



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105474362 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201480045378. 1

代理人 黄嵩泉

(22) 申请日 2014. 08. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 21/205(2006. 01)

61/867, 020 2013. 08. 16 US

H01L 21/02(2006. 01)

14/460, 683 2014. 08. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 02. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/051274 2014. 08. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/023945 EN 2015. 02. 19

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·C·福斯特 J·约德伏斯基

G·K·邝 T·T·恩戈 K·格里芬

K·S·柯林斯 柳韧

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

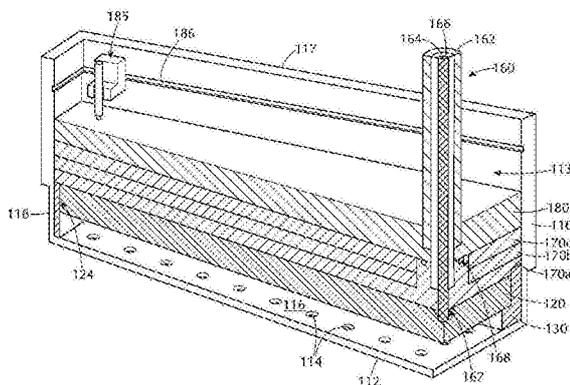
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

用于高温低压力环境的细长的容性耦合的等
离子体源

(57) 摘要

描述了一种用于处理腔室的模块化等离子体源组件。所述组件包括RF热电极且具有邻接电极的侧而定位的端部电介质和滑动式接地连接件。密封箔将滑动式接地连接件连接至外壳以提供接地的滑动式接地连接件,所述接地的滑动式接地连接件通过端部电介质与热电极分开。同轴馈送线穿过导管而进入与处理环境隔离的RF热电极,使得当等离子体处理区域处于减小的压力下时,同轴RF馈送线处于大气压力下。



1. 一种模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含:

细长的外壳,所述细长的外壳具有侧壁、电气接地正面以及气体容积;

细长的RF热电极,所述细长的RF热电极在所述外壳内,所述细长的RF热电极具有正面、背面、细长的侧以及限定细长轴的第一端与第二端,所述细长的RF热电极与所述正面间隔开以在所述RF热电极的正面与所述细长的外壳的正面之间形成间隙;

端部电介质,所述端部电介质与所述RF热电极的所述第一端和所述第二端中的每一端都接触,并且在所述RF热电极与所述侧壁之间;

滑动式接地连接件,所述滑动式接地连接件定位在所述RF热电极的所述第一端和所述第二端中的一者或更多者处且与所述端部电介质相对,所述滑动式接地连接件通过所述端部电介质来隔离与所述RF热电极的直接接触;

密封箔,所述密封箔定位在每一个滑动式接地连接件处且与所述端部电介质相对,所述密封箔在所述细长的外壳的正面与所述滑动式接地连接件之间形成电气连接;以及

同轴RF馈送线,所述同轴RF馈送线穿过所述细长的外壳,所述同轴RF馈送线包括由绝缘体分开的外导体和内导体,所述外导体与电气接地连通,并且所述内导体与所述细长的RF热电极电气连通。

2. 如权利要求1所述的模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件进一步包含:

电介质隔片,所述电介质隔片在所述外壳内,并且邻接所述细长的RF热电极的背面而定位;以及

接地板,所述接地板在所述外壳内,并且定位在所述电介质隔片的、与所述RF热电极相对的侧上,所述接地板连接至电气接地。

3. 如权利要求2所述的模块化等离子体源组件,其中,所述同轴RF馈送线的所述外导体连接至所述接地板。

4. 如权利要求2所述的模块化等离子体源组件,其中,所述内导体延伸穿过所述接地板和所述电介质隔片中的通道,并且连接至所述细长的RF热电极。

5. 如权利要求4所述的模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件进一步包含RF热电极真空密封件和电介质真空密封件,使得当所述间隙处于减小的压力下时,延伸穿过所述接地板的通道处于大气压力下,其中,所述RF热电极真空密封件在至所述细长的RF热电极连接处围绕所述内导体,所述电介质真空密封件在所述电介质隔片与所述接地板的界面处围绕所述通道。

6. 如权利要求2所述的模块化等离子体源组件,其中,所述外壳以及所述RF热电极、所述电介质隔片与所述接地板中的每一者都是楔形的,并且具有内周缘、以及外周缘、以及两个细长的侧,所述第一端限定所述壳的所述内周缘,并且所述第二端限定所述外壳的所述外周缘。

7. 如权利要求6所述的模块化等离子体源组件,其中,所述外壳的正面包含从中穿过的多个开口,所述多个开口形成以相对于所述外壳的所述细长轴的角度而旋转的孔图案。

8. 一种模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含:

细长的外壳,所述细长的外壳具有侧壁、电气接地正面以及气体容积;

细长的RF热电极,所述细长的RF热电极在所述外壳内,所述细长的RF热电极具有正面、

背面、细长的侧以及限定细长轴的第一端与第二端,所述细长的RF热电极与所述正面间隔开以在所述RF热电极的正面与所述细长的外壳的正面之间形成间隙;

电介质隔片,所述电介质隔片在所述外壳内,并且邻接所述细长的RF热电极的背面而定位;

接地板,所述接地板在所述外壳内,并且定位在所述电介质隔片的、与所述RF热电极相对的侧上,所述接地板连接至电气接地;

通道,所述通道延伸穿过所述接地板和所述电介质隔片;

同轴RF馈送线,所述同轴RF馈送线穿过所述细长的外壳,所述同轴RF馈送线包括由绝缘体分开的外导体和内导体,所述外导体与接地板电气连通,并且所述内导体穿过所述接地板和所述电介质隔片中的所述通道且与所述细长的RF热电极电气连通,其中,当所述间隙处于减小的压力下时,所述通道处于大气压力下;

端部电介质,所述端部电介质与所述RF热电极的所述第一端和所述第二端中的每一端都接触,并且在所述RF热电极与所述侧壁之间;

滑动式接地连接件,所述滑动式接地连接件定位在所述RF热电极的所述第一端和所述第二端中的一者或更多者处且与所述端部电介质相对,所述滑动式接地连接件通过所述端部电介质来隔离与所述RF热电极的直接接触;以及

密封箔,所述密封箔定位在每一个滑动式接地连接件处且与所述端部电介质相对,所述密封箔在所述细长的外壳的正面与所述滑动式接地连接件之间形成电气连接。

9. 一种模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含:

