

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101663165 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200880012837. 0

(22) 申请日 2008. 04. 04

(30) 优先权数据

11/738, 366 2007. 04. 20 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 10. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/059388 2008. 04. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02008/130822 EN 2008. 10. 30

(73) 专利权人 惠普开发有限公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 P·H·哈丁 P·V·博伊德

P·J·本宁 M·吉里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 薛峰 曹若

(51) Int. Cl.

B41J 2/045(2006. 01)

B41J 2/16(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2002/0095755 A1, 2002. 07. 25, 说明书第 [0006] 段.

CN 1286167 A, 2001. 03. 07, 全文.

EP 1677367 A1, 2006. 07. 05, 说明书第 [0091] 段及附图 9.

审查员 余娟娟

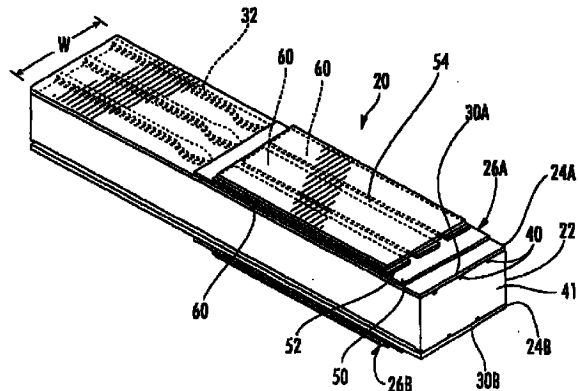
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 11 页

(54) 发明名称

打印头叠层板

(57) 摘要

一种打印头叠层板 (24), 其包括粘结层 (44) 和导电层 (46) 之间的柔性玻璃层 (42)。



1. 一种打印头 (20), 所述打印头包括:
打印头叠层板 (24), 所述打印头叠层板 (24) 包括:
柔性玻璃层 (42);
处于所述柔性玻璃层 (42) 的第一侧面上并且与所述第一侧面接触的第一导体; 以及
处于所述柔性玻璃层 (42) 的第二相对侧面上并且与所述第二相对侧面接触的粘结层 (44)。
2. 根据权利要求 1 所述的打印头, 进一步包括与所述第一导体电接触的压电材料 (52)。
3. 根据权利要求 2 所述的打印头, 进一步包括与所述压电材料 (52) 电接触的第二导体。
4. 根据权利要求 2 所述的打印头, 进一步包括衬底 (22), 所述衬底 (22) 具有由所述粘结层粘结到所述叠层板 (24) 的面, 所述面包括流体通道 (32)。
5. 根据权利要求 4 所述的打印头, 其特征在于, 所述叠层板 (24) 在平面中延伸, 而且所述通道 (32) 沿着平行于所述平面的一个或多个轴线延伸。
6. 根据权利要求 5 所述的打印头, 进一步包括横跨所述衬底 (22) 边缘的孔板 (170)。
7. 根据权利要求 4 所述的打印头, 其特征在于, 所述衬底 (22) 为聚合物。
8. 根据权利要求 7 所述的打印头, 其特征在于, 所述通道 (32) 为模制成型通道 (32)。
9. 一种形成打印头的方法, 所述方法包括:
提供第一叠层板 (24), 所述第一叠层板 (24) 包括第一柔性玻璃层 (42), 在所述第一柔性玻璃层 (42) 的第一侧面上并与所述第一侧面接触的第一导体, 以及在所述第一柔性玻璃层 (42) 的第二相对侧面上并与所述第二相对侧面接触的粘结层 (44); 以及
将所述第一叠层板 (24) 粘结到至少一个模具衬底 (22) 的第一面, 所述第一面具有第一流体通道 (32)。
10. 根据权利要求 9 所述的方法, 进一步包括将压电材料 (52) 耦接到所述第一导体。

打印头叠层板

背景技术

[0001] 压电喷墨打印头有时使用光刻法,阳极键合和玻璃背面磨削而形成。这种工艺成本高且费时。附图说明

[0002] 图 1 是根据示例性实施例的打印头的前透视图。

[0003] 图 2 是根据示例性实施例的图 1 的打印头的右侧投影图。

[0004] 图 3 是根据示例性实施例的分离之前的多个图 1 的打印头的后透视图。

[0005] 图 4 是根据示例性实施例为了示出目的部分省略的图 1 的打印头的前透视图。

[0006] 图 5 是根据示例性实施例的图 4 的打印头的部分前投影图。

[0007] 图 6 是根据示例性实施例的图 1 的打印头的另一个实施例的部分截面图。

[0008] 图 7-11 是示出了根据示例性实施例的形成图 1 的打印头的方法的侧投影图。

[0009] 图 12-17 是示出了根据示例性实施例的形成图 1 的打印头的另一种方法的侧投影图。具体实施方式

[0010] 图 1-3 示出了根据示例性实施例的压电喷墨打印头 20。打印头 20 配置成有选择地将一种或多种流体(例如一种或多种墨水)分配或喷出到媒介上。打印头 20 包括衬底模具或衬底 22,打印头叠层板 24A 和 24B(总称为叠层板 24),压电致动器 26A 和 26B(总称为致动器 26)。

[0011] 衬底 22 包括由一种或多种材料的一个或多个层形成基本上平的结构,所述衬底 22 具有两个相对面 30A 和 30B(总称为面 30)。如图 1 和进一步图 4 所示,面 30A 和 30B 每个包括流体特征或通道 32。通道 32 沿面 30 并沿轴线延伸,所述轴线基本上平行于衬底 22 沿其延伸的一般平面。如图 4 所示,通道 32 每个包括填充腔或部分 36 和喷出腔或部分 38。填充部分 36 包括通道 32 与流体供给或源直接流体连通的部分,例如储液器(未示出)。

[0012] 喷出部分 38 包括通道 32 大致邻近致动器 26 并终止于喷嘴开口 40 的部分。喷嘴开口 40 包括沿衬底 22 的喷嘴边缘 41 的孔,流体经过所述孔喷出。喷嘴开口 40 具有受控制或限定的尺寸以调节喷出的流体量。喷出部分 38 还有限定的几何形状以协助调节经过开口 40 喷出的流体量。具体地,喷出部分 38 限定容量。邻近叠层板 24 由邻近致动器 26 引发的运动改变了经过相应开口 40 喷出流体的容量。

[0013] 根据一个示例性实施例,衬底 22 由同质的硅层形成,通道 32 和开口 40 使用光刻法,蚀刻和/或其他制造技术制造到该层中。根据另一个示例性实施例,衬底 22 由一种或多种聚合物材料的同质层形成,通道 32 和开口 40 制造到该层中。在一个实施例中,一种或多种聚合物材料包括热固性聚合物材料,例如环氧树脂。在其他实施例中,一种或多种聚合物材料包括热塑性聚合物材料,例如聚醚酰亚胺(PEI)。在衬底 22 由热塑性材料形成的实施例中,衬底 22 可呈现增强的抗墨性和刚性。

[0014] 低成本高模量聚合物材料(衬底 22 可由该材料注模成型)的例子包括液晶聚合物(LCP),聚砜(PS),聚醚醚酮(PEEK)。聚合物材料(衬底 22 可由该材料模成型)的其他例子包括:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),聚乙烯亚胺(PEI),聚苯硫(PPS)和聚异戊二烯(PI)。在其他实施例中,衬底 22 可压模成型。使用聚合物形成衬底 22 可减少打印头 20 的

成本,通过避免或减小基于硅的处理和利用改进的聚合物机械性能(例如应变失效)使打印头具有更广泛的形式,便于使原型快速转向,并增加了通道 32 的流体结构的自由度。

[0015] 在一些实施例中,聚合物材料形成衬底 22 可额外地包括一定百分比的填充材料。填充材料的例子包括但不限于碳,氧化钛,金属和玻璃。在聚合物材料包括填充材料的实施例中,衬底 22 可呈现提高的刚性和导热性。

