



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115066738 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 16

(21) 申请号 202180013570.2

柳川拓海 吴东骏

(22) 申请日 2021.02.02

安东尼·德拉列拉 金泽华

(30) 优先权数据

62/972,479 2020.02.10 US

(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

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.09

(51) Int.Cl.

H01J 37/32 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/016267 2021.02.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/162895 EN 2021.08.19

(71) 申请人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 约翰·霍兰德

斯蒂芬·K·皮奥特罗斯基

金宰元 普拉蒂克·曼克迪

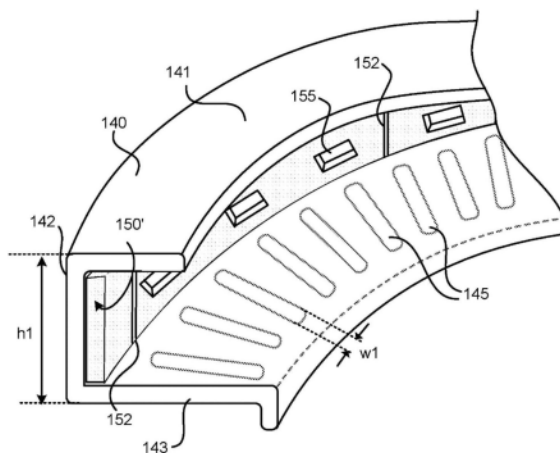
权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

边缘等离子体密度倾斜控制的可调谐性

(57) 摘要

一种等离子体衬套结构,其在处理室中使用以阻挡其中所产生的等离子体直接直射至接地表面。等离子体衬套结构包括多个区段,以覆盖设置在处理室中的等离子体约束结构的内侧表面的至少一个或更多部分。当等离子体衬套结构及等离子体约束结构被设置在处理室中时,等离子体衬套结构的区段被定位在等离子体区域与等离子体约束结构的侧壁之间,使得这些区段直接面对等离子体区域。



1. 一种等离子体衬套结构,其与等离子体约束结构一起使用,所述等离子体约束结构具有环形的竖直侧壁,所述侧壁具有内表面,所述等离子体衬套结构包括:

多个区段,其配置成符合且覆盖所述侧壁的所述内表面的至少一个或更多部分,其中当所述等离子体衬套结构和所述等离子体约束结构被设置在等离子体室中时,所述多个区段被配置为定位在所述处理室的等离子体区域与所述侧壁之间,使得所述多个区段直接面对所述等离子体区域。

2. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述多个区段中的每一区段是弧形的。

3. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述多个区段被配置以形成环,所述环基本上覆盖所述侧壁的所述内表面的全部,以及

其中每一对相邻的区段在互锁接口处连接在一起。

4. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中成对相邻的区段被配置以限定位于其间的间隙,所述间隙使所述侧壁的所述内表面的相应部分暴露于所述等离子体区域。

5. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中每一区段包括一个或更多窗口,所述一个或更多窗口被配置以使所述侧壁的所述内表面的多个相应部分暴露于所述等离子体区域,由所述一个或更多窗口暴露的所述相应部分向等离子体提供经由所述侧壁接地的直接路径。

6. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述等离子体约束结构是C形护罩,所述C形护罩具有顶区段、代表所述侧壁的竖直区段、以及底区段;并且

其中所述多个区段中的每一者包括多个段部,所述多个段部包括:

被配置成覆盖所述竖直区段的竖直段部、被配置成覆盖所述顶区段的下侧表面的顶段部、以及被配置成覆盖所述底区段的顶表面的底段部。

7. 根据权利要求6所述的等离子体衬套结构,其中每一区段的所述底段部包括多个衬套槽,所述多个衬套槽与限定在所述C形护罩的所述底区段中的相应狭槽对齐且被配置成提供不受阻碍的路径给等离子体以使其离开所述等离子体区域。

8. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述等离子体约束结构由铝和硅中的至少一者制成,以及所述等离子体衬套结构由介电材料和石英中的至少一者制成。

9. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述等离子体约束结构是C形护罩,所述C形护罩具有顶区段、代表所述侧壁的竖直区段、以及底区段;及

其中所述多个区段中的每一者包括多个段部,所述多个段部包括:

被配置成覆盖所述竖直区段的竖直段部、以及被配置成覆盖所述顶区段的下侧表面的顶段部。

10. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述等离子体约束结构是C形护罩,所述C形护罩具有顶区段、代表所述侧壁的竖直区段、以及底区段;并且

其中所述多个区段中的每一者包括多个段部,所述多个段部包括:

被配置成覆盖所述竖直区段的竖直段部、以及被配置成覆盖所述底区段的顶表面的底段部,所述底段部包括多个衬套槽,所述多个衬套槽与限定在所述底区段中的相应狭槽对齐。

11. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,其中所述多个区段被配置成阻挡在所述

处理室中所产生的等离子体的经由所述等离子体约束结构的所述侧壁接地的直接路径。

12. 根据权利要求1所述的等离子体衬套结构,所述等离子体约束结构是E形护罩,所述E形护罩具有顶区段、代表所述侧壁的竖直区段、底区段、以及从所述竖直区段延伸的一个或更多环形突起,

其中所述顶区段和相邻的第一环形突起被配置成限定位于其间的的第一空间,所述底区段和相邻的第二环形突起被配置成限定位于其间的第二空间,相邻的成对环形突起被配置成限定位于其间的相应第三空间,

其中含有所述多个区段中的一者或更多者的第一群组被设置在所述第一空间中,由此覆盖所述侧壁的所述内表面的相应部分;

其中含有所述多个区段中的一者或更多者的第二群组被设置在所述第二空间中,由此覆盖所述侧壁的所述内表面的相应部分;及

其中含有所述多个区段中的一者或更多者的第三群组被设置在所述相应第三空间中,由此覆盖所述侧壁的所述内表面的相应部分。

13. 根据权利要求12所述的等离子体衬套结构,其中所述第一群组、所述第二群组和所述第三群组中的至少一者包括至少一对相邻区段,所述至少一对相邻区段被配置成限定位于其间的间隙,所述间隙使所述侧壁的所述内表面的相应部分暴露于所述等离子体区域。

14. 一种等离子体约束结构,其在处理室中使用以将在所述处理室中所产生的等离子体约束在等离子体区域,所述等离子体区域被限定在上电极与下电极之间,所述等离子体约束结构包括:

环形的竖直侧壁,所述侧壁具有内表面;以及

等离子体衬套结构,其包括多个区段,所述多个区段被配置成适形于且覆盖所述内表面的至少一个或更多部分,其中当所述等离子体约束结构和所述等离子体衬套结构被设置在所述处理室中时,所述多个区段被配置为定位在所述等离子体区域与所述侧壁之间,使得所述多个区段直接面对所述等离子体区域。

15. 根据权利要求14所述的等离子体约束结构,其中所述等离子体约束结构是环形的,其中所述多个区段被配置以形成环,所述环基本上覆盖所述侧壁的所述内表面的全部,以及其中每一对相邻的区段在互锁接口处连接在一起。

16. 根据权利要求14所述的等离子体约束结构,其中成对相邻的区段被配置以限定位于其间的间隙,所述间隙使所述侧壁的所述内表面的相应部分暴露于所述等离子体区域。

17. 根据权利要求14所述的等离子体约束结构,其中每一区段包括一个或更多窗口,所述一个或更多窗口被配置以使所述侧壁的所述内表面的多个相应部分暴露于所述等离子体区域,由所述一个或更多窗口暴露的所述相应部分向等离子体提供经由所述侧壁接地的直接路径。

18. 一种处理室,其用于将在所述处理室中所产生的等离子体约束在等离子体区域,所述处理室包括:

上电极,其设置在所述处理室的顶部中且被配置成将处理气体从气体源供应至所述处理室,所述上电极是电接地的;

下电极,其设置在所述处理室的底部中且在与所述上电极相对定位以限定位于其间的所述等离子体区域,所述下电极包括支撑表面以支撑晶片且经由相应匹配网络而连接至多

个射频 (RF) 电源;

等离子体约束结构,其设置在所述上电极与所述下电极之间且被配置成将所述等离子体约束在所述等离子体区域,所述等离子体约束结构包括环形的竖直侧壁,所述侧壁具有内表面;以及

等离子体衬套结构,其包括多个区段,所述多个区段被配置成适形于且覆盖所述内表面的至少一个或更多部分,其中当所述等离子体约束结构和所述等离子体衬套结构被设置在所述处理室中时,所述多个区段被配置为定位在所述等离子体区域与所述侧壁之间,使得所述多个区段直接面对所述等离子体区域。

19. 根据权利要求18所述的处理室,其中所述等离子体衬套结构由介电材料和石英中的至少一者制成,所述多个区段被配置成阻挡在所述处理室中所产生的所述等离子体的经由所述侧壁接地的直接路径。

## 边缘等离子体密度倾斜控制的可调谐性

### 技术领域

[0001] 本实施方案涉及用于在蚀刻应用期间控制晶片上的等离子体密度的系统和设备。

### 背景技术

[0002] 衬底(例如晶片、平板)受到多种类型的处理以形成电子产品如集成电路、平面显示器等。衬底被放置在处理室中并经受不同的处理操作,如等离子体蚀刻、清洁、沉积等,这些处理操作会将衬底表面暴露于不同化学品。例如,在等离子体蚀刻操作期间,衬底表面的选择性部分被暴露于等离子体。这些部分通过下列方式被选择性暴露:将光致抗蚀剂掩模层设置在衬底表面上并使衬底经受等离子体蚀刻,以使等离子体蚀刻能移除未被光致抗蚀剂覆盖的下方材料。

[0003] 蚀刻通常大量使用用于形成平面(即,二维)设备(例如,存储器设备),其中限制了单层存储器单元。为了降低制造这些设备的成本,制造商试图通过缩小存储器单元的尺寸以缩放平面设备。然而,由于单元与单元间的干扰,缩放平面设备以实现更高的密度有其自身的挑战,从而降低了这样的平面设备的可靠度。为了使晶片上有限的物理空间最大化、使设备的制造成本最小化、并提供可靠的设备,因此研发出3D设备。在3D NAND设备中,例如,存储器单元被堆叠成多个层,因而允许将更多设备设定在晶片上。3D设备的优点是,竖直堆叠件允许存储器单元更大,从而提高储存量和可靠度。

