



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110828346 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 03

(21) 申请号 201911127078.9

(22) 申请日 2015.04.21

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110828346 A

(43) 申请公布日 2020.02.21

(30) 优先权数据  
61/996,817 2014.05.14 US  
14/577,828 2014.12.19 US

(62) 分案原申请数据  
201580025098.9 2015.04.21

(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 A·可罕 S·文卡特拉曼  
J·D·平森三世 J·G·杨  
N·K·英格尔 梁奇伟

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
司 31100

专利代理师 杨学春 侯颖嫒

(51) Int.Cl.

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/687 (2006.01)

G23C 16/56 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2011159905 A2, 2011.12.22

US 2012000425 A1, 2012.01.05

US 2004099219 A1, 2004.05.27

KR 20110033482 A, 2011.03.31

TW 201209880 A, 2012.03.01

TW 201225199 A, 2012.06.16

US 2002033136 A1, 2002.03.21

US 2007084408 A1, 2007.04.19

US 2010173495 A1, 2010.07.08

US 2012079982 A1, 2012.04.05

WO 2013173999 A1, 2013.11.28

审查员 刘玲

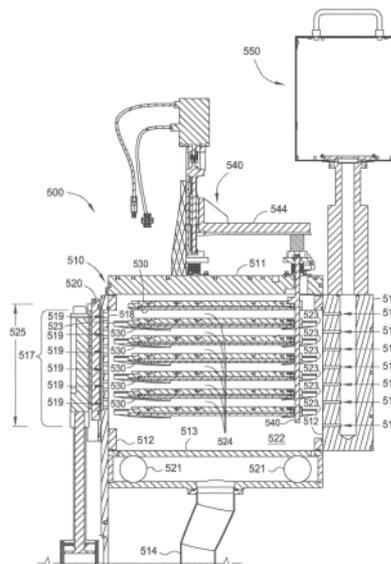
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54) 发明名称

具有气体分布及单独泵送的批量固化腔室

(57) 摘要

本公开的实施例总体上涉及适于在一个时间同时固化多个基板的批量处理腔室。批量处理腔室包括各自独立地温度受控制的多个处理子区域。批量处理腔室可包括第一与第二子处理区域,第一与第二子处理区域各自自由在批量处理腔室外的基板传送装置服务。此外,安装于批量固化腔室的装载开口上的槽形盖部减少周围空气在装载与卸载期间进入腔室的效果。



1. 一种批量处理腔室,包括:

多个固化站,所述多个固化站布置成堆叠,每一个固化站包括加热的基座、设置在所述加热的基座上方的喷头、以及设置在所述喷头和所述加热的基座之间的处理区域,其中用于每一个固化站的所述喷头的气室被流体耦接至该固化站的所述处理区域,并且用于所述喷头的所述气室部分地由作为所述堆叠中下一个固化站的一部分的加热的基座的一个或多个表面形成;以及

多个排气组件,每一个排气组件在不同的加热的基座附近延伸,每一个排气组件包括多个排气阵列,每一个排气阵列在所述加热的基座的不同角部分附近延伸,并且每一个排气组件被配置成从所述固化站中的不同的固化站的所述处理区域排出气体,其中

每一个排气阵列包括流动平衡孔口,

每一个排气阵列包括气室和多个排气入口,以及

每一个排气阵列的所述气室在该排气阵列的所述多个排气入口与所述流动平衡孔口之间形成排气流动路径。

2. 如权利要求1所述的批量处理腔室,其中

所述多个排气组件包括第一排气组件,所述第一排气组件包括第一排气阵列和第二排气阵列,

所述第一排气阵列具有第一尺寸的流动平衡孔口,

所述第二排气阵列具有第二尺寸的流动平衡孔口,以及

所述第一尺寸与所述第二尺寸不同。

3. 如权利要求1所述的批量处理腔室,其中每一个流动平衡孔口是可调整的。

4. 如权利要求1所述的批量处理腔室,其中每一个排气组件中的所述多个排气阵列在对应的处理区域附近以对称布置进行定位,每一个排气组件耦接至所述对应的处理区域。

5. 如权利要求1所述的批量处理腔室,其中所述流动平衡孔口包括针阀。

6. 如权利要求1所述的批量处理腔室,其中

每一个排气组件中的所述多个排气阵列包括四个排气阵列,以及

每一个排气阵列与其他排气阵列间隔开。

7. 一种批量处理腔室,包括:

多个固化站,所述多个固化站布置成堆叠,每一个固化站包括加热的基座、设置在所述加热的基座上方的喷头、以及设置在所述喷头和所述加热的基座之间的处理区域,其中用于每一个固化站的所述喷头的气室被流体耦接至该固化站的所述处理区域,并且用于所述喷头的所述气室部分地由作为所述堆叠中下一个固化站的一部分的加热的基座的一个或多个表面形成;

多个基板升举组件,所述多个基板升举组件包括一个或多个升举销索引器,每一个升举销索引器包括轴和连接到所述轴的多个升举销,其中每一个升举销延伸到所述多个固化站中的不同固化站的处理区域中;以及

多个排气组件,每一个排气组件在不同的加热的基座附近延伸,每一个排气组件包括多个排气阵列,每一个排气阵列在所述加热的基座的不同角部分附近延伸,并且每一个排气组件被配置成从所述固化站中的不同的固化站的所述处理区域排出气体,其中

每一个排气阵列包括流动平衡孔口,

每一个排气阵列包括气室和多个排气入口,以及  
每一个排气阵列的所述气室在该排气阵列的所述多个排气入口与所述流动平衡孔口之间形成排气流动路径。

8. 如权利要求7所述的批量处理腔室,其中  
所述堆叠是所述多个固化站的竖直堆叠,  
所述举销索引器的所述轴竖直地延伸穿过固化站的所述堆叠,以及  
每一个举销从所述轴水平地延伸。

9. 如权利要求8所述的批量处理腔室,其中每一个举销包括圆柱元件,所述圆柱元件形成所述举销的顶表面。

10. 如权利要求7所述的批量处理腔室,其中每一个流动平衡孔口是可调整的。

## 具有气体分布及单独泵送的批量固化腔室

[0001] 本申请是申请日为2015年4月21日、申请号为201580025098.9、名称为“具有气体分布及单独泵送的批量固化腔室”的中国专利申请(PCT申请号为PCT/US2015/026937)的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本公开的实施例总体上涉及用于处理多个基板(诸如半导体晶片)的设备与方法,且更具体地涉及固化设置于多个基板上的介电材料的设备与方法。

### 背景技术

[0003] 自从半导体器件几十年前引入开始,半导体器件在几何尺寸上已急剧地降低。当今半导体制造设备常规地生产32nm、28nm与22nm特征尺寸的器件,且正在研发并实现新设备以制造甚至更小几何尺寸的器件。减小的特征尺寸使得器件上的结构特征减小空间大小。因此,器件上结构的宽度(例如间隙、凹槽等)可以缩小成点,其中间隙深度对于间隙宽度的深宽比变得很高以使得用介电材料来填充这种间隙成为问题。这是因为沉积的介电材料易于“夹断”的现象,其中高深宽比之间隙或其他结构的进入区域可能在由下而上的填充完成之前就封闭,从而在结构内留下孔洞或脆弱点。

[0004] 多年来,已经开发许多技术来避免夹断或“治愈”因夹断而形成的孔洞或接缝。一个方法是起始于高流动性前体材料,此材料可以以液相涂布到旋转的基板表面(例如SOG沉积技术)。这些流动性前体可以流入并填充很小的基板间隙而不会形成孔洞或脆弱的接缝。然而,这些高流动性材料被沉积后,这些高流动性材料必须被硬化为固体介电材料。

[0005] 在许多例子中,硬化工艺包括热处理以从沉积的材料中移除使初始沉积薄膜可流动所必须的挥发性成分。在移除这些成分后,留下具有高蚀刻抵抗力的硬化的且致密的介电材料,诸如氧化硅。

[0006] 这些膜的流动性可能起因于包含于膜中的各种化学成分,但通过移除这些相同的化学成分来硬化或致密化膜对于流动性沉积技术组几乎是一致有益的。这些硬化与致密化工艺可能是耗时的。因此,需要用于使当前可用的或正在开发的各式流动性膜致密化的新后处理技术与设备。此需求与其他需求于本公开中解决。

### 发明内容

[0007] 本公开的实施例总体上涉及用于处理基板(诸如半导体晶片)的设备与方法,且更具体地,涉及批量固化设置于多个基板上的介电材料的设备与方法。

[0008] 本公开的实施例可提供用于在基板的表面上形成介电材料的系统,该系统包括主机、工厂接口、负载锁定腔室、多个流动性CVD腔室及批量处理腔室,工厂接口包括至少一个大气机械臂且经配置成接收一盒或多盒基板,负载锁定腔室与主机耦接且经配置成从工厂接口中的至少一个大气机械臂接收一个或多个基板,多个流动性CVD腔室各自与主机耦接,批量处理腔室与工厂接口耦接,批量处理腔室包括多个子处理区域、装载开口及盖板,多个

子处理区域各自经配置成从至少一个大气机械臂接收基板并在从大气机械臂接收的基板上执行固化工艺,装载开口形成在批量处理腔室的壁中,盖板包括多个槽形开口并设置于负载开口上,其中多个槽形开口的每一个经配置成允许至少一个大气机械臂将臂从批量处理腔室外的位置延伸至多个子处理区域中的一个,以及其中多个槽形开口的每一个经配置成在装载开口打开时减少装载开口的自由区域。

[0009] 本公开的实施例可进一步提供批量基板处理腔室,批量基板处理腔室包括多个子处理区域、装载开口及盖板,多个子处理区域各自经配置成从大气机械臂接收基板并在从大气机械臂接收的基板上执行固化工艺,装载开口形成在批量处理腔室的壁中,盖板设置于负载开口上且包括多个槽形开口,多个槽形开口的每一个经配置成允许至少一个大气机械臂将臂从批量处理腔室外的位置延伸至多个子处理区域中的一个,以及其中多个槽形开口的每一个经配置成在装载开口打开时减少装载开口的自由区域。

