



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107076406 B

(45)授权公告日 2019.12.13

(21)申请号 201580056901.5

N·B·朱迪

(22)申请日 2015.10.16

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(65)同一申请的已公布的文献号

利商标事务所 11038

申请公布号 CN 107076406 A

代理人 朱海涛

(43)申请公布日 2017.08.18

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

F22B 1/28(2006.01)

62/066,320 2014.10.20 US

B05B 7/16(2006.01)

62/081,476 2014.11.18 US

B01B 1/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

F24F 6/02(2006.01)

2017.04.20

A61L 9/03(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/US2015/056069 2015.10.16

CN 103974637 A, 2014.08.06,

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2008307825 A1, 2008.12.18,

W02016/064684 EN 2016.04.28

EP 0356177 A1, 1990.02.28,

(73)专利权人 数值设计股份有限公司

CN 101495813 A, 2009.07.29,

地址 美国加利福尼亚

CN 104081148 A, 2014.10.01,

(72)发明人 C·D·梅恩哈特 B·皮奥雷克

US 6477322 B1, 2002.11.05,

审查员 张晴

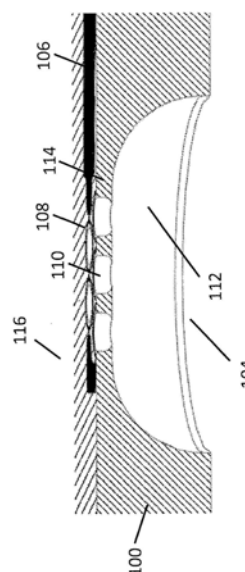
权利要求书2页 说明书13页 附图24页

(54)发明名称

用于液体蒸发的基于微流体的设备和方法

(57)摘要

将液体蒸发到周围环境中的方法和设备,包括:将液体从液体源引导到蒸发端口,其中蒸发端口的侧向尺寸从 $10\mu\text{m}$ 到 $300\mu\text{m}$ 变化;利用定位成与蒸发端口热连通的至少一个加热元件来对蒸发端口中的液体施加热量;并且将已蒸发的液体从蒸发端口释放到周围环境中,以便贯通该结构的深度输送流体。



1. 一种蒸发设备,其放置在周围环境中并且用于将液体蒸发到周围环境中,该蒸发设备包括:

至少一个液体源;

形成在结构中的至少一个蒸发端口,所述蒸发端口包括通孔,所述通孔的侧向尺寸范围从 $10\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$,并且其与液体源和周围环境流体连通,其中流体通过所述通孔从所述结构的一侧被输送到所述结构的另一侧;以及

至少一个加热元件,其与所述至少一个蒸发端口热连通。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述液体源与所述周围环境之间的流体连通在所述设备的整个深度上发生。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述结构包括薄型结构区域,其厚度从 $1\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$ 变化,所述至少一个加热元件位于所述薄型结构区域上,并且所述薄型结构区域邻近所述至少一个蒸发端口和所述至少一个加热元件。

4. 根据权利要求3所述的设备,其中,在围绕所述加热元件的所述结构上形成保护层。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中,所述保护层包括沉积玻璃。

6. 根据权利要求3所述的设备,其中,在所述结构上形成表面涂层,但其被遮掩以阻止形成在所述蒸发端口的壁上。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述表面涂层包括含氟聚合物。

8. 根据权利要求4所述的设备,其中,在所述结构上形成表面涂层,但其被遮掩以阻止形成在所述蒸发端口的壁上。

9. 根据权利要求2所述的设备,其中,珠粒或颗粒芯吸结构中至少之一位于所述结构的液体源区域之一中或端口内。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中,所述珠粒或颗粒中至少之一具有 $10\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 的尺寸。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述珠粒或颗粒中至少之一包括亲水表面。

12. 根据权利要求11所述的设备,其中,所述珠粒或颗粒中至少之一被烧结。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述珠粒或颗粒中至少之一由玻璃构成。

14. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述加热元件是薄膜电阻加热元件。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中,所述电阻加热元件的电阻被改变以提供受控热分布。

16. 根据权利要求15所述的设备,其中,所述电阻加热元件并联和串联组合地电连接。

17. 一种将液体蒸发到周围环境中的方法,包括:

将液体从液体源引导到形成在结构中的蒸发端口,其中所述蒸发端口包括通孔,所述通孔具有从 $10\mu\text{m}$ 到 $300\mu\text{m}$ 的侧向尺寸;

利用被定位成与所述蒸发端口热连通的至少一个加热元件对所述蒸发端口中的液体施加热量;和

将已蒸发液体从所述蒸发端口释放到所述周围环境中,以便流体通过所述通孔从所述结构的一侧输送到所述结构的另一侧。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,在操作期间,液体从所述液体源连续流动到所述蒸发端口,从液相变成蒸汽,并且所述蒸汽从所述蒸发端口连续流动到所述周围环境中。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中, 一薄型结构区域基本上将热能限制到所述至少一个加热元件和至少一个蒸发端口附近。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述薄型结构区域减小在所述至少一个加热元件和所述至少一个蒸发端口附近发生的热诱导应力。

用于液体蒸发的基于微流体的设备和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2014年10月20日提交的美国临时申请序列号62/066320和于2014年11月18日提交的序列号62/081476的优先权,这些申请其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本说明书涉及用于蒸发液体的设备和方法,特别涉及提供良好受控蒸汽空间分布、具有受控和精确的蒸汽量、具有良好受控蒸发温度分布并具有高热力学效率的蒸发器。

背景技术

[0004] 诸如电子烟、加湿器和其他个人以及医疗蒸发器和香味蒸发器之类的蒸发器正变得越来越普遍。许多这样的蒸发器依赖于多年来已经普遍流行的技术。这样的蒸发器可以受益于新的设计方法和现代制造能力。

发明内容

[0005] 在一些实施例中,可以使用批量制造技术来微制造设备,以将装置制造成装置与装置之间几乎相同。微制造允许以单元与单元之间的高度重现和低单元成本方式大量制造装置。

[0006] 在一些实施例中,可以提供一种蒸发设备,其可以放置在周围环境内以将液体蒸发到周围环境中,包括:至少一个液体源;可以形成在结构中的至少一个蒸发端口,其侧向尺寸从10 μ m到300 μ m,并且其可以与液体源和周围环境流体连通;以及至少一个加热元件,其可以与至少一个蒸发端口热连通。

[0007] 在一些实施例中,液体源与周围环境之间的流体连通可以在设备的整个深度中发生,以便流体贯通该结构的深度进行输送。

[0008] 在一些实施例中,该结构可以包括薄型结构区域,其厚度从1 μ m到100 μ m变化,并且在一些实施例中从10 μ m至100 μ m变化。

[0009] 在一些实施例中,可以在围绕加热元件的结构上形成保护层。

[0010] 在一些实施例中,保护层可以包括沉积玻璃。

[0011] 在一些实施例中,可以在结构上形成表面涂层,但其可以被遮掩以阻止形成在蒸发端口的壁上。

[0012] 在一些实施例中,表面涂层可包括含氟聚合物。

[0013] 在一些实施例中,表面涂层可以包括氮化硅。

[0014] 在一些实施例中,珠粒或颗粒芯吸结构中至少之一可以位于至少该结构的液体源区域之一中或端口内。

[0015] 在一些实施例中,珠粒或颗粒中至少之一可以具有10 μ m至300 μ m的尺寸或至多1mm的尺寸。

[0016] 在一些实施例中,珠粒或颗粒中至少之一可以包括亲水表面。

- [0017] 在一些实施例中,珠粒或颗粒中至少之一可以包括疏水表面。
- [0018] 在一些实施例中,珠粒或颗粒中至少之一可以被烧结。
- [0019] 在一些实施例中,珠粒或颗粒中至少之一由玻璃构成。
- [0020] 在一些实施例中,加热元件可以是薄膜电阻加热元件。
- [0021] 在一些实施例中,可以改变电阻加热元件的电阻以提供受控热分布。
- [0022] 在一些实施例中,电阻加热元件可以并联和串联组合地电连接。
- [0023] 在一些实施例中,可以提供一种用于将液体蒸发到周围环境中的方法,包括:将液体从液体源引导到蒸发端口,其中蒸发端口可以具有从10 μ m到300 μ m变化的侧向尺寸;利用位于蒸发端口附近的至少一个加热元件向蒸发端口中的液体施加热量;并且将已蒸发液体从蒸发端口释放到周围环境中。
- [0024] 在一些实施例中,在操作期间,液体可以从液体源连续流动到蒸发端口,可以从液相变成蒸汽,并且蒸汽可以从蒸发端口连续流动到周围环境中。
- [0025] 在一些实施例中,流体可以贯通结构的深度从液体源流动到周围环境中。
- [0026] 在一些实施例中,薄型结构区域可以基本上将热能限制到至少一个加热元件和至少一个蒸发端口附近。
- [0027] 在一些实施例中,薄型结构区域可以减少可能在至少一个加热元件和至少一个蒸发端口附近发生的热诱导应力。

附图说明

- [0028] 参考下面结合附图的详细描述来描述本文提供的实施例的各个方面和优点。在整个附图中,附图标记可以被重新使用来指示所参考元件之间的对应关系。提供附图来说明本文所述的示例性实施例,并不打算限制本公开的范围。
- [0029] 图1示出了说明性实施例的设备的透视图。
- [0030] 图2a和2b示出了说明性实施例的分解图和剖视图。
- [0031] 图3a和3b示出了说明性实施例的概况视图和透视图。
- [0032] 图4a、4b和4c示出了描绘说明性实施例的部件的设备的概况视图。
- [0033] 图5示出了描绘说明性实施例的一些主要部件的设备的俯视图。
- [0034] 图6a和6b示出了包含18个蒸发簇的说明性实施例的示例性微流体蒸发芯片的示意图。
- [0035] 图7a和7b示出了用于说明性实施例的装置制造的微制造工艺流程的示例。
- [0036] 图8示出了描绘说明性实施例的方法的流程图。
- [0037] 图9示出了描绘说明性实施例的主要部件的设备的概况视图。
- [0038] 图10示出了描绘说明性实施例的主要部件的设备的概况视图。
- [0039] 图11a和图11b示出了描绘说明性实施例的主要部件的设备的剖视图。
- [0040] 图12描绘了具有可选块状加热器或冷却器的说明性实施例。
- [0041] 图13描绘了具有在结构下方示出的可选块状加热器或冷却器的说明性实施例。
- [0042] 图14a、14b、14c和14d描绘了设备的各种说明性实施例。

具体实施方式

[0043] 总体来说,本公开的各个方面涉及使用用于结构和加热元件的精细规模微制造技术生产的蒸发器。微制造可以包括在诸如玻璃、金属、塑料和结晶材料(诸如硅和硅衍生物)之类的材料上的图案化、蚀刻、沉积、注入和相关工艺。加热元件可以包括由电气部件制造电子电路,这些电气部件包括电阻器、电容器、晶体管、逻辑元件等,它们也可以制造在专用电路上和/或由任何组合形式的分立部件构成。

[0044] 本文所述的一个或多个实施例可以提供良好受控加热,从而最小化液体变得过热的影响,进而最小化产生不期望的和/或有害的化学反应产物的不期望的化学反应。

[0045] 本文所述的一个或多个实施例可以提供以高度受控方式制造的蒸发装置,从而减少单元与单元之间的显著差异,进而减少性能差异。

[0046] 本文所述的一个或多个实施例可以提供热力学效率高、体积小的蒸发器。

[0047] 这里公开的微流体蒸发器可以用于为大量应用范围提供低挥发性液体的有效蒸发,包括香味分布、医疗蒸发、已蒸发药物输送、化学蒸馏、化学反应控制、芳族化合物、蜡、香味蜡、空气灭菌、戏剧烟雾、雾化机、芳香疗法、精油、个人蒸发器、化学蒸汽或浮质检测器校准设备、吸烟物品和电子香烟。

[0048] 蒸发装置是用于从液体中产生蒸汽或浮质的一般类别装置。蒸发器具有许多应用,包括但不限于:香味分配、医疗蒸发、已蒸发药物输送、化学蒸馏、化学反应控制、芳族化合物、蜡、香味蜡、空气灭菌、戏剧烟雾、雾化机、芳香疗法、精油、个人蒸发器、吸烟物品和电子香烟等。

[0049] 本公开描述了使用现代微制造技术(包括光刻、沉积和蚀刻技术)微制造蒸发装置的实施例。这样的技术可以有利地应用于蒸发器设计。例如,一个实施例可以具有微米级精密部件。在其他实施例中,所公开的设备和方法可以与注入成型塑料兼容。在一个实施例中,蒸发设备和方法可以在单元与单元之间具有相似的几何形状。此外,一个实施例可以高生产量低成本地进行生产。

[0050] 当前的应用公开了可以提供期望的性能改进的实施例。例如,在一个实施例中,部件的微米级精度允许精确计量已蒸发材料和精确受控温度,这可以消除产生不期望的化学反应产物的过热区域。在另外一些实施例中,该设备可以被设计成最小化对基底、周围环境或插入器的寄生热传递。在一些实施例中,该设备可以制造非常小型、平坦和高度便携。微米级特征可以改进设备和方法的热力学效率,并且可以具有最小的能量需求。在再另一个实施例中,蒸发端口可以以受控方式单独寻址和激活,以便可以建立基于蒸发端口阵列内的时间和个体位置的特定化学品的化学反应前沿或精确释放。

[0051] 图1示出了用于说明性实施例的蒸发单元的示意图。该单元包括用于蒸发的微流体装置(未示出),该微流体装置包含在通常称为插入器主体204的塑料外壳内。插入器主体204可以通过螺栓200与插入器保持环202配合。电气互连件206可以用于输送电能。蒸汽102可以从该设备发出。

[0052] 图2a和图2b示出了实施例的分解图。插入器主体204和插入器保持环202与蒸发结构100连通。蒸发结构100可以由微流体芯片构成。蒸汽区域208与结构100连通并允许蒸汽从微流体装置结构100发出。电气互连件206与微流体装置结构100电连通。

[0053] 在一个实施例中,插入器主体204由注入成型塑料构成并且被设计成便于组装。在

其它实施例中,插入器主体204可以是3D打印的、机加工的,并且可以由大量选择的塑料、金属、玻璃纤维、复合材料、陶瓷或其它结构材料制造。

[0054] 电气互连件206允许该装置连接电子控制单元(未示出)。在一个实施例中,电气互连件可以由导电带、扁平线、引线结合物、凸块结合物、焊接或其它连接工艺形成。

