋分离器 20 的内表面的全部或一部分上，以帮助捕获和保持细的微粒。例如，粘合剂可以被附着到下流管 27b 和 27c 的内部和外部和/或板 32 上，当气旋的底部被移除时，该板为了清洁可以被移除，或者该部件可以用具有新鲜的粘合剂的清洁片处理和替换。替换地或者另外地，用于构造筛 28 的网格可以结合粘合剂或微丝，其有助于纤维、头发或微粒的捕获。因此，如果筛 28 包括粘合剂材料，那么可以理解的是，筛 28 可以是一次性的。

该实施例在气旋分离器中特别地有用，其中，少量的细微粒将被收集在多级气旋分离器的例如第二、第三或第四或其它连续的级中。替换地或者另外地，板可以由纤维性的材料制成或涂上纤维性的材料，例如微丝，以帮助将脏物保持在气旋外壳中。可以理解的是，按照这样的实施例，板可以是一次性的。

#### 水雾

按照可以单独地使用或与任意其它的方面一起使用的另一方面，

优选地借助于静电地和/或机械地雾化产生的水雾可以被放置在这里描述的气旋实施例的上游，或借助于本领域中已知的任意气旋分离装置产生雾化装置，其中，未被收集的微粒从流体流动流中被气旋地去除。任选地，在本说明书中描述的气旋实施例中的一个或多个，或其组合或本领域中已知的任意气旋分离装置可以被放置在雾源的上游，以防止空气传播的微粒污染雾源，或在另外的情况下干扰雾源的操作。

不会蒸发的水在雾化过程中被重新使用之前，可以在过滤器和/或臭氧消毒器和氧化系统和/或紫外光消毒系统中循环。如果臭氧水被用于产生雾，在下游的气旋分离器被用于从空气流中去除剩余的臭氧水滴之前，可获得空气消毒。

也可以理解的是，臭氧可以被引导入空气流中，以氧化污染物和为上游的空气传播的微粒消毒，并且下游的气旋分离器可以去除氧化微粒，如果任选地使用静电的和/或机械的雾化雾源，臭氧可以被捕获在水滴中，水滴可以借助于下游的气旋分离器去除。

改进可以在单个应用中、或者单独地或者成子组合地使用。特别地，气旋和气旋阵列的设计的改进可以在单个应用中、或者单独地或者成子组合地使用。例如，一个或多个改进可以被用于单个真空清洁器中。被选择的改进可以基于所需的微粒去除程度、是否利用马达前和/或后过滤器、借助于通过真空清洁器的空气流通路径能产生的背压量、抽吸马达的功率或类似的因素确定。