### 附图说明

[0010] 因此,为了详细理解本公开的上述特征的方式,可以参考实施例得出以上简要概括的本公开的更具体的实施例,实施例中的一些在所附附图中示出。然而,值得注意的是,所附附图只绘示了示例性实施例,因此不认为是限制本公开的范围,本公开可允许其他等效的实施例。

[0011] 图1是包括具有根据本公开的实施例配置的批量固化腔室的工厂接口的处理工具的俯视平面图;

[0012] 图2是具有分区的等离子体产生区域的流动性化学气相沉积腔室的一个实施例的截面图;

[0013] 图3是可于图1所示的工艺腔室200与批量固化腔室103中实施的工艺的一个实施例的流程图;

[0014] 图4A-4C是对应于图3所示的工艺的各个阶段的基板的部分的示意性截面图;

[0015] 图5是根据本公开的实施例配置的批量固化腔室的截面侧视图;

[0016] 图6是根据本公开的实施例配置的用于图5所示的批量固化腔室的槽形开口盖部的等距视图;

[0017] 图7是根据本公开的实施例配置的多个固化站的部分的部分截面图;

[0018] 图8A是根据本公开的实施例布置的多组排气入口阵列的等距视图;

[0019] 图8B是图8A所示的多组排气入口阵列的平面图;

[0020] 图8C是图8A所示的多组排气入口阵列的侧视图;

[0021] 图9是图5所示的腔室盖与多个基板举起组件的举起销索引器(lift pin indexer)的部分的等距视图;及

[0022] 图10是根据本公开的实施例配置的举起销索引器的截面图。

[0023] 为便于理解,在可能的情况下,使用相同的参考编号代表图标中相同的元素。可以构想到,一个实施例的元素与特征可有利地用于其他实施例中而无需赘述。

### 具体实施方式

[0024] 本公开的实施例总体上涉及适于在一个时间同时固化多个基板的批量处理腔室。

该腔室包括第一与第二子处理区域,第一与第二子处理区域各自在批量处理腔室外的基板传送装置服务,且各子处理区域可支撑基板。在一个实施例中,第一子处理区域在第二子处理区域直接下方,其中第一与第二子处理区域可由基板传送装置通过盖板接取,盖板覆盖腔室中形成的装载开口的部分。

[0025] 图1是处理工具的一个实施例的俯视图,该处理工具包括具有根据本公开实施例配置的批量固化腔室103的工厂接口105。处理工具100一般包括工厂接口105、批量固化腔室103、传送腔室112、大气固持站109及多个双处理腔室108a-b、108c-d及108e-f。在处理工具100中,一对FOUP(前开式统集盒)102供应基板(例如300mm直径的晶片),这些基板由大气机械臂104的多个臂接收并置放入负载锁定腔室106。第二机械臂110设置于与负载锁定腔室106耦接的传送腔室112中。第二机械臂110用于将基板从负载锁定腔室106传送至与传送腔室112耦接的处理腔室108a-f。

[0026] 处理腔室108a-f可包括用于在基板上沉积、退火、固化和(或)蚀刻流动性介电膜的一个或多个系统部件。在一个配置中,三对处理腔室(例如108a-b、108c-d与108e-f)可用于将流动性介电材料沉积于基板上。

[0027] 在某些实施例中,批量固化腔室103经配置成同时在多个基板上执行批量固化工艺,多个基板具有沉积于其上的流动性介电材料。在这些实施例中,批量固化腔室103一般经设置成在很多个基板上执行固化工艺,这些基板可以在双处理腔室108a-b、108c-d与108e-f中同时经受膜沉积。因此,在图1中所示的配置中,批量固化腔室103有利地尺寸设定为在固化工艺中在一个时间容纳六个基板。因而,已经由双处理腔室108a-b、108c-d与108e-f处理的全部基板可以同时经受固化处理,从而最大化处理工具100的基板产量。

[0028] 此外,在多个处理腔室具有不同处理配方开始与结束时间的情况中,为了避免基板于批量固化腔室103中停留显著不同的时间量,处理工具100可包括大气固持站109,大气固持站109用于固持已经处理完的基板直至其他随后处理的基板完成它们的沉积处理。大气固持站允许全部基板立刻被置放于批量固化腔室103中。例如,大气固持站109经配置成暂时将基板存储于批量固化腔室103外直至期望数量的基板可用于在批量固化腔室103中进行处理。大气机械臂104接着以快速连续的方式将基板装载入批量固化腔室103中,使得没有经膜沉积的基板比任何其他经膜沉积的基板停留在相对高温的批量固化腔室103中长得超过几秒。因此,固化工艺中基板相对于基板的变化可以被最小化或减少。

[0029] 批量固化腔室103一般包括腔室主体103B与狭缝阀103A。在基板由大气机械臂104定位于腔室主体103B中后,狭缝阀103A用于封闭腔室主体103B的内部区域。参照图4-10进一步描述批量固化工艺与批量固化腔室103。

[0030] 流动性CVD腔室与沉积工艺示例

[0031] 图2是带有分区的等离子体产生区域的流动性化学气相沉积腔室200的一个实施例的截面图。处理腔室200可以是处理工具100的处理腔室108a-f的任何一个,其至少配置成用于将流动性介电材料沉积于基板上。在某些实施例中,处理工具100可包括任何其他适合的化学气相沉积腔室而不是处理腔室200。

[0032] 在膜沉积(例如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅或碳氧化硅沉积)期间,工艺气体可经由气体入口组件205流入第一等离子体区域215。工艺气体可在进入第一等离子体区域215前于远程等离子体系统(RPS)201内激发。工艺腔室200包括盖件212与喷头225。盖件212绘示

有所施的AC电压源以及喷头225接地,与第一等离子体区域215中的等离子体产生一致。绝缘环220定位于盖件212与喷头225之间,从而使电容耦接的等离子体(CCP)能够形成在第一等离子体区域215中。盖件212与喷头225被示为有绝缘环220在盖件212与喷头225之间,从而允许AC电位相对于喷头225施于盖件212。

[0033] 盖件212可以是用于与处理腔室一起使用的双源盖件。两个不同的气体供应通道在气体入口组件205内是可见的。第一通道202携带穿过远程等离子体系统(RPS)201的气体,而第二通道204绕过RPS 201。第一通道202可用于工艺气体以及第二通道204可用于处理气体(treatment gas)。流入第一等离子体区域215的气体可由挡板206散布。

[0034] 流体(诸如前体)可通过喷头225流入第二等离子体区域233。来源于第一等离子体区域215中的前体的激发态物质移动通过喷头225中的孔214并与从喷头225流入第二等离子体区域233的前体反应。少许或没有等离子体存在于第二等离子体区域233中。前体的激发态衍生物于第二等离子体区域233中结合以于基板上形成流动性的介电材料。随着介电材料生长,更新近加入的材料相较下面的材料具有更高的移动性。移动性随着有机物含量因蒸发减小而降低。间隙可使用此技术由流动性介电材料填充,而在沉积完成后没有在介电材料内留下传统密度的有机物含量。固化步骤(所述于下)可用于从沉积的介电材料中进一步减少或移除有机物含量。

[0035] 单独于第一等离子体区域215中激发前体或在与远程等离子体系统(RPS)201结合的第一等离子体区域215中激发前体提供若干好处。由于第一等离子体区域215中的等离子体,来自前体的激发物质的浓度可于第二等离子体区域233内增加。此增加可能起因于第一等离子体区域215中等离子体的位置。与远程等离子体系统(RPS)201相比,第二等离子体区域233位置更靠近第一等离子体区域215,从而留下更少的时间给激发态物质通过与其他气体分子、腔室壁及喷头表面碰撞而离开激发态。

[0036] 来自前体的激发态物质的浓度均匀性也可于第二等离子体区域233内增加。此可能起因于第一等离子体区域215的形状,第一等离子体区域215的形状与第二等离子体区域233的形状相似。相对于穿过喷头225中心附近的孔214的物质,远程等离子体系统(RPS)201中产生的激发态物质移动更多距离,以便穿过喷头225边缘附近的孔214。更多距离导致激发态物质的减少的激发,以及,例如,可能导致基板边缘附近较慢的生长率。于第一等离子体区域215中激发前体缓和此变化。

[0037] 除了前体,可能有其他气体出于不同目的在不同时间引入。可引入处理气体以在沉积期间从腔室壁、基板、沉积的膜与(或)膜中移除不想要的物质。处理气体可包括以下群组中的气体的至少一个,该群组包含 $H_2$ 、 $H_2/N_2$ 混合物、 $NH_3$ 、 $NH_4OH$ 、 $O_3$ 、 $O_2$ 、 $H_2O_2$ 与水蒸气。处理气体可于等离子体中激发以及接着用于从沉积膜减少或移除剩余的有机物含量。在其他实施例中,可在没有等离子体的情况下使用处理气体。当处理气体包括水蒸气时,可使用质量流量计(MFM)与注入阀或通过其他合适的水蒸气产生器实现递送。

[0038] 在一个实施例中,介电层可以通过引入介电材料前体(例如含硅前体)以及在第二等离子体区域233中反应处理前体而沉积。介电材料前体的示例是含硅前体,包含硅烷、乙硅烷、甲基硅烷、二甲基硅烷、三甲基硅烷、四甲基硅烷、四乙氧基硅烷(TEOS)、三乙氧基硅烷(TES)、八甲基环四硅氧烷(OMCTS)、四甲基二硅氧烷(TMDSO)、四甲基环四硅氧烷(TMCTS)、四甲基二乙氧基二硅氧烷(TMDDS)、二甲基二甲氧基硅烷(DMDMS)或以上各者的

组合。用于氮化硅沉积的额外前体包括含 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ 前体(诸如甲硅烷胺(silyl-amine)及其衍生物,包含三甲硅烷胺(trisilylamine, TSA)与二甲硅烷胺(disilylamine, DSA))、含 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z\text{O}_{zz}$ 前体、含 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z\text{Cl}_{zz}$ 前体,或以上各者的结合。

