



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103987762 B

(45)授权公告日 2018.03.13

(21)申请号 201280060501.8

(22)申请日 2012.12.07

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103987762 A

(43)申请公布日 2014.08.13

(30)优先权数据  
61/569,045 2011.12.09 US  
61/660,189 2012.06.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.06.09

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2012/068347 2012.12.07

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/086258 EN 2013.06.13

(73)专利权人 提克纳有限责任公司  
地址 美国肯塔基

(72)发明人 A·H·约翰逊 D·W·埃斯特泰普  
T·A·里根 T·L·泰波

(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 11038  
代理人 柳冀

(51)Int.Cl.  
C08J 5/04(2006.01)  
B29C 70/02(2006.01)

(56)对比文件  
US 2010021718 A1,2010.01.28,说明书第  
13,17-19,47段,说明书摘要.  
WO 2011038065 A1,2011.03.31,说明书第  
21-35段.  
US 4997703 A,1991.03.05,说明书第1栏第  
41行-第2栏第34行,说明书摘要.

审查员 刘央央

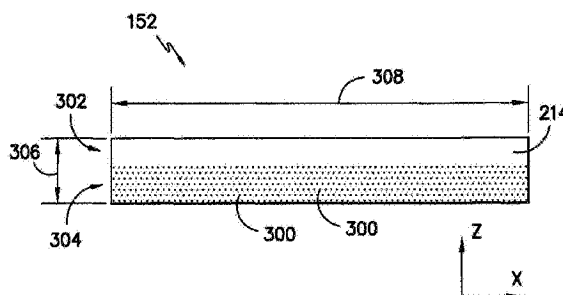
权利要求书2页 说明书12页 附图18页

(54)发明名称

不对称纤维增强聚合物带材

(57)摘要

本发明提供不对称带材和用于用聚合物树脂浸渍至少一根纤维粗纱以形成不对称带材的系统和方法。该不对称带材包括聚合物树脂,和 多根纤维,所述纤维包埋在该聚合物树脂中以形成纤维增强聚合物材料。纤维增强聚合物材料包括第一表面和相对的第二表面。该纤维设置在纤维增强聚合物材料中以形成富树脂部分和富纤维部分。该富树脂部分包括第一表面并且富纤维部分包括第二表面。



1. 一种不对称带材,其包含:

聚合物树脂;和

多根纤维,其包埋在聚合物树脂中以形成纤维增强聚合物材料,所述纤维增强聚合物材料包含第一表面和相对的第二表面,

其中纤维设置在纤维增强聚合物材料中以形成富树脂部分和富纤维部分,所述富树脂部分包括第一表面,所述富纤维部分包括第二表面,所述富树脂部分包括比纤维更多的树脂,所述富纤维部分包括比树脂更多的纤维,其中所述第一表面和相对的第二表面在形成所述不对称带材的过程中在模具中一起形成,并且作为纤维增强聚合物材料离开模具。

2. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中富树脂部分包含至少75体积%树脂。

3. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中富树脂部分包含至少95体积%树脂。

4. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中纤维增强聚合物材料具有40%至60%的纤维体积分数。

5. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中纤维增强聚合物材料具有2%或更小的空隙分数。

6. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中聚合物树脂为热塑性树脂。

7. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中聚合物树脂为聚醚醚酮。

8. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中纤维为碳纤维。

9. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中聚合物树脂为聚酰胺。

10. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中纤维为S-玻璃纤维。

11. 根据权利要求1所述的不对称带材,其中纤维为E-玻璃纤维。

12. 一种用于用聚合物树脂浸渍至少一根纤维粗纱以形成根据权利要求1-11中任一项所述的不对称带材的系统,所述系统包含:

模具,其包含浸渍区段,所述浸渍区段包含被构造为用于用树脂浸渍粗纱的浸渍区,所述浸渍区包含多个接触表面,

其中带材离开模具,所述带材包含浸渍的粗纱并且具有富树脂部分和富纤维部分,所述富树脂部分包括比纤维更多的树脂,所述富纤维部分包括比树脂更多的纤维。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中与多个接触表面的接触形成带材的富树脂部分和富纤维部分。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中在与多个接触表面接触之后模具中未进行浸渍的粗纱的定径。

15. 根据权利要求12所述的系统,其中富树脂部分包含带材横截面积就多个接触表面的最终接触表面而言远端的一半,并且其中富纤维部分包含带材横截面积就最终接触表面而言近端的一半。

16. 根据权利要求12所述的系统,还包含辊,所述辊放置在模具下游,用于辊压通过所述辊的带材。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中在与多个接触表面接触和与辊接触之间未发生浸渍的粗纱的定径。

18. 根据权利要求12所述的系统,其中多个接触表面包含2至50个接触表面。

19. 根据权利要求12所述的系统,其中多个接触表面的每一者包含曲线接触表面。

20. 根据权利要求12所述的系统,其中多个接触表面的每一者被构造为使得粗纱以1度至30度的角度横贯接触表面。

21. 根据权利要求12所述的系统,其中浸渍区具有波形横截面轮廓。

22. 一种用于用聚合物树脂浸渍至少一根纤维粗纱以形成根据权利要求1-11中任一项所述的不对称带材的方法,所述方法包括:

使聚合物树脂流动通过模具的歧管组装件,所述歧管组装件包含多个分支状流道;

用树脂涂布至少一根纤维粗纱;和

使涂布的粗纱横贯通过模具的浸渍区以用树脂浸渍粗纱,

其中带材离开模具,所述带材包含浸渍的粗纱并且具有富树脂部分和富纤维部分,所述富树脂部分包括比纤维更多的树脂,所述富纤维部分包括比树脂更多的纤维。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中使涂布的粗纱横贯通过模具的浸渍区以用树脂浸渍粗纱包括接触多个接触表面,并且其中与多个接触表面的接触形成带材的富树脂部分和富纤维部分。

24. 根据权利要求22所述的方法,其中在浸渍之后在模具中未发生浸渍的粗纱的定径。

25. 根据权利要求22所述的方法,其还包括通过辊来辊压带材。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中在使涂布的粗纱横贯通过模具的浸渍区以用树脂浸渍粗纱和通过辊来辊压带材之间未发生浸渍的粗纱的定径。

## 不对称纤维增强聚合物带材

[0001] 本申请涉及2011年12月9日提交的标题为“SYSTEM AND METHOD FOR IMPREGNATING FIBER ROVINGS”的美国临时专利申请序列号61/569,045,和2012年6月15日提交的标题为“ASYMMETRIC FIBER REINFORCED POLYMER TAPE”的美国临时专利申请序列号61/660,189,所述专利均据此全文引入以供参考。

### 背景技术

[0002] 各种应用中已采用纤维粗纱。例如,这种粗纱已用于形成纤维增强复合物杆。该杆可以用作轻质结构增强物。例如,电力脐带缆常常用于在海面和位于海床的设备之间传输流体和/或电信号。为帮助增强这种脐带缆,已尝试使用拉挤碳纤维杆作为单独承载元件。

[0003] 特别适于使用纤维粗纱的另一种应用为型材(profiles)的形成。型材为具有各种横截面形状的拉挤零件,并且可以用作用于窗框、装饰板材、轨道、栏杆、屋面瓦、挡板、装饰板、管道、栅栏、柱杆、灯杆、公路标牌、路边标记柱等的结构构件。已通过穿过树脂牵拉(“拉挤”)连续纤维粗纱并随后在拉挤模具内成形纤维增强树脂来形成中空型材。

[0004] 此外,纤维粗纱可以一般在任何合适应用中用于形成例如合适的纤维增强塑料。如本领域一般所知,这些应用中使用的粗纱通常与聚合物树脂组合。

[0005] 对于许多这种应用,将纤维粗纱用于形成纤维增强带材。带材可以进一步加工以形成(例如)如上文讨论的杆或拉挤零件,或其本身可以用于各种应用。一种此类特别有用的应用在海底管线中,例如油气工业中,其中使用带材来增强海底应用中所用管段。

[0006] 然而,目前已知的粗纱和使用这种粗纱的所得应用存在许多显著问题。例如,许多粗纱依赖于热固性树脂(如乙烯基酯)来帮助实现所需强度性质。热固性树脂在制造期间难以使用并且不具有用于与其他材料形成层的良好粘结特性。此外,在其他类型的应用中已尝试利用具有热塑性聚合物的粗纱。例如,颁于Bryant等人的美国专利公布No.2005/0186410描述将碳纤维包埋在热塑性树脂中以形成电传输缆线的复合物芯体的尝试。遗憾地,Bryant等人提到,这些芯体由于纤维的不充分润湿而表现出瑕疵和干斑,这导致较差的耐久性和强度。这种芯体的另一个问题在于,热塑性树脂不可以在高温下操作。

[0007] 此外,许多应用中例如海底应用中使用的目前已知的纤维增强带材存在问题。例如,带材可以卷绕在现有产品(例如管段)周围以增强该管段。然而,目前已知的带材不能与这种产品充分粘结对提供足够的增强。

[0008] 因此,目前需要改进的聚合物增强纤维带材和用于形成聚合物增强聚合物带材的方法。具体来说,目前需要提供改进的粘结性质的带材方法。另外,这种带材可以提供某些应用要求的所需强度、耐久性和温度性能。

### 发明内容

[0009] 根据本发明的一个实施方案,公开一种不对称带材。该不对称带材包括聚合物树脂,和多根纤维,所述纤维包埋在该聚合物树脂中以形成纤维增强聚合物材料。纤维增强聚合物材料包括第一表面和相对的第二表面。该纤维设置在纤维增强聚合物材料中以形成富

树脂部分和富纤维部分。富树脂部分包括第一表面并且富纤维部分包括第二表面。

[0010] 根据本发明的另一个实施方案,公开一种用于用聚合物树脂浸渍至少一根纤维粗纱以形成不对称带材的系统。该系统包括模具,该模具包括浸渍区段。浸渍区段包括被构造为用于用树脂浸渍粗纱的浸渍区。浸渍区包含多个接触表面。带材离开所述模具,该带材包括浸渍的粗纱并且具有富树脂部分和富纤维部分。

[0011] 根据本发明的另一个实施方案,公开一种用于用聚合物树脂浸渍至少一根纤维粗纱以形成不对称带材的方法。该方法包括使聚合物树脂流动通过模具的歧管组装件。歧管组装件包括多根分支状流道。该方法还包括用树脂涂布至少一根纤维粗纱,并且使涂布的粗纱横贯通过模具的浸渍区以用该树脂浸渍粗纱。带材离开所述模具,该带材包括浸渍的粗纱并且具有富树脂部分和富纤维部分。

[0012] 本发明的其他特征和方面在以下更详细示出。

## 附图说明

[0013] 在说明书的剩余部分中阐述了本发明的完全和可以实施的公开内容,包括参考附图,其中:

[0014] 图1为用于本发明中的浸渍系统的一个实施方案的示意图;

[0015] 图2为用于本发明中模具的一个实施方案的透视图;

[0016] 图3为用于本发明中模具的一个实施方案的相对的透视图;

[0017] 图4为图2中所示模具的剖视图;

[0018] 图5为用于本发明可采用的模具的歧管组装件和栅极通道的一个实施方案的分解图;

[0019] 图6为本发明中可采用的歧管组装件的一个实施方案的平面图;

[0020] 图7为本发明中可采用的歧管组装件的另一个实施方案的平面图;

[0021] 图8为本发明中可采用的歧管组装件的另一个实施方案的平面图;

[0022] 图9为本发明中可采用的歧管组装件的另一个实施方案的平面图;

[0023] 图10为本发明中可采用的歧管组装件的另一个实施方案的平面图;

[0024] 图11为本发明中可采用的歧管组装件的另一个实施方案的平面图;

[0025] 图12为至少部分地定义本发明中可采用的浸渍区的浸渍板的一个实施方案的透视图;

[0026] 图13为本发明中可采用的浸渍区的一部分的一个实施方案的近视剖视图(如图4中所示);

[0027] 图14为本发明中可采用的浸渍区的一部分的另一个实施方案的近视剖视图;

[0028] 图15为本发明中可采用的浸渍区的一部分的另一个实施方案的近视剖视图;

[0029] 图16为本发明中可采用的浸渍区的一部分的另一个实施方案的近视剖视图;

[0030] 图17为本发明中可采用的浸渍区的一部分的另一个实施方案的近视剖视图;

[0031] 图18为本发明中可采用的浸渍区的下游端部的一个实施方案的近视剖视图(如图4中所示);

[0032] 图19为本发明中可采用的着陆区的一个实施方案的透视图;

[0033] 图20为本发明中可采用的着陆区的另一个实施方案的透视图;

[0034] 图21为用于本发明中的带材的一个实施方案的透视图；

[0035] 图22为用于本发明中的带材的另一个实施方案的剖视图；和

[0036] 图23为用于本发明中的带材的另一个实施方案的剖视显微镜图像；

[0037] 本说明书和附图中重复使用参考字符旨在表示本发明的相同或类似特征或要素。

[0038] 代表性实施方案的详细描述

[0039] 本领域普通技术人员应理解，本文讨论仅为示例性实施方案的描述，而非旨在限制本发明的更广泛方面。

[0040] 一般而言，本发明涉及纤维增强聚合物带材和用于形成该纤维增强聚合物带材的方法。特别地，根据本发明形成的纤维增强带材有利地包括富树脂部分和富纤维部分。富树脂部分包括带材的一个表面，并且富纤维部分包括带材的另一个、相对的表面，使得带材一般不对称。富树脂部分可以有利地促进了带材与用于各种应用中的其他组件(如管道等)的改进的粘结。因为此部分富含树脂，树脂可以相对更有效地加热到允许固结和与另一种组分粘结的温度，这提供了其更迅速和充分的粘结。更好的粘结一般为所得组件提供改进的强度等。富纤维部分可以有利地加强和增强该带材。这进一步为带材可能粘结到的所得组件提供改进的强度等。

[0041] 根据本发明的带材可以使用任何合适的方法或设备来形成。下文详细讨论根据本发明的用于形成带材的合适方法和设备的示例性实施方案以及示例性带材。

[0042] 本发明还涉及一种用于用聚合物树脂浸渍纤维粗纱的模具和方法，其可以因此形成纤维增强聚合物带材。该浸渍纤维粗纱和所得带材可以用于复合物杆、型材、或任何其他合适的纤维增强塑料应用。根据本发明的该模具一般包括歧管组装件、至少部分地定义浸渍区段的浸渍区和其间的栅极通道。歧管组装件分配通过其中的聚合物树脂。在离开该歧管组装件时，树脂流动进入和通过该栅极通道。粗纱横贯通过模具使得树脂在离开栅极通道时涂布该粗纱。在用树脂涂布之后，粗纱横贯通过浸渍区并且在其中用树脂浸渍。

[0043] 根据本发明的又一方面，挤出装置可以结合模具使用以用该聚合物浸渍粗纱。除了别的以外，挤出物装置还有利于聚合物被施涂到纤维的整个表面的能力，如下文讨论。

