



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115989573 A

(43) 申请公布日 2023.04.18

(21) 申请号 202180052569.0

(22) 申请日 2021.06.21

(30) 优先权数据

62/705,411 2020.06.25 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.02.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/038215 2021.06.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/262585 EN 2021.12.30

(71) 申请人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 尼克·拉伊·小林百格

法亚兹·A·谢赫

阿鲁尔·N·达斯

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

专利代理师 李献忠 张华

(51) Int.Cl.

H01L 21/673 (2006.01)

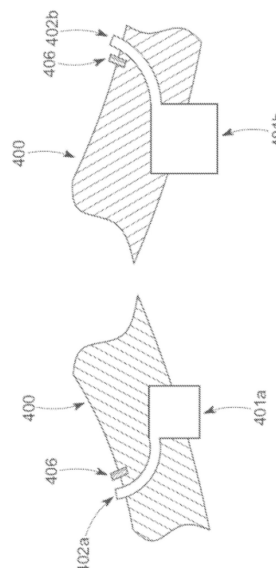
权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

具有用于背面处理的不同站支持特征的多站处理工具

(57) 摘要

提供了多站处理工具,具有用于背面加工的随站位变化的支撑特征。第一站中的支撑特征可以在背面沉积期间将晶片保持在第一组点处,在这些点处阻挡背面沉积、蚀刻或其他处理。第二站中的支撑特征可以在不与第一组点重叠的第二组点处支撑晶片。



1. 一种多站等离子体处理系统,其包括:

第一处理站,其包括第一组支撑特征,所述第一组支撑特征被配置为当在所述第一处理站处处理衬底时,在所述衬底的背面上的第一组位置处支撑所述衬底;以及

第二处理站,其包括第二组支撑特征,所述第二组支撑特征被配置为当在第二处理站处处理所述衬底时将所述衬底保持在所述衬底的所述背面上的第二组位置处,

其中所述第一组位置与所述第二组位置不重叠。

2. 根据权利要求1所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一处理站还包括第一喷淋基座,并且其中,所述第二处理站还包括第二喷淋基座。

3. 根据权利要求2所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组支撑特征包括第一间隔件,所述第一间隔件被配置为以与所述第一喷淋基座成第一间隔开关系支撑所述衬底,并且其中,所述第二组支撑特征包括第二间隔件,所述第二间隔件被配置为以与所述第二喷淋基座的第二间隔开关系支撑所述衬底。

4. 根据权利要求2所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一处理站还包括第一气体歧管,所述第一气体歧管耦合到所述第一喷淋基座并且当所述衬底在第一处理站处被处理时提供来自第一气体源的第一气体,并且其中第二处理站还包括第二气体歧管,所述第二气体歧管耦合到第二喷淋基座并且当所述衬底在所述第二处理站被处理时提供来自第二气体源的第二气体。

5. 根据权利要求2所述的多站等离子体处理系统,其还包括至少一个射频(RF)电源,其被配置为当所述衬底由所述第一组支撑特征支撑时,向所述第一喷淋基座提供功率以产生用于在所述背面上沉积第一膜的等离子体,其中所述至少一个RF电源被配置为当所述衬底由所述第二组支撑特征支撑时,向所述第二喷淋基座提供功率以产生用于在所述衬底的所述背面上沉积第二膜的额外的等离子体。

6. 根据权利要求5所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组位置与所述第二组位置不重叠,使得所述衬底的整个所述背面上面已经沉积了所述第一膜和所述第二膜中的至少一者。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组支撑特征和所述第二组支撑特征各自包括至少三个充分间隔开以便以稳定方式支撑所述衬底的支撑特征。

8. 根据权利要求1-6中任一项所述的多站等离子体处理系统,其还包括:

至少一个旋转转位器,该旋转转位器被配置为将所述衬底从所述第一处理站传送到所述第二处理站。

9. 根据权利要求1-6中任一项所述的多站等离子体处理系统,其还包括:

至少一个旋转转位器,该旋转转位器被配置为:提升承载环,使得所述承载环与所述衬底接合并将所述衬底从所述第一组支撑特征中提升离开;将所述承载环和所述衬底从所述第一处理站传送到所述第二处理站;并且降低所述承载环,使得所述衬底搁置在所述第二组支撑特征上并且所述承载环与所述衬底脱离。

10. 一种用于处理标称直径为D的衬底的多站等离子体处理系统,其包括:

具有第一组支撑特征的第一处理站;

具有第二组支撑特征的第二处理站;以及

转位器,其被配置为围绕中心轴旋转,从而将所述衬底从所述第一处理站传送到所述第二处理站,其中:

所述第一组支撑特征具有位于第一圆形区域内的第一组接触表面,该第一圆形区域具有第一直径D并且以所述第一处理站的第一中心点为中心,

所述第二组支撑特征具有位于第二圆形区域内的第二组接触表面,所述第二圆形区域具有第二直径D并且以所述第二处理站的第二中心点为中心,并且

所述第一中心点和所述第一组接触表面围绕所述中心轴的旋转变换,使得旋转变换的所述第一中心点与所述第二中心点对齐导致在沿所述中心轴观察时所述第二组接触表面和旋转变换的所述第一组接触表面之间没有重叠。

11. 根据权利要求10所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一处理站还包括第一喷淋基座,并且其中,所述第二处理站还包括第二喷淋基座。

12. 根据权利要求11所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组支撑特征包括第一间隔件,所述第一间隔件被配置为与所述第一喷淋基座成第一间隔开关系支撑所述衬底,并且其中,所述第二组支撑特征包括第二间隔件,所述第二间隔件被配置为与所述第二喷淋基座成第二间隔开关系支撑所述衬底。

13. 根据权利要求10-12中任一项所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组支撑特征和所述第二组支撑特征各自包括至少三个充分间隔开的支撑特征以便以稳定方式支撑所述衬底。

14. 根据权利要求10-12中任一项所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一处理站包括用于在所述衬底的背面沉积第一膜的第一设备,并且其中所述第二处理站包括用于在所述衬底的所述背面沉积第二膜的第二设备。

15. 根据权利要求14所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组接触表面被配置为在第一组背面位置处接触所述衬底的所述背面,其中所述第二组接触表面被配置为在第二组背面位置处接触所述衬底的所述背面,其中所述第一组支撑特征阻挡在所述第一组背面位置处沉积所述第一膜,并且其中所述第二组支撑特征允许在第一组背面位置处沉积所述第二膜。

16. 根据权利要求15所述的多站等离子体处理系统,其中,所述第一组支撑特征允许在所述第二组背面位置沉积所述第一膜,并且其中所述第二组支撑特征阻止在所述第二组背面位置处沉积所述第二膜。

17. 一种用于在多站等离子体处理系统中处理衬底的背面的方法,该多站等离子体处理系统包括具有第一组支撑特征的第一站,以及该多站等离子体处理系统包括具有第二组支撑特征的第二站,该方法包括:

将衬底移动到所述第一组支撑特征上;

在所述衬底位于所述第一组支撑特征上时处理所述衬底的所述背面,其中所述第一组支撑特征阻止在所述衬底的所述背面上的第一组位置处处理所述衬底的所述背面;

将所述衬底移动到所述第二组支撑特征上;以及

在所述衬底位于所述第二组支撑特征上时处理所述衬底的所述背面,其中所述第二组支撑特征不阻挡在所述衬底的所述背面上的第一组位置处处理所述衬底的所述背面。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述第一组位置与所述第二组位置不重叠。

19. 根据权利要求17或18中任一项所述的方法, 其中, 所述第二组支撑特征阻挡在所述衬底背面上的第二组位置处处理所述衬底的所述背面。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中所述第一组支撑特征不阻挡在所述衬底背面上的第二组位置处处理所述衬底的所述背面。

21. 根据权利要求17或18中任一项所述的方法, 其中, 所述多站等离子体处理系统还包括转位器, 并且其中将所述衬底移动到所述第二组支撑特征上包括: 使所述转位器围绕中心轴旋转以将所述衬底从所述第一站移动到所述第二站。

具有用于背面处理的不同站支持特征的多站处理工具

通过引用并入

[0001] PCT申请表作为本申请的一部分与说明书同时提交。在同时提交的PCT申请表中所标识的本申请要求享有其权益或优先权的每个申请均通过引用全文并入本文且用于所有目的。

背景技术

[0002] 本公开涉及用于背面处理的多站处理工具。

[0003] 这里提供的背景描述是为了总体呈现本公开的背景的目的。当前指定的发明人的工作在其在此背景技术部分以及在提交申请时不能确定为现有技术的说明书的各方面中描述的范围内既不明确也不暗示地承认是针对本公开的现有技术。

发明内容

[0004] 在一方面,提供了一种多站等离子体处理系统,其中该系统包括:第一处理站,其包括第一组支撑特征,该第一组支撑特征被配置为当衬底在第一处理站被处理时在第一组位置处将衬底支撑在衬底的背面上;以及第二处理站,其包括第二组支撑特征,所述第二组支撑特征被配置成当在第二处理站处处理衬底时在第二组位置处将衬底保持在衬底背面上,其中第一组位置与第二组位置是非重叠的。

[0005] 在另一方面,提供了一种用于处理标称直径为D的衬底的多站等离子体处理系统,其中该系统包括:具有第一组支撑特征的第一处理站;具有第二组支撑特征的第二处理站;以及转位器,其被配置为围绕中心轴旋转,从而将所述衬底从所述第一处理站传送到所述第二处理站,其中:所述第一组支撑特征具有位于第一圆形区域内的第一组接触表面,该第一圆形区域具有第一直径D并且以所述第一处理站的第一中心点为中心,其中,所述第二组支撑特征具有位于第二圆形区域内的第二组接触表面,所述第二圆形区域具有第二直径D并且以所述第二处理站的第二中心点为中心,并且其中所述第一中心点和所述第一组接触表面围绕所述中心轴的旋转变换,使得旋转变换的所述第一中心点与所述第二中心点对齐导致在沿所述中心轴观察时所述第二组接触表面和旋转变换的所述第一组接触表面之间没有重叠。