[0055] 在一个说明性实施例中,塑料外壳的整体尺寸可以标称为 $4\text{mm} \times 6\text{mm} \times 12\text{mm}$ 。在其它实施例中,塑料外壳的尺寸可以在小于 0.1mm 至大于 100mm 的范围内,并且可以包含一个或多个微流体装置。

[0056] 图3示出了描绘实施例的各种部件的设备的剖视图。图3a是侧视图,而图3b被略微倾斜以示出顶面。周围环境116处于结构100上方。蒸发端口110形成在该结构中并且与液体源112和周围环境116流体连通。液体源112是该结构中液体储存器(未示出)和该设备的蒸发器端口区域流体连通的区域。加热元件108与蒸发端口110热连通并且位于结构区域114上,而在一些实施例中,该结构区域114可以是该结构的变薄区域。加热元件108与电极引线106电连通。蒸发簇104是包含与一个或多个蒸发端口110非常接近的蒸发端口110的集合的区域。在一些实施例中,液体源112可以是蜡或其它固相材料,其由于加热而以液相存在于蒸发端口110附近。

[0057] 在当前的上下文中,热连通是指容易地将热能通过热传导而从设备的一个区域传递到设备的另一个区域的能力。在一些实施例中,当这些区域之间的距离显著小于设备中的其他尺寸或者连接两个区域的材料的导热率等于或大于该设备的其他区域中的材料的导热率时,在该两个区域之间发生热连通。在一些实施例中,加热元件108可以与蒸发端口110热连通,因为两个部件之间的横向距离可以在 $5\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$ 之间。在一些实施例中,加热元件108和蒸发端口110之间的距离可以在 $0.5\mu\text{m}$ – 1mm 的范围内。该距离可以显著小于设备的其它尺寸。在说明性实施例中,结构100的深度可以在 $10\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 之间,并且结构100的侧向尺寸可以在 1mm 至 100mm 之间或甚至更大的范围内。

[0058] 图3a示出了薄型结构区域114标称为 $40\mu\text{m}$ 厚的说明性实施例。在一些实施例中,薄型结构区域114可以在 $1\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的范围内。在其他实施例中,薄型结构区域114的厚度可以从 $1\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 变化。

[0059] 图4示出了说明性实施例的概况视图。周围环境116处在结构100上方。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源112区域和周围环境116流体连通。加热元件108紧邻蒸发端口110。在说明性实施例中,加热元件108可以位于蒸发端口110的 5 – $100\mu\text{m}$ (或 $0.5\mu\text{m}$ 至 1mm)内。在说明性实施例中,加热元件108位于 0.5 – $1000\mu\text{m}$ 内。弯月形界面118限定了蒸汽和液体界面。薄型结构区域114可以形成在结构100中。可以在来自液体源112的液体和薄型结构区域114之间形成接触区域140。

[0060] 在一些实施例中,薄型结构区域114可以邻近蒸发端口110和加热元件108,其可以最小化对块状结构100的寄生热传递。在一些实施例中,分离蒸发端口中的液体和周围环境的弯月形界面118可以具有能够在液体源112和周围环境116之间产生压力差的曲率。在一些实施例中,在薄型结构区域114和包含在蒸发端口110和液体源112中的液体之间存在显著的接触表面积140。

[0061] 图4a描绘了可选块状加热器或冷却器120可以被定位成与液体源区域112热连通以控制液体源112的体温的说明性实施例。

[0062] 图4b描绘了其中用结构结合物122将结构100结合到薄型结构区域114的说明性实施例。

[0063] 图4c示出了描绘另一说明性实施例的各种部件的设备的概况视图。周围环境116处在结构上方。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源112和周围环境116流体连通。加热元件108与蒸发端口110热连通并且位于薄型结构区域114上。在一个实施例中,颗粒或珠粒130形成芯吸结构,其位于液体源区域112的全部或部分中并且也可选地位于蒸发端口110中,并且至少在与蒸发端口110相邻的区域中。在一个实施例中,颗粒或珠粒130可以是亲水的。在一个实施例中,颗粒或珠粒130可以是疏水性的,或者可以是亲水/疏水组合。在一个实施例中,亲水性颗粒或珠粒130可以由玻璃或其它材料形成。在一个实施例中,颗粒或珠粒130可可选地烧结132或通过某种其它方式结合在一起。在一个实施例中,颗粒或珠粒形成小型间隙区域138,其增强珠粒或颗粒130的亲水或疏水表面性能的效果。在一个实施例中,颗粒或珠粒130的尺寸可以在10纳米至10毫米的范围内。在一个实施例中,颗粒或珠粒的尺寸可以在1微米至1毫米的范围内。在一个实施例中,颗粒或珠粒130的尺寸范围可以为10微米至300微米的范围内。

[0064] 图5示出了描绘实施例的一些主要部件的设备的俯视图。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源区112和周围环境116流体连通。加热元件与蒸发端口110热连通并且位于薄型结构区域114上。在一个实施例中,加热元件108是薄膜电阻加热元件。在一个实施例中,薄膜加热元件被配置成三个并联电路,其进一步形成围绕每个蒸发端口的并联电路。

[0065] 图5示出了这样一个示例性实施例的详细视图,其中单个蒸发簇104具有大约900 μ m的侧向尺寸,并且包含侧向尺寸为60 μ m-150 μ m的七个蒸发端口110和与蒸发端口110热连通的加热元件108,使得由加热元件108产生的热量被输送到与流体112和接触区域140接触的蒸发端口110的区域中。在说明性实施例中,蒸发端口的侧向尺寸可以在10 μ m至300 μ m的范围内,而在其它实施例中,蒸发端口的侧向尺寸可以在1 μ m至1000 μ m的范围内。在说明性实施例中,蒸发簇的侧向尺寸可以在10 μ m至100mm的范围内。在说明性实施例中,蒸发簇的侧向尺寸可以在100 μ m至10mm的范围内。

[0066] 加热元件108的宽度可以可选地配置为具有变化的宽度和厚度,或改变材料以产生期望的焦耳加热分布。在一些实施例中,可以选择期望的加热分布以提供工作流体的均匀蒸发,同时避免来自不期望的热点的过度加热。在一些实施例中,可将0.01至500瓦的热量输送到流体112中以产生蒸汽102。在其它实施例中,可将1至50瓦特的热量输送到流体112中以产生蒸汽102。

[0067] 在一些说明性实施例中,并联连接的电阻加热元件的层级(如图5所示)可具有某些优点。例如,金属的电阻可以随着温度的升高而增加。因此,如果并联电路的一个元件具有比该并联电路的另一个元件更高的温度,则该元件可以具有更高的电阻并且迫使更多电流通过该低温度元件,从而增加由较低温度元件产生的焦耳加热。在一些实施例中,并联连接的电阻加热元件可以有助于热调节,这有助于减轻局部热热点。

[0068] 图6a和6b示出了单个微流体蒸发装置结构100的概况。在说明性实施例中,单个装置结构100包含十八个蒸发簇104,而每个簇104包含七个蒸发端口110,因此对于该示例性实施例来说,总共有 $18 \times 7 = 126$ 个蒸发端口110。在图6a所示的一个示例实施例中,两个蒸发簇104通过与九个并联电路串联的电极引线106连接。在图6b所示的另一示例实施例中,

三个蒸发簇104通过与九个并联电路串联的电极引线106连接。

[0069] 在其他示例性实施例中,簇可以以各种串联和/或并联配置、可单独寻址或其他电气布线方案连接。在示例性实施例中,微流体装置结构100的侧向尺寸为4mm×10mm,而厚度为0.3mm。在一个示例性实施例中,微流体芯片由玻璃制造,但对于其它实施例,其可以由塑料、硅、钛、金属、陶瓷、PDMS、聚合物、玻璃纤维、复合材料或其它材料制造。

[0070] 可以用 $Q=V^2/R$ 来描述来自电阻元件的焦耳加热,其中 Q 是焦耳加热功率, V 是电阻元件两端的电压降,而 R 是元件的电阻。随着温度升高,金属的电阻增加。如果电压降恒定,则焦耳加热量随着温度升高而降低。因此,在一个实施例中,具有并联电路可能是有利的。如果并联电路的一个分支具有比该电路的另一个分支更高的温度,那么具有较高温度的分支将具有较高的电阻,因此将产生较少的焦耳加热。在具有并联电阻加热器的实施例中,电路的各个分支可以具有自调节性能,那可以有助于调节焦耳加热,其与使用非并联电路配置可能发生的非均匀性相比,可以有助于保持更加均匀的温度。

[0071] 在一些实施例中,并联电阻加热器可以被配置为在每个分支中具有不同的电阻。在一些实施例中,可以通过使用不同材料、不同深度、不同长度和/或不同宽度来修改加热元件的电阻。在一些实施例中,并联电阻加热器的各个分支可以具有不同的电阻,这些不同的电阻可以被优化来产生期望的和良好受控温度分布。在一些实施例中,均匀温度分布可能是可期望的。在一些实施例中,非均匀温度分布可能是可期望的。

[0072] 在一些实施例中,可以明智地选择并联电阻加热元件108的分级组合以提供期望的加热分布和自调节加热元件。

[0073] 图7a示出了用于实施例的装置制造的微制造工艺流程的示例,其由使用单个结构的五个处理步骤构成。在说明性实施例中,结构100可以由Schott (D263T-eco、AF32-eco或MEMpax) 的300μm厚的玻璃基底制造。玻璃基底可以由各种材料形成,并且厚度范围为1μm至10毫米。可以对光致抗蚀剂进行图案化,并且可以为电极引线和加热元件沉积金属(例如,钛和铂)(步骤1-加热器金属沉积700)。在光致抗蚀剂和金属剥离之后,可以在基底的两侧上沉积硬掩模膜(例如,铬/金、铝或非晶硅)(步骤2-硬掩模沉积701)。在背面,可以对光致抗蚀剂进行图案化,并且硬掩模可以被蚀刻(湿或干),随后玻璃被可选地湿蚀刻到基底厚度的大约一半(步骤3-背面硬掩模和玻璃蚀刻702)。在前方,可以将蒸发端口110图案化为与加热器元件108紧密相邻(其可以在5μm至100μm或0.5μm至1mm之间的范围内),并且可以蚀刻硬掩模,随后是可选的玻璃湿蚀刻。同时,可以可选地进一步蚀刻背面,因为它可以可选地暴露,并且可以产生通孔(或贯通孔)(步骤4-顶侧硬掩模和玻璃蚀刻703)。这可以使蒸发端口110与液体源112和周围环境116流体连通。最后,可以从两侧移除硬掩模,然后可以对基底进行切割(步骤5-硬掩模移除704)。

[0074] 可以使用各种纳米制造和微制造装备来制造蒸发装置的一些实施例。该制造可以包括许多沉积工具,诸如可以用于加热元件的电子束沉积以及可以用于沉积硬掩模的等离子体增强化学气相沉积(PECVD)。在一些实施例中,湿化学试剂台可以用于各种蚀刻化学品,包括玻璃的氢氟酸蚀刻。干蚀刻也可以用于某些材料中的各向同性蚀刻,诸如电感耦合等离子体反应离子蚀刻(ICP-RIE)。此外,在一些实施例中,可以使用能够背面对准的光刻掩模对准器(诸如SUSS MA-6),以从前到后对特征进行图案化和对准。

[0075] 图7b示出了用于针对图4b所示的说明性实施例的装置制造的微制造工艺流程的

说明,该流程包括使用结构元件100和薄型结构区域114(即两个最初分离的结构)的六个处理步骤。该实施例可以扩展到两个或多个(即多个)结构,这些结构可以使用一种或多种结合技术利用结构结合物122(在图4b中所示)相结合。

[0076] 制造工艺可以使用100 μm 、300 μm 甚至500 μm 厚的玻璃基底来形成结构100。实施例可以对薄型结构区域114(图4b所示)使用1 μm 至10毫米厚的基底,并且基底可以包含各种材料,诸如玻璃、钛、铝、蓝宝石、碳化硅、金刚石、陶瓷、金属、硅等。

[0077] 可以使用两种不同厚度的基底。例如,一个基底可以是100 μm (即,相对较薄的)基底,另一个基底可以是300 μm (即,相对较厚的)基底,这可以允许在可选湿蚀刻工艺期间特征尺寸具有显著的弹性。参考图7B,可以用光致抗蚀剂图案化100 μm 厚的基底,并且可以沉积用于加热元件的金属(步骤1-加热器金属沉积710)。另外的金属沉积步骤可以可选用于电极引线。例如,在一个实施例中,可以在芯片连接处可选地图案化金触点。

[0078] 在一个实施例中,在光致抗蚀剂和金属剥离之后,可以在薄型基底的两侧(步骤2-硬掩模沉积711)和厚型基底上沉积硬掩模膜。光致抗蚀剂可以图案化在基底的两侧上以暴露与薄型基底上的加热元件和厚型基底相邻的区域。可以蚀刻硬掩模,然后将基底蚀刻到基底每侧上的厚度的一半,以形成贯通孔(即,通过芯片的通孔)(步骤3-硬掩模和基底蚀刻712),该贯通孔可以为蒸发端口110提供与液体源112的流体连通以及与周围环境116的流体连通。

[0079] 在该实施例中,然后可以从基底的两侧移除硬掩模(步骤4-硬掩模移除713)。视粘合技术而可以将粘合层可选地沉积在薄型基底的背面、厚型基底的上侧或两者上,也可以在两者上都不沉积。此外,在一些实施例中,适当的清洁和表面处理可以应用于两个基底,并且它们可以使用各种众所周知的结合技术结合在一起(步骤5-粘合层沉积和干胶片结合714)。在一些实施例中,然后将已结合组件切成更小的单个单元(步骤6-已结合组件715)。

