



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107835794 A

(43)申请公布日 2018.03.23

(21)申请号 201680040825.3

(22)申请日 2016.07.08

(30)优先权数据

62/190,823 2015.07.10 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.01.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/041485 2016.07.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/011296 EN 2017.01.19

(71)申请人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J·M·克拉克 J·T·基奇

G·A·皮切 K·A·威尔兰

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 高宏伟 乐洪咏

(51)Int.Cl.

G03B 33/02(2006.01)

B23K 26/00(2014.01)

B23K 26/53(2014.01)

B23K 26/38(2014.01)

B23K 26/382(2014.01)

G03C 15/00(2006.01)

G03C 17/06(2006.01)

H01L 23/15(2006.01)

H01L 23/498(2006.01)

H01L 21/48(2006.01)

H01L 23/538(2006.01)

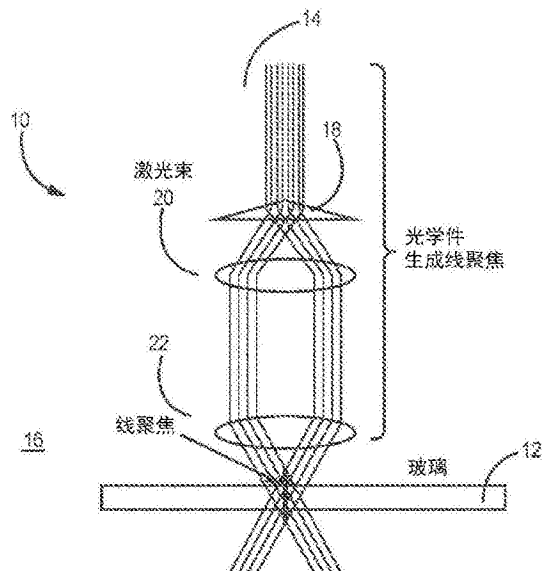
权利要求书2页 说明书19页 附图15页

(54)发明名称

在挠性基材板中连续制造孔的方法和与此相关的产品

(57)摘要

本文提供了在目标基材中进行切割和钻孔的系统和方法,所述系统和方法使用激光(例如脉冲激光)和光学系统来在诸如玻璃基材板这样的目标基材内生成激光束的线聚焦。激光切割和钻孔系统和方法利用各个体激光脉冲生成在某些实施方式中延伸穿过玻璃板整个厚度的孔或缺陷,并且允许激光系统通过生成一系列形成轮廓或所需部件形状的孔眼来将目标基材切割和分离成任意所需的轮廓。由于玻璃基材板是脆性的,随着打孔的轮廓将会发生开裂,允许玻璃基材板分离成由孔眼限定的任意所需形状。



1. 一种制造基材板的方法,所述方法包括:

将基材设置在激光处理组装件处,所述激光处理组装件包括至少一个可操作发射激光束的激光器,所述基材板对所述激光束基本上透明;

沿所述激光束的光束传播方向观察,将所述激光束聚焦成激光束焦线;

将所述激光束焦线导入所述基材中,所述激光束焦线在所述基材板内产生感应吸收,所述感应吸收沿所述基材内的所述激光束焦线产生缺陷;

相对于所述激光束平移所述基材板,从而在所述基材内激光钻出多个内部缺陷;

生成第一多个缺陷和第二多个缺陷,其中,所述第二多个缺陷限定封闭边界,所述第一多个缺陷设置在所述封闭边界内;以及

沿由所述第二多个缺陷限定的封闭边界分离所述基材的至少一个组件块。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基材选自下组:玻璃基材板、玻璃-陶瓷基材板、熔凝硅石和蓝宝石板。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第二多个缺陷的各缺陷之间具有小于约20um的间距。

4. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一多个缺陷的直径小于约10um,且在深度上延伸大于约100um。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,还包括对所述第一多个缺陷进行蚀刻以扩大所述第一多个缺陷。

6. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一多个缺陷包含直径在约10um至约120um之间且延伸穿过所述基材的孔。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括对延伸穿过所述基材的所述第一多个缺陷孔进行金属化。

8. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,沿由第二多个外部缺陷限定的边界分离组件块的操作沿所述组件块的至少一侧提供锯齿状边缘。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述锯齿状边缘由所述封闭边界的所述第二多个缺陷形成,其中,所述锯齿的幅度小于约10um,且所述锯齿的间距小于约20um。

10. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,使用红外激光来进行沿由多个外部缺陷限定的边界分离组件块的操作。

11. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在生成所述第二多个缺陷的操作之前进行生成所述第一多个缺陷的操作。

12. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在生成所述第一多个缺陷的操作之前进行生成所述第二多个缺陷的操作。

13. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,调整第一光学头以提供所述第一多个缺陷,调整第二光学头以提供所述第二多个缺陷。

14. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,提供设置在激光处理组装件处的所述基材的操作包括提供围绕卷设置的所述基材。

15. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述激光束包含脉冲激光束。

16. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述基材对所述激光束的波长具有小于约10%的吸收或散射。

17. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,还包括对所述第一多个缺陷进行金属化以使所述第一多个缺陷具有导电性。

18. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述激光束具有在材料处测得的大于约40 μ J的平均激光爆发脉冲能量,脉冲具有大于约1皮秒至小于约100皮秒范围内的持续时间和约100Hz至约1MHz范围内的重复率。

19. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,多个组件块由多组所述第二多个缺陷限定,所述第二多个缺陷中的每一个限定封闭边界,且多个第一多个缺陷设置在每一个封闭边界内。

20. 一种制品,其包含:

基材,所述基材包含第一侧和相反的第二侧,所述基材对激光束的波长具有小于约10%的吸收或散射;

第一多个缺陷,所述第一多个缺陷形成于延伸入所述基材的基材边界内部;

边界边缘,所述边界边缘由第二多个缺陷和在所述第二多个缺陷之间延伸的多个微裂纹形成,所述第二多个缺陷以小于约20 μ m的间距彼此隔开,所述第二多个缺陷各自具有小于约10 μ m的宽度,延伸穿过所述基材的厚度的至少约50%。

21. 如权利要求20所述的制品,其特征在于,所述第二多个缺陷中的每一个延伸穿过玻璃基材层的整个厚度。

22. 如权利要求20或21所述的制品,其特征在于,所述基材包含多于1000个形成于由所述第二多个缺陷限定的边界内的第一多个缺陷,且所述第一多个缺陷各自具有小于约3 μ m的直径。

23. 如权利要求20~22中任一项所述的制品,其特征在于,所述基材包含多于1000个形成于由所述第二多个缺陷限定的边界内的第一多个缺陷,且所述第一多个缺陷各自具有大于约5 μ m且小于约120 μ m的直径。

24. 如权利要求20~23中任一项所述的制品,其特征在于,所述第一多个缺陷包含多个盲孔。

25. 如权利要求20~24中任一项所述的制品,其特征在于,利用延伸穿过第一多个孔的金属化层而形成导电路径。

26. 如权利要求20~25中任一项所述的制品,其特征在于,多个组件块由多组所述第二多个缺陷从所述基材限定,所述第二多个缺陷中的每一个限定封闭边界,且多个第一多个缺陷设置在每一个封闭边界内。

在挠性基材板中连续制造孔的方法和与此相关的产品

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请依据35U.S.C.§119要求于2015年7月10日提交的系列号为62/190823的美国临时申请的优先权,本文以该申请的内容为基础并通过引用将其全文纳入本文。

[0003] 背景

[0004] 玻璃相对于传统的晶体硅和有机基材在用作半导体应用中的电插入件(electrical interposer)基材上具有许多优势。玻璃的一个优势在于,其可被制成大平坦面板的形式一即,被制成远超传统300mm晶片尺寸的尺寸,甚至在一侧上高达数米。玻璃的另一个优势在于玻璃的机械刚性。玻璃的另一个优势在于其高电阻抗。这在较高的频率下特别有用,特别是对于用于高数据传输速率的无线电频率(RF)而言。此外,可通过例如融合成形法来形成具有很平坦且光滑表面的特种玻璃基材,减少或消除了任何对于昂贵抛光步骤的需求。玻璃板的这种低粗糙度或表面品质允许利用密集的(紧密间隔)电轨迹来对其进行图案化。

[0005] 目前,半导体市场被晶体硅占领,而半导体芯片本身则最主要由硅制成。因此,已建成了大量硅晶片的基础设施,而可以像处理硅那样进行处理且可以表现得像硅那样的玻璃可用于已经建成的基础设施中。幸运的是,当需要时,玻璃可被切割成晶片的形状。而且,可对玻璃组合物进行调整以使其具有与硅的热膨胀系数相似的热膨胀系数(例如约3ppm/C)。

[0006] 所得到的这种玻璃晶片的一种用途是简单地作为载体基材,在该载体基材上固定和处理薄硅晶片。其它用途包括使用玻璃晶片以形成用于RF组件或电插入件的基材。插入件例如能够提供在两个电处理芯片之间传输电信号的互连板(interconnecting board),例如在一个CPU(中央处理单元)与另一个CPU之间,或者在CPU与GPU(图形处理单元)之间,或者在CPU与其它下方装置之间。为了以这种方式使用玻璃晶片,所述晶片需要在其中具有许多(例如约成百上千个或更多个)位于应用特定位置处的孔。为了产生电连接,在玻璃表面形成金属轨迹的图案,并且以相同精确的方式使用板件印刷和金属气相沉积或电镀来对这些孔的内部进行金属化。

[0007] 一旦进行了金属化,就可将玻璃引入电路板中,并使芯片与其结合。随后,对晶片进行切割以分离出个体组件。

[0008] 传统的玻璃插入件由已经被切割成所需尺寸和形状的晶片形成。将这些晶片载入激光系统中。这些激光系统可使用机械固定或视觉对准来对齐晶片边缘或晶片上的其它对准点。激光处理随后在这些晶片内生成所需的孔图案。随后卸载这些晶片。这是一次一个型的操作。这种处理流程会导致多个制造低效。

[0009] 库存管理可产生问题。终端用户可能需要多种晶片尺寸和形状(直径为100、150、200、300mm且带凹槽、平坦的等的具有各种尺寸的面板,各自具有不同的组成或厚度),且这些尺寸和形状必须提前制成,并且保持充足量的库存。

[0010] 图案精度(例如相对于晶片边缘放置孔的精度)也不如最理想的情况。由于通常利用机械划刻和断裂处理并随后进行边缘打磨处理来切割晶片,制得的晶片的几何构型和尺

寸的精度通常为 ± 100 微米或更大。这会反过来导致相对于晶片几何边缘放置孔图案处发生变化。这种不确定性会导致下游处理(例如用于金属轨迹图案化的板件印刷步骤)中定位孔图案所需的对齐复杂度迅速增加。

[0011] 切割和精整晶片的成本也可以很大。尽管机械划刻和断裂设备相对廉价,但是因为需要除去的材料量以及还因为具有这种切割和打磨能力的设施并不总是与插入件钻孔处理设备共同设置,将晶片边缘打磨成所需准确形状的时间和成本可以是很大的(例如几十美元/晶片)。此外,机械边缘打磨的主要目的是除去来自机械切割处理的损伤,改善晶片边缘的可靠性或强度,以使晶片能够在运输和下游工艺处理中幸存。然而,晶片边缘在最终插入件/芯片应用中不起作用,因为插入件小块由晶片切出,因而任意经过精整的边缘都被丢弃。所以,对于晶片边缘的真正要求仅仅是具有足够的强度和可靠处理性。

[0012] 存在对于激光处理基材板(例如玻璃基材板)的需要,所述基材板用于需要带孔洞玻璃板的应用中,例如在RF和插入件产品中。

[0013] 发明概述

[0014] 本文提供了在目标基材中进行切割和钻孔的系统和方法,所述系统和方法使用激光(例如脉冲激光)和光学系统在诸如玻璃基材板这样的目标基材内生成激光束的线聚焦。脉冲激光切割和钻孔系统和方法利用各个体激光爆发脉冲生成在某些实施方式中延伸穿过玻璃板整个厚度的孔或缺陷,并且允许激光系统通过生成一系列形成轮廓或所需部件形状的孔眼来将目标基材切割和分离成任意所需的轮廓。由于玻璃基材板是脆性的,随着打孔的轮廓将会发生开裂,允许玻璃基材板分离成由孔眼限定的任意所需形状。

[0015] 在第1方面中,提供了一种制造基材的方法。所述方法包括将基材板设置在激光处理组装件处。激光处理组装件包括至少一个可操作发射激光束的激光器。基材板对激光束基本上透明。所述方法还包括沿激光束的光束传播方向观察,将激光束聚焦成激光束焦线。将激光束焦线导入基材中,从而在基材内产生感应吸收。感应吸收沿基材板内的激光束焦线产生缺陷。相对于激光束平移基材,以在基材内激光钻出多个内部缺陷。生成了第一多个缺陷和第二多个缺陷。第二多个缺陷限定封闭边界,且第一多个缺陷设置在封闭边界内。沿由第二多个缺陷限定的封闭边界分离基材的至少一个组件块。

[0016] 在按照第1方面的第2方面中,基材选自下组:玻璃基材板、玻璃-陶瓷基材板、熔凝硅石和蓝宝石板。

[0017] 在按照任一个前述方面的第3方面中,第二多个缺陷的各缺陷之间具有小于约20 μm 的间距。

[0018] 在按照任一个前述方面的第4方面中,第一多个缺陷的直径小于约10 μm ,且在深度上延伸大于约100 μm 。

[0019] 在按照任一个前述方面的第5方面中,所述方法还包括对第一多个缺陷进行蚀刻以扩大第一多个缺陷。

[0020] 在按照任一个前述方面的第6方面中,第一多个缺陷包含直径在约10 μm 至约120 μm 之间且延伸穿过基材的孔。

[0021] 在按照第6方面的第7方面中,所述方法还包括对延伸穿过基材的第一多个缺陷孔进行金属化。

[0022] 在按照任一个前述方面的第8方面中,沿由第二多个外部缺陷限定的边界分离组

件块的操作沿组件块的至少一侧提供锯齿状边缘。

[0023] 在按照第8方面的第9方面中,锯齿状边缘由封闭边缘的第二多个缺陷形成,其中,锯齿的幅度小于约10 μm ,且锯齿的间距小于约20 μm 。

[0024] 在按照任一个前述方面的第10方面中,使用红外激光来进行沿由多个外部缺陷限定的边界分离组件块的操作。

[0025] 在按照任一个前述方面的第11方面中,在生成第二多个缺陷的操作之前进行生成第一多个缺陷的操作。

[0026] 在按照任一个前述方面的第12方面中,在生成第一多个缺陷的操作之前进行生成第二多个缺陷的操作。

[0027] 在按照任一个前述方面中的第13方面中,调整第一光学头以提供第一多个缺陷,调整第二光学头以提供第二多个缺陷。

[0028] 在按照任一个前述方面中的第14方面中,提供设置在激光处理组装件处的基材的操作包括提供围绕卷设置的基材。

[0029] 在按照任一个前述方面中的第15方面中,激光束包含脉冲激光束。

[0030] 在按照任一个前述方面中的第16方面中,基材对激光束的波长具有小于约10%的吸收或散射。

[0031] 在按照任一个前述方面的第17方面中,所述方法还包括对第一多个缺陷进行金属化以使第一多个缺陷具有导电性。

[0032] 在按照任一个前述方面的第18方面中,激光束具有在材料处测得的大于约40 μJ 的平均激光爆发脉冲能量,脉冲具有大于约1皮秒至小于约100皮秒范围内的持续时间和约100Hz至约1MHz范围内的重复率。

