



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113748227 B

(45) 授权公告日 2024.10.29

(21) 申请号 202080030601.0

P·K·库尔施拉希萨 K·D·李

(22) 申请日 2020.04.14

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113748227 A

专利代理师 史起源 侯颖嫒

(43) 申请公布日 2021.12.03

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

G23C 16/517 (2006.01)

62/834,162 2019.04.15 US

G23C 16/505 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.22

G23C 16/503 (2006.01)

G23C 16/458 (2006.01)

G23C 16/455 (2006.01)

H01L 21/683 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/028146 2020.04.14

(56) 对比文件

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/214607 EN 2020.10.22

US 2010025372 A1, 2010.02.04

US 6057244 A, 2000.05.02

US 2016027620 A1, 2016.01.28

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

审查员 王慧萍

(72) 发明人 S·M·博贝克 V·S·C·帕里米

权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

静电吸附工艺

(57) 摘要

本文描述的一个或多个实施例总体上涉及用于将基板吸附到半导体处理系统中所使用的静电吸盘和从静电吸盘将基板解吸附的方法。通常,在本文所述的实施例中,所述方法包括:(1)将来自直流(DC)功率源的第一电压施加至设置在基座内的电极;(2)将工艺气体导入工艺腔室;(3)从射频(RF)功率源施加功率至喷头;(4)在基板上执行处理;(5)停止施加RF功率;(6)从工艺腔室移除工艺气体;以及(7)停止施加DC功率。

300A



1. 一种用于在工艺腔室内处理基板的方法,包括:

将直流施加至设置于基座内的电极,所述基板在所述工艺腔室内设置于所述基座上;

在将所述直流施加至所述电极之后,使包括氦的一种或多种第一工艺气体流动进入所述工艺腔室;

在使所述一种或多种第一工艺气体通过所述工艺腔室内的喷头流动进入所述工艺腔室之后,以第一射频(RF)功率电平将RF功率施加至所述喷头;

使一种或多种第二工艺气体流动进入所述工艺腔室,同时将所述一种或多种第一工艺气体从所述工艺腔室移除;

在以所述第一RF功率电平施加所述RF功率之后,将由所述一种或多种第一工艺气体和所述一种或多种第二工艺气体中的至少一者产生的等离子体施加至所述基板;

在将所述等离子体施加至所述基板之前或期间的至少一者,将所述RF功率增大到第二RF功率电平;

在将所述RF功率增大到所述第二RF功率电平之后,使所述一种或多种第一工艺气体流动进入所述工艺腔室,同时将所述一种或多种第二工艺气体从所述工艺腔室移除;

在将所述等离子体施加至所述基板之后,停止所述RF功率的所述施加;

在所述停止RF功率的所述施加之后,从所述工艺腔室移除所述一种或多种第一工艺气体;以及

在所述停止RF功率的所述施加之后移除所述一种或多种第一工艺气体之后,停止所述直流的所述施加。

2. 如权利要求1所述的方法,其中将所述直流施加至所述电极进一步包括:施加300伏特至500伏特的DC电压,并且将所述RF功率施加至所述喷头进一步包括:施加100瓦至6000瓦的功率。

3. 如权利要求2所述的方法,其中在所述处理所述基板期间,所述工艺腔室内的压力为5托至15托,并且所述喷头与所述基座之间的间隔为450密尔至750密尔。

4. 一种用于处理基板的方法,包括以下的依序操作:

(a) 将所述基板定位在工艺腔室内的基座的表面上,其中所述基座在与喷头相距第一间隔处;

(b) 以第一DC电压电平将DC电压施加至设置于所述基座内的电极以吸附所述基板;

(c) 使包括氦的一种或多种第一工艺气体流动进入所述工艺腔室;

(d) 以第一RF功率电平将RF功率施加至所述工艺腔室内的所述喷头;

(e) 使一种或多种第二工艺气体流动进入所述工艺腔室,同时将所述一种或多种第一工艺气体从所述工艺腔室移除;

(f) 在将由所述一种或多种第一工艺气体和所述一种或多种第二工艺气体中的至少一者产生的等离子体施加至所述基板之前或期间的至少一者,增加所述DC电压和所述RF功率至第二DC电压电平和第二RF功率电平;

(g) 在将所述等离子体施加至所述基板之后,减少所述DC电压和所述RF功率至第三DC电压电平和第三RF功率电平;

(h) 使所述一种或多种第一工艺气体流动进入所述工艺腔室,同时将所述一种或多种第二工艺气体从所述工艺腔室移除;

- (i) 移动所述工艺腔室内的所述基座至与所述喷头相距第二间隔；
- (j) 停止所述RF功率至所述喷头的所述施加；
- (k) 从所述工艺腔室移除所述一种或多种第一工艺气体；以及
- (l) 停止所述DC电压至所述电极的所述施加。
5. 如权利要求4所述的方法，其中所述第一间隔为450密尔至750密尔。
6. 如权利要求4所述的方法，其中所述第二间隔为200密尔至400密尔。
7. 如权利要求4所述的方法，其中所述第一DC电压电平为300伏特至500伏特。
8. 如权利要求4所述的方法，其中所述第一RF功率电平为100瓦至6000瓦。
9. 如权利要求4所述的方法，其中所述第二DC电压电平为800伏特至1100伏特。
10. 如权利要求4所述的方法，其中所述第二RF功率电平为1000瓦至4000瓦。
11. 如权利要求4所述的方法，其中在所述基板处理期间的所述工艺腔室内的压力为5托至15托。
12. 如权利要求4所述的方法，其中所述第三DC电压电平为300伏特至500伏特。
13. 一种用于处理基板的方法，包括：
- 将所述基板定位在基座的表面上，其中所述基座在工艺腔室内与喷头相距第一间隔处；
- 以第一DC电压将DC电压施加至设置于所述基座内的电极；
- 在以第一DC电压电平施加所述DC电压之后，经由所述喷头使包括氦的第一工艺气体流动进入所述工艺腔室；
- 以第一射频 (RF) 功率电平将RF功率施加至所述工艺腔室内的所述喷头；
- 移动所述基座至与所述喷头相距第二间隔，其中所述第二间隔比所述第一间隔更靠近所述喷头；
- 经由所述喷头使包括六氟化钨、乙硼烷、钨或五羰基1-甲基丁基异腈中至少一者的第二工艺气体混合物流动进入所述工艺腔室，同时将所述第一工艺气体从所述工艺腔室移除；
- 在将由所述第一工艺气体和所述第二工艺气体混合物中的至少一者产生的等离子体施加至所述基板之前或期间的至少一者，增加所述DC电压和所述RF功率至第二DC电压电平和第二RF功率电平；
- 在将所述等离子体施加至所述基板之后，减少所述DC电压和所述RF功率至第三DC电压电平和第三RF功率电平；
- 在将所述等离子体施加至所述基板之后，经由所述喷头使所述第一工艺气体流动进入所述工艺腔室，同时从所述工艺腔室移除所述第二工艺气体混合物；
- 移动所述工艺腔室内的所述基座至与所述喷头相距第三间隔；
- 停止所述RF功率的所述施加；
- 在停止所述RF功率的所述施加之后，从所述工艺腔室移除所述第一工艺气体；以及
- 在停止所述RF功率的所述施加之后，在从所述工艺腔室移除所述第一工艺气体之后，停止所述DC电压的所述施加。
14. 如权利要求13所述的方法，其中所述基座与所述喷头以所述第一间隔间隔开450和750密尔之间。

