



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105185682 B

(45)授权公告日 2017. 11. 17

(21)申请号 201510290218.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.05.29

H01J 37/32(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105185682 A

(56)对比文件

CN 1538503 A, 2004.10.20,

CN 101441983 A, 2009.05.27,

US 2009173389 A1, 2009.07.09,

CN 101960568 A, 2011.01.26,

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据

62/005,454 2014.05.30 US

14/700,749 2015.04.30 US

审查员 邢玉良

(73)专利权人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 杰里米·塔克

爱德华·奥古斯蒂尼克

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 李献忠

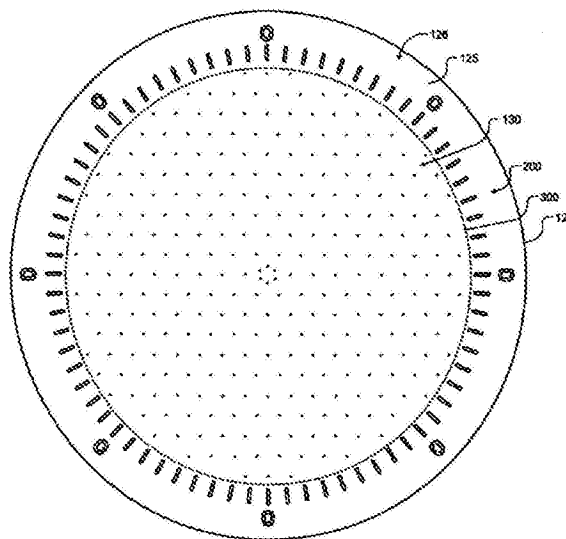
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

### (54)发明名称

空心阴极放电抑制电容耦合等离子体电极和气体分配面板

### (57)摘要

本发明涉及空心阴极放电抑制电容耦合等离子体电极和气体分配面板。本发明涉及一种用于等离子体处理室的气体分配系统的面板,包括面板主体,该面板主体具有第一表面、与第一表面相对的第二表面和侧面。在面板主体中的第一多个孔从所述第一表面延伸到第二表面。所述第一多个孔中的至少一些在与所述第一表面平行的平面上具有第一尺寸和第二尺寸。所述第一尺寸横向于所述第二尺寸。所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的等离子体的3个等离子体鞘层的厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。



1. 一种用于等离子体处理室的气体分配系统的喷头的面板,所述面板包括:  
面板主体,其具有第一表面、与所述第一表面相对的第二表面和侧面;以及  
在面板主体中的第一多个孔,所述第一多个孔从所述第一表面延伸到所述第二表面,  
其中所述第一多个孔中的至少一些在与所述第一表面平行的平面上具有第一尺寸和  
第二尺寸,  
其中所述第一尺寸横向于所述第二尺寸,  
其中所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度,以及  
其中所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。
2. 根据权利要求1所述的面板,其中所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的  
等离子体的2个等离子体鞘层厚度。
3. 根据权利要求1所述的面板,其中所述第二尺寸大于所述第一尺寸的9倍。
4. 根据权利要求1所述的面板,其中所述面板主体包括第二多个孔,所述第二多个孔被  
径向设置在所述第一多个孔的外侧。
5. 根据权利要求4所述的面板,其中所述第二多个孔中的至少一些具有所述第一尺寸  
和所述第二尺寸。
6. 根据权利要求4所述的面板,其中所述第二多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有  
小于所述等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。
7. 根据权利要求1所述的面板,其中所述第一多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有  
小于所述等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。
8. 一种处理衬底的等离子体处理系统,所述等离子体处理系统包括:  
处理室;  
喷头,其被设置在所述处理室中且包括上部、面板和位于所述上部和所述面板之间的  
第一腔;  
衬底支撑件,其被设置在所述处理室中以支撑所述衬底;以及  
等离子体发生器,其产生在所述面板和所述衬底支撑件之间的等离子体,  
其中所述面板包括面板主体以及在面板主体中的第一多个孔,所述面板主体具有第一  
表面、与所述第一表面相对的第二表面和侧面,所述第一多个孔从所述第一表面延伸到所  
述第二表面,  
其中所述第一多个孔中的至少一些是槽形的,且在平行于所述第一表面的平面上具有  
第一尺寸和第二尺寸,  
其中所述第一尺寸横向于所述第二尺寸,  
其中所述第一尺寸小于由所述等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚  
度,以及  
其中所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。
9. 根据权利要求8所述的等离子体处理系统,其中所述第一尺寸小于由所述等离子体  
发生器产生的等离子体的2个等离子体鞘层厚度。
10. 根据权利要求8所述的等离子体处理系统,其中所述第二尺寸大于所述第一尺寸的  
9倍。

11. 根据权利要求8所述的等离子体处理系统,其中所述面板主体包括第二多个孔,所述第二多个孔被径向设置在所述第一多个孔的外侧。

12. 根据权利要求11所述的等离子体处理系统,其中所述第二多个孔中的至少一些是槽形的,并且具有所述第一尺寸和所述第二尺寸。

13. 根据权利要求11所述的等离子体处理系统,其中所述第二多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有小于由所述等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

14. 根据权利要求8所述的等离子体处理系统,其中第一多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有小于由所述等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

15. 根据权利要求8所述的等离子体处理系统,进一步包括:

第一、第二和第三环形金属密封件,其设置在所述第一腔以限定所述第一腔的供应部分、排出部分和气幕部分。

16. 根据权利要求15所述的等离子体处理系统,其中处理气体流经位于上部的第二腔,通过所述面板并且进入到所述第一腔的所述供应部分。

17. 根据权利要求15所述的等离子体处理系统,其中所述衬底暴露于所述处理气体,并且然后所述处理气体流回通过所述面板、所述第一腔的所述排出部分以及所述上部。

18. 根据权利要求15所述的等离子体处理系统,其中净化气体流经所述上部到所述第一腔的所述气幕部分。

19. 一种减少用于等离子体处理中的喷头的面板中的空心阴极放电的方法,该方法包括:

确定用于等离子体处理的等离子体鞘层厚度;

提供包括面板主体的所述面板,所述面板主体具有第一表面、与所述第一表面相对的第二表面和侧面;以及

在所述面板主体中创建第一多个孔,所述第一多个孔从所述第一表面延伸到所述第二表面,

其中所述第一多个孔中的至少一些在与所述第一表面平行的平面上具有第一尺寸和第二尺寸,

其中所述第一尺寸横向于所述第二尺寸,

其中所述第一尺寸小于由所述等离子体处理产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度,以及

其中所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍;

将所述面板设置成邻近等离子体处理室的所述喷头的上部;以及

激励等离子体并且使处理气体流经所述喷头的所述面板,以将衬底暴露于所述处理气体。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中所述等离子体鞘层厚度是基于等离子体密度、电子温度以及施加的等离子体驱动电压确定的。

21. 根据权利要求19所述的方法,进一步包括在所述第一多个孔的外侧在所述面板主体中径向地创建第二多个孔。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述第二多个孔中的至少一些具有所述第一尺

寸和所述第二尺寸。

23. 根据权利要求21所述的方法, 其中所述第二多个孔中的至少一些是圆形的, 并且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

24. 根据权利要求19所述的方法, 其中所述第一多个孔中的至少一些是圆形的, 并且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

## 空心阴极放电抑制电容耦合等离子体电极和气体分配面板

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明要求2014年5月30日递交的美国临时申请No.62/005,454的优先权。以上所引用的美国申请的全部公开内容被以引用的方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及衬底处理系统,尤其涉及使用电容耦合等离子体的衬底处理系统。

