

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102762767 A

(43) 申请公布日 2012.10.31

(21) 申请号 201180010263.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.03.08

C23C 16/455 (2006. 01)

(30) 优先权数据

C23C 16/44 (2006.01)

61/313 573 2010 03 12 US

H01L 21/205 (2006.01)

(85) PCT由请进入国家阶段日

2012-08-20

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2011/027599 2011 03 08

(87) PCT申请的公布数据

WO2011/112617 EN 2011 09 15

(71) 申请人 应田材料公司

地址 美国加利福尼亚洲

(72) 发明人 约瑟夫·尤多夫斯凯 安·N·阮
泰·T·因戈

(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

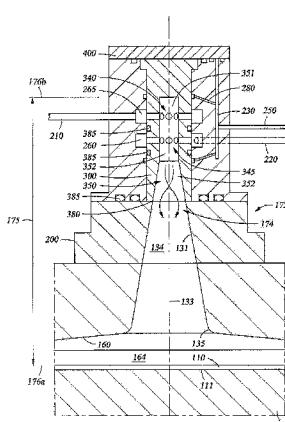
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 10 页

(54) 发明名称

具有多重注射道的原子层沉积腔室

(57) 摘要

本发明的实施方式涉及在原子层沉积工艺期间在基板上沉积材料的设备和方法。在一种实施方式中，腔室盖组件包含：通道，所述通道具有上部和，其中所述通道沿着中心轴延伸；壳体，所述壳体具有内部区域并至少部分界定两个或更多个环状通道的壳体；插入件，所述插入件设置在所述内部区域中并界定所述上部，所述上部流通地耦接所述两个或更多个环状通道；以及锥形底部表面，从通道的底部延伸至腔室盖组件的周围部分。



1. 一种腔室盖组件,所述腔室盖组件包含:

通道,所述通道具有上部和下部,其中所述通道沿着中心轴延伸;

壳体,具有内部区域并至少部分界定两个或更多个环状通道;

插入件,设置于所述内部区域中并界定所述上部,所述上部流通地耦接所述两个或更多个环状通道;以及

锥形底部表面,自所述通道的底部延伸至所述腔室盖组件的周围部分。

2. 如权利要求 1 所述的腔室盖组件,其中所述壳体进一步包含设置于基座上的环状歧管,所述环状歧管界定所述内部区域。

3. 如权利要求 2 所述的腔室盖组件,其中所述两个或更多个环状通道以垂直间隔方式沿着所述中心轴设置。

4. 如权利要求 1 所述的腔室盖组件,其中各环状通道环绕地越过所述内部区域,并提供 360° 的流体连通,并且各环状通道耦接流体传输管线,其中各流体传输管线耦接一个或多个流体源。

5. 如权利要求 2 所述的腔室盖组件,进一步包含净化管线,所述净化管线设置于所述环状歧管中。

6. 如权利要求 5 所述的腔室盖组件,其中所述净化管线包含耦接一条或多条间隙净化管线的水平气体输送管线,所述一条或多条间隙净化管线流通地耦接所述内部区域。

7. 如权利要求 6 所述的腔室盖组件,其中至少一条间隙净化管线在所述两个或更多个环状通道上方耦接所述内部区域,且至少一条间隙净化管线在所述两个或更多个环状通道下方耦接所述内部区域。

8. 如权利要求 6 所述的腔室盖组件,其中各间隙净化管线进一步包含越过所述内部区域而环绕地形成的环状通道。

9. 如权利要求 6 所述的腔室盖组件,其中所述净化管线进一步包含垂直设置的管线,所述管线设置于所述环状歧管中。

10. 如权利要求 2 所述的腔室盖组件,其中所述插入件包含耦接盖体,所述耦接盖体具有适于耦接至所述壳体的顶部的截切部分,所述插入件还包含适于设置于所述环状歧管内部并充满所述环状歧管内部的垂直本体。

11. 如权利要求 10 所述的腔室盖组件,其中所述插入件进一步包含一组或多组的多个孔,所述多个孔沿着水平平面穿过所述垂直本体而设置,以耦接各环状通道并在各环状通道与所述上部之间提供多重 - 孔入口。

12. 如权利要求第 10 所述的腔室盖组件,其中所述通道的所述上部由所述垂直本体界定以包含圆柱形状。

13. 如权利要求 12 所述的腔室盖组件,其中所述垂直本体进一步包含圆柱状的上部以及扩展的底部,所述扩展的底部设置于一组多个底部孔下方。

14. 如权利要求 1 所述的腔室盖组件,其中各所述孔流通地耦接所述两个或更多个环状通道中的至少一个环状通道。

15. 一种处理基板的方法,所述方法包含下列步骤:

将两种或更多种处理气体从一个或多个流体源流经腔室盖组件的多个流体传输管线;

将所述两种或更多种处理气体从所述流体传输管线流经两个或更多个环状通道，所述环状通道至少部分由所述腔室盖组件的壳体所界定，所述壳体具有内部区域；

将所述两种或更多种处理气体从所述两个或更多个环状通道流经设置于所述内部区域中的插入件，并进入所述腔室盖组件中的通道的上部，所述插入件界定了所述通道的所述上部；以及

将所述一种或多种处理气体流经所述通道并进入基板上方的反应区，所述基板设置于基板支撑件上。

具有多重注射道的原子层沉积腔室

[0001] 发明背景

发明领域

[0002] 本发明的实施方式总体上涉及用于原子层沉积的设备和方法。更具体地，本发明的实施方式涉及用于原子层沉积的改良的气体传输设备和方法。

[0003] 相关技术描述

[0004] 可靠地制造亚微米以及更小的特征结构 (feature) 是用于下一代半导体装置的较大规模集成电路 (very large scale integration, VLSI) 以及超大规模集成电路 (ultra large-scale integration, ULSI) 的关键技术之一。然而，随电路技术的边缘受压缩，在 VLSI 和 ULSI 技术中互连结构 (interconnect) 的尺寸收缩 (shrinking dimension) 对处理能力有额外的需求。位于此技术核心的多层次互连结构需要精确处理高纵横比 (aspect ratio) 的特征结构，诸如通孔 (via) 及其他的互连结构。可靠的形成这些互连结构对于 VLSI 及 ULSI 的成功，以及对于继续致力于增加个体基板的电路密度及质量而言是非常重要的。

[0005] 随电路密度的增加，诸如通孔、沟槽、触点及其它特征结构之类的互连结构加之所述部件之间的电介质材料的宽度，被减少到 45nm 和 32nm 尺寸，而电介质层的厚度实质上维持不变，结果造成特征结构的纵横比增加。许多传统沉积工艺难以填充纵横比超过 4 : 1 的亚微米结构，特别是在纵横比超过 10 : 1 的情况下。因此，现正大量地致力于形成实质上无空隙、无缝，并具有高纵横比的亚微米特征结构。

[0006] 原子层沉积 (ALD) 是一种沉积技术，开发来用于将材料层沉积在具有高纵横比的特征结构上。ALD 处理的一个实例包括顺序导入气体脉冲。例如，用于顺序导入气体脉冲的一个循环可包括：第一反应物气体的脉冲，接着是净化气体的脉冲和 / 或抽吸排气，接着是第二反应物气体的脉冲，接着是净化气体的脉冲和 / 或抽吸排气。本文所用的术语“气体”定义为包括单一气体或多种气体。顺序导入第一反应物和第二反应物的分别的脉冲，可导致基板表面上反应物单层的交替自限性吸收 (self-limiting absorption)，并由此形成各循环的材料单层。可重复循环以达到沉积材料的期望厚度。第一反应物气体的脉冲与第二反应物气体的脉冲之间的净化气体脉冲和 / 或抽吸排气，用于减少因腔室中留存过量反应物而使反应物有气相反应的可能性。

[0007] 由于第一反应物和第二反应物的单层对于层的形成来说是必须的，故在用于 ALD 处理的某些腔室设计中已观察到，来自常规 ALD 腔室注射处理的气体流无法提供均匀的环状气体流，导致了在基板表面上产生局部的薄点 (thin spot)。

[0008] 因此，对于在 ALD 工艺期间使用以更均匀的气体流来沉积膜的设备和方法有所需求。

[0009] 发明概述

[0010] 本发明的实施方式涉及用于在原子层沉积 (ALD) 工艺期间在基板上均匀地沉积材料的设备和方法。在一种实施方式中，腔室盖组件包含：具有上部和下部的通道，其中所

述通道沿着中心轴延伸；具有内部区域且至少部分界定两个或更多个环状通道的壳体；设置于所述内部区域中并界定所述上部的插入件，所述上部流通地（fluidly）耦接所述两个或更多个环状通道；以及自所述通道的底部延伸至腔室盖组件的周围部分的锥形底部表面。

[0011] 在一种实施方式中，用于处理基板的方法包括下列步骤：将两种或更多种处理气体从一个或多个流体源流经腔室盖组件的多个流体传输管线；将所述两种或更多种处理气体自所述流体传输管线流经两个或更多个环状通道，所述环状通道至少部分由所述腔室盖组件的壳体所界定，所述壳体具有内部区域；将所述两种或更多种处理气体从所述两个或更多个的环状通道流经设置于所述内部区域中的插入件，并进入所述腔室盖组件中的通道的上部，所述插入件界定了所述通道的上部；以及将所述一种或多种处理气体流经所述通道并进入基板上方的反应区，所述基板设置于基板支撑件上。

