



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101568996 B

(45) 授权公告日 2011. 06. 08

(21) 申请号 200780047659. 0

H05H 1/46 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 12. 19

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/641, 670 2006. 12. 20 US

JP 10-022263 A, 1998. 01. 23, 全文.

US 6362110 B1, 2002. 03. 26, 全文.

US 6773544 B2, 2004. 08. 10, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 22

JP 2006/0236932 A1, 2006. 10. 26, 全文.

KR 2002-0004623 A, 2002. 01. 16, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/025831 2007. 12. 19

审查员 高伟

(87) PCT申请的公布数据

W02008/082518 EN 2008. 08. 21

(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

杰瑞尔·K·安多里克

斯科特·史蒂夫诺特

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 周文强 李献忠

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006. 01)

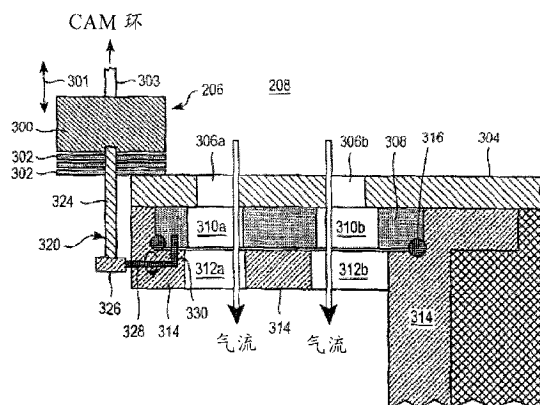
权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 9 页

### (54) 发明名称

用于控制电容耦合等离子体处理室内的气流传导的方法和装置

### (57) 摘要

提供用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置,其包括面对下电极的上电极以在其间形成空隙。该下电极适于支撑基板并耦合于 RF 电源供应。在操作中,将注入该空隙的工艺气体激发为等离子态。该装置包括基础环,其同心圆地围绕该下电极且有形成于其中的一组狭槽,以及用于控制通过该狭槽的气流的机构。



1. 一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置,包括面对下电极设置的上电极,该下电极适于支撑基板,该装置包含:

基础环,被配置为同心地围绕该下电极,该基础环包括形成于其中的第一组狭槽;

旁路阻塞环;

设置于该基础环和旁路阻塞环上方的覆盖环,该覆盖环包括形成于其中的第二组狭槽;以及

包含使该旁路阻塞环相对于该基础环运动的致动杆的机构,以将通过该第一和第二组狭槽的气流传导控制在以下两者之间:(i) 打开状态,其中该第一组狭槽与该第二组狭槽流体连通,从而使得气体可以通过该第一和第二组狭槽流动以及(ii) 关闭状态,其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞,从而使得气体不能通过该第一和第二组狭槽流动。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中:

该基础环和该覆盖环是固定的;以及

该第一组狭槽与该第二组狭槽对齐。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中该覆盖环和旁路阻塞环中的每一个是由电介质材料形成的,且该基础环是由导电材料形成的。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中该覆盖环和该旁路阻塞环是由石英或SiC形成的,且该基础环是由金属形成的。

5. 根据权利要求1所述的装置,进一步包含约束环组件,该约束环组件适于围绕在该上电极和下电极之间限定的空隙,且包括至少一个约束环,其中该约束环组件可以在该基础环的轴线方向移动以控制通过该约束环间的空隙的气流。

6. 根据权利要求1所述的装置,进一步包含:

压力传感器,用于测量该等离子体处理室内的气体压力并发送传感器信号;以及控制装置,响应该传感器信号,并运转以发送控制该机构的控制信号。

7. 一种通过使用根据权利要求1所述的装置控制气流传导的方法,包含:

在包含根据权利要求1所述的装置的该等离子体处理室中支撑半导体基板;

将工艺气体提供到该上下电极之间的空隙;

将该工艺气体激发为等离子体;以及

操作该机构以控制通过该第一组狭槽的气流速率。

8. 一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置,包括面对下电极设置的上电极,该下电极适于支撑基板,该装置包含:

固定的基础环,被配置为同心地围绕该下电极,该基础环包括形成于其中的第一组狭槽;

固定的覆盖环,包括形成于其中的第二组狭槽;

设置于该基础环和覆盖环之间的旁路阻塞环,该旁路阻塞环包括形成于其中的第三组狭槽;以及

包含使该旁路阻塞环相对于该基础环运动的致动杆的机构,以改变该第一和第三组狭槽之间的重叠量,从而将通过该第一、第二和第三组狭槽的气流传导控制在以下两者之间:(i) 打开状态,其中该第一组狭槽与该第三组狭槽流体连通,从而使得气体可以通过该第一、第二和第三组狭槽流动以及(ii) 关闭状态,其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞,

从而使得气体不能通过该第一、第二和第三组狭槽流动。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,进一步包含至少一个置于该旁路阻塞环和该基础环之间的滚珠,该滚珠运转以减少当该机构使该旁路阻塞环相对于该基础环和覆盖环旋转时其间的转动摩擦。

10. 根据权利要求 8 所述的装置,其中该机构包含:

耦合于该致动杆的致动系统,且其运转以使该致动杆在该基础环的轴线方向移动。

11. 根据权利要求 10 所述的装置,其中该致动系统是气动缸或电螺线管。

12. 根据权利要求 10 所述的装置,其中:

该致动杆包含第一末端和耦合于该致动系统的第二末端;以及

该机构进一步包含:

可旋转地固定于该基础环的杆,且其具有大体上垂直于该基础环的轴线方向的转动轴;

延长臂,其具有固定于该杆的一个末端的一个末端,以及耦合于该旁路阻塞环的另一个末端;

杠杆,其具有第一和第二末端,且在该第一和第二末端之间固定于该杆;

连接于该杠杆的该第一末端的平衡物;以及

连接于该杠杆的该第二末端,且被该平衡物推向该致动杆的该第一末端的致动元件;

其中该致动杆,当被该致动系统在该基础环的轴线方向移动时,沿着该杆的该转动轴摇动该杠杆,使得该杆和该延长臂沿着该杆的该转动轴旋转,从而使得该旁路阻塞环相对于该基础环旋转。

13. 根据权利要求 10 所述的装置,其中:

该致动杆包含耦合于该致动系统的第一末端和与该第一末端相对的锥形末端部分;以及

该机构进一步包含:

杠杆,其包含第一和第二末端部分,且在该第一和第二末端部分之间在大体上与该基础环的轴线方向平行的轴附近枢接于该基础环,该杠杆的该第二末端部分与该致动杆的锥形末端部分滑动接触;

延长臂,其具有固定于该杠杆的该第一末端部分的一个末端,以及耦合于该旁路阻塞环的另一个末端;以及

第一弹簧,其具有两个分别固定于该基础环和该杠杆的末端,且运转以用弹力朝该致动杆的该锥形末端部分推动该杠杆的该第二末端部分,

其中该致动杆的该锥形末端部分,当被该致动系统在该基础环的轴线方向移动时,摇动该杠杆以使得该延长臂旋转,从而使得该旁路阻塞环相对于该基础环旋转。

14. 根据权利要求 13 所述的装置,其中该机构进一步包含:

固定于该基础环的外壳,其具有部分围绕该致动杆的该锥形末端部分的壁;以及

置于该壁和该致动杆的一个末端之间的第二弹簧,且其运转以将该致动杆推向该致动系统。

15. 根据权利要求 10 所述的装置,其中:

该致动杆包含耦合于该致动系统的第一末端和第二末端;以及

该机构进一步包含：

第一致动元件，与该致动杆的该第一末端接触，且可在该基础环的轴线方向移动；

第二致动元件，耦合于该第一致动元件且在大体上与该基础环的轴线方向平行的轴附近枢接于该基础环；

延长臂，其在一个末端固定于该第二致动元件，且在另一个末端耦合于该旁路阻塞环；

弹簧，用于通过弹力将该第一致动元件推向该致动杆，从而将该第一致动元件推向该致动杆的该第一末端；以及

支撑元件，固定于该基础环，且其运转以对该弹簧和该第一致动元件提供机械支撑，

其中该致动杆，当被该致动系统在该基础环的轴线方向移动时，在该基础环的轴线方向移动该第一致动元件以使得该第二致动元件和该延长臂旋转，从而使得该旁路阻塞环相对于该基础环旋转。