[0039] 处理前体包括含氢化合物、含氧化合物、含氮化合物或以上各者的结合。适当的处理前体的示例包括从以下群组中选择一个或多个化合物,该群组包含 $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2/\text{N}_2$ 混合物、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{OH}$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、含 $\text{N}_2\text{H}_4$ 蒸气的 $\text{N}_x\text{H}_y$ 化合物、 $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_2$ 、水蒸气或以上各者的组合。处理前体可以是诸如在RPS单元中激发的等离子体以包括含 $\text{N}^*$ 和(或) $\text{H}^*$ 和(或) $\text{O}^*$ 的自由基或等离子体,例如, $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_2^*$ 、 $\text{NH}^*$ 、 $\text{N}^*$ 、 $\text{H}^*$ 、 $\text{O}^*$ 、 $\text{N}^*\text{O}^*$ 或以上各者的组合。或者,工艺前体可包括本说明书所述的前体中的一者或多者。

[0040] 处理前体可以是在第一等离子体区域215中激发的等离子体以产生工艺气体等离子体和自由基(包括含 $\text{N}^*$ 和(或) $\text{H}^*$ 和(或) $\text{O}^*$ 的自由基或等离子体),例如, $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_2^*$ 、 $\text{NH}^*$ 、 $\text{N}^*$ 、 $\text{H}^*$ 、 $\text{O}^*$ 、 $\text{N}^*\text{O}^*$ 或以上各者的组合。或者,处理前体可在穿过远程等离子体系统后而在引入第一等离子体区域215前已经处于等离子体状态。

[0041] 激发的处理前体290接着通过孔214递送到第二等离子体区域233以与与前体进行反应。在处理容积中后,处理前体可混合并反应以沉积介电材料。

[0042] 在一个实施例中,在工艺腔室200中执行的流动性CVD工艺可将介电材料沉积作为含聚硅氮烷为基的硅的膜(PSZ类的膜),所述介电材料可流动并且可填充在沉积了含聚硅氮烷为基的硅的膜的基板中所限定的凹槽、特征、通孔或其他孔中。

[0043] 除了介电材料前体与处理前体外,可有其他气体出于不同目的于不同时间引入。可引入处理气体以在沉积期间将不想要的物质从腔室壁、基板、沉积膜和(或)膜中移除,诸如氢、碳与氟。处理前体和(或)处理气体可包括以下群组中的气体中的至少一个,该群组包含 $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2/\text{N}_2$ 混合物、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{OH}$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{H}_4$ 蒸气、 $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_2$ 、水蒸气或以上各者的组合。处理气体可于等离子体中激发并接着用于从沉积膜中减少或移除剩余的有机物含量。在其他实施例中,可在没有等离子体的情况下使用处理气体。处理气体可通过RPS单元或绕过RPS单元而引入第一处理区域,并可进一步于第一等离子体区域中激发。

[0044] 氮化硅材料包括氮化硅、 $\text{Si}_x\text{N}_y$ 、含氢氮化硅、 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ 、氮氧化硅(包括含氢的氮氧化硅)、 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z\text{O}_{zz}$ 与含卤素的氮化硅(包括氯化的氮化硅, $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z\text{Cl}_{zz}$ )。沉积的介电材料可接着被转换为氧化硅类的材料。

[0045] 沉积与批量固化处理顺序示例

[0046] 图3是可于工艺腔室200与批量固化腔室103中实施的工艺300的一个实施例的流程图。图4A-4C是对应于工艺300的各个阶段的基板的部分的示意性截面图。虽然工艺300示为用于在基板中或基板上界定的凹槽中形成介电材料,诸如浅凹槽隔离(STI)结构制造工艺,但是工艺300可用于在基板上形成其他结构,诸如层间介电(ILD)结构。

[0047] 工艺300在步骤302处开始于将基板400(如图4A所示)传送至沉积工艺腔室(如图2所示的流动性化学气相(CVD)腔室200)。在一个实施例中,基板400可以是具有于其上形成一层或多层的硅基板,所述层用于形成结构,如浅凹槽隔离(STI)结构404。在另一个实施例中,基板400可以是具有多个层(例如膜层叠)的硅基板,这些层用于形成不同图案和(或)特征。基板400可以是如结晶硅(例如 $\text{Si}\langle 100 \rangle$ 或 $\text{Si}\langle 111 \rangle$ )、氧化硅、应变硅、硅锗、掺杂或未掺杂的多晶硅、掺杂或未掺杂的硅晶片以及图案化或未图案化的绝缘体上晶片硅(SOI)、掺杂

碳的氧化硅、氮化硅、掺杂硅、锗、砷化镓、玻璃、蓝宝石、设置于硅上的金属层等的材料。基板400可以是各种形状与尺寸中的任一个,如200mm、300mm或450mm直径的晶片,或矩形或方形板。

[0048] 在图4A所示的实施例中,层402设置于基板400上并适合于经由流动性介电材料的沉积来制造STI结构404。在某些实施例中,层402可经蚀刻或图案化以于层402内形成凹槽406而用于形成浅凹槽隔离(STI)结构,STI结构可用于使集成电路中的器件彼此电隔离。或者,在层402不存在的实施例中,本说明书所述的于层402上执行的工艺可于基板400上执行。

[0049] 在步骤304,介电材料408沉积于基板400上且填充层402内界定的凹槽406,如图4B所示。介电材料408可通过于处理腔室200中执行的流动性化学气相沉积处理而沉积,如以上参考图2所述。在一个实施例中,介电材料408是由供应到工艺腔室200的气体混合物所沉积的含硅材料。

[0050] 在一个实施例中,用于形成介电材料408的供应到处理腔室200的气体混合物可包括如上所讨论的介电材料前体与处理前体。此外,处理前体的适当示例可包括如上所讨论的含氮前体。此外,处理前体也可包括含氢化合物、含氧化合物或以上的组合,如 $\text{NH}_3$ 气体。或者处理前体可按需包括前体中的一个或多个。

[0051] 在一个实施例中,沉积工艺期间的基板温度维持于预定温度范围内。在一个实施例中,基板温度维持在小于约200摄氏度,如小于100摄氏度以允许基板上形成的介电材料408可流动以回流并填充在凹槽406内。相信相对低的基板温度(如小于100摄氏度)可以协助将最初形成在基板表面上的膜维持在液态状的流动性状态,以保持基板表面上形成的所得膜的流动性与粘性。随着所得膜形成在基板上且具有一定程度的流动性与粘性,可在后续的热与湿工艺后,膜的接合结构可变形、转换、替换成不同的功能群组或接合结构。在一个实施例中,工艺腔室中的基板温度维持在约室温至约200摄氏度之间的范围中,如约小于100摄氏度,例如介于约30摄氏度与约80摄氏度之间。

[0052] 介电材料前体可以以约1sccm至约5000sccm之间的流速供应至处理腔室。处理前体可以以约1sccm至约1000sccm之间的流速供应至处理腔室。或者,在处理期间供应的气体混合物也可控制在介电材料前体相对于处理前体的约0.1与约100之间的流动比率。工艺压力维持在约0.10Torr至约10Torr之间,例如约0.1Torr与约1Torr之间,如约0.5Torr与0.7Torr之间。

[0053] 一个或多个惰性气体也可包含有提供至工艺腔室200的气体混合物。惰性气体可包括但不局限于稀有气体,如Ar、He、Xe等。惰性气体可以以约1sccm与约50000sccm之间的流动速率供应至处理腔室。

[0054] RF电源用于维持沉积期间的等离子体。RF电源供应为约100kHz与约100MHz之间,如约350kHz或约13.56MHz。或者,VHF电源可用于提供高达约27MHz与200MHz之间的频率。在一个实施例中,RF电源可供应为约1000瓦与10000瓦之间。基板至喷头225的间隔可根据基板尺寸来控制。在一个实施例中,处理间隔控制在约100密耳(mil)至约5英寸(inch)之间。

[0055] 在一个实施例中,在基板400上形成的介电材料408是具有氮或氢原子的含硅材料,如于基板上形成的 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ 或—Si—N—H—键,其中x是从1至200的整数,y、z是从0至400的整数。由于提供于气体混合物中的处理前体可在沉积期间提供氮与氢物质,介电材料408

中形成的硅原子可包含—Si—N—H—、—Si—N—或—Si—H—或其他不同的键。Si—N、N—H、Si—H键将进一步通过后续的热与湿工艺由Si—O—Si键来替换以形成介电材料408作为氧化硅层。

[0056] 在步骤306,在介电材料408于基板400上形成后,基板400经固化和(或)热处理。固化工艺将水分与其他挥发性成分从沉积的介电材料408移除以形成固相介电材料408,如图4C所示。随着介电材料408固化,沉积的介电材料408中的水分与溶剂脱气(outgas),导致沉积的介电材料408重新填充并回流在界定于基板400中的凹槽406中,从而于基板400上形成实质平坦的表面410。在一个实施例中,固化步骤306可于批量固化腔室103中执行。

[0057] 在某些实施例中,固化温度可控制在低于150摄氏度的温度,如100摄氏度以下,例如约50摄氏度。固化时间可控制在约1秒与约10小时之间。例如,在一个实施例中,固化工艺在约90摄氏度的温度下执行8至10分钟。在某些实施例中,在固化工艺期间,加热的净化气体和(或)惰性运载气体(诸如氩(Ar)或氮(N<sub>2</sub>))被使用并且在基板上方流动,例如经由加热的喷头。在其他实施例中,可在固化工艺期间使用与臭氧(O<sub>3</sub>)结合的运载气体。在任一情况中,热的工艺气体在基板的表面(流动性介电膜已经形成在此表面上)上的流动以及对基板的加热可以有效地将挥发性成分从膜移除。以此方式,经由流动性CVD工艺形成的膜(诸如于步骤304中沉积的膜)可以转换为带有小或没有孔洞的致密的、固体的介电膜,即使当形成在具有高深宽比特征的基板上时。在某些实施例中,固化工艺包括预加热步骤,在预加热步骤中基板在工艺气体的流动之前在加热的基座上静置特定的持续时间(例如约1秒至约10分钟)。

[0058] 在步骤310,在固化工艺完成后,介电材料408可选择性地暴露于热退火工艺以形成退火的介电材料408。一般来说,热退火工艺在与上述固化工艺分开的处理腔室中执行。步骤310可于其中执行的适当的热退火腔室的示例是可自应用材料公司取得的CENTURA® RADIANCE® RTP腔室等。值得注意的是,包含自其他制造商取得的其他类型的退火腔室或RTP腔室也可用于执行如步骤310中所述的热退火处理。