[0033] 在按照任一个前述方面的第19方面中,多个组件块由多组第二多个缺陷限定,第二多个缺陷中的每一个限定封闭边界,且多个第一多个缺陷设置在每一个封闭边界内。

[0034] 在第20方面中,提供了一种制品。所述制品包含具有第一侧和相反的第二侧的基材。基材对激光束的波长具有小于约20%的吸收或散射。第一多个缺陷形成于延伸入基材的基材边界内部。边界边缘由第二多个缺陷和在第二多个缺陷之间延伸的多个微裂纹形成。第二多个缺陷以小于约20 μm 的间距彼此隔开。第二多个缺陷各自具有小于约10 μm 的宽度,且延伸穿过基材厚度的至少约50%。

[0035] 在按照第20方面的第21方面中,第二多个缺陷中的每一个延伸穿过玻璃基材层的整个厚度。

[0036] 在按照第20或21方面的第22方面中,基材包含多于1000个形成于由第二多个缺陷限定的边界内的第一多个缺陷,且第一多个缺陷各自具有小于约3 μm 的直径。

[0037] 在按照第20至22方面中的任一个的第23方面中,基材包含多于1000个形成于由第二多个缺陷限定的边界内的第一多个缺陷,且第一多个缺陷各自具有大于约5 μm 且小于约120 μm 的直径。

[0038] 在按照第20至23方面中的任一个的第24方面中,第一多个缺陷包含多个盲孔。

[0039] 在按照第20至24方面中的任一个的第25方面中,利用延伸穿过第一多个孔的金属化层而形成导电路径。

[0040] 在按照第20至25方面中的任一个的第26方面中,多个组件块由多组第二多个缺陷

从基材限定,第二多个缺陷中的每一个限定封闭边界,且多个第一多个缺陷设置在每一个封闭边界内。

[0041] 附图的简要说明

[0042] 通过附图中所示的以下示例性实施方式的更具体说明,上述内容将会是显而易见的,附图中,在不同的视图中相似的附图编号指代相同的部件。附图无需按比例绘制,而重点在于说明具有代表性的实施方式。

[0043] 图1是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的示例性光学系统的示意性图示,该光学系统调整成使用激光束来处理基材;

[0044] 图2A是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的激光处理组装件的示例性激光处理组件的示意性图示,该激光处理组件用于在基材板内形成缺陷;

[0045] 图2B是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的基材板的侧视图的示意性图示,其图示了由沿图2A中所示的激光处理组件所生成的焦线的感应吸收而形成缺陷线;

[0046] 图3是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的激光处理组装件的示例性激光处理组件的示意性图示,该激光处理组件用于在基材板内形成缺陷;

[0047] 图4是基材的示例性显微图像,其显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的连接由激光形成的缺陷或孔眼的裂纹;

[0048] 图5显示了示例性的扫描电子显微镜 (SEM) 图像,其显示了由按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的一种或多种激光线聚焦切割处理所导致的特征边缘;

[0049] 图6显示了玻璃基材中个体缺陷入口侧的示例性SEM图像,所述个体缺陷例如可由按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的一种或更多种激光线聚焦切割处理来形成;

[0050] 图7显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的玻璃基材的蚀刻前和蚀刻后的示例性显微图像;

[0051] 图8显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的所得边缘强度的示例性韦布尔图,该边缘强度在130um厚的Eagle XG玻璃上使用两点弯曲测试方法测得;

[0052] 图9显示了用于对示例性的玻璃基材进行钻孔的过程研究的示例性结果,其中,按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式改变脉冲能量和最终物镜的焦距,以显示效果;

[0053] 图10显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的图9中所示研究的结果的示例性图表;

[0054] 图11示意性地显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的采用两个光学头的示例性激光系统;

[0055] 图12显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的使用焦线激光和/或短脉冲激光制造基材的用于制造基材的示例性方法的流程图;

[0056] 图13和14示意性地显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的具有一个或多个所需图案的多个晶片和面板,所述图案由单一更大的面板生成;

[0057] 图15示意性地图示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的示例性布局,其中,一块玻璃板被切割成四种不同的尺寸,且具有两种不同的图案;

[0058] 图16示意性地显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的另一种示例性的布局,其中,可由单一更大的面板生成多个含有具有所需图案的晶片的子面板;

[0059] 如17示意性地显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的用于激光制造基材板的示例性方法和系统;

[0060] 如18示意性地显示了按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的用于制造基材板的卷至卷处理;

[0061] 图19A是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的示例性蚀刻组装件的示意性图示;

[0062] 图19B是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的示例性蚀刻组装件的示意性图示;

[0063] 图19C是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的示例性蚀刻组装件的示意性图示;

[0064] 图20A是按照本文所描述的一种或更多种实施方式的基材板在孔制成后的局部视图的示意性图示;

[0065] 图20B是按照本文所描述的一种或更多种实施方式的基材板在对图20A的孔进行金属化后的局部视图的示意性图示;

[0066] 图21是按照本文所描述的一种或更多种实施方式的包含基材板和插入层的卷的局部视图的示意性图示;以及

[0067] 图22是按照本文所描述和图示的一种或更多种实施方式的定位于蚀刻组装件内的包含基材板和插入层的卷的示意性图示。

[0068] 发明详述

[0069] 本文所述的实施方式涉及用于对玻璃材料进行钻孔和切割的方法。在一种实施方式中,例如,生成了第一多个缺陷和第二多个缺陷。在该实施方式中,第二多个缺陷限定封闭边界,且第一多个缺陷设置在封闭边界内。沿由第二多个缺陷限定的封闭边界分离基材的至少一个组件块。

[0070] 在各种实现方式中,在目标基材中进行切割和钻孔的系统和方法使用脉冲激光和光学系统在诸如玻璃基材板这样的目标区域内生成激光束的线聚焦。脉冲激光切割和钻孔系统和方法利用各个体激光脉冲生成在某些实施方式中延伸穿过玻璃板整个厚度的孔或缺陷,并且允许激光系统通过生成一系列形成轮廓或所需部件形状的孔眼来将目标基材切割和分离成任意所需的轮廓。由于玻璃基材板是脆性的,随着打孔的轮廓将会发生开裂,允许玻璃基材板分离成由孔眼限定的任意所需形状。所述系统和方法可在高速(>500mm/s)下对多数玻璃组合物进行切割,范围从高应力玻璃(例如经过离子交换的玻璃)至低应力玻璃(例如康宁(Corning)的Eagle XG),允许对具有紧密半径和复杂轮廓的复杂形状进行切割。此外,可对所述系统和方法进行进一步调整,以在玻璃晶片中制造所需的导孔图案。还可使用酸蚀刻处理来扩大这些孔。随后,所得到的制品可被用于可使用带孔洞玻璃基材的应用中,包括但不限于插入件、RF组件的基材或者用于指纹传感器的基材。

[0071] 在一些实施方式中,本文所述的系统和方法能够通过在一个线聚焦脉冲激光平台上使玻璃部件的切割与所需内部孔图案的生成相结合来解决上述问题。在这些特定的实施方式中,还可使用能够生成诸如导孔图案这样的第一组缺陷的相同的激光束传送系统来生

成第二组缺陷,所述第二组缺陷被调整成将更大的基材(例如玻璃板基材)打孔和分离(即,切割)成晶片、面板或子面板。用户将具有合适厚度和玻璃组成的玻璃面板装载入系统中,得到的是经过完全切割的具有导孔图案(第一组缺陷)的部件(例如晶片或子面板),可在后续的加工步骤中对该部件进行蚀刻。这可通过单一光学头来完成,或者,另一种可能性是在同一机器/处理中采用两种不同的光学头—其中的一种用于生成所需的第一组缺陷(例如导孔图案),而其中的第二种能够生成第二组缺陷,该第二组缺陷被定向成画出所需的晶片形状,并用于对所需晶片形状进行切割。这通过减少制造加工步骤(打磨/精整)、简化库存管理以及提高制造不同产品的制造灵活性而大大节省了成本。另外,这通过改善所得到的部件的尺寸精度而增强了产品性能。

[0072] 还应当注意的是,尽管使用了晶片这个词,但是终端用户经常要求非晶片形状。这些可以是面板或子面板,且具有它们自身的特定几何构型。在使用晶片这个词的场合,应当理解的是面板或子面板将会是等价有效的。

[0073] 在另一些实施方式中,可沿由第二组缺陷形成的边界或周界将基材切割成个体组件,随后,可在沿由第二组缺陷形成的边界或周界将基材切割成各种组件块之后,在单独的步骤中在个体组件中钻出或以其它方式形成第一组缺陷(例如导孔)。在该实施方式中,可通过焦线激光加工或任意其它可接受的钻孔加工来钻出第一组缺陷。类似地,可使用沿由第二组缺陷形成的边界或周界将基材切割成个体组件的其它方法和焦线激光加工来对这些个体组件进行钻孔或其它加工,以在它们被切割成块件后生成第一组缺陷(例如导孔、孔洞或插入件)。

[0074] 本文所述的线聚焦和短脉冲激光加工的特点在于,其允许以高速(以数百毫米/秒至大于1米/秒进行切割,以成百上千个孔/秒进行钻孔或更快)和/或合适的品质(大于100MPa的边缘强度、小于100微米的低表面下损伤、5微米的小直径孔、无表面碎片的孔和/或相比于未钻孔玻璃基材保留大于90%强度的部件)对诸如玻璃基材这样的基材进行切割和钻孔。

[0075] 这些由激光生成的缺陷允许使用缺陷/孔眼(例如如上所述的第二组缺陷)在部件边界或周界周围切割基材(例如玻璃板基材),并且利用对缺陷/孔眼(例如如上所述的第一组缺陷)进行蚀刻以制造孔来在部件内部制造孔。本文所述的实施方式对如何可将切割和钻孔加工用于单一激光系统以十分高效和精确地制造玻璃插入件部件进行了详细描述,或者,即使当切割和钻孔加工由多个系统来完成时,如何用其相比于其它方法更加成本高效地制造玻璃插入件部件。

[0076] 典型的激光加工处理使用聚焦成一个光斑(或点)的高斯激光束或近似的高斯激光束。当聚焦至强度足以蒸发或烧蚀玻璃的很小的区域(直径通常为数微米)时,这种光束将会很快发生衍射或铺展,通常在数十微米内。这意味着只有很小一部分玻璃可利用每次激光脉冲来调整。

[0077] 相比之下,本文所述的焦线激光和短脉冲激光加工采用能够生成延伸焦点或线聚焦的光学器件。一种调整用于生成这种线聚焦的光学系统10的例子示于图1。

[0078] 现在参考图1,该图示意性地图示了一种示例性的光学系统10,该光学系统10被调整成使用激光束14对诸如玻璃基材这样的基材12进行加工。在系统10中,例如,对光学系统10进行调整,以在基材12上为激光束14产生线聚焦16。可对激光束14的线聚焦16进行调整,

以制造缺陷或孔眼(例如如上所述的第二组缺陷),对这些缺陷或孔眼进行定向,以允许沿着这些缺陷或孔眼的边界或周界来切割基材12,以及/或者制造第一组缺陷,以在基材12内提供设置在第二组缺陷或孔眼的边界或周界内的孔。

[0079] 对光学系统10进行调整,以将激光束14(例如脉冲激光束)聚焦成沿着光束传播方向取向的激光束焦线16。当在激光波长下对每毫米材料深度的吸收小于约10%、在一些例子中小于约1%时,基材12(例如玻璃基材板)对于该激光波长是基本上透明的。如图1所示,激光器发射激光束14,其对光学组装件10具有部分入射。光学组装件10沿着光束方向在限定的扩大范围上将入射激光束转化成位于光学系统10的出口侧上的延伸的激光束焦线16。平面基材12(例如玻璃基材板)被定位在光束路径上,以与激光束14的激光束焦线16至少局部重叠。从而,激光束焦线16被导入基材12中。

[0080] 在一种实施方式中,例如,来自激光器的入射高斯光束穿过生成线聚焦的锥透镜18(圆锥形的光学元件)。可使线聚焦传播或重新映射通过其它标准光学元件,例如形成望远镜的透镜,以使其投射至其它位置,并且还改变其空间幅度。这有时被称为生成贝塞尔光束,或者更具体而言是生成高斯-贝塞尔光束。这种光束的衍射比高斯光束慢得多,允许在很长的范围(约数毫米)上保持具有很高光学强度的中心区域(直径约为几微米)。能够形成延伸的线聚焦的其它方案也是可能的,所述延伸的线聚焦在广义语境中经常被称作非衍射光束。

[0081] 在图1中所示的特定实施方式中,例如,锥透镜18使朝向第一透镜20的对光学组装件10入射的激光束14的至少一部分分散。第一透镜20使光学组装件10内的分散的激光束14朝向第二透镜22平行传播。第二透镜22接收激光束14的平行部分,并使光束14向基材12聚焦,以将光束聚焦成激光束焦线16。

[0082] 在一种实施方式中,将线聚焦与极高脉冲能量的短脉冲激光(例如小于10ps脉冲宽度,约50至500uJ/爆发)联合使用。许多短脉冲激光允许一种被称为“爆发”脉冲模式的操作模式。“爆发”脉冲是一种在时间上紧密间隔(例如20纳秒)的脉冲序列,而各“爆发”之间的时间可以更长,例如10微秒。由于这些激光的增益介质具有能够在短时标上提取的固定量的能量,通常,爆发中的总能量是守恒的,即,如果在恒定的频率下操作激光器,则两个脉冲爆发中的总能量将会与六个脉冲爆发中的总能量相同。使各脉冲聚焦成一条线,并且在非线性吸收的处理中在玻璃内生成线缺陷。在该实施方式中,基材对于辐射基本上透明(每毫米的吸收通常 $<10\%$),否则能量将会在玻璃表面处或玻璃表面附近被吸收,而不会到达内部而形成线。然而,在另一些实施方式中,在不需要完全穿透的孔的场合下,也可使用透明性较低的基材。在一种实施方式中,激光的波长约为1064nm,这可利用Nd:YVO₄激光器或类似的(例如YAG)增益材料来产生。另外,还可使用具有该波长的各种谐波,例如约532nm(双倍频率)或约355nm(三倍频率)。这些谐波可通过在激光光学头的出口处采用非线性的变频晶体(conversion crystal)来轻易得到。

