



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101733231 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 200910222103. 1

JP 2003-47898 A, 2003. 02. 18,

(22) 申请日 2009. 11. 09

US 5605720 A, 1997. 02. 25,

(30) 优先权数据

审查员 许启通

12/267, 223 2008. 11. 07 US

(73) 专利权人 太阳世界创新有限公司

地址 德国弗赖贝格

(72) 发明人 戴维·K·福克

斯科特·E·索尔伯格

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 周文强 李献忠

(51) Int. Cl.

B05C 5/00 (2006. 01)

B05C 11/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1030032 A, 1989. 01. 04,

EP 0554707 A1, 1993. 08. 11,

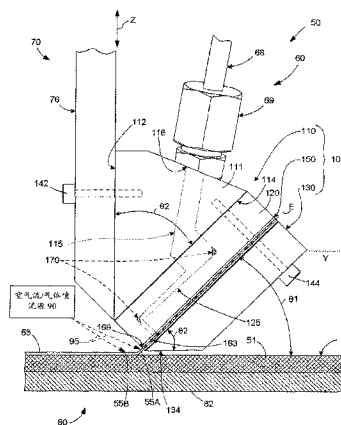
权利要求书1页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

具有气流辅助压条偏转的微挤压系统

(57) 摘要

一种气体喷流源,用来与微挤压系统中的微挤压印刷头组件结合以将挤出的材料偏转到目标衬底上。该微挤压系统包括材料输入系统,用以在该印刷头组件在该衬底上移动时,将材料推/拉出限定在该印刷头组件中的挤压喷嘴。该气体喷流源设在该喷嘴出口附近,并将气体喷流在离开该挤压喷嘴时引导到所挤出的材料上,从而将所挤出的材料可靠地引导(偏转)向该目标衬底。在一些实施方式中,该气体喷流导致挤出的材料被下陷(展平)在该衬底上,产生低纵横比线,其可结合形成连接起来的结构。



1. 一种在目标衬底的上部表面上产生多个挤压材料压条的微挤压系统,该微挤压系统包括:

挤压印刷头组件,包括入口、多个喷嘴开口和一个或多个流动通道,该一个或多个流动通道的每一个在所述入口和相关的所述多个喷嘴开口之一之间连通;

材料输入系统,用以将所述挤压材料提供到所述入口从而迫使所述挤压材料经过所述一个或多个流动通道并通过所述多个喷嘴开口离开,由此产生所述多个挤压材料压条;

装置,用于支撑该挤压印刷头组件和所述目标衬底,以及用于相对所述目标衬底移动该挤压印刷头组件从而离开所述多个喷嘴开口的挤压材料使得所述多个压条在该目标衬底的上部表面上形成挤压材料的平行线;以及

空气流/气体喷流源,其位于所述喷嘴开口的下游并且用来将气体引导至刚离开所述印刷头组件的压条上,从而所述气体将所述压条推向该目标衬底。

2. 一种将挤压材料挤压到目标衬底的上部表面的方法,该方法包括:

将所述挤压材料提供到挤压印刷头组件的入口,该组件具有多个喷嘴开口和一个或多个流动通道,布置为该一个或多个流动通道的每个在所述入口和相关的所述多个喷嘴开口之一之间连通,其中将所述挤压材料提供到所述入口从而迫使所述挤压材料通过所述一个或多个流动通道并通过所述多个喷嘴开口离开,由此产生多个所述挤压材料压条;

支撑该挤压印刷头组件和所述目标衬底,以及相对所述目标衬底移动该挤压印刷头组件从而离开所述多个喷嘴开口的挤压材料使得所述多个压条在该目标衬底的上部表面上形成挤压材料平行线;以及

将气体引导至刚离开所述印刷头组件的压条上从而所述气体将所述压条推向衬底。

具有气流辅助压条偏转的微挤压系统

技术领域

[0001] 本发明涉及挤压系统,更具体地涉及用于在衬底上挤压功能材料的密排线的微挤压系统。

背景技术

[0002] 共挤压可用于许多应用,包括交指型 PN 结线、太阳能电池的导电网格线、电化学设备的电极等。

[0003] 为了满足对低成本大面积半导体需求,已经开发出微挤压方法,包括将掺杂剂承载材料(掺杂剂油墨)与牺牲材料(非掺杂剂油墨)一起挤压在半导体衬底表面上,然后加热该半导体衬底从而配置在掺杂剂油墨中的掺杂剂扩散进衬底以形成一个或多个所需的掺杂区。相比丝网印刷技术,将掺杂剂材料挤压在衬底上提供对特征区域的特征分辨率的优良控制,并且促进沉积而不接触该衬底,由此避免晶片破裂。这种制造技术在例如美国专利申请 No. 20080138456 中公开,其全部内容通过引用结合在这里。

[0004] 在衬底上挤压印刷功能材料(例如,掺杂剂油墨或金属网格材料)的线中,需要控制扩散材料(例如,掺杂剂油墨)的压条(bead)一旦离开印刷头喷嘴时的去向。弹性不稳定、表面效应、衬底相互作用和各种各样其他影响因素会导致压条进入许多不希望去的方向(例如,远离衬底卷曲,阻止该压条和该衬底表面之间的粘合)。这个问题通常通过使得沉积(印刷头)喷嘴非常接近该衬底运行从而使压条在可以离开之前粘附于该衬底。不幸的是,这导致印刷头被油墨污染,并且在具有包含成打喷嘴的印刷头的高速(> 100mm/sec)生产沉积设备中以及厚度变化相当大(> 50 微米)的衬底时,采用紧密靠近的方式印刷是不可行的。

[0005] 使用气体流或喷流以帮助在衬底(如纸)上进行薄膜的连续的卷材(“帘”)涂覆已经在许多专利中描述,如 Kiiha 等人的美国专利 No. 6, 743, 478 “Curtain coater and method for curtain coating”。进一步的例子是美国专利 No. 7, 101, 592 和 6, 666, 165。这些专利描述连续涂覆工艺,更具体地涉及用于解决连续卷材(流体帘)下方的空气边界层所导致的边界层阻止流体帘贴附于衬底的问题(特别是在高处理速度下)的方法。在是 http://pffcnline.com/mag/paper_curtain_coatingtechnology/ 进一步描述帘涂覆。

[0006] 与帘涂覆相反,挤压印刷包括将材料的平行线印刷在衬底上,其中这些线比衬底本身窄得多。进而,不同于帘涂覆,通常调节挤压印刷中所沉积的材料的流以在衬底上产生良好的起点和止点,且挤压印刷允许使用高粘性和重负荷材料,例如“厚膜材料”。因此,尽管帘涂覆是非常有效的形成用于摄影纸和膜的非图案化多层涂层的技术,但是其对于产生例如光生伏达器件所需的复杂图案化的厚膜无效。新的挑战出现在非连续衬底上挤压印刷不连续的线(需要所沉积的线上可控的端点)的情形中。

[0007] 图 16(A) 和 16(B) 是示出形成传统的 H 图案太阳能电池 40 的常见的金属化图案的平面视图。

[0008] 如图 16(A) 所示,H 图案太阳能电池 40 包括具有上部表面 42 的半导体衬底 41 和

一系列密排的平行金属指（“网格线”）44，其基本垂直于一个或多个母线杆 45，该母线杆集中来自网格线 44。在光伏达模块中，母线杆 45 变成金属条板（未示）的连接点，通常通过焊接连接，并且该跳板用于将一个电池与另一个电气连接。H 图案电池中所需的母线杆 45 的几何尺寸是宽大约 1 至 2mm 以及高大约 0.005 至 0.20mm。这些非常宽且薄的尺度（低纵横比）对传统的挤压印刷提出挑战。出于可靠性的原因，希望避免将挤压喷嘴做得过窄（或过短）以避免阻塞，特别是当一个喷嘴印刷颗粒填充材料（如用来金属化太阳能电池的载银油墨）时。此外，模口膨胀，油墨压条在离开喷嘴后扩张的趋势，使得湿的印刷线进一步加厚。出于成本的原因，希望印刷不多于焊接所需的银来形成母线杆 45。出于生产量的原因，希望尽可能快的印刷母线杆 45，尤其是在超过 100mm/秒的速度，这等于每个印刷机每年制造几十兆瓦的产品。参照图 16(B)，H 图案太阳能电池 40 的背面 46 通常具有金属化结构，其由可软焊的银母线杆线 49 和宽面铝背部表面电场涂层 46 组成。通常这两个金属部分在两个分开的丝网印刷步骤中沉积。

[0009] 除了上面出现的有关问题，图 17 和 18 说明在使用传统技术制造传统 H 图案太阳能电池 40 中遇到的问题。图 17 示出在 H 图案太阳能电池 40 的正面金属的挤压印刷中通常出现的第一个问题，涉及每个网格线 44 与衬底 41 的表面 42 的较弱粘合，尤其是在每个网格线 44 的端点 44A，这导致网格线 44 较差的传导性以及可能的松开（脱离）。图 18 说明在传统的 H 图案太阳能电池 40 的正面金属的挤压印刷中通常出现的另一问题是母线杆 45 上的外形，它们被这些网格线 44 贯穿。这个外形不会影响电池性能，然而会在随后施加的金属条板（未示）和母线杆 45 的顶部之间产生较弱的焊接接头，因为在该外形的间隙中没有填充足够的焊剂。

[0010] 所需要的是微挤压印刷头和相关的设备，用于以能够为太阳能电池产业所接受的低成本形成挤压材料压条并解决上述问题。具体地，所需要的是一种印刷头组件，其包括控制挤出的压条的方向的机构从而将该压条向下偏转到衬底上并远离印刷头。另外，所需要的是一种印刷头组件，其通过解决上面阐述的问题而促进低成本 H 图案太阳能电池的可靠制造。

