



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105327552 B

(45)授权公告日 2017.09.19

(21)申请号 201410294639.5

(22)申请日 2014.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105327552 A

(43)申请公布日 2016.02.17

(73)专利权人 普尔利斯(中国)环保分离设备制造有限公司

地址 212000 江苏省镇江市南徐大道103号

(72)发明人 达尼·法达

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 杨黎峰 李欣

(51)Int.Cl.

B01D 45/08(2006.01)

(56)对比文件

US 2010326026 A1, 2010.12.30,

US 3517486 A, 1970.06.30,

CN 2516222 Y, 2002.10.16,

CN 102847379 A, 2013.01.02,

CN 103180024 A, 2013.06.26,

US 5104431 A, 1992.04.14,

审查员 唐湘

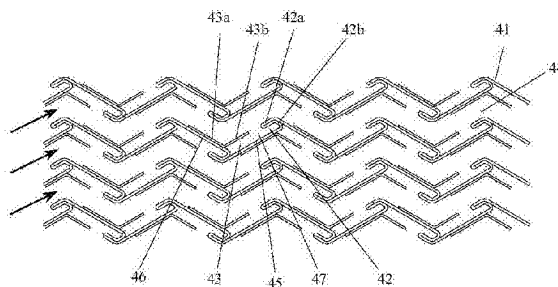
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器

(57)摘要

本发明公开了一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器。本发明的用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器包括：在多个板之间限定的多个z形通道，以及第一液体收集袋和第二液体收集袋，第一液体收集袋和第二液体收集袋设置在所述z形通道中相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上，第一液体收集袋相对于第二液体收集袋设置在气流方向的下游侧，在所述波峰和所述波谷之间设置有第一液体收集袋和第二液体收集袋的共同入口，其中，第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘以及第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘中的至少一个是弧形的。本发明的双袋型叶片式分离器能够提供改进的从气体去除液体的生产能力和性能。



1. 一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器,包括:

在多个板之间限定的多个z形通道,以及

第一液体收集袋和第二液体收集袋,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道中相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上,所述第一液体收集袋设置在所述第二液体收集袋的气流方向的下游侧,所述相邻的波峰和波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口,

其特征在于,所述第一液体收集袋于所述共同入口处的边缘和所述第二液体收集袋于所述共同入口处的边缘中的至少一个是由完全折叠的板形成的,使得所述第一液体收集袋于所述共同入口处的边缘和所述第二液体收集袋于所述共同入口处的边缘中的至少一个是弧形的。

2. 根据权利要求1所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

3. 根据权利要求1所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘都是弧形的。

4. 根据权利要求1所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述多个z形通道彼此平行。

5. 根据权利要求4所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

6. 根据权利要求1所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述第一液体收集袋是通过折叠所述板形成的,使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

7. 根据权利要求6所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述板的折叠部的第一部分是由所述完全折叠的板形成的且平行于所述z形通道的所述第一侧壁,以及所述板的折叠部的第二部分平行于所述z形通道的第二侧壁,所述第二侧壁与所述第一侧壁相邻并且位于所述第一侧壁的气流方向的上游。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述第二液体收集袋包括由第一部和第二部组成的翼片,该翼片的第一部固定到所述z形通道的与所述第一侧壁相邻并且位于所述第一侧壁的气流方向的上游的第二侧壁上,其中所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸。

9. 根据权利要求8所述的双袋型叶片式分离器,其中,所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁。

10. 根据权利要求8所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述翼片的第二部被完全折叠,使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

11. 根据权利要求1所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述双袋型叶片式分离器的深度范围为3-12英寸,所述双袋型叶片式分离器的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。

12. 一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器,包括:

在多个板之间限定的多个z形通道,以及

第一液体收集袋和第二液体收集袋,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道中相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上,所述第一液体收集袋设置在所述

第二液体收集袋的气流方向的下游侧,在所述相邻的波峰和所述波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口,