[0059] 批量固化处理顺序示例

[0060] 图5是根据本公开的实施例配置的批量固化腔室500的侧视截面图。批量固化腔室500可用作图1中的批量固化腔室103并且可用于执行以上步骤306所述的批量固化工艺。批量固化腔室500一般包括腔室主体510、设置于腔室主体510内的多个固化站530以及部分地设置于腔室主体510内的多个基板升举组件540。

[0061] 腔室主体510包括与腔室盖件511及腔室底板513耦接的腔室壁512。真空泵前级真空管线514(经配置成泵送来自腔室主体510的工艺与净化气体)通过腔室底板513穿透腔室510。在其他实施例中,真空泵前级真空管线514可通过腔室壁512中的一个或多个和(或)腔室盖件511穿透腔室510。真空泵前级真空管线514经由开口521流体耦接至腔室510的处理区域522并且流体耦接至邻近于多个固化站530的每一个设置的多个排气入口阵列523的每一个。因此,在固化工艺期间从基板脱气的工艺气体、净化气体与挥发性化合物可以从处理区域522移除以及从位于多个固化站530之间的每一个处理子区域524移除。结合图8下面更加详尽地描述多个排气入口阵列523。

[0062] 腔室主体510也可包括与腔室壁512中的一个耦接的RPS歧管515。RPS歧管515经配置成在周期性的清洗工艺期间将清洗气体经由多个清洗气体开口516引导到各处理子区域

524中。清洗气体可由远程等离子体源550产生。例如,  $\text{NH}_3$  或任何其他清洗气体可穿过远程等离子体源并接着用于移除腔室主体与多个固化站530的一个或多个内表面上的不想要的沉积渣。在预定量的固化膜已由批量固化腔室500处理后,或在预定数量的基板已被批量固化腔室500处理后,可以以特定的时间间隔执行这种工艺。

[0063] 腔室主体510一般也包括装载开口517、槽形开口盖部518(在图6中更加详细地示出)及装载开口门520,装载开口517形成在腔室壁512中的一个中,槽形开口盖部518配置有多个基板狭缝519,装载开口门520经配置成在固化工艺期间密封装载开口517。一般来说,基板狭缝519的每一个对应于固化站530的相应一个,以及与固化站530的相应一个实质对齐以当装载开口门520处于开启位置中时,允许大气机械臂104将臂延伸至多个子处理区域524中的每一个中。图5中示出装载开口门520处于关闭位置。

[0064] 装载开口517经配置成允许基板装载入多个固化站530中的每一个而不用将装载开口相对于多个固化站530或工厂接口105重新定位。例如,当多个固化站530以堆叠的阵列布置时,如图5所示,装载开口517经配置成在两个维度(即高度与宽度)上跨越堆叠的阵列,使得堆叠的阵列中的多个固化站530的全部或至少大百分比可由大气机械臂104接取。因此,当固化站530以竖直堆叠的阵列布置时,装载开口517的高度525相对大以容纳多个固化站530的组合高度。槽形开口盖部518可是板或其他结构,经配置成在装载开口517打开时(如在基板的装载与卸载期间)最小化或减少装载开口517的打开区域。因为装载开口517具有相对大的高度525,所以装载开口的自由区域对应地大,从而可允许来自工厂接口105的大量周围空气在槽形开口盖部518不在时进入批量固化腔室500。大量进入批量固化腔室500的周围空气可能导致对批量固化腔室500的不想要的冷却或批量固化腔室500中内部部件的氧化和(或)污染,以及也导致批量固化腔室500中的工艺气体与脱气的产物泄漏到工厂接口105中。因此,槽形开口盖部518帮助防止粒子和(或)不想要的气体或处理副产品转移至或转移出批量固化腔室500。

[0065] 图6是根据本公开实施例配置的用于图5所示的批量固化腔室500的槽形开口盖部518的等距视图。槽形开口盖部518可以是板或其他结构,经配置成在装载开口517打开时(如在基板的装载与卸载期间)最小化或减少装载开口517的打开区域。例如,多个基板狭缝519的尺寸可经选择为尽可能的小而不会造成可能与通过装载开口517装载与卸载的基板的干扰。在此实施例中,可基于大气机械臂104(在图1中示出)、槽形开口盖部518、装载开口517以及可能影响多个基板狭缝519相对于大气机械臂104的相应位置的批量固化腔室500的任何组件的位置的容差叠加(tolerance stack-up)与腔室相对于腔室的变化来确定多个基板狭缝519的尺寸。因此,在此实施例中,多个基板狭缝可经配置成符合静置于大气机械臂104的臂上的基板的截面加上额外的自由区域以适应批量固化腔室500的部件、工厂接口105、大气机械臂104等的容差叠加。

[0066] 为了最小化基板装载入批量固化腔室500时装载开口517的自由区域,槽形开口盖部518大幅减少或最小化周围空气进入批量固化腔室500的入口以及工艺与净化气体自批量固化腔室500出去的出口。因此,尽管装载开口517的相对大尺寸,很少或没有工艺气体和(或)挥发性成分在基板装载与卸载期间离开批量固化腔室500。此外,避免了由周围空气从工厂接口105进入或热辐射离开批量固化腔室500而导致的批量固化腔室500的不想要的冷却。

[0067] 图7是根据本公开实施例配置的多个固化站530的部分的部分截面图。设置于腔室主体510内的多个固化站530的每一个包括加热基板基座531、定位于加热基座531上方的喷头532、于加热基座531与喷头532之间形成的喷头气室533、与喷头气室533和工艺气体板(未示出)流体耦接的环状气室534、固化站加热器535以及热电偶537。为求清楚,可邻近于固化站530设置的排气入口阵列523从图7省略。处理子区域524位于多个固化站530的各个之间。

[0068] 加热基板基座531经配置成支撑以及在某些实施例中于固化工艺期间加热基板。喷头532经配置成将进入喷头气室533的工艺气体(即固化气体)与净化气体均匀地分配到相邻的处理子区域524中。此外,加热基板基座531与喷头532经配置成形成所示的喷头气室533。值得注意的是,穿过喷头气室533并进入处理子区域524的气体可通过与处理子区域524相关联的加热基板基座531加热,该处理子区域524不同于且邻近于气体流动的处理子区域524。或者或另外,穿过喷头气室533与进入处理子区域524的气体可经由气体通过的喷头532加热。

[0069] 在某些实施例中,通过喷头气室533并进入处理子区域524的工艺和(或)净化气体可首先穿过与喷头气室533流体耦接的环状气室534,如图7所示。环状气室534经配置有多个孔口701,与当工艺气体702流动通过喷头气室533时在工艺气体702上产生的流动阻力相比,孔口701经尺寸设定为在工艺气体702上产生更大的流动阻力(即压降)。以此方式,即使环状气室534可经由单一入口或少量入口而与工艺气体板耦接,进入喷头气室533的工艺气体702的流动也将在喷头532的周围附近是实质均匀的。一般来说,进入喷头气室533的工艺气体702的均匀流动促进通过喷头532进入处理子区域524的均匀流动。为了进一步促进工艺气体702的均匀流动,孔口701可于环状气室534的内周附近对称地分布。

[0070] 促进进入喷头气室533的工艺气体702的均匀流动的孔口701的最大自由区域可基于孔口701的数量、喷头气室533的尺寸、喷头532产生的流动阻力以及工艺气体702的大约流动速率等来确定。孔口701的这种最大自由区域可通过本领域技术人员以上所述的知识来确定。

[0071] 批量固化腔室500可包括固化站加热器535与热电偶537,其在一起而实现对多个固化站530的各个的单独的闭环温度控制。因此,批量固化腔室500可以处理多个基板而没有由多个固化站530之间的温度变化导致的基板相对于基板变化的风险。在没有固化站加热器535的单独温度控制的情况下,与在中心处理子区域524中处理的基板相比,在批量固化腔室500的处理子区域524的顶部与底部处理的基板通常暴露于较低的温度,其可以显著地影响固化工艺晶片相对于晶片批量处理的结果。

[0072] 在某些实施例中,热电偶537与固化站加热器535皆设置于加热基板基座531中,如图7所示。在这些实施例中,喷头532与环状气室534的壁经由传导与辐射热传递而加热至接近加热基板基座531的温度。因此,穿过环状气室534、喷头气室533与喷头532的工艺气体也加热至接近加热基板基座531的温度。热电偶537提供温度反馈以便于加热基板基座531以及因而进入处理子区域524中的一个的工艺气体的温度的闭环控制。或者,可设置热电偶537与喷头532接触和(或)与进入进入处理子区域524中的一个的工艺气体接触。

[0073] 如以上所述,多个排气入口阵列523邻近多个固化站530的每一个而设置。在处理子区域524中的一个中的基板上执行的某些固化工艺中,自基板上形成的介电材料脱气的

挥发性成分可形成粒子,如 $\text{SiO}_2$ 粒子。这些粒子可能静置于正在处理的基板上,这是非常不期望的。因此,批量固化腔室500中的净化与工艺气体的流动模式可以影响正在处理子区域524中的基板的粒子污染。排气入口阵列523经配置成将脱气的挥发性成分与粒子(如果形成的话)从正处理的基板吸引出。在某些实施例中,两个或多于两个的排气入口阵列523邻近于各固化站530例如以对称布置的方式设置,如图7与8A-8C所示。

[0074] 图8A是根据本公开实施例布置的多组排气入口阵列523的等距视图。图8B是图8A所示的多组排气入口阵列523的平面图以及图8C是图8A所示的多组排气入口阵列523的侧视图。为求清楚,批量固化腔室500的大部分其他元件被省略。如图8A-8C所示的实施例,一组四个排气入口阵列523定位成邻近于特定固化站530,总共有六组四个排气入口阵列523。在其他实施例中,一组多于或少于四个排气入口阵列523可定位成邻近于单一固化站530。

