



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118248613 A

(43) 申请公布日 2024.06.25

(21) 申请号 202410348616.1

H01J 37/32 (2006.01)

(22) 申请日 2017.10.19

(30) 优先权数据

15/343,010 2016.11.03 US

(62) 分案原申请数据

201780065764.0 2017.10.19

(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 基思·加夫  
王峰

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263  
专利代理人 李献忠 张华

(51) Int.Cl.

H01L 21/683 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

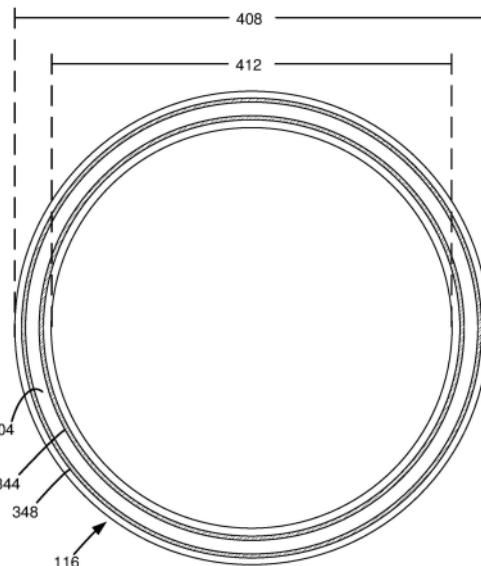
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

静电夹持的边缘环

(57) 摘要

提供了一种用于在等离子体处理室中利用静电环夹持件静电夹持边缘环的方法，该静电环夹持件具有用于向边缘环提供气流的至少一个环背面温度通道。向至少一个环背面温度通道提供真空。测量环背面温度通道中的压强。当背面温度通道中的压强达到阈值最大压强时，提供静电环夹持电压。中断环背面温度通道的真空。测量环背面温度通道中的压强。如果环背面温度通道中的压强上升快于阈值速率，则表明密封失效。如果环背面温度通道中的压强上升没有比阈值速率快，则继续等离子体处理，使用环背面温度通道来调节边缘环的温度。



1. 一种用于在等离子体处理室中利用静电环夹持件静电夹持边缘环的方法,所述静电环夹持件具有用于向所述边缘环提供气流以调节温度的至少一个环背面温度通道;所述方法包括:

向所述至少一个环背面温度通道提供真空;

测量所述至少一个环背面温度通道中的压强;

当所述至少一个环背面温度通道中的所述压强达到阈值最大压强时,提供静电环夹持电压;

中断所述至少一个环背面温度通道的所述真空;

测量所述至少一个环背面温度通道中的压强;

如果所述至少一个环背面温度通道中的压强上升快于阈值速率,则表明密封失效;并且

如果所述至少一个环背面温度通道中的压强上升没有比所述阈值速率快,则提供等离子体处理,使用所述至少一个环背面温度通道来调节所述边缘环的温度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述向所述至少一个环背面温度通道提供真空期间,所述等离子体处理室处于大气压下。

3. 根据权利要求1所述的方法,其还包括如果指示密封失效则重新密封所述边缘环。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中提供所述等离子体处理包括:

在保持所述静电环夹持电压的同时,在所述等离子体处理室中对衬底进行等离子体处理;以及

在等离子体处理所述衬底的同时,通过所述背面温度通道提供所述边缘环的温度控制。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中提供所述等离子体处理进一步包括:

将所述衬底放置在所述等离子体处理室中;

在所述等离子体处理室中提供真空。

6. 根据权利要求1所述的方法,其还包括在向所述至少一个环背面温度通道提供所述真空之前将所述边缘环放置在所述静电环夹持件上。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中将所述边缘环放置在所述静电环夹持件上使得在向所述至少一个环背面温度通道提供所述真空之前所述边缘环与所述静电环夹持件间隔开10微米至50微米。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中向所述至少一个环背面温度通道提供所述真空使得所述边缘环与所述静电环夹持件间隔开小于20微米。

## 静电夹持的边缘环

本申请是申请号为201780065764.0、申请日为2017年10月19日、发明名称为“静电夹持的边缘环”的申请的分案申请。

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请是2018年2月12日提交的题为“ELECTROSTATICALLY CLAMPED EDGE RING”的美国申请No.15/894,670的延续案，其是2016年11月3日提交的题为“ELECTROSTATICALLY CLAMPED EDGE RING”的美国申请No.15/343,010(2018年3月20日授权为专利No.9,922,857)的分案，该美国申请的全部内容通过引用并入本文。

### 背景技术

[0002] 本公开涉及用于等离子体处理衬底的方法和装置。更具体地，本公开涉及用于将边缘环夹持在等离子体处理室中的方法和装置。

[0003] 在等离子体处理中，具有边缘环的等离子体处理室可用于提供改进的工艺控制。

### 发明内容

[0004] 为了实现上述目的并根据本公开的目的，提供一种用于在等离子体处理室中利用静电环夹持件静电夹持边缘环的方法，该静电环夹持件具有用于向所述边缘环提供气流以调节温度的至少一个环背面温度通道。向所述至少一个环背面温度通道提供真空。测量所述至少一个环背面温度通道中的压强。当所述至少一个环背面温度通道中的所述压强达到阈值最大压强时，提供静电环夹持电压。中断所述至少一个环背面温度通道的所述真空。测量所述至少一个环背面温度通道中的压强。如果所述至少一个环背面温度通道中的压强上升快于阈值速率，则表明密封失效。如果所述至少一个环背面温度通道中的压强上升没有比所述阈值速率快，则继续等离子体处理，使用所述至少一个环背面温度通道来调节所述边缘环的温度。