### 背景技术

[0004] 本文所提供的背景描述是为了总体上呈现发明的内容。当前所冠名的发明人的工作(一定程度上在该背景部分中有所描述)以及在申请时可能没有资格作为现有技术的本说明书的方面,既不能明显地也不能隐含地被当做针对本发明的现有技术。

[0005] 衬底处理系统可被用于执行沉积和/或在衬底(例如半导体晶片)上的膜的蚀刻。衬底处理系统通常包括处理室,其具有衬底支撑件,例如基座、静电卡盘、板等。衬底(例如半导体晶片)可被布置在衬底支撑件上。在化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、原子层沉积(ALD)或等离子体增强原子层沉积(PEALD)工艺中,包括一种或多种前体的气体混合物可被引入到处理室以在衬底上沉积或蚀刻膜。

[0006] 一些工艺使用气体分配装置,例如喷头。气体分配装置可包括具有多个圆孔的面板。圆孔被布置成图案以提供所期望的气流。处理气体被提供到限定在所述气体分配装置中的腔并由衬底上方的面板的圆孔分配。

[0007] 在PECVD和PEALD中,射频(RF)等离子体可被用于激活化学反应。例如,电容耦合等离子体(CCP)发生器可被用于在处理室中产生等离子体。等离子体可以在气体分配装置的面板与基座之间的空间内激励。气体分配装置的面板可以充当电容耦合等离子体发生器的一个电极。

[0008] 当等离子体在基板处理期间使用时,一些寄生性等离子体还可以在处理室中产生。仅作为示例,空心阴极放电(HCD)是可能在气体分配装置的面板的圆孔中发生的寄生性等离子体的一种形式。空心阴极放电可能对硬件(尤其是电极)是有害的,因为空心阴极放电在小的区域内散放巨大能量。

### 发明内容

[0009] 一种用于等离子体处理室的气体分配系统的面板,其包括面板主体,所述面板主体具有第一表面、与第一表面相对的第二表面和侧面。在面板主体中的第一多个孔从所述第一表面延伸到第二表面。所述第一多个孔中的至少一些在与所述第一表面平行的平面上具有第一尺寸和第二尺寸。所述第一尺寸横向于所述第二尺寸。所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。

[0010] 在其他特征中,所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的等离子体的2个

等离子体鞘层厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的9倍。所述面板主体包括径向设置于所述第一多个孔外侧的第二多个孔。第二多个孔中的至少一些具有第一尺寸和第二尺寸。所述第二多个孔中的至少一些是圆形的且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

[0011] 在其他特征中,第一多个孔中的至少一些是圆形的且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

[0012] 一种处理衬底的等离子体处理系统,其包括处理室。气体分配装置被设置在所述处理室中且包括上部、面板和位于所述上部 and 面板之间的第一腔。衬底支撑件,其被设置在所述处理室中以支撑所述衬底。等离子体发生器在所述面板和所述衬底支撑件之间产生等离子体。所述面板包括面板主体和在面板主体中的第一多个孔,所述面板主体具有第一表面、与第一表面相对的第二表面和侧面,所述第一多个孔从所述第一表面延伸到第二表面。所述第一多个孔中的至少一些是槽形的,且在平行于所述第一表面的平面上具有第一尺寸和第二尺寸。所述第一尺寸横向于所述第二尺寸。所述第一尺寸小于由所述等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。

[0013] 所述第一尺寸小于由所述等离子体处理室产生的等离子体的2个等离子体鞘层的厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的9倍。所述面板主体包括第二多个孔,所述第二多个孔被径向设置在所述第一多个孔的外侧。所述第二多个孔中的至少一些是槽形的并且具有第一尺寸和第二尺寸。所述第二多个孔中的至少一些是圆形的并且具有小于由等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。第一多个孔中的至少一些是圆形的并且具有小于由等离子体发生器产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

[0014] 在其他特征中,第一、第二和第三环形金属密封件被设置在所述第一腔中以限定所述第一腔的供应部分、排出部分和气幕部分。处理气体流经位于上部的第二腔,通过所述面板并且进入到所述第一腔的供应部分。所述衬底暴露于所述处理气体,并且然后所述处理气体流回通过所述面板、所述第一腔的所述排出部分以及所述上部流回。净化气体流经所述上部到所述第一腔的所述气幕部分。

[0015] 一种减少用于等离子体处理中的气体分配装置的面板中的空心阴极放电的方法,其包括确定用于等离子体处理的等离子体鞘层厚度;提供包括面板主体的面板,所述面板主体具有第一表面、与第一表面相对的第二表面和侧面;和在面板主体中创建第一多个孔,所述第一多个孔从所述第一表面延伸到第二表面。所述第一多个孔中的至少一些在与所述第一表面平行的平面上具有第一尺寸和第二尺寸。所述第一尺寸横向于所述第二尺寸。所述第一尺寸小于由所述等离子体处理产生的等离子体的3个等离子体鞘层厚度。所述第二尺寸大于所述第一尺寸的2倍。所述方法包括将所述面板设置成邻近等离子体处理室的气体分配装置的上部;以及激励等离子体并且使处理气体流经所述气体分配装置的面板以将衬底暴露于所述处理气体。

[0016] 在其他特征中,所述等离子体鞘层厚度是基于等离子体密度、电子温度以及施加的等离子体驱动电压确定的。所述方法包括在所述第一多个孔的外侧在所述面板主体中径向地创建第二多个孔。

[0017] 在其他特征中,第二多个孔中的至少一些具有第一尺寸和第二尺寸。第二多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。所述第一

多个孔中的至少一些是圆形的,并且具有小于等离子体的3个等离子体鞘层厚度的直径。

[0018] 本发明公开内容的进一步适用范围将在详细叙述、权利要求和附图中变得显而易见。详细描述和具体实施例仅旨在提供说明,而并非意在限制本公开的范围。

#### 附图说明

[0019] 本发明将从详细的描述以及附图被更完全地理解,其中:

[0020] 图1A和1B示出了在气体分配装置的面板示例的第一和第二孔中的空心阴极效应;

[0021] 图2示出了根据本发明的一个包括面板的处理室示例的剖视图;

[0022] 图3A和3B示出了根据本发明的面板的一个实施例;

[0023] 图4-5示出了根据本发明的面板的其它实施例;

[0024] 图6示出了气体分配装置的面板和上部的一个实施例的局部剖视图;和

[0025] 图7示出了根据本发明的减少在等离子体处理期间面板中的空心阴极放电的方法的一个实施例。

[0026] 在附图中,附图标记可被重复使用以标记相似和/或相同的元件。

#### 具体实施方式

[0027] 空心阴极放电可通过增加或减少气体分配装置的面板中的圆形孔(其成为空心阴极)的直径而被防止。对于某些工艺条件下,防止空心阴极放电所需的圆形孔尺寸足够大,跨越衬底的气体分配可能变得不均匀。此外,使用较少的具有较大直径的圆形孔可能引起喷射,这会对膜的均匀性产生不利影响。如果孔直径减小到低于空心阴极放电的阈值,由于传导是孔直径的4次方的函数,因此维持气体流量所需的圆形孔的数量显著增加。此外,加工大量的孔通常是昂贵和费时的。

[0028] 面板中的至少一些孔的几何形状可以根据本公开内容改变,以减少或消除空心阴极效应。如图1A所示,减小面板12中的孔10的直径消除了空心阴极效应,通过移动阴极壁更靠近在一起使得等离子体不能够进入所述腔。所述腔中没有等离子体,空心阴极效应不能发展。或如图1B所示,空心阴极效应也可以通过移动面板22中的孔20的壁离得足够远,使得电子没有足够的能量来跨越更大距离地来回振荡来消除。

