(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116349002 A
(43)申请公布日 2023.06.27

(21)申请号 202180068527.6
(22)申请日 2021.09.29
(30)优先权数据
63/087,814 2020.10.05 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.04.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/052732 2021.09.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/076227 EN 2022.04.14
(71)申请人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 克里斯托弗·金博尔
达雷尔·埃利希 尤马·奥库拉
(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 张华
(51)Int.Cl.
H01L 21/683(2006.01)

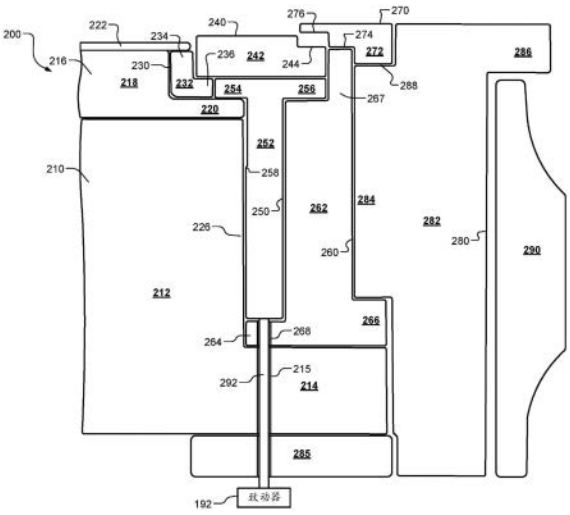
权利要求书5页 说明书15页 附图16页

(54)发明名称

用于等离子体处理系统的可移动边缘环

(57)摘要

一种用于衬底处理系统的可移动边缘环系统包括:顶部可移动环,其包括围绕衬底支撑件布置的第一环状主体。所述顶部可移动环在衬底处理期间暴露于等离子体。可移动支撑环被布置在所述顶部可移动环下方和所述衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体。屏蔽环被布置在所述可移动支撑环的径向外侧,并且包括第三环状主体。覆盖环包括被布置在所述顶部可移动环的径向外边缘上方的第四环状主体。致动器和升降销被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽环和所述覆盖环的位置。



CN 116349002 A

1.一种用于衬底处理系统的可移动边缘环系统,其包括:

顶部可移动环,其包括围绕衬底支撑件布置的第一环状主体,其中所述顶部可移动环在衬底处理期间暴露于等离子体;

可移动支撑环,其被布置在所述顶部可移动环下方和所述衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体;以及

屏蔽环,其被布置在所述可移动支撑环的径向外侧,并且包括第三环状主体;

覆盖环,其包括被布置在所述顶部可移动环的径向外边缘上方的第四环状主体;以及

致动器和升降销,其被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽环和所述覆盖环的位置。

2.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其中所述顶部可移动环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。

3.根据权利要求2所述的可移动边缘环系统,其中:

所述屏蔽环包括从所述第三环状主体的径向外侧上表面朝上延伸的凸部;以及

所述覆盖环包括:

第二环状凹陷部,其被配置成接收所述凸部;以及

第三环状凹陷部,其被配置成在将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环升起时与所述顶部可移动环的所述第一环状凹陷部对准。

4.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环是不导电的。

5.根据权利要求4所述的可移动边缘环系统,其中当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:

所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于70%的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内;以及

所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于50%的部分位于所述基板的预定耦合间隙内,

其中所述预定耦合间隙大于0且小于或等于20密耳。

6.根据权利要求4所述的可移动边缘环系统,其中当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:

所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于90%的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内;以及

所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于60%的部分位于所述基板的预定耦合间隙内,

其中所述预定耦合间隙大于0且小于或等于20密耳。

7.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其还包括边缘环,所述边缘环包括具有“L”形横截面的第五环状主体,其中所述衬底支撑件包括配置在所述基板上的加热层,且其中所述边缘环被配置在所述衬底支撑件的所述加热层与所述顶部可移动环的径向内侧和所述可移动支撑环的径向内侧之间。

8.根据权利要求7所述的可移动边缘环系统,其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。

9.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其还包括边缘环,所述边缘环包括第五环状主体且被配置在所述屏蔽环和所述覆盖环的径向外侧,其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。

10.根据权利要求9所述的可移动边缘环系统,其中所述边缘环包括位于其径向内侧上表面上以接收所述覆盖环的环状凹陷部。

11.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其中所述可移动支撑环的下表面包括环定心部分,以在所述升降销使所述环定心部分偏移时使所述可移动支撑环居中。

12.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其中所述顶部可移动环的下表面包括环定心部分,以在所述可移动支撑环使所述顶部可移动环的所述环定心部分偏移时使所述顶部可移动环居中。

13.根据权利要求1所述的可移动边缘环系统,其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环中的至少一者包括水平环间隔物。

14.根据权利要求13所述的可移动边缘环系统,其中所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

15.一种系统,其包括:

根据权利要求1所述的可移动边缘环系统;

所述衬底支撑件,其被配置成支撑衬底;以及

控制器,其被配置成控制所述致动器以移动所述升降销,以调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环相对于所述衬底支撑件的高度。

16.根据权利要求15所述的系统,其中所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环的所述高度:RF等离子体循环的数量、经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

17.一种用于衬底处理系统的边缘环系统,其包括:

顶部固定环,其包括在衬底处理期间直接暴露于等离子体的第一环状主体;

可移动环,其被布置在所述顶部固定环下方和衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体;

屏蔽环,其被布置在所述可移动环的下方且径向外侧,并且包括第三环状主体;以及

致动器和升降销,其被配置成调整所述可移动环相对于所述顶部固定环和所述屏蔽环的位置。

18.根据权利要求17所述的边缘环系统,其还包括不导电且被布置在所述顶部固定环的径向外边缘上方的覆盖环。

19.根据权利要求18所述的边缘环系统,其中所述顶部固定环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。

20.根据权利要求19所述的边缘环系统,其中:

所述屏蔽环包括从所述第三环状主体的径向外侧上表面朝上延伸的凸部;以及

所述覆盖环包括:

第二环状凹陷部,其被配置成接收所述凸部;以及

第三环状凹陷部,其被配置成与所述顶部固定环的所述第一环状凹陷部啮合。

21.根据权利要求17所述的边缘环系统,其中所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏

蔽环由导电材料制成。

22.根据权利要求21所述的边缘环系统,其中当将所述可移动环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动环保持:

所述可移动环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于70%的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内;以及

所述可移动环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于50%的部分位于所述基板的预定耦合间隙内,

其中所述预定耦合间隙小于或等于30密耳。

23.根据权利要求21所述的边缘环系统,其中所述可移动环具有"T"形横截面,而所述屏蔽环具有反向"T"形横截面。

24.根据权利要求17所述的边缘环系统,其还包括覆盖环,所述覆盖环包括第四环状主体,其中衬底支撑件包括被布置在所述基板上的加热层,且其中当所述顶部固定环位于下降位置时,所述覆盖环被布置在所述衬底支撑件的所述加热层与所述顶部固定环的径向内表面之间。

25.根据权利要求24所述的边缘环系统,其中所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环是不导电的。

26.根据权利要求20所述的边缘环系统,其还包括边缘环,所述边缘环包括环状主体且被布置在所述屏蔽环的径向外侧。

27.根据权利要求26所述的边缘环系统,其中所述边缘环包括位于其径向内侧上表面上以接收所述覆盖环的环状凹陷部,其中所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。

28.根据权利要求17所述的边缘环系统,其中所述顶部固定环包括径向内部分、从所述径向内部分延伸的朝上斜向部分、从所述朝上斜向部分延伸的平坦部分。

29.根据权利要求28所述的边缘环系统,其中所述可移动环包括径向朝内突出部分和径向朝外突出部分,且其中所述径向朝内突出部分的径向内侧上表面包括斜向部分。

30.根据权利要求29所述的边缘环系统,其中所述斜向部分的上表面平行于所述朝上斜向部分的下表面延伸。

31.根据权利要求17所述的边缘环系统,其中所述可移动环的下表面包括环定心部分,以在所述升降销使所述可移动环的所述环定心部分偏移时使所述可移动环居中。

32.根据权利要求17所述的边缘环系统,其中所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环中的至少一者包括水平环间隔物。

33.根据权利要求32所述的边缘环系统,其中所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

34.一种系统,其包括:

根据权利要求17所述的边缘环系统;

所述衬底支撑件,其被配置成支撑衬底;以及

控制器,其被配置成调整所述致动器的高度以移动所述升降销,从而调整所述可移动环相对于所述顶部固定环的高度。

35.根据权利要求34所述的系统,其中所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调

整所述可移动环的所述高度:RF等离子体循环的数量、经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

36.一种衬底处理系统,其包括:

衬底支撑件,其包括圆柱形主体、从所述圆柱形主体的下部延伸的环状突出部分以及从所述环状突出部分的径向外边缘朝上延伸的屏蔽部分,其中在所述圆柱形主体与所述屏蔽部分之间限定出空腔;

顶部可移动环,其包括围绕所述衬底支撑件布置的第一环状主体,其中所述顶部可移动环在衬底处理期间暴露于等离子体;以及

可移动支撑环,其包括第二环状主体,其中所述可移动支撑环被布置在所述顶部可移动环下方、在所述屏蔽部分与所述圆柱形主体之间的所述空腔中。

37.根据权利要求36所述的衬底处理系统,其还包括:

覆盖环,其被布置在所述顶部可移动环的径向外边缘上方;以及

致动器和升降销,其被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽部分和所述覆盖环的位置。

38.根据权利要求37所述的衬底处理系统,其中所述顶部可移动环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。

39.根据权利要求37所述的衬底处理系统,其中所述顶部可移动环、所述圆柱形主体、所述可移动支撑环和所述屏蔽部分是导电的,而所述覆盖环是不导电的。

40.根据权利要求39所述的衬底处理系统,其中当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:

所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于70%的部分位于所述圆柱形主体的预定耦合间隙内;以及

所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于50%的部分位于所述屏蔽部分的预定耦合间隙内,

其中所述预定耦合间隙大于0且小于或等于20密耳。

41.根据权利要求37所述的衬底处理系统,其中所述可移动支撑环的下表面包括环定心部分,以在所述升降销使所述可移动支撑环的所述环定心部分偏移时使所述可移动支撑环相对于所述圆柱形主体进行居中。

42.根据权利要求36所述的衬底处理系统,其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽部分中的至少一者包括水平环间隔物。

43.根据权利要求42所述的衬底处理系统,其中所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

44.根据权利要求42所述的衬底处理系统,其还包括:

致动器;

升降销;以及

控制器,其被配置成使所述致动器移动所述升降销,以调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环相对于所述衬底支撑件的高度。

45.根据权利要求44所述的衬底处理系统,其中所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环的所述高度:RF等离子体循环的数量、

经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

46.一种用于衬底处理系统的可移动边缘环系统,其包括:

顶部可移动环,其包括围绕衬底支撑件布置的第一环状主体,其中所述顶部可移动环的上表面在衬底处理期间暴露于等离子体;

可移动支撑环,其被布置在所述顶部可移动环下方和所述衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体;以及

屏蔽环,其被布置在所述可移动支撑环的下方且径向外侧,并且包括第三环状主体;以及

致动器和升降销,其被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽环的位置,

其中所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环由导电材料制成,以及

其中当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:

所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于70%的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内;以及

所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于50%的部分位于所述基板的预定耦合间隙内,

其中所述预定耦合间隙大于0且小于或等于20密耳。

47.根据权利要求46所述的可移动边缘环系统,其中所述预定耦合间隙大于0且小于或等于10密耳。

用于等离子体处理系统的可移动边缘环

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2020年10月5日申请的美国专利申请No.63/087,814的权益。上述引用的申请其全部公开内容都通过引用合并于此。

技术领域

[0002] 本公开整体总体上涉及等离子体处理系统,且更具体而言涉及具有可移动边缘环的边缘环系统。

背景技术

[0003] 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。

[0004] 衬底处理系统在例如半导体晶片之类的衬底上执行处理。衬底处理的示例包括沉积、灰化、蚀刻、清洁和/或其他工艺。可将工艺气体混合物供应至处理室以对该衬底进行处理。等离子体可用于将气体点燃以增强化学反应。

[0005] 在处理期间,衬底被配置在衬底支撑件上。边缘环具有环状主体,该环状主体围绕且相邻于衬底的径向外边缘而配置。边缘环可用于将等离子体塑形、或是将等离子体聚焦在衬底上。在操作期间,衬底和边缘环的暴露表面被等离子体蚀刻。因此,该边缘环会损耗且该边缘环对于等离子体的效果会改变,而这可能会对于均匀性造成不利的影响。

发明内容

[0006] 一种用于衬底处理系统的可移动边缘环系统包括:顶部可移动环,其包括围绕衬底支撑件布置的第一环状主体。所述顶部可移动环在衬底处理期间暴露于等离子体。可移动支撑环被布置在所述顶部可移动环下方和所述衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体。屏蔽环被布置在所述可移动支撑环的径向外侧,并且包括第三环状主体。覆盖环包括被布置在所述顶部可移动环的径向外边缘上方的第四环状主体。致动器和升降销被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽环和所述覆盖环的位置。

[0007] 在其他特征中,所述顶部可移动环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。所述屏蔽环包括从所述第三环状主体的径向外侧上表面朝上延伸的凸部。所述覆盖环包括:第二环状凹陷部,其被配置成接收所述凸部。第三环状凹陷部被配置成在将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环升起时与所述顶部可移动环的所述第一环状凹陷部对准。

[0008] 在其他特征中,所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的,而所述覆盖环是不导电的。当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:所述可移动支撑环的径向外表面的竖直

侧部的大于或等于约70％的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内；以及所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于约50％的部分位于所述基板的预定耦合间隙内。在一些实施方案中，所述预定耦合间隙大于0且小于或等于约20密耳。

[0009] 在其他特征中，当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时，所述可移动支撑环保持：所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于约90％的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内；以及所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于约60％的部分位于所述基板的预定耦合间隙内。在一些实施方案中，所述预定耦合间隙大于0且小于或等于约20密耳。