[0005] 在另一种表现形式中，提供了一种用于与吸盘一起用于等离子体处理室中的边缘环。边缘环具有第一表面，该第一表面被放置在吸盘上方并面向吸盘，其中该第一表面形成围绕孔的环。第一弹性体环整合到第一表面并围绕孔延伸。

[0006] 本发明的这些特征和其它特征将在下面在本发明的详细描述中并结合以下附图进行更详细的描述。

### 附图说明

[0007] 在附图中以示例而非限制的方式示出了本公开，并且附图中相同的附图标记表示相似的元件，其中：

[0008] 图1是具有实施方式的等离子体处理室的示意性剖视图。

[0009] 图2是可以用于实施一实施方式的计算机系统的示意图。

[0010] 图3是图1所示的蚀刻环和静电环吸盘的放大视图。

[0011] 图4是一实施方式的边缘环的仰视图。

[0012] 图5是一实施方式的流程图。

[0013] 图6是另一实施方式中的ESC系统的一部分的放大图。

## 具体实施方式

[0014] 现在将参考附图中所示的几个优选实施方式来详细描述本发明。在下面的描述中,阐述了许多具体细节以便提供对本发明的彻底理解。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,本发明可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实施。在其他情况下,未详细描述公知的工艺步骤和/或结构,以免不必要地使本发明不清楚。

[0015] 图1是在一实施方式中使用的等离子体处理室的示意图。在一个或多个实施方式中,等离子体处理系统100包括在处理室149内的提供气体入口的气体分配板106和包括陶瓷板112和基板114的静电吸盘系统(ESC系统)108,处理室149由室壁150包围。在处理室149内,衬底104位于ESC系统108的顶部。ESC系统108可以提供来自ESC源148的偏置。气体源110通过分配板106连接到等离子体处理系统149。ESC温度控制器151连接到ESC系统108,并且提供对ESC系统108的温度控制。真空源160连接至ESC系统108。RF源130向ESC系统108和上部电极提供RF功率,在该实施方式中,上部电极为气体分配板106。在优选的实施方式中,2MHz、60MHz和可选的27MHz功率源组成RF源130。在该实施方式中,针对每个频率提供一个发生器。在其他实施方式中,发生器可以在单独的RF源中,或者单独的RF发生器可以连接到不同的电极。例如,上部电极可以具有连接到不同RF源的内电极和外电极。在其他实施方式中可以使用RF源和电极的其它布置,例如在另一个实施方式中,上部电极可以接地。控制器135可控地连接到RF源130、ESC源148、排放泵120和蚀刻气体源110。边缘环116由ESC系统108在衬底104的外边缘处支撑。这种等离子体处理室的一个示例是由Lam Research Corporation(Fremont,CA)制造的Exelan Flex<sup>TM</sup>蚀刻系统。处理室可以是CCP(电容耦合等离子体)反应器或ICP(感应耦合等离子体)反应器或者可以是在多种实施方式中的另一类型的被供能的等离子体。

[0016] 图2是示出适用于实现在本发明的实施方式中使用的控制器135的计算机系统200的高级框图。计算机系统可以具有从集成电路、印刷电路板和小型手持设备到超大型计算机的许多物理形式。计算机系统200包括一个或多个处理器202,并且还可以包括电子显示设备204(用于显示图形、文本和其他数据)、主存储器206(例如随机存取存储器(RAM)),存储设备208(例如,硬盘驱动器)、可移动存储设备210(例如,光盘驱动器)、用户界面设备212(例如,键盘、触摸屏、小键盘、鼠标或其他指点设备等)和通信接口214(例如,无线网络接口)。通信接口214允许经由链路在计算机系统200和外部设备之间传送软件和数据。系统还可以包括与上述设备/模块连接的通信基础设施216(例如,通信总线、交叉连接杆或网络)。

[0017] 经由通信接口214传送的信息可以是诸如电子、电磁、光学之类的信号形式或能够经由通信链路由通信接口214接收的其它信号,通信链路携带信号并可以使用导线或电缆、光纤、电话线、蜂窝电话链路、射频链路和/或其他通信信道实现。利用这样的通信接口,可以预期一个或多个处理器202可以在执行上述方法步骤的过程中从网络接收信息,或者可以向网络输出信息。此外,本发明的方法实施方式可以仅在处理器上执行,或者可以通过诸如因特网之类的网络与共享处理的一部分的远程处理器一起执行。

[0018] 术语“非瞬态计算机可读介质”通常用于指代介质,诸如主存储器、辅助存储器、可

移动存储设备、和存储设备,诸如硬盘、闪存存储器、磁盘驱动存储器、CD-ROM以及其他形式的持久性存储器,并且不应当被解释为涵盖瞬态标的物,如载波或信号。计算机代码的示例包括诸如由编译器产生的机器代码,和含有由计算机使用解释器执行的较高级代码的文档。计算机可读介质也可以是由包含在载波中的计算机数据信号发送的并且代表能由处理器执行的指令序列的计算机代码。

[0019] 图3是ESC系统108和衬底104的一部分的放大视图。ESC系统108包括陶瓷板112和基板114。弹性体接合件304将陶瓷板112保持在基板114上。陶瓷板112的凸起中心部分306是衬底夹持电极308,其用于施加电压以静电吸附衬底104。至少一个衬底吸盘夹持电极导线309连接在衬底夹持电极308和ESC源148(如图1所示)之间。边缘环夹持电极312在陶瓷板的下周边部分310中,其用于施加电压以静电吸附边缘环116。至少一个边缘环夹持电极导线314连接在边缘环夹持电极312和ESC源148(如图1所示)之间。在一实施方式中,ESC源148可以是多个电压源。在另一实施方式中,ESC源148可以是具有多个开关的单个电压源,以独立地向衬底夹持电极308和边缘环夹持电极312施加不同的电压。下周边部分310的一部分可以凹陷以在下周边部分310和边缘环116之间形成由冷却槽350形成的间隙。冷却槽350提供区域,该区域使得冷却剂能在边缘环116的后侧附近流动,并且便于形成用于冷却剂的密封。

