



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117377791 A

(43) 申请公布日 2024.01.09

(21) 申请号 202280018553.2

(22) 申请日 2022.02.01

(30) 优先权数据

17/208,735 2021.03.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/014653 2022.02.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/203763 EN 2022.09.29

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 索汉姆·桑杰·阿斯拉尼

约书亚·阿伦·鲁布尼茨

巴加夫·斯里达尔·西特拉

斯里尼瓦斯·D·内曼尼

埃里卡·陈

尼古劳斯·贝基亚里斯

小道格拉斯·亚瑟·布赫伯格

杰思罗·塔诺斯 怡利·叶

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 徐金国 吴启超

(51) Int.Cl.

C23C 16/455 (2006.01)

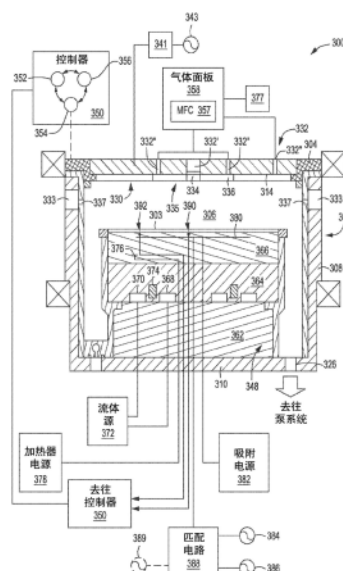
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于处理基板的方法及装置

(57) 摘要

本文提供用于处理基板的方法与装置。例如,用于处理基板的方法包括:将汽化的含硅先驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中;将第一工艺气体从气源供应至处理容积中;使用处于第一占空比的射频源功率激励第一工艺气体,以与汽化的含硅先驱物反应;和在提供处于第二占空比的射频偏压功率至设置于处理容积中的基板支撑件的同时,从气源供应工艺气体混合物,以将SiHx膜沉积至在基板支撑件上所支撑的基板上,第二占空比与第一占空比不同。



1. 一种用于处理基板的方法,包括:
将汽化的含硅前驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中;
将第一工艺气体从所述气源供应至所述处理容积中;
使用处于第一占空比的射频源功率激励所述第一工艺气体,以与所述汽化的含硅前驱物反应;和
在提供处于第二占空比的射频偏压功率至设置于所述处理容积中的基板支撑件的同时,从所述气源供应工艺气体混合物,以将 SiH_x 膜沉积到在所述基板支撑件上所支撑的基板上,所述第二占空比与所述第一占空比不同。
2. 如权利要求1所述的方法,其中所述第一占空比为针对脉冲式的约10%至针对连续式的约100%。
前驱物
3. 如权利要求1所述的方法,其中所述第二占空比为约0.15%至约20%,且其中所述第二占空比的接通时间的脉冲频率为约2赫兹至约20赫兹。
4. 如权利要求1所述的方法,进一步包括同时将所述射频源功率和所述射频偏压功率分别提供至喷头和所述基板支撑件。
5. 如权利要求1所述的方法,进一步包括旋转所述基板支撑件。
6. 如权利要求1所述的方法,进一步包括在供应所述第一工艺气体的同时,将所述基板的温度维持在约-20℃至约90℃。
7. 如权利要求1所述的方法,进一步包括在供应所述第一工艺气体的同时,维持约10mTorr至5Torr的压力。
8. 如权利要求1所述的方法,其中所述处理腔室为等离子体增强化学气相沉积腔室。
9. 如权利要求1所述的方法,其中所述射频源功率为约100W,且其中所述射频偏压功率为约200W至约1600W。
10. 如权利要求1所述的方法,进一步包括使所述基板退火以形成可流动非晶硅膜。
11. 如权利要求1所述的方法,其中供应所述第一工艺气体包括供应氢气(H_2)。
12. 如权利要求1所述的方法,其中供应所述工艺气体混合物包括供应氩气及氦气。
13. 如权利要求1至12中任一项所述的方法,其中供应所述汽化的含硅前驱物包括供应四硅烷、三硅烷或二硅烷中的一者。
14. 一种非暂时性计算机可读储存介质,具有储存于所述介质上的指令,当所述指令由处理器执行时实行用于处理基板的方法,所述方法包括:
将汽化的含硅前驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中;
将第一工艺气体从所述气源供应至所述处理容积中;
使用处于第一占空比的射频源功率激励所述第一工艺气体,以与所述汽化的含硅前驱物反应;和
在提供处于第二占空比的射频偏压功率至设置于所述处理容积中的基板支撑件的同时,从所述气源供应工艺气体混合物,以将 SiH_x 膜沉积到在所述基板支撑件上所支撑的基板上,所述第二占空比与所述第一占空比不同。
15. 如权利要求14所述的非暂时性计算机可读储存介质,其中所述第一占空比为针对脉冲式的约10%至针对连续式的约100%。

