



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104471673 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201380038307. 4

代理人 徐金国 赵静

(22) 申请日 2013. 06. 26

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/675, 951 2012. 07. 26 US

13/787, 960 2013. 03. 07 US

H01L 21/02(2006. 01)

H05K 7/20(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 01. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/047970 2013. 06. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/018212 EN 2014. 01. 30

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 约瑟夫·M·拉内什

阿伦·缪尔·亨特

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

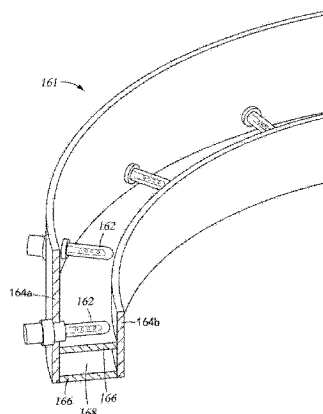
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

具有改良的冷却装置的腔室

(57) 摘要

本发明的实施方式提供一种加热组件,所述加热组件使用热交换装置冷却多个加热元件。所述加热组件包括:多个加热元件;冷却元件,所述冷却元件具有用于容纳冷却流体于其中的一或更多冷却通道;及热交换装置,所述热交换装置设置于多个加热元件与冷却元件之间。热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近多个加热元件且与多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近冷却元件且与冷却元件热接触。



1. 一种用于加热处理腔室的加热组件,所述加热组件包含:  
多个加热元件;  
冷却元件,所述冷却元件具有一或更多冷却通道以用于容纳冷却流体于所述冷却通道中;及  
设置在所述多个加热元件与所述冷却元件之间的热交换装置,其中所述热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近所述多个加热元件且与所述多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近所述冷却元件且与所述冷却元件热接触。
2. 如权利要求 1 所述的加热组件,其中所述热交换装置包含一或更多热导管,且所述热导管的每一热导管包含:  
导热套管,所述导热套管形成密封腔;及  
工作流体,所述工作流体设置在所述密封腔内,其中所述工作流体处于低压且被设置成通过相变传热。
3. 如权利要求 2 所述的加热组件,其中所述一或更多热导管与所述冷却元件整合以形成用于容纳所述冷却流体的一或更多冷却通道。
4. 如权利要求 2 所述的加热组件,其中所述多个加热元件紧密地布置于平面内,且所述一或更多热导管围绕所述多个加热元件中的每一加热元件以薄板形式横向接合。
5. 如权利要求 4 所述的加热组件,其中所述多个加热元件被分组以形成多个加热区。
6. 如权利要求 4 所述的加热组件,其中所述多个加热元件被布置在六边形组装件中。
7. 如权利要求 2 所述的加热组件,其中所述冷却元件形成一或更多圆,且所述多个加热元件沿所述一或更多圆均匀分布。
8. 如权利要求 2 所述的加热组件,其中所述一或更多热导管横向接合以形成薄板。
9. 一种用于处理基板的设备,所述设备包含:  
腔室主体,所述腔室主体形成腔室外壳;  
基板支撑件,所述基板支撑件设置在所述腔室外壳中;及  
如权利要求 1 至 8 的任一项所述的加热组件,所述加热组件设置于所述腔室外壳外部,且被配置以将热能导向所述腔室外壳。
10. 如权利要求 9 所述的设备,其中所述腔室主体包含石英窗,且所述加热组件设置于所述石英窗外部。
11. 如权利要求 10 所述的设备,所述设备进一步包含分布于所述基板支撑件上方的气体分配喷头,且所述石英窗设置于所述基板支撑件下方。
12. 如权利要求 10 所述的设备,其中所述多个加热元件为紫外线 (UV) 灯、卤素灯、激光二极管、电阻加热器、微波驱动加热器或发光二极管 (LED) 中的一种。
13. 一种用于处理基板的方法,所述方法包含以下步骤:  
将来自多个加热元件的辐射能导向基板处理腔室的外壳;及  
使用设置在所述多个加热元件与冷却元件之间的热交换装置冷却所述多个加热元件,其中所述热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近所述多个加热元件且与所述多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近所述冷却元件且与所述冷却元件热接触。
14. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述热交换装置包含一或更多热导管,且所述一

或更多热导管中的每一热导管包含：

    导热套管，所述导热套管形成密封腔；及

    工作流体，所述工作流体设置于所述密封腔内，其中所述工作流体处于低压且被设置成通过相变传热。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其中冷却所述多个加热元件的步骤包含以下步骤：使冷却流体流经所述冷却元件内形成的冷却通道。

## 具有改良的冷却装置的腔室

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式大体涉及用于处理半导体基板的设备及方法。特定而言,本发明的实施方式涉及用于冷却处理腔室中的加热组件的设备及方法。

### 背景技术

[0002] 一些用于制造半导体装置的工艺(例如快速热处理、外延沉积、化学气相沉积、物理气相沉积、电子束固化)在高温下执行。通常用一或更多热源在处理腔室中将被处理的基板加热至所需温度。为了温度控制及安全的原因,处理期间可能需要冷却热源及腔室部件。然而,用于半导体处理的传统冷却元件对于高温或高密度热源可能无效或不相容。

[0003] 因此,需要用于冷却处理腔室的设备及方法。

### 发明内容

[0004] 本发明的实施方式大体提供用于冷却处理腔室的设备及方法,所述处理腔室被配置以在高温下处理一或更多基板。特定而言,本发明的实施方式涉及一种加热组件,所述加热组件包括用于控制加热元件的温度的热交换装置及冷却元件。

[0005] 本发明的一个实施方式提供一种用于加热处理腔室的加热组件。所述加热组件包括:多个加热元件;冷却元件,所述冷却元件具有一或更多冷却通道以用于容纳冷却流体于所述一或更多冷却通道中;及热交换装置,所述热交换装置设置于多个加热元件与冷却元件之间。热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近多个加热元件且与多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近冷却元件且与冷却元件热接触。