[0010] 在其他特征中，边缘环包括具有“L”形横截面的第五环状主体。所述衬底支撑件包括配置在所述基板上的加热层。所述边缘环被配置在所述衬底支撑件的所述加热层与所述顶部可移动环的径向内侧和所述可移动支撑环的径向内侧之间。

[0011] 在其他特征中，所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的，而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。边缘环包括第五环状主体且被配置在所述屏蔽环和所述覆盖环的径向外侧。所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环是导电的，而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。

[0012] 在其他特征中，所述边缘环包括位于其径向内侧上表面上以接收所述覆盖环的环状凹陷部。所述可移动支撑环的下表面包括环定心部分，以在所述升降销使所述环定心部分偏移时使所述可移动支撑环居中。所述顶部可移动环的下表面包括环定心部分，以在所述可移动支撑环使所述顶部可移动环的所述环定心部分偏移时使所述顶部可移动环居中。

[0013] 在其他特征中，所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环中的至少一者包括水平环间隔物。所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

[0014] 一种系统包括：所述可移动边缘环系统；和所述衬底支撑件，其被配置成支撑衬底。控制器被配置成控制所述致动器以移动所述升降销，以调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环相对于所述衬底支撑件的高度。

[0015] 在其他特征中，所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环的所述高度：RF等离子体循环的数量、经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

[0016] 一种用于衬底处理系统的边缘环系统包括：顶部固定环，其包括在衬底处理期间直接暴露于等离子体的第一环状主体。可移动环被布置在所述顶部固定环下方和衬底支撑件的基板的径向外侧，并且包括第二环状主体。屏蔽环被布置在所述可移动环的下方且径向外侧，并且包括第三环状主体。致动器和升降销被配置成调整所述可移动环相对于所述顶部固定环和所述屏蔽环的位置。

[0017] 在其他特征中，覆盖环是不导电的且被布置在所述顶部固定环的径向外边缘上方。所述顶部固定环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。

[0018] 在其他特征中，所述屏蔽环包括从所述第三环状主体的径向外侧上表面朝上延伸的凸部。所述覆盖环包括：第二环状凹陷部，其被配置成接收所述凸部；以及第三环状凹陷部，其被配置成与所述顶部固定环的所述第一环状凹陷部啮合。

[0019] 在其他特征中，所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环由导电材料制成。当将所述可移动环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时，所述可移动环保持：所述可

移动环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于约70％的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内；以及所述可移动环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于约50％的部分位于所述基板的预定耦合间隙内。所述预定耦合间隙小于或等于约30密耳。

[0020] 在其他特征中，所述可移动环具有“T”形横截面，而所述屏蔽环具有反向“T”形横截面。覆盖环包括第四环状主体。衬底支撑件包括被布置在所述基板上的加热层，且其中当所述顶部固定环位于下降位置时，所述覆盖环被布置在所述衬底支撑件的所述加热层与所述顶部固定环的径向内表面之间。

[0021] 在其他特征中，所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环是导电的，而所述覆盖环是不导电的。

[0022] 在其他特征中，边缘环包括环状主体且被布置在所述屏蔽环的径向外侧。

[0023] 在其他特征中，所述边缘环包括位于其径向内侧上表面上以接收所述覆盖环的环状凹陷部。所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环是导电的，而所述覆盖环和所述边缘环是不导电的。

[0024] 在其他特征中，所述顶部固定环包括径向内部分、从所述径向内部分延伸的朝上斜向部分、从所述朝上斜向部分延伸的平坦部分。所述可移动环包括径向朝内突出部分和径向朝外突出部分。所述径向朝内突出部分的径向内侧上表面包括斜向部分。

[0025] 在其他特征中，所述斜向部分的上表面平行于所述朝上斜向部分的下表面延伸。所述可移动环的下表面包括环定心部分，以在所述升降销使所述可移动环的所述环定心部分偏移时使所述可移动环居中。所述顶部固定环、所述可移动环和所述屏蔽环中的至少一者包括水平环间隔物。

[0026] 在其他特征中，所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

[0027] 一种系统包括：所述边缘环系统；所述衬底支撑件，其被配置成支撑衬底；以及控制器，其被配置成调整所述致动器的高度以移动所述升降销，从而调整所述可移动环相对于所述顶部固定环的高度。

[0028] 在其他特征中，所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调整所述可移动环的所述高度：RF等离子体循环的数量、经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

[0029] 一种衬底处理系统包括：衬底支撑件，其包括圆柱形主体、从所述圆柱形主体的下部延伸的环状突出部分以及从所述环状突出部分的径向外边缘朝上延伸的屏蔽部分，其中在所述圆柱形主体与所述屏蔽部分之间限定出空腔。顶部可移动环包括围绕所述衬底支撑件布置的第一环状主体。所述顶部可移动环在衬底处理期间暴露于等离子体。所述可移动支撑环包括第二环状主体，其中所述可移动支撑环被布置在所述顶部可移动环下方、在所述屏蔽部分与所述圆柱形主体之间的所述空腔中。

[0030] 在其他特征中，覆盖环被布置在所述顶部可移动环的径向外边缘上方。致动器和升降销被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽部分和所述覆盖环的位置。所述顶部可移动环包括位于所述第一环状主体的径向外侧上表面上的第一环状凹陷部。

[0031] 在其他特征中，所述顶部可移动环、所述圆柱形主体、所述可移动支撑环和所述屏蔽部分是导电的，而所述覆盖环是不导电的。当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时，所述可移动支撑环保持：所述可移动支撑环

的径向内表面的竖直侧部的大于或等于约70％的部分位于所述圆柱形主体的预定耦合间隙内;以及所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于约50％的部分位于所述屏蔽部分的预定耦合间隙内。所述预定耦合间隙大于0且小于或等于约20密耳。

[0032] 在其他特征中,所述可移动支撑环的下表面包括环定心部分,以在所述升降销使所述可移动支撑环的所述环定心部分偏移时使所述可移动支撑环相对于所述圆柱形主体进行居中。所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽部分中的至少一者包括水平环间隔物。在一些实施方案中,所述水平环间隔物包括垫片、凸部和销中的至少一者。

[0033] 在其他特征中,所述系统包括:致动器;升降销;以及控制器,其被配置成使所述致动器移动所述升降销,以调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环相对于所述衬底支撑件的高度。

[0034] 在其他特征中,所述控制器被配置成响应于下列至少一者而调整所述可移动支撑环和所述顶部可移动环的所述高度:RF等离子体循环的数量、经处理的衬底的数量以及RF暴露的时间。

[0035] 一种用于衬底处理系统的可移动边缘环系统包括:顶部可移动环,其包括围绕衬底支撑件布置的第一环状主体。所述顶部可移动环的上表面在衬底处理期间暴露于等离子体。可移动支撑环被布置在所述顶部可移动环下方和所述衬底支撑件的基板的径向外侧,并且包括第二环状主体。屏蔽环被布置在所述可移动支撑环的下方且径向外侧,并且包括第三环状主体。致动器和升降销被配置成调整所述顶部可移动环和所述可移动支撑环相对于所述屏蔽环的位置。所述顶部可移动环、所述可移动支撑环和所述屏蔽环由导电材料制成。当将所述顶部可移动环和所述可移动支撑环从最低位置移动至中间位置和最上方位置时,所述可移动支撑环保持:所述可移动支撑环的径向外表面的竖直侧部的大于或等于约70％的部分位于所述屏蔽环的预定耦合间隙内;以及所述可移动支撑环的径向内表面的竖直侧部的大于或等于约50％的部分位于所述基板的预定耦合间隙内。所述预定耦合间隙大于0且小于或等于20密耳。

[0036] 在其他特征中,所述预定耦合间隙大于0且小于或等于约10密耳。

[0037] 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

[0038] 根据详细描述和附图将更充分地理解本公开,其中:

[0039] 图1是根据本公开的用于衬底的等离子体处理系统的示例的功能框图;

[0040] 图2A和2B是根据本公开的某些实施方案的分别位于下降和升起位置时的顶部可移动环的示例的横截面侧视图;

[0041] 图3A和3B是根据本公开的某些实施方案的分别位于下降和升起位置时的顶部可移动环的另一示例的横截面侧视图;

[0042] 图4A和4B是根据本公开的某些实施方案的位于顶部固定环且分别配置在下降和升起位置时的可移动环的另一示例的横截面侧视图;

[0043] 图5A和5B是根据本公开的某些实施方案的分别位于下降和升起位置时的顶部可移动环的另一示例的横截面侧视图;

[0044] 图6A和6B是根据本公开的某些实施方案的分别位于下降和升起位置时的顶部可移动环的另一示例的横截面侧视图；

[0045] 图7是根据本公开的某些实施方案的边缘环系统的侧向横截面图，其中该边缘环系统包括具有环间隔物的环，且该环间隔物包括多个垫片；

[0046] 图8是根据本公开的某些实施方案的环的侧向横截面图，其中该环具有环间隔物，且该环间隔物包括多个销；

[0047] 图9A是根据本公开的某些实施方案的环的侧向横截面图，其中该环具有环间隔物，且该环间隔物包括多个凸部；

[0048] 图9B是根据本公开的某些实施方案的环的放大侧向横截面图，其中该环具有环间隔物，且该环间隔物包括具有升起平坦部分的凸部；

[0049] 图10A和图10B是根据本公开的某些实施方案的环定心部分的示例的侧向横截面图；

[0050] 图11是根据本公开的某些实施方案的边缘环的高度的调整方法的示例的流程图；以及

[0051] 图12是根据本公开的某些实施方案将一个或更多边缘环加热而使边缘环重新定位或置中的方法的示例的流程图。

[0052] 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。

具体实施方式

[0053] 在衬底处理期间，将衬底配置在例如静电卡盘(ESC)的基座上、供应工艺气体、并且在处理室中点燃等离子体。该处理室内的部件的暴露表面会因为暴露于等离子体而经受损耗。

[0054] 举例而言，边缘环围绕着衬底的径向外边缘配置以将等离子体塑形。在处理衬底后，边缘环的暴露表面可能会向下损耗，并位于相对于该衬底的不同高度处。因此，该边缘环对于等离子体的效果会改变，而这会使该处理对于衬底的效果改变。因此，在一些衬底处理系统中，将会需要打开处理室以替换已损耗的边缘环。

[0055] 为了在不破坏真空的情况下减少因为边缘环损耗所导致的处理变化，一些处理室部署可调边缘环。这些处理室可提高可调边缘环的高度，以补偿损耗或使得能针对配方中的不同工艺条件进行调整。此方法使替换边缘环的间隔时间延长，从而减小替换成本并使总停机时间降低。

[0056] 由于边缘环的高度改变，因此在等离子体、鞘和/或电容输送结构(包括边缘环)之间的电容耦合也会改变。这些电容耦合的改变可能会随着时间推移而造成衬底处理的不均匀性。电容耦合的差异还可能响应于其他因素而产生，其中所述其他因素例如系边缘环的热膨胀、相邻环之间的间隙腐蚀、以及部件与部件之间的差异性。

[0057] 在一些实例中，可使用涂层、间隔物、和/或最小间隙使电容差异最小化。然而，这些机制可能会使总耦合电容减少，从而降低边缘环上的RF电压。因此，将需要较高的几何高度以达到所期望的竖直倾斜。

[0058] 根据本公开的各种边缘环配置包括顶部可移动环，其中该顶部可移动环在其损耗时使电容耦合的差异减小。图2A和图2B、图3A和图3B、图5A和图5B、和图6A和图6B示出了可

调顶部可移动环。如于下文进一步描述的，可通过使用可移动支撑环和升降销改变该顶部可移动环的高度，以改变顶部可移动环的几何高度。

[0059] 图4A和图4B绘示根据本公开的某些实施方案的另一类型的可调边缘环。如于下文进一步描述的，图4A和图4B中的顶部环是固定的，并对于布置在顶部环下方的可移动环和升降销进行调整，以调节该顶部环上的RF电压和控制等离子体鞘。

[0060] 现在参照图1，其显示了根据本公开的某些实施方案的衬底处理系统110的示例，该衬底处理系统110执行等离子体处理且包括可移动边缘环系统。虽然显示了特定类型的等离子体处理室，但可以使用其他等离子体处理室。该衬底处理系统110可用于执行使用电容耦合等离子体(CCP)进行的蚀刻。该衬底处理系统110包括处理室122，处理室122围绕衬底处理系统110的其他部件，并且容纳RF等离子体(如果使用的话)。衬底处理系统110包括上电极124、以及例如静电卡盘(ESC)之类的衬底支撑件126。在操作期间，衬底128被放置在衬底支撑件126上。

[0061] 仅举例而言，上电极124可包括将工艺气体进行引导与分布的气体分配设备129，例如喷头。该气体分配设备129可包括杆部，该杆部包括连接至该处理室的顶表面的端部。环状主体通常是圆柱形的，并且从该杆部的相对端部径向往外延伸，该相对端部位于与该处理室的该顶表面分隔开的位置处。喷头的环状主体的面向衬底表面或面板包括多个孔洞，其中前体、反应物、蚀刻气体、惰性气体、载气、其他工艺气体、或清扫气体流动通过该多个孔洞。替代地，上电极124可包括导电板，并且可以以另一方式来引入工艺气体。

[0062] 衬底支撑件126包括作为下电极的基板130。该基板130支撑着加热板132，其中该加热板132可对应于陶瓷多区域加热板。在加热板132与基板130之间可设置接合层和/或耐热层134。基板130可包括用于使冷却剂流经该基板130的一个或更多通道136。

[0063] RF产生系统140产生RF电压，并将该RF电压输出至上电极124与下电极(例如，衬底支撑件126的基板130)中的一者。该上电极124与基板130中的另一者可以是DC接地的、AC接地的、或是浮动的。仅举例而言，该RF产生系统140可以包括产生RF等离子体功率的RF产生器142，其中该RF等离子体功率通过匹配和分配网络144而馈送至上电极124或基板130。在其他示例中，可感应或远程地产生等离子体。