[0004] 然而,用于生成3D设备的介电质蚀刻应用具有其自身的挑战。例如,同时控制局部和整体倾斜(tilt)是一个主要的挑战。由于深宽比的增加,倾斜规格越来越严格。倾斜的整体控制用于将处理集中在整个晶片上具有最佳倾斜度的区域。倾斜的局部控制用于微调晶片表面上的不同区域的倾斜,包括中心、中间、边缘和极端边缘区域。目前可用的局部倾斜控制方法不足以满足晶片表面的不同区域的倾斜规格。具体而言,独立地控制在晶片的晶片边缘区域处的倾斜规格是非常困难的。已经尝试了各种独立控制局部倾斜的方法并取得了一些成功。此外,这些方法造成了额外的挑战。例如,已经尝试了改变用于产生等离子体的RF频率、调整上电极的设计(尤其是覆盖晶片边缘区域的上电极部分),而得到极小的成功,且这些方法已经引起不同程度的挑战。已尝试了其它方法,例如改变等离子体体积、改变至接地环的耦合、增加上电极的电阻率,以控制在晶片边缘处的局部倾斜,但这些方法中的每一种都已带来自身的挑战。

[0005] 在此背景下,产生了本发明的实施方案。

### 发明内容

[0006] 提出了用于调谐边缘等离子体密度的系统、设备以及方法,以通过蚀刻应用(例如,高深宽比(HAR)3D蚀刻应用)而控制在晶片上所形成的三维(3D)设备的倾斜。调谐允许3D设备的整体以及局部倾斜的同时控制。整体倾斜控制允许将处理集中在整个晶片上具有最佳倾斜度的区域,且局部倾斜控制允许微调在晶片的不同区域中的倾斜,例如中心、中间、边缘和极端边缘。在包括等离子体约束结构(例如,C形护罩)的处理室中进行蚀刻应用,

其中等离子体约束结构将等离子体约束于限定在处理室中的等离子体区域内。提供等离子体衬套结构,以阻挡晶片区域等离子体直射(line-of-sight)至等离子体约束结构的侧壁内表面的至少一部分,从而阻挡等离子体的接地路径。

[0007] 虽然阻挡了水平直射至等离子体约束结构的侧壁,但等离子体衬套结构保留了等离子体的接地返回路径。接地返回路径被限定为沿着上电极(内侧上电极、外侧上电极)并且通过等离子体约束结构到达接地环。通过消除水平直射至等离子体约束结构的大接地表面(即,侧壁),等离子体密度被明显地抑制在等离子体区域内,尤其是沿着晶片的边缘区域。这样抑制在边缘区域处的等离子体密度导致在边缘区域处的蚀刻速率均匀性的局部改善,从而改善在晶片的边缘区域中的倾斜轮廓。

[0008] 可设想各种实施方案。在一实施方案中,提供了一种等离子体约束结构,其具有等离子体衬套结构以覆盖等离子体约束结构的侧壁的内表面的至少一部分。在该实施方案中,等离子体约束结构可以是C形护罩。等离子体衬套结构可由石英或任何其它介电材料制成。还可设想由等离子体衬套结构所覆盖的等离子体约束结构的面积量的变化。例如,仅仅等离子体约束结构的侧壁的内表面可被等离子体衬套结构所覆盖。在替代示例中,暴露于等离子体的等离子体约束结构的整个内侧表面可被等离子体衬套结构所覆盖。在又一示例中,仅仅等离子体约束结构的侧壁的内表面、以及顶区段的下侧表面可被等离子体衬套结构所覆盖。在另一示例中,仅仅等离子体约束结构的侧壁的内表面、以及底区段的顶表面可被等离子体衬套结构所覆盖。

[0009] 在替代实施方案中,可实施不同的等离子体约束结构设计。例如,等离子体约束结构可以是E形护罩而不是C形护罩,具有沿着E形护罩的内侧壁而限定的多个环形突起。在所述示例中,等离子体衬套结构(例如,石英构件)可设置在E形护罩的环形突起的相邻对之间、以及在E形护罩的环形突起与顶区段和/或底区段之间的空间中,以充分地阻挡接近E形护罩的侧壁。在替代实施方案中,等离子体衬套结构可用于覆盖E形护罩的内表面,包括覆盖在环形突起之间的E形护罩的侧壁以及环形突起的表面。可限定等离子体衬套结构的厚度,以便充分阻挡等离子体直射至等离子体约束结构的接地侧壁。等离子体衬套结构可由两个或更多区段(section)组成。在一些实施方案中,两个或更多区段中的每一者被配置为形成基本上覆盖等离子体约束结构的侧壁整个内表面的环。在这样的实施方案中,每一区段可与相邻区段可靠地互锁。替代地,相邻区段被配置成限位于其间的间隙。每一区段还可耦合至等离子体约束结构的不同部分,以允许具有明确限定的方位的可重复安装。

[0010] 有了对特征的大致理解,现在将描述具体的实施方案。

[0011] 根据一实施方案,公开了一种等离子体衬套结构,其与等离子体约束结构一起使用,等离子体约束结构具有环形的竖直侧壁。侧壁具有内表面。等离子体衬套结构包括多个区段,该多个区段被配置成适形于且覆盖侧壁的内表面的至少一个或更多部分。当等离子体衬套结构和等离子体约束结构被设置在处理室中时,所述多个区段被配置为定位在处理室的等离子体区域与侧壁之间。等离子体衬套结构的所述多个区段被设置为直接面对等离子体区域。

[0012] 根据另一实施方案,公开了一种等离子体约束结构,其在处理室中使用以将在其中所产生的等离子体约束在等离子体区域,等离子体区域被限定在上电极与下电极之间。等离子体约束结构包括环形的竖直侧壁。侧壁具有内表面。等离子体衬套结构包括多个区

段,所述多个区段被配置成适形于且覆盖所述内表面的至少一个或更多部分。当等离子体约束结构和等离子体衬套结构被设置在处理室中时,所述多个区段被配置为定位在等离子体区域与侧壁之间。所述多个区段被设置为直接面对等离子体区域。

[0013] 在又一实施方案中,公开了一种处理室,其用于将在其中所产生的等离子体约束在等离子体区域。处理室包括设置于顶部中的上电极。上电极被连接至气体源且被配置成将气体从气体源提供至处理室、并且是电接地的。处理室还包括下电极,其设置于处理室的底部中。下电极与上电极相对定位,以限定位于其间的等离子体区域。下电极包括支撑表面以支撑晶片,并且经由相应匹配网络而连接至多个射频(RF)电源。等离子体约束结构被限定在上电极与下电极之间且被配置成将等离子体约束在等离子体区域。等离子体约束结构包括环形的竖直侧壁。侧壁具有内表面。等离子体衬套结构包括多个区段,所述多个区段被配置成适形于且覆盖内表面的至少一个或更多部分。当等离子体约束结构和等离子体衬套结构被设置在处理室中时,所述多个区段被配置为定位在等离子体区域与侧壁之间,使得所述多个区段直接面对等离子体区域。

[0014] 其他方面将由以下详细说明结合附图而变得显而易见。

## 附图说明

[0015] 本发明的实施方案可参考以下说明结合附图来最好地理解。

[0016] 图1说明了一实施方案中的处理模块的简化框图,该处理模块用于调谐沿着晶片边缘的等离子体密度以控制形成于其上的3D设备的倾斜。

[0017] 图2A说明了一实施方案中的等离子体约束结构(例如,C形护罩)的横截面图,等离子体衬套结构沿着C形护罩的侧壁而设置。

[0018] 图2B说明了一替代实施方案中的等离子体约束结构(例如,C形护罩)的横截面图,等离子体衬套结构沿着C形护罩的侧壁而设置,其中等离子体衬套结构包括多个窗口。

[0019] 图3A说明了根据一实施方案的等离子体约束结构(例如,C形护罩)的俯视图,其中等离子体衬套结构的弧形区段覆盖C形护罩的侧壁。

[0020] 图3B说明了根据一替代实施方案的等离子体约束结构(例如,C形护罩)的俯视图,其中等离子体衬套结构的弧形区段彼此隔开。

[0021] 图4A-4D说明了根据不同实施方案的等离子体衬套结构的不同配置,等离子体衬套结构用于沿着等离子体约束结构(例如,C形护罩)的内侧表面排列。

[0022] 图5A说明了根据一实施方案的等离子体约束结构的示例性设计,等离子体约束结构具有C形护罩形式,且等离子体衬套结构沿着其排列。

[0023] 图5B说明了根据一实施方案的等离子体约束结构的替代设计的示例,等离子体约束结构具有E形护罩形式,且等离子体衬套结构沿着其排列。

[0024] 图6说明了一示例性实施方案中的等离子体约束结构(例如,C形护罩)的一部分的横截面图,等离子体衬套结构覆盖C形护罩的侧壁,所述侧壁识别各种尺寸的C形护罩和等离子体衬套结构。

[0025] 图7是根据一实施方案的计算机系统的简化示意图,其用于调谐晶片的边缘。

## 具体实施方式

[0026] 实施方案呈现用于沿处理室中所接收的晶片的边缘调谐等离子体密度的系统、设备及方法。该调谐允许控制在晶片表面上所限定的三维(3D)设备的倾斜轮廓。处理室可以是等离子体蚀刻室,其中等离子体被约束在等离子体区域,等离子体区域被限定在处理室的上电极与下电极之间。等离子体约束结构,例如C形护罩,被设置在上电极与下电极之间,并且用于将等离子体室中所产生的等离子体约束在等离子体区域。等离子体衬套结构被提供以至少覆盖设置在等离子体室中的等离子体约束结构的侧壁的内表面。等离子体衬套结构有助于同时控制整体倾斜和局部倾斜,以改善在晶片表面上所限定的3D设备的倾斜轮廓。整体倾斜控制允许将处理集中在于整个晶片表面上提供最佳倾斜度的区域。局部倾斜控制允许微调晶片的不同区域中的倾斜,包括中心、中间、边缘和极端边缘区域。通过阻挡在等离子体区域中所产生的等离子体直射至等离子体约束结构的接地侧壁,等离子体衬套结构使得局部倾斜控制成为可能。然而,等离子体衬套结构保留了接地返回路径,接地返回路径被限定为经由上电极并且通过等离子体约束结构到达接地环。由于阻挡了等离子体直射至等离子体约束结构的大接地表面(即,宽广的侧壁),在等离子体约束结构内的等离子体密度受到明显的抑制,特别是在晶片边缘处。等离子体密度的抑制导致在边缘区域中的蚀刻速率均匀性的局部改善,这导致限定在其上的3D设备中的倾斜轮廓的改善。等离子体衬套结构由多个区段所组成,这些区段被设置为适形于且覆盖等离子体约束结构的侧壁的内表面的至少一个或更多部分。通过在等离子体衬套结构中提供窗口、或通过控制在等离子体衬套结构的每对相邻区段之间的间隙,可进行额外的微调。可基于所需的微调量而限定窗口或间隙的大小。局部倾斜控制不限于晶片边缘区域,也可在晶片的其它区域中进行,例如中心、中间和极端边缘区域。

