



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102934204 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201180028838. 6

(22) 申请日 2011. 06. 13

(30) 优先权数据

61/356, 422 2010. 06. 18 US

13/041, 230 2011. 03. 04 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 12. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/040197 2011. 06. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/159615 EN 2011. 12. 22

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 仲华 董希子 基奥温·貌

堉庠二 姜圣元 戴维·H·夸

唐纳德·J·K·奥尔加多

戴维·布尔 许伟勇

亚历山大·塔姆 常安中

萨姆埃德霍·阿卡赖亚

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国

(51) Int. Cl.

H01L 21/205(2006. 01)

H01L 21/302(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101102705 A, 2008. 01. 09, 全文.

US 2003/0173029 A1, 2003. 09. 18, 全文.

US 2005/0076531 A1, 2005. 04. 14, 说明书第51-53段, 附图1, 2A, 2B.

US 2007/0051316 A1, 2007. 03. 08, 说明书第27, 28段, 附图7.

US 5882414 A, 1999. 03. 16, 全文.

WO 99/44760 A1, 1999. 09. 10, 全文.

审查员 王建霞

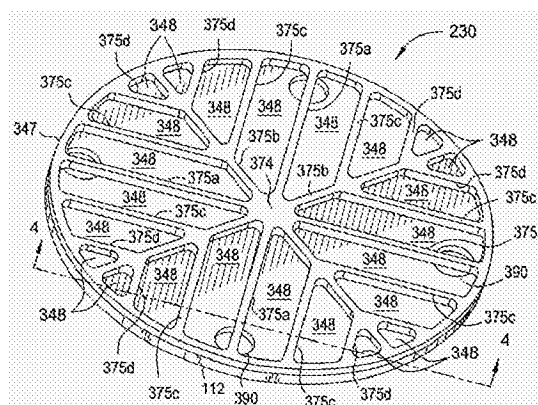
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

诱导处理腔室清洁气体的紊流的方法及设备

(57) 摘要

本发明的实施例一般涉及利用清洁板来清洁腔室部件的设备与方法。清洁板用以在清洁工艺期间定位在基板支架上, 且清洁板包含多个紊流诱导结构。当清洁板在清洁工艺期间旋转时, 紊流诱导结构会诱导出清洁气体的紊流。清洁板增加了清洁气体在清洁期间中在喷头附近的停留时间。此外, 清洁板降低了清洁板内的浓度梯度, 以提供更有效的清洁。所述方法包含定位所述清洁板为与喷头相邻, 以及将清洁气体引入至喷头与清洁板之间的空间中。接着, 沉积在喷头表面的材料会被加热, 且在存在清洁气体的同时汽化, 然后被排出处理腔室。



1. 一种用于在处理腔室内诱导紊流的设备,所述设备包含:
圆形环;
中央毂部,所述中央毂部位于所述圆形环内;以及
第一组紊流诱导结构,所述第一组紊流诱导结构延伸于所述中央毂部与所述圆形环之间,其中在所述第一组紊流诱导结构的一或更多对紊流诱导结构之间限定有开口,并且其中所述紊流诱导结构包括透光材料。
2. 如权利要求 1 的设备,所述设备进一步包含第二组紊流诱导结构,所述第二组紊流诱导结构延伸于所述第一组紊流诱导结构与所述圆形环之间。
3. 如权利要求 2 的设备,其中所述第一组紊流诱导结构与所述第二组紊流诱导结构位于与所述圆形环和所述中央毂部相同的平面内。
4. 如权利要求 3 的设备,其中所述第一组紊流诱导结构与所述第二组紊流诱导结构的至少一个侧壁垂直于所述平面。
5. 如权利要求 4 的设备,所述设备进一步包含:
第三组紊流诱导结构,所述第三组紊流诱导结构延伸于所述中央毂部与所述圆形环之间;以及
多个基脚,所述多个基脚从所述第三组紊流诱导结构延伸,其中所述基脚具有磨圆边缘且沿与所述平面垂直的方向延伸。
6. 如权利要求 2 的设备,其中所述圆形环、所述中央毂部、所述第一组紊流诱导结构以及所述第二组紊流诱导结构包含石英,且其中所述圆形环用于清洁工艺期间维持喷头表面附近的处理气体。
7. 一种用于在处理腔室内诱导紊流的设备,所述设备包含:
透光材料的板状主体;
圆形环,所述圆形环设置在所述板状主体的上表面周边周围;以及
多个紊流诱导结构,所述多个紊流诱导结构形成于所述板状主体的所述上表面上。
8. 如权利要求 7 的设备,其中所述透光材料包含石英或蓝宝石,且其中所述紊流诱导结构包含自所述板状主体的中心呈放射状的多个脊部。
9. 如权利要求 7 的设备,其中所述紊流诱导结构包含形成于所述板状主体的所述上表面上的多个凸块。
10. 如权利要求 7 的设备,其中所述多个紊流诱导结构包含脊部与凸块。
11. 一种清洁喷头的方法,所述方法包含以下步骤:
在基板支架上定位清洁板,所述基板支架置于处理腔室内,所述清洁板包含多个紊流诱导结构;
定位所述清洁板为与置于所述处理腔室内的喷头相邻;
加热置于所述喷头的表面上的材料沉积物;
引入清洁气体至所述喷头的所述表面与所述清洁板之间的位置;
旋转所述清洁板;
汽化所述材料沉积物;以及
使汽化的所述材料沉积物排出所述处理腔室。
12. 如权利要求 11 的方法,其中所述材料沉积物包含含镓材料,且其中加热所述材料

沉积物的步骤包含对多个灯供应电力并照射所述材料沉积物。

13. 如权利要求 11 的方法,所述方法进一步包含以下步骤:

在所述基板支架上定位所述清洁板之前,从所述处理腔室移除载板;以及
在排出所述汽化的材料沉积物之前,先降低所述基板支架以及置于所述基板支架上的所述清洁板。

14. 如权利要求 11 的方法,其中所述清洁板具有贯穿所述清洁板形成的多个开口,且其中旋转所述清洁板在所述清洁板与所述喷头之间产生所述清洁气体的紊流。

15. 如权利要求 14 的方法,其中所述清洁板进一步包含圆形环,所述圆形环置于板状主体的边缘周围,所述圆形环用以包含在所述喷头的所述表面附近的所述清洁气体。

诱导处理腔室清洁气体的紊流的方法及设备

[0001] 本申请的政府权利

[0002] 本发明是根据由 DOE 授予的 DE-EE00033331 在美国政府支持下完成的发明。美国政府拥有本申请的某些权利。

[0003] 发明背景

发明领域

[0004] 本发明的实施例一般涉及用于清洁喷头的方法及设备,所述喷头用于化学气相沉积工艺中。

[0005] 相关技术的描述

[0006] 现发现 III-V 族薄膜对于各种半导体器件的发展与制造更加重要,所述半导体器件诸如短波长发光二极管(LED)、激光二极管(LD)以及包含高功率、高频、高温晶体管与集成电路的电子装置。举例而言,短波长(例如蓝光/绿光至紫外光)LED是利用第 III 族氮化物半导体材料的氮化镓而制成的。已知利用 GaN 所制成的短波长 LED 能提供比利用非氮化物半导体材料(诸如 II-VI 族材料)所制成的 LED 明显较佳的效率与较长的操作寿命。

[0007] 已用于沉积第 III 族氮化物(诸如 GaN)的一种方法是金属有机化学气相沉积(MOCVD)法。这种化学气相沉积法一般是在具有温度控制环境的反应器中进行,以确保第一前驱物气体(所述第一前驱物气体含有至少一种第 III 族元素,诸如镓)的稳定性。第二前驱物气体(诸如氨)提供了形成第 III 族氮化物所需的氮。这两种前驱物气体被注入反应器内的处理区中,前驱物气体于所述处理区处混合并朝向处理区中的加热基板移动。载气可用于协助朝基板运送前驱物气体。前驱物于加热基板的表面处反应,以于基板表面上形成第 III 族氮化物层,诸如 GaN。薄膜的质量部分与沉积均匀性有关,而沉积均匀性则又与前驱物跨基板的均匀混合有关。

