



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105269915 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510317298. 3

(22) 申请日 2015. 06. 10

(30) 优先权数据

14/311970 2014. 06. 23 US

(71) 申请人 施乐公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 J·R·比奇纳 J·周 M·卡努恩格

N·Y·佳 P·J·麦康维尔 W·洪

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 李献忠

(51) Int. Cl.

B32B 37/06(2006. 01)

B32B 37/12(2006. 01)

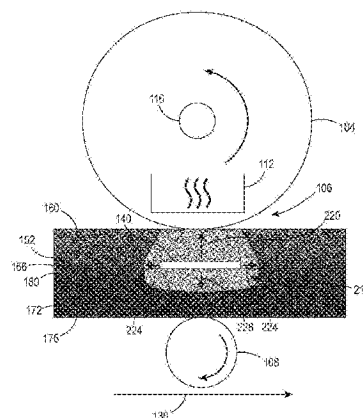
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

用于形成粘结衬底的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于粘结两个衬底的设备，所述设备包括第一辊，配置成与第一辊形成压合部的第二辊，配置成将第一衬底和第二衬底同时移动通过压合部的衬底输送装置。控制器操作衬底输送装置以将第一衬底和第二衬底同时移动通过压合部，第一衬底的第一侧上的疏水材料的图案接合第二衬底的第一侧。第一衬底接合具有比第二辊高的温度的第一辊，并且疏水材料穿透第一和第二衬底以将衬底粘结在一起。



1. 一种用于将第一衬底粘结到第二衬底的设备,其包括:

第一辊;

第二辊,所述第二辊配置成接合所述第一辊以形成压合部;

第一加热器,所述第一加热器可操作地连接到所述第一辊并且配置成将所述第一辊加热到第一温度,所述第一温度大于所述第二辊的第二温度;

衬底输送装置,所述衬底输送装置配置成将所述第一衬底和所述第二衬底同时移动通过所述压合部;以及

控制器,所述控制器可操作地连接所述第一加热器和所述衬底输送装置,所述控制器配置成:

启动所述第一加热器以将所述第一辊加热到所述第一温度;并且

操作所述衬底输送装置以将所述第一衬底和所述第二衬底移动通过所述压合部,且所述第一衬底的第一侧上的疏水材料的预定图案接合所述第二衬底的第一侧,所述第一衬底的第二侧接合所述第二辊并且所述第二衬底的第二侧接合所述第一辊以使所述预定图案中的所述疏水材料能够将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制器还配置成:

操作所述第一加热器以将所述第一辊加热到所述第一预定温度,从而在所述压合部中产生温度梯度以液化所述疏水材料,并且使所述疏水材料的第一部分能够穿透所述第一衬底并且使所述疏水材料的第二部分能够穿透所述第二衬底,所述第一部分大于所述第二部分。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述压合部中的温度梯度是在所述第一辊处的大约 90°C 和所述第二辊处的大约 20°C 到 40°C 之间。

4. 根据权利要求2所述的设备,其中所述第一辊的所述第一预定温度在 65°C 到 140°C 之间。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述疏水材料包括相变墨。

6. 一种将第一衬底粘结到第二衬底的方法,其包括:

用控制器启动第一加热器以将第一辊加热到第一温度;

用所述控制器将第二辊接合到所述第一辊以形成压合部,所述第二辊具有低于所述第一温度的第二温度;以及

用所述控制器操作衬底输送装置以将所述第一衬底和所述第二衬底移动通过所述压合部,且所述第一衬底的第一侧上的疏水材料的预定打印图案接合所述第二衬底的第一侧,所述第一衬底的第二侧接合所述第二辊并且所述第二衬底的第二侧接合所述第一辊以使所述预定打印图案中的所述疏水材料能够将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

7. 根据权利要求6所述的方法,其还包括:

用所述控制器操作所述第一加热器以将所述第一辊加热到所述第一预定温度,从而在所述压合部中产生温度梯度以液化所述疏水材料,并且使所述疏水材料的第一部分能够穿透所述第一衬底并且使所述疏水材料的第二部分能够穿透所述第二衬底,所述第一部分大于所述第二部分。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述压合部中的温度梯度是在所述第一辊处的大约 90°C 和所述第二辊处的大约 20°C 到 40°C 之间。

9. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述第一辊的所述第一预定温度在 65℃到 140℃之间。

10. 一种配置成引导流体的扩散的化学测定装置,其包括:

第一衬底,所述第一衬底包括:

第一侧,所述第一侧具有配置成接收生物流体样本的预定位置;

具有第一侧的第二衬底,所述第二衬底的第一侧接合所述第一衬底的第二侧以接收来自通过所述第一衬底扩散的生物流体样本的流体;以及

疏水材料,所述疏水材料穿透所述第一衬底和所述第二衬底以将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

用于形成粘结衬底的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及用于将衬底粘结在一起的系统和方法,并且更特别地,涉及用于粘结纸质衬底的各层以形成多层化学测定或生物医学测试装置的系统和方法。

背景技术

[0002] 纸基化学测定装置包括纸质衬底,在纸中形成流体通道和其它流体结构的蜡,以及一种或多种试剂。纸基化学测定装置的普通例子包括由纸制造并且在测试流体(如血液、尿和唾液)中执行生物化学测定和诊断的生物医学测试装置。装置是小的、轻质的和低成本并且举例来说作为诊断装置在卫生保健、军事和国土安全中具有潜在的应用。

[0003] 许多纸基诊断装置由嵌入有化学试剂和疏水材料(如蜡或相变墨)的纸的多个层形成,所述疏水材料形成通道以引导生物流体通过多孔纸扩散到一个或多个部位,在所述部位处化学试剂与生物流体反应以执行测定。当适当地对准时,纸的多个层实现三维路径以便流体到达传感器中的测试部位,相比于纸的单层中的二维布置这允许在指定尺寸的装置中形成用于不同测定的更大数量的测试部位。另外,测试装置中的一些化学制品与空气和其它环境污染物起反应。具有蜡或另一疏水材料的可选涂层的纸的多个层将测试装置的部分与环境隔离以防止污染。

[0004] 由纸或另一衬底的多个层形成的现有的生物医学装置使用插入衬底之间的粘合层将多个衬底层附着在一起。例如,图6描绘用粘合膜的多个相应层508A-508C粘结在一起的多个纸层504A-504D的分解图。例如,粘合膜的每一层是双面胶带。粘合膜层包括使来自一层衬底层的液体能够穿过粘合材料以到达衬底的另一层的孔、通道和其它穿孔。例如,施加到层504A中的区域520的流体穿过粘合层508A中的相应开口524以到达衬底层504B中的相应流体通道区域528。