[0006] 本发明的一个实施方式提供一种用于处理基板的设备。所述设备包括:腔室主体,所述腔室主体形成腔室外壳;基板支撑件,所述基板支撑件设置于腔室外壳中;及加热组件,所述加热组件设置于腔室外壳外且被配置以将热能导向腔室外壳。加热组件包括:多个加热元件;冷却元件,所述冷却元件具有一或更多冷却通道以用于容纳冷却流体于所述一或更多冷却通道中;及热交换装置,所述热交换装置设置于多个加热元件与冷却元件之间。热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近多个加热元件且与多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近冷却元件且与冷却元件热接触。

[0007] 本发明的另一实施方式提供一种用于处理基板的方法。所述方法包括将来自多个加热元件的辐射能导向基板处理腔室的外壳,及使用设置在多个加热元件与冷却元件之间的热交换装置冷却多个加热元件,其中热交换装置包含热界面及冷界面,所述热界面被设置成邻近多个加热元件且与多个加热元件热接触,所述冷界面被设置成邻近冷却元件且与冷却元件热接触。

### 附图说明

[0008] 为了能详细理解本发明的上述特征,可通过参考实施方式(其中一部分实施方式在附图中图示)获得以上简要概述的本发明的更具体的描述。然而,应注意,附图仅图示本

发明的典型实施方式,且因此附图不应被视为对本发明的范围的限制,因为本发明可允许其他等同有效的实施方式。

[0009] 图 1A 为根据本发明的一个实施方式的处理腔室的截面示意图。

[0010] 图 1B 为图 1A 的处理腔室的热源的截面透视示意图。

[0011] 图 1C 为图 1B 的灯组件的俯视示意图。

[0012] 图 2A 为根据本发明的一个实施方式的热导管的透视示意图。

[0013] 图 2B 为图 2A 的热导管的截面示意图。

[0014] 图 3A 为根据本发明的一个实施方式的快速热处理腔室的截面示意图。

[0015] 图 3B 为图 3A 的快速热处理腔室中的热源的部分截面放大示意图。

[0016] 图 3C 为图 3B 的热源的部分截面放大示意图。

[0017] 图 4A 为根据本发明的另一实施方式的热源的部分截面放大示意图。

[0018] 图 4B 为图 4A 的热源的部分分解示意图。

[0019] 为了帮助理解,已尽可能使用相同标记数字来表示各图中共有的相同元件。应预想到,一个实施方式中所揭示的元件可有益地用于其他实施方式而无需特定详述。

### 具体实施方式

[0020] 本发明的实施方式涉及用于冷却处理腔室的设备及方法。更特定而言,本发明的实施方式涉及一种具有用于冷却加热元件的热交换装置的加热组件。在一个实施方式中,热交换装置包括用于快速且均匀冷却的一或更多热导管。在一个实施方式中,热导管可与加热元件及冷却元件整合。使用热导管可为紧密装配的加热元件提供快速且均匀的冷却。根据本发明的实施方式的加热组件提供改良的热传递、减小热梯度及改良温度均匀性、减小热变形及热应力。

[0021] 图 1A 为根据本发明的一个实施方式的处理腔室 100 的截面示意图。处理腔室 100 可用于执行诸如外延沉积之类的多种工艺。处理腔室 100 包含腔室主体 120、设置于腔室主体 120 之上的喷头组件 110 及设置于腔室主体 120 之下的下拱形结构 130。喷头组件 110、腔室主体 120 及下拱形结构 130 界定腔室外壳 140,以用于处理腔室外壳 140 中的一或更多基板。狭缝阀门 122 可穿过腔室主体 120 而形成,以允许基板 101 通过。

[0022] 基板支撑组件 150 能移动地设置于腔室外壳 140 内,以在处理期间支撑基板 101。下拱形结构 130 通常由热能能穿透或实质上能穿透的材料制成。在一个实施方式中,下拱形结构 130 由石英制成。或者,下拱形结构 130 可由石英窗替代。

[0023] 喷头组件 110 可连接至气源 112,以分配一或更多种处理气体至腔室外壳 140 以用于处理基板 101。气源 112 可包括用于硅外延沉积的硅源。气源 112 可包含前驱物源、载气源及净化气体源。在一个实施方式中,气源 112 可包括工艺气体源,以用于沉积多种金属氮化物膜及化合物膜,所述金属氮化物膜包括氮化镓 (GaN)、氮化铝 (aluminum nitride; AlN)、氮化铟 (indium nitride; InN),所述化合物膜比如氮化铝镓 (AlGa<sub>3</sub>N) 及氮化铟镓 (InGa<sub>3</sub>N)。气源 112 亦可包含不反应的 (non-reactive) 气源,比如氦 (He)、氩 (Ar) 或其他气体,比如氢 (H<sub>2</sub>)、氮 (N<sub>2</sub>) 及两者的组合。

[0024] 加热组件 160 设置于下拱形结构 130 下方,且被配置以提供穿过下拱形结构 130 的热能至腔室外壳 140 中。加热组件 160 包括多个加热元件 162、包括一或更多冷却通道

168 的冷却元件 166 及耦接于冷却元件与多个加热元件 162 之间的一或更多热交换装置 164。冷却流体源 170 可耦接至冷却元件 166 以使冷却流体在冷却通道 168 中循环。

[0025] 多个加热元件 162 可为紫外线 (ultra violet, UV) 灯、卤素灯、激光二极管、电阻加热器、微波驱动加热器、发光二极管 (LED) 或任何合适的热源。

[0026] 在一个实施方式中, 加热组件 160 可包括多个同轴加热单元 161。多个加热单元 161 可布置在不同高度, 以形成用于加热腔室外壳 140 的合适形状。如图 1A 所示, 多个加热单元 161 可安装于框架 169 上以形成合适形状, 比如围绕下拱形结构 130 的圆拱形状, 以加热腔室外壳 140。多个加热单元 161 的每一加热单元中的热交换装置 164 和冷却元件 166 形成圆, 且加热元件 162 围绕所述圆均匀分布。各加热单元 161 中的加热元件 162 的数目可不相同。