其中,所述第一液体收集袋是通过折叠所述板形成的,使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的,以及所述第二液体收集袋是通过将翼片的第一部焊接到所述z形通道的第二侧壁上而限定的,所述第二侧壁位于所述第一侧壁的气流方向的上游并与所述第一侧壁相邻,其中所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸,其中,所述翼片的第一部短于所述第二侧壁。

13.根据权利要求12所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述多个z形通道彼此平行。

14.根据权利要求13所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

15.根据权利要求12所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述板的折叠部的第一部分平行于所述z形通道的第一侧壁,以及所述板的折叠部的第二部分平行于所述第二侧壁。

16.根据权利要求12所述的双袋型叶片式分离器,其中,所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁。

17.根据权利要求12所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述翼片的第二部是折叠的,使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

18.根据权利要求12所述的双袋型叶片式分离器,其特征在于,所述双袋型叶片式分离器的深度范围为3-12英寸,所述双袋型叶片式分离器的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。

用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及用于从气体中移除液体的叶片式分离器,尤其是涉及双袋型叶片式分离器。

背景技术

[0002] 自20世纪30年代开始,叶片式分离器就在工业应用中被用于从气体中分离出液体。这类叶片式分离器是一种多层板状结构。气体被强迫在板与板之间做Z字形运动,使得气体中的液滴易受到惯性力作用而附着在叶片表面,从而实现了气液分离。

[0003] 另一种类型的气液分离器是波板分离器。最初的波板设计,也被称为无袋型叶片式分离器,是在20世纪20年代后期开始制造的。波板式分离器由金属片制成。与有袋型叶片式分离器相比,这种波板分离器的处理能力较弱,其需要较大的面积来处理同样流速的气液混合物。

[0004] 单袋型叶片式分离器的使用始于20世纪30年代。这些叶片能够通过挤出或者通过拉挤成型工艺,来成型和焊接制造。单袋型叶片式分离器相对于波板分离器,虽然处理能力有所提高,但是仍然达不到双袋型叶片式分离器的水平。

[0005] 单袋型叶片式分离器的气体路径宽度不一致。具体地,如图1所示,单袋型叶片式分离器具有叶片主体11和单袋12。箭头表示气流方向。气体由较宽的入口进入气体路径。气体路径在靠近单袋12处变窄,然后在相邻两个单袋12之间的区域变宽。这种气体路径宽度的不一致导致气体在单袋12处收缩,而在相邻两个单袋12之间的区域膨胀,先压缩后膨胀的过程进一步引起气体压力的下降。更重要的是,压缩和膨胀导致对液滴的剪切力,并因此能够引起在叶片内的高速气流中被破碎。

[0006] 双袋型叶片式分离器于20世纪70年代开始得到应用。这种叶片式分离器通常使用成型和焊接制造。双袋型叶片式分离器相对于单袋型叶片式分离器,增大了压降,提高了处理能力。

[0007] 在图2中示出了双袋型叶片式分离器。双袋型叶片式分离器包括叶片主体21和通过第一袋22和第二袋23形成的双袋。与单袋型叶片式分离器相比,双袋型叶片式分离器的压降低,因为该叶片式分离器内的气体路径的宽度均一。具体地,当气体进入叶片式分离器时,气体压缩进入通道。气体路径的宽度在叶片式分离器的长度方向上保持一致。因此,当气体流入通道中时,没有气体的压缩或膨胀。

[0008] 双袋型叶片式分离器与单袋型叶片式分离器相比能够以更高的速度有效地分离液体并且具有较少的液滴破碎。

[0009] 为了阐述在双袋型叶片式分离器中的液体行为,图3a和3b中示出了它的剖面的示意图。液滴沉积在叶片表面,并形成了即将从叶片分离的膜。如果双袋型叶片式分离器中的气体速度快,这层膜将被气体带走,并因此不能与气体分离(图3a)。然而,如果气体速度在叶片的处理能力范围之内,这层膜将会卷起并流入袋内(图3b)。