16. 根据权利要求 8 所述的装置，其中该致动杆包含 L 型臂；且其中该机构包含：

具有转子的马达；以及

该 L 形臂在一个末端固定于该转子，且在另一个末端耦合于该旁路阻塞环；

其中，当该马达旋转该转子时，该 L 形臂使得该旁路阻塞环相对于该基础环旋转。

17. 根据权利要求 16 所述的装置，进一步包含：

压力传感器，用于测量该等离子体处理室内的气体压力并发送传感器信号；以及

马达控制器，响应该传感器信号，并运转以发送控制该马达的控制信号。

18. 根据权利要求 8 所述的装置，其中该第一、第二和第三组狭槽中的每一组包括沿着该基础环的圆周方向排列的至少一个狭槽。

19. 根据权利要求 18 所述的装置，其中该第一、第二和第三组狭槽中的每一组在该基础环的轴向延伸，且具有延长的长方形或梯形形状。

20. 一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置，包括面对下电极设置的上电极，该下电极适于支撑基板，该装置包含：

固定的基础环，被配置为同心地围绕该下电极，该基础环包括形成于其中的第一组狭槽；

设置于该基础环上的固定的覆盖环，该覆盖环包括形成于其中的第二组狭槽，该第二组狭槽中的每一个均与第一组狭槽的相应狭槽对齐；

旁路阻塞环，设置于该基础环下，该旁路阻塞环包括形成于其上的突起，其中在每个突起和限定相应第一狭槽的内表面之间的间隔确定了通过该第一和第二组狭槽的气流传导；以及

包含使该旁路阻塞环相对于该基础环运动的致动杆的机构，以调整该间隔以使通过该第一和第二组狭槽之间的气流传导在以下两者之间变化：(i) 打开状态，其中该第一组狭槽与该第二组狭槽流体连通，从而使得气体可以通过该第一和第二组狭槽流动以及 (ii) 关闭状态，其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞，从而使得气体不能通过该第一和第二组狭槽流动。

21. 根据权利要求 20 所述的装置，其中该机构包含：

致动系统；以及

该致动杆在一个末端固定于该旁路阻塞环且在另一个末端耦合于该致动系统,该致动系统运转以移动该致动杆。

22. 根据权利要求 21 所述的装置,该致动系统包括气动缸或电螺线管。

23. 根据权利要求 21 所述的装置,进一步包含约束环组件,该约束环组件适于围绕在该上电极和下电极之间的空隙,且包括至少一个约束环,其中该约束环组件可以在该基础环的轴线方向运动以控制通过该约束环间的空隙的气流。

24. 根据权利要求 20 所述的装置,其中该覆盖环和旁路阻塞环中的每一个是由电介质材料形成的,且该基础环是由导电材料形成的。

25. 根据权利要求 24 所述的装置,其中该覆盖环和该旁路阻塞环是由石英或 SiC 形成的,且该基础环是由金属形成的。

26. 根据权利要求 20 所述的装置,其中该第一和第二组狭槽中的每一组包括沿着该基础环的圆周方向排列的至少一个狭槽。

27. 根据权利要求 26 所述的装置,其中该第一和第二组狭槽中的每一组在该基础环的轴向延伸,且具有延长的长方形或梯形形状。

28. 根据权利要求 20 所述的装置,其中该第一和第二组狭槽中的每一个均包括一个或多个同心环形的狭槽。

## 用于控制电容耦合等离子体处理室内的气流传导的方法和装置

### 背景技术

[0001] 集成电路是由晶片或基板形成的,在晶片或基板上形成有图案化的微电子层。在基板处理过程中,经常使用等离子体在基板上沉积薄膜或者刻蚀该薄膜上的预定部分。下一代微电子层中特征尺寸的缩减和新材料的应用赋予了等离子体处理设备新的要求。更小的特征、更大的基板尺寸和新的处理技术,比如双嵌入刻蚀技术,要求对整个基板的等离子体密度和一致性等等离子体参数的精确控制,以提高产量。

### 发明内容

[0002] 提供一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置的实施方式,包括面对下电极设置的上电极,该下电极适于支撑基板,该装置包含基础 (ground) 环,被配置为同心地围绕该下电极,该基础环包括形成于其中的第一组狭槽;旁路阻塞环;设置于该基础环和旁路阻塞环上方的覆盖环,该覆盖环包括形成于其中的第二组狭槽;以及适于使该旁路阻塞环相对于该基础环运动的机构,以将通过该第一和第二组狭槽的气流传导控制在以下两者之间:(i) 打开状态,其中该第一组狭槽与该第二组狭槽流体连通,从而使得气体可以通过该第一和第二组狭槽流动以及(ii) 关闭状态,其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞,从而使得气体不能通过该第一和第二组狭槽流动。

[0003] 提供另一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置,包括面对下电极设置的上电极,该下电极适于支撑基板,该装置包含固定的基础环,被配置为同心地围绕该下电极,该基础环包括形成于其中的第一组狭槽;固定的覆盖环,包括形成于其中的第二组狭槽;设置于该基础环和覆盖环之间的旁路阻塞环,该旁路阻塞环包括形成于其中的第三组狭槽;以及适于使该旁路阻塞环相对于该基础环旋转的机构,以改变该第一和第三组狭槽之间的重叠量,从而将通过该第一、第二和第三组狭槽的气流传导控制在以下两者之间:(i) 打开状态,其中该第一组狭槽与该第三组狭槽流体连通,从而使得气体可以通过该第一、第二和第三组狭槽流动以及(ii) 关闭状态,其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞,从而使得气体不能通过该第一、第二和第三组狭槽流动。

[0004] 提供一种用于控制等离子体处理室内的气流传导的装置的另一种实施方式,包括面对下电极设置的上电极,该下电极适于支撑基板,该装置包含固定的基础环,被配置为同心地围绕该下电极,该基础环包括形成于其中的第一组狭槽;设置于该基础环上的固定的覆盖环,该覆盖环包括形成于其中的第二组狭槽,该第二组狭槽中的每一个均与第一组狭槽的相应狭槽对齐;旁路阻塞环,设置于该基础环下,该旁路阻塞环包括形成于其上的突起,其中在每个突起和限定相应第一狭缝的内表面之间的间隔确定了通过该第一和第二组狭槽的气流传导;以及适于使该旁路阻塞环相对于该基础环运动的机构,以调整该间隔以使通过该第一和第二组狭槽之间的气流传导在以下两者之间变化:(i) 打开状态,其中该第一组狭槽与该第二组狭槽流体连通,从而使得气体可以通过该第一和第二组狭槽流动以及(ii) 关闭状态,其中该第一组狭槽被该旁路阻塞环阻塞,从而使得气体不能通过该第一

和第二组狭槽流动。

#### 附图说明

- [0005] 图 1 显示了 CCP 反应器室的示意图。
- [0006] 图 2 显示了依照一个实施方式的 CCP 室的横截面示意图。
- [0007] 图 3A 显示了图 2 中的区域 A 的放大视图。
- [0008] 图 3B-3E 显示了控制在图 3A 所示的结构中气流传导的装置的示意图。
- [0009] 图 3F 显示了控制气流传导的装置的一个替代实施方式的示意图。
- [0010] 图 4A-4C 显示了控制气流传导的装置的另一个替代实施方式的示意图。
- [0011] 图 5A-5C 显示了控制气流传导的装置的另一个实施方式的示意图。
- [0012] 图 6A-6C 显示了依照另一个实施方式控制气流传导的装置。
- [0013] 图 7 显示了依照另一个实施方式控制气流传导的装置。
- [0014] 图 8 显示了依照另一个实施方式控制气流传导的装置。

#### 具体实施方式

[0015] 在电容耦合 RF 等离子体 (CCP) 反应器或反应室中, 等离子体是在两个相对的上下电极之间的空隙内产生的。图 1 显示了处理基板的 CCP 反应器室的一个实施方式。如图所示, 下电极组件包括聚焦环 108、在操作过程中将基板 106 容纳在该室内的适当位置的卡盘 104。例如, 该卡盘 104 可以是静电卡盘, 且是通过 RF 电源供应 110 供应射频 (RF) 电源的。上电极组件包括上电极 114 和栅板或喷淋头 116。在操作过程中, 该上电极 114 可以是接地的或者是通过另一个 RF 电源供应 120 接电源的。气流是通过导管 122 供应的, 且穿过该栅板 116。在该空隙 126 中气体被激发为等离子体。等离子体被约束环 102a、102b、102c 约束。