[0027] 图 1B 为移除下拱形结构 130 及腔室主体 120 后加热组件 160 的俯视图示意图。相邻加热单元 161 中的热交换装置 164 可能重叠。可保留中心开口 165, 以便为基板支撑组件 150 提供通道。

[0028] 图 1C 为根据本发明的一个实施方式的加热单元 161 的部分透视截面示意图。加热单元 161 包括外热交换装置 164a 及内热交换装置 164b。外热交换装置 164a 与内热交换装置 164b 可以同轴地布置。如图 1C 的实施方式所示, 多个加热元件 162 可与外热交换装置 164a 整合。冷却元件 166 可包括上环 166a 及下环 166b。上环 166a 和下环 166b 可为实质上平坦的。如图 1C 所示, 上环 166a 和下环 166b 与内热交换装置 164b 和外热交换装置 164a 的下端接合, 以界定冷却通道 168。或者, 冷却通道 168 可在没有内热交换装置 164b 和外热交换装置 164a 的情况下形成。

[0029] 每个冷却通道 168 可为连续环形通道, 所述通道具有定位在进口 168a 与出口 168b 之间的分隔器 163 以促进冷却流体的循环。合适的冷却流体包括水、水基乙二醇混合物、全氟聚醚 (例如 **Galden®** 流体)、油基传热流体、流体金属 (比如镓或镓合金) 或类似流体。冷却流体可通过冷却通道 168 循环, 以便为热交换装置 164 提供散热 (heat sink)。

[0030] 热交换装置 164 被配置以为多个加热元件 162 提供均匀且快速的冷却。因为加热元件 162 以相对密集的布置形式布置, 所以加热元件 162 之间通常没有足够的空间使冷却通道为精确的温度控制提供有效冷却。热交换装置 164 可呈薄板的形式, 且可装配在加热元件 162 之间的小空间中以促进冷却。另外, 每个热交换装置 164 中的热导管的套管亦可用作反射器, 以防止加热期间的热损失。

[0031] 根据本发明的实施方式, 热交换装置 164 可包括一或更多热导管。在一个实施方式中, 热交换装置 164 可以是形成为围绕多个加热元件 162 设置的呈薄板形式的一或更多热导管。每个薄板可由一或更多横向接合的独立热导管组成。图 2A 为根据本发明的一个实施方式的热导管 200 的部分透视示意图。热导管 200 是弯曲成弓形的薄板以形成图 1A 的热交换装置 164 的一部分。如图 2A 所示, 薄热交换装置 164 由多个平行且独立起作用的热导管组成。

[0032] 图 2B 为图 2A 的热导管 200 的截面示意图。热导管 200 包括套管 206, 套管 206 封闭腔体 208。套管可由诸如铜或铝之类的具有高热导率的材料形成。腔体 208 为真空的, 且填充有一部分一定体积百分比的工作流体 212。工作流体 212 可为水、乙醇、丙酮、钠或汞。可根据热导管 200 的作业温度选择工作流体 212。因为腔体内部为部分真空的状态, 所以腔

体 208 中的工作流体 212 的一部分为液相,而工作流体 212 的剩余部分为气相。

[0033] 热导管 200 可具有:在第一端处的热界面 202,所述热界面 202 被设置以与待冷却的目标热接触;及在与热界面 202 相对的第二端处的冷界面 204,所述冷界面 204 被设置以与散热件热接触。选择性地,吸芯结构(wick structure)210 可衬在套管 206 内部,且围绕腔体 208。吸芯结构 210 被设置以在冷界面 204 处向工作流体 212 的流体表面施加毛细压力,并将工作流体 212 吸至热界面 202。

[0034] 热导管 200 是结合导热性和相变两者的原理以有效地管理热界面 202 与冷界面 204 之间的热转移的热交换装置。在热导管内的热界面 202 处,与导热套管 206 接触的工作流体 212 的流体通过吸收来自与热界面 202 热接触的热源的热量变为蒸气。蒸气在冷界面 204 处冷凝回流体,从而向与冷界面热接触的散热件释放潜热(latent heat)。接着流体通过吸芯结构 210 的毛细作用或者重力作用返回至热界面 202。重复该循环。

[0035] 如以上所论述的,加热组件 160 中的热交换装置 164 包括一或更多热导管,其中热界面与多个加热元件 162 热接触且冷界面与冷却元件 166 热接触。因此,多个加热元件 162 可通过冷却通道 168 中的冷却流体而冷却。热交换装置 164 中的热导管为多个加热元件 162 提供快速且均匀的冷却,以便可快速、均匀且精确地控制腔室外壳 140 的温度。

[0036] 包括热导管的加热组件可具有适用于不同处理腔室的不同设计。可使用不同类型的加热元件。加热元件可以多种布置形式布置。热导管可被成形及布置成以多种布置形式冷却加热元件。

[0037] 图 3A 为根据本发明的一个实施方式的快速热处理腔室 300 的截面示意图。热处理腔室 300 包括加热组件 304,加热组件 304 设置于腔室主体 302 之下。腔室主体 302 界定处理空间 306,以用于处理处理空间 306 中的基板 314。管状提举器(tubular riser)308 可设置于处理空间 306 中以用于支撑及旋转基板 314。基板 314 可由设置于管状提举器 308 上的边缘环 310 支撑,且在周边边缘处接触边缘环 310。腔室主体 302 可包括石英窗 312。加热组件 304 设置于石英窗 312 外部,以提供热能至处理空间 306。

[0038] 加热组件 304 包括安装于框架 324 上的多个加热元件 320。多个加热元件 320 可紧密地布置,以产生用于快速热处理的足够强烈的热能。多个加热元件 320 可连接至电源 316。多个加热元件 320 可分组为两个或更多能独立调节的加热区以达到所需的加热效果。多个加热元件 162 可为紫外线(UV)灯、卤素灯、激光二极管、电阻加热器、微波驱动加热器、发光二极管(LED)或任何合适的热源。

[0039] 框架 324 具有冷却通道 326。冷却通道 326 可耦接至冷却流体源 318 以为多个加热元件 320 提供间接的温度控制。冷却流体源 318 可提供合适的冷却流体,比如水、水基乙二醇混合物、全氟聚醚(例如 **Galden**<sup>®</sup>流体)、油基传热流体、流体金属(比如镓或镓合金)或类似流体。