15. 如权利要求14所述的方法,其中所述第一DC电压电平为300伏特至500伏特。

16. 如权利要求13所述的方法,其中在使所述第一工艺气体流动进入所述工艺腔室之后,在所述基板处理期间的所述工艺腔室内的压力为5托至15托。

17. 如权利要求15所述的方法,其中所述第二DC电压电平为800伏特至1100伏特,且所述第二工艺气体混合物进一步包括氩、丙烯、或氩和丙烯两者。

静电吸附工艺

技术领域

[0001] 本文描述的一个或多个实施例总体上涉及半导体处理系统,且更特定地,涉及用于将基板吸附到半导体处理系统中所使用的静电吸盘和从静电吸盘将基板解吸附的方法。

背景技术

[0002] 静电吸附(ESC)基座(通常称为静电吸盘)用于半导体器件制造中,以使用静电吸附力将基板牢固地保持在工艺腔室的处理空间内的处理位置中。吸附力随着被提供给嵌入在基座的介电材料中的吸附电极的DC电压与设置在介电材料的表面上的基板之间的电位而变化。

[0003] 在半导体器件的制造中,集成电路已发展成为复杂的装置,可在单个芯片上包括数百万个晶体管、电容器和电阻器。芯片设计的发展不断要求更大的电路密度,这将导致多堆叠结构的基板弯曲度增加。将基板压平至基座表面促进在等离子体工艺期间固定基板,并且确保将正确的射频(RF)耦合到地面,以延长腔室的使用寿命及均匀的膜沉积。随着基板相距吸附电极的距离增加,吸附力的损失成为危险。这样,需要较高的静电吸附电压以将基板夹钳到基座表面。较高的静电吸附电压可能导致相邻于基板的DC等离子体放电。DC等离子体放电可能会在处理期间损坏基板。

[0004] 此外,芯片设计的发展已导致修改的基座表面设计,包括了基板与基座表面接触的多个点,通常称为柱。然而,尽管期望柱提供可重复的接触以最小化基板背侧上的颗粒缺陷,由于基座表面的修改的结构,在常规工艺中,基板经常可能变得损坏或破裂。当未适当控制基板的位置时,柱可能会以较高的速率引起损坏以增加静电吸附电压。柱处的基板背侧上的损坏导致光刻散焦,并显著影响生产良率。

[0005] 据此,需要一种将基板吸附和解吸附至静电吸盘的方法,以通过消除背侧损伤来减少光刻散焦和良率损失。

发明内容

[0006] 本文描述的一个或多个实施例总体上涉及用于将基板吸附到半导体处理系统中所使用的静电吸盘和从静电吸盘将基板解吸附的方法。

[0007] 在一个实施例中,用于在工艺腔室内处理基板的方法包括:将直流施加至设置于基座内的电极,所述基板在所述工艺腔室内设置于所述基座上;在施加所述直流至所述电极之后,使一种或多种工艺气体流动进入所述工艺腔室;在使一种或多种工艺气体流动进入所述工艺腔室之后,将射频(RF)功率施加至所述工艺腔室内的喷头;在施加RF功率之后,处理所述基板;在处理所述基板之后,停止所述RF功率的所述施加;在停止RF功率的所述施加之后,从所述工艺腔室移除所述一种或多种工艺气体;以及在移除所述一种或多种工艺气体之后,停止所述DC功率的所述施加。

[0008] 在另一实施例中,用于处理基板的方法包括:(a)将所述基板定位在基座的表面上,其中所述基座在与喷头相距第一间隔处;(b)以第一DC电压电平将DC电压施加至设置于

所述基座内的电极；(c) 经由所述喷头使一种或多种工艺气体流动进入所述工艺腔室；(d) 以第一RF功率电平将RF功率施加至所述工艺腔室内的所述喷头；(e) 在对所述基板的处理之前、期间、或之前及期间两者，增加所述DC电压及所述RF功率至第二DC电压电平及第二RF功率电平；(f) 在对所述基板的处理之后，减少所述DC电压及所述RF功率至第三DC电压电平及第三RF功率电平；(g) 移动所述工艺腔室内的所述基座至与所述喷头相距第二间隔；(h) 停止RF功率至所述喷头的所述施加；(i) 从所述工艺腔室移除所述一种或多种工艺气体；以及(j) 停止所述DC电压至所述电极的所述施加。

[0009] 在又另一实施例中，用于处理基板的方法包括：将所述基板定位在基座的表面上，其中所述基座在工艺腔室内与喷头相距第一间隔处；以第一DC电压将DC电压施加至设置于所述基座内的电极；在以第一DC电压电平施加所述DC电压之后，经由所述喷头使第一工艺气体流动进入所述工艺腔室；以第一射频(RF)功率电平将RF功率施加至所述工艺腔室内的所述喷头；移动所述基座至与所述喷头相距第二间隔，其中所述第二间隔相较所述第一间隔更靠近所述喷头；经由所述喷头使第二工艺气体混合物流动进入所述工艺腔室；在所述基板上的工艺的执行之前、期间、或之前及期间两者，增加所述DC电压及所述RF功率至第二DC电压电平及第二RF功率电平；在执行所述基板上的所述工艺之后，减少所述DC电压及所述RF功率至第三DC电压电平及第三RF功率电平；在执行所述基板上的所述工艺之后，经由所述喷头使所述第一工艺气体流动进入所述工艺腔室，同时从所述工艺腔室移除所述第二工艺气体混合物；移动所述工艺腔室内的所述基座至与所述喷头相距第三间隔；停止所述RF功率的所述施加；在停止所述RF功率的所述施加之后，从所述工艺腔室移除所述第一工艺气体；以及在从所述工艺腔室移除所述第一工艺气体之后，停止所述DC功率的所述施加。

附图说明

[0010] 为了可详细地理解本公开内容的上述特征的方式，可通过参考实施例来对本公开内容进行更特定的描述(在上文简要地概述)，其中一些实施例示出于附图中。然而，应注意附图仅示出了本公开内容的典型实施例，且因此不应被视为对其范围的限制，因为本公开内容可允许其他等效的实施例。

[0011] 图1是根据本文所述的至少一个实施例的工艺腔室的示意性横截面视图；

[0012] 图2A是根据本文所述的至少一个实施例的图1的基座的图案化表面的顶部平面视图；

[0013] 图2B是根据本文所述的至少一个实施例的图2A的基座的横截面视图；以及

[0014] 图3A至图3B描绘了根据本文所述实施例的方法300A和300B。

[0015] 图4是示出了本文所公开的方法内的操作处的工艺参数关系的图表。

具体实施方式

[0016] 在以下描述中，阐述了许多特定细节以提供对本公开内容的实施例的更透彻的理解。然而，对于本领域技术人员而言明显的是，可在没有或一个或多个所述特定细节的情况下实践本公开内容的一个或多个实施例。在其他实例中，未描述公知的特征，以避免混淆本公开内容的一个或多个实施例。