16. 如权利要求14所述的非暂时性计算机可读储存介质,其中所述第二占空比为约0.15%至约20%,且其中所述第二占空比的接通时间的脉冲频率为约2赫兹至约20赫兹。

17. 如权利要求14所述的非暂时性计算机可读储存介质,进一步包括同时将所述射频源功率和所述射频偏压功率分别提供至喷头和提供至所述基板支撑件。

18. 如权利要求14所述的非暂时性计算机可读储存介质,进一步包括旋转所述基板支撑件。

19. 如权利要求14至18中任一项所述的非暂时性计算机可读储存介质,进一步包括在供应所述第一工艺气体的同时,将所述基板的温度维持在约-20℃至约90℃。

20. 一种用于处理基板的化学气相沉积腔室,包括:

基板支撑件,设置于所述化学气相沉积腔室的处理容积中;

射频源功率,与喷头耦接并且经配置以提供处于第一占空比的射频源功率;

射频偏压电源,与所述基板支撑件耦接并且经配置以提供处于第二占空比的射频偏压功率至所述基板支撑件,所述第二占空比与所述第一占空比不同;

气源,与所述化学气相沉积腔室耦接并且经配置以将工艺气体供应至设置于所述处理容积中的所述喷头;和

控制器,经配置以:

将汽化的含硅前驱物从所述气源供应至处理腔室的所述处理容积中;

将第一工艺气体从所述气源供应至所述处理容积中;

使用处于所述第一占空比的射频源功率激励所述第一工艺气体,以与所述汽化的含硅前驱物反应;和

在提供处于所述第二占空比的射频偏压功率至所述基板支撑件的同时,从所述气源供应工艺气体混合物,以将 SiH_x 膜沉积到在所述基板支撑件上所支撑的基板上,所述基板支撑件设置于所述处理容积中。

用于处理基板的方法及装置

技术领域

[0001] 本公开内容的实施方式总体涉及用于处理基板的方法与装置,并且更特别地涉及经配置以使用原位等离子体处理形成间隙填充非晶硅膜的方法与装置。

背景技术

[0002] 传统的用于间隙填充非晶硅膜的方法与装置使用低压化学气相沉积 (Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD)、原子层沉积 (Atomic Layer Deposition, ALD) 和DED炉来发展稳定非晶硅膜以满足平台需求。然而,由于所述膜天然的保形性 (conformal), 这样的方法具有结构上的问题 (例如, 线弯折) 且提供不良的间隙填充 (例如, 多孔 (接缝/空隙 (seam/void))), 并且这样的方法可能非常复杂和昂贵, 具有低处理量并且经常超出热预算。

发明内容

[0003] 本文提供用于处理基板的方法与装置。在某些实施方式中, 用于处理基板的方法包括: 将汽化的含硅前驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中; 将第一工艺气体从气源供应至处理容积中; 使用处于第一占空比的射频源功率激励 (energize) 第一工艺气体, 以与汽化的含硅前驱物反应; 和在提供处于第二占空比的射频偏压功率至设置于处理容积中的基板支撑件的同时, 从气源供应工艺气体混合物, 以将 SiH_x 膜沉积到在基板支撑件上所支撑的基板上沉积, 第二占空比与第一占空比不同。

[0004] 根据至少某些实施方式, 一种非暂时性计算机可读储存介质具有储存于所述介质上的指令, 当所述指令由处理器执行时会实行用于处理基板的方法。所述方法包括: 将汽化的含硅前驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中; 将第一工艺气体从气源供应至处理容积中; 使用处于第一占空比的射频源功率激励第一工艺气体, 以与汽化的含硅前驱物反应; 和在提供处于第二占空比的射频偏压功率至设置于处理容积中的基板支撑件的同时, 从气源供应工艺气体混合物, 以将 SiH_x 膜沉积至在基板支撑件上所支撑的基板上, 第二占空比与第一占空比不同。

[0005] 根据至少某些实施方式, 一种用于处理基板的化学气相沉积腔室包括: 基板支撑件, 设置于化学气相沉积腔室的处理容积中; 射频源功率, 耦接到喷头且经配置以提供处于第一占空比的射频源功率; 射频偏压电源, 耦接到基板支撑件并且经配置以提供处于第二占空比的射频偏压功率至基板支撑件, 第二占空比与第一占空比不同; 气源, 耦接到化学气相沉积腔室并且经配置以将工艺气体供应至设置于处理容积中的喷头; 和控制器, 经配置用于: 将汽化的含硅前驱物从气源供应至处理腔室的处理容积中; 将第一工艺气体从气源供应至处理容积中; 使用处于第一占空比的射频源功率激励第一工艺气体, 以与汽化的含硅前驱物反应; 和在提供处于第二占空比的射频偏压功率至基板支撑件的同时, 从气源供应工艺气体混合物, 以将 SiH_x 膜沉积到在基板支撑件上所支撑的基板上, 基板支撑件设置于处理容积中。