[0064] 气体运输系统150包括一个或更多气体源152-1、152-2、…、和152-N(统称为气体源152)，其中N为大于零的整数。气体源152通过阀154-1、154-2、…、和154-N(统称为阀154)、以及MFC156-1、156-2、…、和156-N(统称为MFC 156)而连接至歧管160。在MFC 156与歧管160之间可使用辅助阀。虽然被显示为单一气体运输系统150，但可以使用两种或更多气体运输系统。

[0065] 温度控制器163可以与配置在加热板132内的多个热控制元件(TCE)164连接。温度控制器163可用于控制该多个TCE 164而控制衬底支撑件126与衬底128的温度。温度控制器163可以与冷却剂组件166通信以控制经过通道136的冷却剂流。举例而言，冷却剂组件166可包括冷却剂泵、贮存器、和/或一个或更多温度传感器。温度控制器163将冷却剂组件166进行操作，以使冷却剂选择性地流经通道136而使衬底支撑件126冷却。

[0066] 阀170与泵172可用于将反应物从处理室122抽空。系统控制器180可包括一个或更多控制器，其中该一或个更多控制器用于控制衬底处理系统110的部件。在一些示例中，可以在等离子体处理期间将可移动边缘环182设置在衬底128的径向外侧，并使该可移动边缘

环182暴露于等离子体。在其他示例中，可移动边缘环位于固定式边缘环(其暴露于等离子体)的下方。如将在下文进一步描述的，可将边缘环高度调整系统184用于调整该可移动边缘环182相对于该衬底128的高度(或者改变固定式边缘环的RF电压)。在一些示例中，还可以在不破坏真空的情况下将该可移动边缘环182升高、由机械手的末端执行器移除、并用另一边缘环取代。

[0067] 在某些实施方案中，系统控制器180控制机械手190以将衬底和/或边缘环输送至处理室，如将在下文进一步描述的。该系统控制器180还控制一个或更多致动器192，其中该一个或更多致动器192使升降销移动以调整边缘环的高度或倾斜，如在下文进一步描述的。该系统控制器180还可接收来自一个或更多传感器196的输出，其中该一个或更多传感器196用于感测边缘环的高度。传感器的非限制性示例包括光学传感器、物理传感器、压电传感器、超声波传感器等。

[0068] 现在参照图2A和图2B，其显示了根据本公开的某些实施方案的边缘环系统200，其中可移动边缘环位于下降位置(图2A)和升高位置(图2B)。边缘环系统200被配置成调整顶部可移动环240的上表面相对于衬底222的上表面的几何高度。衬底支撑件包括基板210，该基板210包括圆柱形主体212、以及从圆柱形主体212的下部径向朝外延伸的环状突出部分214。基板210的环状突出部分214包括空腔215，该空腔215在竖直方向中延伸以使得升降销292能在其中往复移动。

[0069] 加热层216被配置在基板210上方。该加热层216包括圆柱形主体218、以及从该圆柱形主体218的下部朝外延伸的环状突出部分220。在加热层216与基板210之间可配置接合层(未显示)。

[0070] 如图2A所显示的，边缘环系统200包括环230、屏蔽环260、覆盖环270、环280和环290(以上为固定式的)、顶部可移动环240和可移动支撑件环250。在该背景中，术语“固定式”代表在不破坏真空进行安装后通常不移动的边缘环，而术语“可移动”代表在不破坏真空进行安装后可通过致动器(其在下文进一步描述)调整环的位置。

[0071] 环230被配置在衬底222的径向外边缘下方、加热层216的环状突出部分220上方、以及加热层216、顶部可移动环240的径向内边缘与可移动支撑件环250的径向内边缘之间。根据某些实施方案，环230具有“L”形横截面，并且包括环状主体232、竖直部分234和水平部分236。

[0072] 顶部可移动环240包括直接暴露于等离子体的上表面。在一些实施方案中，顶部可移动环240从衬底222径向朝外配置、部分位于顶部覆盖环270下方、位于环230和环260上方并与其相邻、以及直接位于可移动支撑件环250上方并与其接触。根据一些实施方案，顶部可移动环240包括环状主体242和环状凹陷部244，其中该环状主体242具有大致矩形的横截面，而环状凹陷部244位于环状主体242的径向外侧的上部上。

[0073] 可移动支撑件环250包括环状主体252，其中该环状主体252位于顶部可移动环240下方、以及屏蔽环260的径向内表面与基板210的径向外侧表面之间。在一些实施方案中，可移动支撑件环250具有“T”形横截面，但可使用其他横截面。可移动支撑件环250的上部包括径向朝内突出部分254和径向朝外突出部分256。径向朝内突出部分254的上表面和径向朝外突出部分256的上表面与顶部可移动环240的下表面直接相邻配置，并与其接触。

[0074] 在一些实施方案中，可移动支撑件环250还包括突出部分258，其中该突出部分258

的位置沿着环状主体252的径向内侧的下侧部分，以增强与基板210的耦合。在某些实施方案中，突出部分258竖直延伸至可移动支撑件环250的与基板的在耦合间隙内针对可移动支撑件环250的所有竖直位置的径向外表面相邻的位置，以保持均匀的电容耦合。

[0075] 顶部可移动环240的上表面可能会因为等离子体暴露而腐蚀。在一些实施方案中，将顶部可移动环240和可移动支撑件环250升高以补偿该上表面的腐蚀，使得顶部可移动环240的上表面保持在相对于衬底222的基本固定位置。

[0076] 屏蔽环260位于可移动支撑件环250与环280之间、以及基板210的环状突出部分214上方。在一些示例中，屏蔽环260由导电材料所制成，且配置在可移动支撑件环250的径向外侧。屏蔽环260的位置有助于控制可移动支撑件环250的电压，并阻挡对于环290的耦合(有助于保持高电压)。在一些示例中，该屏蔽环260可与基板212整合，如在下文进一步描述的。

[0077] 根据一些实施方案，屏蔽环260具有反向T”形横截面、环状主体262、径向朝内突出部分264和径向朝外突出部分266。径向朝内突出部分264的下表面和径向朝外突出部分266的下表面与基板210的环状突出部分214的上部直接相邻配置。屏蔽环260更包括从环状主体262的上表面的径向外边缘竖直延伸的朝上突出部分267。空腔268与空腔215对准，从而允许致动器192将升降销292在其中往复移动。

[0078] 如图2A-图2B所显示的，顶部覆盖环270位于顶部可移动环240、屏蔽环260和环280上方，并且具有直接暴露于等离子体的上表面。在一些示例中，顶部覆盖环270包括环状主体272、第一台阶状部分274和第二台阶状部分276。该第一台阶状部分274被配置在屏蔽环260的朝上突出部分267上方。第二台阶状部分276由顶部可移动环240的环状凹陷部244所接收。第二台阶状部分276覆盖着顶部可移动环240的径向外边缘和可移动支撑件环250的径向外边缘。在其他示例中，顶部覆盖环270可包括额外台阶、较少台阶、或无台阶。在一些示例中，顶部覆盖环270具有矩形横截面。

[0079] 环280位于屏蔽环260、基板210的环状突出部分214、以及支撑板285的径向外侧。环280包括环状主体282、以及从环状主体282的径向内表面的一部分径向朝内延伸的凸部284。环状主体282包括被配置在环状主体282的上部的径向内边缘上的环状凹陷部288。环状主体282包括从环状主体282的上边缘径向朝外延伸的突出部分286。环290位于环280的径向外侧、突出部分286下方。在一些实施方案中，顶部覆盖环270可由石英所制成，而环280可由石英或陶瓷所制成。

[0080] 如图2A和图2B中可见的，致动器192使升降销292偏移以调整升降销292的高度。升降销292使可移动支撑件环250偏移以将顶部可移动环240相对于衬底222的上表面而升起。调整顶部可移动环240的几何高度补偿了因暴露于等离子体所导致的损耗。在一些示例中，顶部可移动环240、可移动支撑环250、屏蔽环260、和环290由导电材料所制成。环230、覆盖环270、和环280由非导电材料所制成。

[0081] 当顶部可移动环240和可移动支撑环250从最低位置移动至各种升起位置时，图2A和图2B中所显示的配置与基板210和/或边缘环260保持着相对均匀的电容耦合。在一些示例中，在顶部可移动环240和可移动支撑环250的各种高度位置中，可移动支撑环250的径向外侧表面的竖直-定向侧部分中的大于或等于70％、80％或90％的部分位于屏蔽环260的预定耦合间隙内。在图2A和图2B的示例中，在顶部可移动环240和可移动支撑件环250的各种

高度位置中，可移动支撑环250的径向外侧表面的垂直-定向侧部的100％位于屏蔽环260的预定耦合间隙内。

[0082] 在一些示例中，该预定耦合间隙大于0，且小于或等于30密耳、20密耳或10密耳。该预定耦合间隙是足够大的，从而允许可移动环的相对移动，并具有足够空间使该环和/或相邻表面因为在等离子体处理期间进行加热而膨胀。预定耦合间隙还应是足够小的，以对相邻环或基板提供足够的电容耦合，而在该环的位置因为顶部边缘环上的损耗而升起时维持着顶部边缘环上的RF电压。

[0083] 在一些示例中，在顶部可移动环240和可移动支撑环250的各种高度位置中，可移动支撑件环250的径向内侧表面的竖直-定向部分中的大于或等于50％、60％或70％的部分位于基板210的预定耦合间隙内。在一些示例中，对于可移动支撑环250的所有竖直位置而言，基板210的竖直侧部、可移动支撑环250的竖直侧部、和屏蔽环260的竖直侧部的电容耦合保持恒定。

[0084] 现在参照图3A和图3B，环230、可移动支撑环250、和覆盖环270可具有其他横截面形状。在图3A中，可移动支撑环250’包括环状主体252。在一些示例中，可移动支撑环250’具有“L”形横截面。环230’的水平部分236延伸至可移动支撑环250’的径向内表面。顶部覆盖环270’包括台阶状部分275，该台阶状部分275从环状主体272径向朝内延伸，并且界定环状凹陷部以接收屏蔽环260的突出部分267和顶部可移动环240的径向外表面。在图3B中，升降销292使可移动支撑环250偏移以调整顶部可移动环240的高度。

[0085] 现在参照图4A和图4B，其显示了根据本公开的一些实施方案的边缘环系统400。顶部固定环440(其直接暴露于等离子体)的RF电压通过调整位于顶部固定环440下方的可移动环450的高度而改变。

[0086] 在图4A中，根据一些实施方案的边缘环系统400还包括环430、屏蔽环260、覆盖环470、环280、和环290(以上为固定式的)。环430具有环状主体，且被配置在衬底222的径向外边缘下方、顶部固定环440的径向内边缘的正下方、加热层216的环状突出部分220的正上方、以及加热层216与可移动环450的径向内边缘之间。在一些示例中，环430具有矩形横截面。

[0087] 顶部固定环440包括直接暴露于等离子体的上表面。该顶部固定环440被部分配置在衬底222的径向外边缘下方、径向朝外延伸通过衬底的径向外边缘、并且升起至衬底222上方。顶部固定环440部分位于覆盖环470下方、以及可移动环450和屏蔽环260上方。该顶部固定环440包括环状主体442，其中该环状主体442具有径向内部分444、朝上斜向部分445、平面部分447、以及位于该环状主体442的上部的径向外表面上的环状凹陷部分448。顶部固定环440的上表面直接暴露于等离子体。斜向部分445的斜率允许在该表面各处进行均等/均匀腐蚀，从而有助于保持该环各处的固定厚度(与直角设计相比)。

[0088] 可移动环450位于顶部固定环440下方、以及屏蔽环260的径向内表面与基板210的径向外侧表面之间。可移动环450具有环状主体452。在一些示例中，该可移动环450具有“T”形横截面、径向朝内突出部分454和径向朝外突出部分456。在一些示例中，径向朝内突出部分454的径向内侧且上表面455能以与顶部固定环440的斜向部分445大致平行的方式倾斜。

[0089] 覆盖环470位于顶部固定环440、屏蔽环260和环280上方，且具有直接暴露于等离子体的上表面。覆盖环470包括环状主体472、第一台阶状部分474和第二台阶状部分476。该

第一台阶状部分474被配置在屏蔽环260的朝上突出部分467上方。第二台阶状部分476由顶部固定环440的环状凹陷部分448所接收。

[0090] 如图4A和图4B中可见的，致动器192使升降销292偏移以调整升降销292和可移动环450的高度而使电容耦合改变，其中该电容耦合会使顶部固定环440上的RF电压改变。改变RF电压补偿因等离子体暴露所导致的顶部固定环440的损耗，而不改变顶部固定环440的几何高度，这使得不均匀性减小。在一些示例中，顶部固定环440、屏蔽环260、环290和可移动环450由导电材料所制成。环430、覆盖环470和环280由非导电材料所制成。

[0091] 现在参照图5A和图5B，其显示了边缘环系统500的另一示例，该边缘环系统500包括顶部可移动环540、可移动支撑环550和屏蔽环560。该顶部可移动环540在处理期间直接暴露于等离子体。顶部可移动环540位于可移动支撑环550上。致动器192使升降销292偏移进入可移动支撑环550的下表面，以调整顶部可移动环540相对于衬底422的位置。

[0092] 顶部可移动环540包括环状主体541。在一些示例中，顶部可移动环540包括环定心部分542以将该顶部可移动环540居中于可移动支撑环550上。在一些示例中，环定心部分542可包括形成在其下表面上的空腔。在一些示例中，该空腔的宽度足以接收可移动支撑环250的上部。可理解，本文所述的边缘环系统可包括环定心部分542。顶部可移动环540的朝下定向凸部544和546被配置在该空腔的相对侧上的环状主体541的径向内侧位置和径向外侧位置处。环状凹陷部548可配置在环状主体541的上方且径向外部部分上。