发明内容

[0011] 本发明涉及对微挤压系统的改进，其中将气体（例如，空气）引导至挤出的线（压条）上（在它们离开印刷头组件时或就在它们被该印刷头组件印刷在该衬底上之后），从而该气体将这些压条推向该目标衬底，由此解决上述问题。

[0012] 按照本发明的第一方面，该微挤压系统包括这样的机构，其在挤出的压条离开该印刷头组件时，将气体引导至其“飞起”部分上（即，每个压条在其离开关联的喷嘴开口之后并在其接触该目标衬底之前的部分），从而该压条在挤压期间可靠地偏转向该衬底，由此通过使挤出的压条较早地贴附于该衬底而提高印刷质量。在一个具体实施方式中，气刀或翼面安装在支撑该印刷头组件的定位机构上，用于随着该印刷头组件在该衬底上方移动而将空气流引向该压条。在另一具体实施方式，空气喷流阵列安装在该印刷头组件上并将压缩气体（例如，干的氮气）在该压条离开该喷嘴开口时重新引向压条。通过就在该压条离开该喷嘴时将其偏转向该衬底，使得该压条在其刚离开该印刷头之后就可靠的走向该衬底，所以印刷过程不太可能会因为聚束或者振荡动作而变得不稳定，并且避免该印刷头积

垢。进而,因为将该压条可靠地偏向该衬底,就可以将该印刷头组件设在距该衬底较大的工作距离上,并且在该印刷头高度(即,该印刷头与该衬底隔开的距离)上具有较宽松的机械公差,这对于高速生产操作而言是关键的。材料压条在随后的处理中可形成各种不同的对太阳能电池制造有用的结构,包括但不限于太阳能电池网格线、太阳能电池母线杆、太阳能电池的背面区域金属和该半导体结的掺杂区域。

[0013] 按照本发明的第二方面,该微挤压系统将压缩气体引向所挤出的压条,就在压条接触该目标衬底之后(即,在该材料仍处于湿态时),借此由压缩气体将该压条展平(下陷)在该衬底表面,从而便于使用相对窄且高的挤压喷嘴形成宽且平的材料线。利用这个技术,单个压条可扩张为其沉积宽度的许多倍,以及在一个实施方式中,多个压条可合并在一起以形成连续的片。利用用于挤压印刷的油墨的负荷和粘度,不可能直接产生具有这种尺寸的线,即使允许许多倍量的油墨在重力和润湿力作用下下陷。这个技术还便于在H图案太阳能电池的网格线端点和该衬底之间产生可靠的连接。使用高速阀门在合适的时间脉冲气压。

附图说明

[0014] 参照下面的说明、所附权利要求和附图,将更好地理解本发明的这些和其他特征、方面和优点,其中:

[0015] 图1是按照本发明一个实施方式,示出包括微挤压印刷头组件的微挤压系统一部分的侧视图,该组件包括气流/气体喷流源;

[0016] 图2是示出具有更多细节的图1微挤压系统的侧视图;

[0017] 图3是示出图1的系统中所采用的一般化的微挤压印刷头组件的分解侧面剖视图;

[0018] 图4是示出运行期间的图3的微挤压印刷头组件的装配侧面剖视图;

[0019] 图5是由图4的印刷头组件产生的挤压压条附近的空气流的简化示图;

[0020] 图6是示出按照本发明第一具体实施方式的微挤压系统一部分的侧视图;

[0021] 图7是示出按照本发明第二具体实施方式的微挤压系统一部分的侧视图;

[0022] 图8是示出图7的微挤压系统的印刷头组件和空气喷流组件的分解立体图;

[0023] 图9是示出图8的空气喷流组件中采用的空气喷流结构的简化局部正视图;

[0024] 图10是示出按照本发明的第三实施方式的微挤压系统一部分的分解立体图;

[0025] 图11是示出按照本发明的第四具体实施方式的微挤压系统一部分的侧视图;

[0026] 图12是示出运行期间以及具有更多细节的图11的微挤压系统立体图;

[0027] 图13是示出按照本发明一个实施方式展平(下陷)的H图案太阳能电池的网格线端点的局部放大立体图;

[0028] 图14是示出按照本发明另一实施方式,展平在H图案太阳能电池的母线上的网格线的局部放大立体图;

[0029] 图15是示出按照本发明另一实施方式,采用图11的系统网格线的展平操作的局部立体图;

[0030] 图16(A)和16(B)是分别示出传统的H图案太阳能电池的俯视和仰视立体图;

[0031] 图17是示出图16(A)的传统的H图案太阳能电池网格线端点的局部放大立体图;

[0032] 图 18 是示出在图 16(A) 的 H 图案太阳能电池的母线上方延伸的网格线的局部放大立体图。

具体实施方式

[0033] 本发明涉及对微挤压系统的改进。下面的说明表示为使得本领域一般技术人员能够按照具体应用和需要的情况下制作和使用本发明。如这里所使用的，方向性的术语，如“上部”、“顶部”、“下部”、“底部”、“前”、“后”和“横向”，是为了说明目的而提供的相对位置，而不是为了分配绝对参照系。优选实施方式的各种不同变化对于本领域技术人员来说是显而易见的，并且这里定义的一般原理可以适用于其他实施方式。因而，本发明不限于所示出和描述的具体实施方式，而是应当授予这里描述的原理和新特性一致的最宽范围。

[0034] 图 1 是示出一般化微挤压系统 50 一部分的简化侧视图，该系统用以在衬底 51 的上部表面 52 上形成平行的挤压材料线 55。微挤压系统 50 包括挤压印刷头组件 100，其在运转中凭借至少一个加料管 68 和相关的紧固件 69 连接到材料输入系统 60。这些材料通过推和 / 或拉技术（例如，热和冷）施用，其中推（例如挤，等）和 / 或拉（例如通过真空等）这些材料通过挤压印刷头组件 100，从一个或多个出口孔（喷嘴开口）169 出去，这些孔分别限定在印刷头组件 100 的下部。微挤压系统 50 还包括 X-Y-Z- 轴定位机构 70，包括安装板 76，用以支撑并相对衬底 51 定位印刷头组件 100，和基座 80，包括平台 82，用以当印刷头组件 100 在预先确定的方向（例如，Y- 轴）在衬底 51 上方移动时将衬底 51 支撑在静止位置。在可选实施方式（未示）中，印刷头组件 100 是静止的，而基座 80 包括 X-Y 轴定位机构，用以在印刷头组件 100 下方移动衬底 51。

[0035] 按照本发明，微挤压系统 50 还包括空气流 / 气体喷流源 90，其设在喷嘴开口 169 的下游并且用来将气体 95（例如，空气或干的氮气）引导至刚离开印刷头组件 100 的压条 55 上（即，位于喷嘴开口 169 和衬底 51 之间的部分 55A），或引导刚到达衬底 51 上的压条 55 上（即，位于衬底 51 上的部分 55B）。如下面更多细节中描述的，在两种情况下，气体 95 用来将压条 55 推向衬底 51，由此通过使用压缩气体将压条 55 推向衬底 51，或通过将压条 55 展平在衬底表面 52 上而解决上面提到的压条方向问题。

[0036] 图 2 示出微挤压系统 50 的材料输入系统 60，X-Y-Z- 轴定位机构 70 和基座 80 的更多细节。图 2 中示出的这些组件表示用来制造较小尺寸的太阳能电池的实验性布置方式，本领域技术人员将会认识到通常将使用其他布置方式来制造较大尺寸的太阳能电池。参见图 2 的右上部，材料输入系统 60 包括外壳 62，其支撑气缸 64，气缸可操作地连接到筒 66，从而迫使材料从筒 66 通过加料管 68 进入印刷头组件 100。参见图 2 的左侧，X-Y-Z- 轴定位机构 70 包括 Z- 轴平台 72，其凭借使用已知技术的外壳 / 驱动器 74 在 Z- 轴（垂直）方向相对目标衬底 51 移动。安装板 76 刚性连接到 Z- 轴平台 72 的下端并且支撑印刷头组件 100，安装架 78 刚性连接并从 Z- 轴平台 72 向上延伸，且支撑 气缸 64 和筒 66。参见图 2 的下部，基座 80 包括支撑平台 82，其当 X-Y 机构采用已知技术将印刷头组件 100 在 X- 轴和 Y- 轴方向（以及一对转动轴）在衬底 51 的上部表面上移动时支撑目标衬底 51。

[0037] 参见图 2 的下部，按照本发明一个实施方式，空气流 / 气体喷流源 90 固定安装在 Z- 轴平台 72，从而空气流 / 气体喷流源 90 在将气体 95 引导至压条 55 上时保持为相对挤压印刷头组件 100 固定。在一个可选实施方式中（未示），空气流 / 气体喷流源 90 可由与

Z-轴平台 72 分开的结构支撑, 尽管这个布置方式可能会不必要地复杂化。

[0038] 如图 1 和分解形态的图 3 所示, 层状微挤压印刷头组件 100 包括第一(背面)板结构 110、第二(正面)板结构 130 和连接在其间的层状喷嘴结构 150。背面板结构 110 和正面板结构 130 用来将该挤压材料从入口 116 引导至层状喷嘴结构 150, 且用来刚性支撑层状喷嘴结构 150 从而形成在层状喷嘴结构 150 中的挤压喷嘴 163 以预选确定的倾斜角 $\theta 1$ (例如, 45°) 指向衬底 51, 由此将在每个挤压喷嘴 163 向下朝向其对应的喷嘴孔 169 移动的挤压材料向目标衬底 51 引导。