[0006] 下文将针对本文其他和进一步的实施方式进行说明。

附图说明

[0007] 通过参照在附图中描绘的本公开内容的说明性实施方式,可理解在上文简要概述且在下文更详细讨论的本公开内容的实施方式。然而,附图仅图示本公开内容的典型实施方式且因而不被认为是范围的限制,本公开内容可允许其他等效实施方式。

[0008] 图1为根据本公开内容的至少某些实施方式的用于处理基板的方法的流程图;

[0009] 图2为根据本公开内容的至少某些实施方式的装置的示意图。

[0010] 图3为根据本公开内容的至少某些实施方式的处理腔室的剖视图。

[0011] 为了方便理解,已经尽可能使用相同的参考数字来标示图所共有的相同元件。图并非按比例绘制,并且为了清楚而被简化。一个实施方式中的元件和特征可以有利地与其他实施方式合并而不再赘述。

具体实施方式

[0012] 本文提供用于处理基板的方法与装置的实施方式。举例来说,本文所述的方法与装置使用原位处理,以将 SiH_x 转换成非晶硅键合,以在例如化学气相沉积腔室的沉积腔室中形成非晶硅网络并且使非晶硅膜致密化。相较于传统的方法与装置,本文所描述的方法与装置提供低成本和高处理量(这是例如是由于,需要用于转换并且稳定非晶硅膜的腔室数量较少),使用低温的非晶硅转换以改善可流动性并且避免空隙/保形性问题,并且通过改变处理条件而提供膜组成可调性。

[0013] 图1为根据本公开内容的至少某些实施方式的用于处理基板的方法100的流程图,并且图2为根据本公开内容的至少某些实施方式的可以用于进行方法100的工具200(或装置)。

[0014] 方法100可以在工具200中实行,工具200包含任何合适的处理腔室、退火腔室、预清洁腔室、湿蚀刻或干蚀刻腔室,或CMP腔室,上述合适的处理腔室配置成用于下述一或多个:物理气相沉积(Physical Vapor Deposition,PVD),诸如等离子体增强化学气相沉积(Plasma-Enhanced CVD,PECVD)、可流动CVD(Flowable CVD,FCVD)、低压CVD(Low Pressure CVD,LPCVD)之类的化学气相沉积(Chemical Vapor Deposition,CVD),及/或诸如等离子体增强原子层沉积(Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition,PEALD)或热原子层沉积(例如,无等离子体形成)之类的原子层沉积(ALD)。可以用于实行本文公开的发明方法的示例性处理系统可从加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司购得。其他处理腔室(包含来自其他制造商的处理腔室)也可以合适地与本文提供的教导一起使用。

[0015] 工具200可以被实施于个别的处理腔室中,所述处理腔室可以被提供为独立的配置或者为群集工具(cluster tool)的一部分,例如下文参照图2所描述的整合。整合工具的范例可以于加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司取得。本文所述的方法可以使用具有耦接到群集工具的合适的处理腔室的其他群集工具来实施,或者在其他合适的处理腔室中实施。举例来说,在某些实施方式中,发明方法可以在整合工具中实行,使得在处理步骤之间存在有限的真空破坏或完全没有破坏真空。举例来说,真空破坏的减少可以限制或避免基板的部分受到污染(例如,氧化)。

[0016] 所述的整合工具包括处理平台201(真空密封处理平台)、工厂接口204和控制器202。处理平台201包括多个处理腔室,诸如操作性地耦接于传送腔室203(真空基板传送腔室)的处理腔室214A、214B、214C及214D。工厂接口204由一或多个的装载锁定腔室(两个装载锁定腔室,诸如图2中所示的装载锁定腔室206A及206B)操作性地耦接至传送腔室203。

[0017] 在某些实施方式中,工厂接口204包括坞站(docking station)207、用于促进传送一或多个半导体基板(晶片)的工厂接口机器人238。坞站207被配置以接收一或多个的前开式标准舱(FOUP)。图2的实施方式中显示了四个FOUP,诸如205A、205B、205C和205D。工厂接口机器人238被配置以将基板从工厂接口204通过装载锁定腔室(诸如206A和206B)传送至处理平台201。装载锁定腔室206A和206B中的每一者具有与工厂接口204耦接的第一端口(port)和与传送腔室203耦接的第二端口。装载锁定腔室206A和206B与压力控制系统(未显示)耦接,所述压力控制系统将装载锁定腔室206A和206B抽气(pump down)和通风(vent),以促进将基板在传送腔室203的真空环境与工厂接口204的大体上周围(例如,大气)环境之间传递。传送腔室203具有设置于传送腔室203内的真空机器人242。真空机器人242能够将基板221在装载锁定腔室206A和206B和处理腔室214A、214B、214C和214D之间传送。