[0012] 附图简述

[0013] 为使本发明的上述特征得以实现并被更详细地了解，参照实施方式来更具体地说明以上所概述的发明，其中部分实施方式表示在附图中。

[0014] 然而，应注意的是，所附的附图仅为说明本发明的典型实施方式，因而非用于限制发明范围，本发明允许其它等效的实施方式。

[0015] 图 1A 描绘了一种处理腔室的示意性剖面图，所述处理腔室包括适于本文一种实施方式所描述的原子层沉积用的盖组件以及气体传输设备；

[0016] 图 1B 描绘了适于本文一种实施方式所描述的原子层沉积用的盖组件以及气体传输设备的示意性剖面图；

[0017] 图 1C 描绘了适于本文一种实施方式所描述的原子层沉积用的盖组件以及气体传输设备的顶部的透视图；

[0018] 图 1D 描绘了适于本文一种实施方式所描述的原子层沉积用的盖组件以及气体传输设备的示意性剖面图；

[0019] 图 2A 描绘了适于本文一种实施方式所描述的原子层沉积用的盖组件及气体传输设备的壳体的一种实施方式的透视图；

[0020] 图 2B 描绘了图 2A 中的用于盖组件及气体传输设备的壳体的一种实施方式的顶视图；

[0021] 图 2C 描绘了图 2A 中的用于盖组件及气体传输设备的一种实施方式的示意性剖面图；

[0022] 图 2D 描绘了图 2A 中的盖组件及气体传输设备的一种实施方式的示意性剖面图；

[0023] 图 2E 描绘了图 1A 中的盖组件及气体传输设备的一种实施方式的透视剖面图；

[0024] 图 2F 描绘了盖组件及气体传输设备的一种实施方式的示意性剖面图；

[0025] 图 2G 描绘了图 2F 的盖组件及气体传输设备的一种实施方式的透视剖面图；

[0026] 图 3A 描绘了用于盖组件及气体传输设备的插入件的一个实施方式的透视图，该盖组件及气体传输设备适用于本文一种实施方式所述的原子层沉积；

[0027] 图 3B 描绘了图 3A 中的盖组件及气体传输设备的示意性剖面图；以及

[0028] 图 3C 描绘了图 3B 中的盖组件及气体传输设备的示意性剖面图。

[0029] 详细描述

[0030] 本发明的实施方式提供了可用来在原子层沉积 (ALD) 工艺期间沉积材料的设备及方法。实施方式包括 ALD 处理腔室以及气体传输系统，所述气体传输系统包括多重注射道盖组件。另一些实施方式提供了在 ALD 工艺期间使用这些气体传输系统来沉积材料的方法。用于结合本文所述的设备的合适处理腔室的实例包括，可自加州圣大克劳拉市 (Santa Clara, California) 的 Applied Materials, Inc. 获得的高 k 介电常数和金属 ALD 沉积腔室。以下对处理腔室的描述是基于前后文及示范意图，不应被解读或推断为对本发明范围的限制。

[0031] 图 1A 至 1C 为一种实施方式的处理腔室 100 的示意图，该处理腔室 100 包括适用于 ALD 处理的气体传输系统 130。图 1D 为包括气体传输系统 130 的另一种实施方式的处理腔室 100 的示意图。处理腔室 100 包括腔室本体 102，腔室本体 102 具有侧壁 104 以及底部 106。处理腔室 100 中的狭缝阀 (slit valve) 108 提供了机械手 robot (未示出) 的出入口 (access)，以将基板 110，如 200mm 或 300mm 的半导体晶片或玻璃基板，传输进入处理腔室 100 或从处理腔室 100 中取回。

[0032] 基板支撑件 112 在处理腔室 100 中将基板 110 支撑在基板接收表面 111 上。将基板支撑件 112 安装至升降马达 114，用以升高和降低基板支撑件 112 以及设置于上面的基板 110。连接至升降马达 118 的升降板 116 安装于处理腔室 100 中，并可升高和降低穿过基板支撑件 112 而可移动地设置的升降销 120。升降销 120 在基板支撑件 112 的表面上方升高和降低基板 110。基板支撑件 112 可包括真空夹盘 (未示出)、静电夹盘 (未示出) 或夹持环 (未示出)，用以在沉积处理期间将基板 110 紧固至基板支撑件 112。

[0033] 基板支撑件 112 的温度可调整，以控制设置于上面的基板 110 的温度。例如，可使用诸如电阻加热器 (未示出) 之类的嵌入式加热元件来加热基板支撑件 112，或可使用诸如设置于基板支撑件 112 上方的加热灯 (未示出) 之类辐射热来加热基板支撑件 112。净化环 122 可设置于基板支撑件 112 上以界定净化通道 124，净化通道 124 提供净化气体至基板 110 的周围部分，以防止上面的沉积。

[0034] 气体传输系统 130 设置于腔室本体 102 的上部，以将诸如处理气体和 / 或净化气体之类的气体提供至处理腔室 100。图 1A 至 1D 描绘了气体传输系统 130，所述气体传输系统 130 配置成将基板 110 暴露至至少两种气体源或化学前驱物 (precursor)。图 1B 为沿着图 1A 的 1B 线的剖面图。真空系统 178 连通抽吸通道 179，以从处理腔室 100 中排出任何期望的气体，并协助维持处理腔室 100 的抽吸区 166 内的期望压力或期望压力范围。

[0035] 在一种实施方式中，气体传输系统 130 包括腔室盖组件 132，腔室盖组件 132 具有延伸经过腔室盖组件 132 的中央部分的气体分散通道 134。气体分散通道 134 朝向基板接收表面 111 垂直延伸，并且也沿着气体分散通道 134 的中心轴 133 经过盖板 170 延伸至下表面 160。在一个实例中，气体分散通道 134 的一部分沿着上部 350 内的中心轴 133 实质上呈圆柱状，且气体分散通道 134 的一部分相对于气体分散通道 134 的下部 135 内的中心轴 133 逐渐锥化。气体分散通道 134 进一步延伸通过下表面 160 并进入反应区 164。下表面 160 从气体分散通道 134 的下部 135 延伸至扼流圈 162。下表面 160 的尺寸及形状实质上覆盖了设置于基板支撑件 112 的基板接收表面 111 上的基板 110。

[0036] 处理气体在通过分散通道时，被迫绕着气体分散通道 134 的中心轴 133 回转 (revolution)。环绕气体流 174，即表示通过分散通道的处理气体流，可含有多种流动

模式 (flow pattern) 类型, 如漩涡模式、螺旋模式 (helix pattern)、盘旋模式 (spiral pattern) 或上述模式的衍生模式。环绕气体流 174 可绕着气体分散通道 134 的中心轴 133 延伸至少约 1 个回转, 优选地, 至少约 1.5 个回转, 更优选地, 至少约 2 个回转, 更优选地, 至少约 3 个回转, 且更优选地, 约 4 个或更多个回转。

[0037] 气体分散通道 134 包括上部 350, 该上部 350 具有气体入口 340、345 以提供来自两对类似的阀 142A/152A、142B/152B 的气体流, 所述两对类似的阀可一起提供和 / 或分别提供。在一种配置中, 阀 142A 及阀 142B 耦接至各自的反应物气体源, 但优选地耦接至相同的净化气体源。例如, 阀 142A 耦接至反应物气体源 138, 阀 142B 耦接至反应物气体源 139, 且阀 142A、142B 二者皆耦接至净化气体源 140。各阀 142A、142B 包括具有阀座组件 (valve seat assembly) 144A、144B 的传输管线 143A、143B, 且各阀 152A、152B 包括具有阀座组件 146A、146B 的净化管线 145A、145B。传输管线 143A、143B 流体连通反应物气体源 138 及 139, 并流体连通气体分散通道 134 的气体入口 340、345。传输管线 143A、143B 的阀座组件 144A、144B 控制从反应物气体源 138 及 139 到气体分散通道 134 的反应物气体流。净化管线 145A、145B 连通净化气体源 140, 并与传输管线 143A、143B 的阀座组件 144A、144B 下游的传输管线 143A、143B 相交。净化管线 145A、145B 的阀座组件 146A、146B 控制从净化气体源 140 到气体分散通道 134 的净化气体流。若使用载气从反应物气体源 138 及 139 传输反应物气体, 优选使用相同的气体作为载气和净化气体 (例如, 以氩气作为载气和净化气体)。

[0038] 各阀座组件 144A、144B、146A、146B 可包含隔板 (diaphragm) (未示出) 和阀座 (未示出)。隔板可经偏压而开启或关闭, 且可经致动而分别关闭或开启。隔板可经气动致动或经电动致动。气动致动阀包括可自 Fujikin, Inc. 以及 Veriflo Division, Parker Hannifin, Corp 获得的气动致动阀。电动致动阀包括可自 Fujikin, Inc 获得的电动致动阀。举例而言, 可使用的 ALD 阀为 Fujikin 第 FPR-UDDFAT-21-6. 35-PI-ASN 号型号, 或 Fujikin 第 FPR-NHDT-21-6. 35-PA-AYT 号型号。可编程逻辑控制器 148A、148B 可耦接至阀 142A、142B, 以控制阀 142A、142B 的阀座组件 144A、144B、146A、146B 的隔板的致动。气动致动阀可在低达约 0. 020 秒的时间段内提供气体脉冲。电动致动阀可在低达约 0. 005 秒的时间段内提供气体脉冲。典型地, 电子致动阀需要使用耦接于阀与可编程逻辑控制器之间的驱动器。

[0039] 各阀 142A、142B 可为零无效容积阀 (zero dead volume valve), 使得在阀座组件 144A、144B 关闭时, 来自传输管线 143A、143B 的反应物气体能注满。例如, 净化管线 145A、145B 可设置成邻近传输管线 143A、143B 的阀座组件 144A、144B。当阀座组件 144A、144B 关闭时, 净化管线 145A、145B 可提供净化气体充满传输管线 143A、143B。在一种实施方式中, 净化管线 145A、145B 设置成与传输管线 143A、143B 的阀座组件 144A、144B 稍微间隔开来, 使得当阀座组件 144A、144B 开启时, 净化气体不直接进入阀座组件 144A、144B。如本文所用的零无效容积阀定义为具有可忽略的无效容积 (即, 并不必要为零无效容积) 的阀。

[0040] 各个阀对 142A/152A、142B/152B 可适于提供反应物气体和净化气体的组合气体流和 / 或分别气体流。关于阀对 142A/152A, 反应物气体和净化气体的组合气体流的一个实例包括, 来自净化气体源 140 经过净化管线 145A 的连续净化气体流, 以及来自反应物气体源 138 经过传输管线 143A 的反应物气体脉冲。可通过使净化管线 145A 的阀座组件 146A 的隔板开启来提供连续净化气体流。可通过开启和关闭传输管线 143A 的阀座组件 144A 的

隔板来提供来自反应物气体源 138 的反应物气体脉冲。关于阀对 142A/152A, 反应物气体和净化气体的分别气体流的一个实例包括, 来自净化气体源 140 经过净化管线 145A 的净化气体脉冲, 以及来自反应物气体源 138 经过传输管线 143A 的反应物气体脉冲。可通过开启和关闭净化管线 145A 的阀座组件 146A 的隔板来提供净化气体的脉冲。可通过开启和关闭传输管线 143A 的阀座组件 144A 的隔板来提供来自反应物气体源 138 的反应物气体脉冲。