[0017] 本文描述的一个或多个实施例总体上涉及用于将基板吸附到半导体处理系统中

所使用的静电吸盘和从静电吸盘将基板解吸附的方法。在本文所述的实施例中,工艺腔室内的基座具有修改的基座表面,包括了基板与基座表面接触的多个点,通常称为柱。在用于将基板吸附到修改的基座表面的常规方法中,将第一工艺气体导入工艺腔室。然后,从射频(RF)功率源产生RF功率,在工艺腔室内产生RF等离子体。此后,从直流(DC)功率源产生DC电压至设置于基座内的电极,以施加DC静电吸附偏压,通过静电吸附力将基板吸附到基座表面。在吸附基板之后,在工艺腔室内在基板上进行工艺。在工艺之后,关闭DC静电吸附,然后关闭RF功率。一旦DC静电吸附和RF功率关闭,则停止进入工艺腔室的气体流。

[0018] 然而,上述常规方法在导入气体时使基板产生了高度的移动而没有出现吸附力,这可导致基板破裂。另外,在常规方法中,当基板承受使基板相对于基座表面上的柱移动的力时,可能会发生背侧损坏。所述力可能归因于移动或归因于热膨胀。在热膨胀的情况下,当基板相对于基座表面膨胀或收缩时,基板与柱处的基座表面的温度之间的差异会引起局部损坏。

[0019] 在如本文的实施例中所描述的用于将基板吸附到修改的基座表面的方法中,首先,从直流(DC)功率源产生DC电压至设置于基座内的电极,通过静电吸附力将基板吸附到基座表面。在使用静电吸附力吸附基板之后,可将第一工艺气体导入工艺腔室。在导入第一工艺气体之后,从RF功率源产生RF功率,在工艺腔室内产生RF等离子体。在产生RF等离子体之前施加吸附力有利地控制了基板的位置,防止了导入第一工艺气体期间基板在基座表面上的意外移动而导致基板破裂或损坏。此外,首先施加吸附力可通过消除背侧损坏来减少光刻散焦,从而改进良率。

[0020] 在施加RF功率以产生RF等离子体之后,在基板上执行工艺。所述处理可为沉积工艺、蚀刻工艺、热处理或另一工艺。在基板上执行工艺之后,关闭RF功率。在关闭RF功率之后,第一工艺气体停止流入工艺腔室。在停止气体流动之后,在从工艺腔室移除基板之前,关闭静电吸附力。

[0021] 总体而言,在本文所述的实施例中,方法通常应用以下顺序:(1)将来自直流(DC)功率源的第一电压施加至设置在基座内的电极;(2)将工艺气体导入工艺腔室;(3)从RF功率源施加第二电压;(4)在基板上执行沉积(或其他)工艺;(5)停止施加来自RF功率源的第二电压;(6)从工艺腔室移除工艺气体;(7)停止从DC功率源施加DC功率。

[0022] 图1是根据本文所述的一个实施例的工艺腔室100的示意性横截面视图。工艺腔室100是等离子体增强化学气相沉积(PECVD),但可预期,其他工艺腔室可从本文描述的方面受益。可从本文描述的实施例受益的示例性工艺腔室为可从加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司取得的PECVD使能腔室的PRODUCER®系列。可预期,其他类似装备的工艺腔室(包括来自其他制造商的工艺腔室)也可从本文描述的实施例受益。

[0023] 工艺腔室100包括腔室主体102、设置在腔室主体102内部的基座104、和耦合到腔室主体102并将基座104封闭在处理区域120中的盖组件106。盖组件106包括气体分配器112。基板107经由在腔室主体102中形成的开口126(诸如狭缝阀)被提供到处理区域120。

[0024] 绝缘体110(为介电材料,诸如陶瓷或金属氧化物,诸如氧化铝和/或氮化铝)将气体分配器112与腔室主体102分开。气体分配器112包括用于允许工艺气体进入处理区域120的开口118。工艺气体通过导管114供应到工艺腔室100,且工艺气体在流经开口118之前进入气体混合区域116。在腔室主体102中在基座104下方的位置处形成排气口152。排气口152

可连接至真空泵(未示出),以从工艺腔室100中移除未反应的物质和副产物。

[0025] 气体分配器112耦合到功率源141,例如RF产生器。功率源141供应连续和/或脉冲RF功率至气体分配器112。在操作期间,开启功率源141以供应电功率至气体分配器112,以便于在处理区域120中形成等离子体。

[0026] 基座104由陶瓷材料形成,例如金属氧化物或氮化物或氧化物/氮化物混合物,诸如铝、氧化铝、氮化铝、或氧化铝/氮化铝混合物。基座104由轴件143支撑。基座104电接地。电极128嵌入于基座104中。电极128可为板、穿孔板、网、丝网或任何其他分布式布置。电极128通过连接130耦合到电功率源132。电功率源132供应功率至电极128。在一些实施例中,电极128便于基板107的静电吸附,使得基座104用作静电吸盘。当电极128用作静电吸盘时,电功率源132可用以控制在处理区域120中形成的等离子体的性质,或便于在处理区域120内产生等离子体。基座104包括用于支撑基板107的图案化表面142。基座104也包括口袋部140。口袋部140可以替代地为边缘环。基板107和口袋部140同心地设置在基座104的表面142上。

[0027] 功率源141、基座104和电功率源132都可连接到控制器150。控制器150控制向功率源141、基座104和电功率源132中的每一者施加功率。控制器150可增加或减少供应给功率源141、基座104和电功率源132中的每一者的功率。控制器150可整合功率源141、基座104和电功率源132的使用,使得对功率源141、基座104和电功率源132中的每一者的功率供应被协调。在一些实施例中,功率源141、基座104和电功率源132中的每一者可连接到单独的控制器的实施例中。在功率源141、基座104和电功率源132中的每一者连接到不同的控制器的实施例中,控制器150中的每一者可以经由有线连接或无线连接彼此通信。

[0028] 图2A是具有图案化表面142的一个实施例的图1的基座104的顶部平面视图。图2A中所示的基座104包括由口袋部140围绕的周边壁架202。图案化表面142包括两个分开的区域,诸如被周边区域205围绕的中心区域200。图案化表面142包括多个柱210,多个柱210具有限定基板接收表面220的上表面215。中心区域200内的柱210相较于周边区域205内的柱210可具有不同的高度。多个柱210中的每一者的上表面215实质共平面。在图2B中更详细地示出中心区域200和周边区域205内的柱210的相对高度。