楔形细长的外壳,所述楔形细长的外壳包括内周端、外周端、连接所述内周端与所述外周端的两个侧壁、包含从中穿过的多个开口的电气接地正面以及气体容积;

楔形RF热电极,所述楔形RF热电极在所述外壳内且具有主体,所述主体具有正表面、背表面、细长的侧、与所述内周端邻接的第一端以及与所述外周端邻接的第二端部,所述RF热电极的正表面与所述外壳的正面间隔开以形成间隙;

端部电介质,所述端部电介质与所述RF热电极的所述第一端和所述第二端中的每一端都接触;

滑动式接地连接件,所述滑动式接地连接件定位在所述RF热电极的所述第二端处且与所述端部电介质相对,所述滑动式接地连接件通过所述端部电介质来隔离与所述RF热电极的直接接触;

密封箔,所述密封箔邻接所述滑动式接地连接件而定位且与所述端部电介质相对,所述密封箔在所述细长的外壳的正面与所述滑动式接地连接件之间形成电气连接;以及

同轴RF馈送线,所述同轴RF馈送线穿过所述细长的外壳,所述同轴RF馈送线包括由绝缘体分开的外导体和内导体,所述外导体与电气接地连通,并且所述内导体与所述RF热电极电气连通。

10. 如权利要求9所述的模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件进一步包含:

楔形电介质隔片,所述楔形电介质隔片在所述外壳内,并且邻接所述RF热电极的背表面而定位;以及

楔形接地板,所述楔形接地板在所述外壳内,并且定位在所述电介质隔片的、与所述RF

热电极相对的侧上,所述接地板连接至电气接地。

11.如权利要求10所述的模块化等离子体源组件,其中,所述同轴RF馈送线的所述外导体连接至所述接地板。

12.如权利要求2至11中的任一项所述的模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件进一步包含多个压缩元件以在所述电介质隔片的方向上将压缩力提供至所述接地板。

13.如权利要求2至11中的任一项所述的模块化等离子体源组件,其中,所述电介质隔片和所述RF热电极中的每一个都包含从中穿过的多个孔,使得所述气体容积中的气体可穿过所述电介质隔片和所述RF热电极而进入所述间隙中。

14.如权利要求13所述的模块化等离子体源组件,其中,所述电介质隔片包含两个或更多的电介质隔片层,每一个电介质隔片层都具有从中穿过的多个孔。

15.如权利要求14所述的模块化等离子体源组件,其中,所述电介质隔片层中的每一个电介质隔片层中的多个孔从邻接的电介质隔片层中的多个孔偏移,并且在每一个电介质隔片层的背侧上形成至少一个通道,所述至少一个通道在具有邻接的电介质隔片层或RF热电极的电介质隔片层中的每一个电介质隔片层中的多个孔之间形成流体连接。

用于高温低压力环境的细长的容性耦合的等离子体源

[0001] 背景

[0002] 本发明的实施例大体而言关于一种用于处理基板的设备。更特定而言,本发明的实施例关于用于如批量处理器之类的处理腔室的模块化容性耦合的等离子体源。

[0003] 通常在含有多个腔室的基板处理平台中执行半导体器件形成。在一些实例中,多腔室处理平台或群集工具的目的在于,在受控环境中顺序地对基板执行两个或更多个工艺。然而,在其他实例中,多腔室处理平台可仅对基板执行单个工艺步骤;附加的腔室旨在使平台处理基板的速率最大化。在后一种情况下,对基板执行的工艺通常是批量工艺,其中在给定的腔室中同时处理相对大数目(例如,25个或50个)的基板。批量处理对于以经济可行的方式来对多个个别的基板执行过于耗时的工艺是尤其有益的,诸如,对于原子层沉积(ALD)工艺以及一些化学气相沉积(CVD)工艺是尤其有益的。

[0004] 基板处理平台或系统的有效性常常由持有成本(C00)来量化。尽管受许多因素影响,但C00主要受系统占据面积(即,制造工厂中操作所述系统所需的总占地空间)以及系统产量(即,每小时被处理的基板的数目)影响。占据面积通常包括维护所需要的与系统邻接的接取区域。因此,尽管基板处理平台可相对较小,但是如果需要从所有的侧进行接取以用于操作和维护,则系统的有效占据面积可仍然过大。

[0005] 容性耦合的等离子体源为人所熟知,并且在半导体制造中被大加利用。当在中等压力(1-25托)下操作此类源时,对RF热电极与接地表面之间的间隙的控制对于避免杂散等离子体的点火可能是重要的。如果电场是足够的,则甚至绝缘体之间的小间隙也可“点燃”。等离子体的点火取决于压力与间隙距离之间的乘积,通过图1中的Paschen曲线来说明。当压力与间隙距离之间的乘积在1-10托-厘米的数量级时,点火电压处于最小。对于所考虑的1-25托压力范围,最低点火电压将处于0.4mm至1cm的间隙中。为了避免伪等离子体,可将间隙控制在0.25mm的数量级上。对于经验丰富的机械设计者,这是易于实现的。然而,对于一些应用,可能需要在室温与升高的温度(例如,200°C)之间操作等离子体源的结构。对适应热膨胀的需要将需要控制间隙并避免伪等离子体的新设计。

[0006] 因此,本领域中需要用于批量反应器的模块化容性耦合的等离子体源。

发明内容

[0007] 本发明的一个或更多个实施例涉及一种模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含细长的外壳与细长的RF热电极、端部电介质、滑动式接地连接件、密封箔以及同轴RF馈送线。细长的外壳具有侧壁、电气接地正面和气体容积。细长RF热电极在外壳内,并且具有正面、背面、细长的侧以及限定细长轴的第一端与第二端。细长的RF热电极与正面间隔开以在RF热电极的正面与细长的外壳的正面之间形成间隙。端部电介质与RF热电极的第一端和第二端中的每一端都接触,并且在RF热电极与侧壁之间。滑动式接地连接件定位在RF热电极的第一端和第二端中的一者或更多者处且与端部电介质相对。滑动式接地连接件通过端部电介质来隔离与RF热电极的直接接触。密封箔定位在每一个滑动式接地连接件处且与端部电介质相对。密封箔形成细长的外壳的正面与滑动式接地连接件之间的电