[0041] 阀 142A、142B 的传输管线 143A、143B 可通过流体传输管线 210、220 以及环状通道 260、265 耦接气体入口 340、345。流体传输管线 210、220 可与阀 142A、142B 整合或与阀 142A、142B 分开, 并由此连接至一个或多个流体源。在一种方式中, 阀 142A、142B 可尽量靠近地耦接气体分散通道 134, 以减少阀 142A、142B 与气体入口 340、345 间的传输管线 143A、143B 与流体传输管线 210、220 的任何不必要容积。

[0042] 不愿受理论约束, 据相信, 气体分散通道 134 的直径——所述直径自气体分散通道 134 的上部 350 至沿着中心轴 133 的某点处恒定不变, 而从该点至气体分散通道 134 的下部 135 渐增——允许经过气体分散通道 134 的气体有较少的绝热膨胀 (adiabatic expansion), 所述较少的绝热膨胀有助于控制环绕气体流 174 所含有的处理气体的温度。例如, 传输进入气体分散通道 134 的气体的突发性绝热膨胀可能造成气体温度下降, 因而可能造成气体的冷凝并形成液滴。另一方面, 据相信, 逐渐锥化的气体分散通道 134 可提供较少的气体绝热膨胀。因此, 可将更多的热传递至气体或自气体传递出, 并因而可通过控制腔室盖组件 132 的温度而更容易地控制气体的温度。气体分散通道 134 可逐渐锥化并含有一种或多种锥形内表面, 如锥形笔直表面、下凹表面、凸出表面或其组合, 或者可含有具一种或多种锥形内表面的区段 (即, 部分锥形而部分非锥形)。

[0043] 图 1D 为图 1B 所示的处理腔室 100 的类似示图, 且可包括类似的特征和组件。图 1D 表示了气体传输系统 130 的一种实施方式, 该气体传输系统 130 包括四条流体传输管线 210、215、220、225 耦接分散通道 134 的气体入口 340、345、370、375, 以从如前所述的类似阀对提供气体流。在该实施方式中, 包括上部 350 的气体分散通道 134 具有四组气体入口 340、345、370、375, 以从阀对提供气体流, 所述气体流可一起提供和 / 或分开提供。阀的传输管线可经过流体传输管线 210、215、220、225 以及环状通道 260、265、270、275 耦接气体入口 340、345、370、375。

[0044] 腔室盖组件包括通道 134, 所述通道 134 沿着中心轴在腔室盖组件的一部分处延伸并扩展。可由设置于壳体 200 中的插入件 300 界定通道 134 的上部 350。可在壳体 200 及插入件 300 上设置盖体 400。

[0045] 壳体 200 可包括设至在基座 207 上的环状歧管 205。在如图 2A 至 2G 中所示的实施方式中, 环状歧管 205 界定内部区域 290 并至少部分界定围绕内部区域 290 而设置的两个或更多个环状通道。第 2C 图为沿着图 2A 的 2C 线的剖面图。图 2D 为沿着图 2C 的 2D 线的剖面图。在可替代的实施方式中, 环状歧管 205 界定内部区域 290, 并包含围绕内部区域 290 而设置的环状通道。图 2F 为另一实施方式, 显示了三条流体传输管线以及两个环状通道。图 2G 为沿着图 2F 的 2G 线的剖面图。

[0046] 两个或更多个环状通道沿着环状歧管 205 的中心轴 133 以彼此垂直分隔的方式设置。环状通道, 如环状通道 260, 包含适于流体在其中流动的通道, 并部分或完全地围绕内部区域 290。环状通道可为内部区域提供多达 360° 的流体连通, 例如自 270° 至 360° 地

环绕内部区域。各环状通道允许流体，如处理气体，从流体源（如，气体源）传输至内部区域，用以经过形成于插入件 300 中的孔分散流体，所述插入件 300 耦接环状歧管 205。各环状通道可具有多种截面形状和设计。例如，环状通道可为圆形、半圆形、矩形或椭圆形截面设计。优选地，截面设计适于提供流体（如处理气体）有效地从环状通道流动至耦接环状通道的孔。例如，环状通道可包含矩形截面的三个侧面，而第四侧面可为插入件 300 的垂直本体 330。以这种方式，三个矩形截面的侧面与插入件 300 的垂直本体 330 的第四侧面一起界定环状通道。

[0047] 在一种实施方式中，如图 2D 及 2E 所示，各环状通道（如环状通道 260）环绕地越过（span）内部区域 290，并提供内部区域 360° 的流体连通。在可替代的实施方式中，环状通道之一可具有 360° 的流体连通，并且至少一个第二环状通道具有少于 360° 的流体连通。在一种实施方式中，第一环状通道 260 及第二环状通道 265 均环绕内部区域 290 设置。

[0048] 可在环状歧管 205 中设置一个或多个筒状加热器 240。壳体 200 可由不锈钢制成。盖体 400 也可由不锈钢制成。

[0049] 如图 1D、2A 和 2F 所示，各环状通道耦接各自的流体传输管线，如流体传输管线 210、215、220、225。或者，如图 2F 和 2G 所示，各环状通道可耦接两个或更多个流体传输管线，所述两个或更多个流体传输管线可提供混合气体或者可替代气体流经环状通道。流体传输管线 210、215 和 220 耦接环状通道 260、265。图 2G 显示流体传输管线 210 和 215 各自耦接环状通道 265。

[0050] 各流体管线耦接流体源，如气体源。或者，各流体管线可耦接两个或更多个气体源，所述两个或更多个气体源可提供混合气体或者可替代气体流经环状通道。多重环状通道的使用可允许供应不同前驱物，如氯化铪和水用于氧化铪沉积处理，和 / 或允许以不同的浓度供应相同前驱物。此外，充气部（plenum）可供应不同的前驱物，包括混合前驱物或者前驱物的交替传输。

[0051] 至少一条净化管线，如净化管线 250，也可形成于环状歧管 205 中。净化管线被导入环状歧管 205 的垂直部分。净化管线包含耦接一条或多条间隙净化管线 280 的水平气体输送管线，所述间隙净化管线 280 设置来接触一系列环状通道的上方和下方的内部区域 290。内部区域处的各间隙净化管线 280 可具有延伸的环状通道，如以围绕方式形成的环状通道 245、255，形成于环状歧管 205 邻近内部区域的表面处。净化管线 250 也耦接垂直设置于环状歧管 205 中的管线 230。所述一条或多条间隙净化管线也沿着插入件 300 的垂直本体 330 提供净化气体，流至介于插入件 300 与盖体罩 172 的材料之间的材料交会处 380，所述盖体罩 172 形成了邻近的气体分散通道 134。净化气体将进一步防止处理气体与任何设置于壳体与插入件的间的结构性密封材料（如 O 型环 385）反应，其中盖体罩 172 的下层材料和盖板组件形成邻近的气体分散通道 134。

[0052] 净化管线 250 可连接至如前所述用于处理腔室的多个净化气体源之一，且净化气体可包含非反应性气体，如氮或惰性气体。净化管线在插入件与环状歧管 205 之间提供净化气体，以去除那些区域中的不想要的处理气体。由此净化气体可保护诸如 O 型环材料等之类的敏感性材料不受处理气体影响，所述敏感性材料当暴露于诸如金属卤化物前驱物之类的反应性处理气体时，会随时间降解。

[0053] 参见图 3A 至 3C，插入件 300 设置于内部区域 290 中并界定通道 134 的上部 350。

插入件包含耦接盖体 310，该耦接盖体 310 具有适于耦接至壳体 200 顶部的截切部分 320，插入件还包含适于设置在环状歧管 205 内部并充满环状歧管 205 内部的垂直本体 330。本体 330 界定上部 350。该上部可包含圆柱形状或实质上的圆柱形状。在一个实例中，如图 3B 所示，上部 350 包含圆柱状上部 351 以及扩展的底部 352，且扩展的底部 352 设置在底部一组的多个孔 346 的下方。

[0054] 可在插入件 300 的垂直本体中设置一个或多个气体入口 340、345。沿着垂直本体 330 一部分的水平平面，入口 340、345 可包含多个孔 341、346，从而形成多重孔入口 340、345。沿着各水平平面的孔 341、346 的数量可介于 2 与 10 个孔之间，例如，图 3A 至 3C 所示的 6 个孔。可沿着插入件 300 形成一组或多组的多个孔。可环绕垂直本体 330 的水平平面以彼此等侧向 (equilaterally) 的方式设置孔 341、346。或者，可分隔和 / 或成组地设置孔 341、346，以提供进入上部 350 的期望的气体流特征。据相信，环绕垂直本体 330 的水平平面以彼此等侧向 (equilaterally) 的方式设置的孔，结合上部 350 形成均等沟槽，可允许相同或实质上相同的压力和气体流速率经过各孔 341、346，以在基板表面处提供更均匀的处理气体流。

[0055] 可以相对于中心轴 133 以任何角度设置孔 341、346，如大约与中心轴 133 或气体分散通道 134 相切并通过垂直本体 330。可将孔 341、346 定向成以不同的角度朝向径向和垂直方向。优选地，孔 341、346 在水平和 / 或垂直方向上以 0° 至 90° 的角度设置以提供期望的流体特征。在一个实施方式中，孔 341 和 346 定位成与上部 350 相切的角度，如在大约 0° 至大约 90° 的范围内的角度，优选地在大约 0° 至大约 60°，优选地在大约 0° 至大约 45°，且更优选地在大约 0° 至大约 20°。

[0056] 孔 341、346 设置成流通地耦接环状歧管 205 的两个或更多个环状通道 260、265。多组的多个孔可以与对应于在环状歧管 205 中形成的环状通道的各个入口一起使用。孔可为任何截面形状，例如，矩形形状、圆柱状管体或泪滴形状。据相信，环状通道和具有多孔的入口的组合在基板表面处提供了更均匀的处理气体流。

[0057] 插入件 300 可以由不会与处理气体（如，金属卤化物前驱物气体）反应的材料制成。此类材料之一为石英。在附图所示的配置中，观察到石英插入件具有增加的材料兼容性，即，石英插入件与卤化物前驱物和其它处理气体（如，水）的反应性低于诸如不锈钢或铝之类其它材料与卤化物前驱物和其它处理气体的反应性。此外，插入件材料还可更兼容于插入件 300 可能接触的其它腔室结构性部件材料。例如，盖体罩 172 和围绕气体分散通道 134 的部分盖板 170 典型地以石英制成，由此石英插入件 300 将具有良好的材料兼容性，且对制造和组装而言在结构上更具兼容性。

