



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111433902 A

(43)申请公布日 2020.07.17

(21)申请号 201880079245.4

(22)申请日 2018.12.07

(30)优先权数据

62/596,409 2017.12.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.06.08

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/064524 2018.12.07

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/113478 EN 2019.06.13

(71)申请人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 雷切尔·巴策尔 桂喆

加尔博卡·赫瓦格·拉扬·萨维特拉

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 张静

(51)Int.Cl.

H01L 21/67(2006.01)

G23C 16/455(2006.01)

H01L 21/027(2006.01)

H01L 21/02(2006.01)

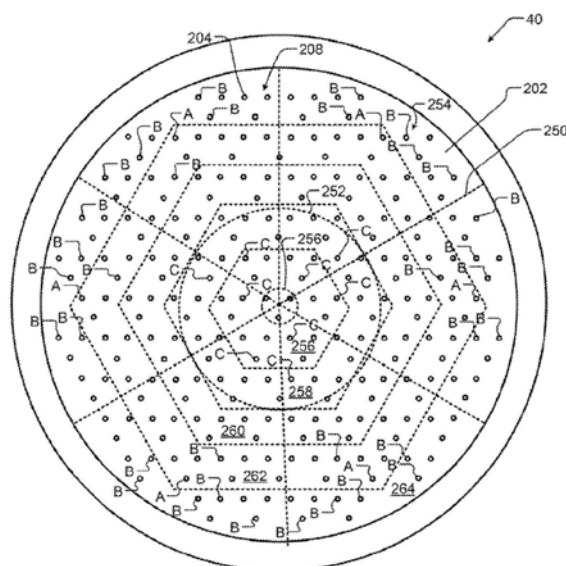
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

向下游室传送自由基和前体气体以实现远程等离子体膜沉积的有改进的孔图案的集成喷头

(57)摘要

一种用于衬底处理系统的喷头包括：下表面；面向等离子体的上表面；气体分配腔，其限定在所述下表面和所述上表面之间；以及多个注射器，其分布在所述下表面上，其中所述多个注射器与所述气体分配腔流体连通。多个通孔从所述上表面延伸到所述下表面。所述多个通孔中的选定通孔的直径与所述多个通孔中的其余通孔的直径不同。所述多个通孔中的所述选定通孔的直径根据经由所述多个通孔中的所述选定通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔提供的各自的气体的期望比率来预定。



1. 一种用于衬底处理系统的喷头,所述喷头包括:  
下表面;  
面向等离子体的上表面;  
气体分配腔,其限定在所述下表面和所述上表面之间;  
多个注射器,其分布在所述下表面上,其中所述多个注射器与所述气体分配腔流体连通;以及

从所述上表面延伸到所述下表面的多个通孔,其中所述多个通孔中的选定通孔的直径与所述多个通孔中的其余通孔的直径不同,并且其中所述多个通孔中的所述选定通孔的直径根据经由所述多个通孔中的所述选定通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔提供的各自的气体的期望比率来预定。

2. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔中的所述选定通孔包括第一类型的通孔,所述第一类型的通孔的平均直径和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足预定比率关系。

3. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔中的所述选定通孔包括至少第一类型的通孔和第二类型的通孔,所述第一类型的通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足第一预定比率关系,而所述第二类型的通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足第二预定比率关系。

4. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔中的所述选定通孔的所述直径根据与所述喷头相关的沉积不均匀性而预定。

5. 根据权利要求1所述的喷头,其中,在所述喷头的所述下表面上,所述通孔以多组布置,每组包括所述通孔中的围绕所述多个注射器中的相应一个分布的两个或更多个。

6. 根据权利要求1所述的喷头,其中,在所述喷头的所述下表面上,所述通孔以多组布置,每组包括所述通孔中的围绕所述多个注射器中的相应一个分布的三个。

7. 根据权利要求6所述的喷头,其中,所述多个组中的每组中的所述通孔中的所述三个以三角形构造围绕所述多个注射器中的所述相应一个分布。

8. 根据权利要求6所述的喷头,其中,所述多个组中的每组中的所述通孔中的所述三个围绕所述多个注射器中的所述相应一个径向地分布。

9. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔包括通孔的至少一个中心组和围绕所述至少一个中心组以第一六边形图案布置的所述通孔的第一多组。

10. 根据权利要求9所述的喷头,其还包括所述通孔的第二多组,所述第二多组以第二六边形图案围绕所述第一多组布置。

11. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔包括至少一个中心组和围绕所述至少一个中心组以第一圆形图案布置的所述通孔的第一多组。

12. 根据权利要求11所述的喷头,其还包括以第二圆形图案围绕所述第一多组布置的所述通孔的至少一个第二多组。

13. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔包括所述通孔的多组,其中所述通孔的所述多组包括至少一个中心组,并且其中所述多组中的其余组围绕所述至少一个中心组以6组图案递增的方式布置。

14. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔包括所述通孔的多组,其中所述通

孔的所述多组包括至少一个中心组,并且其中所述多组中的其余组围绕所述至少一个中心组以8组图案递增的方式布置。

15. 根据权利要求1所述的喷头,其还包括多个气体注射器喷嘴,所述多个气体注射器喷嘴从所述注射器中的相应的注射器向下延伸。

16. 根据权利要求1所述的喷头,其中,所述多个通孔包括85组所述通孔。

## 向下游室传送自由基和前体气体以实现远程等离子体膜沉积 的有改进的孔图案的集成喷头

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2018年12月7日提交的美国实用专利申请No. 16/213,386的优先权,并且还要求于2017年12月8日提交的美国临时申请No. 62/596,409的优先权。本公开与2016年12月14日提交的共同转让的美国专利申请序列No. 15/378,854有关。以上引用的申请的全部公开内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及衬底处理系统,更具体地涉及包括向下游室传送自由基和前体气体的喷头的衬底处理系统。