[0044] 参见图1，示出这种挤出装置的一个实施方案。更具体地讲，该设备包括挤出机120，该挤出机120含有安装在机筒122内部的螺杆轴124。加热器130(如电阻加热器)安装在机筒122外部。使用期间，聚合物原料127通过料斗126被供应至挤出机120。原料127通过螺杆轴124输送到机筒122内部并且通过机筒122内部的摩擦力并且通过加热器130加热。加热时，原料127通过机筒法兰128离开机筒122并且进入浸渍模具150的模具法兰132。

[0045] 连续纤维粗纱142或多根连续纤维粗纱142从一个或多个卷轴144被供应至模具150。在浸渍之前，粗纱142一般并列放置，其中相邻粗纱之间存在的距离最小至无距离。原料127还可以在模具内部通过安装在模具150内部或周围的加热器133加热。该模具一般在足以导致和/或保持聚合物的恰当熔融温度的温度下操作，因此允许聚合物对粗纱所需水平的浸渍。通常，模具的操作温度高于聚合物的熔融温度，例如在约200℃至约450℃的温度下。当按此方式处理时，连续纤维粗纱142变得包埋在聚合物基体中，所述聚合物基体可以是加工自原料127的树脂214。该混合物可以然后作为润湿复合物或挤出物152离开浸渍模具150。

[0046] 如本文所用，术语“粗纱”一般是指一束个体纤维300。粗纱内所含的纤维300可以

被搓捻或可以为直的。粗纱可以含有单纤维类型或不同类型的纤维300。不同纤维也可以含在个体粗纱中,或者,各粗纱可以含有不同纤维类型。粗纱中采用的连续纤维具有相对于其质量的高度拉伸强度。例如,纤维的极限拉伸强度通常为约1,000至约15,000兆帕(“MPa”),在一些实施方案中为约2,000MPa至约10,000MPa,并且在一些实施方案中为约3,000MPa至约6,000MPa。即便纤维具有相对轻的重量,例如每单位长度的质量为约0.05至约2克/米,在一些实施方案中为约0.4至约1.5克/米,也可实现这种拉伸强度。拉伸强度与每单位长度之比可因此为约1,000兆帕/克/米(“MPa/g/m”)或更大,在一些实施方案中,约4,000MPa/g/m或更大,并且在一些实施方案中,为约5,500至约20,000MPa/g/m。这种高强度纤维可以例如为金属纤维、玻璃纤维(如E-玻璃、A-玻璃、C-玻璃、D-玻璃、AR-玻璃、R-玻璃、S-玻璃例如S1-玻璃或S2-玻璃等)、碳纤维(如无定形碳、石墨碳、或金属涂布碳等)、硼纤维、陶瓷纤维(如氧化铝或二氧化硅)、芳纶纤维(如**Kevlar®**,由E.I.duPont de Nemours, Wilmington, Del. 市场化)、合成有机纤维(如聚酰胺、聚乙烯、对苯撑(paraphenylene)、对苯二甲酰胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚苯硫醚)和已知用于增强热塑性和/或热固性组合物的各种其他天然或合成无机或有机纤维材料。碳纤维特别适用作连续纤维,其拉伸强度与质量的比的范围通常为约5,000至约7,000MPa/g/m。连续纤维常常具有约4至约35微米的标称直径,并且在一些实施方案中,为约9至约35微米。各该粗纱中所含的纤维数量可以恒定或粗纱与粗纱可不同。通常,粗纱含有约1,000根纤维至约50,000根个体纤维,并且在一些实施方案中,约5,000至约30,000根纤维。

[0047] 可以采用多种热塑性或热固性聚合物中任一者来形成聚合物基体,其中该连续纤维被包埋。例如,用于本发明的合适的热塑性聚合物可以包括例如聚烯烃(如聚丙烯、丙烯-乙烯共聚物等)、聚酯(如聚对苯二甲酸丁二酯(“PBT”))、聚碳酸酯、聚酰胺(如PA12、Nylon™)、聚醚酮(如聚醚醚酮(“PEEK”))、聚醚酰亚胺、聚亚芳基酮(如聚亚苯基二酮(“PPDK”))、液晶聚合物、聚亚芳基硫醚(如聚苯硫醚(“PPS”))、聚(亚联苯基硫醚酮)、聚(苯硫醚二酮)、聚(亚联苯基硫醚)等)、含氟聚合物(如聚四氟乙烯-全氟甲基乙烯基醚聚合物、全氟-烷氧基烷烃聚合物、四氟乙烯聚合物(petrafluoroethylene polymer)、乙烯-四氟乙基聚合物等)、聚缩醛、聚氨酯、聚碳酸酯、苯乙烯聚合物(如丙烯腈丁二烯苯乙烯(“ABS”))等等。

[0048] 一般选择聚合物基体的性质以实现可加工性和性能的所需组合。例如,聚合物基体的熔体粘度一般足够低以使得聚合物可充分浸渍该纤维。就这一点而言,在用于该聚合物的操作条件下(如约360°C)测定,熔体粘度通常的范围为约25至约5,000帕斯卡·秒(“Pa·s”),在一些实施方案中,为约25至约1000Pa·s,在一些实施方案中,为50至约500Pa·s,并且在一些实施方案中,为约60至约200Pa·s。同样,当浸渍粗纱旨在用于涉及高温的应用时,采用具有相对高熔融温度的聚合物。例如,这种高温聚合物的熔融温度的范围可以为约200°C至约500°C,在一些实施方案中,约225°C至约400°C,并且在一些实施方案中,约250°C至约350°C。

[0049] 压力传感器137(图2和3)可以感知浸渍模具150附近的压力以允许通过控制螺杆轴124的旋转速度、或进料机的进料速率来进行对挤出速率的控制。也就是说,压力传感器137放置在浸渍模具150附近,例如歧管组装件220的上游,使得挤出机120可操作以递送准确量的用于与纤维粗纱142相互作用的树脂214。在离开浸渍模具150之后,可包含纤维浸渍

的聚合物材料的挤出物或带材152可以进入任选的预成形或引导区段(未示出)和/或预热装置以在进入两个相邻辊190之间形成的辊隙之前控制挤出物的温度。虽然任选,但辊190可帮助将带材152固结为最终带材形式,以及加强纤维浸渍和挤压出任何过量空隙。除了辊190之外,也可以采用其他成形装置,例如模具系统。无论如何,所得固结带材156通过安装在辊上的轨道162和164牵拉。轨道162和164也从浸渍模具150中并通过辊190牵拉带材152。如果需要,则固结带材156可以在区段171处盘绕。一般而言,所得带材相对较薄并且通常具有约0.05至约1毫米,在一些实施方案中,约0.1至约0.8毫米,在一些实施方案中,约0.1至约0.4毫米,并且在一些实施方案中,约0.2至约0.4毫米的厚度。

[0050] 根据本发明的模具150的一个实施方案的透视图进一步示于图2和3。如所示,树脂214流入模具150,如树脂流动方向244所指示。将树脂214分配在模具150内并且随后与粗纱142相互作用。粗纱142以粗纱运行方向282横越通过模具150,并且用树脂214涂布。粗纱142随后由树脂214浸渍,并且这些浸渍粗纱142作为带材152离开模具150。

[0051] 在浸渍模具内,一般需要粗纱142横越通过浸渍区250以用聚合物树脂214浸渍粗纱。在浸渍区250中,一般可通过浸渍区250中产生的剪切力和压力来迫使聚合物树脂横向通过粗纱,这显著地增强浸渍的程度。这在由高纤维含量(例如约35%重量分数("Wf")或更多,并且在一些实施方案中,约40%Wf或更多)的带材形成复合物时特别有用。通常,模具150将包括多该接触表面252,例如至少2个,至少3个,4至7个,2至20个,2至30个,2至40个,2至50个,或更多接触表面252,以对粗纱142产生足够的穿透力和压力程度。虽然它们的具体形式可以变化,接触表面252通常具有曲线表面,例如弯曲叶瓣(lobe)、销钉等。接触表面252也通常由金属材料制成。

[0052] 图4示出浸渍模具150的剖视图。如所示,浸渍模具150包括歧管组装件220和浸渍区段。浸渍区段包括浸渍区250。在一些实施方案中,浸渍区段另外包括栅极通道270。提供歧管组装件220,用于使聚合物树脂214流动通过其中。例如,歧管组装件220可以包括一个沟道222或多个沟道222。向浸渍模具150提供的树脂214可以流动通过沟道222。

[0053] 如图5至11所示,在示例性实施方案中,各沟道222的至少一部分可以为曲线形。曲线部分可以允许以各种方向相对平滑地重定向树脂214以通过歧管组装件220分配树脂214,并且可以允许树脂214通过沟道222相对平滑流动。或者,沟道222可以为直线形,并且可以通过沟道222的直线形部分之间的相对急剧的过渡区域重定向树脂214。还应了解,沟道222可以具有任何合适的形状、大小和/或外形。

[0054] 在如图5至11中所示的示例性实施方案中,多个沟道222可以为多个分支状流道222。流道222可以包括第一分支状流道组232。第一分支状流道组232包括从向歧管组装件220提供树脂214的一个或多个初始沟道222分支出的多个流道222。第一分支状流道组232可以包括从初始沟道222分支出的2个、3个、4个或更多流道222。

[0055] 如果需要,流道222可以包括从第一分支状流道组232分叉的第二分支状流道组234,如图5和7至11中所示。例如,来自第二分支状流道组234的多个流道222可以从第一分支状流道组232中的一个或多个流道222分支出。第二分支状流道组234可以包括从第一分支状流道组232中的流道222分支出的2个、3个、4个或更多个流道222。

[0056] 如果需要,流道222可以包括从第二分支状流道组234分叉的第三分支状流道组236,如图5和8至9中所示。例如,来自第三分支状流道组236的多个流道222可以从第二分支



状流道组234中的一个或多个流道222分支出。第三分支状流道组236可以包括从第二分支状流道组234中的流道222分支出的2个、3个、4个或更多个流道222。

[0057] 在一些示范性实施方案中,如图5至11所示,多个分支状流道222沿中心轴224具有对称取向。分支状流道222和其对称取向一般均匀分配树脂214,使得离开歧管组装件220并且涂布粗纱142的树脂214的流动基本上均匀分配在粗纱142上。这希望地允许大体上均匀地浸渍粗纱142。

[0058] 此外,在一些实施方案中,歧管组装件220可以定义出口区域242。出口区域242为歧管组装件220的如下部分:其中树脂214离开歧管组装件220。因此,出口区域242一般包围至少树脂214从中离开的沟道或流道222的下游部分。在一些实施方案中,如图5至10所示,设置在出口区域242中的沟道或流道222的至少一部分在树脂214的流动方向244上具有增加的面积。当树脂214流动通过歧管组装件220时,增加的区域允许扩散和进一步分配树脂214,还允许在粗纱142上基本上均匀地分配树脂214。另外或替代地,如图11所示,设置在出口区域242中的各个沟道或流道222可以在树脂214的流动方向244上具有恒定面积,或可以在树脂214的流动方向244上具有减小的面积。

[0059] 在一些实施方案中,如图5至9所示,放置设置在出口区域242中的沟道或流道222的每一者,使得从中流动的树脂214与来自设置在出口区域242中的其他沟道或流道222的树脂214组合。来自设置在出口区域242中的各种沟道或流道222的树脂214的这种组合产生来自歧管组装件220的树脂214的大致单一(singular)且均匀分配的流以基本上均与涂布粗纱142。或者,如图10和11所示,设置在出口区域242中的各个沟道或流道222可以被放置以使得从中流动的树脂214与来自设置在出口区域242中的其他沟道或流道222的树脂214分立(discrete)。在这些实施方案中,可以通过用于基本上均匀涂布粗纱142的歧管组装件220产生多个分立但大致均匀分配的树脂流214。

[0060] 如图4所示,设置在出口区域242中的沟道或流道222的至少一部分具有曲线横截面轮廓。这些曲线轮廓允许树脂214从沟道或流道222大致向下朝粗纱142逐渐导引。然而,替代地,这些沟道或流道222可以具有任何合适的横截面轮廓。

[0061] 如图4和5中进一步所示,在通过歧管组装件220流动之后,树脂214可以流动通过栅极通道270。栅极通道270被放置在歧管组装件220和浸渍区250之间,并且被提供用于使来自歧管组装件220的树脂214流动以使得树脂214涂布粗纱142。因此,例如通过出口区域242离开歧管组装件220的树脂214,可以进入栅极通道270并且流动通过其。

[0062] 在一些实施方案中,如图4所示,栅极通道270在歧管组装件220和浸渍区250之间垂直延伸。然而,替代地,栅极通道270可以以垂直和水平之间的任何合适角度延伸以使得允许树脂214流动通过其。

[0063] 此外,如图4所示,在一些实施方案中,栅极通道270的至少一部分在树脂214的流动方向244上具有减小的横截面轮廓。栅极通道270的至少一部分的该变细(taper)可以增加流动通过其的树脂214在接触粗纱142之前的流速,这可以允许树脂214冲击粗纱142。树脂214对粗纱142的初始冲击提供粗纱的进一步浸渍,如下文讨论。此外,栅极通道270的至少一部分的变细可以增加栅极通道270和歧管组装件220中的反压力,其还可以提供树脂214的更均匀、均一的分布以涂布粗纱142。替代地,按所需或要求,栅极通道270可以具有增加的或一般恒定的横截面轮廓。

[0064] 离开歧管组装件220和模具150的栅极通道270时,如图4所示,树脂214接触横贯通过模具150的粗纱142。如上文讨论,树脂214可以基本上均匀涂布粗纱142,这是由于歧管组装件220和栅极通道270中树脂214的分配。此外,在一些实施方案中,树脂214可以对各粗纱142的上表面,或各粗纱142的下表面,或各粗纱142的上表面和下表面冲击。对粗纱142的初始冲击提供用树脂214对粗纱142的进一步浸渍。可以通过如下促进对粗纱142的冲击:撞击粗纱142时树脂214的速度、树脂离开歧管组装件220或栅极通道270时粗纱142与树脂214的接近,或其他各种变量。

[0065] 如图4所示,涂布粗纱142以运行方向282横贯通过浸渍区250。浸渍区250与歧管组装件220(例如通过设置于其间的栅极通道270)流体连通。浸渍区250被构造为由树脂214浸渍粗纱142。

[0066] 例如,如上文讨论,在图4和12至18中所示的示例性实施方案中,浸渍区250包括多个接触表面252。粗纱142在浸渍区中在接触表面252上方横贯。接触表面252上对粗纱142的冲击产生足以用涂布粗纱142的树脂214浸渍粗纱142的剪切力和压力。

[0067] 在一些实施方案中,如图4中所示,浸渍区250定义于两个间隔开的相对的浸渍板256和258之间,其可以包括在浸渍区段中。第一板256定义第一内表面257,而第二板258定义第二内表面259。浸渍区250定义于第一板256和第二板258之间。接触表面252可以定义于或延伸自第一和第二内表面257和259两者上、或仅第一和第二内表面257和259之一上。

[0068] 在示例性实施方案中,如图4、13至15至18所示,接触表面252可以交替地定义于第一和第二表面257和259上,使得粗纱在第一和第二表面257和259上交替地对接触表面252冲击。因此,粗纱142可以以波形、曲折或正弦型路径通过接触表面252,这增强剪切力。