[0008] 在基板载具上可布置有多个基板,且各基板可具有的直径范围介于 50 毫米至 100 毫米以上。为了增加产量与处理量,需要前驱物在较大基板及/或较多基板上的均匀混合以及较大的沉积区域。这些因素是重要的,因为这些因素直接影响了电子器件的制造成本,因而影响器件制造者的市场竞争力。

[0009] 前驱物气体与热的硬件部件(通常是在反应器的处理区中)之间的相互作用一般会使前驱物分解并沉积在这些热表面上。一般而言,反应器表面由用以加热基板的加热源的辐射来加热。前驱物材料在热表面上的沉积会特别有问题,特别是当沉积发生在前驱物分配部件(诸如喷头)中或前驱物分配部件上时。在前驱物分配部件上的沉积会随时间而影响流量分布均匀性,所述流量分布均匀性对于处理基板的质量会有负面影响。因此,需要一种用于清洁或移除腔室部件(诸如喷头)的沉积的前驱物材料的方法及设备。

发明内容

[0010] 本发明的实施例一般涉及利用清洁板来清洁腔室部件的设备与方法。清洁板用以在清洁工艺期间定位在基板支架上,且清洁板包含圆形环、中央毂部以及多个紊流诱导结

构,所述多个紊流诱导结构延伸于所述圆形环与所述中央毂部之间。当清洁板在清洁工艺期间旋转时,紊流诱导结构诱导出清洁气体的紊流。清洁板增加了清洁气体在清洁期间中在喷头附近的停留时间。此外,清洁板降低了位于清洁板与喷头之间的清洁气体内的浓度梯度,以提供更有效的清洁。所述方法包含定位所述清洁板为与喷头相邻。所述清洁板包含圆形环与中央毂部以及从中央毂部延伸且连接至圆形环的多个紊流诱导结构。接着,将清洁气体引入至喷头与清洁板之间的空间中。旋转所述清洁板,且清洁板的紊流诱导结构会搅动清洁气体。接着,沉积在喷头表面上的材料被加热,且反应而形成挥发性化合物,然后所述挥发性化合物被排出处理腔室。

[0011] 在一个实施例中,一种用于在处理腔室内诱导紊流的设备包含圆形环与中央毂部。中央毂部位于与圆形环的相同平面内。第一组紊流诱导结构从中央毂部延伸至圆形环。开口位于所述第一组紊流诱导结构的各紊流诱导结构之间。

[0012] 在另一实施例中,一种设备包含透光材料的板状主体,以及设置在所述板状主体的周边周围的环。多个紊流诱导结构形成于所述板状主体的表面上。

[0013] 在另一实施例中,一种用于清洁喷头的方法包含在基板支架上定位清洁板,所述基板支架置于处理腔室内。所述清洁板包含多个紊流诱导结构。接着定位所述清洁板为与置于所述处理腔室内的喷头相邻;加热置于所述喷头的表面上的材料沉积物,且清洁气体被引入至所述喷头的表面与所述清洁板之间的位置。接着旋转所述清洁板并汽化所述材料沉积物。汽化的所述材料沉积物接着即被排出所述处理腔室。

[0014] 附图简单说明

[0015] 为了能更详细了解本发明的上述特征,可通过参照实施例而获得如上简要概括的本发明的更具体描述,其中一些实施例在附图中示出。然而应注意,附图仅图示本发明的典型实施例,因此不应被视为对本发明范围的限制,因为本发明可允许其它等效实施例。

[0016] 图 1 为示意平面图,图示了一种用于制造复合氮化物半导体器件的处理系统。

[0017] 图 2 为根据本发明的实施例的 MOCVD 腔室与清洁板的示意截面图。

[0018] 图 3 为图 2 所示的清洁板与载板的上视透视图。

[0019] 图 4 为图 3 中沿着清洁板与载板的截面 4-4 所示的截面图。

[0020] 图 5 为图 2 的清洁板的底视平面图。

[0021] 图 6 为喷头组件与定位于载板上的清洁板的示意截面图。

[0022] 图 7 为图 2 所示的喷头组件与清洁板的放大示意图。

[0023] 图 8A 至图 8G 为根据本发明另一实施例的清洁板的示意图。

[0024] 为助于理解,以尽可能地在图中使用相同的元件符号来代表所有图的相同元件。应知一个实施例的元件与特征可有利地结合于其它实施例中,无需进一步叙述。

[0025] 具体描述

[0026] 本发明的实施例一般涉及利用清洁板来清洁腔室部件的设备与方法。清洁板用以在清洁工艺期间定位在基板支架上,且清洁板包含圆形环、中央毂部以及多个紊流诱导结构,所述多个紊流诱导结构延伸于圆形环与中央毂部之间。当清洁板在清洁工艺期间旋转时,紊流诱导结构诱导出清洁气体的紊流。清洁板增加了清洁气体在清洁期间中在喷头附近的停留时间。此外,清洁板降低了位于清洁板与喷头之间的清洁气体内的浓度梯度,以提供更有效的清洁。所述方法包含定位清洁板为与喷头相邻。所述清洁板包含圆形环与中央

毂部以及从中央毂部延伸且连接至圆形环的多个紊流诱导结构。接着,将清洁气体引入至喷头与清洁板之间的空间中。旋转所述清洁板,且清洁板的紊流诱导结构搅动清洁气体。接着,沉积在喷头表面上的材料被加热,且反应而形成挥发性化合物,然后所述挥发性化合物被排出处理腔室。

[0027] 可受益于本发明实施例的示例 MOCVD 腔室如美国专利申请号第 12/023,520 号中所描述,所述专利申请于 2008 年 1 月 31 日申请,所述专利申请公开号为美国专利公开号第 2009-0194024 号,且所述专利申请名称为“CVD APPARATUS(CVD 装置)”。应知其它腔室也可受益于本发明的实施例。

[0028] 图 1 为示意平面图,图示了处理系统 100 的一个实施例,所述处理系统 100 包含 MOCVD 腔室 102,用于制造复合氮化物半导体器件。处理系统 100 接近大气且包含传送腔室 106、与传送腔室 106 耦接的 MOCVD 腔室 102 以及与传送腔室 106 耦接的装载锁定腔室 108。批次装载锁定腔室 109 与传送腔室 106 耦接,所述批次装载锁定腔室 109 能储存基板,且装载站 110 与装载锁定腔室 108 耦接,装载站 110 能装载基板。传送腔室 106 包含机械手组件(未示),所述机械手组件可操作以于装载锁定腔室 108、批次装载锁定腔室 109 与 MOCVD 腔室 102 之间拾取且传送基板。虽然图中仅图示出单一个 MOCVD 腔室 102,但可有不只一个的 MOCVD 腔室与传送腔室 106 耦接。此外,也可有一个或更多个氢化物气相外延(HVPE)腔室与传送腔室 106 耦接。

[0029] 在处理系统 100 中,机械手组件(未示出)传送载板 112 至 MOCVD 腔室 102 中以进行沉积,所述载板 112 装载有基板。载板 112 一般具有的直径介于约 200 毫米至约 750 毫米之间,且载板 112 可于处理期间支撑约 1 个和约 50 个之间的基板。载板 112 是由 SiC 形成的,然而载板 112 也可由涂布有 SiC 的石墨所形成。

[0030] 在所需沉积步骤已经于 MOCVD 腔室 102 中完成之后,载板 112 经由传送机械手而从 MOCVD 腔室 102 传送到传送腔室 106。载板 112 能接着被传送到装载锁定腔室 108 或批次装载锁定腔室 109。系统控制器 160 控制处理系统 100 的活动与操作参数。系统控制器 160 包括计算机处理器与耦接至处理器的计算机可读取存储器。处理器执行系统控制软件,诸如储存在存储器中的计算机程序。