### 背景技术

[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。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描述的各方面中描述的范围内的当前指定的发明人的工作既不明确也不暗示地承认是针对本公开的现有技术。

[0004] 衬底处理系统可用于在诸如半导体晶片之类的衬底上沉积膜。衬底处理系统通常包括处理室和衬底支撑件。在膜沉积期间,将自由基和前体气体供应到处理室。

[0005] 例如,处理室可包括上室、下室和衬底支撑件。喷头可以布置在上室和下室之间。衬底布置在下室中的衬底支撑件上。将等离子体气体混合物供应到上室并且在上室中激励等离子体。等离子体产生的自由基中的一些通过喷头流到下室。喷头过滤离子并屏蔽紫外线以防止其到达下室。前体气体混合物通过喷头供应到下室,并与自由基反应以在衬底上沉积膜。

### 发明内容

[0006] 一种用于衬底处理系统的喷头包括:下表面;面向等离子体的上表面;气体分配腔,其限定在所述下表面和所述上表面之间;以及多个注射器,其分布在所述下表面上,其中所述多个注射器与所述气体分配腔流体连通。多个通孔从所述上表面延伸到所述下表面。所述多个通孔中的选定通孔的直径与所述多个通孔中的其余通孔的直径不同。所述多个通孔中的所述选定通孔的直径根据经由所述多个通孔中的所述选定通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔提供的各自的气体的期望比率来预定。

[0007] 在其他特征中,所述多个通孔中的所述选定通孔包括第一类型的通孔,所述第一类型的通孔的平均直径和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足预定比率关系。所述多个通孔中的所述选定通孔包括至少第一类型的通孔和第二类型的通孔,所述第一类型的通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足第一预定比率关系,而所述第二类型的通孔和所述多个通孔中的所述其余通孔的平均直径满足第二预定比率关系。所述多个通孔中的所述选定通孔的所述直径根据与喷头相关的沉积不均匀性而预定。

[0008] 在其他特征中,在所述喷头的所述下表面上,所述通孔以多组布置,每组包括所述通孔中的围绕所述多个注射器中的相应一个分布的两个或更多个。在所述喷头的所述下表面上,所述通孔以多组布置,每组包括所述通孔中的围绕所述多个注射器中的相应一个分布的三个。所述多个组中的每组中的所述通孔中的所述三个以三角形构造围绕所述多个注射器中的所述相应一个分布。所述多个组中的每组中的所述通孔中的所述三个围绕所述多个注射器中的所述相应一个径向地分布。

[0009] 在其他特征中,所述多个通孔包括通孔的至少一个中心组和围绕所述至少一个中心组以第一六边形图案布置的所述通孔的第一多组。所述通孔的第二多组以第二六边形图案围绕所述第一多组布置。所述多个通孔包括至少一个中心组和围绕所述至少一个中心组以第一圆形图案布置的所述通孔的第一多组。所述通孔的至少一个第二多组以第二圆形图案围绕所述第一多组布置。

[0010] 在其他特征中,所述多个通孔包括所述通孔的多组,所述通孔的所述多组包括至少一个中心组,并且所述多组中的其余组围绕所述至少一个中心组以6组图案递增的方式布置。所述多个通孔包括所述通孔的多组,所述通孔的所述多组包括至少一个中心组,并且所述多组中的其余组围绕所述至少一个中心组以8组图案递增的方式布置。多个气体注射器喷嘴从所述注射器中的相应的注射器向下延伸。所述多个通孔包括85组所述通孔。

[0011] 根据具体实施方式、权利要求和附图,本公开的其他适用领域将变得显而易见。具体实施方式和具体示例仅旨在用于说明的目的,并不旨在限制本公开的范围。

## 附图说明

[0012] 根据具体实施方式和附图将更充分地理解本公开,其中:

[0013] 图1是根据本公开的包括喷头的衬底处理室的示例的功能框图。

[0014] 图2是根据本公开的喷头的示例的顶部透视图;

[0015] 图3是根据本公开的喷头的示例的底部透视图;

[0016] 图4是根据本公开的喷头的示例的平面图;

[0017] 图5示出了根据本公开的另一示例性喷头的仰视图;以及

[0018] 图6A、图6B和图6C示出了根据本公开的另一示例性孔图案。

[0019] 在附图中,可以重复使用附图标记来标识相似和/或相同的元件。

## 具体实施方式

[0020] 通常,衬底处理系统中的喷头没有热控制系统。然而,在一些处理系统中,使用基本热控制系统来控制喷头的外边缘的温度,该外边缘可接近并且不是在真空下。由于来自等离子体的热量,基本热控制系统不能均匀地控制整个喷头上的温度。换句话说,喷头中心的温度升高。随着例如等离子体开/关、压力、流速和/或基座温度等工艺变化,温度也会发生变化。喷头温度的变化不利地影响沉积工艺的均匀性和缺陷性能。喷头中的通孔和注射器的位置、布置和大小也可能会对沉积均匀性产生不利影响。

[0021] 根据本公开的喷头包括预定图案的前体注射器和用于自由基的通孔。通孔的图案和尺寸会影响晶片上的沉积速率和分布。喷头通常是圆形的,以匹配要处理的衬底的形状。通常很难将前体注射器和通孔均匀地布置在喷头的所有期望的位置。前体注射器和用于自