[0006] 在另一方面,提供了一种用于在多站等离子体处理系统中处理衬底的背面的方法,其中该系统包括具有第一组支撑特征的第一站,以及该系统包括具有第二组支持特征的第二站,且其中该方法包括:将衬底移动到所述第一组支撑特征上;在所述衬底位于所述第一组支撑特征上时处理所述衬底的所述背面,其中所述第一组支撑特征阻挡在所述衬底的所述背面上的第一组位置处处理所述衬底的所述背面;将所述衬底移动到所述第二组支撑特征上;以及在所述衬底位于所述第二组支撑特征上时处理所述衬底的所述背面,其中所述第二组支撑特征不阻挡在所述衬底的所述背面上的第一组位置处处理所述衬底的所述背面。

附图说明

- [0007] 图1是根据某些公开的实施方案的衬底处理系统的示意图。
- [0008] 图2是根据某些公开的实施方案的多站处理工具的俯视图。
- [0009] 图3是根据某些公开的实施方案的多站处理工具的示意图。
- [0010] 图4A是多站处理工具的支撑特征的透视图。
- [0011] 图4B是多站处理工具中的支撑特征的俯视图。
- [0012] 图4C是多站处理工具中的支撑特征的侧视图。
- [0013] 图5是根据某些公开的实施方案的用于控制衬底处理系统的示例性控制模块的示意图。
- [0014] 图6示出了根据某些公开的实施方案的在多站处理工具中处理的晶片的各种底视图。

具体实施方式

[0015] 在下面的描述中,阐述了许多具体细节以提供对所呈现的实施方案的透彻理解。可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实践所公开的实施方案。在其他情况下,没有详细描述公知的工艺操作以避免不必要地模糊所公开的实施方案。尽管将结合具体实施方案来描述所公开的实施方案,但是应当理解,其不旨在限制所公开的实施方案。

[0016] 本公开内容的部分涉及等离子体增强化学气相沉积 (PECVD)。PECVD是一种等离子体沉积,用于在衬底(如晶片)上沉积从气态(即,蒸气)到固态的薄膜。PECVD系统将液体前体转化为蒸气前体,然后输送到室。PECVD系统可包括蒸发器,其以受控方式蒸发液态前体以产生蒸气前体。通常,用于PECVD的室使用陶瓷基座在处理过程中支撑晶片,从而能够在高温下进行处理。

[0017] 大多数用于形成设备的PECVD沉积和其他处理发生在晶片的正面,例如顶侧。随着沉积层的堆积,它们会在晶片中引入应力。这种应力会导致晶片弯曲,这是不希望的。在弯曲很明显的地方,它会对后续的处理步骤产生有害影响。有时,在晶片背面沉积材料可能会抵消晶片弯曲和应力。然而,为了沉积在晶片的背面,晶片必须翻转并以背面朝上的方式装载。翻转晶片会带来额外的问题,例如额外的处理、可能暴露于颗粒和/或加工产量的降低。

[0018] 本公开内容的实施方案提供了具有随站位变化支撑特征(有时也称为提升特征)的多站处理工具的实施方案,该随站位变化支撑特征用于背面处理,例如沉积和蚀刻。在单个站内的背面沉积、蚀刻和/或其他处理过程中,提升特征可能会在提升特征的接触点处阻挡正在被处理的晶片或其他衬底上的沉积、蚀刻和/或其他处理。在一些当前的设计中,承载环具有在沉积期间支撑晶片的支撑特征。当承载环在多站反应器内的站与站之间移动时,支撑特征不再相对于晶片移动。承载环将晶片在站与站之间传送。在此类设计中,不可能在晶片的所有位置上进行沉积、蚀刻和/或执行其他处理。

[0019] 在一个实施方案中,第一站可以具有第一组支撑特征,其接触在第一组位置处处理的晶片或其他衬底,而第二站可以具有第二组支撑特征,其接触在不同于第一组位置的第二组位置处处理的晶片或其他衬底。结果,在第一站中的沉积、蚀刻和/或其他处理期间被第一组支撑特征阻挡的区域可能在第二站中的沉积、蚀刻和/或其他处理期间暴露。这允许在方位角方向上控制沉积轮廓、蚀刻轮廓和/或其他处理轮廓,并且能够在背面的所有部

分上对膜进行沉积、蚀刻和/或其他处理,而没有任何全厚度空隙或其他方位角不均匀性。作为示例并且在蚀刻期间,这使得能够蚀刻背面的所有部分而没有完全未被蚀刻的部分。在一些实施方案中,支撑特征不是承载环的一部分。相反,支撑特征是站的一部分,多站反应堆的每个站都有自己的支撑特征。

[0020] 用于制造高级存储器和逻辑芯片的多级半导体处理流程导致衬底在压缩和拉伸方向上显著翘曲。由于这种中等到严重的衬底翘曲,各种制造工艺的处理条件受到损害,从而导致工艺控制问题、光刻卡盘和覆盖问题,这有时会导致产量损失增加。在一个实施方案中,控制翘曲的一种方式是在衬底的相对侧(即背面)沉积牺牲膜或多层膜以补偿相反方向的翘曲,从而导致衬底变平。传统的双电极射频(RF)等离子体增强化学气相沉积(PECVD)系统具有一个可以是RF或接地的气体流动电极。通常,气体流动电极(也称为喷头104)位于PECVD反应器的顶侧,从而导致反应物在晶片的正面流动,导致仅在晶片的正面沉积晶片。

[0021] 根据一个实施方案,公开了一种具有双气流电极的RF PECVD系统。任一电极都可以是RF电极以提供交流场,从而实现CVD膜沉积的等离子体增强。这种双气流电极PECVD系统能够选择性地在晶片的两侧或仅一侧沉积膜。在一个示例中,气体流动的基座(在此称为“喷淋基座”或“喷基”)可以保持晶片以用于在相邻站之间的室内或室外通过基于设备设置的标准传送机制的传送,但能够使气体从晶片的背面流动。在一些其它实施方案中,被配置用于背面沉积、蚀刻或其它操作的系统可以不包括淋浴基座,并且可以利用其它结构以使气体流向晶片的背面。

[0022] 在一个实施方案中,背面气流能够在晶片的背面进行PECVD沉积,而正面气流可以沉积在晶片的正面。该系统可以设置为通过打开和关闭导致膜沉积的反应物并用非反应气体(例如惰性气体)替换它们来选择性地启用沉积侧。该系统的另一方面是能够控制衬底侧面与反应物流动气体的距离。这种控制能够实现背面补偿等应用所需的沉积剖面 and 膜特性。

[0023] 在另一个实施方案中,喷淋基座和喷头包括提供类似喷头的特征的配置,这些特征使得能够适当地混合反应物并为晶片背面或正面上的PECVD沉积工艺提供适当的流动动力学。此外,一些实施方案实现可控间隙,该间隙可抑制或允许等离子体在晶片的期望侧(一侧或两侧)上的沉积。被控制的间隙可以包括例如晶片的顶侧和喷头104的顶表面之间的间隙间隔(如图1所示),晶片的背面和喷淋基座106的顶表面之间的间隙间隔(如图1所示)。例如,在沉积晶片的背面时,晶片的顶侧和喷头的顶表面之间的间隙被最小化。

[0024] 喷淋基座106还被配置为包括喷头孔图案和用于均匀分布气体的内充气室。提供均匀气体分布的喷头孔图案和内部充气室允许工艺气体以适当均匀的分布朝向晶片底部输送。这些实施方案还允许气体流动基座(即,喷淋基座)具有主动加热器以使工艺气体达到适当的温度。喷淋基座106和喷头104的组合允许两种关键属性同时发挥作用。在一个实施方案中,喷淋基座106仍然可以加热晶片并在反应器室内或反应器外部提供晶片传送特征,而喷头104部件允许工艺气体流动。因此,本文公开的气体流动基座(即,喷淋基座)能够实现传统的PECVD工艺,以选择性地沉积在晶片的任一侧。这些配置还被配置为选择性地为顶部或底部电极提供RF功率,并动态启用/禁用晶片的需要沉积的一侧的等离子体。

[0025] 广义上讲,喷淋基座通过在晶片的背面沉积膜来提供了几个解决应力和弯曲问题的优势。背面膜抵消来自正面沉积的应力以产生显示没有弯曲(或基本上没有弯曲,例如,

小于约150 μm 的弓形)的中性应力(或基本上中性应力,例如小于约 $\pm 150\text{MPa}$)晶片。如果沉积在正面的膜是可拉伸的,那么背面膜也应该是可拉伸的,以平衡整体应力。同样,如果正面膜具有压缩性,则背面膜也应具有压缩性。背面膜可以通过各种反应机制(例如,化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体增强原子层沉积(PEALD)、低压化学气相沉积(LPCVD)等)来沉积。在各种情况下,由于在这种类型的反应中实现了高沉积速率,因此使用等离子体增强化学气相沉积。

[0026] 可以调整某些沉积参数以产生具有期望应力水平的背面膜。这些沉积参数之一是沉积背面膜的厚度。较厚的薄膜会在晶片中引起更大的应力,而相同组成并在相同条件下沉积的较薄的膜会在晶片中引起较小的应力。因此,为了最小化在形成背面层中所消耗的材料量,可以在促进形成高应力膜的条件相对薄地沉积该层。

[0027] 在一些实施方案中,多站处理工具可具有用于背面沉积的站变化支撑特征。在单个站内的背面沉积过程中,支撑特征可能会阻挡正在处理的晶片或其他衬底上的在支撑特征的接触点处的沉积。在一个实施方案中,第一站可具有第一组支撑特征,其接触正在第一组位置处进行处理的晶片或其他衬底,而第二站可以具有第二组支撑特征,其接触正在不同于第一组位置的第二组位置处进行处理的晶片或其他衬底。结果,在第一站沉积期间被第一组支撑特征阻挡的区域可能在第二站沉积期间暴露。因此,背面层可以沉积在背面的所有部分上而没有任何全厚度空隙。虽然本公开内容的大部分内容提到用于背面沉积的随站位变化的支撑特征(也称为支撑特征)的益处,但是随站位变化支撑特征也可以被利用并且为诸如蚀刻之类的其他种类的背面处理提供益处。

