(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112335016 B
(45)授权公告日 2025.05.13

(21)申请号 201980039739.4
(22)申请日 2019.06.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112335016 A
(43)申请公布日 2021.02.05
(30)优先权数据
62/684,415 2018.06.13 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.14
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/036015 2019.06.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/241060 EN 2019.12.19

(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 朱济 马克·卡瓦古奇
南森·马塞尔怀特
(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 张静

(51)Int.Cl.
H01L 21/02(2006.01)
H01L 21/324(2006.01)
H01L 21/306(2006.01)
(56)对比文件
WO 2004001808 A2,2003.12.31
审查员 刘恋恋

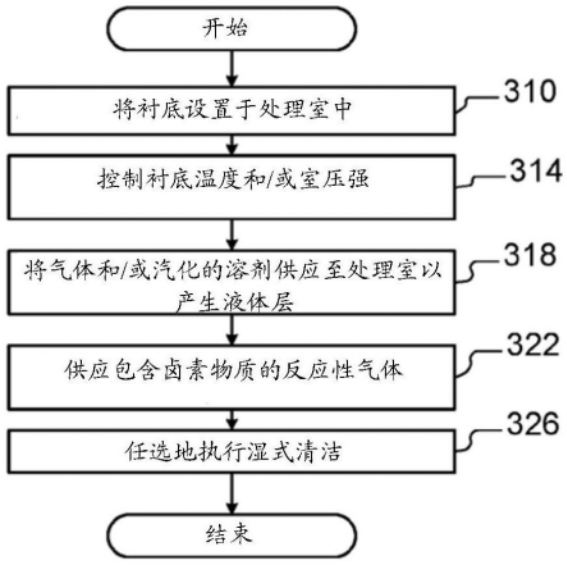
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

高深宽比结构的有效率的清洁和蚀刻

(57)摘要

一种处理衬底的方法包含:将衬底设置在处理室中。将汽化溶剂和包含所述溶剂的气体混合物中的至少一者供应至所述处理室,以在所述衬底的暴露表面上形成所述溶剂的保形液体层。将所述汽化溶剂及所述气体混合物中的所述至少一者从所述处理室中移除。将包含卤素物质的反应性气体供应至所述处理室。所述保形液体层吸附所述反应性气体以形成反应性液体层,所述反应性液体层对所述衬底的所述暴露表面进行蚀刻。



CN 112335016 B

1.一种处理衬底的方法,其包含:

a)将衬底设置在处理室中;以及

b)同时将汽化溶剂和包含卤素物质的反应性气体供应至所述处理室,以在所述衬底的暴露表面上形成保形液体层;

其中所述保形液体层吸附所述反应性气体以形成反应性液体层,所述反应性液体层对所述衬底的所述暴露表面进行蚀刻,形成气态的副产物而不会形成残余物;以及

其中所述反应性液体层以在10埃/min至100埃/min的范围内的蚀刻速率对所述暴露表面进行蚀刻。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述反应性液体层与所述衬底的所述暴露表面进行反应以产生气体产物。

3.根据权利要求1所述的方法,其中所述反应性气体选自由氟化氢气体、氯化氢气体和溴化氢气体组成的群组。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述衬底包含多个高深宽比(HAR)特征,其具有大于或等于5:1的深度比宽度。

5.根据权利要求1所述的方法,其还包含:在将所述汽化溶剂和所述反应性气体供应至所述处理室之前,将所述处理室中的压强设定在从1托至10托的压强范围内。

6.根据权利要求1所述的方法,其还包含:在将所述汽化溶剂和所述反应性气体供应至所述处理室之前,将所述处理室中的处理温度设定在从0℃至400℃的温度范围内。

7.根据权利要求1所述的方法,其还包含:执行包含a)和b)的多个循环。

8.根据权利要求7所述的方法,其中所述反应性液体层在所述多个循环中的每一循环期间将所述暴露表面蚀刻0.2埃至1埃。

9.根据权利要求1所述的方法,其还包含:

在b)之前:

将氧化性气体供应至所述处理室持续预定时段;以及

将所述氧化性气体排空。

10.根据权利要求9所述的方法,其中所述氧化性气体包含选自由分子氧、臭氧、过氧化氢、氧化亚氮和二氧化氮组成的群组中的气体。

11.根据权利要求9所述的方法,其中所述氧化性气体通过远程等离子体供应。

12.根据权利要求9所述的方法,其中在100℃至400℃的范围内的处理温度下供应所述氧化性气体。

13.根据权利要求9所述的方法,其还包含:在b)之后执行所述衬底的湿式清洁。

14.根据权利要求1所述的方法,其中所述衬底的所述暴露表面被蚀刻而不会形成残余物。

15.根据权利要求1所述的方法,其中在感应耦合式等离子体(ICP)室中执行a)和b)。

高深宽比结构的有效率的清洁和蚀刻

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年6月13日申请的美国临时申请No.62/684,415的利益。上述引用的申请其全部公开内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及衬底处理方法,更具体而言,涉及有效率地清洁和蚀刻包含高深宽比(HAR)结构的衬底的方法。

背景技术

[0004] 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。当前指定的发明人的工作在其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说明书的各方面中描述的范围内既不明确也不暗示地承认是针对本公开的现有技术。