气连接。同轴RF馈送线穿过细长的外壳,并且包括由绝缘体分开的外导体和内导体。外导体与电气接地连通,并且内导体与细长的RF热电极电气连通。

[0008] 本发明的附加实施例涉及模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含细长的外壳、外壳内的细长的RF热电极、电介质隔片、接地板以及同轴RF馈送线。细长的外壳具有侧壁、电气接地正面以及气体容积。细长的RF热电极具有正面、背面、细长的侧以及限定细长轴的第一端与第二端。细长的RF热电极与正面间隔开以在RF热电极的正面与细长的外壳的正面之间形成间隙。电介质隔片在外壳内,并且邻接细长的RF热电极的背面而定位。接地板在外壳内,并且定位在电介质隔片的、与RF热电极相对的侧上,并且所述接地板连接至电气接地。通道延伸穿过接地板和电介质隔片。同轴RF馈送线穿过细长的外壳,并且包括由绝缘体分开的外导体和内导体。外导体与接地板电气连通,并且内导体穿过接地板和电介质隔片中的通道且与细长的RF热电极电气连通。当间隙处于减小的压力下时,通道处于大气压力下。

[0009] 进一步的实施例涉及模块化等离子体源组件,所述模块化等离子体源组件包含楔形细长的外壳、楔形RF热电极、端部电介质、滑动式接地连接件、密封箔以及同轴RF馈送线。楔形细长的外壳包括内周端、外周端、连接内周端与外周端的两个侧壁、包含从中穿过的多个开口的电气接地正面以及气体容积。楔形RF热电极在外壳内且具有主体,所述主体具有正表面、背表面、细长的侧、与内周端邻接的第一端以及与外周端邻接的第二端,RF热电极的正表面与外壳的正面间隔开以形成间隙。端部电介质与RF热电极的第一端和第二端中的每一端都接触。滑动式接地连接件定位在RF热电极的第二端处且与端部电介质相对,并且滑动式接地连接件通过端部电介质来隔离与RF热电极的直接接触。密封箔邻接滑动式接地连接件而定位且与端部电介质相对,并且所述密封箔在细长的外壳的正面与滑动式接地连接件之间形成电气连接。RF馈送线穿过细长的外壳,并且包括由绝缘体分开的外导体和内导体。外导体与电气接地连通,并且内导体与RF热电极电气连通。

附图说明

[0010] 因此,为了可详细地理解本发明的上文所描述的特征的方式,可参考实施例更具体地描述上文简要概述的本发明,一些实施例在所附附图中图示。然而,应当注意,所附附图仅图示出本发明的典型实施例,并且因此不应视为限制本发明的范围,因为本发明可允许其他同等有效的实施例。

[0011] 图1示出氙的Paschen曲线;

[0012] 图2示出根据本发明的一个或多个实施例的、配置有四个气体喷射器组件以及具有加载站的四个容性耦合的楔形等离子体源的基板处理系统的示意性平面图;

[0013] 图3示出根据本发明的一个或多个实施例的台板的示意图,所述台板旋转晶片通过等离子体区域;

[0014] 图4示出根据本发明的一个或多个实施例的等离子体源组件的示意图;

[0015] 图5示出图4的等离子体源组件的部分的展开图;

[0016] 图6示出根据本发明的一个或多个实施例的等离子体源组件的部分的示意图;

[0017] 图7示出图4的等离子体源组件的部分的展开图;

[0018] 图8示出图4的等离子体源组件的部分的展开图;

[0019] 图9示出根据本发明的一个或多个实施例的楔形等离子体源组件的部分的示意图;

[0020] 图10示出根据本发明的一个或多个实施例的楔形等离子体源组件的局部透视图;

[0021] 图11示出根据本发明的一个或多个实施例的楔形等离子体源组件的横截面透视图;以及

[0022] 图12示出根据本发明的一个或多个实施例的楔形等离子体源组件的主视图。

具体实施方式

[0023] 本发明的实施例提供一种用于连续的基板沉积的基板处理系统以使产量最大化并改善处理效率。基板处理系统还可用于沉积前和沉积后的等离子体处理。

[0024] 如本说明书和所附权利要求书中所使用,可互换地使用术语“基板”和“晶片”,这两个术语都是指工艺所作用的表面或表面的部分。还将由本领域技术人员理解的是,除非上下文另外清楚地指示,否则对基板的引用还可指示基板的仅部分。另外,对基板上的沉积的引用可意味着裸基板以及具有沉积或形成在其上的一个或多个膜或特征的基板。

[0025] 如本说明书和所附权利要求书中所使用,可互换地使用术语“反应性气体”、“前体”、“反应物”等以意指包括可与基板表面反应的物质的气体。例如,第一“反应性气体”可仅仅吸附到基板的表面上,并且可用于与第二反应性气体的进一步化学反应。

[0026] 正考虑将旋转台板腔室用于许多应用。在此类腔室中,在旋转式固持器(“台板”)上放置一个或多个晶片。随着台板旋转,晶片在各个处理区域之间移动。例如,在ALD中,处理区域将使晶片暴露于前体和反应物。另外,等离子体暴露对于适当地处理膜或表面以获得增强的膜生长或获得所需的膜特性可能是必需的。当使用旋转式台板ALD腔室时,本发明的一些实施例提供ALD膜的均匀的沉积和后处理(例如,致密化)。

[0027] 旋转式台板ALD腔室可通过传统的时域工艺沉积薄膜或通过空间ALD来沉积膜,在所述传统的工艺中,整个晶片暴露于第一气体,经净化且随后暴露于第二气体中,在所述空间ALD中,晶片的部分暴露于第一气体且部分暴露于第二气体,并且晶片移动穿过这些气流沉积了层。

[0028] 本发明的实施例可与直线型处理系统或转动式处理系统中的任一者一起使用。在直线型处理系统中,等离子体退出外壳的区域的宽度跨正面的整个长度是基本上相同的。在转动式处理系统中,外壳大体可以是“饼形的”或“楔形的”。在楔形区段中,等离子体退出外壳的区域的宽度发生改变以与饼形一致。如本说明书和所附权利要求书中所使用,可互换地使用术语“饼形的”和“楔形的”来描述大体上圆形扇区的主体。例如,楔形区段可以是圆形或碟形物体的部分。饼形区段的内边缘可汇聚于一点或可被截断为平边缘或经倒圆角。基板的路径可垂直于气体端口。在一些实施例中,气体喷射器组件中的每一个都包含多个细长的(elongate)气体端口,所述细长的气体端口在基本上垂直于由基板穿越的路径的方向上延伸。如本说明书和所附权利要求书中所使用,术语“基本上垂直”意味着基板移动的大体方向沿基本上垂直于气体端口的轴(例如,与气体端口的轴呈约 45° 至 90°)的平面。对于楔形气体端口,气体端口的轴可视为被限定为沿端口的长度延伸的端口的中点的线。