[0005] 在现有技术的生物医学中使用的独立粘合层在制造过程期间和在生物医学传感器的使用期间具有缺陷。在制造期间,粘合层必须形成有开口,所述开口与围绕粘合剂的两个衬底层中的开口的尺寸、形状和位置一致。形成开口并且使衬底层与粘合层对准增加制造过程的复杂性。在使用期间,生物医学传感器接收不同的生物流体。在一些情况下,生物流体与粘合层中的粘合材料化学反应。流体和粘合剂之间的反应可能污染生物医学传感器并且减小测定结果的精确性。因此,改善多层生物医学传感器和其它多层装置的生产过程和结构将是有益的。

发明内容

[0006] 在一个实施例中,已开发一种将第一衬底粘结到第二衬底的设备。所述设备包括:第一辊;第二辊,所述第二辊配置成接合所述第一辊以形成压合部;第一加热器,所述第一加热器可操作地连接到所述第一辊并且配置成将所述第一辊加热到第一温度,所述第一温度大于所述第二辊的第二温度;衬底输送装置,所述衬底输送装置配置成将所述第一衬底和所述第二衬底同时移动通过所述压合部;以及控制器,所述控制器可操作地连接所述第

一加热器和所述衬底输送装置。所述控制器配置成启动所述第一加热器以将所述第一辊加热到所述第一温度,并且操作所述衬底输送装置以将所述第一衬底和所述第二衬底移动通过所述压合部,所述第一衬底的第一侧上的疏水材料的预定图案接合所述第二衬底的第一侧,所述第一衬底的第二侧接合所述第二辊并且所述第二衬底的第二侧接合所述第一辊以使所述预定图案中的所述疏水材料能够将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

[0007] 在另一实施例中,已开发一种用于将第一衬底粘结到第二衬底的方法。所述方法包括:用控制器启动第一加热器以将第一辊加热到第一温度;用所述控制器将第二辊接合到所述第一辊以形成压合部,所述第二辊具有低于所述第一温度的第二温度;以及用所述控制器操作衬底输送装置以将所述第一衬底和所述第二衬底移动通过所述压合部,所述第一衬底的第一侧上的疏水材料的预定打印图案接合所述第二衬底的第一侧,所述第一衬底的第二侧接合所述第二辊并且所述第二衬底的第二侧接合所述第一辊以使所述预定打印图案中的所述疏水材料能够将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

[0008] 在另一实施例中,已开发一种配置成引导流体的扩散的多层化学测定装置。传感器包括:包括第一侧的第一衬底,所述第一侧具有配置成接收生物流体样本的预定位置;具有第一侧的第二衬底,所述第二衬底的第一侧接合所述第一衬底的第二侧以接收来自通过所述第一衬底扩散的生物流体样本的流体;以及疏水材料,所述疏水材料穿透所述第一衬底和所述第二衬底以将所述第一衬底粘结到所述第二衬底。

附图说明

[0009] 在结合附图进行的以下描述中解释控制衬底的粘结的设备的前述方面和其它特征。

[0010] 图 1 是配置成用淀积在其中一个衬底上的疏水材料将两个衬底粘结在一起的设备的图示。

[0011] 图 2 是描绘当两个衬底在图 1 的设备的压合部中粘结在一起时处于液相的疏水材料的流动的图示。

[0012] 图 3A 是包括通过形成于衬底的表面上的疏水材料粘结在一起的多个衬底的多层生物学测试装置的分解图。

[0013] 图 3B 是描绘由多个单独的纸质衬底形成多层生物学测试装置的图示,所述纸质衬底涂覆有疏水材料以将衬底粘结在一起并且形成控制流体扩散通过纸质衬底的通道。

[0014] 图 4 是使用疏水材料将多个衬底粘结在一起的过程的方块图。

[0015] 图 5 是描绘在去除粘结到第一衬底的另一衬底之后疏水材料穿透到第一衬底的图示。

[0016] 图 6 是描绘用中间粘合层粘结在一起的生物学测试装置的层的现有技术的图示。

具体实施方式

[0017] 为了本文中所公开的系统和方法的环境以及系统和方法的细节的一般理解,参考附图。在附图中,始终使用相似的附图标记来表示相似的元件。当在本文中使用术语“打印机”包含用树脂或着色剂在介质上产生图像的任何设备,如数字复印机、编书机、传真

机、多功能机等。在下面的描述中,打印机还配置成将熔融蜡、相变墨或其它疏水材料淀积到多孔衬底(如纸)上。打印机可选地配置成将温度梯度和压力施加到衬底,其散布疏水材料并且使疏水材料能够穿透到多孔衬底中以形成控制液体(包括水)通过衬底的毛细流动的通道和屏障。

[0018] 当在本文中使用时,术语“亲水材料”和“亲水衬底”指的是吸收水并且使水能够经由毛细作用通过材料扩散的材料。亲水衬底的一个普通例子是纸,如纤维素过滤纸、层析纸或任何其它合适类型的纸。亲水衬底由允许水和包括水的其它生物流体(如血液、尿、唾液和其它生物流体)扩散到衬底中的多孔材料形成。如下所述,疏水材料嵌入亲水衬底中以形成流体通道和控制流体通过亲水衬底扩散的其它疏水结构。

[0019] 当在本文中使用时,术语“疏水材料”指的是抵抗附着到水并且基本上对于通过毛细作用水流不可透过的任何材料。当嵌入多孔衬底(如纸)中时,疏水材料用作屏障以防止水通过包括疏水材料的衬底的部分扩散。疏水材料也用作包括水的许多流体(如血液、尿、唾液和其它生物流体)的屏障。如下所述,疏水材料嵌入多孔衬底中以形成疏水结构,所述疏水结构包括但不限于流体屏障、流体通道壁和控制液体通过衬底的毛细扩散的其它元件。在一个实施例中,衬底也包括用于测试流体样本的各种性质的生物化学试剂。疏水材料形成通道以将流体引导到具有化学试剂的淀积物的衬底中的不同位置。疏水材料也相对于通道中的流体是基本上化学惰性的,从而减小或消除疏水材料与流体之间的化学反应。流体的单个样本通过衬底中的通道扩散以与衬底的不同位置的不同试剂反应,从而提供用于对单个的流体样本执行多个生物化学测试的简单和低成本装置。