[0028] 如上所述,沉积材料的堆叠件尤其可能导致晶片应力和弯曲。可能导致这些问题的一个示例堆叠件是具有交替的氧化物层和氮化物层(例如,氧化硅/氮化硅/氧化硅/氮化硅等)的堆叠件。另一个可能导致弯曲的示例性堆叠件包括交替的氧化物层和多晶硅层(例如,氧化硅/多晶硅/氧化硅/多晶硅等)。可能有问题的堆叠材料的其他示例包括但不限于氮化钨和氮化钛。堆叠件中的材料可以通过化学气相沉积技术沉积,例如等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、低压化学气相沉积(LPCVD)、金属有机化学气相沉积(MOCVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体增强原子层沉积(PEALD),或通过直接金属沉积(DMD)等。这些示例不旨在是限制性的。每当由于晶片正面上存在的材料而引起晶片应力和/或弯曲时,某些公开的实施方案可能是有用的。

[0029] 正面堆叠件可以沉积到任何数量的层和厚度。在一个典型的示例中,堆叠件包括大约32-72层,并且具有大约2-4 μm 之间的总厚度。堆叠件在晶片引起的应力可能在约-500MPa到约+500MPa之间,导致弯曲通常在约200-400 μm 之间(对于300mm晶片),在某些情况下甚至更大。

[0030] 在各种实施方案中,沉积在晶片背面上的材料可以是介电材料。在一些情况下,使用氧化物和/或氮化物(例如,氧化硅/氮化硅)。可使用的含硅反应物的实例包括但不限于硅烷、卤代硅烷和氨基硅烷。硅烷含有氢和/或碳基团,但不含卤素。硅烷的实例是硅烷(SiH_4)、乙硅烷(Si_2H_6)和有机硅烷,例如甲基硅烷、乙基硅烷、异丙基硅烷、叔丁基硅烷、二甲基硅烷、二乙基硅烷、二叔丁基硅烷、烯丙基硅烷、仲丁基硅烷、叔己基硅烷、异戊基硅烷、叔丁基二硅烷、二叔丁基二硅烷等。卤代硅烷包含至少一个卤素基团并且可以包含或不包含氢和/或碳基团。卤代硅烷的实例是碘硅烷、溴硅烷、氯硅烷和氟硅烷。尽管卤代硅烷,特别

是氟硅烷,可以形成可以蚀刻硅材料的反应性卤化物物质,但在本文所述的某些实施方案中,当激励等离子体时不存在含硅反应物。具体的氯硅烷为四氯硅烷(SiCl_4)、三氯硅烷(HSiCl_3)、二氯硅烷(H_2SiCl_2)、一氯硅烷(ClSiH_3)、氯烯丙基硅烷、氯甲基硅烷、二氯甲基硅烷、氯二甲基硅烷、氯乙基硅烷、叔丁基氯硅烷、二叔丁基氯硅烷、氯异丙基硅烷、氯仲丁基硅烷、叔丁基二甲基氯硅烷、叔己基二甲基氯硅烷等。氨基硅烷包括至少一个与硅原子键合的氮原子,但也可以包含氢、氧、卤素和碳。氨基硅烷的示例是单-、二-、三-和四-氨基硅烷(分别为 $\text{H}_3\text{Si}(\text{NH}_2)_4$ 、 $\text{H}_2\text{Si}(\text{NH}_2)_2$ 、 $\text{HSi}(\text{NH}_2)_3$ 和 $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$),以及经取代的单-、二-、三-和四-氨基硅烷,例如,叔丁基氨基硅烷、甲基氨基硅烷、叔丁基硅烷胺、双(叔丁基氨基)硅烷($\text{SiH}_2(\text{NHC}(\text{CH}_3)_3)_2$ (BTBAS)、叔丁基甲硅烷基氨基甲酸酯、 $\text{SiH}(\text{CH}_3)-(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_2$ 、 $\text{SiHCl}-(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_2$ 、 $(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{NH})_3$ 等。氨基硅烷的另一示例是三甲硅烷基胺($\text{N}(\text{SiH}_3)$)。其他潜在的含硅反应物包括原硅酸四乙酯(TEOS)以及环状和非环状TEOS变体,例如四甲氧基硅烷(TMOS)、氟代三乙氧基硅烷(FTES)、三甲基硅烷(TMS)、八甲基四环硅氧烷(OMCTS)、四甲基环四硅氧烷(TMCTSO)、二甲基二甲氧基硅烷(DMDS)、六甲基二硅氮烷(HMDS)、六甲基二硅氧烷(HMDSO)、六甲基环三硅氧烷(HMCTSO)、二甲基二乙氧基硅烷(DMDEOS)、甲基三甲氧基硅烷(MTMS)、四甲基二硅氧烷(TMDSO)、二乙烯基四甲基二硅氧烷(VSI₂)、甲基三乙氧基硅烷(MTEOS)、二甲基四甲氧基二硅氧烷(DMTMODSO)、乙基三乙氧基硅烷(ETEOS)、乙基三甲氧基硅烷(ETMS)、六甲氧基乙硅烷(HMODS)、双(三乙氧基甲硅烷基)乙烷(BTEOSE)、双(三甲氧基甲硅烷基)乙烷(BTMOSE)、二甲基乙氧基硅烷(DMEOS)、四乙氧基二甲基二硅氧烷(TEODMDSO)、四(三甲基硅氧基)硅烷(TTMSOS)、四甲基二乙氧基二硅氧烷(TMDEODSO)、三乙氧基硅烷(TIEOS)、三甲氧基硅烷(TIMEOS)或四丙氧基硅烷(TPOS)。

[0031] 示例性的含氮反应物包括但不限于氨、肼、胺(例如,带有碳的胺)例如甲胺、二甲胺、乙胺、异丙胺、叔丁胺、二叔丁胺、环丙胺、仲丁胺、环丁胺、异戊胺、2-甲基丁-2-胺、三甲胺、二异丙胺、二乙基异丙胺、二叔丁基肼以及苯胺、吡啶、苄胺等含芳族胺。胺可以是伯胺、仲胺、叔胺或季胺(例如,四烷基铵化合物)。含氮反应物可以含有除氮以外的杂原子,例如羟胺、叔丁氧羰基胺和N-叔丁基羟胺是含氮反应物。

[0032] 含氧共反应物的示例包括氧气、臭氧、一氧化二氮、一氧化碳、一氧化氮、二氧化氮、氧化硫、二氧化硫、含氧烃($\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$)、水、其混合物等。

[0033] 这些反应物的流速将在很大程度上取决于通过其沉积背面层的反应类型。在使用CVD/PECVD沉积背面层的情况下,含硅反应物的流速可以在约0.5-10mL/min之间(在雾化之前),例如在约0.5-5mL/min之间。含氮反应物、含氧反应物或其他共反应物的流速可以在约3-25标准升每分钟(SLM)之间,例如在约3-10SLM之间。

[0034] 在某些实施方案中,可以在进一步处理之后去除背面层。在这种情况下,应选择背面层的成分,使其可以在适当的时间轻松地从此底上去除。在这方面,在所需的去除化学物质中,背面层的材料(例如,电介质)和下伏的衬底(例如,硅)的材料之间应该具有高选择性。

[0035] 背面层的优选厚度将取决于晶片正面上的沉积引起的应力的量,以及背面层沉积的条件。背面层可沉积至晶片中的应力变得可忽略的厚度(例如,小于约150MPa)。在这些或其他实施方案中,背面层可沉积至晶片弯曲变得可忽略的厚度(例如,小于约150 μm 的弯曲)。在一些情况下,这对应于约0.1-2 μm 之间的背面层厚度,例如约0.3-2 μm 之间,或约0.1-

1 μm 之间,或约0.3-1 μm 之间的背面层厚度。在使用氮化硅形成背面层的情况下,具有约0.3 μm 厚度的膜足以减轻约50-200 μm 的弯曲。如上所述,可以使用更高应力的背面层来减小所需的层厚度。这有助于节省材料并降低成本。

[0036] 应当理解,本实施方案可以以多种方式实现,例如工艺、装置、系统、设备或方法。下面描述几个实施方案。

[0037] 在一个实施方案中,膜的沉积是在等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 系统中实施。PECVD系统可以采用许多不同的形式。PECVD系统包括一个或多个室或“反应器”(有时包括多个站),其容纳一个或多个晶片并且适用于晶片加工。每个室或反应器可以容纳一个或多个用于处理的晶片。一个或多个室将晶片保持在一个或多个限定位置(在该位置内有或没有运动,例如旋转、振动或其他搅动)。在该工艺期间,经历沉积的晶片可以在反应器室内从一个站传送到另一个站。当然,膜沉积可以完全发生在单个站,或者膜的任何部分可以沉积在任意数量的站。

[0038] 在工艺中时,每个晶片由基座、晶片卡盘和/或其他晶片保持装置保持在合适位置。对于某些操作,该装置可以包括加热器例如加热板来加热晶片。

[0039] 图1示出了用于处理晶片128的衬底处理系统100。该系统包括室102。中心柱被配置为在衬底128的顶表面被处理时支撑基座,例如,膜正在顶表面上形成。根据本文公开的实施方案,基座被称为喷头基座(“喷淋基座”)106。喷头104设置在喷淋基座106上方。在一个实施方案中,喷头104通过匹配网络125电耦合到电源122。电源122由控制模块120(例如控制器)控制。在其他实施方案中,可以向喷淋基座106而不是喷头104提供功率。控制模块120被配置为通过对特定配方执行工艺输入和控制来操作衬底处理系统100。根据衬底128的顶表面正在接收沉积膜还是衬底128的底表面正在接收沉积膜,控制器模块120为工艺配方设置各种操作输入,例如功率电平,时序参数、工艺气体、晶片128的机械移动、晶片128离开喷淋基座106的高度等。在具有多个处理室102(例如图2和图3的示例)的实施方案中,系统100可以包括电源122和相关联的元件,例如匹配网络125,它们中的每一个耦合到室102中的相应一个中的喷淋基座106和/或喷头104。在其他实施方案中,单个电源122可以耦合到多个室102中的喷淋基座106和/或喷头104。控制模块120、气体源114、气体歧管112、气体歧管108、气体源110、匹配网络125、RF电源112、喷淋基座106、喷头104和处理室中的一者或多者可以形成用于在衬底的背面沉积膜的设备。如以下进一步详细讨论的,多站处理工具可以包括多个两个或更多个处理站,其包括上述用于在衬底的背面沉积膜的设备。上述一些设备可以由多站处理工具中的多个处理站共享。另外,单个晶片可以由多站处理工具中的多个站处理。因此,多站处理工具中的第一处理站可以具有用于在衬底的背面沉积坚固膜的第一设备,并且多站处理工具中的第二处理站可具有用于在衬底的背面沉积第二膜的第二设备。