[0029] 具有多个气体喷射器的处理腔室可用于同时处理多个晶片,使得晶片经历相同的

工艺流程。例如,如图2所示,处理腔室10具有四个气体喷射器组件30和四个晶片60。在处理的开始时,可在喷射器组件30之间定位晶片60。将旋转料架的晶座66旋转45°将使每一个晶片60被移动至喷射器组件30以进行膜沉积。附加的45°旋转将会移动晶片60远离喷射器组件30。这是图2中所示的位置。在空间ALD喷射器的情况下,在晶片相对于喷射器组件的移动期间,在晶片上沉积膜。在一些实施例中,旋转晶座66使得晶片60在喷射器组件30下方不停止。晶片60与气体喷射器组件30的数目可以是相同或不同的。在一些实施例中,正在经处理的晶片数目与气体喷射器组件的数目相同。在一个或更多个实施例中,正在经处理的晶片的数目是气体喷射器组件的数目的整数倍。例如,如果存在四个气体喷射器组件,则具有4x个正在经处理的晶片,其中,x是大于或等于1的整数值。

[0030] 图2中所示的处理腔室10仅表示一种可能的配置,并且不应视为限制本发明的范围。在此,处理腔室10包括多个气体喷射器组件30。在所示实施例中,具有围绕处理腔室10均匀地间隔开的四个气体喷射器组件30。所示的处理腔室10是八边形的,然而,本领域技术人员将理解,这是一种可能的形状,并且不应视为限制本发明的范围。所示的气体喷射器组件30是矩形的,但本领域技术人员将理解,气体喷射器组件可以是与等离子体源80类似的楔形区段。等离子体源的选项是容性耦合的等离子体。此类等离子体具有高等离子体密度和低等离子体电位。容性耦合的等离子体经由导体中的RF电流而生成。可经由电介质窗口将RF承载导体与等离子体分开,从而使膜的金属污染的可能性最小化。

[0031] 处理腔室10包括基板支撑设备,示出为圆形晶座66或晶座组件或台板。基板支撑设备或晶座66能够在气体喷射器组件30中的每一个下方移动多个晶片60。可将负载锁定装置82连接至处理腔室10的某一侧以允许向/从腔室100加载/卸载基板(也称为晶片60)。

[0032] 在一些实施例中,处理腔室10包含多个气幕(未示出),所述多个气幕定位在气体喷射器组件30(也称为气体分配板或气体分配组件)与等离子体源80之间。每一个气幕建立阻挡以防止或最小化处理气体至处理腔室的其他区域中的扩散。例如,气幕可防止来自气体喷射器组件30的反应性气体从气体分配组件区域迁移至等离子体源80区域的扩散或使所述扩散最小化,并且反之亦然。气幕可包括可将多个单独的处理区段与邻接的区段隔离的气体和/或真空流的任何合适的组合。在一些实施例中,气幕是净化(或惰性)气流。在一个或更多个实施例中,气幕是将气体从处理腔室去除的真空流。在一些实施例中,气幕是净化气体与真空流的组合,使得依次存在净化气流、真空流和净化气流。在一个或更多个实施例中,气幕是真空流与净化气流的组合,使得依次存在真空流、净化气流和真空流。

[0033] 一些原子层沉积系统使用模块化等离子体源(即,可容易地插入到系统中的源)。此类源将使其硬件中的所有或大部分硬件在与原子层沉积工艺相同的压力水平(通常为1-50托)下操作。简而言之,根据一个或更多个实施例的等离子体源包括在大气压力下保持的主RF馈送。这消除了同轴馈送中伪等离子体点火的可能性。RF热电极在所述热电极与接地电极之间的8.5mm间隙(所述间隙的范围可以从3mm至25mm)中产生等离子体。

[0034] 电极的上部分由厚电介质(例如,陶瓷)覆盖,所述厚电介质转而由接地表面覆盖。RF热电极和接地结构由良导体(诸如,铝)制成。为了适应热膨胀,在RF热电极的长端处放置两片电介质(例如,陶瓷)。例如,接地A1片邻接电介质而放置,并且不具有它们之间的间隙。接地片可在结构内滑动,并且利用弹簧抵靠陶瓷而固持。弹簧压缩接地A1/电介质的整个“夹层”使之抵靠RF热电极且不具有任何间隙,从而消除或最小化伪等离子体的几率。RF热

电极可以是例如厚陶瓷,并且厚陶瓷和接地板通过对接地板向下按压的弹簧而被固持在一起。这将部件固持在一起,消除了间隙,而仍然允许由于热膨胀而导致的一些滑动。

[0035] 可构造同轴RF馈送使得外导体在接地板上终止。内导体可在RF热板上终止。由于馈送处于大气压力下,因此在馈送结构的底部处可存在O形环以使得源内部能够是中等压力。可围绕同轴馈送的外围,将气体馈送至源。

[0036] 为了到达等离子体容积,可对接地板、厚陶瓷和RF热板穿孔使它们具有通孔。孔的尺寸可以足够小以防止孔内部的点火。对于接地板和RF热板,一些实施例的孔直径为<1mm,例如,约0.5mm。电介质内部的高电场意味着系统设计成消除孔中的杂散等离子体的几率。可将厚电介质分成三层。每一层都具有从邻接的层中的孔偏移的0.75mm直径的通孔。将0.5mm的间隙机器加工至层中以允许气体在偏移的孔之间流动。

[0037] RF馈送可以是同轴传输线形式的。在接地板中连接/终止外导体,并且内导体连接至RF热板。可通过任何合适的方法(包括但不限于金属垫圈)将接地板连接至金属罩或外壳。这有助于确保返回电流的对称的几何形状。所有的返回电流朝馈送的外导体向上流动,从而使RF噪声最小化。

[0038] 一个或更多个实施例的等离子体源在形状上可以是矩形的,或可配置为其他形状。对于利用旋转式晶片台板的空间ALD应用,形状可以是如图3中所示的被截断的楔形。此设计保留了大气同轴RF馈送以及具有偏移的气体馈送孔的电介质层。可通过调整RF热板与接地退出平板之间的间距以及通过调整RF馈送点的位置来调谐等离子体均匀性。