[0083] 透明基材中的结果与打孔纸的效果很相似。孔眼除去了很少的材料,但能够对最终分离基材的撕裂或裂纹进行引导。如果这些缺陷紧密间隔在一起,则裂纹形成,以使缺陷相互连接。该方法的一个优势在于,很少的材料被除去,因此,产生很少的碎片。

[0084] 如果基材在其中具有足够的应力,就像许多离子交换玻璃的情况那样,则裂纹将会从一个缺陷位点向另一个蔓延,而不需要任何进一步处理步骤。但是,如果基材具有低应

力,例如在诸如康宁Eagle XG这样的显示器玻璃或离子交换前的玻璃的情况下,则可施加更多应力,以在损伤位点之间充分形成裂纹。在一种实施方式中,例如,这可通过使用诸如二氧化碳(CO₂)激光这样的红外激光对相同的打孔(缺陷)图案进行循迹来完成。这能够产生热应力,所述热应力能够增强裂纹的蔓延,导致两个分离的块件。显示具有生成的缺陷但尚未被分离的玻璃的图像示于图4。显示分离后所得到的边缘的图像示于图5。

[0085] 现在参考图2A和2B,用于对材料进行激光加工的光学系统和方法的另一种实施方式包括将脉冲激光束2聚焦成沿着光束蔓延方向取向的激光束焦线2b。当在激光波长下对每毫米材料深度的吸收小于约10%、优选小于约1%时,基材1(例如玻璃基材板)对于该激光波长是基本上透明的。如图2A所示,激光器(未图示)发射激光束2,其具有向光学组装件6入射的部分2a。光学组装件6沿着光束方向(焦线的长度1)在限定的扩大范围上将入射激光束转化成位于光学组装件6的出口侧上的延伸的激光束焦线2b。平面基材1被定位在光束路径上,以与激光束2的激光束焦线2b至少局部重叠。从而,激光束焦线被导入基材中。附图编号1a是指分别面朝光学组装件6或激光器的平面基材的表面,而附图编号1b是指基材1的相反表面。(在该实施方式中,以垂直于平面1a和1b、即垂直于基材平面的方式测量的)基材或材料的厚度记为d。

[0086] 如图2A所示,基材1与纵向光束轴垂直对齐,从而位于由光学组装件6产生的相同焦线2b的后方(基材垂直于附图平面)。焦线沿着光束方向取向或对齐,基材相对于焦线2b定位,以使焦线2b在基材表面1a之前起始并在基材表面1b之前结束,即,静止的焦线2b终止于基材内,且不会延伸超出表面1b。在激光束焦线2b与基材1的重叠区域中,即,在被焦线2b覆盖的基材材料中,延伸的激光束焦线2b生成(假设沿激光束焦线2b具有合适的激光强度,该强度由激光束2在长度1的区段内聚焦来确保,即具有长度1的线聚焦)延伸区段2c(所述区段2c沿着纵向光束方向对齐),感应吸收沿着区段2c在基材材料中生成。感应吸收在基材材料中沿着区段2c产生缺陷线形成。缺陷线是使用单一高能爆发脉冲在基材中形成的微观(例如,直径>100nm且<0.5微米)细长“孔”(也被称为孔眼或缺陷线)。个体缺陷线可以例如数百千赫兹(每秒生成数百千条缺陷线)的速率来生成。通过源与基材之间的相互运动,这些孔可彼此毗邻地安置(根据需要,空间间隔可在亚微米至许多微米之间变化)。缺陷线的形成并非仅仅是局部的,而是在感应吸收的延伸区段2c的整个长度上形成。区段2c的长度(其对应于激光束焦线2b与基材1重叠的长度)以附图标记L标记。感应吸收区段2c(或基材1中经历了缺陷线形成的材料中的区段)的平均直径或宽度以附图标记D标记。平均宽度D基本上对应于激光束焦线2b的平均直径 δ ,即,约0.1微米至约5微米范围内的平均光斑直径。

[0087] 如图2A所示,由于在焦线2b内与高强度激光束相关联的非线性效应沿着焦线2b发生感应吸收,(对激光束2的波长 λ 透明的)基材材料被加热。图24B图示了加热了的基材材料将会最终膨胀,以使相对应的感应张力导致微裂纹的形成,且张力在表面1a处最高。

[0088] 激光源的选择基于其在透明材料中生成多光子吸收(MPA)的能力。MPA是对两个或更多个具有相同或不同频率的光子的同时吸收,以使分子从一种状态(通常是基态)激发至高能电子态(离子化)。所涉及的分子的下状态与上状态之间的能量差可等于所述两个或更多个光子的能量之和。MPA(也被称为感应吸收)可以是例如三阶过程,比线性吸收要弱数个数量级。MPA与线性吸收的区别在于,感应吸收的强度可与例如光强度的平方或三次方成正

比,而不与光强度本身成正比。因此,MPA是非线性的光学过程。

[0089] 下文中描述了具有代表性的光学组装件6(其可被用于生成焦线2b)以及具有代表性的光学设定(上述光学组装件可在其中应用)。对相同的组件或特征或功能相同的组件或特征使用相同的附图编号。

[0090] 在图2A所示的实施方式中,为了实现所需的数值孔径,一方面,光学件必须按照已知的阿贝(Abbé)方程式($N.A. = n \sin(\theta)$), n :要加工的玻璃或其它材料的折射率, θ :孔径角的一半; $\theta = \arctan(D/2f)$, D :孔径, f :焦距)为给定的焦距设置所需的开口。另一方面,激光束必须照明光学件至不超过所需孔径,这通常通过在激光器与聚焦光学件之间使用增宽望远镜的光束增宽手段来实现。

[0091] 光斑尺寸不应变化得太过剧烈,以沿焦线得到均匀的相互作用。这可通过例如以下方式确保(参见下文所述的实施方式):仅在小圆形区域内照明聚焦光学件,以使光束开口、进而数值孔径的百分比只发生轻微变化。

[0092] 根据图3(与在激光辐射2的激光束群中处于中心光束水平的基材平面相垂直的区段;这里,同样地,激光束2垂直入射至基材平面,即,入射角为 0° ,以使感应吸收2c的焦线2b或延伸区段平行于基材的法线),由激光器发射的激光辐射2a首先被引导至对所使用的激光辐射完全不透明的圆孔8上。孔8取向成垂直于纵向光束轴,并且以所示光束群2a的中心光束为中心。按照以下方式选择孔8的直径:光束群2a中心附近的光束群或中心光束(这里以2aZ标记)撞击孔,并且被其完全吸收。因为孔的尺寸比光束直径更小,只有光束群2a更外围范围内的光束(边缘射线,这里标记为2aR)未被吸收,而是从旁边通过孔8,并撞击光学组装件6的聚焦光学元件的边缘区域,这在本实施方式中被设计成球状切割,双凸透镜7。

[0093] 如图3所示,激光束焦线2b不仅仅是激光束的单一焦点,而是激光束中不同射线的一系列焦点。这一系列的焦点能够形成具有限定长度的细长焦线,在图3中以激光束焦线2b的长度1表示。透镜7位于中心光束的中心处,且在本实施方式中设计成具有常规球形切割透镜形式的非校正、双凸面聚焦透镜。这种透镜的球形相差可能是有利的。作为一个替代方案,也可使用偏离理想校正系统的非球状或多透镜系统(即,不具有单一焦点的透镜或系统),其不会形成理想的焦点,而是形成具有限定长度的清晰的细长焦线。因此,透镜的区域沿焦线2b聚焦,受制于与透镜中心的距离。孔8横跨光束方向的直径是光束群直径(由使光束强度下降至峰值强度的 $1/e^2$ 所需的距离限定)的约90%,是光学组装件6的透镜直径的约75%。因此,使用通过阻断中心光束群而生成的非相差校正球形透镜7的焦线2b。图3显示了穿过中心光束的一个平面中的区段,且当所示光束绕着焦线2b旋转时,可看到完整的三维光束群。

[0094] 可能有利的是,按照表面1a、1b中的至少一种被焦线覆盖的方式来定位焦线2b,以使感应吸收区段2c至少起始于基材的一个表面上。

[0095] 美国公开号2015/0166396公开了生成用于在可采用的基材中钻孔的激光焦线的其它实施方式。还应当理解的是,也可采用不使用激光焦线的其它激光钻孔方法。

[0096] 图4图示了基材32的示例性显微图像30,其显示连接由激光形成的缺陷36或孔眼的裂纹34。可使用裂纹34和由激光形成的缺陷来切割或划刻基材32。在一种实施方式中,例如,玻璃基材中缺陷之间的间距可小于 $10\mu\text{m}$,尽管可考虑其它测量结果并且可随着任意给定基材的特性而变化。例如,缺陷36或孔眼通常可设置在围绕组件所需形状的封闭边界或

周界中,并且提供上文所述的第二组缺陷,以将基材32切割或划刻成一个或多个组件。例如,封闭边界可包含完全由第二组缺陷和连接它们的裂纹所形成的封闭边界,或者封闭边界可由第二组缺陷与整体基材32的一个或多个边缘的组合来形成,其中,由基材形成的组件包括与整体基材32相同的边缘。

[0097] 图5显示了示例性的扫描电子显微镜 (SEM) 图像40,其显示了由本文所述的一种或更多种激光线聚焦切割处理所导致的特征边缘42。在该具体的例子中,看到一系列损伤裂纹或缺陷44 (例如形成边界或周界的第二组缺陷) 各自从顶表面46至底表面48穿过玻璃基材的整个厚度,使玻璃基材的分离边缘具有波纹状或锯齿状纹理。

[0098] 这种波纹状或经过打孔的边缘具有独特的特征。用肉眼观察,其具有无光泽的或轻微抛光的外观。当在显微镜下观看时,可通过由线缺陷生成的辉纹来轻易地表征出边缘,使边缘具有波纹纹理。这些线缺陷的间距决定了辉纹的间隔。同样地,可利用光学显微镜轻易地看到上述现象。边缘具有许多令人满意的性质,包括延伸进入切割块内 (例如,通常小于100微米) 的低表面下损伤、良好且非常一致的边缘强度 (例如,通常大于100MPa,经常大于150MPa,且具有通常小于10MPa的变化) 以及90度轮廓。

[0099] 如果这些孔眼间隔得更远 (例如20微米或更远),则不会形成相互连接的裂纹 (这取决于基材)。在图6中,示例性的SEM图像50显示了激光束进入玻璃时,缺陷或孔眼看上去是怎样的。这些缺陷或损伤轨迹 (或导孔) 很小,直径在350nm的水平。可使用包含化学蚀刻以生成微米尺寸孔的进一步处理来扩大这些缺陷。这些孔眼或孔在蚀刻前后的侧面轮廓示于图7。可利用酸混合物来进行这种蚀刻,例如5%HF/10% HNO_3 溶液,或利用碱溶液来进行这种蚀刻,例如KOH或NaOH。在所有情况中,蚀刻剂优先穿透由激光形成的损伤轨迹,允许它们随着在蚀刻剂下的暴露时间而径向扩张。

[0100] 图6显示了玻璃基材56中个体缺陷54入口侧52的示例性SEM图像50,所述个体缺陷54例如可由如本文所述的一种或更多种激光线聚焦切割处理来形成。例如,缺陷54可对应于在基材中形成的第一组缺陷中的一个,以在其它缺陷或孔眼 (例如第二组缺陷) 的周界内提供孔、孔洞、插入件或类似结构。在该示例性的SEM图像50中,例如,个体缺陷54包含开孔或观察到通道58从基材56的入口侧52延伸进入基材56。在该具体的例子中,通道58约为350nm。

[0101] 图7显示了玻璃基材62的示例性的蚀刻前的SEM图像60和蚀刻后的SEM图像70。在该具体的例子中,蚀刻前的图像60显示了利用焦线激光方法在基材62 (在该实施方式中,使用康宁销售的300 μm 厚Eagle XG (EXG) 玻璃基材) 中制成的多个焦线激光孔眼64。穿过一块玻璃基材62的开裂边缘66来摄取蚀刻前的SEM图像60。在这张具体的图像中,孔眼/孔64位于玻璃基材62边缘66内部约200 μm 处,并且延伸穿过基材的整个厚度。图7显示图像从经过机械清洁的边缘66的非平坦表面发生轻微扭曲。蚀刻后的SEM图像70显示了相同的孔眼64',已利用HF和 HNO_3 的混合物对其进行了湿法蚀刻,使其直径扩大至约50 μm 。还可以相对于基材明显更高或更低地放置线聚焦激光束,形成不会延伸全程穿过基材厚度的盲孔。可按照与上文所述的方式相似的方式来对这些孔进行蚀刻以生成盲孔,这些盲孔对于诸如金属化这样的下游加工来说有时是优选的。

[0102] 另外,由于为了产生最终开孔直径而对导孔进行了蚀刻,切割边缘的边缘强度也得到了增加。图8显示了使用两点弯曲测试方法在130 μm 厚的EXG玻璃上测得的所得边缘强

度的韦布尔图。最初切割时,玻璃部件的边缘强度具有约145MPa的B10值,且数据具有很陡斜率,这表示其具有十分一致的边缘,这是这种切割方法的特征。在经过酸蚀刻之后,由于一些由切割处理而产生的损伤被除去,且由于玻璃中裂格或裂纹的酸钝化,边缘强度增加。这导致仅在10um的蚀刻或更多蚀刻后产生约300-400MPa的B10边缘强度值,这是为插入件制造孔所通常需要的最小量的蚀刻。这种强度比使用纯机械切割和边缘打磨方法而制成的晶片的典型的边缘强度要大得多,这意味着激光切割部件加上酸蚀刻将会超出典型的下游加工的边缘强度要求。

[0103] 玻璃的切割涉及多个可调节参数。最重要的是激光参数,包括激光的重复频率(kHz)、爆发数(B)、脉冲能量(uJ)、经常受到最终物镜的焦距控制的线聚焦长度以及相对于基材的焦点位置。脉冲能量和方法在基材中生成孔眼的速度与频率直接相关。爆发数可用于影响激光材料相互作用的强度,因而影响形成于缺陷周围的微裂纹的大小。本文中所使用的微裂纹是指在基材中从缺陷中心周围形成的径向裂纹。微裂纹小于或等于约20um,且可以延伸或不延伸全程穿过基材厚度。在使用缺陷对基材进行切割或划刻的情况下,微裂纹通过弱化基材来提供帮助。