可以理解的是，可以对这里已知的实施例进行多种修改和替换，每一个都在下面的权利要求书的范围内。

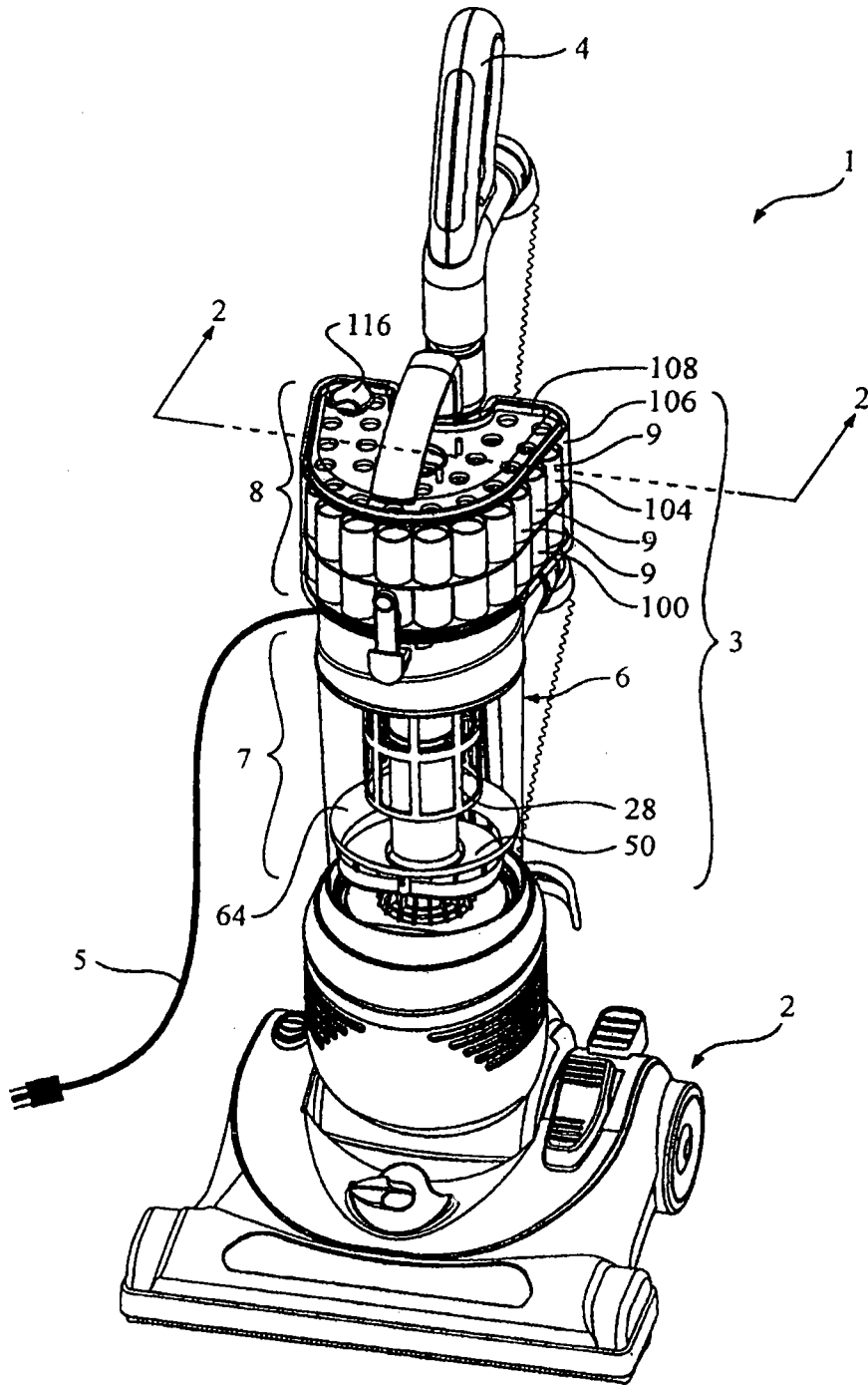


图1

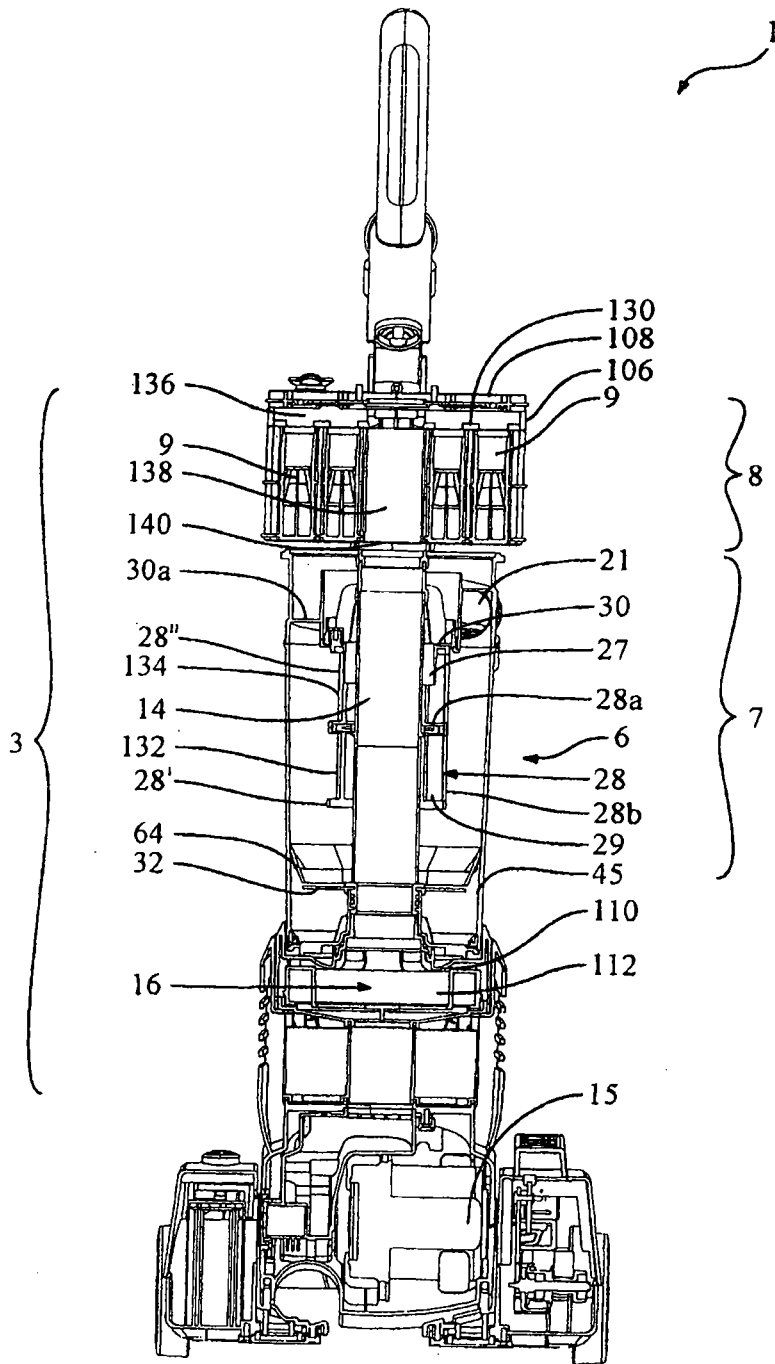


图2

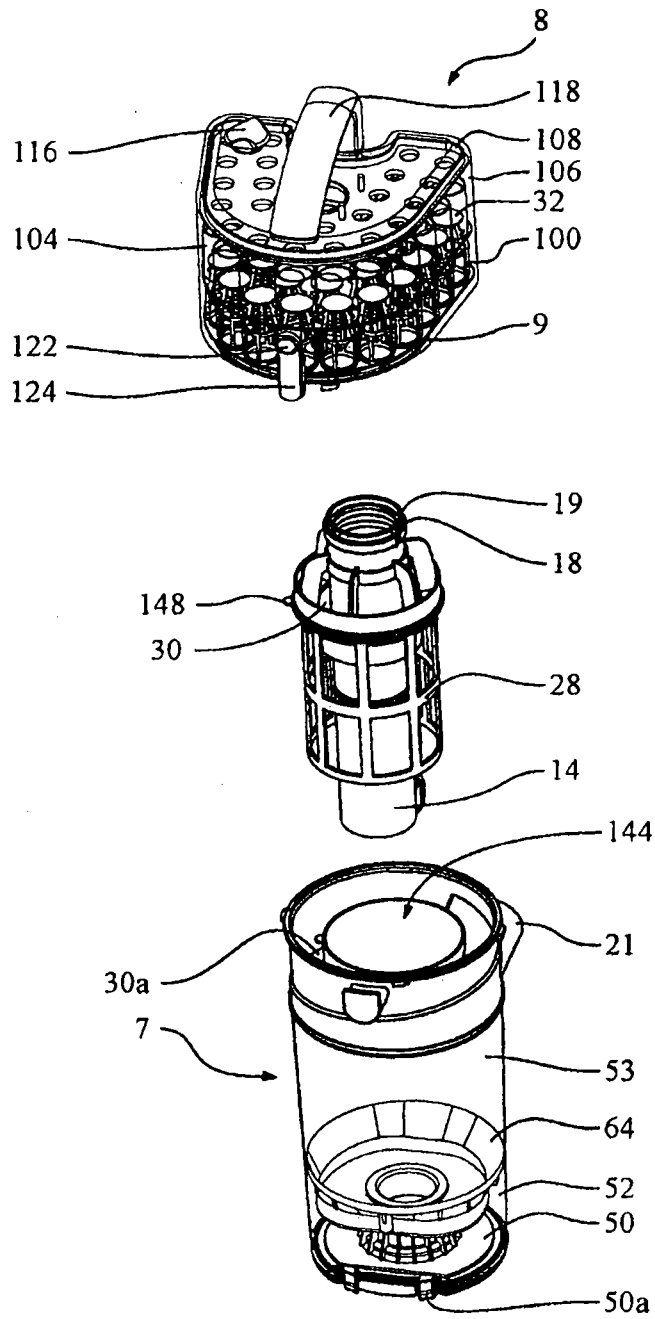


图 2a

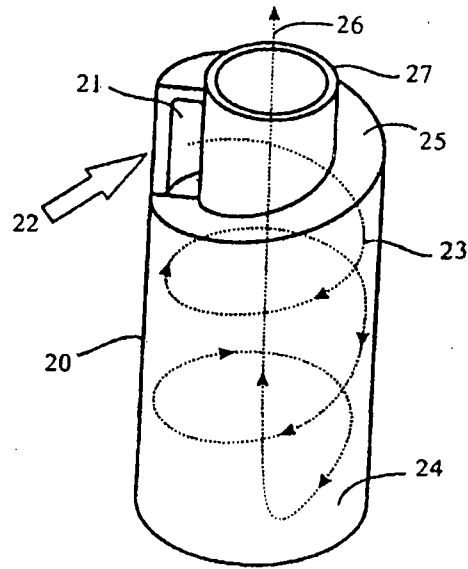


图 3

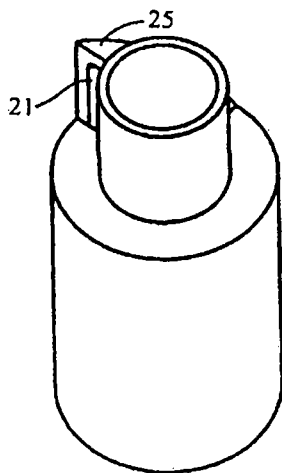


图 3a

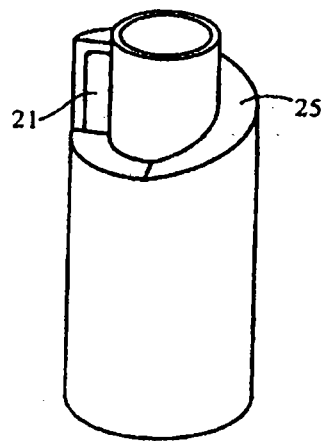
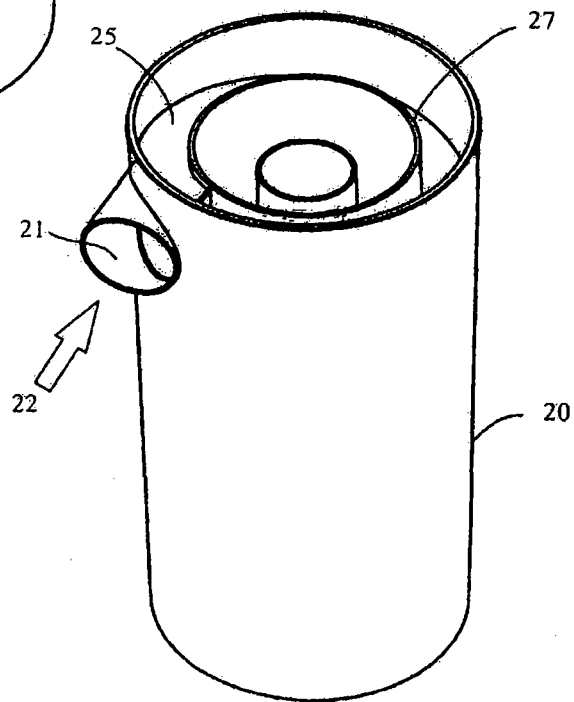
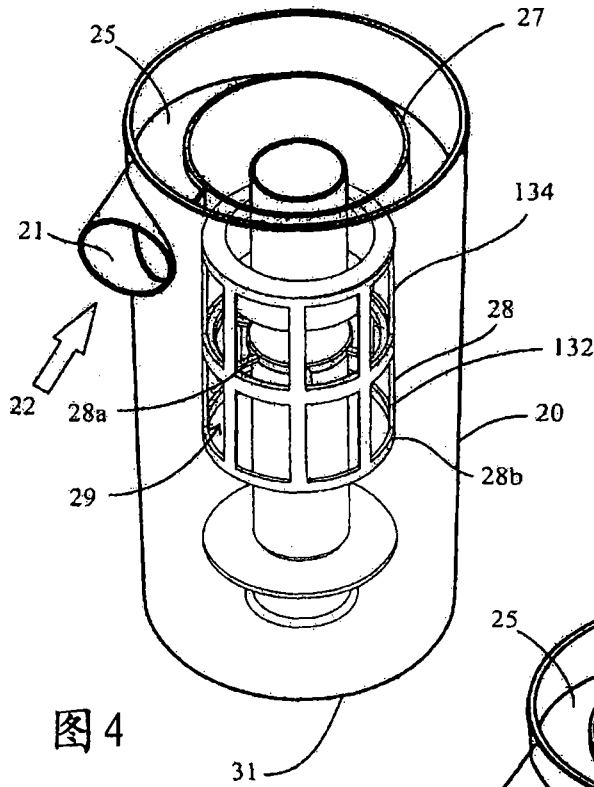


