



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103025439 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201180036660. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 07. 13

B05C 5/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

12/846, 039 2010. 07. 29 US

WO 0050215 A1, 2000. 08. 31,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 0097981 A1, 2003. 05. 29,

2013. 01. 25

US 4844004 A, 1989. 07. 04,

(86) PCT国际申请的申请数据

US 5318804 A, 1994. 06. 07,

PCT/US2011/043771 2011. 07. 13

US 6537376 B1, 2003. 03. 25,

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/015593 EN 2012. 02. 02

审查员 程丽华

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 F·M·约斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 李丹丹

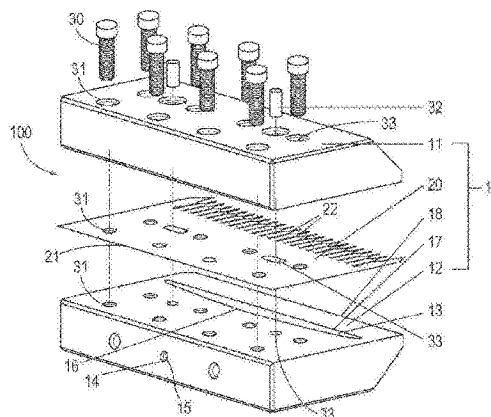
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

用于分配流体的系统和方法

(57) 摘要

一种流体分配系统 (100) 可包括:第一模具部分 (11), 其具有限定第一边缘的第一表面; 以及第二模具部分 (12), 其与第一模具部分间隔开并且具有面向第一表面且限定第二边缘的第二表面, 其中第一边缘和第二边缘限定流体出口开口。该流体分配系统也可包括: 流体入口 (14), 其用于将流体引到第一表面和第二表面之间的区域; 以及腔体 (13), 其与流体入口流动连通, 其中所述腔体向第一表面和第二表面之间的区域敞开。该流体分配系统还可包括垫片, 该垫片设置在第一模具部分和第二模具部分之间以保持第一模具部分和第二模具部分的间隔定位, 其中垫片限定多个通道, 该多个通道由第一表面和第二表面界定且沿朝流体出口的方向从腔体延伸。



1. 一种流体分配系统,包括:

第一模具部分,所述第一模具部分具有限定第一边缘的第一表面;

第二模具部分,所述第二模具部分与所述第一模具部分间隔开并且具有面向所述第一表面且限定第二边缘的第二表面,其中所述第一边缘和所述第二边缘限定流体出口开口;

流体入口,所述流体入口用于将流体引至所述第一表面和所述第二表面之间的区域;

腔体,所述腔体与所述流体入口流动连通,其中所述腔体向所述第一表面和所述第二表面之间的所述区域敞开;以及

垫片,所述垫片设置在所述第一模具部分和所述第二模具部分之间以保持所述第一模具部分和第二模具部分的间隔定位,其中,所述垫片包括多个指状物,每个指状物具有呈阶梯状方式或以阶梯状方式设置的、不同的渐缩横截面区域,每个横截面区域是均匀的,所述垫片限定多个通道,所述多个通道由所述第一表面和第二表面界定且沿朝所述流体出口的方向上从所述腔体延伸。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述通道在流体分配期间沿流体流动的方向从所述流体出口延伸。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述通道终止于在所述第一模具部分和第二模具部分之间的所述区域内的多个流体扩张区。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述通道构造成至少在所述通道的位置处防止在所述第一表面和第二表面之间的所述区域中流动的流体的横流。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述指状物从所述垫片的基部部分延伸且与所述腔体至少部分地重叠。

6. 一种用于槽式涂布模具的垫片,所述垫片包括:

基部部分,所述基部部分限定边缘;以及

多个指状物,每个指状物纵向且沿第一方向从所述基部部分的所述边缘向每个指状物的自由端延伸,每个指状物具有呈阶梯状方式或以阶梯状方式设置的、不同的渐缩横截面区域,每个横截面区域是均匀的,至少部分地限定沿所述第一方向延伸的多个通道,

其中所述基部部分和所述多个指状物限定基本上平面的主体。

7. 根据权利要求6所述的垫片,其特征在于,所述垫片构造成定位在槽式涂布模具的第一模具部分和第二模具部分之间,使得所述指状物在所述槽式涂布模具的流体分配腔体上延伸。

8. 根据权利要求6所述的垫片,其特征在于,所述指状物具有渐缩区域。

9. 一种用于分配流体的方法,所述方法包括:

将用于分配的流体引入到腔体中,所述腔体与槽式涂布模具的槽流体连通;以及

使所述流体从所述腔体流过设置在所述槽中的、形成于多个指状物之间的多个通道,

其中,相邻指状物的自由端之间的距离小于所述自由端与所述槽的出口之间的距离,

其中,每个指状物具有呈阶梯状方式或以阶梯状方式设置的、不同的渐缩横截面区域,每个横截面区域是均匀的,至少部分地限定多个通道。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,从所述通道流出的流体扩张到多个流体扩张区中。

11. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,还包括在所述槽附近移动基材以将所述

流体涂敷到所述基材。

12. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,使所述流体流过所述多个通道包括使流体在超低流量条件下流动。

13. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,使所述流体流过所述多个通道包括使包含纳米粒子、纳米管、缩醛聚甲醛和 / 或含氟聚合物的流体流过所述多个通道。

14. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,使所述流体流过所述多个通道包括使所述流体流过所述通道使得沿所述通道的压降小于从所述槽的分配腔体到所述槽的流体出口的压降。

15. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,使所述流体流过所述多个通道包括使所述流体流过所述通道使得沿所述槽的压降大于在涂层表面处跨越流体的弯月面的压降。

## 用于分配流体的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据 35 U. S. C. § 120 要求 2010 年 7 月 29 日提交的美国临时申请序列号 12/846, 039 的优先权, 其全部内容构成本发明的依据且以引用方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及用于分配流体的系统和方法。具体地讲, 本公开涉及用于分配流体以使用槽式涂布模具来涂布基材的系统和方法。本公开还涉及用于槽式涂布模具的垫片。

[0004] 背景

[0005] 涂布和印刷方法可涉及将流体材料的薄膜(即, 涂层)涂敷到基材, 例如, 纸、织物、膜、箔或片料。在许多情况下, 涂敷涂层以改善基材的表面特性, 例如, 基材的外观、附着性、润湿性、耐腐蚀性、耐磨性、耐刮擦性。在包括印刷方法和半导体制造的各种情况下, 涂层还可形成成品的基本部分。

[0006] 常规的槽式涂布模具包括与涂敷器槽流体连通的腔体。加压流体被引入腔体中, 并且然后被从槽挤出到所需基材上。离开槽的流体通常出现在模具和基材之间的窄间隙中, 从而形成涂层珠。如果流体以均匀的单位槽宽度流量出现, 那么涂敷到基材的涂层珠具有基本上均匀的形状(例如, 厚度)。

[0007] 槽式涂布模具因此通常被设计成沿着槽(即, 在腔体和槽的出口之间)提供高压积累以控制在槽中流动和从槽中流出的流体的流量。模具可被设计成使得从模具的流体入口到腔体的流动比沿着槽的流动(即, 从腔体到槽出口的流动)经历低得多的压降。因此, 可通过沿槽的压降来控制流体流动, 以便为离开槽的流体提供均匀的单位槽宽度流体流量。

