



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1738693 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 02825856.8

(22) 申请日 2002.06.21

(30) 优先权数据

60/343,476 2001.12.20 US

10/138,594 2002.05.02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004.06.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2002/019752 2002.06.21

(87) PCT申请的公布数据

W02003/053627 EN 2003.07.03

(73) 专利权人 惠普公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D·卡希尔 J·R·波拉

D·J·奥赖利 G·斯科特

N·麦克罗林

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 崔幼平

(51) Int. Cl.

B23K 26/38(2006.01)

B41J 2/16(2006.01)

(56) 对比文件

JP 平6-79486 A, 1994.03.22, 说明书第5栏第20-40行、附图3.

US 5835513 A, 1998.11.10, 说明书第5栏第33-36行.

CN 2399865 Y, 2000.10.04, 全文.

审查员 杨勇

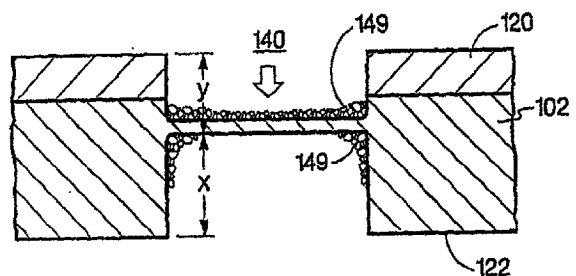
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 11 页

(54) 发明名称

激光加工一种流体槽的方法

(57) 摘要

激光加工一种流体槽(126)的方法,包括将一个二极管泵运式固态脉冲UV激光束对准一个带有微电子器件的基底,以便穿过该基底形成一个槽。



1. 激光加工打印头中的流体槽的方法,包括:
将 UV 激光束对准具有微电子器件的基底 ;和
通过以 UV 激光束激光加工基底形成穿过基底的流体槽,包括在形成流体槽时沿着基底移动 UV 激光束,并且在形成流体槽时在基底上槽区域内用 UV 激光束按图形描迹线,
其中用 UV 激光束按图形描迹线包括以蛇形图形、螺旋形图形、椭圆形和相邻的闭环图形的至少其中之一在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中基底具有带第一槽区域的第一表面,和带第二槽区域的相对的第二表面,UV 激光束被对准基底的第一和第二槽区域以双向激光加工穿过基底的流体槽,并且第一表面具有微电子器件,而第二表面在第一表面之前被激光加工。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中从第二表面激光加工流体槽的大部分。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中形成穿过基底的流体槽还包括在形成穿过基底的流体槽时改变 UV 激光束的直径。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以蛇形图形在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束在槽区域内从流体槽的一端到流体槽的相对端来回描迹线。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以螺旋形图形在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括下述其中之一 :用 UV 激光束从槽区域的中心描迹线和以尺寸增加的圆形移动 UV 激光束,及沿着槽区域的边缘用 UV 激光束描迹线和以尺寸减小的圆形移动 UV 激光束。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以椭圆形在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束沿着槽区域的边缘描迹线。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以相邻的闭环图形在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括下述其中之一 :在槽区域内以相邻的较大闭环用 UV 激光束描迹线,及在槽区域内以相邻的较小闭环用 UV 激光束描迹线。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以蛇形图形和椭圆形在基底上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束在槽区域内从流体槽的一端到流体槽的相对端来回描迹线和用 UV 激光束沿着槽区域的边缘描迹线。
10. 激光加工打印头中的流体槽的方法,包括:
将二极管泵运式固态脉冲 UV 激光束对准具有微电子器件的基底 ;和
以 UV 激光束激光加工穿过基底的流体槽,包括在激光加工穿过基底的流体槽时沿着基底的表面移动 UV 激光束,并且在激光加工穿过基底的流体槽时在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束按图形描迹线,
其中用 UV 激光束按图形描迹线包括以蛇形图形、螺旋形图形、椭圆形和相邻的闭环图形的至少其中之一在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线。
11. 如权利要求 10 所述的方法,还包括:
在一部分基底表面进行激光加工之后,调节激光束的焦点更靠近基底的表面。
12. 如权利要求 10 所述的方法,还包括下列步骤的至少其中之一:
在表面击穿附近降低激光束功率,以使对基底表面的损害减至最小 ;及
使激光束散焦以便净化槽。

13. 如权利要求 10 所述的方法,其中激光加工穿过基底的流体槽还包括在激光加工穿过基底的流体槽时改变 UV 激光束的直径。

14. 如权利要求 10 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以蛇形图形在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束在槽区域内从流体槽的一端到流体槽的相对端来回描迹线。

15. 如权利要求 10 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以螺旋形图形在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括下述其中之一:用 UV 激光束从槽区域的中心描迹线和以尺寸增加的圆形移动 UV 激光束,及沿着槽区域的边缘用 UV 激光束描迹线和以尺寸减小的圆形移动 UV 激光束。

16. 如权利要求 10 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以椭圆形在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束沿着槽区域的边缘描迹线。

17. 如权利要求 10 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以相邻的闭环图形在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括下述其中之一:在槽区域内以相邻的较大闭环用 UV 激光束描迹线,及在槽区域内以相邻的较小闭环用 UV 激光束描迹线。

18. 如权利要求 10 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线是以蛇形图形和椭圆形在基底的表面上槽区域内用 UV 激光束描迹线,这包括用 UV 激光束在槽区域内从流体槽的一端到流体槽的相对端来回描迹线和用 UV 激光束沿着槽区域的边缘描迹线。

19. 激光加工打印头中的流体槽的方法,包括将二极管泵运式固态脉冲 UV 激光束对准具有微电子器件的基底以形成穿过基底的流体槽,

其中基底具有一个第一表面,上述第一表面上具有至少两个分开的槽区域,其中,通过在激光加工基底时沿着基底的第一表面移动 UV 激光束和在激光加工基底时在基底的第一表面上该至少两个分开的槽区域内用 UV 激光束按图形描迹线,用一个激光源同时激光加工该至少两个分开的槽区域。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中使用一个衍射元件和一个分束器的至少其中之一同时激光加工该至少两个分开的槽区域。

21. 如权利要求 19 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线包括以光栅图形、蛇形图形、螺旋形图形、椭圆形、同心的椭圆形和窗图形的至少其中之一用 UV 激光束描迹线。

22. 如权利要求 19 所述的方法,其中流体槽还通过在形成穿过基底的流体槽时改变 UV 激光束的直径来成形。

23. 激光加工打印头中的流体通道的方法,包括:

在具有微电子器件的基底中形成流体通道,其中基底具有一个第一表面和一个对置的第二表面,和在第一和第二表面的每一个上限定的至少两个分开的通道区,其中第一表面的至少两个分开的通道区对应第二表面的至少两个分开的通道区,其中形成流体通道包括:

通过在激光加工基底和形成流体通道时沿着基底的第一表面移动 UV 激光束及在激光加工基底和形成流体通道时在基底的第一表面上该至少两个分开的通道区内用 UV 激光束按图形描迹线,用一个 UV 激光束同时激光加工第一表面上的该至少两个分开的通道区;和同时激光加工第二表面上的该至少两个分开的通道区。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其中用 UV 激光束按图形描迹线包括以光栅图形、蛇形

图形、螺旋形图形、椭圆形、同心的椭圆形和窗图形的至少其中之一用 UV 激光束描迹线。

25. 如权利要求 23 所述的方法,其中形成流体通道还包括在形成基底中的流体通道时改变 UV 激光束的直径。

激光加工一种流体槽的方法

[0001] 参阅有关申请

[0002] 本申请要求于 2001 年 12 月 20 日提交的美国临时专利申请 No. 60/343, 476 和 2002 年 5 月 2 日提交的美国专利申请 No. 10/138, 594 的权益。

技术领域

[0003] 本发明涉及激光加工一种流体槽的方法。

背景技术

[0004] 各种喷墨打印装置在该技术中是已知的, 并包括各种热起动式打印头和机械起动式打印头。热起动式打印头往往是利用电阻元件或类似物来达到油墨喷出, 而机械式起动打印头往往利用压电换能器或类似物。

[0005] 一种有代表性的热喷墨打印头具有多个薄膜电阻器, 上述多个薄膜电阻器设置在一个半导体基底上。在基底上设置一个小孔和 / 或一个阻挡层。小孔和 / 或阻挡层限定围绕每个电阻器的烘烤室、一个对应于每个电阻器的小孔、及一个通向每个烘烤室的入口。通过一个“烘烤信号”起动加热电阻器, 使对应烘烤室中的油墨被加热并通过对应的小孔喷出。

[0006] 油墨通常是通过一个进料槽设置在烘烤室的入口处, 上述进料槽在半导体基底中加工而成。基底通常具有一矩形形状, 同时槽在矩形的纵向上设置。若干电阻器常常是成若干排安装, 上述各排位于槽的一侧或两侧上。由打印头一个通道所达到的印幅宽度近似等于电阻器排的长度, 上述印幅宽度也近似等于槽的长度。

[0007] 进料槽通常用喷砂钻孔法 (也通称为喷砂法或“砂开槽法”) 制成。这种方法是一种快速、比较简单和可形成规模的工艺。对简单的槽形状来说, 喷砂法能在基底中形成一个孔, 具有比较高的精度, 而同时一般避免了对周围元件和材料的显著损坏。另外, 它能够在各种具有不同材料的基底中切割开口而不产生过量的热。而且, 它可用于改善在生产过程中的相对布局精度。

[0008] 尽管砂开槽法具有这些明显的好处, 但砂开槽法也是有缺点的, 因为它可能在半导体基底中产生微裂纹, 上述微裂纹大大减少了基底的抗断强度, 同时由于产生有裂纹的模子而造成相当大的产率损失。低的抗断强度也限制基底的长度, 上述基底的长度的限制本身也不良地影响印幅高度和整个打印速度。此外, 砂开槽法通常使碎屑落到槽的输入侧和输出侧二者上的基底上。通常, 碎屑是数十微米大, 并且可以限制把烘烤室安放到槽的边缘多近。偶而碎屑较大并造成制造过程中的收得率损失。当所希望的槽长度增加和所希望的槽宽度减少时, 碎屑问题可以更普遍。