[0080] 图8示出了描绘实施例的方法的流程图,该方法包括:将液体从液体源引导到蒸发端口801,并且使用位于蒸发端口附近的加热元件(其可以在5 μm 至100 μm 之间或在0.5 μm 至1mm之间)对蒸发端口中的液体进行加热以蒸发液体802。在一个实施例中,已蒸发液体从蒸发端口释放到周围环境中,以便流体被贯通结构的深度来输送803。在一些实施例中,蒸发端口的侧向尺寸范围为10 μm -300 μm 。在其它实施例中,蒸发端口的侧向尺寸范围为1-1000 μm 。可以通过将液体直接放置在液体源中或通过可选的泵或可选的芯吸结构将液体引入液体源,其中液体可以由毛细管作用而输送到液体源。在一个实施例中,可以将电能施加到加热元件,并且可以通过焦耳加热(即电阻加热)来加热加热元件。然后,来自加热元件的热能可以传递到与蒸发端口和液体源相邻的薄型结构区域中。然后,可以将热量局部地传导到液体中以将液体加热到最佳的蒸发温度。该温度可以很好地控制使得液体被充分加热以便蒸发,但不会达到可能引起不希望的化学反应或使蒸发端口变干的不期望的高温。此外,通过控制加热元件的电能,可以精确地控制蒸发速率或总蒸发质量。在一些实施例中,电能的量可以可选地改变,并且针对具体应用进行优化。在其他实施例中,电波形可以是正弦波、方波或其他波形,其可以针对特定应用进行优化。在其他实施例中,波形可以脉动并引起蒸发、液滴的浮质或喷射物,并且可以减少寄生热损失,从而提高热力学效率。

[0081] 图9是指其中液体从液体源112区域流入蒸发端口110然后通过弯月形界面118蒸

发进入周围环境116的说明性实施例。在一些实施例中,液体可以从微流体装置结构100的一侧(例如背面)输送,通过弯月形界面118蒸发并从微流体装置结构100的另一侧(例如前侧)释放蒸汽,使得流体贯通结构的深度(即,通过通孔或贯通孔)输送。在这些实施例中,由于蒸发端口110与液体源112和周围环境116流体连通,所以使液体行进通过该装置的能力成为可能。箭头134表示从该结构的一侧到该结构的另一侧的连续流体运动。白色箭头134表示液体通过液体源112到蒸发端口110的连续流体运动。黑色箭头134表示蒸汽从蒸发端口110到周围环境116的连续流体运动。流体贯通结构的深度输送的能力可以使蒸发过程的能量效率更高。在一些实施例中,流体贯通结构的深度输送的能力可以减少甚至防止变干,并且提供连续的流体运动。在一些实施例中,这可以允许例如将加热元件108放置在非常靠近蒸发端口110的位置(例如,在 $0.5\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 或 $5\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 内)以便于与在那里发生相变的弯月形界面118的期望的热连通。与其它蒸发器装置相比,这可以显著地减少在蒸发期间必须传递到液体中的距离热量,并且可以允许加热元件108在较低温度下操作。这可能是特别关键的,因为大多数液体具有低导热率(例如,在室温下,水的导热率约为 $k_w=0.58\text{W}/(\text{mK})$,而甘油的导热率约为 $k_w=0.29\text{W}/(\text{mK})$)。这些实施例的有效设计还可以降低在蒸发期间液体必须暴露于的最高温度。此外,在一些实施例中,液体流过微流体装置的更有效的设计可以显著减少液体在蒸发端口110中的变干,从而提供一致和优异的性能。

[0082] 图9是指薄型结构区域114和包含在蒸发端口110和液体源区域112中的液体之间存在显著的接触表区域140的说明性实施例。由于液体可以具有低导热率,因此具有一个大接触区域140以便热量可以容易地从薄型结构区域114传递到液体中是很重要的。在一些实施例中,薄型结构区域114可以减小热可以在到达薄型结构区域114和液体源区域112和蒸发端口110中的液体之间的接触区域140之前从加热元件108通过薄型结构区域114传递的距离。在一些实施例中,具有通过薄型结构区域114传递热量的最小距离可能是很重要的,因为玻璃具有约 $k_g=1.05\text{W}/(\text{mK})$ 的低导热率。诸如金属、硅之类的其它材料提供较大的导热率,例如硅的导热率近似为 $k_{\text{Si}}=130\text{W}/(\text{mK})$ 。然而,在许多实施例中,对于热力学效率,重要的是将热能聚焦在蒸发端口附近,因此将传递到块状基底和周围环境的热量最小化。在一些实施例中,热能基本上被限制到蒸发簇104。在一些实施例中,蒸发簇104的尺寸可以额定为 1mm 。在一些实施例中,蒸发簇104的尺寸范围可以为 $100\mu\text{m}$ 至 10mm 。在一些实施例中,蒸发簇104的尺寸范围可以为 $10\mu\text{m}$ 至 100mm 。在这些实施例的许多实施例中,使用低导热率材料(诸如但不限于玻璃、塑料、聚合物、玻璃纤维、复合材料或陶瓷等)是很有利的。在这些实施例的许多实施例中,与低导热率材料相结合的薄型结构区域114可能有助于最小化对块状结构100和周围环境116的寄生热传递损耗。在其他实施例中,使用优化电波形可能有助于减小对块状结构100和周围环境116的寄生热传递损耗。

[0083] 在一些实施例中,玻璃具有可以使其成为蒸发装置的合适结构材料的许多特征。例如,玻璃可以制造成很耐用的,可以以许多几何形式(包括薄片、胶片)提供,可以被机加工,可以定制吹塑、成形或模制,可以广泛和商业上可获得,可以以合理的价格购买,可以被湿蚀刻,可以具有低电导率,可以具有低导热率,可以用适当的清洁工艺制造成亲水的,可以通过明智选择的表面涂层制造成疏水性的,表面可以用公知的表面化学物质处理,可以是化学惰性的,可以使用比拉鱼溶液积极地剥离有机材料,可以是在玻璃化转变温度以下机械稳定的,金属可以沉积用于电极引线 and 加热元件,或者可以结合到其自身或其它材料

上。

[0084] 在一些实施例中,可以为了环境、毒性或健康原因而选择玻璃作为结构材料。在一些实施例中,电极引线116和加热元件108可以由铂和钛的沉积形成。许多其他材料可以用于电极和加热元件(诸如碳、金、银、镍、铝等)沉积。在一些实施例中,铂可以用作电极引线和电阻加热元件(通过焦耳加热),并且还可以用作用于测量加热元件的近似温度的电阻热装置(RTD)。铂和许多其他金属和其他材料的电阻是温度的函数,并且可以用于确定加热元件的近似温度。在一些实施例中,电气控制电路可以用于蒸发装置的反馈控制,以保持恒定操作温度或恒定操作功率设置,或操作温度或操作功率的时间分布,或者可以是特定应用量身打造的某些任意操作时间分布。其他金属和其他材料可用作蒸发装置的RTD。然而,在一些实施例中,铂可以是合适的材料。在这些实施例中,钛可以是合适的粘合材料,以在玻璃基底和铂或其它金属沉积膜之间提供粘合。也可以使用其他粘合材料。

[0085] 在一些实施例中,与连续流体运动相结合的加热元件108提供对流体的稳定和均匀加热,这可以保持流体不会获得可能引起不期望的化学副产物,或可能燃烧、部分燃烧或烧焦,或者将液体和微流体结构100炭化的不期望的高温。在一些实施例中,连续流体运动可以提供稳定操作,该稳定操作可以允许设备在不确定的时间段内连续地起作用,同时最小化潜在的不期望的后果,例如液体变干、不期望的化学副产物、液体烧焦或燃烧或设备烧焦或燃烧。

[0086] 在一些实施例中,蒸发可以在从几毫秒到几十秒或更长的离散时间段内发生。在一些实施例中,蒸发可以在几毫秒到几十秒或更长的离散时间段内发生,以提供用于精确计量的蒸汽质量的精确输送。

[0087] 图10示出了描述说明性实施例的各种部件的设备的概况视图。周围环境116处在结构100上方。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源区112和周围环境116流体连通。加热元件108与蒸发端口110热连通并且位于薄型结构区域114上。白线136表示恒温下的轮廓。在一些实施例中,薄型结构区域114有助于将热能基本上限制在蒸发簇104内,并且在加热元件108和蒸发端口110的附近之内,从而减少对块状结构100的热损失。

[0088] 在一些实施例中,在薄型结构区域114和包含在蒸发端口110和液体源112中的液体之间存在显著的接触表面积140。由于液体可以具有低导热率,因此具有大接触区域140以便热量可以容易地从薄型结构区域114传递到液体是重要的。在一些实施例中,薄型结构区域114可以减小热量可以在到达薄型结构区域114和液体源区域112和蒸发端口110中的液体之间的接触区域140之前从加热元件108通过薄型结构区域114传递的距离。在一些实施例中,由于玻璃具有约 $k_g = 1.05 \text{ W/(mK)}$ 的低导热率,所以具有通过薄型结构区域114传递热量的最小距离可能是可期望的。诸如金属、硅之类的其它材料提供较大的导热率,例如硅的导热率近似为 $k_{\text{Si}} = 130 \text{ W/(mK)}$ 。然而,在许多实施例中,对于热力学效率,重要的是将热能保持基本上聚焦在蒸发簇104内并且紧邻蒸发端口110,因此使传递到块状基底100和周围环境116的热量最小化。在这些实施例的许多实施例中,使用低导热率材料(诸如玻璃、塑料、聚合物、玻璃纤维、复合材料或陶瓷等)可能是有利的。在这些实施例的许多实施例中,与低导热率材料相结合的薄型结构区域114可能有助于最小化对块状基底100和周围环境116的寄生热传递损耗。在其他实施例中,使用优化电波形可能有助于减少对块状基底100和周围环境116的寄生热传递损耗。

[0089] 图11a和11b示出了描绘说明性实施例的各种部件的设备的概况视图。周围环境116处在结构100上方。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源区112和周围环境116流体连通。加热元件108与蒸发端口110热连通并且位于薄型结构区域114上。

[0090] 图11a示出了其中薄型结构区域114处于未偏转状态的说明性实施例,这种未偏转状态当该设备未激励时可能发生。在一个实施例中,加热元件108可以被激励并产生热能,这种热能可以增加加热元件108附近的温度。靠近加热元件108的薄型结构区域114可以由温度的升高而热膨胀,这可能引起薄型结构区域114和电阻加热元件108中的热应力和/或热应变。在一些实施例中,期望主应力小于10-20MPa。在一些实施例中,期望主应力小于70MPa。

[0091] 图11b示出了当加热元件108被激励时薄型结构区域114由于热膨胀而偏转的说明性实施例。在说明性实施例中,薄型结构区域114可以帮助确认加热元件108附近的热能,这有助于最小化块状结构的热膨胀,并且可以有助于减小薄型结构区域114中的热应力和应变。在一些实施例中,期望主应力小于10-20MPa。在一些实施例中,期望主应力小于70MPa。

[0092] 在一个实施例中,薄型结构区域114可以允许热偏转,并且可以帮助减少热应力。结构梁的机械刚度与 h^3 成比例,其中 h 是结构梁的厚度。在一些实施例中,可选薄型结构区域114可以足够薄以使得其可以具有相对低的机械刚度,该刚度当加热元件108被激励时,可以允许薄型结构区域114以足够低的应力偏转。在一些实施例中,期望主应力小于10-20MPa。在一些实施例中,期望主应力小于70MPa。

[0093] 在一个实施例中,与结构材料相比,加热元件108可以由具有高热膨胀系数的金属构成。如图11b所示,薄型结构区域114可能偏转,并且在顶表面上产生与加热元件108材料的热诱导应变良好匹配的污渍,从而可以显著降低加热元件108和薄型结构区域114之间的应力。在一些实施例中,期望主应力小于10-20MPa。在一些实施例中,期望主应力小于70MPa。

[0094] 图12示出了描绘另一说明性实施例的各种部件的设备的概况视图。在该实施例中,可选密封件124可位于蒸发端口110中的液体和周围环境116之间。密封件124可由热响应性蜡制造。这可以提供在保存期间封闭液体的密封,然后将可选密封件124蒸发以激活蒸发设备。可选密封件124可以用于在第一次使用之前延长保质期,或延长多次使用之间的保存期限。在一些实施例中,密封材料可以结合到液体中以便在多次使用之间或在多次蒸发过程之间提供自密封机构。可选密封件124可以由许多不同材料制造,而不仅仅是示例性的蜡的情况。在一些实施例中,密封件124可以由合适的密封材料构成,该密封材料在室温下为固体,但是当蒸发器处于活动状态时熔化、升华、后退或从蒸发端口110清除。在一些实施例中,液体源区域112可以包含低挥发性液体,并且可选密封件可能不是必需的,或者可能不是期望的。在一些实施例中,周围环境116可以处在结构上方。形成在结构100中的蒸发端口110可以与液体源区域112流体连通,但是可以通过可选密封件124可选地与周围环境分离。加热元件108可以紧邻蒸发端口110并且位于薄型结构区域114上。在一些实施例中,加热元件108位于蒸发端口110的0.5-1000 μm 范围内。在一些实施例中,加热元件108位于蒸发端口110的5 μm -100 μm 之内。在一些实施例中,可选密封件124可以蒸发并允许蒸发端口110中的液体与周围环境116流体连通。可选块状加热器或冷却器120可以位于结构100下方。这可以提供可能引起其它固相物质变成液体的热量,或者可以增加整个液体的温度,以

便加热元件108需要更少的热能。可选块状加热器或冷却器120可以增加或减小整个液体的整体温度,从而可以控制液体在蒸发端口110内经历蒸发之前的挥发性。

[0095] 图13示出了液体源区域112与薄型结构区域114相邻的另一个实施例的示意图。周围环境116处在薄型结构区域114上方。蒸发端口110形成在结构100中并且与液体源112和周围环境116流体连通。加热元件108与蒸发端口110热连通并且位于薄型结构区域114上。在结构100下方示出了可选块状加热器或冷却器120。

[0096] 图14a示出了其中可选保护层126围绕加热元件108的说明性实施例。保护层126可以沉积二氧化硅、非晶硅、氮化硅或其它材料。在一些实施例中,由于加热元件108材料和下面的结构100材料之间的热膨胀差异,保护层126可以保护加热元件108不会分层。在一些实施例中,保护层126可以用作加热元件108和周围环境116之间的化学和/或电气屏障。在一些实施例中,保护层126位于紧邻加热元件108的位置。在一些实施例中,保护层126位于加热元件108的0.5 μ m至1mm的范围内。在一些实施例中,保护层126基本上覆盖结构100。