图 3b





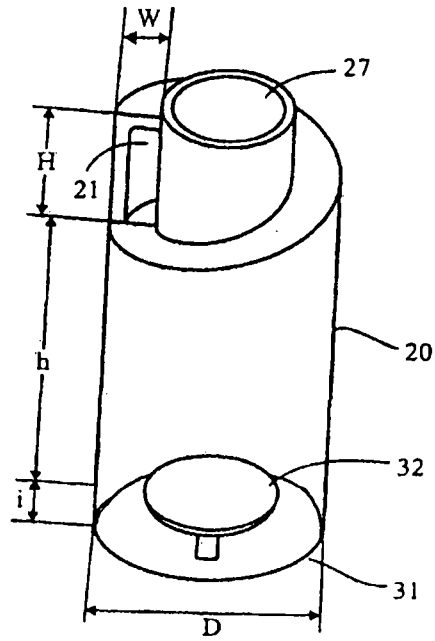


图6

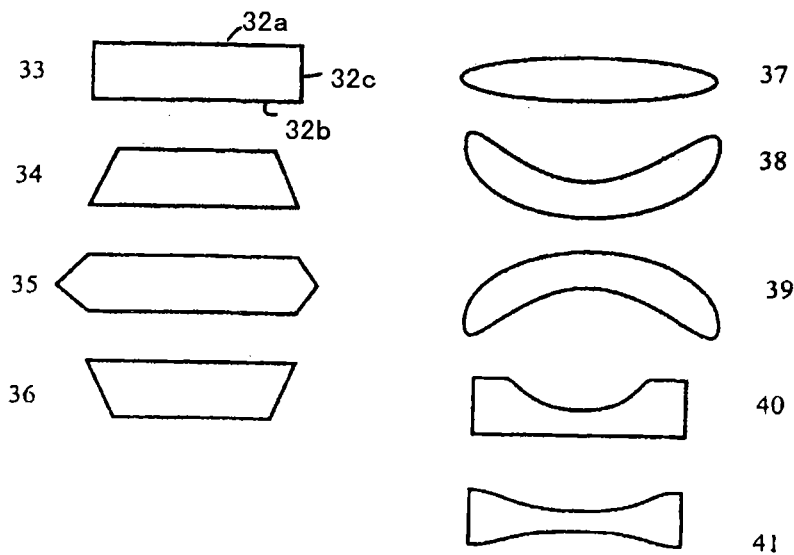


图6a

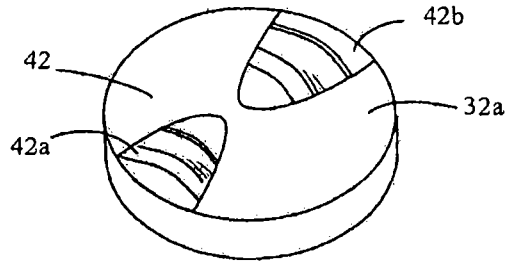


图 6b

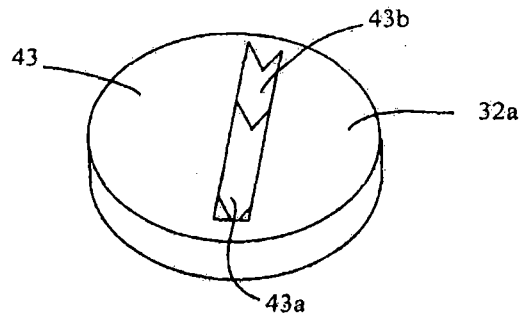


图 6c

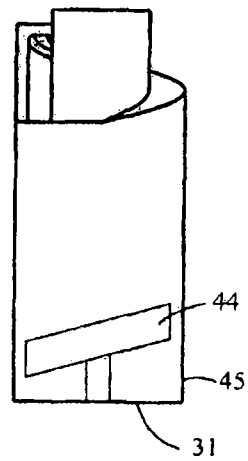


图 6d

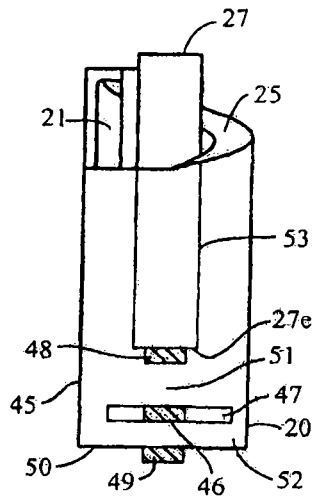


图 6e

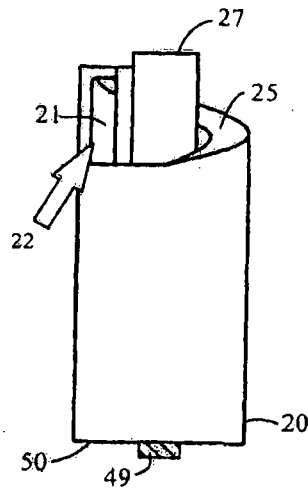


图 6f

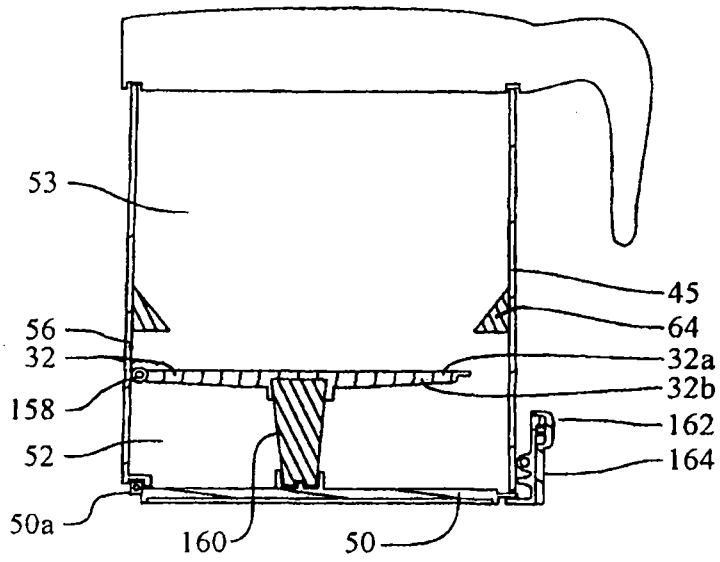


图 6g

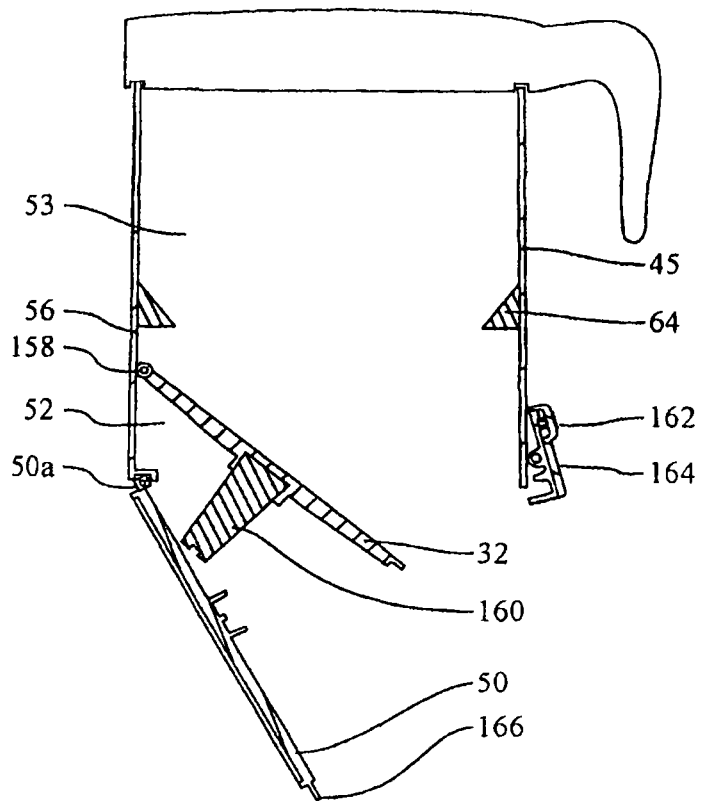


图 6h

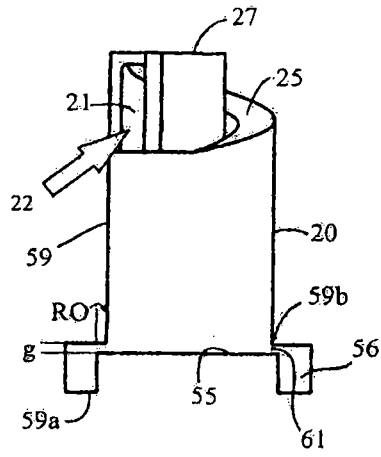


图 7

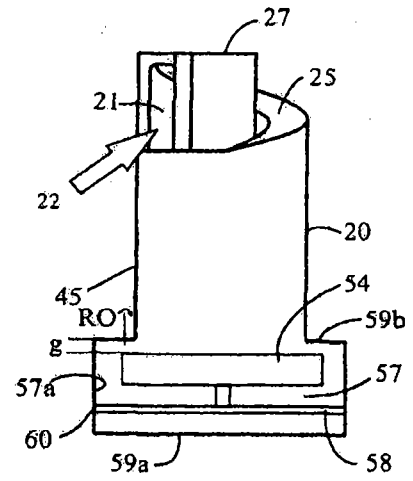


图 7a

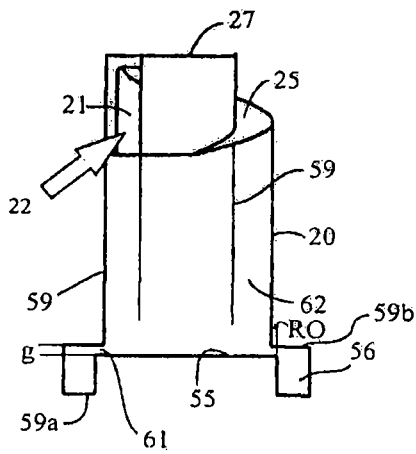


图 7b

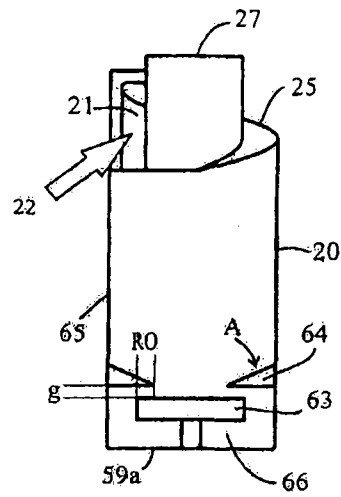


图 7c

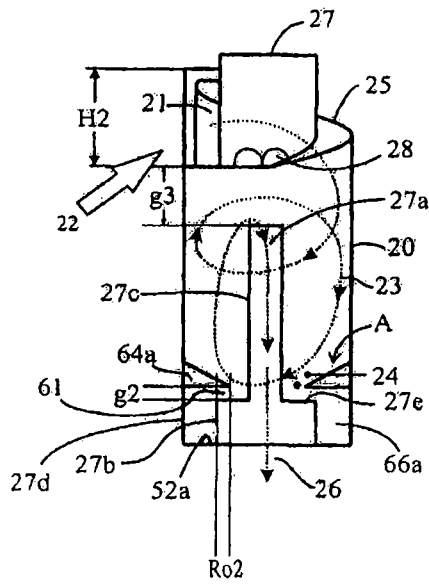
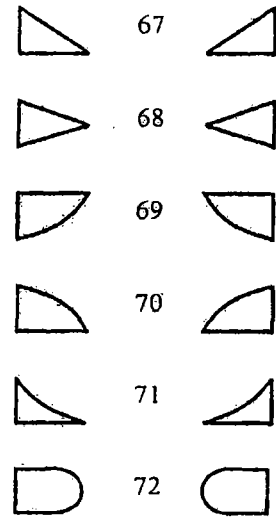