[0009] 进料槽也可以例如用碱性腐蚀剂湿法化学腐蚀法形成。这种腐蚀技术产生若干腐蚀角, 上述若干腐蚀角产生很宽的背侧槽开口。宽的背侧开口限制晶片上的一个特定模子可以有多小, 并因此限制每个晶片的模子数 (分离比)。希望分离比达到最大。

[0010] 在一个实施例中, 激光加工一种流体槽的方法包括将一个 UV (紫外) 激光束对准

一个带有微电子器件的基底 (substrate with microelectronics), 以便穿过基底形成一个槽。

附图说明

- [0011] 图 1 示出本发明的打印机一个实施例的透视图；
- [0012] 图 2 示出本发明的打印盒一个实施例的透视图；
- [0013] 图 3 示出一种打印头一个实施例的透视图；
- [0014] 图 4 示出图 2 的打印头一个实施例的剖视图；
- [0015] 图 4A 和 4B 分别示出图 2 中打印头的平面图和透视图；
- [0016] 图 5A-5E 示出用于形成按照本发明所述的一种经过开槽的基底的制造方法的几个可供选择的实施例工艺流程图；
- [0017] 图 6A-6B 示出阶梯的一个实施例, 上述阶梯朝向形成开槽的基底, 上述开槽的基底用外形示出；
- [0018] 图 6C 示出经过开槽的基底的一个实施例, 上述经过开槽的基底用外形示出, 并通过图 6A-6B 所示的阶梯形成；
- [0019] 图 6D 示出经过开槽的基底的另一个实施例, 上述经过开槽的基底用外形示出, 并通过图 6A-6B 所示的阶梯形成；
- [0020] 图 6E-6L 示出用于本发明的槽外形的各种不同实施例；
- [0021] 图 7A-7F 示出激光束图形的各种不同实施例, 上述激光束图形在形成本发明的经过开槽的基底时对准基底表面上的一个槽区域；
- [0022] 图 8A-8B 示出用于将激光束分裂的光学方案的各种不同实施例；和
- [0023] 图 9A-9B 示出使激光束在 Z 方向上移动的阶梯其中一个实施例；及
- [0024] 图 10A-10B 分别示出对激光束横截面描述激光束强度和烧蚀材料的实施例。

具体实施方式

[0025] 图 1 是一种打印机 10 的透视图, 上述打印机 10 用于用一个打印盒 (或喷射盒) 12 在媒介 22 上打印。图 2 是本发明一个实施例带有打印头 (或流体的液滴发生器或流体喷射装置) 14 的盒 12 透视图。流体或墨水从喷嘴 132 喷射或放出到媒介 22 上。

[0026] 图 3 以透视图示出打印头 14 一个实施例的放大图。在这个实施例中, 打印头 14 具有多个部件, 其中包括一个边缘阶梯 119, 上述边缘阶梯 119 用于一种边缘流体进给到电阻器 (或流体喷射器) 61。打印头还具有一个沟槽 124, 上述沟槽 124 部分地形成到基底表面中。一个槽 (或通道) 126 用于一种槽流体进给到电阻器 61, 和 / 或一连串进给流体到电阻器 61 的孔 127 也在这个打印头上示出, 每个槽或孔 127 都是用如本文所述的 UV 激光加工法形成。沟槽 124 也可以用如下面进一步说的 UV 激光加工法形成。在一个实施例中, 有至少两个在图 3 中的打印头 14 上说明的部件。例如, 在打印头 14 中只形成进给孔 127 和槽 126, 这里在一个可供选择的实施例中, 也形成边缘阶梯和 / 或沟槽 124。在另一个例子中, 在打印头 14 中形成边缘阶梯 119, 和槽 126, 这里在一个可供选择的实施例中, 也形成沟槽 124 和 / 或进给孔 127。

[0027] 图 4 示出图 2 的打印头 14 的剖视图, 此处具有槽 (或侧) 壁 123 的槽 126 穿过一

个基底 102 形成。穿过基底中一个槽区域（或槽面积）形成槽在下面更详细地说明。在另一个实施例中，在一规定的模子内蚀刻一种较高密度槽。例如，在模子或基底中相互槽间距和相邻槽之间的间距低达 10 微米（在一个实施例中，10 微米比每个槽热影响区范围的一倍稍高，此处热影响区是沿着槽壁受本申请中激光加工影响的面积）。

[0028] 在图 4 中，示出了一个薄膜层（或一个活性层、一个薄膜叠层、一个导电层、或带有微电子器件的一层）120，上述薄膜层 120 形成在或设置在基底 102 的一个前面或第一侧（或表面）121 上。基底 102 的第一个侧面 121 与基底 102 的第二个侧面（或表面）122 相对。薄膜叠层 120 是在基底上形成的至少一层，和在一个特别的实施例中，掩蔽基底 102 第一侧 121 的其中至少一部分。可供选择地或者此外，层 120 使基底 102 第一侧 121 的其中至少一部分电绝缘。

[0029] 如图 4 中所示的打印头实施例中所示，薄膜叠层 120 包括一个封盖层 104，一个电阻层 107，一个导电层 108，一个钝化层 110，一个空化阻挡层 111，和一个阻挡层 112，上述每一层都形成或设置在基底 102 和 / 或前面一层或多层的第一侧 121 的上方。在一个实施例中，基底 102 是硅。在各种不同实施例中，基底是下列物质的其中之一：单晶硅，多晶硅，砷化镓，玻璃，石英，陶瓷，和一种半导体材料。作为可能的基底材料列举的各种材料不一定可以互换，并根据它们的应用选定。在这个实施例中，各薄膜层当合适时形成图形并腐蚀，以便形成电阻层中的各电阻 61，导电层中的导电迹线，和一个至少部分地由阻挡层限定的烘烤室 130。在一个特别的实施例中，阻挡层 112 限定烘烤室 130，在此处流体被相应的电阻器加热，并限定一个喷嘴口 132，热的流体通过上述喷嘴口排出。在另一个实施例中，将一个具有若干喷嘴口 132 的喷嘴口层（未示出）加在阻挡层 112 上方。阻挡层实际安排的一个例子，及薄膜底层结构在 1994 年 2 月号“Hewlett-Packard Journal”第 44 页处示出。喷墨打印头的另一些例子在共同授权的美国专利 No. 4, 719, 477，美国专利 No. 5, 317, 346，和美国专利 No. 6, 162, 589 中陈述。在一个可供选择的实施例中，至少一层或薄膜层形成或淀积在基底 102 上。本发明的一些实施例包括在基底上形成或淀积的任何数量或类型的层（或者没有层），这取决于利用开槽式基底的应用。

[0030] 在图 4 所示的实施例中，一个通道 129 形成为穿过在基底上形成的各层（120）的一个孔或流体进给槽 129。通道 129 流体式连接烘烤室 130 和槽 126，以便流体流过槽 126 并通过通道 129 流入烘烤室 130。在所示的特定实施例中，流体用的通道入口 129 不在槽 126 的中心。然而，在入口 129 位于中心或偏离中心无论哪种情况下，开槽式基底如下面所述形成基本上相同。

[0031] 在图 4A 和 4B 所示的实施例中，示出打印头 14 及其槽 126 的平面图和透视图，同时没有阻挡层 112（用于图 4A）和没有叠层 120（用于图 4B）。如图 4A 中实施例所示，各电阻器 61 都是沿着槽 126。如图 4B 中实施例所示，槽壁 123 具有若干条纹（或垂直线）142，和在槽 126 中部附近的一个粗糙区（或穿透区）144 用本发明的开槽法形成。粗糙区 144 通过在槽 126 中央附近穿透形成。与槽表面位置相比，在这个中间槽位置处弯矩最小，因此在加工期间在穿透粗糙区 144 上有较小的应力。结果，在穿透粗糙区 144 处，并因此在整个基底 102 中裂纹最少。因此，通过本发明一个实施例所形成的各槽沿着基底表面的芯片尺寸具有至多 3 微米，如果有的话。

[0032] 还如图 4A 和 4B 中所示，槽 126 具有一个壁边缘 146。在一个实施例中，壁边缘 146

沿着基底第一侧 121 的粗糙度（或光滑度）为约 3 微米，和沿着基底第二侧 122 的粗糙度（或光滑度）为约 5 微米，尽管在该实施例中粗糙度可以或多或少。

[0033] 在图 5A 程序方框图所描述的实施例中，在步骤 200 处，薄膜层或叠层 120 在晶片或基底 102 上形成，掩蔽和构成图形，以便形成凹槽 129，如图 6A 所示。在一个实施例（未示出）中，在与薄膜层 120 相反的基底背侧 122 上，另外形成一个硬掩膜和 / 或一种光可成像的材料层。在步骤 210 处，利用一个 UV 激光束 140（见图 6A）对准基底待开槽的一个区域开始槽的形成。在这个实施例中，基底第二侧 122 上的一个区域是待曝露于 UV 激光束下的开始区域。在曝露于 UV 激光束下的基底区域中的基底材料被烧蚀和 / 或蒸发，以便形成槽 126，如下面更详细说明的。

[0034] 如图 6A 和 6B 中所示，由激光加工所产生的碎屑或残渣 149 开始沿着槽壁 123 及沿着沟道的底部形成，上述沟道底部在基底中形成。在一些可供选择的实施例中，碎屑可以由多晶和 / 或无定形二氧化硅形成。由图 6B 的实施例中所示，在步骤 210 结束处，基底 102 被激光加工到一个深度 X。

[0035] 在步骤 220 处，激光束 140 通过薄膜叠层 120 中的凹槽对准基底的第一侧或表面 121，如图 6B 中所示。槽通过基底 UV 激光加工到深度 Y 完成，此处深度 X 大于深度 Y，此处 $X+Y$ = 基底深度。在第一实施例中，Y 为约 20 微米。在第一第二实施例中，X 为 Y 的大约一倍。在第一第三实施例中，X 与 Y 大约相同。在还有另一个实施例中，Y 大于 X。