[0031] 图 2 为 MOCVD 腔室的示意截面图。MOCVD 腔室 102 具有腔室体 201 以及耦接至腔室体的喷头组件 204。化学物传送模块 203 耦接至喷头组件 204 以传送前驱物气体、载气、清洁气体及/或净化气体至处理区 218。真空系统 213 耦接至处理区 218,以从处理区移除气体。基板支架 214(以升高的清洁位置所示)设置于 MOCVD 腔室 102 的内部区域中,所述基板支架 214 与喷头组件 204 相对,且位于处理区 218 和下部空间 210 之间。基板支架 214 定位于支撑柱 280 上,所述支撑柱 280 连接至可旋转支撑杆。基板支架 214 具有环状形状,所述环状形状带有贯穿所述环状形状设置的开口 285,以使灯 221A、221B 的辐射能量能接触到位于基板支架 214 上的载板 112。载板 112 由碳化硅或其它高发射率材料所形成,以吸收来自内灯 221A 与外灯 221B 的能量。清洁板 230 位于载板 112 的上表面上,且与喷头组件 204 相邻。

[0032] 致动器组件 286 能够使基板支架 214 沿垂直方向朝向喷头组件 204 移动或移动离开喷头组件,如箭头 215 所示,且能够旋转基板支架 214,如箭头 216 所示。环 220 置于腔室体 201 的内表面周围,以有助于防止沉积发生在下部空间 210 中,且也有助于使气体直接从

MOCVD 腔室 102 排出至排气口 205。下圆盖 219 置于基板支架 214 下方。下圆盖 219 由透明材料制成（诸如高纯度石英），以使内灯 221A 与外灯 221B 的光能通过，以进行载板 112 的辐射加热。反射器 266 用以帮助控制 MOCVD 腔室 102 对于由内灯 221A 与外灯 221B 所提供的辐射能量的暴露。

[0033] 化学物传送模块 203 对 MOCVD 腔室 102 供应化学物质。反应性气体、载气、净化气体以及清洁气体可通过供应线路而从化学物传送模块 203 供应至 MOCVD 腔室 102 中。喷头组件 204 包括第一处理气体通道 204A、第二处理气体通道 204B 以及与热交换系统 270 耦接的温度控制通道 204C。水平壁 276、277 分隔了通道 204A-204C。第一处理气体通道 204A 与第二处理气体通道 204B 经由独立通道而提供处理气体至处理区 218，因此减少了不希望在喷头组件 204 内发生的沉积量。热交换系统 270 用以调节喷头组件 204 的温度。合适的热交换流体包括、但不限于：水、水基的乙烯乙二醇混合物、全氟多醚（例如GALDEN®流体）、油基的传热流体（诸如矿物油）或类似流体。热交换系统 270 用以调节喷头组件 204 的温度于约 50 摄氏度至约 200 摄氏度的范围内，例如在约 115 摄氏度至约 150 摄氏度的范围内。

[0034] 图 3 图示清洁板 230 与载板 112 的示意上视透视图。清洁板 230 位于载板 112 的上表面上，所述载板在处理期间面对喷头组件。清洁板 230 包含中央毂部 374，紊流诱导结构 375a 与 375b 延伸自中央毂部 374。紊流诱导结构 375a、375b 与圆形环 347 的内部边缘共平面，且连接至所述圆形环 347 的内部边缘。相邻的紊流诱导结构 375a 定位为彼此间呈约 90 度，而相邻的紊流诱导结构 375b 也是定位为分开约 90 度。紊流诱导结构 375b 具有自所述紊流诱导结构 375b 延伸的其它紊流诱导结构 375c 与 375d，并且紊流诱导结构 375c 与 375d 与圆形环 347 的内部边缘连接。紊流诱导结构 375c 与 375d 以约 45 度角连接至紊流诱导结构 375b。

[0035] 清洁板 230 包含在各紊流诱导结构 375a-375d 之间的开口 348，所述开口形成了由载板 112 的上表面与紊流诱导结构 375a-375d 所限定的囊部 (pocket)。在处理期间，各囊部在位于与喷头组件相邻的清洁位置时，能包含喷头组件表面附近的清洁气体，因而增加清洁气体在喷头组件附近的停留时间。清洁板 230 由基脚而保持在载板 112 上，所述基脚从清洁板 230 的底部延伸至基板载具囊部 390 中，所述基板载具囊部 390 形成于载板 112 的上表面中。清洁板 230 具有一高度，所述高度介于约 3 毫米至约 10 毫米的范围内，例如，约 7 毫米。清洁板 230 具有的直径介于约 300 毫米至约 400 毫米的范围内。然而，应知清洁板也可更大或更小，所述大小视要使用清洁板的处理腔室的大小而定。清洁板 230 由石英形成，但也可由碳化硅或其它材料形成，所述其它材料实质上不与供应至处理腔室的清洁气体反应。

[0036] 载板 112 一般具有与清洁板 230 相同的直径，因此用于传送载板 112 的设备也能够处理清洁板 230。此外，当载板 112 与清洁板 230 各具有足够厚度时，可知清洁板 230 能与载板 112 同时被传送通过处理系统，因而不需要两个分别的传送步骤。

[0037] 图 4 为沿着图 3 中截线 4-4 所示的清洁板 230 与载板 112 的截面图。紊流诱导结构 375a-375d 具有矩形截面且宽度 W1 介于约 4 毫米至约 8 毫米的范围内，例如约 6 毫米。此外，环 347 具有的宽度 W2 介于约 8 毫米至约 14 毫米的范围内。应知紊流诱导结构 375a-375d 与环 347 可根据应用需求而具有更大、或更小的宽度。

[0038] 图 5 为清洁板 230 的底视平面图。清洁板 230 包含四个基脚 573，所述基脚 573 从

清洁板 230 的底部表面向外延伸。基脚 573 具有磨圆端部,且大小可匹配于形成于载板内的基板囊部内(清洁板 230 于清洁期间定位于所述载板上)。基脚 573 用以避免在清洁板 230 与载板 112 的旋转期间,清洁板 230 于载板 112 的顶部表面侧向滑动。基脚 573 从清洁板 230 的下表面延伸约 0.25 毫米至约 1 毫米。举例而言,基脚 573 可从清洁板 230 的下表面延伸约 0.33 毫米。虽然所示的清洁板 230 是具有四个基脚 573,但应知可有多于或少于四个的基脚 573 可自清洁板 230 的下表面延伸,只要可提供充足的侧向支撑即可。此外,应知基脚 573 可从任何紊流诱导结构 375a-375d 或中央毂部 374 延伸,且基脚 573 的位置一般与基板载具内基板载具囊部的位置有关。或者是,应知清洁板 230 可不具有基脚 573,而是可胶合、接合或紧固至载板 112,以避免所述清洁板的侧向移动。

[0039] 图 6 为喷头组件 204 与位于载板 112 上的清洁板 230 的示意截面图。载板 112 位于基板支架 214 上。清洁板 230 位于载板 112 上、且被支撑在从清洁板 230 的底部表面延伸出来的基脚 573 上。基脚 573 位于载板 112 内所形成的基板载具囊部内。基脚 573 的大小可于清洁工艺期间避免清洁板 230 跨载板 112 的横向移动,同时所述清洁板仍可移动而与喷头组件 204 相邻。基脚 573 具有足够大小以避免清洁板 230 的不希望的侧向移动;然而,基脚 573 一般不应大到会在需要时阻止清洁板 230 与基板载板 112 分离。应知基脚 573 的大小可需考虑到基脚 573 与载板 112 两者的热膨胀。应注意在载板 112 内所形成的基板载具囊部与在沉积工艺(例如 MOCVD 工艺)中用于支撑基板的基板载具囊部相同。

[0040] 载板 112 置于基板支架 214 的下端唇部 671,基板支架 214 位于柱 280 上。基板支架 214 的上端唇部 672 避免在基板支架 214 的旋转期间载板 112 侧向滑动。上端唇部 672 垂直于下端唇部 671,且上端唇部 672 具有的内径大小可容纳载板 112。上端唇部 672 虽图示为具有的上表面大致与载板 112 的顶部表面同高度,但应知上端唇部 672 也可垂直延伸于载板 112 的顶部表面上方,且上端唇部 672 可对清洁板 230 提供额外的侧向支撑。在此实施例中,可不需要基脚 573。