[0027] 在一些使用等离子体约束结构(例如,C形护罩)的蚀刻方法中,局部倾斜控制可能面临更大挑战。此外,随着深宽比和密度的增加,倾斜规格也越来越严格。整体倾斜控制可通过将处理集中以限定在整个晶片上的最佳倾斜度而实现。然而,用于控制处理室的某些特性的局部倾斜控制(以动态“旋钮”的形式而提供)可能无法提供足够的局部倾斜控制。可受到控制的示例性特性包括处理区域中的间隙、处理气体的流量比、用于产生等离子体的频率等。调整“静态”室相关的特性,已经显示在局部倾斜性能上的改善非常小,尤其是在晶片的边缘和极端边缘区域中。一些与静态室相关的特性包括上电极电阻率、至接地环的连接、使用在处理室中的边缘套件、外电极、内电极的设计/形状等。除了与室相关的特性外,调整与处理配方相关的特性,例如在等离子体约束结构(例如,C形护罩)中的等离子体体积等,已经显示在局部倾斜性能上的改善非常小,尤其是在晶片的边缘和极端边缘区域中。独立地调谐不同的特性,例如RF功率的调谐频率(例如,调谐60兆赫的RF电源),已经显示在控制整体倾斜上提供了改善,但提供了非常小的局部倾斜控制。

[0028] 通过阻挡等离子体的水平直射至接地,在等离子体约束结构的侧壁与等离子体区域之间引入的等离子体衬套结构有助于提供局部倾斜控制的改善。等离子体衬套结构抑制了限定在等离子体约束结构内部的等离子体区域中的等离子体密度,尤其是在晶片边缘处。等离子体衬套结构包括两个或更多区段,每对相邻区段在连结界面处接合在一起。此外,等离子体衬套结构可使用对准销或固定销或配合面而与等离子体约束结构的不同部分接合或连接。当组装在处理室中时,等离子体衬套结构的不同区段的互锁能够实现明确限

定且可重复的取向。单独的等离子体衬套结构是阻挡等离子体的直接直射的一种方式。也可设想替代的直射阻挡方式,例如混合式等离子体约束结构,其中等离子体衬套结构被结合至等离子体约束结构的侧壁。等离子体衬套结构可以由石英或任何其它介电材料制成。

[0029] 借助于对本发明实施方案的一般理解,现在将参考各种图而描述各种实施方案的示例性细节。显然地,可在没有这些特定细节中的一些或全部的情况下实行本实施方案。在其他情况下,没有详细地描述公知的处理操作,以免不必要地混淆本实施方案。

[0030] 图1说明了被配置成在晶片表面上执行等离子体蚀刻的处理模块100。在一实施方案中,处理模块100可以是电容耦合式等离子体处理系统。除了其它硬件(例如,计算机/控制器等)外,电容耦合式等离子体处理系统还包括用于产生等离子体的处理室(或在此简称为“室”)106。因此,室106可以是电容耦合式介电室并且包括例如喷头之类的上电极110、以及例如基座或静电卡盘(ESC)之类的下电极(即,晶片支撑模块)104。在图1所示的实施方案中,喷头110被显示为接地,且晶片支撑模块104被耦合至多个RF电源124a-124d。在替代实施方案中,喷头110可被施加偏压或可耦合至第二RF电源(未显示)并且可被供电。在一实施方案中,喷头110可包括内喷头110a、以及设置在内喷头110a各侧上的外喷头110b。例如,外喷头110b可用于使等离子体区域延伸超出在晶片支撑模块104上所接收的晶片的边缘。喷头110连接至一个或更多气体源128,气体源128接着连接至控制器122。控制器122可产生信号,以使得RF电源124a-124d提供RF信号以向晶片支撑模块104供电,且气体源128注入期望的处理气体至室106的等离子体区域120中,以产生等离子体。期望的处理气体可基于室106中使用的处理配方,其由控制器122所控制。在上电极(即,喷头)110与下电极(晶片支撑模块)104之间所限定的等离子体区域120中,使用注入室106中的处理气体以及由RF电源124a-124d所提供的RF功率,以产生等离子体。等离子体可用于蚀刻晶片的表面或使在室106的不同表面上所形成的沉积物挥发。

[0031] 边缘环132被设置在晶片支撑模块104上,使得当晶片支撑模块104上接收到晶片时,边缘环132与晶片102相邻。室侧壁沿着室106的横向长度而延伸。沿着室106的室侧壁所限定的访问窗(未显示)用于将晶片移入和移出室106。等离子体约束结构140,例如C形护罩,被限定于上电极110与下电极(即,晶片支撑模块)104之间,并且用于将等离子体约束在等离子体区域120内。C形护罩140包括顶区段、底区段以及代表侧壁的竖直区段。侧壁在顶区段的第一端与底区段的第一端之间延伸。顶区段的第二端被耦合至上电极110的底侧表面,且C形护罩的底区段的第二端被耦合至接地环133。在一些实施方案中,接地环133可经由可挠性导电带而连接至C形护罩的底区段。

[0032] RF电源124a-124d可被配置成供应不同频率的RF功率,以对下电极供电而产生等离子体。在一些实施方案中,可以400千赫兹(KHz)、2兆赫兹(MHz)、27MHz和/或60MHz、或其组合来传送RF功率。当然,这些频率被提供作为示例,也可使用有助于产生等离子体的其它频率。RF功率经由对应的匹配网络125a、125b而提供至室106。由RF功率所产生的等离子体试图找到用于接地的电阻最小路径。高频RF信号,例如2MHz、27MHz及60MHz频率信号,通过穿过上电极(110a,110b)、向下通过C形护罩140的侧壁、以及接地环133接地而采取最短的接地路径,如虚线103所示。在一些示例中,高频RF等离子体的一部分还可沿着水平“直射”路径到达C形护罩140的侧壁。对于低频RF信号,例如400KHz信号,大部分RF等离子体沿着水平直射朝向C形护罩140的侧壁,如虚线107所示。侧壁为大部分等离子体提供大接地表面,

而一部分的等离子体穿过上电极,且另一些部分的等离子体穿过在C形护罩140的底区段中所限定的狭槽而逸出。RF等离子体所利用的水平路径会造成沿着晶片边缘的等离子体密度的增加,从而导致在晶片中所形成的设备(尤其是在晶片边缘及极端边缘处所形成的设备)的显著倾斜。设备中的倾斜会影响整个晶片表面的倾斜规格。

[0033] 为了控制倾斜并满足晶片的倾斜规格,通过沿着等离子体约束结构(即,C形护罩140的至少侧壁的内侧表面插入等离子体衬套结构来阻挡等离子体对接地的直射。在一实施方案中,等离子体衬套结构由石英制成。在另一实施方案中,等离子体衬套结构涂覆有介电材料。等离子体衬套结构显著地抑制了C形护罩140内部的等离子体密度,尤其是在晶片边缘处。等离子体密度的这种改变会造成局部沿着晶片边缘区域的蚀刻速率均匀性的改善,这而改善在晶片边缘区域中的倾斜轮廓。

[0034] 相比于由传统的动态“旋钮”或设定(其被设计成调整处理室特性、或与处理配方相关的特性)所提供的改善量,等离子体衬套结构提供了更好的局部倾斜控制。独立地调谐RF功率的频率会实现更好的整体倾斜控制,但对于局部倾斜控制的影响最小。另一方面,等离子体衬套结构不仅在晶片边缘处、也在晶片的其它区域中提供改善的局部倾斜控制。

[0035] 泵126被耦合至室106,以在蚀刻操作期间将处理气体和/或释放出的副产物泵抽出室106。泵126被耦合至控制器122,以控制泵126的运行。

[0036] 控制器122包括处理器、存储器、集成电路、软件逻辑、硬件逻辑、输入和输出子系统。控制器被配置用于接收指令、发出信号/指令、启用终点测量、与室106的各种部件通信、监测以及控制在室106内所执行的蚀刻操作的各个方面。控制器122可以是包括多个室(包括室106)的衬底处理系统(例如,群集工具)的一部分。因此,控制器122可耦合至群集工具内的各室,以便独立地与在群集工具的各个室内所执行的处理操作的各个方面进行通信、监测和控制。控制器122包括一个或更多配方,该一个或更多配方包括用于在群集工具的不同室内执行的不同处理的各种操作参数的多个设定点。各种操作参数可对应于电压、电流、频率、压力、流速、功率、温度等。根据处理要求和/或系统类型,控制器可被编程,以控制各种处理操作。一些处理操作包括处理气体的输送、温度设定(例如,加热和/或冷却)、压力设定、真空设定、功率设定、射频(RF)产生器设定、RF匹配电路设定、频率设定、流速设定、流体输送设定、定位及操作设定、晶片传递进入和离开与群集工具的特定模块连接或对接的室和其它传递模块和/或装载锁的设定。

[0037] 控制器122的集成电路可包含储存了程序指令的具有固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、被限定为专用集成电路(ASIC)的芯片和/或执行程序指令(如软件)的一或多个微处理器或微控制器。程序指令可以是与控制器通信的具有多种独立设定(或程序档案)形式的指令,其限定操作参数以用于在晶片上或针对晶片或对系统进行特定处理(例如蚀刻操作)。在一些实施方案中,操作参数可以是由工艺工程师限定以完成一或多个处理步骤的配方的一部分。处理步骤可以包含在制造一个或多个电路和/或晶片上的管芯期间,在晶片表面上形成层、移除层、沉积材料,所述材料例如金属、氧化物、硅、二氧化硅等。

[0038] 在一些实施方案中,控制器可以是与系统集成或以其它方式联网到系统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,这使得能远程访问及控制集群工具(即衬底处理系统)的用于在晶片上限定电路的处理操作。计算机可以实现对系统的远程访问以监视当前制造操作的进展。计算机还可

以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,以改变当前处理的参数、设置处理步骤以跟随当前的制造操作、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处理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集群工具或处理模块的类型,控制器被配置为与该工具接口或控制该工具。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在室106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106的一个或多个集成电路,其组合以控制在室106内的处理。

[0039] 除了用于蚀刻晶片的处理模块100外,衬底处理系统还可以包括,但不限于,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、以及可以与半导体装置的制造和/或制备相关联或用于半导体装置的制造和/或制备的任何其它半导体处理系统。