[0029] 在平面视图图中将多个柱210中的每一者示出为矩形,但是在平面视图图中柱210可为圆形、椭圆形、六边形或其他形状。在可与其他实施例组合的一些实施例中,中心区域200具有比周边区域205的表面积要小的表面积。例如,如果图案化表面142的直径为约12英寸,则周边区域205的表面积为约113平方英寸,并且中心区域200的表面积为约11平方英寸。在可与其他实施例组合的一些实施例中,周边区域205的表面积比中心区域200的表面积大约900%。多个柱210中的每一者的上表面215包括约20微英寸至约60微英寸的表面粗糙度(平均表面粗糙度或Ra),诸如约30微英寸至约50微英寸或约35微英寸至约45微英寸。在一些实施例中,多个柱210中的每一者的上表面215包括约40微英寸的表面粗糙度。图案化表面142也包括升降销孔212。升降销孔212位于图案化表面142的周边区域内且在柱210之间间隔开。升降销孔212与相应的升降销(未示出)一起使用以在传送到工艺腔室100/从工艺腔室100传送期间降低和升高基板。

[0030] 图2B是图2A的基座104的截面视图。如图2B中所示,多个柱210包括在周边区域205中的多个第一柱225A和在中心区域200中的多个第二柱225B。多个第一柱225A中的每一者

的高度230大于多个第二柱225B的高度235。高度230和高度235是从基座104的上表面或基底表面232测量的。在一些实施例中,多个第一柱225A中的每一者的高度230为约0.002英寸至约0.0024英寸,诸如约0.0022英寸。在可与其他实施例组合的一些实施例中,多个第二柱225B中的每一者的高度235为约0.0005英寸至约0.0007英寸,诸如约0.0006英寸。尽管仅示出了柱210的两个不同高度(即,高度230和高度235),图案化表面142可包括处于不同于高度230和高度235的高度的其他多个柱。

[0031] 高度230和235的差异、和/或中心区域200和周边区域205的表面积的差异改变了基座104和其上的基座之间的传热速率。修改的传热速率修改了基板的温度轮廓。在一些实施例中,高度230和235的差异和/或中心区域200和周边区域205的表面积的差异改善了基板中的温度均匀性,这改善了基板上的沉积均匀性。在一些实施例中,使多个第二柱225B中的每一者的高度235小于多个第一柱225A中的每一者的高度230会增加基板中心中的温度。增加基板中心处的温度可改善整个基板的温度均匀性,这改善了基板上的沉积均匀性。

[0032] 柱210的高度230和235使基座104的基底表面232成为多电平结构。例如,相较于周边区域205的基底表面232,中心区域200的基底表面232限定了升高表面240,相较于升高表面240,基底表面232被称为凹陷表面245。图2B中所示的基座104的升高表面240及凹陷表面245限定了轮廓,例如倒置或倒U形轮廓250。

[0033] 图3A描绘了根据本文所述实施例的方法300A。在操作302中,将基板107定位在工艺腔室100中的基座104上。在将基板107定位在基座104上期间,基座104处于基板接收位置且基板107处于预处理位置。当基座104处于基板接收位置时,基座与气体分配器相距约3500密尔(mils)至约5000密尔的距离,诸如约3750密尔至约4750密尔,诸如约4000密尔至约4500密尔。当基板107定位于基座104上时,使用第一工艺气体净化工艺腔室100。净化工艺腔室100从工艺空间移除不希望气体和污染物,且使用具有高阈值离子化能量的第一工艺气体来填充工艺腔室。以约1000sccm至约3000sccm的速率导入第一工艺气体,诸如约1500sccm至约2500sccm。将第一工艺气体的导入逐渐减小,然后在操作302结束时及在将基板107定位在基座104上之后停止。

[0034] 在操作304中,在操作302之后开启电功率源132。在操作304中,使用第一工艺气体(诸如,来自操作302的氦气)填充工艺腔室100。电功率源132是DC功率源,将DC电压施加到基座104内的电极128并将基板107吸附到图案化表面142。DC电压可为约300伏特至约1000伏特的第一DC电压电平,诸如约300伏特至约600伏特,诸如约300伏特至约500伏特,诸如约350伏特至约450伏特,诸如约400伏特。在所述方法中的后续操作之前,吸附基板107提供了控制基板107的位置的优点,且有助于防止基板107移动。基板107的稳定性防止了当基板107移动时可能发生的背侧损坏,因为移动会引起图案化表面142上的柱210和基板107之间的力。本文公开的DC电压减轻了工艺腔室内且在操作306中进一步导入的第一工艺气体的不期望的静电放电,特别是与其他公开的工艺参数组合使用,诸如气体成分、内部腔室压力和基板间距。

[0035] 在操作306中,一种或多种第一工艺气体经由气体分配器112流入工艺腔室100。在操作304之后执行操作306。第一工艺气体可包括氦或其他类似的工艺气体。使用氦气提供了具有较高导热率的优点,有助于平坦化图案化表面142上的局部温度变化,这可通过均匀的热膨胀而有助于防止背侧损坏。可预期还有其他工艺气体能够使用以代替氦作为第一工

艺气体。第一工艺气体具有高阈值能量,以消除基板吸附期间的离子化。氦气为DC放电提供了高偏压击穿(breakdown)介质,当基座104与气体分配器112间隔更远时改进了稳定性。在类似于本文所述的工艺条件下比较时,氦展示了具有比诸如氩之类的气体高得多的偏压击穿电压。当比较使用氦时基板上的缺陷量时,发现与使用氩作为第一工艺气体相比,基板上的缺陷量可减少90%和95%之间。

[0036] 以约1sccm至约10000sccm的速率导入第一气体,诸如约1sccm至约4000sccm,诸如约1000sccm至约3000sccm,诸如约2000sccm。在一些实施例中,在操作306期间进入工艺腔室100的工艺气体的流动速率可从约0sccm的初始流动速率斜升到上述范围中的一者中所述的最终流动速率。工艺气体的斜升进一步最小化基板的移动。

[0037] 在操作306期间,腔室内的压力增加到约5托(Torr)至约15托(诸如约6托至约12托,诸如约7托至约10托)的压力。腔室内的压力在基板处理期间保持为所述压力。

[0038] 在操作308中,开启电功率源141。在操作306之后执行操作308。电功率源141可为RF发生器,RF发生器将RF功率施加到气体分配器112。RF功率可为第一RF功率电平,并且在约100瓦至约6000瓦的范围中,诸如约150瓦至约3000瓦,诸如约200至约2000瓦,诸如约250和约500瓦,诸如约350瓦。

[0039] 在操作314中,当在基板107上执行基板处理时,DC电压和RF功率皆增加到第二DC电压电平和第二RF功率电平。基板处理可包括沉积工艺或处置工艺。在一些实施例中,基板107经受氧化工艺。在使用操作310(图3B)和操作312(图3B)的实施例中,可在操作310或操作312之后增加DC电压和RF功率。在不使用操作310和操作312的实施例中,在操作308之后可增加DC电压和RF功率。第二DC电压电平为约800伏特至约1100伏特,例如约900伏特至约1050伏特,例如950伏特至约1000伏特。在一些实施例中,第二DC电压电平可为约980伏特。RF功率增加到第二RF功率电平。第二RF功率电平为约1000瓦至约4000瓦,例如约2000瓦至约3000瓦,例如约2250瓦至约2750瓦。在一些实施例中,第二RF功率电平可为约2450瓦。在DC电压和RF功率增加到第二DC电压电平和第二RF功率电平期间或之后执行基板处理。在一些实施例中,在DC电压和RF功率增加到第二DC电压电平和第二RF功率电平期间和之后皆执行基板处理。