[0039] 背面板结构 110 和正面板结构 130 每个包括一个或多个整体模制或机械加工的金属部件。在所公开的实施方式中, 背面板结构 110 包括倾斜的背板 111 和背面集气室 120, 正面板结构 130 包括整块的金属板。倾斜的背板 111 包括正面 112、侧面 113 和背面 114, 正面 112 和背面 114 形成预先确定的角度 $\theta 2$ (例如, 45° ; 图 1 所示)。倾斜的背板 111 还形成孔 115, 其从形成在侧壁 113 中的螺纹沉孔入口 116 至形成在背面 114 中的孔出口 117。背面集气室 120 包括平行的正面 122 和背面 124, 并且形成管道 125, 其具有穿过正面 122 的入口 126 和形成在背面 124 中的出口 127。如下所述, 孔 115 和集气室 125 配合 以将挤压材料输送至层状喷嘴结构 150。正面板结构 130 包括正面 132 和呈斜面的下表面 134, 其形成预先确定的角度 $\theta 2$ (图 1 所示)。

[0040] 层状喷嘴结构 150 包括两个或多个堆叠的板, 例如, 金属(如铝、钢)或塑料板, 其结合形成一个或多个挤压喷嘴 163。在图 3 所示实施方式中, 层状喷嘴结构 150 包括顶部喷嘴板 153、底部喷嘴板 156 和夹在顶部喷嘴板 153 和底部喷嘴板 156 之间的喷嘴出口板 160。顶部喷嘴板 153 限定入口(通孔)155, 并具有(第一)前部边缘 158-1。底部喷嘴板 156 是基本上实心的(即, 连续的)板, 具有(第三)前部边缘 158-2。喷嘴出口板 160 包括(第二)前部边缘 168, 并在预先确定的第一流动方向 F1 形成细长的喷嘴通道 162, 其从封闭端 165 至限定为穿过前部边缘 168 的喷嘴孔 169。当在可操作地组装时, (例如, 如图 4 所示), 喷嘴出口板 160 夹在顶部喷嘴板 153 和底部喷嘴板 156 之间, 从而细长的喷嘴通道 162、顶部喷嘴板 153 的前部 154 和底部喷嘴板 156 的前部 157 结合以形成细长的挤压喷嘴 163, 其从封闭端 165 延伸至喷嘴孔 169。另外, 顶部喷嘴板 153 是安装在喷嘴出口板 160 上, 从而入口 155 与细长通道 162 的封闭端 165 对齐, 由此受迫通过入口 155 的挤压材料沿挤压喷嘴 163 在 F 1 方向流动, 并利用喷嘴孔 169 离开层状喷嘴结构 150 以在衬底 51 上形成压条 55。

[0041] 再参见图 1, 当可操作地组装并安装到微挤压系统 50 上时, 印刷头组件 100 的倾斜的背板 111 通过一个或多个紧固件(例如, 机用螺丝)142 刚性连接到安装板 76, 从而将正面板结构 130 的斜面表面 134 设为接近并平行于目标衬底 51 的上部表面 52。利用一个或多个第二紧固件 144 连接正面板结构 130 与背面板结构 110, 而将层状喷嘴结构 150 压在正面板结构 130 的背面与背面集气室 120 的背面之间。另外, 材料输入系统 60 利用加料管 68 和紧固件 69 使用已知技术可操作地连接到孔 115, 通过管道 125 将受迫进入孔 115 的挤压材料通到层状喷嘴结构 150。

[0042] 在优选的实施方式中, 如图 1 所示, 将可硬化材料注入印刷头组件 100 的孔 115 和管道 125, 其方式在共有并待决美国专利申请 No. 12/267, 147 (主题为“DEAD VOLUME REMOVAL FROM AN EXTRUSION PRINTHEAD”) 中描述, 其全部内容通过引用结合在这里。这个

可硬化材料形成部分 170,其填充管道 125 的任何死区,不这样它们就会陷住挤压材料并导致阻塞。

[0043] 图 4 是示出运行期间印刷头组件 100 的一部分的简化侧面剖视图。如图 4 所示,离开管道 125 的挤压材料通过喷嘴 163 的入口 155 和封闭端 165(都在图 3 中示出)进入喷嘴 163 的封闭端,并且在 F1 方向沿喷嘴 163 向下流向出口 169。参见图 4,引导在该喷嘴 163 中流动的挤压材料通过该喷嘴开口 169。如这里所描述的,出于下面描述的原因,将射出之后立即(即,在撞击衬底 51 的上部表面 52 之前)形成的压条 55 的“飞起”部分 55A 与设在上部表面 52 上的压条 55 的“落地”部分 55B 分别标识。回头参见图 1,随着所挤出的材料离开喷嘴孔 169,以该倾斜角 $\theta 2$ 引导该材料,从而以促进高容量太阳能电池生产的方式引向衬底 51。

[0044] 按照第一组实施方式,本发明具体指向一种技术,其在压条 55 的部分 55A 上生成空气流或气体喷流从而随着压条 55 离开该分配喷嘴而将其可靠地向下偏转至衬底 51。参见图 5,用来偏转“飞起”压条部分 55A 的主要的力是在该空气流路径中遇到压条部分 55A 的空气的气动阻力。该阻力产生在该空气流的方向。可能会起作用的次要力是升力,其在下面的估算中没有考虑。作用在物体上的阻力 F_d 的粗略近似可表示为方程 1 中所设定的:

$F_d = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A$ 方程 1 方程 1 中, ρ 是空气密度, v 是空气速度, C_d 是阻力系数, A 是物体的

截面积。方程 1 在物体(例如,“飞起”压条部分 55A)后面的尾流是紊流时是正确的。压条部分 55A 偏转的粗略估算通过将压条部分 55A 看作长度为 l 、厚度为 t 以及宽度为 w 的弹性悬臂而提供。在这种情况下,在该压条部分 55A 伸出该喷嘴孔时,其弹簧系数 k 可由方程 2 表示: $k = \frac{Ywt^3}{4l^3}$ 方程 2 其中 Y 是该压条部分 55A 的弹性模数,其为 1000Pa 数量级。通常的压条宽度和厚度分别是 250 和 100 微米。如果需要将压条部分 55A 偏转 50 微米,当其露出该喷嘴孔 100 微米时,那么上面的关系提供的估值为需要 10m/sec 数量级的空气速度。这个水平的空气流利用普通气压并且容易制造的空气传输设备容易获得,其示例将在下面提供。

[0045] 图 6 是按照第一具体实施方式,示出微挤压系统 50A 一部分的侧视图,其中气刀 90A 用来将远端的空气流(由虚线 95A 标识)引导对着“飞起”压条部分 55A 从而随着压条 55 露出印刷头组件 100 而将其可靠的压在衬底 51 上。气刀 90A 包括块 91A,其通过托架 92A 连接到 Z-轴平台 72 从而在衬底 51 上方支撑弯曲的表面 93A。气刀 90A 接收压缩空气流(未示)并将该空气通过设在弯曲表面 93A 正上方的窄槽(未示)送出。从该槽出来的空气流随着在块 91A 在 Y-轴方向相对该衬底 51 的上部表面移动而吸入额外的环境空气,并将空气引向印刷头组件 100,由此将所需的空气流 95A 引到每个所述压条 55 的“飞起”部分上 55A。在一个实施方式中,气刀 90A 由简单的翼状气翼替代,其中当印刷头组件 100 相对衬底 51 移动时,弯曲表面 93A 迫使空气向下并朝向印刷头组件 100。

[0046] 图 7 是侧视图示出按照第二具体实施方式的微挤压系统 50B 一部分的侧视图,其中将压缩气体(例如,干的氮气)通过管路 91B 从源(未示)引入气体喷流阵列 90B,其中在印刷头组件 100B 在该 Y-轴方向相对目标衬底 51 移动的同时,气体喷流阵列 90B 将该压缩气体(例如,如图 7 中虚线箭头 95B 所示)重定向到每个压条 55 的“飞起”部分 55A 上。

在所公开的实施方式中,印刷头组件 100B 相比上面描述的结构稍作修改的是背面集气室 120B,其除了起到上面描述的作用外,还改为固定支撑气体喷流阵列 90B,以及将压缩气体从管路 91B 通到气体喷流阵列 90B 上提供的气体喷流(下面描述)。

[0047] 图 8 是示出气体喷流阵列 90B 和印刷头组件 100B 更多细节的局部立体分解图。如所示,背面集气室 120B 包括螺纹入口 123B,其接收来自管路 91B(见图 7)的压缩气体。该压缩空气通过连通一个或多个细长出口 129B 的通道(未示)。气体喷流阵列 90B 包括板材(例如,金属或 Cirlex,其是聚酰亚胺的一种形式),其通过背面板结构 97B 夹在背面 128B,该背面具有定位销,其用来确保对准空气喷流而以精确的定位与该喷嘴孔相交。注意空气流离开该喷流的方向相对油墨流离开该印刷头的方向有较大角度,其帮助确保将该阻力最大化。这个布置方式的好处在于使用较少的气体以及将较少的气流引导至该衬底(未示)上,因为该压条下方的空气流会防止该压条落在并粘在该衬底上。

[0048] 图 9 是示出按照本发明一个实施方式,图 9 所示的阵列的示范性喷流喷嘴 96B-1 的放大视图。喷流喷嘴 96B-1 在其封闭端 96-1 接收来自细长开口 129B 的压缩气体,和包括封闭端 96-1 和出口开口 96-3 之间的收缩/扩散颈部区域 96-2,从该区域发出关联的空气喷流部分 95B-1。这个收缩/扩散架构用来对准空气溢出流。