[0093] 在一些示例中，顶部可移动环540的下部包括环定心部分551，以将可移动支撑环550相对于基板210而居中。可理解，本文所述的所有边缘环系统可包括环定心部分551。在一些示例中，环定心部分551包括空腔553，该空腔553具有内表面，该内表面包括线性或非线性(例如，弯曲)倾斜使得当可移动支撑环550坐落在升降销292上方时将该可移动支撑环550偏移至位置中的一部分。在一些示例中，该空腔的表面包括提供定心效果的相对表面。在一些示例中，该空腔的表面具有“V”形、锥形、直线和弯曲形状的组合、或者提供定心效果的其他表面类型。

[0094] 屏蔽环560包括环状主体562，其中该环状主体562部分地围绕着可移动支撑环550。环状主体562的下部包括径向朝外突出脚564和径向朝内突出脚566。

[0095] 环580被配置在顶部可移动环540、可移动支撑环550和屏蔽环560的径向外侧。环580包括环状主体582、从该环580的径向内表面的中间部分径向朝内延伸的第一凸部584。凸部585从环580的径向内表面的上部径向朝内延伸。凸部585位于朝下突出脚546下方。环状凹陷部587被配置在凸部585上方的径向内表面上。凸部586从该环的上表面径向朝外突出。环状凹陷部588被配置在环580的上表面上。在一些示例中，覆盖环470位于环状凹陷部588上。环590被配置在环580的径向外侧，并可由导电材料制成。

[0096] 在图5B中，显示了顶部可移动环540和可移动支撑环550位于升起位置中。致动器192使升降销292偏移而进入可移动支撑环550的下表面上的环定心部分551，以将该可移动支撑环550升起并置中，从而使顶部可移动环540升起。

[0097] 现在参照图6A和图6B，其显示了边缘环系统600的另一示例，该边缘环系统600包括与基板210整合的屏蔽环。顶部可移动环640包括直接暴露于等离子体的上表面。顶部可移动环640包括环状主体642。顶部可移动环640的上方且径向外表面包括环状凹陷部644。在一些示例中，环状主体642具有矩形横截面。

[0098] 可移动支撑环650被配置在顶部可移动环640下方。可移动支撑环650包括环状主体652、径向外表面654和径向内表面656。在一些示例中，可移动支撑环650具有“L”形横截面，且包括从径向内表面656的上部径向朝内延伸的突出部分655。

[0099] 覆盖环670是固定的，且包括环状主体672、以及从环状主体672的上表面径向朝内延伸的凸部676。当将顶部可移动环640升起时(如图6B所示)，覆盖环670的凸部676延伸至环状凹陷部644中。根据一些实施方案，基板210、顶部可移动环640、可移动支撑环650和环690是导电的，而覆盖环670和环680是不导电的。

[0100] 在先前的实施方案中，其中一些边缘环由导电材料、或具有导电涂层的导电或不导电材料所制成。本文中所使用的导电是指电阻小于或等于10^4Ω cm的材料或涂层。举例而言，掺杂硅的电阻为0.05Ω cm，硅碳化物的电阻为1-300Ω cm，而金属(例如，铝和铜)的电阻≈10^{-7}Ω cm。在一些示例中，本公开的边缘环由非导电材料、或具有不导电涂层的导电或不导电材料。本文中所使用的不导电是指电阻大于10^4Ω cm的材料/涂层。

[0101] 导电环可由一种或更多基底材料、一种或更多电镀层、和/或一种或更多涂层所制成。基底材料的非限制性示例包括硅、硅碳化物、钛、石墨、石英、和/或陶瓷。电镀层的非限制性示例包括铝电镀。涂层的非限制性示例包括全氟烷氧基(PFA)、原子层沉积(ALD)铝氧化物(Al_2O_3)、ALD钇氧化物或氧化钇(Y_2O_3)、和/或阳极氧化涂层。举例而言，导电材料可包括阳极氧化钛、具有PFA涂层的硅、掺杂硅、具有铝电镀和涂层的硅、具有ALD铝氧化物的硅、具有ALD氧化钇涂层的硅、硅碳化物、具有PFA涂层的石墨、具有铝电镀和阳极氧化涂层的石墨、具有ALD铝氧化物涂层的石墨、具有ALD氧化钇涂层的石墨、或其他合适材料。不导电材料的非限制性示例包括石英和陶瓷。在先前的实施方案中，其中一个或更多环可由径向、轴向或其他方向中的一种或更多结构所形成。

[0102] 现在参照图7-图9B，其显示了限制移动、控制间距和/或将一环相对于另一结构(例如，本文所述的边缘环系统的环或基板)进行水平居中的各种方式。在图7中，结构710(例如环、基板、或处理室中的其他结构)相邻于环720的表面。图7-图9B显示了将结构710相对于环720限制移动的各种方式。

[0103] 在图7中，环720包括位于其径向外表面上的狭槽738。该狭槽738径向朝内延伸进入环720的径向外表面。垫片734被配置在狭槽738中。在一些示例中，使用粘附剂730以将垫片734保持在狭槽738中。在一些示例中，垫片734具有矩形平面、径向和侧横截面，然而可使用其他形状。在一些示例中，垫片734在径向方向中的厚度大于或等于狭槽738的深度。在一些示例中，垫片734从环720径向朝外延伸一段足以限制移动的距离(给定所使用的垫片数量)。

[0104] 在图8中，环720包括位于其径向外表面上的狭槽748。狭槽748径向朝内延伸。销750被配置在狭槽748中。在一些示例中，使用粘附剂730以将销750保持在狭槽748中。在一些示例中，销750具有圆柱形状，但可使用其他形状。在一些示例中，销750在径向方向中的高度大于或等于狭槽748的深度。在一些示例中，销750从环720径向延伸一段足以限制移动的距离(给定所使用的垫片数量)。在一些示例中，销750从环720径向朝外延伸一段足以限制移动的距离(给定所使用的垫片数量)。

[0105] 在图9A和图9B中，环720包括形成在其径向外表面上的凸部760。在一些示例中，凸部760在竖直方向部分中延伸、或完全沿着径向外表面的竖直厚度延伸。在图9B中，凸部760

包括从环720的径向外表面762延伸的平坦表面766，该平坦表面766比起弧形轮廓较易于加工和检验尺寸。在一些示例中，最初是将边缘环形成稍微较宽而不具凸部760，接着对相邻凸部之间的区域中的径向外表面进行加工或移除以形成凸部760。在其他示例中，凸部760包括平面图中的弧形或凸面轮廓，以减小与顶部边缘环的径向内接触面接触的表面积，并且在不破坏真空的情况下执行高度调整或者替换顶部边缘环时减少摩擦。

[0106] 在一些示例中，利用涂层材料764涂覆凸部760。在一些示例中，涂层材料764是相对保形的，并由绝缘材料所制成。在一些示例中，涂层选自于由聚四氟乙烯(PTFE)、全氟烷氧基聚合物(PFA)、或使用原子层沉积而沉积的铝氧化物、钇氧化物、或钇氟化物所构成的群组。涂层材料764具有防止短路并减少腐蚀的绝缘功能。涂层材料764还确保环720与结构710之间的最小间隙以防止短路。在一些示例中，凸部760从环720的径向外表面径向朝外延伸一段足以限制移动的距离(给定所使用的凸部数量)。

[0107] 在一些示例中，环720包括以均匀间距(例如，3个的间距为120°、5个的间距为72°、8个的间距为45°(或360°/N))绕着该环720的外周缘而配置的3至8个间隔物(垫片或凸部)。可理解，通常不将间隔物配置成完全限制上部环和下部环的相对移动。该间隙有助于减少在高度调整和/或替换期间的束缚(binding)。因此，仍期望有一些相对移动，并且在使用3个垫片时仍可能发生非期望的移动(其可能会改变有效耦合电容)。在一些示例中，环720包括围绕环720的外周缘配置以进一步限制移动的5个间隔物。取决于特定配置，额外间隔物(例如，6、7或8个)对于控制有效电容提供递减的回馈并提高成本。

[0108] 虽然将间隔物(例如，垫片、凸部或凸部)显示为配置在环720的外表面上，然而可将这些间隔物配置在环720的内表面和/或结构710的一或两个内表面上。此外，可将间隔物和/或绝缘涂层配置在边缘环和相邻结构的一或两个径向接触面上的先前示例(例如，图1至图6B)的任何一者上。

[0109] 在一些示例中，所述间隔物从边缘环的径向外表面在径向朝外方向中延伸50μm至250μm。在一些示例中，所述间隔物从边缘环的径向外表面在径向朝外方向中延伸50μm至250μm。

[0110] 现在参照图10A和图10B，其显示了水平环间隔特征部的额外示例。在图10A中，环部分1110包括位于其下表面上的环间隔特征部1112。环间隔特征部1112包括围绕着中心线而成镜像的相对侧壁。侧壁的一部分相对于与升降销1116往复移动的方向横向的平面以内锐角从相对方向朝内倾斜。在一些示例中，环间隔特征部1112包括在所显示的一平面、二正交平面、或是绕着中央虚线枢转的更多平面中具有“V”形的一部分。在其他示例中，环间隔特征部1112包括具有锥形的一部分。

[0111] 虽然显示了平坦侧壁，但该侧壁可以是平坦的、部分平坦的且部分弯曲、和/或完全弯曲而具有变化轮廓。如图11B所显示的，环部分1110包括位于其下表面上的环间隔特征部1120。环间隔特征部1120包括弯曲且绕着中心线而成镜像的相对侧壁。

[0112] 现在参照图11，其显示了顶部可移动环的高度的调整方法1100。在一些实施方案中，可在不破坏真空的情况下通过处理室中的端口将顶部可移动环输送至该处理室、或将其从该处理室移除。换言之，顶部可移动边缘环的直径小于端口的宽度。在输送过后，可以在不破坏真空的情况下将顶部可移动边缘环的高度随时间推移而增加，以补偿因暴露于等离子体所导致的损耗。因此，可操作处理室一段较长时间而不打开该处理室，这使生产量增

加并减小成本。

[0113] 方法1100包括在步骤1102处判断顶部可移动边缘环是否位于处理室中。如果步骤1102为否，则方法在步骤1104处将顶部可移动环输送至该处理室。举例而言，系统控制器180使机械手190将顶部可移动环输送至该处理室。如果步骤1102为是，则该方法判断是否需要调整该顶部可移动环的位置。举例而言，可使用一个或更多传感器以检测该顶部可移动环的位置、高度或倾斜。可使用一个或更多致动器192以调整该顶部可移动环相对于衬底的上表面的位置、高度或倾斜。如果步骤1106为是，则在步骤1108处调整该顶部可移动环的位置。

[0114] 在步骤1110处，该处理室对一个或更多衬底进行处理。在步骤1112处，该方法判断该顶部可移动环是否损耗。如果步骤1112为否，则该方法返回至步骤1110。如果步骤1112为是且该顶部可移动环已损耗，则该方法在步骤1120处判断该顶部可移动环是否位于预定位置，例如适合进行衬底的等离子体处理的最高位置。如果步骤1120为否，则在步骤1124处将该顶部可移动环升起，且该方法在步骤1110处继续进行。如果步骤1120为否，则系统控制器驱使该机械手替换该顶部可移动环。在一些示例中省略步骤1106和步骤1108。

[0115] 可使用一种或更多方法判断顶部可移动边缘环是否损耗。在某些实施方案中，在暴露于等离子体一段预定时间、处理预定数量的衬底、和/或其他标准后将顶部可移动边缘环升起。在其他示例中，使用传感器196感测该顶部可移动环的上表面的高度。

[0116] 现在参照图12，可使用方法1200对一个或更多边缘环进行加热以将边缘环重新定位或居中。当周期性、根据事件或使用其他标准对环、基板或其他构件进行加热时，所述环、基板或其他部件会径向朝外膨胀。可直接或间接使用该径向朝外移动将顶部可移动环或其他环进行居中或以其他方式进行水平定位。

[0117] 在步骤1210处，在处理室中处理衬底。在步骤1212处，该方法判断是否为调整环或其他构件的位置的时间。如果步骤1212为是，则该方法可在步骤1214处任选地判断衬底是否位于处理室中。如果步骤1214为是，则方法可任选地将该衬底移除。举例而言，如果所期望的加热温度超出衬底的热预算时可将该衬底移除。

[0118] 在步骤1218处，将加热层(或衬底支撑件或其他部件中的其他加热器)加热至预定温度，使环、基板或其他部件膨胀并且将一个或更多环居中。所述环、基板或其他部件径向朝外膨胀。该径向朝外移动可用于将边缘环系统中的顶部可移动环或其他环进行居中或以其他方式进行定位。在一段预定时间后，在步骤1222处将加热器关闭，并可在步骤1226处恢复衬底的处理。

[0119] 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。

[0120] 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”。如本文所使用的,术语“约”是指与给定值相差在+/-10%内和/或与给定百分比相差在+/-5%内。

[0121] 在一些实现方案中,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。

[0122] 从广义上讲,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/或执行程序指令(例如,软件)的一个或多个微处理器或微控制器。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。

[0123] 在一些实现方案中,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、或者开始新的工艺。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。