[0005] 诸如半导体晶片之类的衬底的制造通常需要多个处理步骤,其可包含材料沉积、平坦化、特征图案化、特征蚀刻和/或特征清洁。通常在衬底处理期间重复进行这些处理步骤一或多次。随着半导体器件持续缩小至更小的特征尺寸,越来越需要诸如通孔和沟槽之类的高深宽比(HAR)结构以实现期望的器件性能目标。由于在几何上受限的空间中的扩散减少和表面电荷层重叠,HAR结构对湿式清洁和湿式蚀刻效率提出了挑战。

发明内容

[0006] 一种处理衬底的方法包含:a)将衬底设置在处理室中;b)将汽化溶剂和气体混合物中的至少一者供应至所述处理室,以在所述衬底的暴露表面上形成所述溶剂的保形液体层;c)将所述汽化溶剂及所述气体混合物中的所述至少一者从所述处理室中移除;以及d)将包含卤素物质的反应性气体供应至所述处理室。所述保形液体层吸附所述反应性气体以形成反应性液体层,所述反应性液体层对所述衬底的所述暴露表面进行蚀刻。

[0007] 在其他特征中,所述反应性液体层与所述衬底的所述暴露表面进行反应以产生气体产物。所述衬底的所述暴露表面被蚀刻而不会形成残余物。所述汽化溶剂和所述气体混合物中的所述至少一者选自由极性溶剂、水、过氧化物、异丙醇、丙酮、四氯化碳、己烷、甲醇和乙醇组成的群组。

[0008] 在其他特征中,所述反应性气体选自由氟化氢气体、氯化氢气体和溴化氢气体组成的群组。所述衬底包含多个高深宽比(HAR)特征,其具有大于或等于5:1的深度比宽度。

[0009] 在其他特征中,在将所述汽化溶剂和所述气体混合物中的所述至少一者供应至所述处理室之前,将所述处理室中的压强设定在从1托至10托的压强范围内。在将所述汽化溶剂和所述气体混合物中的所述至少一者供应至所述处理室之前,将所述处理室中的处理温度设定在从0℃至400℃的温度范围内。在将所述汽化溶剂和所述气体混合物中的所述至少一者供应至所述处理室之前,将所述处理室中的处理温度设定至从150℃至400℃的温度范围内。

[0010] 在其他特征中,所述反应性液体层以在10埃/min至100埃/min的范围内的蚀刻速率对所述暴露表面进行蚀刻。在其他特征中,所述方法包含:执行包含a)至d)的多个循环。

[0011] 在其他特征中,所述反应性液体层在所述多个循环中的每一循环期间将所述暴露表面蚀刻0.2埃至1埃。在其他特征中,所述方法还包含在b)之前:将氧化性气体供应至所述处理室持续预定时段;以及将所述氧化性气体排空。

[0012] 在其他特征中,所述氧化性气体包含选自由分子氧、臭氧、过氧化氢、氧化亚氮和二氧化氮组成的群组中的气体。所述氧化性气体通过远程等离子体供应。在100℃至400℃的范围内的处理温度下供应所述氧化性气体。

[0013] 在其他特征中,所述方法包含:在d)之后执行所述衬底的湿式清洁。所述反应性液体层与所述衬底的所述暴露表面进行反应以产生气体产物。所述衬底的所述暴露表面被蚀刻而不会形成残余物。在其他特征中,在感应耦合式等离子体(ICP)室中执行a)至d)。

[0014] 根据详细描述、权利要求和附图,本公开内容的适用性的进一步的范围将变得显而易见。详细描述和具体示例仅用于说明的目的,并非意在限制本公开的范围。

附图说明

[0015] 根据详细描述和附图将更充分地理解本公开,其中:

[0016] 图1为包含高深宽比(HAR)结构的衬底的示例的侧视截面图;

[0017] 图2A和2B为根据本公开内容的衬底清洁或蚀刻期间的衬底的示例的侧视截面图;

[0018] 图3为根据本公开内容的衬底的清洁或蚀刻方法的示例的流程图;

[0019] 图4A至4C为根据本公开内容的在衬底清洁或蚀刻期间的衬底的侧视截面图;

[0020] 图5为根据本公开内容的衬底的清洁或蚀刻方法的示例的流程图;

[0021] 图6A及6B为根据本公开内容的处理室的功能框图;以及

[0022] 图7为根据本公开内容的至少包含用于清洁和蚀刻的处理室的衬底处理工具的功能框图。

[0023] 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。

具体实施方案

[0024] 随着特征在先进工艺节点中缩小,高深宽比(HAR)结构变得更为普遍。如本文所使用的,HAR结构涉及具有大于5:1、10:1或20:1的深宽比的特征。由于在几何上受限的空间中的扩散减少和表面电荷层重叠,HAR结构对湿式清洁和湿式蚀刻效率提出了挑战。根据本公开内容的方法利用气体或气相预处理以产生吸附液体层来克服该挑战,该吸附液体层保形地涂覆HAR结构并改善后续的清洁和移除效率。

[0025] 相比于液相,材料在气体或气相中扩散得快许多(快约$\times 10^4$)。本文所述的方法在HAR结构上从气体或气相形成吸附的反应性物质的液体层。由于吸附液体层,化学反应能够使衬底表面上的下伏的残余物或膜改性,并改善残余物的清洁效率或膜的蚀刻效率。

[0026] 在一些示例中,该处理是在真空室中于真空下执行,伴随在预定温度下的受控的蒸气暴露。在一些示例中,压强是在1T至10T的范围内。在一些示例中,在蚀刻或清洁期间将衬底温度维持在0℃至400℃的范围内。在一些示例中,在蚀刻或清洁期间将衬底温度维持在150℃至400℃的范围内。在其他示例中,在处理室中于大气压强下执行该处理。是否使用