[0041] 图 7 为图 2 所示的喷头组件 204 与清洁板 230 的放大示意图。清洁板 230 位于升高的清洁位置中以移除沉积材料 751。沉积材料 751 指在沉积工艺(例如 MOCVD 工艺)期间累积在喷头表面上的材料。举例而言,沉积材料 751 可能是氮化镓、p 型掺杂或 n 型掺杂的氮化镓、氮化铝或氮化铝镓。

[0042] 升高的清洁位置在清洁板 230 的环 347 的上表面与喷头组件 204 的下表面之间形成间隙 737。间隙 737 保持一距离,使得在清洁工艺期间最小量的清洁气体通过所述间隙,然而,间隙也可大到足以避免环 347 与喷头表面 778A 之间产生无意接触。较佳为,环 347 的内径与喷头组件 204 的沉积区域一样大或稍微较大。本文中采用的用语“沉积区域”是指沉积材料 751 会沉积或累积在喷头表面 778A 上的区域。

[0043] 一旦清洁板 230 已经定位于升高的清洁位置中,即自电源 721C 向内灯 221A 与外灯 221B 供应电力,以利用辐射能量 D 加热载板 112,由此经由辐射及/或对流而加热沉积材料 751 至一温度 T_m 。较佳为,温度 T_m 够高以于沉积材料 751 已经与清洁气体接触之后使沉积材料 751 升华或汽化。在一个实例中,温度 T_m 为约 700 摄氏度。

[0044] 可选择从灯 221A、221B 传送的辐射能量 D 的波长,以加强清洁工艺。光的波长在紫外光(UV)光谱内,但应知也可使用红外线(IR)光谱的光。除了其它因素外,电源 721C 所供应的电量以及灯 221A、221B 所产生的光波长还依沉积材料 751 的组成、腔室压力、将要

使用的清洁气体以及腔室部件的温度而定。

[0045] 在沉积材料 751 的加热期间或之后,通过清洁气体入口 760 而沿流动路径 A_1 传送清洁气体至处理区 218。应知清洁气体也可经由内部气体导管 746 而沿着流动路径 A_2 ,或经由外部气体导管 745 而沿流动路径 A_3 被引入处理区 218 中。在处理区 218 中存在有清洁气体的情况下,基板支架 214 与清洁板 230 被旋转。一般而言,基板支架 214 与清洁板 230 以约每分钟 20 转 (20rpm) 至约 100rpm 的速率旋转,所述速率例如约 35rpm 或约 60rpm。

[0046] 紊流诱导结构 375a-375d (仅图示出 375a 与 375b) 的旋转产生清洁气体的紊流,如紊流流线 B 所示。清洁气体进入上述处理区 218 中、被反射离开清洁板 230 及 / 或载板 112,且所述清洁气体由紊流诱导结构 375a-375d 予以混合。清洁气体接着被引导回到喷头表面 778A,如紊流流线 B 所示。当清洁气体反射离开由灯 221A、221B 所加热的载板 112 时,清洁气体的温度增加,以有助于加热材料沉积物 751,并促进材料沉积物 751 的汽化。

[0047] 沿着流线 B 的紊流增加清洁气体与喷头表面 778A 上的沉积材料 751 之间的接触量。此外,沿着流线 B 的紊流诱导清洁气体在处理区 218 内混合,以降低喷头组件 204 与清洁板 230 之间的清洁气体的浓度梯度。浓度梯度会发生是因清洁气体反应形成挥发性成分时在材料沉积物 751 附近的清洁气体的反应 (因而耗尽) 所致。一般需要降低浓度梯度 (例如在处理区 218 中有更均匀的清洁气体浓度),因为清洁气体与沉积材料的反应速率会因新鲜的清洁气体持续循环至喷头表面 778A 而增加。此外,也需要降低浓度梯度,以进而减少让未使用的清洁气体在与材料沉积物 751 反应之前即通过排气口 205 排出的可能性。由于在清洁工艺期间,持续沿着流动路径 C 从处理区 218 中移除清洁气体,因而需要在排出之前使清洁气体至少部分与材料沉积物 751 进行反应,以避免浪费未使用的清洁气体。

[0048] 在一个实例中,供应至处理区 218 的清洁气体是氯气,且沉积材料为含镓材料,诸如氮化镓。应知可使用其它的清洁气体,所述清洁气体包括氟 (F_2) 气体、溴 (Br_2) 气体、碘 (I_2) 气体、碘化氢 (HI)、氯化氢 (HCl)、溴化氢 (HBr)、氟化氢 (HF)、三氟化氮 (NF_3) 及 / 或其它类似气体。应知可移除其它材料,所述其它材料包括氮化镓或氮化铝镓。清洁气体可以介于约 5% 至约 50% 范围内的浓度被引入处理区 218 中,所述浓度例如为约 30%。供应至腔室的气体的剩余部分可为惰性气体,诸如氩气。利用真空系统 213,腔室内的压力能降低至约 1×10^{-6} 托 (Torr) 至约 200 托的范围内,诸如约 5 托至约 200 托。较佳为,所述压力为约 50 托。氯气流入处理区 218 的流量为约 2SLM 至约 10SLM 的范围内。举例而言,在清洁工艺期间可对处理区 218 提供约 4SLM 的氯气。

[0049] 清洁气体在处理区 218 中的作用决定于多个因素,所述因素包含、但不限于清洁气体的温度与分压、所使用的清洁气体的种类、沉积材料 751 的温度、处理区 218 内的压力以及存在的沉积材料 751 的量。较佳为,调整诸如清洁气体的温度、分压以及组成这样的工艺参数,以使沉积材料 751 与清洁气体反应而形成将会汽化的挥发性成分。一般而言,沉积材料 751 的汽化点为已知,因此能调整或选择工艺参数而使得沉积材料 751 汽化。能通过使沉积材料 751 接触清洁气体、利用灯 221A、221B 来增加沉积材料 751 的温度及 / 或利用真空系统 213 降低处理区 218 的压力而实现沉积材料 751 的汽化与移除。

[0050] 应注意在处理区 218 内的压力以及清洁气体的密度也会影响沉积材料 751 的移除率。降低处理区 218 内的压力即降低沉积材料 751 的汽化温度,且也产生清洁气体的分子流而使每单位体积的反应数量减少。增加处理区 218 内的压力会产生清洁气体的黏性流,

导致每单位体积有较多反应,但也增加沉积材料 751 的汽化温度。然而,清洁板 230 会在处理区 218 内产生清洁气体的紊流,所述紊流增加清洁气体的效率(例如增加清洁气体的反应)。因此,即使在使用会产生清洁气体分子流的较低压力(诸如 1×10^{-6} 托)时,清洁气体原子仍能通过紊流诱导结构 375a-375d 而混合,并被引导回沉积材料 751。因此,清洁板 230 使清洁气体以分子流状态而被使用(可降低材料沉积物 751 的汽化温度),同时通过清洁气体的紊流运动而提供充足的清洁气体反应。因此,在使用降低的压力时,清洁板 230 促进更有效率的清洁。

[0051] 在没有由紊流诱导结构 375a-375d 与清洁板 230 的旋转提供紊流混合时,沉积材料 751 与清洁气体之间的反应将以较慢速率进行,因而增加了清洁腔室部件与喷头表面 778A 所需的时间量。清洁板 230 包含在喷头组件 204 附近的清洁气体,以增加清洁气体与沉积材料 751A 接触的时间量。此外,紊流诱导结构 375a-375d 所提供的紊流使清洁气体更有效率地清洁喷头组件 204,由此减少清洁时间并延长清洁之间所需的时间。在一个实例中,使用清洁板 230 使预防性维修清洁之间的平均时间从约 10 次沉积循环延长至约 60 次沉积循环,因而减少了腔室的维护停工时间。