[0018] 在某些实施方式中,处理腔室214A、214B、214C及214D被耦接于传送腔室203。处理腔室214A、214B、214C及214D至少包含ALD腔室、CVD腔室、PVD腔室、电子束沉积腔室、电镀、无电(electroless)(EEP)沉积腔室、预清洁腔室、湿蚀刻腔室、干蚀刻腔室、退火腔室及/或其他适合用于实行本文所述方法的腔室。

[0019] 在某些实施方式中,一或多个的可选的(optional)服务腔室(图中显示为216A及216B)可被耦接于传送腔室203。服务腔室216A和216B可以经配置以实行其他的基板工艺,诸如脱气、结合(bonding)、化学机械抛光(CMP)、晶片劈裂(cleaving)、蚀刻、等离子体切割(dicing)、定向、基板计量、冷却和类似工艺。

[0020] 控制器202使用对处理腔室214A、214B、214C及214D的直接控制来控制工具200的操作,或者,通过控制与处理腔室214A、214B、214C、214D及工具200相关联的计算机(或控制器)来控制工具200的操作。在操作中,控制器202启动来自相应腔室及系统的数据收集和反馈,以优化工具200的性能。控制器202一般包括中央处理单元230、存储器234和支持电路232。中央处理单元230可以是在工业设定中可使用的任何一种形式的通用计算机处理器。支持电路232传统地耦接于中央处理单元230,并且可包括高速缓存、时钟电路、输入/输出子系统、电源供应器和类似物。诸如上文所述的处理方法的软件例程可以被储存于存储器234(例如,具有储存在介质上的指令的非暂时性计算机可读储存介质)中,并且,当由中央处理单元230执行时,将中央处理单元230转换为控制器(专用计算机)。所述的软件例程也可以由从工具200远程定位的第二控制器(未显示)储存及/或执行。

[0021] 图3为根据本公开内容的至少某些实施方式的处理腔室300的剖面图。处理腔室300可以是工具200的个别处理腔室中的一者。举例来说,处理腔室300可以被配置以实行一或多种等离子体沉积工艺。在至少某些实施方式中,处理腔室300可以被配置以实行PECVD及/或ALD。作为范例,被适配用于与本文公开的教导一起使用的合适的处理腔室包含可以从加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司取得的处理腔室。

[0022] 处理腔室300包括腔室主体302和盖304,腔室主体302与盖302封闭处理容积306。腔室主体302典型地由铝、不锈钢或其他合适的材料制造。腔室主体302一般包括侧壁308及

底部310。基板支撑件存取端口(未显示)一般被限定于侧壁308中并且选择性地由狭缝阀密封,以促进基板303从处理腔室300的进和出。排放端口326被限定于腔室主体302中并且将处理容积306耦接到泵系统328,泵系统328可以具有净化站的功能。泵系统328一般包括一或多个的泵和节流阀,用于排出并且调节处理腔室300的处理容积306的压力。在实施方式中,泵系统328被配置为根据工艺需求将处理容积306内部的压力维持在操作压力,操作压力典型地介于约1mTorr至约500mTorr、介于约5mTorr至约100mTorr、介于约5mTorr至约50mTorr、或介于10mTorr至约5Torr。

[0023] 在某些实施方式中,处理腔室300可以利用电容耦合的射频能量进行等离子体处理,或在某些实施方式中,处理腔室300可以使用电感耦合的射频能量进行等离子体处理。在某些实施方式中,可以可选地将远程等离子体源377(例如,微波)耦接到气体面板,以在工艺之间清洁处理腔室300。

[0024] 射频源功率343通过匹配网络341而耦接到喷头组件330。射频源功率343典型地可以产生高至约5000W的功率,例如介于约100W至约5000W,或介于1000W至3000W,或是约1500W,并且可选地处于在从约50kHz至约200MHz的范围内的可调整频率,例如,13.56MHz。射频源功率343在处理期间可以以占空比(例如,第一占空比)操作。所述的占空比可以为针对脉冲式的约10%至针对连续式的约100%。