[0016] 气体穿过该环 102 之间的间隔 / 空隙 124 并被真空泵透过壁 118 从该室内排出。等离子体的特征受穿过空隙 124 的气流速率的影响。从该栅板 116 到该排气口的气流路径的总的气流传导性依赖于若干因素, 包括环的数量和环间空隙的尺寸。在一个实施方式中, 该空隙 124 是可以由空隙控制机构 (图 1 中未示) 调节和控制的。

[0017] 已经确定, 在对基板的一些等离子体处理过程中, 该工艺的一个或多个步骤要求气流传导水平超过该空隙控制机构的最大容量。在这样的工艺中, 该基板可能需要被从该室内卸载下来并在可以达到这种气流传导水平的其它的室中进行处理。考虑到这个问题, 提供这样的装置, 该装置可被操作以在电容耦合等离子体 (CCP) 反应器或反应室中提供扩展的、可变的气流传导范围。。该装置使得该等离子体处理室可以提供大范围的等离子体条件。

[0018] 图 2 显示了电容耦合等离子体 (CCP) 反应器或反应室 200 的一部分的一个示例性实施方式。该室 200 装备有可在室 200 内提供扩展的、可变的气流传导范围的装置。该室 200 包括上电极组件 202 和下电极组件 204, 该下电极组件 204 在等离子体处理过程中将基板保持在适当的位置。该上下电极组件 202、204 通过间隔或空隙 208 彼此隔开。该室壁 214 包括门 (door) 或门 (gate) 216, 基板通过门 216 被卸载 / 装载入室 200。

[0019] 该上电极组件 202 包括气体分配构件 203, 比如喷淋头电极, 经过该气体分配构件

供应气体被供应到该空隙 208 中。供应到该空隙 208 中的工艺气体被提供给该下电极组件 204 的 RF 电源激发到等离子态。空隙 208 中的等离子体被晶片区域压力 (WAP)/ 约束环组件 206 约束, 该 WAP/ 约束环组件包括一堆约束环 207。该装置可以包括对该约束环的空隙控制机构。空隙 208 内的中性气体物质以大体水平的方向穿过约束环 207 之间的间隔并进入室内空间 210。气体被耦合到壁 214 的真空泵 212 从室内空间 210 中排出。

[0020] 从该气体分配构件 203 到该室内空间 210 的气流速率影响空隙内的压力。为了提高该气流速率, 提供 (并行于) 该路径的, 从该气体分配构件经过约束环 207 之间的空隙到达该室内空间的另外的气流传导路径或回路。

[0021] 图 3A 显示了图 2 中的区域 A 的放大视图, 描绘了用于控制基础环 314 中的旁路狭槽 312a、312b (此处一起称为环 312) 的气流传导的机构。图 3B 显示了该机构 320 的侧面视图。图 3C 和 3D 显示了机构 320、旁路阻塞环 308 和基础环 314 的部分切开的俯视平面图, 其中为了便于描绘, 移除了狭槽基础覆盖环 304 (图 3A)。如图 3A-3D 所示, 该下电极组件包括基础环 314、设置于在该基础环 314 内形成的环形沟道内的旁路阻塞环 308 以及覆盖环 304。多个滚珠 316, 优选地, 是由聚四氟乙烯 (PTFE) 等形成的, 被用于减少基础环 314 和阻塞环 308 在阻塞环 308 运动过程中的转动摩擦。图 3E 显示了该旁路阻塞环 308 的俯视平面图, 该旁路阻塞环 308 包括多个狭槽 310a、310b (此处一起称为狭槽 310), 该狭槽 310a、310b 沿着该阻塞环 308 的半径方向延伸。同样地, 覆盖环 304 和基础环 314 分别包括类似于狭槽 310 的狭槽 306a、306b (此处一起称为狭槽 306) 和狭槽 312a、312b。该狭槽 306、310 和 312 可以有任何合适的形状, 比如长方形或梯形。基础环 314 是由导电材料, 比如铝, 制成的; 覆盖环 304 是由电介质材料, 比如石英, 制成的; 而阻塞环 308 是由电介质材料, 比如石英或 SiC, 制成的。

[0022] 覆盖环 304 和基础环 314 是固定的, 而旁路阻塞环 308 可以相对于覆盖环 304 和基础环 314 旋转。从上面看, 形成于覆盖环 304 和基础环 314 中的旁路狭槽 306 和 312 彼此对齐, 其中各对狭槽 306a、312a; 306b、312b 形成视线通路。控制机构 320 可以操作, 以使旁路阻塞环 308 相对于固定的覆盖环 304 和基础环 314 旋转以控制通过狭槽 306、310 和 312 的气流。

[0023] 该约束环组件 (或 WAP 环组件) 206 包括 WAP 环 300 和一堆约束环 302。在下文中, 术语“约束环”和“WAP 环”可互换使用。合适的致动机构 (比如耦合于 CAM 环的活塞 303) 使得约束环组件 206 朝箭头 301 方向移动。箭头 301 的方向可以平行于三个环 304、308 和 314 的轴线方向。在专利号为 6, 019, 060 的美国专利中, 对 CAM 环有更加详细的说明, 其内容皆由引用纳入此处。约束环组件 206 耦合于机构 320。机构 320 包括致动杆或致动棒 324、枢接 (pivoted) 于杆 328 的轴线上的杠杆 332 和固定到轴 328 上的延长臂 330。杆 328 的轴线可以垂直于基础环 314 的轴线方向。在杠杆 332 的一端提供平衡物 326, 在杠杆 332 的另一端提供致动元件 322。通过作用于平衡物 326 的重力, 致动元件 322 被推向致动杆 324 的较低的末端。

[0024] 当约束环组件 206 向上移动时, 致动杆 324 也向上移动。然后, 由于重物 326 的力, 杠杆 332 顺时针方向旋转 (图 3B)。臂 330 的末端朝箭头 334 的方向移动。然后, 臂 330 朝方向 334 旋转该旁路阻塞环 308, 从而使旁路狭槽 310 与其它狭槽 312 和 306 对齐, 这样就通过三组狭槽形成了气流通路。图 3C 显示了机构 320 在完全打开气流状态的结构。在图

3C 中,狭槽覆盖环 304 被移除,以便于描绘。因此,机构 320 的操作提供了通过狭槽 306、310、312 的另外的气流传导路径。

[0025] 当约束环组件 206 向下移动时,致动杆 324 也向下推动致动元件 322。然后,杠杆 332 逆时针方向旋转且臂 330 的末端朝箭头 336 的方向移动(图 3B)。然后,旁路阻塞环 308 移动朝方向 336 移动,从而部分阻塞旁路狭槽 306 和 312。当该致动元件 322 位于其最低位置时,旁路狭槽 306 和 312 被旁路阻塞环 308 完全阻塞,如图 3D 所示。图 3D 显示了机构 320 在完全关闭气流状态的结构。

[0026] 狭槽 306、310 和 312 可以有各种形状和尺寸,其可以在互相对齐时提供气流通路。图 3F 是旁路阻塞环 360 的一个替代实施方式的俯视图。如图所示,阻塞环 360 具有沿着它的圆周方向排列的一排狭槽 362。在该实施方式中,覆盖环和基础环可以有类似于该阻塞环 360 的狭槽结构。

[0027] 在图 4A-7 所示的实施方式中,为了便于描绘,各示例性的覆盖环、阻塞环和基础环都显示为包括一排或两排狭槽。然而,在其它实施方式中,这三个环中的每一个都可以有其它合适数量的排,每排有合适数量的狭槽。

[0028] 图 4A 显示了依照另一个示例性实施方式,包括阻塞环控制机构 420 的装置。图 4B 和 4C 显示了机构 420、旁路阻塞环 408 和基础环 414 的部分切开的俯视平面图。在这些图中,为了便于描绘,移除了狭槽覆盖环 404(图 4A)。如在图 3A 所示的实施方式中一样,该下电极组件包括基础环 414、设置于在该基础环 414 内形成的环形沟道内的旁路阻塞环 408 以及狭槽覆盖环 404。在该实施方式中,基础环 414 和覆盖环 404 是固定的,而阻塞环 408 可以相对于该覆盖环 404 和基础环 414 旋转。例如,环 404、408、414 可以是与图 3A 中所示的相应的环相同的材料制造的。如图 4A 所示,合适的机构,比如 CAM 环,使得约束环组件 206 朝箭头 401 方向移动,且与该机构 420 耦合。多个滚珠 416,优选是由聚四氟乙烯等形成的,被用于减少在阻塞环 408 运动过程中基础环 414 和阻塞环 408 之间的转动摩擦。