[0058] 据相信，本文所述的盖体罩与多个孔（多个进入点）形成的入口在基板表面上方提供了更均匀的处理气体流，从而在环状方向上提供了比单一进入点 / 单一进入入口更为均匀的厚度。已观察到，相较于单一进入点 / 单一进入入口而言，用本文所述的盖体罩 172 组件的多 - 环状通道沿着 2 英寸环分析 (ring analysis)、4 英寸环分析以及在距离基板边缘 3mm 处，可实现具有提高的厚度均匀性的较小晶片 - 内 - 晶片 (wafer-in-wafer ;WiW) 厚度。之前，针对单一进入点 / 单一进入入口，观察到距基板边缘 3mm 处的基板部份为具有不希望的沉积厚度和不均匀性的停滞区 (stagnant zone)。此外，已观察到，相较于单一进入点 / 单一进入入口，本文所述的多 - 环状通道可降低逆扩散的风险，允许通过分别的管线独

立控制处理气体,且相较于单一进入点 / 单一进入入口可提供加热的惰性气体净化,以保护 O 型环。此外,多 - 环状通道允许使用 PVC 阀,以增强腐蚀保护,提供简化的硬件设计,如以 VCR 配件取代面密封 (face seal),并去掉对单一进入点 / 单一进入入口而言为必须的部件,因而相较于单一进入点 / 单一进入入口而言提高了适用性。

[0059] 图 1A 至 1B 描绘了气体行进到如本文实施方式所描述的气体分散通道 134 的路径。处理气体从流体传输管线 210 和 220 传输进入气体环状通道 260 和 265, 经过气体入口 340、345, 并进入上部 350 且经过气体分散通道 134。图 2D、3B 以及 3C 表示了处理气体或前驱物气体的行进路径,即,从流体传输管线 210 进入气体环状通道 265, 经过入口 340, 并进入上部 350。如图 1B、2D、3B 和 3C 所描绘,第二路径从流体传输管线 220 延伸进入气体环状通道 260, 经过入口 345, 并进入上部 350。

[0060] 图 1B 为气体分散通道 134 的上部 350 和腔室盖组件 132 的气体分散通道 134 的剖面图,显示了通过其中的气体流的简化表现形式。虽然通过气体分散通道 134 的确切流动模式未知,但据相信,环绕气体流 174(图 1B) 可从入口 340、345 以循环流模式(如,涡流、螺旋流、盘旋流、旋流 (swirl flow)、捻流 (twirl flow)、扭转流 (twist flow)、线圈流 (coil flow)、螺旋锥流 (corkscrew flow)、曲流 (curl flow)、漩涡流 (whirlpool flow)、上述模式的衍生模式,或者上述模式的组合)行进而通过气体分散通道 134。如图 1B 所示,可以在“处理区域 (processing region)”,即与基板 110 相对的分隔的隔间,中提供循环流。在一种方式中,由于跨越气体分散通道 134 的内表面的涡流模式的清扫作用 (sweeping action) 之故,环绕气体流 174 可有助于建立更有效的气体分散通道 134 净化。

[0061] 在一种实施方式中,图 1B 描绘了基板 110 表面处的点 176a 与气体分散通道 134 的圆柱状上部 351 处的点 176b 之间的距离 175。不希望距离 175 足够长到使环绕气体流 174 分散成如跨越基板 110 的表面的盘旋气流般的向下气流。据相信,以层迭 (laminar) 方式行进的环绕气体流 174 可有效地净化腔室盖组件 132 和基板 110 的表面。在另一种实施方式中,沿着中心轴 133 延伸的距离 175 或气体分散通道 134 具有在大约 3 英寸至大约 9 英寸的范围内的长度,优选地,在大约 3.5 英寸至大约 7 英寸,且更优选地,在大约 4 英寸至大约 6 英寸,如大约 5 英寸。

[0062] 图 1A 描绘了腔室盖组件 132 的下表面 160 的至少一部分可呈从气体分散通道 134 至腔室盖组件 132 的周围部分的锥形,以协助提供从气体分散通道 134 跨越基板 110 的表面(即,自基板中央至基板边缘)的改良气体流速度轮廓 (profile)。下表面 160 可含有一个或多个锥形表面,如笔直表面、下凹表面、凸出表面或上述表面的组合。在一种实施方式中,下表面 160 呈漏斗型状中的锥形。

[0063] 在一个实例中,下表面 160 向下倾斜以帮助减少行进在腔室盖组件 132 的下表面 160 与基板 110 之间的处理气体的速度变化,同时协助使基板 110 的表面均匀暴露给反应物气体。在一种实施方式中,处于腔室盖组件 132 向下倾斜的下表面 160 与基板 110 的表面之间的流截面 (flow section) 最大面积与流截面最小面积的比例小于大约 2, 优选地, 小于大约 1.5, 更优选地, 小于大约 1.3, 且更优选地, 是大约 1。

[0064] 不愿受理论约束,据相信,以更均匀的速度行进跨越基板 110 表面的气体流有助于在基板 110 上提供更均匀的气体沉积。据相信,气体的速度与气体的浓度成正比,而气体的浓度又与基板 110 表面的气体沉积速率成正比。因此,在基板 110 表面的第一区域处相

比第二区域处的较高气体速度相信可在第一区域上提供更高的气体沉积。据相信，具有向下倾斜的下表面 160 的腔室盖组件 132 可提供跨越基板 110 表面的更均匀的气体沉积，这是因为下表面 160 提供了更均匀的速度，因而提供了跨越基板 110 表面的更均匀的气体浓度。

[0065] 根据本发明的实施方式，可利用多种方法来处理基板。在一种实施方式中，处理基板的方法包括：使来自诸如气体源 138、139 之类的一个或多个流体源的两种或更多种的处理气体流经腔室盖组件 132 的流体传输管线 210、220，并使来自流体传输管线 210、220 的两种或更多种的处理气体流经至少部分由腔室盖组件 132 的壳体 200 所界定的两个或更多个环状通道 260、265。壳体具有内部区域 290。两种或更多种的处理气体从两个或更多个环状通道 260、265 流经设置于内部区域 290 中的插入件 300，并进入腔室盖组件 132 中的通道 134 的上部 350。插入件 300 界定通道 134 的上部 350。一种或更多种处理气体流经通道 134 并进入设置于基板支撑件 112 上的基板 110 上方的反应区 164。

[0066] 图 1A 描绘位于腔室盖组件 132 的周围部分并邻近基板 110 的周缘的扼流圈 162。扼流圈 162 含有当腔室盖组件 132 被组装而在基板 110 周围形成处理区时，可在邻近基板 110 周缘的区域处限制气流穿过其中的任何构件。

[0067] 在一种具体实施方式中，扼流圈 162 与基板支撑件 112 之间的间距在大约 0.04 英寸和大约 2.0 英寸之间，优选在 0.04 英寸和大约 0.2 英寸之间。间距可依据待传输的气体以及沉积期间的处理条件而变化。通过将反应区 164 与抽吸区 166 的不均匀压力分布隔开，扼流圈 162 有助于在腔室盖组件 132 与基板 110 之间所界定的容积或反应区 164 内提供更均匀的压力分布（图 1A）。

[0068] 参见图 1A，在一种方式中，由于反应区 164 与抽吸区 166 隔开，反应物气体或净化气体仅需要充分地填充反应区 164，以确保基板 110 充分暴露给反应物气体或净化气体。在常规的化学气相沉积中，为了确保反应物的共同反应跨越基板 110 的表面而均匀地发生，现有技术的腔室必须同时且均匀地提供结合的反应物流给基板的整个表面。在原子层沉积中，处理腔室 100 向基板 110 的表面顺序导入反应物，以在基板 110 的表面上提供反应物的交替薄层吸收。因此，原子层沉积不需要同时到达基板 110 的表面的反应物流。取而代之，反应物流需要以足以使基板 110 的表面上吸收反应物薄层的量提供。

[0069] 由于反应区 164 相较于常规的 CVD 腔室的内部容积可含有较小的容积，故对原子层沉积工序中的特定处理而言，仅需较少量的气体来填充反应区 164。例如，在一种实施方式中，对适于处理 200mm 直径的基板的腔室而言，反应区 164 的容积约为 1,000cm³ 或更小，优选为 500cm³ 或更小，更优选为 200cm³ 或更小。在一种实施方式中，对适于处理 300mm 直径的基板的腔室而言，反应区 164 的容积约为 3,000cm³ 或更小，优选为 1,500cm³ 或更小，更优选为 600cm³ 或更小。在一种实施方式中，可升高或降低基板支撑件 112，以调整用于沉积的反应区 164 的容积。因为反应区 164 的容积较小，故只须使少量气体，无论是沉积气体还是净化气体，流入处理腔室 100。因此，由于使用较少量气体而降低了运作成本的缘故，处理腔室 100 的产量更高且浪费减到最小。

[0070] 图 1A 至 1B 所示的腔室盖组件 132 包含盖体罩 172 和盖板 170，其中盖体罩 172 和盖板 170 形成了气体分散通道 134。在一种实施方式中，如图 1A 至 1B 所示，处理腔室 100 包含盖体罩 172，盖体罩 172 包括具有气体环状通道 260 和 265 的壳体 200。可选择性地在

盖板 170 和盖体罩 172 之间设置额外的板件（未示出）。额外的板件可用来调整（例如，增加）盖体罩 172 与盖板 170 之间的距离，从而对应改变形成于其中的分散通道 134 的长度。在另一种实施方式中，设置于盖板 170 与盖体罩 172 之间的可选择的额外板件含有不锈钢。在其它实施方式中，气体分散通道 134 可由单片材料一体成形。

[0071] 腔室盖组件 132 可根据传输于其中的特定气体而包括冷却元件和 / 或加热元件。控制腔室盖组件 132 的温度可用来防止气体分解、沉积或冷凝于腔室盖组件 132 上。例如，可在腔室盖组件 132 中形成水通道（未示出），以冷却腔室盖组件 132。在另一实例中，加热元件（未示出）可嵌入或环绕腔室盖组件 132 的部件，以加热腔室盖组件 132。在一种实施方式中，可独立地加热或冷却腔室盖组件 132 的部件。例如，参见图 1A，腔室盖组件 132 可包含盖板 170 和盖体罩 172，其中盖板 170 和盖体罩 172 形成了气体分散通道 134。可将盖体罩 172 维持在一个温度范围，而将盖板 170 维持在另一个温度范围。例如，可通过将盖体罩 172 包裹在加热器带中，或通过使用其它加热装置来加热盖体罩 172，以防止反应物气体冷凝，并可使盖板 170 维持在环境温度下。在另一实例中，可加热盖体罩 172，并用穿过盖板 170 形成的水通道冷却盖板 170，以防止反应物气体在盖板 170 上热分解。