[0097] 图14b示出了其中可选表面涂层128涂覆在结构100的外侧上并且位于蒸发端口110附近的实施例。在一些实施例中,可能期望防止涂层涂覆蒸发端口110的壁。因此,当沉积涂层时,可能在涂覆过程中会遮蔽蒸发器端口。在一个实施例中,可选表面涂层126是疏水性涂层。在另一个实施例中,可选表面涂层126是亲水性涂层。在另一个实施例中,可选表面涂层126是疏水和亲水性涂层的组合。在一个实施例中,疏水性涂层可以由含氟聚合物或其它材料构成。在一个实施例中,可选表面涂层126可以由化学单层构成。在一个实施例中,疏水性涂层可以排斥亲水性液体并且可以最小化亲水性液体以阻止润湿结构外部。在一个实施例中,亲水性涂层可以排斥疏水性液体并且可以最小化疏水性液体以阻止润湿结构外部。

[0098] 图14c示出了其中可选保护层126围绕加热元件108的实施例,其中可选表面涂层128涂覆在围绕加热元件108的可选保护层126上,并且位于邻近蒸发端口110但可选地不在蒸发端口110上。保护层126可以沉积二氧化硅、非晶硅或其它材料。在一些实施例中,由于加热元件108材料和下面的结构100材料之间的热膨胀差异,保护层126可以保护加热元件108不会分层。在一些实施例中,保护层126可以用作加热元件108和周围环境116之间的化学和/或电气屏障。在一些实施例中,保护层126位于紧邻加热元件108的位置。在一些实施例中,保护层126位于加热元件108的0.5 μ m至1mm的范围内。在一些实施例中,保护层126基本上覆盖结构100。在一个实施例中,表面涂层128是疏水性涂层。在另一个实施例中,表面涂层128是亲水性涂层。在另一个实施例中,表面涂层是疏水性和亲水性涂层的组合。在一个实施例中,可选疏水性表面涂层128可以由含氟聚合物或其它材料构成。在一个实施例中,可选疏水性表面涂层128可以排斥亲水性液体并且可以最小化亲水性液体以阻止润湿结构100外部。在一个实施例中,亲水性表面涂层128可以排斥疏水性液体并且可以最小化疏水性液体以阻止润湿结构100外部。

[0099] 图14d示出了其中可选表面涂层128涂覆在结构100的内部并且位于蒸发端口110和液体源区域112附近的实施例。在说明性实施例中,可选表面涂层126是疏水性涂层。可以使疏水性涂层适合于用疏水液体润湿疏水性涂层。在另一个实施例中,可选表面涂层126是亲水性涂层,以便亲水性液体润湿亲水性涂层。在另一个实施例中,可选表面涂层126是疏水和亲水性涂层的组合。在一个实施例中,疏水性涂层可以由含氟聚合物或其它材料构成。

在一个实施例中,可选表面涂层126可以由化学单层构成。在一个实施例中,疏水性涂层可以排斥亲水性液体,并且可以最小化亲水性液体以阻止润湿结构100和蒸发端口110内部,同时允许疏水性液体润湿结构100和蒸发端口110内部。在一个实施例中,亲水性涂层可以排斥疏水性液体并且可以最小化疏水性液体以阻止润湿结构100和蒸发端口110内部。

[0100] 图14d示出了具有可以用于向结构施加热能的可选结构加热器210的示例性实施例。可选结构加热器可以是薄膜电阻加热元件或其它类型的加热元件。可以使用来自该结构的热能来加热固体材料212。固体材料212可以是固体蜡或蜡状物质,或任何其它类型的固体材料。固体材料212与结构100热连通。通过适当地施加来自结构100的热能,固体材料212可以可控地融化成可以占据液体源区域112的液体。可以选择可选表面涂层128,使得占据液体源区域112的液体可以润湿结构100和蒸发端口110。当加热元件108被激励时,来自液体源112的液体可以在蒸发端口110中被蒸发,使得蒸汽可以被排放到周围环境116中。

[0101] 这里描述的实施例是示例性的。可以对这些实施例进行修改,重新布置,替换过程、材料等,并且仍然包括在本文所阐述的教导内。

[0102] 本文中使用的条件语言,诸如其中的“可以”、“可能”、“能够”、“例如”等,除非另有明确说明或在所使用的上下文中以其他方式理解,通常旨在传达某些实施例包括但其他实施例不包括某些特征、元件和/或状态。因此,这样的条件语言通常不打算以任何方式暗示特征、元件和/或状态对于一个或多个实施例是必需的,或者一个或多个实施例必须包括用于在有或没有作者输入或提示的情况下决定这些特征、元件和/或状态是否包括在任何具体实施例中或是否在任何具体实施例中执行的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”、“涉及”等是同义词,并且以开放的方式包含在内,并且不排除附加元件、特征、动作、操作等等。此外,术语“或”以其包容性意义(而不是其排他性意义)使用,因此当使用例如连接元件列表时,术语“或”是指全部列表中的一个、一些或所有元件。

[0103] 除非另有明确说明,诸如短语“X、Y或Z中至少之一”这样的分离语言一般与上下文一起被理解为用于表示项目、术语等可以是X、Y或Z,或其任何组合(例如,X、Y和/或Z)。因此,这种分离语言通常不打算并且不应意味着某些实施例需要X中至少之一、Y中至少之一或Z中至少之一都存在。

[0104] 术语“约”或“近似”等同义,并用于表示该术语修改的值具有与其相关联的理解范围,其范围可以为 $\pm 20\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 或 $\pm 1\%$ 。术语“基本上”用于指示结果(例如,测量值)接近目标值,其中“接近”可以意味着例如结果在该值的80%内、在该值的90%内、在该值的95%以内或在该值的99%以内。

[0105] 除非另有明确说明,诸如“一个”之类的冠词通常应被解释为包括一个或多个描述的项目。因此,诸如“被配置为……的装置”旨在包括一个或多个被叙述的装置。这样的—个或多个被叙述的装置也可以被共同配置为执行所述的叙述。例如,“被配置为执行叙述A、B和C的元件”可以包括被配置为执行与被配置为执行叙述B和C的第二元件一起工作的叙述A的第一元件。

[0106] 虽然上述详细描述已经示出、描述和指出了应用于说明性实施例的新颖特征,但是应当理解,可以在不偏离本公开的精神的情况下,进行所示的装置或方法的形式和细节方面的各种省略、替换和改变。如将认识到的那样,本文所述的某些实施例可以以不提供本文所阐述的所有特征和益处的形式来体现,因为一些特征可以与其他特征分开使用或实