[0029] 该机构 420 包括耦合于该约束环组件 206 且具有锥形部分 424 的致动杆 422;固定于基础环 414 的外壳 428;致动弹簧,以产生朝该 CAM 环推动致动杆 422 和约束环组件 206 的弹力;枢接于点 438 的杠杆 430;一端固定于杠杆 430 的臂 433;以及杠杆弹簧 434,以产生朝该锥形部分 424 的侧面推动杠杆 430 的弹力。锥形部分 424 的侧面与杠杆 430 滑动接触。弹簧 426 是可选的。该 CAM 环组件 206 可以包括弹簧,以产生朝该 CAM 环方向推动该约束环组件 206 的弹力,如专利号为 6,019,060 的美国专利中所述。

[0030] 在操作中,当致动杆 422 向下运动时,优选地,在基础环 414 的轴线方向上,锥形部分 424 的该侧面推动该杠杆 430 侧移,使得杠杆 430 在轴 440 上逆时针方向(从上面看)旋转。轴 440 可以被定向为与基础环 414 的轴线方向平行。当该杠杆 430 旋转时,臂 433 和耦合于该臂 433 的旁路阻塞环 408 朝箭头 432 方向旋转(图 4B)。在该旋转过程中,阻塞环 408 的狭槽 410 逐渐被覆盖环 404 和基础环 414 阻塞(遮盖),直到在图 4B 中所示的位置狭槽 410 被完全阻塞。

[0031] 当致动杆 422 向上运动时,杠杆 430 旋转以使得阻塞环 408 朝箭头 436 的方向转动(图 4C)。当致动杆 422 达到运动上限时,狭槽 406、410 和 412 彼此对齐,且通过狭槽 406、410 和 412,机构 420 提供最大的气流传导,如图 4C 所示。

[0032] 图 5A 显示了依照另一个示例性实施方式,包括阻塞环控制机构 520 的装置。在图

示实施方式中,该下电极组件具有类似于图 3A 所示的实施方式的机构。如图 5A 所示,合适的致动机构使得约束环组件 206 朝箭头 502 方向移动,优选地,该方向为基础环 514 的轴线方向。该机构 520 是可操作的以控制该阻塞环 508。机构 520 包括耦合于约束环组件 206 的致动杆 522;第一致动元件 524,被弹簧 528 的弹力推向致动杆 522;第二致动元件 530,耦合于该第一致动元件 524,且被配置为当该第一致动元件 524 朝方向 502 运动时,在轴 533 上旋转;以及固定于该第二致动元件 530 的臂 532。轴 533 可以被定向为大体上与基础环 514 的轴线方向平行。该机构 520 还包括固定于该基础环 514 的支撑元件 526,其为该第一致动元件 524 和弹簧 528 提供机械支撑。该第一和第二致动元件 524、530 形成将线性运动转变为旋转运动的机构。例如,该第一和第二致动元件 524、530 可以是一对配套的齿轮,如图所示。

[0033] 当约束环组件 206 朝方向 502 运动时,臂 532 和耦合于臂 532 的旁路阻塞环 508(具有狭槽 510a、510b)相对于固定的基础环 514(具有狭槽 512a、512b)和狭槽覆盖环 504(具有狭槽 506a、506b)旋转。图 5b 显示了覆盖环 504 的俯视图,其中该覆盖环 504 具有被阻塞环 508 阻塞的狭槽 506。这种狭槽结构是关闭气流状态。图 5c 显示了覆盖环 504 的俯视图,其中该覆盖环 504 具有狭槽 506,该狭槽 506 与其它狭槽 510a 和 512a 对齐以形成贯穿其间的气流通路。这种狭槽结构是完全打开气流状态。机构 520 是可操作的,以控制阻塞环 508,并提供在关闭状态和图示完全打开状态之间的可变的气流传导,也就是说,这样一种状态,其中基础环中的狭槽 512 被阻塞环 508 部分覆盖。换句话说,该打开状态的范围可以是完全打开到部分打开。

[0034] 图 2-5C 中用于控制气流传导的机构的示例性实施方式是由 CAM 环驱动的(为了简便,各图中均没有显示)。例如,该 CAM 环可以被控制机构控制,该控制机构响应来自压力传感器的压力传感器信号,该压力传感器是可操作的,以测量室内压力。该压力传感器、CAM 控制机构和图 2-5C 所示的各阻塞环控制机构可以形成反馈控制系统,以对该下电极组件和上电极组件之间的空隙 550 中的等离子体压强进行精确控制(图 5A)。

[0035] 图 6A 显示了,依照另一个示例性实施方式,包括阻塞环控制机构 620 的装置。如图所示,该下电极组件具有类似于图 3A 所示的实施方式中的下电极组件的结构。可选地,约束环组件可与机构 620 配合使用。该机构 620 控制阻塞环 608 以控制气流传导。该机构包括马达 622,该马达 622 具有转子 623 和耦合于该转子 623 和阻塞环 608 的 L 形臂 624。当马达 622 旋转转子 623 和臂 624 时,使得阻塞环 608(具有狭槽 610a、610b)相对于固定的基础环 614(具有狭槽 612a、612b)和狭槽覆盖环 604(具有狭槽 606a、606b)旋转。该马达 622 可以是高精度步进马达,且具有很小的尺寸,以便于其可以位于基础环 614 附近或固定到基础环 614 上。

[0036] 马达 622 是由马达控制装置或马达控制器 630 控制的。该马达控制装置 630 响应,尤其是,来自测量室内压力的压力传感器 632 的压力传感器信号。该压力传感器 632、马达控制装置 630 和阻塞环控制机构 620 可以形成反馈系统,以对空隙 640 内的等离子体压强进行精确控制。

[0037] 图 6B 显示了覆盖环 604 的俯视图,其中该覆盖环 604 具有狭槽 606a,该狭槽 606a 在关闭状态下被该阻塞环 608 阻塞。图 6C 显示了覆盖环 604 的上视图,其中该覆盖环 604 具有狭槽 606a,该狭槽 606a 在完全打开状态下与其他狭槽 610 和 612 对齐以形成气流通

路。然而,该机构 620 是可操作的,以通过该狭槽提供所示两种状态之间的可变状态,也就是说,这样一种状态,其中基础环 614 中的狭槽 612 被阻塞环 604 部分覆盖。换句话说,该打开状态的范围可以是完全打开到部分打开。

[0038] 图 7 显示了依照另一个示例性实施方式,包括阻塞环控制机构 710 的装置。在该实施方式中,下电极组件 702 类似于图 3A 所示的下电极组件。在此实施方式中,该下电极组件和上电极组件(图中为了简明未示),限定了空隙 703,在该处工艺气体被供应到该下电极组件的 RF 电源激励到等离子态。可选地,约束环组件可与连接该机构 710 配合使用。该覆盖环 704 和基础环 706 是固定的。使阻塞环 705 相对于覆盖环 704 和基础环 706 旋转,以控制通过环 704、706 中的狭槽的气流传导。

[0039] 如图所示,该机构 710 包括:臂单元 714a、714b、714c(此处一起成为臂单元 714);气动缸 712,以驱使该臂单元 714 朝箭头 711 方向运动;以及运动转换机构 708。在另一个实施方式中,该臂单元 714 的元件可以形成一个整体。该运动转换机构 708 耦合于该臂单元 714 和该阻塞环 705,且被操作以将该臂单元 714 的线性运动转换为该阻塞环 705 的转动。在该实施方式,该机构 708 可以类似于机构 320、420 和 520。例如,该元件 714a 可以代替该致动杆 324、422 和 522,而该机构 320、420 和 520 的其他元件可以被定向为适应从该底部侧面延伸的元件 714c。