[0010] 现今使用的高级分离系统使用的是双袋型叶片式分离器。

[0011] 本领域还已知在叶片的每个波长内具有多个双袋的高性能叶片(例如,美国专利US5104431)。这些叶片能够使用成形和焊接或通过挤出制造。如它们的名字所指出的那样,高性能叶片与双袋型叶片式分离器相比,具有更高的处理能力。这种叶片带来的缺点是具有较深的节距,因而常被串联多级使用,仅用于特殊应用中。

[0012] 美国专利US6810835B2(下称835专利)公开了双袋型叶片式分离器。该叶片式分离器包括多个彼此平行设置的平框板(835专利中的102)用以在平框板之间限定多个z形通路(835专利中的101)。双袋(835专利中的120、122)是通过在板上焊接叶片(835专利中的104、106、108、110、112和114)形成的。然而,该专利具有易于振动的直线状的主体部分(102)。其依赖于焊接的袋来提供强度。而且,关于835专利,流过分离器的气体存在着严重的压缩和膨胀。这种压缩和膨胀导致对液滴的剪切,并引起破碎。而且,其将引起较高的压降。

发明内容

[0013] 发明目的:本发明旨在解决现有技术的上述问题,并提出了改进的双袋型叶片式分离器以提高从气体移除液体的处理能力和性能。尤其是,本发明旨在提供具有更小的液滴破碎率的、用于气体(或蒸汽)/油(或液体)分离的带有附接的收集袋的双袋型坚硬的叶片式分离器。

[0014] 技术方案:根据本发明,提供了一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器,包括:

[0015] 在多个板之间限定的多个z形通道,以及

[0016] 第一液体收集袋和第二液体收集袋,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道的相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上,所述第一液体收集袋设置在所述第二液体收集袋的气流方向的下游侧,所述相邻的波峰和波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口,

[0017] 其中,所述第一液体收集袋于所述共同入口处的边缘,以及所述第二液体收集袋于所述共同入口处的边缘,这两个边缘中至少一个是弧形的。

[0018] 优选地,所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。更优选地,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘都是弧形的。

[0019] 优选地,所述多个z形通道彼此平行。更优选地,所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

[0020] 优选地,所述第一液体收集袋是通过折叠所述板形成的,使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。优选地,所述板的折叠部的第一部分平行于所述z形通道的第一侧壁,以及所述板的折叠部的第二部分平行于所述z形通道的第二侧壁,所述第二侧壁与所述第一侧壁相邻,并且位于所述第一侧壁的气流方向的上游。

[0021] 优选地,所述第二液体收集袋包括由第一部和第二部组成的翼片,该翼片的第一部固定到位于所述z形通道的与所述第一侧壁相邻并且位于所述第一侧壁的气流方向的上游的第二侧壁上,其中所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸。更优选地,所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁,和/或所述翼片的第二部被折叠,使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

[0022] 优选地,所述双袋型叶片式分离器的深度在3-12英寸的范围,所述叶片式分离器

的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。本发明中，如附图中所示，气流方向上的左侧指的是叶片式分离器的气流的进入侧，气流方向上的右侧指的是叶片式分离器的气流的离开侧。

[0023] 上述优选的特征可以单独使用和/或任意组合使用。

[0024] 本发明还提供了一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器，所述叶片式分离器包括：

[0025] 在多个板之间限定的多个z形通道，以及

[0026] 第一液体收集袋和第二液体收集袋，所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道中相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上，所述第一液体收集袋设置在所述第二液体收集袋的所述气流方向的下游侧，在所述相邻的波峰和波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口，

[0027] 其中，所述第一液体收集袋是通过折叠所述板形成的使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的，以及所述第二液体收集袋是通过将翼片的第一部焊接到所述z形通道的第二侧壁上而限定的，所述第二侧壁位于所述第一侧壁的气流方向的上游并与所述第一侧壁相邻，其中所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸。

[0028] 优选地，所述多个z形通道彼此平行。更优选地，所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