[0039] 在一些实施例中,在中等压力(1-25托)下操作所述源,但是同轴馈送被保持在大气压力下。在一个或更多个实施例中,电介质绝缘体中的两个O形环和特征提供真空密封。

[0040] 在一些实施例中,气体馈送穿过接地板、RF热板和电介质绝缘体中的穿孔或孔。一些实施例的电介质绝缘体被分成三层。多个电介质层中的孔可彼此偏移,并且多个层之间可存在薄的缩退结构(setback)以允许气体在偏移的孔之间流动。电介质层中的偏移的孔使点火的几率最小化。围绕同轴RF馈送的外导体的外围,至源组件的气体馈送发生。

[0041] 在一些实施例中,将RF馈送设计成将对称的RF馈送电流提供至热板,并且提供对称的返回电流。所有的返回电流朝外导体向上流动,从而使RF噪声最小化,并且使源安装对操作的影响最小化。

[0042] 参见图4至图8,本发明的一个或更多个实施例针对模块化容性耦合的等离子体源100。如本说明书和所附权利要求书中所使用,术语“模块化”意味着等离子体源100可附连至处理腔室或可从处理腔室中移除。模块化源大体上可由单人移动、移除或附连,并且所述模块源可具有小于约25磅、20磅、15磅或10磅的重量。

[0043] 等离子体源100包括具有正面112的外壳110以及气体容积113。正面112电气接地,并且结合热电极120一起在间隙116中形成等离子体。正面112具有厚度,多个孔径114延伸穿过所述厚度以允许在间隙116中点火的等离子体通过所述孔径114传递至正面112的、与间隙116相对的侧上的处理区域中。外壳110可以是细长的外壳,这意味着,当观察正面112的面时,具有长轴和短轴。例如,具有两个长侧和两个短侧的矩形将建立具有在两个长侧之间延伸的细长轴的细长的形状。

[0044] 等离子体源100包括细长的RF热电极120。此电极120也称为“热电极”、“RF热”,等等。细长的RF热电极120具有正面121、背面122和细长的侧123。热电极120还包括限定了细

长轴的第一端124和第二端125。细长的RF热电极120与外壳的正面112间隔开,使得在热电极120的正面121与外壳110的正面112之间形成间隙116。细长的RF热电极120可由任何合适的导电材料(包括但不限于铝)制成。

[0045] 如图5的展开图中所示,一些实施例包括与RF热电极120的第一端124和第二端125中的一者或更多者接触的端部电介质130。在RF热电极120与外壳100的侧壁111之间定位端部电介质130的形式。在一个或多个实施例中,端部电介质130与热电极120的第一端124和第二端125两者都接触。图4和图5示出等离子体源100的横截面视图。图6图示展示出细长形状的矩形细长的RF热电极120的主视图。热电极120的左端(第一端124)和右端(第二端125)具有邻接对应端的端部电介质130。然而,还具有前端126和后端127,并且端部电介质130也邻接这些端。端部电介质130可由任何合适的电介质材料(包括但不限于陶瓷)制成。诸附图中所示的端部电介质130为L形,但是可使用任何合适的形状。

[0046] 滑动式接地连接件140定位在RF热电极120的第一端124和第二端125中的一者或更多者处。滑动式接地连接件140定位在端部电介质130的、与热电极120相对的侧上。滑动式接地连接件通过端部电介质130来隔离与RF热电极120的直接接触。滑动式接地连接件140和端部电介质130协作以维持气密密封,并且允许热电极120膨胀且不允许围绕电极的侧的气体的漏泄。滑动式接地连接件140是导电材料,并且可由任何合适的材料(包括但不限于铝)制成。滑动式接地连接件140将接地端接提供至端部电介质130的侧以确保在间隙116中不存在电场,从而使间隙116中的杂散等离子体的几率最小化。

[0047] 密封箔150定位在与端部电介质130相对的侧上的滑动式接地连接件140处。当滑动式接地连接件140在正面112上滑动时,密封箔150在外壳110的正面112与滑动式接地连接件140之间形成电气连接。密封箔150可由任何合适的导电材料(包括但不限于铝)制成。密封箔150可以是薄的柔性材料,只要维持正面与滑动式接地连接件之间的电气连接,所述薄的柔性材料就可随热电极120的膨胀和收缩而移动。

[0048] 参见图5(图5示出等离子体源100的一端),夹持面152和螺母154定位在热电极120、端部电介质130、滑动式接地连接件140和密封箔150组合的端部处。取决于等离子体源的尺寸和形状,在所述组合的任何侧可发现其他夹持面152和螺母154,并且沿所述组合的每一侧可发现多个夹持面和螺母。夹持面152和螺母154将向内导向压力提供给部件的组合以形成严密的密封并防止端部电介质130与滑动式接地连接件140之间的分离,所述分离可允许等离子体气体到达热电极120后方。夹持面152和螺母154可由任何合适的材料(包括但不限于铝和不锈钢)制成。

[0049] 在一些实施例中,电介质隔片170邻接细长的RF热电极120的背面122而定位。电介质隔片170可由任何合适的电介质材料(包括但不限于陶瓷材料)制成。电介质隔片170提供RF热电极120与外壳110的顶部部分之间的非导电分离器。在没有此非导电分离器的情况下,存在因RF热电极120与外壳110之间的容性耦合而在气体容积113中可形成等离子体的几率。

[0050] 电介质隔片170可以是任何合适的厚度,并且可由任何数目的单独的层组成。在图4中所示的实施例中,电介质隔片170由一个层组成。在图5、图7和图8中所示的替代实施例中,电介质隔片170包含三个单独的电介质隔片子层170a、170b、170c。这些子层的组合组成电介质隔片170的总厚度。单独的子层中的每一个子层可以是相同厚度,或者每一个子层都

可具有独立确定的厚度。

[0051] 在一些实施例中,在电介质隔片170上方是接地板180,所述接地板180定位在外壳110内且位于电介质隔片170的、与RF热电极120相对的侧上。接地板180由任何合适的导电材料(包括但不限于铝)制成,所述接地板可连接至电气接地。此接地板180进一步将RF热电极120与气体容积113隔离以防止气体容积113中的等离子体形成,或防止在除旨在形成等离子体的间隙116之外的区域中的等离子体形成。