[0020] 当在本文中使用时,术语“相变材料”指的是在室温和标准大气压(例如,20℃和一个大气压)下具有固相并且在升高的温度和/或压力水平下具有液相的疏水材料。本文中使用的相变材料的例子包括蜡和相变墨。当在本文中使用时,术语“相变墨”指的是在室温下基本上为固体、但是在高温下软化和液化的呈墨的形式的一种类型的疏水相变材料。一些喷墨打印机将液化相变墨滴喷射到间接图像接收表面(如旋转鼓或环形带)上以形成墨潜像。墨潜像转印到衬底(如纸片材)。其它喷墨打印机将墨滴直接喷射到打印介质(如纸片材或长形纸卷)上。在液态下,相变材料可以穿透多孔衬底,如纸。适合用于在亲水衬底中形成流体通道和其它疏水结构的相变墨的例子包括由康涅狄格州诺沃克市(Norwalk)的 Xerox 公司市售的固体墨。

[0021] 如下所述,两个衬底穿过两个辊之间的压合部,这两个辊将温度梯度和压力施加到相变疏水材料。相变材料过渡到液相并且穿透两个衬底。相变材料随后冷却并且固化以将两个衬底粘结在一起。本文中所述的用于与生物传感器一起使用的相变材料的实施例也是提供屏障以防止水和其它生物流体通过衬底扩散的疏水材料。相变材料也基本上不与生物传感器实施例中的生物流体化学反应。然而在替代实施例中,将两个衬底粘结在一起的相变材料不必是疏水材料。

[0022] 当在本文中使用时,术语“停留时间”指的是两个或更多个衬底的指定部分在形成于两个辊之间的压合部中接收将衬底粘结在一起的热和压力花费的时间量。停留时间量与形成压合部的辊的表面面积和通过压合部的衬底的线性速度相关。停留时间选择成使相变材料能够穿透衬底以将衬底粘结在一起。选定停留时间可以基于衬底的厚度和孔隙率、压合部中的温度梯度、压合部中的压力和将衬底粘结在一起的相变材料的粘性特性变化。更

大的辊典型地形成具有更大表面面积的压合部。因此,具有更大辊直径的粘结设备的实施例以更高的线性速度操作以获得与具有更小直径的辊的其它实施例相同的停留时间。

[0023] 在传统喷墨打印机中,相变墨转印到衬底的一侧,可选地在双面打印操作中将不同相变墨图像转印到衬底的两侧。打印机将相变墨滴散布在衬底的表面上,并且相变墨图像在打印介质的表面上冷却和固化以形成打印图像。然而下面所述的实施例将热和压力施加到衬底的表面上的相变墨或另一相变疏水材料以使相变材料能够穿透通过衬底中的多孔材料,从而形成控制通过衬底的流体的扩散的通过衬底的厚度的三维屏障。

[0024] 图 1 描绘设备 100,所述设备用于将热和压力施加到两个衬底(如两个纸的片材)以使形成于衬底中的一个上的疏水材料能够流入两个衬底的多孔材料中并且将衬底粘结在一起。在一些实施例中,设备 100 包含在喷墨打印系统中。

[0025] 在图 1 中,设备 100 包括第一辊 104、第二辊 108、辊加热器 112、旋转致动器 116、衬底加热器 120 和控制器 50。第一辊 104 和第二辊 108 在压合部 106 中彼此接合。在设备 100 中,机械、气动或液压致动器用变化压力水平将辊 104 和 108 保持在一起以形成压合部 106,从而将压力施加到穿过压合部 106 的一个和多个衬底。在一些实施例中,致动器也将辊 104 和 108 移动到接合以形成压合部 106 或移动到脱离接合。例如,旋转致动器 116 是以选定速度范围旋转第一辊 104 的电动机。当接合到第一辊 104 时第二辊 108 响应第一辊 104 的运动而旋转。

[0026] 在设备 100 中,衬底输送装置在由箭头 130 指示的方向上推动衬底通过压合部 106。衬底输送装置包括一个或多个致动器和皮带、辊以及与辊 104 和 108 的运动同步地将衬底移动通过压合部的其它输送装置。第一辊 104 和第二辊 108 是推动衬底通过压合部 106 的衬底输送系统的一部分。在设备 100 包含在喷墨打印机中的实施例中,打印机中的衬底输送系统输送衬底。一些喷墨打印机包括双工衬底输送装置,所述双工衬底输送装置将衬底移动通过压合部 106 以从第一辊 104 将疏水材料接收在衬底的一侧上,并且通过压合部 106 返回衬底,且接收疏水材料的一侧接合第二辊 108。

[0027] 设备 100 包括辊加热器 112,所述辊加热器将辊 104 的表面加热到升高温度的范围。如下所述,加热器 112 将辊 104 加热到辊 104 的不同表面温度以使疏水材料能够穿透衬底并且在可选的喷墨打印机实施例中用于将由疏水材料形成的潜像转印到衬底的表面上。衬底加热器 120 是沿着衬底通过衬底输送装置的路径定位在压合部 106 之前的另一加热器。当衬底穿过压合部 106 时衬底加热器 120 将衬底的温度升高到预定温度。在一个实施例中,当衬底接近压合部 106 时衬底加热器 120 将衬底加热到 60°C。辊加热器 112 和衬底加热器 120 体现为设备 100 中的电辐射加热器。

[0028] 在设备 100 中,例如,控制器 50 是包括中央处理器单元(CPU)和数字存储器的独立、专用数字计算设备。在设备 100 的其它部件中,控制器 50 可操作地连接到致动器 116 和加热器 112。在操作期间,控制器 50 接收对应于在一个或多个衬底的各侧上形成的疏水材料的图案的数字图像数据。疏水材料形成控制流体样本通过亲水衬底(如纸)扩散的屏障和流体通道。另外,疏水材料的区域涂覆衬底的侧以密封堆叠的多层装置中的衬底或其它衬底层以防止污染。

[0029] 控制器 50 用执行编程指令以控制设备 100 中的一个或多个部件的操作的通用或专用可编程处理器实现。执行编程功能所需的指令和数据存储在与处理器或控制器关联的

存储器中。控制器 50 中的这些部件设在印刷电路卡上或者作为专用集成电路 (ASIC) 中的电路被提供。每个电路可以用独立处理器实现或者多个电路在相同处理器上实现。在替代配置中,电路用分立部件或设在超大规模集成 (VLSI) 电路中的电路实现。而且,本文中所述的电路可以用处理器、FPGA、ASIC 或分立部件的组合实现。