[0040] 在操作316中,DC电压和RF功率皆减小到第三DC电压电平和第三RF功率电平。在操作314中,DC电压和RF功率上的降低伴随着在基板107上执行的基板处理的停止。在可与其他实施例组合的一些实施例中,在执行基板处理之后DC电压和RF功率减小,使得第三DC电压电平和第三RF功率电平与操作314的第一DC电压电平和第一RF功率电平处于相同的DC电压和RF功率电平。第三DC电压电平为约300伏特至约1000伏特,诸如约300伏特至约600伏特,诸如约300伏特至约500伏特,诸如约350伏特至约450伏特,诸如约400伏特。第三RF功率电平为约100瓦至约6000瓦,诸如约150瓦至约3000瓦,诸如约200至约2000瓦,诸如约250及约500瓦,诸如约350瓦。在这些实施例中,在方法300的此阶段,所供应的RF功率量高于常规方法中供应的RF功率,这提供了当执行基板工艺时从所使用的较高RF功率的更稳定的转变。这便于改善温度稳定性,以防止背侧损坏。

[0041] 在操作322中,关闭功率源141,使得停止了施加RF功率至气体分配器112。通过关闭RF功率,可停止工艺腔室100内的等离子体产生。

[0042] 在操作324中,停止第一气体流入工艺腔室。在操作324中,可从工艺腔室100移除

第一气体。在仍将DC功率供应到基座104内的电极128的同时,从工艺腔室100移除第一气体。通过在供应DC功率给电极128的同时停止第一气体的流动,最小化由工艺腔室100的排放引起的基板107的移动。在操作324期间工艺腔室100内的压力可实质减小到接近真空的压力。在操作322之后执行操作324。也在从工艺腔室100移除第一气体期间,工艺腔室100内的压力减少。工艺腔室100内的压力减少至预定压力,诸如小于约5托,诸如小于约3托,诸如小于约2托,诸如小于约1托。

[0043] 在操作326中,在操作324之后关闭功率源132。当关闭功率源132时,停止施加DC电压,并停止在图案化表面上吸附基板107。一旦停止基板107的吸附,可从图案化表面142移除基板107。

[0044] 图3B描绘了根据本文所述实施例的方法300B。图3B的方法300B类似于图3A的方法300A,但可包括几个额外的工艺操作,诸如本文所述的操作303、操作310、操作312、操作318和操作320。

[0045] 在可选的操作303(图3B)中,基座104从基板接收位置移动到与气体分配器相距第一间隔。第一间隔与气体分配器112相距约200密尔至约3000密尔,诸如约200密尔至约1000密尔,诸如约450密尔至约750密尔。在一些实施例中,基座104与气体分配器112间隔约550密尔,尽管其他位置也是可能的。选择的间距便于基板的吸附,而不会意外产生等离子体。

[0046] 在可选的操作310(图3B)中,基座104在工艺腔室100内移动以更靠近气体分配器112而定位。如前所述,在操作308和操作310之间执行操作310。在此实施例中,移动基座104到第二间隔。第二间隔相距气体分配器112约200密尔至约400密尔之间,诸如相距气体分配器112约250密尔至约350密尔,诸如约300密尔。

[0047] 在操作310之后或同时执行操作312。在可选的操作312(图3B)中,第二工艺气体混合物经由气体分配器112流入工艺腔室100,同时停止第一工艺气体流入工艺腔室100。在一些实施例中,可在上述操作期间从工艺腔室100移除第一工艺气体。第二工艺气体混合物包括一种或多种载体气体及工艺/沉积气体,诸如氩和丙烯的混合物。也可使用其他载体气体和工艺/沉积气体,诸如氮、乙烯、氧、六氟化钨、乙硼烷、钨、五羰基1-甲基丁基异腈、硅烷、或一氧化二氮。第二气体混合物以约1sccm至约10000sccm(诸如约1sccm至约4000sccm,诸如约1000sccm至约4000sccm,诸如约2500sccm)的速率流入工艺腔室100。

[0048] 在可与其他实施例组合的一些示例性实施例中,流入工艺腔室100的第二气体混合物的斜升为约10sccm/s至1000sccm/s。在一些实施例中,进入工艺腔室100的第一气体的流动速率减少了与第二气体混合物流的流动速率增加的相同的速率。这使得在从第一气体到第二气体混合物流的转换期间,工艺腔室100内的压力能够保持恒定。

[0049] 在第二气体混合物是氩和丙烷的混合物的实施例中,流入工艺腔室100的氩气与丙烷气体之间的比率可为约3:1及约10:1之间,诸如约4:1及约8:1之间,诸如约5:1及约7:1之间。在使用其他前驱物(precursor)气体的实施例中,可使用类似比率的惰性气体与反应气体。

[0050] 在可与其他实施例组合的一些实施例中,可同时执行操作310和操作312,以使得在基座104移动到新位置的同时导入第二气体混合物。

[0051] 在操作316之后且在操作320之前执行操作318。在操作318中,第一气体混合物经由气体分配器112流入工艺腔室100,同时从工艺腔室100移除第二气体混合物。在操作318

结束时,第一气体混合物和第二气体混合物的流动速率皆与操作306中使用的流动速率相同。在一些实施例中,工艺腔室100内的第二气体混合物的流动速率在操作318结束时可为约0sccm或接近约0sccm。操作318结束时可以以约1sccm至约10000sccm的速率(诸如约1sccm至约4000sccm,诸如约1000sccm至约3000sccm,诸如约2000sccm)使第一气体流动。

[0052] 在可选的操作320中,基座104在工艺腔室100内移动至与气体分配器112相距比第二间隔更远的第三间隔。在一些实施例中,基座104与气体分配器112之间的第三间隔相距气体分配器112为约450密尔至约750密尔,诸如约500密尔至约700密尔,诸如约550密尔至约650密尔,诸如约600密尔。操作320可在操作318之后或同时执行。将基座104移动到第三间隔增加了产生DC等离子体电弧所需的击穿电位。通过在操作320之前将基座104移动到大于第二间隔的第三间隔,在操作322之前停止或减少工艺腔室100内的等离子体产生且停止了RF功率的施加。

[0053] 在方法300A和方法300B中,操作302、304、306、308、310、312、314、316、318、320、322、324、326被描述为彼此依次完成。在替代的实施例中,可同时执行方法300A和方法300B的几个操作。在一些实施例中,同时执行操作310和操作312。在一些示例性实施例中,同时执行操作322和操作324。