[0029] 阴极腔内部的等离子体效应取决于阴极腔相对于等离子体边界层的尺寸,所述等离子体边界层被称作等离子体鞘层。等离子体鞘层厚度取决于等离子体密度、电子温度和施加的驱动电压。仅作为示例,电容耦合等离子体的等离子体鞘层厚度通常从不到1毫米变化到几毫米。

[0030] 等离子体鞘层充当主体等离子体电子的位垒。电子在试图进入等离子体鞘时被击退。斥力加速了电子退回主体等离子体。如果两个相斥的等离子体鞘层很靠近地彼此面对,电子可以开始在它们之间振荡。困在势阱中的这种电子振荡可以通过与背景气体的碰撞引发增加的电离率并且给出了空心阴极效应的源头。

[0031] 由于等离子体在周围表面养成鞘层,因此等离子体只能进入足够大到容纳两侧的主体等离子体和鞘层的腔。腔(如具有相当于2至3个等离子体鞘层厚度的开口的孔)通常被认为是限制性的情况。当面板中的圆形孔小于2至3个等离子体鞘层厚度时,等离子体不能在孔内形成。结果,空心阴极放电不能在较小的圆形孔内触发。换句话说,如果面板中的圆

形孔大于2至3个等离子体鞘层厚度,等离子体可以进入孔。

[0032] 如果孔的大小恰好稍大于2至3个等离子体鞘层厚度,那么主体等离子体是薄的并且两个相对的鞘层可通过反弹电子相互作用。电子振荡引发增加的电离率和更密集等离子体。这种局部高密度等离子体或空心阴极放电主要由面对面的鞘层之间的高能电子的振荡维持。如果孔的尺寸显著大于2至3个等离子体鞘层厚度,主体等离子体可以毫无问题地进入较大的腔。由于鞘层足够远离,因此没有放电增强发生。由于与背景气体的碰撞,因此在较大孔的一侧上由鞘层所加速的电子不能到达另一个鞘层。无振荡运动是可能的且没有额外的电离发生。因此,空心阴极放电不会被触发。

[0033] 本发明通过使用气体分配装置中的具有独特几何形状的孔解决空心阴极放电的问题。针对特定的工艺条件选择气体分配装置中的气体孔的具体几何形状。对于给定的工艺条件,用于维持空心阴极放电所需的最小和最大直径可以通过分析估计或凭经验确定。根据本发明公开内容,气体分配装置的面板中的孔使用相结合的办法,而不是(i)使气体孔比能够维持空心阴极放电的最小直径小,或(ii)使气体孔比能够维持空心阴极放电的最大直径大。

[0034] 根据本发明的气体分配装置的面板中的孔是槽形的并具有第一尺寸(如宽度),所述第一尺寸小于维持空心阴极放电的最小尺寸,和第二尺寸(如长度),所述第二尺寸大于维持空心阴极放电的所述最小尺寸。换言之,所述尺寸中的一个被用于防止空心阴极放电并且所述尺寸中的另一个被增大以减少使用圆形孔时另外需要的孔的数目。

[0035] 在一些实施例中,槽的第一尺寸小于2或3个等离子体鞘层的厚度。在一些实例中,所述槽的第二尺寸大于第一尺寸。在一些实例中,槽的第二尺寸比第一尺寸大2-10倍。仅作为示例,所述槽可具有0.04英寸的第一尺寸和0.4英寸的第二尺寸。

[0036] 换句话说,在此公开的特定的几何形状允许调整第一尺寸来抑制空心阴极放电以及调整第二尺寸以优化流导/均匀性。例如使用一组工艺条件,第一尺寸是0.04"以抑制空心阴极放电,但需要具有这种直径的2500个圆形孔,以提供必要的流导。通过将几何形状从圆形孔改成槽形以及增加第二尺寸到0.4",将提供相同流导所需的孔的数量减少到72。

[0037] 通过圆形孔的流导可以粗略近似为 $\frac{\pi}{256}d^4$ ,其中d为圆孔的直径。与此相反,具有层流和相同厚度的窄槽的流导可以粗略近似为 $\frac{1}{24}ab^3$ ,其中a是长度,b是宽度。如果第二尺寸是第一尺寸的2倍,传导会是具有第一尺寸的直径的两个孔的2.4倍。从前述中可以看出,相对于具有相同原始宽度的两个圆形孔,将一个槽(相对于圆形孔)的第二尺寸加倍显著地提高了传导。通过使第二尺寸相对于第一尺寸增加得更多,可看到额外的改进。

[0038] 根据本发明公开内容的面板中的至少一些孔的几何形状具有槽形状,从而使等离子体鞘层不会因为相对的壁的靠近而进入。槽的宽度和长度可以基于压力、反应物质以及针对待使用的特定工艺的等离子体功率来确定。在一些实施例中,槽被设置成槽的长度与面板的径向线对准。在其它实施例中,槽被设置成槽的长度横向于径向线或相对于径向线成其它角度。

[0039] 为了使面板产生与本文所述的具有槽形孔且没有空心阴极放电的面板相似的流导,面板将需要非常大量的圆形孔(每一个具有小于或等于2或3个等离子体鞘层的厚度的



直径)。所述大量的孔通常需要昂贵的加工,这是很贵的。因为只需要较少的槽可产生与较多数量的圆形孔相同的结果,因此面板制造比较便宜且也可以由更广泛的各种材料制成。

[0040] 现在参考图2,示出了处理室100的一个例子。处理室100包括布置成邻近衬底支撑件114的气体分配装置112。在一些实施例中,该处理室100可被布置在另一处理室的内部。基座可用于提升所述衬底支撑件114到生成微小的处理容积的位置。气体分配装置112包括面板124和包括各种腔的上部120,所述各种腔用于输送处理气体以及净化气体和/或如将在下面进一步描述的去除排出气体。

[0041] 在一些实施例中,面板124是由导电材料(例如铝)制成的。面板124包括面板主体125,该面板主体125具有第一表面126、第二表面127(其与第一表面相对且在使用时面向所述衬底)、侧表面128和第一多个孔130(从第一表面126延伸到第二表面127)。面板124可搁在隔离器132上。在一些实施例中,隔离器132可以由氧化铝或另一种合适的材料制成。

[0042] 在其它实例中,面板124是由非导电材料(如陶瓷)制成的。例如,可使用氮化铝(AlN)。如果使用非导电材料,面板124可以包括嵌入式电极138。在一些实例中,衬底支撑件114接地或悬空并且面板124被连接到等离子体发生器142。等离子体发生器142包括RF源146以及匹配和分配电路148。

[0043] 在图2所示的例子中,上部120可以包括中心部152,该中心部152限定第一腔156。在一些实例中,该中心部152由氧化铝或另一种合适的材料制成。可提供气体输送系统160以供应一种或多种处理气体、净化气体等到所述处理室100。气体输送系统160可包括一个或多个气体源164,该一个或多个气体源164与相应的质量流量控制器(MFC)166、阀170和歧管172流体连通。该歧管172与第一腔156流体连通。气体输送系统160包括一种或多种处理气体的气体混合物至所述歧管172的输送。所述处理气体可在被输送至处理室100之前在歧管172中混合。

[0044] 上部120还包括围绕中心部152布置的径向外围180。所述径向外围180可以包括一个或多个层182-1,182-2,...,和182-N(统称为层182),其中N是大于零的整数。在图2的例子中,径向外围180包括限定排放和气幕腔的N=3的层182,其,但也可以使用额外的层或更少的层。

[0045] 中心部152和径向外围180被布置成相对于所述面板124间隔开的关系以限定第二腔190。面板124可搁在隔离器132上。在一些实施例中,隔离器132可以是由氧化铝或另一种合适的材料制成。

