



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102656952 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201080042131.6

(22)申请日 2010.09.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102656952 A

(43)申请公布日 2012.09.05

(30)优先权数据

61/246,526 2009.09.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2012.03.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/050401 2010.09.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02011/038344 EN 2011.03.31

(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 拉金德尔·德辛德萨

罗加罗马尼昂·卡利阿纳尔曼

萨斯安阿拉延安·玛尼

瓜塔姆·巴特查里亚

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 李献忠

(51)Int.Cl.

H05H 1/24(2006.01)

H05H 1/34(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0108301 A1, 2004.06.10,

US 2008/0099120 A1, 2008.05.01,

US 6602381 B1, 2003.08.05,

US 2006/0177600 A1, 2006.08.10,

JP 特开2007-162131 A, 2007.06.28,

JP 特开2004-311066 A, 2004.11.04,

CN 1675737 A, 2005.09.28,

审查员 刘时雄

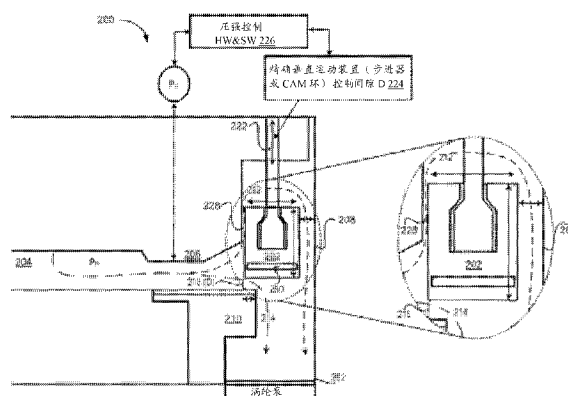
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

组合式约束环装置及其方法

(57)摘要

用于在等离子体处理腔中执行压强控制的装置,包括上电极、下电极和组合式约束环装置,其中该上电极、下电极和组合式约束环装置被配置为至少用于围绕约束腔区域以促进等离子体形成与该区域中的等离子体约束。该装置进一步包括被配置用于沿垂直方向移动组合式约束环装置的至少一个活塞,以调节第一气体传导路径和第二气体传导路径中的至少一个以执行压强控制,其中第一气体传导路径形成在上电极与组合式约束环装置之间,且第二气体传导路径形成在下电极和单个组合式环装置之间。



1. 一种在衬底处理期间在等离子体处理系统的处理腔中执行压强控制的装置,所述装置包括:

上电极;

下电极;

由包括槽的单个环组成的组合式约束环装置;以及

至少一个活塞,其被配置用于沿垂直方向移动所述组合式约束环装置以调节第一气体传导路径和第二气体传导路径从而执行所述压强控制,

其中所述上电极、所述下电极和所述组合式约束环装置被配置为至少用于围绕约束腔区域,其中所述约束腔区域能够维持用于在衬底处理期间刻蚀所述衬底的等离子体,并且所述组合式约束环装置被配置用于约束所述约束腔区域内的所述等离子体;以及

其中所述第一气体传导路径形成在所述上电极的第一突出与所述组合式约束环装置的第二突出之间,所述第二突出的至少一部分与所述第一突出重叠,通过垂直移动所述至少一个活塞以调节所述第一气体传导路径的长度来提供所述约束腔区域内的所述压强控制,所述第二气体传导路径形成在所述组合式约束环装置的下表面与所述下电极的上表面之间,所述组合式约束环装置的所述下表面的宽度的至少一部分与所述下电极的所述上表面重叠,并且通过垂直移动所述至少一个活塞以调节所述第二气体传导路径的宽度来提供所述约束腔区域内的所述压强控制。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述组合式约束环装置由介电材料制成。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述组合式约束环装置由导电材料制成。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述等离子体处理系统是电容耦合式等离子体处理系统。

5. 根据权利要求1所述的装置,其进一步包括被配置为至少用于监控和稳定所述约束腔区域内压强的自动反馈装置。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述自动反馈装置包括被配置用于采集有关所述约束腔区域内压强大小的处理数据的成套传感器。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述自动反馈装置包括精确垂直运动装置,该精确垂直运动装置被配置为至少用于:

从所述成套传感器接收所述处理数据,

分析所述处理数据,以及

为所述单个组合式约束环装置确定新的位置。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述组合式约束环装置包括成套槽,其中所述成套槽中的每个槽被配置用于为从所述约束腔区域排出气体提供额外的路径,其中通过垂直移动所述至少一个活塞调节所述每个槽的可利用性。

9. 一种在衬底处理期间在等离子体处理系统的处理腔中执行压强控制的装置,所述装置包括:

上电极;

下电极;

由包括槽的单个环组成的组合式约束环装置,其中所述上电极、所述下电极和所述组合式约束环装置被配置为至少用于围绕约束腔区域,其中所述约束腔区域能够维持用于在

衬底处理期间刻蚀所述衬底的等离子体,并且所述组合式约束环装置被配置用于约束所述约束腔区域内的所述等离子体;

阀,其被配置为至少用于控制所述约束腔区域内的压强;以及

至少一个活塞,其被配置用于沿垂直方向移动所述组合式约束环装置以调节第一气体传导路径和第二气体传导路径从而执行所述压强控制,

其中所述第一气体传导路径形成在所述上电极的第一突出与所述组合式约束环装置的第二突出之间,所述第二突出的至少一部分与所述第一突出重叠,通过垂直移动所述至少一个活塞以调节所述第一气体传导路径的长度来提供所述约束腔区域内的所述压强控制,所述第二气体传导路径形成在所述下电极与所述组合式环装置之间,并且通过垂直移动所述至少一个活塞以调节所述第二气体传导路径的宽度来提供所述约束腔区域内的所述压强控制。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述第一气体传导路径为从所述约束腔区域排出气体提供第一路线。