[0054] 在关闭RF功率之后关闭由功率源132供应的DC吸附电压,使得在整个操作302、304、306、308、310、312、314、316、318、310、322和324中能够控制基板107在图案化表面142上的位置。位置控制有助于稳定基板107相对于图案化表面142的温度,从而有助于防止在处理期间因基板107的偏移而引起的背侧损坏。另外,在关闭RF功率之后,DC吸附电压保持升高处于操作316中描述的DC吸附电压,这足以在不将等离子体放电的情况下将基板107保持在位置中。本文所述方法的另一个益处是完成工艺所花费的时间。获得和维持热平衡的一个方面是时间。由于在整个操作304、306、308、310、312、314、316、318、320、322和322中施加了吸附电压,改善了位置控制。改善的位置控制允许长时间地吸附基板107及被加热器作用。延长的时间允许基板107在柱210周围松弛并且防止背侧损坏。

[0055] 对于操作304至326,控制基板107在图案化表面142上的位置是有益的。在移动基板107到第二间隔之前吸附基板107的先前尝试导致第一气体的基于DC的静电放电。第一气体的静电放电会导致硬件损坏和基板缺陷。本文提出的方法防止第一气体的静电放电,并允许在所述方法中较早地吸附基板107。

[0056] 图4是示出本文公开的方法内的操作的工艺参数关系的图表400。图表400显示在执行本文描述的方法内不同时间期间针对用于基座104和气体分配器112之间的间隔402、工艺腔室100内的压力404、第一工艺气体406的流动速率、载体气体408的流动速率、第二处理/沉积气体410的流动速率、施加的DC吸附电压412、和施加的RF功率414的处理条件。图表400显示用于操作302、304、306、308、310、312、314、316、318、310、322、324和326的一个实施例的工艺参数。然而,可预期其他工艺配置。

[0057] 图表400仅为可以如何使用处理参数和每一处理参数的关系的一个示例性实施例。在其他实施例中,每一参数可随时间遵循不同的路径。在一些实施例中,每一参数的斜率可大于或小于本文公开的参数的斜率。在一些实施例中,可稍微重新排列操作302、304、306、308、310、312、314、316、318、310、322、324和326,且可同时执行一些未在图表400中公开的操作。

[0058] 在本文描述的方法中使用的间隔、压力、工艺气体和吸附电压的组合允许在基板的导入和移动期间吸附基板。这些因素的一个或多个组合减轻了意外的等离子体形成和相邻于基板的静电放电。由于意外的等离子体形成和静电放电导致硬件损坏和基板缺陷,本文的方法提供了优于常规方法的改善的处理。在本文所公开的方面中,控制间隔、压力、气体成分和/或吸附电压以防止工艺气体产生电弧并意外地形成等离子体。