[0036] 在图 5A 的步骤 230 处，对模子（或基底）中每个槽 126 重复步骤 210 和 220。在关于图 6A 和 6B 所示和说明的实施例中，由于碎屑（或有淀积的材料）149 在较浅的沟道中比在较深的沟道中更容易排出经过加工的通道，所以在上述双向加工情况下产量提高。另外，在 X 大于 Y 的一些实施例中，大部分排出经过加工的通道的碎屑从背侧 122 排出，因而限制了在基底前侧 121 上一个或多个有效层 120 的沾污量。在另一种方法中，UV 激光蚀刻首先从第一侧 121 实施，和然后从第二侧 122 实施，以便在穿透区 144 处会合。

[0037] 在这个实施例中，激光加工由一 UV 激光束 140（图 6A）提供，而在一个特定实施例中，由一种二极管泵运式固态脉冲 UV 激光器（diode-pumped solid-state pulsed UV laser）提供。在另一个特定实施例中，UV 激光器 140 来源于 Ireland 的 Xsil of Dublin 制造的 Xise 200 Laser Machining Tool。激光源（在图 9A 和 9B 中示出）139 利用功率在约 2-100 瓦范围内，而更优选的是约为 4.5 瓦。激光束具有一波长为 $(1060\text{nm})/n$ 或 $(1053\text{nm})/n$ ，此处 $n = 2, 3$ 或 4。在一个特殊实施例中，UV 波长小于约 400nm，尤其是约 355nm。激光束的脉冲宽度在这个实施例中约为 15ns，而重复频率为约 30kHz。激光束具有直径为约 5-100 微米，而更具体地说在这个实施例中为约 30 微米。在此处未示出的一个实施例中，本发明的激光加工工具具有一个碎屑提取系统，以便除去由激光加工所产生的碎屑 149。

[0038] 在本发明的一个实施例中，强 UV 光被吸收到小于约 1 微米的待烧蚀材料表面中。由于光能如此集中在材料的表面附近，所以材料迅速加热、融化、和蒸发。然后蒸汽和熔化液滴的混合物快速排出。因此，周围区域（或受热影响区）因为如此快速发生的过程而基本上不融化或基本上不另外损坏，并且没有足够的时间用于将大量热传播到周围区域。过程的更深入解释在 Martin von Allmen 和 Andress Blater 所著“激光束与材料的相互作用：物理原理和应用”一书，第二修改版，1995 年，第 131-134 页中已有说明。

[0039] 在本发明的激光加工法中，由于激光加工如此限于局部，所以可得到更光滑和更

精密的槽外形。因此,通过本发明一些实施例所形成的槽还具有表面粗糙度为至多 5 微米。然而,当激光机穿透基底,和形成槽 126 时,在穿透点附近可能有粗糙区或粗糙点 144,如图 6C 和 6D 的槽外形实施例中所示。在这些实施例中,槽中心附近的粗糙区 144 是由加热的片段所产生的再淀积材料,上述片断由于沟道的深度而没有有效地提取出。这些片断随后熔化并再固化,而形成碎屑 149。

[0040] 如图 5B 所示,步骤 300 与图 5A 的步骤 200 相同。步骤 310 和 320 可以认为与图 5A 的步骤 210 和 220 相同,然而,某些不同如下。首先在步骤 310 中,模子上的每个槽部分地从第二侧 122 形成。然后当激光束在步骤 320 中对准第一侧 121 时,将每个部分形成的槽完成。换句话说,在这个实施例中,没有重复前面的步骤发生。在一个实施例中,利用一个分束器在步骤 310 中从第二侧部分地形成槽和 / 或用来在步骤 320 中从第一侧完成开槽,其中分束器下面根据图 8A 和 8B 更详细说明。在一个可供选择的实施例中,第一侧 121 在第二侧 122 之前经受激光加工过程,因而步骤 310 和 320 颠倒。

[0041] 如图 5C 所示,步骤 400 与图 5A 的步骤 200 相同。在步骤 410 中,在模子或晶片上的两个或多个槽从模子的第二侧 122 部分地同时形成。在步骤 420 中,那些两个或多个槽 126 从前侧 121 全部同时形成。在步骤 430 中重复步骤 410 和 420,直至形成每个槽。在一个实施例中,两个或多个槽同时通过用下面所述的分束器在步骤 420 中形成,或是在步骤 410 中部分地形成。在一个可供选择的实施例中,第一侧 121 在第二侧 122 之前经受激光加工过程,因而步骤 410 和 420 颠倒。

[0042] 在另一个实施例中,可以将图 5B 和 5C 的思想结合,以便从第二侧 122 同时部分地形成两个或多个槽。然后,在通过激光加工从模子前侧完全形成任何槽(同时两个或多个槽成组)之前,在模子上从第二侧部分地形成每个槽(同时两个或多个槽成组)。在一个可供选择的实施例中,第一侧 121 在第二侧 122 之前经受激光加工过程。

[0043] 如图 5D 所示,步骤 500,510 和 520 与图 5A 的步骤 200,210 和 220 相同,具有某些不同如下。在步骤 510 中,槽是从第二侧进行激光加工,和然后在步骤 520 中,从基底的第一侧进行激光加工。在槽从两侧进行激光加工之后,槽仍然还没有完全形成,因为与步骤 220 之后完全形成相反,激光加工未完全穿透基底 102。在步骤 530 中,将部分形成的槽再次从第二侧进行激光加工,直至发生穿透。在步骤 540 中,对模子上的每个槽重复步骤 510-530。作为步骤 540 一个可供选择的方案,对第二侧上每个部分地形成的槽实施步骤 510,然后对第一侧上每个部分地形成的槽实施步骤 520,和然后对第二侧上每个部分地形成的槽实施步骤 530,直至发生穿透。在另一个可供选择的实施例中,将第一侧部分地进行激光加工,然后将第二侧部分地进行激光加工,和然后从第一侧发生最后穿透。

[0044] 如图 5E 所示,步骤 600 和 610 与步骤 200 和 210 相同,具有某些不同如下。在实施步骤 610 之后,从第二侧进行激光加工一直穿透到基底的第一表面。在步骤 620 中,对待在模子上形成的每个槽 126 重复步骤 610。在一个未示出的可供选择的实施例中,在步骤 600 中用基底第一侧 121 上的薄膜叠层 120 形成阻挡层 112。在另一个可供选择的实施例中,步骤 600 是在完成步骤 620 之后实施。在另一个可供选择的实施例中,槽的 UV 激光加工完全从基底的第一侧 121 实施。

[0045] 图 6E-6L 示出基底 102 中一种槽外形的各种实施例。在所示的各实施例中,槽外形不是按比例示出。一般,槽外形比所图示的窄。为了便于观察各槽外形中的区别起见,各

槽外形在这些图中示出为比一般更宽。基底 102 在这些实施例中示出为在基底的第一侧上具有有效层（或带有微电子器件的层）120。然而，在一些可供选择的实施例中，一个或多个有效层 120 是在基底的第二侧上。在所示的这些实施例的其中每个实施例中，槽外形通过上述激光加工法的其中之一，包括双向激光加工法形成。

[0046] 图 6E 示出一种具有阶梯式槽壁 128 的开槽式基底 102 的实施例。图 6E 的槽壁 128 具有变动的截面积，上述变动的截面积从第二表面 122 到第一表面 121 递增式减小。在所示的实施例中，有 2 个阶梯和 3 个变动的截面积，它们与 3 个槽宽度 a, b, 和 c 有关。槽宽度 a 是邻近第一表面 121，槽宽度 c 是邻近第二表面 122，而槽宽度 b 是在 a 和 c 之间。在所示的实施例中，槽宽度 a 是 210 微米，槽宽度 b 是 220 微米，及槽宽度 c 是 260 微米。在一个可供选择的实施例中，在第一表面附近的槽宽度是在约 5- 约 100 微米范围内，而在第二表面附近的槽宽度是在约 100-300 微米范围内，此处第二表面附近的槽宽度大于第一表面附近的槽宽度。尤其是，第二表面附近的槽宽度比第一表面附近的槽宽度大至少 10%。例如，在第二表面附近的槽宽度约为 140 微米，而在第一表面附近的槽宽度约为 50 微米。

[0047] 在图 6E 所示的实施例中，槽外形如下形成：从第二侧 122 形成槽宽度 b 和 c，然后从第一侧 121 形成槽宽度 a。在另一个实施例中，每个槽宽度从第二侧 122 连贯地形成。在第一实施例中，形成槽宽度 a，然后形成槽宽度 b，然后形成槽宽度 c。在第二实施例中，形成槽宽度 c，然后形成槽宽度 b，然后形成槽宽度 a。然而，可以想象各种另外的实施例，其中包括形成槽宽度 b，然后形成槽宽度 c，然后形成槽宽度 a，尤其是当利用双向激光加工法时更是如此。

[0048] 图 6E 中所示实施例的阶梯式槽壁通过在基底的特定侧上使激光束在一特定图形中描迹线形成。例如，图 7E 示出一个实施例，此处激光束用多个曲奇饼切割器图形 156 描迹线，以便形成槽 126。在这个实施例中，所描迹线的激光束基本上是同心的椭圆形状：形状 m, n, 和 p，此处形状 m 是最小的椭圆形，而形状 p 是最大的椭圆形，如图 7E 中所示。在关于图 6E 所述的实施例中，首先对形状 n 和 p 描迹线，然后对形状 m 描迹线，此处形状 m 相当于槽宽度 a，形状 n 相当于槽宽度 b，及形状 p 相当于槽宽度 c。在本发明的一些替代实施例情况下，可以想像其它的描迹线次序。激光束给图形描迹线的另外一些实施例在图 7A-7F 中示出并根据图 7A-7F 说明。

[0049] 图 6F 示出开槽式基底 102 的一个实施例，上述开槽式基底 102 具有基本上是锥形和光滑的槽壁 125。图 6F 的槽壁 125 具有变动的截面积，并且上述截面积从第二表面 122 到第一表面 121 递增式减小。在所示实施例中，当槽外形接近第一表面 121 时，槽外形变窄，而然后稍微扩张到第一表面 121。由于在这个实施例中槽外形变窄和在第一表面附近扩张，所以相对于基底的第一和第二表面有一非对称的计时砂漏形状。邻近第一表面的槽密度标示为 a。邻近第二表面的槽宽度标示为 C。图 6F 的槽宽度 a 和 c 与图 6E 的槽宽度相同。