[0008] 用具有低粘度和/或超低流量的流体涂布基材提出各种挑战。使用这样的流体和常规槽式涂布模具以显著低的速度涂布基材的最近尝试普遍导致具有不稳定宽度的涂层。例如, 当在超低流量条件下操作时, 常规槽式涂布模具可提供具有不均匀厚度的涂层, 该涂层向内拉或“颈缩”使得涂层在中央较厚而沿边缘较薄, 从而需要应用边缘导向件(即, 机械辅助机构, 其用于将分配的材料拉回到基本上均匀且可预测的宽度)。换句话说讲, 没有边缘导向件, 涂层珠的宽度可能变得小于槽的宽度, 从而形成可能失效的弱的珠。这样的困难使得当第一次将涂层涂敷到基材时难以形成珠, 从而导致慢的起动时间和材料浪费, 包括涂层材料和基材的浪费。

[0009] 因此, 需要一种涂布技术和模具, 该技术和模具在超低流量条件下将沿槽保持相对高的压降。还需要一种涂布技术和模具, 该技术和模具能以均匀的流量分配具有低粘度和/或超低流量的流体, 从而提供保持其宽度方向均匀性的流体涂层和在不需要边缘导向件的情况下保持其完整性的涂层珠。还需要一种槽式涂布模具, 该模具为涂布和印刷过程提供快速的起动时间。

[0010] 概述

[0011] 本公开可解决上述问题中的一个或多个和/或可证明上述需求中的一个或多个。

其它特征和 / 或优点将从下面的描述中变得明显。

[0012] 根据本公开的各种示例性实施例,一种流体分配系统可包括:第一模具部分,其具有限定第一边缘的第一表面;以及第二模具部分,其与第一模具部分间隔开并且具有面向第一表面且限定第二边缘的第二表面,其中第一边缘和第二边缘限定流体出口开口。该流体分配系统也可包括:流体入口,其用于将流体引到第一表面和第二表面之间的区域;以及腔体,其与流体入口流动连通,其中腔体向第一表面和第二表面之间的区域敞开。该流体分配系统还可包括垫片,该垫片设置在第一模具部分和第二模具部分之间以保持第一模具部分和第二模具部分的间隔定位,其中垫片限定多个通道,该多个通道由第一表面和第二表面界定且沿朝流体出口的方向从腔体延伸。

[0013] 根据本公开的各种其它的示例性实施例,一种用于槽式涂布模具的垫片可包括:基部部分,其限定边缘;以及多个指状物,每个指状物纵向地且沿从基部部分的边缘向每个指状物的自由端的相同方向延伸,其中,基部部分和多个指状物限定基本上平面的主体。

[0014] 根据本公开的各种另外的示例性实施例,一种用于分配流体的方法可包括:将用于分配的流体引入与槽式涂布模具的槽流体连通的腔体;以及使来自腔体的流体流过设置在槽中的多个通道。

[0015] 其它目的和优点将部分地在随后的描述中阐述,部分地从该描述显而易见,或者可通过实践本公开来了解。目的和优点可借助于特别地在所附权利要求及其等同形式中指出的要素和组合来实现和获得。

[0016] 附图的简要描述

[0017] 单独从下面的详细描述或与附图一起可理解本公开。包括附图是为了提供对本公开的进一步理解,附图被并入本说明书中并构成说明书的一部分。附图示出本公开的一个或多个实施例,并且与该描述一起用于解释原理和操作。

[0018] 图 1 是根据本公开的流体分配系统的示例性实施例的分解立体图;

[0019] 图 2 是根据本公开的至少一个实施例的组装在图 1 的系统中的垫片的平面图;

[0020] 图 3A 是用于在根据本公开的垫片中使用的指状物的示例性实施例的平面图;

[0021] 图 3B 是用于在根据本公开的垫片中使用的指状物的另一个示例性实施例的平面图;

[0022] 图 4 是常规垫片的平面图;

[0023] 图 5 是根据本公开的垫片的另一个示例性实施例的平面图;以及

[0024] 图 6 是流体分配系统的示例性实施例的立体图,该系统被定位成将流体涂层分配到基材上。

[0025] 详细描述

[0026] 应当理解,上面的一般性说明和下面的详细说明都只是示例性的和解释性的,并且不限制所要求保护的本公开。通过考虑说明书和实践本文所公开的各实施例,其它实施例对于本领域的普通技术人员将显而易见。说明书和示例旨在被认为仅是示例性的。

[0027] 如本文所用,冠词“一个”、“一种”和“该”是指“至少一个(一种)”,而不应局限于“仅一个(一种)”,除非明确表示不是这样。此外,如本文所用,术语“包括”及其语法变形旨在为非限制性的,使得列举的项目不排除可被替代的或添加到所列项目的其它类似项目。

[0028] 如本文所用的术语“长度”、“宽度”、“高度”和“厚度”与附图中所指示的那些相关尺寸一致地使用。然而,应当理解,附图中部件的各种取向是示例性的,并且部件在不改变上面的尺寸术语的使用的情况下可具有其它取向。

[0029] 本公开涉及用于分配流体以涂布基材的系统和方法,特别地涉及用于这种分配的槽式涂布模具的使用。对于要均匀涂敷到基材的涂层来说,涂层珠的宽度应该基本上等于槽式涂布模具的槽的宽度(例如,如图 2、4 和 5 所示的  $2W$ )。如本领域的普通技术人员所已知的,存在使涂布膜的厚度与涂层珠中的压力相联系的关系。为了实现均匀性,涂层珠周围的力应平衡这种压力。否则,珠可能呈现不同的形状(例如,变宽、颈缩或破裂)以平衡该力。例如,颈缩是珠破裂的前兆,并且可能在珠中的压力变得过度低于大气压以致不能维持力的平衡时发生。因此,涂布流体本身可通过槽中的横流在珠中重新排列,从而局部地保持珠的完整性同时牺牲均匀性。通过增加腔体中的背压(这改善了歧管作用(manifolding))和限制槽中的横流,本公开的装置、系统和方法可延缓这种影响。

[0030] 在各种示例性实施例中,流体分配系统可包括设置在槽式涂布模具的第一模具部分和第二模具部分之间的垫片。垫片可限定槽式涂布模具内的槽的侧边缘和沿着槽的长度方向(即,沿从流体分配腔体朝槽的流体出口的方向)延伸的多个通道。在流体分配期间,进入槽的加压流体流过各通道。在离开通道时,流体可在离开槽和被例如转移到垂直于槽的出口移动(即,垂直于槽的外边缘移动)的基材之前可流入多个流体扩张区。通道可被布置和尺寸设计成为具有低粘度和/或超低流量的流体提供在槽中(即,在腔体和槽出口之间)流动的流体的高压积累。这可为离开槽的流体提供均匀的单位槽宽度(例如,如图 2、4 和 5 所示的  $2W$ ) 流体流量,并且可提供例如在不需要边缘导向件的情况下维持其宽度方向均匀性的涂层。

[0031] 槽式涂布模具通常从其中央(即,使用定位在腔体的中央处的流体入口)供料。如本文所用,在流体入口和垫片所暴露的腔体的端部之间测量沿腔体的压降。这被限定为例如宽度  $W$ 。因此,暴露的腔体的(和流体涂层的)总宽度为  $2W$ 。然而,如果模具仅从一侧供料,那么暴露的腔体的(和流体涂层的)宽度仅为  $W$ 。为了一致,进入模具的总流量对于中央供料的模具也限定为  $2Q$ ,而对于侧面供料的模具(即,仅从一侧供料的模具)则为  $Q$ 。仅为了方便讨论起见,在本公开中将假定模具为中央供料(即,将使用  $2W$  和  $2Q$ )。然而,如本领域的普通技术人员将理解的,如果保持上述约定,那么所公开的公式对于侧面供料的模具也是有效的。