[0069] 粗纱142横贯接触表面252的角度254可以一般足够高以增强剪切力和压力,但未高到导致将断裂纤维的过度力。因此,例如,角度254可以在大约 $1^{\circ}$ 至大约 $30^{\circ}$ 的范围内,并且在一些实施方案中,大约 $5^{\circ}$ 至大约 $25^{\circ}$ 之间。

[0070] 如上文所述,接触表面252通常具有曲线表面,例如弯曲叶瓣、销钉等。在所示的示例性实施方案中,因此定义多个峰(其可以形成接触表面252)和谷。此外,在许多示例性实施方案中,浸渍区250具有波形横截面轮廓。在如图4、13和18中所示的一个示例性实施方案中,接触表面252为叶瓣,其形成第一和第二板256和258两者的波形表面的部分并且定义波形横截面轮廓。图12示出第二板258和其上各种接触表面,所述接触表面形成根据一些这些实施方案的浸渍区250的至少一部分。

[0071] 在其他实施方案中,如图14所示,接触表面252形成仅第一或第二板256或258之一的波形表面的部分的叶瓣。在这些实施方案中,冲击仅在一个板的表面上的接触表面252上发生。其他板可以一般为平或者以其他方式成形以使得没有发生与涂布粗纱的相互作用。

[0072] 在其他替代性实施方案中,如图15至17所示,浸渍区250可以包括多个销钉(或杆)260,各销钉具有接触表面252。销钉260可以固定,如图15和16所示,自由旋转(未示出),或被旋转驱动,如图17所示。此外,销钉260可以直接安装到定义冲击区的板的表面,如图15所示,或可以与该表面间隔开,如图16和17所示。应该指出的是,销钉260可以通过加热器133加热,或可以单独地或者按需要或要求加热。此外,销钉260可以被包含在模具150内,或可以从模具150向外延伸并且不被完全包入其中。

[0073] 在另一个替代性实施方案中,接触表面252和浸渍区250可以按需要或要求包含用

于用树脂214浸渍粗纱142的任何合适形状和/或结构。

[0074] 如所讨论,根据本发明的横贯通过浸渍区250的粗纱142可以变得被树脂214浸渍,因此产生浸渍的粗纱142,以及因而产生包含至少一根粗纱142的带材152,其离开浸渍区250,例如在运行方向282上的接触表面252的下游。离开浸渍区250的带材152由纤维浸渍聚合物材料形成,如上文讨论。至少一根纤维粗纱142可以被包含在聚合物树脂214内,如上文讨论,以便形成纤维浸渍聚合物材料和所得带材152。此外,在本发明的示例性实施方案中,这种带材152可以包括富树脂部分302和富纤维部分304,并因此为不对称带材152。

[0075] 另外,在示例性实施方案中,可以通过使模具150中缺乏面板或从中移除面板,促进在本发明的模具150内的和从中离开的不对称带材152的形成和维持。在先前已知的模具150中,面板可以放置在运行方向282上浸渍区250的下游,并且可被构造为用于使来自粗纱142过量树脂214定径(meter)。这种树脂214的定径可以从浸渍的粗纱142上移除被包括在富树脂部分302中的树脂214,从而阻止离开模具150的浸渍的粗纱142不对称并且需要进一步处理该浸渍的粗纱142来形成带材156。根据本发明的这种面板的移除因此阻止这种定径并且促进不对称带材152的产生。另外,面板的移除可能提供其他优点。例如,移除可以阻止由树脂214阻塞面板,该阻塞可干扰粗纱142横贯通过。另外,移除可以允许更容易接近浸渍区250,并且可以因此使得在启动期间,在暂时中断(例如由于粗纱142断裂)之后,或在任何其他合适的时间期间,更容易地向浸渍区250引入和再引入粗纱142。此外,面板的移除允许离开模具150的多根粗纱142作为单个片材或带材152而非作为由于通过面板定径所致的单独的粗纱142离开。这可以潜在地消除稍后将这些粗纱142形成此类片材或带材156的需要。

[0076] 图4、18和21至23示出根据本发明的不对称带材152的实施方案。如所讨论,这种带材152可以包括富树脂部分302和富纤维部分304。在一些实施方案,带材152仅由富树脂部分302和富纤维部分304组成。根据本发明的带材152还可以包括例如第一表面312和相对的第二表面304。第一表面312可以例如为面向和接触带材152、156所粘结到的组件的表面。在一些实施方案中,例如当作为横截面来看时,这些富树脂部分302和富纤维部分304可以各自定义为带材152的一半。例如,带材152可以具有最大高度306(其可以为第一大直径)和最大宽度308(其可以为第二竖直或小直径)。高度306可以定义为在第一表面312和第二表面314之间延伸。当在浸渍区250中时,还可以自包含在接触最终接触表面310的带材152中粗纱142的部分为带材152定义高度306。该最终接触表面310可以是运行方向282上的最远下游接触表面252,使得其为用于粗纱142的浸渍区250的接触的终点。在一些实施方案中,富树脂部分302可以包括在全部宽度308上的高度306的一半内的粗纱142的部分,并且富纤维部分304可以包括在全部宽度308上的高度306的另一半内的粗纱142的部分。在示例性实施方案中,例如,富树脂部分302包括在最终接触表面310远端的一半,并因此包括横截面积就最终接触表面310而言远端的一半。在这些实施方案中,富纤维部分304包括在最终接触表面310近端的一半(并且包括接触最终接触表面310的部分),并因此包括横截面积就最终接触表面310而言近端的一半。

[0077] 在其他实施方案中,富树脂部分302和富纤维部分304可以视为比带材152的一半或多或少,如上文讨论。例如,富树脂部分302可以在整个宽度308上小于带材152的一半,例如小于或等于高度306的大约5%、10%、20%、30%、或40%。富纤维部分302在整个宽度308上可以大于或等于高度306的大约95%、90%、80%、70%、或60%。

[0078] 根据本发明的富树脂部分302可以包括比纤维300相对更多的树脂214,而富纤维部分304可以包括比树脂214相对更多的纤维300。在一些实施方案中,对于带材152,这种比例可以基于每体积来计算,或对于带材152的横截面,基于每表面积来计算。在这些实施方案中,这种比例还可以作为在带材152的全部或一部分上(例如在带材152的长度的全部或一部分上)的平均值使用其体积或使用多个横截面来计算。

[0079] 例如,在一些实施方案中,富树脂部分302可以包括树脂214的总量的至少大约60%、65%、70%、75%、80%、85%、或任何其他合适的百分比、范围或其子范围。总量可以包括富树脂部分302和富纤维部分304两者中的量。在其他实施方案中,富树脂部分302中树脂214与纤维300的比例可以为至少大约1.2:1、1.6:1、2:1、2.4:1、2.8:1、3.2:1、3.6:1、4.0:1、或任何其他合适比例、范围或其子范围。如上文讨论,对于带材152的横截面积,总量或比例可以基于每体积或每表面积计算。

[0080] 此外,在一些实施方案中,富纤维部分304可以包括纤维300的总量的至少大约60%、65%、70%、75%、80%、85%、或任何其他合适的百分比、范围或其子范围。总量可以包括富树脂部分302和富纤维部分304两者中的量。在其他实施方案中,富纤维部分304中纤维300与树脂214的比例可以为至少大约1.2:1、1.6:1、2:1、2.4:1、2.8:1、3.2:1、3.6:1、4.0:1、或任何其他合适比例、范围或其子范围。如上文讨论,对于带材152的横截面积,总量或比例可以基于每体积或每表面积计算。

[0081] 另外或替代地,在一些实施方案中,富树脂部分302可以包括至少大约75%、80%、85%、90%、95%、100%或任何其他合适的百分比、范围、或其子范围的百分比的树脂214(与富树脂部分302中所含的纤维300相对)。对于带材152的横截面积,这种百分比可以基于每体积或每表面积计算。

[0082] 在一些实施方案中,显微镜法在确定富树脂部分302和富纤维部分304的存在中可以特别有用。具有富树脂部分302和富纤维部分304的任何不对称带材152的一个实施方案的显微镜图像示于图23。例如,带材152的横截面可使用显微镜法来分析以确定富树脂部分302和富纤维部分304的存在。这种方法在这样的实施方案中特别有用,其中富树脂部分302小于带材152的一半,例如小于或等于高度305的大约5%、10%、20%,而且还相对缺乏纤维300,例如含有至少大约75%、80%、85%、90%、95%、或100%的百分比的树脂214(与富树脂部分302中所含纤维300相对)。

[0083] 应当理解,根据本发明的带材152可以具有任何合适的横截面形状和/或大小。例如,这种带材152可以具有大致矩形的形状,或大致椭圆形或圆形或其他合适多边形或者其他形式的形状。此外,应当理解,横贯通过浸渍区250的一根或多根浸渍的粗纱142可以一起形成带材152,各种粗纱142的树脂214连接以形成这种带材152。因此在示例性实施方案中,可以为具有任何合适数量的包埋和大致分散在树脂214内的浸渍粗纱142的带材152确定各种上述量、范围和/或比例。

[0084] 如图4和18所示,例如,可以通过在浸渍区250中粗纱142与多个接触表面252的接触,形成不对称带材152。特别地,与最终接触表面310的接触可以形成不对称带材152和其富树脂部分302和富纤维部分304。带材152(其中包括树脂214和纤维300)与最终接触表面310的接触可以从与接触表面310接触的带材152和其粗纱142的部分上移除树脂214,因此从富纤维部分304上移除这种树脂214,同时浸渍其中粗纱142并且允许树脂214留在富树脂

部分302中。在一些实施方案中,用于形成富树脂部分302和富纤维部分304的这种接触可以通过移除或使其缺乏面板来进一步促进,这允许粗纱142以合适和理想的角度(如本文讨论)横贯最终接触表面310,并且还允许围绕粗纱142的树脂214被连接,使得当纤维浸渍的聚合物材料离开浸渍区250时形成带材152。

[0085] 如所提及,在一些实施方案中,在接触多个接触表面252之后,模具150中可能未进行对根据本发明的浸渍的粗纱142的定径(例如通过面板或以其他方式)。特别地,在接触最终接触表面310之后可以未进行定径。因此,离开浸渍区的浸渍的粗纱142可以形成带材152。此外,在一些实施方案中,本发明的系统还可以包括辊190。辊190可以放置在模具150的下游,并且可以提供在系统中用于辊压通过其的浸渍的粗纱142和带材152,如上文讨论。在一些实施方案中,浸渍的粗纱142与多个接触表面252接触和浸渍的粗纱142与辊190接触之间可以未进行对浸渍的粗纱142的定径。然而,在其他实施方案中,定径可以在模具150中和/或其下游进行。可以通过面板或设计成使得在其中定径不会消除粗纱142和带材152中的不对称分配的其他合适设备,进行这种定径。

[0086] 为进一步有利于粗纱142的浸渍,还可使它们保持在拉伸下,同时存在于模具150内且特别是浸渍区250内。拉伸的范围可以例如为每根粗纱142或每根纤维丝束约5至约300牛顿,在一些实施方案中,约50至约250牛顿,并且在一些实施方案中,约100至约200牛顿。

[0087] 如图4和图19和20所示,在一些实施方案中,着陆区280可以在粗纱142的运行方向282上放置于浸渍区250的下游。粗纱142可以在离开模具150之前横贯通过着陆区280。在一些实施方案中,如图19所示,着陆区280的至少一部分可以在运行方向282上具有增加的横截面轮廓,使得着陆区280的面积增加。增加的部分可以为着陆区280的下游部分以有利于粗纱142离开模具150。替代地,横截面轮廓或其任何部分可以减小,或可以维持恒定,如图20所示。

[0088] 另外,可以任选地采用其他组件以辅助浸渍该纤维。例如,在某些实施方案中可以采用“气体喷嘴(gas jet)”组装件来帮助均匀散布个体纤维的粗纱,所述粗纱在所结合丝束的整个宽度上可以各自含有多达24,000根纤维。这帮助实现强度性质的均匀分配。这种组装件可以包括压缩空气或以大致垂直方式对横跨出口通过的移动粗纱冲击的另一种气体的供应源。散布粗纱可以随后被引入用于浸渍的模具,如上文所述。

[0089] 应当理解根据本发明的不对称带材152和粗纱142不需形成于模具150和如上文讨论的其他设备中。这种模具150和设备仅作为用于形成不对称带材152和粗纱142的合适设备的实例公开。形成不对称带材152和粗纱142的任何合适设备或方法的使用处于本发明的范围和精神内。

[0090] 使用根据本发明的模具和方法产生的不对称带材152可以具有极低空隙分数,这帮助增强其强度。例如,空隙分数可以为约3%或更小,在一些实施方案中,约2%或更小,在一些实施方案中,约1.5%或更小,在一些实施方案中,约1%或更小,并且在一些实施方案中,约0.5%或更小。空隙分数可以使用本领域技术人员熟知的技术来测量。例如,空隙分数可以使用“树脂烧尽”测试测量,其中样品被置于烘箱(如600°C下3小时)以燃烧尽该树脂。可以随后测量剩余纤维的质量以计算重量和体积分数。这种“烧尽”测试可以根据ASTM D2584-08进行以确定纤维和聚合物基体的重量,该重量可随后用于基于以下公式计算“空隙分数”:

[0091]  $V_f = 100 * (\rho_t - \rho_c) / \rho_t$

[0092] 其中,

[0093]  $V_f$ 为作为百分比的空隙分数;

[0094]  $\rho_c$ 为使用已知技术,例如用液体或气体比重瓶(如氦比重瓶),测量的复合物密度;

[0095]  $\rho_t$ 为通过以下公式确定的复合物的理论密度:

[0096]  $\rho_t = 1 / [W_f / \rho_f + W_m / \rho_m]$

[0097]  $\rho_m$ 为聚合物基体的密度(例如,在合适结晶度下的);

[0098]  $\rho_f$ 为纤维的密度;

[0099]  $W_f$ 为纤维的重量分数;和

[0100]  $W_m$ 为聚合物基体的重量分数。

[0101] 替代地,空隙分数可以通过根据ASTM D3171-09化学溶解该树脂测定。“烧尽”和“溶解”方法特别适用于玻璃纤维,其一般耐受熔化和化学溶解。然而,在其它情况下,空隙分数可以根据ASTM D2734-09(方法A)基于聚合物、纤维和带材的密度间接计算,其中密度可以由ASTM D792-08方法A测定。当然,空隙分数也可使用常规显微设备估算。

[0102] 如上文讨论,离开浸渍模具150之后,浸渍的粗纱142可以形成带材152,并且该带材152可以固结为固结带材156。各带材152、156中采用的粗纱的数量可以变化。然而,通常,带材152、156将含有2至20根粗纱,在一些实施方案中,2至10根粗纱,在一些实施方案中,3至5根粗纱,在一些实施方案中,2至80根粗纱,在一些实施方案中,10至60根粗纱,在一些实施方案中,20至50根粗纱。在一些实施方案中,可希望的是所述粗纱在带材152内以彼此大约相同距离间隔开。然而,在其他实施方案中,可希望的是将粗纱组合,使得粗纱的纤维大致均匀分配于整个带材152中,例如在整个富树脂部分和富纤维部分中,如上文讨论的。在这些实施方案中,粗纱可能彼此大致不可区分,并且可以由多根粗纱形成大致不对称带材152。例如,参见图21至23,示出含有粗纱的带材152的实施方案,所述粗纱被组合使得纤维大致均匀分配于其富纤维部分内。