[0104] 脉冲能量中需要一个阈值来对材料进行改性,这取决于基材,且其能够影响形成于缺陷周围的微裂纹的大小。光传递中所用的最终物镜能够改变线聚焦的长度和能量密度。最后一个参数是缺陷的间距,这能够对连接任意孔眼以形成部件轮廓产生影响,且取决于激光触发与平台移动的协调作用。

[0105] 对于切割玻璃基材,发现了表1中所示的以下打孔参数以产生切割部件的一致分离以及良好的初始切割边缘强度(大于100MPa)。NIX表示在离子交换之前对玻璃进行激光处理,而IOX则表示使用相同的玻璃,但在离子交换之后利用激光进行处理,2318和2319表示两种类型的可离子交换玻璃的康宁玻璃组合代码。

[0106] 表1

[0107]

材料	脉冲能量 (uJ)	脉冲/爆发	间距 (微米)	物镜焦距 (mm)	线聚焦长度 (mm)
EXG, 100-200 um 厚	150-250	2-3	1-2	30	1
EXG 700 um 厚	350-450	5-12	7-10	30	1.3
NIX 2318 300 um 厚	150-200	2-5	3-5	50	2.5
NIX 2318 700 um 厚	150-250	2-5	3-5	50	2.5
IOX 2319, 700 um 厚	150-225	2-5	6-11	40	1.8

[0108] 上述表1中显示的条件不代表可用于切割上述材料的所有可能的参数范围,而是能够产生良好的一致部件切割结果、利用后续CO₂激光应用能够轻易地进行分离以及实现良好边缘强度的示例性参数。

[0109] 对于CO₂激光分离,发现被聚焦在玻璃上约2至6mm直径光斑处的约50至100W的激光功率足以引发预打孔的轮廓以约100至250毫米/秒的速度分离。在所用情况中,在所需的分离速度、焦点尺寸和激光功率之间存在此消彼长的关系。为了更快速的分离速度,可使用更高的激光功率,而为了更大的光斑直径,也可使用更高的激光功率。为了更慢的分离速度,可减小激光功率和/或增加光斑尺寸,以避免玻璃表面发生热烧蚀。

[0110] 在表1中的最后一种情况 (IOX 2319) 中,玻璃已经过离子交换,因此其具有相当大的拉伸应力,并且将会在轮廓的打孔后立即分离,因此不需要进行CO₂热暴露来进行分离。

[0111] 为了得到对玻璃进行钻孔的良好结果,通常需要圆(圆形)孔,以用于金属化处理,且应当减少或最小化材料的微开裂,以增加或最大化部件强度和可靠性。因此,在穿过基材制造坚固的损伤轨迹(其将会为蚀刻剂产生简易路径)与对将会生成非理想孔形状的材料产生过多的损伤之间存在此消彼长的关系。图9显示了对300um厚的EXG玻璃进行钻孔的过程研究结果,其中,改变了脉冲能量和最终物镜的焦距以显示这些效果。图像显示了经过蚀刻后的孔的俯视图和侧视图。对于该实验,100%的功率对应于每次爆发约185uJ的能量,且所有条件都处于2次脉冲/爆发下。对于透镜A,线聚焦长度约为1.3mm;对于透镜B,约为1.8mm;对于透镜C,约为2.5mm。对于最小的焦距和最大的脉冲能量,径向裂纹形成于孔的周围,这些孔被蚀刻成椭圆形特征,生成可见于顶部视图中的椭圆形孔(例如,透镜A,100%功率)。对于最小的脉冲能量,穿过材料的损伤轨迹不够坚固,从而不能允许蚀刻剂的快速穿透,且在蚀刻后未观察到真正的通孔(例如,透镜C,50%功率)。结果总结于图10中。最佳权

衡条件以绿色表示,其中,功率(脉冲能量)保持在略高于阈值处以损伤材料,但不够高,从而不会形成蚀刻成椭圆孔的较大的径向裂纹。通常,在最长的线聚焦长度(透镜C)处观察到最宽的处理窗口。

[0112] 对于其它材料也观察到类似的结果,例如康宁代码2318或2319玻璃。因此,用于钻孔/打孔的一些好条件示于以下的表2中。

[0113] 表2

[0114]

材料	脉冲能量 (uJ)	脉冲/爆发	物镜焦距 (mm)	线聚焦长度 (mm)
EXG, 100-300 um 厚	150-200	2-3	50	2.5
NIOX (未经离子交换) 2318, 700 um 厚	100-160	2-3	50	2.5
NIOX 2319, 700 um 厚	100-160	2-3	50	2.5

[0115] 通过使用上述处理条件,演示了对由0.7mm厚的康宁代码2318玻璃制成的晶片所进行的切割和钻孔。处理过程如下所示:

[0116] 1. 将300×300mm的玻璃板装载入机器中。

[0117] 2. 对200mm的晶片轮廓和释放线一起进行打孔,以辅助除去多余的玻璃碎片。

[0118] 3. 使用CO₂激光来分离经过打孔的轮廓。

[0119] 4. 暴露具有孔眼的中心孔图案。

[0120] 在该晶片中切割和激光暴露320000个孔图案的总时间短于5分钟。这比不得不对晶片进行机械切割并打磨成形的情况要快得多,此外,可对任意尺寸进行切割,这意味着供给入机器的玻璃原料可以仅仅是空白的大块板材,而不需要为了100mm晶片、200mm晶片等准备不同的库存。此外,由于未在切割与钻孔之间从机器中卸载玻璃晶片,孔图案相对于晶片切割边缘的位置只受控于平台的精度,在本例子中,平台的精度约为+/-5微米。

[0121] 还通过对打孔和分离的处理条件进行合适的调整来对其它厚度和玻璃组合物进行切割和钻孔,例如EXG, 2319NIOX玻璃和离子交换后的玻璃。

[0122] 尽管上述演示使用了单一皮秒激光光学头来进行切割打孔和钻孔,也可以在同一机器中、甚至是两个不同的机器中使用两个光学头来进行这些处理。采用两个不同光学头的优势在于线聚焦长度的略微不同对切割对钻孔可能是最佳的,由于通常情况下,对于切割处理,需要对玻璃产生更多损伤以帮助裂纹的相互连接,而对于钻孔,需要将损伤降到最低,以确保经过蚀刻后的最终孔的轮廓尽可能圆和光滑。在这种情况下,如图11所示,单一激光束源可使用(基于偏振的)光电开关、机械致动的或旋转的与偏振分束器结合的波盘、或气动或机械驱动的反射镜移动来在两个光学头之间切换。

[0123] 图11示意性地显示了一种采用两个光学头82、84的示例性激光系统80。在该示例性实施方式中,可最佳配置一个光学头82以用于进行切割,并且可最佳配置第二个光学头84以用于在基材中进行钻孔/形成孔。可使用光学开关86来选择在处理中在任意给定时间下使用哪个光学头。例如,光学开关86可包含气动或机械致动的镜子,可旋转的与偏振分束器相结合的波盘、或者其它能够通过影响传输通过偏振分束器的光的偏振态而对来自激光器88的激光束进行重新导向的光学元件或光电开关。

[0124] 图12显示了一种制造基材的示例性方法200的流程图,其使用焦线激光和/或短脉冲激光来对诸如玻璃板基材这样的基材进行切割和/或钻孔。在图12所示的实施方式中,在操作202中,将基材板装载入载体中。在本实施方式中,例如,系统具有通过移动玻璃或光传输(或两者)来使激光相对于玻璃移动的平台。如下文参考图13~17的更详细的描述所述,例如,基材板可包含(例如,由系统的一个或更多个辊供给的)基材板材料的一个或更多个离散基材板或连续的基材板材料的网。在操作204中,例如通过真空卡盘将基材板固定至载体。在操作206中选择第一组特定的激光参数,以生成一个或更多个对应于内部缺陷的所需形状、深度、尺寸或其它特征的特定内部缺陷(例如,第一组缺陷)。在操作208中选择第二组特定激光参数,以生成一个或更多个对应于外部缺陷的所需形状、深度、尺寸或其它特征的特定外部缺陷(例如,形成环绕一个或更多个所需个体组件的边界或周界的第二组缺陷)。在操作210中,例如通过使用CO₂激光来使个体形状与基材分离。在操作212中,例如通过释放真空卡盘来将基材/分离的块体从载体上释放。在操作214中,将载体和从基材板上切下来的碎片从系统中弹出或者以其它方式从系统中移除,并且在操作216中通过自动和/或手动操作将分离的块体从载体上移除。在操作218中对载体进行清洁以除去基材的碎片,并将载体放入队列中以重新使用。图12中所示的操作顺序只是一个例子。例如,可在与上文所述的相同或不同的设备中以任意顺序进行切割和钻孔操作。另外,如上所述,根据具体基材的特征,可利用或可不用额外的CO₂激光来进行分离操作。

[0125] 利用焦线激光方法,切割得到的玻璃边缘的性质(强度、粗糙度、表面下损伤等)是适当的,而不需要进一步进行打磨、磨角和抛光。这减少了用以生产相同产品的时间和成本,且能够消除由于这些处理而导致的任意产率损失。此外,减少了清洗步骤的数量。对于传统的方法,在对晶片进行切割和打磨后需要进行清洗步骤以除去机械残片。该步骤可通过上述方法而免除。

[0126] 在一些实施方式中,由于同一系统切割和钻取玻璃试样,其还具有大大提高外部特征与孔图案(例如,插入件孔)之间的定位精度的优势。利用传统的方法,由于对部件边缘的机械切割和打磨的不精确,将图案置于部件真正中心的总精度在200um的水平。即使在钻孔之前使用可视系统来寻找部件边缘,误差也可能较大。然而,本文所述的方法能够生成外部尺寸的精度比机械打磨和抛光部件精确得多的激光处理部件。因此,切割和钻孔不仅成为一种省时间的特征,还能够将部件的精度规格显著改善至约±5um的绝对容差。

[0127] 此外,处理薄玻璃(玻璃厚度<200微米)中最大的难题之一是对玻璃进行人工处理。因为玻璃是如此之薄,其表现得像一张纸。本方法减少了处理,因此使得能够对薄玻璃进行处理。整个系统将钻孔前后对部件的人工处理降到最低。在传统系统中,当对部件进行切割以及将它们装载入钻孔系统以及从钻孔系统中卸载时,人工处理这些部件。利用本方法,只有当将部件从系统中移除时才进行处理,该处理具有自动化的潜力。这直接导致总产

率的改善。

[0128] 处理大板材以制造一系列个体部件的另一个优势在于,钻孔处理的速度受限于光束能够相对于玻璃的移动速度,而不是受限于钻孔处理自身的物理性质。如果对移动玻璃的处理进行进一步细分,则最多的时间被用在加速和减速阶段。通过对具有相同图案的多个部件进行组合,可缩短每个部件的有效时间。通过将多个部件组合在面板上,当激光束扫过大的面板时,总钻孔速度增加—当只处理小部件时,需要较少的加速/减速事件。

[0129] 图13和14显示可由单一大面板220生成具有一种或更多种所需图案的多个晶片222和面板224。在这种情况下,将会使用激光处理来生成对应于孔图案(例如导孔、孔洞、插入件或类似结构)的第一组缺陷,以及生成形成例如晶片轮廓的边界或周界的第二组缺陷,包括部件轮廓内的任意对齐对准点。第二组缺陷的该外部晶片图案可使用单独的激光处理(例如CO₂激光热分离)来释放,或者在下游处理(酸蚀刻)中释放。一个优势在于各个所需块件可以是任意大小和尺寸,且各个块件可具有不同的内部孔图案。在图13和14中,例如,个体晶片222(图13)和个体面板224的外部边界或周界由第二组缺陷形成,第二组缺陷配置成晶片222的总体上圆形的边界或周界以及面板224的总体上矩形的边界或周界。此外,第一组缺陷提供所示的内部孔(例如导孔、孔洞、插入件或类似结构),这些内部孔设置在个体晶片222和面板224的边界或周界内。

[0130] 图15图示了一种示例性布局,其中,一块玻璃板被切割成四种不同的尺寸,且具有两种不同的图案。这是本文所述的切割和钻孔方法的一种具体优势,因为玻璃的库存得以简化,且该方法十分通用。

[0131] 例如,如图15所示,在一块基材板230中,可以从单一基材板230中同时钻取具有第一图案的一块面板232、三片300mm晶片234、七片150mm晶片236和两片100mm晶片238以及具有第二不同图案的两片100mm晶片240。可装载和处理单块的大玻璃板,而不是装载许多个体晶片或子面板。在图15中,例如,个体晶片234、236、238和240以及个体面板232的外部边界或周界由第二组缺陷形成,第二组缺陷配置成晶片234、236、238和240的总体上圆形的边界或周界以及面板232的总体上矩形的边界或周界。此外,第一组缺陷提供所示的内部孔(例如导孔、孔洞、插入件或类似结构),这些内部孔设置在个体晶片和面板的边界或周界内。

[0132] 相比之下,如果部件被按尺寸预先切割,则需要搬运大量具有不同尺寸的晶片库存。因为,不同的供应商需要多种不同的尺寸和厚度,可能需要巨大的库存。本文所述的方法的优势在于,从单一尺寸的母板切割晶片或面板,以得到多种不同尺寸的库存件,将所需的库存减少至仅需要不同厚度的板(或卷)。这缩短了装载时间,降低了部件的处理和跟踪的复杂度,并且增加了产量。

[0133] 图16显示了可由单一大面板250生成的含有具有所需图案的晶片的多个子面板252。在这种情况下,将会使用激光加工来生成插入件图案,例如通过第一组缺陷来生成,并且生成晶片轮廓,包括任意对齐对准点,例如通过第二组缺陷来生成,第二组缺陷设置成环绕形成第一组缺陷的边界或周界。此外,所述激光处理可用于生成子面板252。该子面板图案可使用单独的激光处理来释放,或者在诸如酸蚀刻这样的下游处理中释放。

[0134] 图17示意性地显示了一种处理,其原料通过基材板(例如玻璃基材板,例如康宁的Willow玻璃)的卷来补给。接收卷的能力减少了材料处理以及对于将卷转化成面板的需要。