[0032] 如本文所用,术语“模具”或“槽式涂布模具”是指包括一个或多个部分的成型体或块,流体材料通过其被挤出或拉延。例如,在各种示例性实施例中,模具可包括两个模具部分(例如,第一模具部分和第二模具部分)。通过在模具部分之间放置薄的、基本上平面的片材(本文称为垫片)可在模具内形成槽,以在模具部分之间保持小的间距。本领域的普通技术人员能够确定模具的合适的几何形状和/或构造,包括模具部分的合适数量和/或构造。

[0033] 本领域的普通技术人员还能够选择用于模具和垫片的合适材料,例如考虑与任何特定实施例有关的性质,例如给定材料的成本、强度和/或耐腐蚀性。在本公开的各种实施例中,用于模具和垫片的材料可选自铝、陶瓷、钛、镍、铜、锡、钨、钼、钢、不锈钢、合金、和/或它们的组合。在至少一个实施例中,模具和垫片可包含钢。

[0034] 在各种示例性实施例中,模具可包括与槽流体连通的腔体。该腔体被构造成接纳从流体入口到模具的流体。如本文所用,术语“流体”、“流体材料”、“流体涂层”或“涂层”是指用于涂布基材的液体材料。液体材料还可包含另一种相,例如液体中的固体颗粒或液体中的气穴。非限制性的示例性流体材料可包括例如:均质的涂布液,其包括溶解在溶剂中的聚合物,例如油墨粘附底漆、单体和各种透明保护性涂层;和非均质的涂布液,其包括但不限于反应性和非反应性晶格、乳状液和混悬液。

[0035] 在各种示例性实施例中,流体材料可包括具有低粘度和超低流量的流体。如本文所用,术语“超低流量”或“超低流量条件”是指具有低毛细管数量流动的流体材料,其中,流由下面的关系表征:

$$[0036] \quad \frac{\mu_b}{\mu_s} \left( \frac{\sigma}{\mu_b S} \right)^{1/3} \frac{h^3}{L \delta^2} \geq 1 \quad [1]$$

[0037] 其中,  $\mu_b$  为涂层珠中的流体的有效粘度,  $\mu_s$  为槽中的流体的特性粘度,  $S$  为基材在被涂布时移动经过槽的速度,  $\sigma$  为液-气界面(即,流体涂层的表面)的表面张力,  $h$  为槽的高度(即,垫片的厚度),  $L$  为槽的长度(即,在腔体和槽的出口之间的距离),并且  $\delta$  为湿流体膜刚好被涂布在基材上时的厚度。上述关系导出为例如以下公式 [6]。

[0038] 如本领域的普通技术人员所理解的,当如由公式 [1] 所表示的流动条件大于或等于 0.1 时,涂层珠可以开始“颈缩”。对于在 0.1 到 1 的范围内的值,颈缩可以是所关注的,然而对于 1 和更大的值,则可能在不存在预防措施的情况下发生不期望的颈缩。

[0039] 具有超低流量的非限制性的示例性流体材料可包括例如包含纳米粒子和纳米管、以商品名 **TEFLON®** 出售的 PTFE (聚四氟乙烯) 和以商品名 **DELRIN®** 出售的缩醛聚甲醛的流体, **TEFLON®** 和 **DELRIN®** 均由 DuPont™ 商业制造。其它流体材料可包括:诸如含氟聚合物的释放聚合物,包括基本单体,例如四氟乙烯 (TFE)、氟乙烯 (VF)、全氟烷基乙烯基醚 (PAVE)、4,5-二氟-2,2-二(三氟甲基)-1,3-二氧杂环戊烯 (PDD)、偏二氟乙烯 (VDE)、六氟丙烯 (HFP) 和氯三氟乙烯和 (CTFE);以及聚合物,例如聚全氟乙丙烯(约 18-22 达因/厘米的表面能)、聚氟乙烯(约 28 达因/厘米的表面能)、聚乙烯共聚物(约 20-24 达因/厘米的表面能)、和聚硅酮(约 24 达因/厘米的表面能)。其它流体材料可包含明胶、甘油和糖浆(例如,玉米糖浆)。

[0040] 如本文所用,术语“基材”是指用于接纳具有流体所分配到的基本上平的表面的流体涂层的支承件。换句话讲,基材可以是需要涂布的任何连续或不连续制品。基材可例如为柔性幅材或刚性板。非限制性的示例性基材可包括例如纸、织物、膜、箔或片料。

[0041] 现在参照图 1,示出了流体分配系统 100 的一个示例性实施例的分解立体图。流体分配系统 100 包括模具 10 和垫片 20。在各种实施例中,如图 1 中所描绘的,模具 10 包括第一模具部分 11 和第二模具部分 12。如图 1 所示,在各种实施例中,第二模具部分 12 可限定腔体 13。腔体 13 可沿模具的宽度方向(例如,沿横向于流体流出腔体 13 方向的方向,如以下将进一步讨论的)为细长的。腔体 13 可由沿着腔体 13 的细长方向延伸的第一腔体边缘 16 和第二腔体边缘 17 界定。在流体分配期间,腔体 13 接纳从流体入口到模具 10 的流体,例如,由第二模具部分 12 中的中央内孔 15 形成的流体入口 14,如图 1 所示。

[0042] 本领域的普通技术人员能够确定腔体 13、入口 14 和内孔 15 的合适尺寸、几何形状

和 / 或构造,包括合适数量的入口和对应的内孔。在各种实施例中,例如,模具 10 可包括进入到腔体 13 内的多个流体入口 14 和多个内孔 15。因此,本领域的普通技术人员将理解,腔体 13、入口 14 和内孔 15 可包括取决于特定应用的各种形状和尺寸,并且并非意图以任何方式受到以上所讨论的示例性实施例的限制。

[0043] 在组装流体分配系统 100 时,通过将垫片 20 放置在第一模具部分 11 和第二模具部分 12 之间而形成槽。如图 1 所示,在各种实施例中,可经由定位销 32 将第一模具部分 11 和第二模具部分 12 以及垫片 20 准确地对准进行组装。定位销 32 可例如与垫片 20、第一模具部分 11 和第二模具部分 12 中的对应的定位销孔 33 对准。第一模具部分 11 可经由例如螺栓 30 的紧固件固定到第二模具部分 12。螺栓 30 可例如旋入垫片 20 和第一模具部分 11 及第二模具部分 12 中的对应的螺栓孔 31 中。然而,本领域的普通技术人员将理解,第一模具部分 11 和第二模具部分 12 可使用各种紧固机构来固定,包括但不限于各种类型的螺钉、螺栓、粘合剂和 / 或焊接机构。

[0044] 本领域的技术人员还能够确定定位销 32 和螺栓 30 的合适类型、数量、和 / 或构造,包括对应的定位销孔 33 和螺栓孔 31 的合适数量和 / 或构造。因此,本领域的普通技术人员将理解,在不脱离本公开的范围的情况下可使用各种类型、尺寸、数量和 / 或构造的销、螺栓和 / 或孔。

[0045] 现在参见图 2,示出了组装在图 1 的系统中的垫片 20 的剖视平面图。如图 2 所示,垫片 20 为具有总宽度尺寸(沿图 2 中所示的 x 方向)和长度尺寸(沿图 2 中所示的 y 方向)的基本上平面的结构。在图 2 的示例性实施例中,垫片 20 在宽度方向为细长的。垫片 20 包括基部部分 21 和从基部部分 21 延伸的侧边缘延伸部 26。在各种实施例中,例如,当与第一模具部分 11 和第二模具部分 12 组装在一起时,侧边缘延伸部 26 沿着模具 10 的纵向方向从基部部分 21 基本上延伸至模具流体出口 18(参见图 1)。如本领域的普通技术人员将理解的,在组装系统 100 时,垫片 20 及第一模具部分 11 和第二模具部分 12 共同限定槽 19 的尺寸。侧边缘延伸部 26 具有内边缘 27,在内边缘 27 之间设置有多个指状物 22。