[0016] 在一个实施例中,通道 32 和开口 40 模制成型到衬底 22 中。例如,在一个实施例中,衬底 22 为注模成型。使用注模成型有利于开口 40 的各种几何形状,其可对于液滴的均匀性和/或方向性提供益处。在其他实施例中,通道 32 可以其他方式在衬底 22 中形成,例如一种或多种材料去除技术,如光刻法或光聚合和蚀刻;机电加工,如切割,锯削,磨削等;或激光烧蚀或切割。

[0017] 在示出的具体例子中,衬底 22 具有大约 1 到 9 英寸的宽度 W。通道 32 具有大约 200 微米的宽度和大约 100 微米的深度。开口 40 具有大约 40 微米的宽度和深度。在其他实施例中,衬底 22 的通道 32 和开口 40 可具有可替换的尺寸。

[0018] 叠层板 24 包括抵靠并沿着衬底 22 的相对面结合到衬底 22 的多层结构。叠层板 24 由多个连续且基本上共同延伸的材料层形成。在一个实施例中,叠层板 24 具有厚度并由材料形成使得叠层板 24 足够柔性,以此来由辊或卷储存和分配,有利于打印头 20 的低成本制造。叠层板 24 至少部分地覆盖通道 32,支撑相对于通道 32 的喷出部分 38 的致动器 26,并提供柔性薄膜或隔膜,所述薄膜或隔膜配置成由致动器 26 运动来改变喷出部分 38 的容量,以此来经过开口 40 以机械或声学机构“挤压”或喷出流体。

[0019] 如图 2 和 5 所示,叠层板 24 每个包括玻璃层 42,粘结层 44 和导体 46。玻璃层 42 包括玻璃层,所述玻璃层的尺寸设定成足够的柔性以允许致动器 26(图 1 所示)利用受控制的方式将这种玻璃弯折或弯曲到通道 32 的喷出部分 38。在一个实施例中,玻璃层 42 具有大约 58 微米的厚度。这么薄的玻璃板可由例如 Elmsford, New York 的 Schott North America, Inc. 的供应商商业供应。根据一个实施例,玻璃层 42 具有大约 60GPa 的机械模数且泊松比为大约 0.25。玻璃层 42 具有在大约 3 至 9ppm 之间的热膨胀系数。在其他实施例中,玻璃层 42 可具有其他尺寸。玻璃层 42 为腔提供具有非常高硬度或模量的“天花板”,以此来避免机械能量损失。

[0020] 粘结层 44 包括粘结到玻璃层 42 并配置成用于将叠层板 24 固定到衬底 22 的粘结机构的一种或多种材料的一个或多个层。在一个实施例中,粘结层 44 额外用作墨水分隔器并释放玻璃层 42 和衬底 22 之间的界面应力。根据一个实施例,粘结层 44 可包括环氧树脂材料层(例如结合到 IJ5000 干膜的光刻胶,如 SU8)。在一个实施例中,SU8 层(由 Newton, MA 的 MicroChem Corp. 商业供应)可具有大约 9 微米的厚度而 IJ5000 膜(由 Dupont 商业供应)具有大约 14 微米的厚度。在其他实施例中,粘结层 44 可具有其他厚度并可由可替换材料形成。

[0021] 导体 46 包括在玻璃层 42 相对于粘结层 44 的相对侧面上或附近的一个或多个导电材料层。导体 46 协助形成致动器 26 的压电材料 52 上的电势,有利于由致动器 26 经过开口 40 喷出流体。在一个实施例中,导体 46 包括沉积在玻璃层 42 上的金属。例如,在一个实施例中,导体 46 可包括具有大约 0.2 微米厚度的喷溅的铟锡氧化物(ITO)。在其他实施例中,导体 46 可包括其他导电材料并可具有其他尺寸。

[0022] 在一个实施例中,叠层板 24 单独形成并随后在例如通道 32 和开口 40 的流体特征形成之后结合到衬底 22。结果,叠层板 24 的可由外包制造并且叠层板 24 可更简单地储存,减少了制造打印头 20 的时间和空间。在叠层板 24 设在辊上的实施例中,打印头 20 的制造可使用辊对辊或卷对卷处理而进行。在一个实施例中,叠层板 24 通过加工处理(例如烘烤)粘结层 44 而结合到衬底 22,其中导电层 46 背对衬底 22。在其他实施例中,这种结合可以其他方式形成。

[0023] 致动器 26 包括配置成形成在叠层板 42 上的机构从而弯折或变形部分叠层板 42 来经过打印头 20 的开口 40 喷出流体。在所示例子中,致动器 26 包括压电致动器,其响应于应用的电位或电压而改变形状。如图 2 所示,致动器 26 每个包括粘结层 50,压电材料 52 和导电体 54。粘结层 50 包括配置用于将压电材料 52 粘结到导电体 46 的粘结材料层。如图 2 所示,层 50 选择性地沉积在导电体 46 上。在其他实施例中,层 50 可横跨导电体 46 连续涂覆或形成。在一个实施例中,层 50 包括导电粘结材料。例如,层 50 可包括环氧树脂粘结物。在其他实施例中,层 50 可包括其他导电粘结材料。在一些实施例中,层 50 可被省略,其中压电材料 52 以其他方式结合到导电体 46。

[0024] 压电材料 52 包括压电陶瓷或压电晶体,其在承受外加电压时小量地改变形状。压电材料 52 的例子包括但不限于锆钛酸铅(PZT)。在其他实施例中,材料 52 可包括其他压电陶瓷或晶体。

[0025] 在图 1 和 4 所示的具体例子中,三个致动器 26 包括三个不同的压电材料的长片或条带 60。每个条带 60 对应衬底 22 上的相对喷出部分 38。每个条带 60 与相邻条带电绝缘并由导电体 54 连接到一个或多个电源,使条带 60 能够被充电到不同的电压。

[0026] 导电体 54 包括与压电材料 52 电接触并配置成与导电体 46 协作以在压电材料 52 上应用电压的一个或多个导电结构。导电体 54 使不同电压能够应用在压电材料 52 的不同条带 60 上。结果,流体可独自地经过单独开口 40 喷出以在被打印表面上形成流体图案或图像。在一个实施例中,导电体 54 包括印图案到条带 60 上的喷溅的导电材料(例如金或钨锡氧化物)。在其他实施例中,导电体 54 可包括其他导电材料的其他构造或几何形状。

[0027] 尽管打印头 20 示出为包括三个通道 32,三个压电材料 52 的相应的三个条带 60 和衬底 22 的每个侧面上的三个不同导电体 54,但是在其他实施例中,打印头 20 可替换地包括更多或更少这种通道 32,条带 60 和衬底 22 的每个侧面上的导体 54。例如,在一个实施例中,打印头 20 可包括 50 个通道 32,条带 60 和衬底 22 的每个侧面的每英寸上的导体 54,其中通道 32 从中心到中西间隔大约 500um。尽管打印头 20 示出为包括叠层板 24 和衬底 22 两个侧面上的致动器 26,但是在其他实施例中,打印头 20 可替换地包括单个叠层板 24 和衬底 22 单个侧面上的单个致动器 26。

[0028] 总体上,打印头 20 的结构可有利于打印头 20 以低成本和更大的设计自由度制造。如上所述,叠层板 24 可独立于衬底 22 的形成而形成并在卷中提供,减小了制造成本。使用叠层板 24 进一步增强了形成不同尺寸或大小的所述打印头 20 的能力。如图 3 所示,打印头 20 的宽度 W_1 可按所需扩大或缩小,而改变或不改变最小制造过程。在所示例子中,完成的结构可分离成各种形状的打印头。