[0040] 在另一个实施方式中,电性螺线管可以被臂控制装置 716 控制。该臂控制装置 716 可以通过电缆 718 接收控制信号。该电缆 718 还包括来自测量室内压力的压力传感器的压力传感器信号。该阻塞环控制机构 710、压力传感器和该臂控制装置 716 可以形成反馈控制系统,一堆空隙 703 内的等离子体压强进行精确控制。

[0041] 图 8 显示了依照另一个实施方式控制气流传导的装置 800。如图所示,该上电极组件包括上电极 804,该上电极 804 具有喷淋头结构,以将工艺气体分配到空隙 862 中;以及围绕该上电极 804 的上基础环 806。该下电极组件 808 包括静电卡盘 810,以在等离子体处理过程中将基板保持在适当的位置;上部热边缘环 812,其可以由硅形成的;电介质外环 814,其可以由石英形成的;以及内覆盖环 816,以保护该基础环 824 免受该空隙 862 中的等离子体的影响。为了简明,该上下电极组件 804、808 的其他元件没有显示在图 8 中。然而,此实施方式也可以实现其他类型的上下电极组件,只要该机构 800 可以与该组件配合使用。

[0042] 空隙 862 中的等离子体被约束环组件 839 约束,该约束环组件 839 包括 WAP 环 840 和多个约束环 842。该空隙 862 中的中性物质穿过环 840、842 之间的空隙并朝箭头 852 的方向流动。

[0043] 图示装置 800 提供了另外的气流传导路径,且包括具有多个狭槽 822 的狭槽覆盖环 820;具有与狭槽 822 对齐的多个狭槽 825 的基础环 824;以及具有多个突起 834 形成于其上的旁路阻塞环 830。合适的致动机构可以使阻塞环 830 朝着箭头 852 的方向运动,从而使得该突起 834 和该狭槽 822 和 825 的内表面之间的间隔(也就是气流路径)可以被控制,从而控制通过狭槽 822 的气流速率。例如,在一个实施方式中,耦合于该约束环组件 839 的一个或多个致动杆或致动棒 850 驱动该阻塞环 830。在另一个实施方式中,类似于图 7 所示的实施方式中的元件 714c 的臂单元 854 耦合于该阻塞环 830 且被操作,以驱动该阻塞环 830。覆盖环 820 中的狭槽 822 类似于图 3E 所示的实施方式中的狭槽 310。替代地,当从上面看时,狭槽 822 可以采用同心环的形式且该突起也可以是同心环。

[0044] 通常,上下电极组件之间的空隙区域的体积(比如 862)相对于室内空间(比如 860)的体积比较小。因为对基板的刻蚀速率直接受空隙内等离子体的影响,该约束环组件使得在该空隙的整个范围内能够进行小体积压力控制和等离子体约束,而不必对室的硬件作出主要的物理变化。而且,因为空隙的体积较小,且通过图 3A-8 所示的该旁路狭槽增加了气流传导,因此可以快速而准确地控制等离子体处理室内的等离子体条件。

[0045] 尽管本发明时参考其具体实施方式进行详细描述,然而,显然,对本领域的技术人员来说,可以在不背离所附权利要求的范围的基础上,对本发明作出变更和修改,以及进行等同替换。

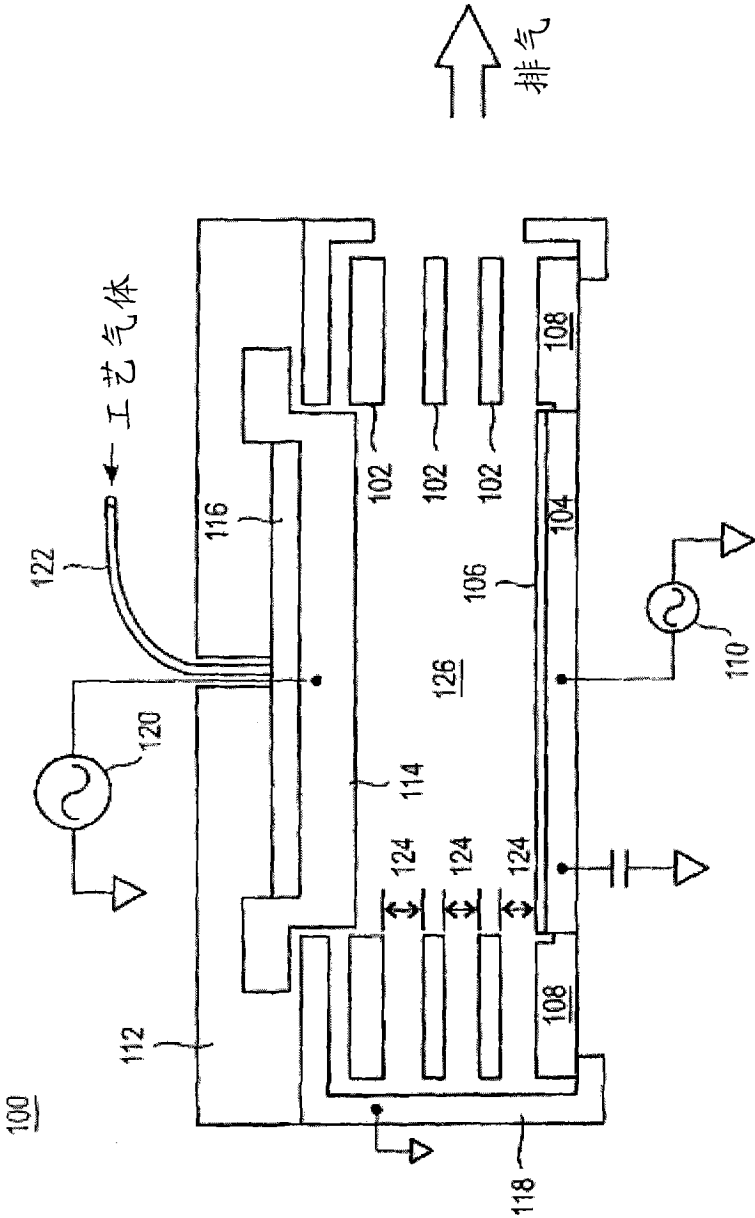


图 1(现有技术)