[0046] 如图 2 所示,指状物 22 沿与侧边缘延伸部 26 相同的方向(即,沿着垫片 20 的纵向方向)从基部部分 21 纵向延伸。指状物 22 在一端处连接到基部部分 21 且终止于自由端 24 中。基部部分 21 和指状物 22 因此限定基本上平面的结构。

[0047] 指状物 22 可相对于彼此间隔开使得连续的指状物 22 限定它们之间的间隙。根据指状物 22 的形状,在指状物之间的间隙可能是不均匀的并且沿着指状物 22 的纵向方向而变化。

[0048] 因此,当组装在第一模具部分 11 和第二模具部分 12 之间时,槽 19 由垫片的内侧边缘 27、伸出指状物 22 的基部部分 21 的边缘以及面向垫片 20 的第一模具部分 11 和第二模具部分 12 的相应表面(如由图 2 中的粗曲线 B 所示)所限定。在图 2 的平面图中,槽 19 仅以二维方式示出并且未示出由第一模具部分 11 和第二模具部分 12 之间的间距限定的该槽的厚度。

[0049] 在各种示例性实施例中,例如,槽 19 可具有约 0.5 英寸至约 10 英寸的宽度(即,2W)。

[0050] 当模具 10 与定位在第一模具部分 11 和第二模具部分 12 之间的垫片 20 组装在一起时,例如,在指状物 22 之间的间距可限定多个通道 23。各通道 23 可构造成接纳从腔体



13 流出的流体以使流体流过模具并到达待涂布的基板,如下将更详细解释的。腔体 13 与槽 19 流体连通且在流体分配期间向槽 19 提供流体。在各种实施例中,例如,通道 23 与腔体 13 直接流动连通并且在流体分配期间沿流体流过槽 19 的方向(即,沿垫片 20 的纵向方向)延伸。如图 2 所示,在各种实施例中,例如,在模具 10 中的垫片 20 的组装构造中,各通道 23 从第一腔体边缘 16 延伸越过腔体 13 并在到达流体出口 18 之前终止于多个流体扩张区 25(即,每个通道在允许流过该通道的流体扩张的点处结束)。各通道 23 具有如从第二腔体边缘 17 到流体扩张区 25 的开始处测量的长度  $l_0$ 。在各种实施例中,多个通道 23 跨越槽 19 的宽度(即,  $2W$ ) 设置,从而在流体分配期间防止槽 19 中的流体的横流。因此,槽 19 中的流体将至少沿着通道 23 的长度被隔开和包含在相应的通道 23 内以抑制槽 19 中的流体的横流。换句话讲,指状物 22 可至少部分地与腔体 13 重叠,并且朝流体出口 18 延伸以充当对槽 19 中的流体的横流的屏障,从而使得流体在行进通过槽 19 时更难丧失均匀性。

[0051] 例如,本公开的各种示例性实施例考虑尽可能靠近流体出口 18 地延伸指状物 22,同时保持从自由端 24 到流体出口 18 的足够的距离以最小化和/或防止流体流中的尾流。在各种实施例中,为了最小化和/或防止尾流,指状物 22 自由端 24 和流体出口 18(即,模具 10 的流体出口)之间的距离  $d$ (参见图 2)大于或等于指状物 22 的相邻自由端 24 之间的距离  $b$ (参见图 2)。

[0052] 在本公开的各种示例性实施例中,指状物 22 具有沿指状物 22 的长度变化的横截面。例如,横截面可以是基本上均匀的且沿指状物 22 的长度较大,使得指状物 22 之间的间隙在这些区域中较小。横截面可接着从沿指状物 22 的长度的一部分到指状物的自由端 24 变化至较小。如本领域的普通技术人员将理解的,提供一个或多个减小的横截面区域(例如,尖的或向内渐缩的指状物)可通过在指状物 22 之间形成流体扩张区 25 而减小流体流中的尾流。

[0053] 图 2、3A、3B 和 5 示出了指状物的各种构造,这些指状物具有沿指状物 22 的长度的不同区域从基部部分 21 到自由端 24 的减小的横截面尺寸。在各种示例性实施例中,可能理想的是在具有不同的横截面尺寸的指状物的区域之间提供渐缩区域,以便在两个或更多个横截面之间提供逐步过渡。在图 2 的示例性实施例中,例如,渐缩区域 28 相比指状物 22 在基部部分 21 处的端部更靠近指状物 22 的自由端 24。如图 2 所示,指状物 22 具有两个不同的横截面区域 64 和 66,其中每个相应的区域是均匀的。在各种其它实施例中,两个不同的横截面区域 64 和 66 朝每个指状物 22 的自由端 24 变得更小(即,指状物 22 在其接近流体出口 18 时变得更薄)。如图 2 所示,指状物 22 可以例如具有在不同的横截面区域之间的渐缩的过渡区域 28。渐缩的过渡区域 67 可设置在横截面区域 66 和自由端 24 之间。

[0054] 图 3A 和 3B 示出了指状物 22 的其它示例性实施例,该指状物具有三个不同的横截面区域 34、36 和 38,其中每个相应的区域为均匀的。在各种实施例中,三个不同的横截面区域 34、36 和 38 朝每个指状物 22 的自由端 24 变得更小(即,指状物 22 随着其靠近流体出口 18 变得越来越薄)。如图 3A 和 3B 所示,指状物 22 可以例如具有在三个不同的横截面区域 34、36 和 38 之间渐缩的过渡区域 35、37 和 39。图 5 示出了指状物 22 的另外的示例性实施例,该指状物具有一个均匀的横截面区域 54 和一个渐缩的过渡区域 55。渐缩的过渡区域 55 朝每个指状物 22 的自由端 24 向内渐缩,以提供流过通道 53 的流体的逐步扩张。

[0055] 本领域技术人员能够确定指状物 22(和所得流体扩张区 25)的合适形状和/或构

造,包括用于特定应用的不同的横截面区域和渐缩的过渡区域的合适数量和 / 或构造。因此,本领域的普通技术人员将理解,在不脱离本公开的范围的情况下可以使用各种形状、尺寸、数量和 / 或构造的横截面区域和渐缩区域。如图 3A 所示,例如,在各种实施例中,渐缩的过渡区域 35、37 和 39 由尖锐边缘勾勒;而在各种附加实施例中,如图 3B 所示,渐缩的过渡区域 35、37 和 39 由弯曲边缘更渐进地勾勒。

[0056] 现在将参照图 1 和 2 的示例性实施例描述根据本公开的模具的使用,但应当理解,垫片的指状物构造可以是本文所述的构造中的任一种,包括所描述的修改。在流体分配期间,从腔体 13 进入槽 19 的加压流体被强制通过各通道 23 并进入多个流体扩张区 25 中(即,通道 23 终止于流体扩张区 25 处)。流体可以从流体扩张区 25 离开槽 19 的出口 18,在这里流体可接着被转移(例如,如图 6 中出于说明目的所示)到沿基本上垂直于槽 19 的流体出口 18 的方向 A(即,基本上平行于来自槽 19 的流体流的方向)移动的基材 70 以涂敷涂层 71。各通道 23 构造成成为具有超低流量的流体材料提供沿槽(即,在腔体 13 的第二边缘 17 和流体出口 18 之间)的高压积累,从而为离开槽 19 的流体提供基本上均匀的单位槽宽度(即,2W)流体流量和保持其宽度方向均匀性的涂层。在本公开的各种实施例中,例如,各通道 23 构造成在参照以上定义的公式 [1] 的流动条件下提供基本上均匀的流体流量。