由基的通孔的标准图案往往会在方位角和/或径向方向上产生不均匀的沉积图案。

[0022] 本公开涉及一种衬底处理系统,该衬底处理系统包括喷头,该喷头包括预定图案和尺寸的前体注射器和用于自由基的通孔,以提供更均匀的沉积性能。在一些示例中,本文公开的布置和尺寸变化将喷头引起的沉积变化减小多达约50%。

[0023] 喷头通过穿过喷头的中心部分向通道供应传热流体来提供均匀的温度控制,以保持均匀和受控的温度。喷头还向包括衬底的室提供均匀的前体气流输送。在一些示例中,衬底处理系统可用于沉积保形碳化物膜,但是也可以沉积其他类型的膜。

[0024] 现在参考图1,衬底处理系统10包括上室20和下室30。虽然本文示出并描述了特定类型的衬底处理系统,但是也可以使用其他类型和/或布置的衬底处理系统。虽然示出了电感耦合等离子体,但是也可以使用其他类型的等离子体产生,例如电容耦合等离子体、远程等离子体源或其他合适的等离子体发生器。

[0025] 在一些示例中,上室20可以包括圆顶形室,但是也可以使用其他室形状。衬底支撑件34布置在下室30中。衬底36在衬底处理期间布置在衬底支撑件34上。喷头40布置在上室20和下室30之间。感应线圈42可以布置在上室20周围。喷头40限定了传热分配腔(传热分配腔的一个示例在图6中示出)以冷却喷头和气体分配腔(该气体分配腔的一个示例在图7中示出),以将前体气体输送到下室30。

[0026] 气体输送系统50-1可用于将包含等离子体气体的工艺气体混合物供应到上室20。气体输送系统50-1包括一个或多个气体源52-1、52-2、...、和52-N,阀54-1、...、和54-N,质量流量控制器(MFC)56-1、...、和56-N,以及歧管58,但也可以使用其他类型的气体输送系统(其中N是整数)。气体输送系统50-2将包含前体气体的工艺气体混合物输送到喷头40。

[0027] RF等离子体发生器66包括RF源70和匹配网络72。RF等离子体发生器66选择性地向感应线圈42提供RF功率(同时供应等离子体气体)以在上室20中产生等离子体62。

[0028] 热控制系统86可用于将诸如气体或液体冷却剂的传热流体供应到喷头40以控制喷头40的温度。阀88和泵90可用于将反应物抽真空。

[0029] 控制器94与气体输送系统50-1和50-2通信,以根据需要选择性地处理气体供应到上室20和喷头40。控制器94与RF等离子体发生器66通信以产生和熄灭上室20中的等离子体。

[0030] 控制器94与热控制系统86通信以控制传热流体的流速和温度。传热流体用于控制喷头40的温度。在一些示例中,传热流体可包括水、与乙二醇混合的水、全氟聚醚氟化流体或其他流体和/或一种或多种气体。在一些示例中,热控制系统86使用闭环控制系统来控制传热流体的流速或温度。在其他示例中,热控制系统86使用比例积分微分(PID)控制来控制流速和温度。传热流体可以在水循环系统的开环系统中提供。在一些示例中,传热流体与真空室通过气密方式隔离开。

[0031] 在一些示例中,控制器94可以连接到布置在喷头40中用于感测喷头40的一种或多种温度的一个或多个温度传感器(未示出)。在一些示例中,控制器94可以连接到布置在喷头40中用于感测处理室中的一种或多种压力的一个或多个压力传感器(未示出)。控制器94与阀88以及泵90通信,以控制上室20和下室30内的压力,并选择性地从中排出反应物。

[0032] 现在参照图2和图3,分别示出了喷头40的上表面190和下表面194的透视图。喷头40包括具有多个通孔204的面向等离子体的表面202。在一些示例中,面向等离子体的表面

202是圆形的,但是可以使用其他形状。在一些示例中,面向等离子体的表面202具有约400mm的直径,但是可以使用其他直径。

[0033] 在一些示例中,通孔204从喷头40的上表面190延伸到喷头的下表面194。在一些示例中,通孔204被布置成组208-1、208-2,...和208-T(统称为通孔组208),其中每组包括R个通孔,其中R和T是大于1的整数。在其他示例中,R为1。在该示例中,通孔组208中的每组包括以三角形构造布置的三个通孔204,但是可以使用其他形状和数量的通孔。在一些示例中,通孔组208以六边形图案布置,这在图4中最佳地看到。在基于三角形的图案中,通孔可以以半隔开的三角形图案布置或围绕每个注射器径向布置。在另一示例性图案中,通孔沿径向布置在每个注射器周围(例如,以基于圆形的图案布置)。

[0034] 将前体气体供应到位于喷头40内部的气体分配腔(未示出)。该前体气体通过多个注射器244离开气体分配腔。在一些示例中,多个注射器244中的每个包括节流孔。在一些示例中,通孔组208中的每组包括多个注射器244中的至少一个。组208中的给定组中的通孔204中的每个更接近于注射器244中的相关联的一个(即,组208聚集所围绕的注射器),而不是注射器244中的任何其他注射器。如图3所示,气体注射器喷嘴248可以布置在注射器244中的相应一个上。喷嘴248从注射器244向下延伸。尽管出于示例目的仅示出了喷嘴248中的若干个,但是每个注射器244可以具有喷嘴248中的相应的一个。