[0124] 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。

[0125] 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。

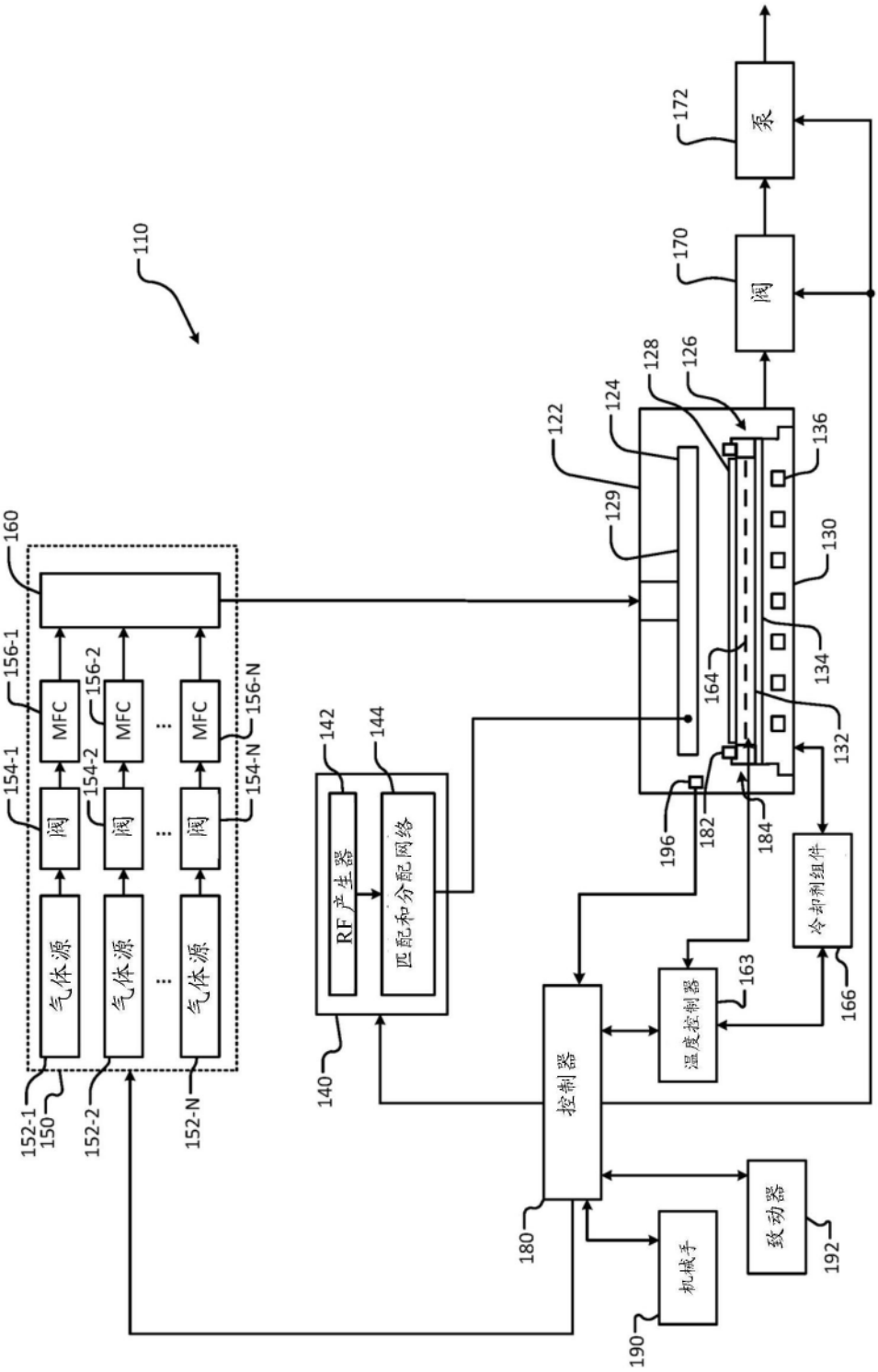

110
160
156-1
156-2
156-N
154-1
154-2
154-N
MFC
MFC
MFC
阀
阀
阀
气体源
气体源
气体源
152-1
150
152-2
152-N
142
144
RF产生器
匹配和分配网络
140
122
124
128
126
129
136
130
134
164
132
196
182
184
172
泵
170
阀
冷却剂组件
166
163
温度控制器
控制器
180
机械手
190
致动器
192

图1

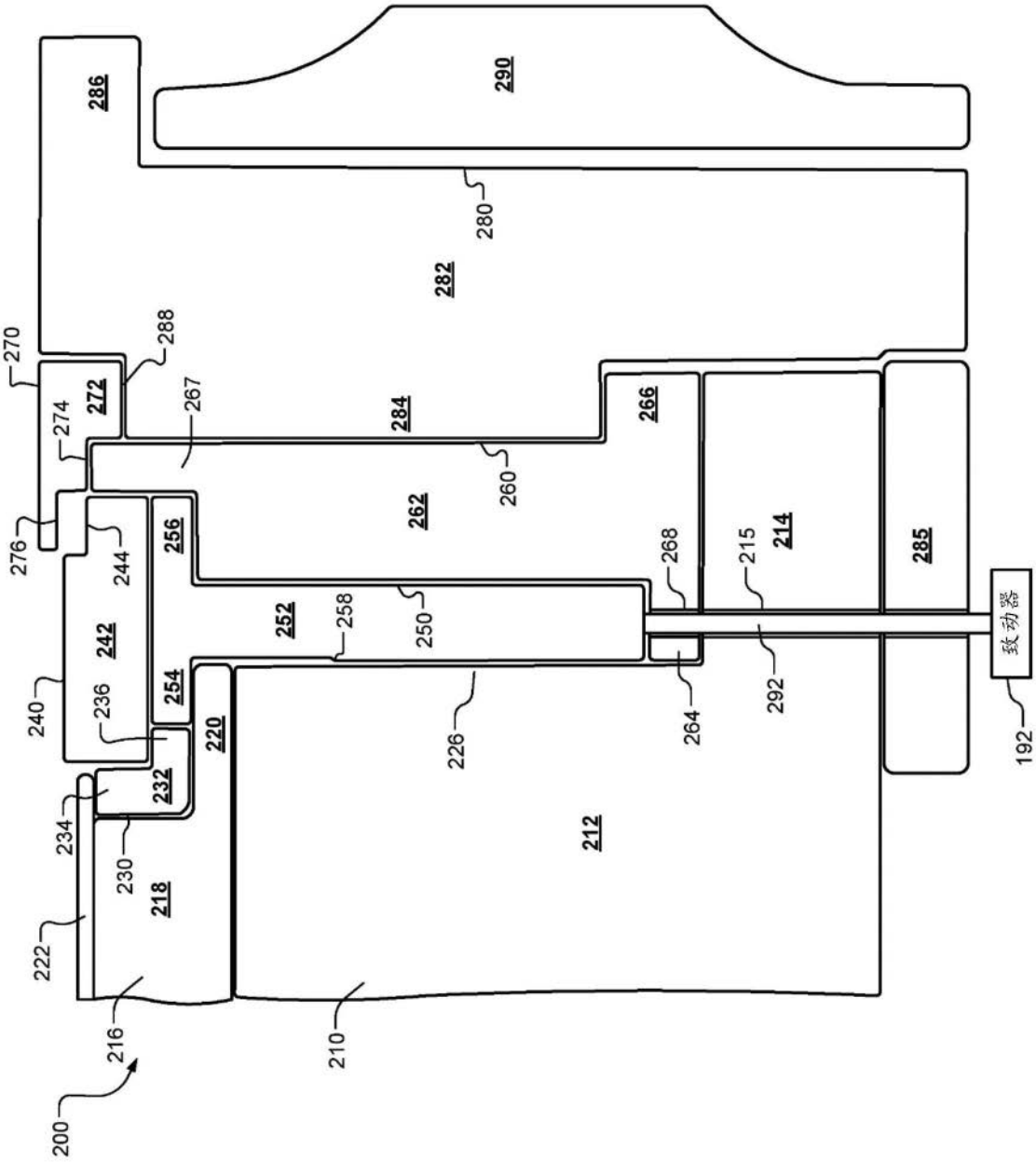

286
290
280
282
270
288
272
274
267
284
266
276
260
262
244
256
268
215
214
285
242
252
258
250
致动器
240
236
254
292
220
226
264
192
232
234
212
230
218
222
216
210
200

图2A

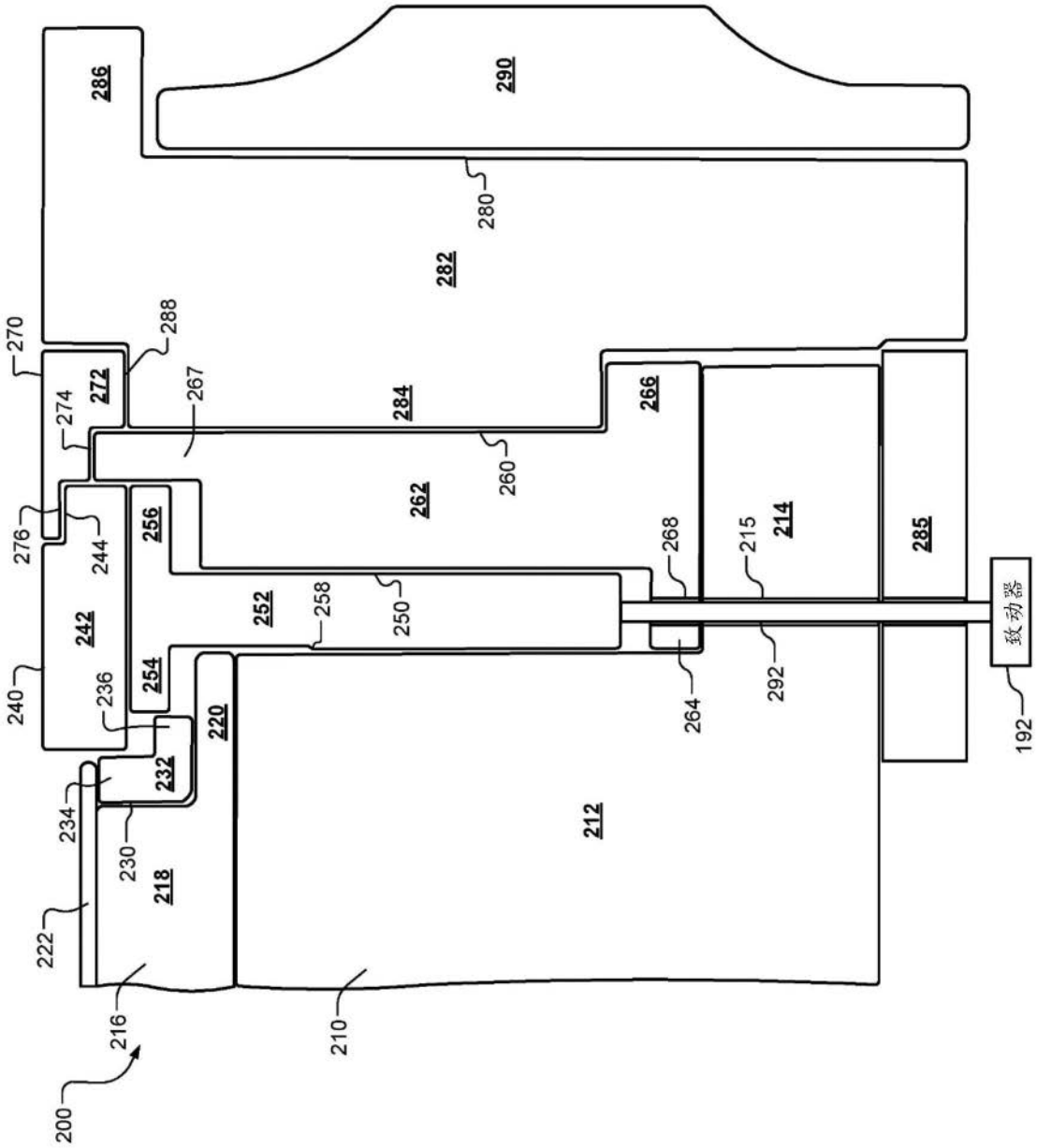

286
290
280
282
270
288
272
274
267
284
266
260
262
276
244
256
268
215
214
285
242
252
258
250
致动器
240
236
254
220
264
292
192
232
234
212
230
218
222
216
210
200

图2B

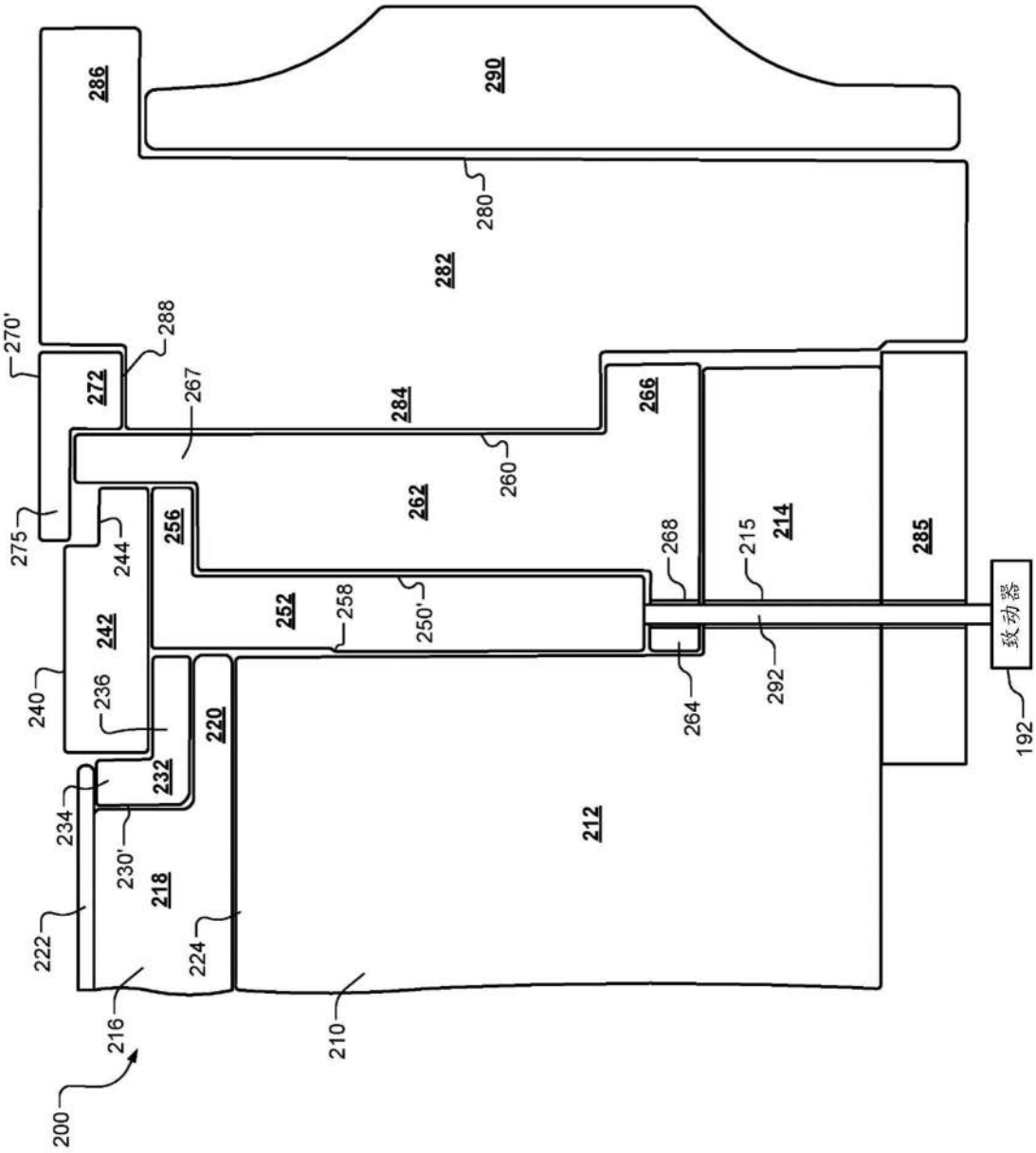

286
290
280
282
270'
288
272
267
284
266
260
262
275
244
256
268
215
214
285
252
258
250'
致动器
242
240
236
220
264
292
192
232
234
212
230'
218
222
224
216
210
200