[0040] 如上所述,根据将由工具执行的一个或多个处理步骤,控制器可以与一个或多个其他工具电路或模块、其它工具部件、群集工具、其他工具接口、相邻工具、邻近工具、位于整个制造设施的工具、工厂中的工具、主计算机、另一控制器、或在将晶片容器往返半导体制造设施中的工具位置和/或装载口运输的材料运输中使用的工具通信。

[0041] 图2A和2B说明了等离子体约束结构(例如,C形护罩)140的各种部件的横截面图,其中等离子体衬套结构150被设置在等离子体约束结构(即,C形护罩)140的侧壁与等离子体区域120之间。等离子体衬套结构150用于提供局部倾斜控制。在图2A和2B中所示的C形护罩140是环形结构,其包围等离子体区域120以将在室106内所产生的等离子体基本上约束在等离子体区域120。C形护罩140包括顶区段141、底区段143和由侧壁142所表示的竖直区段,侧壁142在C形护罩140的顶区段141的第一端与底区段143的第一端之间延伸。在一实施方案中,C形护罩140的底区段143包括在第二端处的向下延伸部。向下延伸部经由可挠性导电带而连接至限定在室106的下电极中的接地环133。多个狭槽145沿着C形护罩140的底区段143而限定。狭槽145的尺寸被设计为提供不受阻碍的路径给等离子体和副产物,以使其离开等离子体区域120。在一些实施方案中,每一狭槽145的宽度“w1”被限定在约1.5mm与约3mm之间。在一些实施方案中,C形护罩的侧壁142的外高度“h1”被限定在约1”与约3”之间。应当理解,对于室106与另一室而言,等离子体约束结构(例如,C形护罩)140的侧壁142的外高度h1可能不同,且有时可能取决于在室106中所执行的处理类型。类似地,宽度w1可基于在处理室中所使用的处理气体的类型而限定。

[0042] 图2A说明了等离子体约束结构(例如,C形护罩)140的一部分,其中提供了等离子体衬套结构150以至少沿着等离子体约束结构140(即,C形护罩)的侧壁142的内表面而排列、并且定位在C形护罩140的侧壁142与等离子体区域120之间,以使等离子体衬套结构150的内表面直接面对等离子体区域120。侧壁142的形状为环形。等离子体衬套结构150由多个区段所组成,这些区段适形于且覆盖C形护罩的侧壁142的内表面的一或更多部分。在一些

实施方案中,该多个区段包括两个或更多弧形区段,其中弧形轮廓与C形护罩140的环形轮廓相匹配。环形等离子体衬套结构150的多个区段延伸一定高度,以沿着竖直侧壁142的内表面排列。在一实施方案中,等离子体衬套结构150的两个或更多弧形区段形成连续的环,其完全覆盖C形护罩140的整个侧壁142。由于C形护罩140的形状使得C形护罩140的侧壁142的内半径大于C形护罩140的顶区段141及底区段143两者的内半径,所以等离子体衬套结构150的两个或更多区段被组装在室106内,以便沿着侧壁142的内表面排列。

[0043] 在一些实施方案中,成对相邻的弧形区段被设计成接合在一起,以形成互锁接口152。此外,可使用连接或互锁机构,例如限定在C形护罩140的各个区段中的固定销或对准销或配合延伸部,将每一弧形区段耦合至C形护罩140的底区段143或顶区段141或侧壁142。耦合机构不限于配合延伸部、对准销或固定销,而是可扩大以包括其它类型/形式的连接。互锁和/或耦合机构使等离子体衬套结构的成对相邻区段能够与C形护罩140的狭槽对齐。此外,两个或更多区段彼此互锁并与C形护罩互锁,以确保每一区段容纳在特定位置和取向处,以便允许重复安装且每一区段都有明确的取向。

[0044] 在一些实施方案中,等离子体衬套结构150由石英制成,以减少RF耦合。用于等离子体衬套结构150的材料不限于石英,而是可使用与石英具有相同或类似的热及导电特性的任何其它材料。例如,等离子体衬套结构150可由介电材料制成。介电材料为非金属性绝缘材料。在图2A所示的实施方案中,C形护罩140由硅制成。等离子体衬套结构150被设置为使得两个或更多区段直接面对等离子体区域120。因此,等离子体衬套结构150是消耗零件,因为它不断地暴露于室106中的等离子体。

[0045] 图2B说明了等离子体衬套结构150'的替代实施方案,其用于沿着C形护罩140的侧壁142的内表面排列。等离子体衬套结构由多个区段(section)组成,每一区段具有多个段部(segment)。多个段部可包括配置以覆盖C形护罩140的竖直区段142的竖直段部、被配置成覆盖C形护罩140的顶区段141的下表面的顶段部、以及被配置成覆盖C形护罩140的底区段143的顶表面的底段部。底段部可包括多个衬套槽,当等离子体衬套结构150'组装在处理室内时,所述多个衬套槽与限定在C形护罩140的底区段上的多个狭槽对齐。在该实施方案中,等离子体衬套结构150'的每一区段包括沿着竖直段部而限定的一个或更多窗口155。通过使与窗口155对准的C形护罩的侧壁142的相应部分暴露于等离子体,窗口155为RF等离子体提供直接接地路径。窗口155的尺寸被设计为,使期望量的侧壁142接地表面暴露于等离子体。在一些实施方案中,窗口155的数量和位置是由待实施于在晶片的不同区域上的调谐程度来决定,以便在晶片的不同区域上具有最佳的等离子体密度。

[0046] 图3A和3B提供了在一些示例性实施方案中的C形护罩140的俯视透视图,其中等离子体衬套结构150被限定为沿着侧壁142的内表面而排列。等离子体衬套结构150包括两个或更多区段,其被设置为匹配或适形于等离子体约束结构140的形状。在一实施方案中,等离子体约束结构(例如,C形护罩)140是环形的,且等离子体衬套结构150的多个区段被设置为形成覆盖C形护罩140的整个侧壁142的完整环。因为C形护罩140的侧壁的内半径大于等离子体约束结构(例如,C形护罩)140的顶区段和底区段(141、143)的半径,所以等离子体衬套结构150的两个或更多区段被容纳且组装在处理室内。在图3A的示例中,等离子体衬套结构150由四个区段(区段1-4)组成。每一区段在互锁接口处连接至相邻区段。例如,四区段中的每一者包括唇部(即,延伸部(也称为“凸出部”)),唇部与相邻区段的互补凹口或凹部被

可靠地配合以形成互锁接口152。例如,区段1可具有沿着外直径部分所限定的唇部或延伸部156。相邻的部分,即区段2,可具有限定在内直径部分上的互补凹口或凹部153,使得限定在区段1的第一端处的唇部156可以与限定在区段2的第一端处的互补凹口153接合以形成互锁接口152。类似地,限定在区段1的第二端处的唇部156可与区段3的互补凹口153接合。在此示例中,区段2和3被显示为具有类似的横截面轮廓、且设置为彼此相对。区段1和4被显示为具有类似的横截面轮廓、且设置为彼此相对。此外,区段1与区段2及3的第一端相邻,且区段4与区段2及3的第二端相邻。应当注意,等离子体衬套结构150的区段的数量仅提供作为示例,可使用更少或更多数量的区段以沿着C形护罩140的侧壁142的内侧表面排列。在使用唇部和凹口以限定互锁接口的某些实施方案中,区段的数量可以是偶数,以使一区段的唇部可与相邻区段的互补凹口接合。

[0047] 图3B说明了一替代实施方案,其中等离子体衬套结构150包括3个区段(区段1-3),该3个区段被分散成覆盖C形护罩140的侧壁142的内侧表面。在该实施方案中,这些区段的尺寸相同,且每一区段与相邻区段间隔开,以限定具有一定宽度的间隙。因为每一区段的尺寸较小,所以较容易组装这些区段以沿着C形护罩140的内侧表面而排列,无需任何互锁接口。因此,图3B中没有显示互锁接口。类似于在等离子体衬套结构150中包括窗口的实施方案(即,图2B中所示的实施方案),在任何邻近或相邻的两个区段之间的间隙使C形护罩140的侧壁142的一部分暴露于等离子体,从而为等离子体提供直接接地路径。这些区段的数量及尺寸以及间隙的尺寸被限定成为等离子体提供对等离子体约束结构140的接地侧壁142的一些暴露,而大部分的接地侧壁142则阻挡了等离子体的接地路径。在成对的邻近或相邻区段之间的间隙在图3B中被显示为相当大,以说明间隙的存在。在实践中,间隙可明显更窄,以使等离子体约束结构140的侧壁142只有一小部分被暴露于等离子体。此外,这些区段的数量仅作为示例提供,并且可以使用更少或更多数量的区段以沿着C形护罩140的侧壁的内侧表面排列。

[0048] 图4A-4D说明了等离子体衬套结构150的各种配置,其可设置成沿着等离子体约束结构(例如,C形护罩140)的内侧表面排列。等离子体约束结构140包括顶区段141、底区段143以及由侧壁142所表示的竖直区段,侧壁142是从顶区段141的第一端延伸至底区段143的第一端。顶区段141的第二端被耦合至上电极的侧壁,底区段143的第二端被耦合至接地环。在各配置中,等离子体衬套结构150包括两个或更多区段,该两个或更多区段被组装在室106内,以完全覆盖C形护罩140的侧壁142的至少内侧表面、或包括在成对相邻区段之间的间隙。在一实施方案中,等离子体衬套结构150的每一区段是弧形的以匹配或适形于C形护罩140的环形形状。每一区段可包括多个段部,该段部包括延伸一定高度的竖直段部。竖直段部的高度基于C形护罩140的侧壁142的内部高度,以使得当这些区段被组装在室106内时,每一区段基本上覆盖在该区段设置于其中处的C形护罩140的侧壁的一部分。由于在室106中的位置,等离子体衬套结构150的内表面经常暴露于室106中的等离子体,因此是消耗零件,具有限定使用期限。在使用期限期满之后,目前的等离子体衬套结构150被丢弃,并且在C形护罩140内的其位置组装新的等离子体衬套结构150。

[0049] 图4A说明了一实施方案,其中等离子体衬套结构150仅包括覆盖C形护罩140的侧壁142的整个内表面的竖直段部。这类似于参考图2A-2B及3A-3B所讨论的实施方案。等离子体衬套结构150的竖直段部的高度被配置为小于C形护罩140的侧壁的内侧高度,以使间隙