[0029] 优选地，所述板的折叠部的第一部分平行于所述z形通道的第一侧壁，以及所述板的折叠部的第二部分平行于所述第二侧壁。

[0030] 优选地，所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁。

[0031] 优选地，所述翼片的第二部是折叠的，使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

[0032] 优选地，所述双袋型叶片式分离器的深度在3-12英寸的范围，所述叶片式分离器的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。本申请中，如附图中所示，气流方向上的左侧指的是叶片式分离器的气流的进入侧，气流方向上的右侧指的是叶片式分离器的气流的离开侧。

[0033] 上述优选的特征可以单独使用和/或任意组合使用。

[0034] 本发明可用在许多应用中从气体移除液体，例如，应用包括但不限于：

[0035] 在核电站中从蒸汽移除水；

[0036] 在地热应用中从蒸汽移除水；

[0037] 在锅炉应用中从蒸汽移除水；

[0038] 在输气应用中从气体移除油；

[0039] 在化学装置中从气体移除重烃；

[0040] 在石化装置中从气体移除烃；

[0041] 液化天然气应用中的LNG；

[0042] 从合成气移除液氨；

[0043] 硫回收；

[0044] 发电应用中从气体移除冷凝物；

[0045] 在气体制造中从气体移除冷凝物；

- [0046] 在地下储气库中从气体移除冷凝物；
[0047] 在通风系统中从空气移除雨水；等等。

附图说明

[0048] 通过下文的结合附图的详细说明，本发明的上述的以及其他的目的、特征和优势将更加明显，其中：

- [0049] 图1是现有技术的单袋型叶片式分离器的示意图；
[0050] 图2是现有技术的双袋型叶片式分离器的示意图；
[0051] 图3a和图3b是用于阐述在双袋型叶片式分离器中的液体行为的示意图；
[0052] 图4是根据本发明的双袋型叶片式分离器的第一实施方式的示意图；
[0053] 图5是根据本发明的双袋型叶片式分离器的第二实施方式的示意图。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图和具体实施例，进一步阐明本发明，应理解这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围，在阅读了本发明之后，本领域技术人员对本发明的各种等同形式的修改均落于本申请所附的权利要求所限定的范围。

[0055] 根据本发明的用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器，包括：

[0056] 在多个板之间限定的多个z形通道，以及

[0057] 第一液体收集袋和第二液体收集袋，所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道的相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上，所述第一液体收集袋设置在所述第二液体收集袋的气流方向的下游侧，在所述相邻的波峰和波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口，

[0058] 其中，所述第一液体收集袋于所述共同入口处的边缘，以及所述第二液体收集袋于所述共同入口处的边缘，这两个边缘中至少一个是弧形的。

[0059] 在有利的实施方式中，所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。更优选地，所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘都是弧形的。

[0060] 本发明的发明人发现收集袋的入口的尖锐的边缘将引起在分离系统中不期望的压降。在本发明中，第一液体收集袋在共同入口处的边缘和第二液体收集袋在共同入口处的边缘中的至少一个是弧形的。因此，消除了尖锐边缘。

[0061] 所述板可以是z形板。只要满足第一液体收集袋在共同入口处的边缘和第二液体收集袋在共同入口处的边缘中的至少一个是弧形的，板也可以是如在835专利中所示的那样为平板。在本发明的优选的实施方式中，所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

[0062] 第一液体收集袋可通过折叠所述板形成，使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。在这种情况下，第一液体收集袋是通过所述板的折叠部以及板的相邻的未折叠部形成的。优选地，所述板的折叠部的第一部分平行于所述z形通道的第一侧壁，在所述板的折叠部的第一部分以及所述板的相邻的未折叠部之间延伸的所述板的折叠部的第二部分平行于所述z形通道的第二侧壁，该第二侧壁与所述第一侧壁相邻，并且位于

所述所述第一侧壁的气流方向的上游。

[0063] 优选地,所述第二液体收集袋可通过将翼片固定到所述z形通道的与所述第一侧壁相邻并且位于所述第一侧壁的气流方向的上游的第二侧壁上而形成,该其中,翼片的第一部固定到所述第二侧壁上,例如通过焊接固定,所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸。更优选地,所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁,和/或所述翼片的第二部被折叠,使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的。