践。属于权利要求的等同物的含义和范围内的所有变化将被囊括在这些权利要求的范围内。

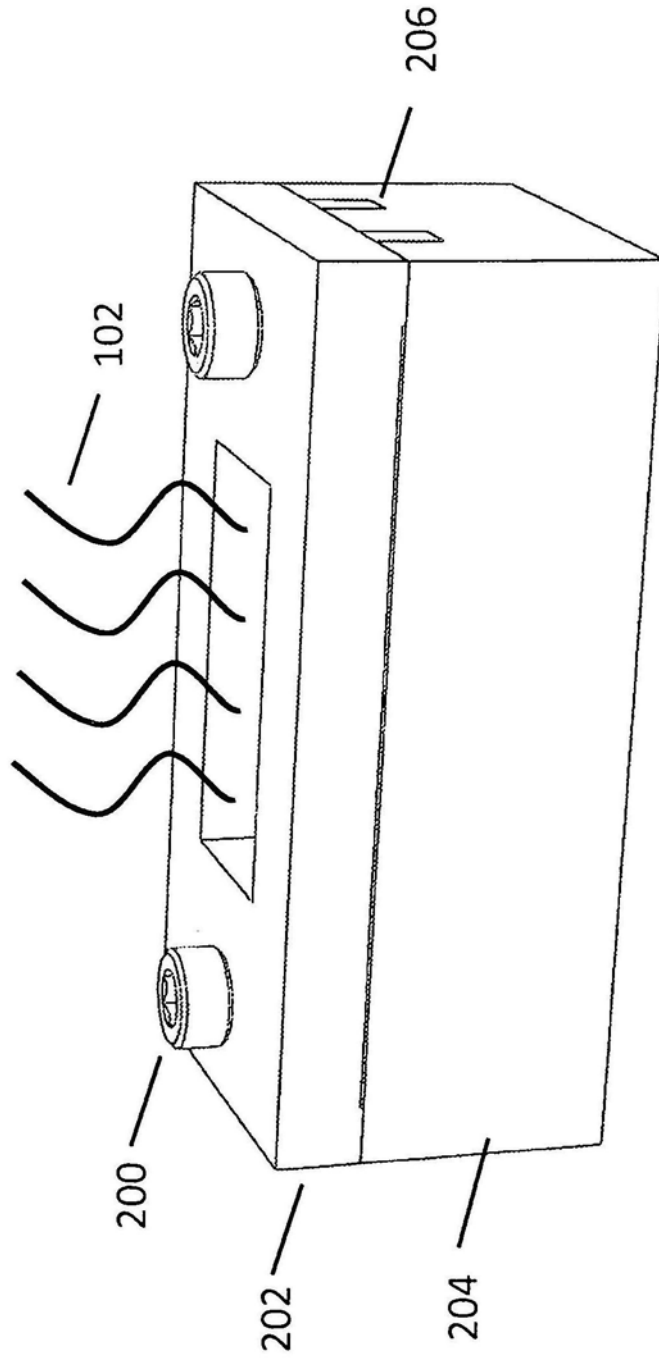


图1

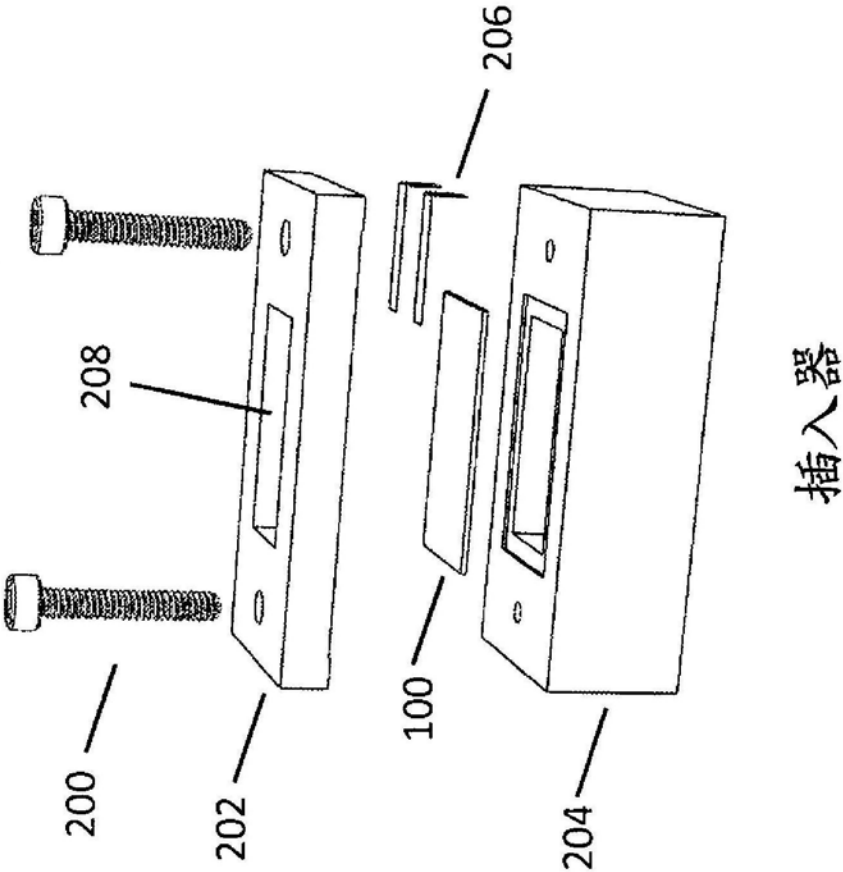


图2a

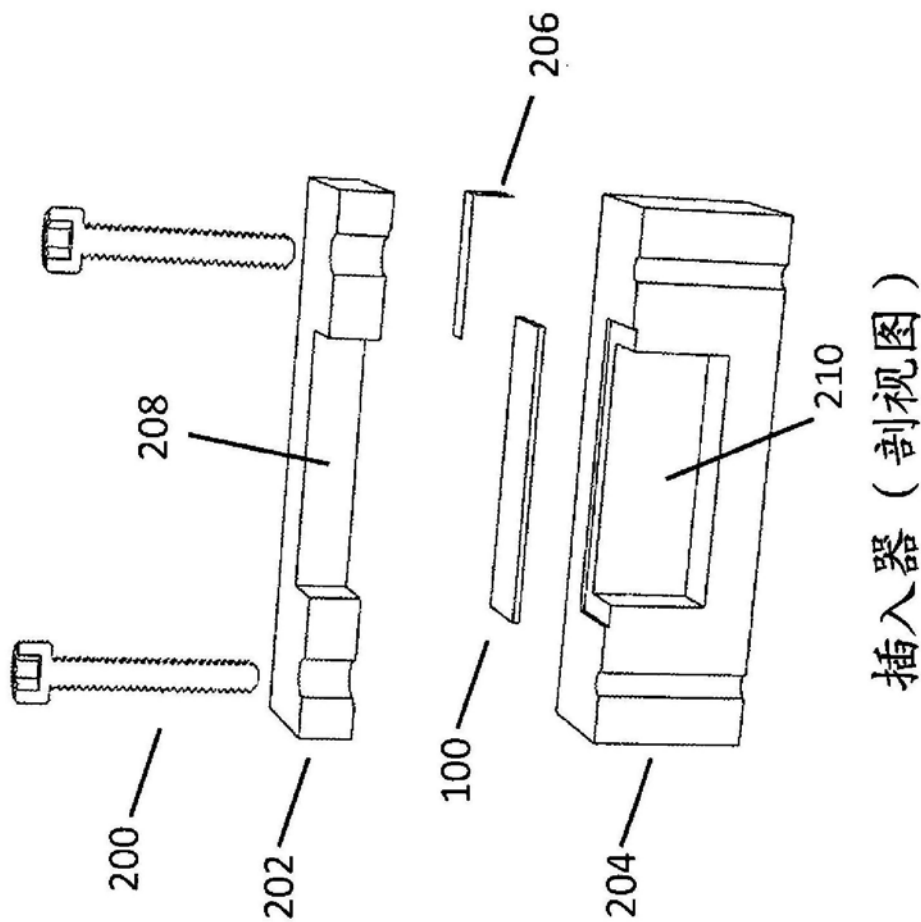


图2b

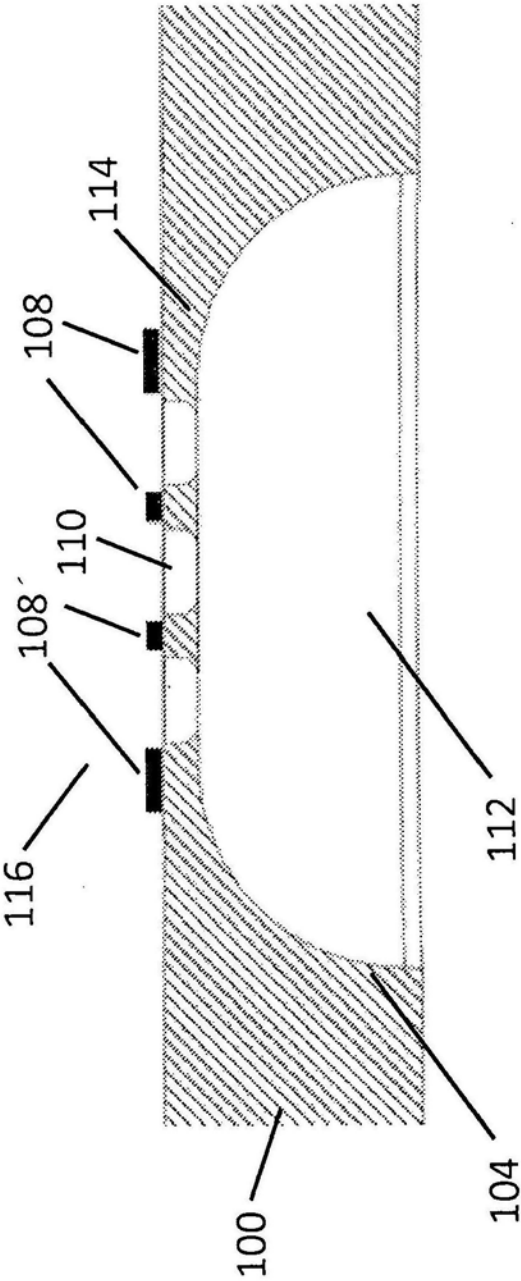


图3a

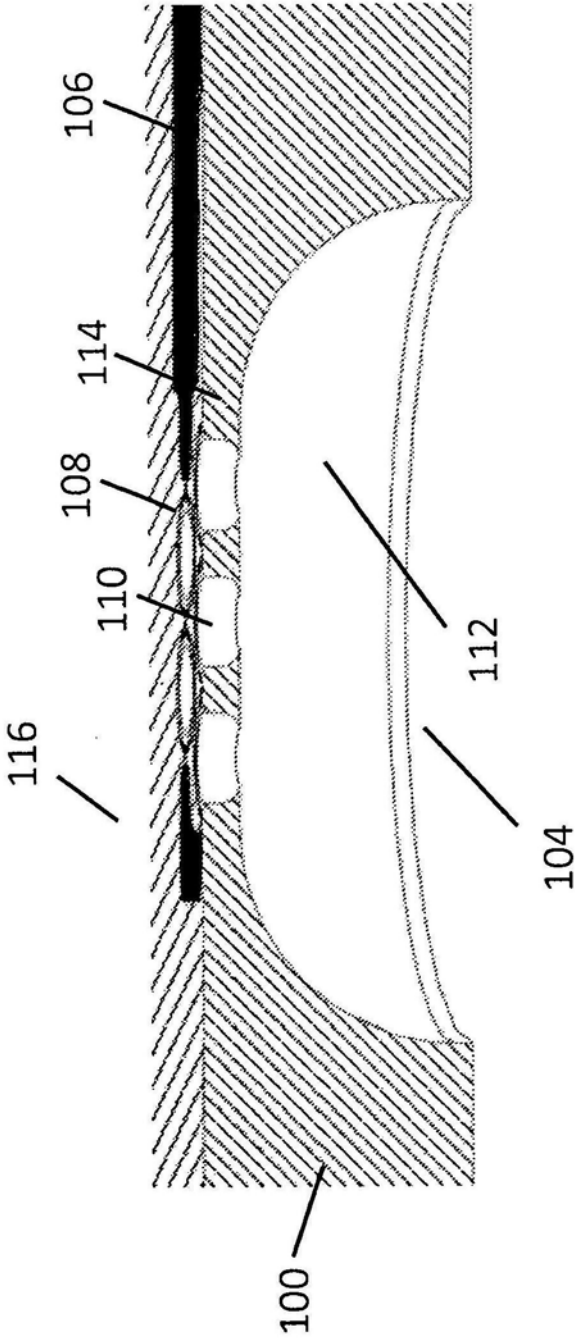


图3b