[0052] 尽管诸附图将接地板180示出为与电介质隔片170或多个单独的电介质隔片层的总和厚度大致相同,但是这仅是一个可能的实施例。取决于等离子体源的特定配置,接地板180的厚度可以是任何合适的厚度。在一些实施例中,基于例如足够薄以使气孔的钻凿更容易但足够厚以承受所论及的各种弹簧的力来选择接地板的厚度。另外,可调谐接地板180的厚度以确保同轴馈送可充分地附连,所述同轴馈送通常是焊接连接。

[0053] 本发明的一些实施例包括多个压缩元件185。压缩元件185在RF热电极120的方向上引导力抵靠接地板180的背表面181。压缩力使接地板180、电介质隔片170和RF热电极120一起被按压以最小化或消除每一个邻接的部件之间的任何间隔。压缩力有助于防止气体流入作为RF热电极的空间中,在所述空间中气体可变成杂散等离子体。合适的压缩元件185是可经调整或经调谐以将特定的力提供至接地板180的背表面181的那些元件,并且合适的压缩元件185包括但不限于弹簧和螺钉。

[0054] 参见图7,本发明的一些实施例包括延伸穿过接地板180、电介质隔片170和RF热电极120中的一者或更多者的多个孔190、191a、191b、191c、192。尽管图7的实施例示出具有三个层170a、170b、170c的电介质隔片170,但是将理解,可存在任何数目的电介质隔片170的层,并且这仅是一种可能的配置。孔允许气体从气体容积113移动至与RF热电极120的正面121邻接的间隙116。

[0055] 在图7所示的实施例中,RF热电极120中的多个孔190从第一电介质隔片层170a中的多个孔191a偏移,所述多个孔191a从第二电介质隔片层170b中的多个孔191b偏移,所述多个孔191b从第三电介质隔片层170c中的多个孔191c偏移,所述多个孔191c从接地板180中的多个孔192偏移。此偏移图案有助于防止或最小化在间隙116外部形成杂散等离子体的可能性,因为在RF热电极120与接地板180或气体容积113之间不存在直通线。在不受任何特定的操作理论约束的情况下,人们认为子层使气体馈送孔中的等离子体的点火的几率最小化。可选择电介质隔片170的厚度,使得压力与厚度的乘积尽可能远离图1的Paschen曲线中的最小值,且在实践限制内。由于每一个子层中的孔从其他子层中的孔偏移,因此可单独地分析每一个子层的击穿特性。

[0056] 可在RF热电极120的背面122以及每一个电介质隔片层170的背面中的每一者中形成通道193、194a、194b、194c、195。此允许从邻接的多个孔流动来的气体与邻接的部件中的多个孔流体地连通。通道195示出为在接地板180的背表面181中,但是将理解,此通道195不一定提供气体容积113与间隙116之间的流体连通。

[0057] 多个孔190、191a、191b、191c、192的尺寸可有所不同,并且对从气体容积113至间隙116的气体的流动速率具有影响。较大直径的孔将比较小直径的孔允许更多的气体流过。然而,较大直径的孔也可能使孔内的杂散等离子体的点火成为可能或更可能。在一些实施例中,多个孔190、191a、191b、191c、192中的每一个独立地具有小于约1.5mm、或小于约

1.4mm、或小于约1.3mm、或小于约1.2mm、或小于约1.1mm、或小于约1mm的直径。

[0058] 类似地,通道193、194、195的深度也可影响气体的流动速率和杂散等离子体形成的可能性。在一些实施例中,通道193、194、195中的每一个独立地具有小于约1mm、或小于约0.9mm、或小于约0.8mm、或小于约0.7mm、或小于约0.6mm、或小于约0.5mm、或约0.5mm的深度。从相应的部件的背表面测量每一个单独的通道的深度。例如,从接地板180的背表面181测量接地板180中的通道195的深度。在一些实施例中,穿过电介质隔片层170a、170b、170c以及RF热电极120中的每一者的多个孔190、191a、191b、191c具有比相应的部件中的通道193、194a、194b、194c的深度更大的直径。

[0059] 参见图4和图8,同轴RF馈送线160穿过细长的外壳110,并且为RF热电极120提供用于在间隙116中生成等离子体的功率。同轴RF馈送线160包括通过绝缘体166分开的外导体162和内导体164。外导体162与电气接地电气连通,而内导体164与细长的RF热电极120电气连通。如本说明书和所附权利要求书中所使用,术语“电气连通”意味着部件被直接连接,或部件通过中间组件被连接使得存在极小的电阻。

[0060] 图8图示本发明的一个实施例,其中,同轴RF馈送线160的外导体164连接至接地板180,而内导体162连接至RF热电极120。内导体162延伸穿过接地板180中的导管187、电介质隔片170中的导管177而进入到RF热电极120中的凹部129中,在所述凹部129中,进行与RF热电极120之间的电气连接。绝缘体166延伸穿过接地板180中的导管187,并且至少部分地穿过电介质隔片170中的导管177以维持内导体164与外导体162的电气分离。

[0061] 在图8中所示的实施例中,底部电介质隔片层170a与上方的层形状不同。在此,底部电介质隔片层170a具有竖直部分178,导管177穿过所述竖直部分178而形成。此竖直部分178是纯粹任选的,并且可通过仅提供导管177延伸穿过的单个表面而有助于确保在RF热电极120与接地板180之间具有一致的电介质材料。

[0062] 利用RF热电极真空密封件167来密封RF热电极120中的凹部129与电介质隔片170中的导管177对准的区域。RF热电极真空密封件167在至细长RF热电极120的连接处、围绕内导体164而延伸,并且充当O形环以密封部件之间的空间。RF热电极真空密封件167可由任何合适的材料(包括但不限于可压缩材料)制成。本领域技术人员将理解,高温和/或腐蚀性气体可获益于:不同的O形环材料;以及对O形环擷取凹槽(O形环所位于的凹槽)和密封表面(按压到O形环上的表面)进行的适当的尺度设定。电介质隔片170a的竖直部分178与接地板180之间的界面具有围绕导管的电介质真空密封件168以在接地板180与电介质隔片170之间形成密封。如果在底层上存在不具有竖直部分178的多个电介质隔片层,则每一个界面可包括密封环或O形环以确保围绕同轴RF馈送线160存在压力严密的环境。此气密环境允许在间隙116处于减小的压力下时,同轴RF馈送线160处于大气压力下。如本说明书和所附权利要求书中所使用,术语“减小的压力”意味着小于约100托、或小于约75托、或小于约50托、或小于约25托的压力。例如,定义为在约1托至约25托的范围内的“中等压力”是减小的压力。