图 7d

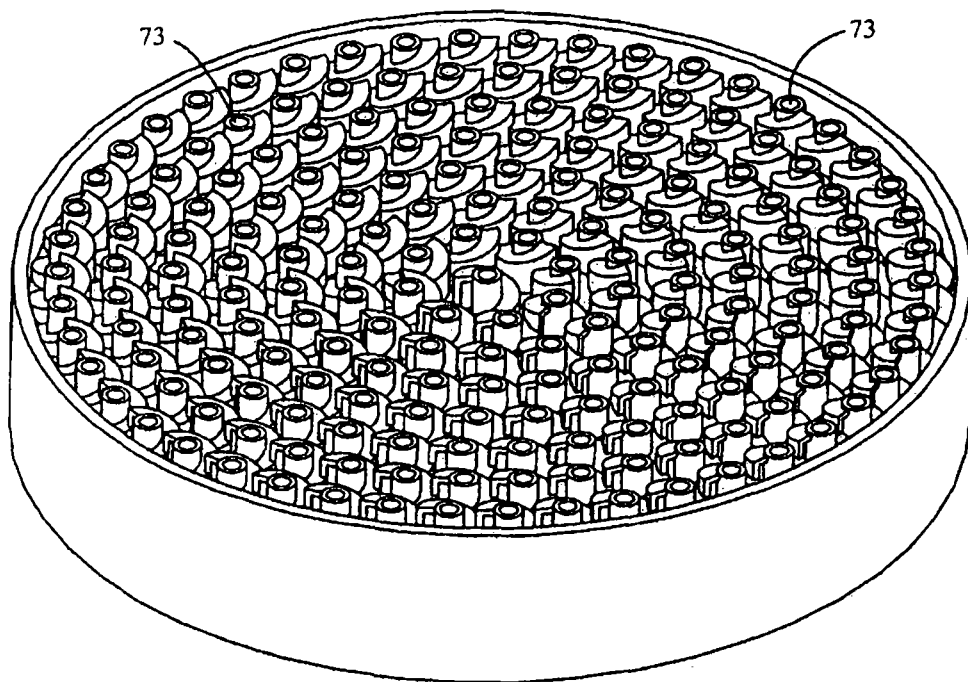


图 8



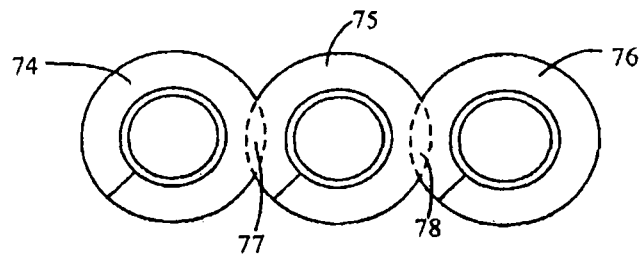


图8a

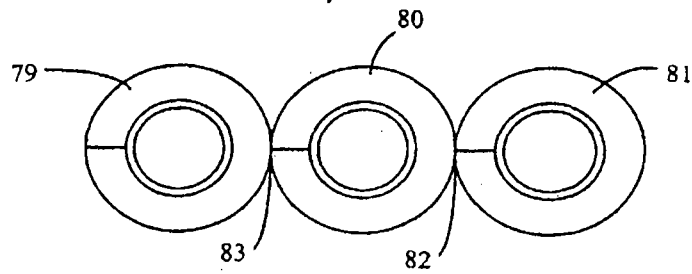


图8b

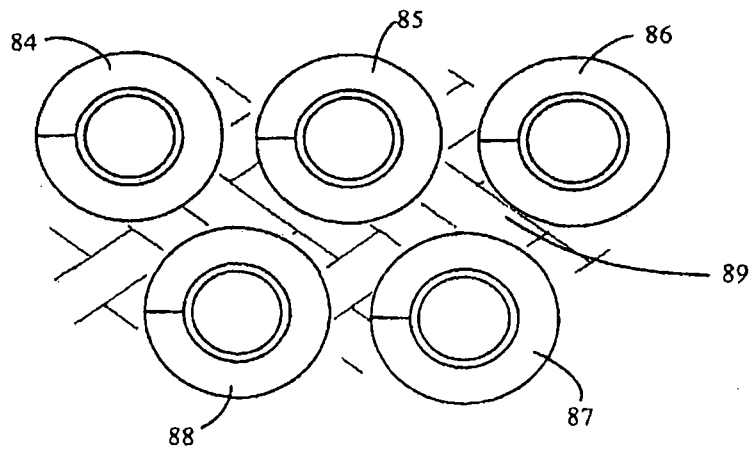


图8c