[0072] 腔室盖组件 132 的部件和零件可含有诸如不锈钢、铝、镀镍铝、镍、上述材料的合金之类的材料，或者其它合适的材料。在一种实施方式中，盖体罩 172 和盖板 170 可独立地制造、加工、锻造，或以其他方式由诸如铝、铝合金、钢、不锈钢、上述材料的合金或上述材料的组合之类的金属制成。

[0073] 在一种实施方式中，气体分散通道 134 的内表面 131（包括盖板 170 的内表面和盖体罩 172 的内表面二者）以及腔室盖组件 132 的下表面 160 可含有镜面抛光表面（mirror polished surface），以帮助产生沿着气体分散通道 134 和腔室盖组件 132 的下表面 160 的气体层流（laminar flow）。在另一种实施方式中，流体传输管线 210 和 220 的内表面可经过电抛光，以帮助产生穿过其中的气体层流。

[0074] 在可替代的实施方式中，气体分散通道 134 的内表面 131（包括盖板 170 的内表面和盖体罩 172 的内表面二者）和腔室盖组件 132 的下表面 160 可包含粗糙化表面或加工表面，以产生跨越（across）内表面 131 和下表面 160 的多个表面区域。粗糙化表面提供给不期望的聚集材料在内表面 131 及下表面 160 上以更好的黏着力。不期望的膜通常是由实施气相沉积处理之故而产生的，并可能会从内表面 131 和下表面 160 剥落或脱落而污染基板 110。在一个实例中，下表面 160 和 / 或内表面 131 的平均粗糙度 (R_a) 可为至少约 $10 \mu\text{in}$ ，如，在约 $10 \mu\text{in}$ （约 $0.254 \mu\text{m}$ ）至约 $200 \mu\text{in}$ （约 $5.08 \mu\text{m}$ ）的范围内，优选地，在约 $20 \mu\text{in}$ （约 $0.508 \mu\text{m}$ ）至约 $100 \mu\text{in}$ （约 $2.54 \mu\text{m}$ ），更优选地，在约 $30 \mu\text{in}$ （约 $0.762 \mu\text{m}$ ）至约 $80 \mu\text{in}$ （约 $2.032 \mu\text{m}$ ）。在另一实例中，下表面 160 和 / 或内表面 131 的平均粗糙度可为至少约 $100 \mu\text{in}$ （约 $2.54 \mu\text{m}$ ），优选地，在约 $200 \mu\text{in}$ （约 $5.08 \mu\text{m}$ ）至约 $500 \mu\text{in}$ （约 $12.7 \mu\text{m}$ ）的范围内。

[0075] 图 1A 描绘了诸如编程个人计算机、工作站计算机等之类的控制单元 180 钩接至处理腔室 100，以控制处理条件。例如，控制单元 180 可配置成在基板处理工序的不同阶段期间，控制来自气体源 138、139 和 140 的各种处理气体流和净化气体流通过阀 142A 和 142B。作为解释地，控制单元 180 包含中央处理单元（CPU）182、支持电路 184 以及含有相关控制软件 183 的存储器 186。

[0076] 控制单元 180 可为任何形式的通用计算机处理器之一,所述通用计算机处理器可用在工业设定中以用于控制多种腔室及子处理器。CPU 182 可使用任何合适的存储器 186,如本地或远程的随机存取存储器、只读存储器、软盘驱动器、硬盘或任何其它形式的数字存储器。多种支持电路可耦接至 CPU 182,用以支持处理腔室 100。控制单元 180 可耦接至位于单个腔室部件附近的另一控制器,例如,阀 142A、142B 的可编程逻辑控制器 148A、148B。控制单元 180 与处理腔室 100 的多种其它部件之间的双向沟通是通过许多信号缆线来处理的,这些信号缆线总称为信号总线 188,图 1A 中示出了其中一些信号总线 188。除了控制来自气体源 138、139、140 和来自阀 142A、142B 的可编程逻辑控制器 148A、148B 的处理气体和净化气体以外,控制单元 180 可配置成负责用于晶片处理的其它活动(如,晶片输送、温度控制、腔室排气以及其它活动)的自动控制,其中一些活动在本文的其他部分有所描述。

[0077] 参见图 1A 至 1B,在操作中,基板 110 通过机械手(未示出)经过狭缝阀 108 传输至处理腔室 100。通过升降销 120 和机械手的合作,将基板 110 定位于基板支撑件 112 上。基板支撑件 112 升高基板 110 至靠近腔室盖组件 132 的下表面 160 的相对面。可通过阀 142A 将第一气体流注射进入处理腔室 100 的气体分散通道 134,同时或分别(即,脉冲式)地通过阀 142B 将第二气体流注射进入处理腔室 100。第一气体流可含有来自净化气体源 140 的持续净化气体流以和来自反应物气体源 138 的反应物气体脉冲,或者可含有来自反应物气体源 138 的反应物气体脉冲和来自净化气体源 140 的净化气体脉冲。第二气体流可含有来自净化气体源 140 的持续净化气体流和来自反应物气体源 139 的反应物气体脉冲,或者可含有来自反应物气体源 139 的反应物气体脉冲和来自净化气体源 140 的净化气体脉冲。

[0078] 环绕气体流 174 以涡流形式行进通过气体分散通道 134,从而提供了跨越气体分散通道 134 的内表面的清扫作用。环绕气体流 174 分散成朝向基板 110 表面的向下气流。当气体流行进通过气体分散通道 134 时速度降低。气体流接着行进跨越基板 110 的表面并跨越腔室盖组件 132 的下表面 160。腔室盖组件 132 的向下倾斜的下表面 160 有助于降低跨越基板 110 表面的气体流的速度变化。气体流接着行进经过扼流圈 162,并进入处理腔室 100 的抽吸区 166。过量气体、副产物等流入抽吸通道 179,并接着通过真空系统 178 从处理腔室 100 排出。在一种方式中,气体流以层流方式行进通过气体分散通道 134 以及基板 110 的表面与腔室盖组件 132 的下表面 160 之间,这有助于使反应物气体均匀暴露给基板 110 的表面,并有效净化腔室盖组件 132 的内表面。

[0079] 如图 1A 至 1B 所示,本文所描述的处理腔室 100 具有多种特征的结合。在一种方式中,处理腔室 100 提供了包含与常规 CVD 腔室相比小容积的反应区 164。处理腔室 100 需要较少量的气体,如反应物气体或净化气体,来填充反应区 164 以用于特定的处理。在另一种方式中,处理腔室 100 提供具有向下倾斜或漏斗状下表面 160 的腔室盖组件 132,以减少在腔室盖组件 132 的底部表面与基板 110 之间行进的气体流的速度轮廓的变化。在还有一种方式中,处理腔室 100 提供气体分散通道 134,以降低被导入通过其中的气体流的速度。在还有一种方式中,处理腔室 100 以相对气体分散通道 134 的中心 α 角度提供流体传输管线。处理腔室 100 提供了如本文其他部分所描述的特征。适用于原子层沉积的腔室的其它实施方式可并入一个或多个这些特征。