[0020] 多个衬底背面温度通道320是在凸起的中心部分306中,它们通过流体连接324连接到如图1所示的ESC温度控制器151。多个环背面温度通道328是在下周边部分310中,它们通过流体连接332连接到如图1所示的ESC温度控制器151。在下周边部分310的上表面中的第一密封槽336围绕凸起的中心部分306形成环。在下周边部分310的上表面中的第二密封槽340围绕第一密封槽336形成环并且与其同心。

[0021] 边缘环116包括边缘环主体394和整合到边缘环主体394上的第一弹性体环344和整合到边缘环主体394上的第二弹性体环348。图4是边缘环116的仰视图。边缘环116的底部形成第一表面404,其也在图3中示出。边缘环116具有外径408和内径412。在该示例中,外径为400mm,而内径为290mm。在内径内是边缘环116的中心孔。在该示例中,边缘环116由硅形成,使得包括第一表面404的边缘环116是导电的。在该示例中,第一弹性体环344、第二弹性体环348和边缘环116都是同心的,如图所示。如图所示,边缘环116中心的洞形成中心孔。

[0022] 边缘环夹持电极312形成静电环吸盘。衬底夹持电极308形成静电晶片吸盘。如果整个边缘环116或第一表面404都不导电,则边缘环116将需要具有导电部分。如图3所示,当边缘环116安装在静电环吸盘上时,使得边缘环116的导电部分位于边缘环夹持电极312上方并且凸起的中心部分306穿过中心孔,第一弹性体环344放置在第一密封槽336中,而第二弹性体环348放置在第二密封槽340中。

[0023] 在该示例中,第一密封槽336和第二密封槽340的深度为0.5mm。夹紧后,第一弹性体环344和第二弹性体环348的高度为0.5mm。

[0024] 图5是用于吸附边缘环116的过程的高级流程图。边缘环116放置在静电环吸盘上(步骤504)。边缘环116可以放置在静电环吸盘上,如图1和图3所示。静电环吸盘由边缘环夹持电极312形成。陶瓷板112的下周边部分310、下周边部分310的上表面中的第一密封槽336、下周边部分310的上表面中的第二密封槽340、冷却槽350和多个环背面温度通道328可以进一步构成静电环吸盘。通过将流体连接332连接到真空源160,向多个环背面温度通道

328提供真空(步骤508)。真空源160提供真空,这使得边缘环116朝向下周边部分310的上表面移动,从而使得第一弹性体环344和第二弹性体环348分别被压缩在第一密封槽336和第二密封槽340内。优选地,室压强是大气压强,使得边缘环116顶部的压强是大气压强。所施加的真空引起边缘环116的机械运动,以便于边缘环116的静电夹紧,并允许测试密封。测量背面温度通道中的压强。当压强降低到阈值压强时,施加环形夹持电压(步骤512)。压强阈值表示已经迫使边缘环116到达了阈值距离,从而使边缘环夹持电极312能夹紧边缘环116。然后中断施加真空(步骤516)。测量背面温度通道328中的压强(步骤520)。如果测量的压强增加大于阈值速率,则表明密封已经失效(步骤524)。然后必须重新创建密封(步骤528)。这可以通过重新安置边缘环来完成。这可能需要更换边缘环116,以便更换第一弹性体环344和第二弹性体环348。如果测量的压强增加小于阈值速率,则表明密封足够。然后将背面温度通道328用于边缘环116的温度控制(步骤532)。在将衬底放置在ESC系统的衬底夹持电极上期间,并且在夹持衬底,处理衬底,衬底松开(declamping)以及将衬底移走期间,边缘环夹持电极连续地夹持边缘环。因此,环夹持电极和衬底夹持电极独立操作,使得环夹持电极能连续夹持,而衬底夹持电极用于夹持衬底并随后松开衬底。

[0025] 该实施方式提供边缘环密封,其使得能对边缘环进行温度控制。能对边缘环进行温度控制在等离子体处理期间提供更大的控制,从而改善了等离子体处理。

[0026] 与使用O形环的配置相比,该实施方式提供了多种优点。为了使用O形环以用于类似的目的,O形环需要很薄且具有大的直径并且由柔性材料制成。由于O形环的易碎性和产生密封的各种要求,例如防止O形环的挤压或聚束,放置这种O形环以产生所需的密封将需要高技能的技术人员。该实施方式使得不太熟练的技术人员能简单且容易地将边缘环放置在静电环吸盘上。

[0027] 在其他实施方式中,陶瓷板可以是两部分,凸起的中心部分306与下周边部分310分开。整个边缘环可以由导电材料(例如硅)制成。在其他实施方式中,边缘环是具有导电部分的介电材料,当边缘环放置在静电环吸盘上时,导电部分将放置在环夹持电极上。导电部分便于静电夹紧。优选地,边缘环是硅、碳化硅或石英中的至少一种。

[0028] 在多种实施方式中,每个弹性体环的高度大于放置弹性体环的槽的深度。这导致弹性体环在形成密封时被压缩,从而有助于建立密封。在多种实施方式中,弹性体可具有不同的横截面。优选地,弹性体环的横截面是矩形、正方形、三角形、梯形或半圆形中的至少一种。更优选地,弹性体环的横截面的底部比弹性体环的顶部窄,弹性体环与边缘环的其余部分整合。最优选地,弹性体环是梯形的,如图3所示。优选地,弹性体环的高度介于0.25mm至2mm之间。优选地,弹性体环的高度比槽的深度大10至50微米。优选地,弹性体环的高度公差为50微米或更好。更优选地,高度弹性体环的公差为12-13微米。优选地,边缘环的外径介于200mm至450mm之间。更优选地,边缘环的外径介于300mm至400mm之间。优选地,边缘环、第一弹性体环和第二弹性体环是同心的。优选地,第一弹性体环与边缘环的内边缘的距离在10mm内,并且第二弹性体环与边缘环的外边缘的距离在30mm内。