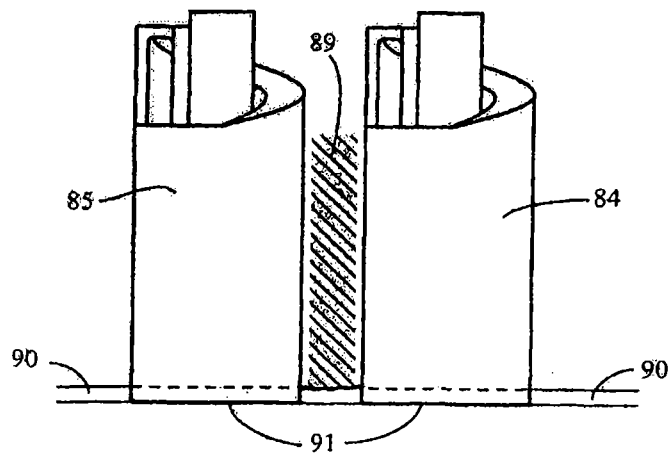


图 8d

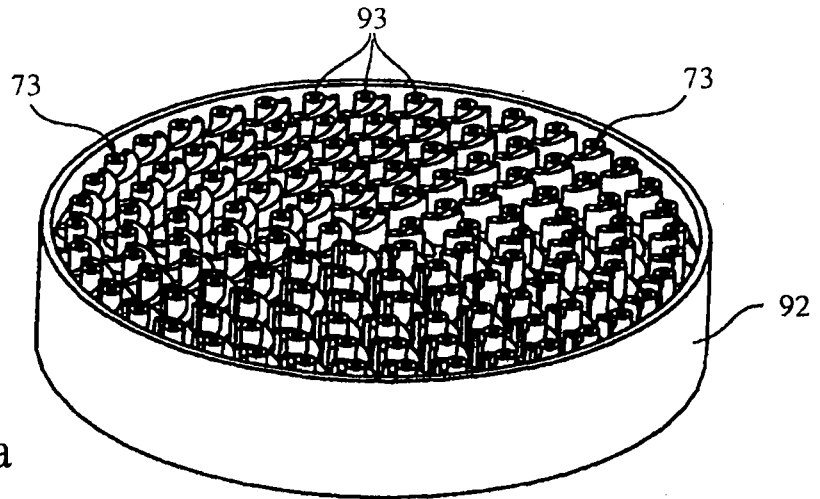


图9a

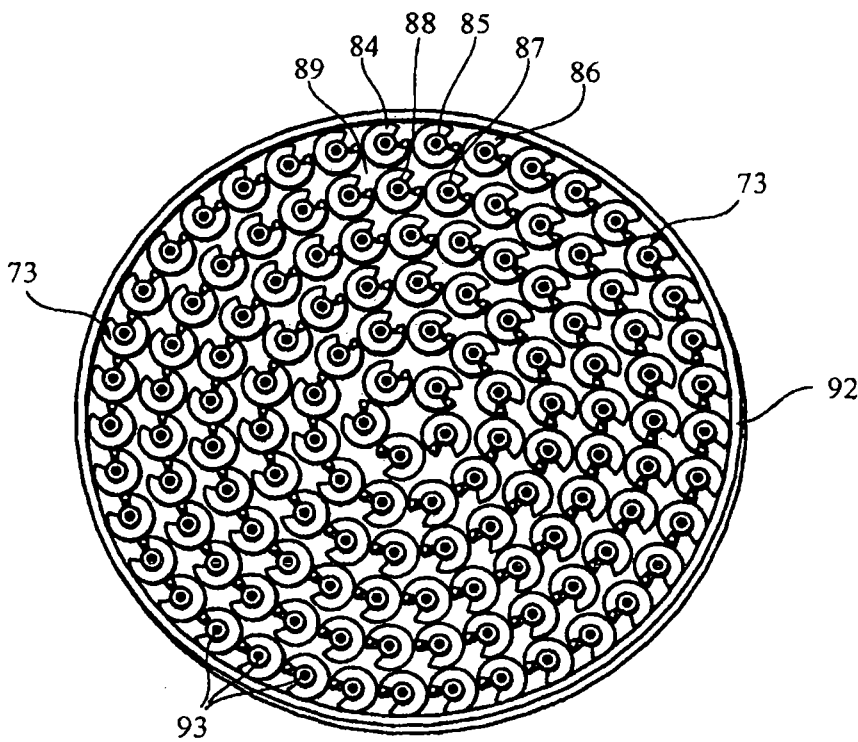


图9

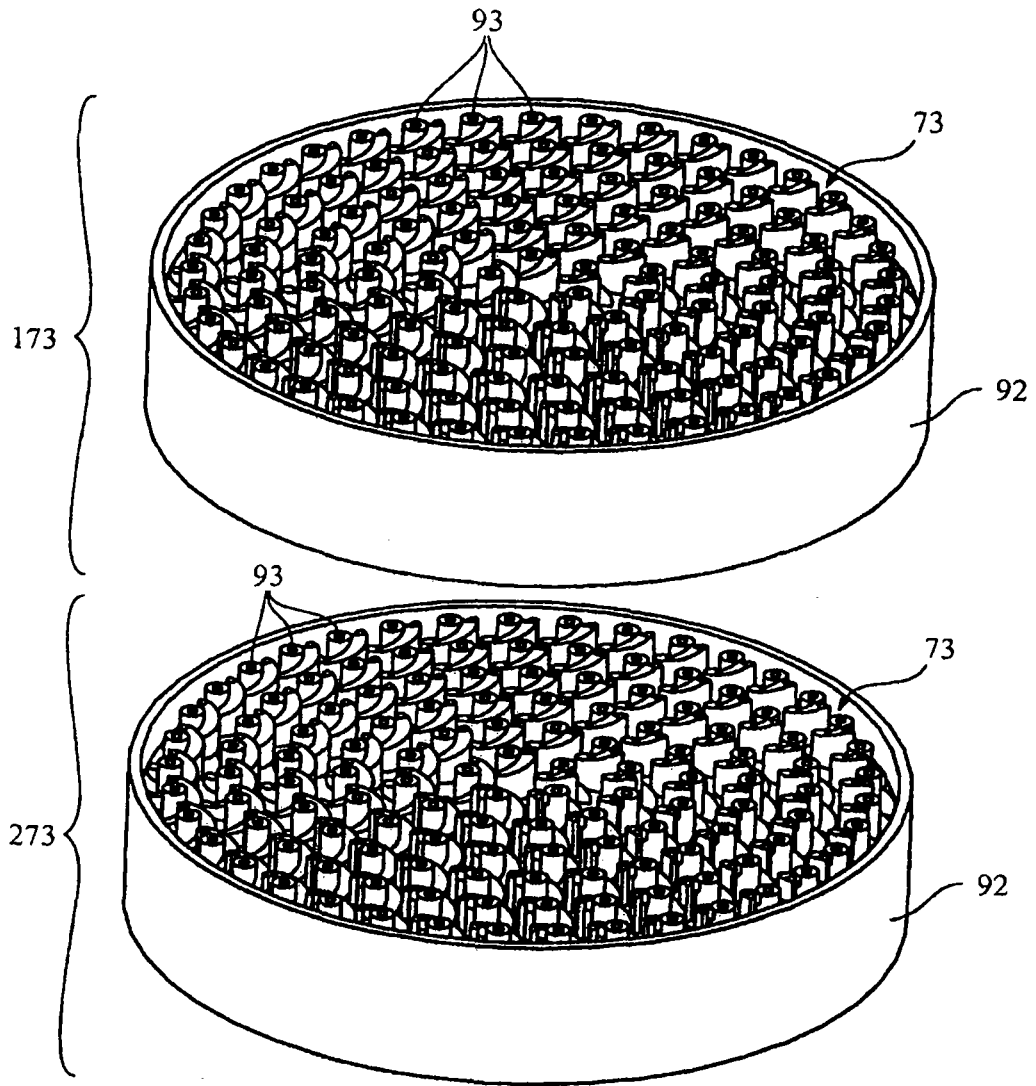


图10