真空室可由在清洁或蚀刻步骤期间所使用的不同处理温度和/或压强下的溶剂的挥发性来决定。如果溶剂在大气压强下不具挥发性,则可使用真空室。

[0027] 根据本公开内容的方法与原子层蚀刻(ALE)相似,因为反应物以气体或气相导入。然而,在ALE中,吸附层主要为单层,且蚀刻停止于单层反应。因此,蚀刻速率是缓慢的,例如每循环约0.2A(埃)至1A的材料。此外,ALE处理并未解决清洁效率的问题。根据本公开内容的方法提供较高的蚀刻速率。在一些示例中,蚀刻速率为约10A/min至100A/min。与湿式清洁化学方法相比,根据本公开内容的方法的另一优点在于固有的高选择性。凝结的液体层如同湿式清洁化学方法中的液体一样有效地进行作用。

[0028] 现在参考图1,衬底100包含第一层110和沉积于第一层110上的第二层114。衬底100包含多个高深宽比(HAR)结构108,其被限定于第一层110和第二层114中。例如,在先前的处理步骤之后,微粒或残余物120可能位于HAR结构108的底部处且可能需要被移除。由于HAR结构的深度,微粒或残余物120可能难以在清洁期间移除。

[0029] 现参考图2A及2B,在清洁和/或蚀刻处理期间,使衬底100暴露于气体混合物或汽化的溶剂A(g),其中A为该溶剂。例如,可相对于处理室中的其他部件而将衬底100控制在不同的温度(例如,将衬底100维持在较低温度)。可以将溶剂100作为气体混合物导入处理室中,该气体混合物在衬底100上凝结成液体。替代地,可将气体蒸气供应至处理室。

[0030] 在图2A中,气体或蒸气在第二层114上凝结并形成保形液体层210(其吸附于第二层114的暴露表面上,如图所示)。在一些示例中,溶剂选自由下列各项所组成的群组:极性溶剂、水(H_2O)、过氧化物(H_2O_2)、异丙醇(C_3H_8O或IPA)、丙酮($(CH_3)_2CO$)、四氯化碳(CCl_4)、己烷(C_6H_{14})、甲醇(CH_3OH或MeOH)、乙醇(C_2H_6O或EtOH)和/或其他合适的溶剂。在一些示例中,所使用的溶剂基于待清洁或蚀刻的第二层114的膜材料而选择。

[0031] 随后,使衬底100暴露于反应性气体B(g),其中B包含诸如氟(F)、氯(Cl)或溴(Br)之类的卤素物质,如图2B中所示。在一些示例中,反应性气体包含氟化氢(HF)气体、氯化氢(HCl)气体或溴化氢(HBr)气体。反应性物质由液体层210所吸附,以产生包含反应性物质的反应性液体层220。在蚀刻时段或清洁时段期间,反应性液体层220对第二层114进行清洁或蚀刻。所形成的反应副产物处于气相,且在不形成任何残余物的情况下离开HAR,如由气体C(g)所示出的。

[0032] 在一些示例中,例如在清洁操作期间,可在暴露于反应性液体层220中的反应性物质之后执行湿式清洁步骤。在一些示例中,湿式清洁步骤利用温和的化学品。在一些示例中,湿式清洁步骤包含利用去离子水(DIW)或臭氧溶解的去离子水(DIO_3)以冲洗衬底。

[0033] 现参考图3,显示了用于衬底清洁或蚀刻的方法300。在310,将衬底设置于处理室中。在314,对衬底温度和/或室压强进行控制。在318将气体混合物和/或汽化的溶剂供应至处理室持续第一预定时段。气体混合物和/或汽化的溶剂作为液体层吸附于第二层114的暴露表面上。在322,将反应性气体供应至处理室持续第二预定时段。在一些示例中,反应性气体包含卤素物质。使衬底暴露于包含反应性物质的液体层,持续足以进行清洁和/或蚀刻的第三预定时段。在326,可在清洁或蚀刻步骤之后任选地执行湿式蚀刻步骤。该处理可重复进行一或多次。

[0034] 现在参考图4A至4C,可利用另一处理对图1的衬底100进行清洁或蚀刻。在图4A中,使衬底100暴露于氧化性气体混合物,其使第二层114的暴露表面氧化,如在410处所示的。

在图4B中,使衬底100在暴露于反应性气体B(g)之前任选地暴露于气体混合物或汽化的溶剂A(g)。气体混合物或汽化的溶剂在第二层114上凝结而产生保形液体层420。在一些示例中,溶剂系选自由下列各项所组成的群组:极性溶剂、水(H_2O)、过氧化物(H_2O_2)、异丙醇(C_3H_8O或IPA)、丙酮($(CH_3)_2CO$)、四氯化碳(CCl_4)、己烷(C_6H_{14})、甲醇(CH_3OH或MeOH)、和/或乙醇(C_2H_6O或EtOH)

[0035] 随后,使衬底100暴露于反应性气体B(g),其中B包含诸如氟(F)、氯(Cl)或溴(Br)之类的卤素物质,如图4C中所示。反应性物质由液体层420吸附,以产生包含反应性物质的液体层430。液体层430分别在清洁时段或蚀刻时段期间对第二层114进行清洁或蚀刻。所形成的反应副产物处于气相,且在不形成任何残余物的情况下离开HAR,如气体C(g)所示。