[0080] 尽管上文涉及本发明的优选实施方式,但在不悖离本发明的基本范围下可设计出

本发明的其它和进一步的实施方式,本发明的范围由随后的权利要求所确定。

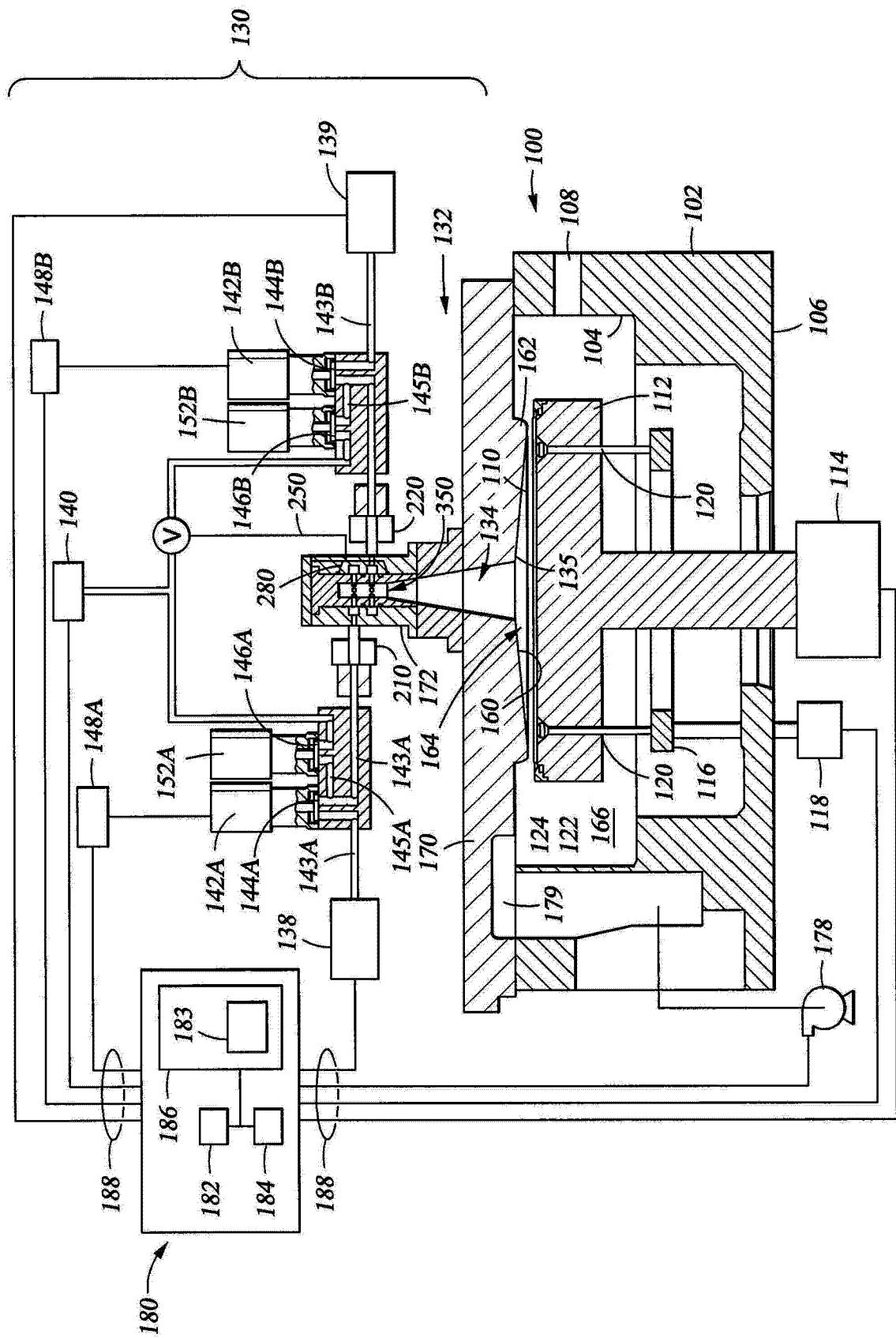


图 1A

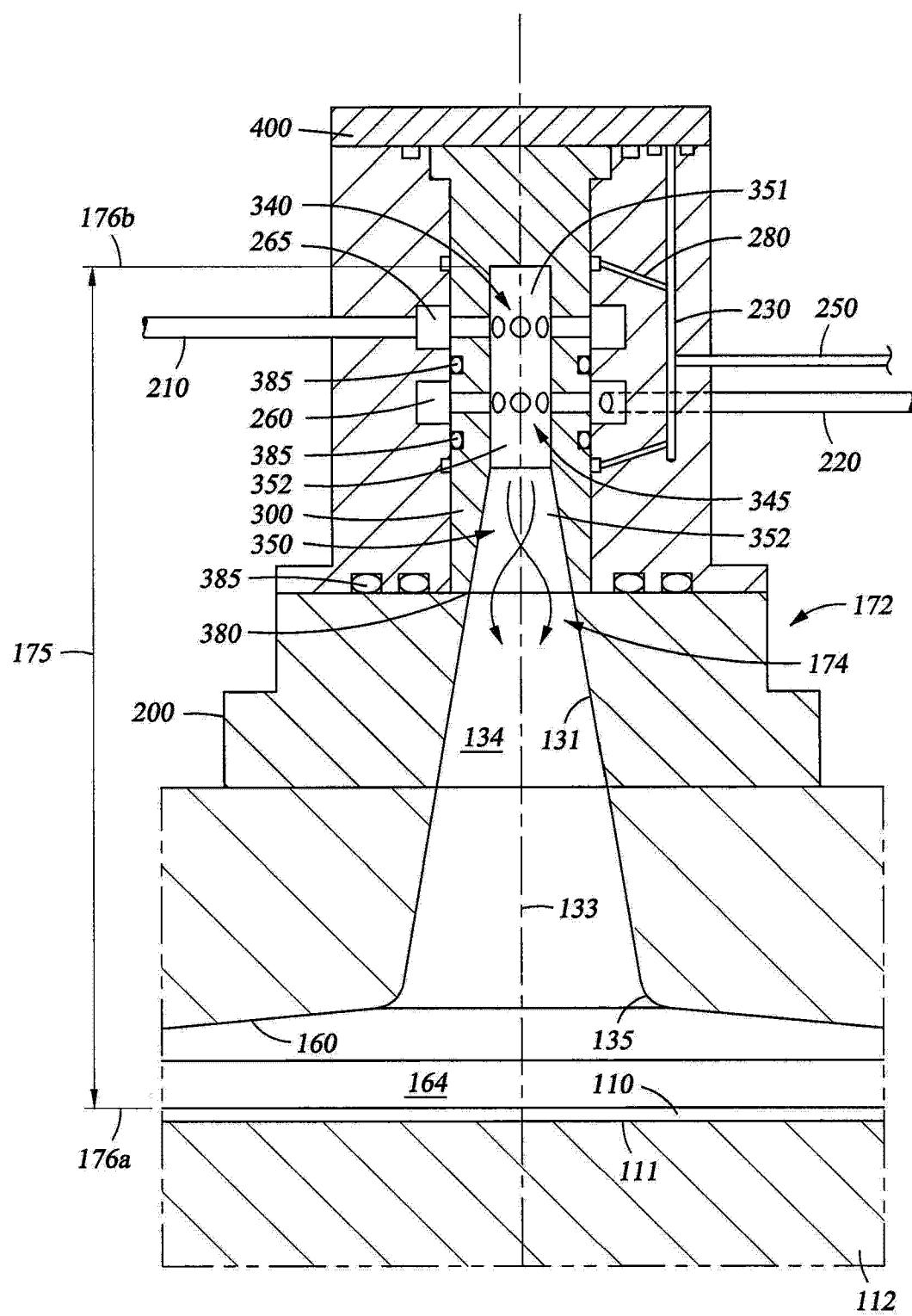


图 1B

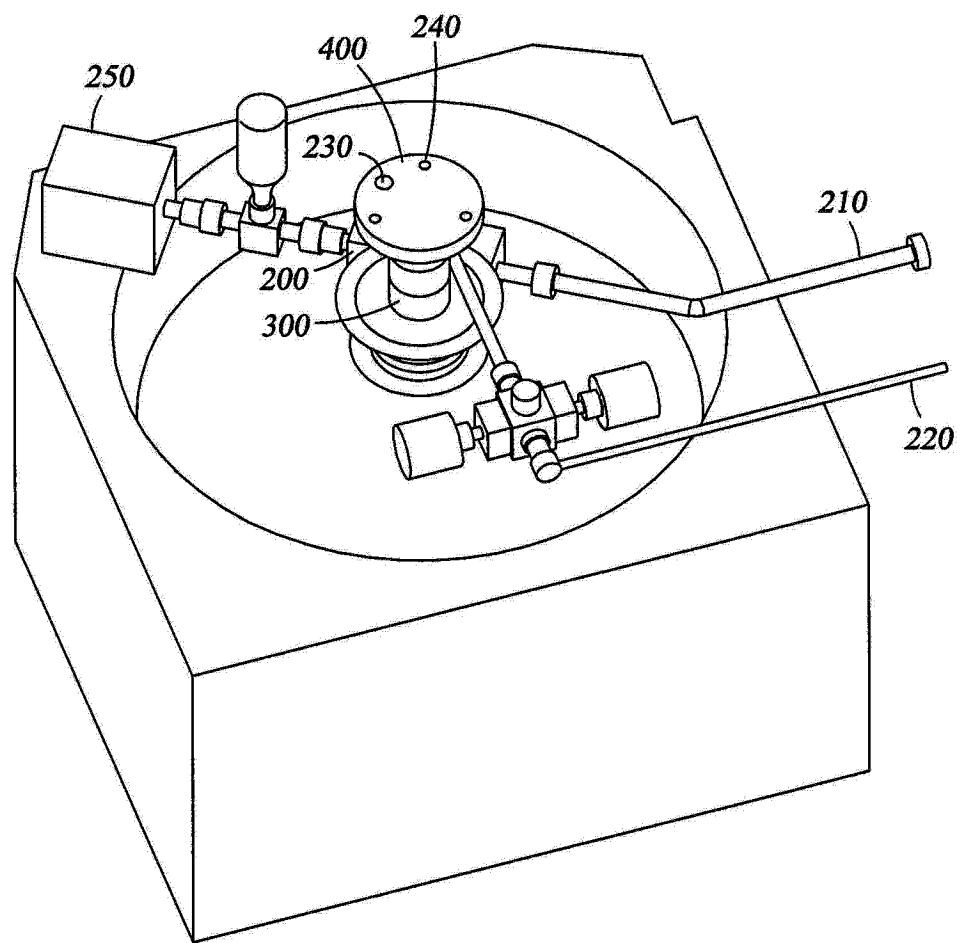


图 1C

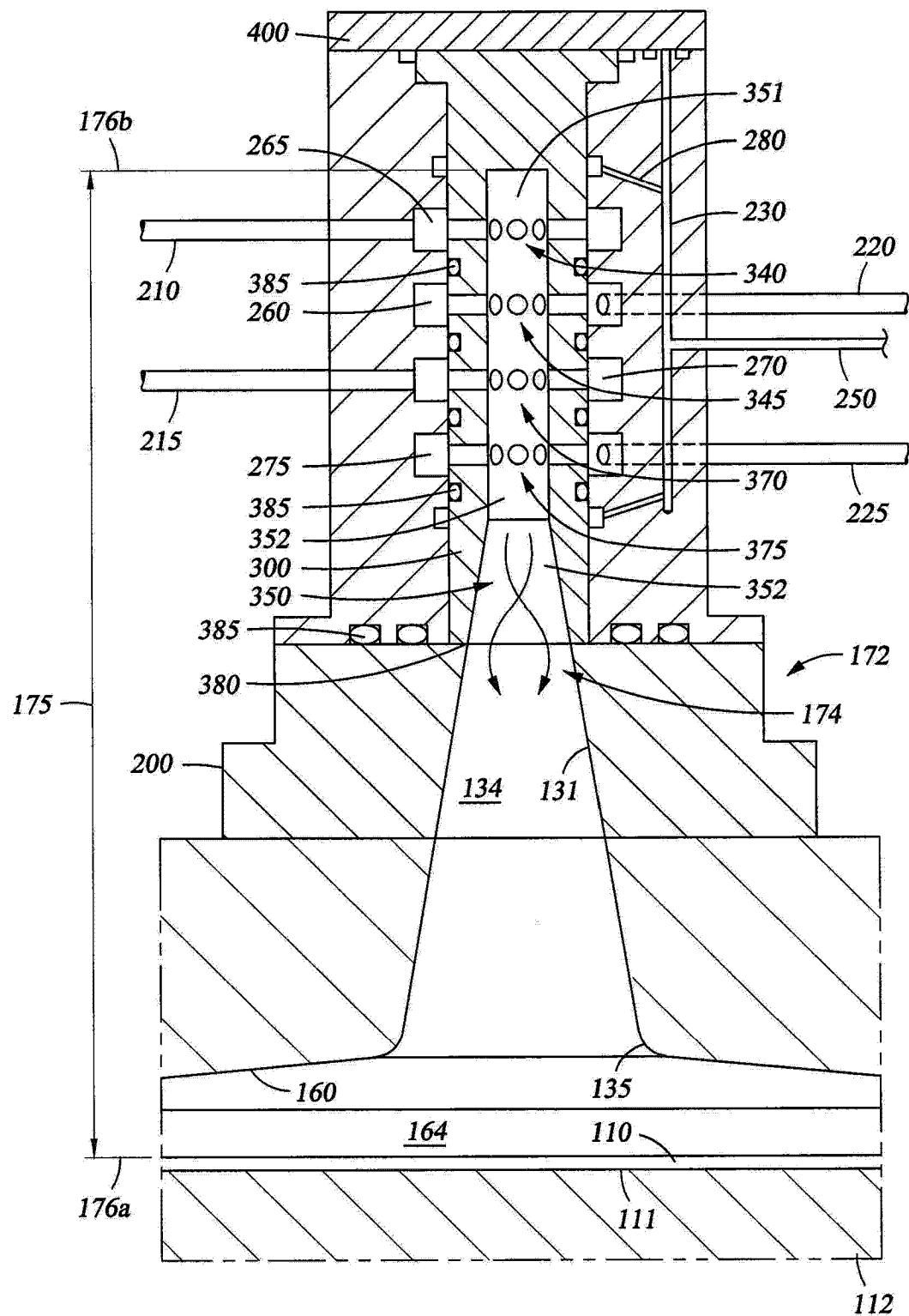