[0050] 在一个实施例中，槽壁 125 通过根据图 6A 和 6B 所述的方法形成。当基底从第二侧进行激光加工和然后从第一侧进行激光加工时，槽的穿透区具有如上所述较窄的截面积并且如图 6F 所示。

[0051] 在另一个实施例中，图 6F 的槽壁 125 通过首先形成图 6E 中所示的槽外形来形成。在这个实施例中，然后使阶梯式槽壁 128 变光滑，以便形成图 6F 的锥形壁 125。变光滑的方法在下面更详细说明。在一个可供选择的实施例中，变光滑的壁具有一个轻微的曲率。在

另一个实施例中,槽外形从第二表面 122 到第一表面 121 变小,同时在槽外形中没有窄的截面积。

[0052] 图 6G 示出一个具有一基本上是计时沙漏式形状的槽外形实施例,此处硅中发生穿透时,在中部附近形成变窄的截面 144。槽具有锥形壁 125,上述锥形壁 125 从基底 102 的第一和第二表面二者朝向槽的中部成锥形。这个实施例一般用上述双向流体槽根据工艺流程图 5A 形成。

[0053] 图 6H 示出一个具有基本上是直槽壁的槽外形实施例。这些槽壁用下面所述的变光滑法形成。在一个实施例中,这些壁通过上述方法的其中之一形成。

[0054] 图 6I 示出一个具有一种混合的槽形状的槽外形实施例。图 6I 示出一种具有一计时沙漏式形状的槽外形,上述槽外形在第二表面中有一埋头孔。图 6I 槽外形的实施例具有壁表面 125 及壁表面 128,上述壁表面 125 从每个基底表面成锥形,而上述壁表面 128 成阶梯式,亦即与激光束的方向正交,同时形成埋头孔。在一个实施例中,这些壁 125 和 128 通过本文所述方法的至少其中之一形成。

[0055] 图 6J 示出一个具有一种混合的槽形状的槽外形实施例。图 6J 示出带有一个埋头孔的槽外形,上述槽外形具有一个阶梯式壁 128。图 6J 与根据图 6E 所述的实施例相似,例外的是图 6J 在槽外形中只有一个阶梯。本文所述的用于形成图 6E 的方法和用于形成各槽壁的其它方法,当合适时,可以应用于图 6J 中所示的这个目前实施例。

[0056] 图 6K 示出一个具有一种混合的槽形状的槽外形实施例。图 6K 示出一种具有一计时沙漏式形状的槽外形,上述槽外形具有一个偏置的埋头孔。图 6K 的槽外形实施例具有一个带锥形表面 125 的槽壁及一个带一阶梯式表面 128 和一锥形表面 125 的槽壁,上述锥形表面 125 的槽壁如图 6G 所示并根据图 6G 进行说明,而上述带一阶梯式表面 128 和一锥形表面 125 的槽壁如图 6I 所示并根据图 6I 进行说明。在一个实施例中,这些壁通过本文所述方法的至少其中之一形成。

[0057] 图 6L 示出具有具有一种混合的槽形状的槽外形另一个实施例。图 6L 示出一种带有偏置埋头孔的槽外形,所述槽外形具有阶梯式壁 128。在所示的实施例中,在槽每一侧上的阶梯式壁这样朝相同方向移位,以便沿着槽外形在基本上所有点处的截面积都保持基本上相同。在一个实施例中,这些壁通过本文所述方法的至少其中之一形成。

[0058] 图 7A-7F 示出激光束图形,其中包括激光束迹线间隙的各种实施例。激光束在形成本发明的开槽式基底时对准第一表面 121 和第二表面 122 其中之一(或二者)上的一个槽面积。所加的激光束图形决定槽面积,并因此,决定基底表面上的槽形状。在一个特定实施例中,在形成流体部件时将一个激光束图形重复地加到基底上。在另一个实施例中,在形成流体部件时,将多个激光束图形加到基底上。在一第一实施例中,基底的每一侧/表面上的槽面积为约 260 微米 × 8480 微米。在一第二实施例中,第一表面上的槽面积为约 210 微米 × 8480 微米,和在第二表面上的槽面积为约 260 微米 × 8480 微米。在一些可供选择的实施例中,槽宽度窄至 5-10 微米,和宽达 300 微米。在一些更特殊的实施例中,根据流体槽的应用,槽宽度为 30-50 微米或 80 微米。在大多数实施例中,有一个低的长宽比增加激光加工速度,因为碎屑干扰与高长宽比的部件有关。在一特定实施例中,此处希望各槽宽度窄至 5-10 微米,沿着槽壁的碎屑积聚比大于约 80 微米的槽宽度大得多。

[0059] 图 7A 示出一个实施例,此处激光束在一种光栅或蛇形图形 150 中描绘迹线,以便在

打印头 14 中形成槽 126。在所示的实施例中，激光束描迹线在槽面积的一端处开始，然后在纵向方向上前后描迹线，直至达到槽的对面纵向端。如这个实施例中所示，相邻激光束迹线之间的间隙基本上是固定不变的。

[0060] 图 7B 示出一个实施例，此处激光束在一种基本上是螺旋形图形 152 中描迹线，以便形成槽 126。激光束描迹线在槽的中心处开始，并在一个尺寸逐渐增加的圆形图形中移动，以便形成槽 126 的形状。在一个可供选择的实施例中，激光束描迹线沿着所希望的槽形状的边缘开始，并且尺寸逐渐减小，而同时在一基本上是圆的图形中移动。

[0061] 图 7C 示出一个实施例，此处激光束以一种曲奇饼切割器图形 154 描迹线，以便形成槽 126。在所示的实施例中，激光束沿着槽 126 所希望的槽形状的边缘描迹线。

[0062] 图 7D 示出一个实施例，此处激光束以一种曲奇饼切割器图形 154 描迹线，如根据图 7C 所述和所示，及以光栅图形 150 描迹线，如根据图 7A 所述和所示，以便形成槽 126。首先是图形 150 或 154 描迹线。

[0063] 利用多个曲奇饼激光束图形 156 形成一个槽的图 7E 实施例上面已作了说明。在一个可供选择的实施例中，在曲奇饼式激光束图形中有多个迹线，如两个迹线，或者实际上尽可能许多迹线。对于如图 6E 中所示的那些实施例，各激光束迹线变得连续地更小（或更大），并且连续的激光束对准基底中一个较低（或较高）的深度。当连续激光束迹线（这些迹线在尺寸和深度上最后稍有改变）数目增加时，槽壁变得越来越光滑。

[0064] 图 7F 示出一个实施例，此处激光束以一种修改的窗图形 158 描迹线，以便形成槽 126。在所示的实施例中，激光束在槽 126 所希望的槽形状的边缘内以一种闭合的环描迹线。在一第一实施例中，每个相邻的激光束迹线都比前面的闭环大。在一第二实施例中，每个相邻的激光束迹线都比前面的闭环小。然而，如图所示，除了在槽的末端附近之外，各相邻迹线之间的间隙保持基本上固定不变。在所示的实施例中，每个相邻的激光束迹线的闭环都叠加在每个槽末端上。在这个实施例中，有 4 个闭环叠加在每个槽末端处。在一些可供选择的实施例中，有至少 2 个闭环。

[0065] 在本发明情况下，可以预料一些槽外形的各种实施例，上述槽外形将各种阶梯、锥形壁、光滑壁、和埋头孔进行组合。

[0066] 在一些可供选择的实施例或除了激光束迹线图形之外的实施例中，图 6A-6L 中所示实施例的阶梯式、锥形、光滑的或另外改变的槽壁可以通过改变激光加工、迹线、或激光束光源形成。有几种改变激光束或激光加工的方法，上述方法可以与本发明的各实施例一起应用。上述方法中的某些方法包括通过在 Z 方向移动激光束焦点（朝向基底或远离基底）改变激光束直径，及调节 UV 激光机。例如，激光束直径可以用一种光束扩张器改变。在一个特定实施例中，光束扩张器（望远镜）是 Galiean（伽里略望远望），此处没有在高能脉冲式激光器情况下可能导致空气击穿的内部焦点。可供选择地，在较低的能量下使用 Keplerian 望远镜。对更多的有关可以与本发明一起用的光束扩张器信息，见 <http://www.mellesgriot.com/pdf/002.10-2.12.pdf>。扫描速度、脉冲宽度、重复频率、聚焦透镜、激光功率等都可以在 UV 激光机上调节，以便改变激光束或激光加工。例如，可以把激光功率可以降低在表面击穿处或附近，以便使基底表面的损伤，其中包括剥落和裂纹（尤其是用于减少带有效层的表面中槽边缘的损伤）减至最小。在另一个例子中，将激光束散焦，以便净化槽和基底。

[0067] 图 8A-8B 示出用于分裂激光束 140 的光学方案各种实施例。在这些示出的实施例中,激光束 140 来自激光光源 139。高能脉冲激光束 140 分裂成许多小光束,以使每个小光束都具有最佳能量,并因此具有最佳蚀刻深度。在所示的实施例中,利用激光功率的增加来产生两个具有更佳条件的光束。图 8A 示出利用常规的光学元件分裂光束,而图 8B 示出一种利用衍射光学元件分裂光束的可供选择的实施例。倘若采用足够大的光学元件,则本发明的实施例可用于任何尺寸的光束。在另一些实施例中,在本发明情况下,可以预料两个以上具有最佳能量的光束或小光束。

[0068] 图 8A 示出激光束 140 射向一个 50/50 分束器 180 的实施例,此处激光束分裂成两个小光束。其中第一个小光束继续朝相同方向前进,并且在到达第一聚焦透镜 184 时,聚焦到打印头 14(或基底)上,用于激光加工基底。第二小光束朝垂直方向反射,并且小光束随后到达一个镜面 182 和反射朝向一第二聚焦透镜 184,以便邻近第一小光束聚焦到打印头(或基底)上。照这样,两个激光束能同时在一个基底上加工两个槽。