[0036] 在一些示例中,例如在清洁操作期间,可在暴露于反应性物质(在液体层430中)之后利用温和的化学品(与诸如硫酸过氧化氢混合物(SPM)之类的其他清洁步骤相比)以执行单纯的湿式清洁步骤。在一些示例中,单纯的湿式清洁步骤可包含利用去离子水(DIW)或臭氧溶解的去离子水(DIO3)以冲洗衬底。

[0037] 现在参考图5,显示了用于衬底清洁或蚀刻的方法500。在510,将衬底设置于处理室中。在514,对衬底温度和/或室压强进行控制。在518,在第一预定时段期间将氧化性气体供应至处理室。在一些示例中,氧化性气体包含分子氧(O_2)、臭氧(O_3)、过氧化物(H_2O_2)、氧化亚氮(N_2O)、二氧化氯(NO_2),但也可使用其他氧化性气体。氧化性气体可通过使用远程等离子体源(RPS)的远程等离子体来供应、或在升高的处理室温度下利用热反应来供应。在一些示例中,提升的处理室温度是在100℃至400℃的范围内。在一些示例中,针对O_2、O_3以及H_2O_2,提升的温度是在50℃至250℃的范围内。在一些示例中,针对N_2O和NO_2,提升的温度是在200℃至400℃的范围内。

[0038] 在任选的步骤522,将气体和/或汽化的溶剂供应至处理室持续第二预定时段。气体和/或汽化的溶剂作为液体层被吸附于第二层114的暴露表面上。在526,将反应性气体供应至处理室持续第三预定时段。反应性气体包含卤素物质。使衬底暴露于包含反应性物质的液体层,持续足以进行清洁和/或蚀刻的第四预定时段。在530,可任选地执行湿式蚀刻步骤。该处理可根据需要而重复进行一或多次。

[0039] 在一示例中,图5的方法用于选择性地蚀刻TiN/TiSiN膜。在此示例中,利用热氧化(O_3或O_2/N_2)或远程感应耦合式等离子体(ICP)(O_2或O_2/N_2)以供应氧化气体。氧化步骤产生TiO_2层。溶剂包含醇类,例如IPA、MeOH或EtOH。反应性气体包含HCl、HF或HBr。TiO_2被转化为$TiCl_x$、TiF_y、或$TiBr_z$(其中x、y和z为整数),其是挥发性的。

[0040] 图5所述方法的优点包含较高的清洁效率。气体扩散比液体扩散高~10^4的数量级,且无德拜长度(Debye length)限制。该处理被氧化厚度限制,从而提供均匀度控制。额外的厚度可通过循环进行该处理一或多次而移除。

[0041] 现参考图6A,显示了用于在真空下执行蚀刻或清洁的衬底处理室600的示例。虽然显示和描述了特定的衬底处理室,但可使用其他类型的衬底处理系统实行方法。例如,可使用在大气压强下操作的衬底处理系统。衬底处理室600包括下室区域602和上室区域604。下室区域602由室侧壁表面608、室底表面610和气体分配装置614的下表面限定。

[0042] 上室区域604由气体分配装置614的上表面和圆顶618的内表面限定。在一些示例中,圆顶618搁置在第一环形支撑件621上。在一些示例中,第一环形支撑件621包括用于将

处理气体输送到上室区域604的一个或多个间隔开的孔623。在一些示例中,处理气体通过一个或多个间隔开的孔623以相对于包括气体分配装置614的平面成锐角沿向上方向输送,但也可以使用其它角度/方向。在一些示例中,第一环形支撑件621中的气体流动通道634向一个或多个间隔开的孔623供应气体。

[0043] 第一环形支撑件621可以搁置在第二环形支撑件625上,第二环形支撑件625限定用于将处理气体从气体流动通道629输送到下室区域602的一个或多个间隔开的孔627。在一些示例中,气体分配装置614中的孔631与孔627对准。在其他示例中,气体分配装置614具有较小的直径,并且不需要孔631。在一些示例中,处理气体通过一个或多个间隔开的孔627以相对于包括气体分配装置614的平面成锐角朝向衬底以向下方向输送,但也可以使用其它角度/方向。

[0044] 在其他示例中,上室区域604是具有平坦顶表面的圆柱形,并且可以使用一个或多个平坦的感应线圈。在其他示例中,单个室可以与位于喷头和衬底支撑件之间的间隔物一起使用。

[0045] 衬底支撑件622布置在下室区域604中。在一些示例中,衬底支撑件622包括静电卡盘(ESC),但也可以使用其他类型的衬底支撑件。在蚀刻期间,衬底626布置在衬底支撑件622的上表面上。在一些示例中,衬底626的温度可以由加热器板617、具有流体通道的可选冷却板和一个或多个传感器(未示出)控制;但也可以使用任何其它合适的衬底支撑件温度控制系统。

[0046] 在一些示例中,气体分配装置614包括喷头(例如,具有多个间隔开的孔635的板633)。多个间隔开的孔635从板633的上表面延伸到板633的下表面。在一些示例中,间隔开的孔635具有在0.1英寸至0.75英寸范围内的直径。在一些示例中,喷头由诸如铝之类的导电材料或诸如具有由导电材料制成的嵌入电极的陶瓷之类的非导电材料制成。

[0047] 一个或多个感应线圈640围绕圆顶618的外部部分布置。当通电时,一个或多个感应线圈640在圆顶618内部产生电磁场。在一些示例中,使用上部线圈和下部线圈。气体注入器642从气体输送系统650-1注入一种或多种气体混合物。