[0030] 图 3A 描绘形成于多层化学测定装置中的不同衬底层上的打印疏水层的例子。在图 3A 的实施例中,化学测定装置体现为生物医学测试装置 350,其包括淀积位置和由疏水材料形成的流体通道以将流体引导到不同位置,在所述位置化学试剂与流体反应。装置 350 包括四个衬底层 354、358、362 和 366。层 354 是入口层,其具有设备 100 由疏水材料形成的区域 355 和由裸纸衬底形成并且接收生物医学流体滴的淀积部位 356。区域 355 中的疏水材料从一侧密封生物医学装置 350 并且控制放置在淀积部位 356 上的生物医学流体的扩散。设备 100 将疏水材料的不同打印布置淀积到层 358、362 和 366 上,如图 3 中所示。层 358 和 362 形成将来自层 352 的流体引导到层 366 中的不同测试部位的中间流体通道。例如,测试部位 368 包括测试血液样本中的蛋白水平的化学试剂并且测试部位 370 包括测试血液样本中的葡萄糖水平的化学试剂。衬底层 366 上的打印布置形成屏障以防止测试部位之间的流体的扩散并且使衬底层 366 能够粘结到衬底层 364。

[0031] 参考图 1,设备 100 被示出处于操作模式下,其中已经在一侧 156 上承载疏水材料 140 的衬底 152 与另一衬底 172 穿过压合部 106,其中压力和温度梯度施加到两个衬底 152 和 172 以使疏水材料 140 能够在压合部 106 中液化并且将衬底 152 和 172 粘结在一起。衬底 152 和 172 移动通过压合部 106,且衬底 152 的一侧 160 接合辊 104,承载打印图案 140 的一侧 156 接合衬底 172 的一侧 180,并且衬底 172 的另一侧 176 接合第二辊 108。在图 1 的实施例中,衬底输送装置沿着衬底片材的边缘对准两个衬底 152 和 172,例如沿着共同边缘对准两个纸片材。喷墨打印系统(未显示)或另一合适的装置以足够的精度形成图案从而当两个介质片材在边缘处对准并且穿过压合部 106 时对准两个介质片材之间的疏水材料的相应流体通道和打印区域。

[0032] 在图 1 中,辊加热器 112 将第一辊 104 的表面加热到大约 100℃ 的温度。第二辊 108 的表面保持在大约 20℃ -40℃ 的较低温度。为了在操作期间保持较低温度,在衬底不移动通过压合部 106 时的操作周期期间,致动器(未显示)将第二辊 108 从压合部 106 去除。尽管第二辊 108 接收来自第一辊 104 的一些热能,第二辊 108 从第一辊 104 分离使第二辊 108 能够保持在比第一辊 104 低的温度从而当衬底穿过压合部 106 时形成温度梯度。在使用疏水相变墨作为粘结衬底的材料的其它实施例中,第一辊的表面被加热到在 65℃ 到 140℃ 的范围内的高温度,但是其它温度范围可以适合于不同的疏水材料组分。

[0033] 在设备 100 中,对于范围内的任何选定温度第二辊的表面温度保持低于第一辊的表面温度。当衬底 152 和 172 移动通过压合部 106 时辊 104 和 108 之间的不同表面温度形成压合部 106 中的温度梯度。在压合部 106 中衬底 152 的一侧 160 被加热到比衬底 172 的一侧 176 高的温度。相比于疏水材料 140 穿透到衬底 172 中,形成于压合部 106 中的温度梯度使疏水材料 140 能够在更大程度上朝着较高温度辊 104 穿透到衬底 152 中。疏水材料 140 以足够的程度穿透两个衬底以将衬底 152 和 172 粘结在一起。第一辊 104 和第二辊 108 也以压合部压力将压力施加到衬底 152 和疏水材料 140,在图 1 的实施例中,所述压合部压力在 800 磅每平方英寸 (PSI) 到 3,000PSI 之间的范围内选择。

[0034] 在操作期间,致动器 116 以预定线性速度旋转第一辊 104 从而以一定速率将衬底 152 移动通过压合部 106,所述速率为疏水材料 140 穿透衬底 152 和 172 提供足够的停留时间。线性速度选择成使衬底 152 和 172 的每个部分能够保持在压合部 106 内持续 0.1 秒到 10 秒之间的预定停留时间。如上所述,辊 104 和 108 的尺寸和表面面积影响压合部的尺寸并且控制器 50 操作致动器 116 以调节第一辊 104 和第二辊 108 的线性速度,从而产生基于衬底和粘结衬底的疏水材料的类型选择的预定停留时间。

[0035] 图 2 更详细地描绘疏水材料 140 穿透到衬底 152 和 172 中。压合部 106 中的升高的温度和压力熔化固化的疏水材料 140 并且液化的疏水材料水平地和竖直地散布到衬底 152 和 172 中的多孔材料中,如延伸到两个衬底 152 和 172 的多孔材料中的区域 212 所示。

液化疏水材料的散布距离 L 由 Washburn 方程: $L = \sqrt{\frac{\gamma D t}{4\eta}}$ 提供,其中 γ 是熔融疏水材料 140

的表面张力,D 是衬底 152 和 172 中的孔隙的孔隙直径,t 是疏水材料 140 保持液化的时间量,并且 η 是熔融疏水液体的粘度。表面张力 γ 和粘度 η 项从疏水材料 140 的性质经验地确定。孔隙直径 D 从形成衬底 152 和 172 的纸或其它亲水材料的类型经验地确定。尽管不是必需的,但是在图 2 的实施例中衬底 152 和 172 具有相同的孔隙直径 D。

[0036] 如上面在 Washburn 方程中所述,散布距离 L 与疏水液体的粘度 η 成反比。设备 100 对当疏水材料和衬底移动通过在压合部 106 中产生的温度梯度时的疏水材料的粘度 η 和停留时间 t 具有直接或间接控制。疏水材料(如蜡或相变墨)基于材料的温度和施加到疏水材料的压力过渡到具有变化粘度水平的液态。液化的疏水材料的粘度与材料的温度逆相关。相比于衬底 172 的较冷侧 176 和较冷辊 108,压合部中的温度梯度在更大程度上减小靠近衬底 152 的一侧 160 和辊 104 的较高温度区域中的疏水材料的粘度。

[0037] 在本领域中众所周知,在压合部 106 中施加的压力也减小疏水材料 140 的有效熔化温度使得熔化压合部 106 中的疏水材料 140 所需的温度水平低于标准大气压下的熔化温度。当衬底 152 和 172 离开压合部时,压力水平快速下降,这使疏水材料 140 能够以更快速和受控的方式返回固化状态以粘结衬底 152 和 172。衬底 152 和 172 通过压合部 106 的线性速度也影响疏水材料 140 在液体下花费的时间量。