[0069] 图 8B 示出用衍射光学元件使光束分裂。图 8B 示出激光束 140 射向一个衍射元件 186 的实施例,此处激光束分裂成两个小光束。两个小光束其中每一个朝基本上相同的方向继续朝基底前进到一个聚焦透镜 184。然后各小光束聚焦到基底或印刷头 14 上槽区域或待激光加工的区域上。在这种可供选择的方式中,两个激光束能同时加工一个基底上的两个槽或两个区域。

[0070] 图 9A-9B 示出在 Z 方向上移动激光束焦点的一些步骤的一个实施例。在这个实施例中,激光束 140 的激光源 139 从如图 9A 所示的相对于基底 102 的第一位置移动到如图 9B 所示的相对于基底的一个更接近的位置。在所示的实施例中,当激光束穿过基底加上并且蚀刻深度增加时,激光源与待蚀刻的基底之间的距离增加。结果,在所示的实施例中,激光束的焦点不是最佳地改变(由于激光束衰减)和/或碎屑 149 的量增加。如图 9B 的实施例中所示,如果在深度蚀刻情况下移动激光源,则激光束的焦点保持基本上相同的通过量。在一个可供选择的实施例中,在增加深度的情况下调节激光束的焦点。

[0071] 图 10A-10B 示出描述在一激光束截面上的激光束功率或强度和随后经过蚀刻的材料外形的实施例。图 10A 是一个用一激光强度高斯(Gaussian)分布描述一个激光束 700 的实施例。在图 10A 中,示出在激光束横截面上的高斯激光功率或强度曲线 701。激光束 700 接触材料基本上是在虚线所标出的区域内的表面 702。在这个实施例中,激光束 700 使得经过蚀刻的材料带一弯曲表面 702。材料的中心区域 704 比边缘或周边区域蚀刻的程度大,因为在中心激光束的强度更大。在某些实施例中,由于不均匀的布局,所以弯曲的表面 702 可能不是最佳。

[0072] 图 10B 示出一种激光束或者“礼帽”激光束 800 的一个实施例,上述激光束对激光功率具有均匀的强度。在图 10B 中,示出了在激光束横截面上的一个均匀激光功率或强度曲线 801。在这个实施例中,激光束 800 在表面 804 处接触基本上是在图 10B 中虚线内的表面 802。尽管激光束不是有意地对准邻近表面 804 的区域,也通称为边缘或周边区域 806,但这些区域 806 在某些实施例中受到影响。如这个实施例中所示,激光束 800 使经过蚀刻的材料在激光束 800 直接接触的区域中具有一个基本上是平的表面 804,和沿着周边 806 具有一个弯曲的表面。由于激光束的均匀强度基本上沿着整个横截面,所以区域 804 基本上被均匀蚀刻,亦即是平的。在某些实施例中,利用(a)一种光束扩展望远镜、掩模和成像透

镜, (b) 衍射光学元件和 / 或 (c) 光束均化单元 (如分段镜面) 达到均匀强度的光束。

[0073] 因此, 可以理解, 本发明可以不象具体说明那样实际操作。例如, 本发明不限于热激活式打印头, 而且还可以包括例如压电激活式打印头, 和其它机械起动式打印头, 及其它具有穿过基底的微型流体通道的应用。上述形成微型流体通道的方法也可以应用于微型机电系统 (MEMS), 上述微型机电系统包括例如原子分辨存储装置, 燃料电池, 传感器, 及显示器。因此, 本发明的一些实施例无论从哪方面看都应认为是示例性的而不是限制性的, 本发明的范围用所附权利要求书表示, 而不是用上述说明表示。在权利要求列举其“一个”或“第一”等效元件的地方, 这个权利要求应理解为包括安装一个或多个这样的元件, 同时既不要求也不排除两个或多个这种元件。