图 1D

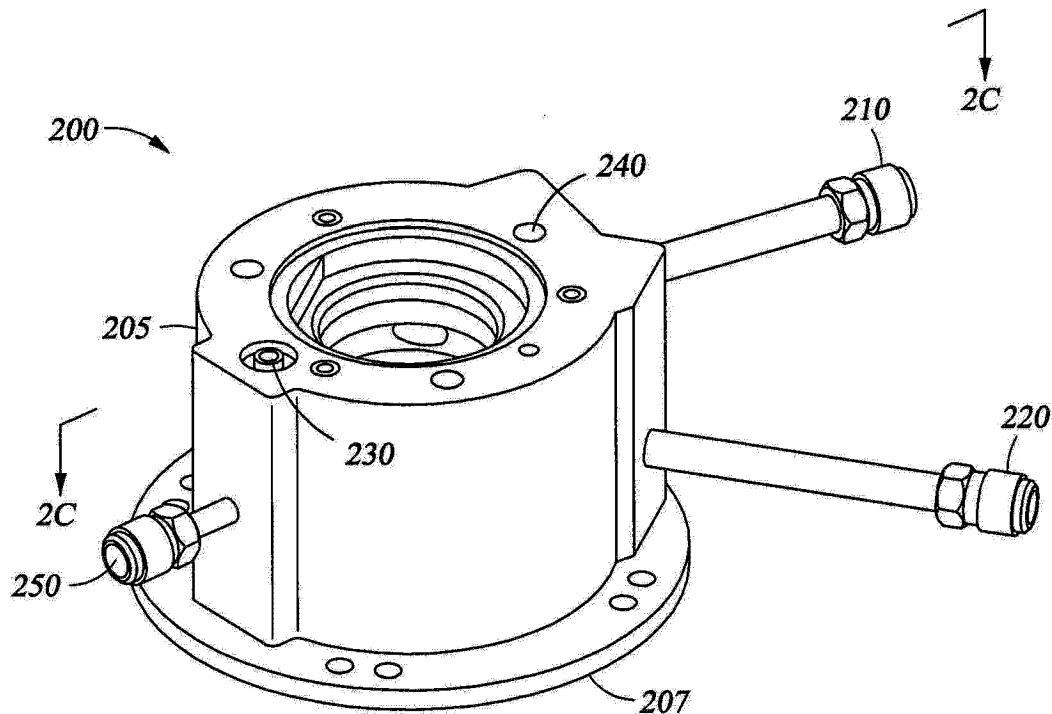


图 2A

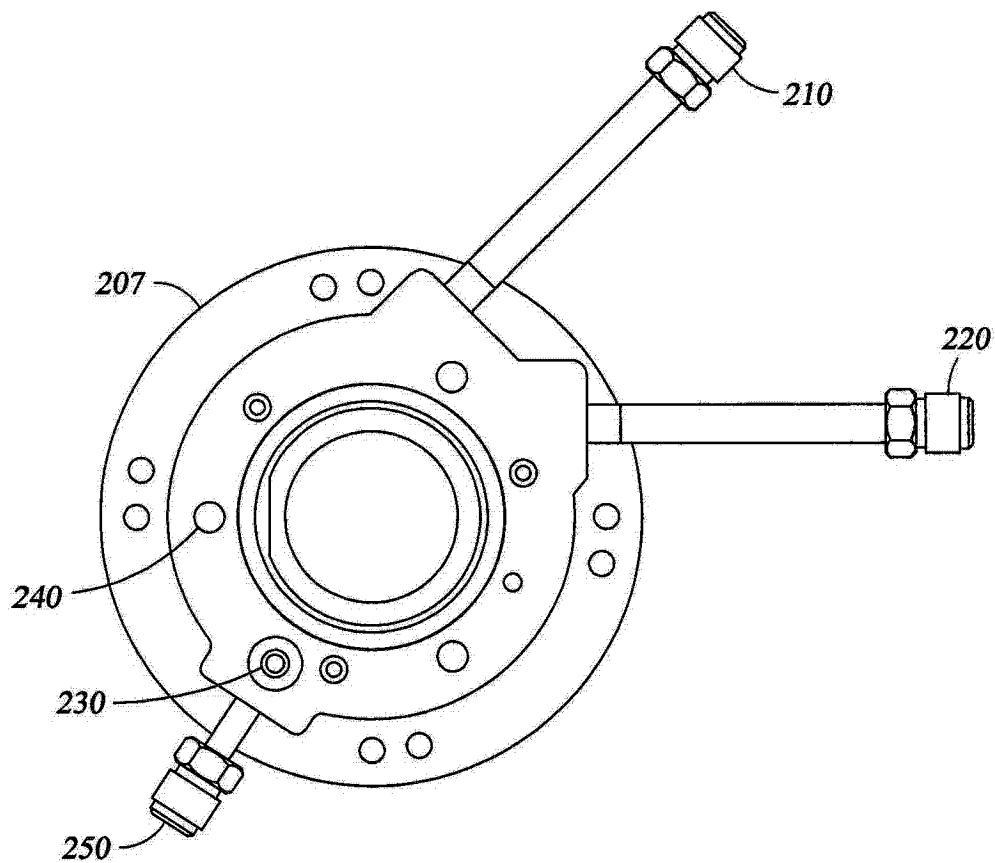


图 2B

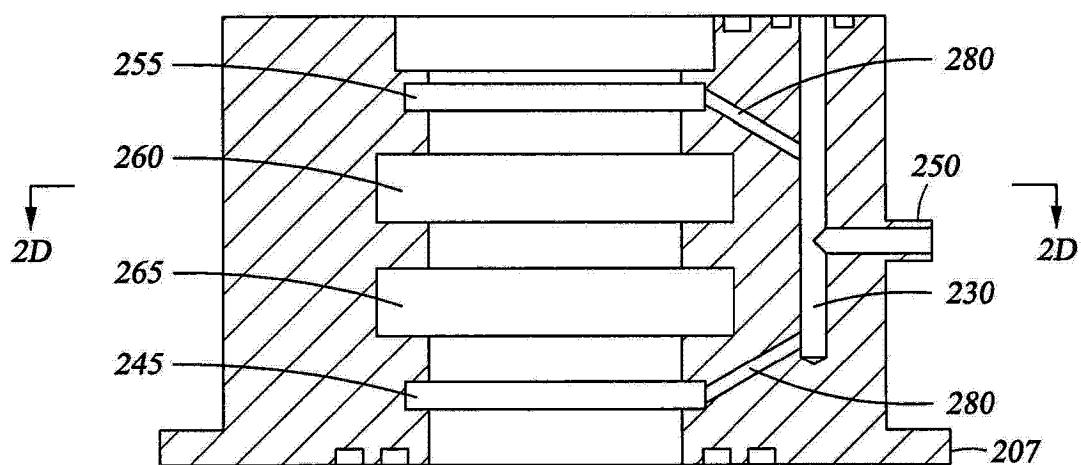


图 2C

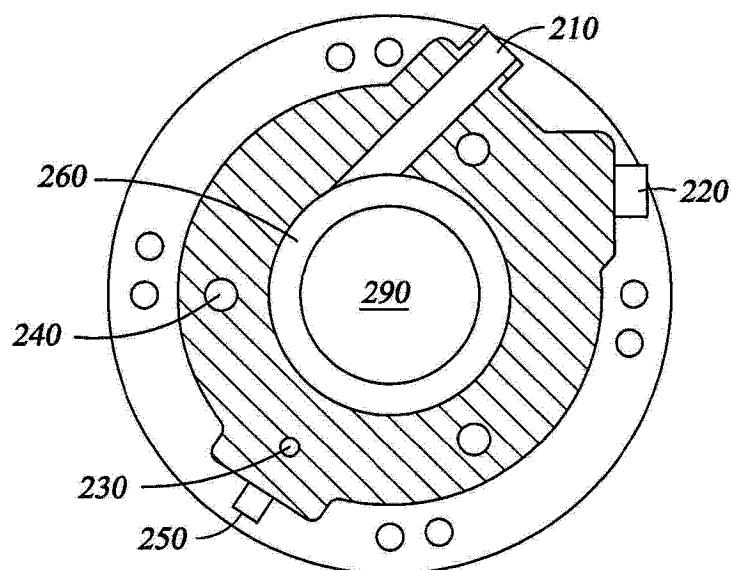


图 2D

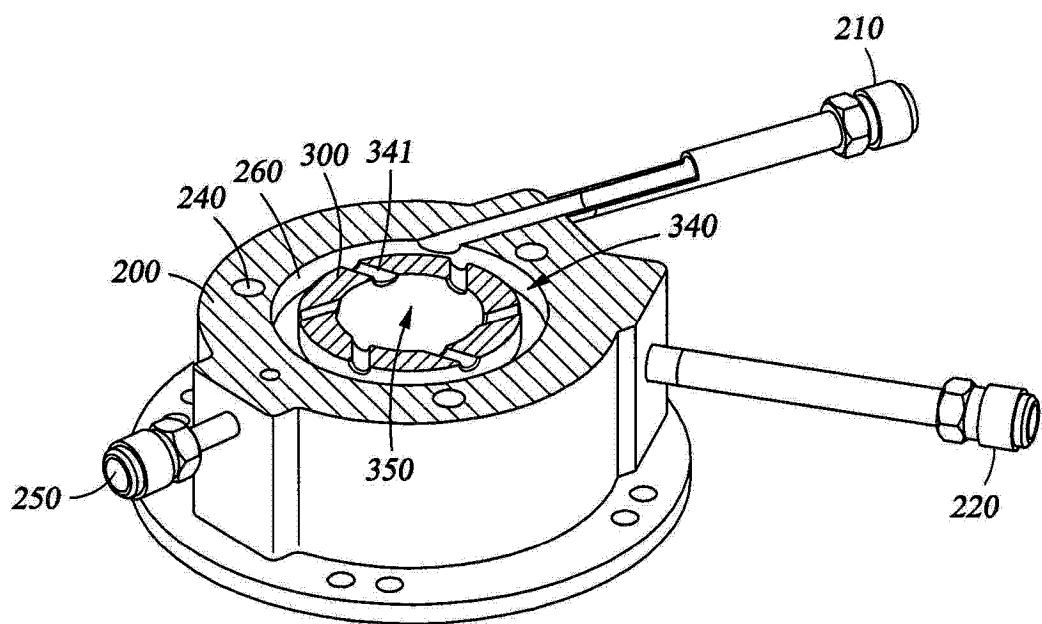