[0038] 在压合部 106 中,温度梯度产生熔融疏水材料 140 的各向异性加热。相比于靠近较低温度的第二辊 108 的疏水材料 140 的粘度,在所述侧 160 上的第一辊 104 的较高温度在更大程度上降低靠近较高温度的第一辊 104 的疏水材料 140 的粘度 η 。因此,相比于疏水材料朝着所述侧 176 流动到衬底 172 中,温度梯度使疏水材料 140 能够朝着所述侧 160 以更长距离流动到衬底 152 的多孔材料中。在区域 212 中,相比于在方向 228 上朝着较低温度辊 108 进入衬底 172 的较短流动,箭头 220 描绘疏水材料朝着较高温度辊 104 的较长流动距离。温度梯度也减小疏水材料 140 沿着衬底 152 和 172 的长度的水平流动,如箭头 224 所示。压合部 106 中的温度梯度使疏水材料 140 能够过渡到液相并且穿透到两个衬底 152 和 172 中以将衬底粘结在一起。在图 2 的例子中,疏水材料 140 从所述侧 152 穿透到所述侧 160。疏水材料的穿透使疏水材料能够形成通过衬底 156 的屏障和流体通道。减小穿透到衬底 172 中防止疏水材料 140 阻塞或以另外方式干扰在第二衬底 172 中由疏水材料的附加层形成的流体通道,但是疏水材料 140 的足够部分穿透第二衬底 172 以形成衬底 152 和

172 之间的牢固粘结。

[0039] 图 3B 描绘使用设备 100 将装置 350 的多个衬底层粘结在一起的过程。在图 3B 中, 设备 100 使衬底 354 和 358 穿过压合部以将各层粘结在一起, 如粘结层 360 所示。设备 100 随后将粘结层 360 与下一层 362 移动通过压合部以形成三层粘结层 364, 并且设备以类似方式继续将衬底 366 粘结到三层粘结层 364, 形成装置 350。图 3B 描绘将连续衬底层粘结在一起以形成装置 350 的单个设备 100。另一实施例使用类似于设备 100 的多组辊以将多个衬底层粘结在一起。

[0040] 在图 3B 中, 除了将多个衬底层粘结在一起的疏水材料以外, 衬底层中的至少一些包括形成通过衬底的流体通道的疏水材料。例如, 衬底层 358 包括通过衬底的厚度形成的流体通道 359。在设备 100 中的初始粘结过程期间, 在衬底 354 和 358 之间, 较高温度的第一辊 104 接合衬底 358。压合部 106 中的各向异性温度梯度使衬底 358 上的疏水材料能够穿透到衬底 354 中以形成流体通道。另外, 疏水材料的一部分穿透两个衬底 354 和 358 以将衬底粘结在一起。在针对衬底层 362 和 366 的后续粘结操作期间, 先前粘结的层的堆叠接合较低温度的第二辊 108, 而附加层接合设备 100 中的较高温度的辊 104。形成于先前粘结的衬底中的流体通道基本上不会受到随后穿过粘结附加层以形成装置 350 的设备 100 的影响。

[0041] 图 4 描绘使用疏水材料将两个或更多个衬底粘结在一起的过程 400 的方块图。为了示例性目的, 与图 1 和图 2 的设备 100 以及图 3A 和图 3B 的生物学测试装置 350 结合描述过程 400。

[0042] 过程 400 开始于: 设备 100 用衬底输送装置将打印衬底与第二衬底的第一侧对准 (方块 408)。在设备 100 中, 使用在现有的打印机装置中使用的衬底操作装置将两个衬底沿着至少两个垂直边缘对准。衬底沿着边缘的对准保证不同衬底层中的疏水材料的打印图案也彼此对准以形成通过多个衬底层连接在一起的流体通道。

[0043] 过程 400 继续为: 设备 100 将两个衬底穿过压合部 106, 且第一衬底的第二侧接合具有较高温度的第一辊并且第二衬底的第二侧接合具有较低温度的第二辊 (方块 412)。疏水材料在压合部中液化并且将两个衬底粘结在一起。图 1 和图 2 更详细地描绘粘结过程。如上所述, 从第一辊的较高温度到第二辊的较低温度的压合部中的温度梯度使液化的疏水材料能够在比第二衬底更大的程度上穿透第一衬底。

[0044] 过程 400 针对用于形成装置的任何附加衬底继续 (方块 416)。在过程 400 期间, 先前粘结的衬底作为参考方块 408 和 412 的处理所述的第二衬底穿过压合部 (方块 424)。第一衬底是粘结到先前粘结的衬底层的附加层。在参考方块 408-424 所描述的处理的每次重复期间, 设备 100 粘结附加衬底层。

[0045] 在所有层已粘结在一起之后, 设备 400 可选地在粘结过程结束时在最后一个粘结的衬底的第二侧上打印附加疏水材料图案 (方块 428)。疏水材料的附加层密封粘结到剩余衬底层的最后衬底层的暴露部分。例如, 在传感器 350 中如果层 366 是粘结到传感器 350 中的衬底的最后层, 则设备 100 可选地在生物学测试装置 350 的底部上打印密封层 366 的暴露表面的相变墨的图案。在生物学测试装置 350 中, 测试部位需要是用户可见的, 但是如果纸质衬底被暴露则测试部位可能被流体或空气污染。在过程 400 的一个实施例中, 喷墨打印机或其它装置形成光学透明蜡或相变墨的涂层, 所述涂层完全密封层 366 的暴露下

表面,同时使测试部位(如测试部位 368 和 370)能够保持在使用装置 350 来分析流体样本时可见。

[0046] 在另一实施例中,过程 400 用牺牲衬底层在粘结衬底堆叠(如传感器 350)的外表面上形成密封。牺牲衬底层涂覆有疏水材料并且粘结到传感器 350 的外部,如衬底层 366 的暴露表面。在穿过设备 100 之后牺牲衬底从生物传感器 350 剥离。粘结设备 100 形成牺牲层和生物传感器 350 的暴露层之间的弱粘结,其中形成于牺牲层上的疏水材料的大部分转印到生物传感器 350 的暴露表面。然后在使用生物传感器 350 时手动地或以自动方式剥离牺牲层。