[0029] 在吸附晶片时,不需要弹性体环,因为晶片将弯曲以帮助形成密封。由于边缘环比晶片厚得多,因此边缘环不会弯曲到足以在没有弹性体环的情况下形成密封。在一些实施方式中,可以通过在边缘环上施加湿弹性体或液体弹性体,然后在边缘环上干燥或凝固和固化弹性体来形成弹性体环。在多种实施方式中,弹性体环由漏气不会超出特定限制的软

弹性体(例如硅树脂)制成。优选地,弹性体环包括环直径至少为200mm并且高度介于0.25mm至2mm之间的硅树脂。优选地,弹性体的横截面的厚度小于3mm。优选地,弹性体环包括直径为至少200mm且高度在0.25mm至1.5mm之间的硅树脂。陶瓷板表面上的槽使得边缘环的表面能靠近静电环夹持件放置以使得能夹紧。弹性体环的高度和槽的深度以及弹性体环的一些压缩提供了围绕弹性体环的周边的气体密封,同时补偿了20微米的边缘环的不平整度,该不平整度需要额外的20微米的弹性体压缩(弹性体压缩是弹性体密封件的高度减去槽深度)。陶瓷板表面的可选特征在陶瓷板表面和边缘环之间提供10微米的间隙。间隙350的范围可以从0微米到20微米。

[0030] 在一实施方式中,弹性体的高度等于槽的深度加上槽深度的公差加上弹性体密封件的高度的公差(均假设对称公差)加上边缘环的平整度。因此,如果槽深度为 $0.5\text{mm} \pm 25\mu\text{m}$ ,弹性体密封件与目标高度相差可控制在 $\pm 15\mu\text{m}$ 内,环的平整度为 $20\mu\text{m}$ ,则弹性体密封的目标高度应为 $0.5\text{mm} + 25\mu\text{m} + 15\mu\text{m} + 20\mu\text{m} = 0.56\text{mm}$ 。这确保了当弹性体处于其最小高度,槽处于其最大深度,并且平整度最差时,密封件仍将与槽底部处的环表面接触。由于所有项目不太可能同时处于最坏的情况下,我们有时会使用RSS加法,在这种情况下,弹性体密封目标高度应为 $(25\mu\text{m}^2 + 15\mu\text{m}^2 + 20\mu\text{m}^2)$ 的平方根 $+0.5\text{mm} = 0.535\text{mm}$ 。

[0031] 在一实施方式中,边缘环具有至少1mm的厚度,以便在等离子体处理期间耐受磨损并提供高度的灵活性。在一些实施方式中,边缘环具有位于晶片的表面上方的上表面,以提供对鞘的控制。

[0032] 优选地,背面温度控制通道是承载氦气冷却剂的氦通道。冷却剂用于冷却衬底和边缘环两者。这样的实施方式使得能对衬底和边缘环两者都进行温度控制。另外,该实施方式使得能对衬底和边缘环进行单独的温度控制。在其他实施方式中,其他气体或液体,例如氩气、空气、氮气或具有非常低蒸气压的液体,可用作冷却剂。

[0033] 图6是另一实施方式中ESC系统108和衬底104的一部分的放大视图。ESC系统108包括陶瓷板112和基板114。弹性体接合件604将陶瓷板112保持在基板114上。在该实施方式中,陶瓷板112包括中心衬底支撑部分606和外围环形边缘环支撑部分610。圆形冷却槽650在陶瓷板112的边缘环支撑部分610中,其围绕衬底支撑部分606和边缘环支撑部分610的中心孔。在冷却槽650的底部下方是边缘环夹持电极612,其用于施加电压以静电吸附边缘环116。至少一个边缘环夹持电极导线614连接在边缘环夹持电极612和如图1所示的ESC源148之间。当边缘环116放置在边缘环支撑部分610上时,冷却槽650使边缘环支撑部分610和边缘环116之间产生间隙。

[0034] 多个环背面温度通道628在边缘环支撑部分610中,它们通过流体连接632连接到如图1所示的ESC温度控制器151以及连接到冷却槽650。边缘环116具有与边缘环116整合的弹性体环644。在该示例中,弹性体环644呈形成环的片材形状。优选地,片材的厚度不超过25微米,并且宽度大于冷却槽650的宽度。

[0035] 边缘环夹持电极612、冷却槽650和边缘环支撑部分610形成静电环吸盘。如图6所示,当边缘环116安装在静电环吸盘上,使得边缘环116的导电部分位于边缘环夹持电极612上方,并且中心衬底支撑部分606穿过中心孔时,如图所示,弹性体环644和弹性体环644跨越冷却槽650延伸。

[0036] 虽然已经根据几个优选实施方式描述了本发明,但是存在落在本发明的范围内的

改变、修改、置换和各种替代等同方案。还应当注意，存在实现本发明的方法和装置的许多替代方式。因此，以下所附权利要求旨在被解释为包括落在本发明的真实精神和范围内的所有这样的改变、修改、置换和各种替代等同方案。