[0040] 多个热交换装置 322 设置在多个加热元件 320 与框架 324 中的冷却通道 326 之间,以提供冷却通道 326 中的冷却流体与多个加热元件 320 之间的热交换。

[0041] 每个热交换装置 322 可包括一或更多热导管,比如图 2A 至图 2B 的热导管 200。每个热交换装置 322 中的一或更多热导管被布置有定位为邻近一或更多加热元件 320 的热界面及定位于框架 324 内邻近一或更多冷却通道 326 的冷界面。热交换装置 322 允许通过未与加热元件 320 间接接触的冷却流体而使加热元件 320 快速冷却。

[0042] 图 3B 为图 3A 的快速热处理腔室 300 内的加热组件 304 的部分俯视示意图。多个加热元件 320 紧密地布置于一个平面内。热交换装置 322 在每个加热元件 320 的热量生成部分的周围形成垂直壁以用于冷却。图 3B 图示布置成六边形图案的多个加热元件。热交换装置 322 围绕多个加热元件 320 形成六边形元腔 (cell)，以用于热交换。

[0043] 图 3C 为图 3A 的加热组件 304 的部分截面放大示意图。多个加热元件 320 中的每一加热元件均穿过开口 328 安装于框架 324 上。开口 328 可为通孔以允许布线穿过。热交换装置 322 可具有设置于框架 324 内、邻近冷却通道 326 的冷界面 322b 及紧邻加热元件 320 的热界面 322a。

[0044] 通过使用由热导管形成的热交换装置 322，加热组件 304 中紧密排列的加热元件 320 可均匀且快速地冷却，因此，使得快速热处理腔室 300 的精确的温度控制成为可能。

[0045] 图 4A 为根据本发明的另一实施方式的加热组件 400 的部分截面放大示意图。加热组件 400 与加热组件 304 类似，除了加热组件 400 包括具有弯曲轮廓的热交换装置 408。加热组件 400 包括多个加热元件 402 及具有冷却通道 406 的冷却基座 404 及设置在多个加热元件 402 与冷却基座 404 之间的多个热交换装置 408。多个加热元件 402 可紧密地布置。热交换装置 408 可由一或更多热导管形成。热交换装置 408 可以是弯曲的以适应加热元件 402 的紧密布置及给予冷却通道 406 更大空间。选择性地，可在邻近的热交换装置 408 之间使用支撑框架 410。

[0046] 图 4B 为图 4A 的加热组件 400 的部分截面示意图。多个加热元件 402 布置成六边形图案。或者，可使用其他合适图案。

[0047] 虽然加热组件被描述成用于外延沉积腔室、快速热处理腔室，但根据本发明的实施方式的加热组件可用于需要冷却紧密排列的加热元件的任何合适的处理腔室。

[0048] 尽管前述内容针对本发明的实施方式，但在不背离本发明的基本范围的情况下，可设计本发明的其他及进一步的实施方式，且本发明的范围由以下权利要求书的范围确定。