[0052] 图 8A 至图 8G 为根据本发明其它实施例的清洁板的示意图。以上所述的清洁板包含贯穿所述清洁板的开口,但下文所述的清洁板包含板状主体、而不具有贯穿所述清洁板的开口。因此,下文所述的清洁板并不需在清洁工艺期间定位于载板上。

[0053] 图 8A 图示清洁板 830A。清洁板 830A 包含板状主体,所述板状主体具有用以置于基板支架上的底部表面,以及与底部表面相对的顶部表面 836。清洁板 830A 具有环 847,所述环位于清洁板 830A 的顶部表面 836 的周边周围、且自所述顶部表面 836 垂直延伸。环 847 用以于清洁工艺期间作为清洁气体的气体保持环。气体分配器或紊流诱导结构 875A(诸如脊部或凸块)位于清洁板 830A 的顶部表面 836 上。紊流诱导结构 875A 布置为从清洁板 830A 的中心向外呈放射状的脊部。清洁板 830A 是由透光材料形成的,所述透光材料为诸如石英或蓝宝石。然而,应知在需要清洁板 830A 能够直接吸收辐射能时,也可由碳化硅或其它高发射率材料来形成清洁板 830A。

[0054] 图 8B 是沿着截线 8B-8B 的清洁板 830A 的截面图。清洁板 830A 包含固体板状主体,所述固体板状主体具有上表面 836 而不具有任何贯穿所述固体板状主体的开口。紊流诱导结构 875A 具有的高度小于环 847 的高度,这样增进了清洁气体跨清洁板的整个表面的紊流混合。在清洁工艺期间,环 847 的顶部表面一般位于离喷头组件的表面约 1 毫米至约 4 毫米处。环 847 具有的高度约为 5 毫米至约 10 毫米,而紊流诱导结构 875A 的高度约 1 毫米至约 4 毫米。然而,应知环 847 的高度与相对比例、紊流诱导结构 875A 以及离喷头组件的间隔可调整,以产生需要的紊流气体流量。

[0055] 图 8C 图示清洁板 830C,所述清洁板 830C 具有置于清洁板表面 836 上的紊流诱导结构 875C。紊流诱导结构 875C 具有弯曲径向轮廓。紊流诱导结构 875C 从清洁板表面 836 中心螺旋向外延伸至环 847,所述环 847 位于清洁板 830C 的周边边缘处。

[0056] 图 8D 图示清洁板 830D,所述清洁板 830D 具有在清洁板表面 836 上形成为长形脊部的紊流诱导结构 875C。紊流诱导结构 875C 可在清洁板表面 836 上形成图案,或可以随机分布,只要紊流诱导结构 875D 能够诱导清洁气体的运动和重新分布即可。紊流诱导结构 875D 可延伸或可不延伸至环 847。

[0057] 图 8E 图示清洁板 830E, 所述清洁板 830E 具有置于清洁板表面 836 上的紊流诱导结构 875E。紊流诱导结构 875E 从清洁板表面 836 的中心呈放射状。其它的紊流诱导结构 875E 接触环 847, 并朝向清洁板 830E 的中心延伸。

[0058] 图 8F 图示清洁板 830F, 所述清洁板 830F 具有紊流诱导结构 875F, 所述紊流诱导结构 875F 形成为点部或凸块并置于清洁板表面 836 上。点部或凸块可随机分布于清洁板表面 836 上, 或可形成一种形状或图案, 诸如同心圆或螺旋。紊流诱导结构 875F 的密度与大小可依需要的紊流量而改变。

[0059] 图 8G 图示清洁板 830G, 清洁板 830G 的凸块与脊部两者作为紊流诱导结构 875G。也能在单一清洁板上结合其它的特征或结构的组合。应知诸如凸块、点部、脊部和鳍片这样的紊流诱导结构或气体分配器的其它变化与组合是可用于通过给予清洁气体运动而诱导清洁气体的重新分布的。

[0060] 虽然本文所说明的本发明实施例参照 MOCVD 腔室而进行, 然而应知其它的处理腔室也可受益于本发明的实施例。举例而言, 应知用于形成功率电子装置的腔室、利用等离子体清洁的腔室或内含电阻加热器的腔室可受益于本发明的实施例。

[0061] 概括地说, 本发明的一些益处包括气体分配喷头的更有效清洁。本文所述的清洁板与清洁方法通过诱导清洁气体与材料沉积物之间的接触而减少了移除喷头表面的污染物所需的清洁时间。同时, 清洁板的环与基板支架的升高清洁位置可减少处理区, 因此清洁喷头所需的清洁气体较少, 且节省了消耗性材料的花费。此外, 因为清洁板的大小与载板相同, 不需其它的处理设备即可执行本文所述的清洁板。同时, 由于不需要其它的处理设备, 因而能快速将清洁板传送至处理腔室, 减少了为了清洁处理腔室或位于所述处理腔室内的喷头所需的维护停工时间。