在该激光处理组装件中,系统可进行切割、钻孔和释放处理。在该系统的出口侧,可使用拾取和放置来将所需要的部件运走。

[0135] 参考图17,图17示意性地图示了一种用于对基材板302进行激光制造的示例性处理和系统300。通常,在处理前在卷304中提供基材板302。如本文所用,术语“基材板”表示玻璃基材板、熔凝硅石板、蓝宝石板、玻璃-陶瓷基材板或陶瓷板。玻璃基材板可由任意能够按照本文所述的方式被激光钻孔和蚀刻的玻璃材料制成。类似地,玻璃-陶瓷基材板和陶瓷基材板可由任意能够按照本文所述的方式被激光钻孔和蚀刻的玻璃-陶瓷或陶瓷材料制成。示例性的玻璃组合物将会是康宁的Eagle XG玻璃或康宁的Gorilla玻璃组合物,例如康宁代码2318、2319和2320。也可使用局部陶瓷化的材料,例如那些对于特定激光的透射率小于约20%的材料。

[0136] 如上所述,能够利用激光钻孔处理对基材板302进行钻孔,以生成第一组缺陷和第二组缺陷或孔眼,对第一组缺陷进行调整以提供一个或多个导孔、孔洞、插入件或类似的结构,第二组缺陷或孔眼沿包围第一组缺陷的边界或周界设置。因此,基材板302应当能够接收热能且发生最小的尺寸变化,从而在激光处理过程中不需要将基材板302固定至支承框架。例如,当对通常用于高温电子应用中的聚酰亚胺膜进行热循环时,其可发生10 μm 至100 μm 范围内的预料不到的扭曲。相比之下,当对本文所述的基材(例如玻璃基材)进行相同的热循环时,其不会发生能够察觉的扭曲。除了尺寸稳定性以外,基材板302还应当能够承受高于约500 $^{\circ}\text{C}$ 的温度;具有大于约50GPa的杨氏模量;并且具有大于约3GPa的硬度。

[0137] 基材板302的厚度应当使其能够被卷绕成卷,如图17所示。在薄玻璃基材的情况下,作为一个非限制性的例子,基材板302可具有小于300 μm 的厚度。应当理解的是,基材板302可具有其它厚度,这取决于材料的组成和性质。

[0138] 卷304设置在卷组装件(未编号)上,所述卷组装件机械旋转以使基材板302脱卷,如图17所示。卷组装件以及本文所述的其它卷组装件可配置成能够旋转且具有卷绕在其上的基材板302的任意装置。

[0139] 在图示的实施方式中,基材板302随着从卷304上脱卷而穿过激光处理组装件306。如下文更详细所述,激光处理组装件306包含一个或多个激光器(图17中未示出),可操作这些激光器在基材板302上或穿过基材板302激光打钻多个缺陷用以对基材板302进行切割(例如第二组缺陷)和/或钻孔(例如第一组缺陷)。这些缺陷可以是在玻璃基材内的由多光子吸收所形成的通孔、盲孔、缺陷线或损伤区域,如下文更详细所述。可采用能够在基材板302内形成激光感应缺陷的任意激光处理,这取决于终端应用和孔需求。作为一个例子而非限制,可操作一个或多个激光器产生紫外或红外波长范围内的激光束。例如,非限制性的激光处理组装件示于图1、2A和2B中,并在上文详细描述。

[0140] 应当注意的是,可同时处理数个基材板。例如,卷304可包括数个卷绕的基材板,从而当多个基材板在激光处理组装件306中排列成堆叠关系时,可对多个基材板同时进行激光钻孔。

[0141] 在图17所示的例子中,基材板302在离开激光处理组装件306时已经被分离成个体组件部件308、310。然而,如本文所述,沿孔眼/缺陷线进行的分离可发生在激光处理组装件306的下游。此外,尽管基材板302显示为设置在卷上的连续板,也可以离散的基材板的形式将基材板引入激光处理组装件306中用以在激光处理组装件306中进行处理。

[0142] 处理300还可包括蚀刻处理(例如,用于对基材板内的孔进行精整),其设置在激光处理组装件306内,与激光处理组装件306串联,或者位于图17所示处理300下游系统/处理的单独的离散位置中。在蚀刻组装件中,可对基材板或离散的分离部件进行蚀刻处理,以打开激光处理生成的缺陷,从而形成所需的孔。可采用任意已知的或尚待开发的蚀刻处理将孔打开或成形为所需的形状。例如,非限制性的蚀刻处理被示意性地示于图19A~19C中,并且在下文详细描述。图20A图示了蚀刻处理后基材板302的一部分中的多个孔320。孔的截面形状可从圆柱形、圆锥形或其它形状变化,这取决于应用需要。图20B则显示了多个孔320已经被金属化层填充后的基材板302,所述金属化层在填充有金属的孔320外侧形成金属化接触衬垫322。

[0143] 图18示意性地显示了卷对卷处理330,其中,原料332的整个卷334在处理区336中经过打孔和钻孔,但未释放,并且在激光打孔后被回卷至卷338。注意到释放操作340(例如CO₂激光暴露)只是允许在打孔处理中形成的裂纹蔓延。因此,由于孔图案和部件轮廓仍然都是在同一机器中打孔的,没有导致牺牲尺寸容差。所得到的部件是相同的,且具有所有已经概述的令人满意的性质。随后,可随经过钻孔和切割的卷进行酸蚀刻而掉出所需的形状,或者经过后续处理(在图18中标记为“释放”),以描绘和分离出所需形状。这可能是有利的,因为用于某些部件的切割和钻孔时间占处理时间的大部分。通过分离这些步骤,每条生产线的总产量可以高得多,使得单位产出的基建投资更低。例如,一种实施方式可以是五台机器,它们各自对五种不同的卷原料进行轮廓打孔和钻孔。可将这五卷经过切割和钻孔的原料送至单一分离机器,其接管这些卷并释放部件。

[0144] 现在参考图19A~19C,图19A~19C示意性地图示了可由蚀刻组装件352提供的示例性的蚀刻处理350。如上所述,可使用任意能够打开基材板302中激光打钻的孔的蚀刻处理。首先参考图19A,示例性的蚀刻组装件352配置成通过喷雾蚀刻来对前进中的基材板302进行蚀刻。多个喷嘴(未图示)将多股蚀刻溶液喷雾射流355导至基材板302处。尽管图19A图示了喷雾射流355在基材板302的两侧上,一些实施方式也可以只将喷雾射流355导至基材板302的一侧上。喷雾射流355的流体速率可沿蚀刻组装件352的长度而改变。

[0145] 图19B示意性地图示了蚀刻组装件352',其对基材板302浸入蚀刻溶液中的部分进行水性蚀刻。如上所述,可使用任意蚀刻溶液化学物质,这取决于基材板302的性质。尽管未在图19B中示出,可在蚀刻组装件352'中提供耐蚀刻剂的辊,以向下游推动基材板302,以使其完全浸入蚀刻溶液中。如图19B所示,可对蚀刻溶液和/或基材板302施加光学超声波能量和/或进行搅动(以形状357表示),以进一步增进孔的蚀刻。

[0146] 图19C示意性地图示了蚀刻组装件352",其提供蚀刻区域359A和359B形式的多个蚀刻区域。应当理解的是,可根据应用提供任意数量的蚀刻区域。在所示的实施方式中,蚀刻区域359A是水性蚀刻区域(其可提供或不提供超声能量或搅动)而后续的蚀刻区域359B是干燥的蚀刻区域。应当理解的是,可提供其它蚀刻区域以替代所示的蚀刻区域359A和359B,或者除了所示的蚀刻区域359A和359B以外再提供其它蚀刻区域。例如,蚀刻区域可提供喷雾处理或基材浸没。

[0147] 可利用不同的蚀刻条件对不同的蚀刻区域进行特别优化。在对基材的个体板进行蚀刻的批料处理中难以实现蚀刻条件的快速改变。然而,在本文所述的连续或卷至卷处理中,连续的喷雾喷头组可随着基材板302前进通过蚀刻组装件352而改变蚀刻组成,提供水

润洗、改变温度、增加或移除搅动以及类似操作。

[0148] 如上所述,可独立地对基材板302的各表面进行处理。例如,可以相同或不同的方式对基材板302的两个表面进行蚀刻。或者,在另一些配置中,可以只对基材板302的一个表面进行蚀刻。利用能够以不同的方式对各表面进行蚀刻的能力,可以通过激进地蚀刻第一表面,同时轻微地蚀刻另一个表面来生成孔。对基材各表面的处理还可交替进行。蚀刻条件还可在基材的水平宽度上变化。

[0149] 连续蚀刻不仅会影响通孔的性质,还会影响基材板的边缘和总体机械可靠性。对基材板边缘的蚀刻能够消除或减少基材板中的瑕疵,从而增加弯曲强度。边缘附近的蚀刻还能够产生圆形、锥形或不同厚度的边缘轮廓。蚀刻处理还造成了基材板的薄化。该薄化在基材板的宽度上可以是均匀的,或者其可为了机械或装置功能性目的而在基材板中更加激进地生成更薄的区域。这些变化可通过改变基材表面上的蚀刻条件或者通过遮蔽技术而实现。

[0150] 在替代性的实施方式中,基材板302可在激光处理之后被分离成个体区段。不像卷至卷处理,如本文所述,可使基材板302的个体区段连续通过蚀刻组装件。在一些实施方式中,基材板302可作为脱卷板进入蚀刻组装件104,随后在通过蚀刻组装件后卷绕成卷。

[0151] 现在参考图21和22,在一些实施方式中,在激光处理后以卷的形式对整个卷360进行蚀刻,而不是通过使基材板302连续通过蚀刻组装件352来进行蚀刻。图21示意性地图示了卷绕的基材板302的最终卷360的一部分。为了确保蚀刻溶液到达基材板302的基本上所有表面区域,在基材板302的相邻表面之间应当存在间隙。如图21所示,耐蚀刻剂的插入层361设置在基材板302的相邻表面之间。可配置成格栅或包含开口的插入层361能够在基材板302的相邻表面之间提供间隙。当最终卷360浸入蚀刻溶液中时,这允许蚀刻剂溶液在基材板302的表面之间流动。可在激光处理组装件306之前或之后应用插入层361。最终卷360还可包括多个基材板和多个插入层。

[0152] 在基材板302通过激光处理组装件306并被卷成最终卷360(或中间卷)之后,将其放置入蚀刻组装件362中,如箭头B所示。蚀刻溶液的化学性质和蚀刻的持续时间将会取决于基材板302的材料和所需的性质(例如孔径、基材板的厚度以及类似的性质)。所得到的产品是一卷在其中形成有孔的卷绕的基材板。在蚀刻后,可对最终卷360进行清洁(例如水性清洁或等离子体清洁),以及/或者对其进行进一步处理。例如,最终卷360可被轻易地封装和运至其它设施以作进一步处理。

[0153] 现在应当理解的是,本文所述的实施方式提供了在目标基材中进行切割和钻孔的系统和方法,其使用脉冲激光和光学系统来在诸如玻璃基材板这样的目标基材内生成激光束的线聚焦。脉冲激光切割和钻孔系统和方法利用各个体激光脉冲生成在某些实施方式中延伸穿过玻璃板整个厚度的孔或缺陷,并且允许激光系统通过生成一系列形成轮廓或所需部件形状的孔眼来将目标基材切割和分离成任意所需的轮廓。由于玻璃基材板是脆性的,随着打孔的轮廓将会发生开裂,允许玻璃基材板分离成由孔眼限定的任意所需形状。所述系统和方法可在高速($>500\text{mm/s}$)下对多数玻璃组合物进行切割,范围从高应力玻璃(例如经过离子交换的玻璃)至低应力玻璃(例如康宁(Corning)的EXG),允许对具有紧密半径和复杂轮廓的复杂形状进行切割。此外,可对所述系统和方法进行进一步调整,以在玻璃晶片制造所需的插入件导孔图案。还可使用酸蚀刻处理来扩大孔,并将这些晶片转化成合适