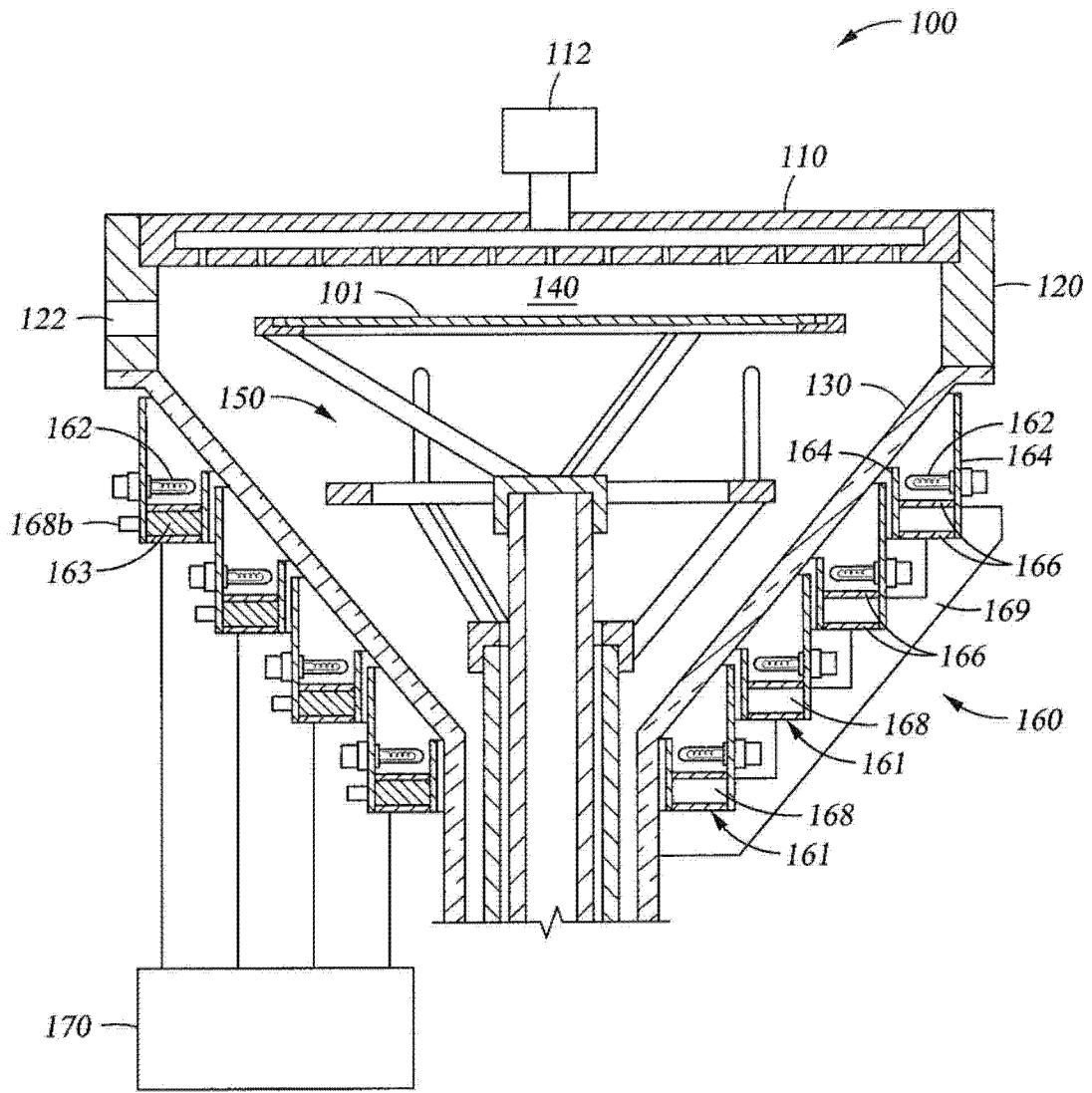


图 1A

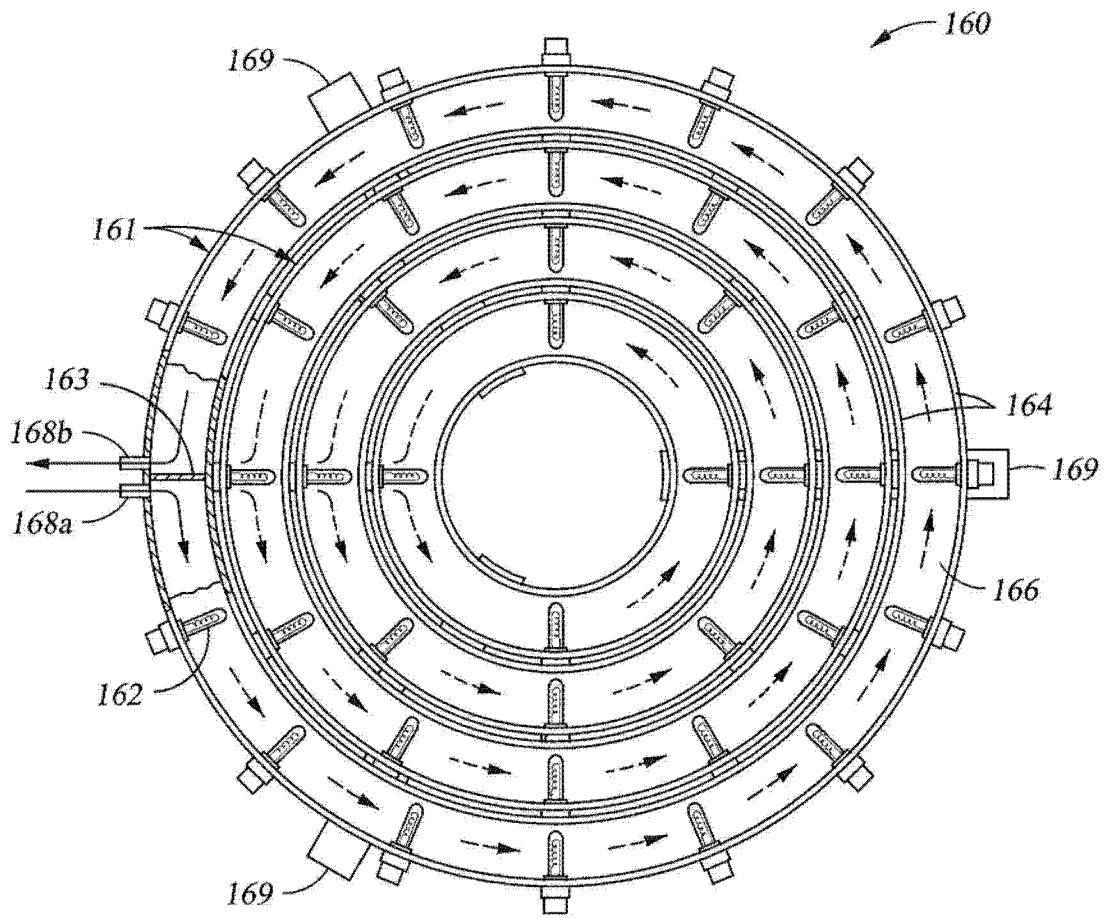


图 1B

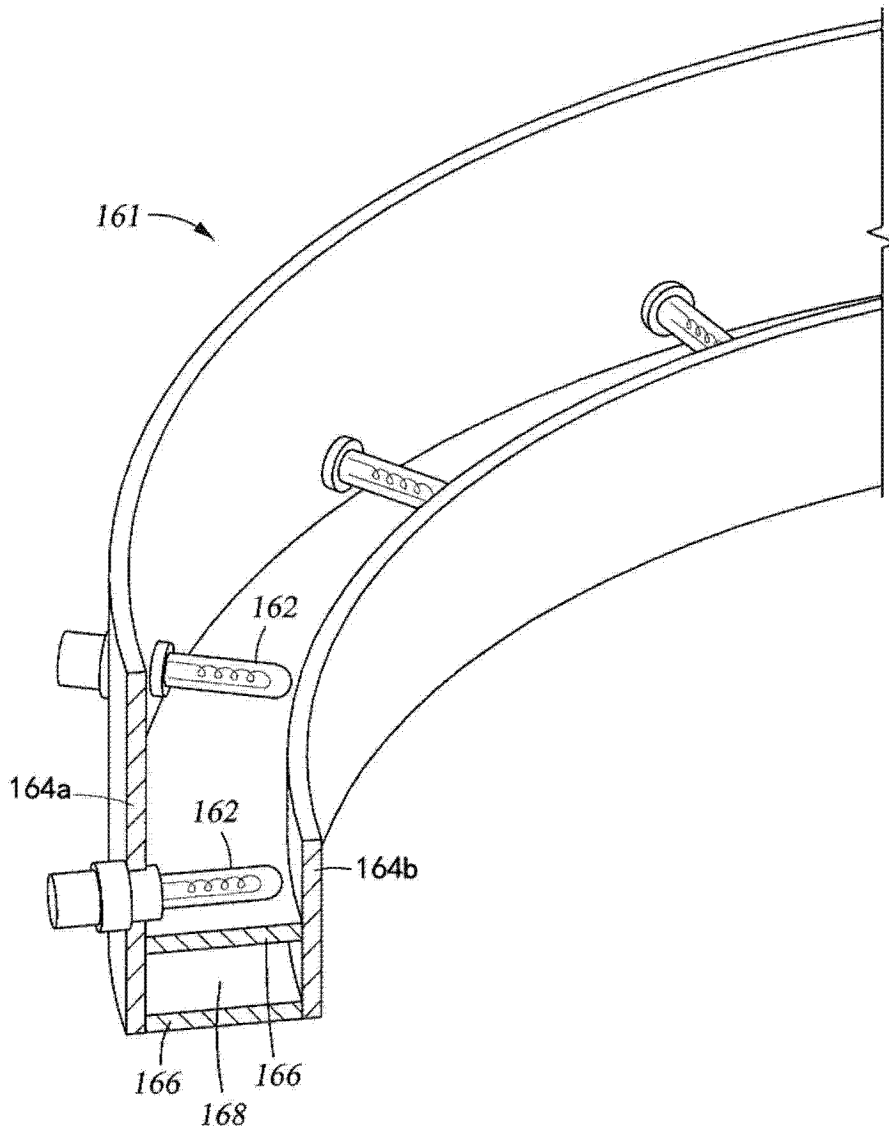