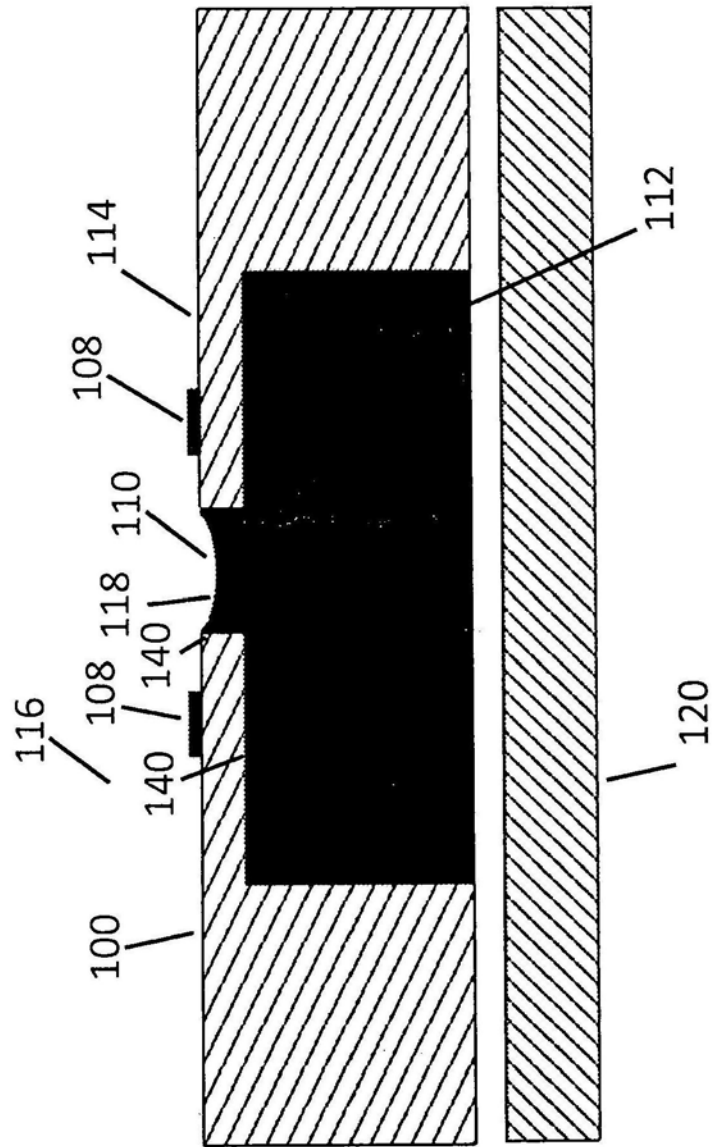


图4a

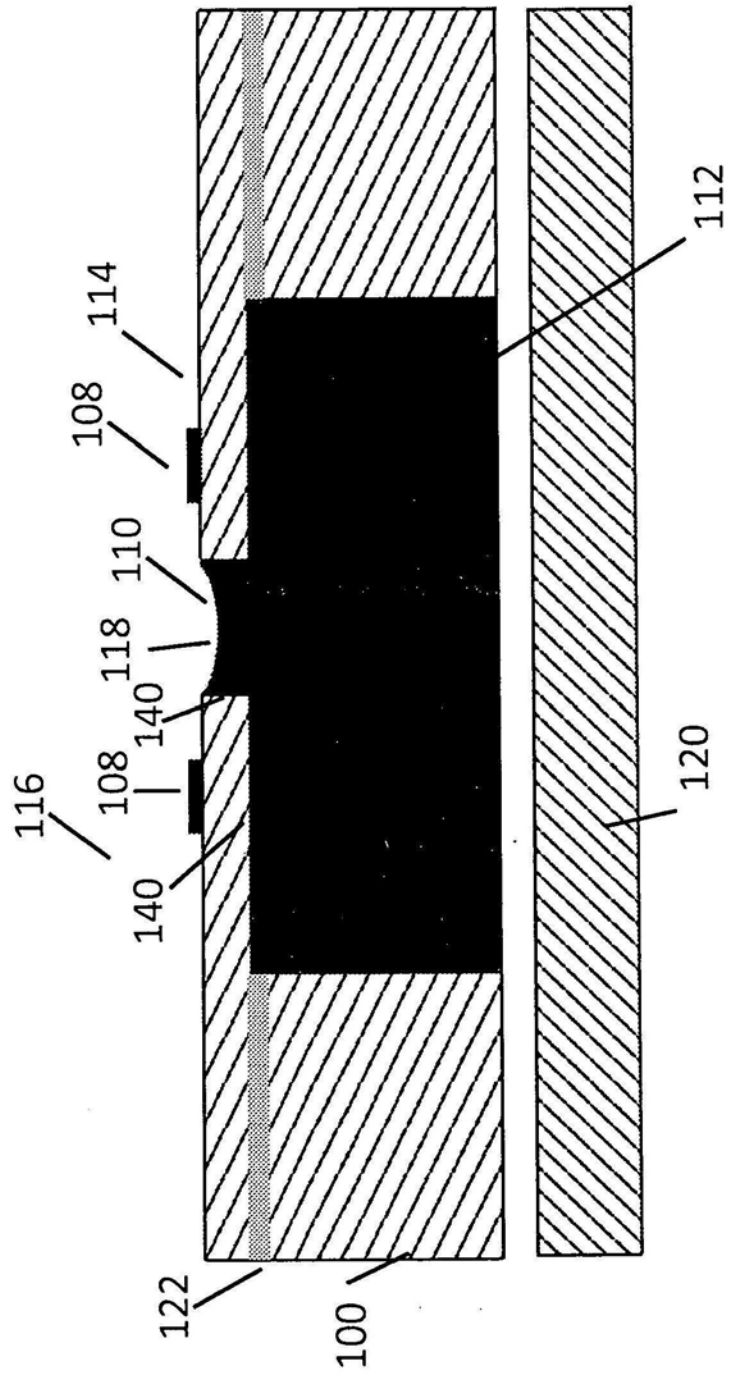


图4b

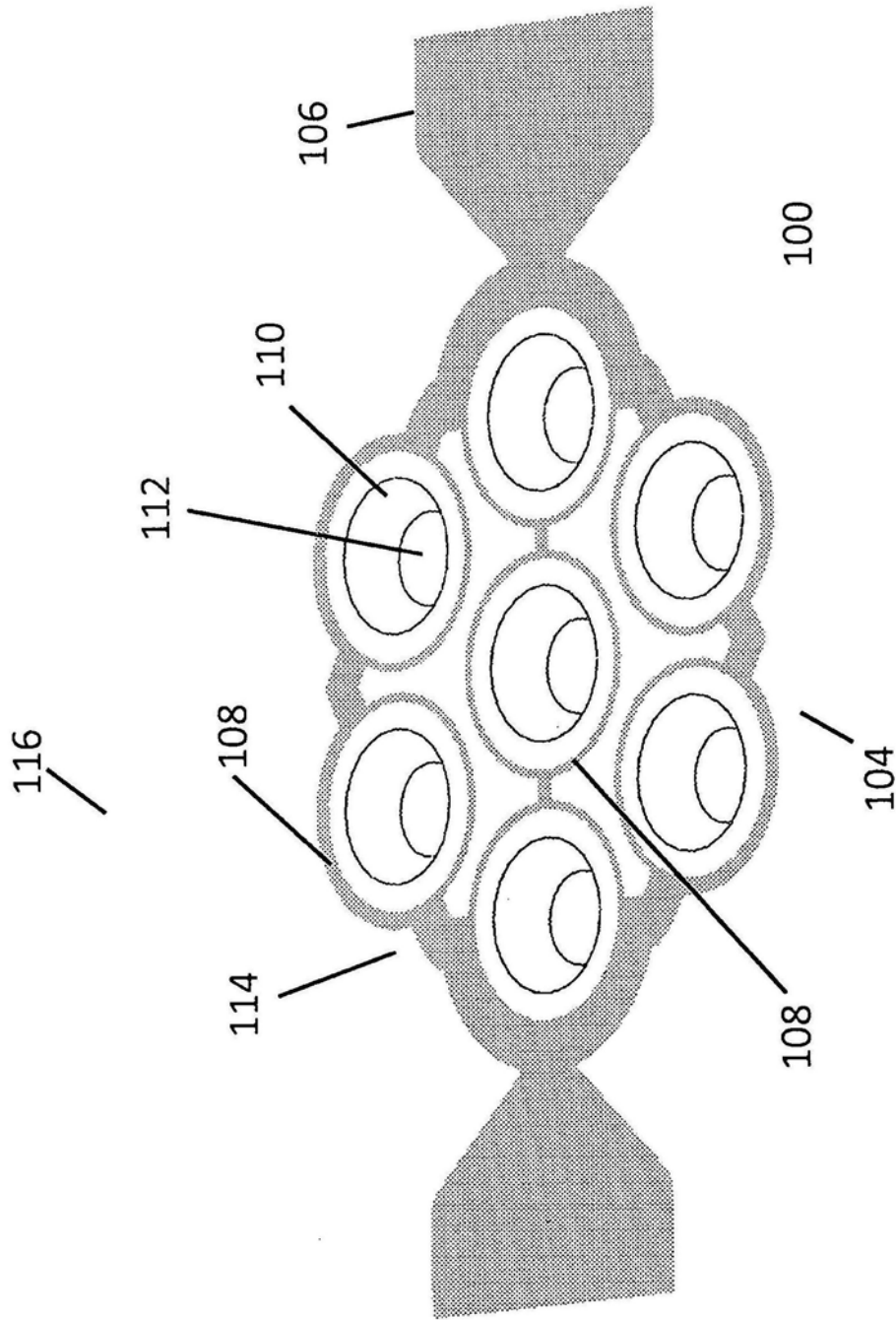


图5

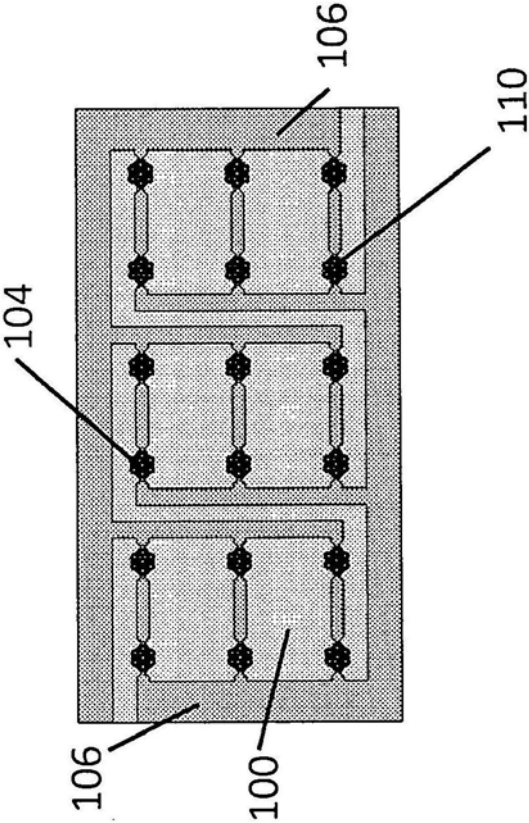


图6a

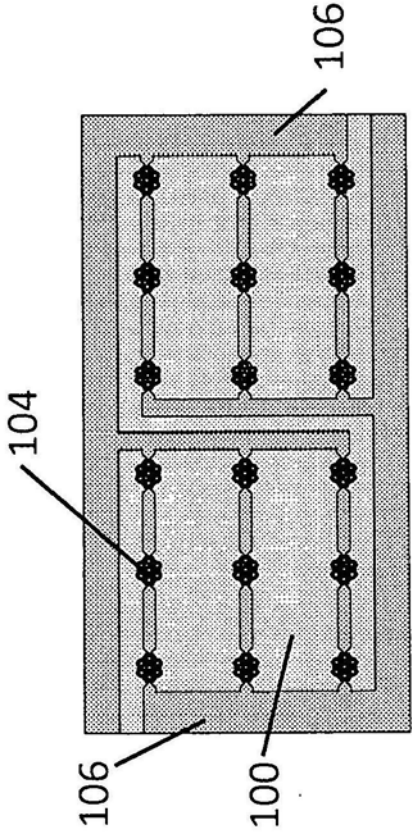


图6b

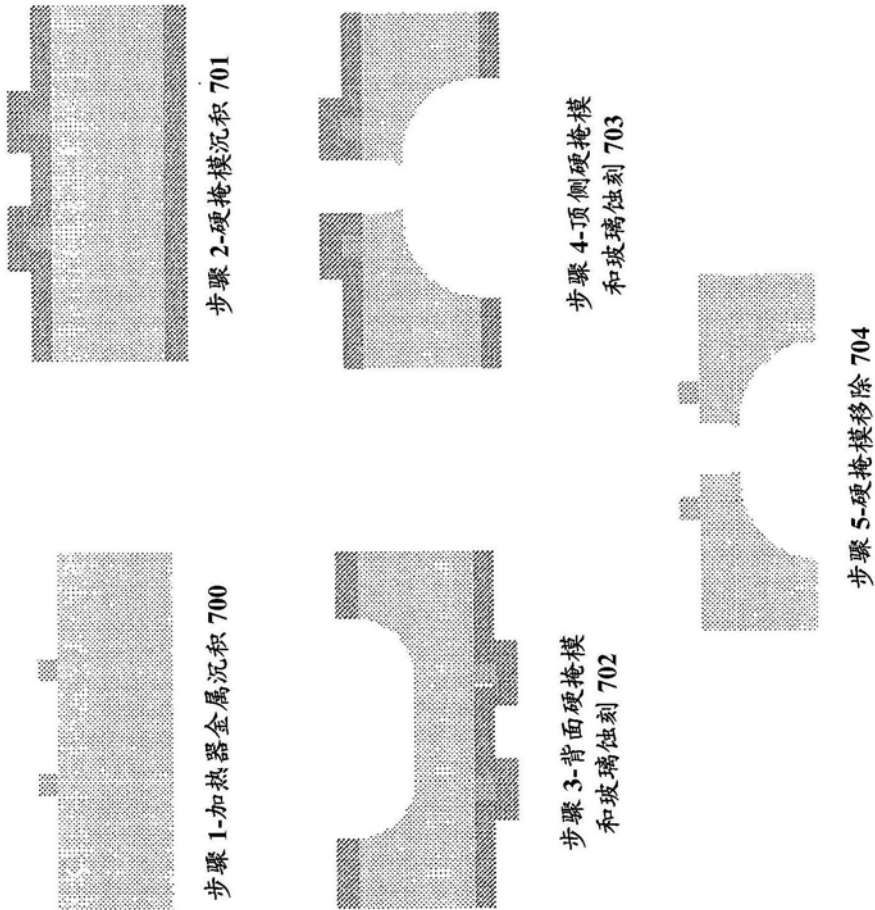


图7a