[0029] 因为叠层板 24 包括粘结层 44,叠层板 24 可更简单地粘结或结合到衬底 22 而不其他更成本高和耗时的过程(例如阳极键合)。在衬底 22 由聚合物材料形成的实施例中,制

造成本被进一步减小,流体特征(例如通道 32 和开口 40)通过更大量和种类的过程形成而通道 32 和开口 40 可具有更多种类的形状和构造,提供了更大的设计自由度。例如,道 32 和开口 40 可模制成型,潜在地减小了制造成本,喷嘴横截面形状可为三角形,椭圆形,正方形或任意其他可制造形状。

[0030] 图 6 是打印头 120 的一部分的截面图,打印头 20 的另一个实施例在图 5 中所示。打印头 120 类似于打印头 20,除了打印头 120 额外包括孔板 170。孔板 170 包括具有延伸经过其中的孔 172 的板(示出了其中一个)。孔 172 具有受控制的且明确限定的大小。板 70 结合到衬底 22 和叠层板 24 的边缘使得孔 72 在开口 40 中定位。结果,孔 172 进一步控制由打印头 120 喷出的墨滴的速率和大小。孔板 170 可允许开口 40 在大小上更大或以更大的公差制造。同时,提供孔板 170 的孔 172 的受控制的尺寸可由更大的可靠性和更低的成本实现。

[0031] 在一个实施例中,孔板 170 由聚合物材料(例如 PET)形成。在其他实施例中,孔板 170 可由金属或陶瓷材料形成。孔 172 可通过电镀,激光处理等形成。在其他实施例中,孔板 170 可由其他材料和孔形成,或者 172 可使用其他技术形成。

[0032] 图 7-11 示意性地示出了形成多个打印头 20 的一种方法。如图 7 所示,提供了多个相互连接的衬底或衬底模具 22A, 22B 和 22C(总称为衬底 22)。衬底 22 由连接板 202 连接。连接板 202 包括使连续衬底 22 相互连接并在之前延伸的材料的片或条带。连接板 202 使衬底 22 相互连接并允许衬底 22 共同并协调地运动。在连接板 202 具有足够刚性或相互连接的衬底 22 或拉成一串的衬底 22 的具体实施例中,连接板 202 可控制或调节连续衬底 22 之间的间隔。在一个实施例中,连接板 202 沿着每个衬底 22 的整个长度(进入纸面)连续延伸。在其他实施例中,每个独立的连接板 202 可包括长度小于相邻衬底 22 的长度的单个跨片(span)或片,或者可包括沿着衬底 22 长度的多个间隔的段或片。

[0033] 连接板 202 有利于产生的多个相互连接的打印头随后分离成多个独立的打印头 20。在所示的具体实施例中,连接板 202 相对于衬底 22 的厚度具有减小的厚度从而在受控制的位置有利于这种随后的分离。在其他实施例中,连接板 202 可以其他方式形成从而比衬底 22 更脆弱。例如,连接板 202 可包括刻痕或断点或者可由更脆弱或更容易切断或隔断的不同材料形成。

[0034] 在所示的具体实施例中,连接板 202 与衬底 22 作为单一整体而一体化形成。在一个实施例中,衬底 22 和连接板 202 二者由一种或多种聚合物材料模制出。在一个实施例中,衬底 22 和连接板 202 为注模成型。结果,多个衬底 22 可同时形成且同时协调运动并为了固定到叠层板 42 而适当定位。在其他实施例中,连接板 202 可被省略。

[0035] 进一步如图 7 所示,叠层板 24A 和 24B 分别由卷 206A 和 206B(总称为卷 206)供给并在衬底 22 由连接板 202 相互连接时位于衬底 22 的相对侧面。因为叠层板 24 由卷 206 供给所以制造成本减小。另外,叠层板 24 可以几乎同步的方式位于多个相互连接的衬底 22 附近。结果,多个打印头 20 可同时制造。

[0036] 图 8 示出了叠层板 24 到衬底 22 的胶合。在粘结层 44 包括环氧树脂(例如环氧树脂光刻胶,如 SU8)的一个实施例中,叠层板 24 胶合并烘烤到衬底 22 上,其中在该烘烤过程中环氧树脂被加工处理。如图 8 所示,叠层板 24 横跨并在连续衬底 22 之间连续延伸。叠层板 24 横跨并跨过连接板 202 连续延伸。叠层板 24 相对于连接板 202 延伸的部分基本上

与叠层板 24 相对于衬底 22 延伸的部分相同。换言之,粘结层 44 和导电体 46 都没有印图案从而在叠层板 24 重叠连接板 202 的部分省略。结果,叠层板 24 可以更少的印图案步骤更容易地制造。而且,叠层板 24 可以减少的对齐监控和控制结合到衬底 22。在其他实施例中,一个或两个粘结层 44 或导电体 46 可印图案从而在叠层板 24 覆盖连接板 202 的部分中省略。

[0037] 图 9 和 10 示出了致动器 26 在每个衬底 22 形成。如图 9 所示,粘结层 50 形成在导电体 46 上。因此,压电材料 52 沉积在粘结层 50 上。在将压电材料 52 放在粘结层 50 上之后,粘结层 50 被加工处理。在其他实施例中,粘结层 50 应用到压电材料 52,其组合随后粘结到导电体 46。

[0038] 如图 10 所示,导电体 54 形成在压电材料 52 上。在一个实施例中,导电体 54 通过将导电材料溅射到压电材料 52 上或与压电材料 52 电接触而形成。这种导电材料的例子包括金。导电体 54 随后电连接到电压源。

[0039] 图 11 示出了通过上述过程分离多个相互连接的打印头 20。如图 11 所示,打印头 20 在相对于连接板 202 的位置被相互分离或分开。在一个实施例中,这种分离可通过锯削,磨削等机械地进行。在另一个实施例中,这种分离可由激光进行。在其他实施例中,打印头 20 可以其他方式分离。图 7-11 所述过程有利于以减少的工艺和低成本大规模地制造多个打印头。叠层板 24 可被预加工。叠层板 24 可被定位或同时地结合到多个打印头衬底 22。因为这种多个打印头是相互连接的,对这种多个相互连接的打印头衬底 22 的定位的可靠控制可更容易地维持。

[0040] 图 12-17 示出了形成打印头 20 的另一种方法。图 12-17 所示方法类似于图 7-11 所示方法,除了衬底 22 和叠层板 24 在结合之前分离。如图 12 所示,首先形成并提供衬底 22。如图 7-11 所示过程,衬底 22 由连接板 202 相互连接。连接板 202 使衬底 22 相互连接并允许衬底 22 共同并协调地运动。在连接板 202 具有足够刚性的具体实施例中,连接板 202 可控制或调节连续衬底 22 之间的间隔。在一个实施例中,连接板 202 沿着每个衬底 22 的整个长度(进入纸面)连续延伸。在其他实施例中,每个独立的连接板 202 可包括长度小于相邻衬底 22 的长度的单个跨片(span)或片,或者可包括沿着衬底 22 长度的多个间隔的段或片。

[0041] 连接板 202 有利于产生的多个相互连接的打印头随后分离成多个独立的打印头 20。在所示的具体实施例中,连接板 202 相对于衬底 22 的厚度具有减小的厚度从而在受控制的位置有利于这种随后的分离。在其他实施例中,连接板 202 可以其他方式形成从而比衬底 22 更脆弱。例如,连接板 202 可包括刻痕或断点或者可由更脆弱或更容易切断或隔断的不同材料形成。