图 1C

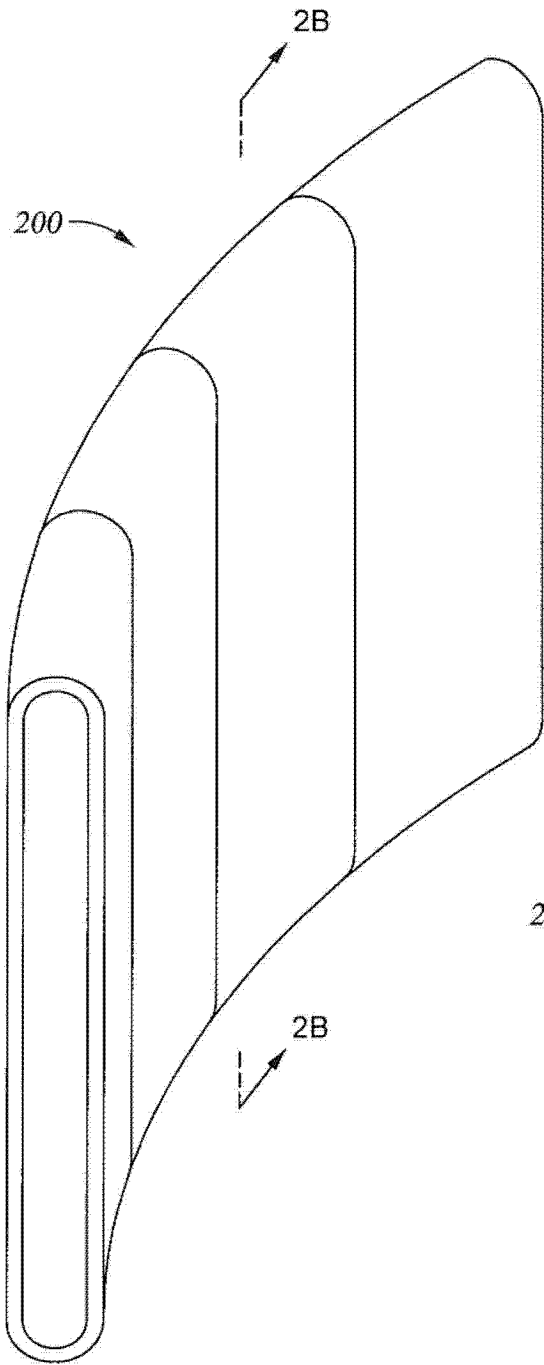


图 2A

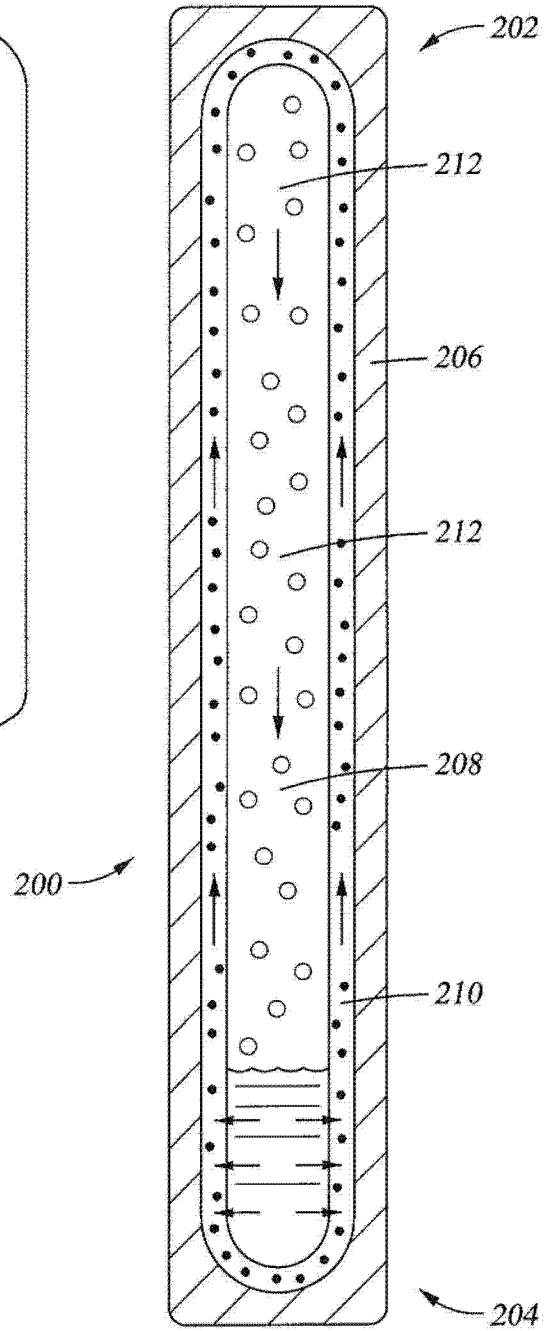


图 2B