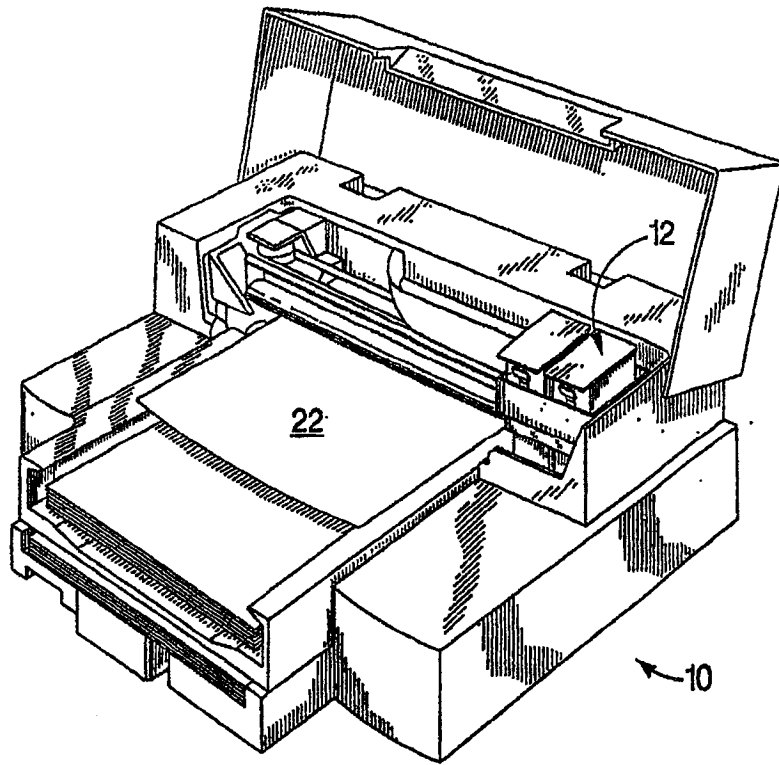


图 1

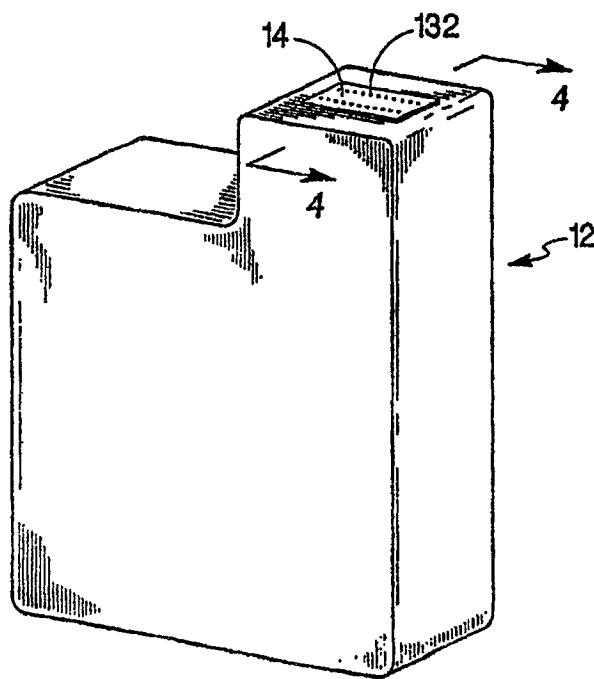


图 2

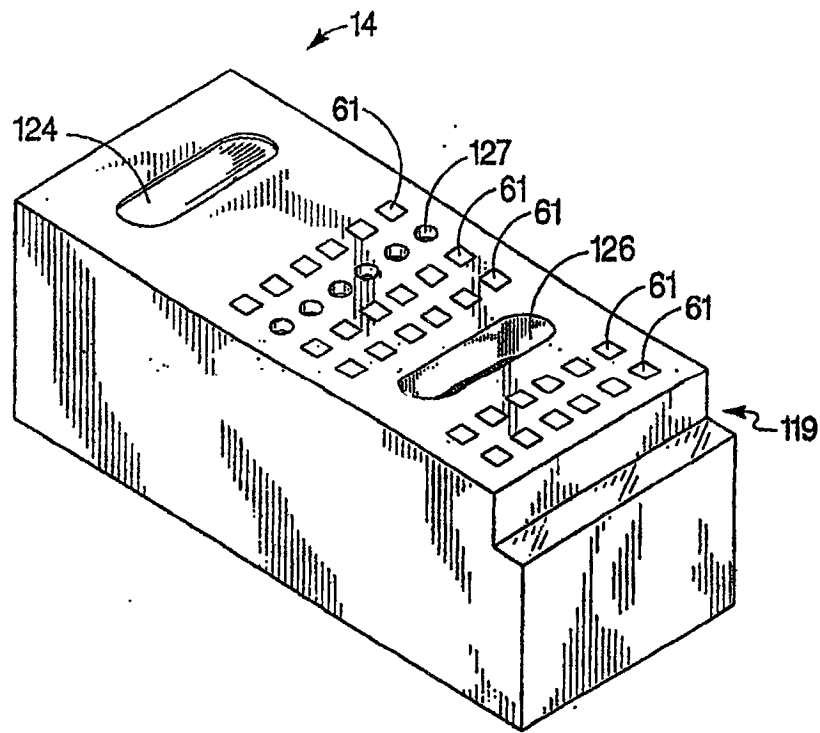


图 3

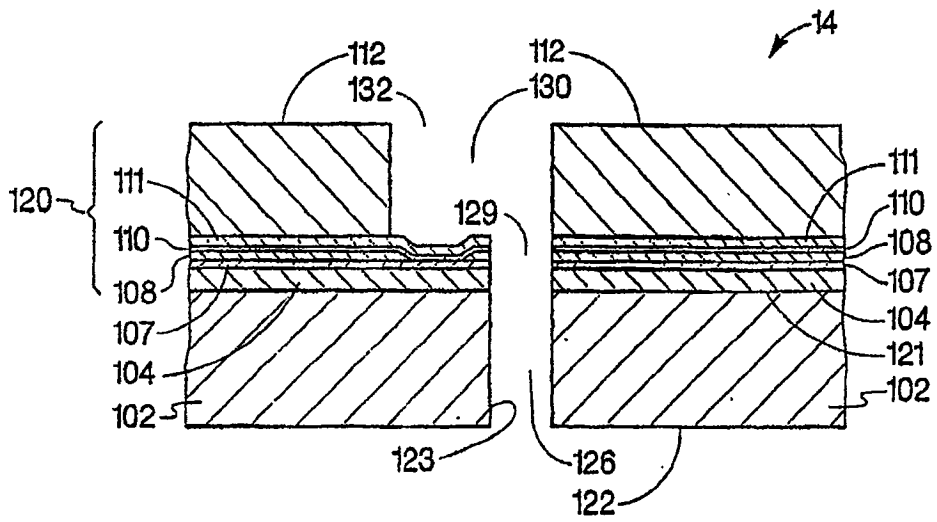


图 4

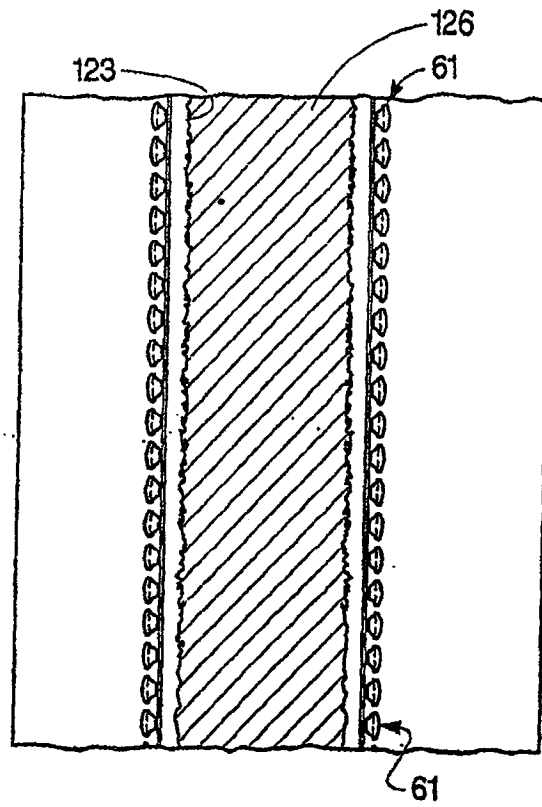


图 4A

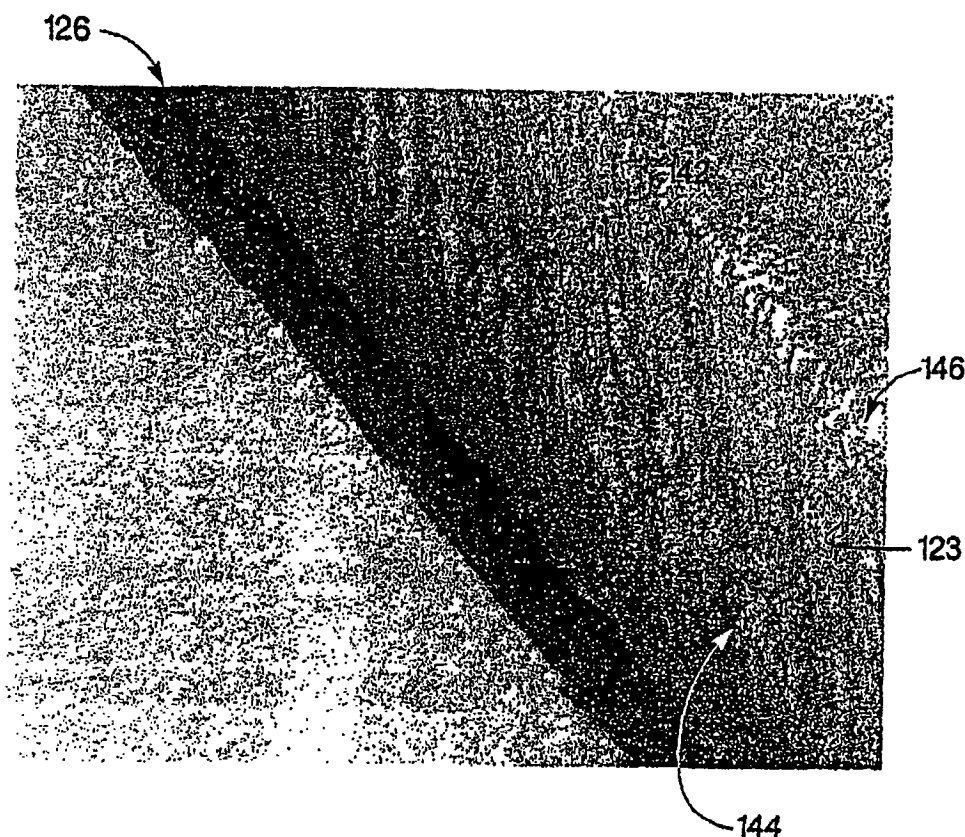


图 4B

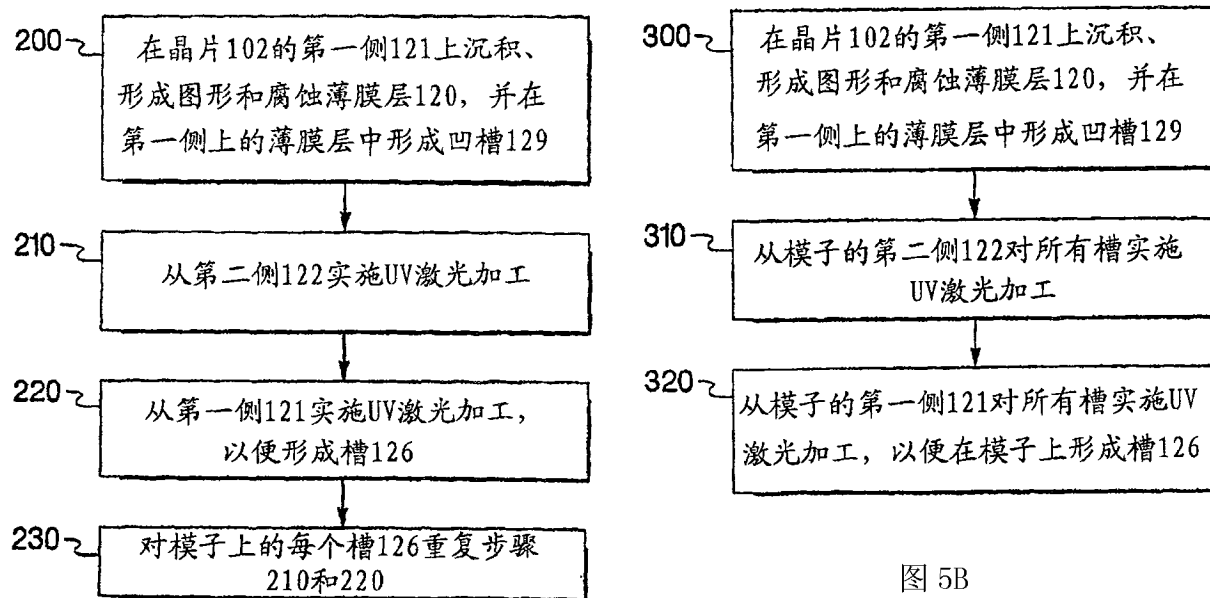


图 5A

图 5B

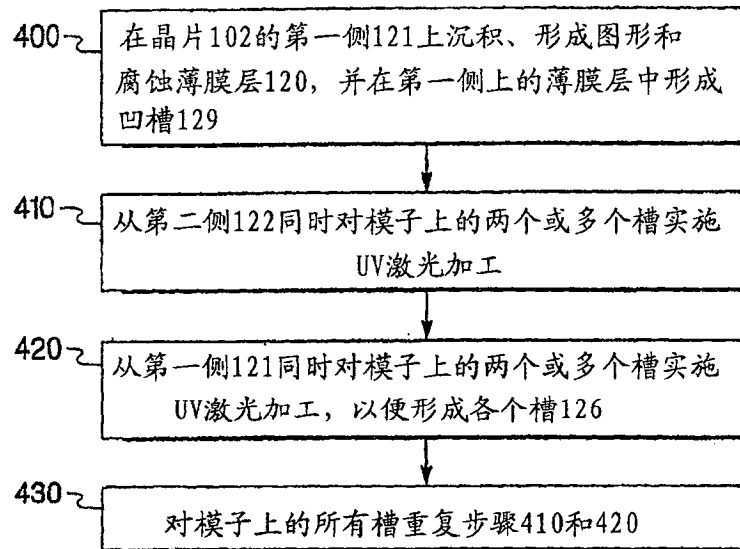


图 5C

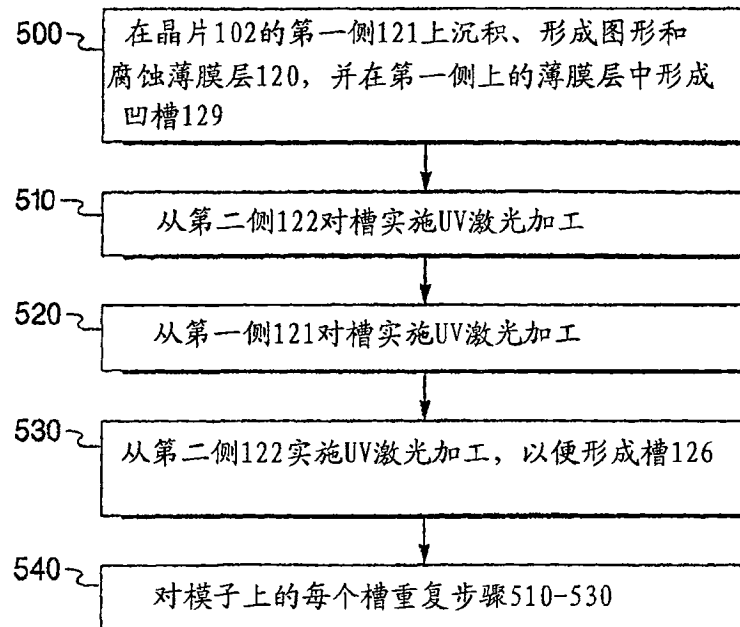


图 5D

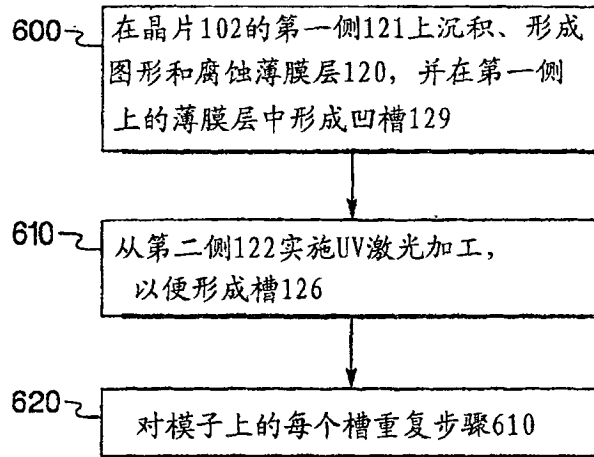


图 5E

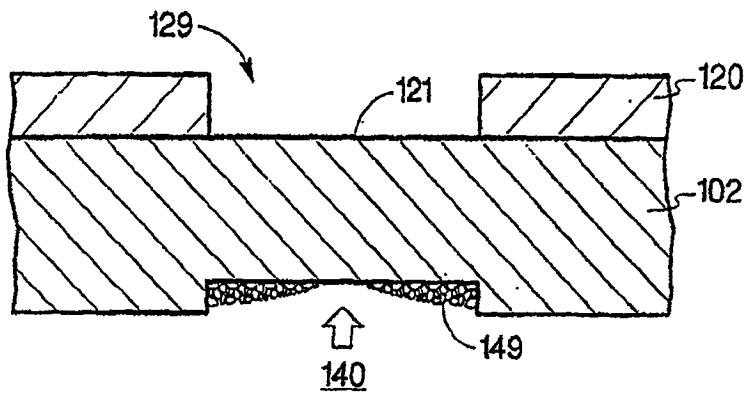


图 6A