[0048] 在一些示例中,气体输送系统650-1包括一个或多个气体源652、一个或多个阀654、一个或多个质量流量控制器(MFC)656和混合歧管658,但也可以使用其它类型的气体输送系统。蒸气输送系统659将包含载气和另一种气体的蒸气输送到处理室。

[0049] 气体分离器(未示出)可用于改变气体混合物的流率。另外的气体输送系统650-2可用于向气体流动通道629和/或634提供蚀刻气体或蚀刻气体混合物(附加于或代替来自气体注入器142的蚀刻气体)。

[0050] 合适的气体输送系统在2015年12月4日提交的共同转让的美国专利申请序列No.14/945,680(名称为“Gas Delivery System”)中显示和描述,其全部内容通过引用并入本文。在2016年1月7日提交的名称为“Substrate Processing System with Multiple Injection Points and Dual Injector”的共同转让的美国临时专利申请No.62/275,837中示出和描述了合适的单气体或双气体注入器和其他气体注入位置,其全部内容通过引用并入本文。

[0051] 在一些示例中,气体注入器642包括将气体沿向下的方向引导的中心注入位置以及使气体沿相对于向下的方向以一定角度注入的一个或多个侧注入位置。在一些示例中,

气体输送系统650-1以第一流率将气体混合物的第一部分输送到气体注入器642的中心注入位置,并以第二流率将气体混合物的第二部分输送到气体注入器642的侧注入位置。在其他示例中,不同的气体混合物由气体注入器642输送。在一些示例中,气体输送系统650-1将调节气体输送到气体流动通道629和634和/或处理室的其他位置,如下文将要描述的。

[0052] 等离子体产生器670可以用于产生输出到一个或多个感应线圈640的RF功率。等离子体690在上室区域604中产生。在一些示例中,等离子体产生器670包括RF源672和匹配网络674。匹配网络674将RF源672的阻抗与一个或多个感应线圈640的阻抗匹配。在一些示例中,气体分配装置614连接到诸如接地之类的参考电位。阀678和泵680可以用于控制下室区域602和上室区域604内部的压强并且用于抽空反应物。

[0053] 控制器676与气体输送系统650-1和650-2、阀678、泵680和/或等离子体产生器670通信,以控制处理气体、吹扫气体、RF等离子体的流动和室压强。在一些示例中,通过一个或多个感应线圈640在圆顶618内维持等离子体。使用气体注入器642(和/或孔623)从室的顶部引入一种或多种气体混合物,并且使用气体分配装置614限制等离子体在圆顶618内。

[0054] 在一些示例中,RF偏置684被提供,并且包括RF源686和任选的匹配网络688。RF偏置功率可以用于在气体分配装置614和衬底支撑件之间产生等离子体,或者在衬底626上产生自偏置以吸引离子。控制器676可以用于控制RF偏置功率。

[0055] 现参考图6B,蒸气输送系统659可包含起泡器或安瓿。蒸气输送系统659包含载气源692,其经由阀V1而连接至质量流量控制器694。蒸气输送系统659还包含阀V2、V3、V4、V5和V6,其被配置以防止流动、或控制载气或载气与溶剂的混合物的流动。温度传感器697和加热器698用于控制安瓿696中的溶剂的温度。载气可通过开启阀P1、V2、V4、V5和V6而加以供应。载气和溶剂可通过开启阀V1、V2、V3、V5和V6并且关闭阀V4供应。

[0056] 现在参考图7,显示了根据本公开内容的衬底处理工具710。衬底处理工具710包含设置于中心位置的机械手712。机械手712可在真空或大气压强下操作。衬底处理工具710包含设置于机械手712周围的多个站716-1、716-2、...、和716-S(统称为站716)(其中S为大于一的整数)。站716可设置成围绕衬底处理工具710的中心以相等或不规则的角度偏移。站716的示例可包含沉积、蚀刻、预清洁、后清洁、旋转清洁等。最初衬底可位于盒734中。大致标示于738的机械手和装载锁可用于将衬底从盒734移动至衬底处理工具710。当处理完成时,机械手和装载锁738可将衬底送回至盒734和/或另一盒739。

[0057] 在一些示例中,多个站716中的一个执行沉积或蚀刻。多个站716中的另一个执行上述的清洁或蚀刻。多个站716中的另一个(例如旋转清洁室)执行上述的单纯湿式清洁步骤。在一些示例中,通过机械手712而移动衬底,从沉积或蚀刻站至清洁或蚀刻站,并接着至单纯湿式清洁站。

[0058] 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,虽然每个实施方案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案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案的特征中实现和/或与任何其它实施方案的特征组合,即使该组合没有明确描述。换句话说,

所描述的实施方案不是相互排斥的,并且一个或多个实施方案彼此的置换保持在本公开的范围内。

[0059] 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”。

[0060] 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装载锁。

[0061] 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。在一些实施方案中,操作参数可以是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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