[0025] 气体面板358耦接于处理腔室300,并且包括一或多个质量流量控制器357,以将一或多种的工艺气体及/或清洁气体供应至处理容积306。入口端口332'、332''、332'''被设置于盖304中,以允许气体从气体面板358输送至处理腔室300的处理容积306。在实施方式中,气体面板358经适配以将下述气体通过入口端口332'、332''、332'''提供至处理腔室300的内部容积306中:氧气(O_2)、诸如氩气及氦气(或其他稀有气体(noble gas))的惰性气体(inert gas)、氮气(N_2)、氢气(H_2),或诸如四氟化碳(CF_4)、八氟环丁烷或全氟环丁烷(C_4F_8)、三氟甲烷(CHF_3)、六氟化硫(SF_6)、四氟化硅或四氟硅烷(SiF_4)之类的气体混合物,或诸如四硅烷、三硅烷或二硅烷等等的前驱物。在某些实施方式中,包括氧化剂的工艺气体可以进一步包括诸如氩气或氦气的惰性气体。在某些实施方式中,工艺气体包括诸如氢气的还原剂,并且可以与诸如氩气的惰性气体或者与诸如氮气或氦气的其他气体混合。在某些实施方式中,氯气可以单独提供,或者可以与氮气、氦气或诸如氩气的惰性气体中的至少一者结合提供。含氧气体的非限制性范例包括下述一或多者: O_2 、二氧化碳(CO_2)、 H_2O 、一氧化二氮(N_2O)、二氧化氮(NO_2)、臭氧(O_3)和类似气体。含氮气体的非限制性范例包括 N_2 、氨气(NH_3)、及类似气体。含氯气体的非限制性范例包括氯化氢(HCl)、氯(Cl_2)、四氯化碳(CCl_4)和类似气体。在实施方式中,喷头组件330耦接于盖304的内部表面314。喷头组件330包括多个孔洞(aperture),这些孔洞允许气体从入口端口332'、332''、332'''通过喷头组件330以跨正在处理腔室300中处理的基板303的表面(例如,中心、中间、侧边)的预定分布流动到处理腔室100的处理容积106中。

[0026] 在一个实施方式中,喷头组件330配置有多个区域,该些区域允许单独控制流动到处理腔室300的处理容积306中的气体。喷头组件330包括顶部输送气体喷嘴335,顶部输送气体喷嘴335经配置以将工艺气体引导朝向基板支撑件348的基板支撑表面。相应地,顶部输送气体喷嘴335包括经配置用于中心流量控制的中心流量出口334和经配置用于中间流量控制的中间流量出口336,中心流量出口334与中间流量出口336分开地通过入口端口

332'、332"耦接到气体面板358。此外,一或多个的侧输送气体喷嘴可以延伸通过腔室主体302,并且可以经配置以将工艺气体引导朝向基板支撑件348的侧表面。举例来说,在至少某些实施方式中,侧输送气体喷嘴333可以包括经配置用于侧流量控制的侧流量出口337,侧流量出口337分开地通过入口端口332"耦接到气体面板358的。与设置在盖304上的中心流量出口334和中间流量出口336不同,侧流量出口337是沿着处理腔室的侧壁308的内部以大致圆形的方式设置。中心流量出口334和中间流量出口336经配置以提供工艺气体以实质上对基板的中心区域及中间区域(例如,在中心与边缘之间)进行蚀刻,并且沿着设置的侧流量出口337经配置以提供工艺气体以实质上对基板的边缘区域(或周边)进行蚀刻。

[0027] 基板支撑件348设置在处理腔室300的处理容积306中,并且在诸如喷头组件330之类的气体分配组件下方。举例来说,基板支撑件348可以设置在喷头组件330下方,使得基板比喷头组件330低约1/2英寸。在处理期间,基板支撑件348保持基板303。基板支撑件348一般包括穿过基板支撑件348设置的多个升降杆(未显示),这些升降杆经配置以将基板303从基板支撑件348提升,以促进用机器人(未显示)以传统方式进行基板303的更换。内衬垫318紧密地约束(circumscribe)基板支撑件348的周边。

[0028] 基板支撑件348包括安装板362、底座364和静电吸盘(electrostatic chuck)366。安装板362耦接于腔室主体302的底部310,并且包括通道,以将诸如流体、电力线及传感器引线等设施(utility)路由(route)至底座364和静电吸盘366。静电吸盘366包括用于将基板33保持在喷头组件330下方的夹持电极380。如传统所知的,静电吸盘366由吸附电源382驱动,以产生将基板303保持至吸盘表面的静电力。或者,可以通过夹持、真空或重力来将基板303保持到基板支撑件348。在至少某些实施方式中,基板支撑件348可以是可旋转的。