的玻璃插入件。

[0154] 尽管本文中已描述了示例性的实施方式,本领域技术人员应当理解的是,可在不偏离所附权利要求所包含的范围内对其中的形式和细节进行各种改变。

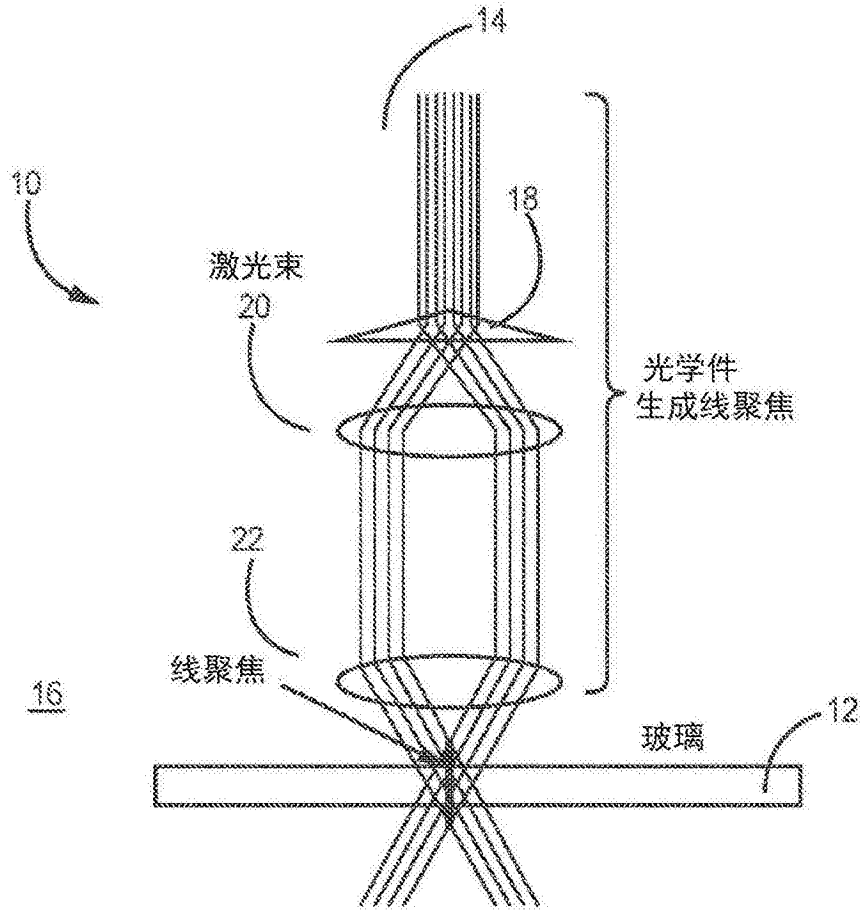


图1

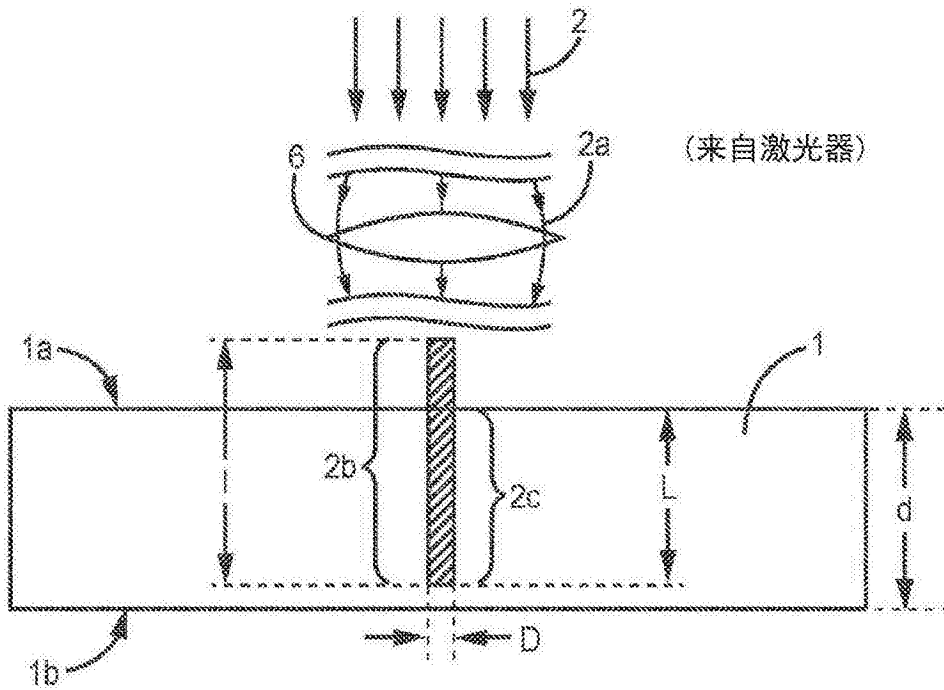


图2A

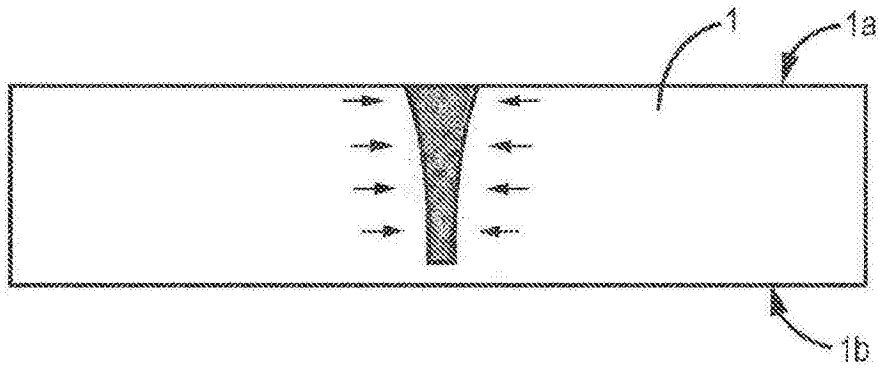


图2B

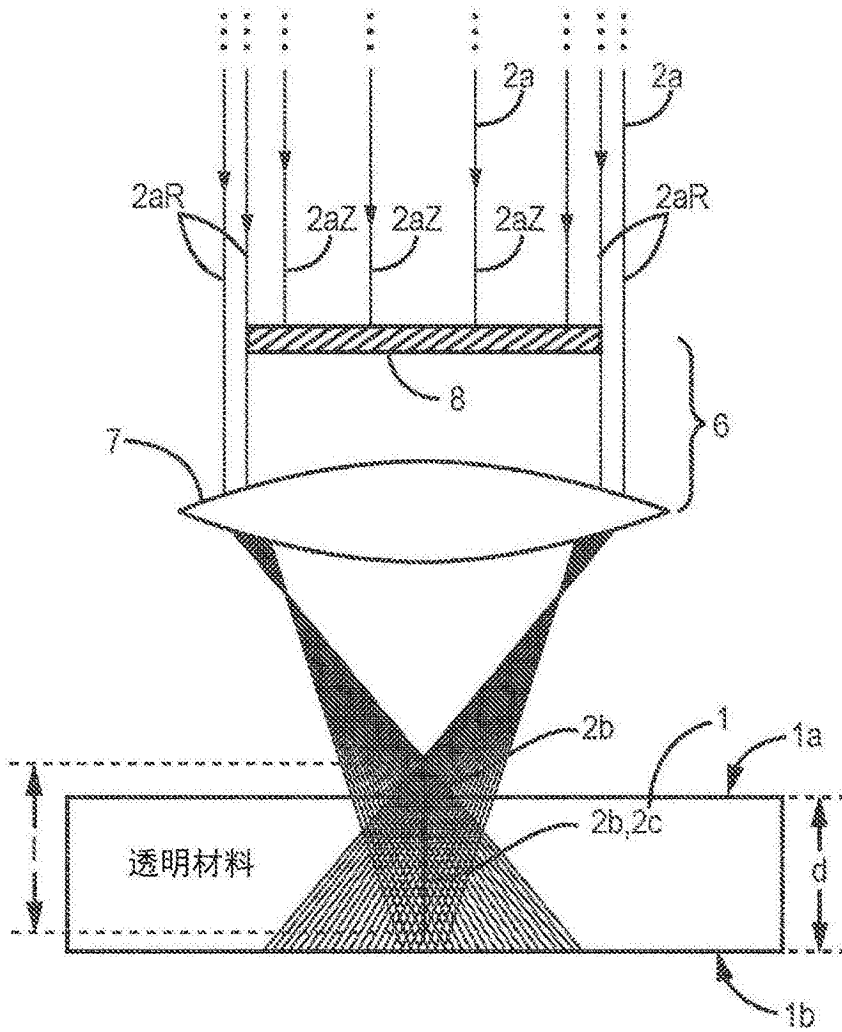


图3

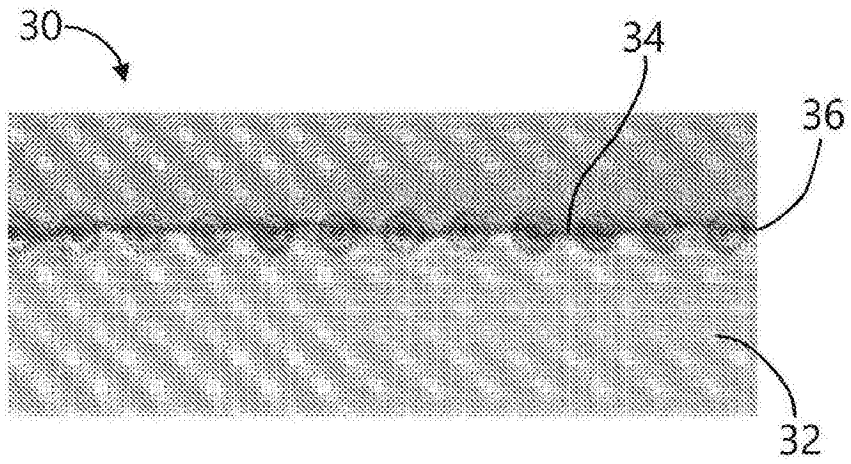


图4

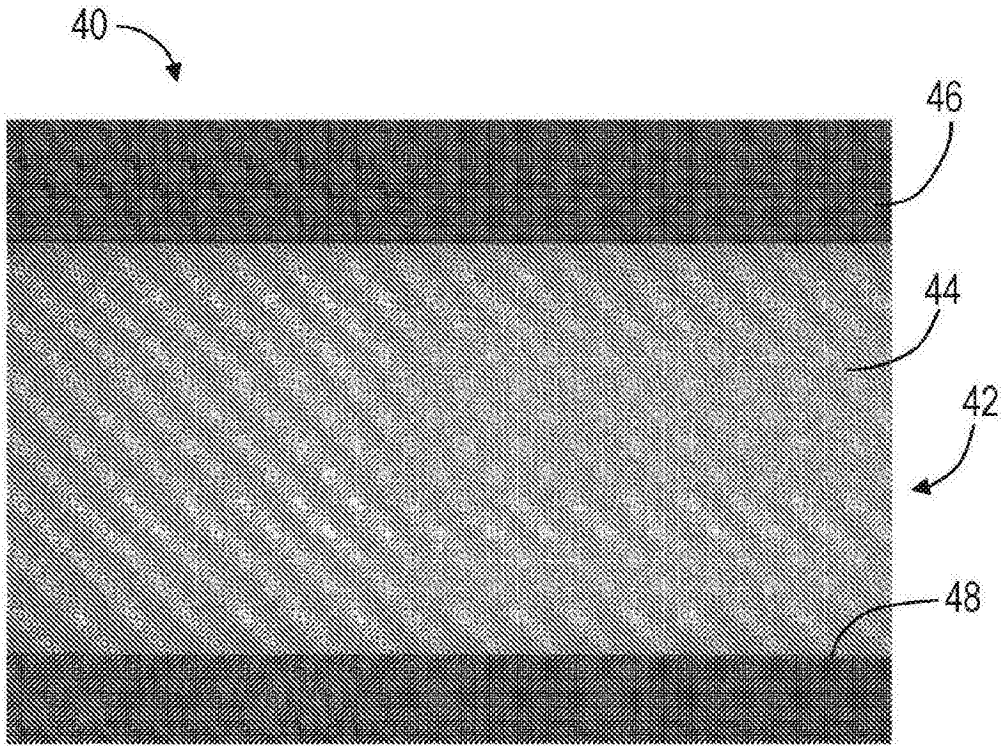


图5

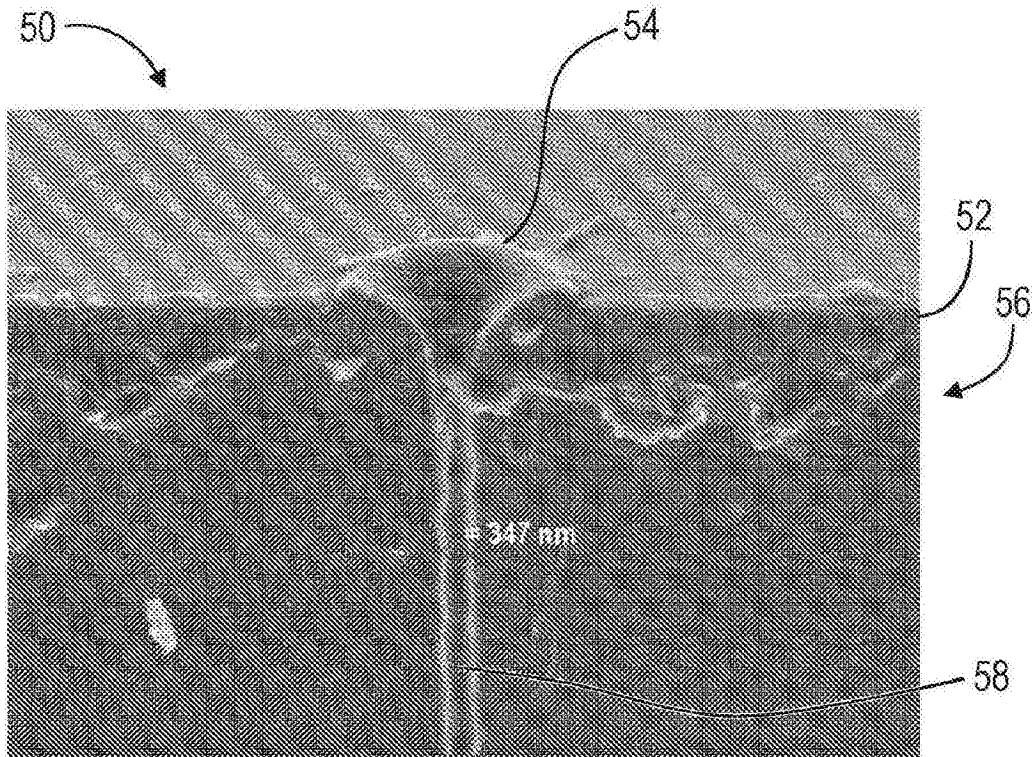


图6