[0046] 处理气体从气体输送系统160通过第一腔156流到第二腔190。第二腔190中的处理气体流过面板124中的第一多个孔130以在置于衬底支撑件114上的衬底上均匀地分配处理气体。在一些实例中,衬底支撑件114被加热。

[0047] 在一些实施例中,面板124可包括第二多个孔200,以提供排气通道用于在处理气体被暴露于所述衬底之后使处理气体流回通过面板124。第二多个孔200可被布置成围绕面板124的外周。在一些实例中,第一多个孔130被布置在具有第一半径的圆内且所述第二多个孔200被布置在所述圆之外。

[0048] 可提供一个或多个环形密封件来将第二腔的不同部分分离。在一些实例中,环形密封件是镀镍环形密封件。例如,第一和第二环形密封件204和208可分别被提供以分别限定介于第二腔190的供给部分210、第二腔190的排出部分212和气幕部分214之间的边界。净

化气体可以由气体源215和阀217提供到气幕部分214。

[0049] 在本实施例中,第一环形密封件204限定了供应部分210和排出部分212之间的边界。第三环形密封件220(与第二环形密封件208一起)可以被提供以限定第二腔190的气幕部分214。在本实施例中,第二环形密封件208限定了排出部分212和第二腔190的气幕部分214之间的边界。所述第一、第二和第三环形密封件204,208和220分别可包括环形金属密封件。

[0050] 该径向外部180还限定排气入口240和排气腔242,所述排气腔242从第二腔190的排出部分212接收排出气体。阀250和泵252可用于抽空排出部分212。径向外部180还限定了气幕腔260和气幕出口262,所述气幕腔260和气幕出口262提供净化气体至所述第二腔190的气幕部分214。气体源270和阀272可被用于控制供给到气幕部分214的净化气体。

[0051] 第三环形密封件220还可以提供从等离子体发生器142至嵌入面板124的电极138的电连接,虽然可以使用其他连接电极138的方法。

[0052] 控制器280可用于监视使用传感器的系统参数,并可用于控制气体输送系统160、等离子体发生器142和其他工艺组件。

[0053] 现在参考图3A和3B,示出了面板124的一个例子,其包括布置在具有第一半径的圆300内的第一多个孔130。面板124还包括布置在所述圆300外侧的第二多个孔200。可以理解的是,第一或第二多个孔130,200中的至少一些孔分别如图3B所示是槽形。

[0054] 该槽具有第一尺寸(在本例中为宽度),该第一尺寸比第二尺寸(在本例中为长度)小。在一些实例中,槽的第一尺寸小于2或3个等离子体鞘层的厚度并且槽的第一尺寸大于所述第二尺寸。在一些实例中,所述槽的第二尺寸比第一尺寸至少大2-10倍,具体取决于面板的理想传导。虽然图3A所示的所有第一多个孔130是圆形的,并且图3A中的所有第二多个孔200是槽形的,但从图4和5所示的实施例可看出,圆形孔和槽形孔可被同时布置在圆300的内部和外部。而实施例中的面板124包括用于输送处理气体中的孔130和用于接收排出气体的孔200,排出气体可独立于面板124从处理室去除。

[0055] 现在参考图4-5,还设想了面板中的孔的其他布置。图4中,第一多个孔130既包括槽形孔304也包括圆形孔306。类似地,第二多个孔200既包括槽形孔312也包括圆形孔314。在一些实例中,圆形孔306、314具有小于2或3个等离子体鞘层厚度的直径,以防止空心阴极放电。

[0056] 在图5中,第一多个孔130既包括槽形孔320也包括圆形孔322。类似地,第二多个孔200既包括槽形孔330也包括圆形孔332。槽形孔320、330中的至少一些被布置成横向于面板124的径向线或与面板124的径向线成其它角度。在一些实例中,圆形孔322、332具有小于2或3个等离子体鞘层的厚度的直径,以防止空心阴极放电。

[0057] 现在参考图6,示出了面板124的一部分和径向外部180的放大视图。第一、第二和第三环形密封件204、208和220可以分别被布置在位于径向外部180的表面330上的对应的凹槽320、322和324中。第三环形密封件220可以偏压抵靠金属连接件340和342。金属连接件340被连接到等离子体发生器。金属连接件342与电极138接触。

[0058] 现在参考图7,示出了用于在等离子体处理期间减少面板中的空心阴极放电的方法400的一个例子。在404,确定用于等离子体处理的等离子体鞘层厚度。在一些实例中,等离子体鞘层厚度可以基于等离子体密度、电子温度、施加的等离子体驱动电压等确定。在

408,针对处理选择用于面板的理想流导。

[0059] 在412,选择面板中的槽形孔的数量、宽度和长度。所述槽具有小于2或3个等离子体鞘层的厚度的宽度,以防止空心阴极放电。选择大于宽度的2-10倍的长度以提供理想流导。在414,选择面板中的圆形孔的数目(可选的)。在一些实例中,可选的圆形孔具有小于2或3个等离子体鞘层厚度的直径。在416,确定针对槽和可选圆形孔的选定数量的流导,并与理想流导相比较。如果没有提供理想流导,则调整槽的长度、槽的数目或可选圆形孔的数量,并且该方法返回到416。如果提供了理想流导,则在422利用所述槽和可选圆形孔创建面板,并将面板安装在处理室的气体分配装置。在426,激励等离子体且处理气体通过气体分配装置的面板被供应。

[0060] 仅作为示例,控制器280供应通过面板的处理气体和净化气体的混合气体且将排出气体排空。例如,控制器280在ALD循环中的一个阶段期间供应穿过气体分配装置的面板的第一前体。控制器280提供净化气体以在面板的边缘创建气幕。控制器280通过面板(例如使用泵和阀)去除排出气体。在衬底暴露到第一前体之后,控制器280可执行清洗步骤以去除所述第一前体。

[0061] 其后,控制器280在ALD循环的另一阶段期间供应穿过气体分配装置的面板的第二前体。控制器280提供净化气体以在面板的边缘创建气幕。控制器280通过面板(例如使用泵和阀)去除排出气体。在衬底暴露到所述第二前体之后,控制器280执行清洗步骤以去除所述第二前体。控制器280可以重复ALD循环一次或多次,以在衬底上建立膜层。

[0062] 前面的描述在本质上仅仅是说明性的并且不以任何方式意在限制本公开、应用或用途。本发明公开的广泛教导可以以各种形式来实现。因此,虽然本公开包括特定示例,本公开的真实范围不应被如此限制,因为在研究了附图、说明书和后面的权利要求后,其它的变形将变得显而易见。如本文中所使用的短语“至少一个A,B和C”应当解释为是指逻辑(A或B或C),使用非排他性的逻辑或,并且不应当被解释为是指“至少一个A,至少一个B和至少一个C”。应该理解的是,方法中的一个或多个步骤在不改变本发明原理的情况下可以以不同的顺序(或同时)执行。

[0063] 在本申请中,包括下面的定义,术语“控制器”可以被替换为术语“电路”。术语“控制器”可以指以下中的一部分,或者包括以下:特定用途集成电路(ASIC);数字、模拟或混合模拟/数字分立电路;数字、模拟或混合模拟/数字集成电路;组合逻辑电路;可编程门阵列(FPGA);执行代码的处理器电路(共享的、专用的或成组的);存储由处理器电路执行的代码的存储器电路(共享的、专用的或成组的);提供所述功能的其它合适的硬件组件;或上述这些的部分或全部的组合(例如在系统芯片中)。