[0064] 现有技术的叶片式分离器,例如,835专利的叶片式分离器,依赖于焊接的袋来提供强度,易于振动。然而,在本发明中,双袋型叶片式分离器具有由板形成的非常坚硬的主体,其包括由折叠部形成的第一液体收集袋,而该折叠部是所述板的组成部分。因此,根据本发明的叶片式分离器不易于振动并且易于制造。

[0065] 优选地,叶片式分离器的深度在3-12英寸的范围,所述叶片式分离器的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。更大深度的叶片式分离器的优点是其将处理更多的液体,更小深度的叶片式分离器的优点是其将提供较小的降压。根据本发明,深度的优选的范围是3-12英寸。

[0066] 本发明还提供了一种用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器,所述叶片式分离器包括:

[0067] 在多个板之间限定的多个z形通道,以及

[0068] 第一液体收集袋和第二液体收集袋,所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋设置在所述z形通道中相邻的波峰和波谷之间的第一侧壁上,所述第一液体收集袋设置在所述第二液体收集袋的气流方向的下游侧,在所述相邻的波峰和波谷之间设置有所述第一液体收集袋和所述第二液体收集袋的共同入口,

[0069] 其中,所述第一液体收集袋是通过折叠所述板形成的使得所述第一液体收集袋在所述共同入口处的边缘是弧形的,以及所述第二液体收集袋是通过将翼片的第一部焊接到第二侧壁上而限定的,所述第二侧壁位于所述第一侧壁的气流方向的上游并与所述第一侧壁相邻,其中所述翼片的第二部从所述翼片的第一部延伸。

[0070] 双袋型叶片式分离器具有两个相对的液体收集袋,其中一个收集袋是通过折叠板制成的,另一个收集袋是通过焊接到板上的另外的部件(即,翼片)形成的。在叶片式分离器技术领域之前从未这样做过。从未有过在同一叶片式分离器中包含折叠的收集袋和焊接的收集袋的叶片式分离器。

[0071] 而且,如上所述的,双袋型叶片式分离器具有通过板形成的非常坚硬的主体,包括通过折叠部形成的第一液体收集袋,而该折叠部是该板的一个组成部分。因此,根据本发明的叶片式分离器不易于振动,并且易于制造。

[0072] 而且,第一液体收集袋是通过折叠板形成的,因此,第一液体收集袋的在共同入口处的边缘是弧形的,因此,消除了尖锐的边缘,液滴破碎减少。

[0073] 在优选的实施方式中,所述翼片的第二部被折叠,使得所述第二液体收集袋在所述共同入口处的边缘也是弧形的,以进一步减少液滴破碎并增加叶片式分离器的强度。

[0074] 优选地,所述多个z形通道是通过多个彼此平行设置的z形板限定的。

[0075] 优选地,所述板的折叠部的第一部分平行于所述z形通道的第一侧壁,以及所述板的折叠部的第二部分平行于所述第二侧壁。

[0076] 优选地,所述翼片的第二部平行于所述第一侧壁。

[0077] 优选地,叶片式分离器的深度在3-12英寸的范围,所述叶片式分离器的深度是在所述气流方向上左侧的最远点到右侧的最远点之间的通道的距离。

[0078] 实施例1:参见图4,示出了双袋型叶片式分离器的第一实施方式。用于从气体分离液体的双袋型叶片式分离器包括:限定在彼此平行设置的多个z形板41之间的多个z形通道44、第一液体收集袋42和第二液体收集袋43。图中标记出的箭头方向表示气流方向。在z形通道44中,第二侧壁46在第一侧壁45的上游并与第一侧壁45相邻。第一液体收集袋42和第二液体收集袋43设置于在z形通道的波峰和相邻的波谷之间的第一侧壁45上,第一液体收集袋42相对于第二液体收集袋43设置在气流方向的下游侧,第一液体收集袋42和第二液体收集袋43的共同入口47设置在所述波峰和波谷之间。第一液体收集袋42和第二液体收集袋43形成双袋。