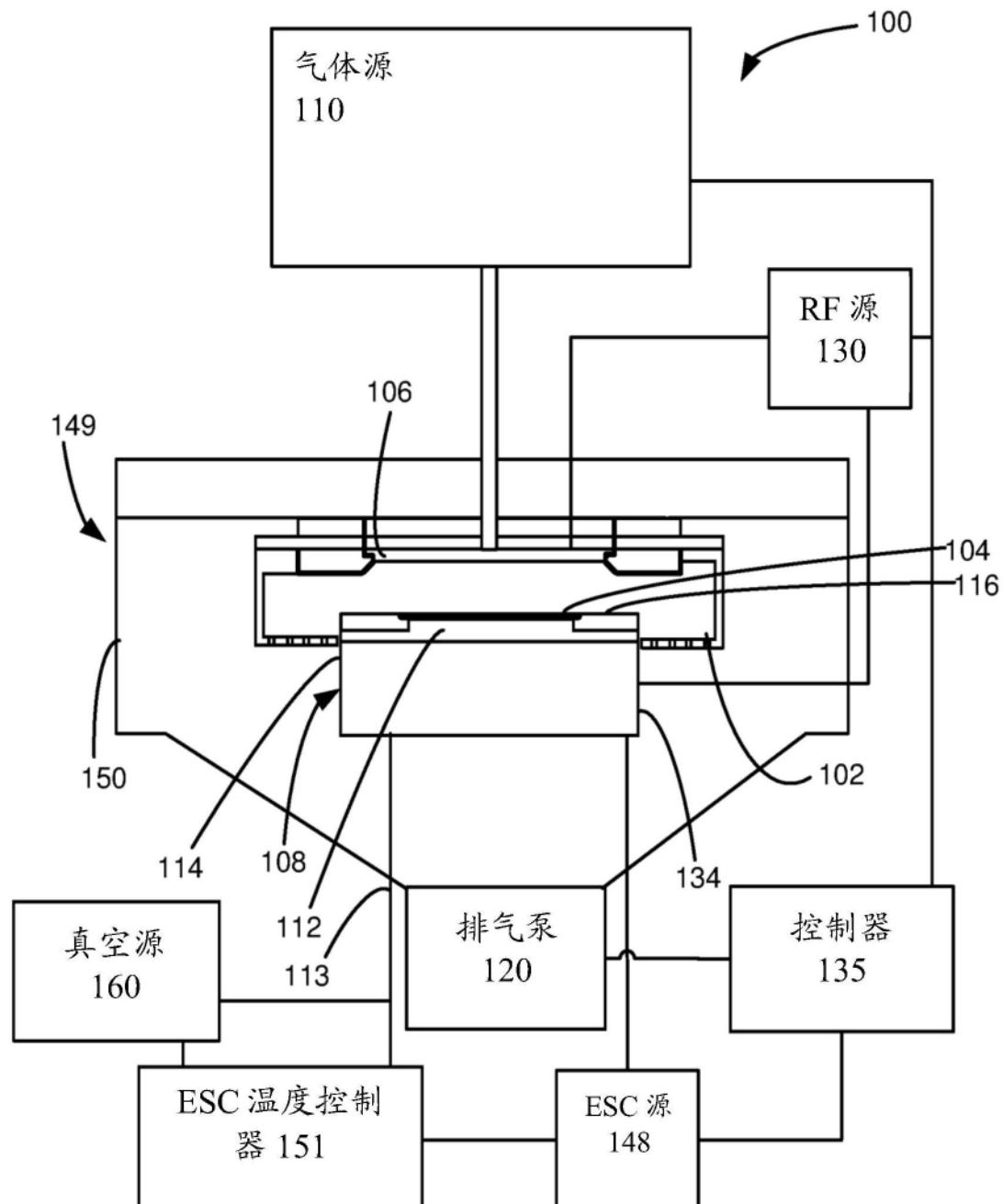


图1

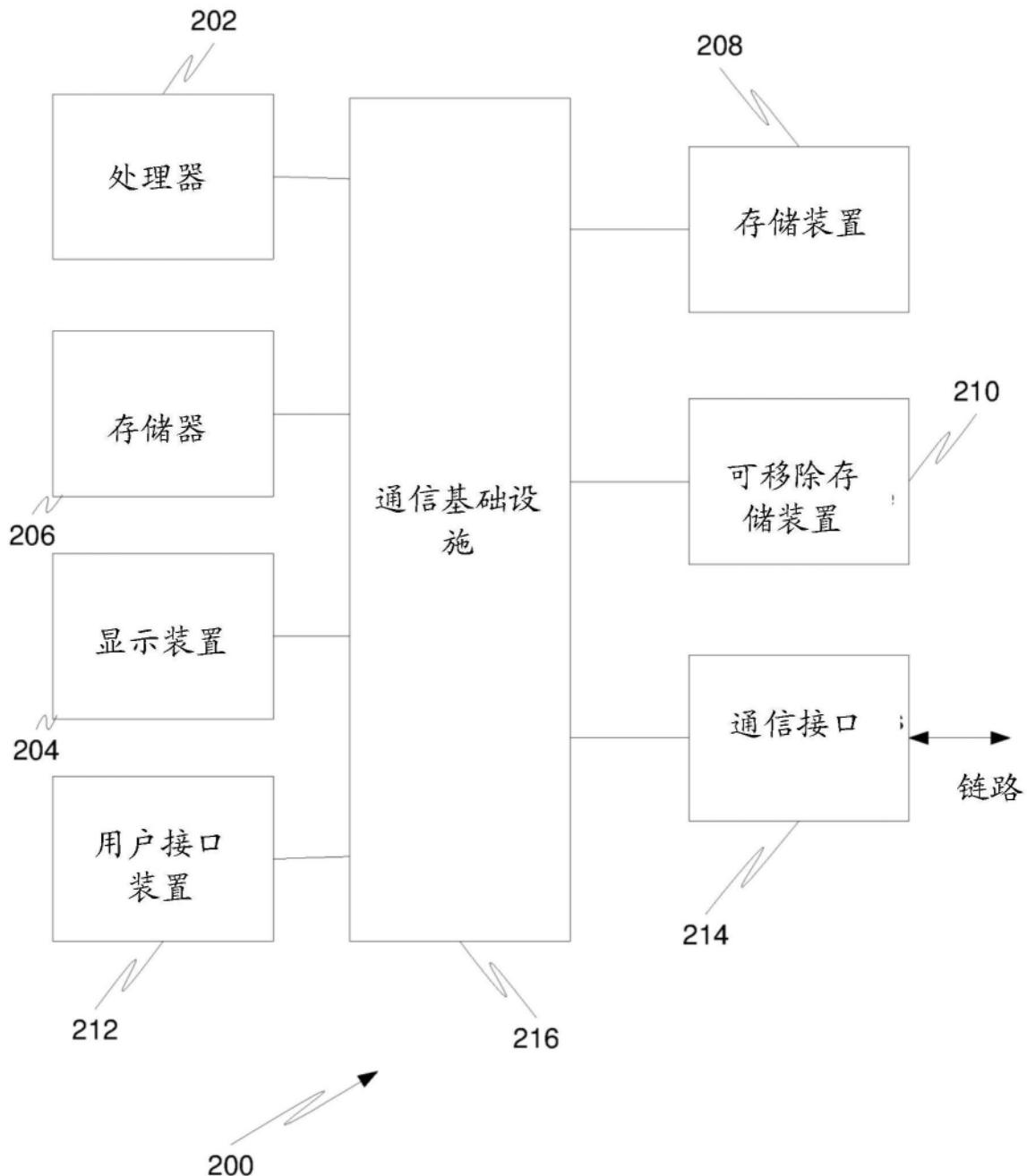