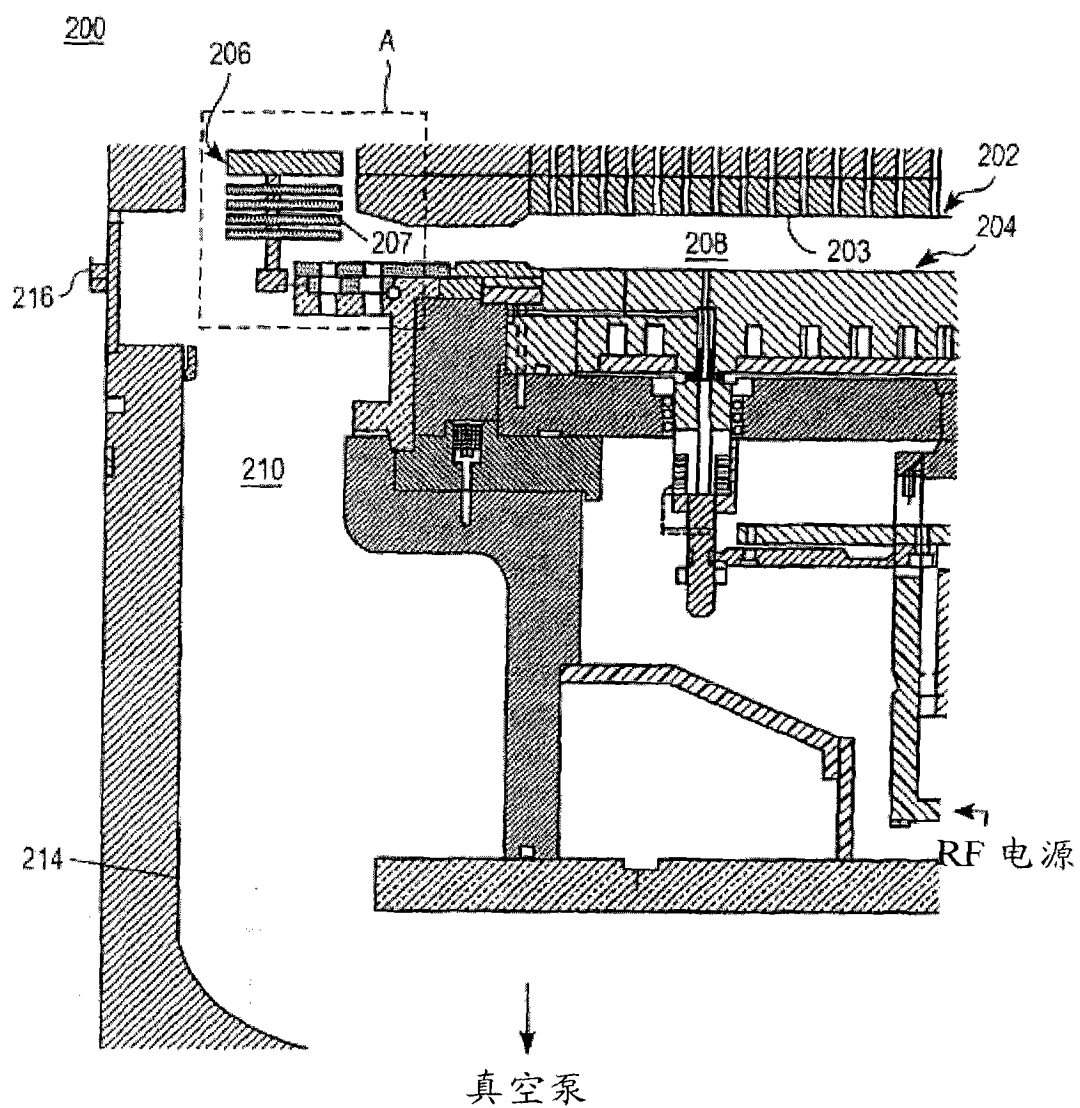


图 2

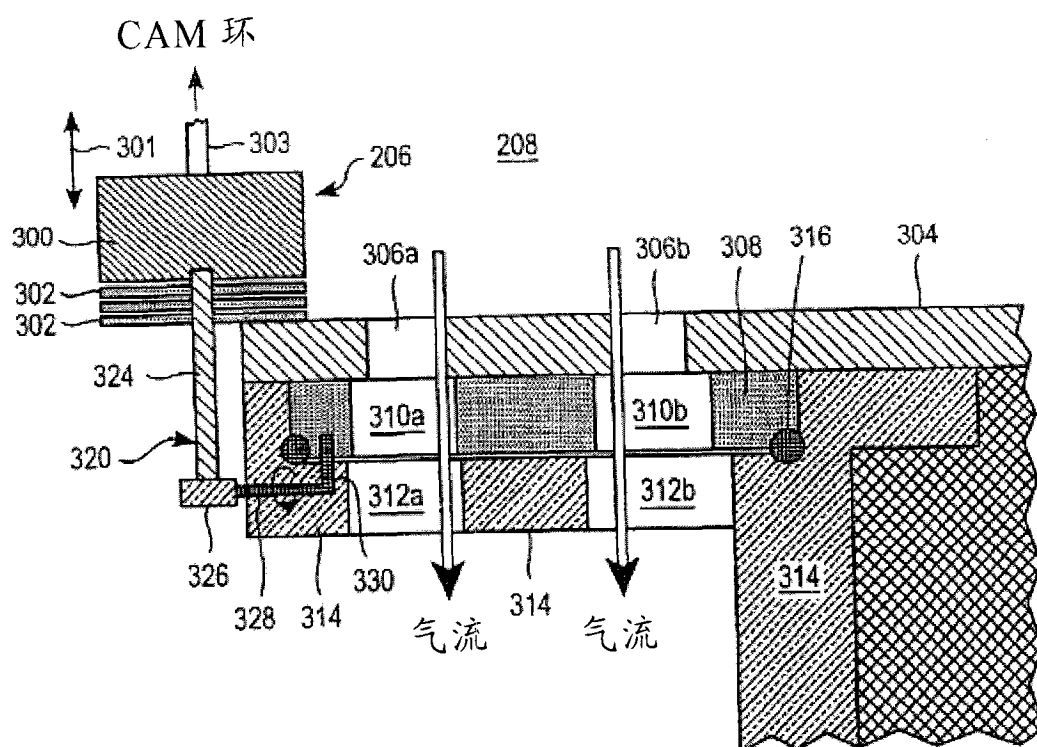


图 3A

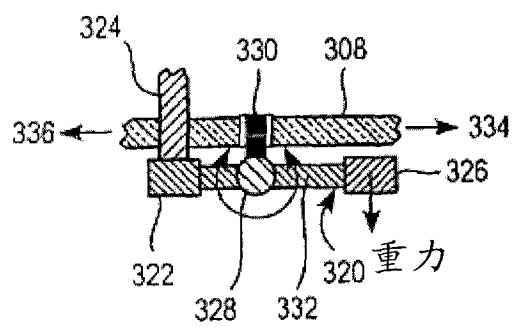


图 3B

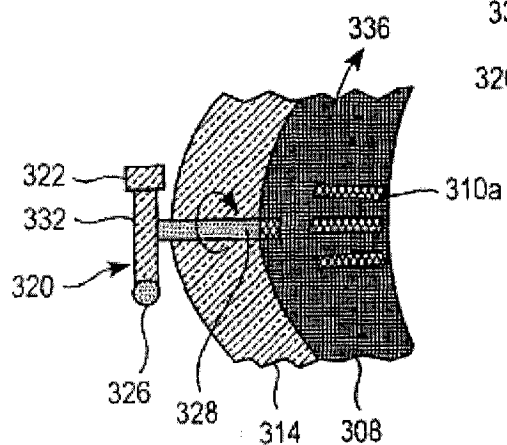


图 3D

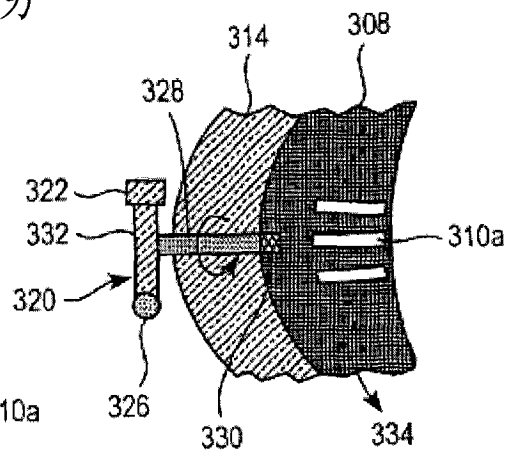


图 3C

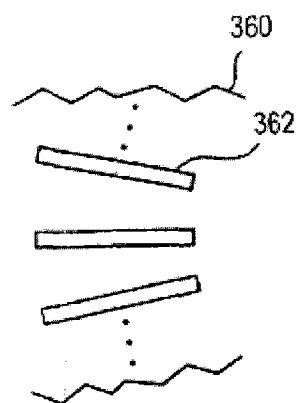


图 3F