[0040] 中心柱还可以包括升降销,其由升降销控制器控制。升降销用于将晶片128从喷淋基座106升高以允许末端执行器拾取晶片并在末端执行器放置晶片128之后降低晶片128。末端执行器(未示出)也可以将晶片128放置在间隔件130上。如下所述,间隔件130的尺寸设计为在喷头104的顶表面(其面向晶片)和喷淋基座106的顶表面(其面向晶片)之间提供晶片128的受控分离。

[0041] 衬底处理系统100还包括气体歧管108,其连接到气体源110,例如来自设施的气体

化学供应源和/或惰性气体。取决于在衬底的顶表面上执行的处理,控制模块120通过气体歧管108控制气体源110的输送。所选择的气体然后流入喷头104并且当晶片搁置在基座140上时,分布在限定在喷头104的面向晶片128的面之间的空间体积中。

[0042] 衬底处理系统100还包括气体歧管112,其连接到气体源114,例如来自设施的气体化学供应和/或惰性气体。取决于在衬底的底表面上执行的处理,控制模块120通过气体歧管112控制气体源114的输送。所选择的气体然后流入喷头104并分布在空间体积内,该空间体积限定在当晶片搁置在间隔件130上时,喷淋基座106的面向晶片128的下表面/侧面的面之间。间隔件130提供分离,以优化晶片128下表面的沉积,同时减少在晶片的顶面上的沉积。在一个实施方案中,虽然沉积的目标是晶片128的下表面,但惰性气体通过喷头104流过晶片128的顶表面,从而将反应物气体推离顶表面并且使反应物气体能从喷淋基座106被引导到晶片128的下表面。在具有多个处理室102(例如图2和图3的示例)的实施方案中,系统100可以包括多个气体歧管112,其中的每一个耦合到室102中的相应一个中的喷淋基座106;和/或可以包括多个气体歧管108,每个气体歧管108都连接到室102中的相应一个室中的喷头104。

[0043] 此外,气体可以预混合或不预混合。可以采用适当的阀和质量流量控制机制来确保在工艺的沉积和等离子体处理阶段期间输送正确的气体。工艺气体通过出口离开室。真空泵(例如,一级或二级机械干泵和/或涡轮分子泵)抽出工艺气体并通过闭环控制的限流设备(例如节流阀或节流阀)在反应器内保持适当的低压。

[0044] 还示出了环绕喷淋基座106的外部区域的承载环124。当处理晶片128的顶表面时,例如在其上沉积材料时,承载环124被配置为位于承载环支撑区域上方,该支撑区域是从基座喷淋基座106的中心的晶片支撑区域向下的台阶。承载环124包括其盘结构的外边缘侧,例如外半径,以及其盘结构的晶片边缘侧,例如内半径,其最接近晶片128所在的位置。承载环124的晶片边缘侧包括多个接触支撑结构,其被配置为支撑晶片128。间隔件130可以包括支撑承载环124的承载环支撑特征。间隔件130可以包括晶片支撑特征,其在承载环124由间隔件130保持时,支撑晶片128离开承载环124。

[0045] 在一些实施方案中,室102可以是多站处理工具中的处理室,并且间隔件130的晶片支撑特征可以根据晶片所处的站在晶片上的不同方位角位置与晶片接合。作为示例,第一处理站中的间隔件130可以包括晶片支撑特征,其通过在第一组位置处(例如,围绕晶片的周边均匀或不均匀地布置的三个或更多个位置)与晶片接合来支撑晶片128,而第二处理站中的间隔件130可包括晶片支撑特征,其通过第二组位置(例如,围绕晶片的周边均匀或不均匀布置的三个或更多个位置)与晶片接合来支撑晶片128。第一组位置和第二组位置可以不重叠或可以仅部分重叠。对于这种类型的布置,第一站内的背面沉积可能导致在第一组位置处施加到晶片128的背面膜中的空隙,这是由于间隔件130的晶片支撑特征在第一组位置处的物理遮挡导致的。然而,第二站内的背面沉积可以至少部分地填充这些空隙,因为第二站中的晶片支撑特征在与第一组位置不重叠或仅部分重叠的第二组位置处与晶片128接合。

[0046] 在一些其他实施方案中,晶片128可以在从一个站移动到下一站时旋转,使得晶片128在搁置在每个站中时在晶片上的不同方位角位置接合间隔件130或其他晶片支撑特征。晶片在站之间的旋转可足以确保以期望的方式沉积背面膜(例如,背面膜没有全厚度空

隙)。在这样的实施方案中,间隔件130或其他晶片支撑特征可以跨多个站处于相同的方位角位置。

[0047] 图2示出了多站处理工具的俯视图,其中提供了四个处理站。图1的实施方案示出了室102,其可以在图2和3的室102中实施,室102有四个室站。图2和图3提供了室部分的顶视图(例如,为了说明移除了顶部室部分),其中四个站被星形叉132接近。每个星形叉132或叉包括第一臂和第二臂,每个臂围绕喷淋基座106的每一侧的一部分定位。在该视图中,星形叉132以虚线绘制,以表示它们位于承载环124下方。使用接合和旋转机构220,将星形叉132配置为同时从多个站从(即承载环124的下表面)升起和支撑承载环124,然后在降低承载环124之前旋转至少一个或多个站(其中至少一个承载环支撑晶片128)到下一个位置,以便可以在相应的晶片128上进行进一步的等离子体加工、处理和/或膜沉积。如上所述,在一个实施方案中,星形叉132可用于将晶片128降低到诸如间隔件130之类的支撑特征上(并且将晶片128抬离)。间隔件130可以将晶片128保持在一定高度,该高度使得能够在晶片128的背面沉积,同时基本上防止在晶片128的顶部沉积,例如如图1所示。

[0048] 图3示出了具有入站装载锁148和出站装载锁140的多站处理工具的实施方案的示意图。机械手142在大气压力下被配置为将衬底128从通过晶舟150装载的盒移动通过大气端口144进入入站装载锁148。入站装载锁148耦合到真空源(未显示),使得当大气端口144关闭时,入站装载锁148可以被抽空。入站装载锁148还包括与处理室102对接的室传送端口146。因此,当室传送器146打开时,另一个机械手(未显示)可以将衬底从入站装载锁148移动到第一处理站的喷淋基座106以进行处理。

[0049] 所示处理室102包括四个处理站,在图3所示的实施方案中编号为1至4。在一些实施方案中,处理室102可以被配置成维持低压环境,使得可使用承载环124在处理站之间传送衬底而不会经历真空破坏和/或空气暴露。图3中描绘了每个处理站。喷淋基座106被配置为在要发生背面沉积时输送工艺气体。在背面沉积期间,当使用具有晶片支撑特征的间隔件以将晶片保持离开喷淋基座106,喷头104可以被配置为在衬底的顶面上供应惰性气体,以防止或减少晶片106的顶面上的沉积。

[0050] 图3还描绘了用于在处理室102内传送晶片的星形叉132。如将在下面更详细地描述的,星形叉132也可以旋转并且能够将晶片从一个站传送到另一个站。该传送通过使星形叉132能够从外部下表面提升承载环124而发生,这随后提升晶片,然后将晶片和承载器124一起旋转到下一个站。在一种构造中,星形叉132由陶瓷材料制成以在处理期间承受高水平的热。

[0051] 在其他实施方案中,代替使用星形叉132来提升和传送晶片,桨式结构也可以起到提升和传送晶片的作用。桨可以设置在站之间,类似于星形叉132定位的方式,并且可以以相同的方式发挥作用。因此,为了易于理解,对星形叉132的引用应理解为也适用于桨式结构,其可以提供控制提升(例如,在背面晶片沉积期间)和站之间的传送。在一些情况下,被配置为提升、支撑和/或传送晶片的结构(例如星形叉132)可被称为“转位器”或“旋转转位器”。这些结构可以是用于在站之间移动晶片的旋转转盘的一部分。因此,为了易于理解,提及的星形叉132应被理解为也指代“转位器”或“旋转转位器”,即使这种结构与“星形叉”不同(例如,具有不同的结构布置,使用不同的技术用于支撑和/或移动晶片等)。

[0052] 广义上讲,本文公开的实施方案是用于通过动态控制在晶片的可选面(正面和/或

背面)沉积PECVD膜的系统。一种实施方案包括用于限定电容耦合PECVD系统的双气流电极。该系统将包括气流喷头104和喷淋基座106。在一个实施方案中,气流基座(即喷淋基座)是喷头和基座的组合,它能够在晶片的背面进行沉积。电极几何形状结合了:喷头的特征,诸如例如气体混合充气室、孔、孔图案、气体喷射防止挡板,和基座的特征,例如嵌入式受控加热器、晶片升降机构(也称为晶片支撑特征和晶片支撑结构)、保持等离子体抑制环的能力和可移动性。这使得在有或没有来自基座的RF功率的情况下转移晶片和处理气体成为可能。

[0053] 在一个实施方案中,该系统具有晶片支撑特征,其包括随站位变化支撑特征。作为示例,该系统可以具有诸如图1的具有随站位变化支撑特征的间隔件130之类的间隔件。在一个实施方案中,第一处理站的晶片支撑特征在沿着晶片周边的第一多个位置(例如,三个或更多个)处与晶片的下侧(也称为背面)接合。结果,在第一多个位置处,第一处理站的晶片支撑特征可以物理地封闭晶片的下侧,从而防止背面沉积。如果该第一站中的背面沉积是唯一执行的背面沉积,则晶片将在第一多个位置处(例如,在晶片支撑特征与晶片接合并支撑晶片的位置处)在背面膜中具有全厚度空隙。因此,在至少一些实施方案中,第二处理站的晶片支撑特征被配置为在沿着晶片周边的第二多个位置处与晶片的下侧接合。第二多个位置可以不与第一多个位置重叠或仅部分重叠。因此,当在第二处理站中执行背面沉积时,具有全厚度空隙的部分(例如,被第一处理站的晶片支撑特征遮挡的区域)可以至少部分地填充有沉积的背面层。结果,多站处理系统可能能够沉积没有全厚度空隙的背面膜。