[0047] 图 3 描绘围绕淀积部 356 粘结到生物传感器 350 中的衬底 354 的牺牲衬底 374。牺牲衬底 374 包括将牺牲衬底 374 粘结到衬底 354 而不阻塞淀积部位 356 的疏水材料 376 的圆形淀积部。疏水材料 376 不覆盖牺牲衬底 374 的整个表面以允许牺牲衬底从传感器 350 中的衬底层 354 的手动或自动分离。尽管未在图 3 中描绘,但是另一牺牲层可选地粘结到传感器 350 中的底部衬底 366。底部牺牲层接收不覆盖反应部位 368、370 或衬底层 366 中的任何其它反应部位的疏水材料的图案。如上所述,形成于牺牲层上的疏水材料可选地是用于传感器 350 的光学透明蜡或墨,其中包括用于生物医学分析的反应部位 368 和 370 的衬底层 366 的暴露表面保持可见,但是被保护以免污染。

[0048] 生物传感器和牺牲层穿过设备 100,牺牲层接合较低温度的第二辊 108 并且传感器 372 中的粘结衬底层接合较高温度的第一辊 104。因此,设备 100 的压合部中的温度梯度以类似于图 2 中的衬底层 152 的方式朝着层 354 吸引相变墨。疏水材料的分配形成衬底层 354 和牺牲衬底 374 之间的较弱粘结,这允许衬底 374 从衬底层 354 的手动或自动分离而不损坏衬底层 354 的表面。

[0049] 尽管图 3 描绘了牺牲衬底层接合较低温度的第二辊而不是较高温度的第一辊的配置,但是在另一配置中牺牲层接合设备 100 的较高温度的第一辊以形成牺牲衬底层 374 和生物医学测试装置 350 中的其它层之间的粘结。在该实施例中,牺牲衬底层 374 以与生物医学测试装置 350 中的其它衬底层基本相同的方式粘结到其它衬底层。如下所述,第一辊的温度可以影响两个或更多个衬底之间的粘结的强度。在另一实施例中,粘结牺牲衬底层 374 的设备 100 中的第一辊可选地被加热到更高温度以形成牺牲衬底层 374 和生物医学测试装置 350 中的其它衬底层之间的更弱粘结。

[0050] 图 5 描绘在去除粘结到第一衬底的第二衬底之后留在第一衬底的表面上的一系列疏水材料的残留图案的图示。残留图案 382、384、386、388 和 390 用分别具有 69℃、79℃、82℃、95℃和 110℃的温度的较高温度的第一辊 104 以固定压力形成于压合部中。在图 5 的例子中,压合部压力为大约 2,500PSI,但是替代配置使用 800PSI 到 3,000PSI 之间的压力范围。如图 5 中所示,穿透衬底的疏水材料的量响应第一辊的温度的相应增加而增加。为了将两个衬底粘结在一起,疏水材料在两个衬底中的一些穿透形成粘结。然而,如果太多的疏水材料穿透两个衬底,则衬底之间的粘结被弱化,原因是保留在两个衬底之间以保持粘结的疏水材料不足。在图 5 的实施例中,在 69℃的最低温度下形成的图案 382 显示残留的最大程度,原因是疏水材料的更大部分保留在两个衬底之间。残留水平指示两个衬底之间的更强粘结。如图 5 中所示,当第一辊的温度在样本 384、386、388 和 390 中增加时残留水平减小。

[0051] 除了将衬底粘结在一起以外,在一些实施例中疏水材料也穿透衬底以形成流体通道,其中在疏水材料完全穿透衬底的情况下增加的温度促进流体通道的形成。例如,在图 5 中分别用 95℃和 110℃的第一辊温度形成的样本 388 和 390 描绘具有对第一衬底的更大穿透的相变图案。因此,尽管靠近设备中的第一辊的下限操作范围的温度形成衬底层之间的更强粘结,但是在除了将衬底粘结在一起以外疏水材料穿透衬底以形成流体通道的实施例中选择的第一辊温度更大。如图 3 中所示,在一个实施例中第一辊的温度为 90℃,这使得疏水材料能够穿透生物学测试装置 350 中的衬底层,同时也形成对于生物学测试装置 350 的实际使用耐用的衬底层之间的粘结。