图2

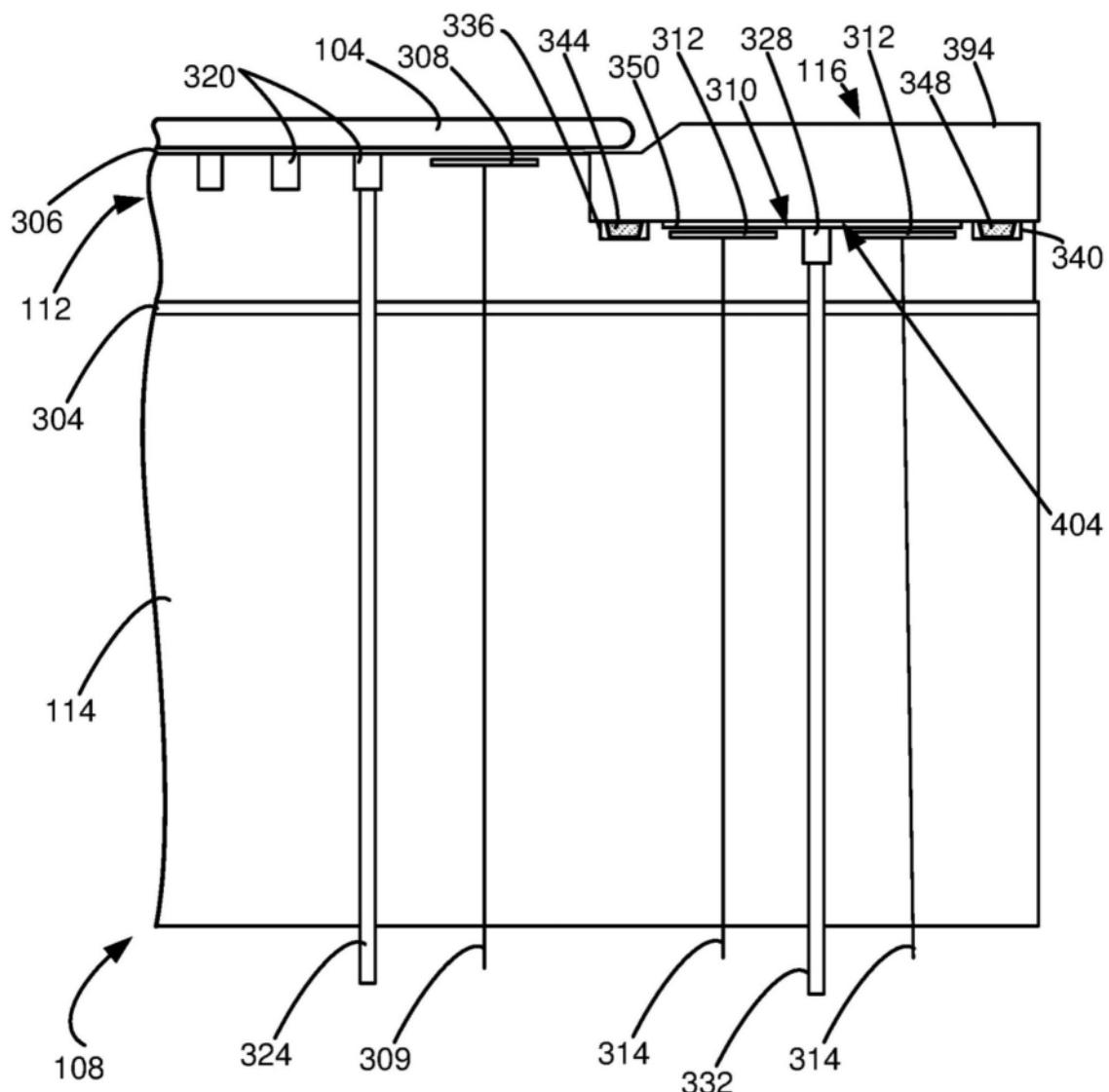


图3