11. 根据权利要求10所述的装置,其中所述第二气体传导路径为从所述约束腔区域排出气体提供第二路线。

12. 根据权利要求9所述的装置,其进一步包括被配置为至少用于监控和稳定所述约束腔区域内压强的自动反馈装置。

13. 根据权利要求9所述的装置,其中所述组合式约束环装置由介电材料和导电材料中的至少一种制成。

组合式约束环装置及其方法

背景技术

[0001] 等离子体处理的进步促进了半导体产业的发展。在当今的竞争市场中,制造商能够将损耗最小化并生产高质量的半导体装置的能力将使其具有竞争优势。相应地,为在衬底处理期间实现满意的结果通常需要严格控制处理参数。因此,制造商已经花费时间和资源致力于识别改善衬底处理的方法和/或装置。

[0002] 在诸如电容耦合等离子体(CCP)或电感耦合等离子体(ICP)处理系统等等离子体处理系统中,半导体装置的制造可能需要使用处理腔内等离子体的多步骤方法。在处理期间,气体可以与射频(RF)功率相互作用形成等离子体。可以使用约束环控制等离子体形成并保护处理腔壁。约束环可以包括堆叠在彼此顶部的多个环并配置为围绕着等离子体形成于其中的腔容积空间的外围(即约束腔区域(confined chamber region))。

[0003] 约束环还可以用于控制约束腔区域的压强水平。通常在处理中,处理腔通常在每个处理步骤维持预定压强以便产生期望的处理衬底所需的等离子体。本领域的技术人员知道衬底处理中稳定的等离子体是重要的。因此,衬底处理期间保持对处理参数严格控制的能力对等离子体稳定是基本的。当处理参数(例如压强或其他参数)不在狭窄的预定窗(window)内时,可能就必须调节处理参数以根据要求的处理方案维持稳定的等离子体。

[0004] 图1示出了处理腔内约束环装置的简单截面图。考虑其中的情况,例如,衬底102被设置在下电极104(诸如静电卡盘)的顶上。在衬底处理期间,等离子体106可以在衬底102和上电极108之间形成。围绕等离子体106的是多个约束环(110a、110b、110c、110d等),它们可以用于约束等离子体106并控制约束区域(诸如约束腔区域118)内的压强。多个约束环之间的间隙(诸如间隙112a、112b、112c等)可以调节以控制排放率(exhaust rate),并因此控制衬底表面上的压强。

[0005] 在使用多个约束环(110a、110b、110c、110d等)的常见处理腔中,约束环可以具有连接点。设置在每个连接点的是活塞(例如,诸如114和116)。为了控制约束区域118内的压强大小,活塞控制器模块120(诸如CAM环装置)可以使活塞垂直(上/下)运动以调节多个约束环(110a、110b、110c、110d等)之间的间隙。通过调节约束环之间的间隙,可以控制从约束腔区域排出的气体的传导率,从而控制处理腔内的压强大小。换言之,在衬底处理期间,如果腔压强在指定范围(诸如由当前方案步骤确定)之外,就可以调节约束环。在示例中,为了增加处理腔内的压强,可以减小约束环之间的间隙。

[0006] 在市场竞争中,简化方法和/或部件的能力通常让制造商比其竞争对手更有竞争优势。鉴于竞争日益激烈的衬底处理市场,需要一种提供压强控制的同时在等离子体产生区域内约束等离子体形成的简单装置。

附图说明

[0007] 本发明由示例而非限制的方式在附图的图中说明,其中相似的参考数字指的是相似的元件,其中:

[0008] 图1示出了处理腔内约束环装置的简单剖面图。

[0009] 图2-5示出了本发明的实施方式中执行压强控制和等离子体约束的单个组合式(unitized)约束环装置不同结构的剖面图。

具体实施方式

[0010] 现在将参考附图所示的若干实施方式详细描述本发明。在以下描述中,为了彻底理解本发明说明了许多具体细节。然而显然对本领域的技术人员来说,没有这些具体细节的部分或全部也可以实施本发明。另一方面,为了避免不必要地混淆本发明而没有具体描述公知的方法步骤和/或结构。

[0011] 以下描述各种实施方式,包括方法和技术。应当注意本发明还可以涵盖包括计算机可读介质的制品,该计算机可读介质存储用于执行本发明实施方式的计算机可读指令。该计算机可读介质可以包括例如半导体的、磁的、光磁的、光的或者存储计算机可读代码的其他形式的计算机可读介质。进一步地,本发明还可以涵盖实施本发明实施方式的装置。这些装置可以包括执行有关本发明实施方式的任务的专用的和/或可编程电路。这些装置的范例包括经适当编程的通用计算机和/或专用计算装置,并且可以包括适合与本发明实施方式有关的各种任务的计算机/计算装置与专用的/可编程的电路的组合。

[0012] 根据本发明的实施方式,提供了单个或组合式(这两个术语在本发明的上下文中是同义的)约束环装置用于约束等离子体并用于控制等离子体产生区域内的压强。这里所定义的术语组合式约束环,在一个或更多实施方式中,是指可以由单块材料组成的环,或者在其他实施方式中,是指可以包括单独制造其后进行组装的多个部件的环。当组装多个部件形成单个组合式约束环时,约束环的各个部件在展开与收缩(deployment and retraction)期间相对彼此是不移动的。这不像现有技术那样约束环在展开与收缩期间可以张开和坍塌(collapse)。在实施方式中,组合式环可以包括一个或更多的环。

[0013] 本发明的实施方式包括取决于处理腔的要求可以被实施为不同结构的组合式约束环装置。本发明的实施方式还包括用于监控并稳定等离子体产生区域内压强的自动反馈装置。

[0014] 在实施方式中提供了用于约束等离子体并控制等离子体产生区域内压强的组合式约束环装置。该约束环可以围绕处理腔区域的外围以防止等离子体逃出约束腔区域并保护腔壁,等离子体在该处理腔区域中(即约束腔区域)形成。通常,提供了用于从该约束腔区域排气(诸如中性气体种类)的一个或更多路径(通道)。因为约束腔区域内的排气传导率通常与可用于从等离子体产生区域排气路径大小和长度相关,所以在实施方式中可以提供用于在处理腔内实施组合式约束环的不同装置。