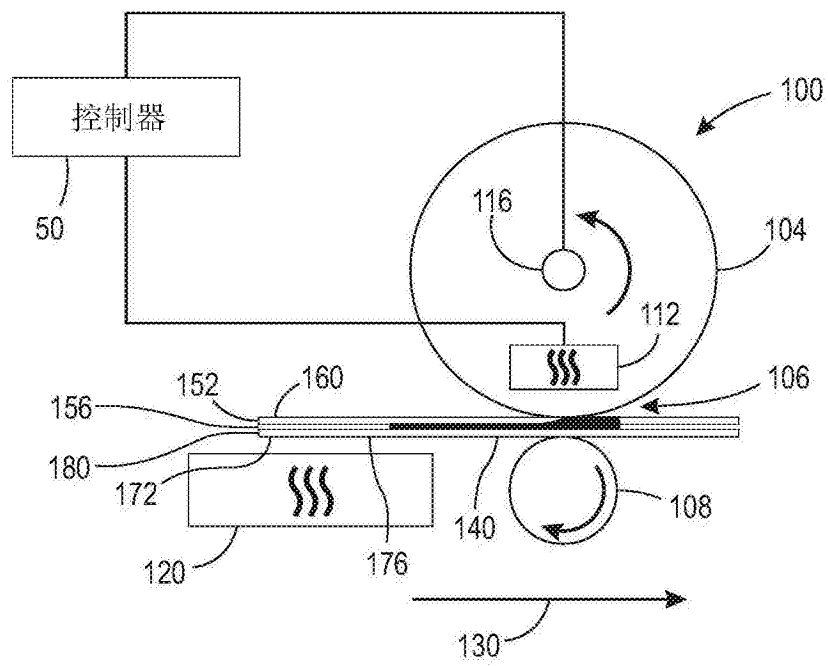


图 1

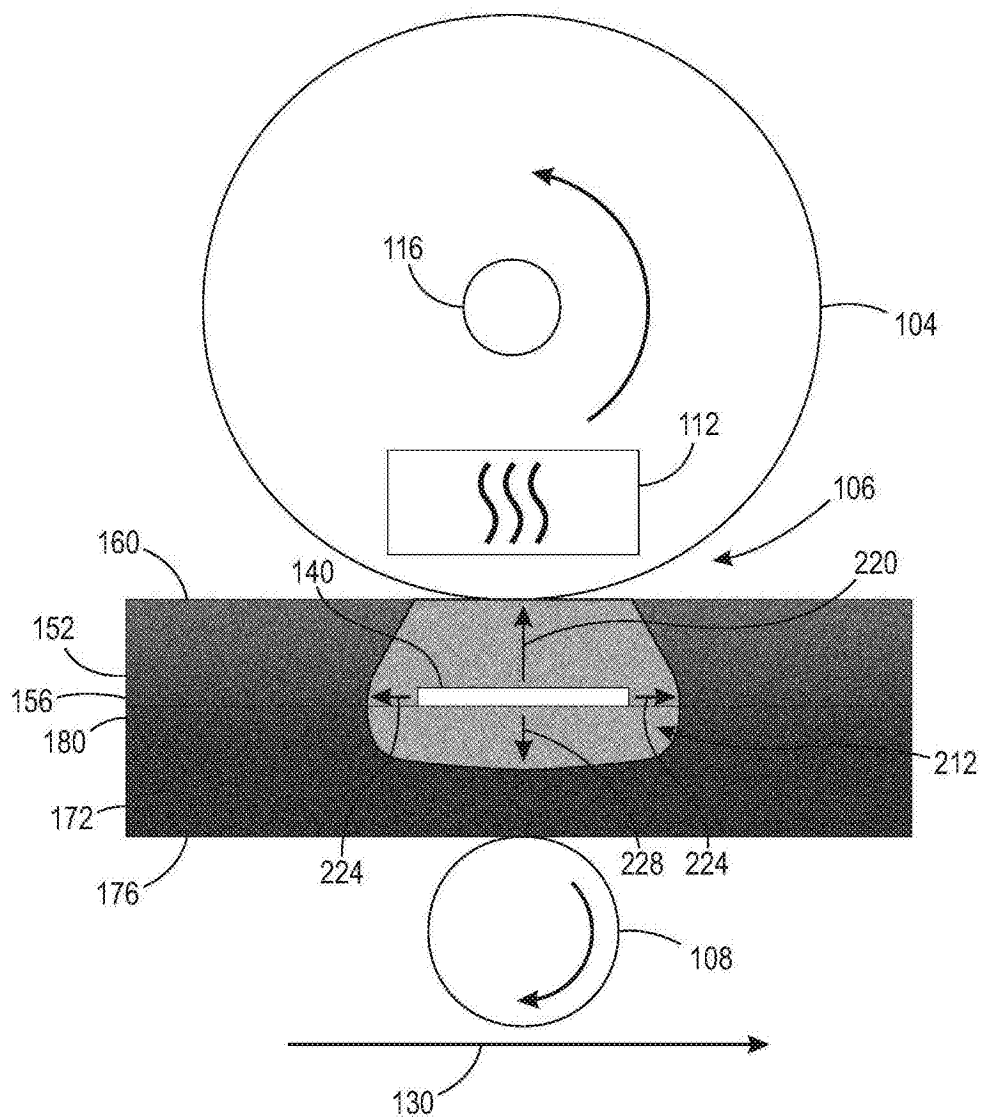


图 2

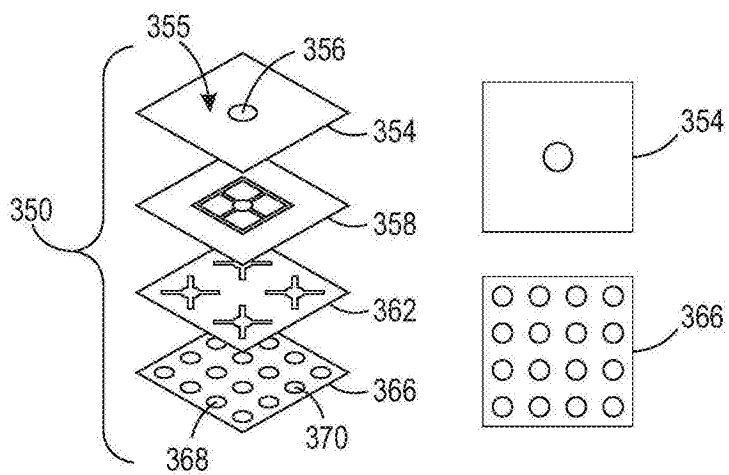


图 3A

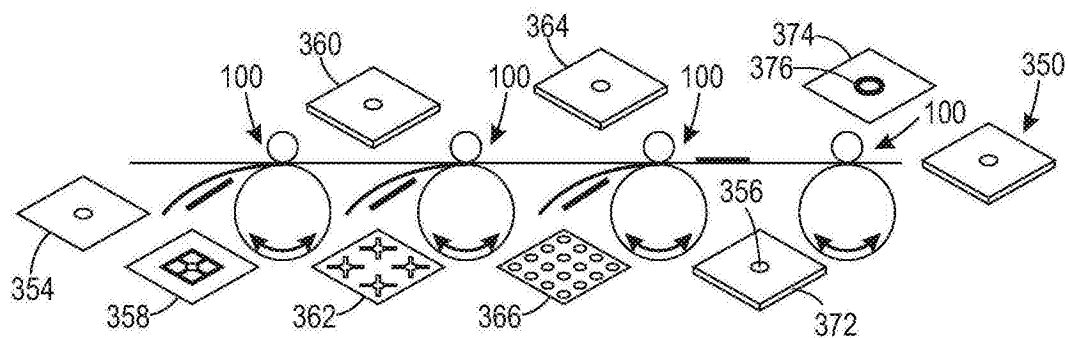