[0035] 喷头40可以由连接在一起的多层制成。可以添加更多层以创建额外的分配腔。在一些示例中,喷头40可以使用真空钎焊、钨惰性气体(TIG)焊接或电子束焊接来制造,以便以合理的成本实现复杂且独特的几何形状。真空钎焊连接允许将喷头加工成平板,凹槽切入在板中,每个板之间有钎焊层。焊接技术需要更复杂的子部件,以便能进入所有需要密封的区域进行焊接。可以加工柱和相应的孔以将密封区域提升到可以进行焊接的部件的表面。

[0036] 现在参考图4,通孔204中的选定通孔具有尺寸不同的直径,以改变/调节自由基的输送。没有标记为A、B或C的每个通孔204是标称类型的并且具有标称直径尺寸,这将在下面进一步描述。标记为类型A、B或C的通孔204的直径尺寸与标称直径尺寸不同,这将在下面进一步描述。

[0037] 在一些示例中,对于类型A、B和C,平均尺寸遵循预定比率  $(D_{avg\_typeX})^4 / (D_{avg\_nom})^4 = \text{比率} \pm 0.01$ ,其中 $D_{avg\_typeX}$ 是类型X的平均直径(在我们的示例中可以是A或B或C), $D_{avg\_nom}$ 是标称类型的平均直径。在一些示例中,类型A的比率在1.3至1.6的范围内。在一些示例中,类型B的比率在0.8至1.0的范围内。在一些示例中,类型C的比率在1.0至1.2的范围内。可以理解,孔尺寸的其他组合可以实现相同的整体喷头流量分布。前述示例纠正了圆形室中三角形图案的方位角不均匀性。孔尺寸比率也可以被径向调节以改变在衬底上的沉积的径向均匀性。例如,对于构造成经由喷头40提供两种或更多种不同气体的衬底处理系统,如上所述,调节与不同气体相对应的孔尺寸比率,从而改变从喷头流出的气体量和进入处理室的气体量之间的比率。以此方式,可以调节孔尺寸比率以调节特定区域中的反应物比率并校正晶片上的不均匀性。在一些示例中,可以改变注射器244(和/或各个喷嘴248)的直径以便以类似的方式调节气体流量比率。但是,由于通孔204的数量比注射器244的数量大得多,所以改变通孔204的直径有助于更精细地调节气体流量比率。

[0038] 在图4的示例中,总共有85个注射器244和相应数量的通孔204组。位于面向等离子

体的表面202的径向内部252中的一些通孔204是C型。位于面向等离子体的表面202的径向外部254中的一些通孔204是类型A和类型B。在一些示例中,将通孔204中的9个选择为类型C。在一些示例中,将通孔204中的36个选择为类型B。在一些示例中,通孔204中的六个选择为类型A。在一些示例中,六个60度饼形切片250中的每一个都布置了6个类型B通孔和1个类型A通孔。

[0039] 气体注射器布置在带有中心注射器的圆形孔口中,并围绕中心注射器重复图案。在图4中,单个中心组256在相应的同心六边形区域中被6、12、18、24和24组包围,总共有85组。例如,如图4所示,组256在第一六边形区域258中被6个三角形组包围。第二六边形区域260包括12个三角形组。第三六边形区域262包括18个三角形组。第四六边形区域264和第五六边形区域266各自包括24个三角形组。虽然气体注射器周围的通孔的图案包括85组通孔,但是该图案可以以6组的增量进行更改(即,递增6组的图案,其中每个连续的周围区域比相邻的内部区域多6组)。替代图案包括以6或8组图案递增的径向图案。以6组图案递增的径向图案包括61、91、127或169个注射器。以8组图案递增的径向图案包括81、121或169个注射器。在一些示例中,标称类型的尺寸为0.06英寸至0.40英寸。标称孔直径可以取决于流量、气体和压力条件所需的压降,以使得能够通过通孔204控制流量分布而不受其他室几何形状的支配。孔的直径还可以取决于期望的流率、压力和气体种类,以防止前驱气体向后扩散到上室20中。

[0040] 图5示出了根据本公开的喷头500的示例性仰视图。在该示例中,通孔504以基于三角形的图案布置在围绕各个注射器512聚集的组508中。中心组516分别被组508中的6个组,组508中的12个组,组508中的18个组和组508中的24个组构成的连续六边形环包围。在该示例中,组508构成的最外面的六角环还包括不与聚集在注射器512中的相应的一个周围的组508中的特定一个相关联的另外的通孔540。相反,通孔540布置在最外面的六边形环中的组508的图案的间隙中。尽管被称为“环”,但是组508以连续的六边形图案布置,类似于图4所示的方式。

[0041] 类似于图4中描述的示例,通孔504和540中的选定通孔具有尺寸不同的直径,以改变/调节自由基的输送,如图5所示。在此示例中,未标记为A、B、C、D、E、F(如图5中连接相应的通孔的轮廓A-F中的各个通孔所示)或G的通孔504和540中的每一个为标称类型,并具有标称直径尺寸,这将在下面进一步描述。标记为类型A、B或C的通孔504或540具有与标称直径尺寸不同的直径尺寸,这将在下面进一步描述。