图 2E

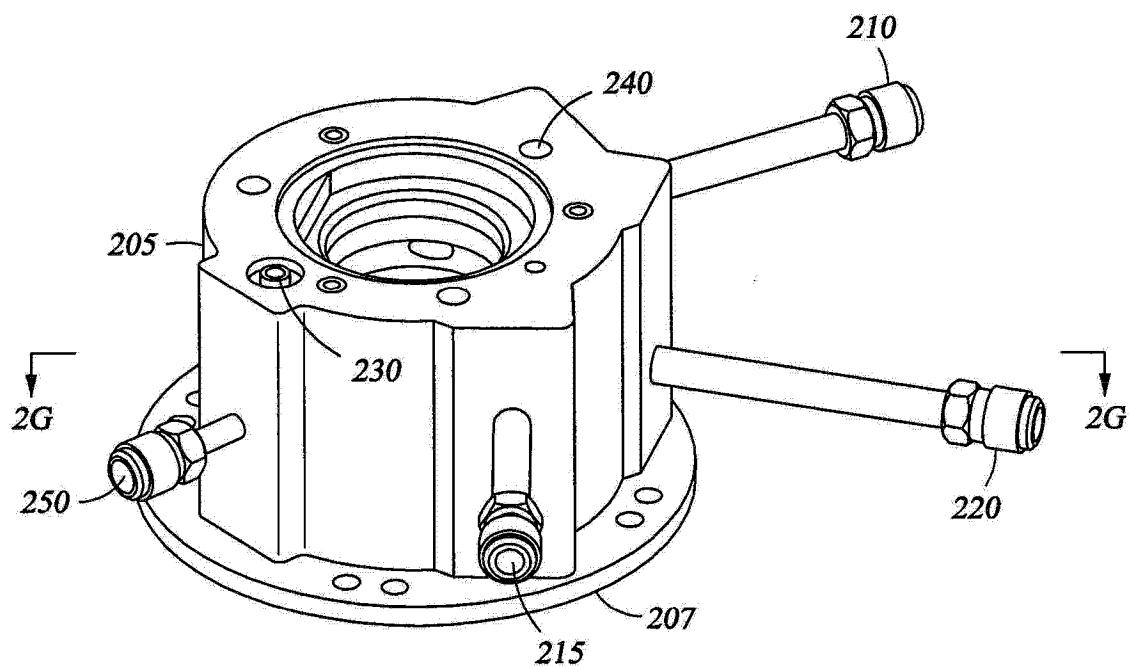


图 2F

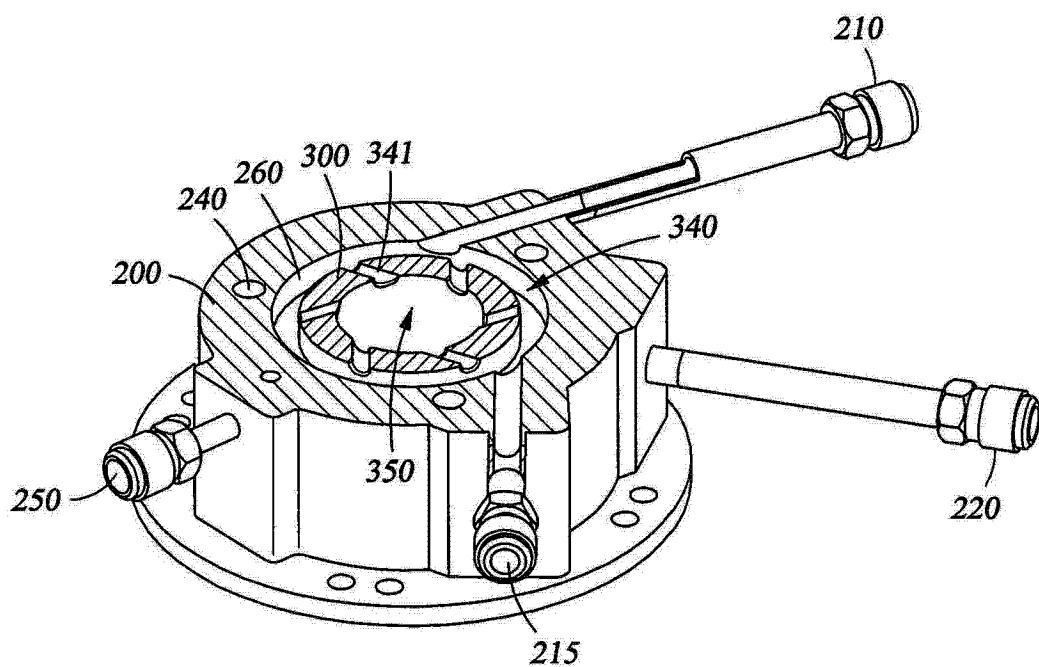


图 2G

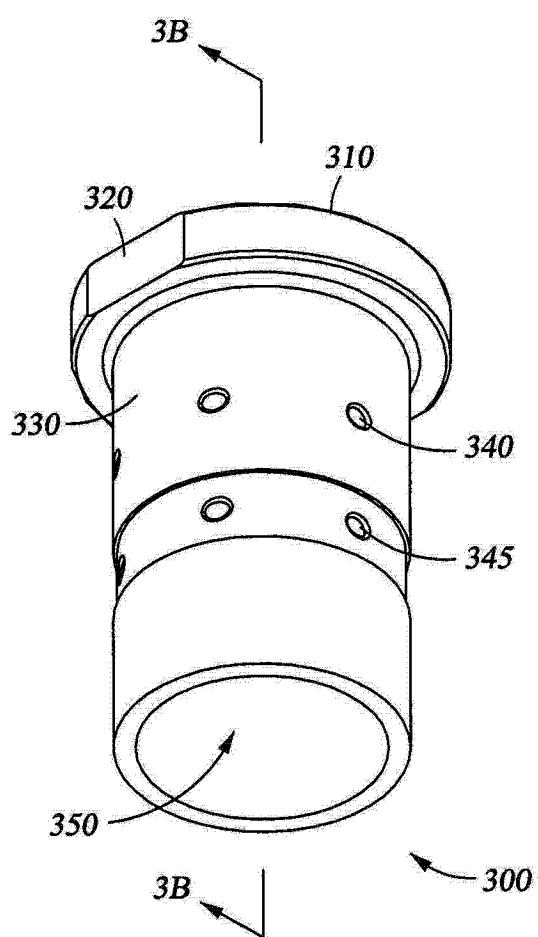


图 3A

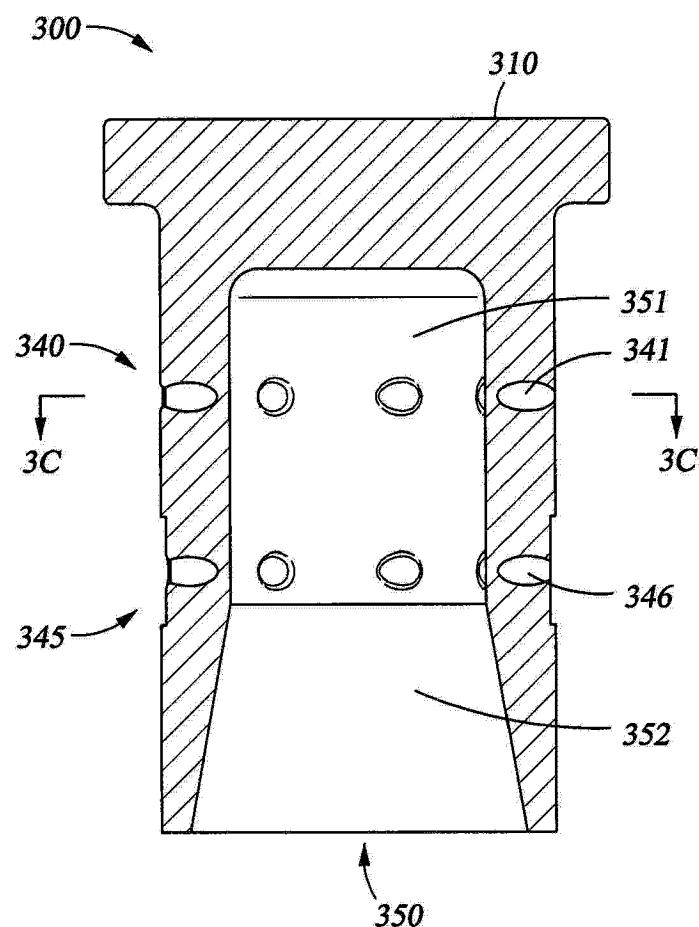


图 3B

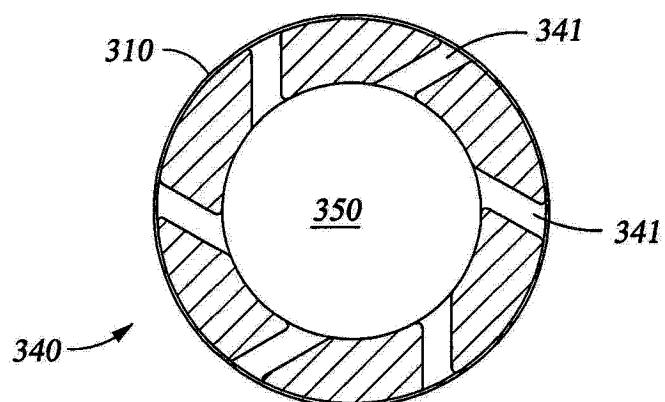


图 3C