[0015] 在一个实施方式中,通过垂直上/下移动约束环,可以减小或扩大路径的大小来改变传导率,从而改变约束腔区域内的压强。在示例中,通过向下移动约束环,可以减小组合式约束环的下表面与下接地延伸部(bottom ground extension)的上表面之间的间隙。因此,就可以从约束腔区域排出更少的气体,从而增加等离子体产生区域内的压强水平。

[0016] 在另一实施方式中,当上下垂直移动约束环时还可以调节路径的长度。在示例中,向上移动约束环可以导致约束环左侧壁与上电极右侧壁之间的路径加长。更长的路径通常产生更大的气体流动阻力。从而排出了更少的气体并增加了约束腔区域内的压强。

[0017] 除了路径的大小和长度,可用路径的数量也可以影响从约束腔区域排气的总传导

率。在示例中,如果从约束腔区域排气存在两个可能的路径,就可以考虑让两个路径确定总的传导率。如果一条路径对另一路径的传导率提供相反效果的话这是特别真实的。例如,上路径和下路径可用于从约束腔区域排气。当向下移动约束环时,上路径被缩短(从而减小了流动阻力)同时下路径被减小(从而增加了流动阻力)。为了计算约束腔区域的总传导率,可以考虑上路径和下路径的传导率。

[0018] 在实施方式中,可以在组合式约束环中创建一个或更多个槽来促进排气流动。这些槽可以是长度相等或者可以具有不同的长度。这些槽可以被均匀地或不均匀地隔开。这些槽的长度和截面面积也可以变化。

[0019] 在实施方式中,可以提供反馈装置用于约束压强和管理压强控制。该反馈装置可以包括配置用于监控约束腔区域内压强水平的传感器。将该传感器采集的数据送到精确的垂直运动装置用于分析。与预定阈值范围的比较可以被执行。如果压强水平在该阈值范围之外,就可以移动约束环到新的位置以改变约束腔区域内局部的压强水平。

[0020] 参考以下附图及讨论可以更好地理解本发明的特点和优点。

[0021] 以下等式1示出了说明可控间隙传导率的简单等式。

可控间隙的传导率 $\sim (C \cdot D^n)/L$ [等式1]

[0022] C =常数(气体分子重量、温度等的函数)

[0023] D =用于排出废气的通道的宽度

[0024] L =用于排出废气的通道的长度

[0025] n =用于排出废气的通道(例如槽)的数量

[0026] 如等式1所示,通过改变以上变量(D 、 L 或 n)中的一个可以控制废气的传导率。以下若干附图(图2-图5)提供了实施单个组合式约束环控制约束腔区域内等离子体约束与压强控制中的至少一个的不同结构的示例。

[0027] 图2示出了根据本发明实施方式的处理腔200的局部简图,该处理腔200带有执行压强控制和/或等离子体约束的组合式约束环装置。在实施方式中,处理腔200可以是电容耦合式等离子体处理腔。

[0028] 在本文件中,可以用电容耦合式等离子体(CCP)处理系统作为示例讨论各种实施方式。然而本发明并不限于CCP处理系统,其可以包括诸如电感耦合式等离子体(ICP)处理系统等可能存在的其他处理系统。相应地,这些讨论意图作为示例并不受所示示例的限制。

[0029] 在衬底处理期间,可用于刻蚀衬底的等离子体可以在约束腔区域204内形成。为了控制等离子体形成并保护处理腔部件,在实施方式中可以使用组合式约束环202围绕约束腔区域204的外围。在实施方式中,至少部分约束环202通常为圆柱形状并被设置在上电极206与腔壁208之间。此外,约束环202宽度的一部分与下接地延伸部210重叠。在实施方式中约束环202可以由介电材料或RF接地导电材料制成。除了该组合式约束环,约束腔区域204的外围还可以由上电极206、设于下电极上的衬底、下接地延伸部210及其他腔结构界定。

[0030] 在衬底处理期间,气体可以从气体分配系统(未示出)流入约束腔区域204与RF功率相互作用产生等离子体。为了从该约束区域(约束腔区域204)排出废气,通常提供一个或更多废气通道。在范例中,通过沿着上路径212或下路径214流动,废气可以从约束腔区域204排出。在实施方式中,通过垂直(上/下)移动约束环202可以控制从约束腔区域204的废气排出率。

[0031] 如上述等式1所示,通过改变变量(D、L或n)中的一个可以控制废气的传导率。在示例中,通过垂直上/下移动约束环202,可以调节间隙218(D),间隙218为约束环202下表面与下接地延伸部210上表面之间的距离。换言之,通过调节间隙218,传导率可以变化,从而改变约束腔区域204内的压强水平(P_w)。例如,通过减小间隙218,更少的气体从约束腔区域204排出,从而增加了约束腔区域204内的压强水平(P_w)。相反,通过增加间隙218,更多的气体可以从约束腔区域204排出,从而降低了约束腔区域204内的压强水平(P_w)。

[0032] 因为图2中示出了用于从约束腔区域204排气的两个路径(214和212),所以约束腔区域204的总传导率可以是下路径传导率和上路径传导率两者的因数。与下路径214相似,当调节约束环202时,上路径传导率也可以改变。在实施方式中,相反效果会根据路径长度(L)而变化。在示例中,通过向下移动约束环202,组合式约束环202与上电极206之间的上路径212部分被缩短(即上路径212的长度),从而提高了排放率。在另一示例中,当垂直向上移动约束环202时由于更长的路径通常为气体流动创建了更多阻力,所以当组合式约束环202与上电极206之间的上路径212部分被拉长时排放率会降低。

[0033] 在另一实施方式中,约束环202侧壁与上电极206右侧壁之间的距离(间隙228)可以影响总的传导率。换言之,间隙228的宽度可以改变上路径212的传导率。在示例中,更宽的间隙228可以增加上路径212的传导率。例如,具有狭窄间隙228的处理腔A比更宽间隙228的处理腔B对总传导率的影响更小。