[0103] 带材和其纤维增强热塑性材料中可以采用的相对高百分比的纤维,以提供加强的强度性质。例如,纤维通常占带材或其材料的约25重量%至约80重量%,在一些实施方案中,约25重量%至约90重量%,在一些实施方案中,约30重量%至约75重量%,在一些实施方案中,约30重量%至约70重量%,并且在一些实施方案中,约35重量%至约60重量%。同样,(一种或多种)聚合物通常占带材152、156的约20重量%至约75重量%,在一些实施方案中,约25重量%至约70重量%,在一些实施方案中,约30重量%至约65重量%,并且在一些实施方案中,约40重量%至约65重量%。纤维的这种百分比可以另外或替代地作为体积分数测量。例如,在一些实施方案中,纤维增强热塑性材料的纤维体积分数可以为大约25%和大约80%,在一些实施方案中,为大约30%和大约70%,在一些实施方案中,为大约40%和大约60%,并且在一些实施方案中,为大约45%和大约55%。

[0104] 在一些实施方案中,根据本发明形成的带材152、156可以直接从浸渍模具150供应至拉挤系统,或可以从锭子或其他合适的储存设备供应。在将带材牵拉通过拉挤系统时,拉伸-调节装置可以用于帮助控制带材中的拉伸程度。装置中可以供应烘箱用于加热该带材。随后可将带材提供至固结模具,其可以操作以将带状物压缩到一起成为预成型件,并且对准和形成所需产品的初始形状,例如杆。如果需要,还可采用第二模具(如校准模具),其将

预成型件压缩成最终形状。冷却系统可以另外并入到所述模具之间和/或在模具之后。可以放置下游牵拉装置以牵拉产品通过该系统。

[0105] 根据本发明形成的带材152、156具有多种有利特性。要注意的是,如上文讨论,富树脂部分302允许与其他组件如管道等的更有效和更强粘结,因此,提供这些组件的改进增强。此外,形成如上文讨论的带材152、156,特别是在无面板的模具150中,有利地允许控制厚度和纤维面积重量。例如,带材中的粗纱计数可每次调整一根或多根粗纱以获得所需纤维面积重量和厚度。为了允许带材152、156维持各种应用所需的合适柔性,这些特性的控制是特别重要的。

[0106] 此外,根据本发明形成的纤维增强热塑性材料中包括的各种添加剂的氧化可以有利地由富树脂部分302的变色来识别。这种识别可以允许移除材料的这些部分。

[0107] 本发明还涉及一种用于形成纤维增强聚合物带材的方法,所述纤维增强聚合物带材在示例性实施方案中可以为具有富树脂部分302和富纤维部分304的不对称带材。形成根据本发明的带材可以需要用聚合物树脂214浸渍至少一根纤维粗纱142或多根纤维粗纱142。因此,该方法可以一般包括使聚合物树脂214流动通过歧管组装件220。歧管组装件220可以包括多根沟道或分支状流道222,如上文讨论。该方法还可以包括用树脂214涂布纤维粗纱142,如上文讨论。此外,该方法可包括使该涂布粗纱142横贯通过浸渍区250以用树脂214浸渍粗纱142,如上文讨论。这种横贯步骤可以包括接触多个接触表面252,所述接触表面包括最终接触表面310,如上文讨论。

[0108] 如上文讨论,在一些实施方案中,使树脂214流动通过歧管组装件220的步骤可以包括使树脂214流动通过歧管组装件220的出口区域242。如上文进一步讨论,用树脂214涂布粗纱142的步骤可以包括使来自歧管组装件220的树脂214流动通过栅级通道270。该方法还可以包括使来自浸渍区250的粗纱142横贯通过着陆区280,如上文讨论。在示例性实施方案中,如上文讨论,离开模具150的浸渍的粗纱142可以包括富树脂部分302和富纤维部分304。

[0109] 如所讨论,在一些实施方案中,在浸渍之后,例如在接触多个接触表面252之后,模具150中未进行对浸渍的粗纱142的定径。另外,在一些实施方案中,根据本发明的方法还可以包括辊压通过辊190的浸渍的粗纱142,如上文讨论。在一些实施方案中,如上文讨论,可以在横贯步骤和辊压步骤之间进行对浸渍的粗纱142的定径。然而,在其他实施方案中,定径可以如上文讨论那样进行。

[0110] 在不脱离本发明的精神和范围的情况下,本领域普通技术人员可以实施本发明的这些和其他修改和变型。另外,应当理解各种实施方案的方面可以整体或部分互换。此外,本领域普通技术人员将了解上述说明仅用于举例,并非旨在限制在随附权利要求书中进一步描述的本发明。