[0042] 在所示的具体实施例中,连接板 202 与衬底 22 作为单一整体而一体化形成。在一个实施例中,衬底 22 和连接板 202 二者由一种或多种聚合物材料模制出。在一个实施例中,衬底 22 和连接板 202 为注模成型。结果,多个衬底 22 可同时形成且同时协调运动并为了固定到叠层板 42 而适当定位。在其他实施例中,连接板 202 可被省略。

[0043] 图 13 示出了相互连接的衬底 22 被分离。这种分离可由锯削、磨削等机械地进行,在另一个实施例中,这种分离可利用激光进行。在其他实施例中,打印头 20 可以其他方式分离。

[0044] 这种分离发生在衬底 22 结合到叠层板 24 之前。因为衬底 22 在由叠层板 24 覆盖之前被分离,在这种分离过程中实现了增强的控制以减小沿着衬底 22 的喷嘴边缘 41 损坏开口 40 的可能性。在一些实施例中,衬底 22 在结合到叠层板 24 之前的分离可以更快的速率进行。

[0045] 图 14 示出了叠层板 24 横跨并相对于分离的独立衬底 22 的定位。在所举例子中,叠层板 24 由卷 206 供给。一旦叠层板 24 位于相对于衬底 22,叠层板 24 被分离或隔断以此来具有相应于衬底 22 的尺寸。换言之,叠层板 24 基本上与衬底 22 的相对面共同延伸。在其他实施例中,叠层板 24 在位于相对于衬底 22 之前被分离并可由堆叠或其他非卷储存设备供给。

[0046] 图 15 示出了叠层板 24 到衬底 22 的固定或结合。在粘结层 44 包括环氧树脂(例如环氧树脂光刻胶,如 SU8)的一个实施例中,叠层板 24 胶合并烘烤到衬底 22 上,其中在该烘烤过程中环氧树脂被加工处理。在其他实施例中,叠层板 24 可以其他粘结剂或其他胶合技术结合到衬底 22。

[0047] 图 16 和 17 示出了致动器 26 的附加。如图 16 所示,粘结层 50 形成在导电体 46 上。因此,压电材料 52 沉积在粘结层 50 上。在将压电材料 52 放在粘结层 50 上之后,粘结层 50 被加工处理。在其他实施例中,粘结层 50 可应用于压电材料 52,其组合随后粘接到导电体 46 上。

[0048] 如图 17 所示,导电体 54 形成在压电材料 52 上。在一个实施例中,导电体 54 通过溅射导电材料形成在压电材料 52 上或与压电材料 52 电接触。这种导电材料的例子包括金。此溅射步骤可在组装工艺的任何阶段发生。导电体 54 随后电连接到电压源。

[0049] 尽管图 7-11 和图 12-17 所示方法示出了通道 32,叠层板 24 和沿着衬底 22 的两个相对面形成的致动器 26,但是在其他实施例中,这种特征可使用相同可替换地形成在衬底 22 的单面上。尽管以明显的顺序描述了具体步骤,但是在其他实施例中,步骤的执行可由可替换的顺序进行。额外的步骤或工艺还可加到所述方法中。

[0050] 尽管本公开参照示例性实施例描述,但是本领域技术人员将认识到可进行形式上和细节上的改变,只要不脱离所要求保护的的主题的精神和范围。例如,尽管不同的示例性实施例可被描述为包括提供一个或多个益处的一个或多个特征,但是应预计到所述特征可互换或者可替换地在所述示例性实施例或其他可替换的实施例中相互组合。例如,尽管特征作为具体组合的一部分示出,所述特征在具有其他特征组合的其他示例性实施例中可具有相同的适用性。权利要求不应限制于这种示例性实施例中示出的具体特征组合。因为本公开的技术相对复杂,所以不是所有的技术改变都是可预见的。参照示例性实施例描述且在下列权利要求中陈述的本公开明显地想要尽可能地宽泛。例如,除非以其他方式特殊声明,陈述单一具体元件的权利要求也包括多个这种具体元件。