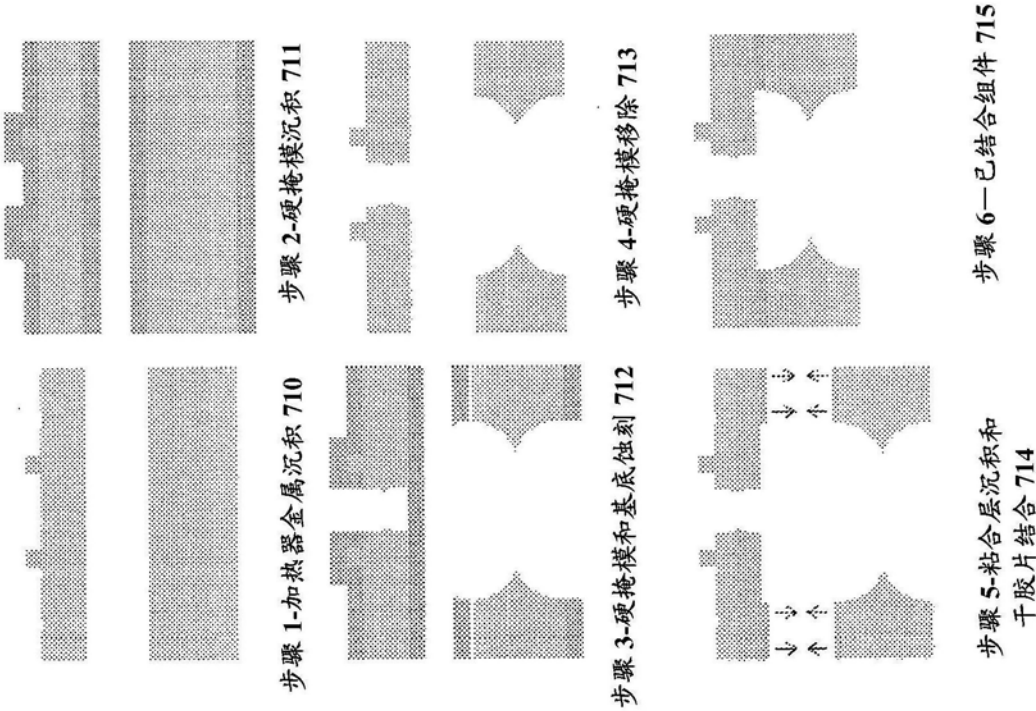


图7b

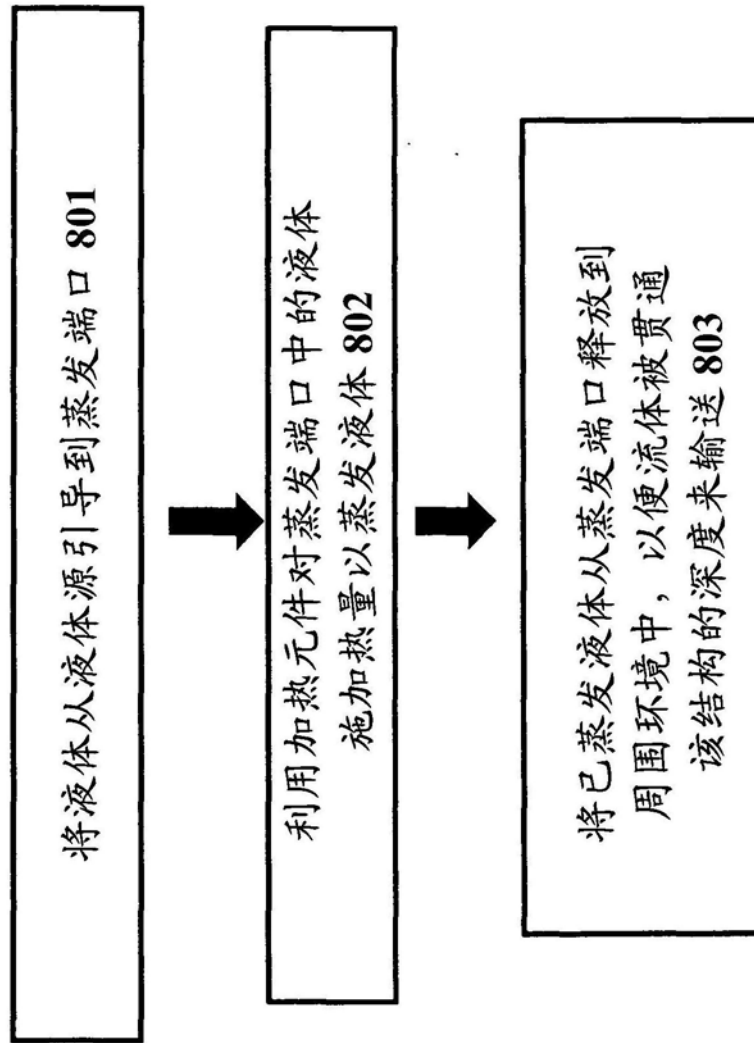


图8

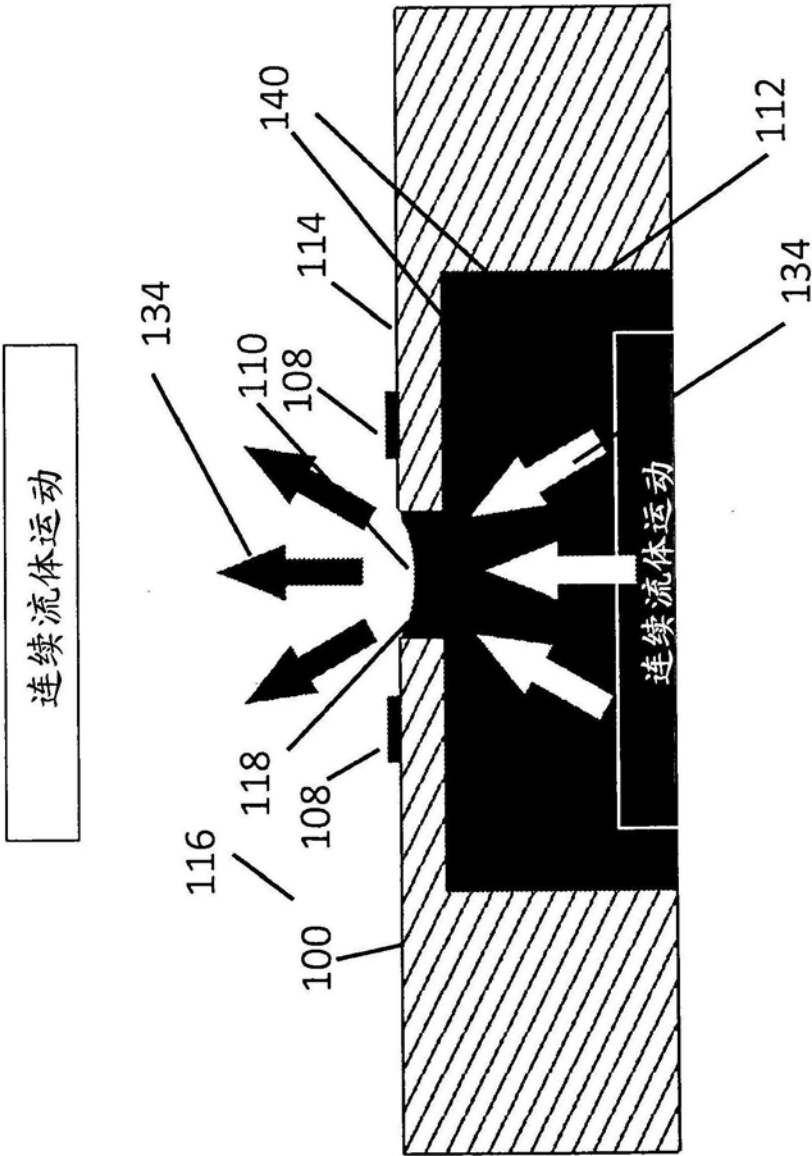


图9

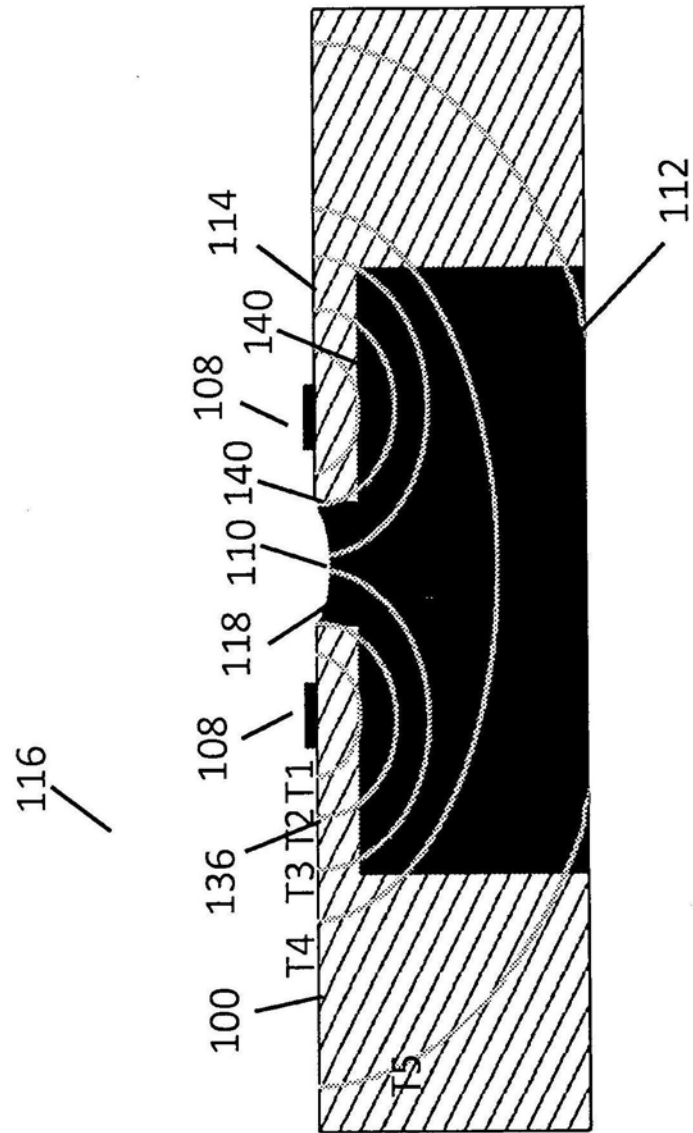


图10

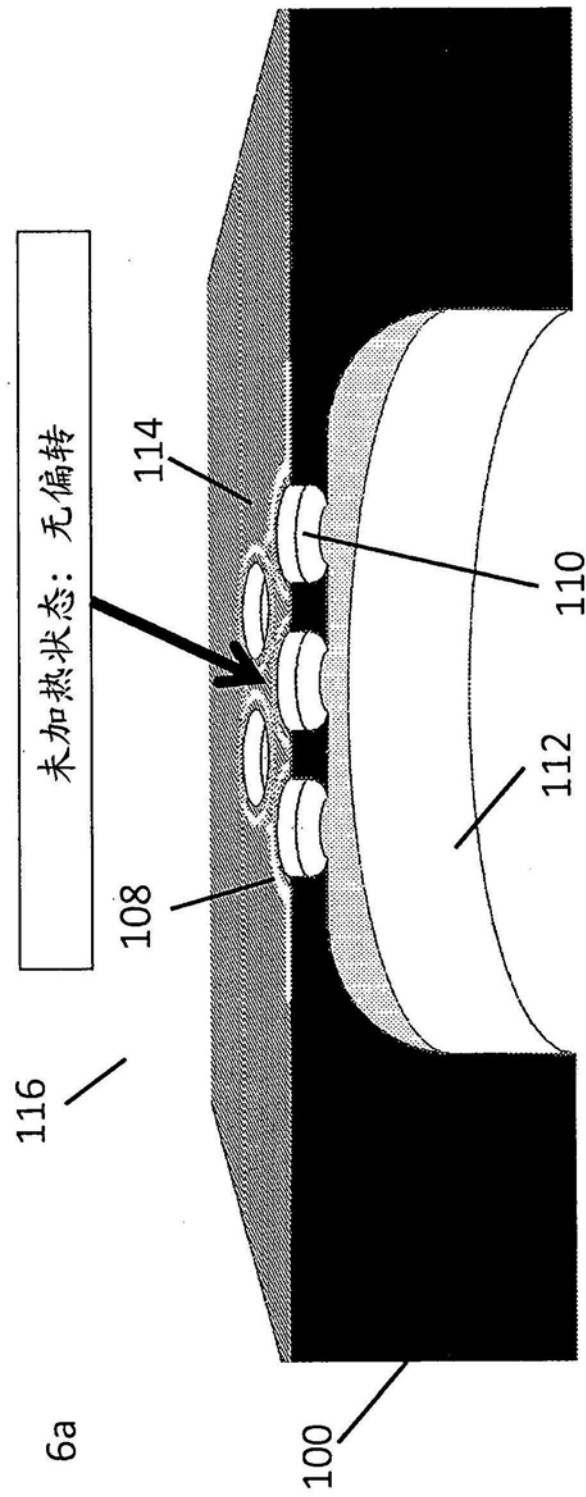


图11a

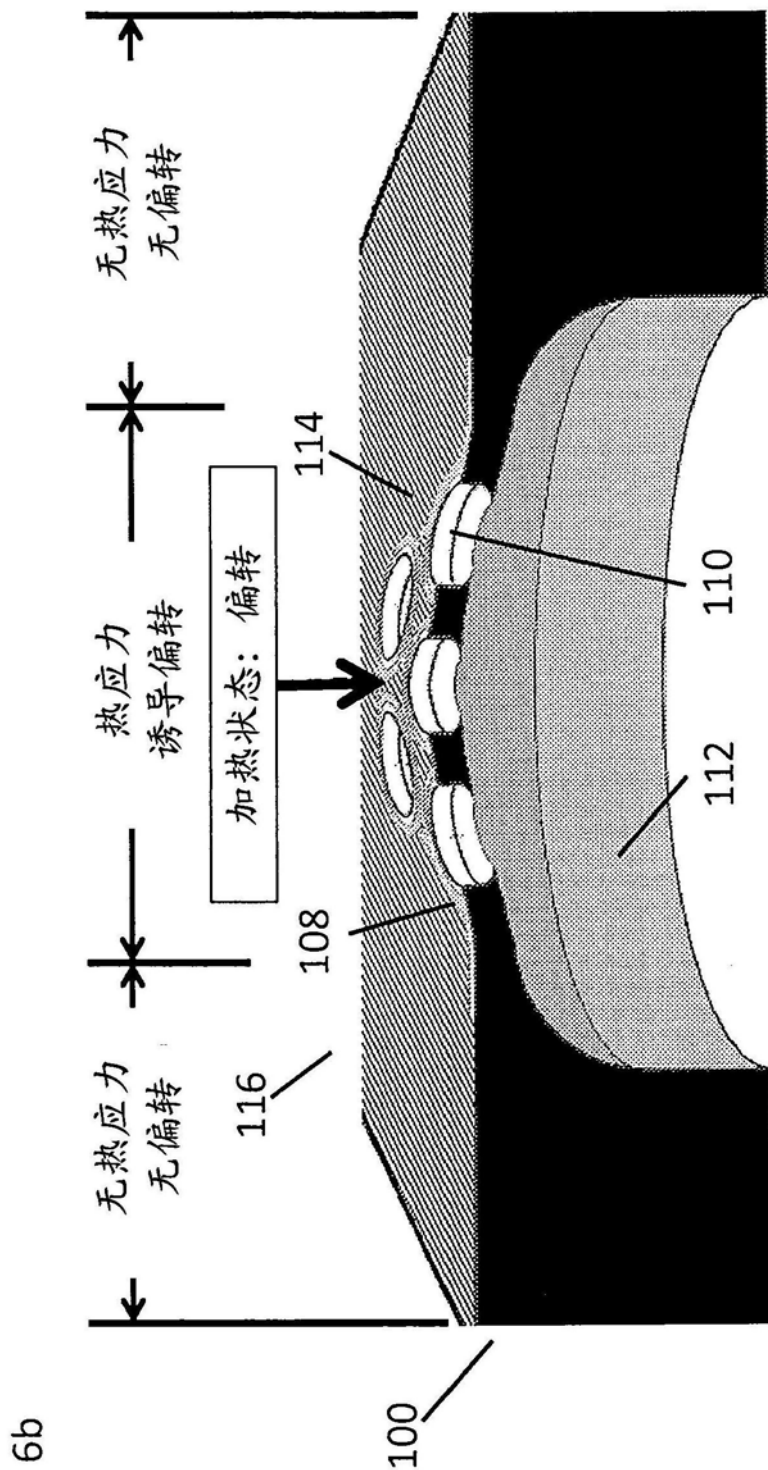


图11b