[0075] 各排气入口阵列523包括与排气气室802流体耦接的多个排气入口801,排气气室802位于排气入口阵列523内。在某些实施例中,各排气入口阵列523与支撑构件810机械耦接,支撑构件810结构性地支撑以及定位与其耦接的排气入口阵列523。在图8A-C所示的实施例中,批量固化腔室500包括四个分开的支撑构件810,而在其他实施例中,批量固化构件500可经配置有多于或少于总共四个支撑构件810。此外,各排气入口阵列523与排气歧管流体耦接(为求清楚而未示出),排气歧管进而与批量固化腔室500的前级真空管线514流体耦接。在某些实施例中,支撑构件810的一个或多个也可配置为排气歧管。

[0076] 在某些实施例中,排气入口阵列523的一些或全部可包括流动平衡孔口811。在这些实施例中,各流动平衡孔口811经配置成限制至相关联的排气入口阵列523的流动,使得工艺气体与脱气的成分通过各排气入口阵列523的流动相对于邻近的排气入口阵列523均衡化或实质上均衡化。在某些实施例中,流动平衡孔口811是固定孔口。在这些实施例中,各固定孔口的特定尺寸可使用计算机仿真、流动可视化、试错法(trial-and-error method)或以上各者的组合来确定。在其他实施例中,流动平衡孔口811的部分或全部是可调整的孔口(如针阀),其可以在制造的时候(在该领域中)以及(或)响应于批量固化腔室500中的排气平衡问题来设定。

[0077] 多个基板举起组件540经配置成在装载与卸载期间将各个基板从大气机械臂104移除以及将各个基板置放在大气机械臂104上。此外,多个基板举起组件540经配置成在批量固化腔室500中的处理期间同时定位多个基板。例如,在某些实施例中,多个基板举起组件540经配置成同时将正处理的各基板定位在处理位置中以及预加热位置中。一般来说,当在处理位置时,基板定位成靠近喷头532,而在预加热位置时,基板定位在加热基板基座531上。

[0078] 多个基板举起组件540包括多个举起销索引器541,如三个或多于三个。在图5所示的实施例中,多个基板举起组件540包括三个举起销索引器541,但是只有一个是可见的。图9是腔室盖件511与多个基板举起组件540的全部三个举起销索引器541的部分的等距视图。为求清楚,腔室壁512与腔室底板513从图9省略。三个举起销索引器541的每一个部分地设置于腔室主体510内且与举起机构544(在图5中示出并且为求清楚而于图9中省略)耦接。举起机构544可以是适合用于将基板定位于上述装载、卸载、预加热以及处理位置中的任何机械致动器。例如,举起机构可包括气动致动器、步进电机等。

[0079] 图10是根据本公开实施例配置的举起销索引器541的截面图。如图所示,举起销索

引器541一般包括用于批量固化腔室500中的处理子区域524的每一个的升降销542。因此，在图5、9与10中所示的示例中，各升降销索引器541包括与竖直轴543耦接的六个升降销542。三个升降销索引器541可以同时将六个基板定位在处理位置或同时将六个基板设定于预加热位置中的相应的加热基板基座531上。

[0080] 在某些实施例中，各升降销542经配置有低接触、热绝缘的接触表面1001以减少和(或)最小化处理期间自基板至升降销542的热传递。以此方式，基板上所谓的“冷点”在处理期间被减少或去除，从而改善批量固化腔室500中正在固化的介电膜的均匀性。在某些实施例中，接触表面1001形成有圆柱元件1002，使得基板与接触表面1001间的接触区域缩减为线或点接触。此外，圆柱元件1002可由具有比常用于形成升降销542的材料(如铝与不锈钢)更低的热传导系数的材料形成。例如，在某些实施例中，圆柱元件1002可由蓝宝石( $Al_2O_3$ )形成。

[0081] 总而言之，本公开的一个或多个实施例提供用于固化设置在多个基板上的介电材料而没有一般与批量处理相关联的基板相对于基板的变化的系统与amp;方法。具体地，批量固化腔室包括各自独立地温度受控制的多个处理子区域。此外，装载于腔室的装载开口上的槽形盖部大幅减少周围空气在装载与卸载期间进入腔室的效果。