[0062] 虽然前述针对本发明的实施例, 本发明的其它与进一步的实施例可在不背离本发明的基本范围下修改而得, 且本发明的范围由所附的权利要求所确定。

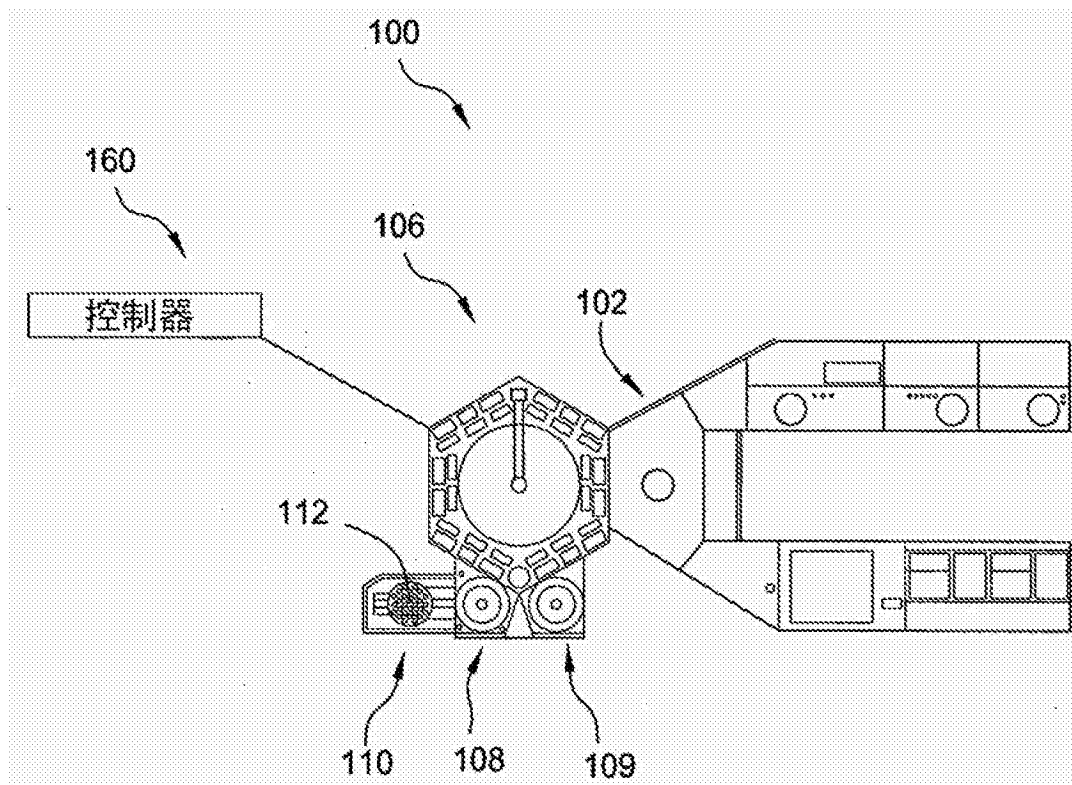


图 1

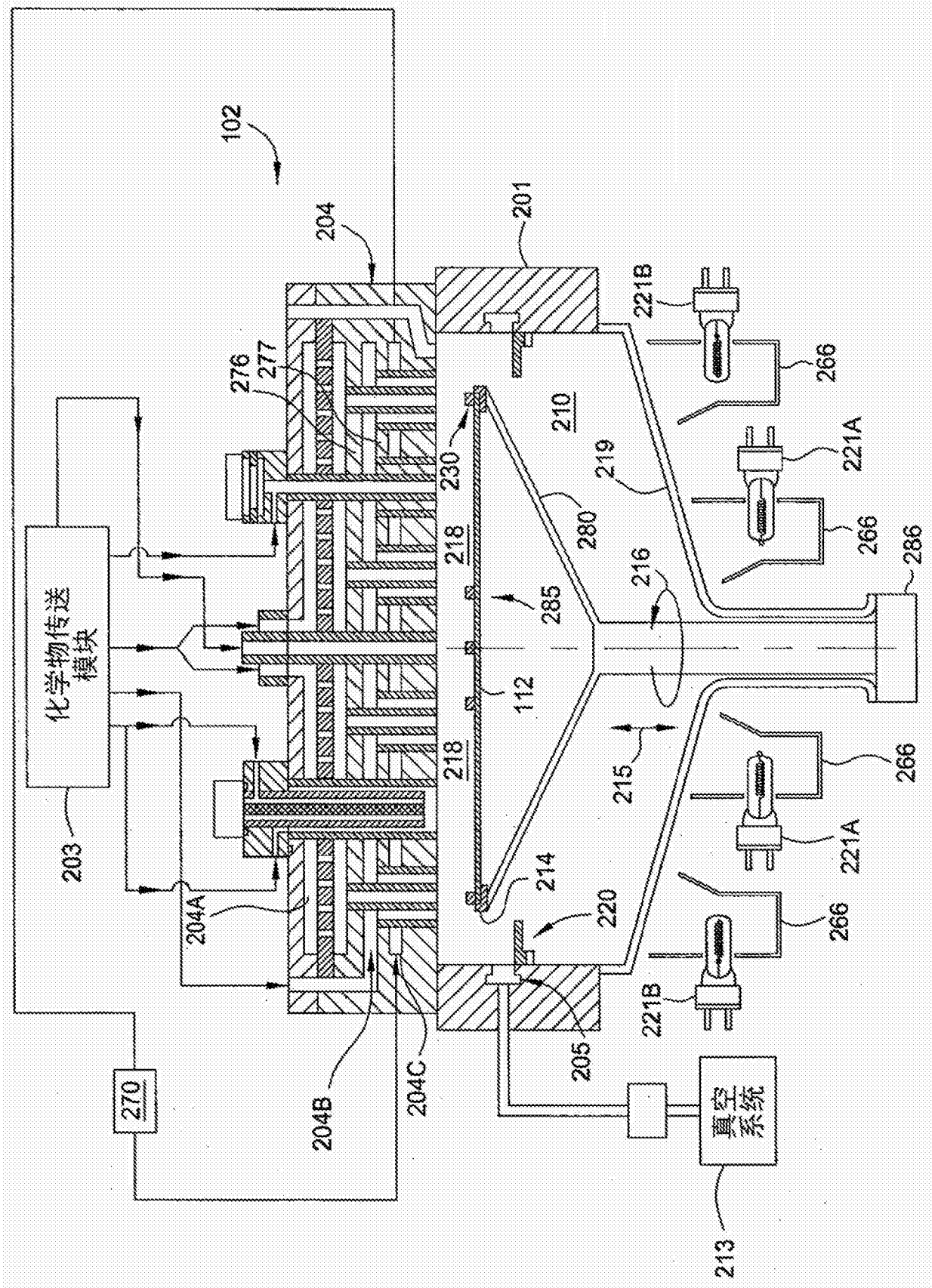


图 2

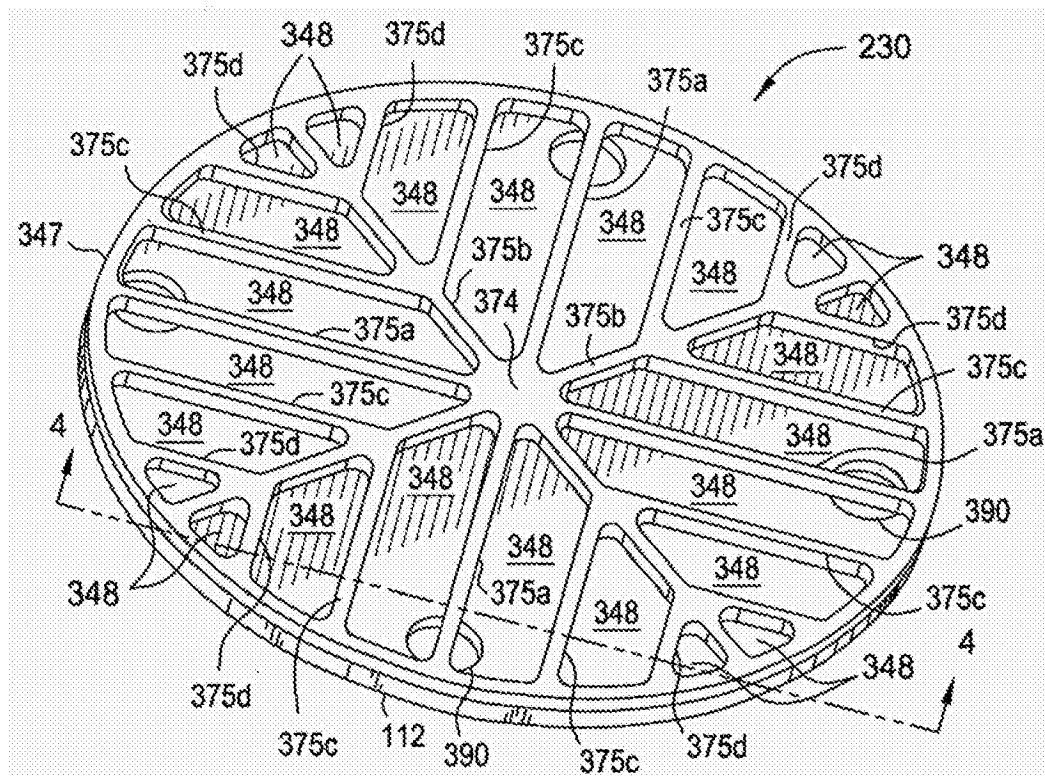


图 3

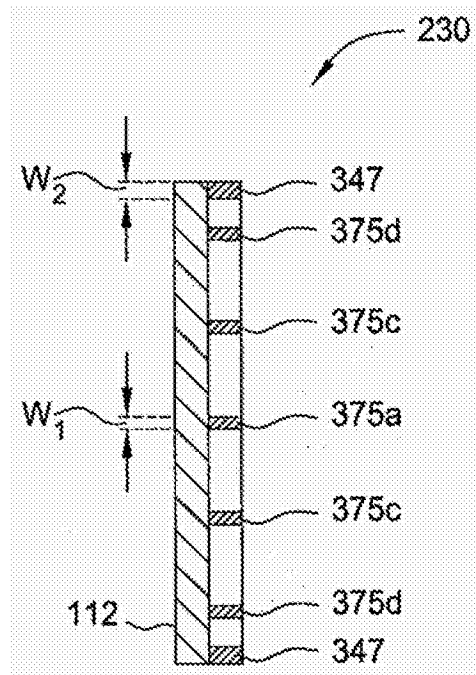