[0054] 如果需要,多站处理系统可以具有任意数量的处理站(例如,两个、三个、四个、五个或更多)。在此类实施方案中,每个处理站可具有晶片支撑特征,其在晶片下侧的一组位置处与晶片接合,这些位置对于该特定处理站是独特的。替代地,两个或更多个处理站可具有在一组共同位置处与晶片接合的晶片支撑特征,而一个或多个其他处理站具有在一组不同位置处与晶片接合的晶片支撑特征。通常,增加具有不同接合位置的处理站的数量可能有助于减少背面沉积的变化。

[0055] 在一个实施方案中,该系统具有使得能严格控制衬底相对于电极的平行度的晶片升降机构。在一个实施方案中,这是通过设置平行于两个电极的升降机构并控制制造公差来实现的,例如心轴或提升销机构。另一个实施方案是通过升高晶片提升部件来定义的,但该选项不允许对沉积的一侧进行动态控制。

[0056] 在一种配置中,升降机构使得能在工艺期间(在等离子体前,在等离子体期间,在等离子体后)动态地控制距离以控制沉积的侧面、沉积的轮廓和沉积膜性质。该系统还允许选择性地启用/禁用反应物流动的侧面。一侧可以让反应物流动,另一侧可以让惰性气体流动以抑制沉积和等离子体。

[0057] 在一个实施方案中,可以严格控制晶片不需要等离子体或膜沉积的侧面之间的间隙以抑制等离子体(例如以减少或消除等离子体损伤)。在一个示例中,该系统允许(例如受晶片弯曲限制的)从约2mm到约0.5mm的最小间隙,并且在另一实施方案中从约1mm到约0.05的最小间隙,并且这样的间隙是可以控制的。在一个实施方案中,该间隙取决于工艺条件。

[0058] 在一个实施方案中,气体流动基座(即,喷淋基座)使得但不限于使得:(a)在处理之前能将晶片热稳定到处理温度;(b)能选择性设计喷淋基座上的孔图案,以选择性地在晶片背面的不同区域沉积膜;(c)可更换环可以附接以实现适当的等离子体约束、孔图案和边

缘阻抗(其可以有助于实现所需的膜特性径向分布);(d)室内的晶片传输机构能稳定以及能将晶片传输到另一个室或晶片盒的外部——例如升降销、RF耦合特征、最小接触阵列;(e)能实现气体混合特征,例如内部充气室、挡板和歧管管路开口;以及(f)能在气体流动基座(即喷淋基座)中添加隔间,以使选择性气体能够流向晶片背面的不同区域,并通过流量控制器和/或多个充气室来控制流速。

[0059] 在另一个实施方案中,使用晶片升降机构的动态间隙控制使得:(a)能控制从沉积或反应物流动电极到晶片的需要沉积的侧面或中间的距离,以便两面都可以沉积;以及(b)升降机构能在工艺期间(在等离子体前,在等离子体期间,在等离子体后)动态控制距离,以控制沉积的一侧、沉积的轮廓和沉积膜的特性。在另一个实施方案中,对于用于在晶片背面沉积的沉积模式,非常需要膜边缘排除控制以避免与光刻相关的覆盖问题。该系统使用的升降机构通过承载环124完成,承载环124具有遮蔽边缘上的沉积的设计特征。这通过承载环的设计和形状指定了边缘排除控制。

[0060] 图4A、4B和4C分别显示了晶片承载环400和随站位变化支撑特征402a和402b的底部透视图、底视图和侧视图。如图4A所示,第一处理站可具有元件401a,该元件401a具有第一支撑特征402a。图4A还显示了第二处理站如何可以具有具有第二支撑特征402b的元件401b。元件401a和402b可以是图1的间隔件130的实施方案。元件401a和401b及其相关联的支撑特征402a和402b可以是多站处理工具例如图2和3的工具中的不同处理站的一部分(例如,特征402a可以存在于第一站中,而特征402b可以存在于第二站中)。在一些实施方案中,每个处理站可以具有三个或更多个支撑特征以提供稳定性。此外,任何数量(全部或仅一个、两个、三个、四个等)的支撑特征可以是随站位变化的(例如,在不同位置与晶片的下侧接合,具体取决于晶片所处的位置)。

[0061] 图4A、4B和4C还说明,在一些实施方案中,晶片承载环400包括支撑晶片或其他衬底的多个晶片保持特征406。当晶片承载环400(例如,为了在站之间移动或为了处理操作)被提升时,晶片保持特征406可以与晶片的下侧接合。晶片保持特征406可以沿晶片承载环400的内周以足够的数量和适当的间距布置,以便以稳定方式保持晶片。特别地,可以存在至少三个晶片保持特征406,其间隔足够大以维持晶片的稳定性。在其他实施方案中,晶片承载环400的顶侧的内周边可以用作晶片保持特征(并且可以可选地省略特征406)。

[0062] 作为背面沉积的一部分,晶片承载环400可以将晶片传送到多站处理系统中的第一处理站中。晶片承载环400可以通过星形叉132、桨叶等在系统内传送。晶片承载环400然后可以在第一站内(例如,通过降低星形叉)被降低,直到晶片搁置在包括特征402a的第一组晶片支撑特征上。然后可以在第一处理站内执行背面沉积工艺。随后,可以提升晶片承载环400和晶片,将其运送到第二处理站,并在第二站内降低,直到晶片搁置在包括特征402b的第二组晶片支撑特征上。在这样的实施方案中,承载环400与晶片一起从站到站行进,并且站特定支撑特征的特定部分,例如支撑特征402a和402b,远离承载环接触晶片。

[0063] 如图4A、4B、4C所示;第一处理站的支撑特征(例如特征402a)可以被配置成将晶片保持在第一组位置处(其可以以特征402a的方式恰好在晶片载体环400的晶片保持特征406的左侧)。相比之下,第二处理站的支撑特征(例如特征402b)可以被配置为将晶片保持在第二组位置(其可以以特征402b的方式恰好在晶片保持特征406的右侧)。由于这种布置,第一处理站内的背面沉积可以在第一组位置处被阻挡并且第二处理站内的背面沉积可以在第

二组位置处被阻挡。然而,因为第一组位置和第二组位置不重叠,所以第二处理站内的背面沉积可以至少部分地填充由诸如特征402a之类的支撑特征的阻塞而留下的任何空隙。类似地,如果背面沉积在第二站的背面沉积之后发生在第一站,则第一站内的背面沉积可以至少部分地填充由诸如特征402b之类的支撑特征的阻塞留下的任何空隙。通过这些类型的布置,可以形成没有全厚度空隙的背面膜。这些好处的一个示例在图6中说明。

[0064] 图6包括在多站处理工具的两个站中处理的晶片的底视图600-604。图6同样适用于沉积工艺、蚀刻工艺和其他制造工艺,但是为了清楚和方便起见,以下讨论在沉积方面进行描述。

[0065] 图像600显示了由多站处理工具中的第一处理站的三个或更多个支撑特征402a支撑的晶片610。图像600显示了在第一处理站中初始沉积膜之前的晶片610。

[0066] 图像601显示了在第一处理站中初始沉积膜之后的晶片610。膜的初始沉积由相对于图像603的晶片610的相对较浅的阴影或点画表示。

[0067] 图像602显示了在晶片被传送到多站处理工具中的第二处理站之后的晶片610。图像602显示了在第二处理站中额外沉积膜之前的晶片610。在第二处理站中,晶片610由三个或更多个支撑特征402b支撑,其在与支撑特征402a不同的位置处与晶片610接合。因此,当晶片610在第二处理站中时,先前与支撑特征402a接触的晶片610的部分612现在未被覆盖和暴露。如在图像602中可以看到,在图像600和601之间沉积的膜没有沉积到晶片610的部分612上,因为支撑特征402阻挡沉积到部分612上。

[0068] 图像603显示了在第二处理站中额外沉积膜之后的晶片610。膜的额外沉积由相对于图像601的晶片610的较暗阴影或点画表示。如图像603所示,至少一些厚度的膜沉积到部分612上,该部分先前被支撑特征402a遮蔽。如图像603中部分612的相对较浅的阴影或点画所示,部分612中沉积的膜的量(例如,厚度)可能略小于晶片610上沉积的膜的平均量(例如,厚度)。

[0069] 图像604显示了在第二处理站中额外沉积膜之后的晶片610,并且为了清楚起见去除了支撑特征401b和其他部件。如图像604所示,相比于在晶片610的其余部分沉积的膜量,相对较小(例如,较薄)的膜已沉积在部分612和614上。因此,图像600-604说明了随位置变化的支撑特征如何能够在沉积工艺期间避免任何全厚度空隙。注意到在蚀刻和其他制造操作中可以实现类似的结果。作为示例,当本文公开的技术应用于蚀刻上下文时,随站位变化的支撑特征可以避免任何区域被完全未蚀刻。图像600-604还说明了第一处理站的支撑特征402a如何在第一组位置支撑晶片610,第二处理站的支撑特征402a如何在第二组位置支撑晶片,以及第一和第二组位置是不重叠的。

[0070] 图5示出了用于控制上述系统的控制模块500。在一个实施方案中,图1的控制模块110可以包括示例性部件中的一些。例如,控制模块500可以包括处理器、存储器和一个或多个接口。控制模块500可以用于部分基于所感测的值控制系统中的设备。仅举例而言,控制模块500可基于所感测的值和其他控制参数控制阀502、过滤器加热器504、泵506以及其他设备508中的一个或多个。仅举例而言,控制模块500从压力计510、流量计512、温度传感器514和/或其他传感器516接收所感测的值。控制模块500也可以用来在膜的前体传送和沉积过程中控制工艺条件。控制模块500典型地将包括一个或多个存储设备和一个或多个处理器。