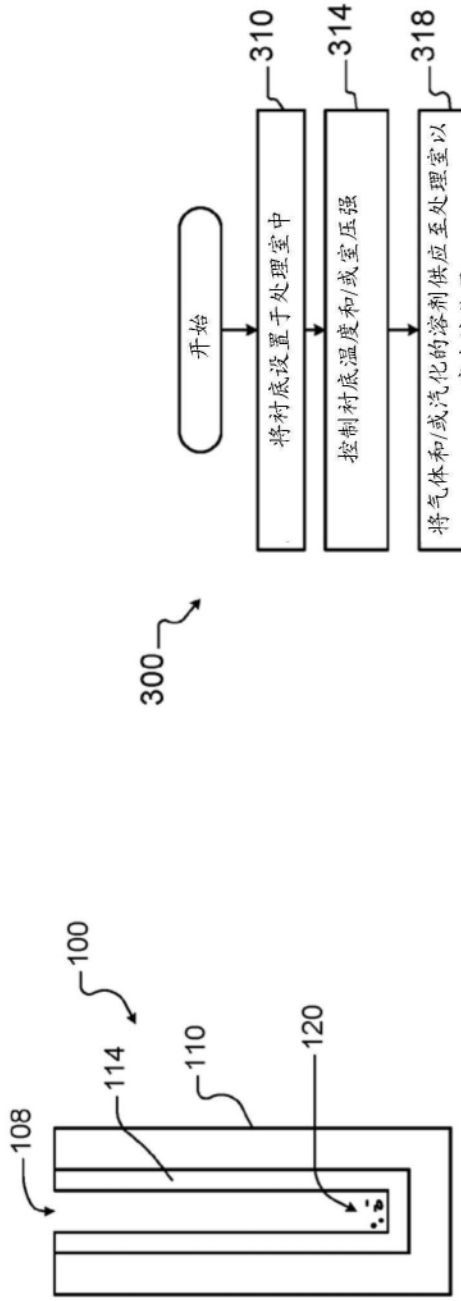

100
114
110
120
108

图 1

开始
将衬底设置于处理室中
310
控制衬底温度和/或室压强
314
将气体和/或汽化的溶剂供应至处理室以产生液体层
318
供应包含卤素物质的反应性气体
322
任选地执行湿式清洁
326
结束
300

图 3

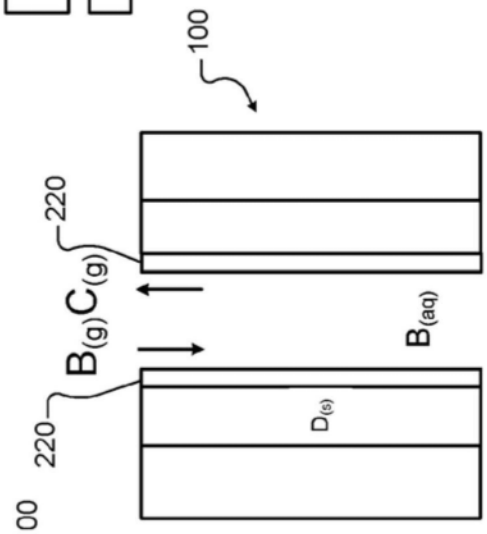

100
220
$B_{(g)}C_{(g)}$
$B_{(aq)}$
$D_{(s)}$

图 2B

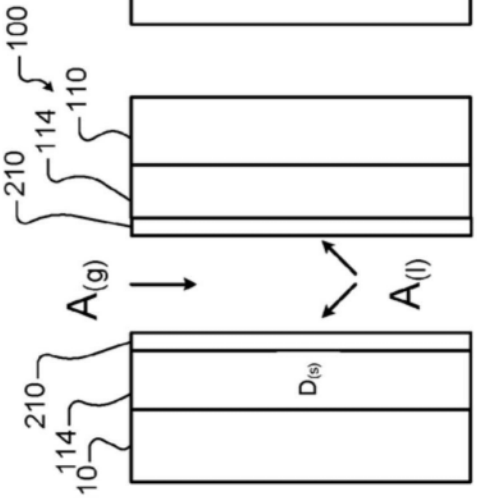

100
110
114
210
$A_{(g)}$
$A_{(l)}$
$D_{(s)}$

图 2A

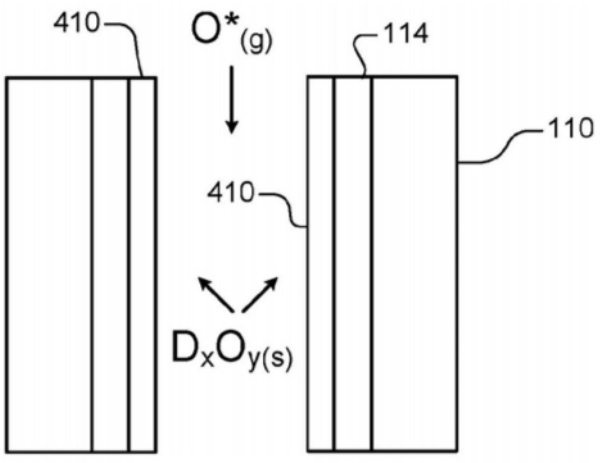

410
O*(g)
114
110
410
DxOy(s)

图4A

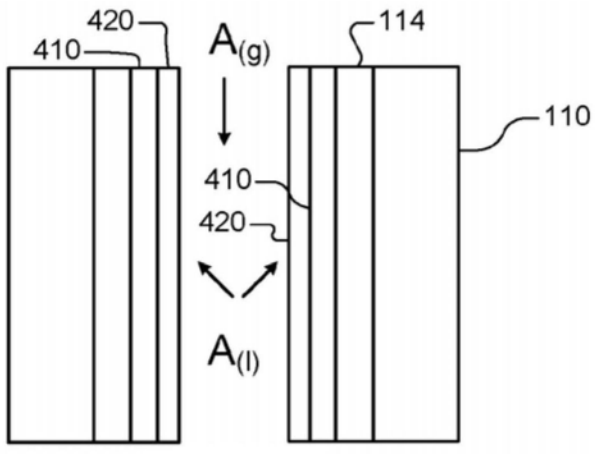

420
410
A(g)
114
110
410
420
A(l)