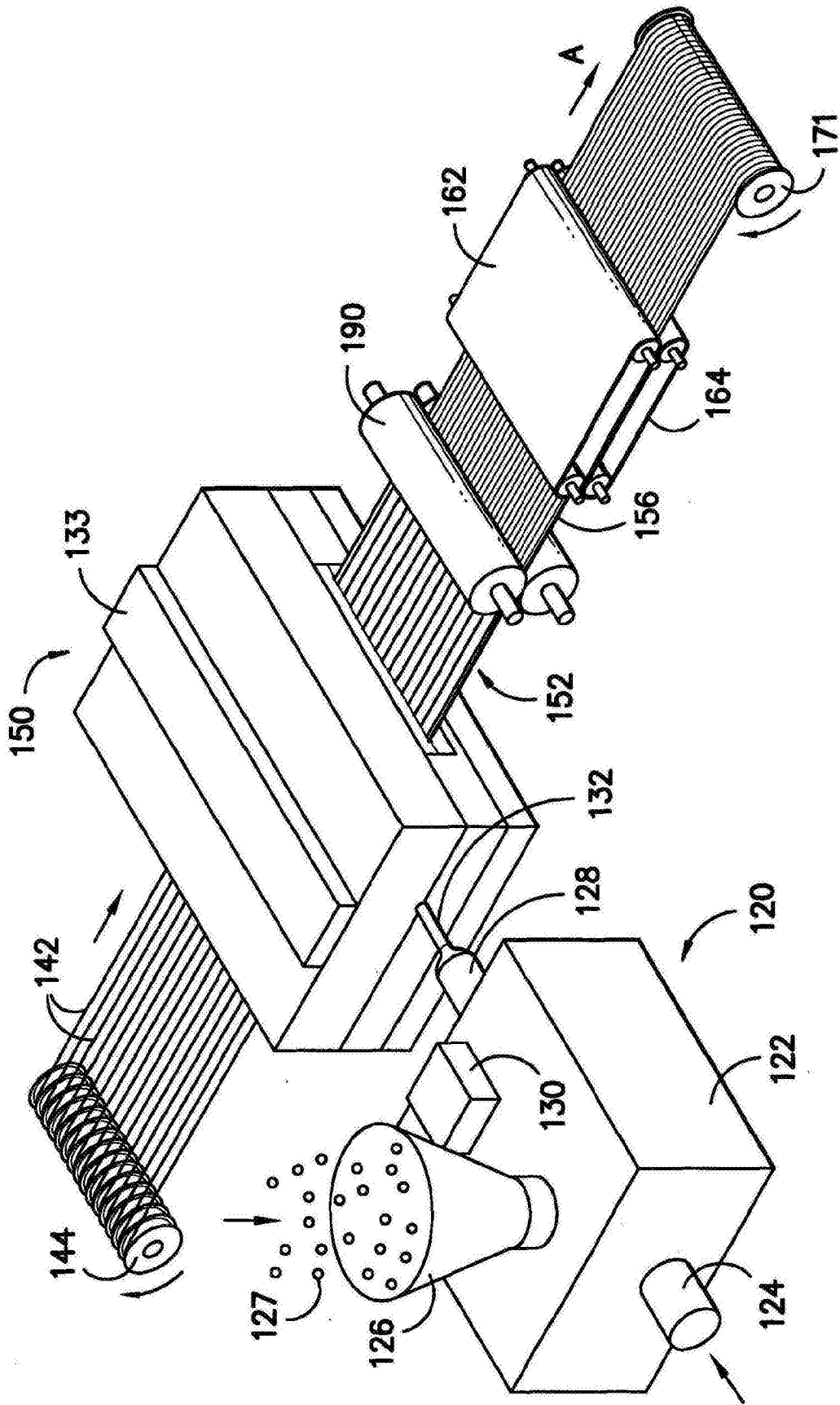


图1



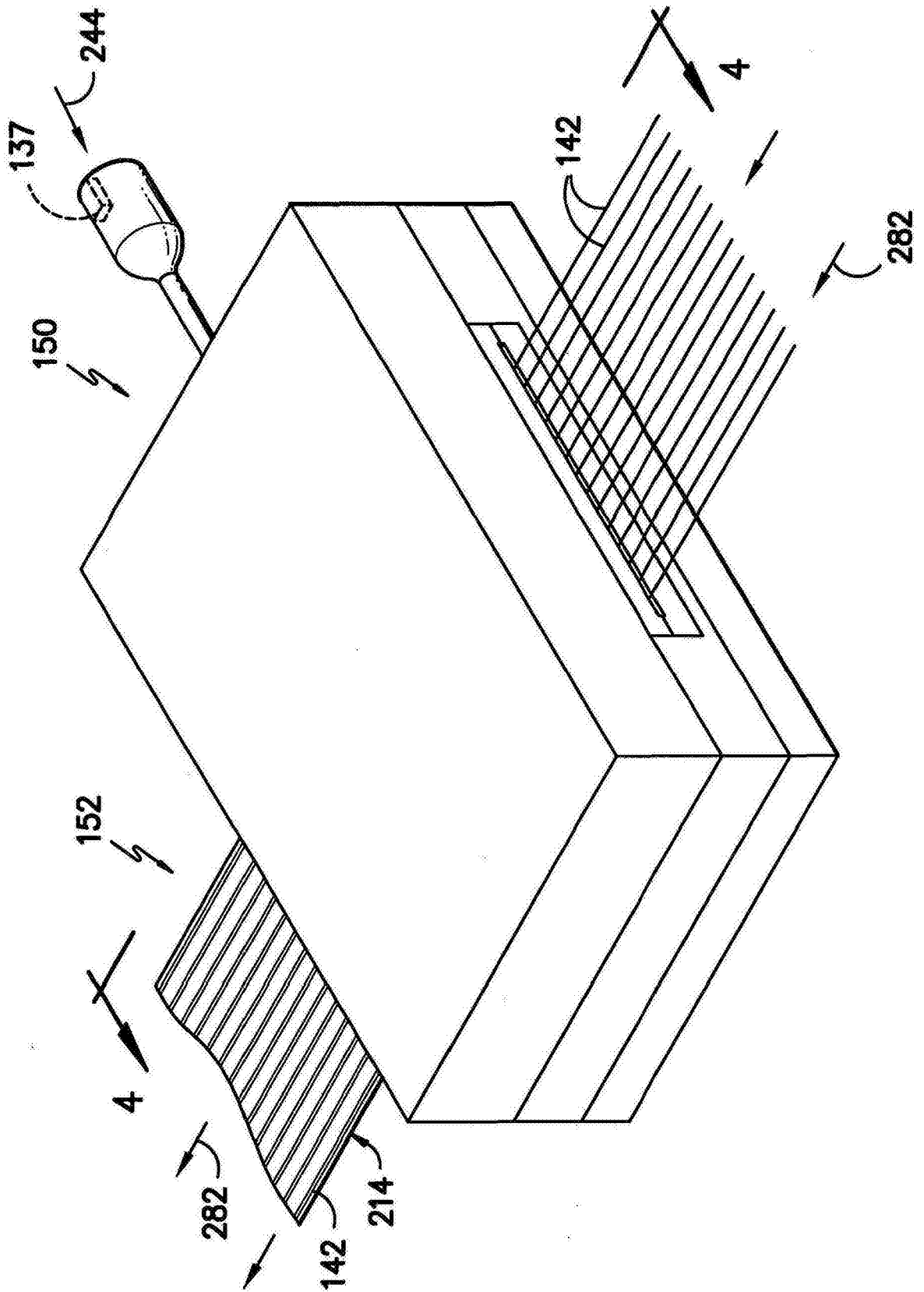


图2

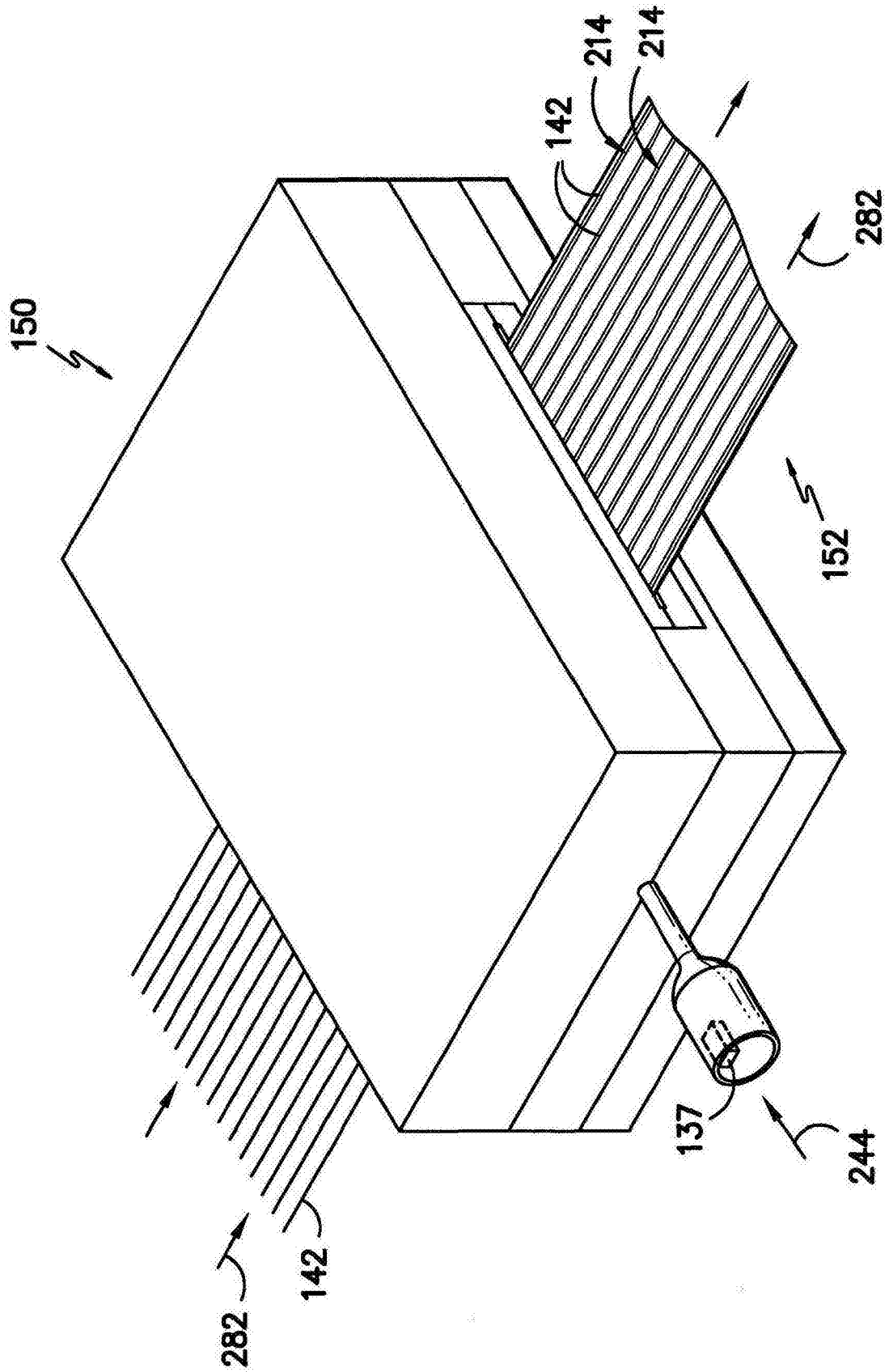


图3

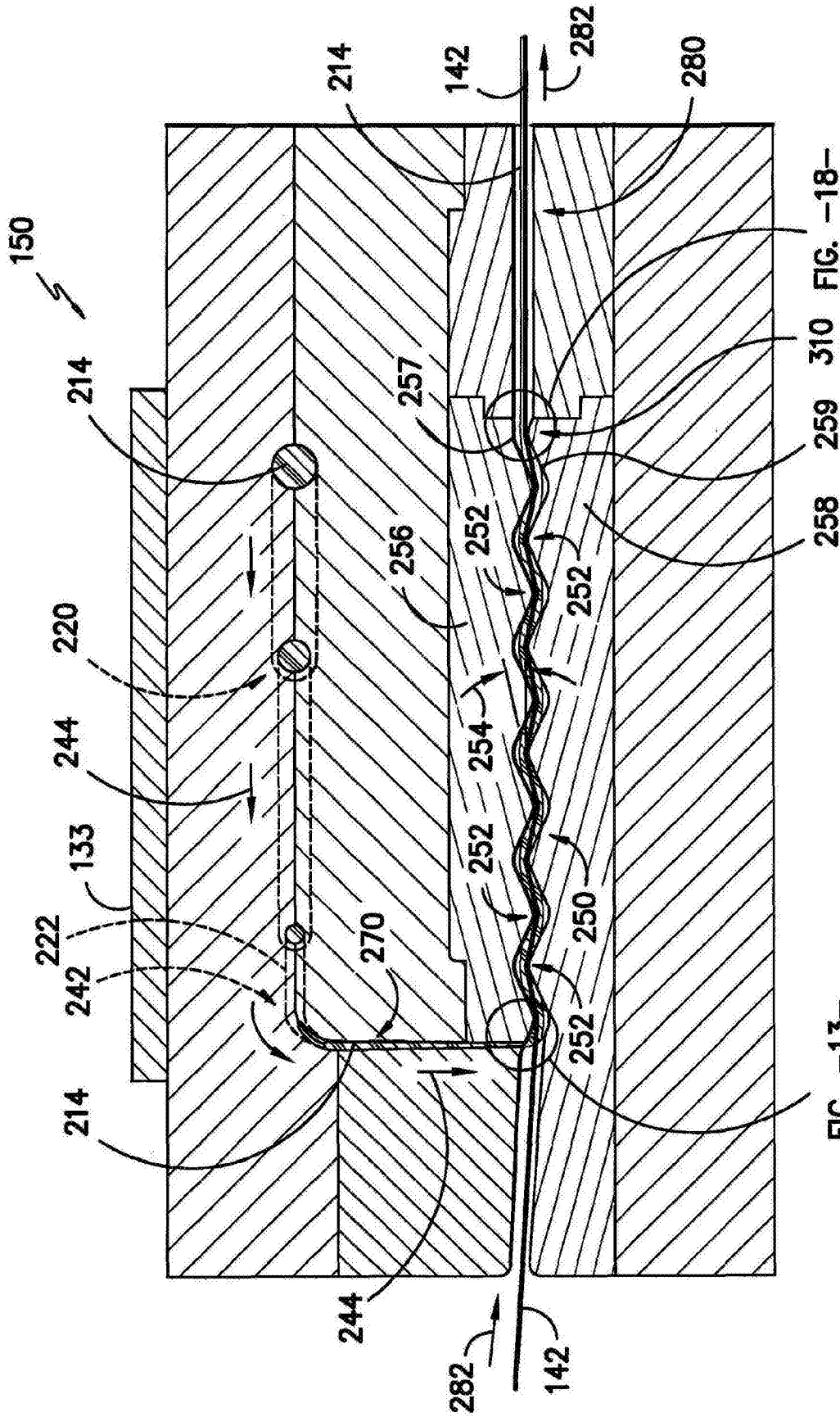


图4

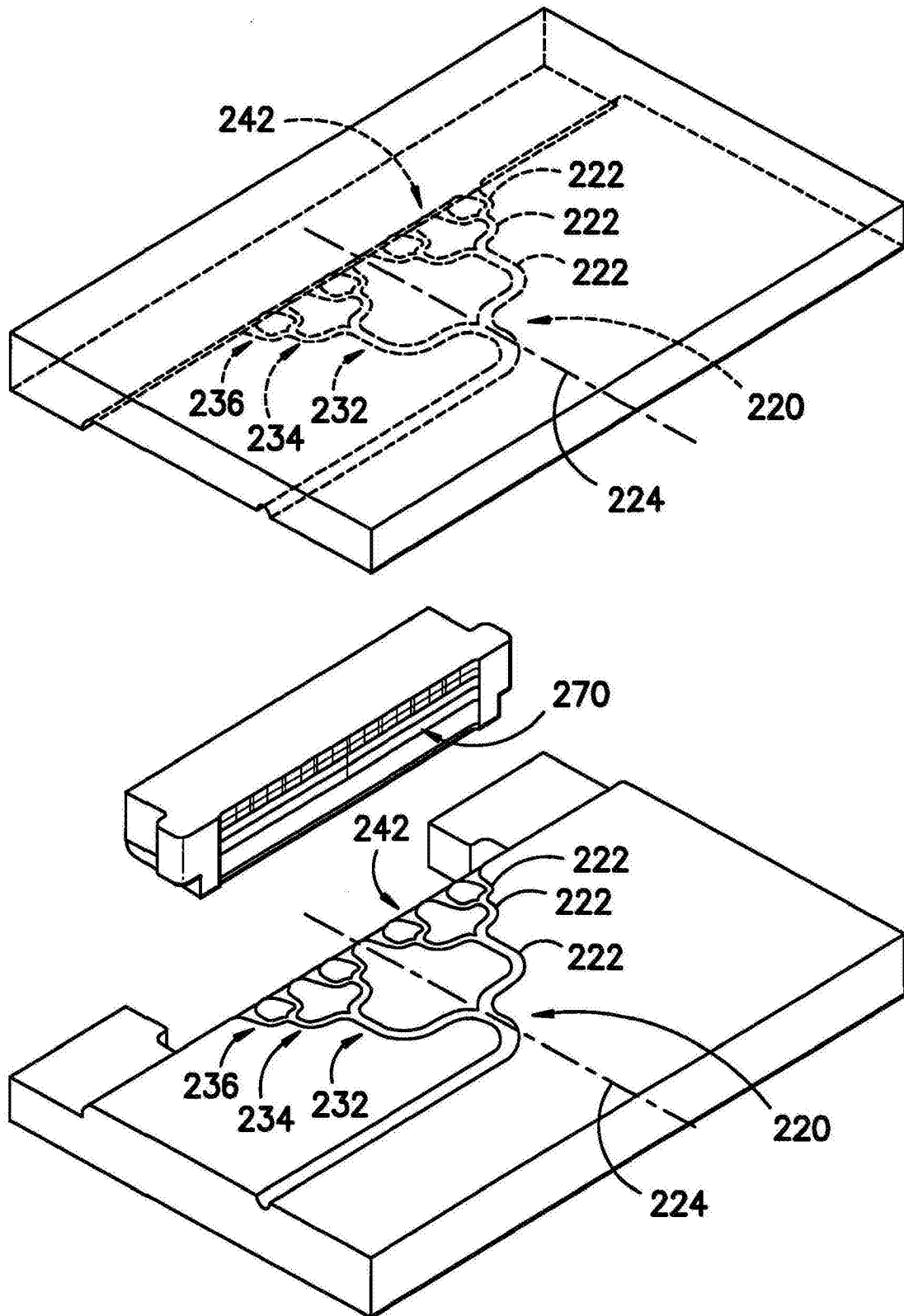


图5

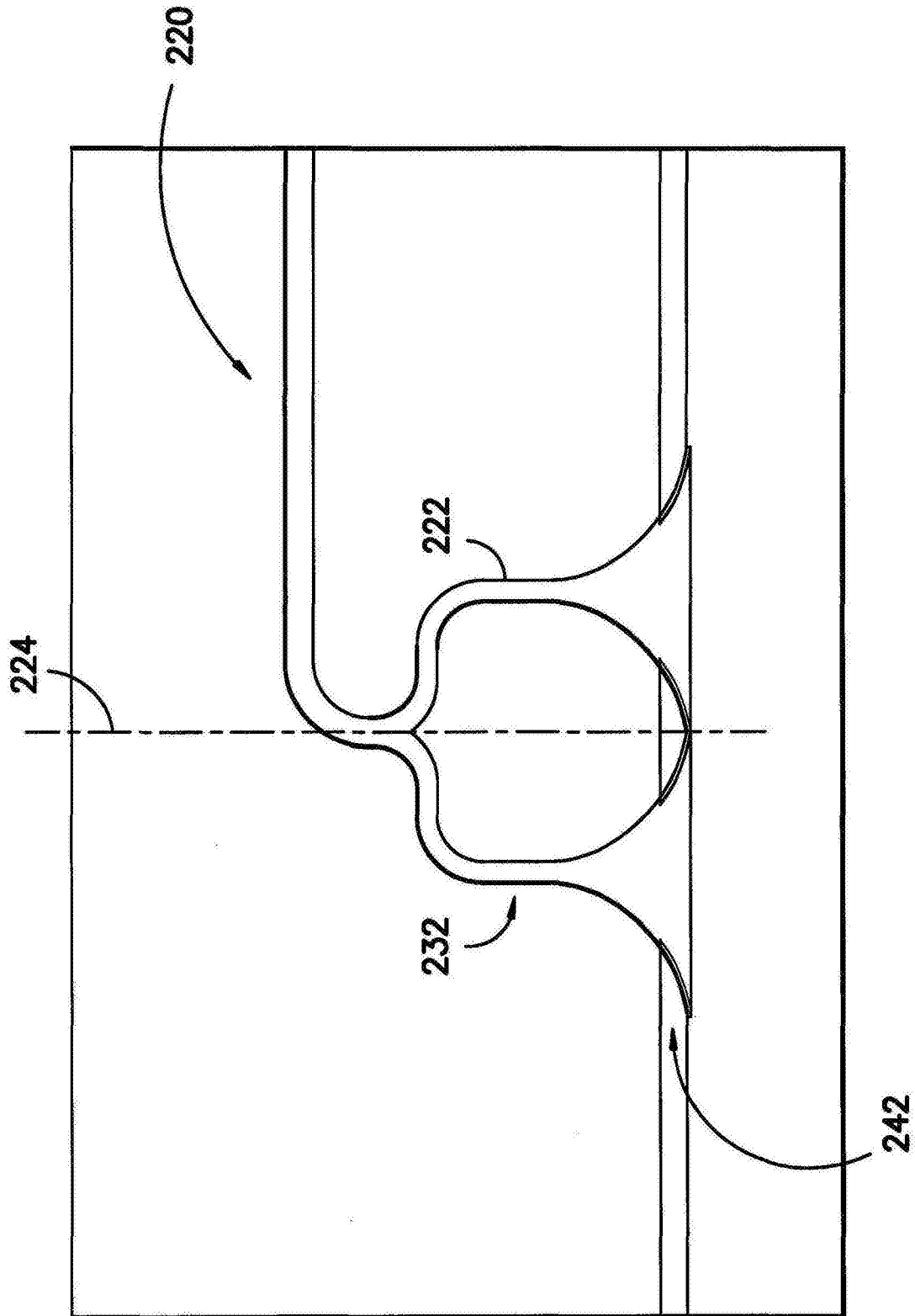