图 4

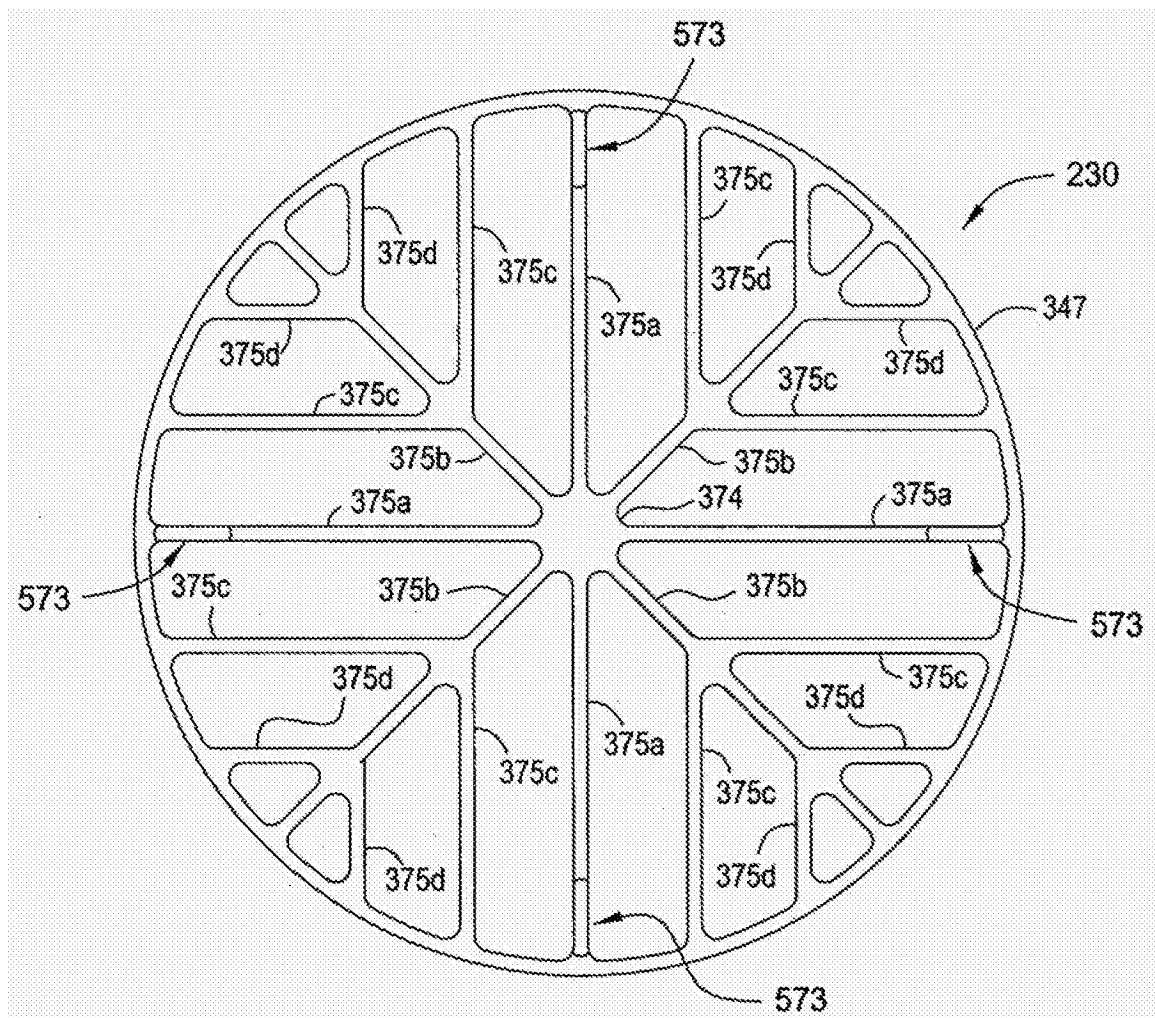


图 5

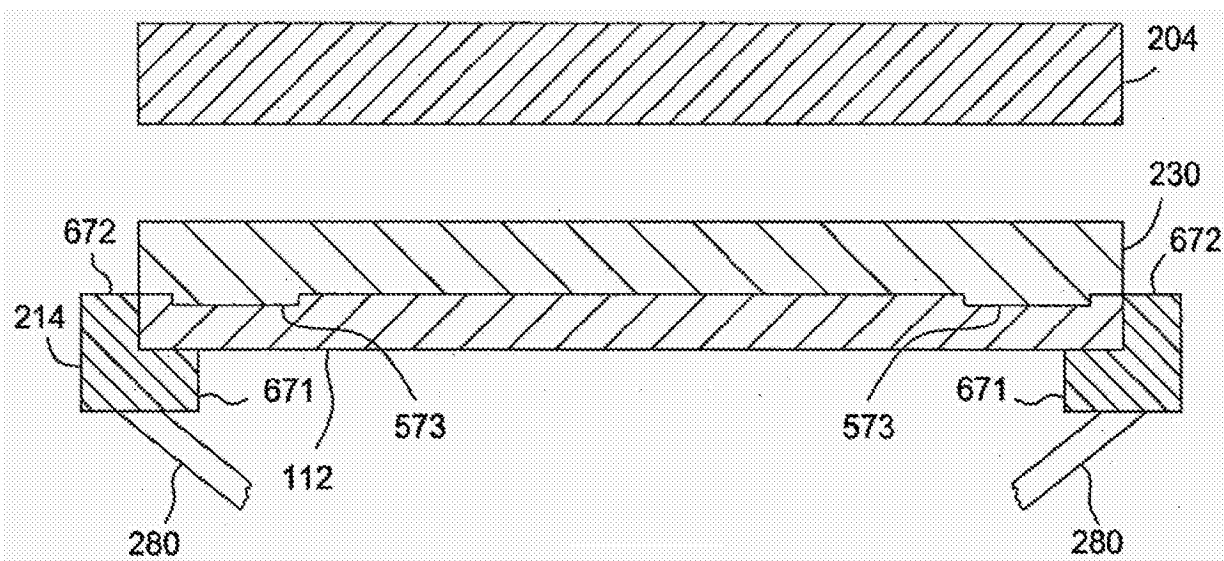


图 6

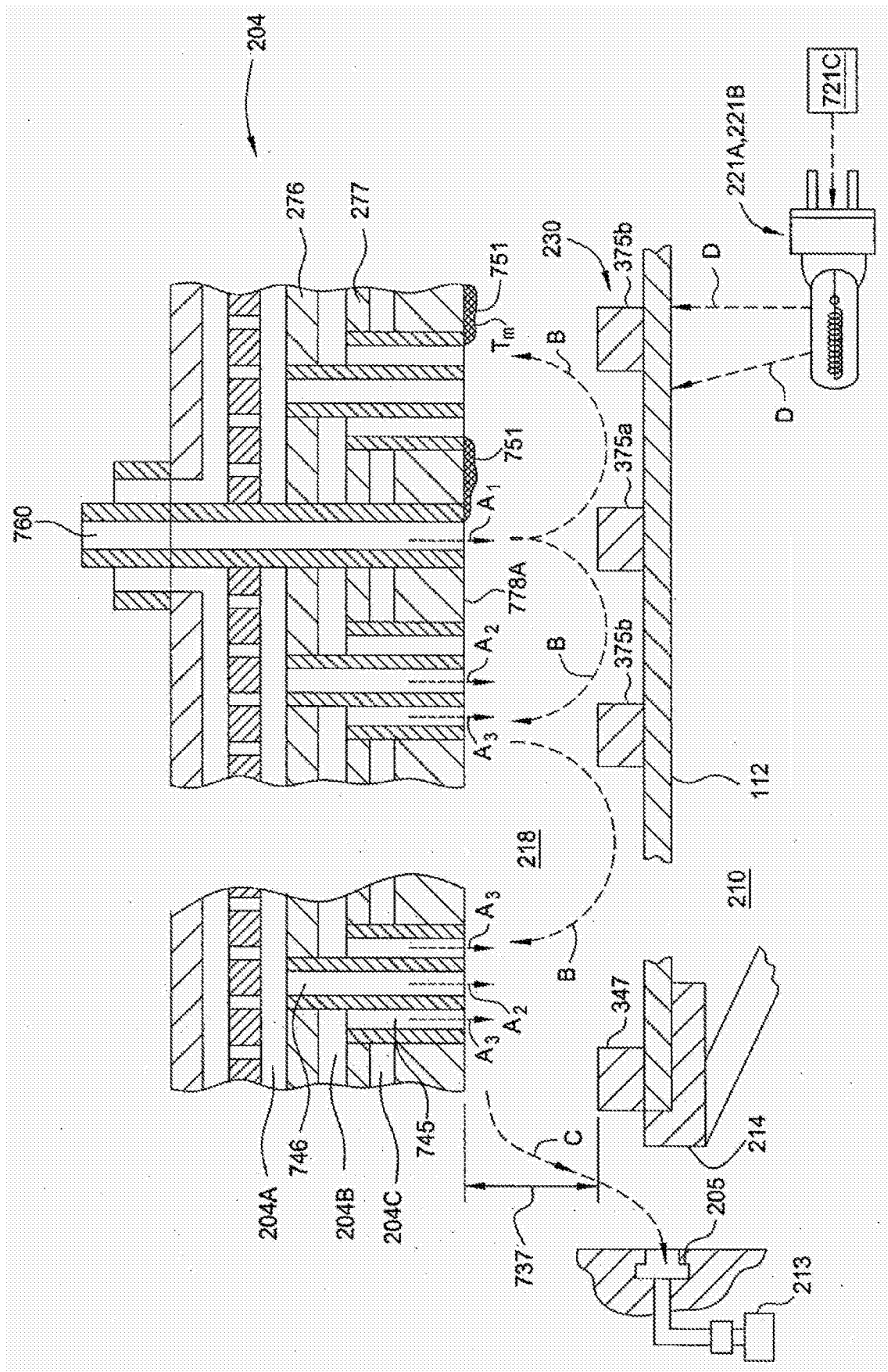


图 7

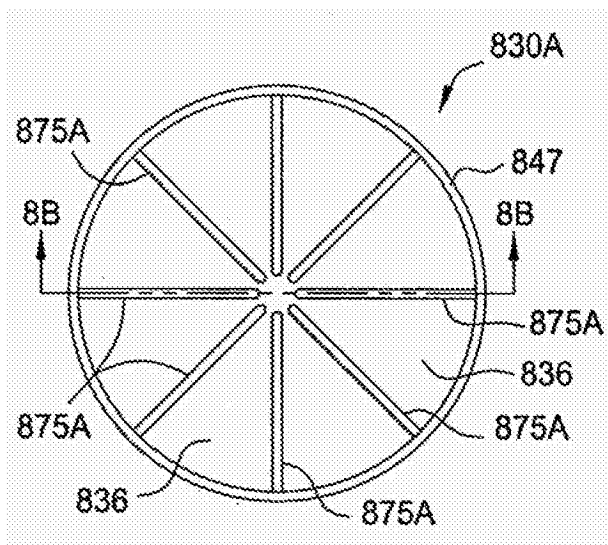


图 8A

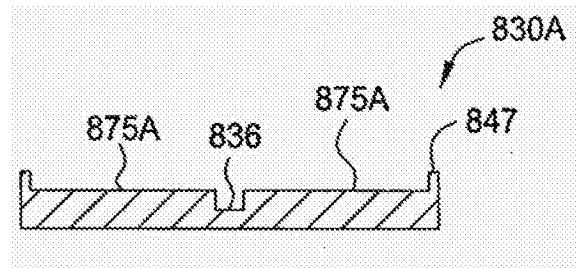