[0082] 虽然前面所述是针对本公开的实施例，但在不背离本发明的基本范围的情况下，可设计本公开的其他与进一步的实施例，而本发明的范围由所附权利要求书确定。

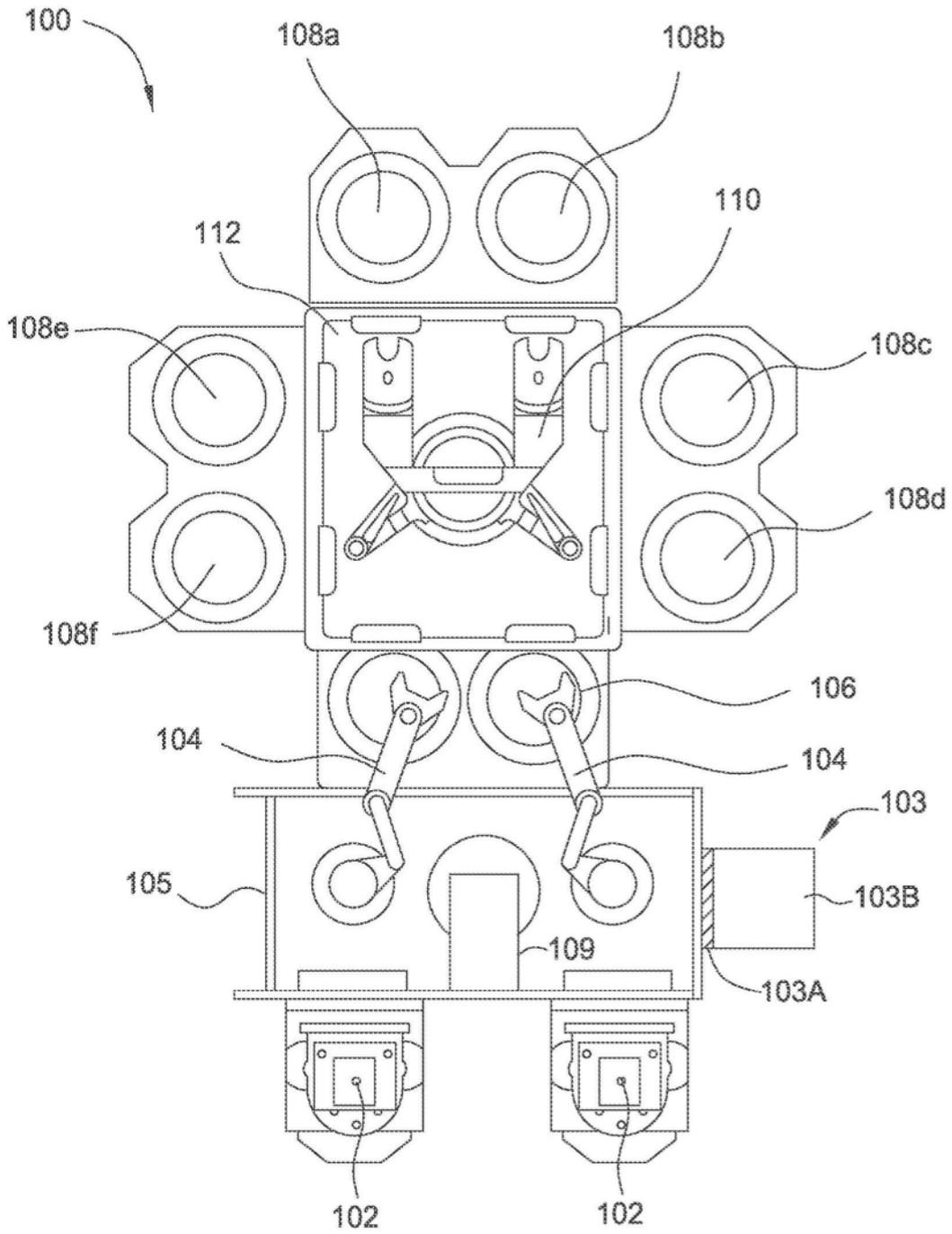


图1

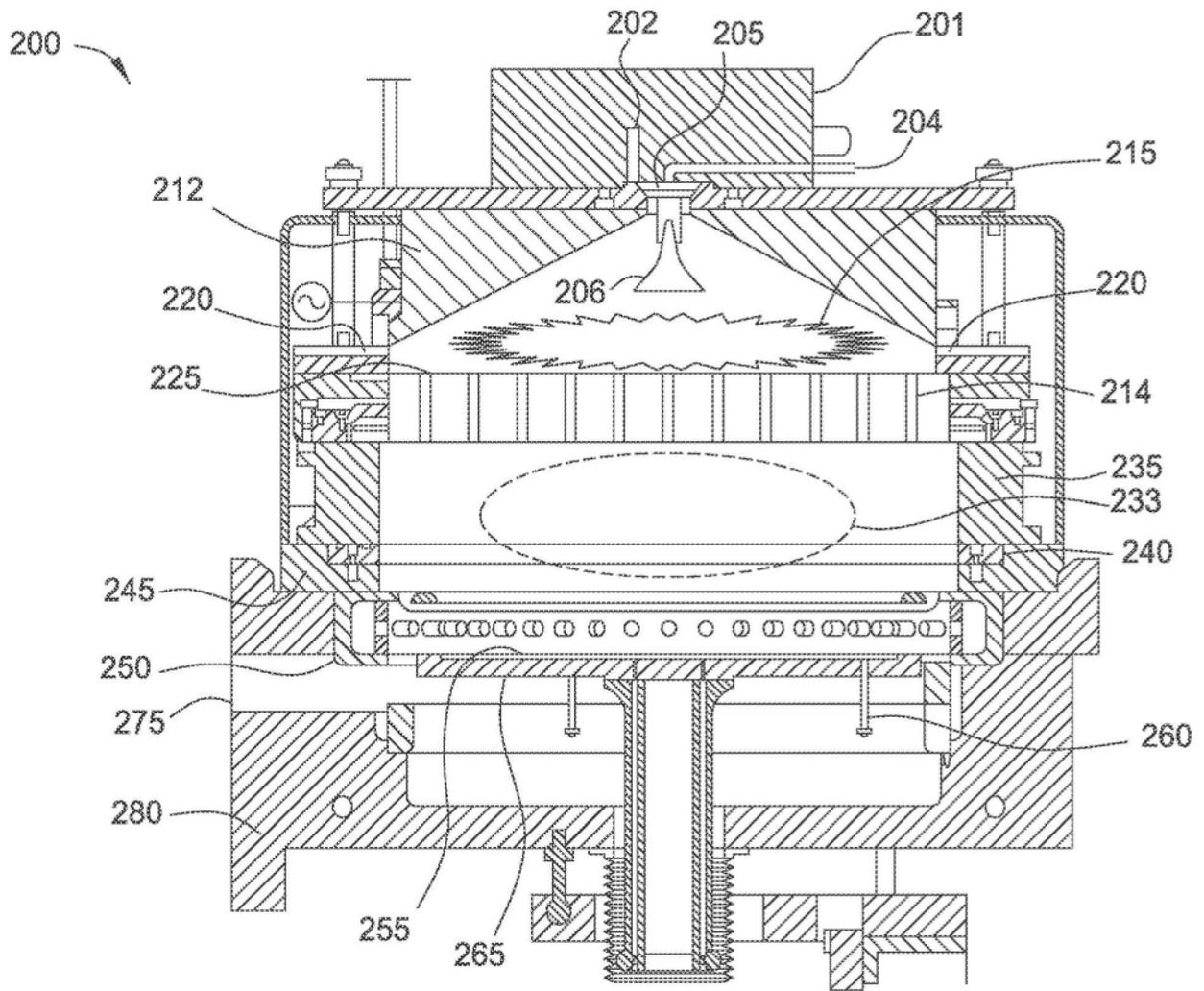


图2

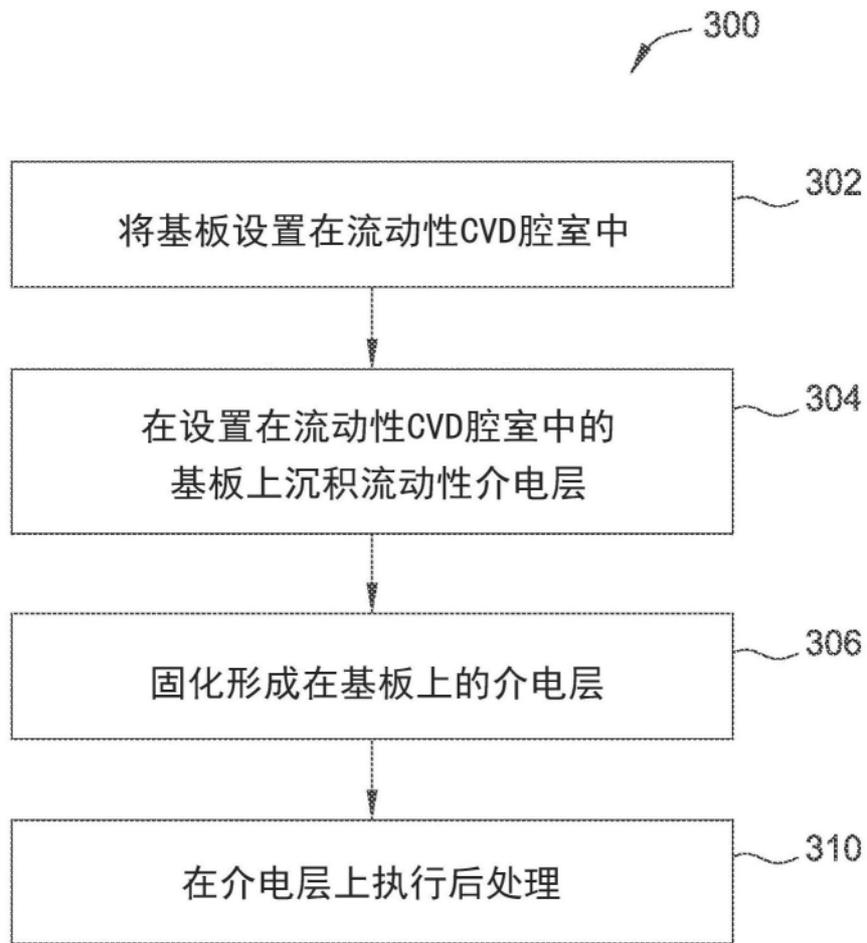
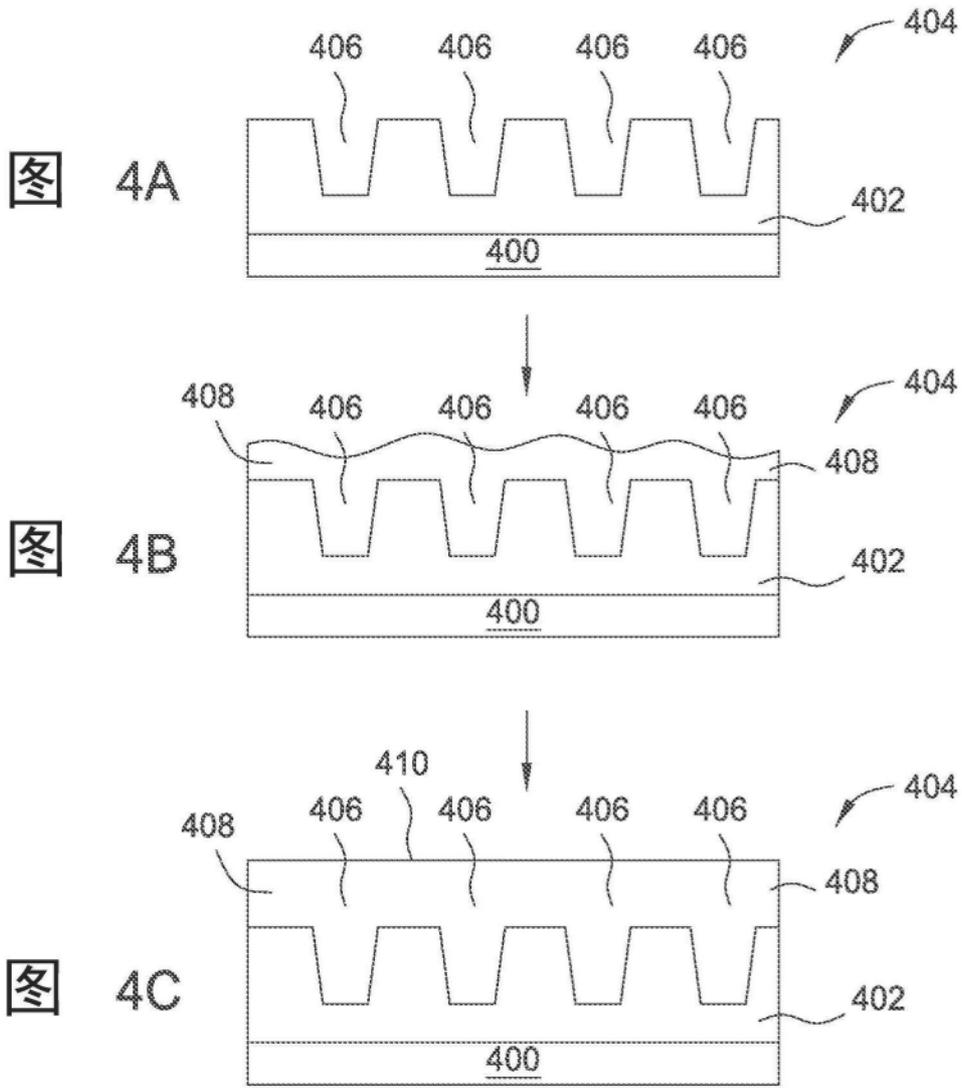