被限定在等离子体衬套结构150的顶部与C形护罩140的顶区段141的下侧表面之间,且该间隙可以是小的并且足以使等离子体衬套结构150能够放置和组装在室106内。

[0050] 图4B说明了一替代实施方案,其中等离子体衬套结构150覆盖等离子体约束结构(即,C形护罩)140的整个内侧表面,包括顶区段141的下侧表面、侧壁142及底区段143的顶表面。等离子体约束结构140的形状为环形。为了使等离子体衬套结构150易于组装以覆盖C形护罩140的内侧表面,等离子体衬套结构150由两个或更多区段所组成。例如,等离子体衬套结构150可由四个区段(区段1-4)组成,这些区段被设置成适形于等离子体约束结构的环形形状,以形成完整的环,如图3A所示,每一区段覆盖等离子体约束结构140的内表面的一部分。替代地,等离子体衬套结构150可由沿着等离子体约束结构140的环形形状而设置的区段1-3所组成,且间隙被限定在任何对的相邻区段之间,如图3B中所示,每一区段覆盖等离子体约束结构140的内表面的一部分。每一区段可包括多个段部。在图4B所示的示例中,每一区段由两个段部组成-第一段部150a覆盖顶区段141的下侧表面和C形护罩140的侧壁142的内表面两者,第二段部150b覆盖底区段143的顶侧和将C形护罩140连接至接地环133的向下延伸部。使用可包括匹配延伸部、固定销等的耦合机构,将每一段部连接至C形护罩140的对应表面。在该实施方案中,第二段部150b包括多个衬套槽,这些衬套槽与限定在C形护罩140的底区段143中的相应狭槽对齐。

[0051] 在一替代实施方案(未显示)中,每一区段可包括三个段部-覆盖C形护罩140的顶区段141的下侧表面的顶段部、覆盖侧壁(即,竖直区段)142的内表面的竖直段部、以及覆盖底区段143的顶侧以及C形护罩140的向下延伸部的底段部。底段部包括多个衬套槽,这些衬套槽与在C形护罩140的底区段143中的相应狭槽对齐。区段的数量以及每一区段中的段部的数量作为示例提供,且还可设想更少或更多数量的区段、段部。可使用固定销、或对准销、或匹配延伸部以将区段/段部彼此固定并且与C形护罩140的相应表面固定。

[0052] 图4C说明了一替代配置,其中等离子体衬套结构150被设计为仅覆盖顶区段141的下侧表面及C形护罩140的侧壁142的内侧表面。在该配置中,等离子体衬套结构150的每一区段由两个段部所组成,第一段部151覆盖顶区段141的下侧表面,第二段部154覆盖C形护罩140的侧壁142的内侧表面。在图4C所示的配置中,每一段部被限定为覆盖C形护罩140的特定平面部分。例如,第一段部151覆盖C形护罩140的水平部分,而第二段部154覆盖C形护罩140的竖直侧壁。实施方案不限于图4C的配置,而是可包括用于覆盖侧壁142的内侧表面的第二段部154的附加段部。例如,第二段部154可包括第一子段部及第二子段部,其接合在一起以形成互锁接口。

[0053] 图4D说明了一不同配置,其中等离子体衬套结构150被设计为仅覆盖C形护罩140的底区段143的顶表面和侧壁142的内侧表面。如参考图4B所讨论的配置,等离子体衬套结构150的底区段包括多个衬套槽,这些衬套槽与在C形护罩140的底区段143上所限定的相应狭槽对齐。此外,等离子体衬套结构150的每一区段可包括两个或更多段部。例如,第一段部150b'可覆盖底区段143的顶表面,第二段部154'可覆盖C形护罩140的侧壁142的内侧表面。耦合机构用于可靠地将两个或更多区段彼此固定以及与C形护罩140的相应表面固定。图4A-4D中所示的各种配置的每一者限定了至少覆盖C形护罩140的侧壁142的内表面的等离子体衬套结构150,其中某些配置覆盖C形护罩140的额外内表面。本文中所讨论的各种配置至少阻挡等离子体的水平直射至C形护罩140的侧壁142,侧壁142提供直接接地路径。

[0054] 图4A-4D中所示的各种配置限定了等离子体衬套结构150,其中两个或更多区段被设置以形成完整的环,该完整的环至少覆盖C形护罩140的侧壁142的整个内侧表面。替代地,两个或更多区段可沿着C形护罩140的环形壁而设置,在成对的相邻区段之间具有间隙。此外,这些配置还可扩大至其中一个或更多窗口被限定在等离子体衬套结构150(其覆盖C形护罩140的侧壁142)的竖直区段中的实施方案。

[0055] 图5A说明了在一实施方案中的具有多个区段的等离子体衬套结构150的竖直横截面图,这些区段被组装成覆盖等离子体约束结构140的整个内侧表面。等离子体约束结构140被显示为C形护罩140。覆盖C形护罩140的内侧表面的等离子体衬套结构150被显示为包括三个段部。例如,第一段部150a覆盖顶区段141的下侧表面和C形护罩140的侧壁142的内侧表面。第二段部150b1被限定为覆盖C形护罩140的底区段143的顶表面的一部分。由第二段部150b1所覆盖的顶表面的该部分是从侧壁142延伸至包括狭槽145的区段的起点。第三段部150b2被限定为覆盖底区段143的顶表面的其余部分、以及将C形护罩140连接至接地环133的向下延伸部。在图5A所示的实施方案中,第二段部150b1可包括在与C形护罩140的侧壁142相邻的部分中的凹口,第一段部150a的底部被容纳在其中。第三段部150b2包括多个衬套槽(以虚线显示)504,该多个衬套槽504与在C形护罩140的底区段143中的相应狭槽145(以虚线显示)对齐。固定销506用于将第三区段150b2对准至C形护罩140的底区段143,以便使限定在第三部分150b2中的衬套槽504、以及C形护罩140的底区段143的狭槽145居中。在一些实施方案中,总共3个固定销可用于将等离子体衬套结构150的各个区段与C形护罩140对齐。在侧壁142被限定为与C形护罩140的底区段143分开的区段的实施方案中,可具有紧固件以将侧壁142固定至底区段143。C形护罩140的向下延伸部可具有表面轮廓,且等离子体衬套结构150的第三段部150b2的向下延伸部被设计成匹配或补充C形护罩140的向下延伸部的表面轮廓。

[0056] 在等离子体衬套结构150覆盖C形护罩140的整个内侧表面的实施方案(例如,图4B和5A中所示的实施方案)中,C型护罩140可由铝制成,且等离子体衬套结构可由石英制成。石英是一种非金属性绝缘材料。在等离子体衬套结构150仅覆盖C形护罩的内表面的一部分的实施方案(例如,图4A、4C和4D中所示的实施方案)中,C型护罩可由硅制成,然而等离子体衬套结构150可以由石英制成。替代地,等离子体衬套结构可由任何其它介电材料(即,非金属性绝缘材料)制成。C形护罩140的厚度被限定为足以抑制等离子体,但不阻碍任何副产物及处理气体的流通以逸出。类似地,可限定等离子体衬套结构150的厚度,以确保等离子体衬套结构150足以阻挡在室106内所产生的RF等离子体的水平直射。在一实施方案中,等离子体衬套结构150的厚度可在约1/4"至约3/4"之间。在等离子体衬套结构150沿着C形护罩140的整个内表面、或仅仅沿着底区段143及侧壁142、或仅仅沿着顶区段141及侧壁142而排列的示例中,等离子体衬套结构150沿着不同部分的厚度可以是一致的。在其它实施方案中,等离子体衬套结构150沿着侧壁142的厚度可以是第一厚度,且沿着覆盖C形护罩140的顶区段141的下侧表面、或底区段143的顶表面的表面的厚度可以是第二厚度。在这样的实施方案中,第一厚度大于第二厚度,并且被限定为足以阻挡RF等离子体至C形护罩140的接地侧壁表面142的路径。

[0057] 等离子体衬套结构150的厚度被限定,以确保等离子体衬套结构150保持期望的公差量。在等离子体衬套结构150仅覆盖C形护罩140的侧壁142的内侧表面的实施方案中,间

隙可以存在于等离子体衬套结构150的顶表面与C形护罩140的顶区段141的下侧表面之间。间隙被限定为足够小,以能够将等离子体衬套结构150的不同区段放置和组装在室106内。在一些实施方案中,间隙大小可在约1/12"至约1/20"。等离子体衬套结构150的高度由在室106中使用的C形护罩140的高度限定,其可根据在室106中所执行的蚀刻处理的类型而改变。

[0058] 图5B说明了等离子体约束结构的一替代实施方案的横截面图。在该实施方案中,等离子体约束结构是“E形护罩”140'的形式。E形护罩140'包括顶区段141'、底区段143'及侧壁142',侧壁142'在顶区段与底区段(141'、143')的第一端之间延伸。顶区段141'的第二端被耦合至上电极的底侧表面,底区段的第二端被耦合至接地环。E型护罩140'的顶区段及底区段类似于C形护罩140的顶区段和底区段(141、143)。然而,侧壁142'与C形护罩140的侧壁142不同。E形护罩140'的侧壁142'包括多个环形突起144,其从侧壁142'的内表面水平朝内朝向室106的中心延伸。环形突起144沿着E形护罩140'的侧壁142'的长度而均匀地设置。环形突起144朝内延伸的长度被限定以提供不受阻碍的路径给等离子体,以通过限定在E型护罩140'的底区段143'中的衬套槽而逸出。在一实施方案中,每一环形突起144的厚度可以与侧壁142'和/或E形护罩140'的顶区段和底区段(141'、143')的厚度相匹配。在替代实施方案中,每一环形突起144的厚度可以小于或大于E形护罩140'的顶区段和底区段(141'、143')的厚度。E形护罩140'的底区段143'包括多个狭槽145',以允许等离子体离开等离子体区域。环形突起144的长度可被限定成提供不受阻碍的路径给等离子体,以通过沿着E形护罩140'的底区段143'所限定的狭槽145'而逸出。

[0059] E形护罩140'的环形突起144被限定成在顶区段141'与相邻的环形突起(即,在顶区段141'下方紧邻的环形突起)之间限定第一空间。在E型护罩140'的底区段143'与相邻的环形突起(即,在底区段143'上方紧邻的环形突起)之间限定第二空间。在任何成对相邻的环形突起之间限定相应的第三空间。