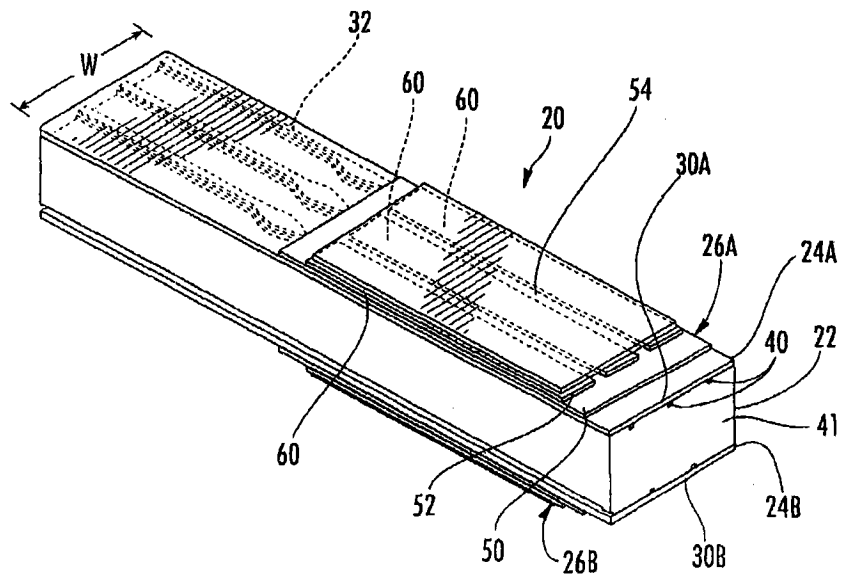


图 1

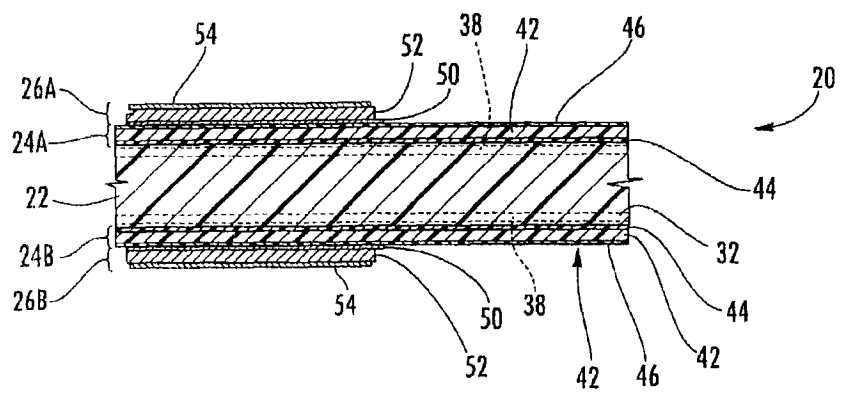


图 2

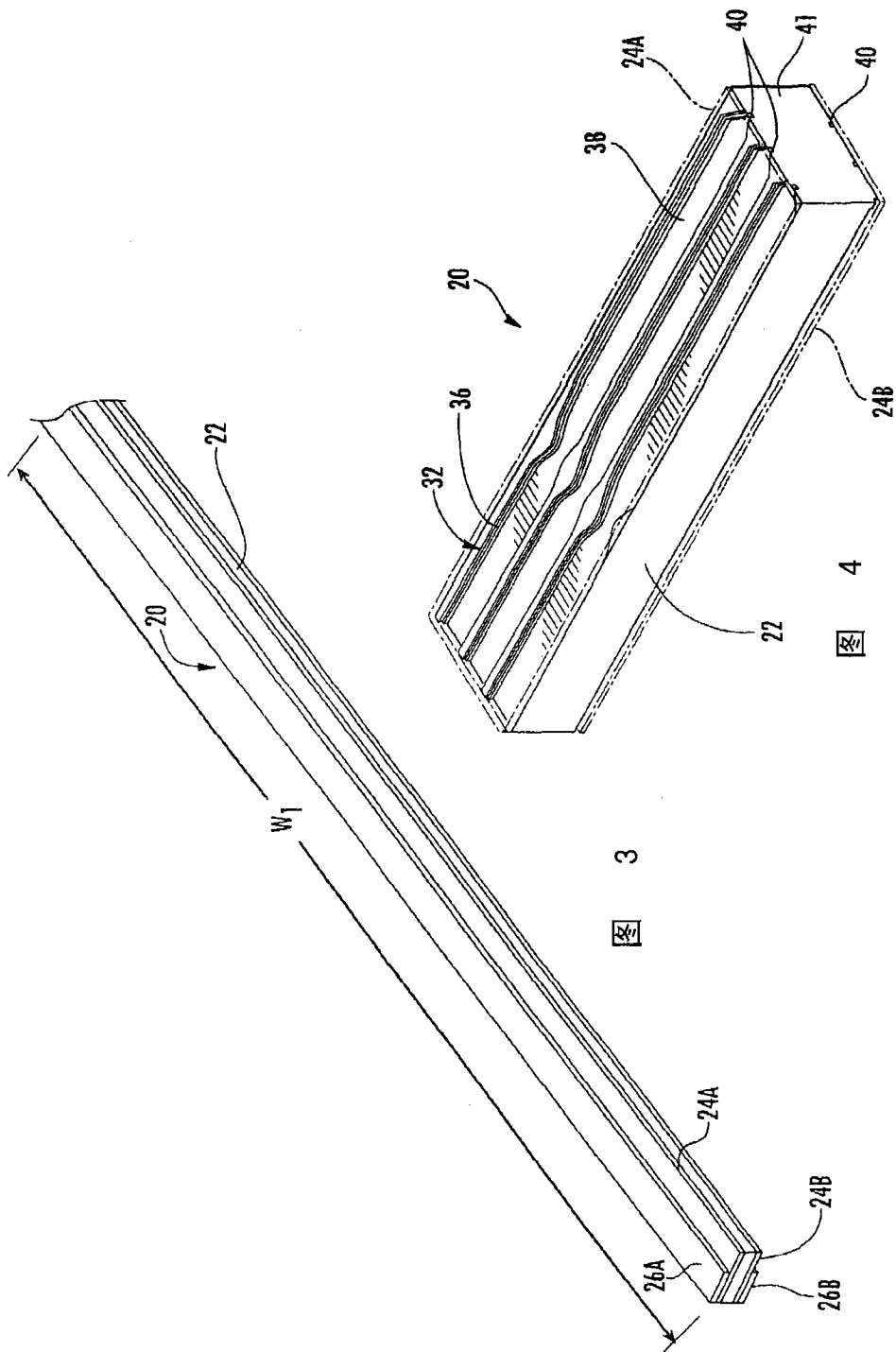


图 3

图 4

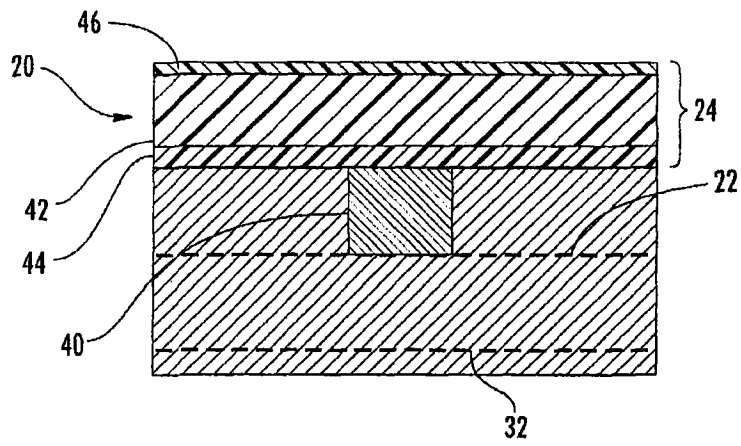


图 5