[0057] 对于使用诸如图 4 所示垫片 40 的常规垫片的常规流体分配系统来说,已知提供来自槽式涂布模具的均匀流的主要标准是确保沿腔体(即,在腔体的第一边缘和第二边缘之间)的压降  $\Delta P_c$  远小于沿槽(即,在腔体的第二边缘和流体出口之间)的压降  $\Delta P_s$ 。这些压降的比率可计算如下:

$$[0058] \quad \frac{\Delta P_c}{\Delta P_s} \propto \left( \frac{\mu_c}{\mu_s} \right) \left( \frac{W^2 h^3}{LA^2} \right) \quad [2]$$

[0059] 其中,  $\mu_c$  和  $\mu_s$  分别为腔体和槽中的流体流的特性粘度;W 和 L 在图 4 中分别示出为涂层的一半宽度和从腔体外缘到流体出口的槽的长度;A 为在平行于槽中的主流且垂直于槽壁的平面中横跨腔体的横截面积;并且 h 为槽的高度,其由垫片的厚度限定(且与该厚度相同)。公式中的比例因子主要是指量级为 1 的待定常数。

[0060] 由以上公式提供的标准隐含的假设是,槽式涂布模具中的主压降为沿槽(即,在腔体和槽的出口之间沿槽的长度)的压降和沿腔体(即,在入口和腔体的边缘之间)的压降,并且前者通常远大于后者。因此,通常隐含地假设跨越涂层弯月面(即,涂层珠的自由表面)上的压力变化是可忽略不计的。然而,还假设的是,可通过结合用于跨越涂层弯月面的压差的杨-拉普拉斯关系、涂布流体的膜中的质量守恒以及湿流体膜厚度与弯月面的曲率半径的关系可以进行估计,提供如下:

$$[0061] \quad \Delta P_b = 1.34 \frac{\mu_b^{2/3} S^{2/3} \sigma^{1/3}}{\delta} \quad [3]$$

[0062] 其中,S 为被涂布的基材表面的速度, $\delta$  为湿流体膜刚好被涂布时的厚度, $\sigma$  为液-气界面的表面张力, $\mu_b$  为涂层珠处的有效粘度,并且  $\Delta P_b$  为在珠处的弯曲界面上的压降(即,在气液界面处的涂层弯月面顶部上的压降)。

[0063] 如本领域的普通技术人员将理解的,槽式涂布模具的槽中的流可表示为在两个平行板之间的流(即,本领域已知的最简单类型的流之一)。因此,沿槽的压降可利用已知的关系表示为:

$$[0064] \quad \Delta P_s = 12 \frac{\mu_s Q L}{W h^3} \quad [4]$$

[0065] 其中,  $2Q$  为进入腔体且从流体出口出现的总流量, 并且  $\Delta P_s$  为沿槽的压降 (即, 在腔体和流体出口之间的压降)。如本领域的普通技术人员还将理解的, 质量守恒接着要求湿流体膜 (即, 流体涂层) 中的总流量等于进入模具的流体入口的总流量:

$$[0066] \quad \delta = \frac{Q}{SW} \quad [5]$$

[0067] 因此, 公式 [3]、[4] 和 [5] 的组合可以得到在珠中的压降  $\Delta P_b$  (即, 跨越涂层弯月面顶部的压降) 和槽中的压降  $\Delta P_s$  (即, 在腔体和流体出口之间的压降) 的比率:

$$[0068] \quad \frac{\Delta P_b}{\Delta P_s} = 0.112 \frac{h^3 \mu_b^{2/3} \sigma^{1/3}}{\mu_s L \delta^2 S^{1/3}} \quad [6]$$

[0069] 然而, 如以上所讨论的, 各种涂层流体表现出超低流量条件, 其中粘度、膜厚度和涂布速度显著低于传统的涂层流体。尽管不希望受任何具体理论的束缚, 但本发明人认为因此在使用这样的流体时, 跨越珠的界面 (即, 涂层弯月面) 上的压降的比率相比沿槽的压降可能是显著的, 从而导致具有不稳定宽度的涂层。

[0070] 本公开教导了用于在槽式涂布模具中使用的垫片设计, 该设计可以恢复对沿槽的压降  $\Delta P_s$  (例如, 在腔体 13 的第二边缘 17 和流体出口 18 之间的压降) 的控制作用, 从而恢复垫片作为控制在超低流量条件下的流体流动的歧管的性能。如上文详细讨论的, 通过在垫片中形成多个跨越在由垫片限定的槽的宽度 (例如, 如图 2、4 和 5 所示的  $2W$ ) 设置的分开的流动通道 (即, 通过跨越槽的宽度 (例如, 如图 2、4 和 5 所示的  $2W$ ) 包含指状物, 其中槽在垫片的纵向方向上是细长的, 如图所示), 可以为超低流量流体材料保持沿槽的高压积累。如图 1 和 2 所示, 例如, 在各种实施例中, 各通道 23 可以彼此等间距地分开且宽度相等。

[0071] 现在参照图 5, 该图示出了根据本公开的垫片 50 的示例性实施例, 如果跨越槽 59 的宽度 (即,  $2W$ ) 存在  $n$  个通道 53, 每个通道宽度为  $W_c$  且有效长度为  $l_c$ , 那么沿槽 59 的压降  $\Delta P_s$  将大于由以下关系限定的沿通道 23 的压降  $\Delta P'_s$ :

$$[0072] \quad \Delta P'_s \geq 24\alpha \frac{\mu_c Q l_c}{(h')^3 n W_c} \quad [7]$$

[0073] 其中, 如上所述,  $\mu_c$  为通道 23 中的有效粘度;  $2Q$  为进入腔体且从流体出口出现的总流量;  $h'$  为通道的高度, 该通道由垫片的厚度限定 (且与该厚度相同); 并且如果模具为中央供料, 则  $\alpha = 1$ , 如果模具为侧面供料, 则  $\alpha = 1/2$ 。

[0074] 因此, 在下列条件下沿槽的压降  $\Delta P_s$  将大于常规垫片 (例如, 图 4 的垫片 40) 的沿槽压降:

$$[0075] \quad \frac{\Delta P'_s}{\Delta P_s} \geq \alpha \left( \frac{\mu_c}{\mu_s} \right) \left( \frac{2W}{n W_c} \right) \left( \frac{l_c}{L} \right) \left( \frac{h}{h'} \right) \quad [8]$$

[0076] 其中,  $\Delta P'_s$  为沿通道的压降, 并且  $\Delta P_s$  为沿没有通道的槽的压降 (即, 使用如图 4 所示的常规垫片 40); 并且如果模具为中央供料, 则  $\alpha = 1$ , 如果模具为侧面供料, 则  $\alpha = 1/2$ 。

[0077] 因此,在本公开的各种实施例中,各通道构造成使得在流体分配期间沿槽的压降大于沿通道的压降。换句话说,通道构造成使得在流体分配期间沿通道的压降小于从槽的流体入口到槽的流体出口的压降。在各种实施例中,例如,通道构造成使得在流体分配期间沿槽的压降大于跨越涂层弯月面的压降。