[0060] 等离子体衬套结构150'被设置在第一、第二和第三空间中的每一者中(第一、第二和第三空间被限定在环形突起与顶区段、环形突起与底区段之间以及任何成对的环形突起144之间),以充分阻挡进入E型护罩140'的侧壁142'。在等离子体衬套结构150'被设置在底区段与相邻的环形突起之间所限定的第二空间中的实施方案中,可限定等离子体衬套结构150'的尺寸,以便提供路径给等离子体以通过狭槽145'而逸出。在替代实施方案中,底区段143'的顶表面被维持没有任何等离子体衬套结构150',以提供不受阻碍的路径给RF等离子体和副产物,以离开等离子体区域。在另一替代实施方案中,限定在底区段143'的顶表面上的等离子体衬套结构150'可以包括与限定在底区段143'中的相应狭槽对齐的衬套槽。等离子体衬套结构150'的高度被限定为等于在相邻的环形突起144之间的侧壁的一部分的高度。当等离子体衬套结构150'被容纳在顶部环形突起上或在底区段143'的顶部上时,等离子体衬套结构150'的高度被限定为等于在环形突起144与E形护罩140'的顶区段或底区段(141'、143')之间的侧壁的高度。等离子体衬套结构150'为环形,由两个或更多区段所组成,且配置成沿着每一环形突起之间所限定的整个侧壁表面而排列,以形成完整的环,或者可设计为在每一对相邻区段之间具有间隙。当等离子体衬套结构150'被设计为形成完整的环时,每一区段可与相邻的区段接合,以限定互锁接口。该接合可通过限定在每一区段的背侧或任何其它侧上的耦合机构(例如固定销、对准销、配合表面等)而完成。每一区段可进一

步通过固定销、对准销、配合表面等而耦合至E型护罩的相应表面。在一实施方案中,配合表面可限定为包括,例如,一或更多凹口以及互补延伸部,该一个或更多凹口被限定在环形突起的顶表面上或E形护罩的底区段的顶表面上,该互补延伸部被限定在等离子体衬套结构150'的每一区段的表面上以用于可靠的配合。凹口和延伸部的尺寸被设计为确保每一延伸部紧密地配合至相应的凹口中。这些凹口、延伸部或耦合机构用于使等离子体衬套结构150'的不同区段彼此互锁并且与E形护罩140'的不同表面进行互锁,以便为重复安装提供可靠取向。

[0061] 图6说明了等离子体衬套结构150的简化横截面图,等离子体衬套结构150沿着C形护罩140的侧壁142的内侧表面而排列。在一些实施方案中,C形护罩140的侧壁142的宽度被限定为在约1/4" (即,0.25") 与约3/4" (即,0.75") 之间。在一实施方案中,示例性C形护罩140的侧壁142的外高度被限定为在约2" 英寸与约2.5" 之间。C形护罩140的尺寸仅作为示例提供,而不应被视为限制。应当理解,基于在各处理室中执行的处理类型,不同的处理室可使用不同尺寸的C形护罩140。在一实施方案中,等离子体衬套结构150的宽度被限定在约1/8" 与约3/4" (即,0.75") 之间。间隙被限定在沿着C形护罩140的侧壁142的内侧表面而排列的在等离子体衬套结构150的顶部与C形护罩140的顶区段141的下侧表面之间。该间隙被提供以使得能将等离子体衬套结构150移动至在C形护罩140内的位置。在一实施方案中,间隙被限定在约1/32" (即,约0.031") 与约1/4" (即,约0.25") 之间。C形护罩140 (即,等离子体约束结构) 和等离子体衬套结构150的各种部件的上述尺寸作为示例提供,而不应被视为限制。C形护罩140的高度和宽度可根据所执行的处理类型及限定有C形护罩140的处理室的类型而改变。因此,等离子体衬套结构150的高度及宽度、以及在等离子体衬套结构150的顶部与C形护罩140的顶区段141的底表面之间的间隙可根据C形护罩140的尺寸而改变。虽然已经参考C形护罩140而提供了尺寸,但是对于E形护罩140' 可设想类似的尺寸。

[0062] 通过解决在晶片的不同区域上的密度差异,本文中所讨论的各种实施方案为限定在晶片上的3D设备提供局部倾斜控制。密度差异通过提供石英衬套以阻挡等离子体的直射至接地表面 (即,C形护罩140的侧壁) 来解决。阻挡直射至接地表面会导致沿着晶片的边缘和极端边缘区域的等离子体密度的显著抑制。这导致在晶片的边缘和极端区域处的3D设备的局部倾斜控制。通过在等离子体衬套结构150中添加窗口或通过限定间隙,可调整在晶片的不同区域处的等离子体密度的抑制量。窗口或间隙提供对C形护罩140的接地侧壁的一小部分的访问。对接地侧壁的一小部分的访问导致一些等离子体找到直接接地路径,从而导致在靠近窗口/间隙的区域 (即,晶片的边缘和极端边缘区域) 中的等离子体密度的调整,而大部分等离子体的接地路径被覆盖C形护罩140的大部分侧壁的等离子体衬套结构150阻挡。窗口的数量及尺寸、或间隙的尺寸可基于对包括晶片边缘区域的不同区域中所需的等离子体密度的调整量而进行限定。

[0063] 窗口的数量可以是偶数,以提供等离子体衬套结构150的对称性。应当理解,窗口的数量受到限制,以确保C形护罩140的侧壁的大部分内表面被等离子体衬套结构150覆盖以充分阻挡RF等离子体至接地的返回路径。根据在处理室中待进行的蚀刻类型以及在晶片边缘或其它区域处所需的等离子体抑制量,可选择具有适当窗口数量的等离子体衬套结构150以至少沿着C形护罩140的侧壁的内侧表面而排列。通过选择合适的等离子体衬套结构150以减少RF耦合,这导致在整个晶片边缘的3D设备的倾斜轮廓的显著改善。在边缘处的3D

设备的倾斜轮廓与在晶片中心的3D设备的倾斜轮廓相匹配。随着限定在晶片表面上的设备的深宽比的增加,改善在边缘区域处的3D设备的倾斜轮廓会导致更好的良率。

[0064] 图7是计算机系统700的简化示意图,计算机系统700可耦合至处理室,以控制本公开内容的不同部件的处理配方和功能。应当理解的是,本文描述的方法可以与数字处理系统一起执行,例如与常规的通用计算机系统一起执行。被设计或编程成执行仅一个功能的专用计算机可在替代方案中使用。计算机系统包括中央处理单元(CPU) 704,其通过总线710耦合到随机存取存储器(RAM) 706、只读存储器(ROM) 712和大容量存储装置714。系统控制器程序708驻留在(RAM) 706内,但也可以驻留在大容量存储装置714内。

[0065] 大容量存储装置714表示持久的数据存储装置,如软盘驱动器或固定盘驱动器,其可以是本地或远程的。网络接口730提供经由网络732的连接,允许与其它装置通信。但应当理解的是,CPU 704可体现在通用处理器、专用处理器或专门编程逻辑装置内。输入/输出(I/O)接口提供与不同的外围装置的通信,并且通过总线710与CPU 704、RAM 706、ROM 712和大容量存储装置714连接。外围装置实例包括显示器718、键盘722、光标控制724、可移动介质装置734,等等。

[0066] 显示器718被配置成显示本文所描述的用户接口。键盘722、光标控制(鼠标) 724、可移除介质装置734和其它外围装置被耦合到I/O接口720,以便在命令选择中向CPU 704传送信息。应该理解的是,出入外部装置的数据可通过I/O接口720传输。实施方案也可以在分布式计算环境内实施,在该分布式计算环境中任务由通过有线或无线网络连接的远程处理装置执行。

[0067] 实施方案可与各种计算机系统配置一起执行,所述各种计算机系统配置包括手持式装置、微处理器系统、基于微处理器的或可编程的消费电子产品、小型计算机、大型计算机等。这些实施方案也可以在分布式计算环境中实施,在该分布式计算环境中任务由通过网络连接的远程处理装置执行。

[0068] 考虑到上述实施方案,应当理解的是,实施方案可以采用涉及存储在计算机系统中的数据的各种计算机实现的操作。这些操作是那些需要对物理量进行物理操纵的操作。构成实施方案一部分的本文所描述的任何操作是有用的机器操作。实施方案还涉及用于执行这些操作的装置或者设备。该设备可以被特别地构造用于所需目的,诸如专用计算机。当被定义为专用计算机时,该计算机也可以执行并非专用目的一部分的其他的处理、程序执行或例程,同时仍然能够操作用于专用目的。可替代地,操作可以由通用计算机执行,该通用计算机通过存储在计算机存储器、高速缓存或通过网络得到的一个或多个计算机程序选择性地启动或配置。当数据通过网络获得时,数据也可以通过网络上的其他计算机进行处理,例如云计算资源。

[0069] 一个或多个实施方案也可以构造为在计算机可读介质上的计算机可读代码。该计算机可读介质是可存储数据的任何数据存储装置,这些数据可随后由计算机系统读取。计算机可读介质的示例包括硬盘驱动器、网络附加存储(NAS)、只读存储器、随机存取存储器、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁带以及其他光学和非光学式数据存储装置。计算机可读介质可包括分布在网络耦合的计算机系统上的计算机可读有形介质,从而计算机可读代码被分布式存储和执行。

[0070] 虽然该方法的操作被以特定顺序描述,但应当理解的是,其他内务操作可以在操

作之间执行,或者操作可以被调整使得它们能够在稍微不同的时刻发生,或者可以在系统中分配,从而允许处理操作发生在与处理相关联的不同间隔,只要重叠操作的处理以所期望的方式执行即可。

[0071] 虽然出于清楚理解的目的,已详细描述了前面的实施方案,但应理解,在随附的权利要求的范围内可进行某些变化与修改。因此,本发明实施方案应被视为是说明性而非限制性的,且实施方案并不限于本文中所述的细节,在随附的权利要求的范围内和等同方案