[0071] 控制模块500可控制前体传送系统和沉积装置的活动。控制模块500执行计算机程序,计算机程序包括用于控制工艺时序、输送系统温度、跨过滤器的压差、阀位、气体的混合、室压力、室温度、晶片温度、RF功率水平、晶片卡盘或基座位置、以及特定工艺的其它参数的成组的指令。控制模块500还可以监测压力差,并自动将气相前体传送从一个或多个路径切换到一个或多个其它的路径。在一些实施方案中,可以使用存储在与控制模块500相关联的存储器设备的其它计算机程序。

[0072] 典型地,将存在与控制模块500相关联的用户界面。用户界面可以包括显示器518(例如,装置和/或工艺条件的显示屏和/或图形软件显示),以及用户输入设备520,如定点设备、键盘、触摸屏、麦克风等。

[0073] 用于控制前体的传送、沉积和工艺序列中的其它处理的计算机程序可以用例如任何以下常规的计算机可读编程语言写入:汇编语言、C、C++、Pascal、Fortran或其它。编译的对象代码或脚本由处理器执行以执行在程序中识别的任务。

[0074] 控制模块参数涉及工艺条件,诸如例如,过滤器的压力差、工艺气体组成和流速、温度、压力、等离子体条件(如RF功率水平和低频RF频率)、冷却气体压力、以及室壁温度。

[0075] 系统软件可以以许多不同的方式设计或配置。例如,各种室部件子程序或控制对象可以被写入以控制进行本发明的沉积工艺所必需的室部件的操作。用于此目的的程序或程序段的示例包括衬底定位代码、工艺气体控制代码、压力控制代码、加热器控制代码和等离子体控制代码。

[0076] 衬底定位程序可包括用于控制室部件的程序代码,室部件用于将衬底加载到基座或卡盘上并控制衬底和室的其他部件(例如气体入口和/或靶)之间的间距。工艺气体控制程序可包括用于控制气体组成和流速以及任选地用于在沉积之前使气体流入室以稳定室中的压力的代码。过滤器监控程序包括比较测得的一个或多个差值与预定的一个或多个值的代码和/或用于切换路径的代码。压力控制程序可以包括用于通过调节例如在室的排气系统中的节流阀来控制室中的压力的代码。加热器控制程序可包括用于控制通向加热单元的电流的代码,加热单元用于加热前体传送系统内的部件、衬底和/或系统的其它部分。替代地,加热器控制程序可控制传热气体(例如氩)到晶片卡盘的传送。

[0077] 在沉积期间可被监测的传感器的示例包括,但不限于,质量流量控制模块,诸如压力计510之类的压力传感器、以及位于传送系统、基座或卡盘内的热电偶(例如温度传感器514)。经适当编程的反馈和控制算法可以与来自这些传感器的数据一起使用来维持所需的工艺条件。前述内容描述了本发明的实施方案在单室或多室半导体处理工具中的实施。

[0078] 在一些实施方案中,等离子体可以由一个或多个等离子体监测器原位监测。在一种情况下,等离子体功率可由一个或多个电压、电流传感器(例如,VI探针)监测。在另一种情况下,等离子体密度和/或工艺气体浓度可以通过一个或多个光学发射光谱传感器(OES)来测量。在一些实施方案中,一个或多个等离子体参数可以基于来自这样的原位等离子体监测器的测量以编程方式调整。例如,OES传感器可以用在反馈回路中以提供对等离子体功率的程序控制。应当理解,在一些实施方案中,可以使用其他监视器来监视等离子体和其他工艺特性。这样的监视器可以包括但不限于红外线(IR)监视器、声学监视器和压力换能器。

[0079] 可以使用任何合适的室来实施所公开的实施方案。示例性沉积装置包括但不限于来自ALTUS®产品系列、VECTOR®产品系列和/或SPEED®产品系列的装置,每个都

可从Lam Research Corp. (Fremont, California) 获得,或多个其他市售处理系统中的任一者。两个或多个站可以执行相同的功能。类似地,两个或多个站可以执行不同的功能。每个站都可以设计/配置为根据需要执行特定功能/方法。

[0080] 系统控制逻辑可以以任何合适的方式配置。一般而言,可以在硬件和/或软件中设计或配置逻辑。用于控制驱动电路的指令可以是硬编码的或作为软件提供。指令可以通过“编程”来提供。这样的编程被理解为包括任何形式的逻辑,包括数字信号处理器中的硬编码逻辑、专用集成电路和具有作为硬件实现的特定算法的其他设备。编程也被理解为包括可以在通用处理器上执行的软件或固件指令。系统控制软件可以用任何合适的计算机可读编程语言编码。

[0081] 可以用任何常规的计算机可读编程语言(例如,汇编语言、C、C++、Pascal、Fortran等)编写用于控制工艺序列中的工艺的计算机程序代码。编译后的目标代码或脚本由处理器执行以执行程序中标识的任务。同样如所指出的,程序代码可以是硬编码的。

[0082] 控制器参数涉及工艺条件,诸如例如工艺气体组成和流速、温度、压力、冷却气体压力、衬底温度和室壁温度。这些参数以配方的形式提供给用户,并且可以利用用户界面输入。用于监控工艺的信号可以由系统控制器的模拟和/或数字输入连接提供。用于控制工艺的信号是沉积装置的模拟和数字输出连接上的输出。

[0083] 可以以许多不同的方式设计或配置系统软件。例如,根据所公开的实施方案,可以编写各种室部件子例程或控制对象来控制执行沉积工艺(和在一些情况下,其他工艺)所必需的室部件的操作。用于该目的的程序或程序部分的示例包括衬底定位代码、工艺气体控制代码、压力控制代码和加热器控制代码。

[0084] 在一些实现方案中,控制器是系统的一部分,该系统可以是上述示例的一部分。这样的系统可以包括半导体处理设备,半导体处理设备包括一个或多个处理工具、一个或多个室、用于处理的一个或多个平台、和/或特定处理部件(晶片基座、气体流系统等)。这些系统可以与用于在半导体晶片或衬底的处理之前、期间和之后控制它们的操作的电子器件集成。电子器件可以被称为“控制器”,其可以控制一个或多个系统的各种部件或子部件。根据处理要求和/或系统类型,控制器可以被编程以控制本文公开的任何处理,包括处理气体的输送、温度设置(例如加热和/或冷却)、压力设置、真空设置、功率设置、在一些系统中的射频(RF)产生器设置、RF匹配电路设置、频率设置、流率设置、流体输送设置、位置和操作设置、晶片转移进出工具和其他转移工具和/或与具体系统连接或通过接口连接的装载锁。

[0085] 概括地说,控制器可以限定为电子器件,电子器件具有接收指令、发出指令、控制操作、启用清洁操作、启用端点测量等的各种集成电路、逻辑、存储器和/或软件。集成电路可以包括存储程序指令的固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、限定为专用集成电路(ASIC)的芯片、和/或一个或多个微处理器、或执行程序指令(例如,软件)的微控制器。程序指令可以是以各种单独设置(或程序文件)的形式发送到控制器的指令,限定用于在半导体晶片或系统上或针对半导体衬底或系统执行特定处理的操作参数。在一些实施方式中,操作参数可以是由工艺工程师限定的配方的一部分,以在一或多个(种)层、材料、金属、氧化物、硅、二氧化硅、表面、电路和/或晶片的管芯的制造期间完成一个或多个处理步骤。

[0086] 在一些实现方案中,控制器可以是与系统集成、耦合到系统、以其它方式联网到系统或其组合的计算机的一部分或耦合到该计算机。例如,控制器可以在“云”中或是晶片厂

(fab) 主机系统的全部或一部分,其可以允许对晶片处理的远程访问。计算机可以实现对系统的远程访问以监视制造操作的当前进展、检查过去制造操作的历史、检查多个制造操作的趋势或性能标准,改变当前处理的参数、设置处理步骤以跟随当前的处理、或者开始新的处理。在一些示例中,远程计算机(例如服务器)可以通过网络(其可以包括本地网络或因特网)向系统提供处理配方。远程计算机可以包括使得能够输入或编程参数和/或设置的用户界面,然后将该参数和/或设置从远程计算机发送到系统。在一些示例中,控制器接收数据形式的指令,其指定在一个或多个操作期间要执行的每个处理步骤的参数。应当理解,参数可以特定于要执行的处理的类型和工具的类型,控制器被配置为与该工具接口或控制该工具。因此,如上所述,控制器可以是例如通过包括联网在一起并朝着共同目的(例如本文所述的处理和控制的)工作的一个或多个分立的控制器而呈分布式。用于这种目的的分布式控制器的示例是在与远程(例如在平台级或作为远程计算机的一部分)的一个或多个集成电路通信的室上的一个或多个集成电路,其组合以控制在室上的处理。

[0087] 示例系统可以包括但不限于等离子体蚀刻室或模块、沉积室或模块、旋转漂洗室或模块、金属电镀室或模块、清洁室或模块、倒角边缘蚀刻室或模块、物理气相沉积(PVD)室或模块、化学气相沉积(CVD)室或模块、原子层沉积(ALD)室或模块、原子层蚀刻(ALE)室或模块、离子注入室或模块、轨道室或模块、以及可以与半导体晶片的制造和/或制备相关联或用于半导体晶片的制造和/或制备的任何其它半导体处理系统。

[0088] 在本申请中,术语“半导体晶片”、“晶片”、“衬底”、“晶片衬底”和“部分制造的集成电路”可互换使用。本领域的普通技术人员应理解,术语“部分制造的集成电路”可以指在其上的集成电路制造的许多阶段中的任何阶段期间的硅晶片。半导体设备行业中使用的晶片或衬底通常具有200mm或300mm的直径,尽管该行业正朝着采用450mm直径衬底的方向发展。本文的描述使用术语“正面”和“背面”来描述晶片衬底的不同面。应理解,正面是大多数沉积和处理发生的地方,也是制造半导体器件本身的地方。背面是晶片的反面,通常在制造过程中经过最少的处理或没有处理。

[0089] 除非另有说明,否则本文提供的流速和功率电平适用于在300mm衬底上进行处理。本领域的普通技术人员应理解,对于其他尺寸的衬底,可以根据需要调整这些流速和功率电平。下面的详细描述假设本发明是在晶片上实现的。然而,本发明不限于此。工件可以具有各种形状、尺寸和材料。除了半导体晶片之外,还可以利用本发明的其他工件包括各种物品,例如印刷电路板等。