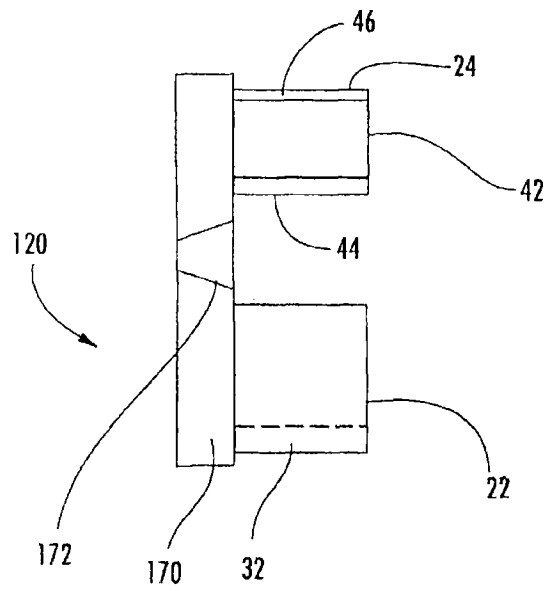


图 6

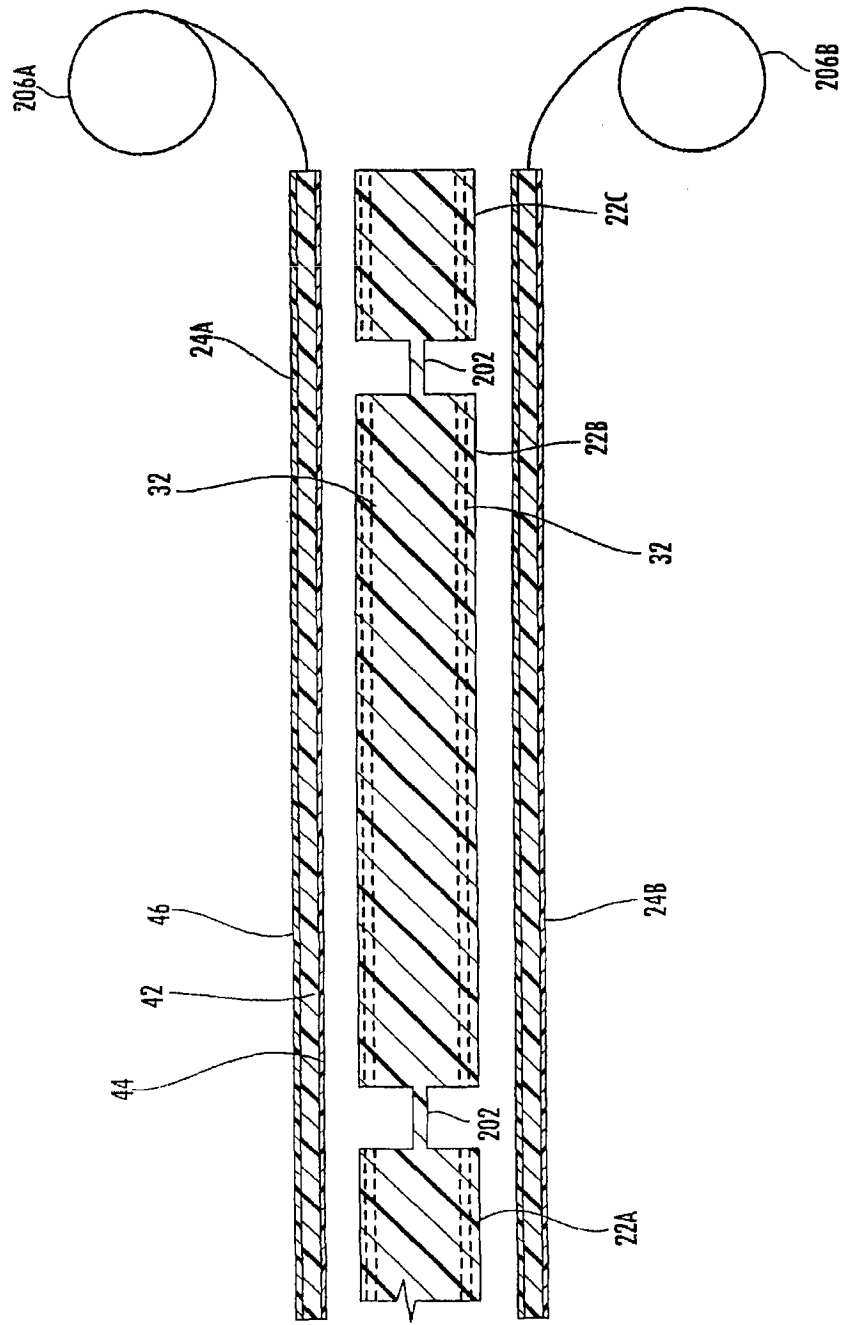


图 7

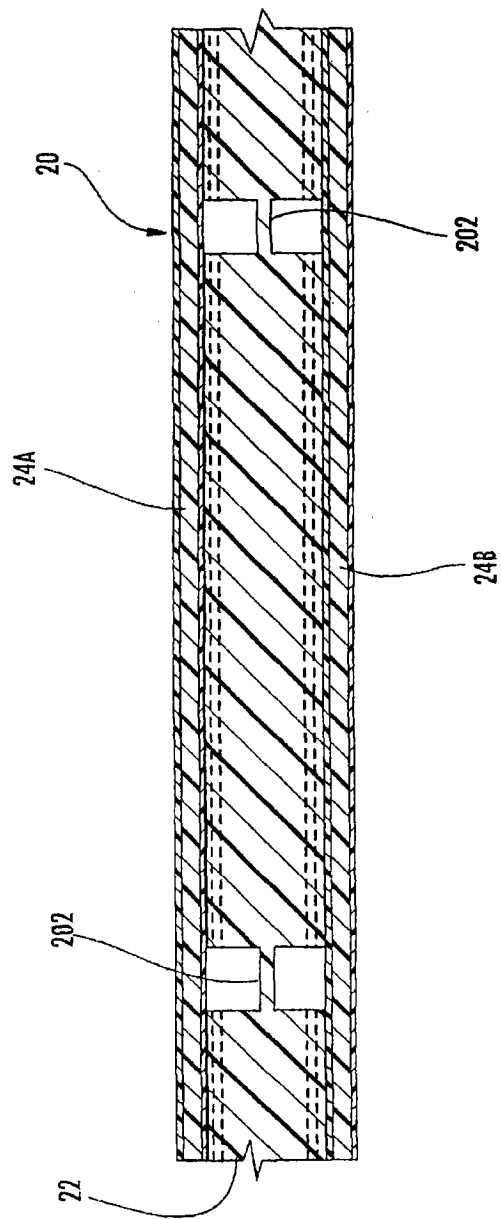


图 8

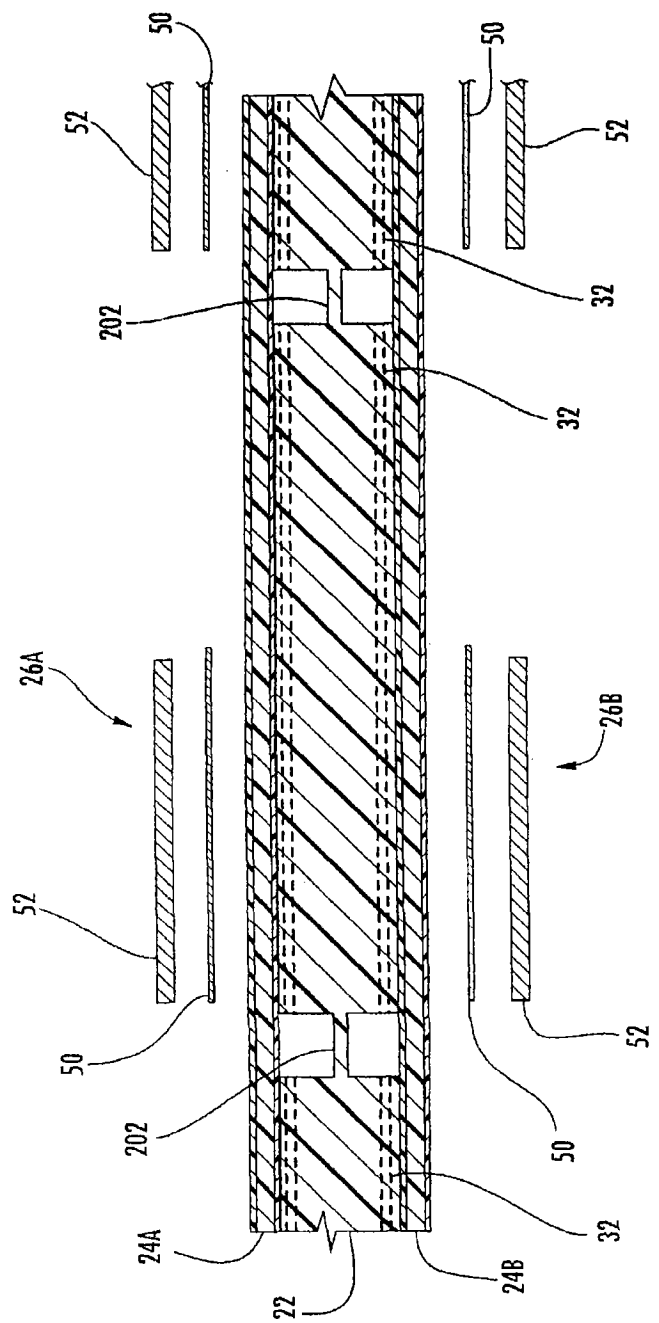


图 9