[0029] 底座364或静电吸盘366可以包括加热器376(例如,至少一个可选的嵌入式加热器)、至少一个可选的嵌入式隔离件374和多个导管368、370,以控制基板支撑件348的侧向温度分布(temperature profile)。多个导管368、370与流体源372流体耦接,流体源372使温度调节流体通过导管368、370而循环。加热器376由电源378调节。多个导管368、370和加热器376被用于控制底座364的温度,加热及/或冷却静电吸盘366,并且最终控制设置于静电吸盘366上的基板303的温度分布。可以使用多个温度传感器390、392来监测静电吸盘366和底座364的温度。静电吸盘366可以进一步包括多个气体通道(未显示),诸如沟槽,该些气体通道形成在静电吸盘366的基板支撑基座支撑表面中且与诸如氦气的热传递气体(或背侧气体)的源流体耦接。在操作中,背侧气体在受控的压力下被提供至气体通道中,此增进在静电吸盘366与基板303之间的热传递。在实施方式中,基板的温度可以被维持在约-20℃至约450℃。举例来说,在至少某些实施方式中,基板可以被维持在约-20℃至约90℃。

[0030] 基板支撑件348被配置为阴极,并且包括与射频偏压电源384和射频偏压电源386耦接的夹持电极380。射频偏压电源384和射频偏压电源386耦接于夹持电极380与另一电极之间,夹持电极380设置于基板支撑件348中,所述另一电极诸如是腔室主体302的喷头组件330(或盖304)。射频偏压功率激发并且维持等离子体放电,所述等离子体放电由设置于腔室主体302的处理区域中的气体形成。

[0031] 射频偏压电源384和射频偏压电源386通过匹配电路388耦接至设置在基板支撑件348中的夹持电极380。由射频偏压电源384和射频偏压电源386产生的信号通过单一馈送经由匹配电路388输送至基板支撑件348,以将在诸如处理腔室300的等离子体处理腔室中所

提供的气体混合物离子化,因此,提供实行蚀刻、沉积或其他等离子体增强工艺所需的离子能量。射频偏压电源384和射频偏压电源386一般能够产生频率从约50kHz至约200MHz(例如,2MHz)且功率介于约0瓦特至约2500瓦特之间的射频信号。可以将额外的偏压功率389耦接至夹持电极380以控制等离子体的特性。此外,射频偏压电源384和射频偏压电源386可以以比射频源功率343操作的占空比小得多的占空比(例如,第二占空比)操作。举例来说,射频偏压电源384和射频偏压电源386可以在约0.1%至约20%的占空比操作,例如,约0.15%至约5%。在至少某些实施方式中,射频偏压电源384和射频偏压电源386的占空比的接通时间(on time)具有约1Hz至约20Hz的脉冲频率,例如,约2Hz至约20Hz。

[0032] 控制器350(例如,与控制器202类似)耦接于处理腔室300以用于控制处理腔室300的操作。控制器350包括中央处理单元352、存储器354(例如,非暂时性计算机可读储存介质),和支持电路356,以用于控制工艺序列并且调节来自气体面板358的气体流动。中央处理单元352可以是可用于工业设定中的任何形式的通用计算机处理器。软件例程(例如,储存的可执行指令)可以被储存在存储器354中,诸如随机存取存储器、只读存储器、软盘、或硬盘驱动或其他形式的数字储存器。支持电路356是传统地与中央处理单元352耦接,并且可以包括高速缓存、时钟电路、输入/输出系统、电源供应和类似元件。控制器350与处理腔室300的各种元件之间的双向通信通过许多的信号缆线来处理。

[0033] 继续参照图1,在102处,方法100包括将汽化的前驱物从气源供应至处理腔室(例如,等离子体增强化学气相沉积腔室)的处理容积中。举例来说,气体面板358可以将工艺气体(诸如一或多种的汽化的前驱物)供应至处理腔室300(例如,处理腔室214A~214D中的一者)的处理容积306中,以在基板(例如,基板303)上沉积(成长)间隙填充膜(例如,诸如可流动的非晶硅之类的可流动的硅膜)。在至少某些实施方式中,气体面板358可以供应汽化的含硅前驱物以形成 SiH_x 膜,所述前驱物包括四硅烷、三硅烷或二硅烷中的一者。举例来说,在至少某些实施方式中,所供应的汽化的前驱物可以是四硅烷。

[0034] 接着,在104处,方法100包括将第一工艺气体从气源供应至处理容积中。举例来说,气体面板358可以将包括氢气(H_2)的第一工艺气体供应至处理容积中。在至少某些实施方式中,于104处,在供应第一工艺气体的同时可以将基板的温度维持在约-20℃至约90℃。此外,在104处,在供应第一工艺气体的同时可以将处理容积中的压力维持在约10mTorr至5Torr。

[0035] 接着,在106处,方法100包括使用处于第一占空比的射频源功率激励第一工艺气体,以与汽化的含硅前驱物反应。举例来说,射频源功率343可以产生约100W至约5000W的功率,并且可选地处于在从约50kHz至约200MHz的范围内的可调整频率,例如,13.56MHz。射频源功率343在处理期间可以在占空比(例如,第一占空比)下操作。所述占空比可以为针对脉冲式的约10%至针对连续式的约100%。