图6

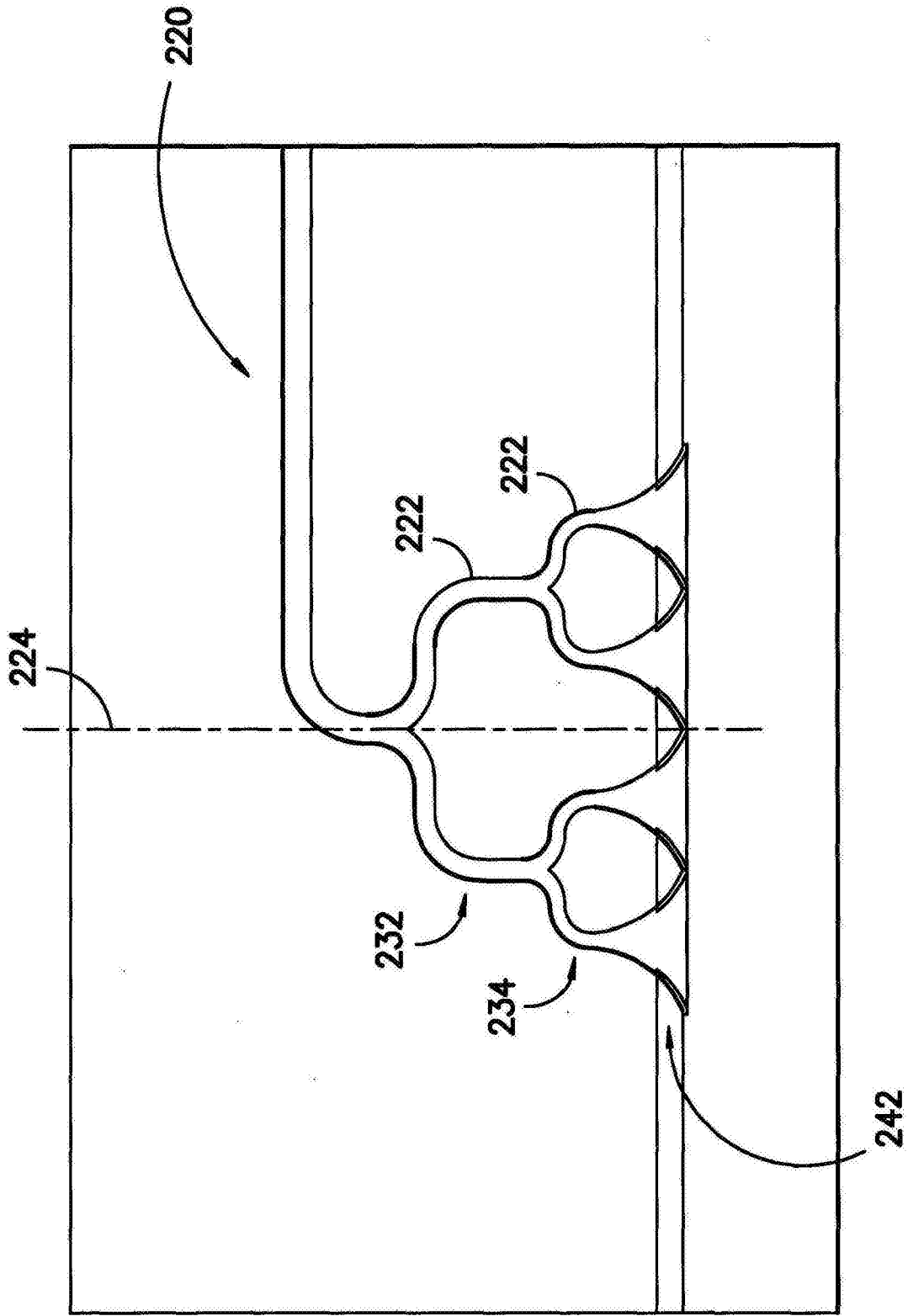


图7

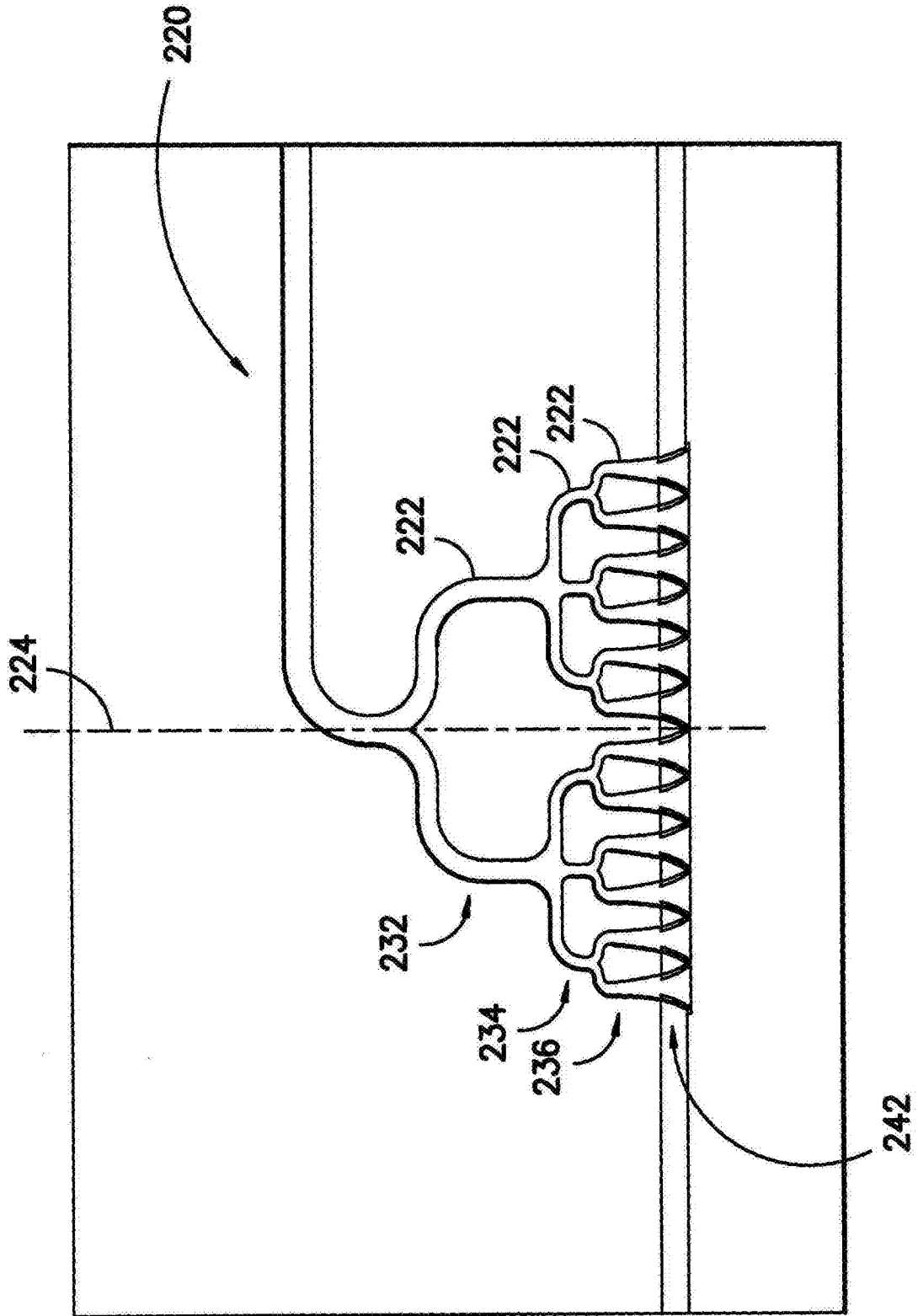


图8

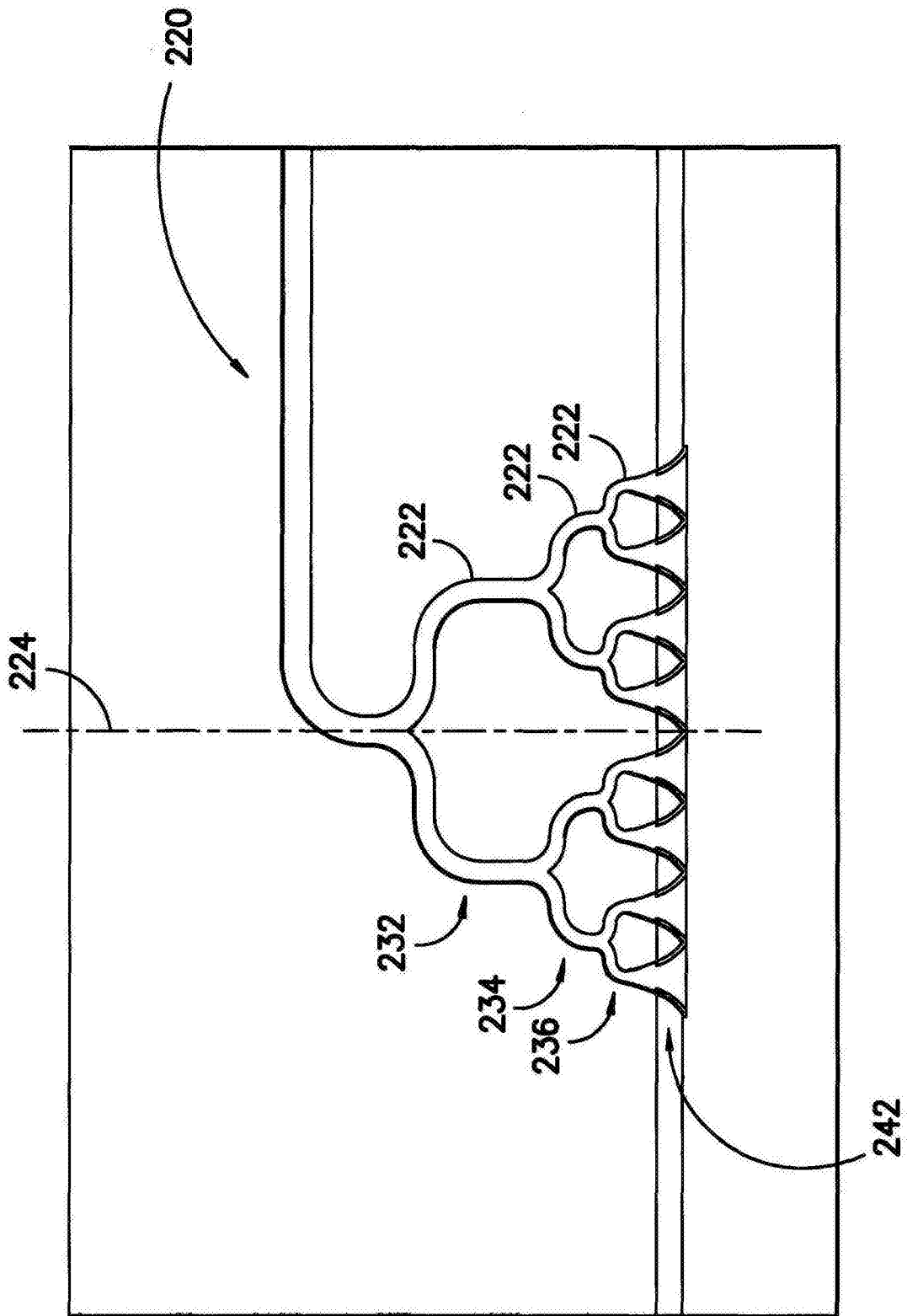


图9



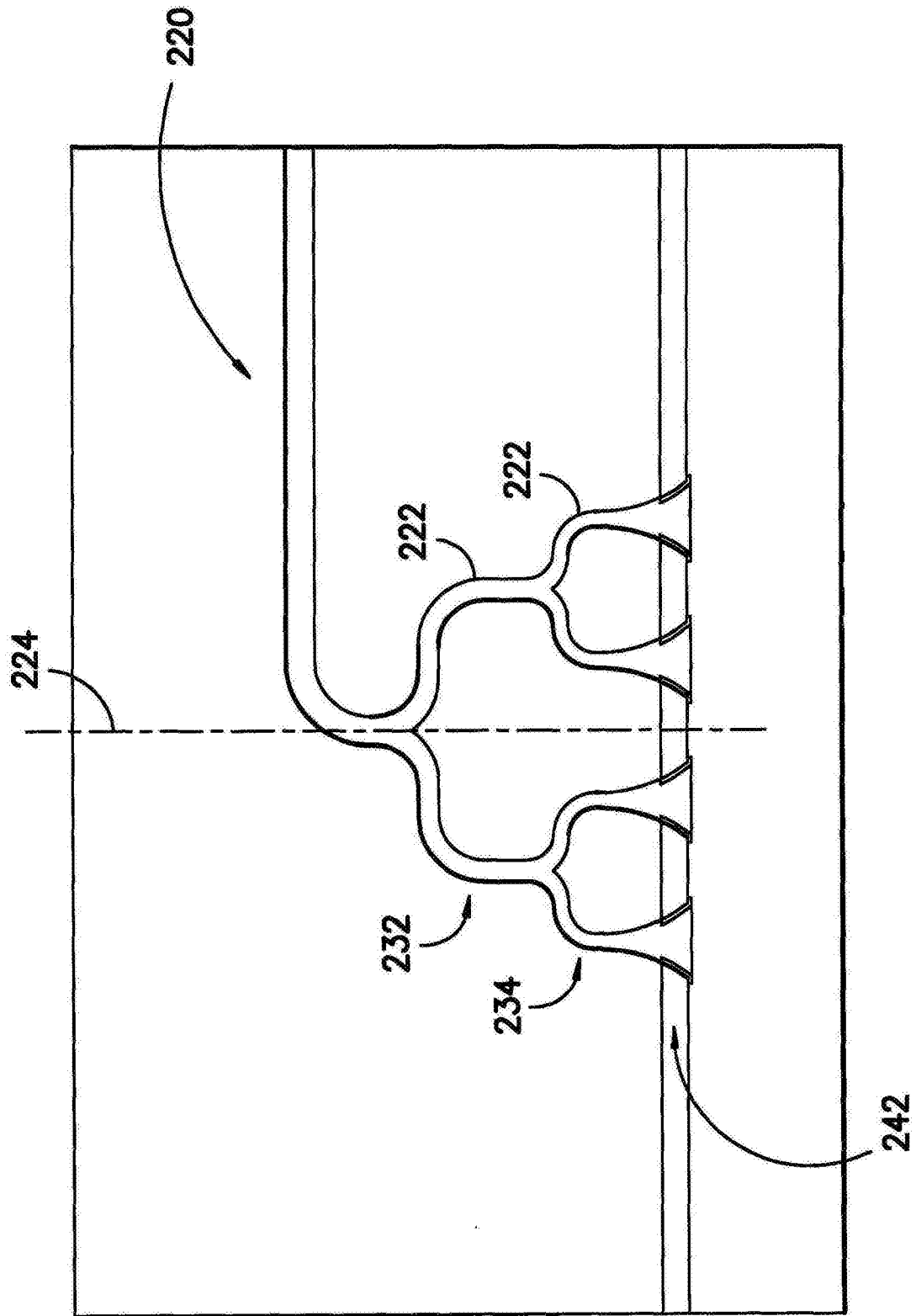


图10

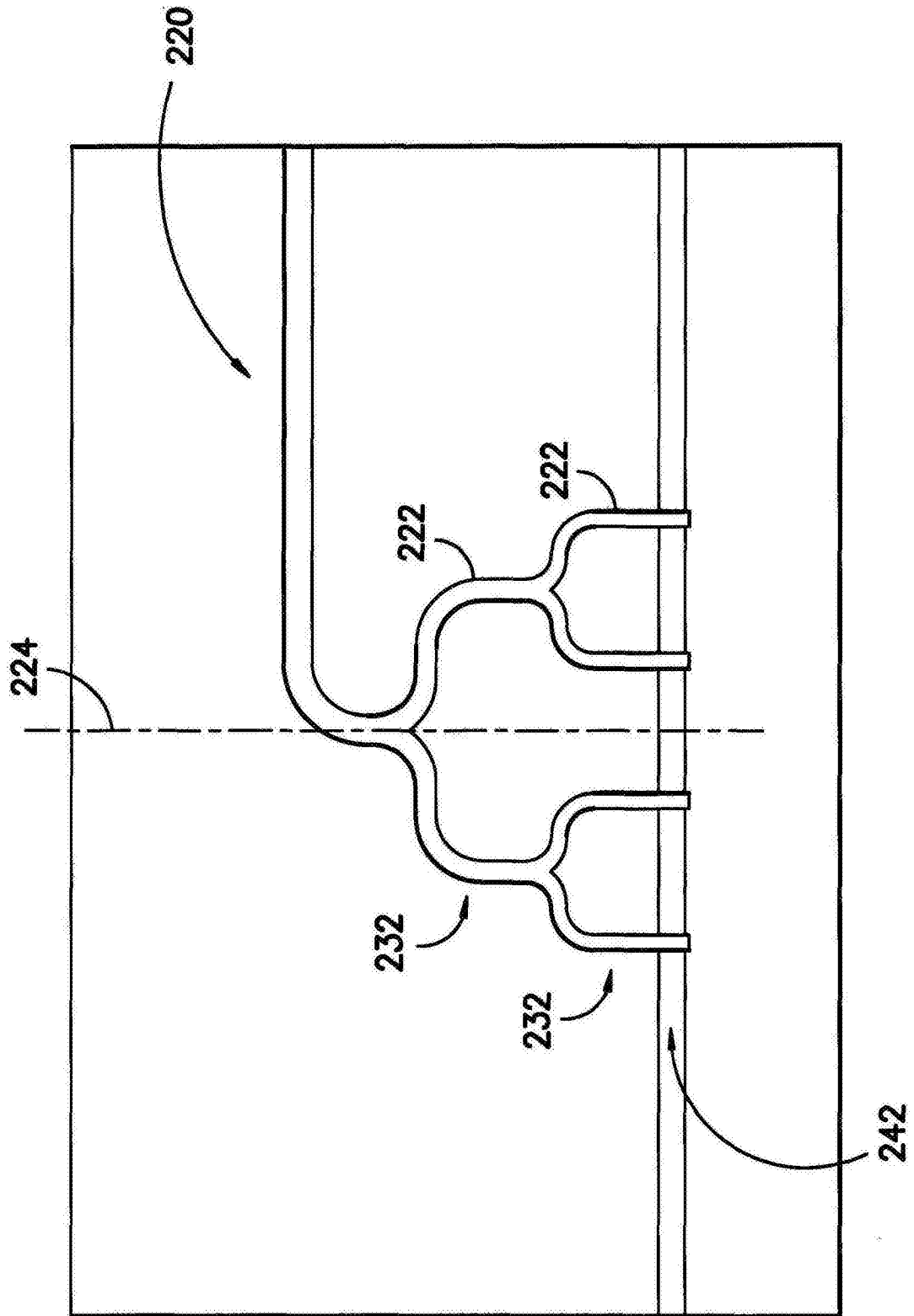


图11

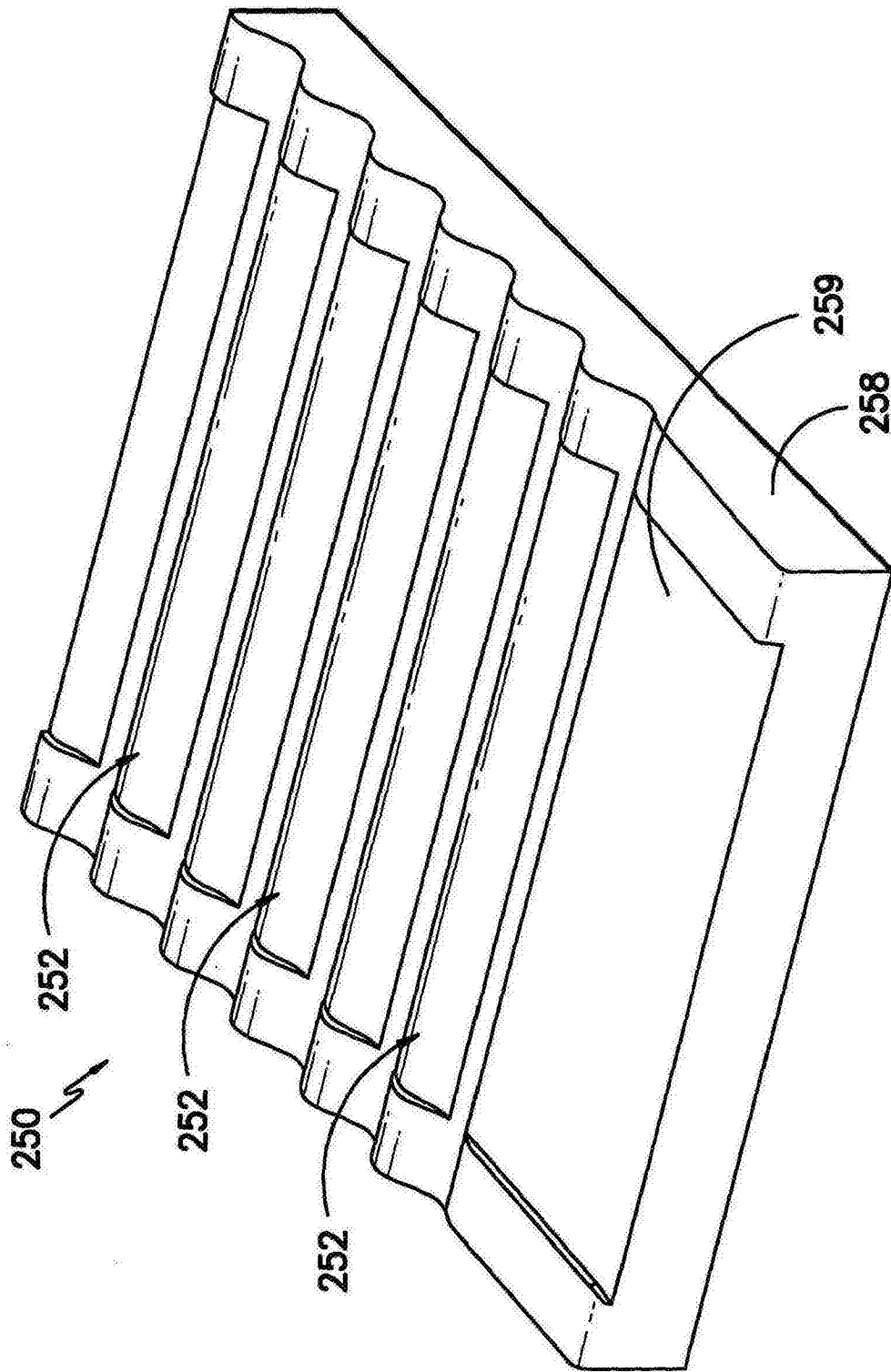