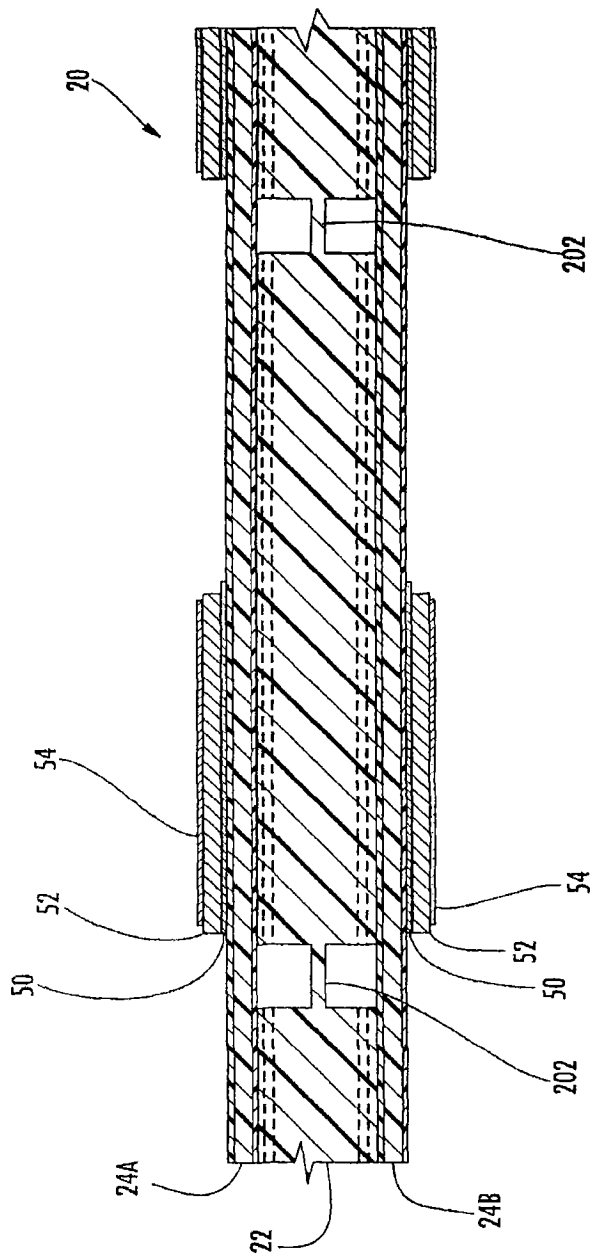


图 10

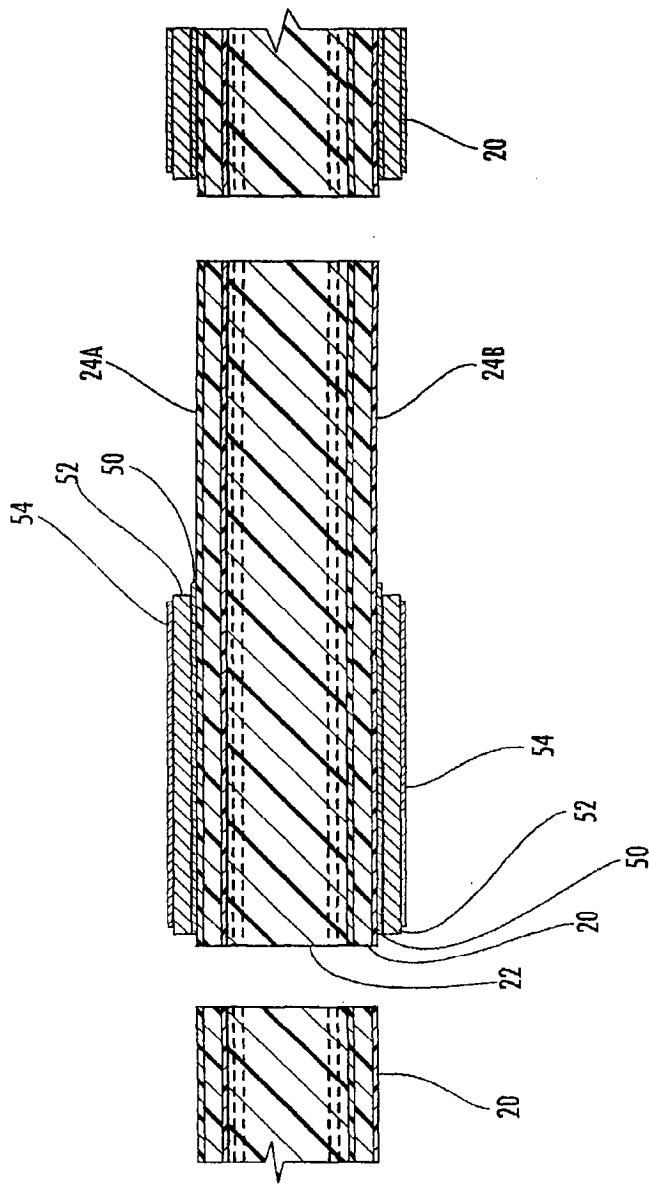


图 11

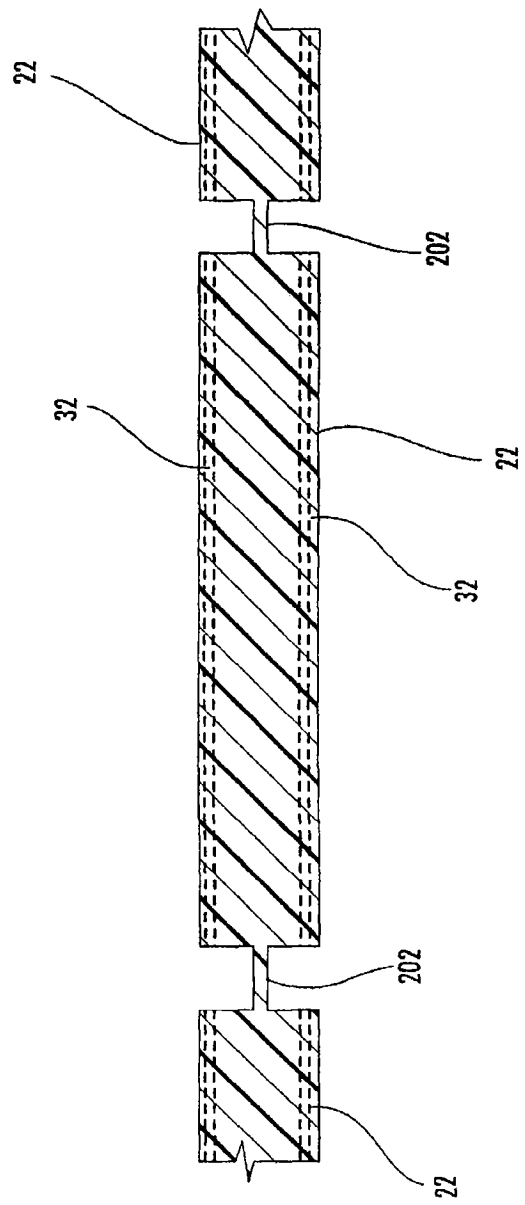


图 12

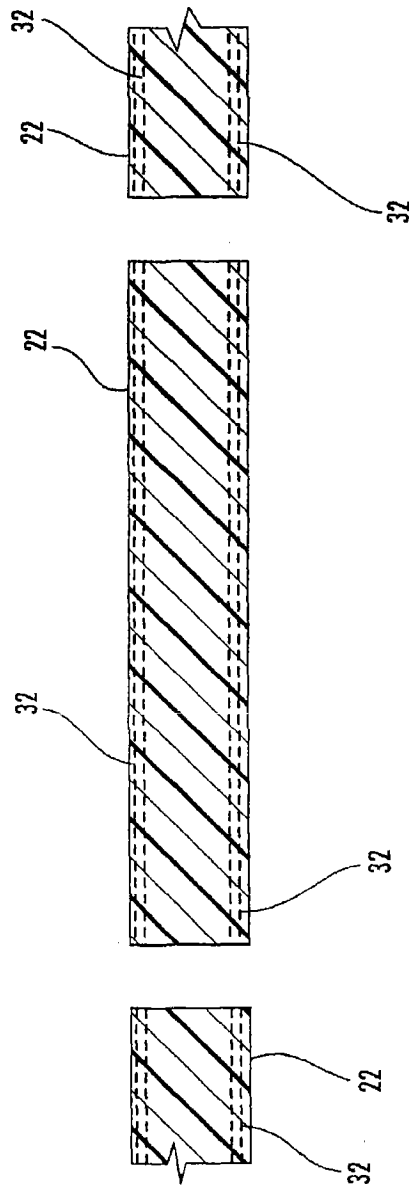


图 13