[0036] 接着,在108处,方法100包括在提供处于第二占空比的射频偏压功率至基板支撑件的同时,从气源供应工艺气体混合物,以将 SiH_x (例如,非晶硅)膜沉积到在设置于处理容积中的基板支撑件上所支撑的基板上。举例来说,气体面板358可以供应包含惰性气体的气体混合物,所述惰性气体诸如是氩气、氦气、及/或其他稀有气体。举例来说,在至少某些实施方式中,所述气体混合物可以包括氩气及氦气。此外,在至少某些实施方式中,射频偏压功率可以为约200W至约1600W,第二占空比可以为约0.15%至约20%,且第二占空比的接通

时间具有约2Hz至约20Hz的脉冲频率。在108处,射频源功率和射频偏压功率分别同时被提供至喷头和被提供至基板支撑件。

[0037] 在至少某些实施方式中,可以顺序地以闭环气体工艺方案提供射频源功率和射频偏压功率。举例来说,在至少某些实施方式中,于108之后,可以依需求重复进行102~108(例如,循环模式),直到达到非晶硅膜的期望厚度。为此,可以改变工艺参数(诸如每循环的厚度及处理条件(例如,源/偏压功率、脉冲频率、占空比、工艺气体、温度、压力、接通时间等等)),以调整非晶硅膜组成。此外,为了便于获得均匀的非晶硅膜,可以在102~108中的任一者期间旋转基板支撑件348。举例来说,可以在106和108期间旋转基板支撑件348。

[0038] 可以通过高温/高压的退火(所述高温/高压的退火有助于在非晶硅膜的完整厚度中增加折射系数并且减少氢含量)来进一步改善非晶硅膜的品质。相应地,在至少某些实施方式中,方法100可选地包括使基板退火。举例来说,在108之后,设置在工具200的传送腔室203中的真空机器人242可以将基板303从处理腔室300(例如,处理腔室214A)传送至其他处理腔室中的一或多者(例如,处理腔室214B),以对基板进行退火。在至少某些实施方式中,对基板进行退火的步骤包括将基板维持在约500℃的温度,将处理腔室214B的处理容积维持在约10mTorr至约37500Torr(70Bar)的压力下,并且在退火期间将一或多种工艺气体供应至处理容积,所述工艺气体例如为Ar、CO₂、D₂、H₂、N₂、及O₂。