[0078] 同样,尽管不希望受任何具体理论的束缚,但本发明人认为,基于流的速度较慢且为赫尔-肖流,当使用具有超低流量的流体时,本公开的垫片设计的指状物将不会在槽中流动的流体中造成显著的尾流。如本领域的普通技术人员将理解的,槽中的赫尔-肖流与二维理想无粘流基本上相同;因此,流可以在障碍物下游非常快地恢复均匀性。

[0079] 此外,诸如图 1、2 和 5 中的示例性垫片的垫片可并入包括图 3A 和 3B 中的那些的各种指状物构造,其可以提供更均匀(且具有所需宽度)的流体涂层,因为自由端 24 的紧邻下游的流量低于通道 23 的紧邻下游的流量(即,在流体扩张区 25 中)。因此,流体膜厚度  $\delta$  在自由端 24 下游将比通道 23 下游更小。然而,如公式 [3] 所示,跨越涂层弯月面的压降  $\Delta P_b$  与  $\delta$  成反比。因此,在流体分配期间,槽中的流体将被拉向沿自由端 24 的紧邻下游的流体出口的点(即,进入具有流体薄膜厚度  $\delta$  的区域),从而自校正流体涂层的均匀性。

[0080] 因此,如上文详细讨论的,在各种示例性实施例中,通道(由诸如槽中的指状物的障碍物限定)构造成在超低流量条件下提供基本上均匀的流体流量。

[0081] 在各种附加的示例性实施例中,本公开涉及用于使用本文所述流体分配系统和垫片分配流体的方法。更具体而言,参照图 1 和 2,用于分配流体的方法可包括:将用于分配的流体引入腔体 13 中,腔体 13 与槽式涂布模具 100 的槽 19 流体连通;以及使来自腔体 13 的流体流过设置在槽 19 中的多个通道 23。本领域技术人员能够选择用于将用来分配的流体引入腔体 13 的合适方法,包括例如通过一个或多个流体入口,例如与腔体 13 流体连通的流体入口 14。本领域技术人员也能够选择用于使来自腔体 13 的流体流过设置在槽式涂布模具 100 的槽 19 中的多个通道 23 的合适方法。在各种实施例中,例如,使流体流过多个通道 23 可包括使流体流过由槽 19 中的多个指状物 22 限定的通道 23。

[0082] 在各种示例性实施例中,使流体流过多个通道 23 可包括使流体在超低流量条件下流动。在各种实施例中,例如,使流体流过多个通道 23 可包括使流体在由公式 [1] 表达的流动条件下流动。在各种实施例中,使流体流过多个通道可因此包括使包含纳米粒子、纳米管、聚四氟乙烯、缩醛聚甲醛和/或含氟聚合物等的流体流过多个通道 23。

[0083] 在各种示例性实施例中,从通道 23 流出的流体可以扩张到多个流体扩张区 25 中,使得流体流在到达槽 19 的流体出口 18 之前可以变得均匀。

[0084] 现在参照图 6,在各种附加的示例性实施例中,用于分配流体的方法还可包括使基材 70 邻近槽 19 的流体出口 18 移动以将流体 71 涂敷到基材上。本领域技术人员能够选择用于使基材邻近槽移动的方法,包括例如旋转涂布辊或滚筒(参见图 6),或者通过使用本领域的技术人员公知的各种幅材输送系统。

[0085] 为了验证和证实根据本公开的流体分配系统和方法的有效性,进行实验测试以展示使用常规垫片(参见图 4)和根据本公开的垫片(参见图 5)涂敷的示例性流体涂层,如下文参照表 1 和 2 所示和所述的。

[0086] 实例 1

[0087] 在第一测试期间,通过本领域的普通技术人员所了解的贴片槽式涂布机将第一流体涂层涂敷到基材。包括流体的物理特性、槽的几何尺寸和涂布条件的测试中使用的参数在下表 1 中给出。

[0088] 表 1

[0089]

流体特性	槽几何尺寸	涂布条件
表面张力 $\sigma = 13\text{mN}\cdot\text{m}$	槽长度 $L = 20\text{mm}$	湿膜厚度 $\delta = 6\mu\text{m}$
粘度 $\mu = 0.6\text{mPa}\cdot\text{s}$	涂层半宽度 $W = 50\text{mm}$	涂布速度 $S = 50\text{mm/s}$

[0090]

	槽高度 $h = 50\mu\text{m}$	
	腔体横截面积 $A = 50\text{mm}^2$	

[0091] 对于该测试,流体表现为牛顿流体,并且所有有效粘度均假设相同且等于测量粘度(即,  $\mu = 0.6\text{mPa}\cdot\text{s}$ )。利用公式 [2] 计算腔体与槽压降的常规比率,得出  $\Delta P_c / \Delta P_s \propto 6.210^{-6}$ ,这表明,常规的流体分配系统(例如,使用如图 4 所示的常规垫片设计)应提供均匀的涂层(即,由于该比率得到相比 1 相对小的数)。然而,当使用常规槽式模具涂层流体分配系统分配流体时,发现流体涂层“颈缩”。然后利用公式 [6] 计算跨越涂层弯月面的压降与沿槽的压降的比率,得出  $\Delta P_b / \Delta P_s = 0.15$ 。该相对大的数(相比  $6.210^{-6}$ )表明在珠中的压力变化可能与沿槽的压力变化相当。

[0092] 然后将流体分配系统所使用的垫片换成根据本公开的垫片(例如,图 5 所示垫片)。该垫片具有  $l_c = 10\text{mm}$ 、 $W_c = 0.5\text{mm}$  和  $n = 20$  的尺寸。利用公式 [8] 计算出槽压降的比率  $\Delta P'_s / \Delta P_s \geq 5$ ,这表明新垫片设计应有效增加槽中的背压(即,如相对大的比率 5 所表明的那样)。利用公式 [6],因此隐含的是,  $\Delta P_b / \Delta P'_s \leq 0.03$ (这是相比  $\Delta P_b / \Delta P_s = 0.15$  的显著减小),并且更高的压降应阻止涂层珠的“颈缩”。可以预知,当使用本公开的流体分配系统分配流体时,流体涂层被涂敷成均匀的厚度(即,没有“颈缩”)。

[0093] 实例 2

[0094] 在第二测试期间,利用本领域的普通技术人员所了解的连续槽式涂布将第二流体涂层涂敷到基材。包括流体的物理特性、槽的几何尺寸和涂布条件的测试中使用的参数在下表 2 中给出。

[0095] 表 2

[0096]

流体特性	几何尺寸	涂布条件
表面张力 $\sigma = 30\text{mN}\cdot\text{m}$	槽长度 $L = 20\text{mm}$	湿膜厚度 $\delta = 10\mu\text{m}$
粘度 $\mu = 125\text{mPa}\cdot\text{s}$	涂层半宽度 $W = 50\text{mm}$	涂布速度 $S = 50\text{mm/s}$
	槽高度 $h = 178\mu\text{m}$	
	腔体横截面积	

[0097]

	$A = 50\text{mm}^2$	
--	---------------------	--

[0098] 对于该测试,涂层液体为浆液。因此,发现低于  $127\mu\text{m}$  的槽高度截留颗粒并堵塞槽。对常规分配系统(例如,使用如图4所示的常规垫片设计)重复第一实例的计算,得出  $\Delta P_c / \Delta P_s \propto 2.8 \times 10^{-4}$  和  $\Delta P_b / \Delta P_s = 0.53$ , 结果与前面的相同(即,发现流体涂层存在“颈缩”)。