[0063] 当晶片移动穿过等离子体区域时,任何等离子体处理将需要跨晶片均匀地发生。在图2中所示的旋转料架型实施例中,晶片旋转穿过等离子体区域,使得跨晶片表面对等离子体的暴露比直线式移动晶片更多变。一种确保等离子体工艺的均匀性的方法是具有如图3中所示的具有均匀的等离子体密度的“楔形”或“饼形”(圆形扇区)等离子体区域。图3的实施例示出具有单个晶片60的简单的台板结构(也称为晶座或晶座组件)。当晶座66沿弧形路

径18旋转晶片60时,晶片60穿过具有楔形的等离子体区域68。由于晶座正在绕轴69旋转,因此晶片60的不同部分将具有不同的角速度,并且晶片的外周缘比内周缘移动得更快。因此,为了确保晶片的所有部分在等离子体区域中具有大致相同的驻留时间,等离子体区域在外周缘处比在内周缘处更宽。

[0064] 本发明的一些实施例涉及处理腔室,所述处理腔室包含沿处理腔室中的弧形路径定位的至少一个容性耦合的楔形等离子体源100。如本说明书和所附权利要求书中所使用,术语“弧形路径”意味着行进圆形或椭圆形路径的至少部分的任何路径。弧形路径可包括沿至少约5°、10°、15°、20°的路径的部分的基板的移动。

[0065] 参见图9至图12,示出具有楔形外壳110的等离子体源组件的实施例。在此,外壳具有内周缘118和外周缘119以及两个细长的侧117。楔形部分的内周缘118比外周缘119更窄。RF热电极120、电介质隔片170和接地板180中的每一者都是具有内周缘和外周缘以及两个细长的侧的楔形。

[0066] 图9示出具有楔形外壳110的楔形等离子体源组件100的视图。示出RF热电极120和端部电介质130。RF热电极120的第一端124限定内周缘118,而第二端125限定RF热电极120和外壳110的外周缘。在图9中所示的实施例中,由端部电介质130在内周缘118、外周缘119和每一个侧117上围绕RF热电极120。楔形弹簧210沿RF热电极120的外周缘119而定位。楔形弹簧210允许RF热电极120在远离内周缘118的方向上的可伸展的移动,使得伸展基本上在朝外周缘119的方向上发生。一些实施例的楔形弹簧210类似于波纹板金属片。在一些实施例中,楔形弹簧210将接地连接件140的接地提供至等离子体源的主体。

[0067] 图10示出楔形等离子体源组件100的顶部部分的透视图。同轴RF馈送线160可连接至组件100的任何合适的部分以提供跨RF热电极120的均匀电场。在图10和图11中所示的实施例中,同轴RF馈送线160在细长的侧117之间、但相比内周缘118更接近外周缘119的点处连接至RF热电极。例如,连接点可以是RF热电极120的质心,或可以是装置中跨RF热电极120的电流密度基本上均匀的部分。

[0068] 图10中所示的实施例不包括顶部,使得可看到气体容积113和接地板180的顶部。另外,可看到将导向力提供至接地板180的压缩元件185。这些压缩元件185示出为在气体容积113中,但是将理解,这仅是一种可能的配置,并且压缩元件185可与气体容积113隔离。图11示出沿同轴RF馈送线160的中心轴的图10的实施例的剖视图。单个的压缩元件185示出为与轨道186协作地布置。此轨道186允许沿侧117或内周缘118或外周缘(未示出)的长度来移动压缩元件185,使得施加于接地板180的压缩力跨整个接地板180可以是一致的。

[0069] 图12示出楔形等离子体源组件100的另一实施例的主视图。在此,可看到多个孔径114的布置。在所示实施例中,孔径114按相对于正面112的中心轴212成角度的行均匀地分布。换言之,外壳110的正面112具有形成孔图案的多个孔径114,所述孔图案以相对于外壳的中心轴212(也称为细长的轴)被旋转。用箭头215示出晶片跨等离子体源组件的表面的移动方向。孔径114的线相对于中心轴212可成角度,使得基板的表面上的任何给定的点在穿越等离子体源时不“看到”孔径的线。此可提供更均匀的等离子体暴露而没有在最终产品中明显的条带化。

[0070] 本发明的附加实施例涉及处理多个基板的方法。将多个基板加载到处理腔室中的基板支撑件上。旋转基板支撑件以跨气体分配组件来传递多个基板中的每一个基板,从而

在基板上沉积膜。旋转基板支撑件以将基板移动至与容性耦合的饼形等离子体源邻接的等离子体区域,所述容性耦合的饼形等离子体源在所述等离子体区域中生成基本上均匀的等离子体。可重复此,直至形成了预定厚度的膜。

[0071] 旋转料架的旋转可以是连续或不连续的。在连续的处理中,晶片不断地旋转,使得它们依次暴露于喷射器中的每一个。在不连续的处理中,可将晶片移动至喷射器区域并停止,并且随后将晶片移动至喷射器之间的区域84并停止。例如,旋转料架可旋转,使得晶片从喷射器间区域跨过喷射器(或邻接喷射器而停止)并继续移动至下一个喷射器间区域,在所述下一个喷射器间区域,旋转料架可再次暂停。在喷射器之间的暂停可提供用于每一个层沉积之间的附加的处理(例如,暴露于等离子体)的时间。

[0072] 可取决于正在使用的特定的反应性物质来调谐等离子体的频率。合适的频率包括但不限于,2MHz、13.56MHz、40MHz、60MHz和100MHz。

[0073] 根据一个或更多个实施例,在形成层之前和/或之后,基板经受处理。可在相同腔室中或在一个或更多个分开的处理腔室中执行此处理。在一些实施例中,将基板从第一腔室移动至分开的第二腔室以进行进一步处理。可直接将基板从第一腔室移动至分开的处理腔室,或者可将基板从第一腔室移动至一个或更多个移送腔室,并且随后将基板移动至分开的处理腔室。因此,处理设备可包含与移送站连通的多个腔室。这种类别的设备可称为“群集工具”或“群集系统”,等等。