图3A

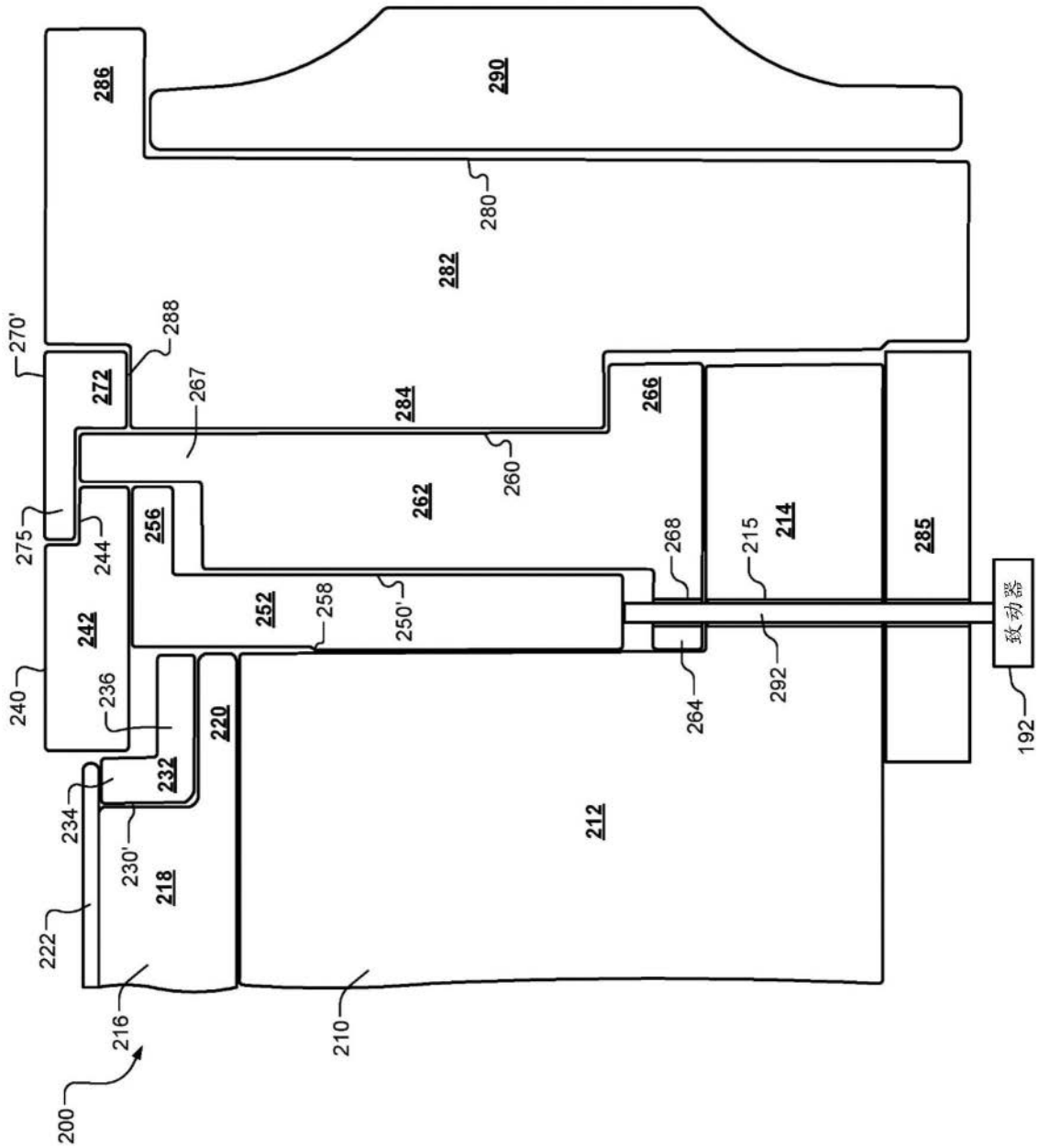

286
290
280
282
270'
288
272
267
284
266
260
262
275
244
256
268
215
214
285
致动器
252
258
250'
242
240
236
220
264
292
192
232
234
212
230'
218
222
216
210
200

图3B

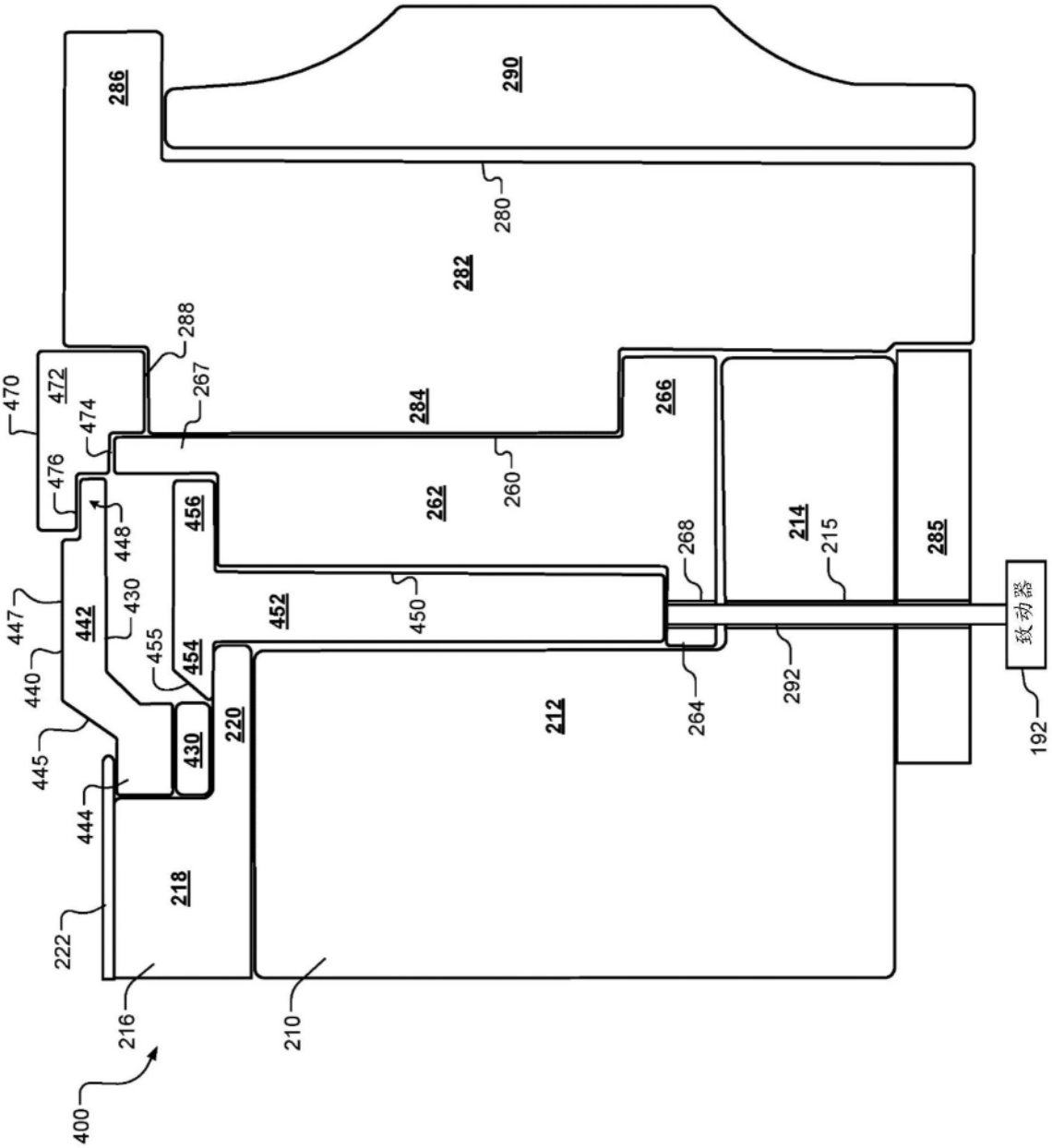

286
290
280
282
288
267
470
472
474
476
284
266
260
262
448
456
268
214
215
285
447
442
430
452
450
致动器
440
455
454
264
292
445
430
220
212
192
444
218
222
216
210
400

图4A

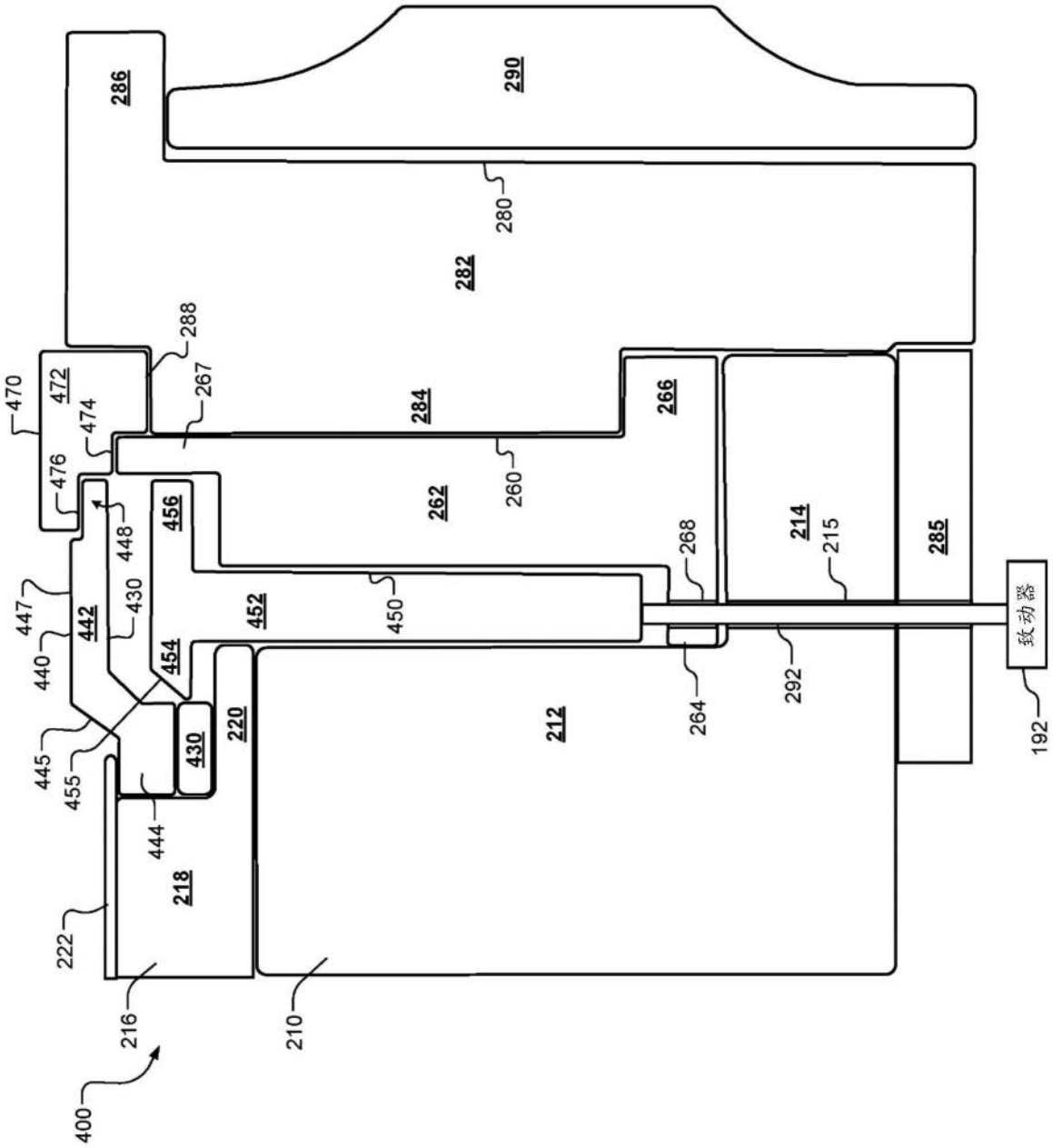

286
290
280
282
288
470
472
474
267
284
266
476
448
456
262
260
268
214
215
285
447
442
430
452
450
致动器
440
454
264
292
445
455
430
220
212
192
444
218
222
216
210
400