[0042] 在一些示例中,对于类型A、B、C、D、E、F和G,平均尺寸遵循预定比率( $D_{avg\_typeX} / (D_{avg\_nom})^4 = \text{比率} \pm 0.01$ ),其中 $D_{avg\_typeX}$ 为类型X(在我们的示例中,其可以是A、B、C、D、E、F或G)的平均直径,而 $D_{avg\_nom}$ 是标称类型的平均直径。在一些示例中,类型A的比率在1.3至1.6的范围内。在一些示例中,类型B的比率在1.1至1.4的范围内。在一些示例中,类型C的比率在1.1至1.4的范围内。在一些示例中,类型D的比率在1.1至1.4的范围内。在一些示例中,类型E的比率在1.2至1.5的范围内。在一些示例中,类型F的比率在0.7至1.0的范围内。在一些示例中,类型G的比率在0.7至1.0的范围内。

[0043] 如可以理解的,孔尺寸的其他组合可以实现相同的整体喷头流量分布。孔尺寸比率也可以被径向调节以改变在衬底上的沉积的径向均匀性。以此方式,可以调节孔尺寸比率以调节特定区域中的反应物比率并校正晶片上的不均匀性。

[0044] 图6A、图6B和图6C示出了根据本公开的其他示例性孔图案。在图6A中,通孔600以基于三角形的图案以聚集在注射器608周围的组604的形式布置。中心组612被5个连续的圆形区域包围,其分别包括组604中的6组、12组、18组、24组和30组(即以6组图案递增)。在图6B和6C中的每一个中,中心组616被5个连续的六边形区域围绕,所述5个连续的六边形区域分别包括组604的6组、12组、18组、24组和24组。

[0045] 在图6A、图6B和图6C中,通孔600中的选定通孔的直径可以被设定为不同的尺寸,以类似于图4和5D所描述的方式来改变/调整自由基的输送。换句话说,类型X的通孔600中的选定通孔的直径尺寸不同于通孔600的标称直径尺寸。例如,通孔600中的选定通孔具有的平均尺寸遵循预定比率  $(D_{avg\_typeX})^4 / (D_{avg\_nom})^4 = \text{比率} \pm 0.01$ ,其中 $D_{avg\_typeX}$ 是类型X的平均直径, $D_{avg\_nom}$ 是标称类型的平均直径。以此方式,可以如以上更详细地描述的那样,调整孔尺寸比率以调节特定区域中的反应物比率并校正晶片上的不均匀性。

[0046] 前面的描述本质上仅仅是说明性的,并且绝不旨在限制本公开、其应用或用途。本公开的广泛教导可以以各种形式实现。因此,虽然本公开包括特定示例,但是本公开的真实范围不应当被如此限制,因为在研究附图、说明书和所附权利要求时,其他修改将变得显而易见。应当理解,在不改变本公开的原理的情况下,方法中的一个或多个步骤可以以不同的顺序(或同时地)执行。此外,虽然每个实施方式在上面被描述为具有某些特征,但是相对于本公开的任何实施方式描述的那些特征中的任何一个或多个,可以在任何其它实施方式的特征中实现和/或与任何其它实施方式的特征组合,即使该组合没有明确描述。换句话说,所描述的实施方式不是相互排斥的,并且一个或多个实施方式彼此的置换保持在本公开的范围之内。

[0047] 使用各种术语来描述元件之间(例如,模块之间、电路元件之间、半导体层之间等)的空间和功能关系,各种术语包括“连接”、“接合”、“耦合”、“相邻”、“紧挨”、“在...顶部”、“在...上面”、“在...下面”和“设置”。除非将第一和第二元件之间的关系明确地描述为“直接”,否则在上述公开中描述这种关系时,该关系可以是直接关系,其中在第一和第二元件之间不存在其它中间元件,但是也可以是间接关系,其中在第一和第二元件之间(在空间上或功能上)存在一个或多个中间元件。如本文所使用的,短语“A、B和C中的至少一个”应当被解释为意味着使用非排他性逻辑或(OR)的逻辑(A或B或C),并且不应被解释为表示“A中的至少一个、B中的至少一个和C中的至少一个”。

[0048] 在一些实现方式中,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工艺,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、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加载锁。

[0049] 概括地说,控制器可以定义为电子器件,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)、定义为专用集成电路 (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, 单独设置 (或程序文件) 定义用于在半导体晶片或系统上或针对半导体晶片或系统执行特定工艺的操作参数。在一些实施方式中, 操作参数可以由工艺工程师定义的配方的一部分, 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。

[0050] 在一些实现方式中, 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) 向系统提供工艺配方。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工艺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 (例如本文所述的工艺和控制) 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工艺。

[0051] 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。

[0052] 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工厂中的工具位置和/或装载口运输的材料运输中使用的工具通信。