[0034] 在实施方式中,可以在可利用的连接点将成套活塞222连接于约束环202。活塞的数量可以取决于连接点的数量。可以同时移动这些活塞以垂直上/下调节约束环202。在实施方式中,可以将成套活塞222联接到精确垂直运动装置224(诸如步进器组件、CAM环装置等)。精确垂直运动装置224可用于将约束环202移动到能使约束腔区域204内的压强水平(P_w)维持在期望的方案步骤水平的位置。

[0035] 在实施方式中,可以移动成套活塞222以响应于由成套传感器(诸如传感器226)采集的处理数据(诸如压强数据)。可以将该压强数据送到精确垂直运动装置224,精确垂直运动装置224还可以包括处理与分析该压强数据的模块。如果该处理数据穿过阈值范围,就可以垂直上/下移动成套活塞222以便改变约束腔区域204内的压强水平。在示例中,如果该处理数据表明压强水平高于预定阈值,就可以增加间隙218以降低约束腔区域204内的压强。在实施方式中,采集数据、对数据的分析及成套活塞222的调节中的至少一项可以自动执行而不需要人为介入。

[0036] 如这里所讨论的,术语穿过可以包括超过、不及、在范围内等等。词语穿越的含义取决于阈值数值/范围的要求。在示例中,例如如果方案要求压强至少为某个值,那么如果压强值低于阈值数值/范围就视为该处理数据已经穿过了该阈值数值/范围。在另一示例中,例如如果方案要求压强值低于某值,那么如果该压强值大于阈值数值/范围,则该处理数据就已经穿过了该阈值数值/范围。

[0037] 在实施方式中,约束环202可以包括一个或更多槽250。在实施方式中,该成套槽(n)可用于为从约束腔区域排气提供额外的路径。这些槽长度可以相同或者不同。这些槽之间的距离可以相同或不相同。这些槽的长度和截面积还可以变化。在一个实施方式中,该成套槽可以包括通过光传感器帮助检测等离子体情况的路径,该光学传感器可用于在衬底处理期间捕获端点数据。

[0038] 在实施方式中,约束环202可用于控制等离子体约束而外部部件可用于执行压强控制。本领域的技术人员知道某些方案可能要求处理腔内的部件在处理期间静止。在这种环境中,可以将约束环202设置在预定的静止位置。该预定的静止位置可以是等离子体不受约束的可能性最小化的位置。在实施方式中诸如槽阀(vat valve)252等阀可用于调节约束腔区域204内的压强水平。

[0039] 图3A示出了在本发明的实施方式中带有高电感上路径装置的组合式约束环的截面图。在实施方式中等离子体处理系统可以是电容耦合等离子体(CCP)处理系统。处理腔300可以包括约束环302,约束环302被配置为围绕形成等离子体的腔容积空间(即约束腔区域304)的外围。除了约束环302的上部分具有肩部特征330之外,约束环302与约束环202是相似的。

[0040] 与图2相似,上电极306与下接地延伸部310也可以界定约束腔区域304外围的一部分。在实施方式中,上电极306可以包括突出(搁架特征332)。因此,当约束环302垂直向下移动时,约束环302可以移动的距离不仅由下接地延伸部310的上表面限定(类似于图2),而且还由搁架特征332限定。

[0041] 在衬底处理期间,两条路径(312和314)可以用于从约束腔区域304排出废气。传导率可以通过调节约束环302下表面与下接地延伸部310的上表面之间的间隙318(D)控制。在示例中,为了降低传导率,可以将成套活塞322降下以使约束环302垂直向下移动从而使间隙318变窄。同时,当肩部特征330接近上电极306的搁架特征332的附近时间隙328也会变窄。

[0042] 在实施方式中,间隙318与间隙328可以具有相同的宽度。因此,当肩部特征330位于搁架特征332上时,因为路径312与314都已经被关闭所以气体不再从约束腔区域304排出。

[0043] 在另一实施方式中,间隙318与328可以具有不同宽度尺寸。在示例中,间隙318可以比间隙328更大。在该示例中,当肩部特征330位于搁架特征332上时只有路径312被关闭而路径314仍可用于排出废气。在另一示例中,间隙318比间隙328更小。结果,当约束环302的下表面位于下接地延伸部310的上表面上时,只有路径314被关闭。换言之,路径312仍可用于排出废气。

[0044] 在实施方式中,取代了搁架肩部装置,约束环302的上部左侧壁(364)可以是倾斜的(如图3B、图3C和图3D所示)。在示例中,约束环302的上部左侧壁364可以是小于90度的角。相似地,上电极306右侧壁(362)的一部分可以是倾斜的。在示例中,上电极右侧壁(362)的一部分可以是大于90度的角。因此,可以在该两侧壁之间形成间隙360以使废气排出。传导率可以通过调节间隙360控制。在示例中,为了减小传导率,可以垂直向下移动约束环302以减小间隙360,从而增大约束腔区域304(图3C)内的压强。反之,为了增加传导率,可以垂直向上移动约束环302以增加间隙360,从而减小约束腔区域304(图3D)内的压强。

[0045] 在实施方式中,传感器326可用于采集约束腔区域304内的压强数据。该压强数据可以被送到精确垂直运动装置324(诸如步进器组件、CAM环装置等)用于分析。如果压强水平已经穿过预定的阈值范围,可以移动成套活塞322以将约束环302调节到新的位置。与图2相似,在实施方式中,采集数据、对数据的分析及成套活塞222的调节中的至少一项可以自动执行而不需要人为介入。

[0046] 在实施方式中,约束环302可以包括一个或更多个槽350。在实施方式中,成套槽(n)可以为从约束腔区域排气提供额外的路径。这些槽长度可以相同或者不同。这些槽可以等距或不等距间隔。这些槽的长度和截面积还可以变化。在一个实施方式中,成套的槽可以包括通过光传感器帮助检测等离子体情况的路径,该光传感器可用于捕获衬底处理期间的端点(end)数据。

[0047] 在实施方式中,约束环302可用于控制等离子体约束而外部部件可用于执行压强控制。考虑其中的情况,例如,方案要求处理腔内的所有部件在执行方案期间静止。在这种环境下,可以将约束环302设置在预定的静止位置。该预定的静止位置可以是将等离子体不受约束的可能性最小化的位置。在实施方式中诸如槽阀352等阀可用于调节约束腔区域304内的压强水平。