[0049] 图 10 是示出按照本发明又一实施方式,微挤压系统 50C(包括集气室 120C 和气体喷流阵列 90C)一部分的立体分解图,。与上面描述的实施方式类似,压缩空气通过开口 123C 进入并通过连通细长出口 129C-1 和 129C-2 的通道(未示)。在这个实施方式中,气体喷流阵列 90B 包括喷流组件 95C,其包括分隔层 95C-1、喷嘴对阵列层 95C-2 和连接通道层 95C-3,它们通过夹紧口 97C 夹在背面集气室 120C 的表面 128C 上。气体喷流阵列 90B 与上面参照图 7 和 8 描述的实施方式的不同还在于在每个喷嘴开口(未示)引导相关的空气喷流 96C 对以便提供对挤出的压条的可控横向偏转和扭转偏转。空气喷流对 96C 形成在喷嘴对阵列层(金属板)95C-2 上,其夹在分隔层 95C-1 和连接通道层 95C-2 之间。运行期间,通过限定在分隔层 95C-1 中的出口 129B-1 和开口 99-11 将压缩气体提供至每个喷流喷嘴对 96C 的第一喷流,以及通过该限定在分隔层 95C-1 中的出口 129B-2、开口 99-12、限定在喷嘴对阵列层 95C-2 中的开口 99-22 和限定在连接通道层 95C-2 中的垂直槽 98 提供到每个喷流喷嘴对 96C 的第二喷流。

[0050] 图 11 是示出按照本发明另一实施方式,微挤压系统 50D 一部分的简化侧视图。微挤压系统 50D 包括 Z-轴定位机构 70D 和印刷头组件 100,以及与上面描述的类似的其他结构,但是区别在于其还包括气体喷流阵列 90D,安装在 Z-轴定位机构 70D 上,从而气体喷流阵列 90D 将压缩气体(例如,空气、干的氮气或其他气相流体)95D 向下引导至刚接触目标衬底 51 的上部表面 52 的挤出的压条(线)55 的部分 55B 上(即,这时所挤出的材料还是“湿的”)。气体喷流阵列 90D 包括夹紧部分 98D-1 和 98D-2,其设在一个或多个金属空气喷流板 95D 的相对的侧面上,它们形成与上面参照图 8 和 10 所描述类似的空气喷流装置,并通过螺钉 99D 固定于 Z-轴定位机构 70D。如所示,背部夹紧部分 98D-2 包括螺纹入口 93D,其通过管路 91D 接收压缩气体。该压缩气体通过与一个或多个细长的喷嘴出口 96D 连通的通道(未示)。通过将压缩气体 95D 向下引导至部分 55B 上,系统 50D 便于以高通量在衬底 51 上印刷薄的、低纵横比线 55。即,压缩气体 95D 施加足够的力以朝向衬底表面 52 展平(下陷)部分 55B,由此便于使用相对窄且高的挤压喷嘴形成宽且平的材料线。利用这个

技术,单个压条可扩展至其沉积宽度的许多倍。例如,利用这个装置,发明人发现有可能将所挤出的材料线 55 从宽度大约 0.4mm 展平(下陷)至宽度大于 2mm,以及湿厚度从 0.010 至 0.020mm。利用用于挤压印刷的油墨的负荷和粘度,是不可能直接产生具有这种尺度的线的,即使允许许多倍的该油墨在重力和润湿力的作用下下陷(关于这一点,实际所考虑的是母线杆 45 印刷和网格线 44 印刷之间的标准制造流仅允许在该母线杆印刷和该网格线印刷之间三秒钟或更少)。另外,如下面所阐述的,有选择地采用这个技术以创建 H 图案太阳能电池中该网格线端点和该衬底之间可靠的连接,还还可用于选择性地展平电池外形,以促进母线杆和金属条板之间更牢固的焊接连接。

[0051] 图 12 是示出在 H 图案太阳能电池 40 制造中,在运行期间微挤压系统 50D 一部分的经过修改的立体图,该制造过程与背景技术部分描述的类似。按照本发明另一方面,微挤压系统 50D 包括控制器 200(例如,微处理器),对其编程以而控制挤压材料源 60D,以便于通过印刷头 100 有选择地将材料挤压到衬底 41 上,和控制一个或多个高速阀门 210,其连接到压缩气体源 220 以有选择地控制由气体喷流阵列 90D 生成的气体喷流。如下所述,高速阀门 210 用来在选定的时间脉冲气压以展平所挤出材料结构(线)的选定片段。

[0052] 图 13 是示出按照本发明一个实施方式采用图 12 所示装置展平的 H 图案太阳能电池 40 的网格线端点 44A 的局部放大立体图。网格线 44 的粘附力可通过增加端点 44A 的接触面积增强。本发明的一方面是使用气体喷流来主动下陷网格线 44 的端点 44A 以产生较大的接触面积。关于这一点,当该印刷头组件 100 以图 12 所示的方式在衬底 41 上方通过时,使用按照已知技术从控制器 200 发出的控制信号驱动挤压材料源 60D 而开始将网格线材料挤压到衬底 41 上。在时间 T1 和时间 T2 之间的时段期间(即气体喷流阵列 90D 已经在该 Y-轴方向在端点 44A 上方移动之后的时刻),控制器 300 将驱动控制信号发送至高速阀门 210,使得高速阀门 210 暂时打开以传递来自压缩气体源 220 的高压气体脉冲(短的进射),其与该气体喷流下端点 44A 的正确位置相一致,由此产生图 13 所示的展平(下陷)。

[0053] 按照本发明另一实施方式,上面描述的帮助下陷的气体喷流用来在母线杆 45 和网格线 44 之间的顶点展平母线杆 45 的外形。参见图 14,以上述方式使用系统 50D(见图 12)而在时间 T3 和 T4 之间产生压缩气体脉冲,与每个网格线 44 的区域 44B(即,位于母线杆 45 上的部分)上方的气体喷流阵列位置一致。如上面所提到的,通过将气体喷流阵列 90D 就安装在印刷头组件 100 后面,将气体脉冲传送到该母线杆-网格线顶点上以便展平该外形(即,这样,区域 44B 最上面的表面基本上等于“未下陷”区域 44-1 和 44-2 的上部表面),同时所挤出的网格线材料(油墨)处于湿的状态。这样,可以避免该电池的较大面积中不希望的网格线 44 下陷。

[0054] 图 15 是示出可选的网格线展平操作的局部立体图,其中在印刷网格线 44 之后翻转衬底 41(即,这样印刷头组件 100 的 Y-轴移动方向平行于母线 45),以及只激活母线 45 上方的气体喷流,由此产生与图 14 类似的所需要的展平的外形。

[0055] 按照另一实施方式,使用与上述类似的可选网格线展平操作来使用上述挤压技术以产生背面特征(即,与传统的丝网印刷技术相对)。背侧金属的目标厚度是烧制后在 0.005 至 0.030mm 的范围。按照本发明一个实施方式,该背面结构(例如,类似图 16(B)所示)这样制造,首先沉积许多分开的银和铝膏剂压条,然后使用一个或多个气体喷流或气帘来下陷并将该衬底上的这些压条合并在一起以产生连接起来的结构。在优选实施方式

中,分开的银和铝压条通过挤压印刷沉积。在优选实施方式中,银和铝油墨压条沉积在单个共同挤压印刷设备上,其能够同时印刷铝和银油墨,不再需要两个印刷机以及现有技术所采用的介于期间的干燥步骤。

[0056] 按照一个优选实施方式,将上述各种不同气体喷流装置与带有直接挤压压条控制的单个挤压和共同-挤压印刷头组件结合使用,如在题为“DIRECTIONAL EXTRUDED BEAD CONTROL”的共同拥有和共同待决美国专利申请 No. 12/267,069 中描述的,其全部内容通过引用结合在这里。

[0057] 在可选实施方式中,一个或多个上述实施方式可使用这样一种布置方式增强,其中该油墨压条包括可通过静电力附着到该衬底的材料。通过在该衬底和该印刷头组件之间跨越印刷头间距 d 施加电压 V ,宽度 w 和长度 l 的油墨压条将受到力 F 的作用,其由方程 3 表示: $F = \frac{\epsilon_0 w l V^2}{2d}$ 方程 3 其中, ϵ_0 是该空气间隙(真空)介电常数。该电压 V 被空气击穿强度(3kV/mm)限制为大约 1000 伏特。利用这个程度的静电驱动产生 10nm 量级的偏转是可行的。

[0058] 尽管本发明已经关于某些具体实施方式描述,但是本领域技术人员明白本发明的创新性特征也适用于其它实施方式,所有这些都落入本发明的范围。例如,可在喷流喷嘴和该印刷头刻面之间设置隔板以便降低空气喷流上的扩散阻力。