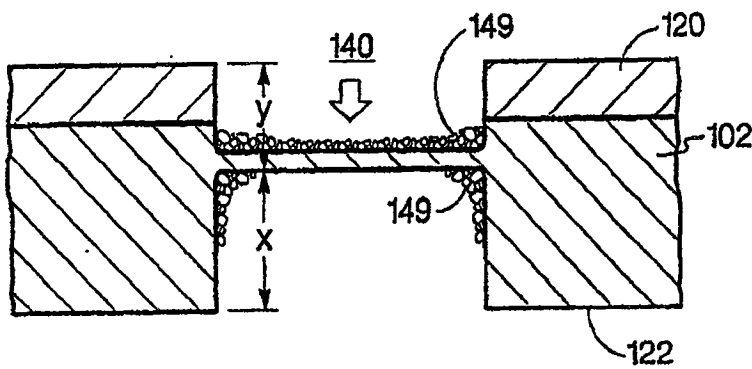


图 6B

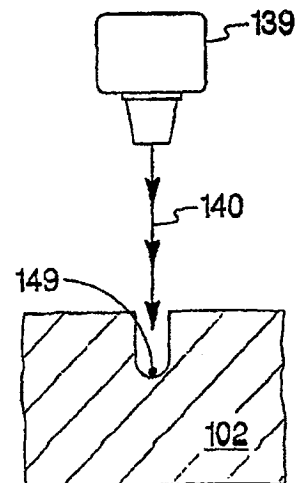


图 9A

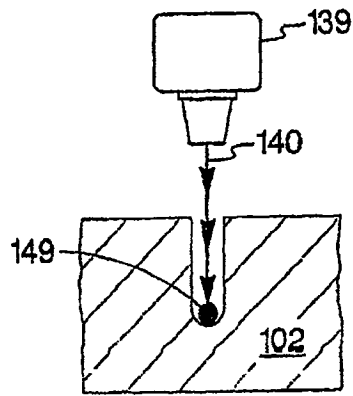


图 9B

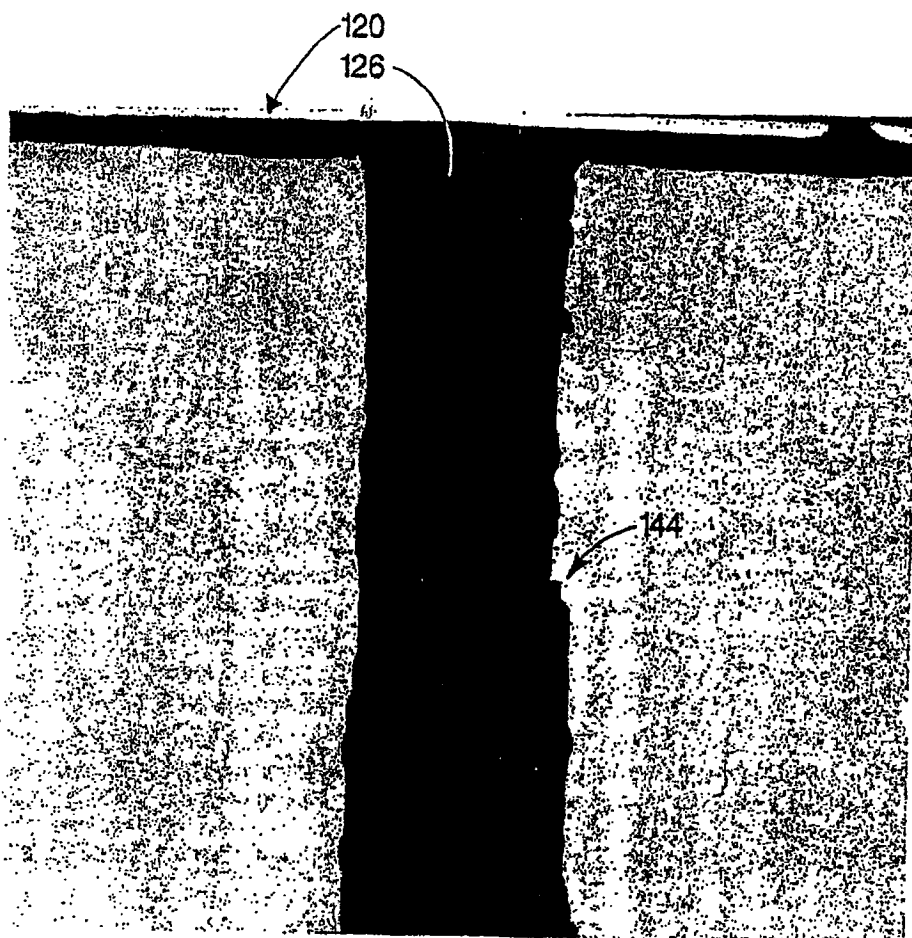


图 6C

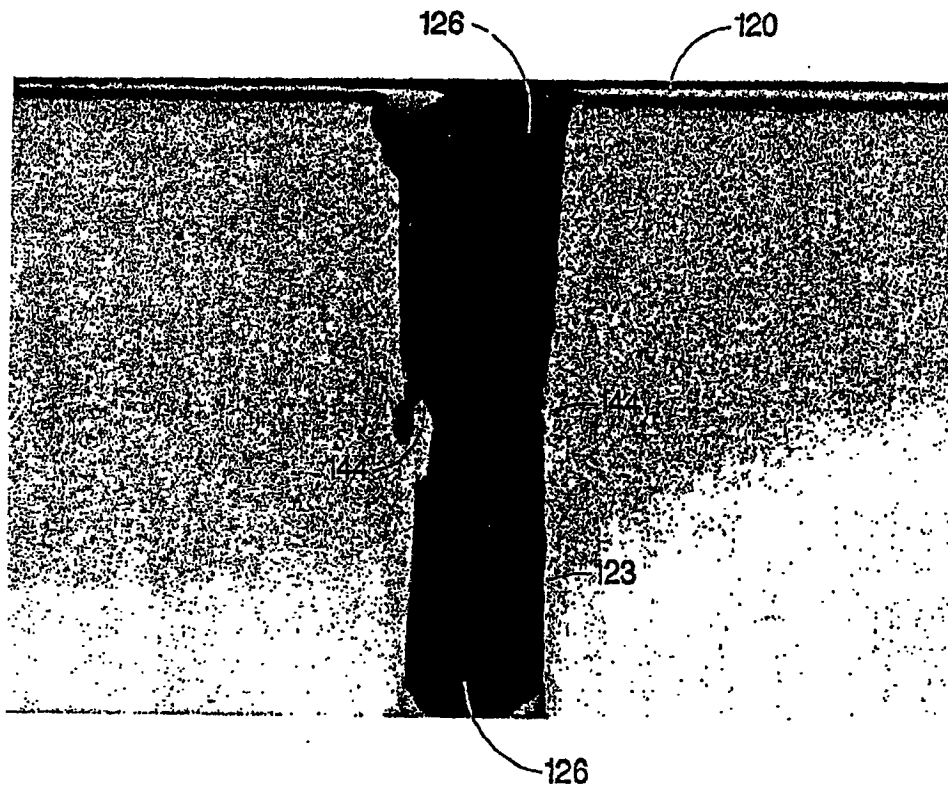


图 6D

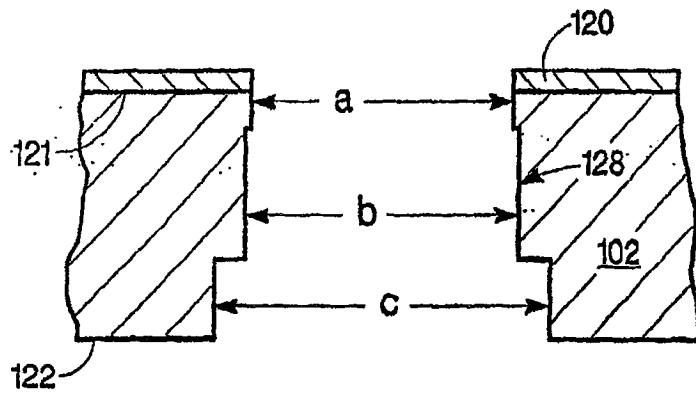


图 6E

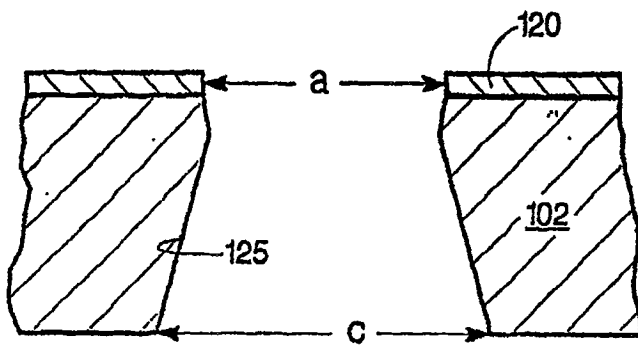


图 6F

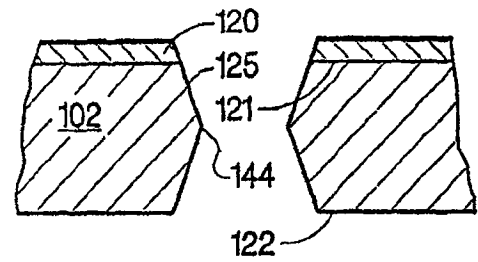


图 6G

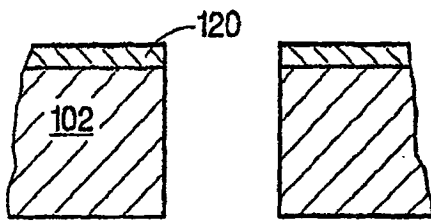


图 6H

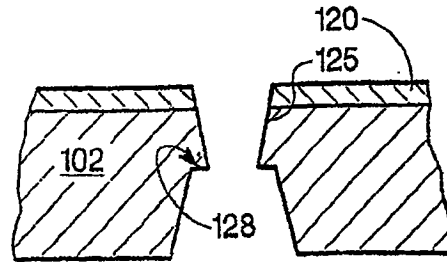


图 6I

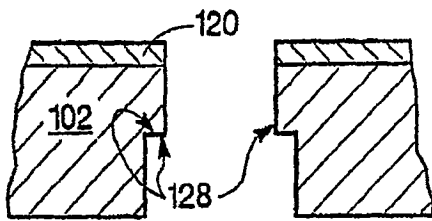


图 6J

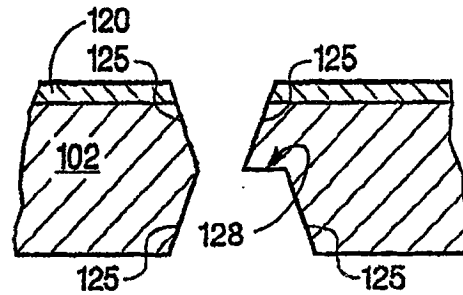