[0048] 如前所述,传导率不仅受路径截面尺寸的影响,还受路径长度和间距的影响。图4和图5是组合式约束环装置如何可用于改变路径长度以执行等离子体约束和压强控制的示例。

[0049] 图4示出在本发明的实施方式中等离子体处理系统的处理腔400内组合式约束环装置的截面图。在实施方式中,该等离子体处理系统为电容耦合式等离子体(CCP)处理系统。考虑到其中的情况,例如衬底正在处理腔400内处理。在衬底处理期间,等离子体形成在衬底上方以执行刻蚀。

[0050] 在实施方式中,约束环402用于围绕等离子体产生区域(即约束腔区域404)以便约束等离子体。与图2相似,约束环402为单个组合式约束环。然而,约束环402可以从上电极406向下延伸经过下接地延伸部410的上表面。

[0051] 不同于图2,间隙458(图4中约束环402左侧壁与上电极406右侧壁之间的距离)和间隙418(图4中约束环402左侧壁与下接地延伸部410右侧壁之间的距离)均可以是固定的距离。为了控制气体排放的传导率,可以调节每个路径(412和414)的长度。

[0052] 在实施方式中,废气可以通过垂直(上/下)移动约束环402从约束腔区域404排出。如可以从上面的等式1看到的那样,当路径的长度(L)增加时,传导率就降低。换言之,当路径增长时,气体流动的阻力增加。结果,更少的气体可以从等离子体产生区域排出且约束腔区域104内的压强可以增加。

[0053] 如从前面可以领会到的那样,路径412和414彼此之间可以具有反作用。在示例中,当约束环402垂直向下移动时,在组合式约束环402与下接地延伸部410之间的路径414的部分变长而组合式约束环402与上电极406之间的路径412的部分缩短。结果,下路径414的传导率增加而上路径412的传导率减少。因此,在确定约束腔区域404的总传导率时,可以考虑通过两个路径的传导率。

[0054] 在实施方式中,约束环402的结构可以将上路径(412)传导率变化的可能性最小化。在示例中,约束环402的结构可以是这样的:当向下移动约束环402时,约束环402左侧与上电极406右侧之间的长度保持相同,从而保持上路径(412)传导率相对不变。在这种结构中,通过调节下路径414可以控制总传导率。

[0055] 在实施方式中,在可用的连接点可以将约束环402连接到成套活塞422。此外,活塞的数量取决于连接点的数量。可以同时移动该成套活塞以调节约束环402的垂直部分。与图2相似,精确垂直运动装置424(诸如步进器组件、CAM环装置等)可用于控制成套活塞422的

运动。

[0056] 在实施方式中,可以提供反馈装置。该反馈装置可以包括传感器426,传感器426用于采集有关约束腔区域404内压强水平的数据。该压强数据可被送到精确垂直运动装置424用于分析。如果该处理数据穿过阈值范围,就可以垂直移动成套活塞422以便改变约束腔区域404内的压强水平。在实施方式中,可以自动执行采集数据、分析数据和调节成套活塞422中的至少一个而不需要人为介入。

[0057] 在实施方式中,约束环402可用于控制等离子体约束而外部部件可用于执行压强控制。考虑到其中的情况,例如方案要求处理腔内的所有部件在执行该方案期间静止。在这种环境下,可以将约束环402设置在预定的静止位置。该预定的静止位置可以是将等离子体不受约束的可能性最小化的位置。在实施方式中诸如槽阀452等阀可用于调节约束腔区域404内的压强水平。

[0058] 在实施方式中,如图5所示,约束环402可以额外地或替换地实施带有成套的槽。如前面所述,除了路径的尺寸和长度用于从约束腔区域排气之外,用于排气的路径数量(n)和可得间距也可以是影响传导率的因素。在示例中,约束环402可以具有四个槽(502、504、506和508)。因此,不再是只有两个路径(412和414)可用于从约束腔区域404排气,取而代之的是附加的四个路径可用于排出废气。

[0059] 在实施方式中,气体排放的传导率还可以通过调节可用的槽的数量控制。在示例中,为了降低传导率,可以将一个或更多个槽堵塞以防止气体通过由该槽提供的路径排出约束腔区域404。在示例中,槽502和504被设置在下接地延伸部410上表面的下方。因此,只有槽506和508可用于将气体从约束腔区域404排出。换言之,当约束环402垂直向下移动时,下接地延伸部410可以堵塞槽502和504。结果,通过槽502和504的路径可能不再能够用于将排放气体从约束腔区域404排出。

[0060] 图2-5已经讨论了有关等式1。然而,本领域的技术人员知道等式1只是计算传导率的等式的一个示例。等式1已被用作表示可以影响传导率的三个变量(D、L和n)之间关系的示例。其他等式也可以用于计算传导率。在示例中,以下等式2示出了可用于计算传导率的另一等式示例。

$$[0061] \quad C = \frac{2 * K * w^2 * h^2 * \bar{v}}{3 (w + h) * t}, \bar{v} = \sqrt{\frac{8 k T}{\pi m}} \quad [\text{等式2}]$$

[0062] 此外,C=传导率;K=常数;w=宽度;h=高度;v=速率;t=厚度;T=温度;以及m=气体质量。

[0063] 如从前面可以领会到的那样,本发明的一个或更多实施方式提供了组合式约束环装置。利用组合式约束环,可以通过改变可利用的路径数量、路径尺寸和/或路径长度等控制传导率。通过简化设计,需要更少的机械部件执行等离子体约束和/或等离子体产生区域内压强控制的功能。因为机械部件少了,所以组合式约束环装置会更可靠且维修和维护该组合式约束环装置的费用会更低。

[0064] 虽然已经以若干优选实施方式的形式描述了本发明,但存在落入本发明范围的变形、置换和等同方案。虽然此处提供了各种示例,但这些示例意图用于说明而非限制本发明。