内可进行修改。

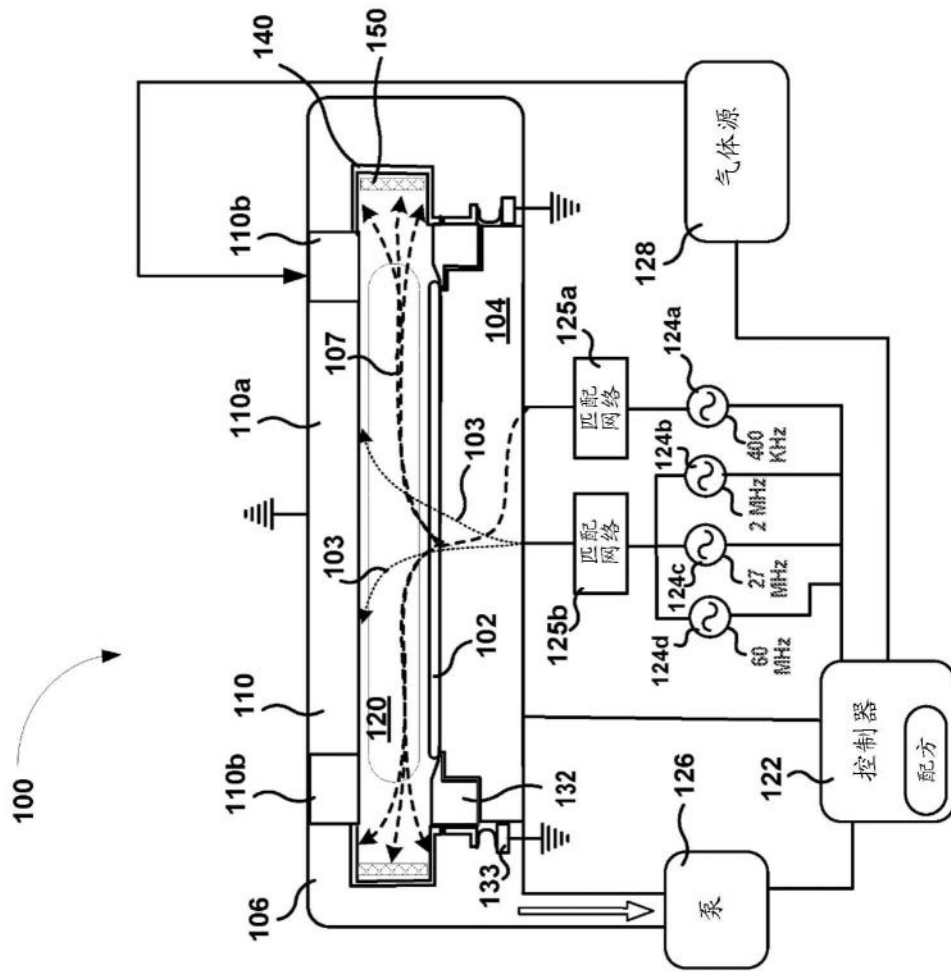


图1

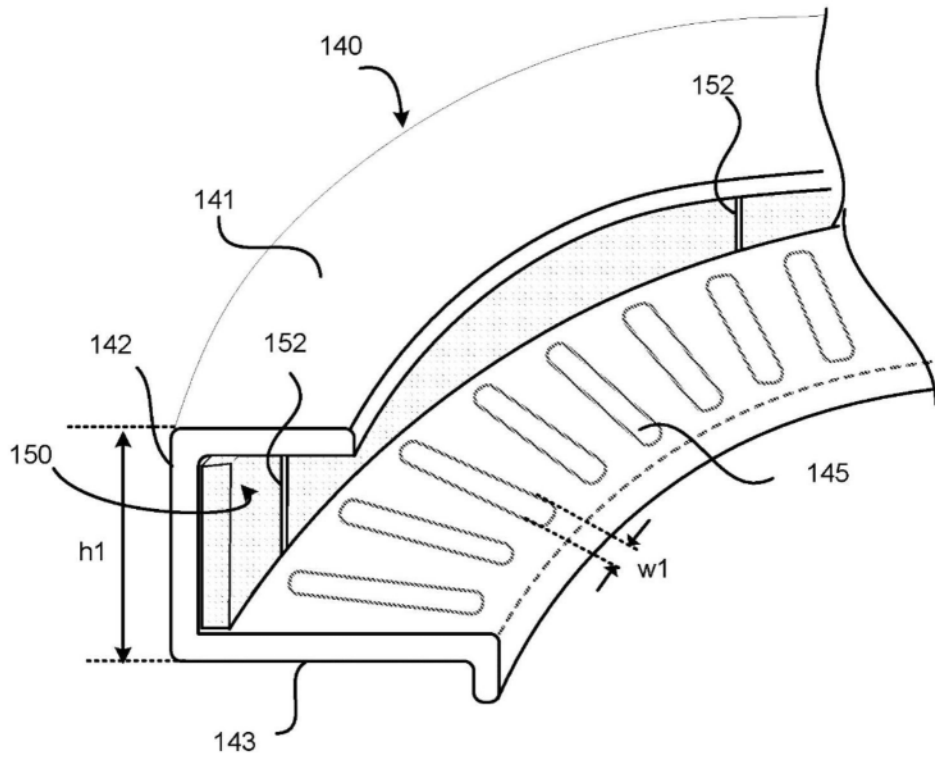


图2A

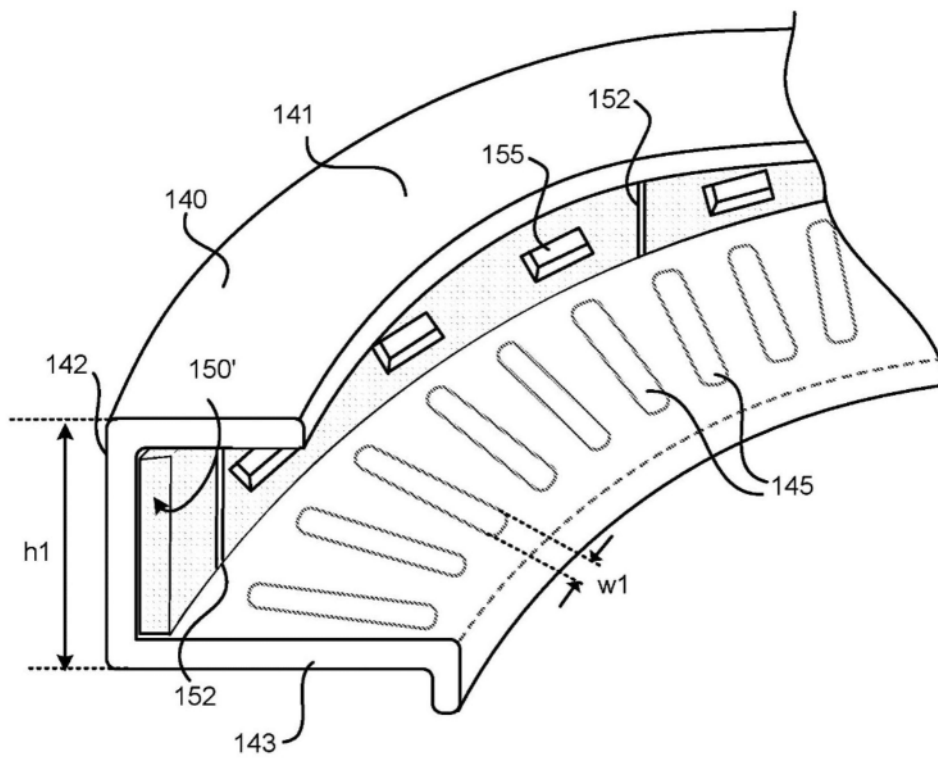


图2B

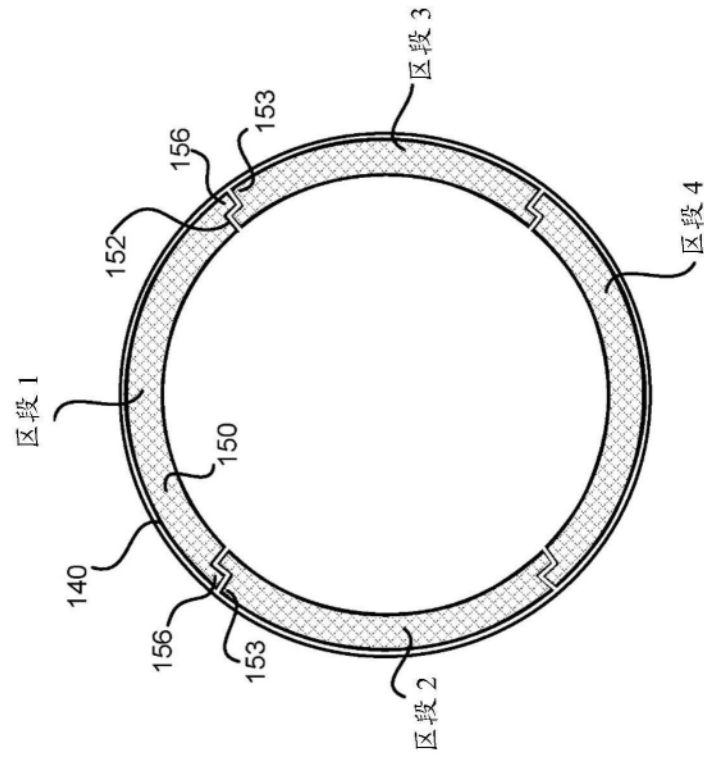


图3A

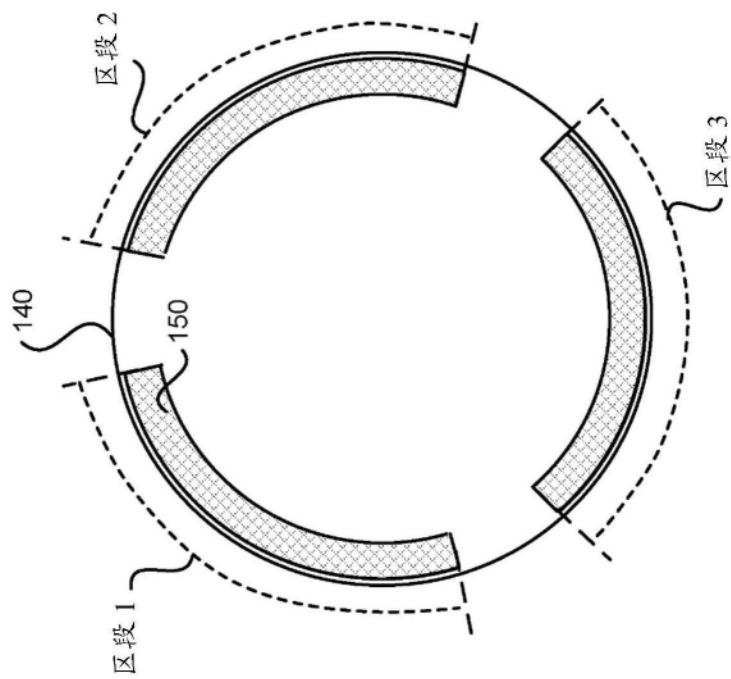


图3B

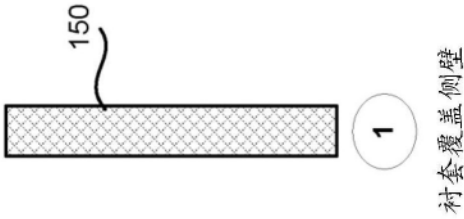


图4A