[0064] 控制器可以包括一个或多个接口电路。在一些实例中,接口电路可以包括连接到局域网(LAN)、互联网、广域网(WAN)或它们的组合的有线或无线接口。本发明的任何给定的控制器的功能可以在经由接口电路连接的多个控制器之间进行分配。例如,多个控制器可以允许负载平衡。在进一步的例子中,服务器(也称为远程或云)控制器可以以客户控制器的名义完成某些功能。

[0065] 如上述使用的,术语“代码”可以包括软件、固件和/或微代码,并且可以指程序、例程、函数、类别、数据结构和/或对象。术语“共享处理器电路”包括执行来自多个控制器的部分或全部代码的单个处理器电路。术语“组处理器电路”包括与附加处理器电路相结合地执

行来自一个或多个控制器的一些或全部代码的处理器电路。引用的多个处理器电路包括在离散模上的多个处理器电路、在单模上的多个处理器电路、单处理器电路的多内核、单处理器电路的多线程,或上述的组合。术语“共享存储器电路”包括存储来自多个控制器的部分或全部代码的单存储器电路。术语“组存储器电路”包括与附加存储器相组合地存储来自一或多个控制器的一些或全部代码的存储器电路。

[0066] 术语“存储器电路”是术语“计算机可读介质”的一个子集。如本文所用的术语“计算机可读介质”不包括通过介质(如在载波上)传播的暂时性的电信号或电磁信号;术语“计算机可读介质”因此可被认为是有形的和非暂时性的。非暂时性的、有形的计算机可读介质的非限制性例子包括非易失性存储电路(诸如闪存电路或掩模只读存储器电路)、易失性存储电路(如静态随机存取存储器电路和动态随机存取存储器电路),以及辅助存储,如磁存储(如磁带或硬盘驱动器)和光存储。

[0067] 本申请中描述的方法和装置可以部分或完全由专用计算机来实现,所述专用计算机通过配置通用计算机来执行在计算机程序中所体现的一或多个特定功能来创建。该计算机程序包括存储在至少一个非暂时性的、有形的计算机可读介质中的处理器可执行指令。该计算机程序还可以包括或依赖于所存储的数据。该计算机程序可以包括与该专用计算机的硬件交互的基本输入/输出系统(BIOS)、与该专用计算机的特定装置进行交互的设备驱动、一个或多个操作系统、用户应用程序、后台服务和应用程序等等。该计算机程序可以包括:(i) 汇编代码;(ii) 通过编译器由源代码生成的目标代码;(iii) 用于解释器执行的源代码;(iv) 由即时编译器编译和执行的源代码;(v) 语法分析的描述性文本,如HTML(超文本标记语言)或XML(可扩展标记语言)等。仅作为示例,源代码可以用C、C++、C#、Objective-C、Haskell、Go、SQL、Lisp、Java、ASP、Perl、JavaScript、HTML5、Ada、ASP(动态服务器网页)、Perl、Scala、Erlang、Ruby、FLASH、Visual Basic、Lua、或者Python语言来写。

[0068] 权利要求中记载的技术要素均不意图成为由35USC§112(f)条所界定的装置加功能式的技术要素,除非技术要素是使用短语“用于……的装置”或在方法权利要求的情况下使用短语“用于……操作”或“用于……的步骤”来明确记载。