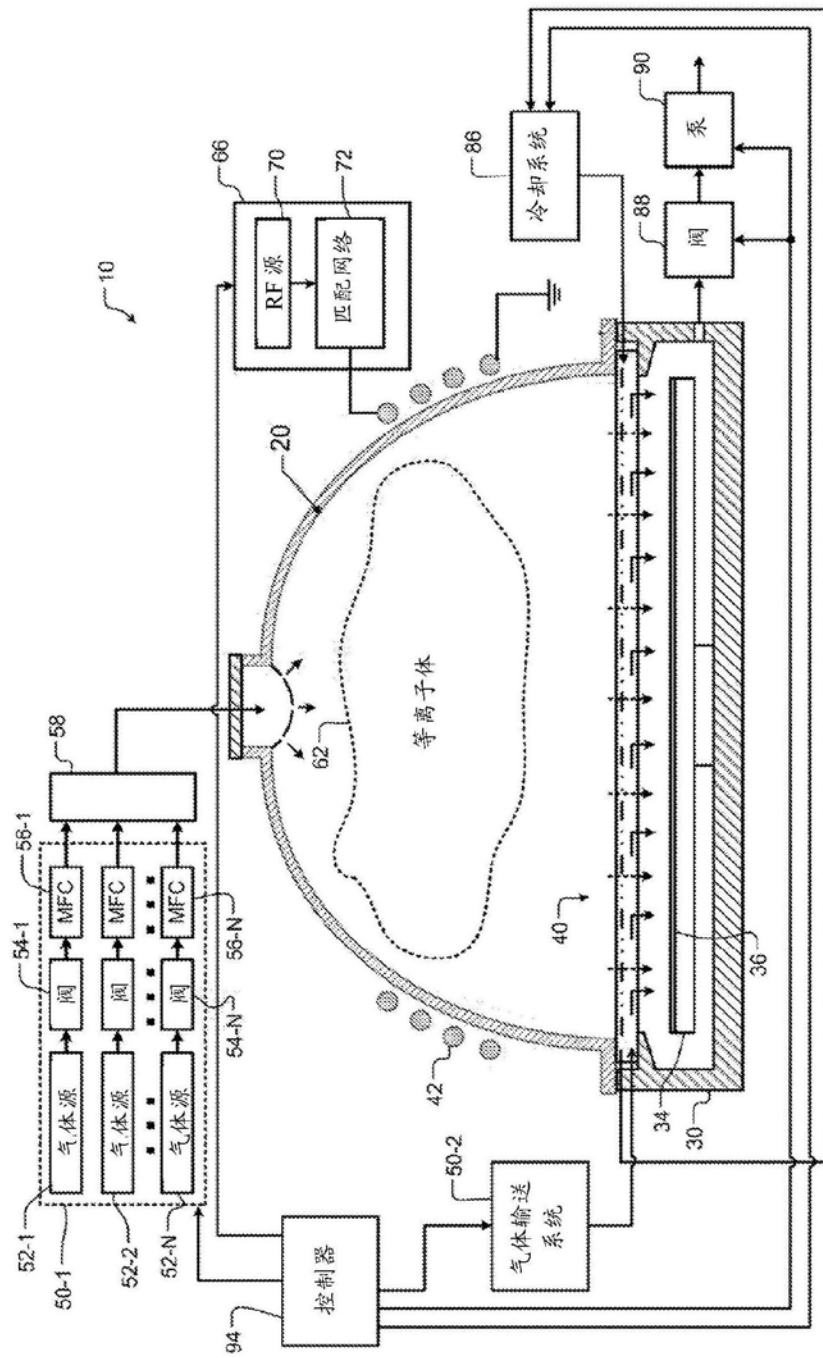


图1

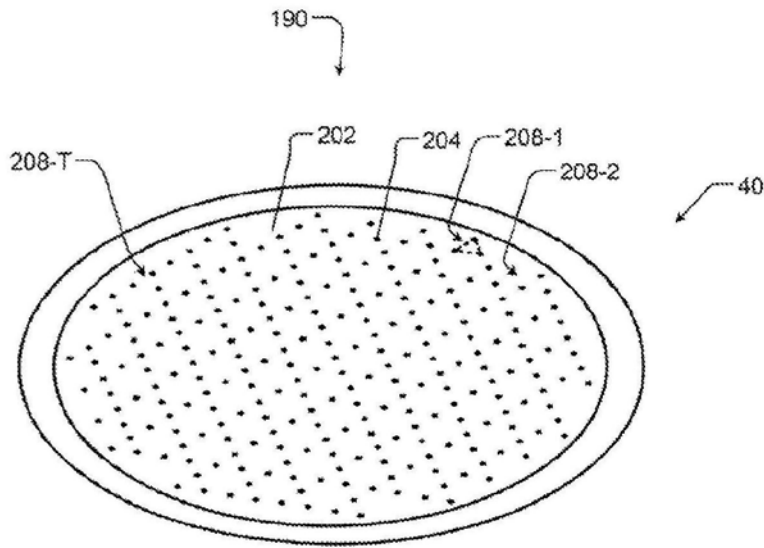


图2

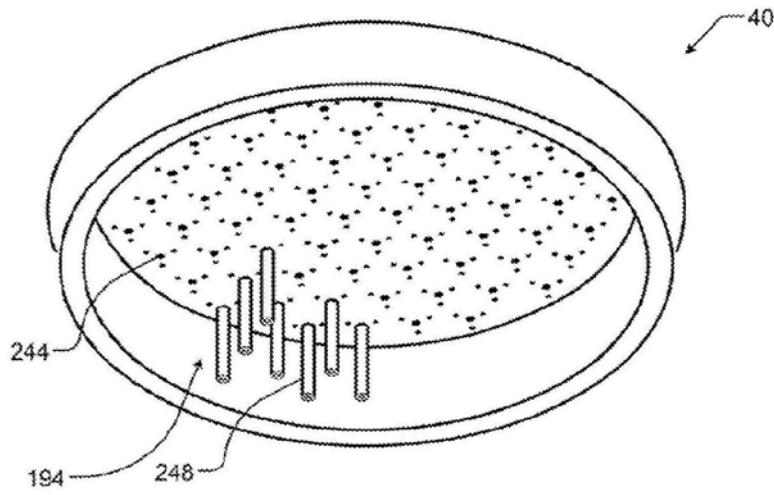