图12

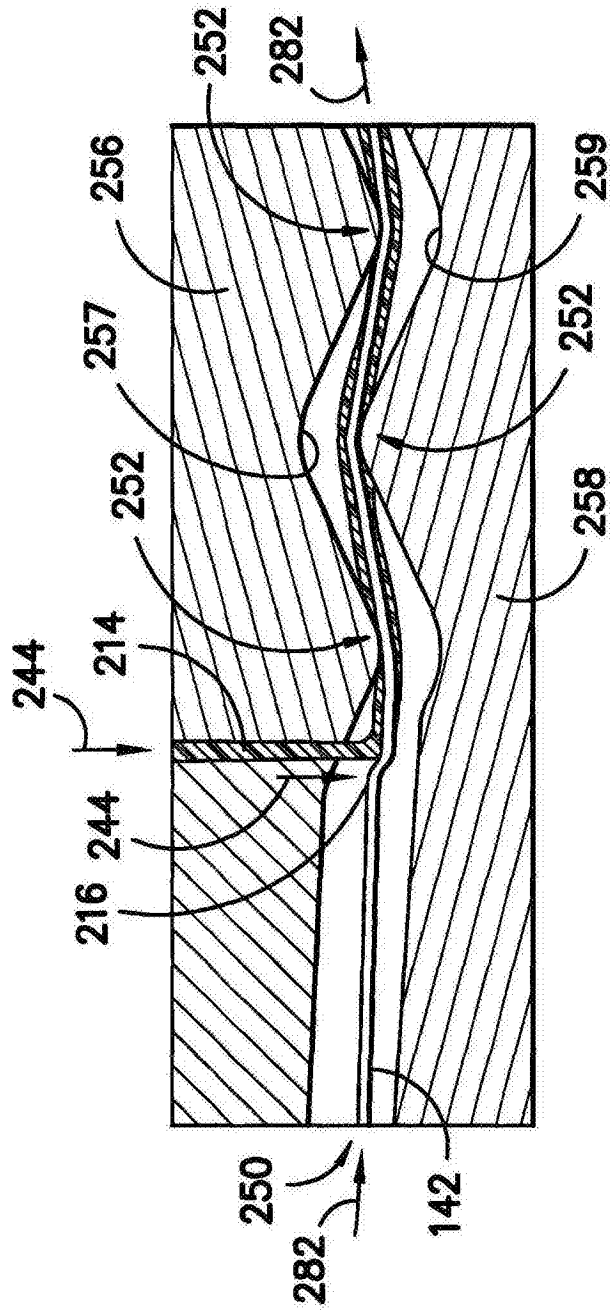


图13

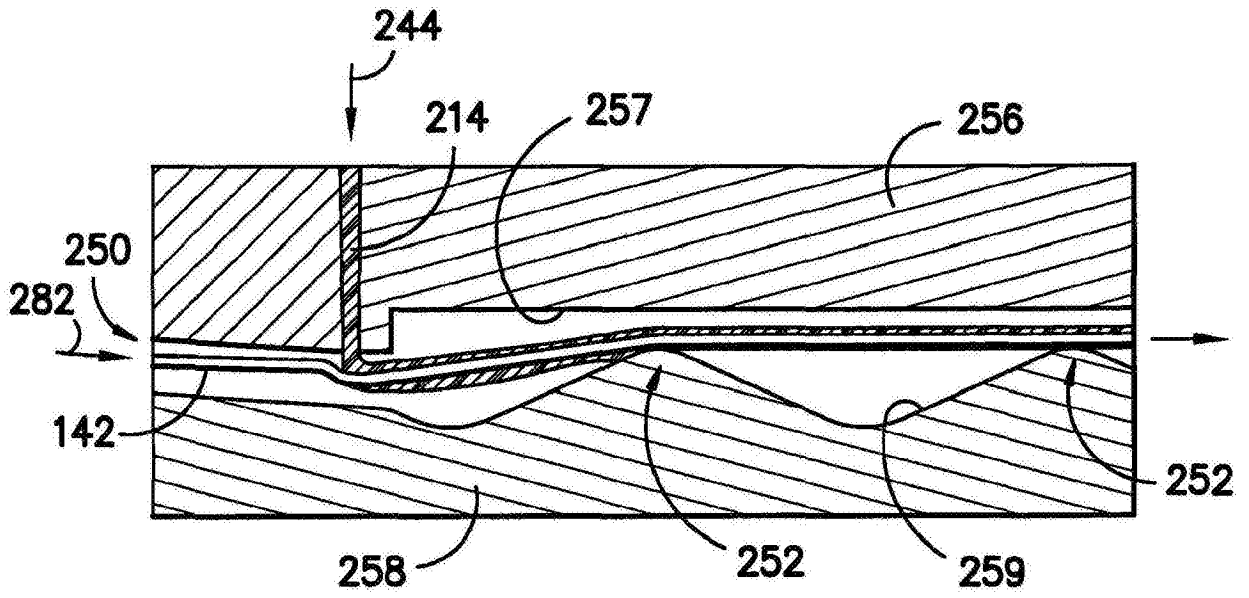


图14

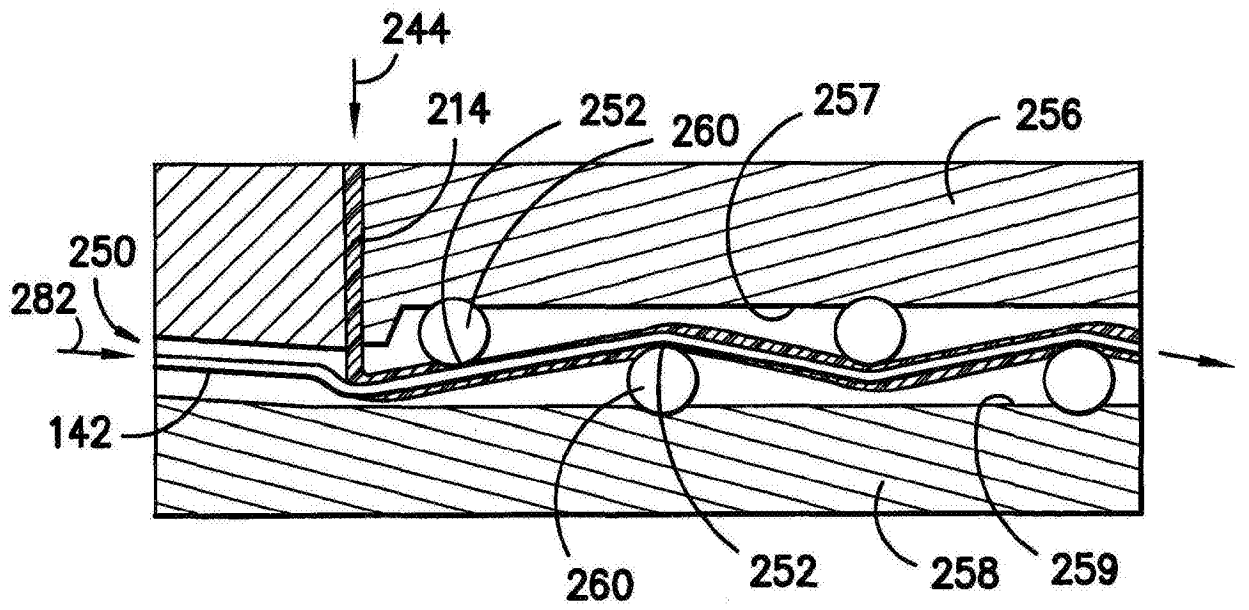


图15

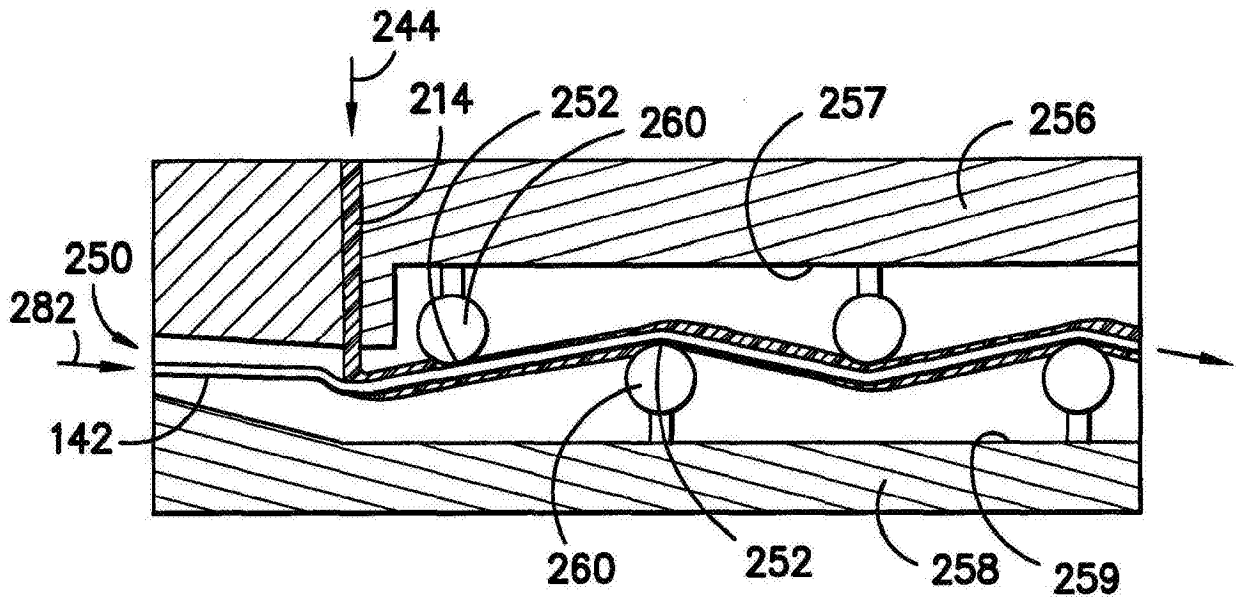


图16

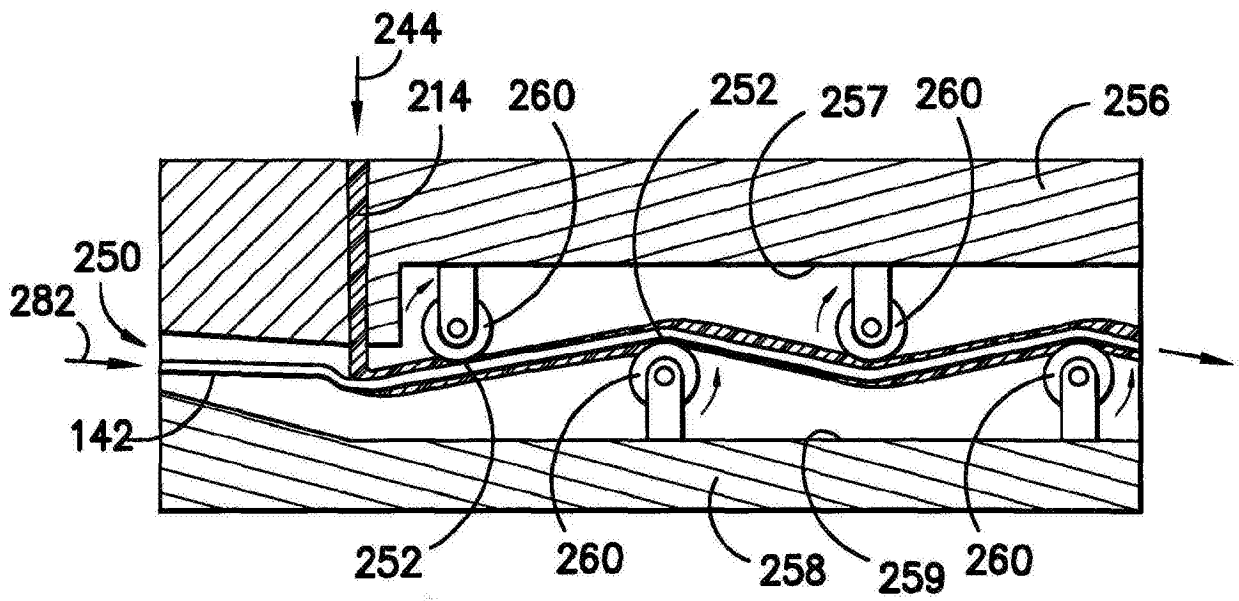


图17