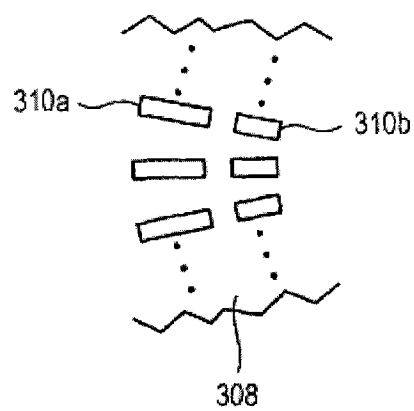


图 3E

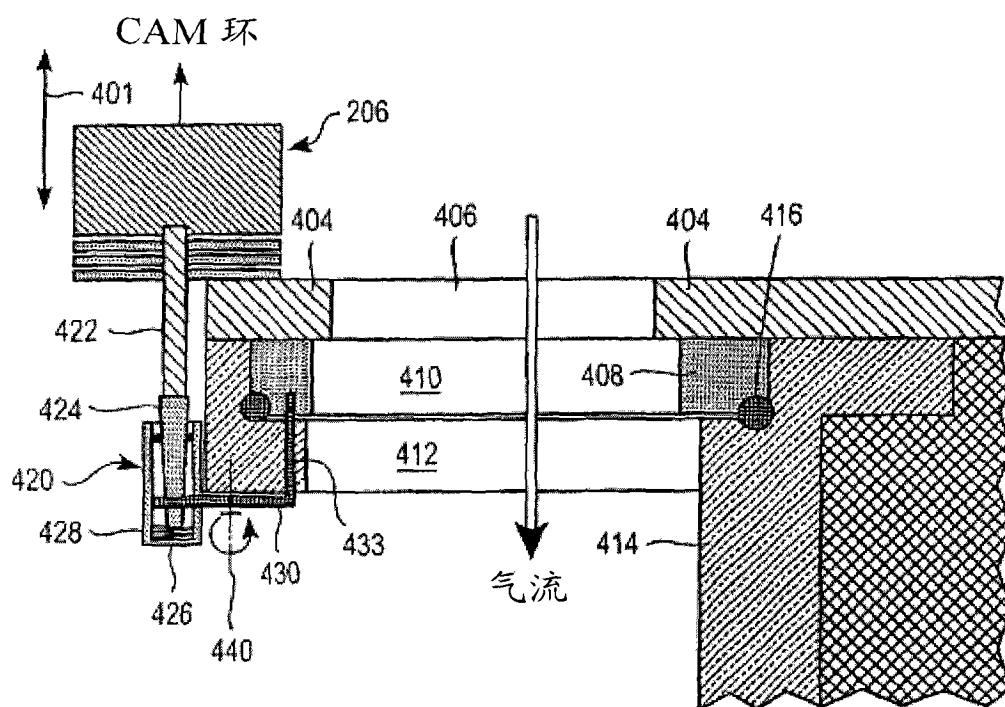


图 4A

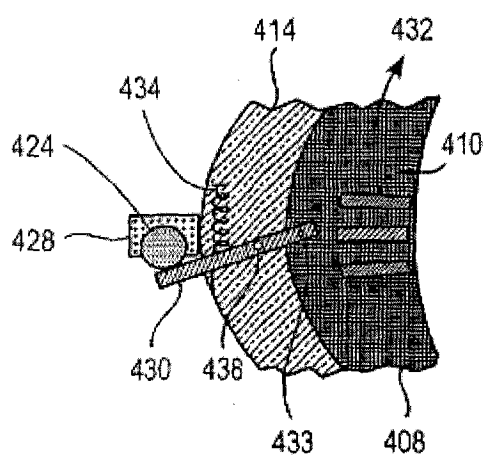


图 4B

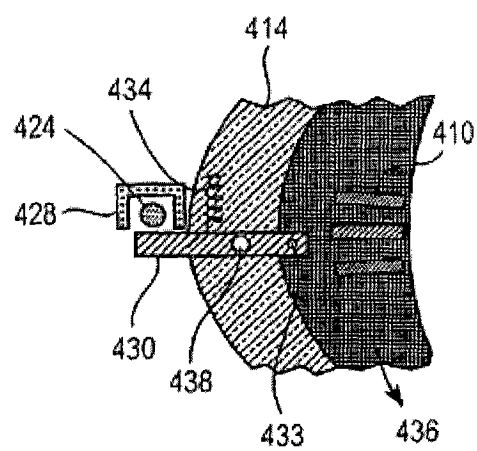


图 4C

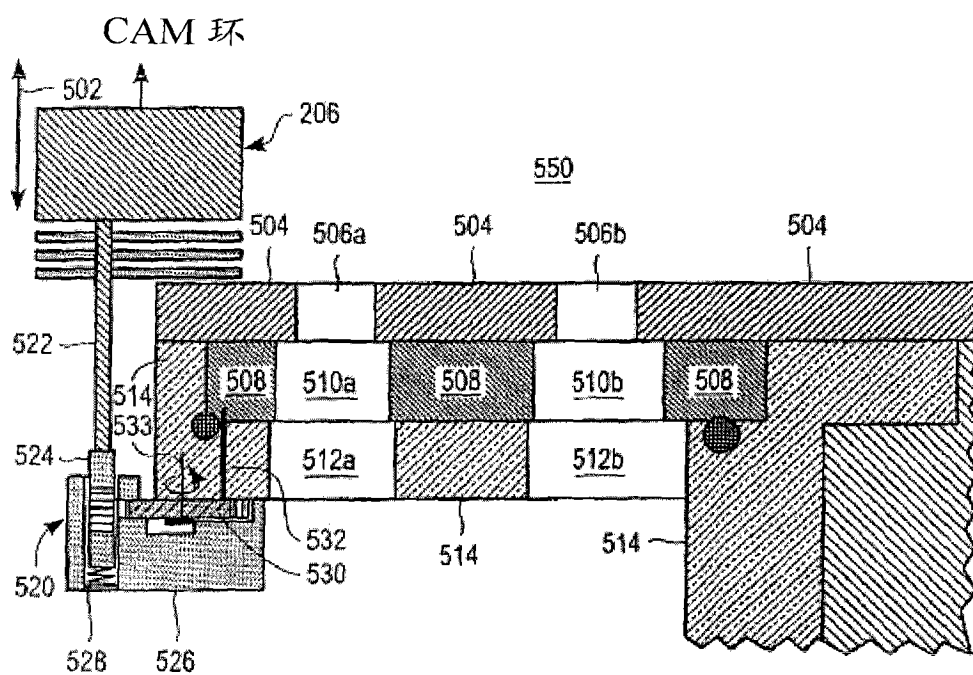


图 5A

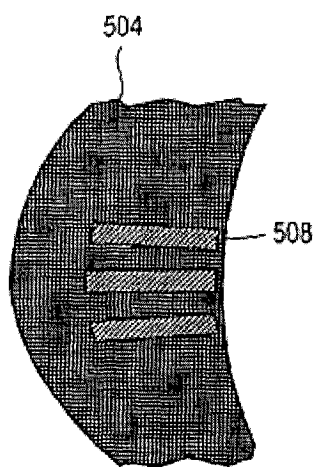


图 5B