图4B

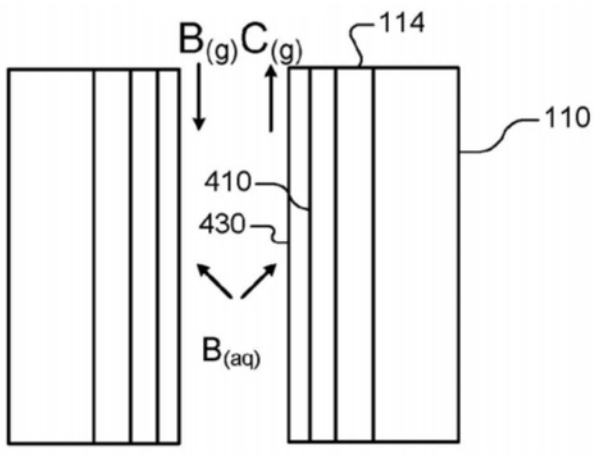

B(g)C(g)
114
110
410
430
B(aq)

图4C

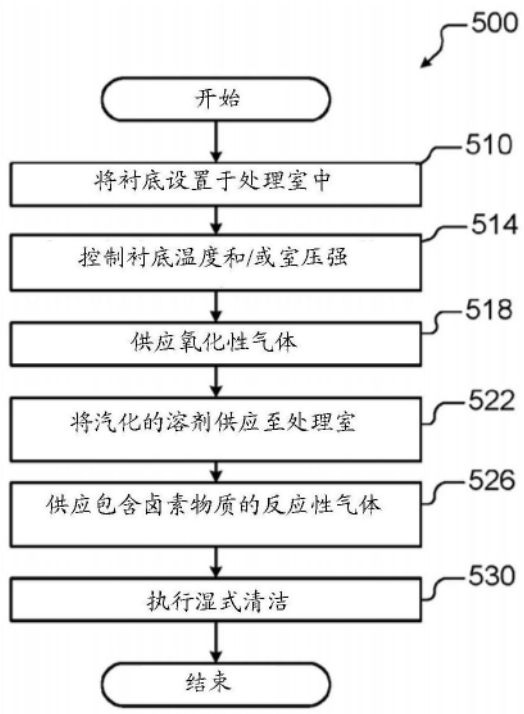

500
开始
510
将衬底设置于处理室中
514
控制衬底温度和/或室压强
518
供应氧化性气体
522
将汽化的溶剂供应至处理室
526
供应包含卤素物质的反应性气体
530
执行湿式清洁
结束