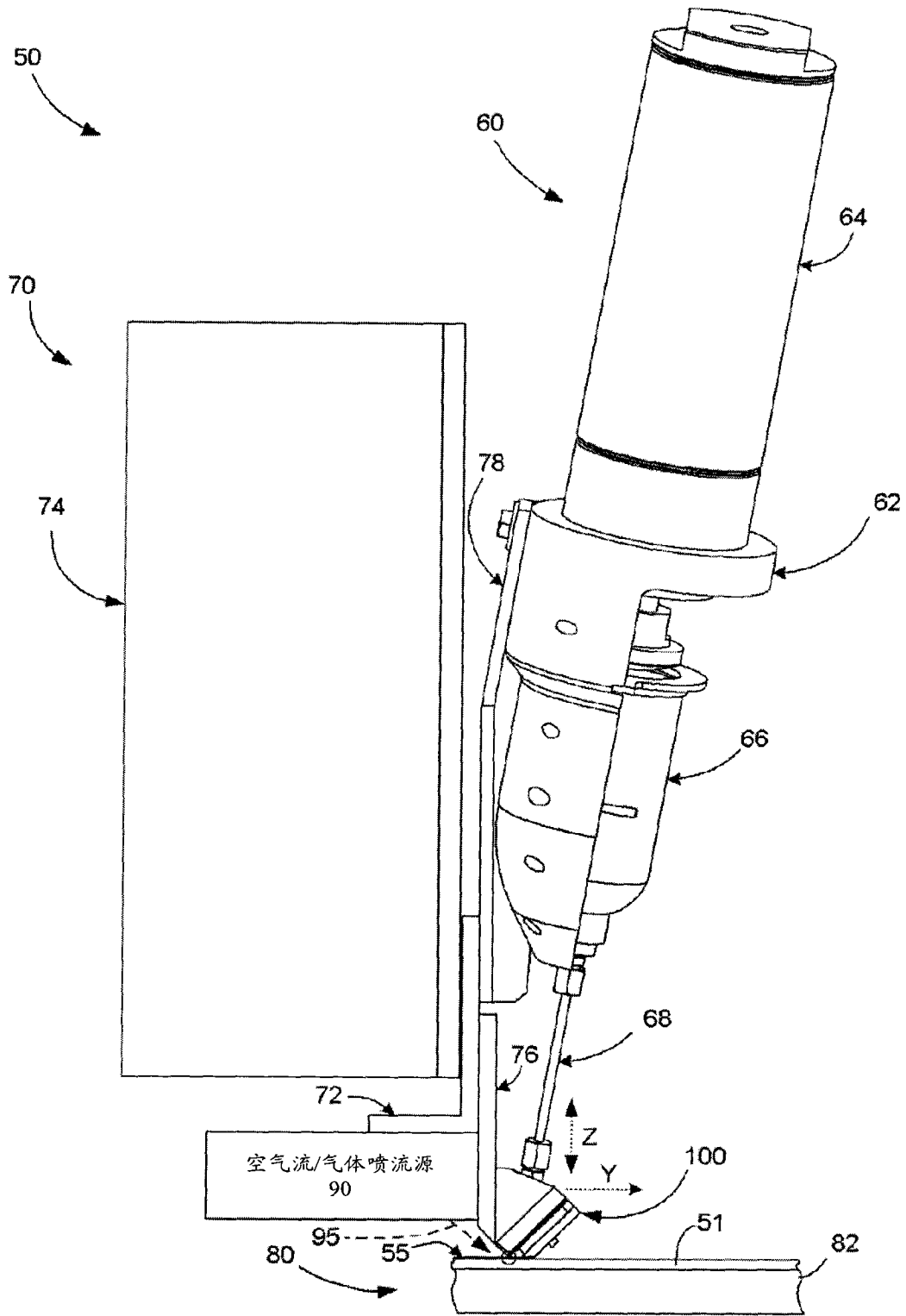


图 2

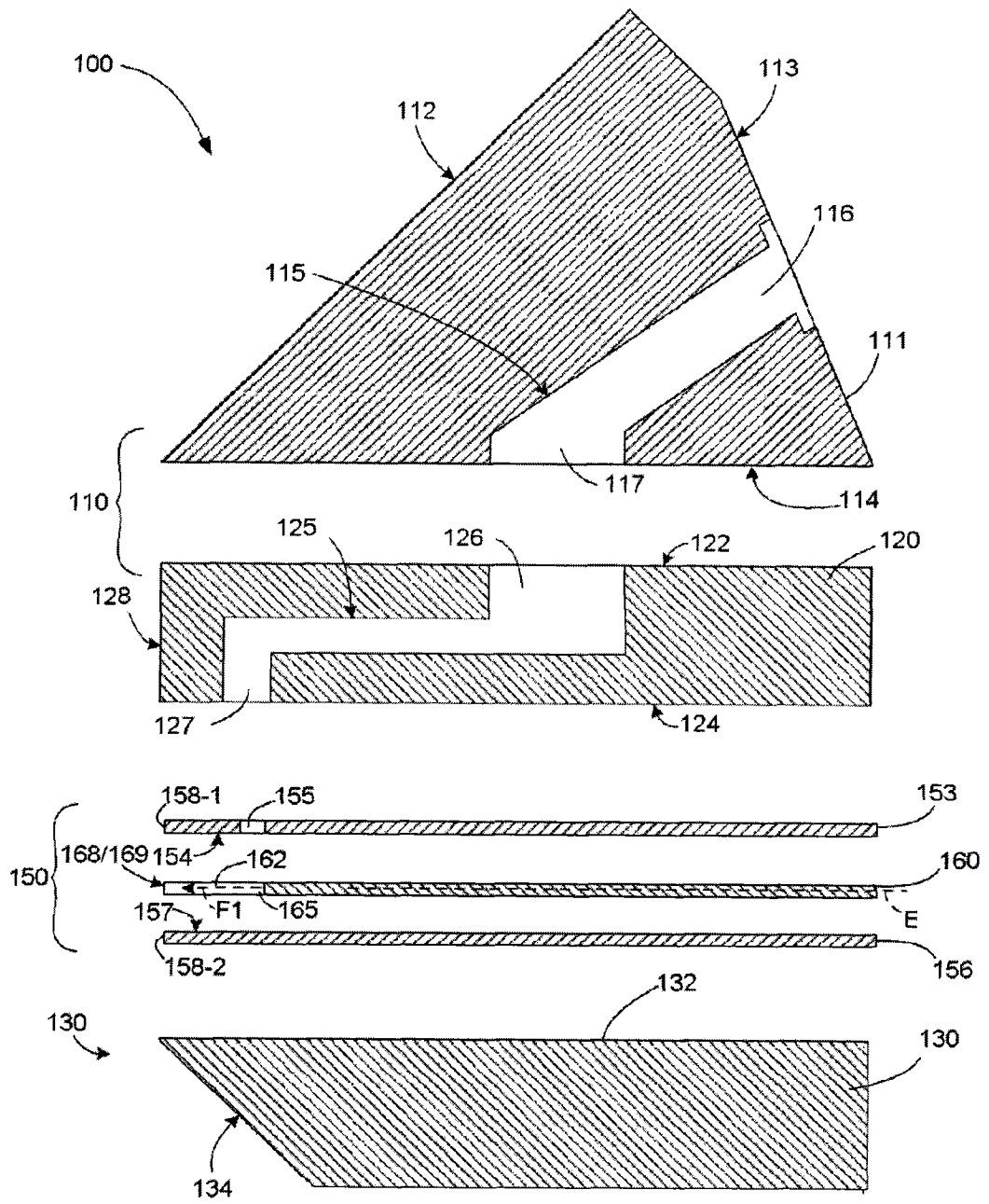


图 3

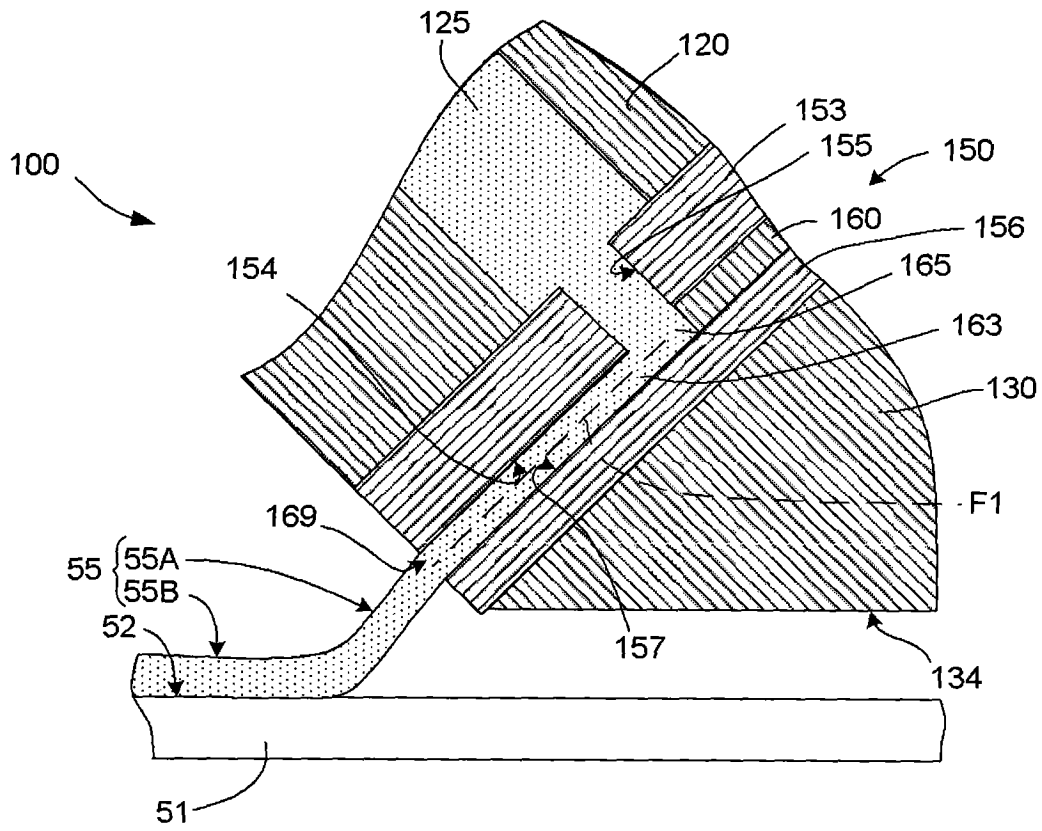


图 4

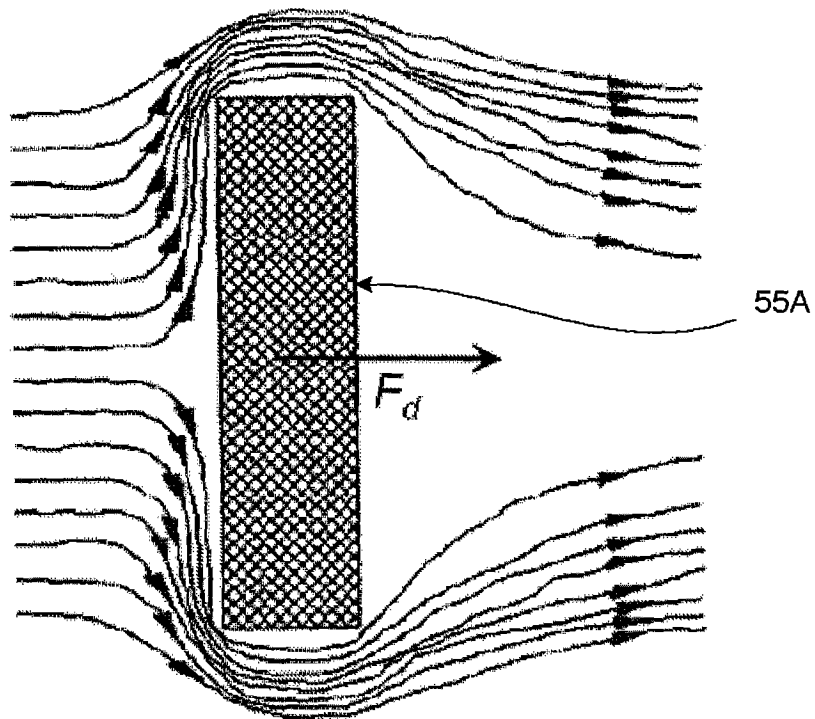


图 5