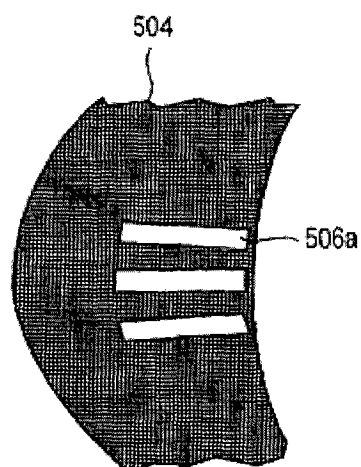


图 5C

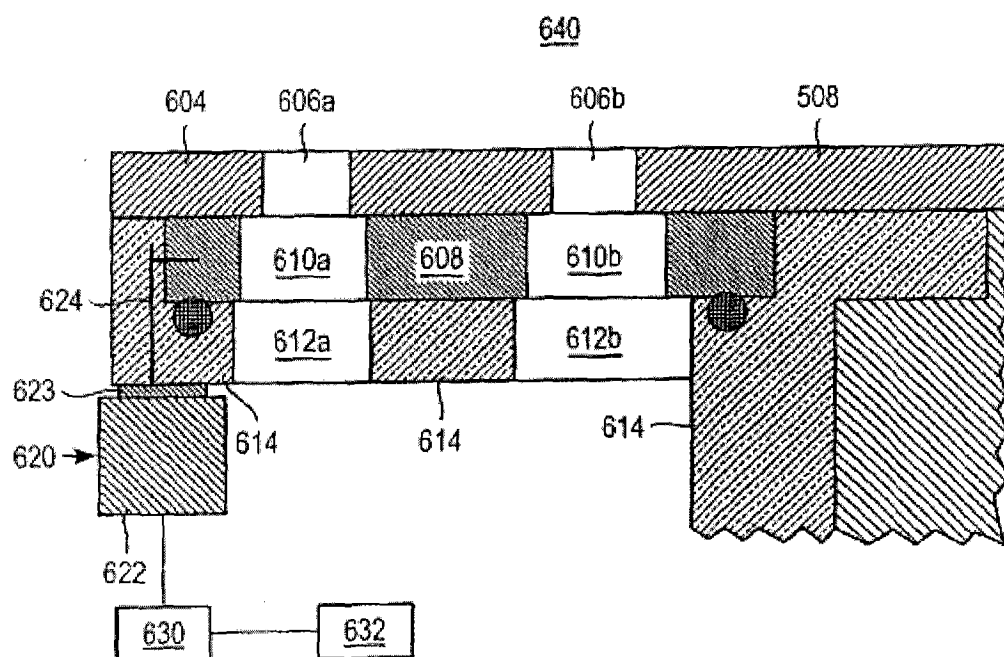


图 6A

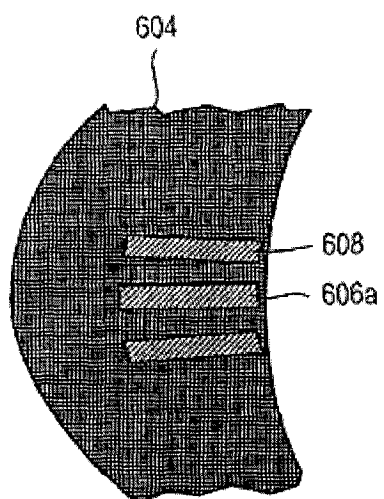


图 6B

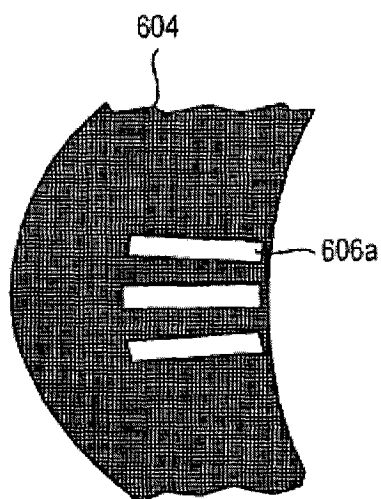


图 6C

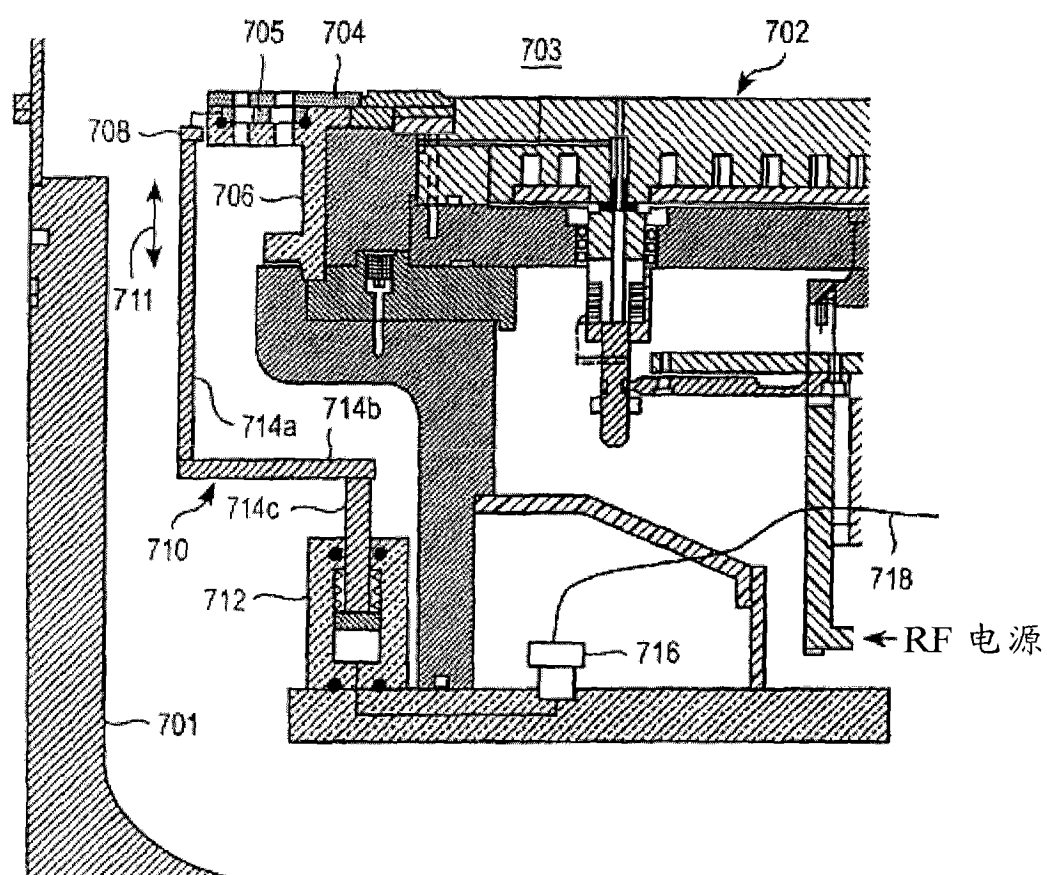


图 7

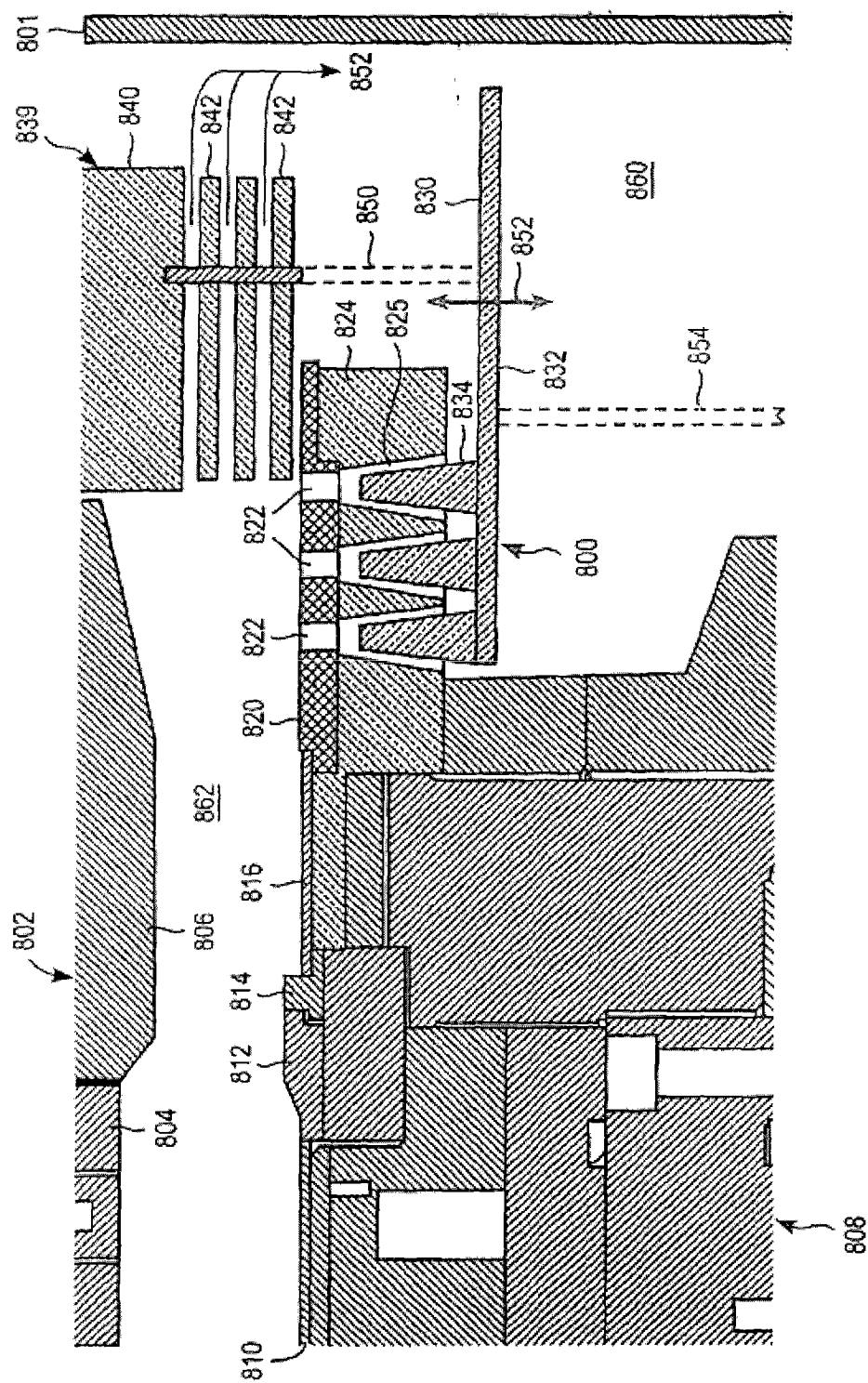


图 8