[0039] 虽然前述内容针对本公开内容的实施方式,但是可以在不脱离本公开内容的基本范围的情况下设计其他及进一步的实施方式。

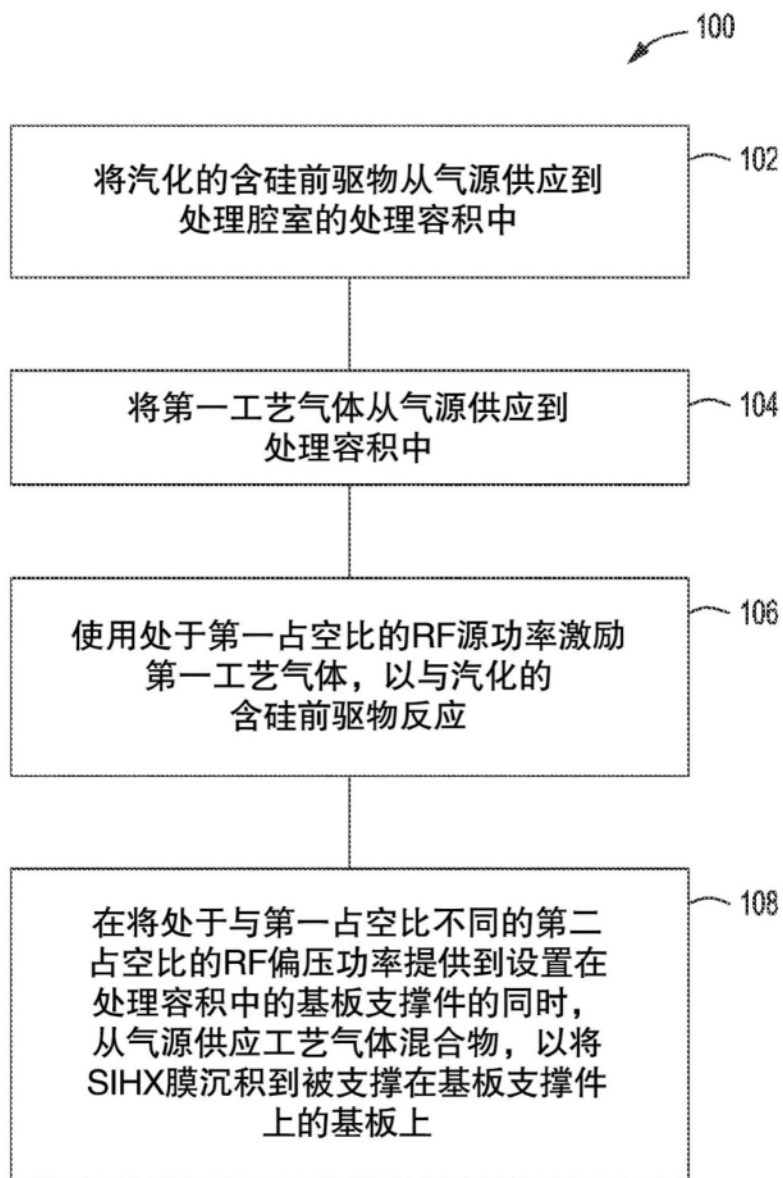


图1

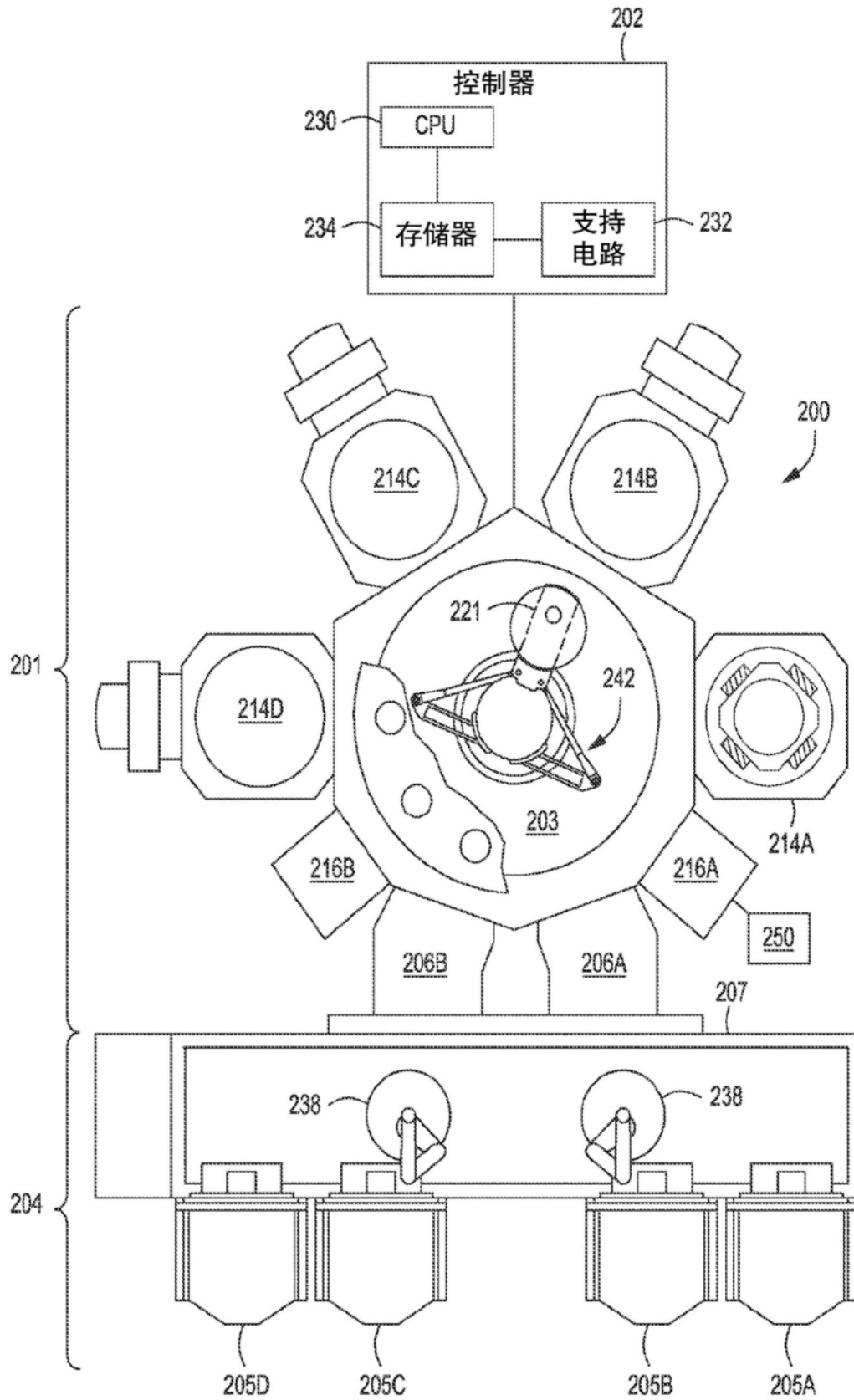


图2