[0065] 另外,提供于此的发明名称与概要是为了方便而不应该将其用于解释这里权利要

求的范围。进一步地,摘要由高度概括的形式书写并为方便提供于此,从而不应用于解释或限制由权利要求表达的整个发明。如果在此使用了术语“成套”,这样的术语意图具有包括0、1或大于1个构件等通常理解的数学含义。还应当注意到存在实施本发明方法和装置的许多选择性方式。因此,以下所附权利要求意图解释为包括落入本发明真实精神和范围内的所有这些变形、置换和等同方案。

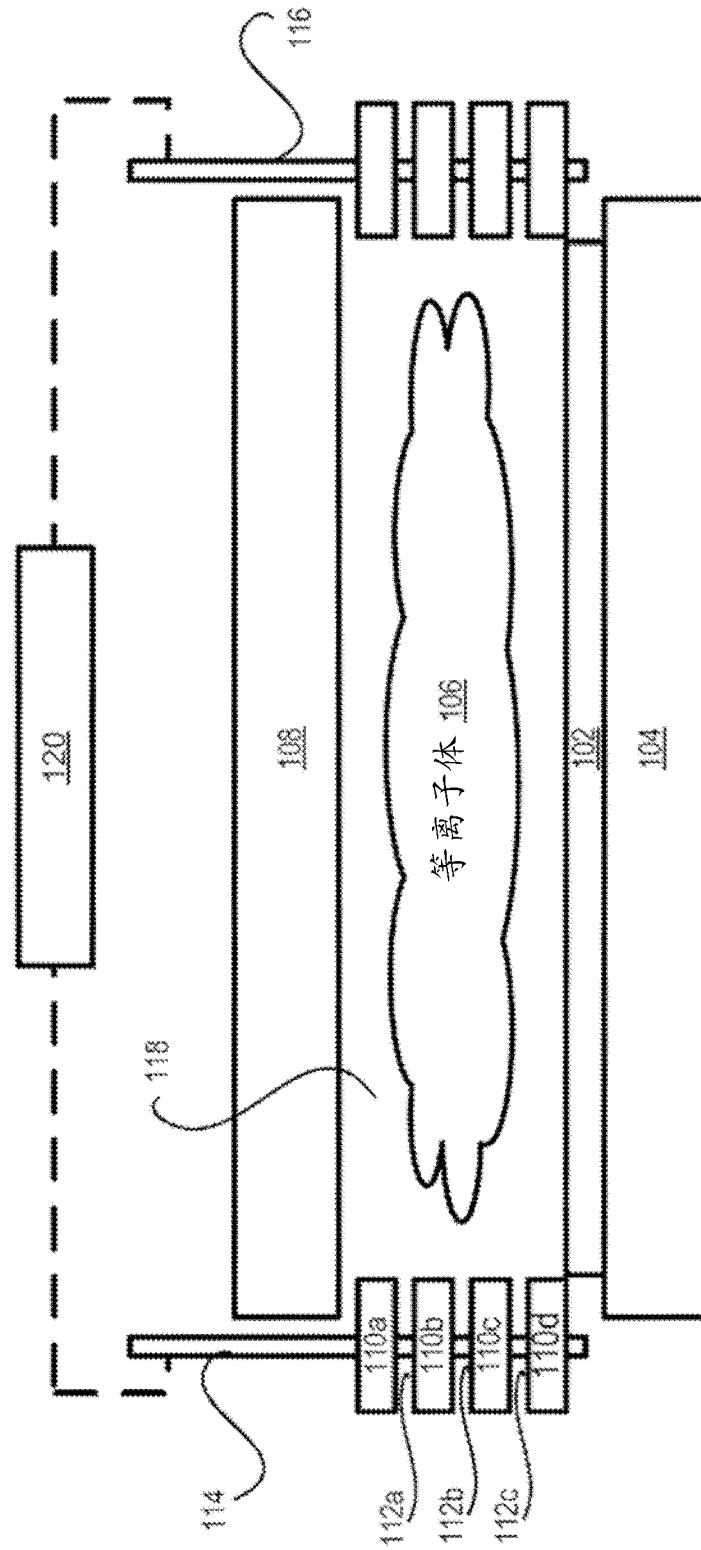


图1

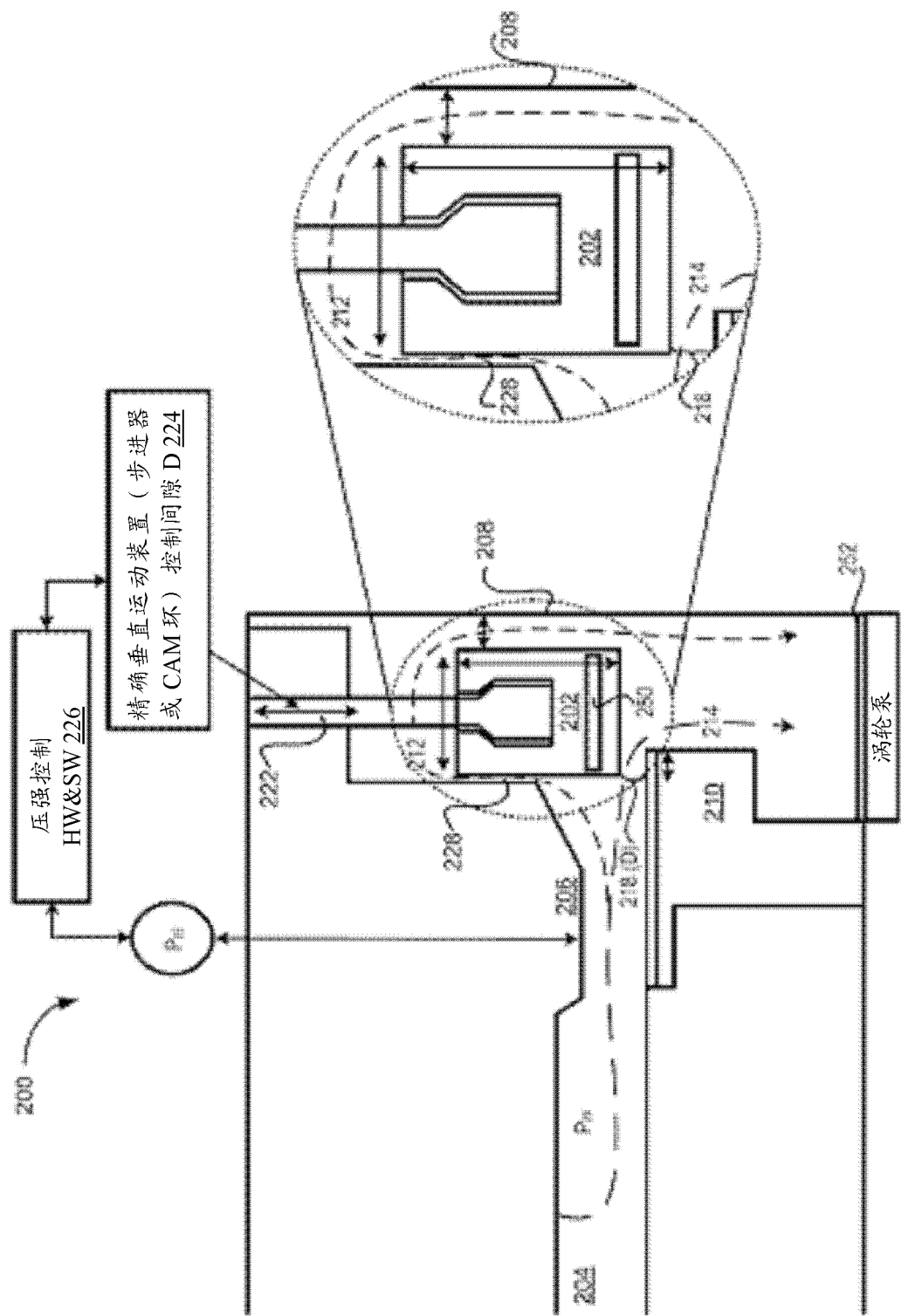


图2

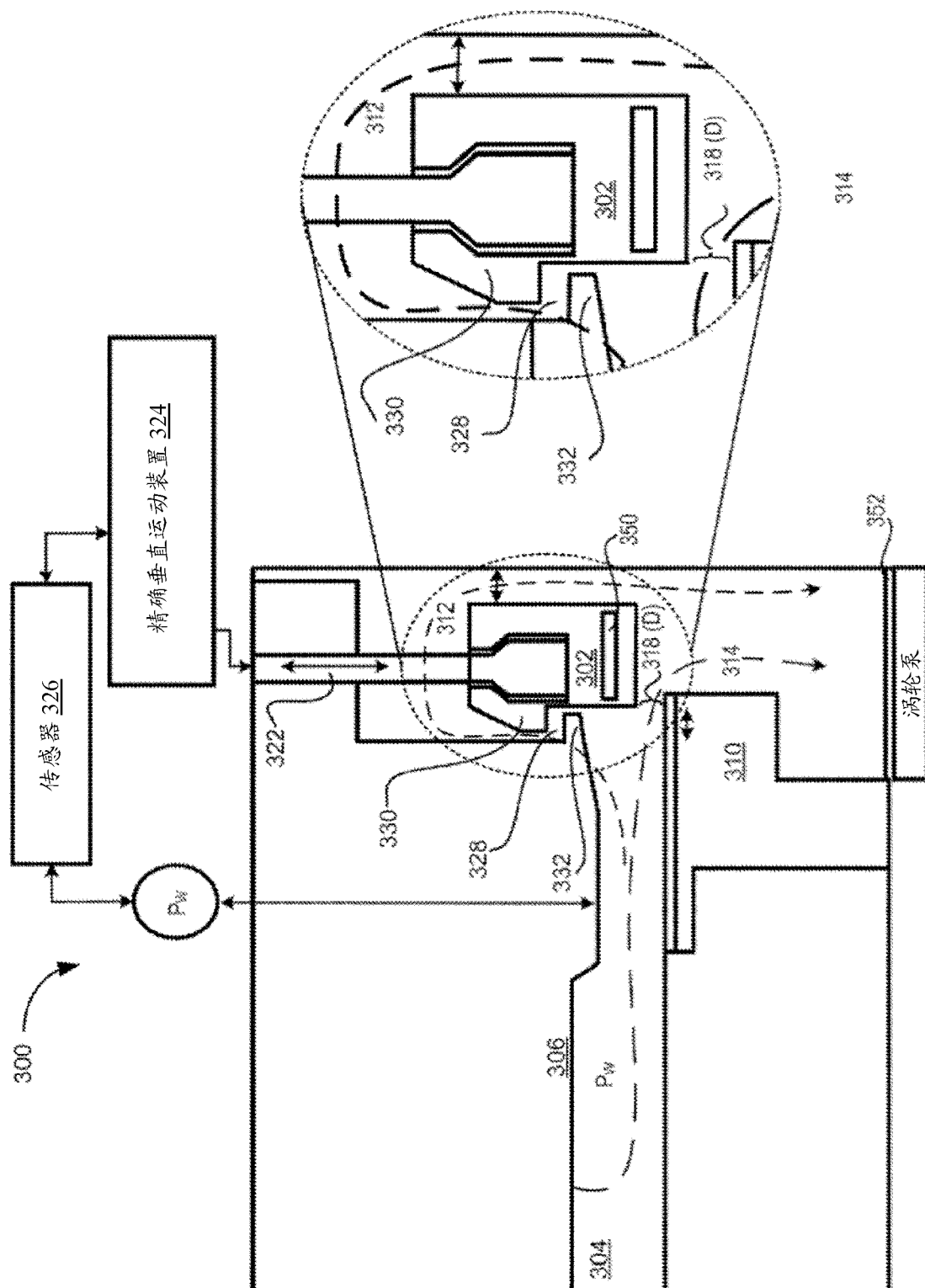


图3A