[0059] 尽管前述内容针对本发明的实施方式,但是在不脱离本发明的基本范围的情况下,可设计本发明的其他和进一步的实施方式,且本发明的范围由所附权利要求书确定。

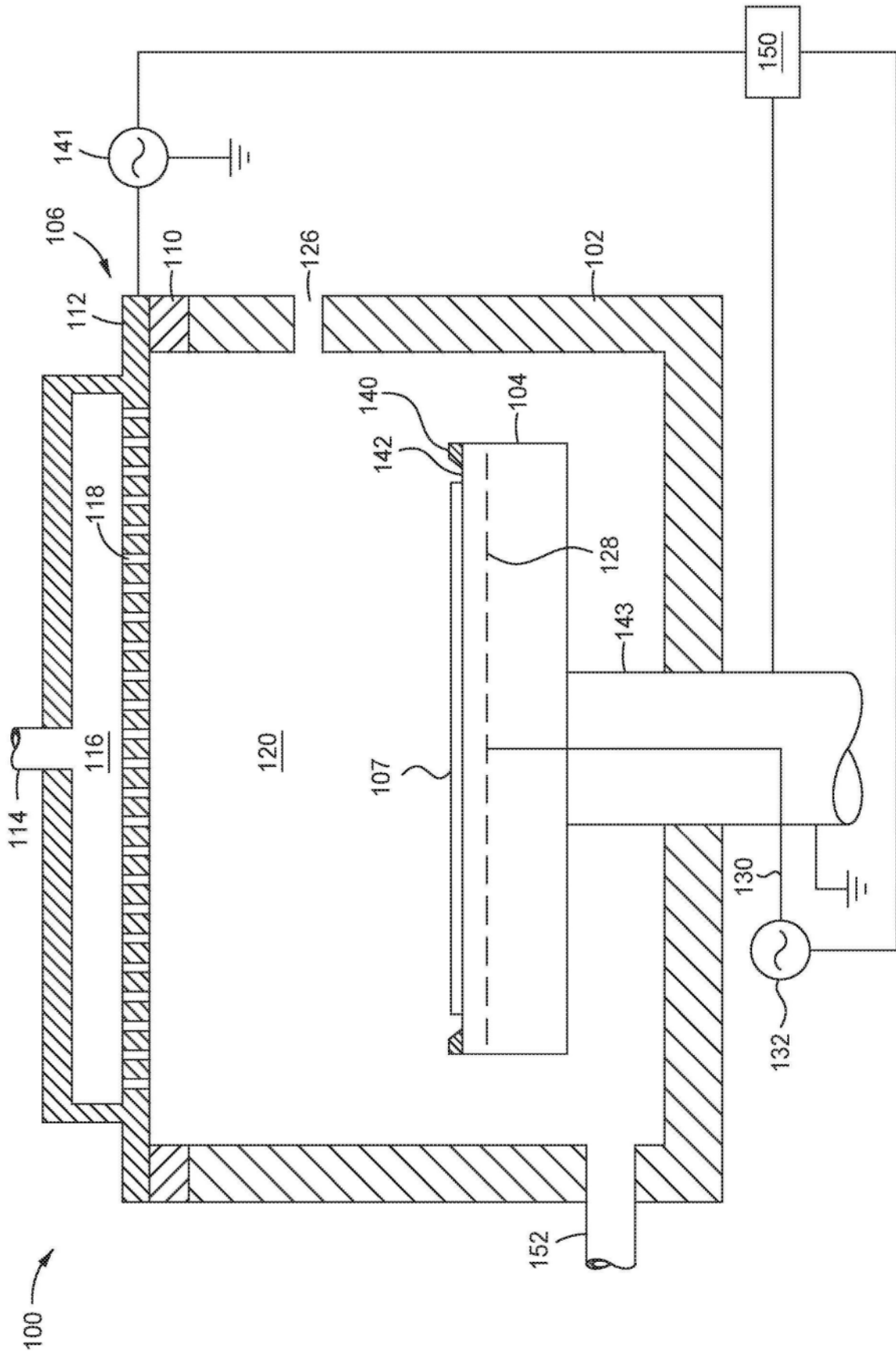


图1

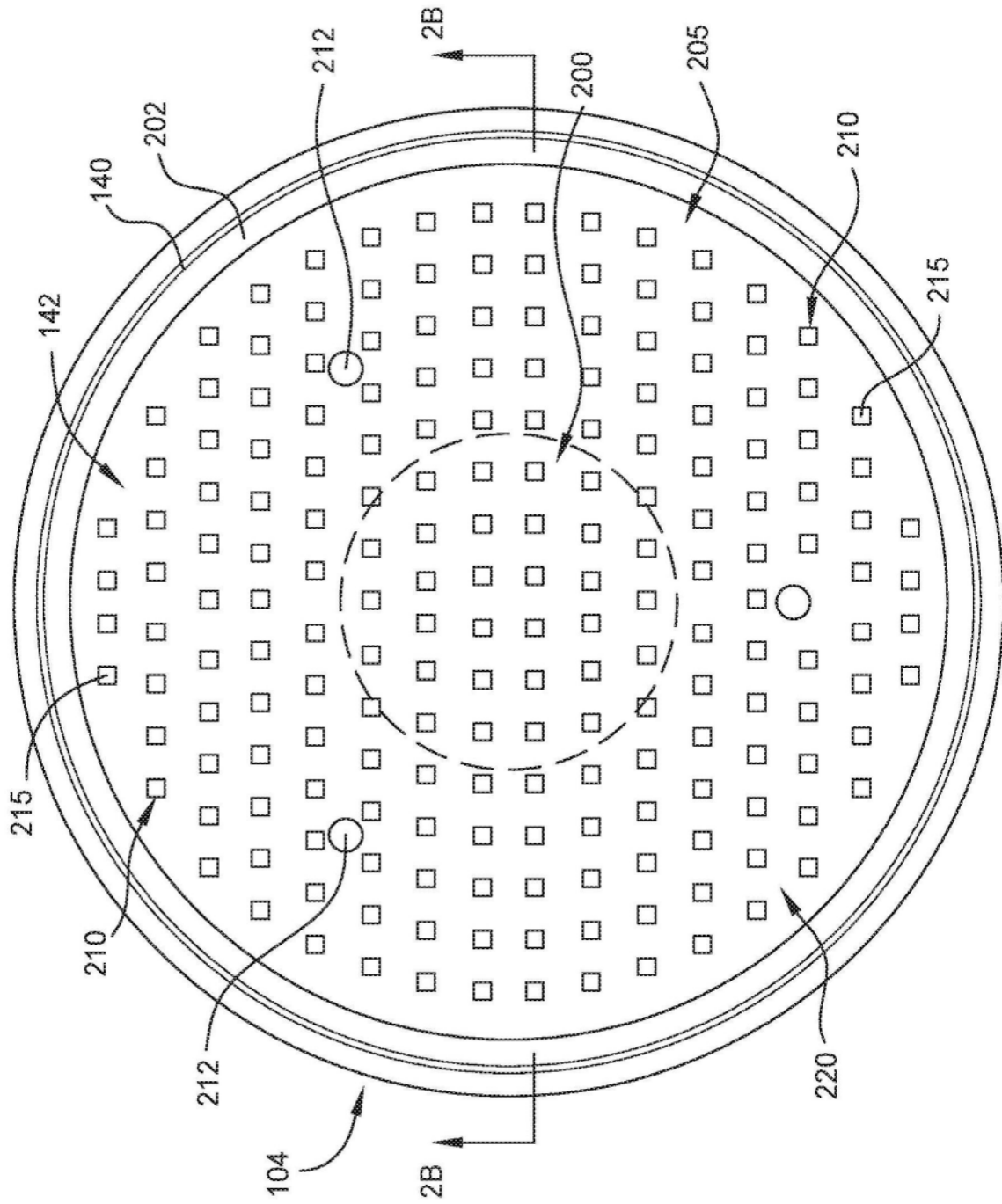