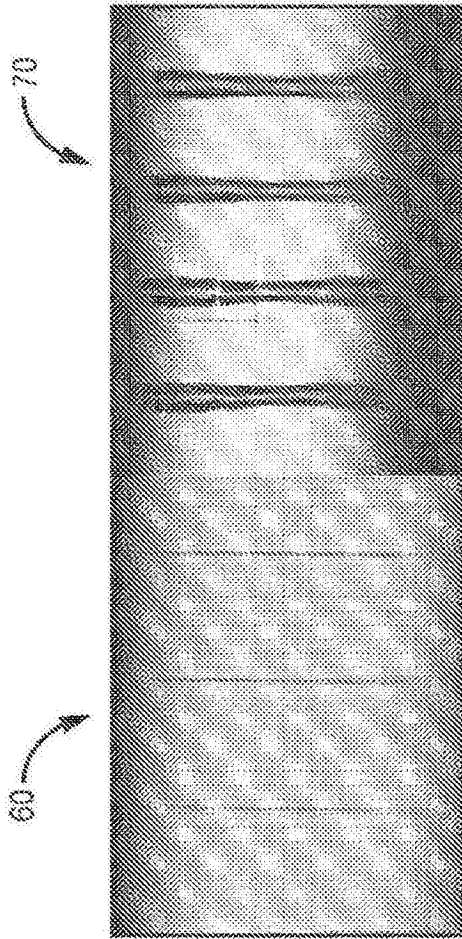


图7

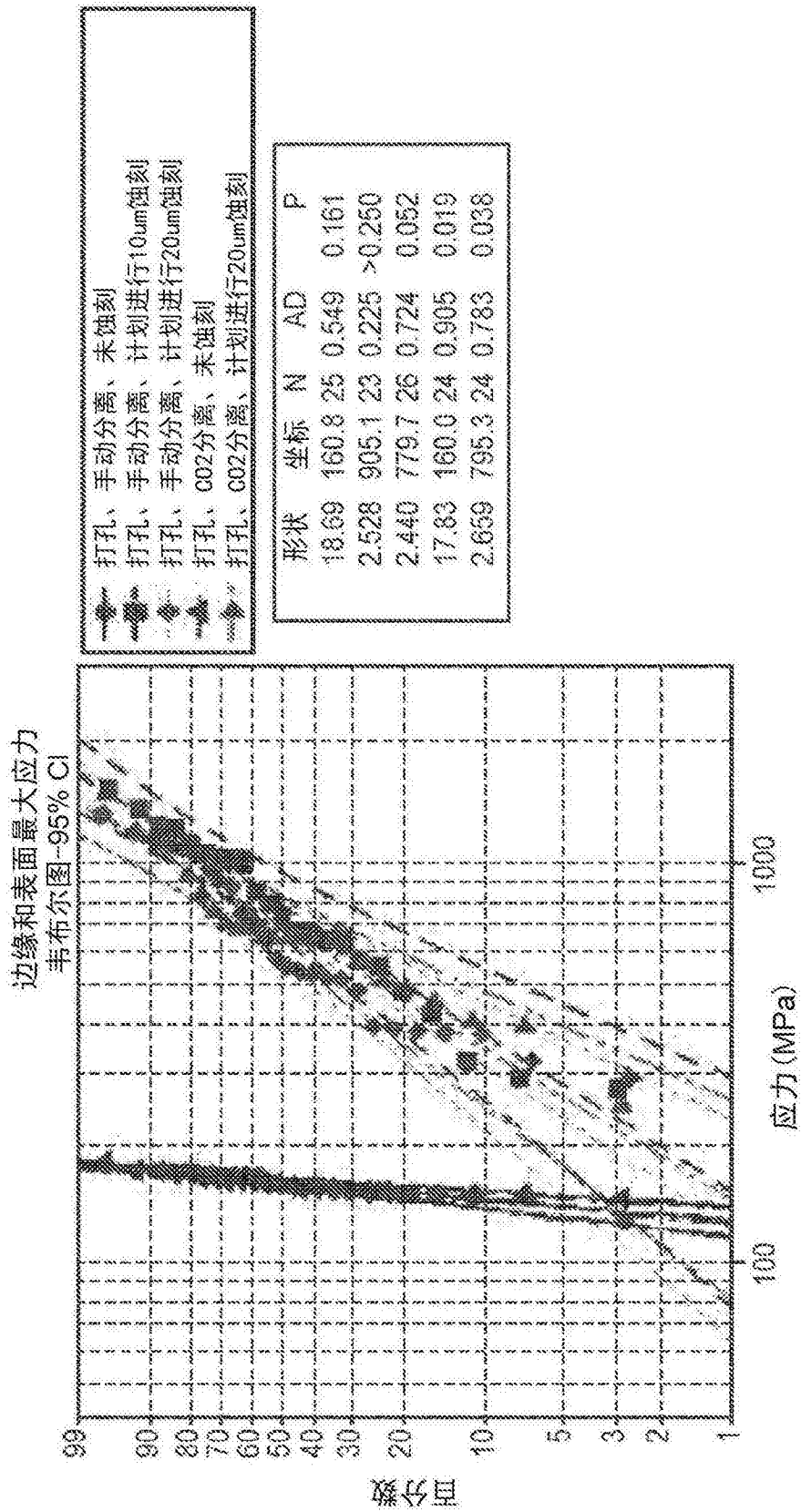


图8

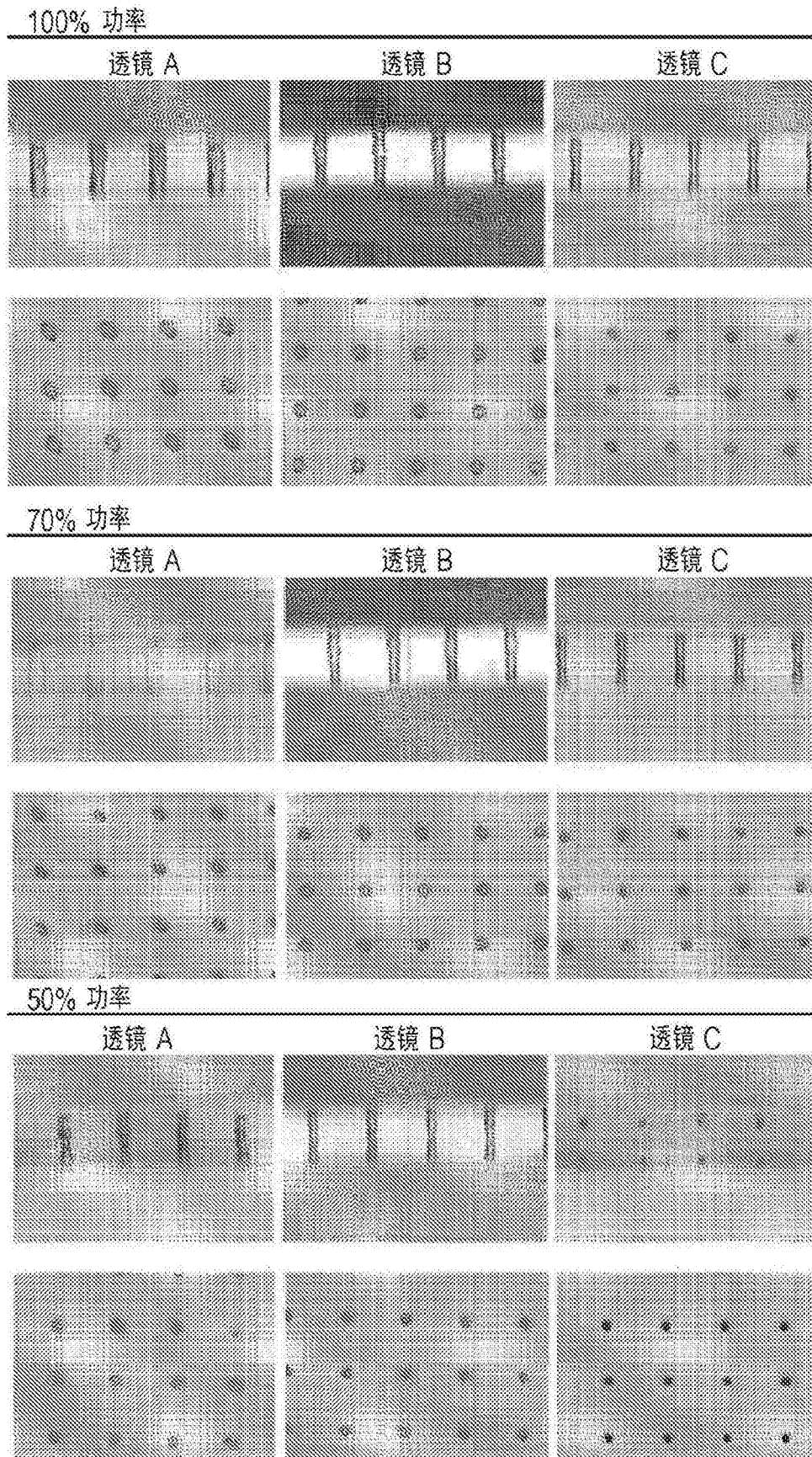


图9

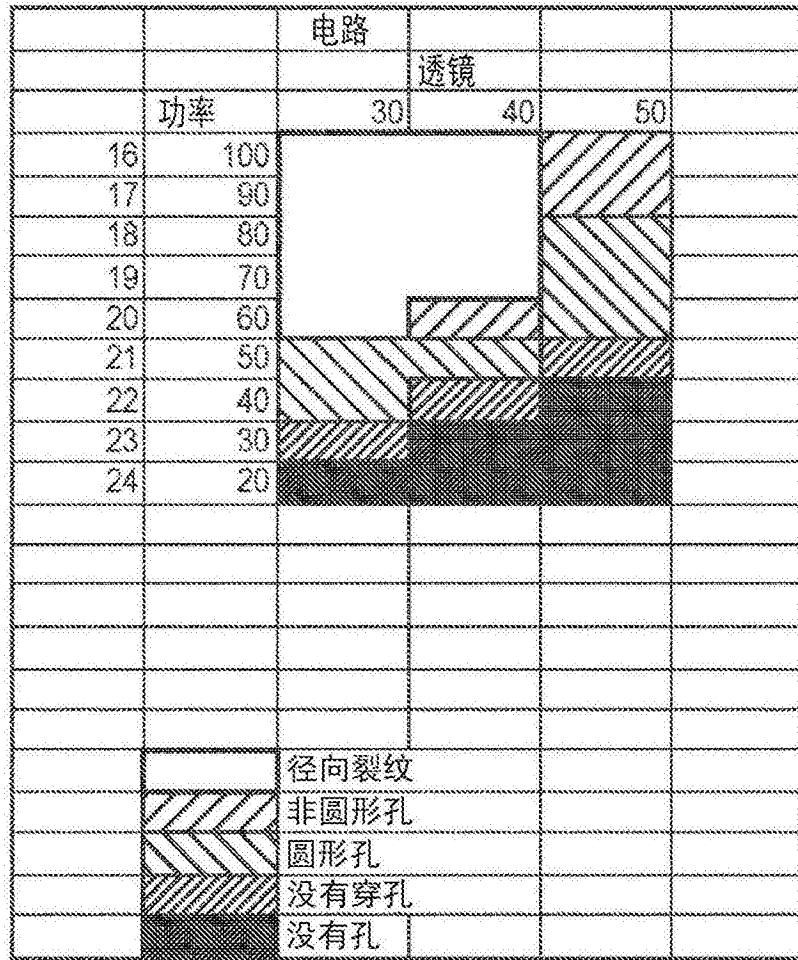


图10

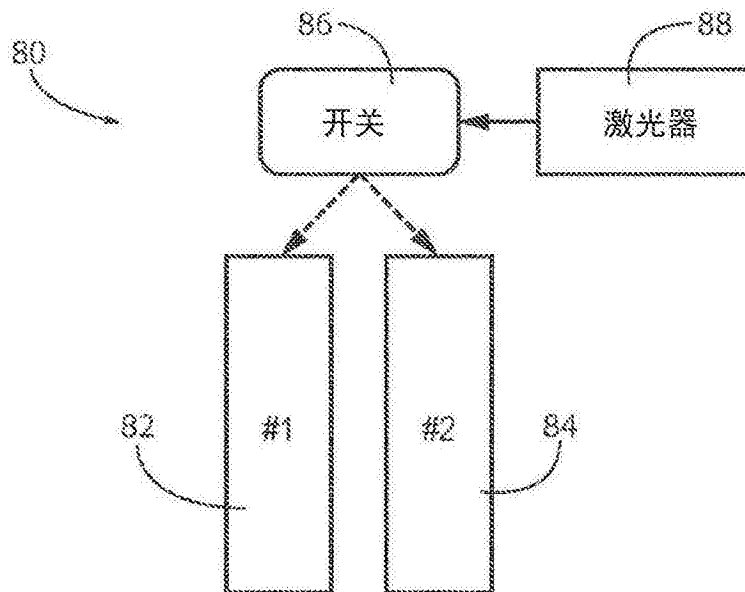


图11



图12

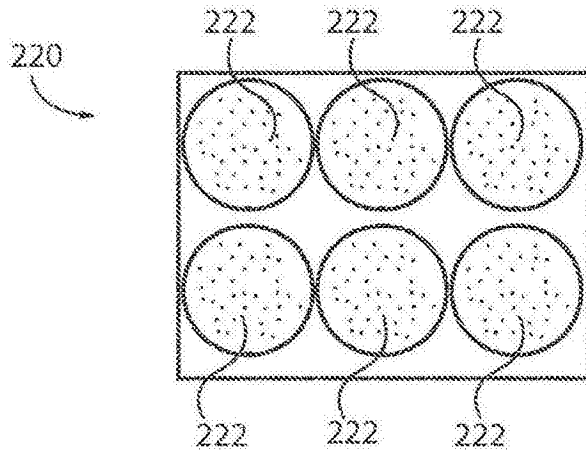


图13

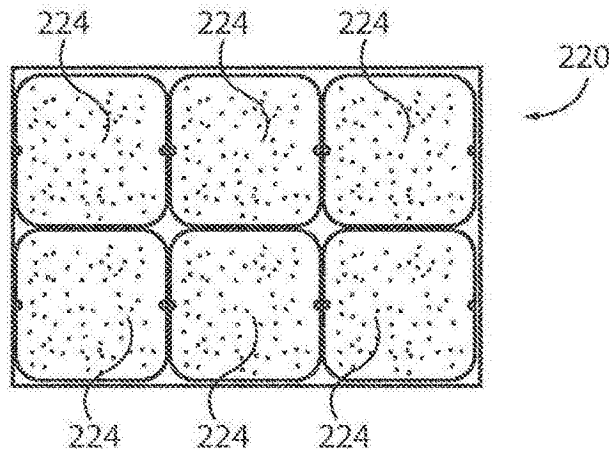


图14

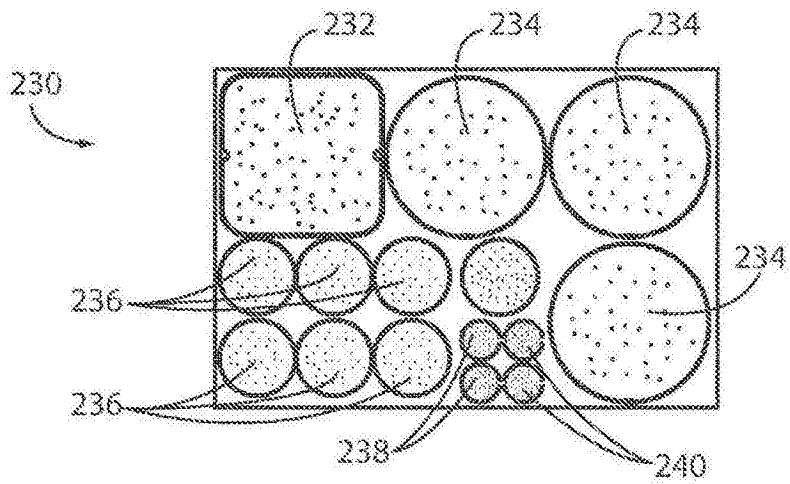


图15

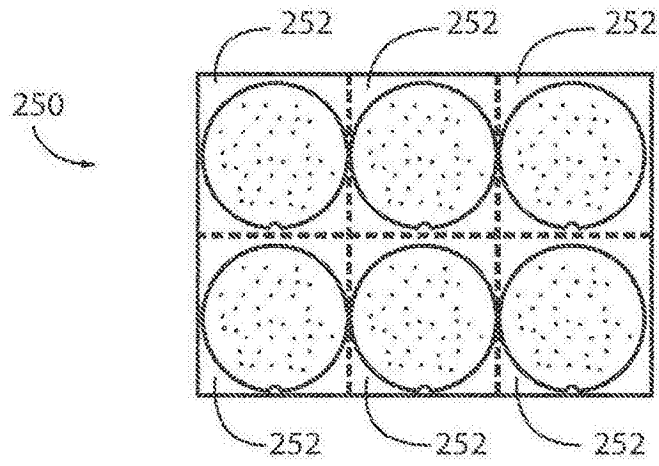


图16