图3

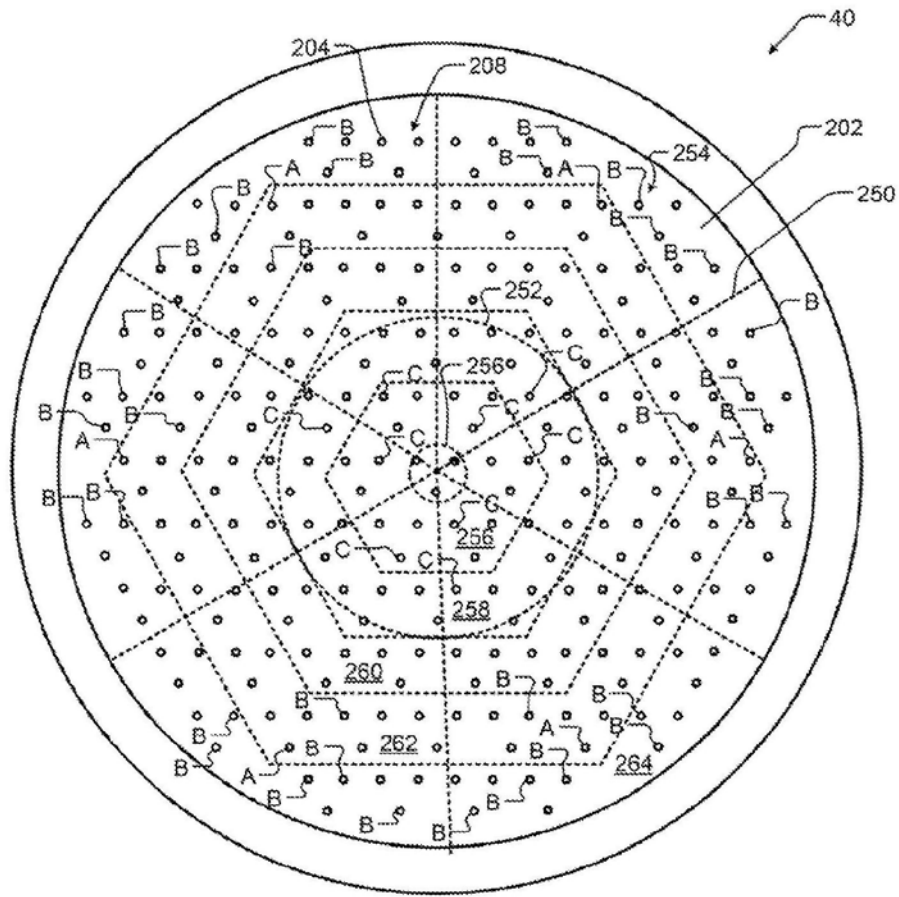


图4

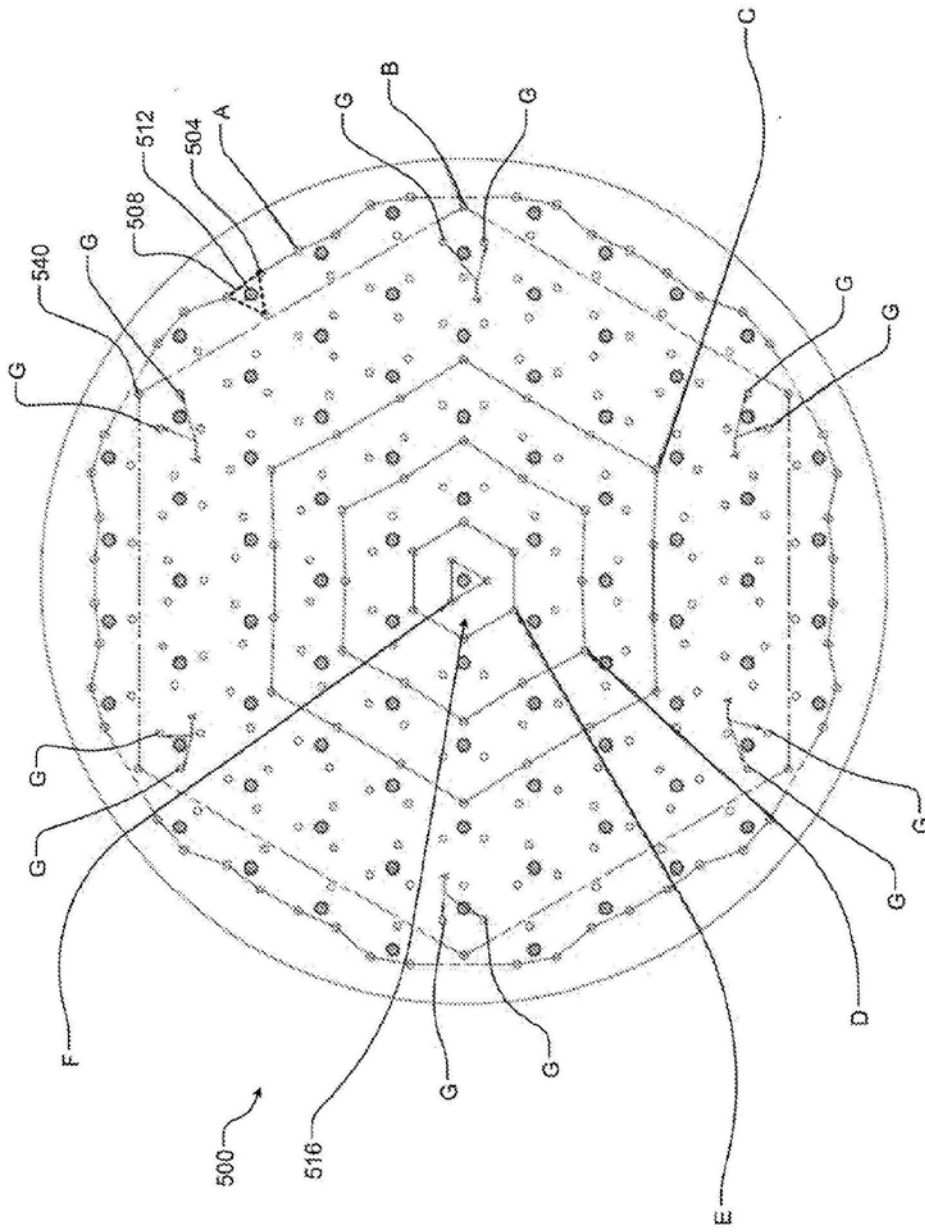


图5