图4B

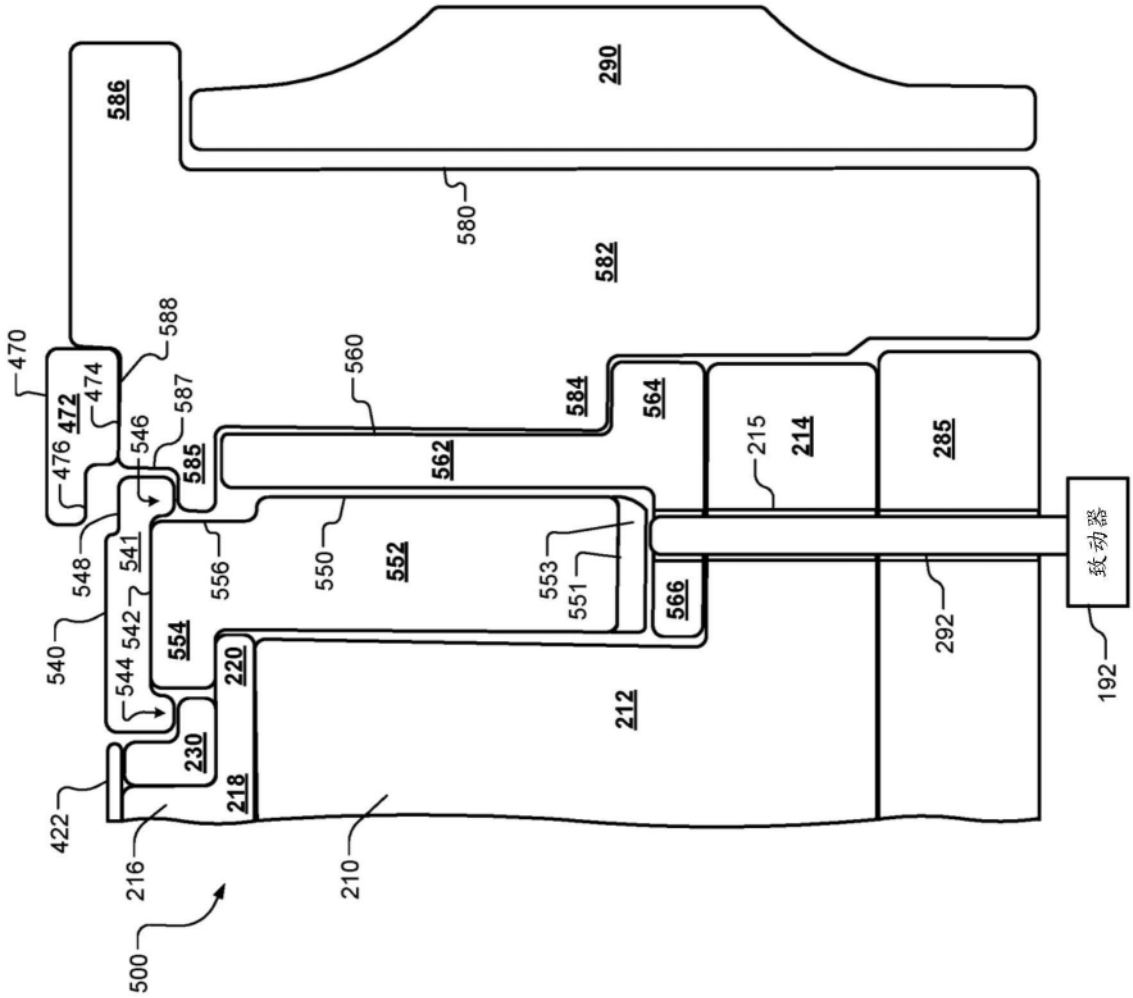

290
586
580
582
588
470
474
472
587
546
476
585
560
584
564
562
215
214
285
548
541
556
550
552
553
551
566
致动器
540
542
554
544
220
292
192
212
230
218
422
216
210
500

图5A

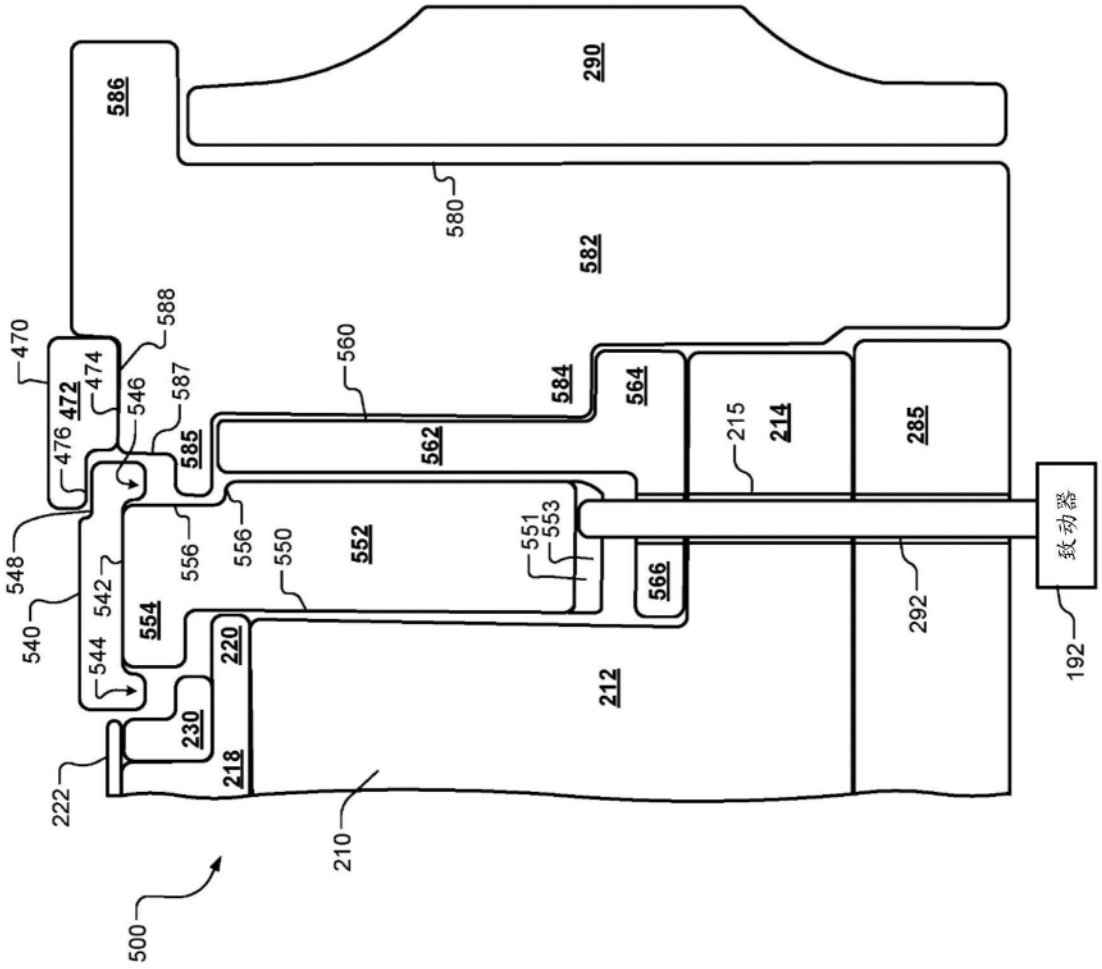

290
586
580
582
588
470
474
472
546
587
560
584
564
476
585
562
215
214
285
548
556
556
550
552
551
553
致动器
542
540
554
544
220
566
292
192
212
230
218
222
210
500

图5B

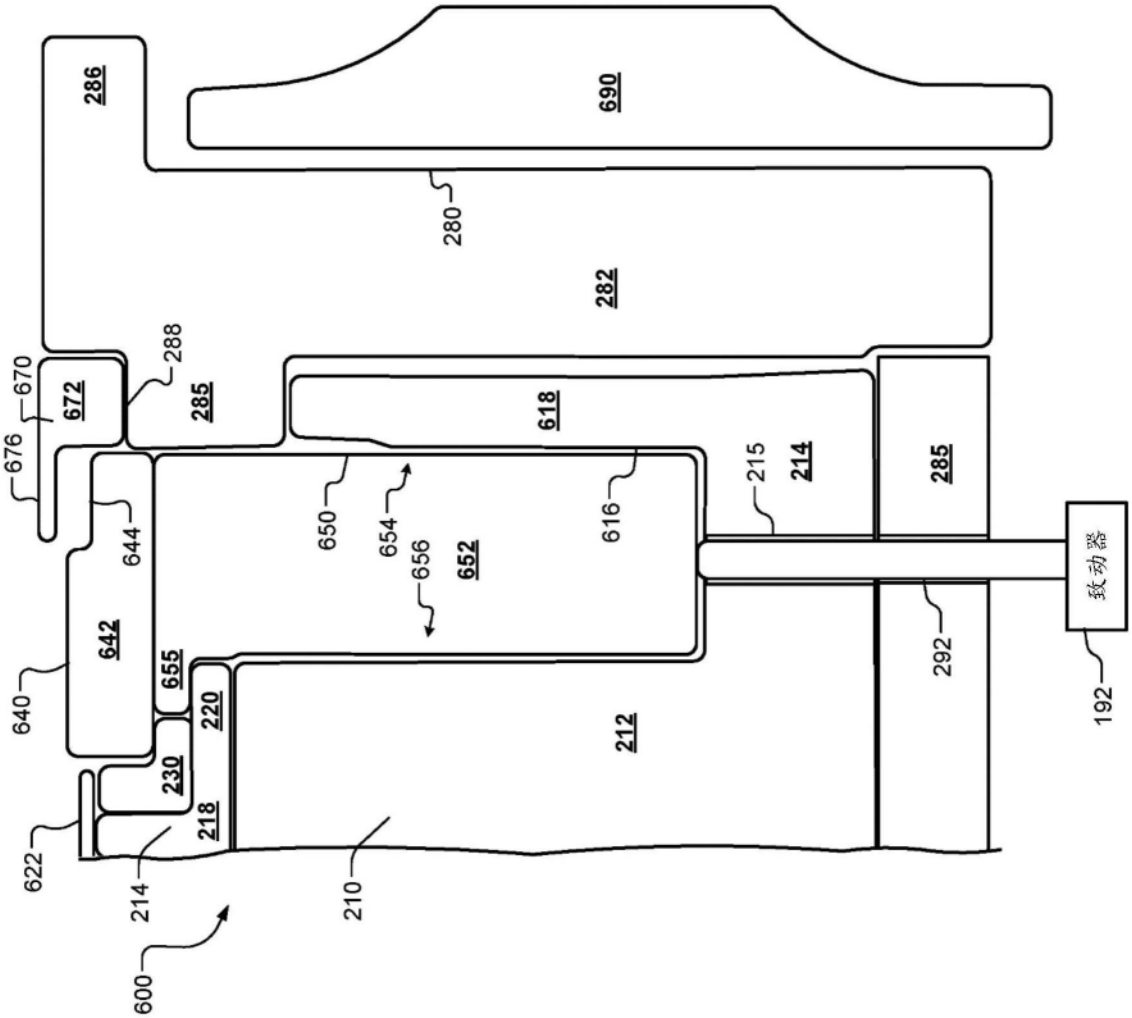

286
690
280
282
288
670
672
285
618
676
215
214
285
644
650
654
616
656
652
致动器
642
655
220
292
192
640
212
230
218
622
214
210
600

图6A

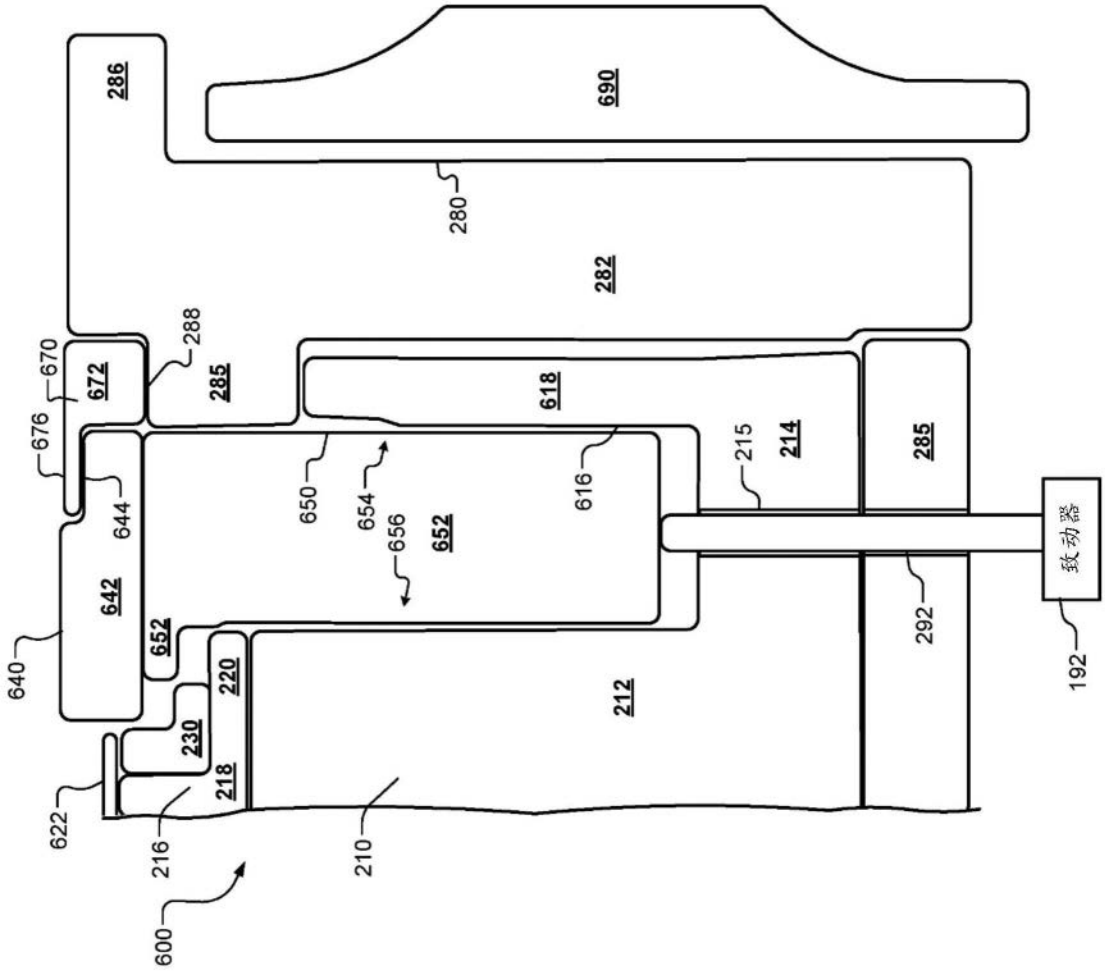

286
690
280
282
288
670
672
285
618
676
644
650
654
656
652
616
215
214
285
致动器
642
652
640
220
212
292
192
230
218
622
216
210
600