图3



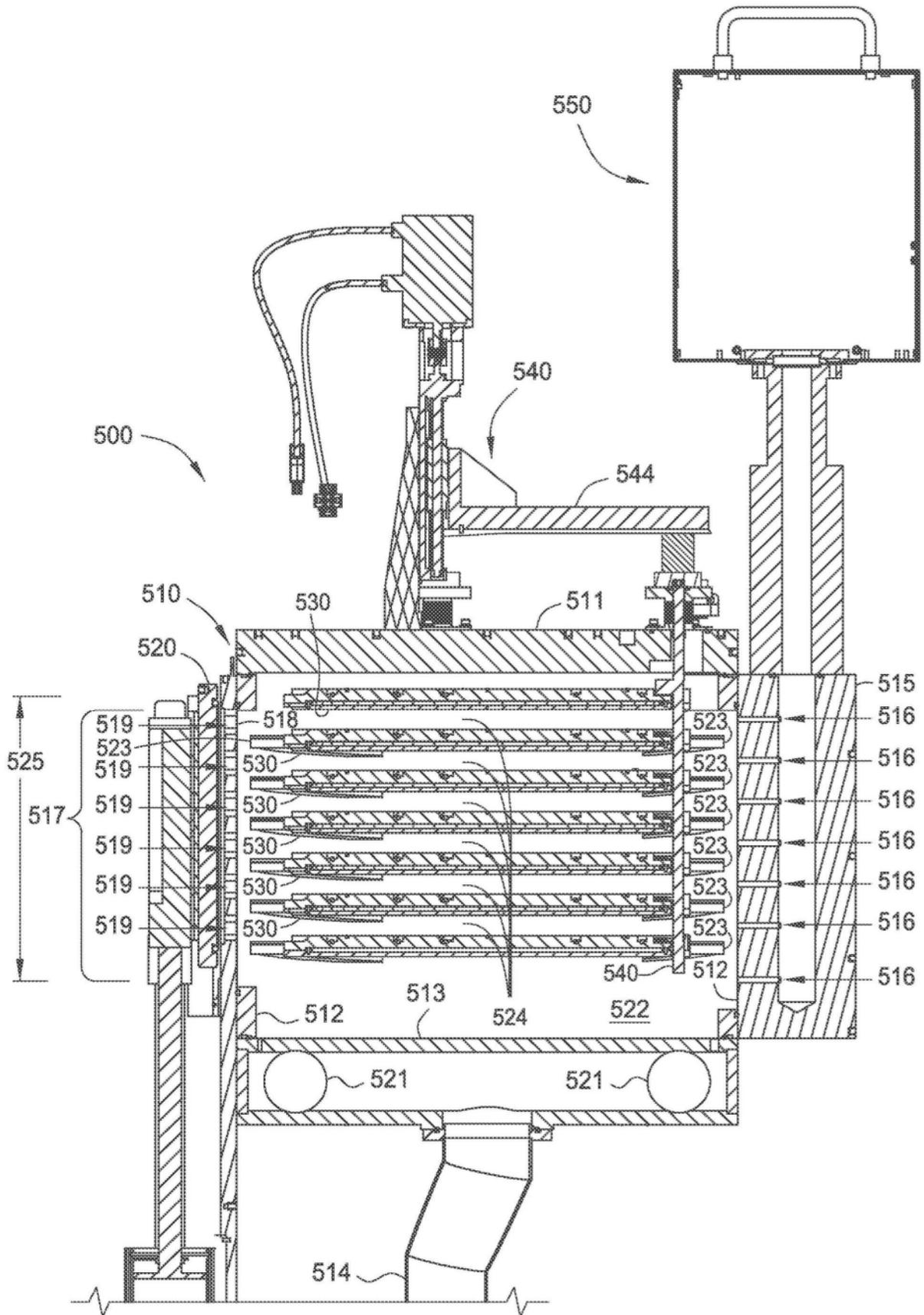


图5

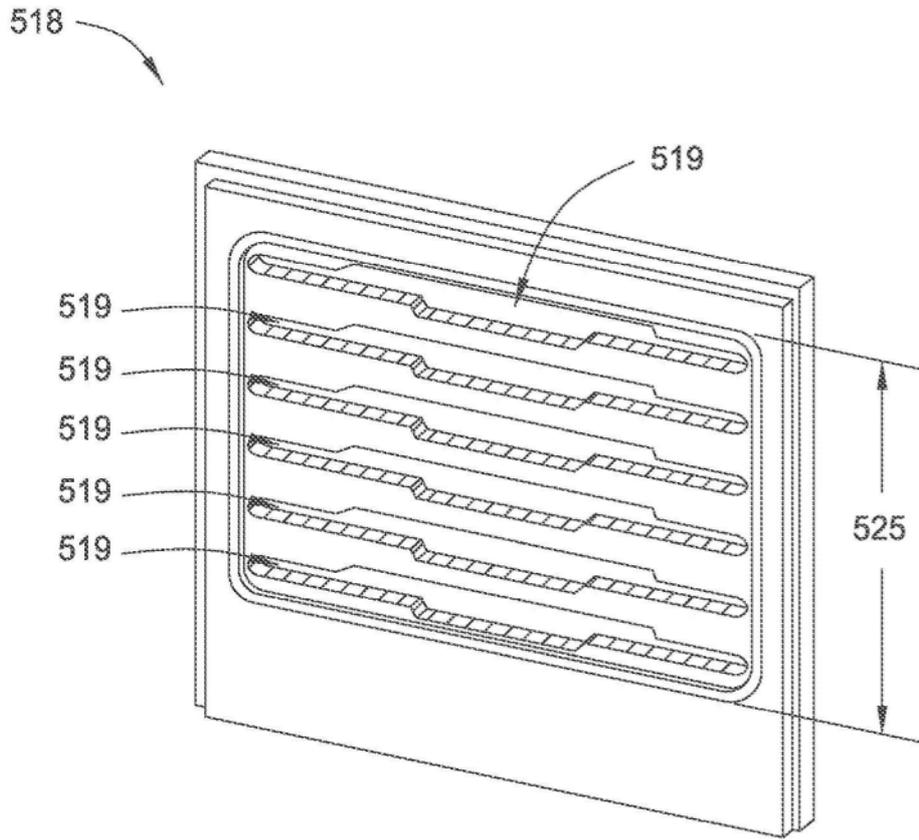


图6

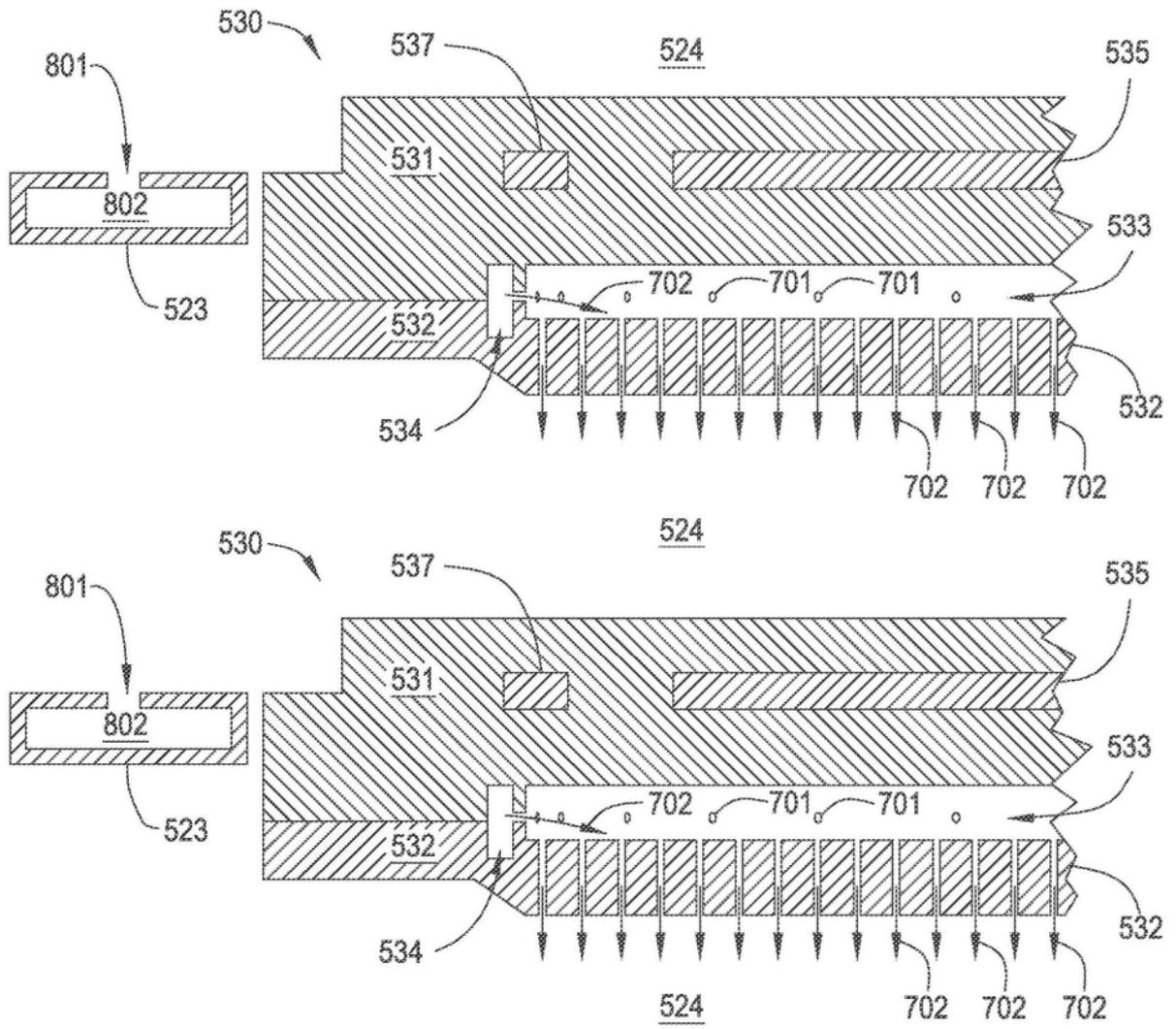


图7

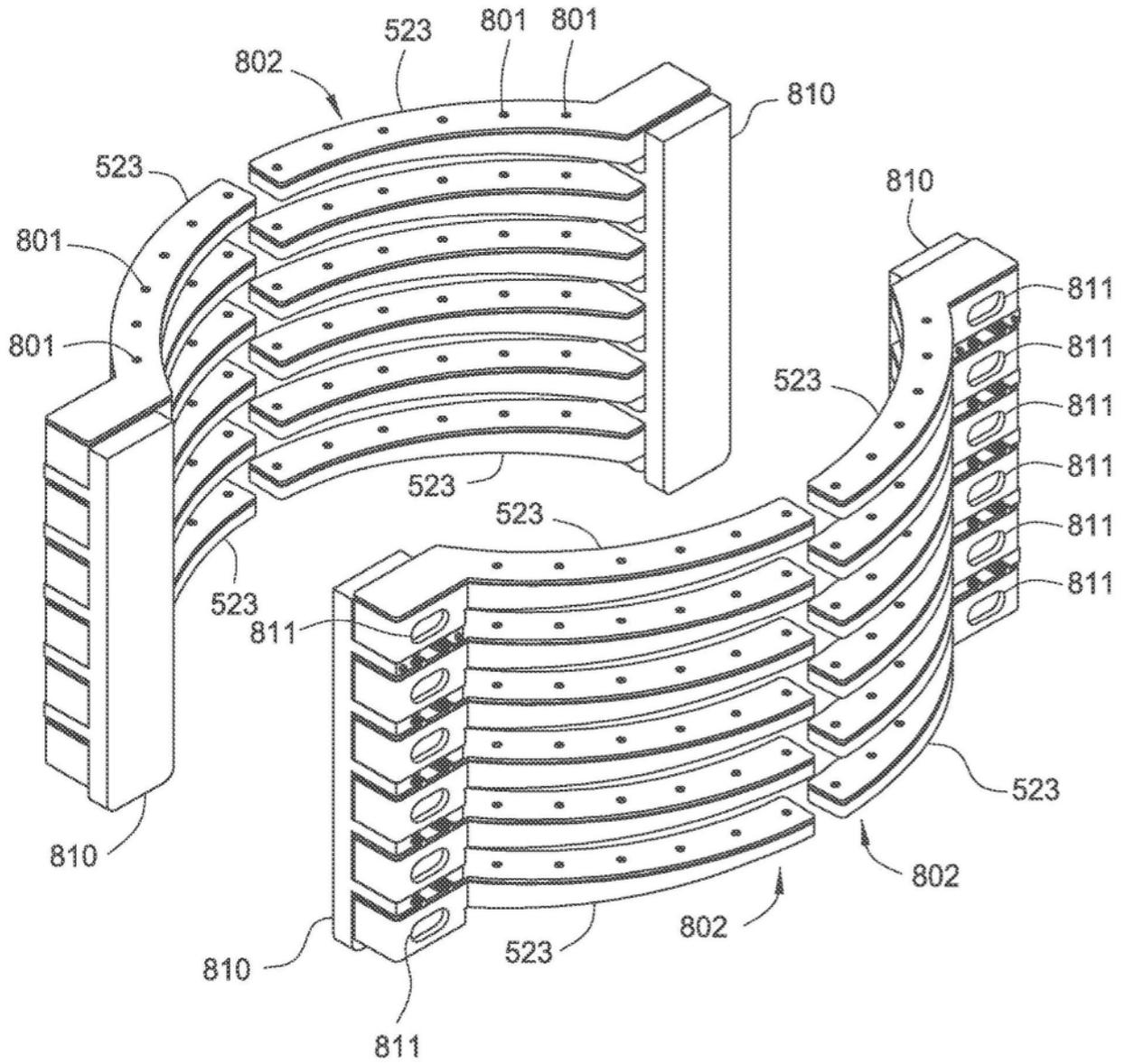