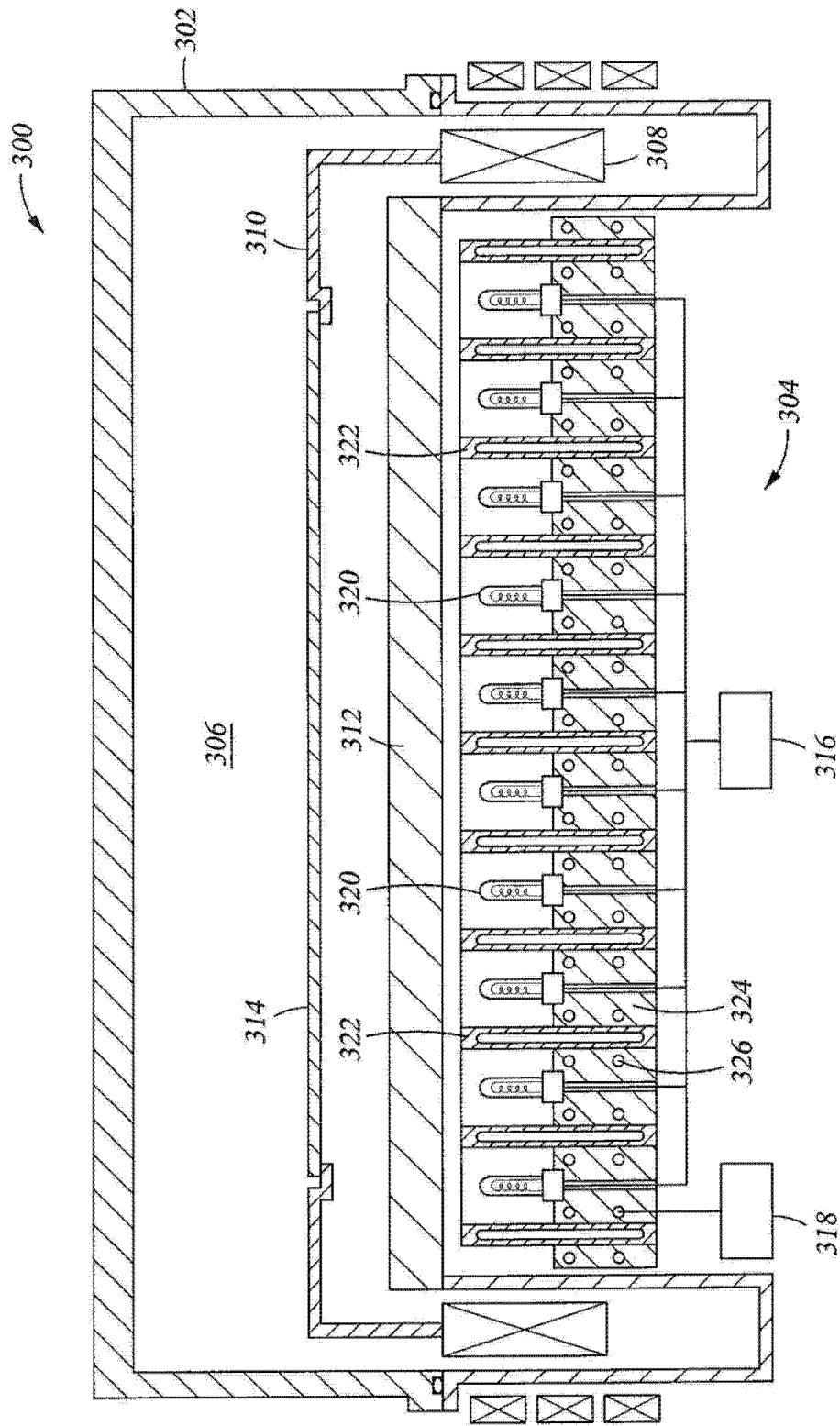


图 3A

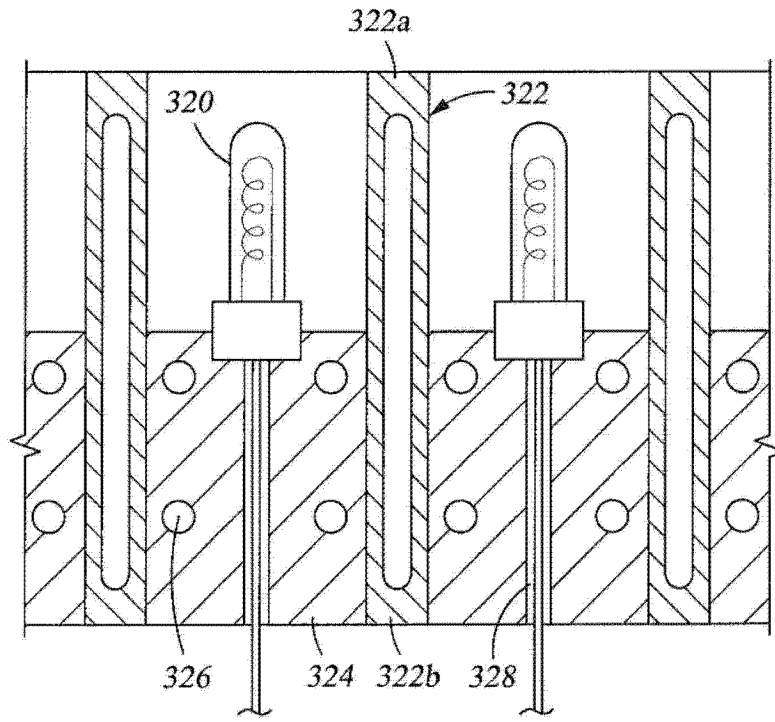


图 3B

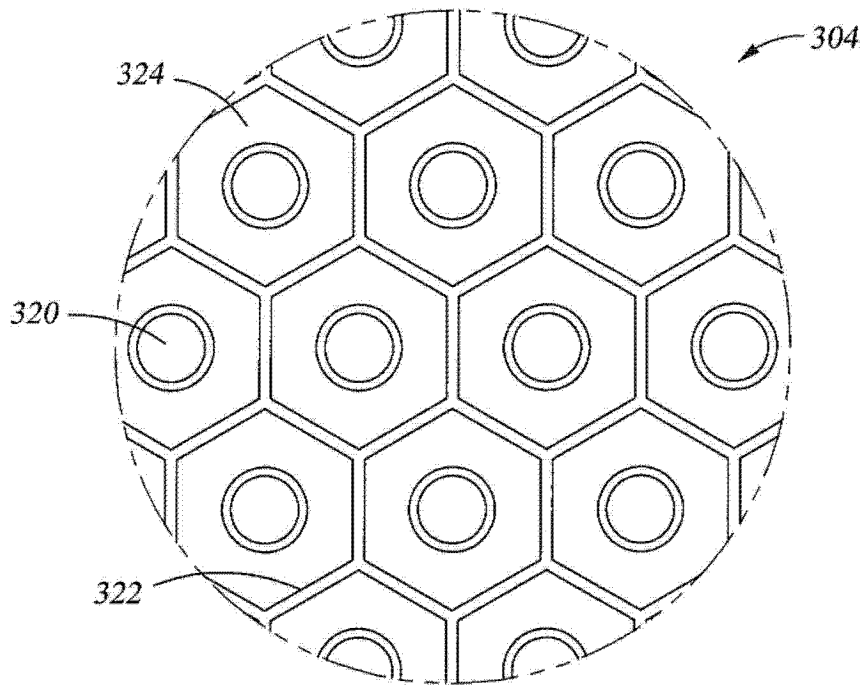