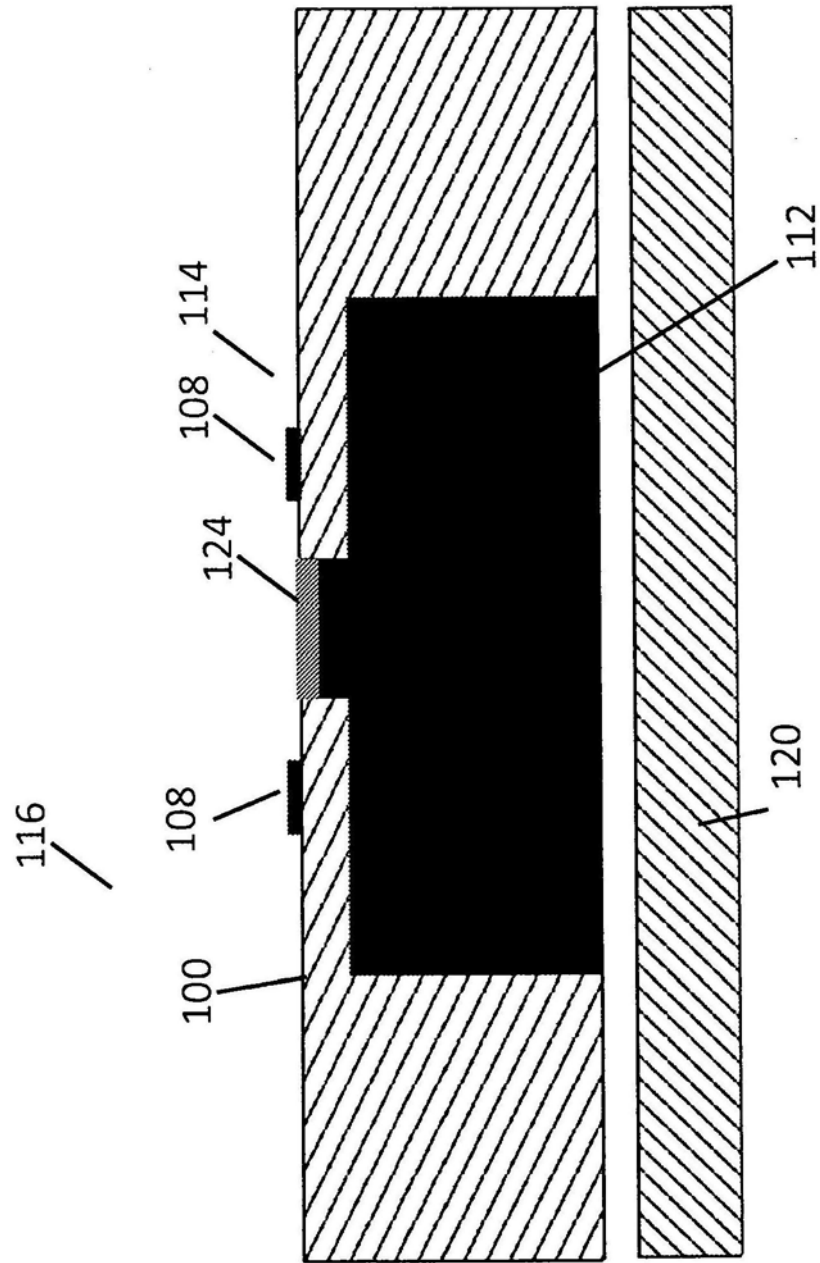


图12

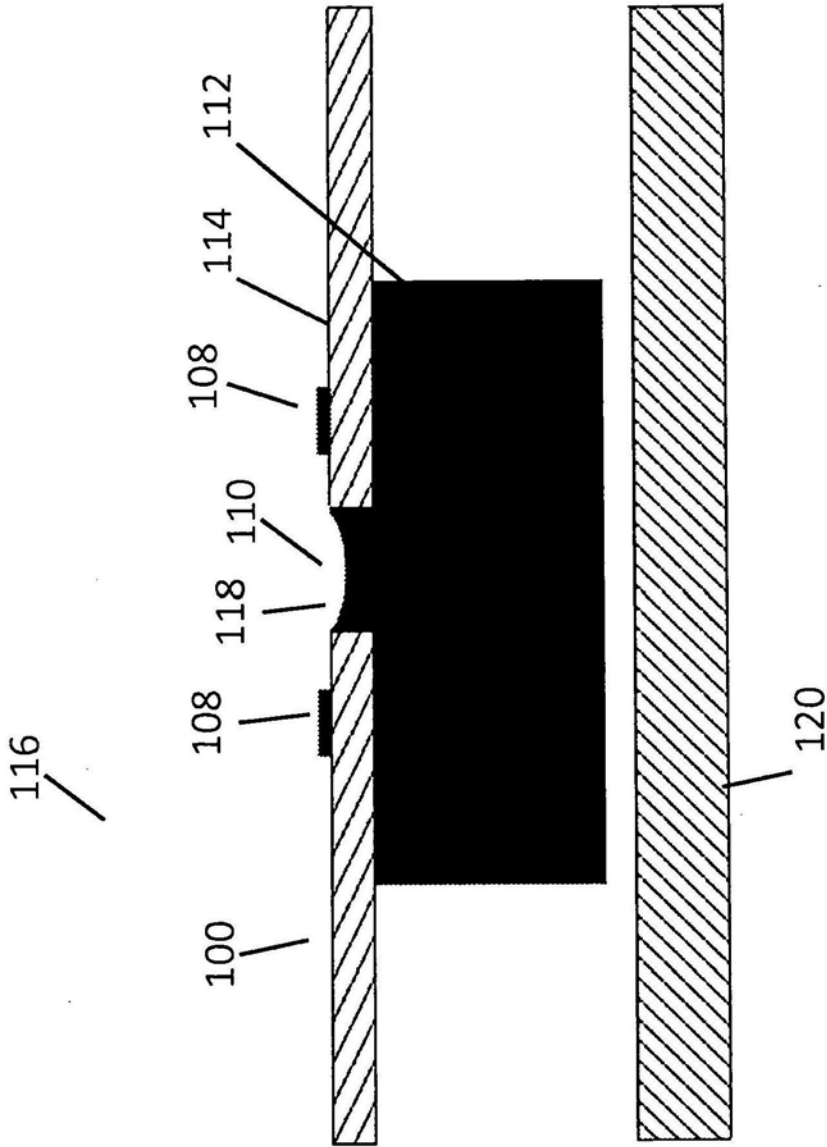


图13

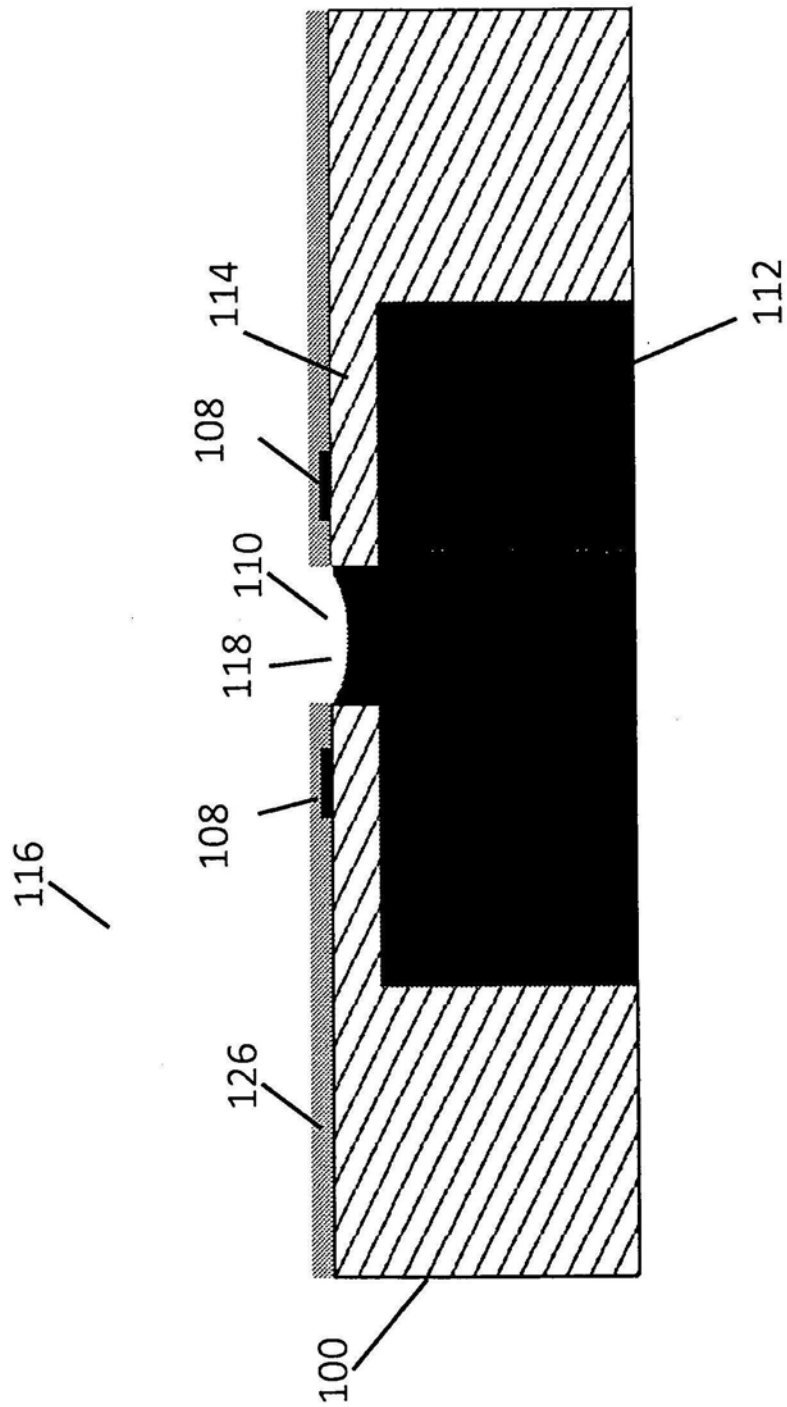


图14a

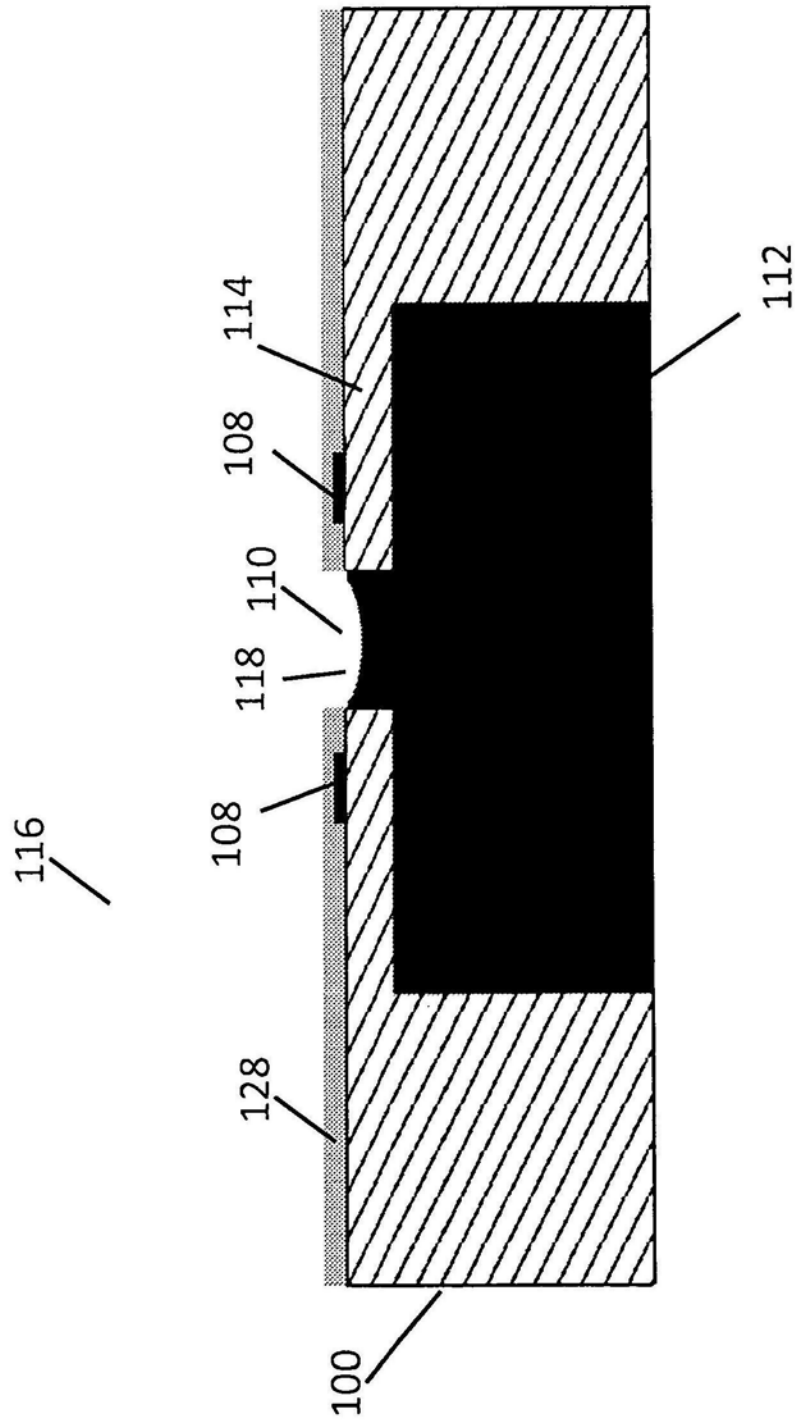


图14b

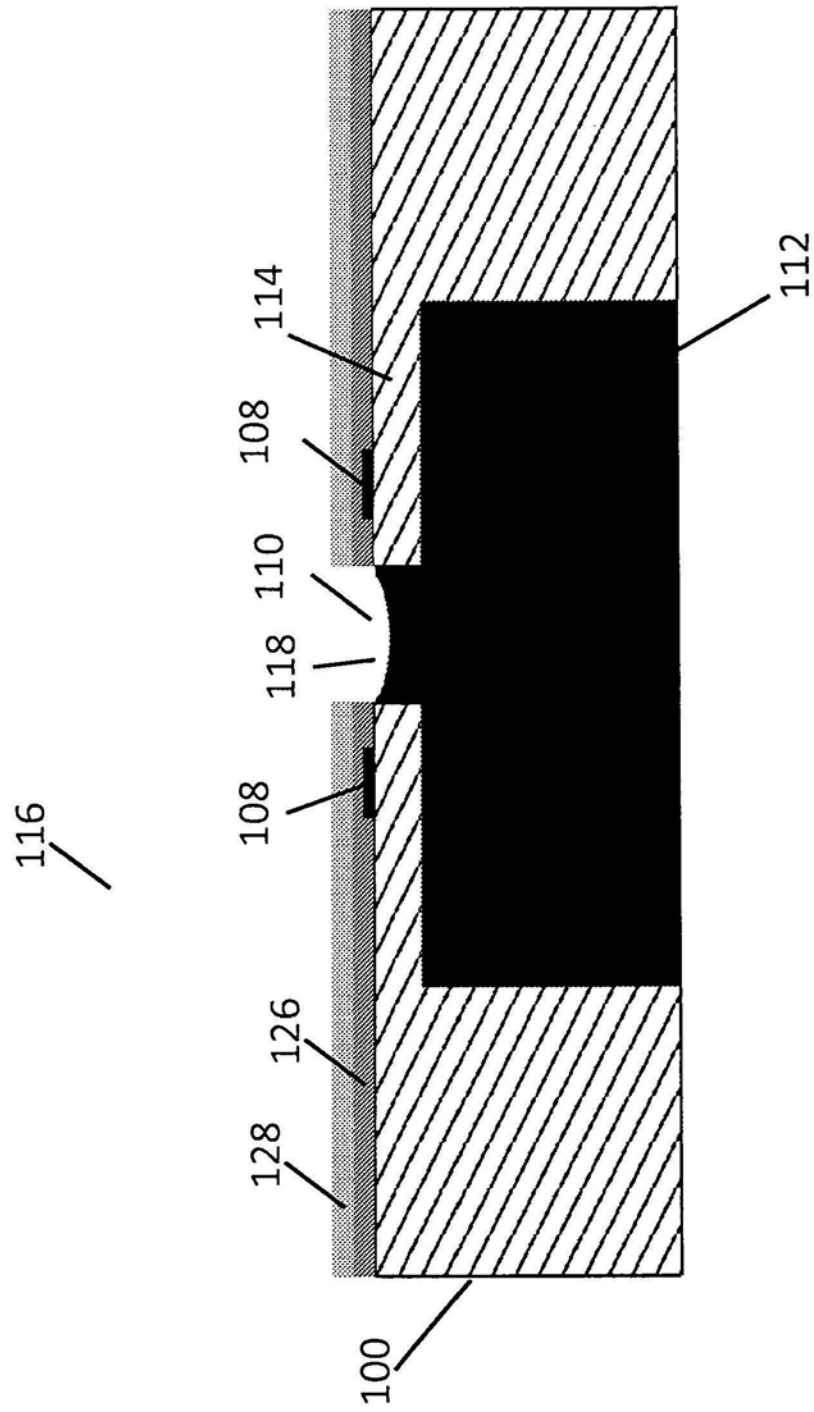


图14c

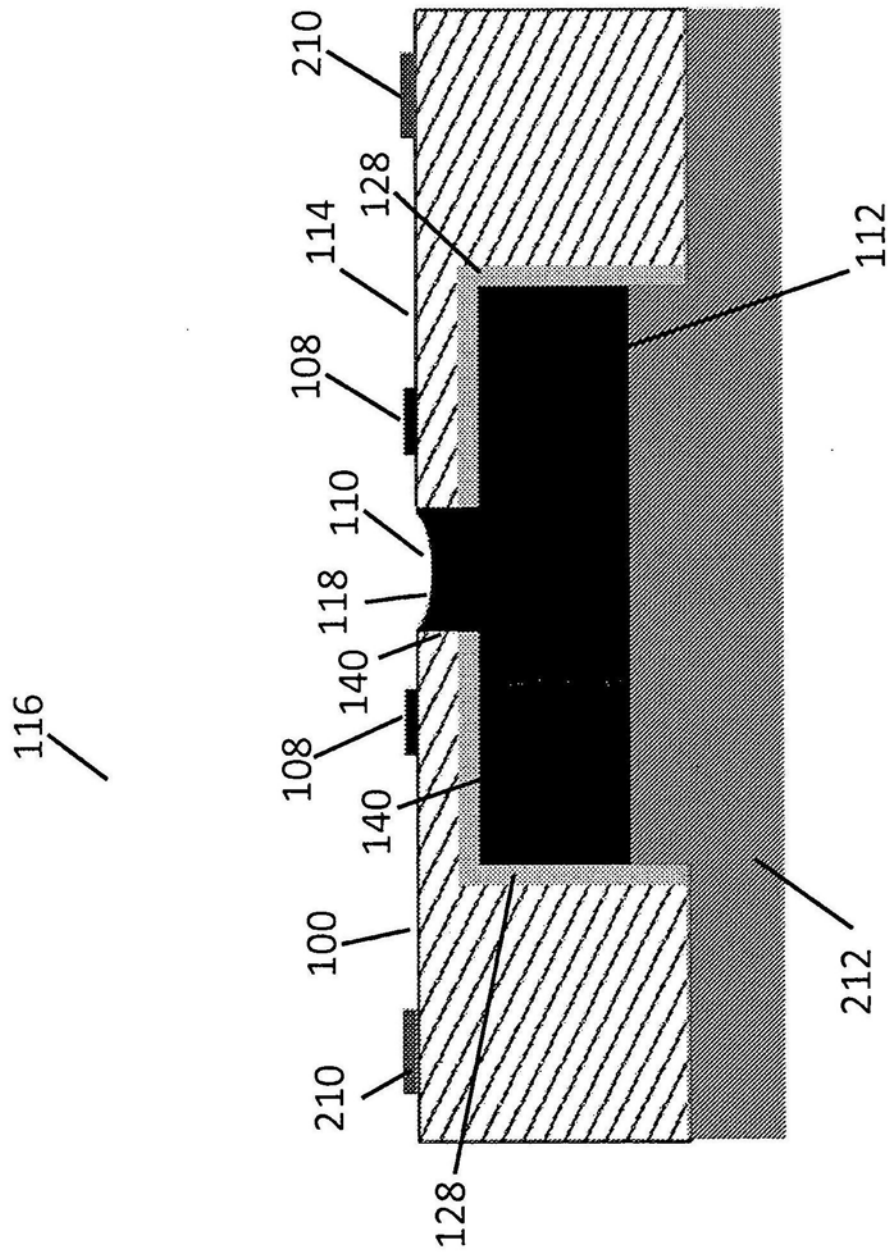


图14d