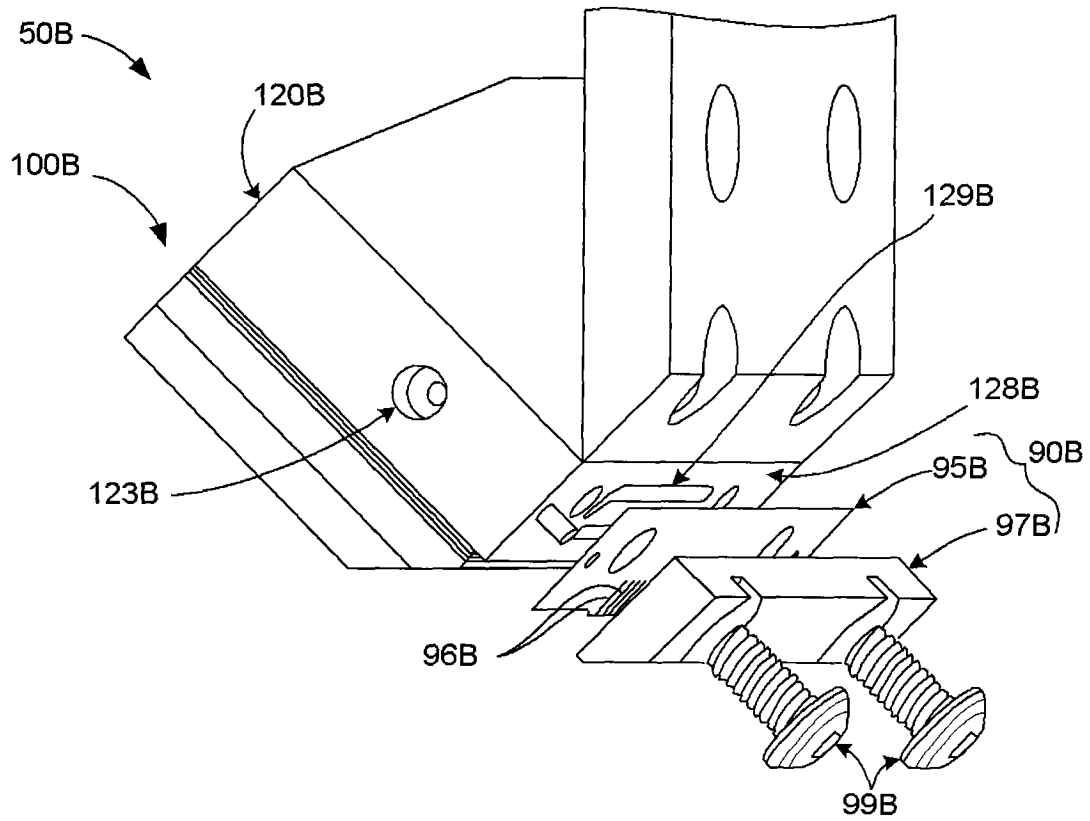


图 8

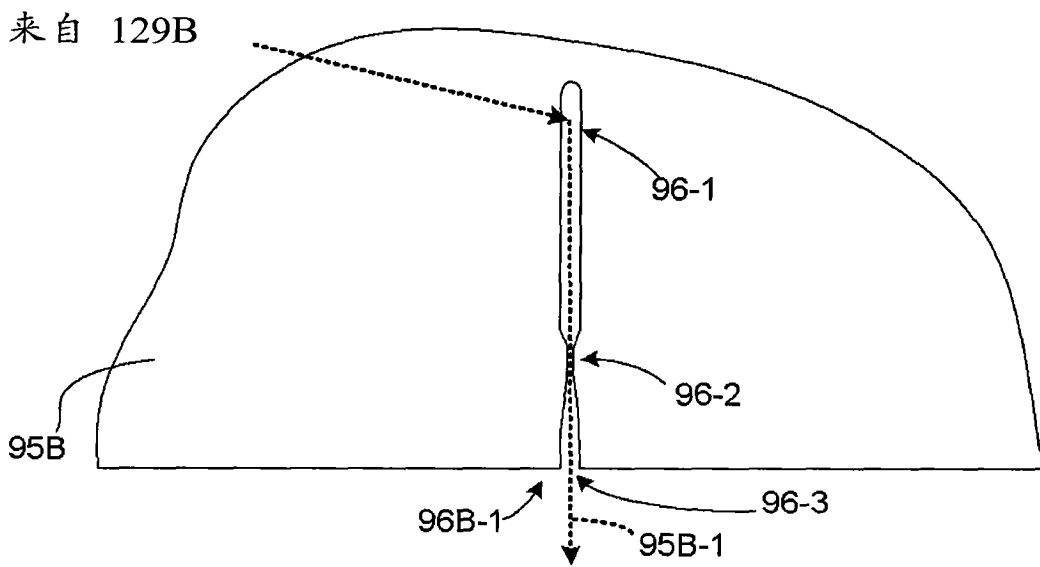


图 9

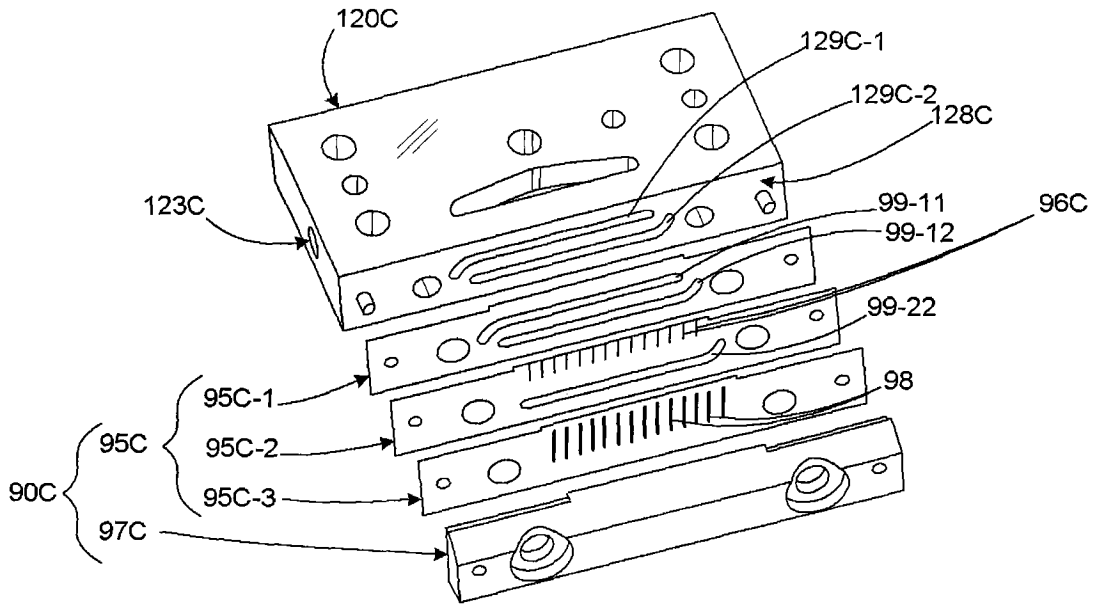


图 10

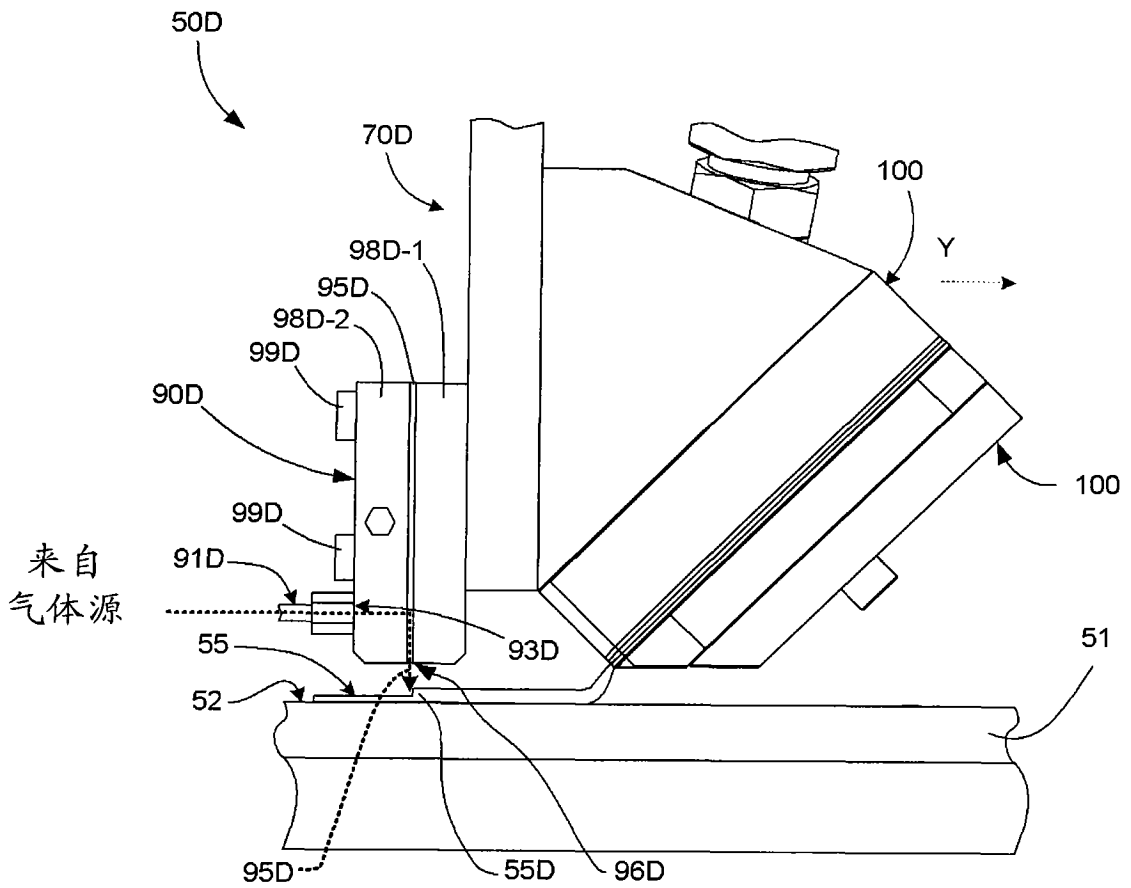


图 11