图2A

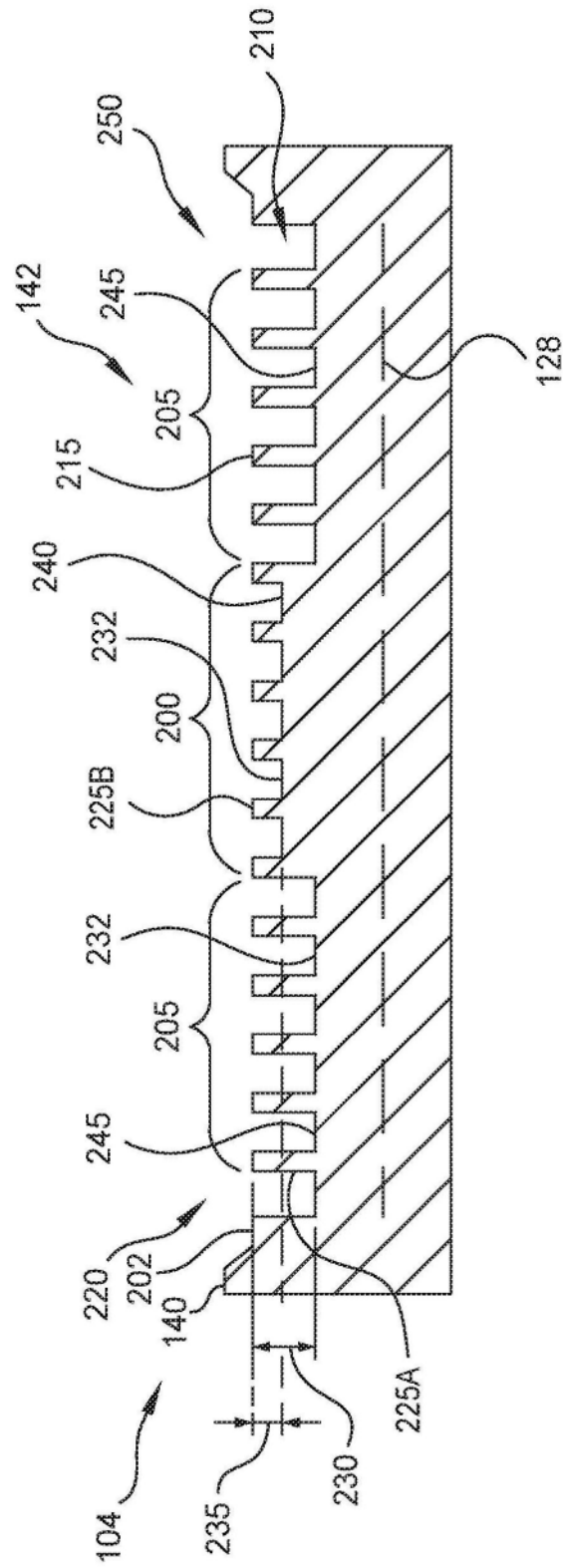


图2B

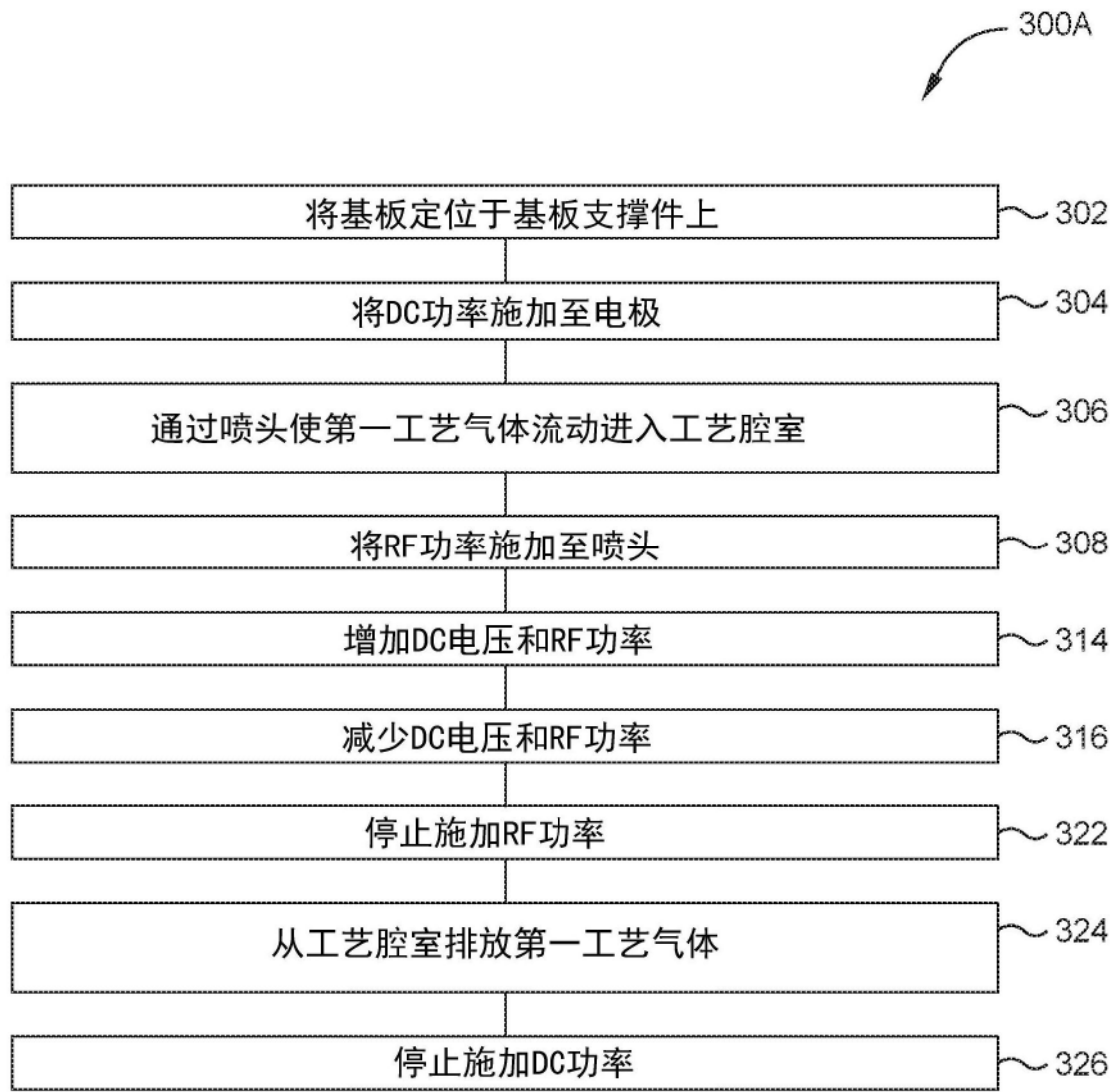


图3A



图3B

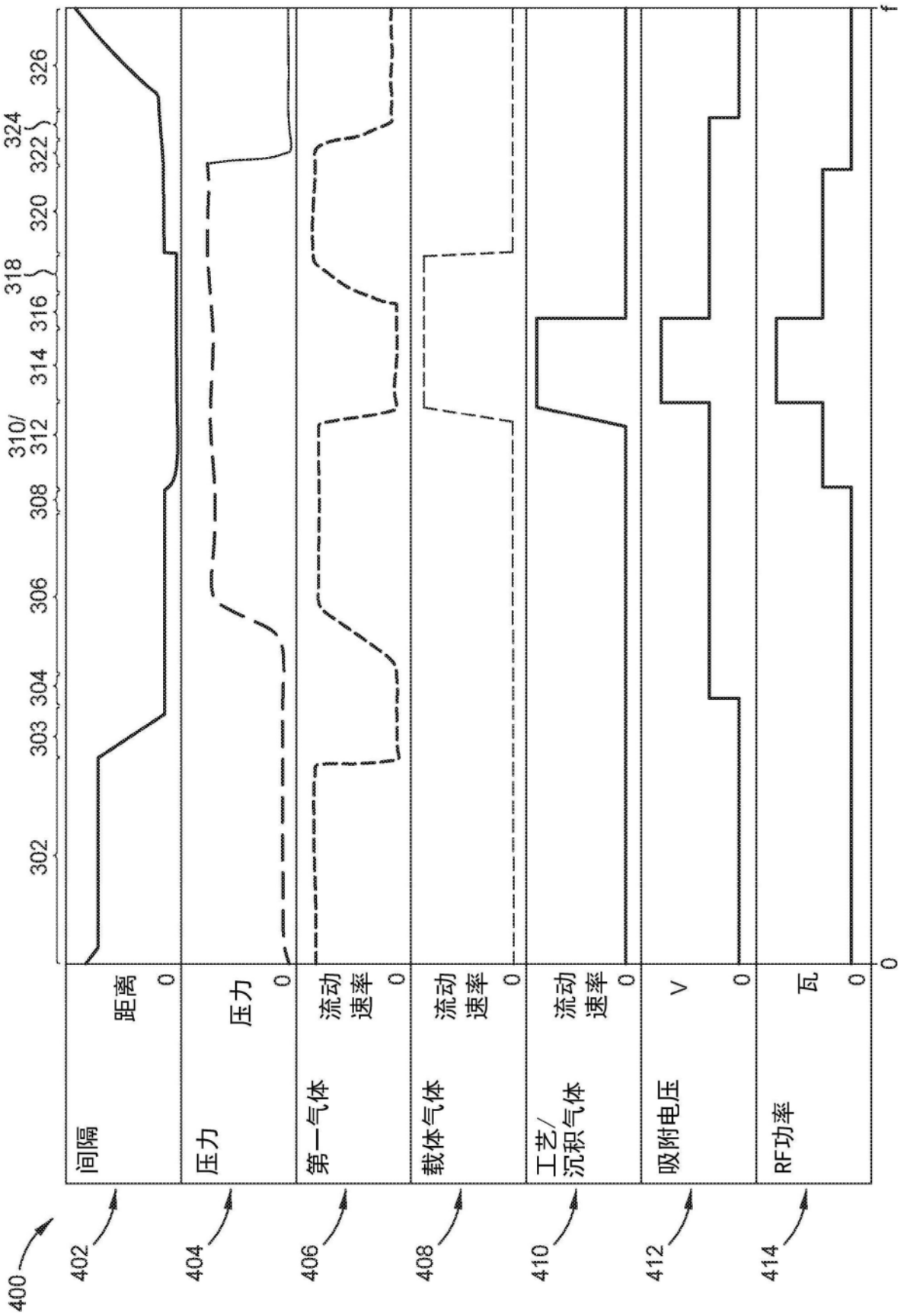


图4