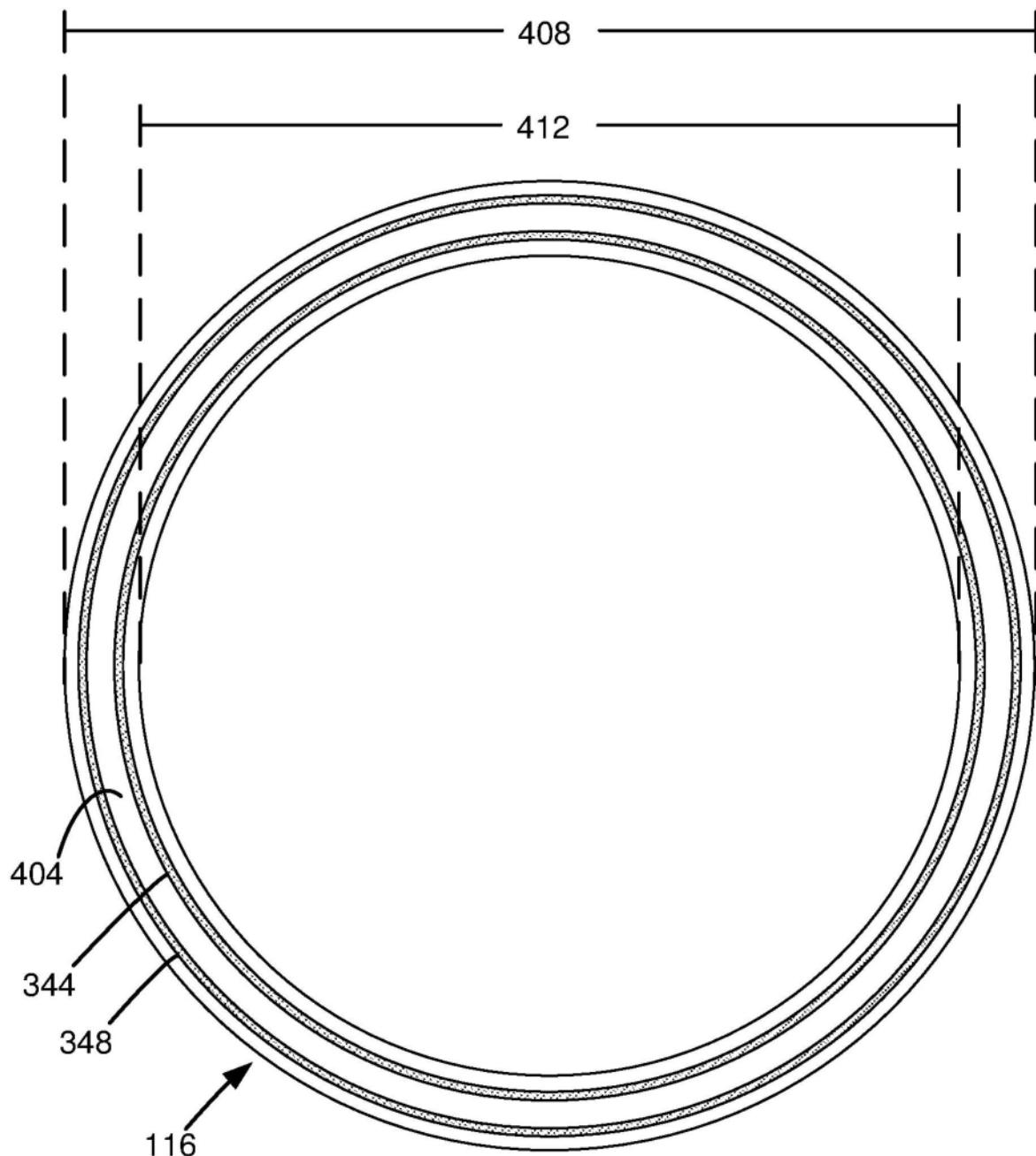


图4

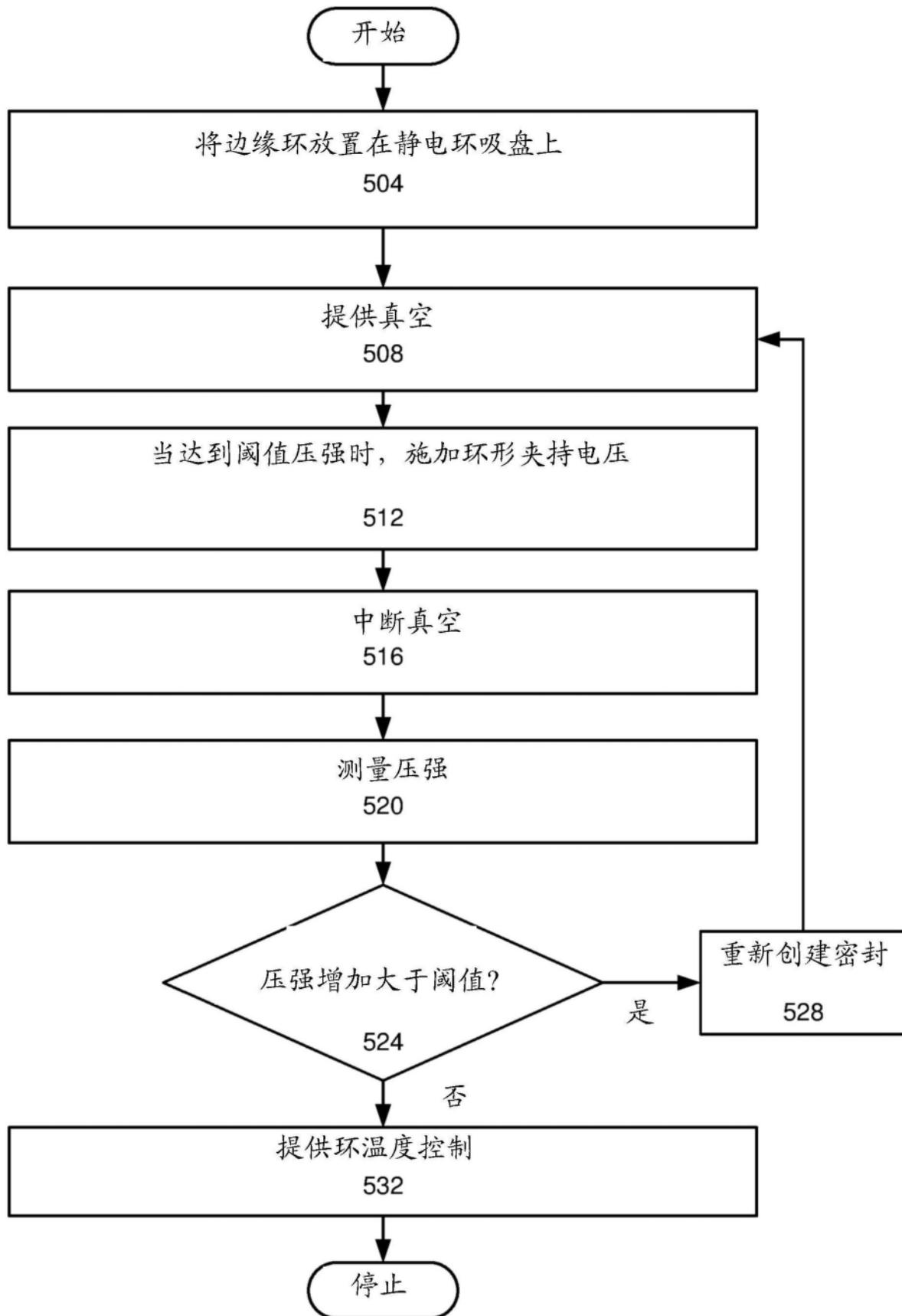