图 3B

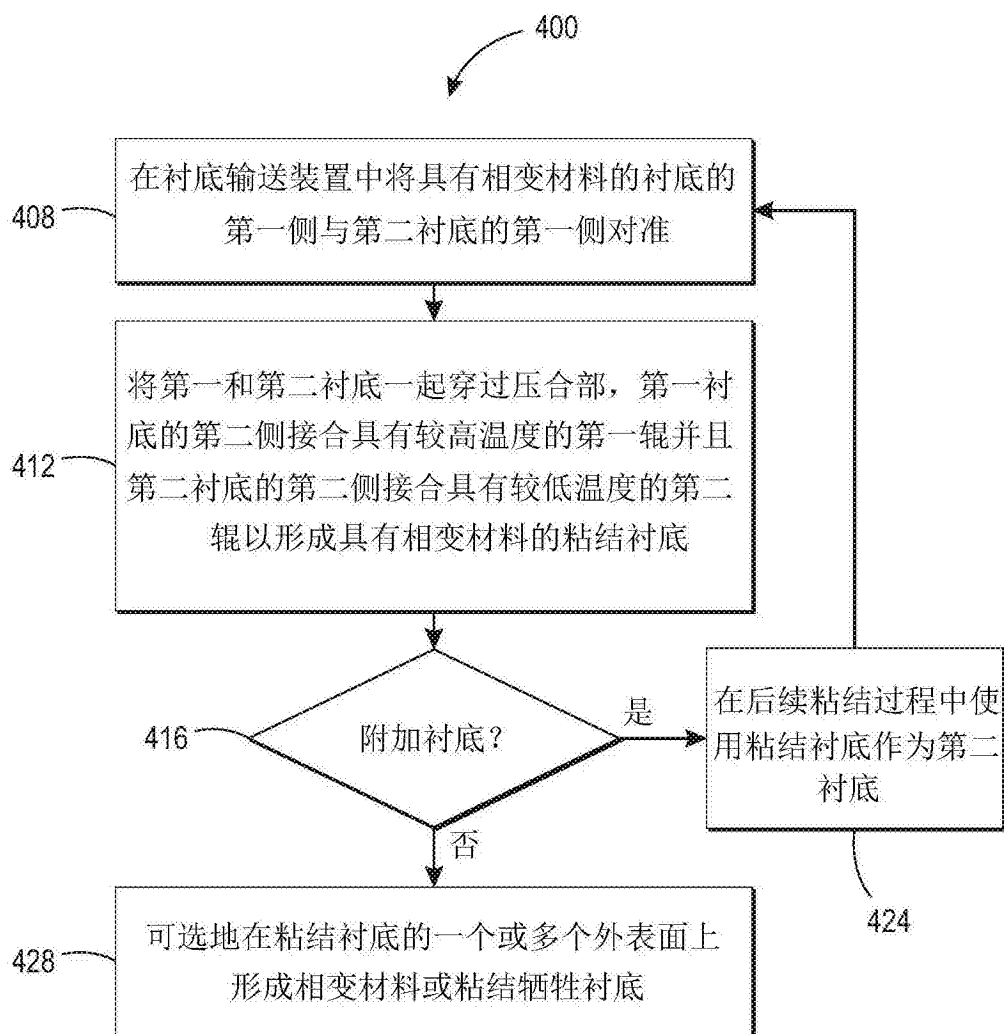


图 4

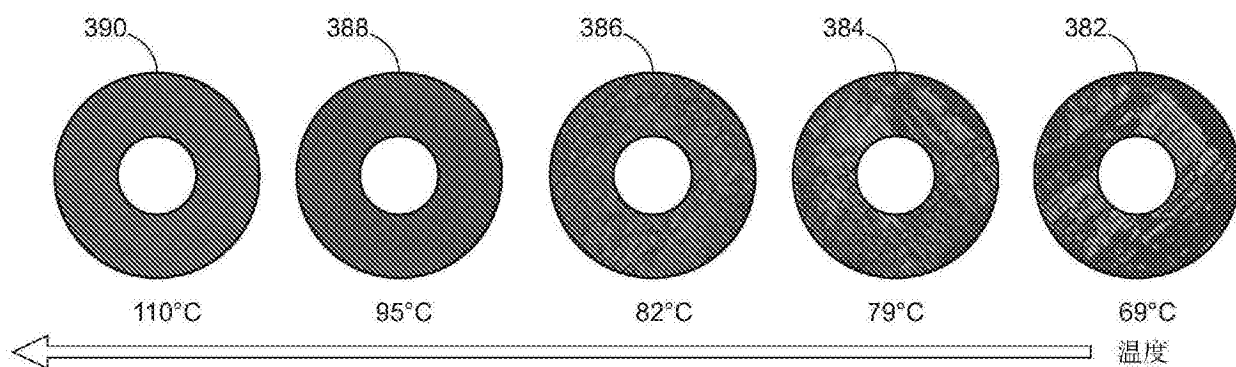


图 5

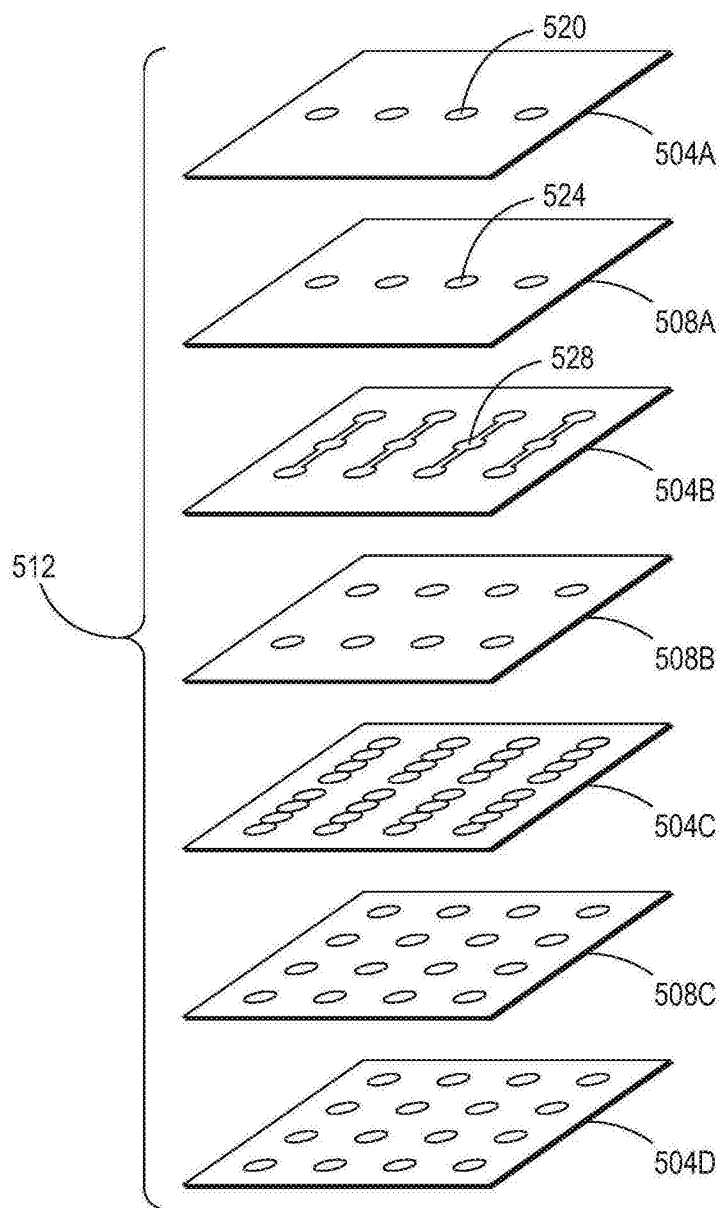


图 6