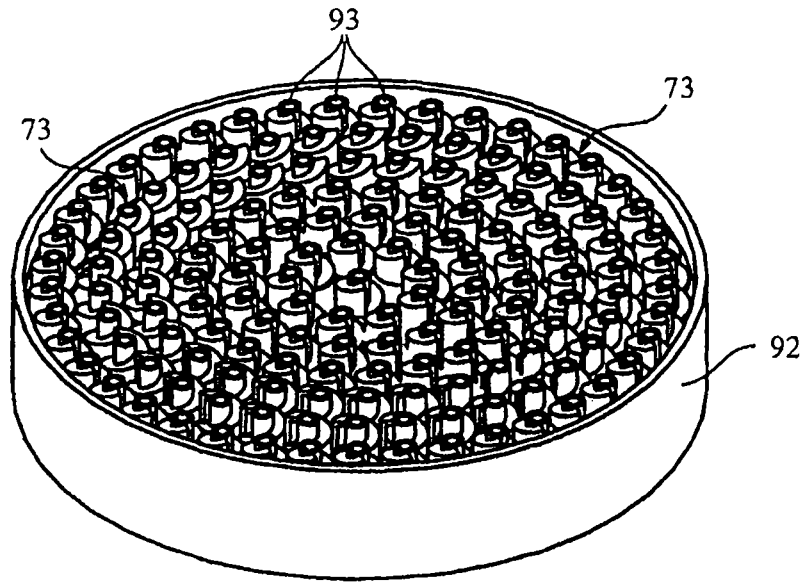


图 11a

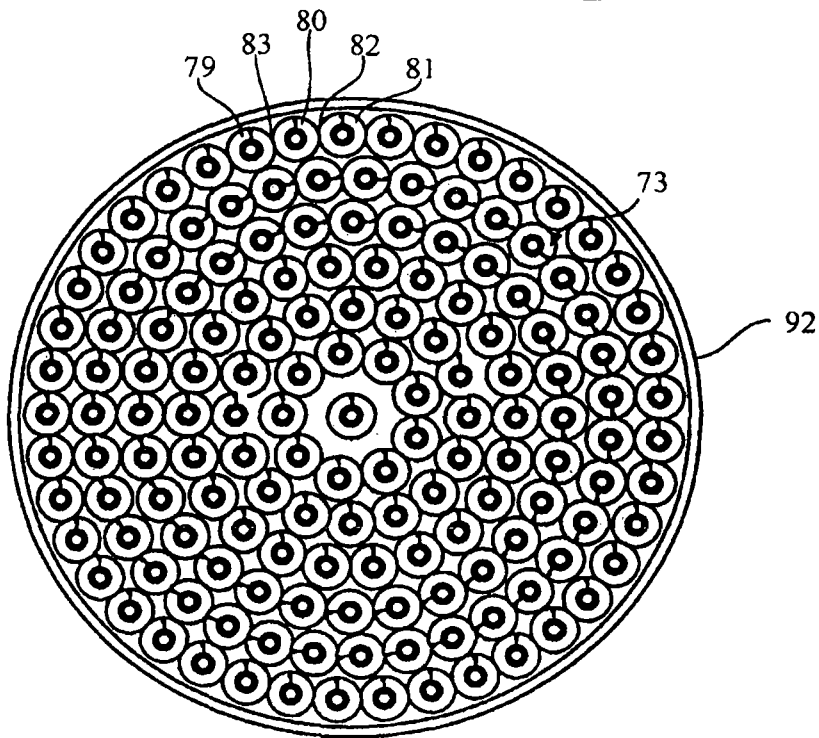


图 11

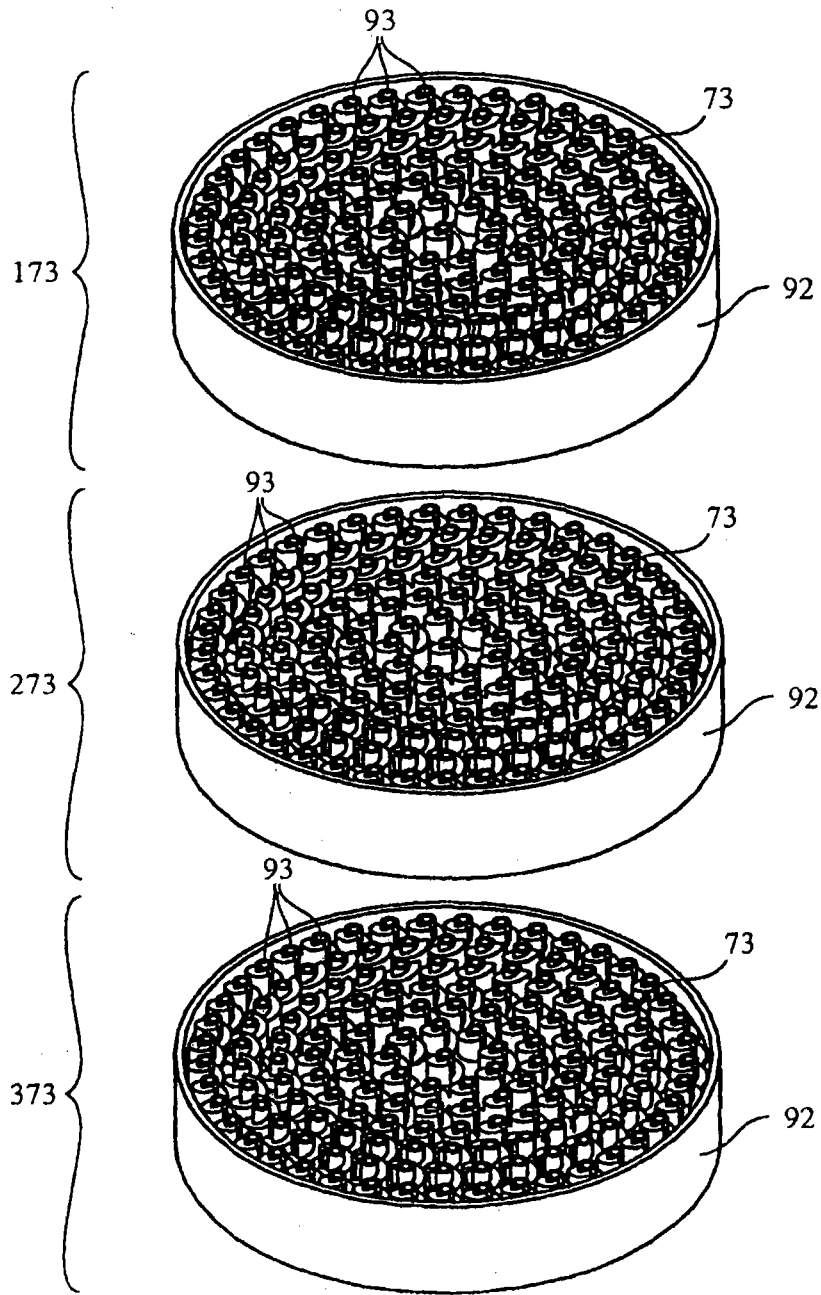


图12

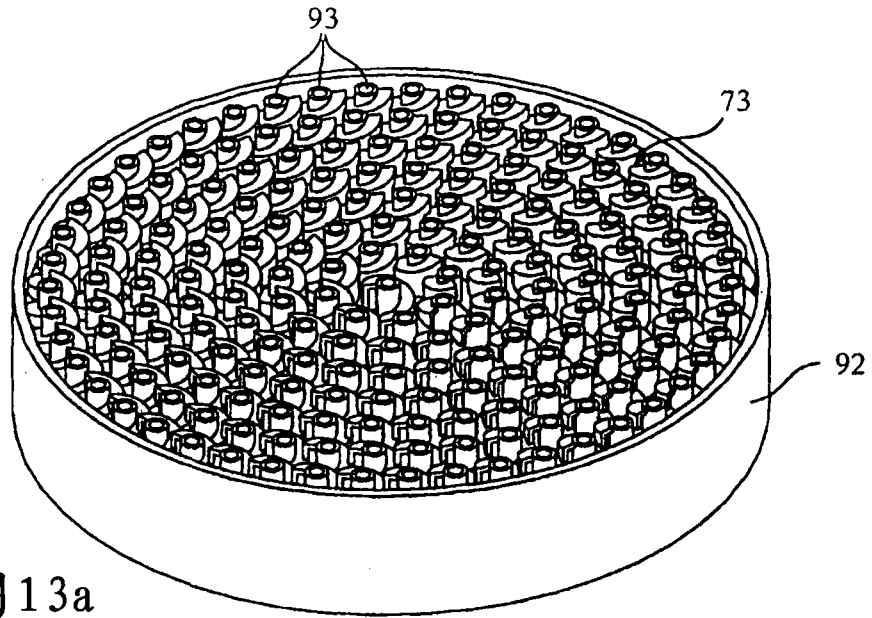


图 13a

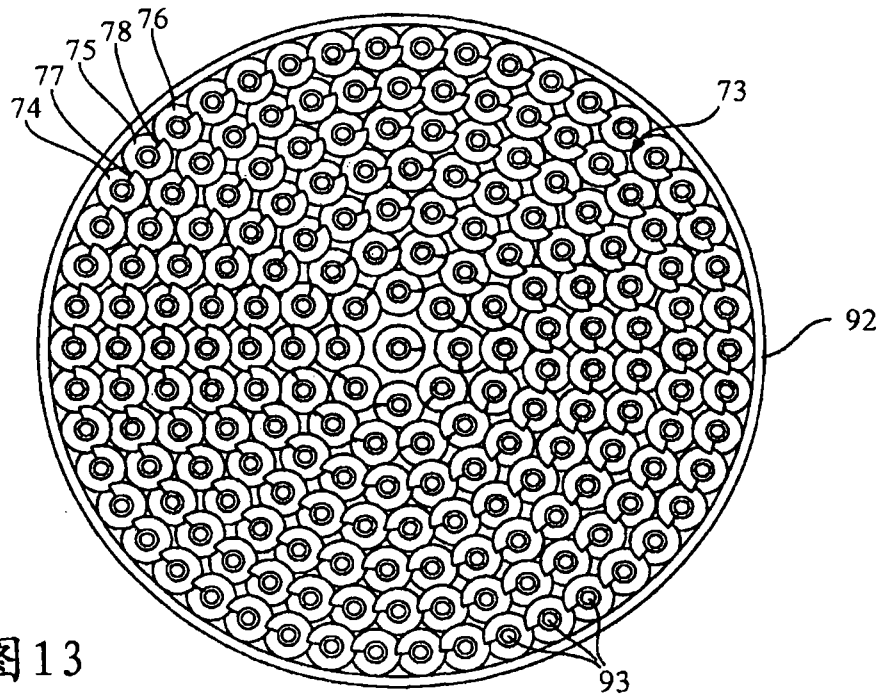