图 8B

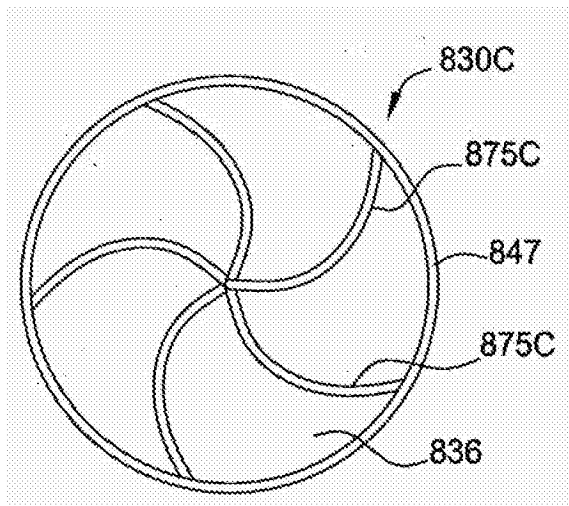


图 8C

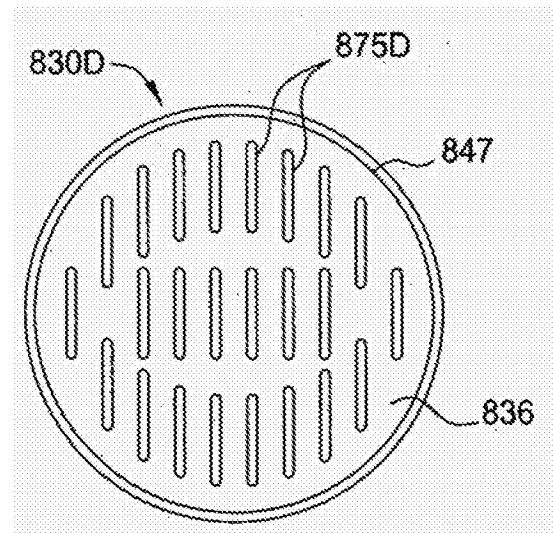


图 8D

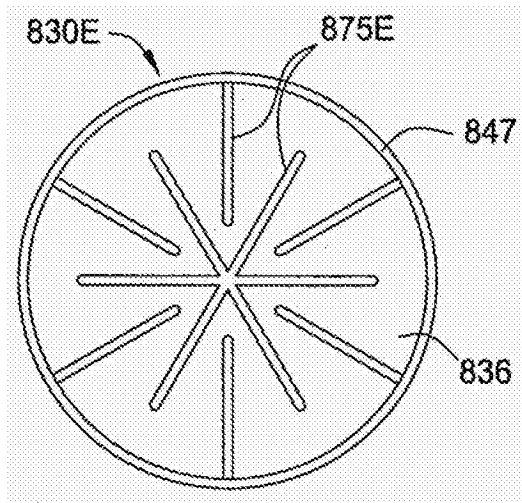


图 8E

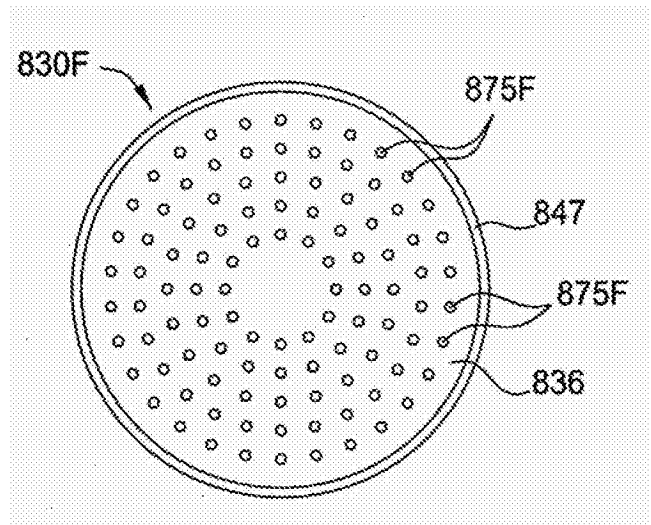


图 8F

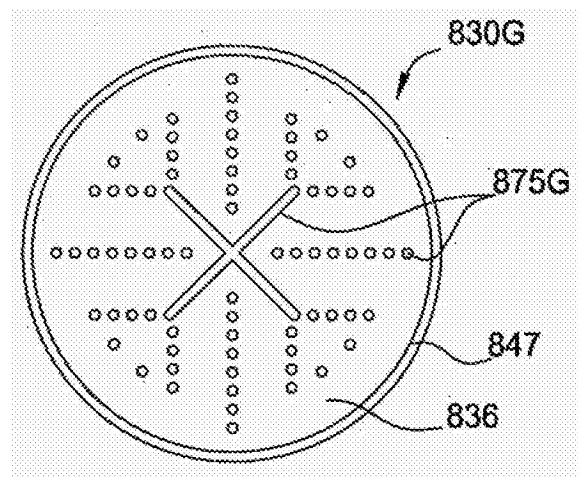


图 8G