[0079] 第一液体收集袋42是通过折叠z形板41形成的,使得第一液体收集袋42在共同入口47处的边缘是弧形的。

[0080] Z形板41的折叠部由第一部分42a和第二部分42b组成。Z形板41的折叠部以及第一侧壁45形成第一液体收集袋42。Z形板41的折叠部的第一部分42a平行于第一侧壁45。z形板41的折叠部的第二部分42b在第一部分42a和第一侧壁45之间延伸。该第二部分42b平行于位于第一侧壁45上游的第二侧壁46。

[0081] 第二液体收集袋43是通过将翼片的第一部43a焊接到第二侧壁46上形成的,其中翼片的第二部43b从翼片的第一部43a延伸。翼片的第二部43b平行于第一侧壁45。翼片的第二部43b与板的折叠部的第一部分42a在一条直线上。

[0082] 实施例2:图5示出了基于在图4中示出的实施方式的改进,其中,翼片的第二部43b被折叠,使得第二液体收集袋43在共同入口47处的边缘是弧形的。本实施例的其他部分与实施例1相同。

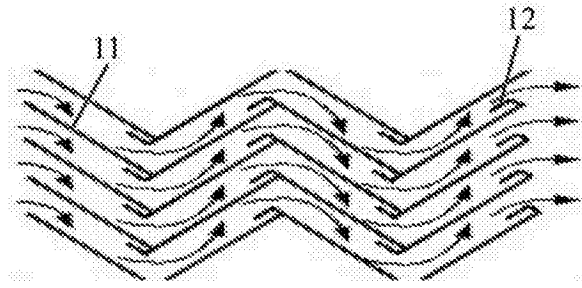


图1

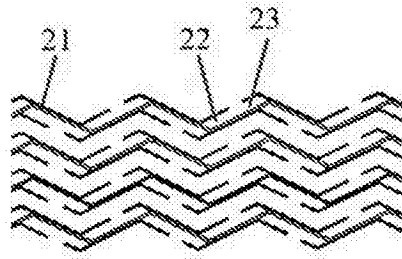


图2

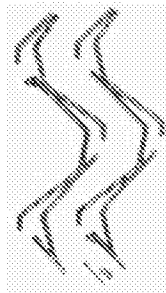


图3a

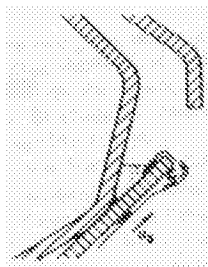


图3b

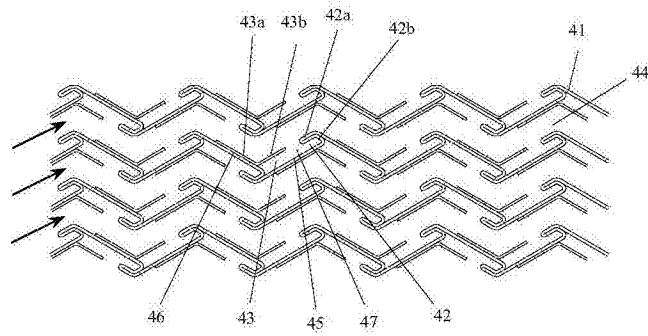


图4

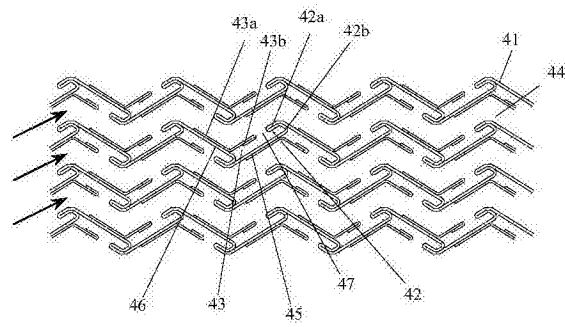


图5