[0090] 本文描述的装置/工艺可以与光刻图案化工具或工艺结合使用,例如,用于制备或制造半导体设备、显示器、LED、光伏电池板等。通常,虽然不是必要地,这些工具/工艺将在共同的制造设施中一起使用或操作。膜的光刻图案化通常包括以下操作中的一些或所有,每个操作启用多个可行的工具:(1)使用旋涂或喷涂工具在工件,即,衬底上涂覆光致抗蚀剂;(2)使用热板或加热炉或紫外线固化工具固化光致抗蚀剂;(3)使用例如晶片步进曝光机之类的工具使光致抗蚀剂暴露于可见光或紫外线或X射线;(4)使抗蚀剂显影以便选择性地去除抗蚀剂并且从而使用例如湿式清洗台之类的工具将其图案化;(5)通过使用干式或等离子体辅助蚀刻工具将抗蚀剂图案转印到下方的膜或工件上;并且(6)使用例如射频或微波等离子体抗蚀剂剥离器之类的工具去除抗蚀剂。

结论

[0091] 虽然为了清楚理解的目的,已经在一定程度上详细描述了上述实施方案,但显而易见的是,某些变化和修改可在所附权利要求的范围内实施。应当注意,有实现本发明的实施方案的工艺、系统、和设备的许多替代方式。因此,本发明的实施方案应被认为是说明性的而不是限制性的,并且这些实施方案并不受限于这里给出的细节。