图5

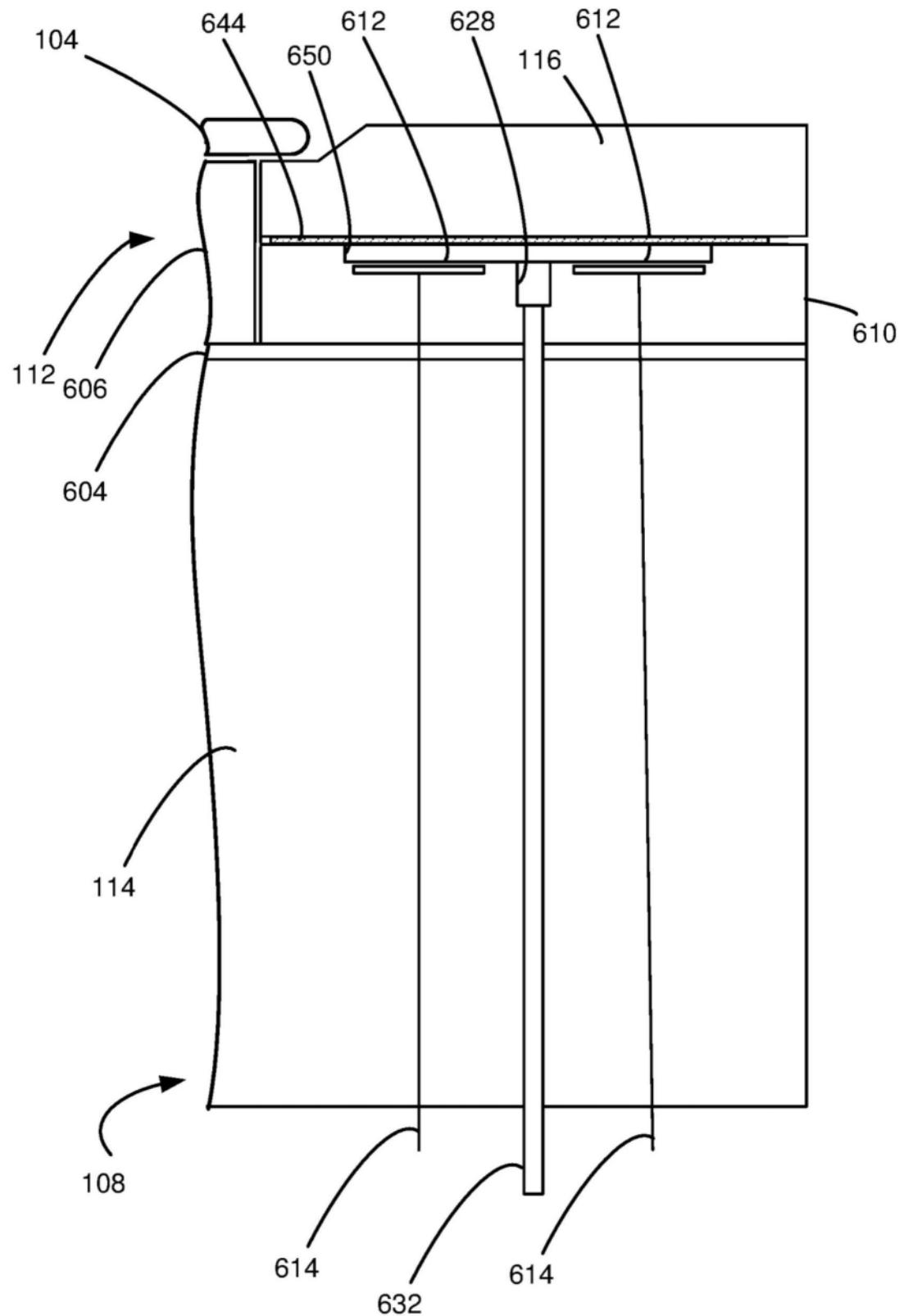


图6