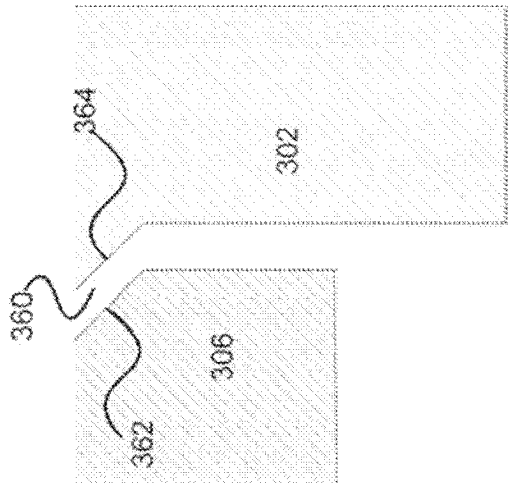


图3B

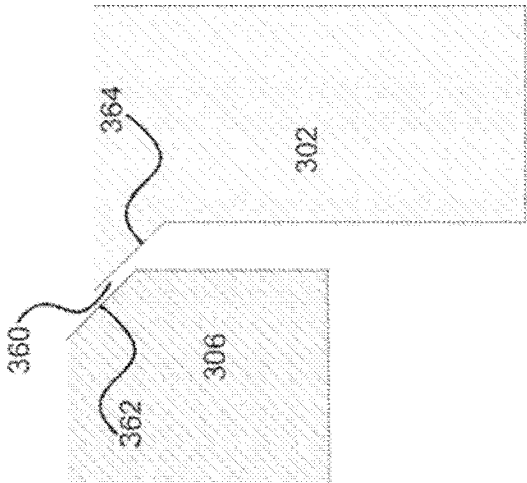


图3C

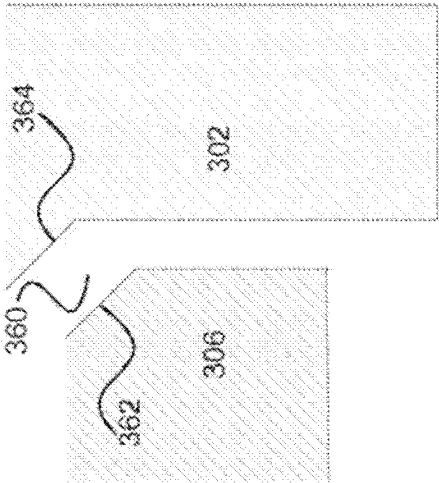


图3D

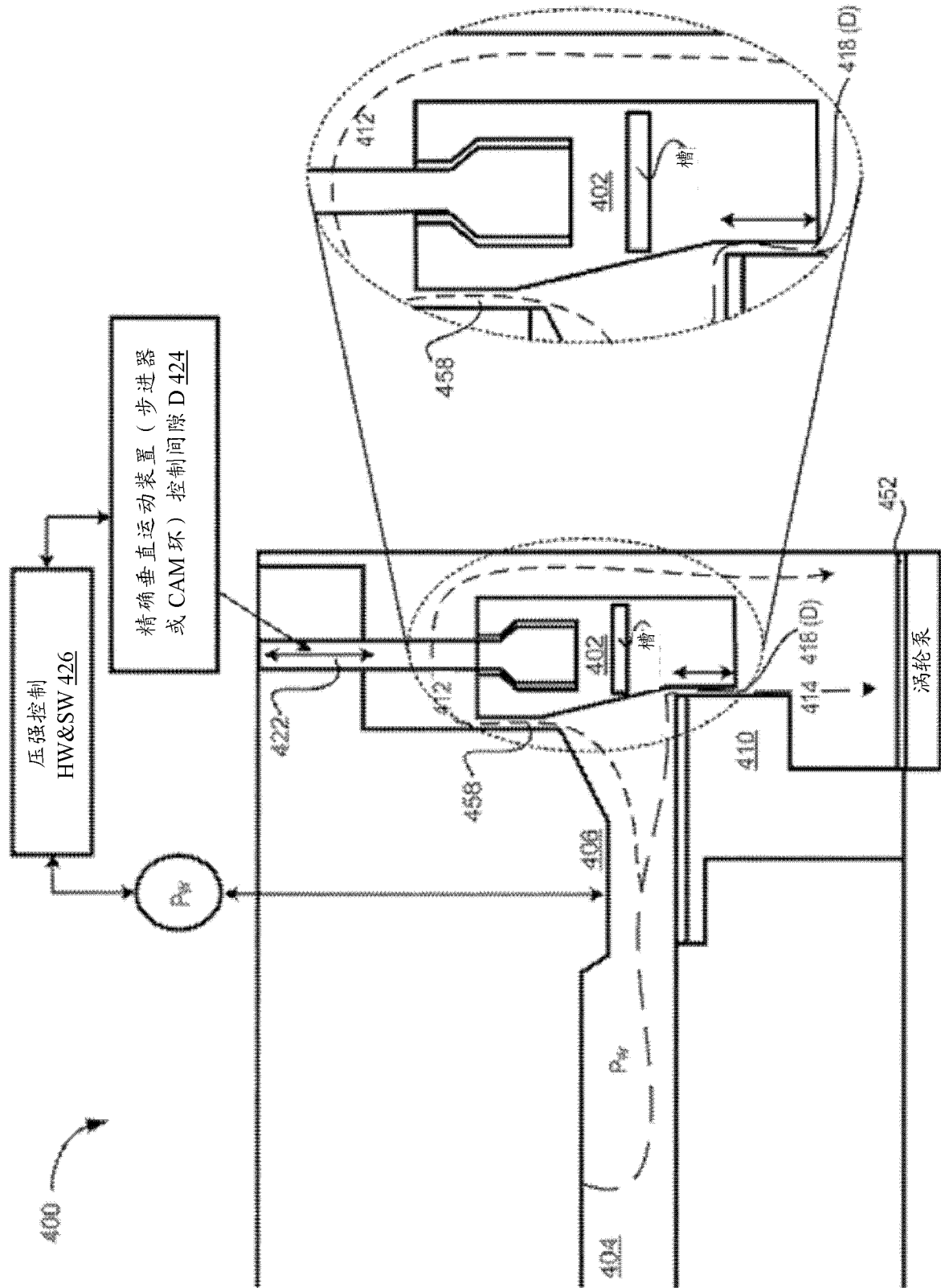


图4