图 13

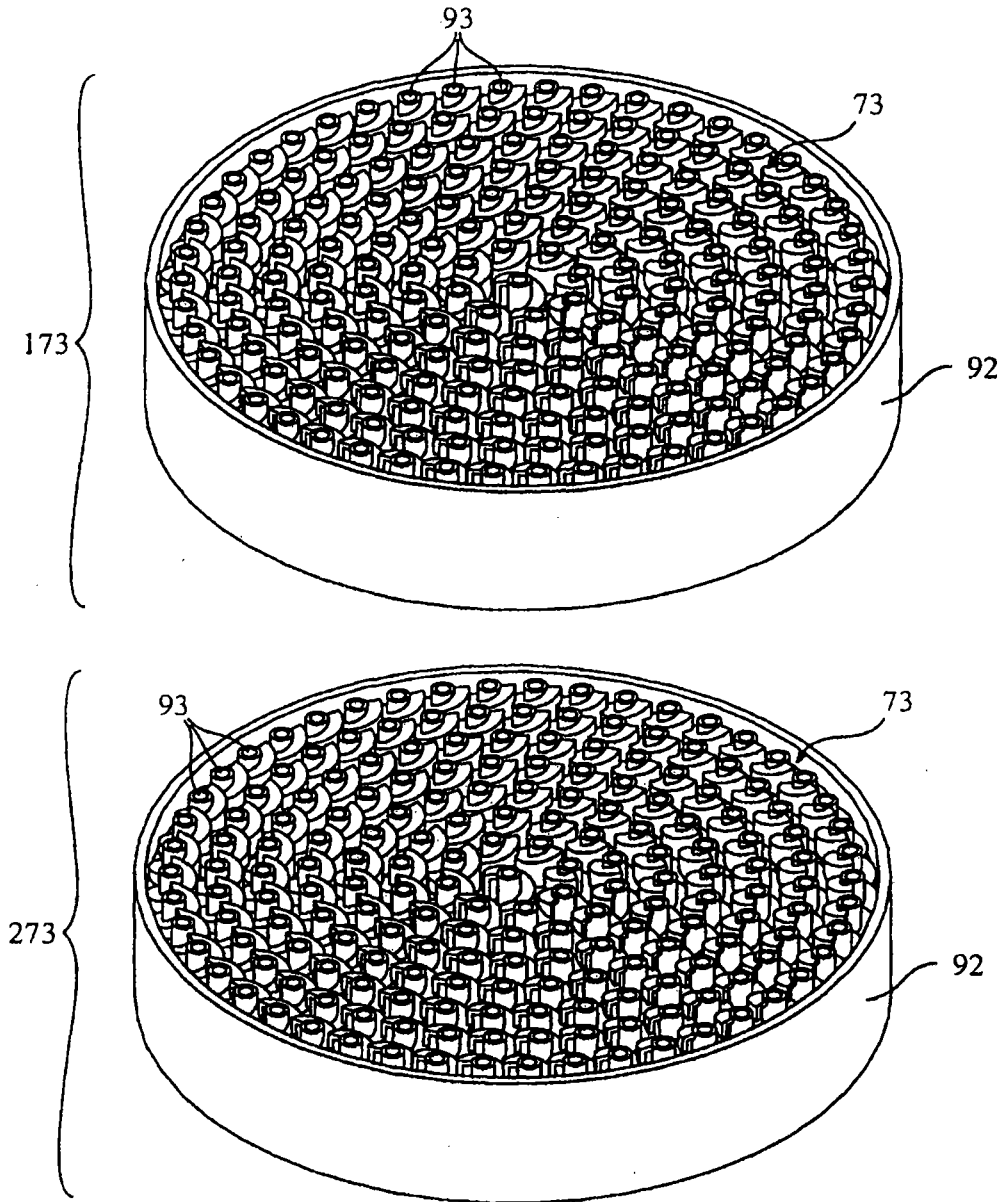


图14



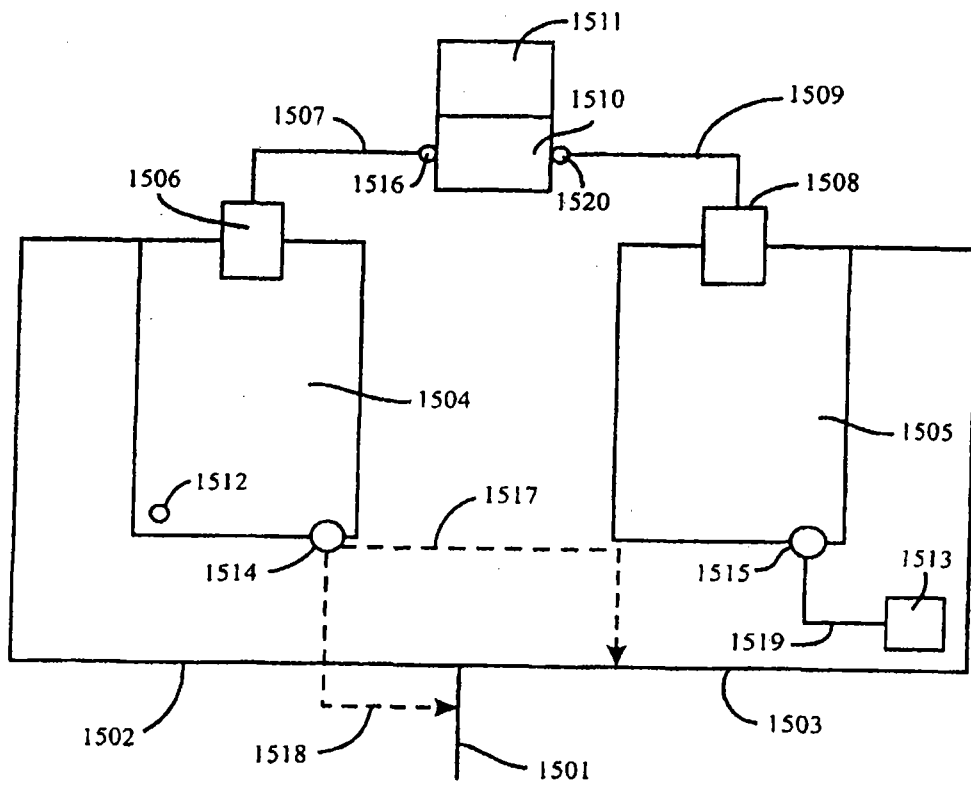


图15

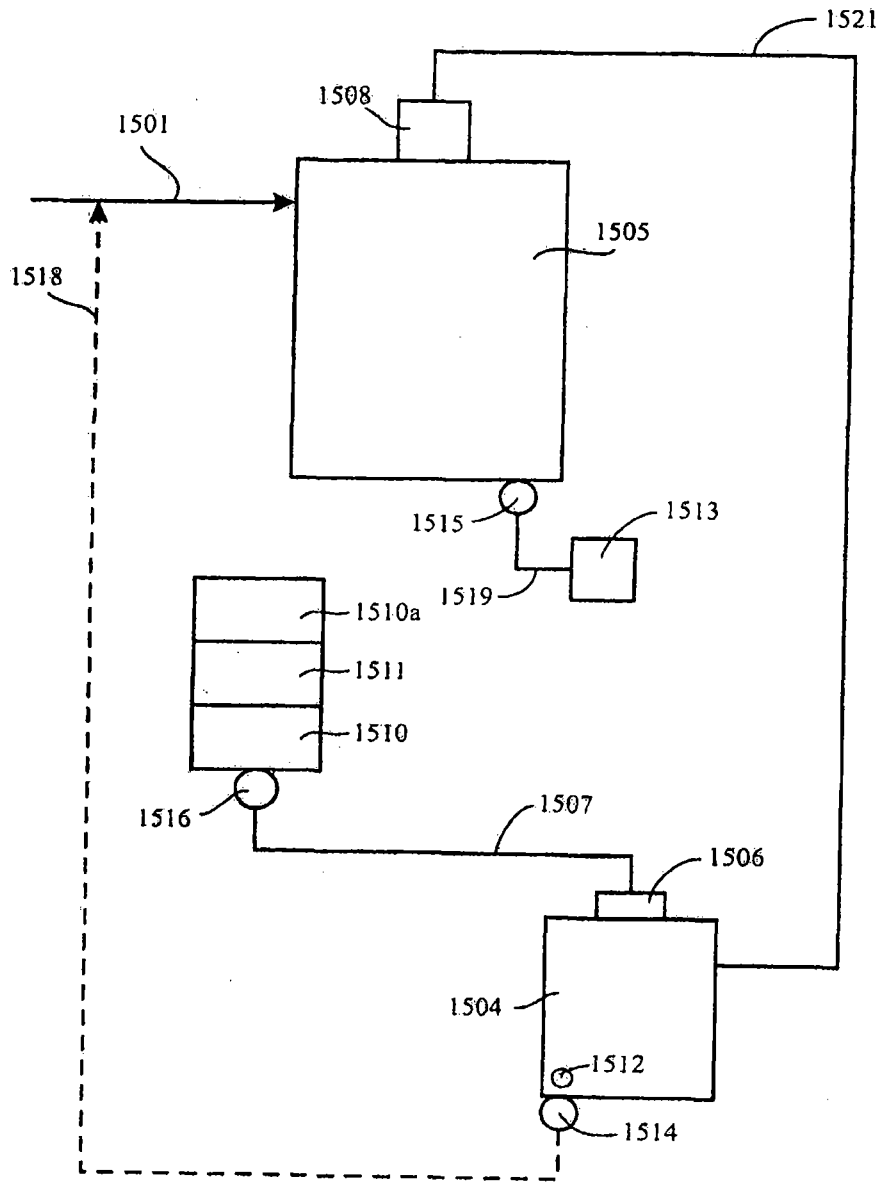


图 15a

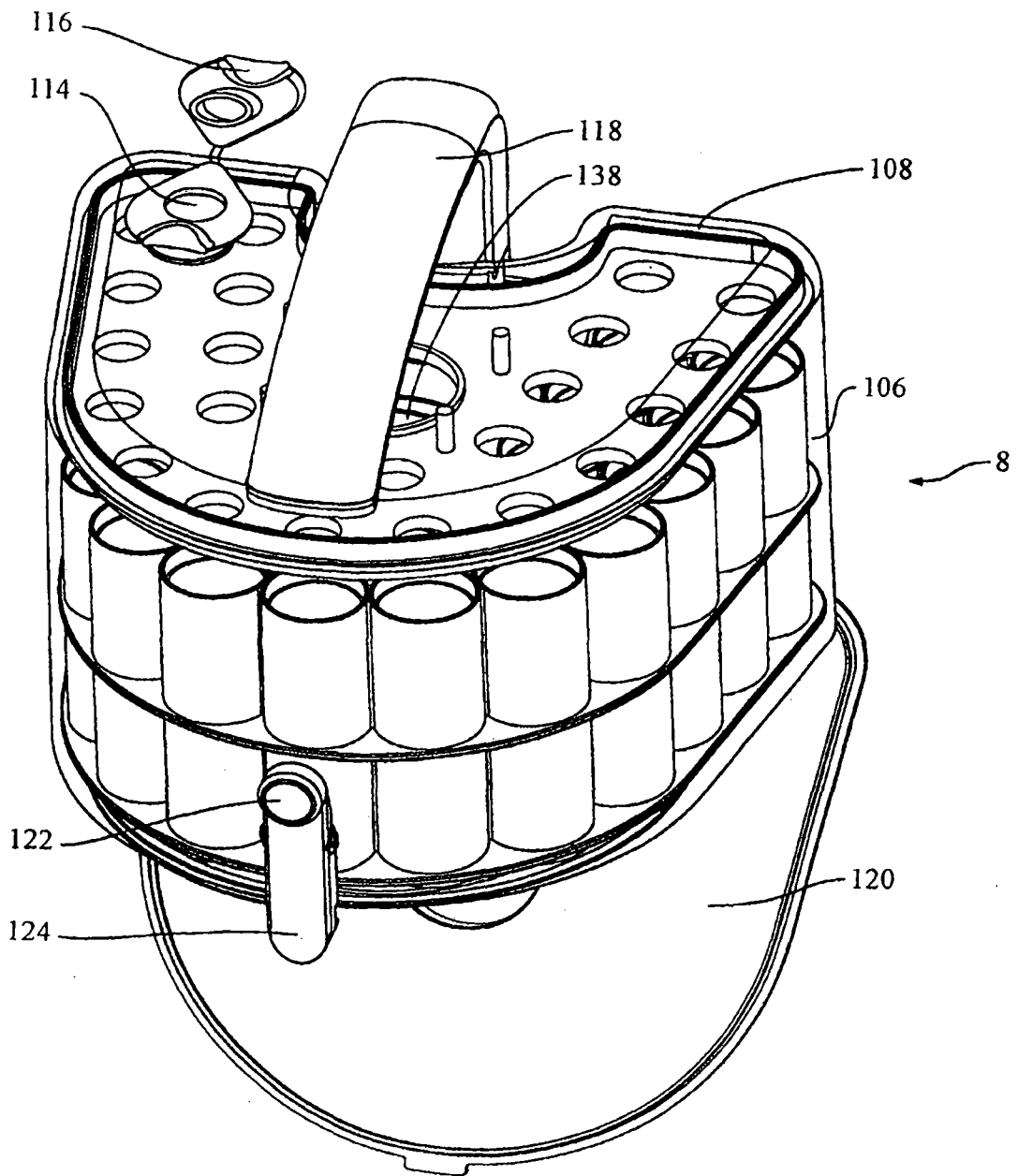