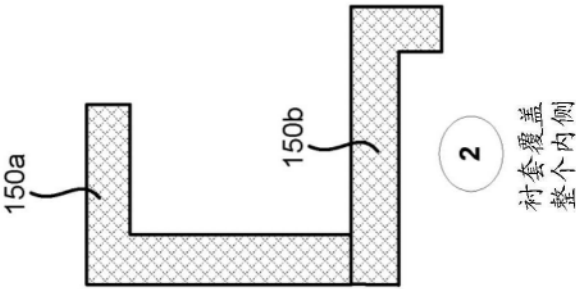


图4B

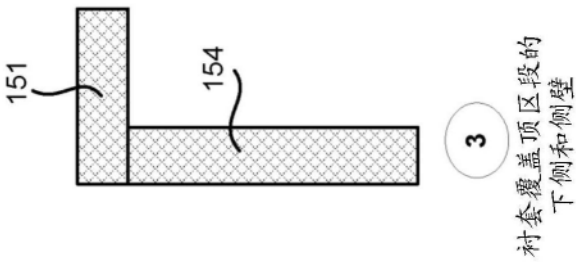


图4C

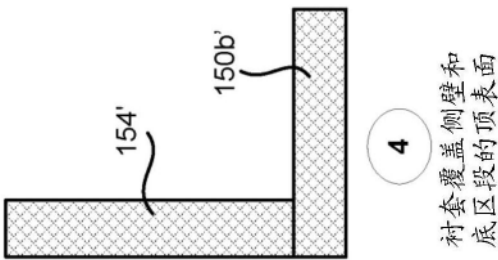


图4D

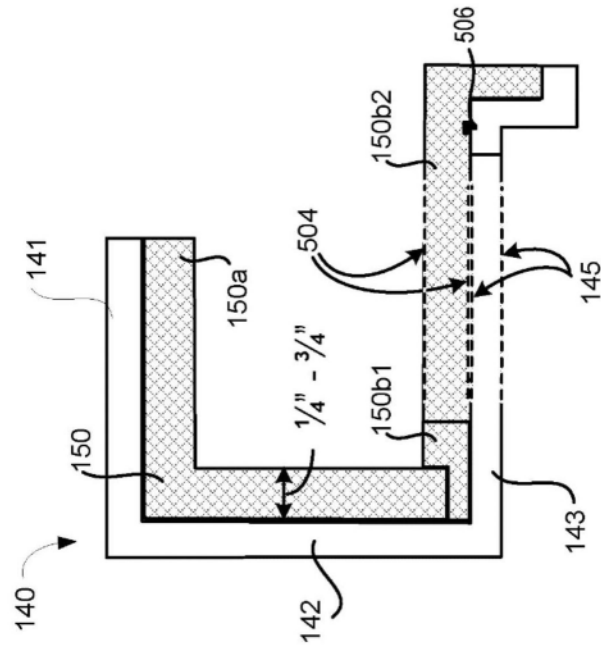


图5A

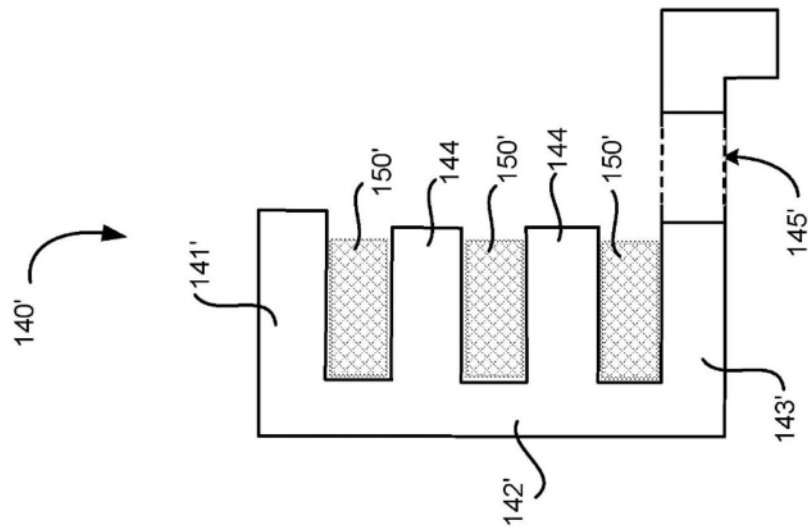


图5B

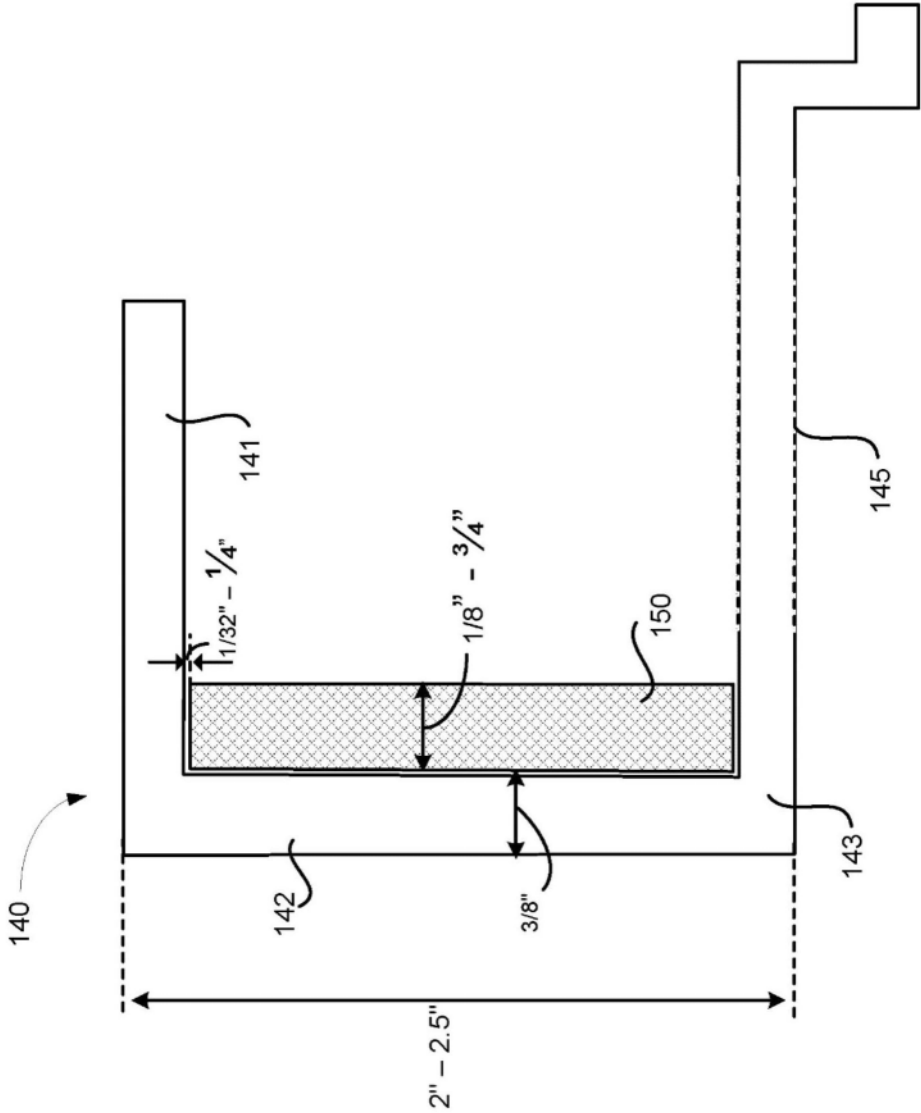


图6

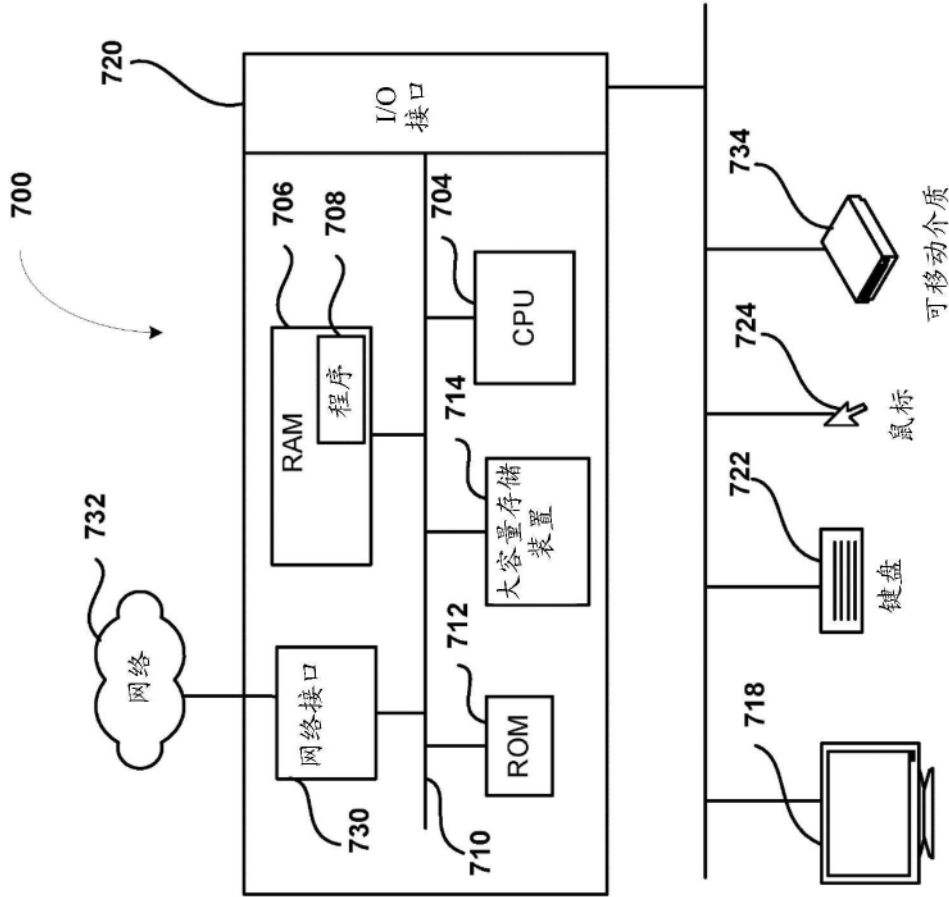


图7