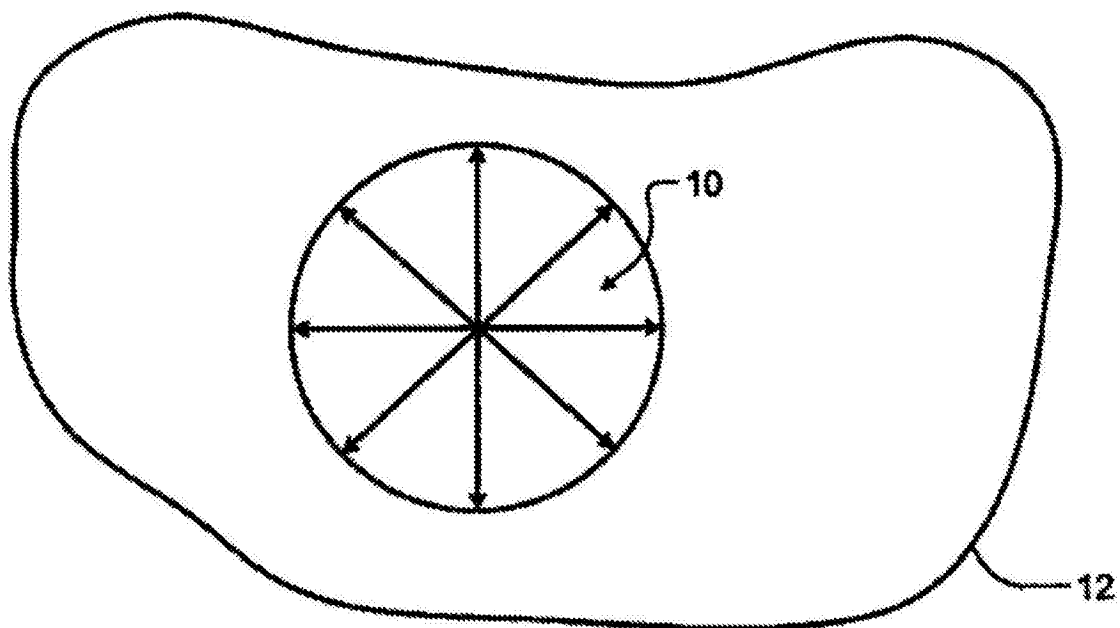


图1A

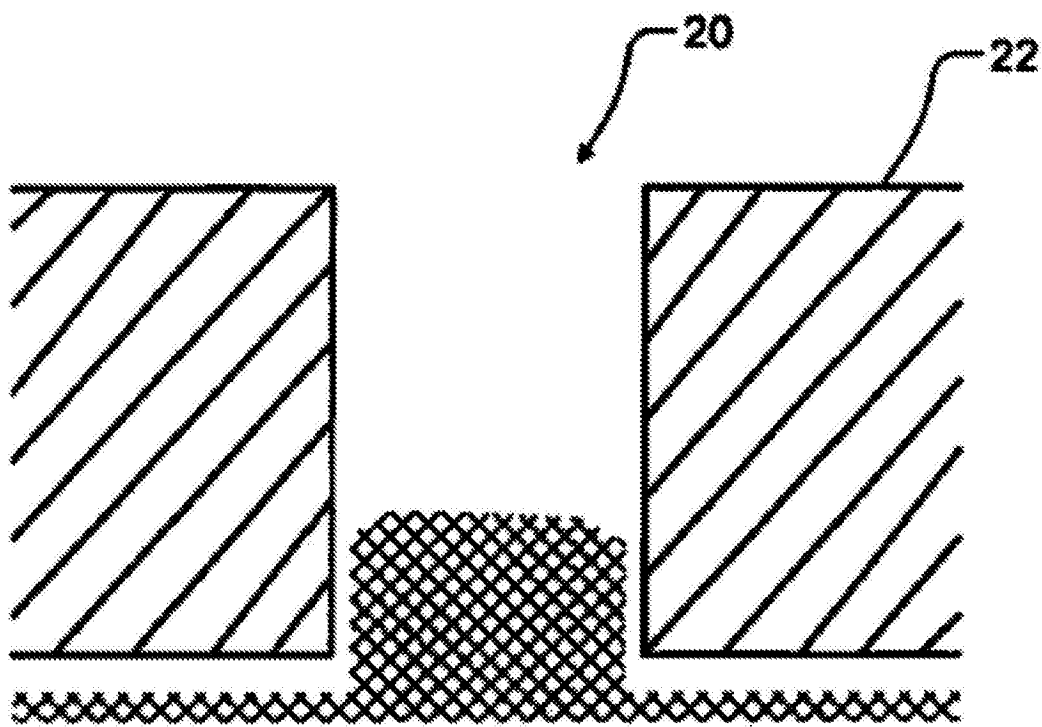


图1B

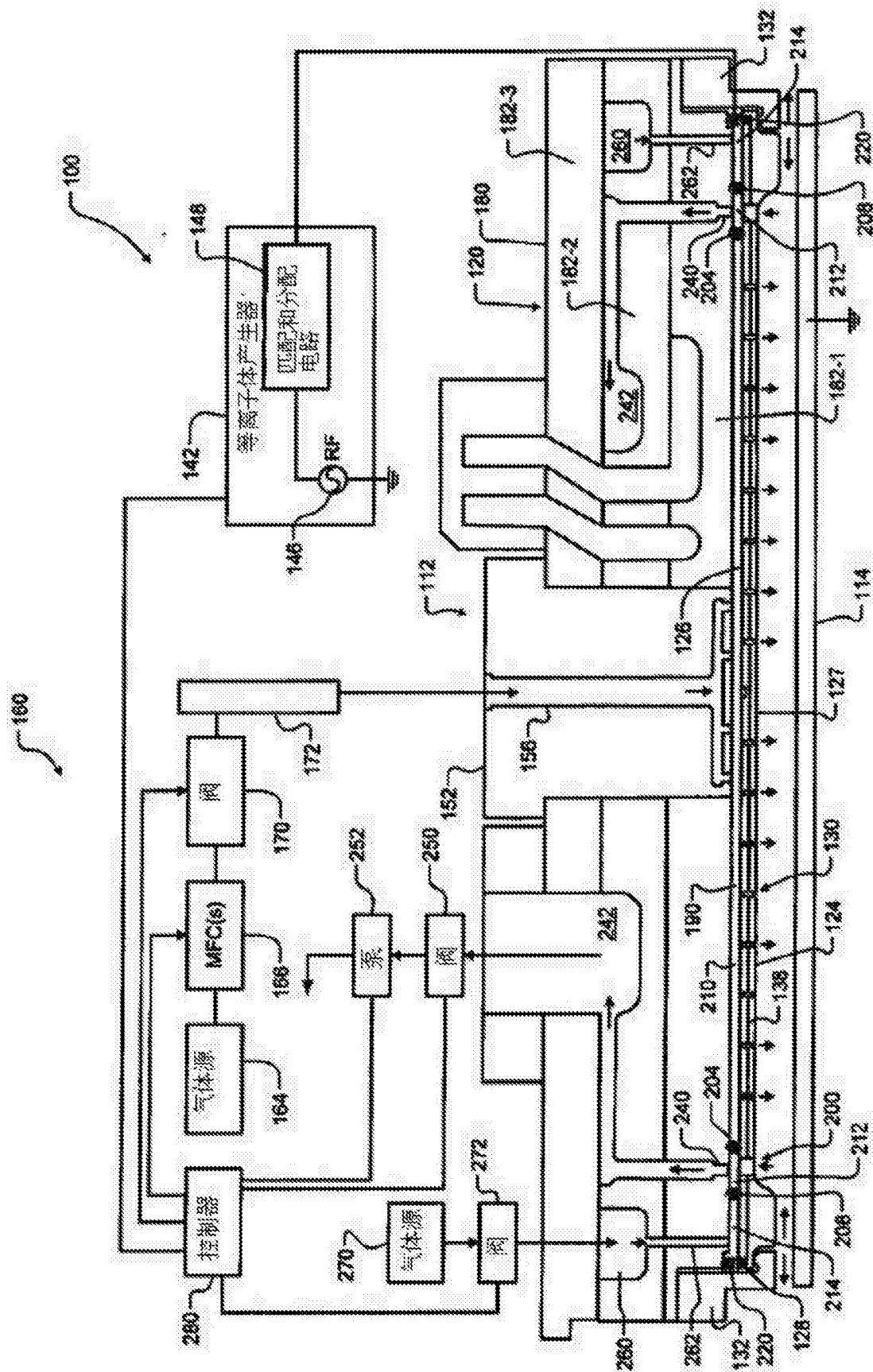


图2

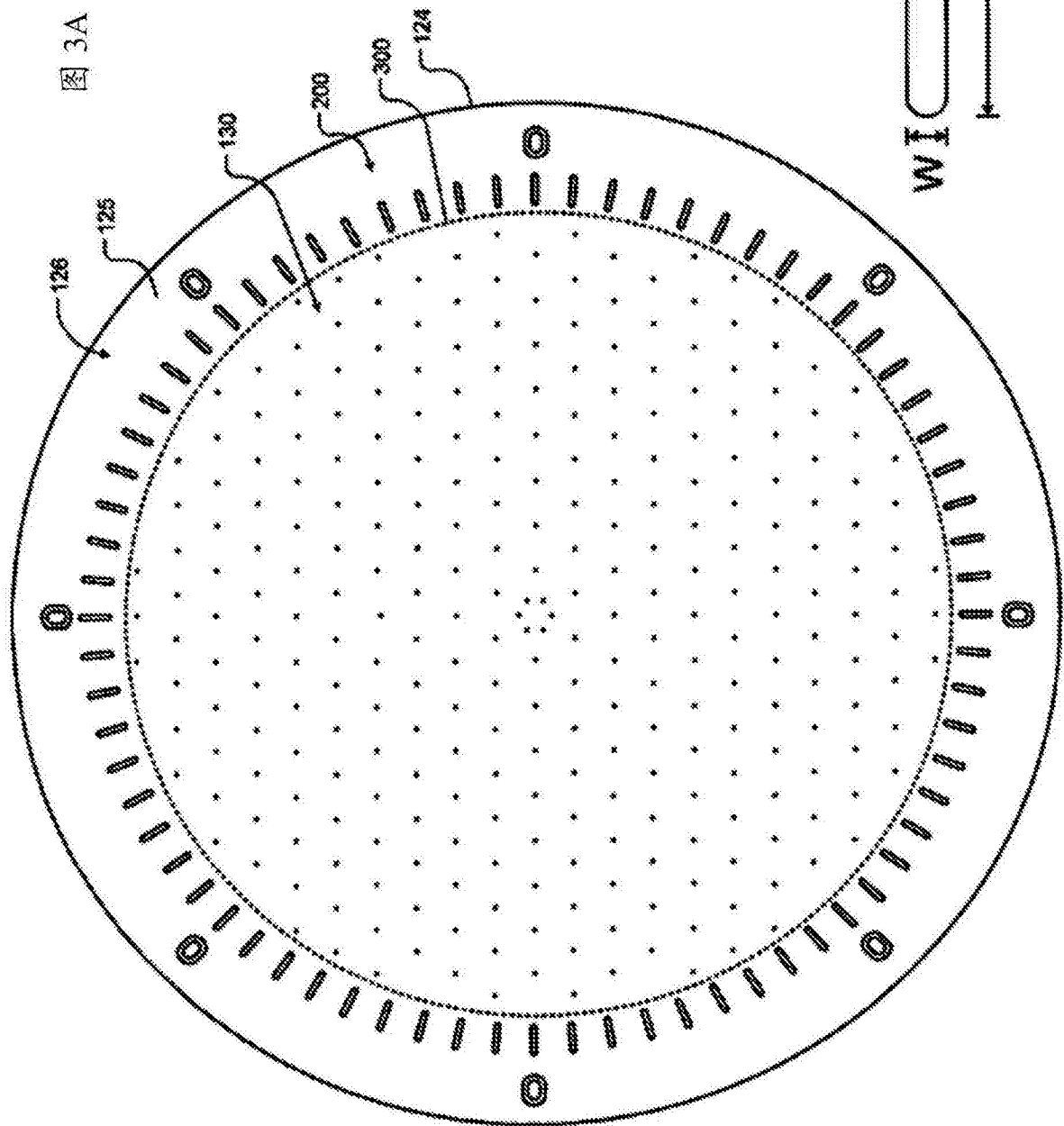
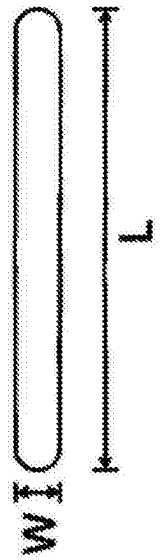