图16

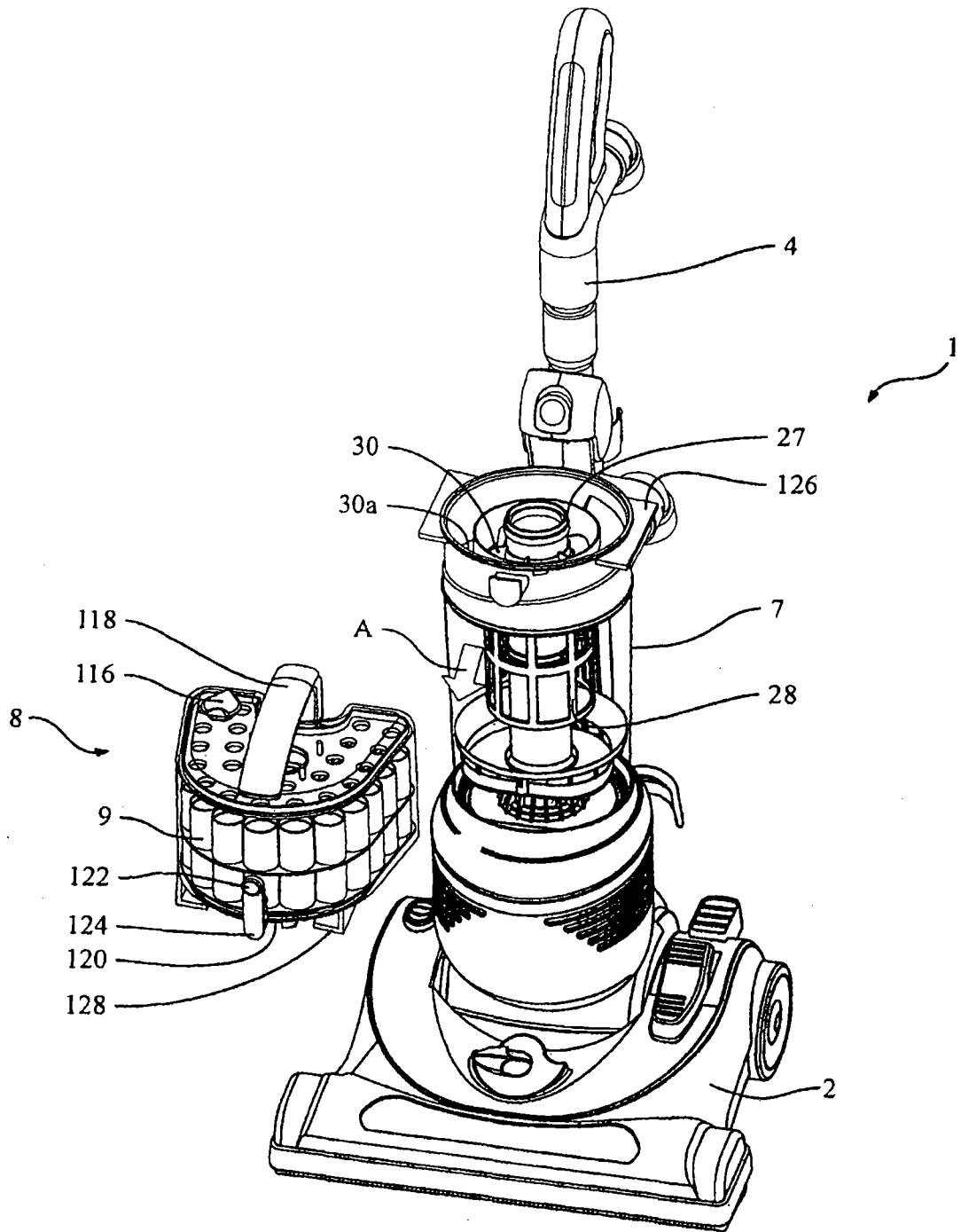


图17

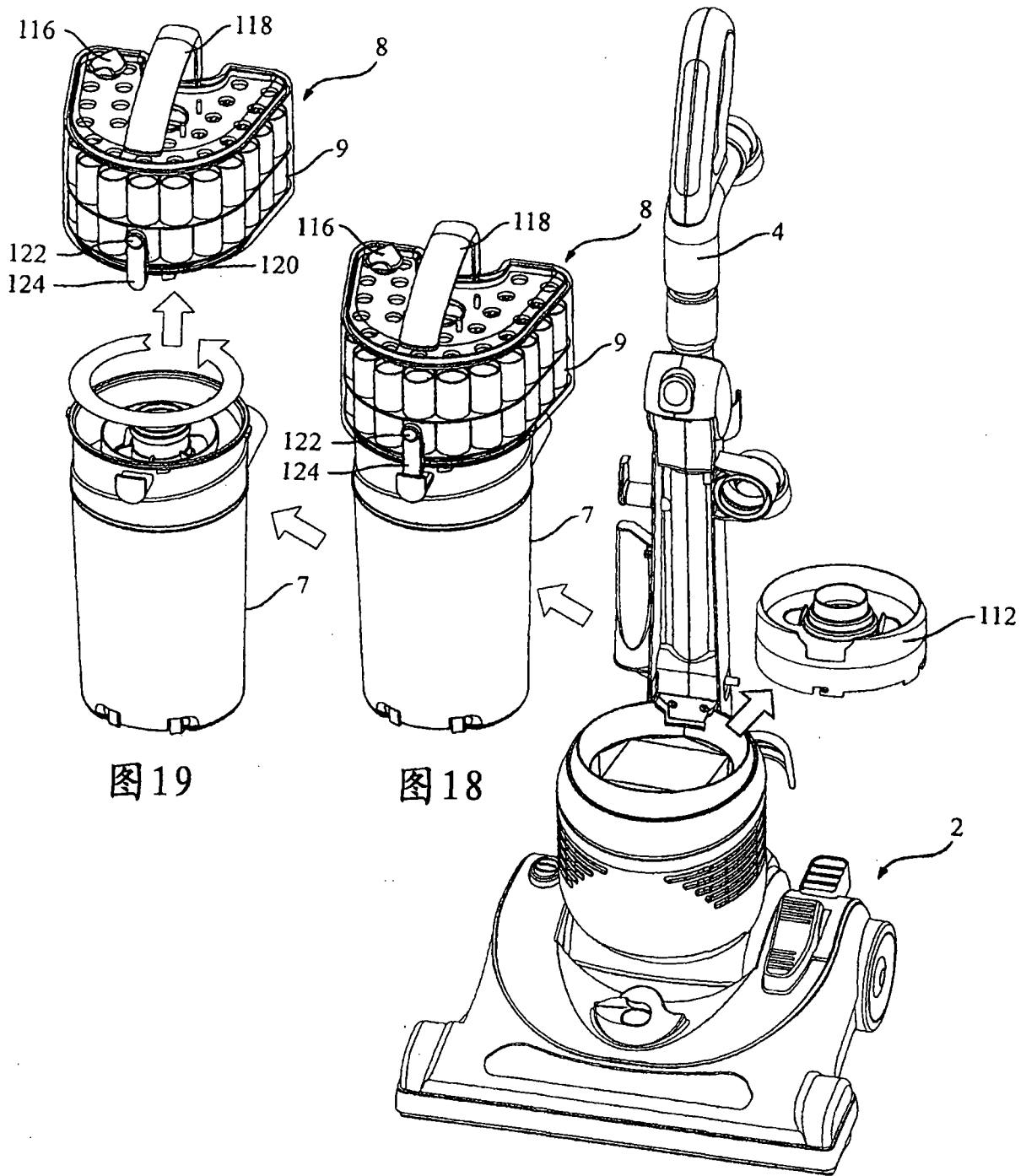


图19

图18

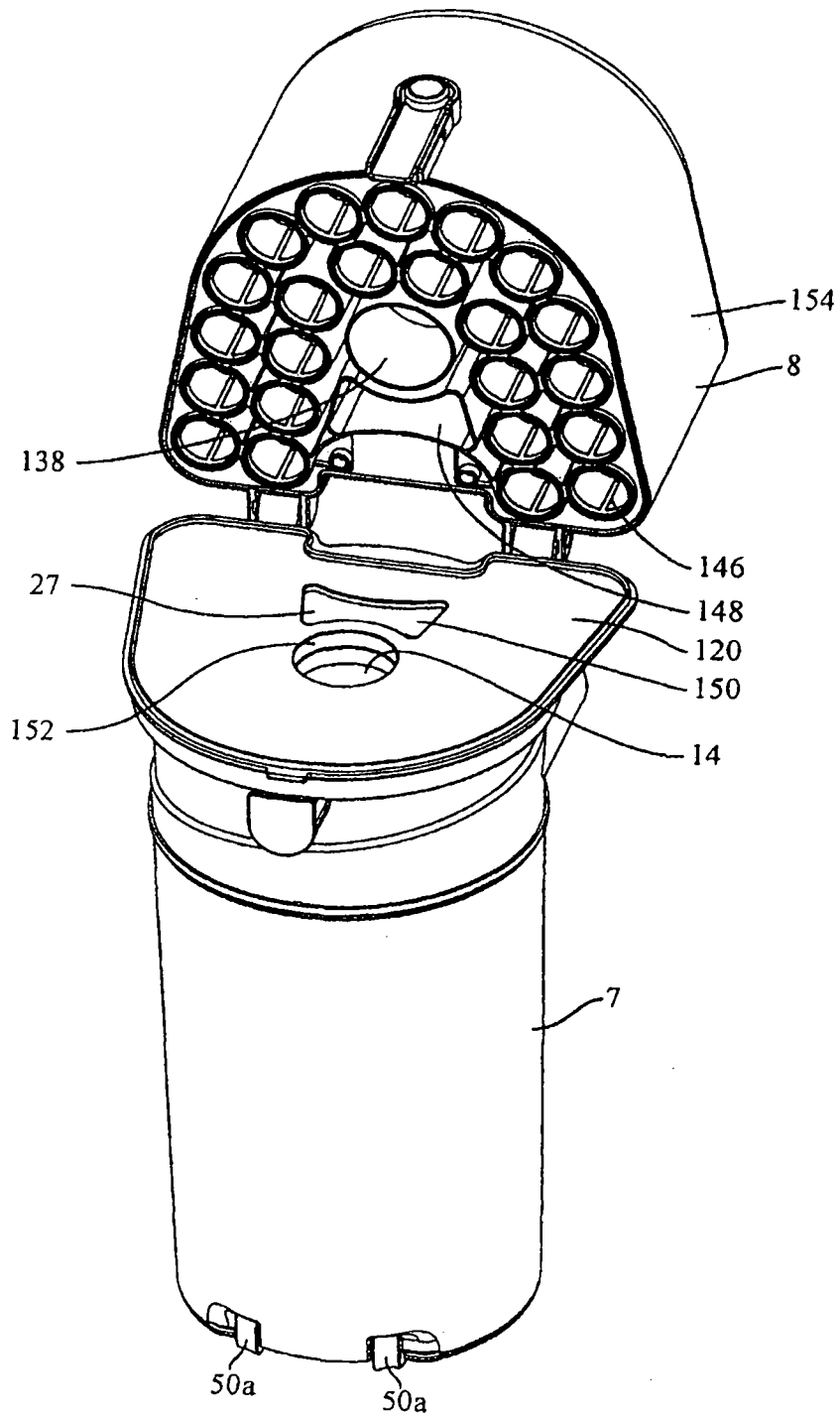


图 20

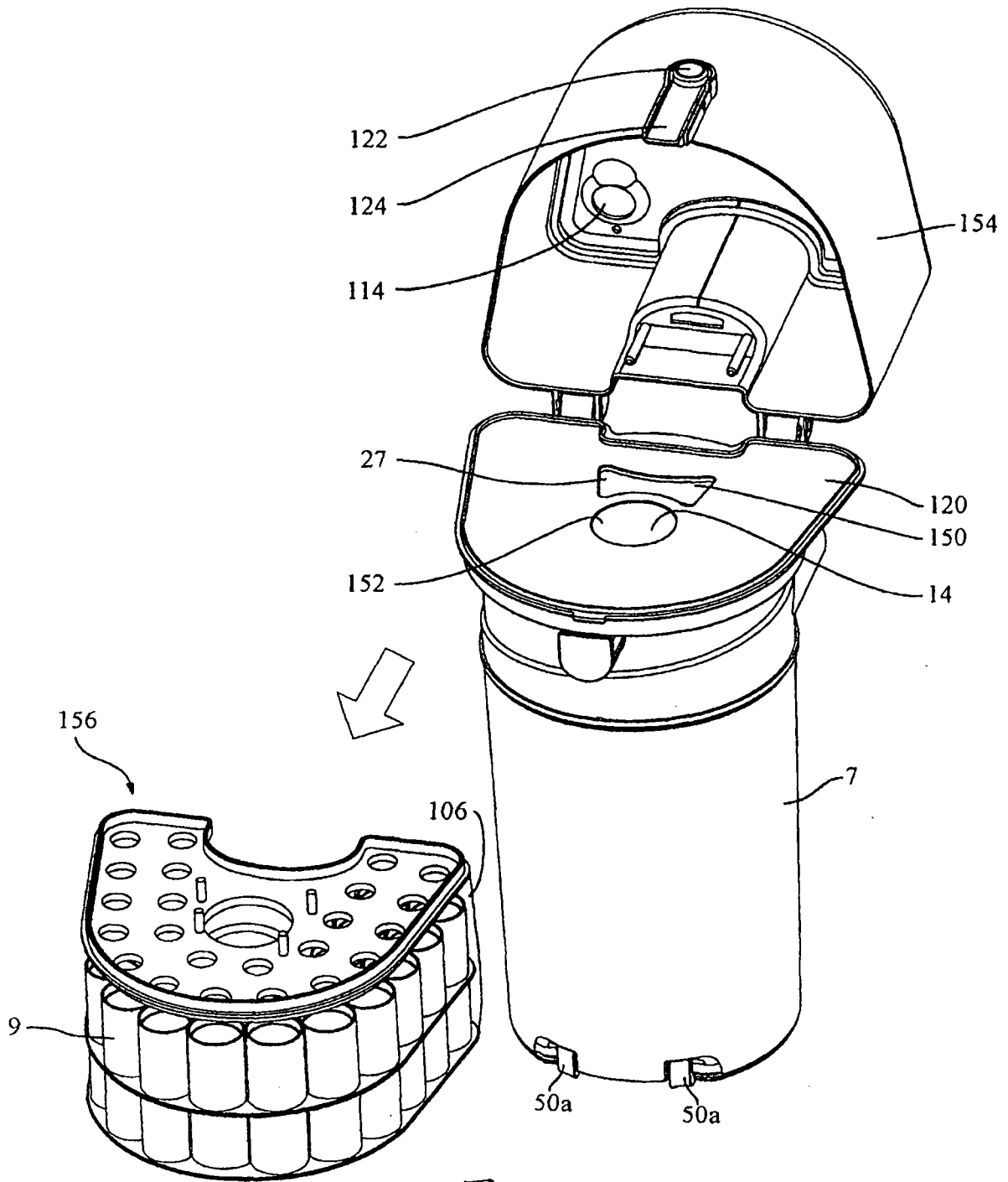


图 21