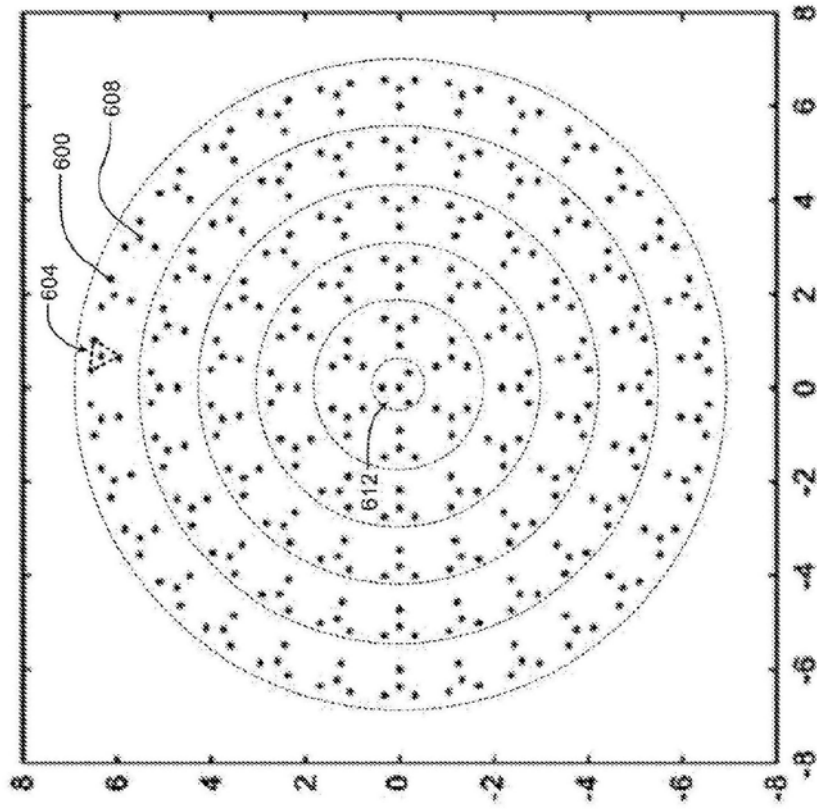


图6A

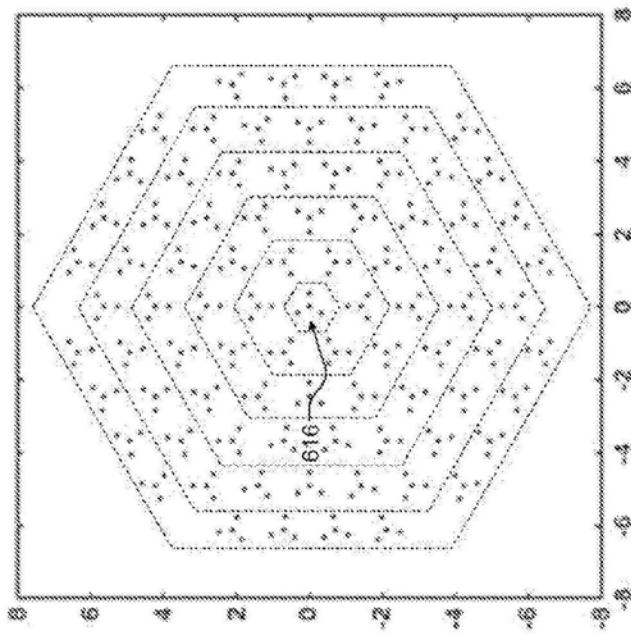


图6B

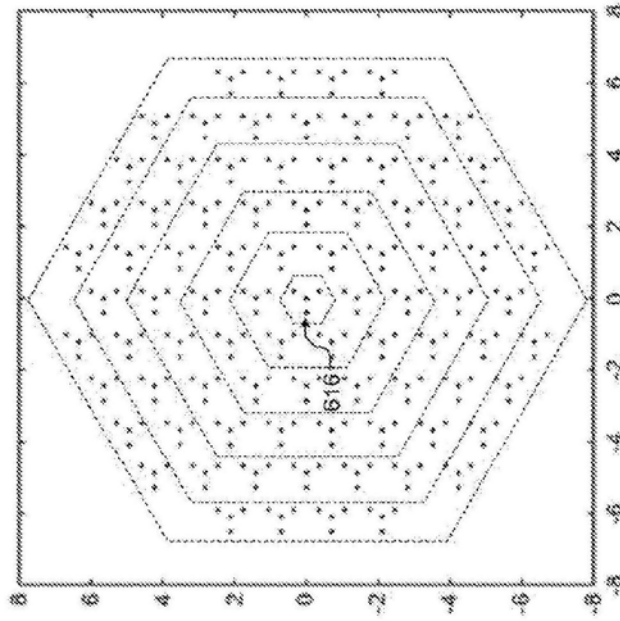


图6C