图6B

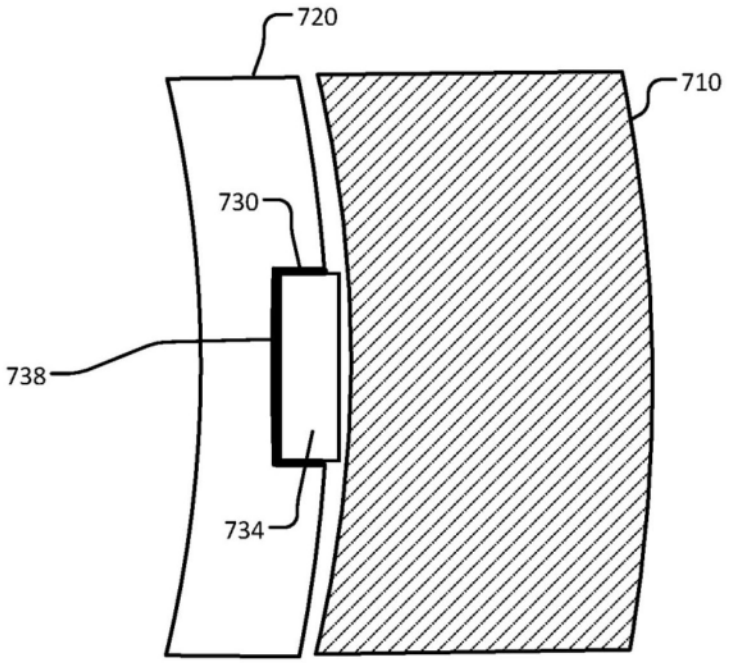


图7

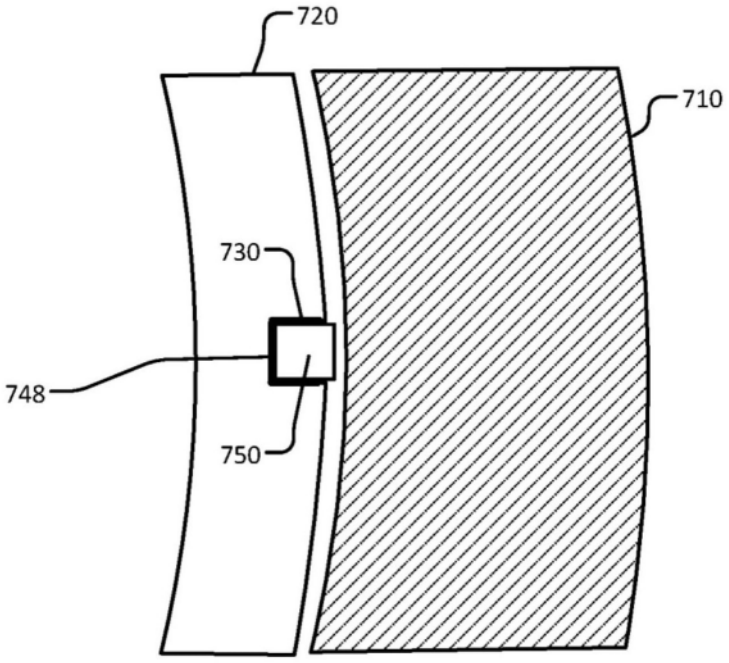


图8

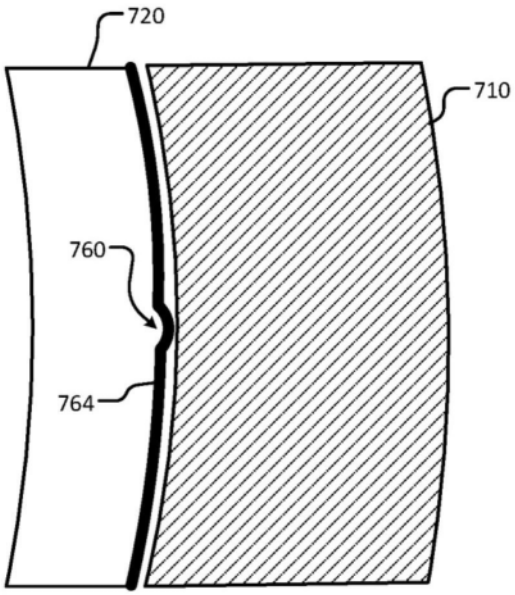


图9A

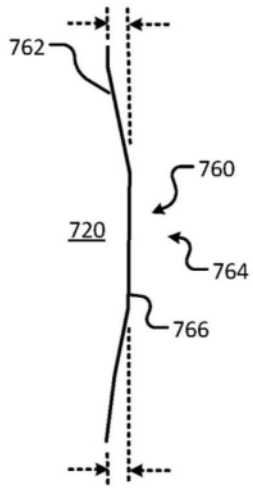


图9B

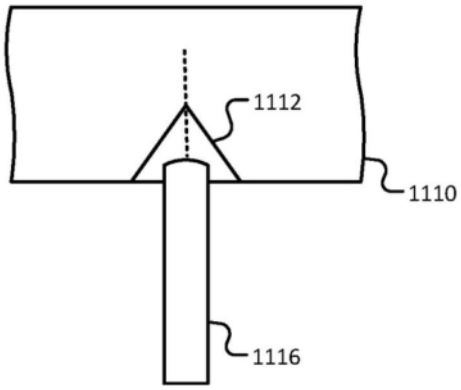


图10A

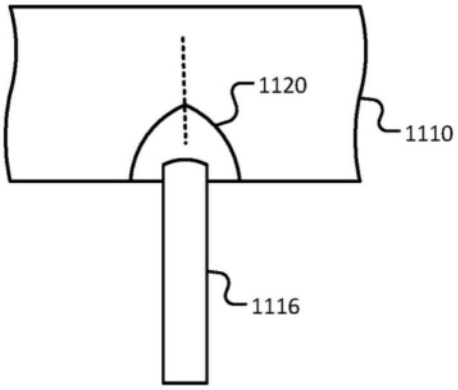


图10B

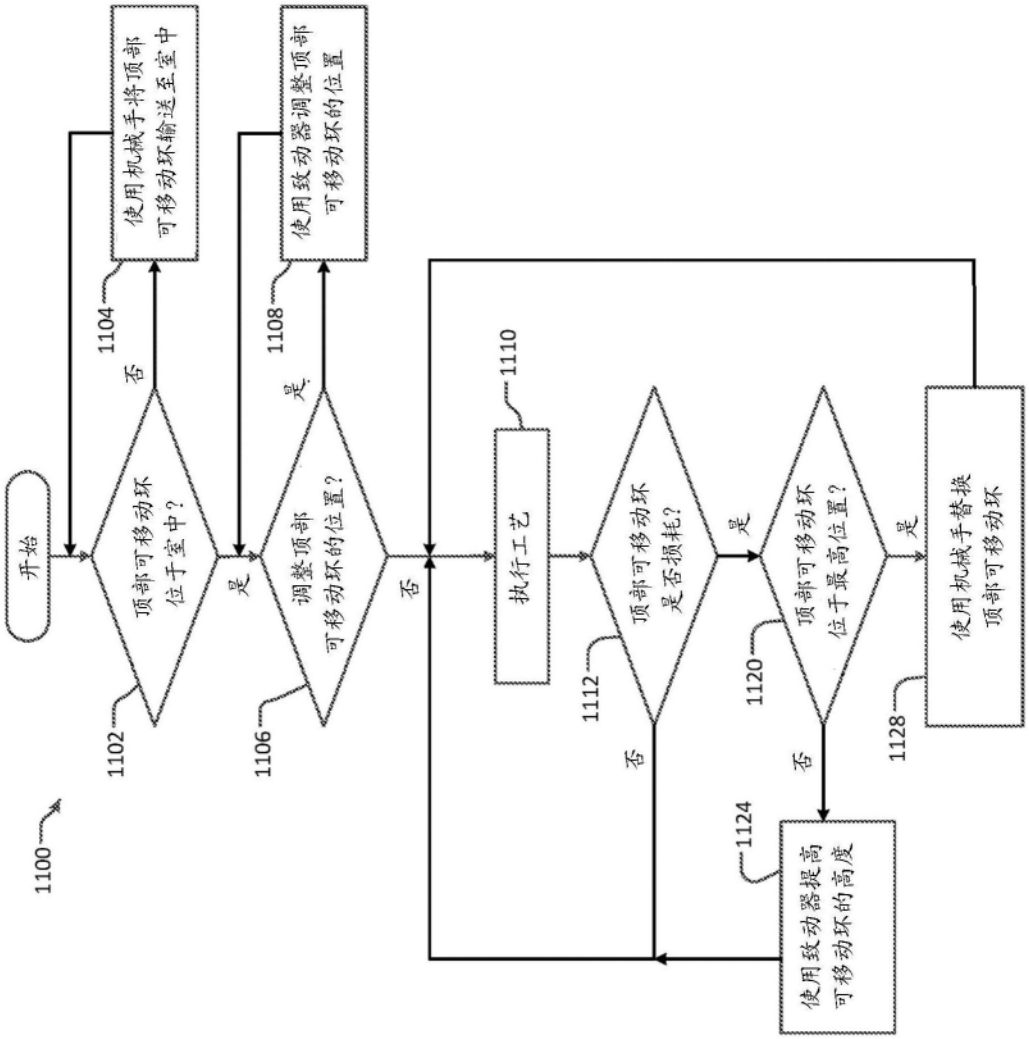

开始
顶部可移动环位于室中？
使用机械手将顶部可移动环输送至室中
调整顶部可移动环的位置？
使用致动器调整顶部可移动环的位置
执行工艺
顶部可移动环是否损耗？
顶部可移动环位于最高位置？
使用机械手替换顶部可移动环
使用致动器提高可移动环的高度
是
否
1100
1102
1104
1106
1108
1110
1112
1120
1124
1128

图11

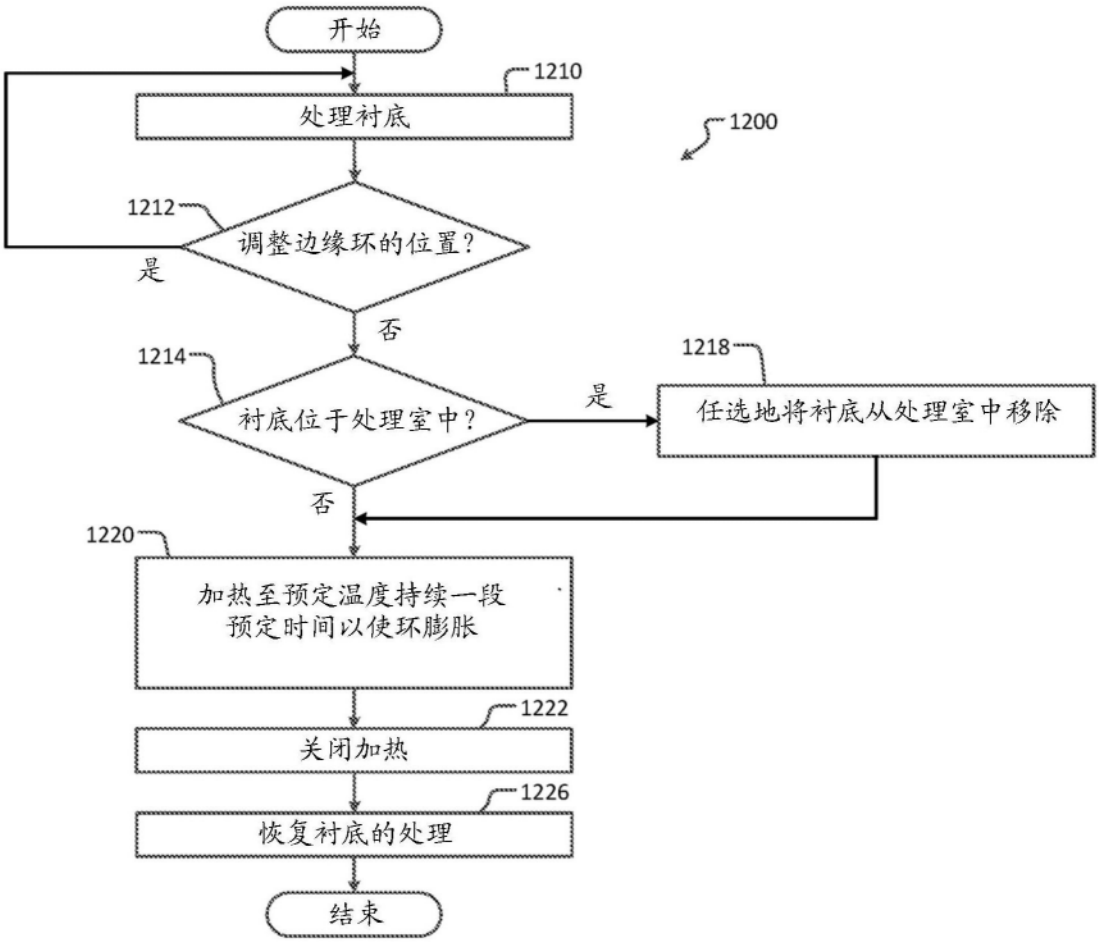

开始
1210
处理衬底
1200
1212
调整边缘环的位置?
是
否
1214
衬底位于处理室中?
是
1218
任选地将衬底从处理室中移除
否
1220
加热至预定温度持续一段
预定时间以使环膨胀
1222
关闭加热
1226
恢复衬底的处理
结束

图12