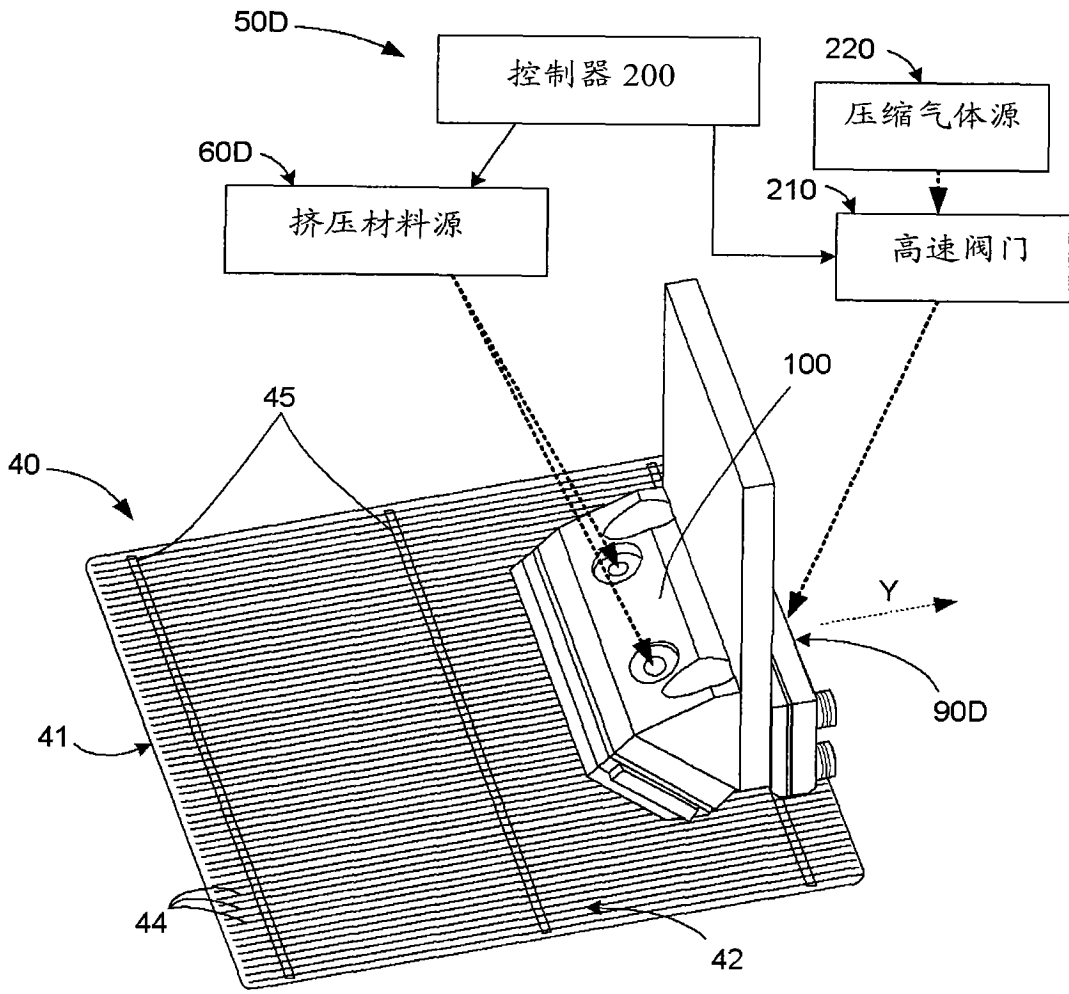


图 12

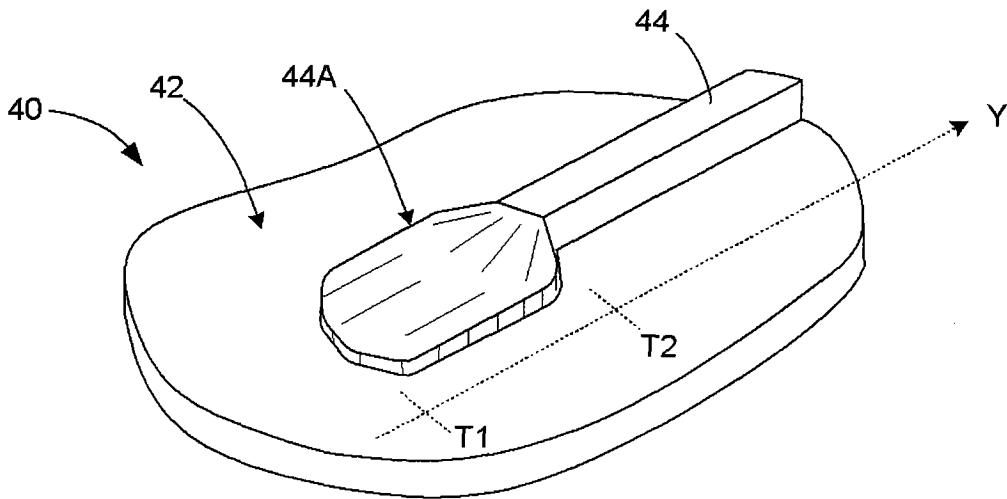


图 13

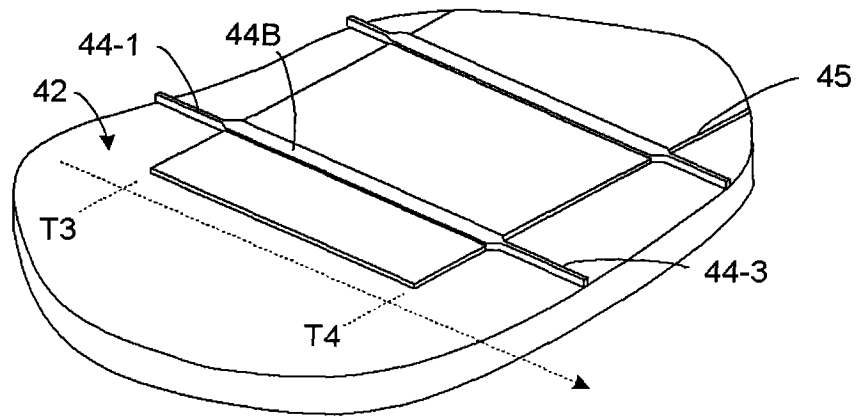


图 14

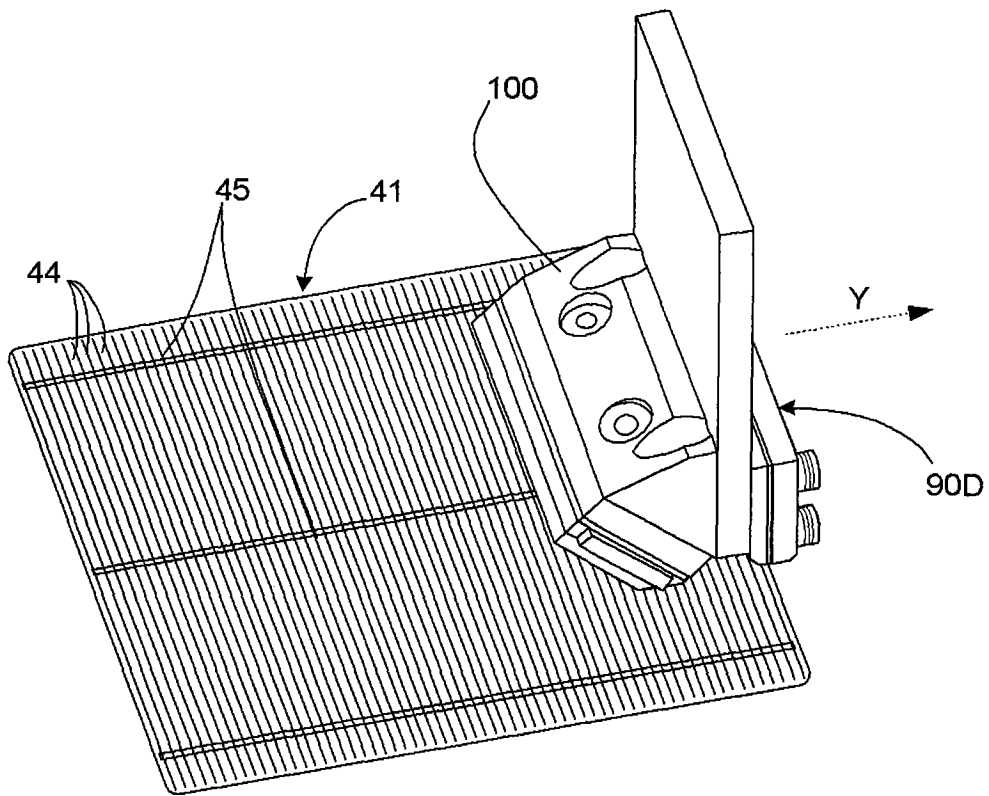


图 15