图8A

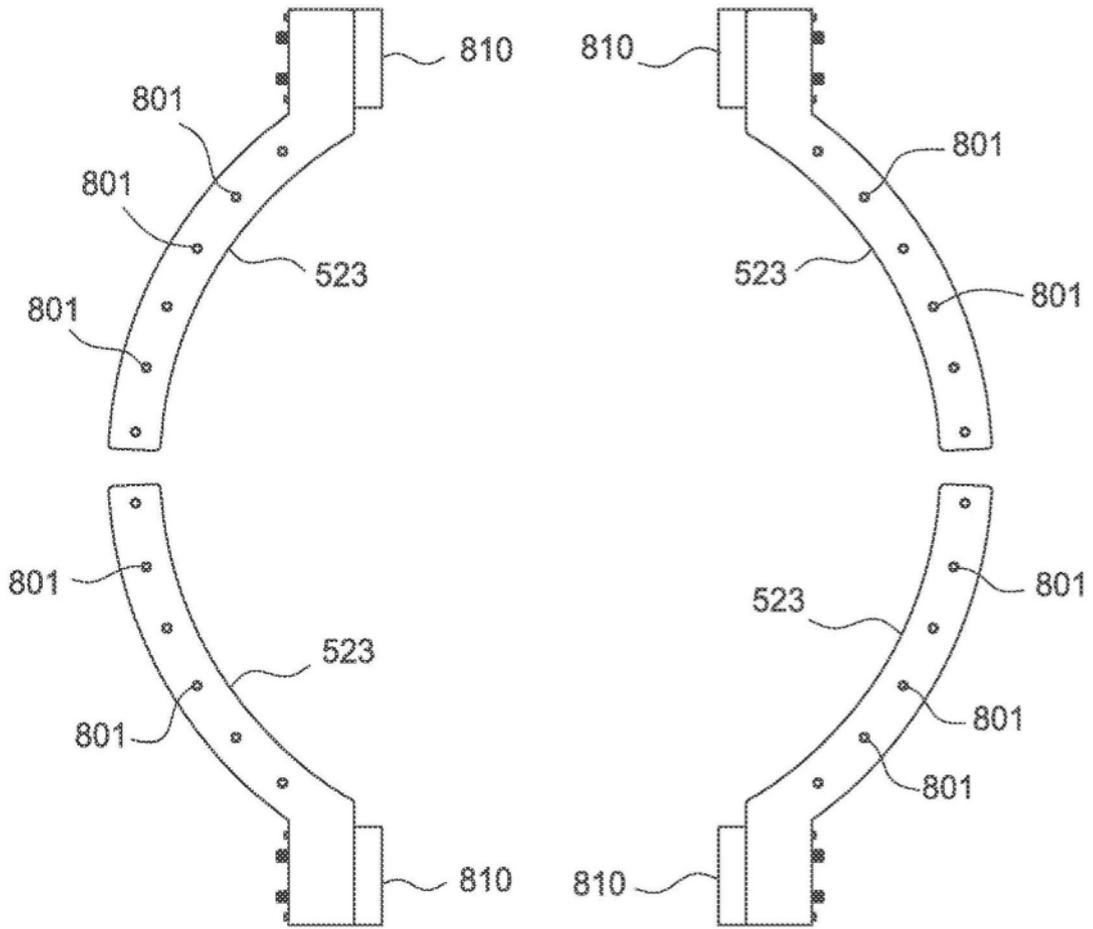


图8B

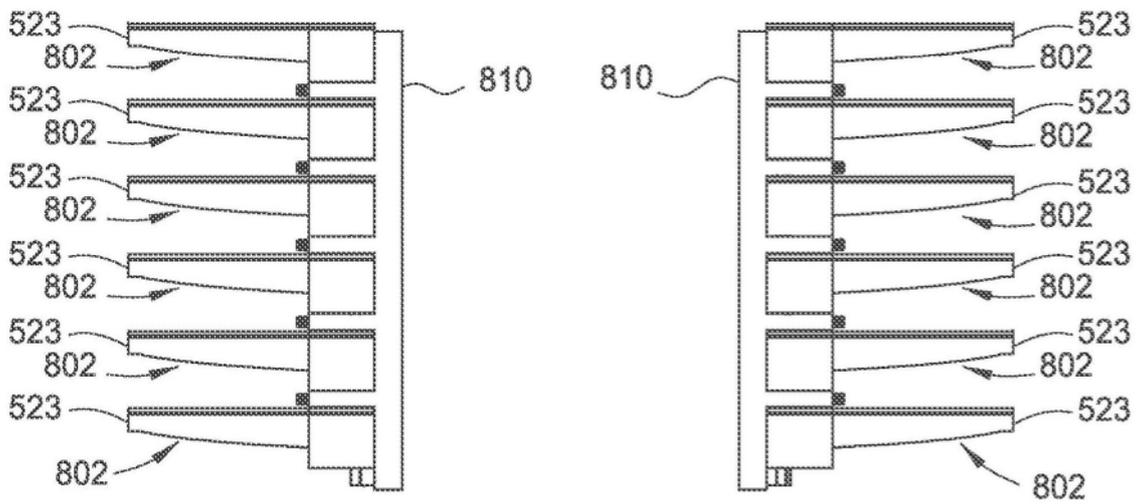


图8C

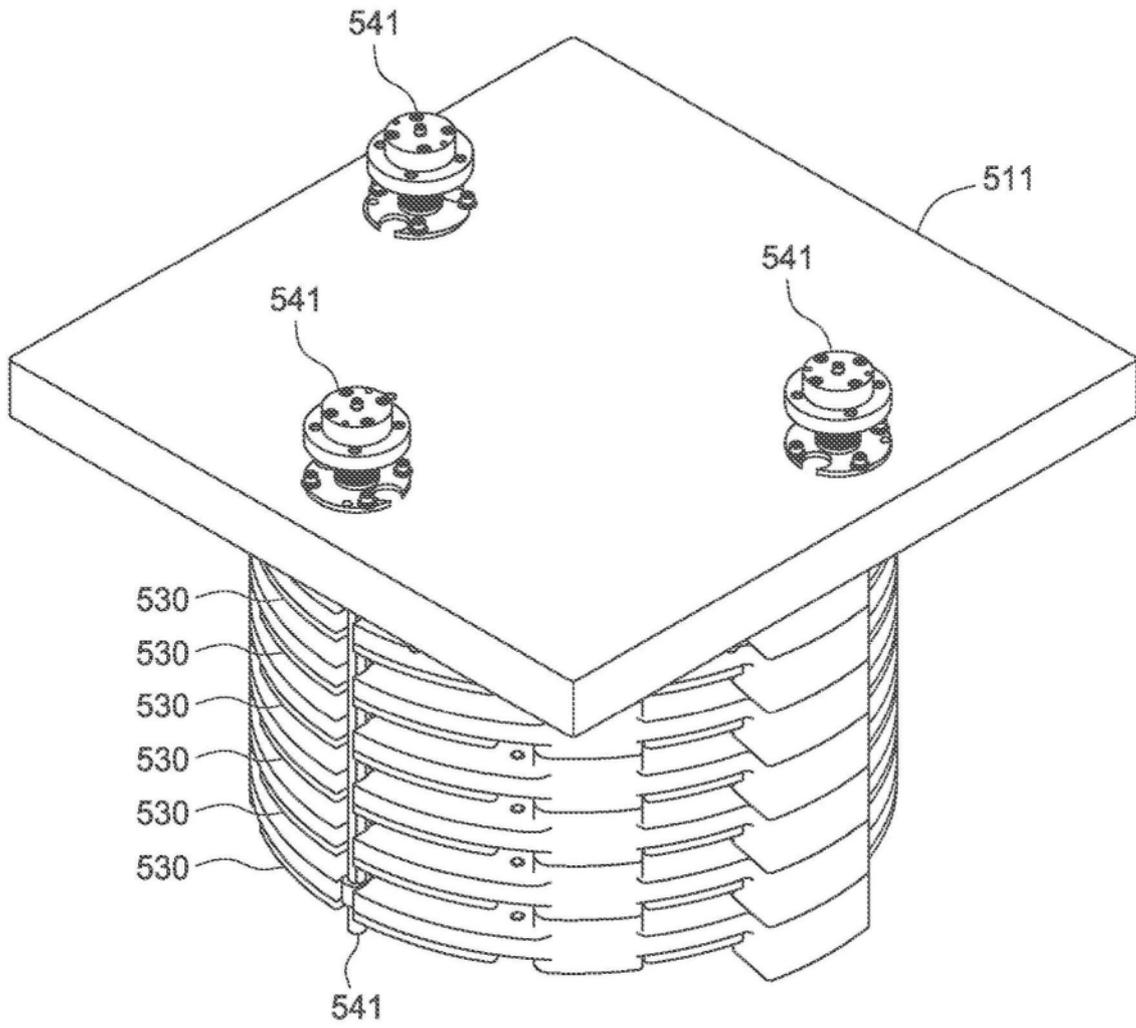


图9