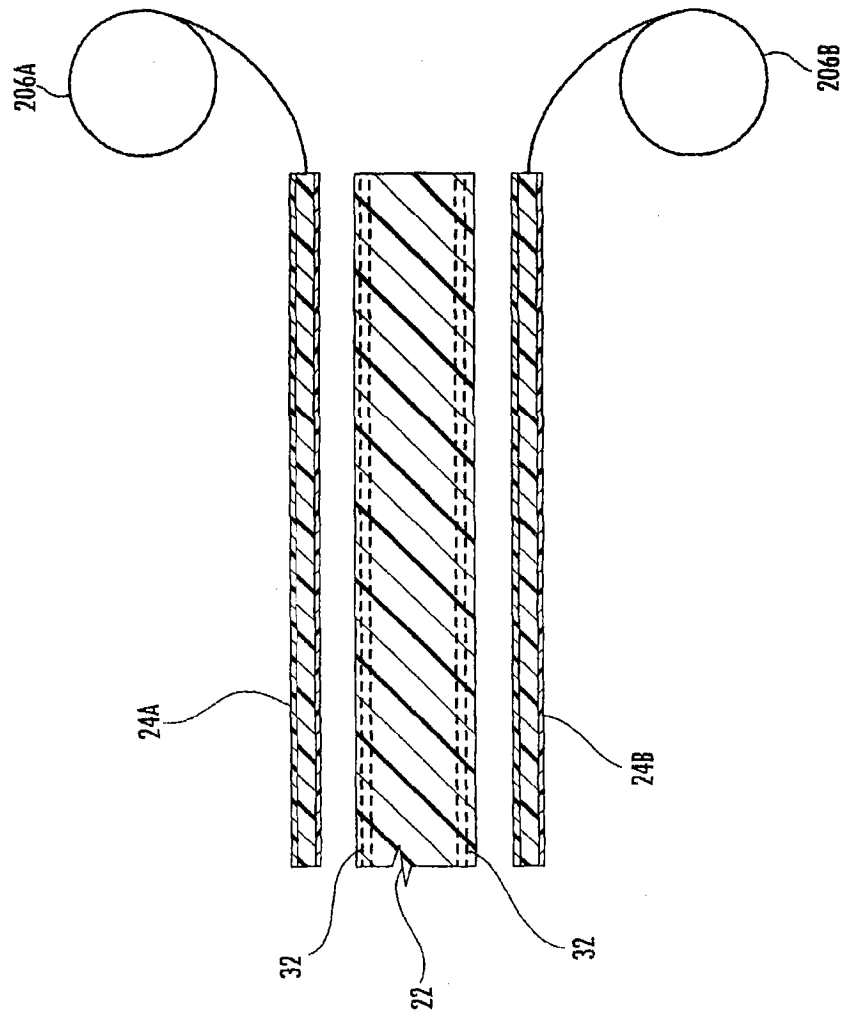


图 14

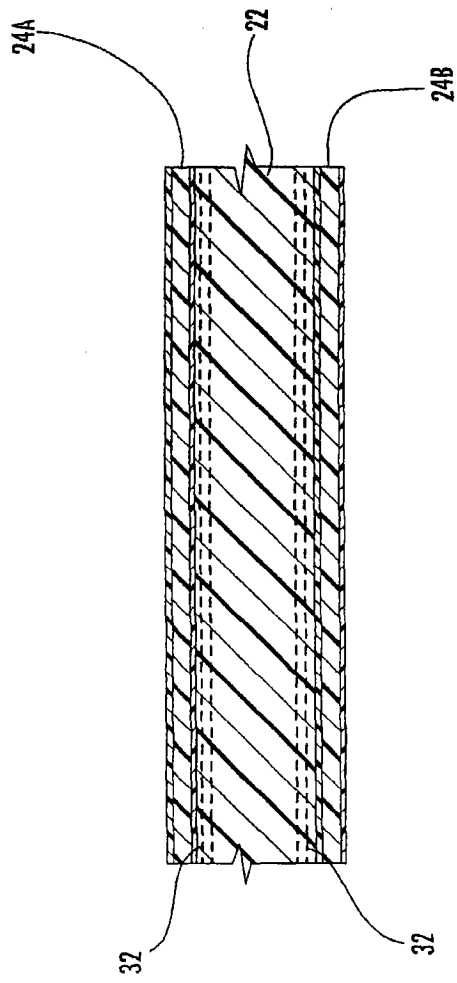


图 15

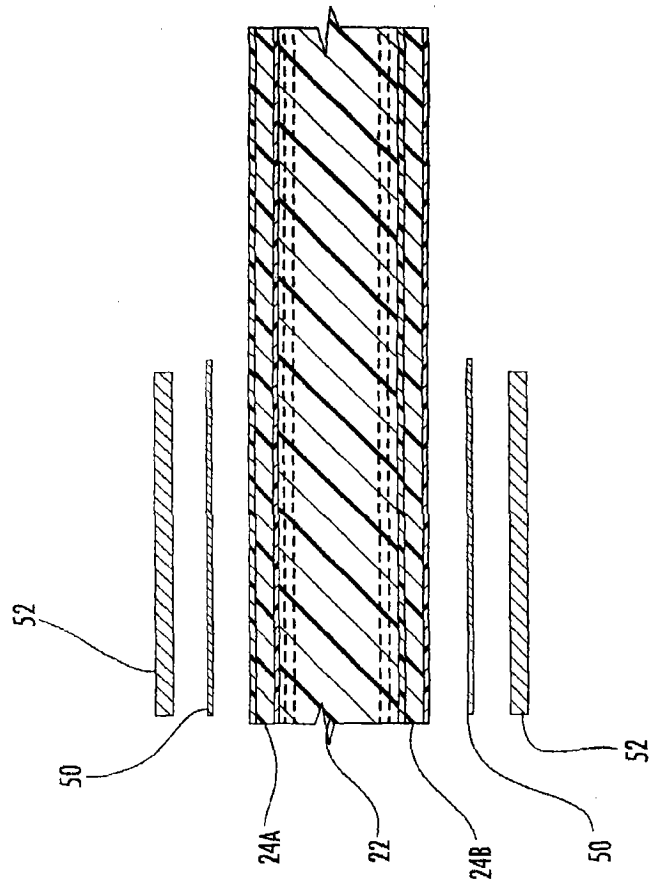


图 16

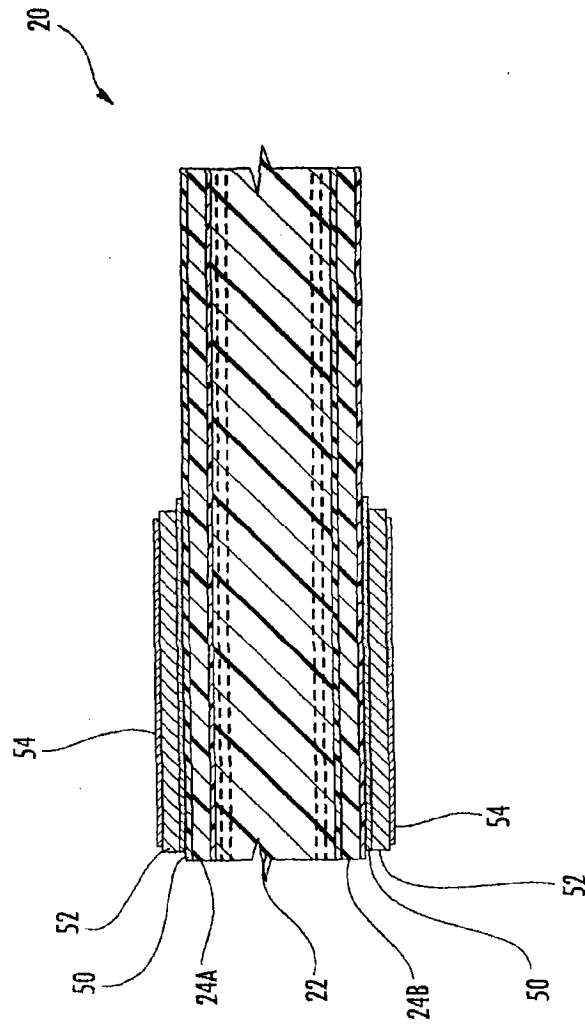


图 17