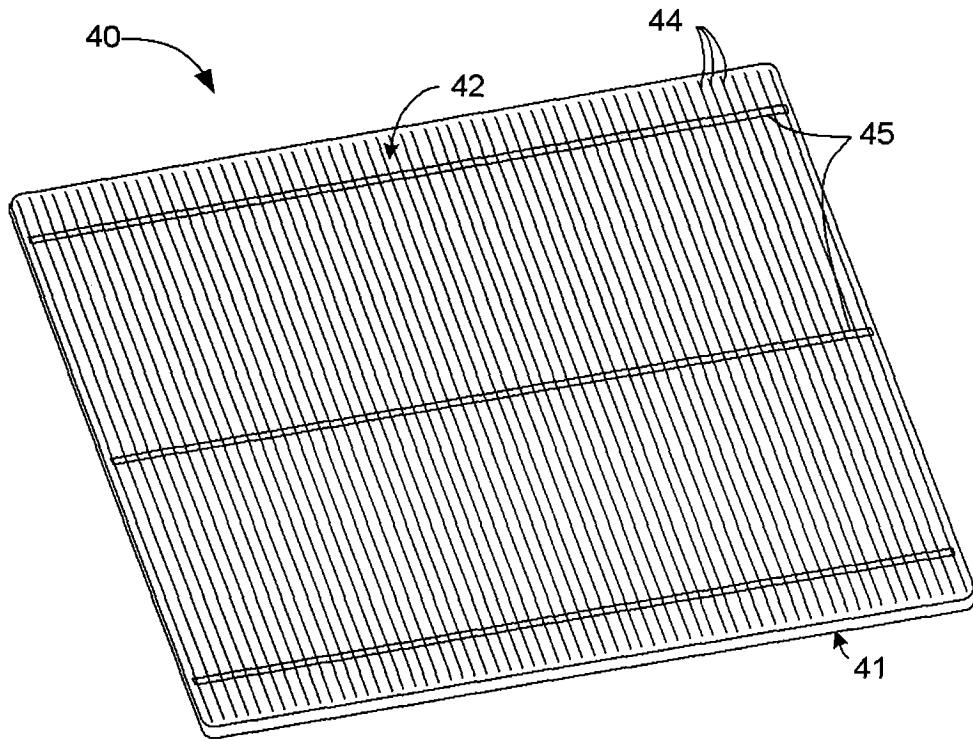


图 16A

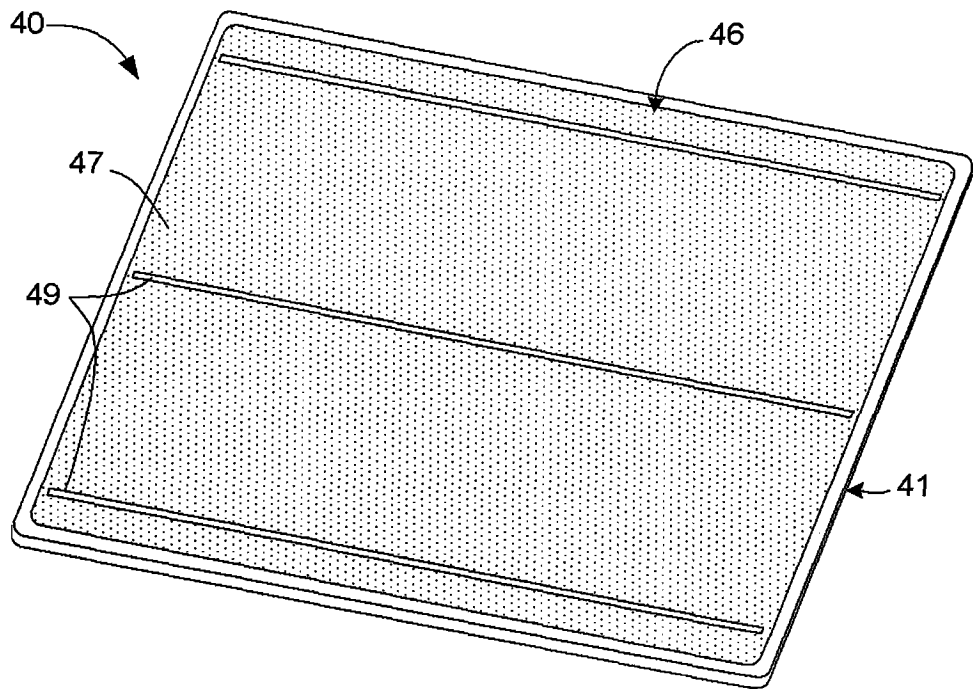


图 16B

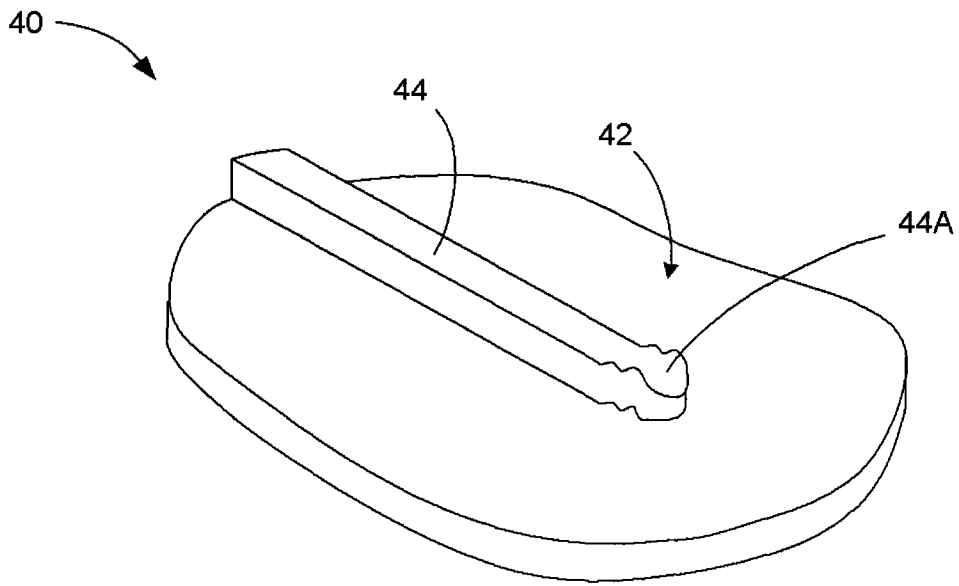


图 17

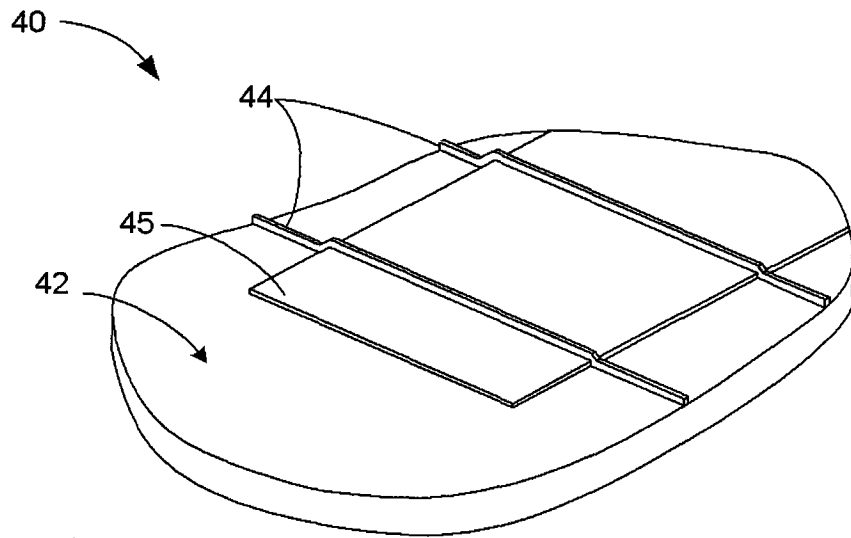


图 18