图 3B



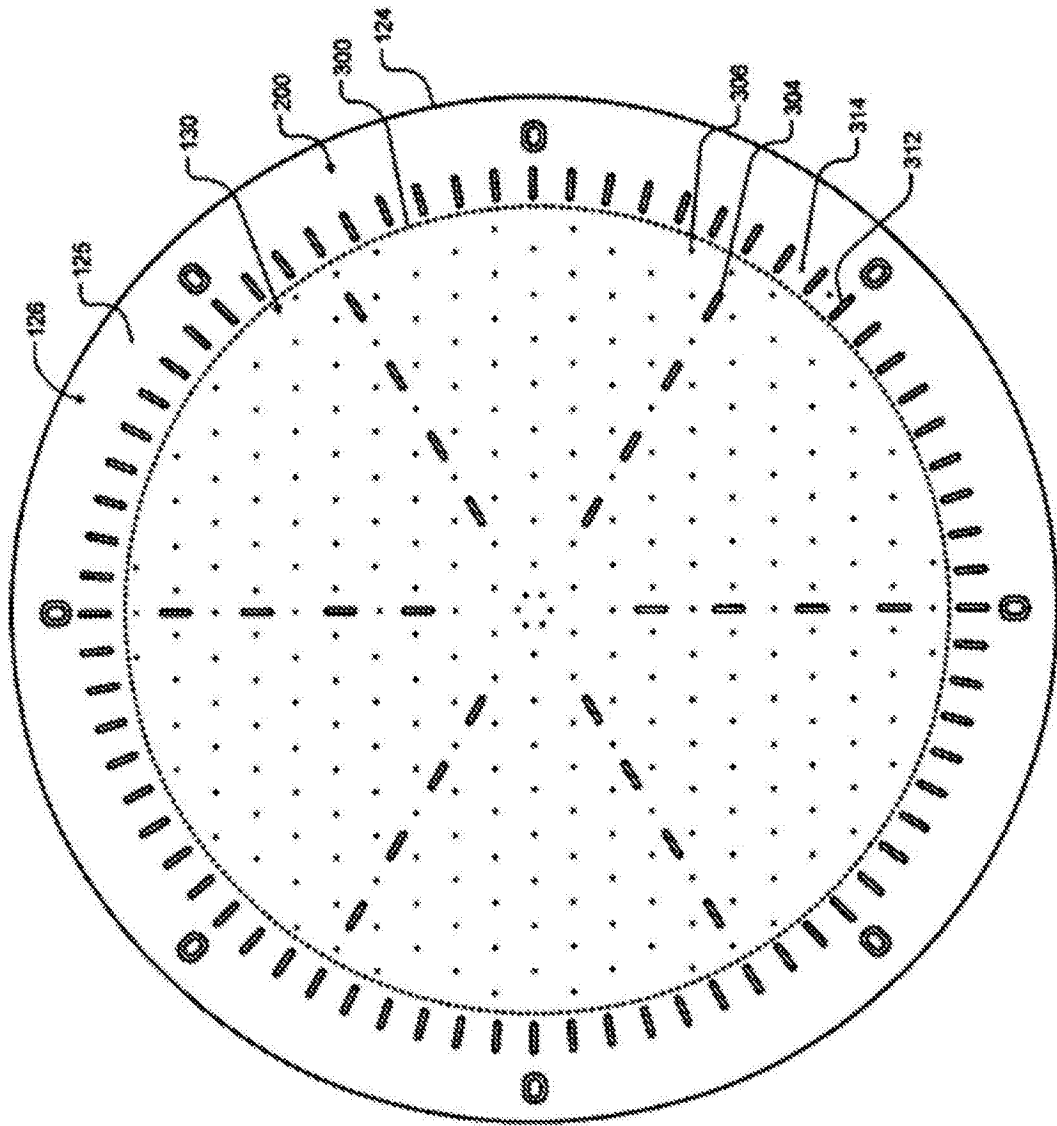


图4



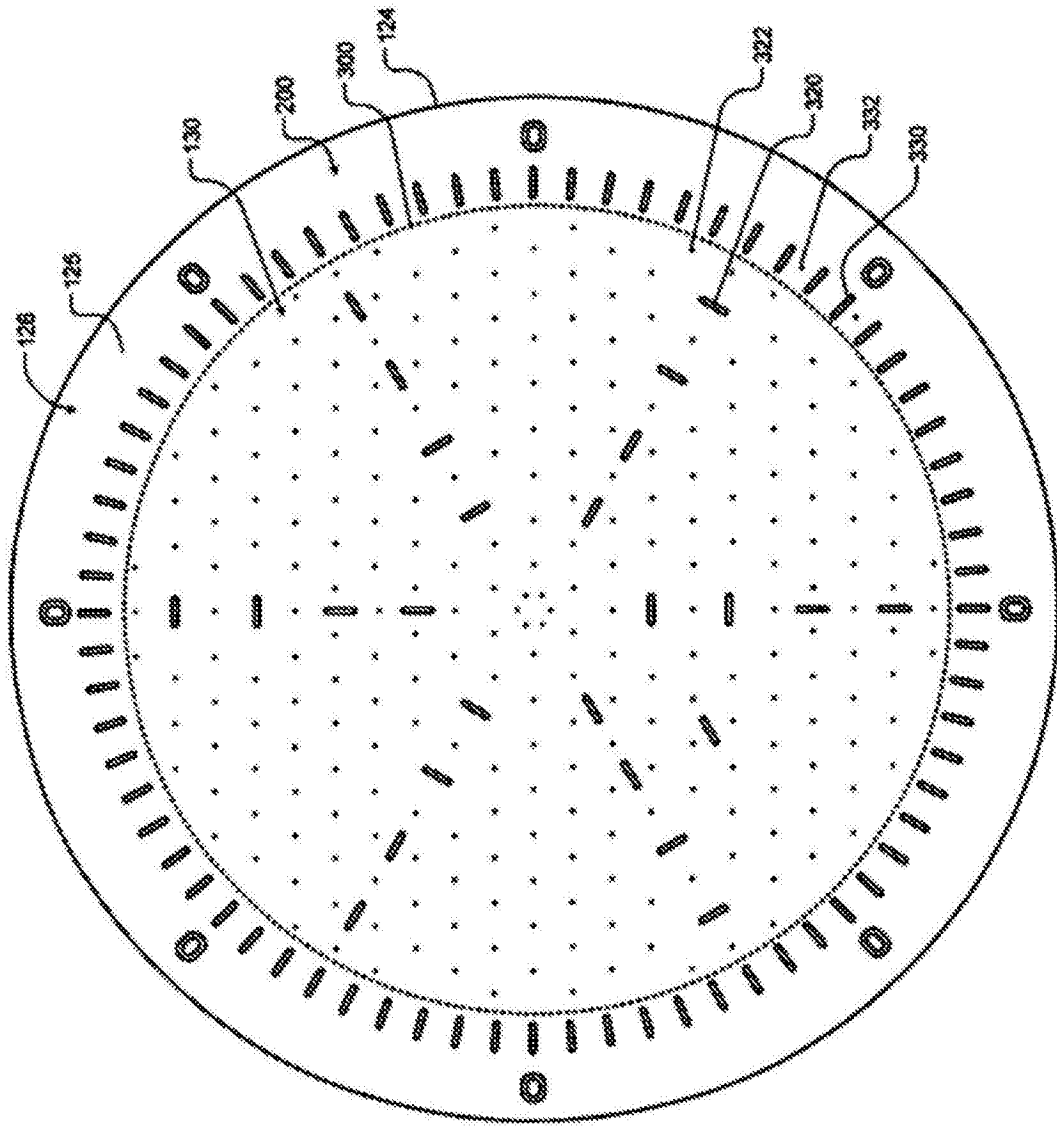