图 6K

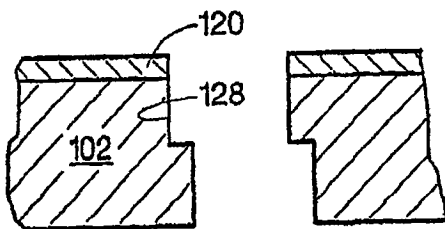


图 6L

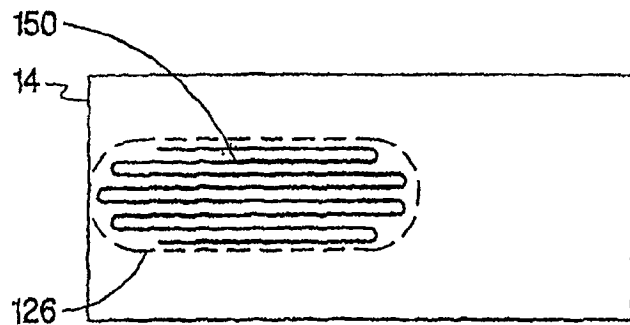


图 7A

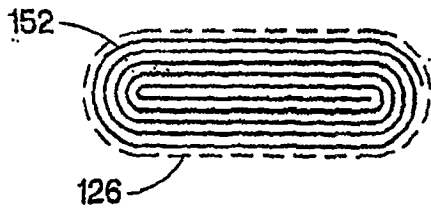


图 7B

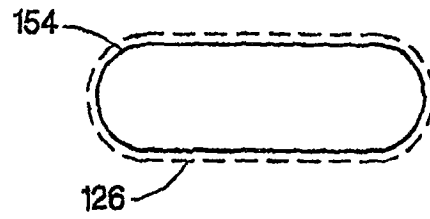


图 7C

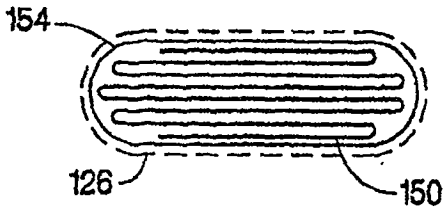


图 7D

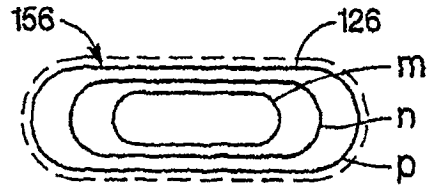


图 7E

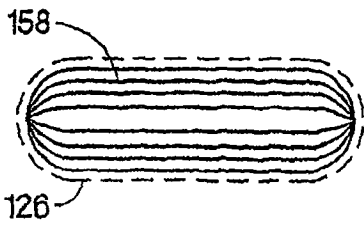


图 7F

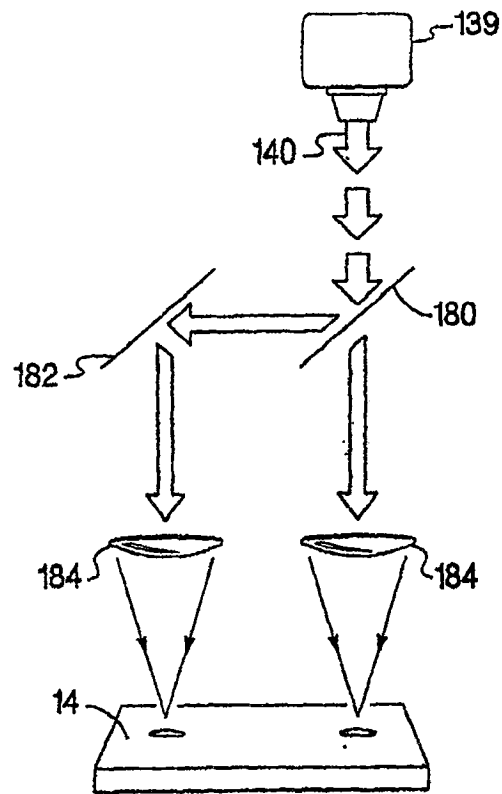


图 8A

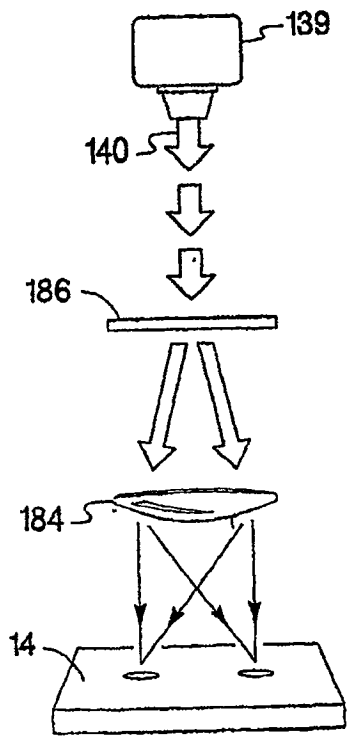


图 8B

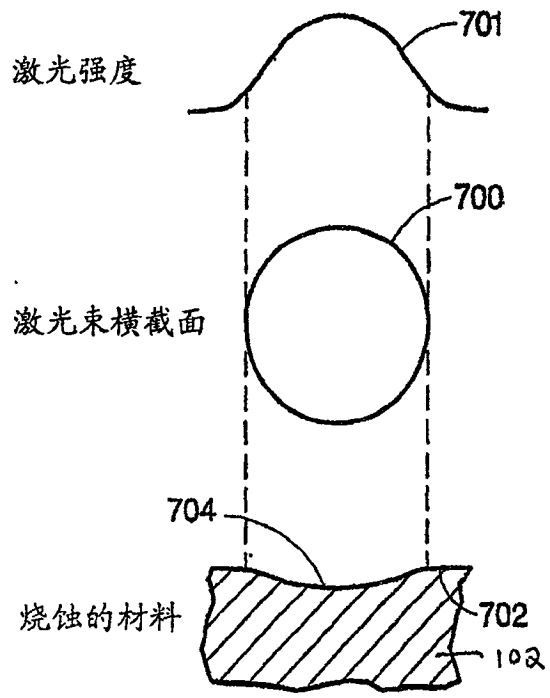


图 10A

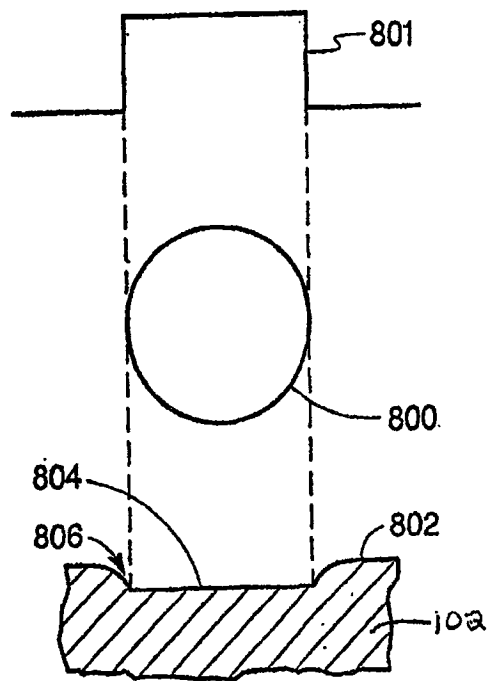


图 10B