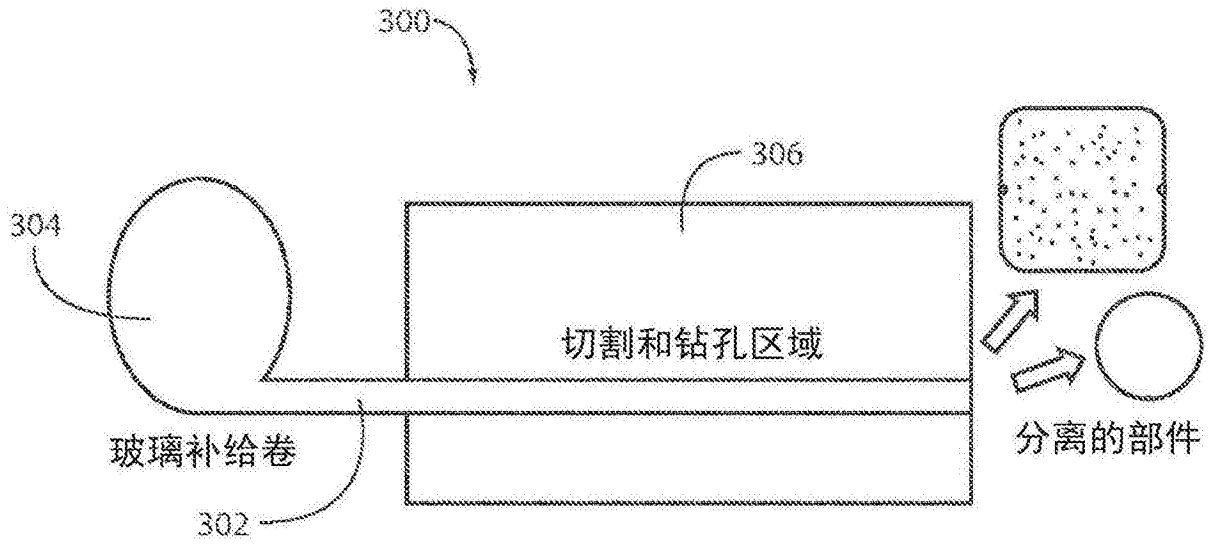


图17

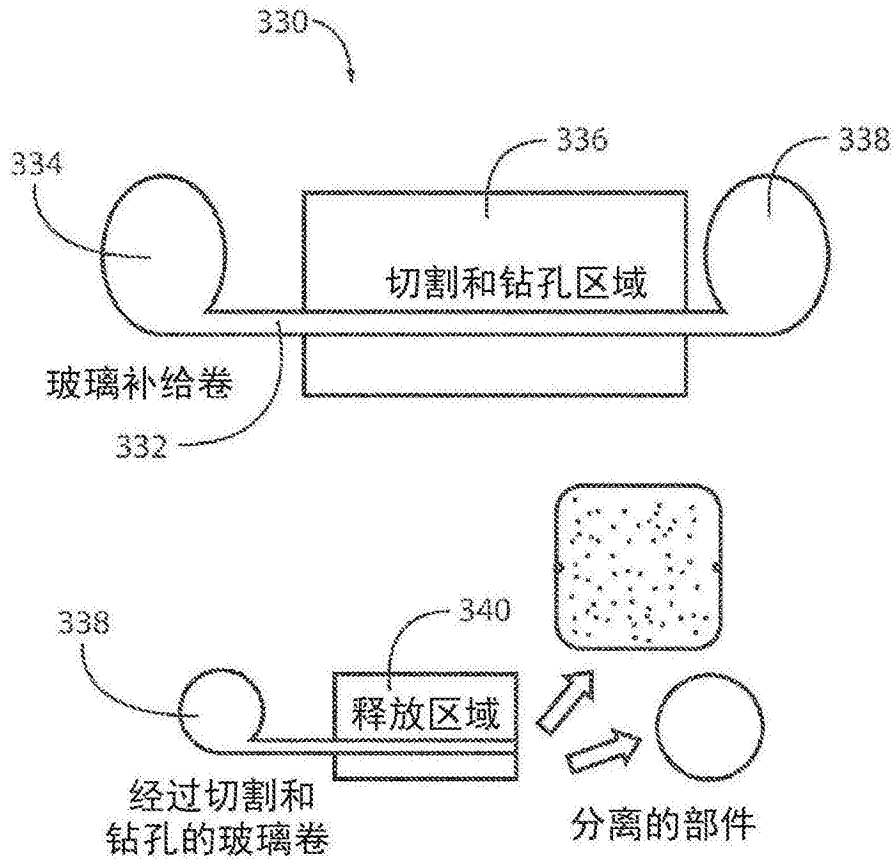


图18

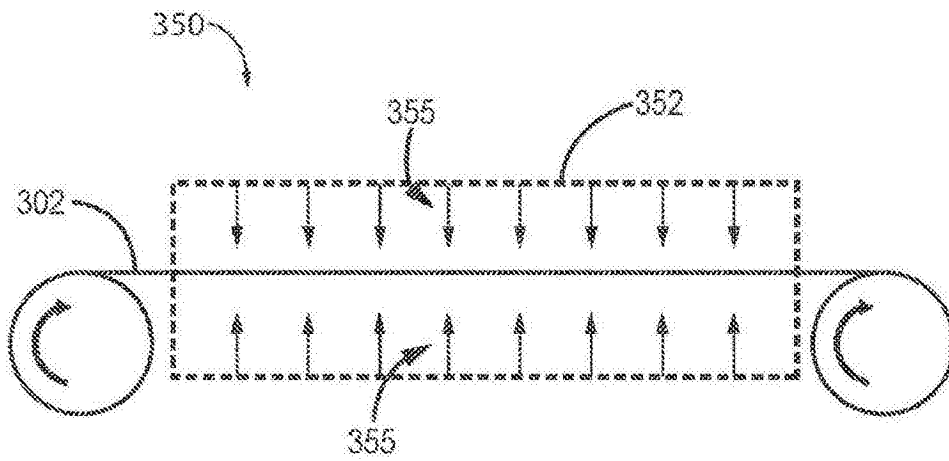


图19A

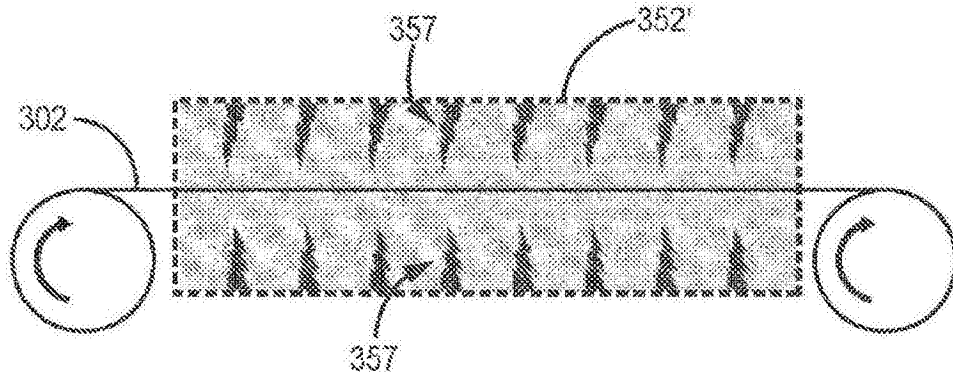


图19B

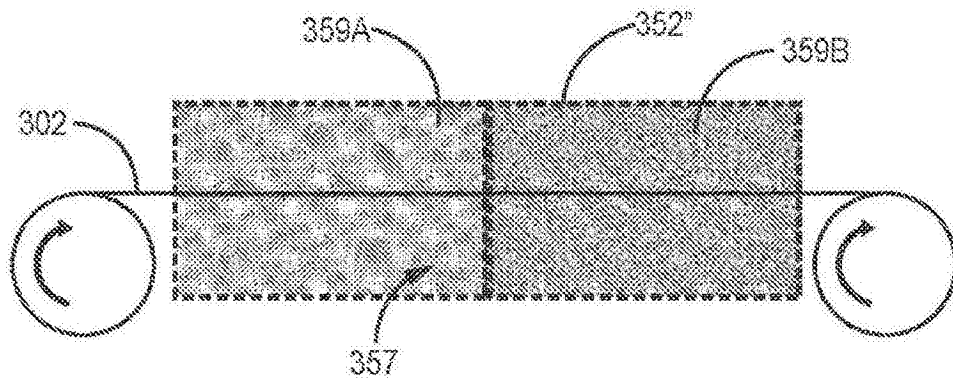


图19C

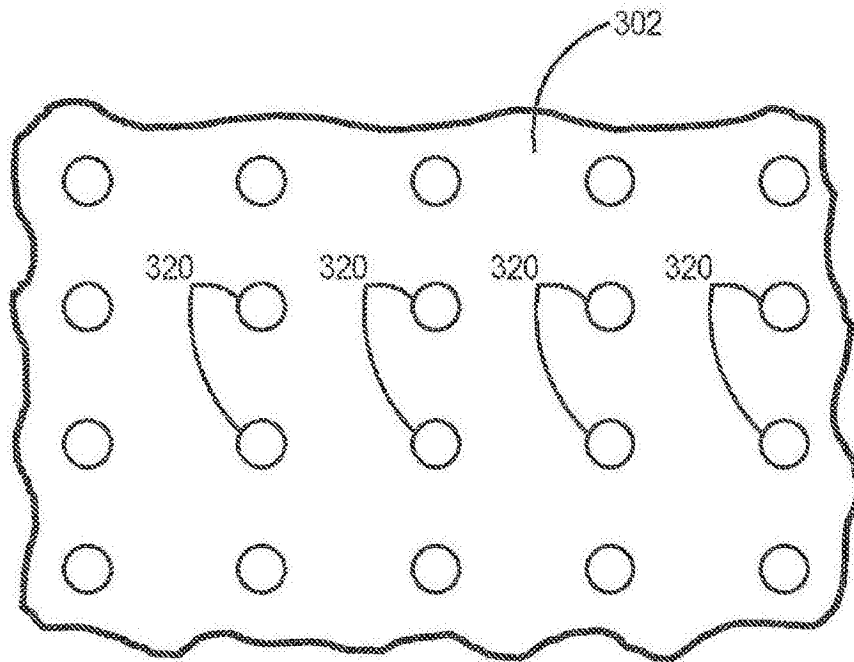


图20A

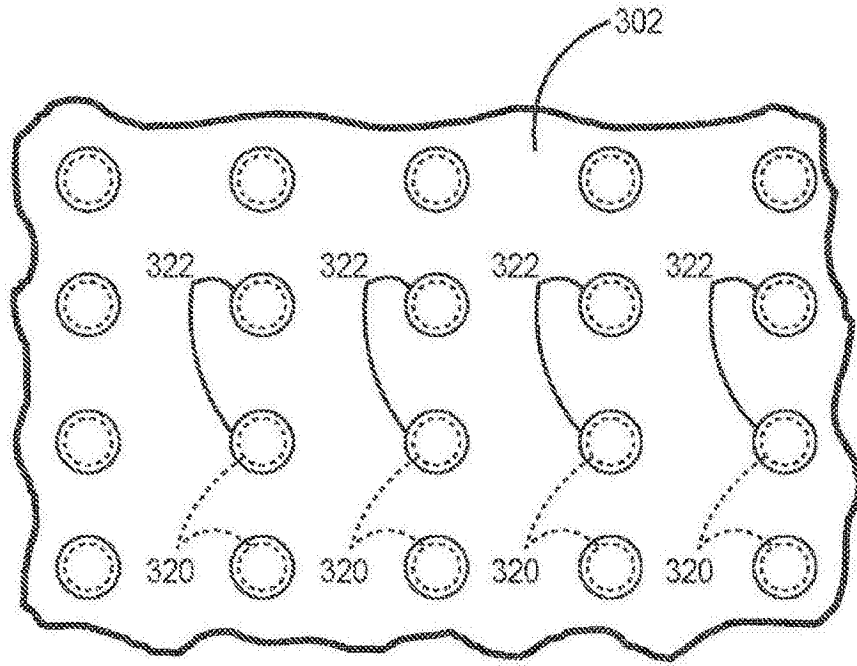


图20B

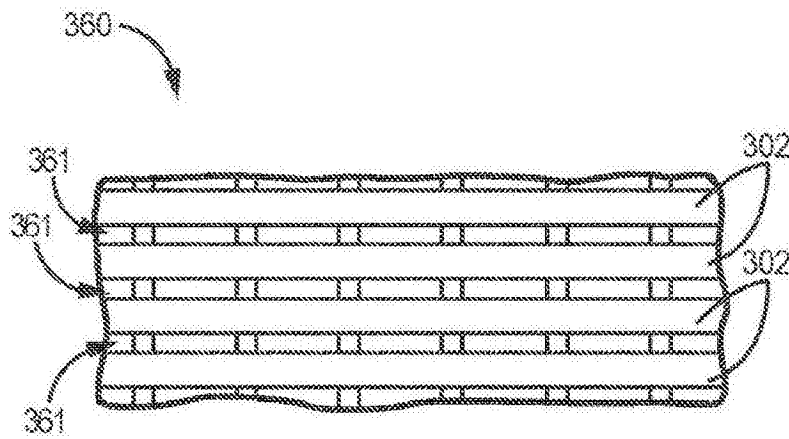


图21

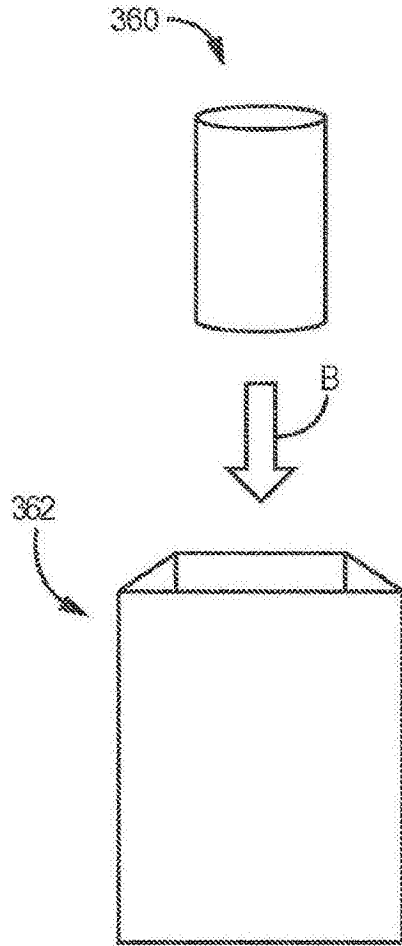


图22