[0099] 如前所述,然后将流体分配系统所使用的垫片换成根据本公开的垫片(例如,图5所示垫片)。垫片具有  $l_c = 10\text{mm}$ 、 $W_c = 1.0\text{mm}$  和  $n = 20$  的尺寸(即,跨越宽度  $2W$ )。利用公式[8]计算出槽压降的比率  $\Delta P'_s / \Delta P_s \geq 2.5$ , 这表明新垫片设计应有效增加槽中的背压(即,如相对大的比率  $2.5$  所表明的那样)。利用公式[6],因此隐含的是,  $\Delta P_b / \Delta P'_s \leq 0.25$  (这显示出相比  $\Delta P_b / \Delta P_s = 0.53$  的一定改善),并且更高的压降应阻止涂层的“颈缩”。同样,可以预知,当使用本公开的流体分配系统分配流体时,流体涂层被涂敷成均匀的厚度(即,没有“颈缩”)。

[0100] 因此,实例1和2所示结果证明,包括限定多个通道的垫片的流体分配系统可为具有低粘度和超低流量的流体提供沿槽的高压积累。因此,根据本公开的用于分配流体的系统和方法可实现为在不例如需要边缘导向件的情况下提供保持其宽度方向均匀性的涂层。根据本公开的用于分配流体的系统和方法可因此减少涂层珠失效,从而为使用具有低粘度和超低流量的流体的涂布和印刷过程提供快速的启动时间。

[0101] 本领域的普通技术人员将理解,以上所述和测试所用流体特性、几何尺寸及涂布条件仅为示例性的,并且在不脱离本公开的情况下可根据各种因素选择其它特性、尺寸和/或操作条件。

[0102] 虽然本文所述各种示例性实施例涉及用于将流体通过槽式涂布模具分配到诸如移动的幅材的移动基材的系统和方法,但本领域的普通技术人员将理解,本申请的教导提供了示例性的流体分配方法,而并非意图限制本公开或权利要求。因此,本领域的普通技术人员将理解,本公开的系统和方法设想通过任何工艺和/或方法分配流体涂层,包括但不限于槽式模具涂布、挤压涂布、贴片涂布、连续涂布、帘式涂布和滑珠涂布。流体分配系统可用来形成单层或多层结构的最上层(例如,末层)。本公开的示例性实施例中公开的垫片设计与所用涂布技术无关。

[0103] 就本说明书和所附权利要求的目的而言,除非另外指明,所有表示数量、百分比或比例的数和其它在说明书和权利要求中使用的数值应理解为在所有情况下通过术语“约”

来修饰。相应地,除非有相反的说明,在以下说明书和所附权利要求中阐述的数值参数是可以根据通过本公开试图获得的所需性质变化的近似值。在最低程度上,并且不试图限制等同于权利要求范围的原则的应用,每个数值参数至少应当按照所报道的有效位数并通过应用普通的四舍五入技术来解释。

[0104] 尽管阐述本公开的广泛范围的数值范围和参数是近似值,但是在具体实例中阐述的数值是尽可能精确地予以报告的。然而,任何数值固有地包含由它们的相应测试测量中可见的标准偏差所必然引起的某些误差。此外,本文所公开的所有范围应理解为涵盖归入其中的任何和全部子范围。

[0105] 应当理解,虽然已结合其某些示例性实施例详细描述了本公开,但不应将其看作是对本公开的限制,因为在不脱离所附权利要求的广泛范围的情况下许多修改是可能的。