图 3C

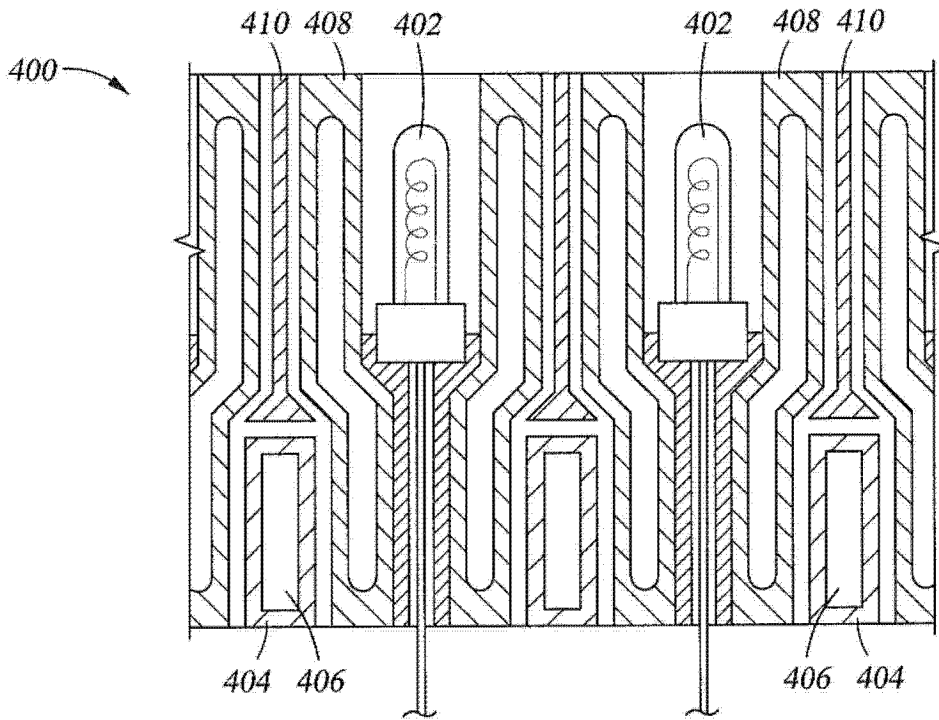


图 4A

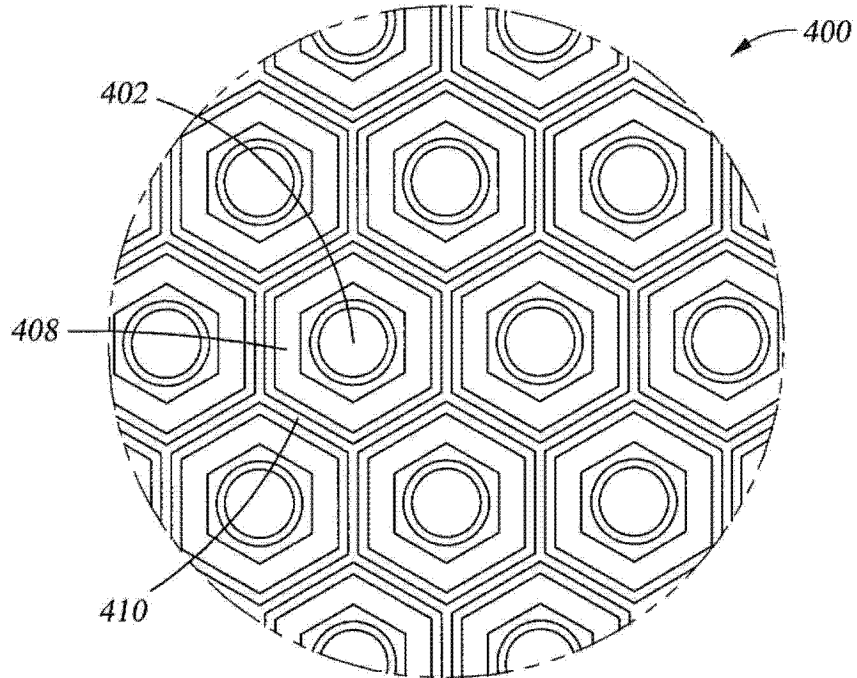


图 4B