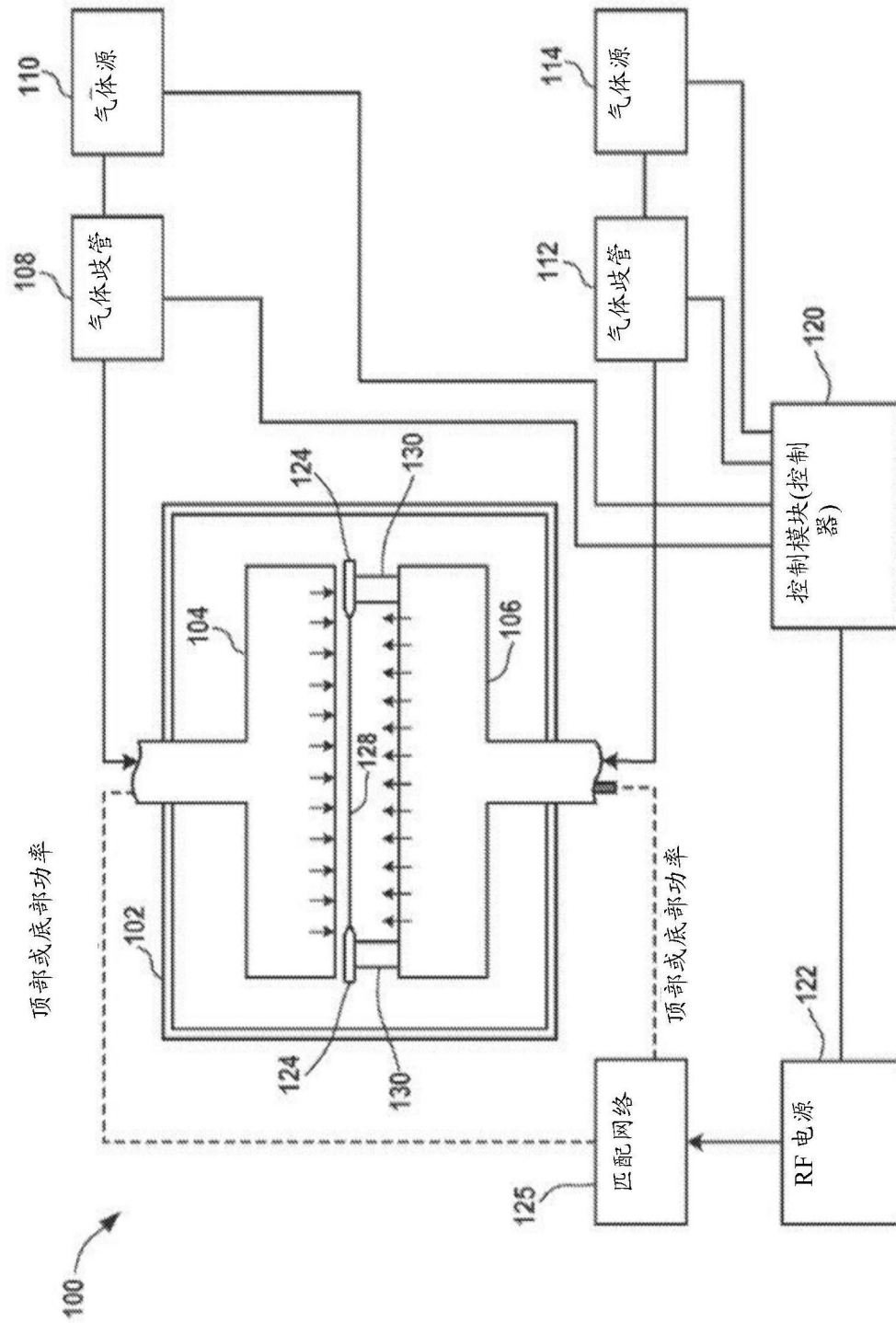


图1

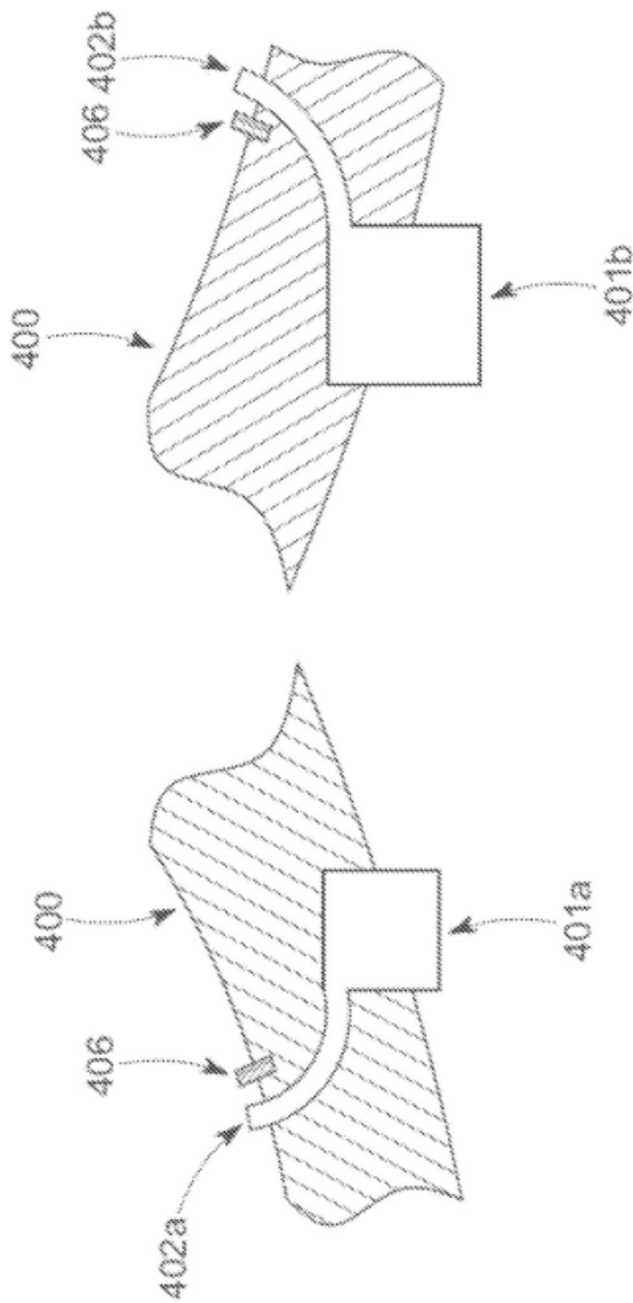


图4A

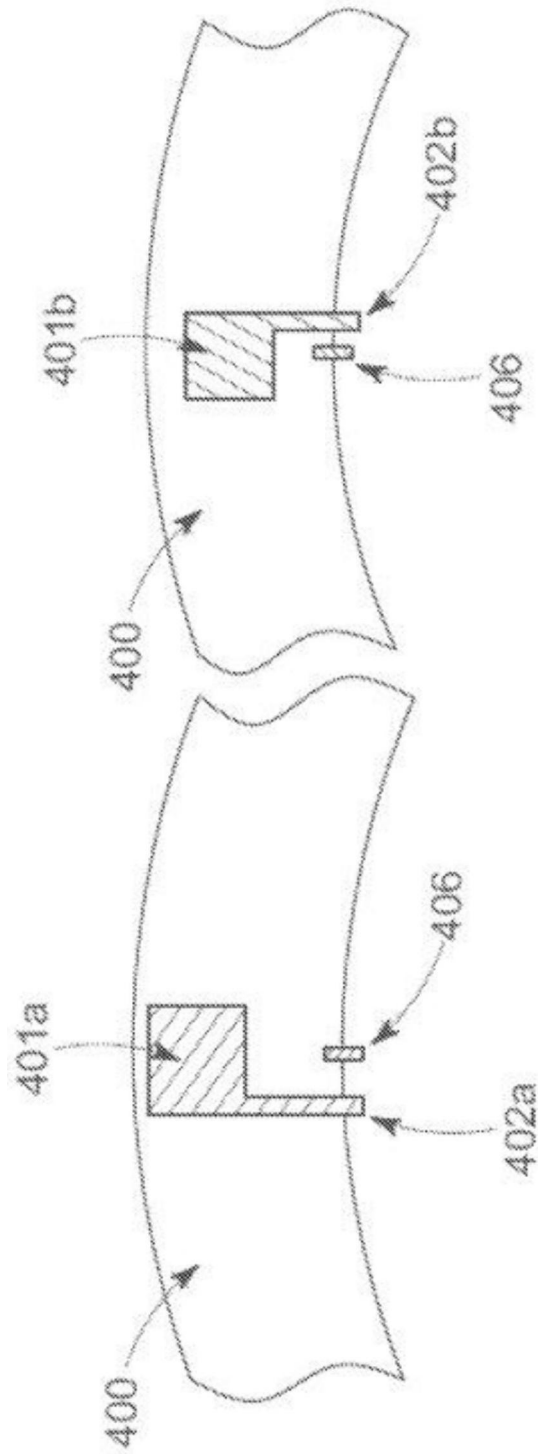


图4B

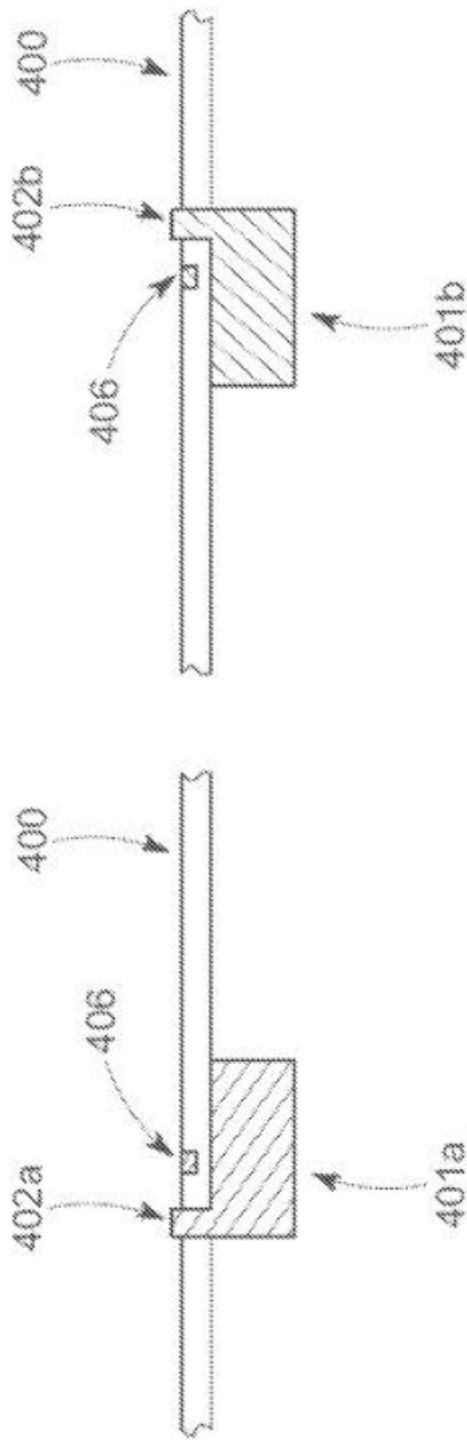


图4C

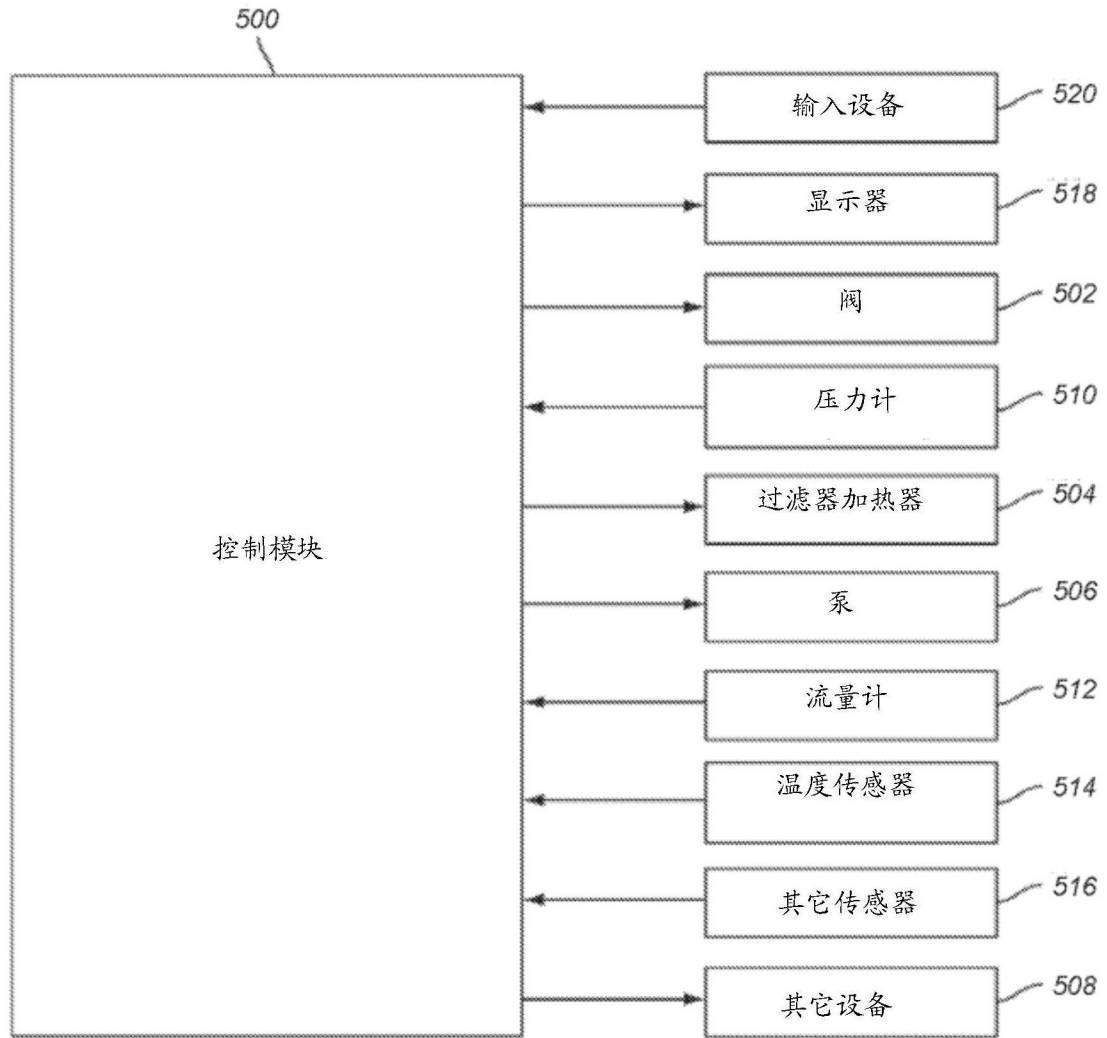


图5

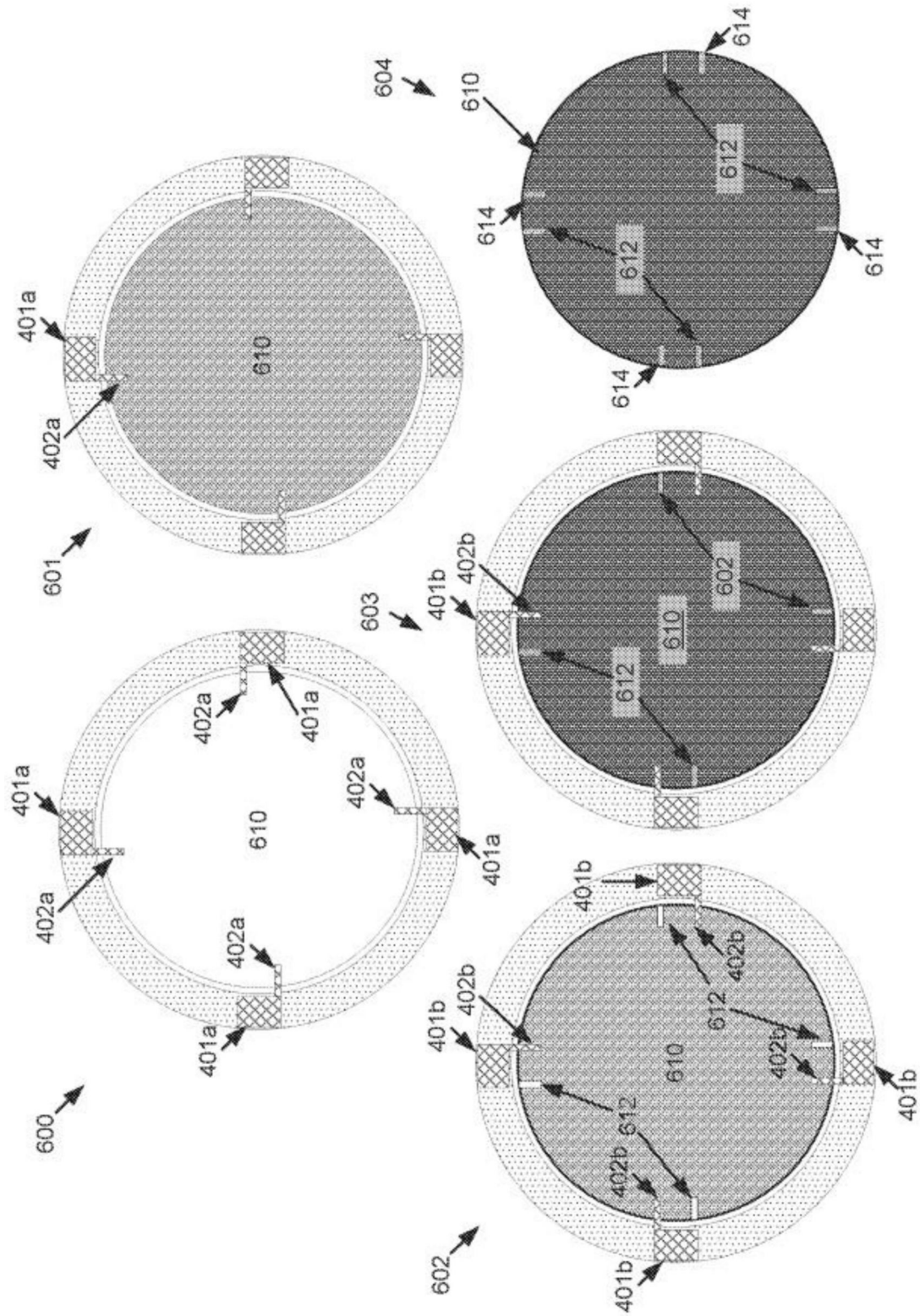


图6