图5

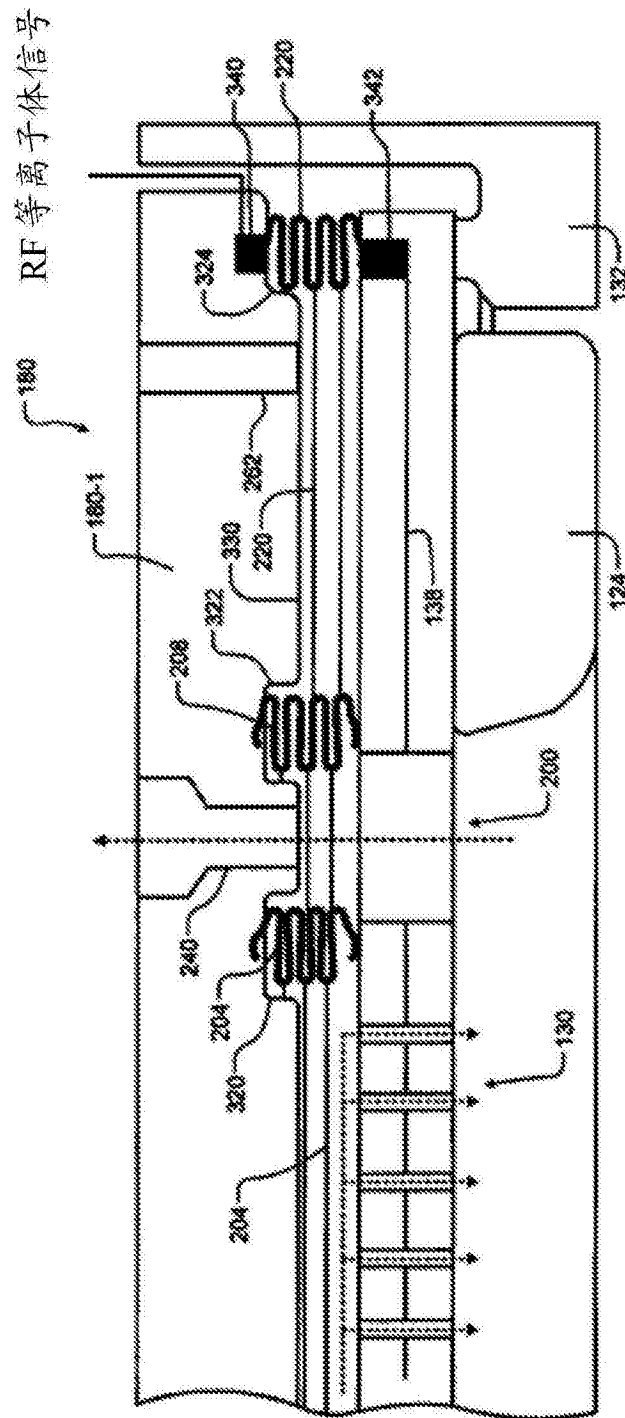


图6

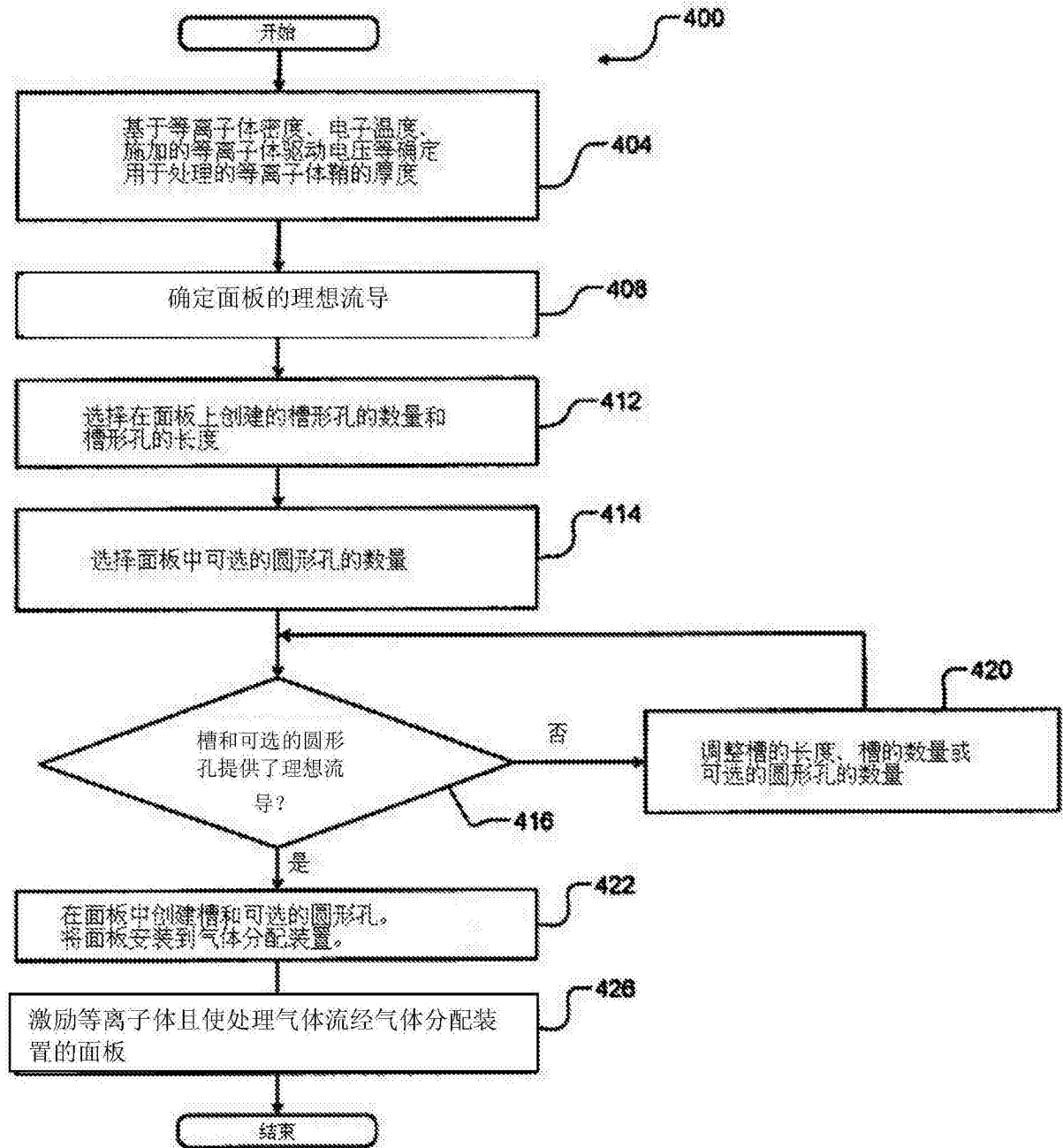


图7