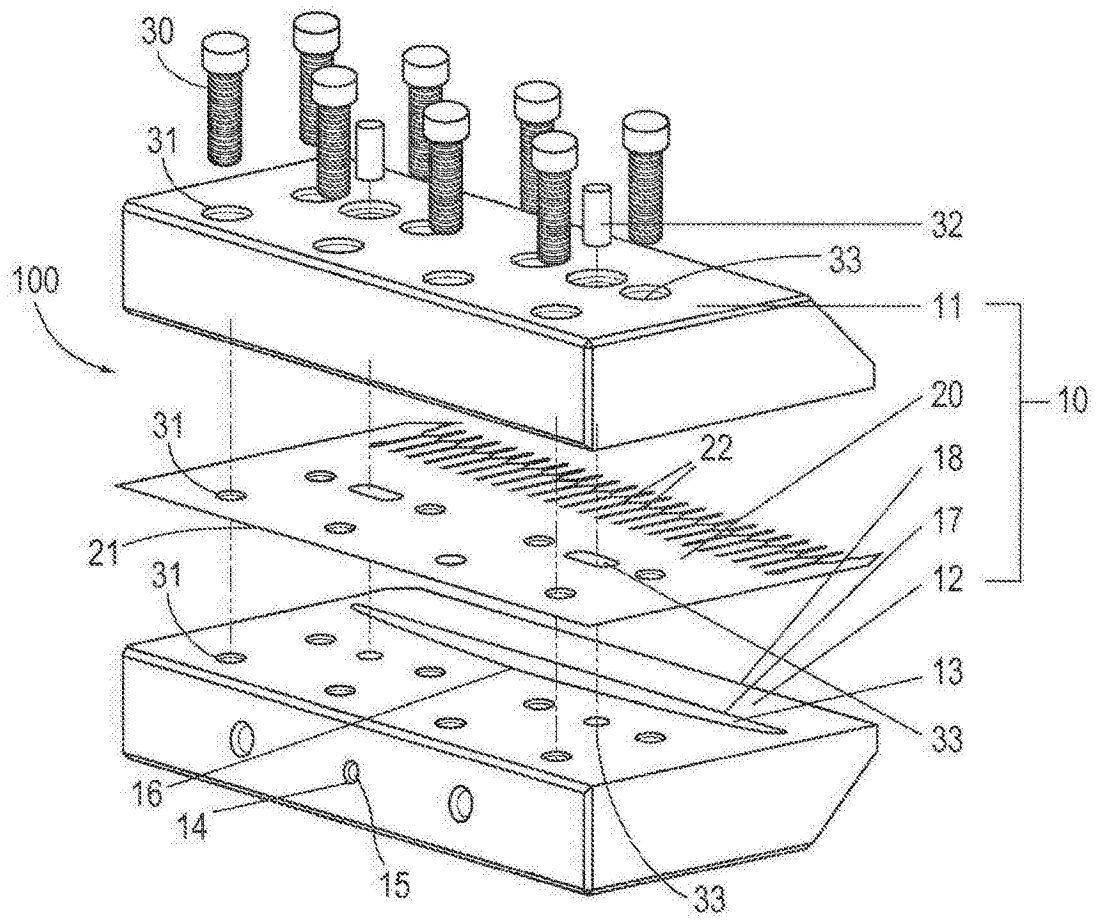


图 1



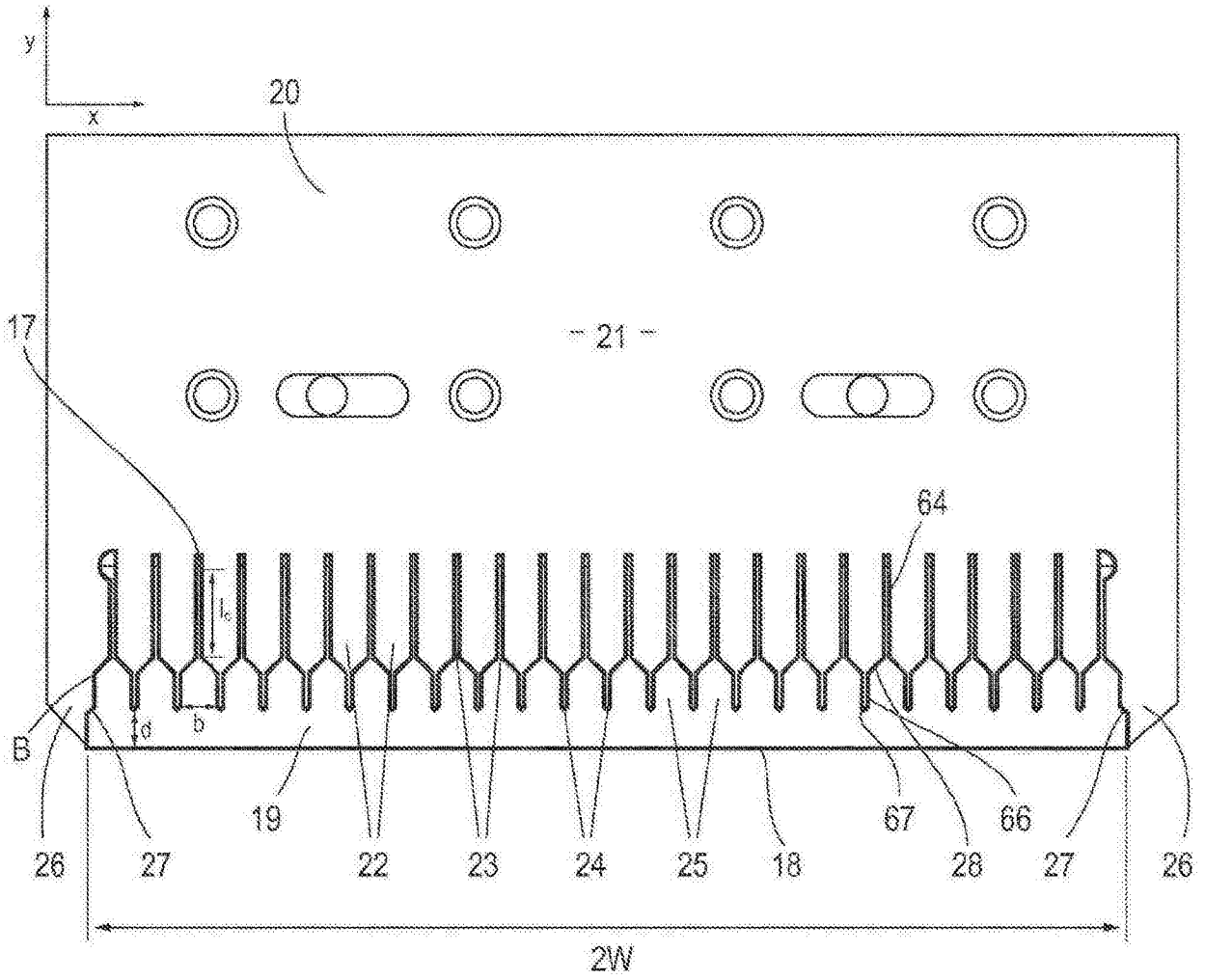


图 2

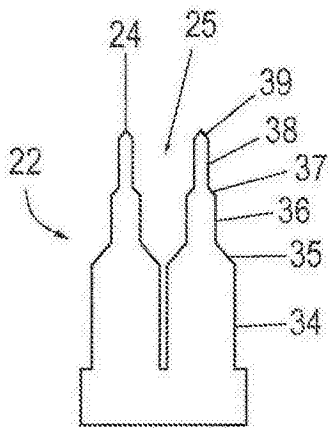


图 3A

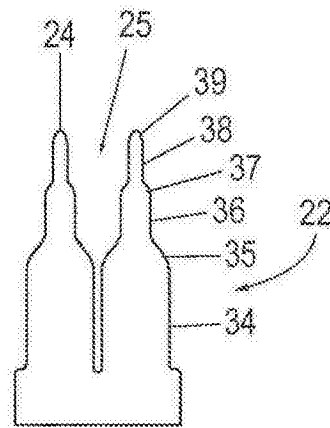


图 3B

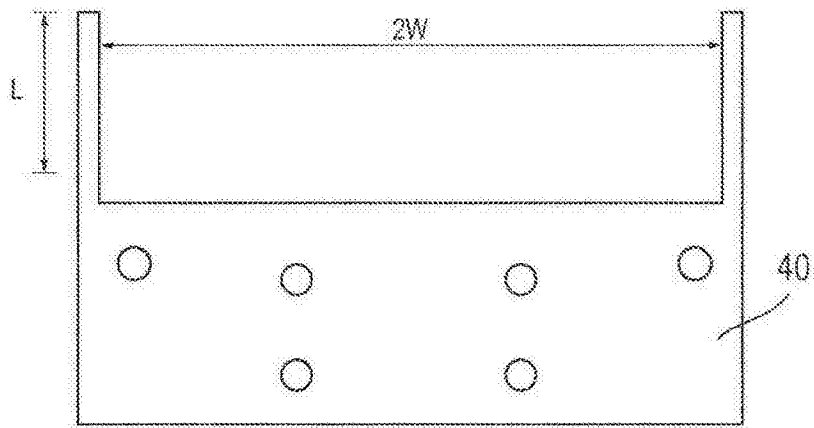


图 4

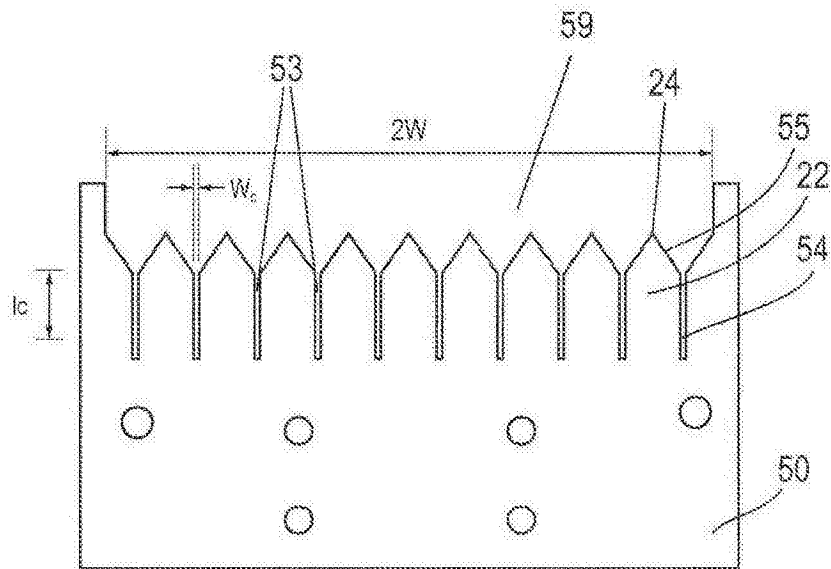


图 5

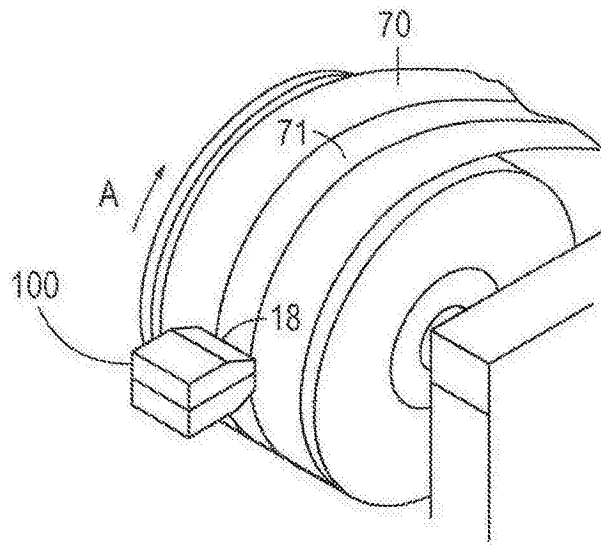


图 6