图5

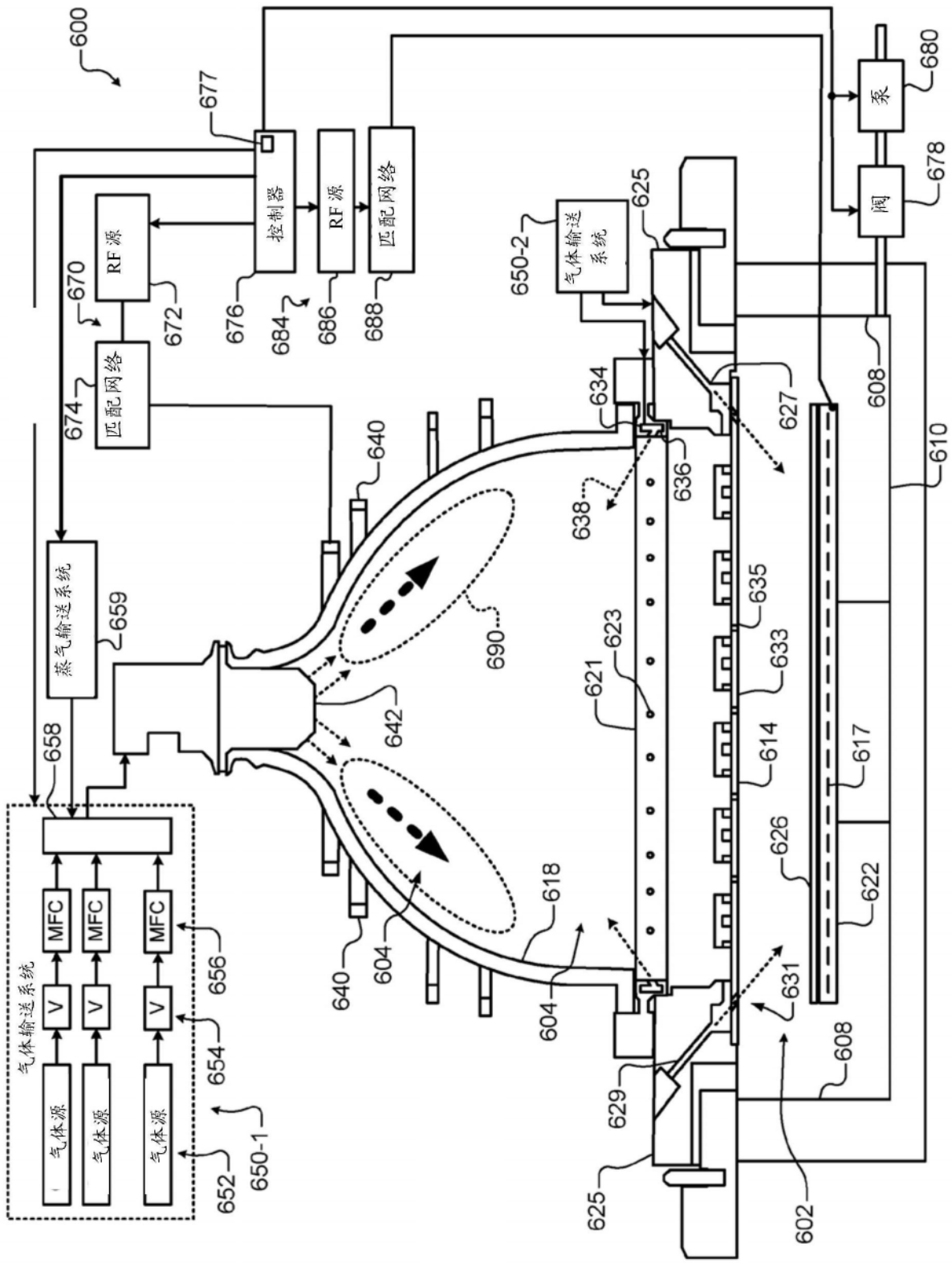

600
677
控制器
RF源
匹配网络
RF源
匹配网络
670
672
674
676
684
686
688
650-2
气体输送系统
625
泵
阀
680
678
608
610
627
634
636
638
640
690
642
635
633
623
621
614
617
626
622
618
604
631
629
602
蒸气输送系统
659
658
气体输送系统
MFC
V
气体源
656
654
652
650-1

图6A

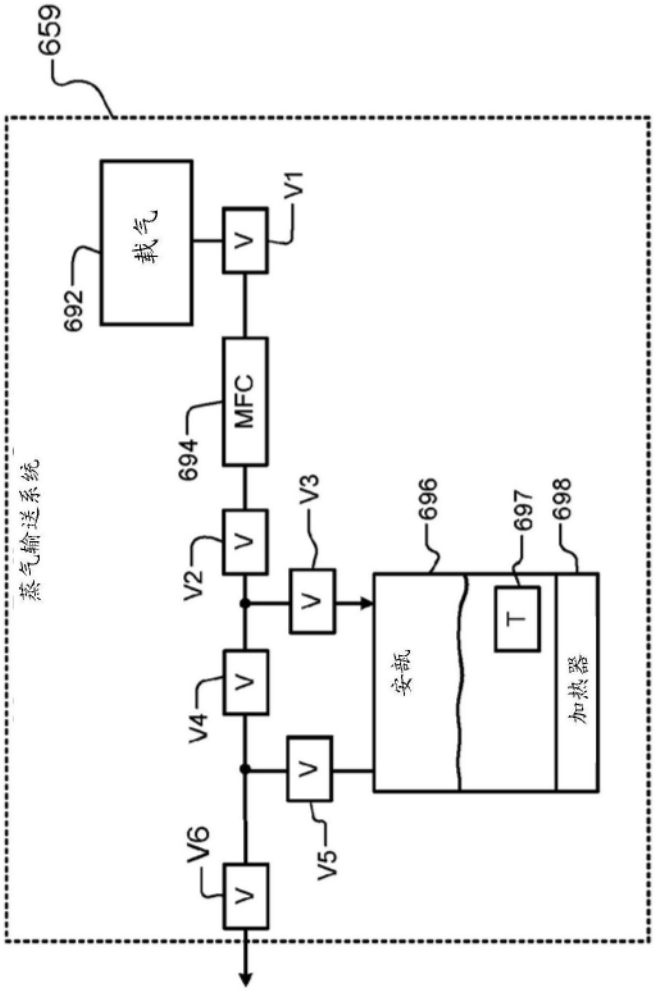


图6B

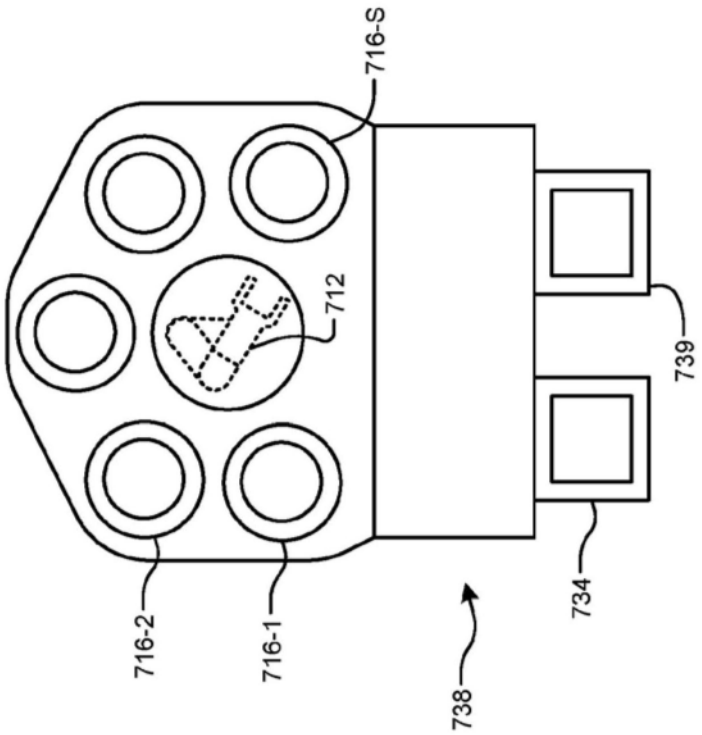


图7