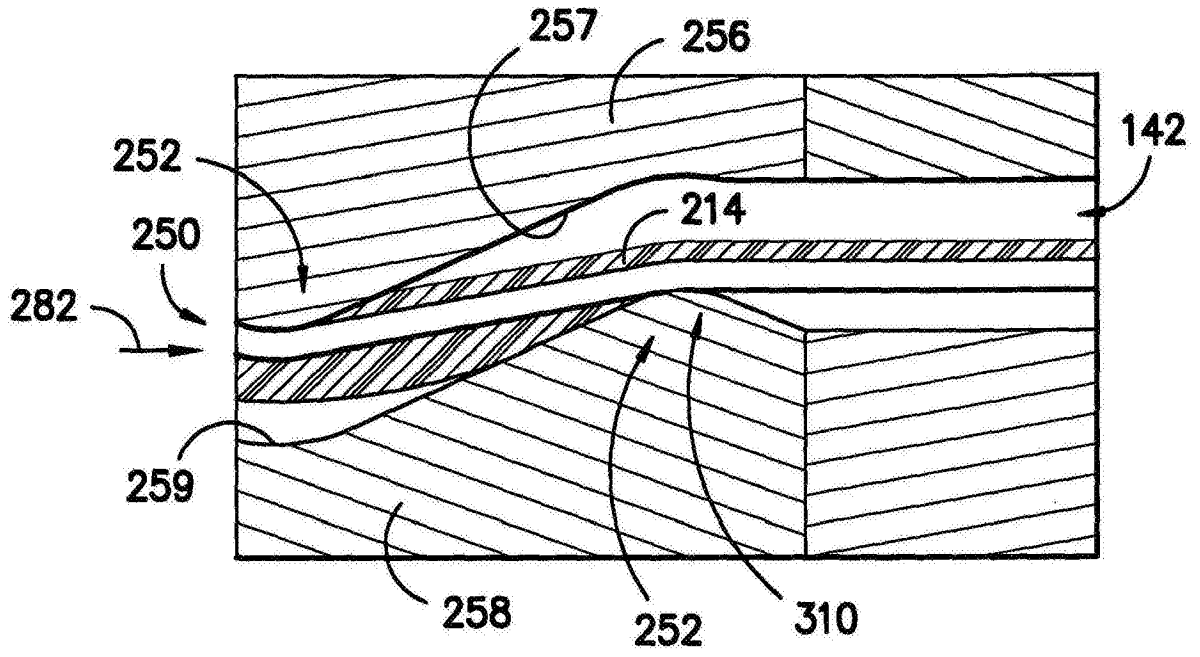


图18

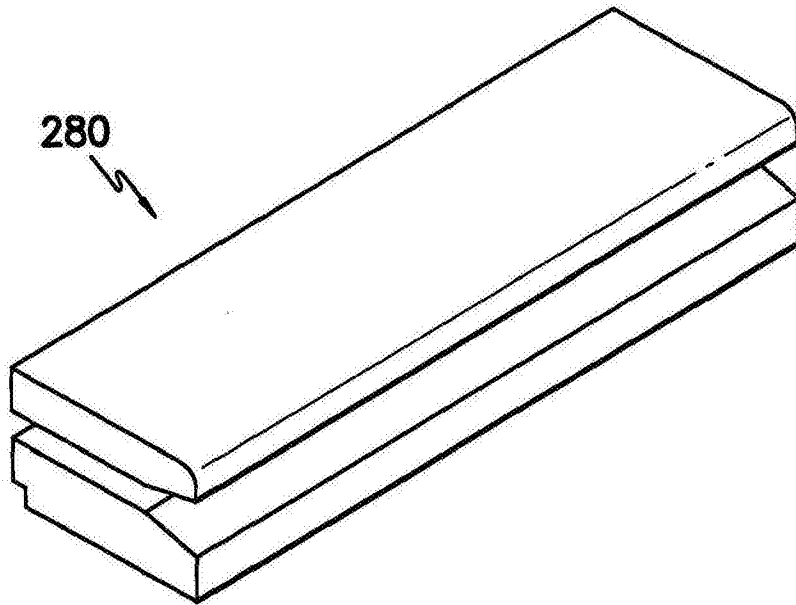


图19

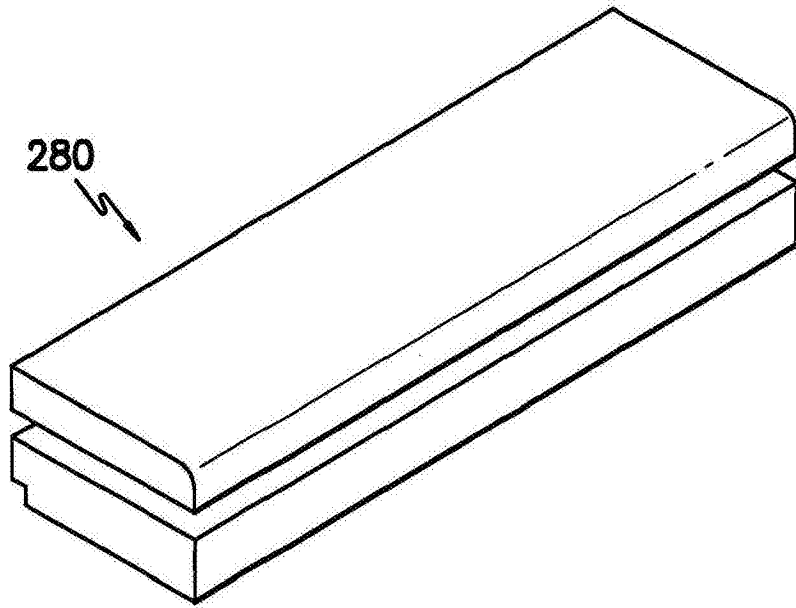


图20

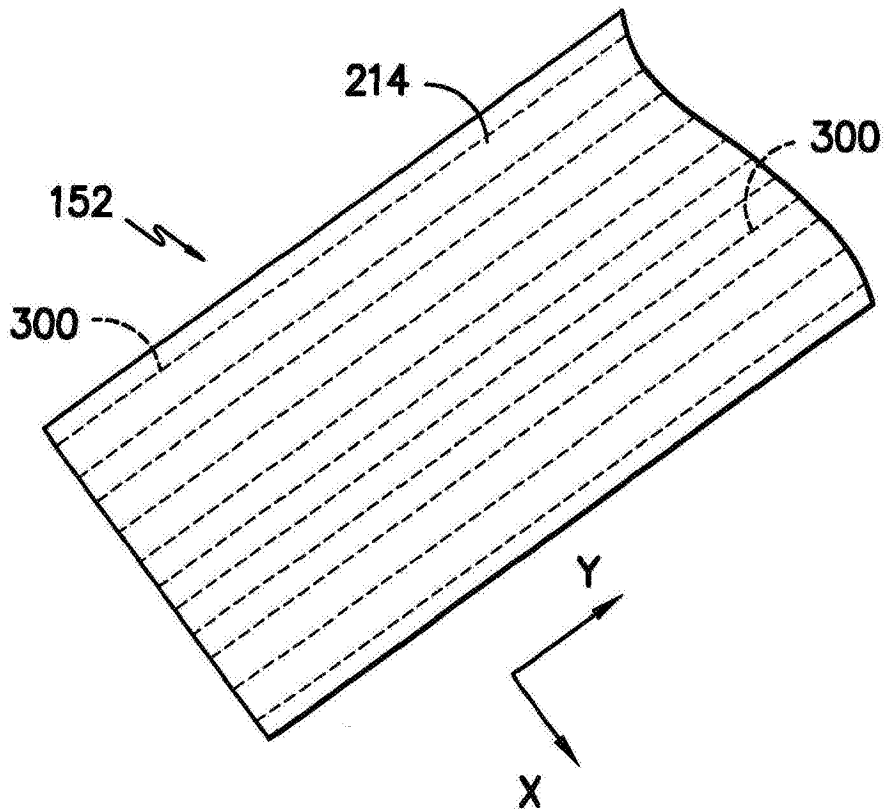


图21



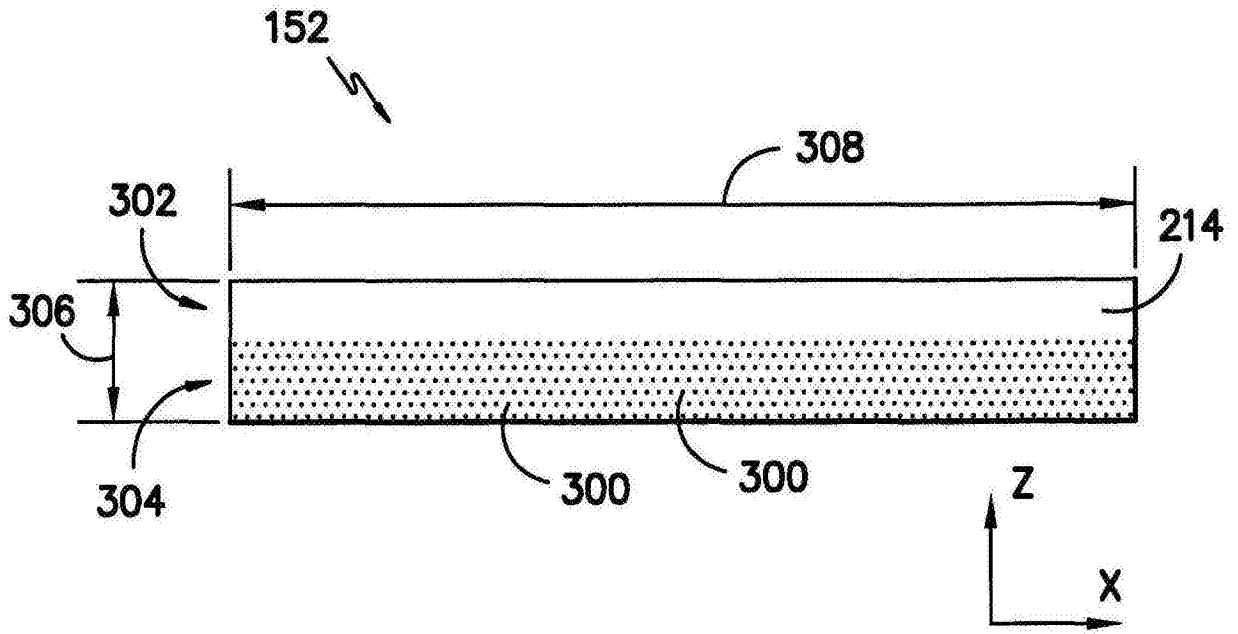


图22

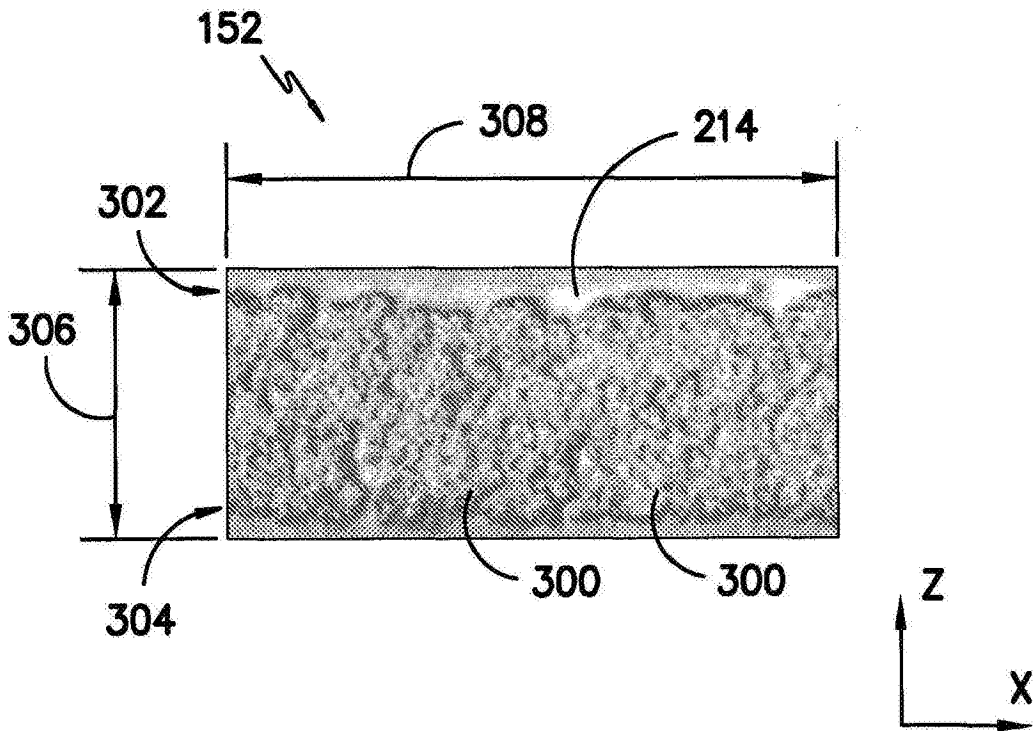


图23