[0074] 一般而言,群集工具是包含执行各种功能的多个腔室的模块化系统,各种功能包括基板中心发现与定向、脱气、退火、沉积和/或蚀刻。根据一个或更多个实施例,群集工具至少包括第一腔室和中央移送腔室。中央移送腔室可安放机器人,所述机器人可在处理腔室与负载锁定腔室两者或多者之间穿梭移送基板。移送腔室通常维持在真空条件下,并且提供中间级,所述中间级用于将基板从一个腔室穿梭移送至另一腔室和/或至定位在群集工具的前端处的负载锁定腔室。适用于本发明的两种公知的群集工具使Centura®和Endura®,两者都可购自美国加州圣克拉拉市的应用材料公司。公告于1993年2月16日、发明人为Tepman人等而名称为“分级式真空晶片处理设备和方法”(“Staged-Vacuum Wafer Processing Apparatus and Method”)的美国专利公告号第5,186,718号中公开了一个此类分级式真空基板处理设备的细节。然而,为了执行本文中所述的特定的工艺,可改变腔室的确切的布置和组合。可使用的其他处理腔室包括但不限于,循环层沉积(CLD)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)、蚀刻、预清洗、化学清洗、热处理(诸如,RTP)、等离子体氮化、脱气、定向、羟基化和其他基板工艺。通过在群集工具上的腔室中实施工艺,可以在当在沉积后续的膜之前不进行氧化的情况下来避免大气杂质导致的基板表面污染。

[0075] 根据一个或更多个实施例,基板连续地处于真空或“负载锁定”条件下,并且当从一个腔室被移动至下一腔室时不暴露于环境空气。因此,移送腔室处于真空下,并且被“抽真空”至真空压力之下。惰性气体可存在于处理腔室或移送腔室中。在一些实施例中,将惰性气体用作净化气体以便当在基板的表面上形成了层之后去除反应物中的一些或全部。根据一个或更多个实施例,在沉积腔室的出口处喷射净化气体以防止反应物从沉积腔室移动至移送腔室和/或附加的处理腔室。因此,惰性气体的流动在腔室的出口处形成幕。

[0076] 在处理期间,可加热或冷却基板。可通过任何合适的手段来实现此类加热或冷却,

所述合适的手段包括但不限于,改变基板支撑件(例如,晶座)的温度,以及使经加热或冷却的气体流动至基板表面。在一些实施例中,基板支撑件包括加热器/冷却器,可控制所述加热器/冷却器以便传导性地改变基板温度。在一个或多个实施例中,加热或冷却正在采用的气体(反应性气体或惰性气体)以局部地改变基板温度。在一些实施例中,加热器/冷却器定位在与基板表面邻接的腔室内以便对流地改变基板温度。

[0077] 在处理期间,基板也可以是静止的或经旋转的。可连续地或按分立的步骤来转动旋转的基板。例如,可贯穿整个工艺来旋转基板,或者可在暴露于不同的反应性或净化气体之间使基板旋转少量。在处理期间旋转基板(连续或分步骤地)可通过使例如气体流动几何形状中的局部可变性的效应最小化来帮助产生更均匀的沉积或蚀刻。

[0078] 尽管上文所述针对本发明的实施例,但是可设计本发明的其他和进一步的实施例而不背离本发明的基本范围,并且本发明的范围由所附权利要求书来确定。

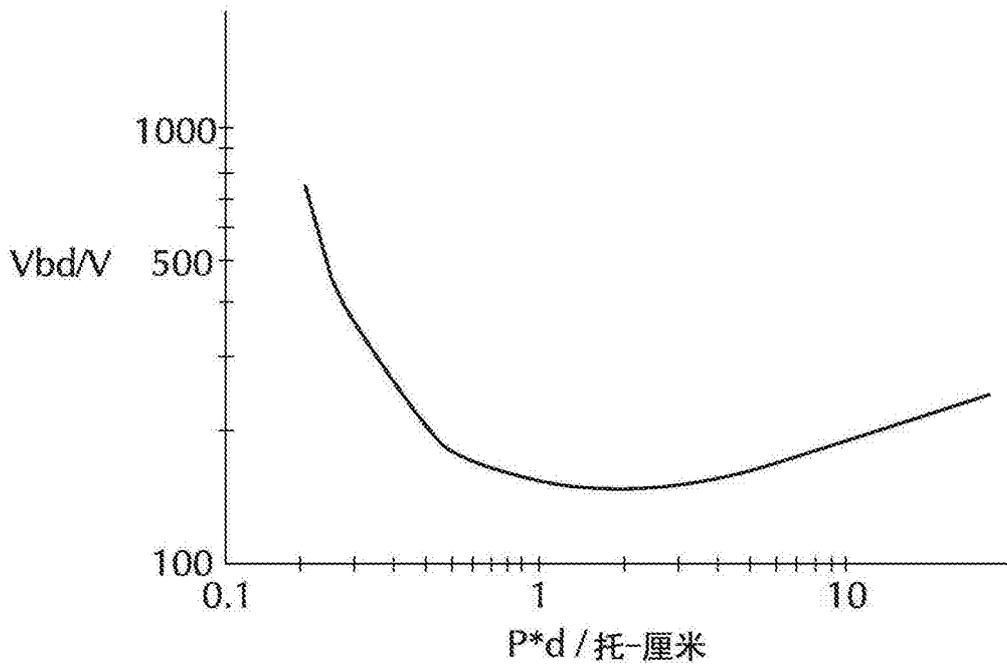


图1

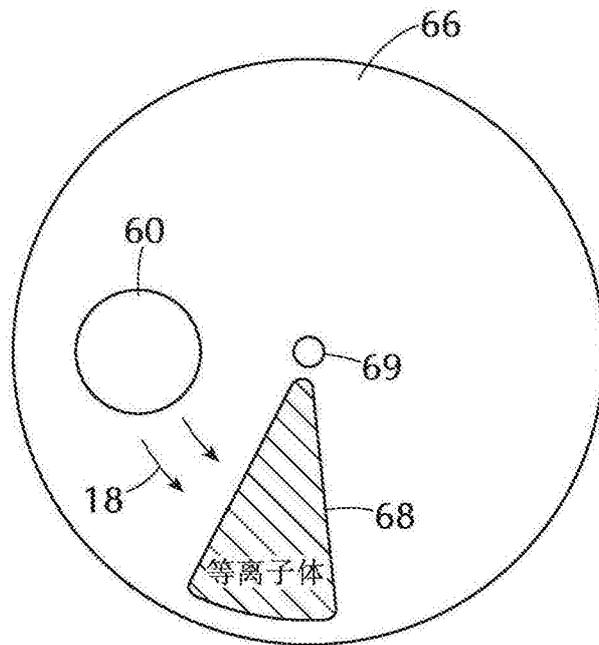


图3

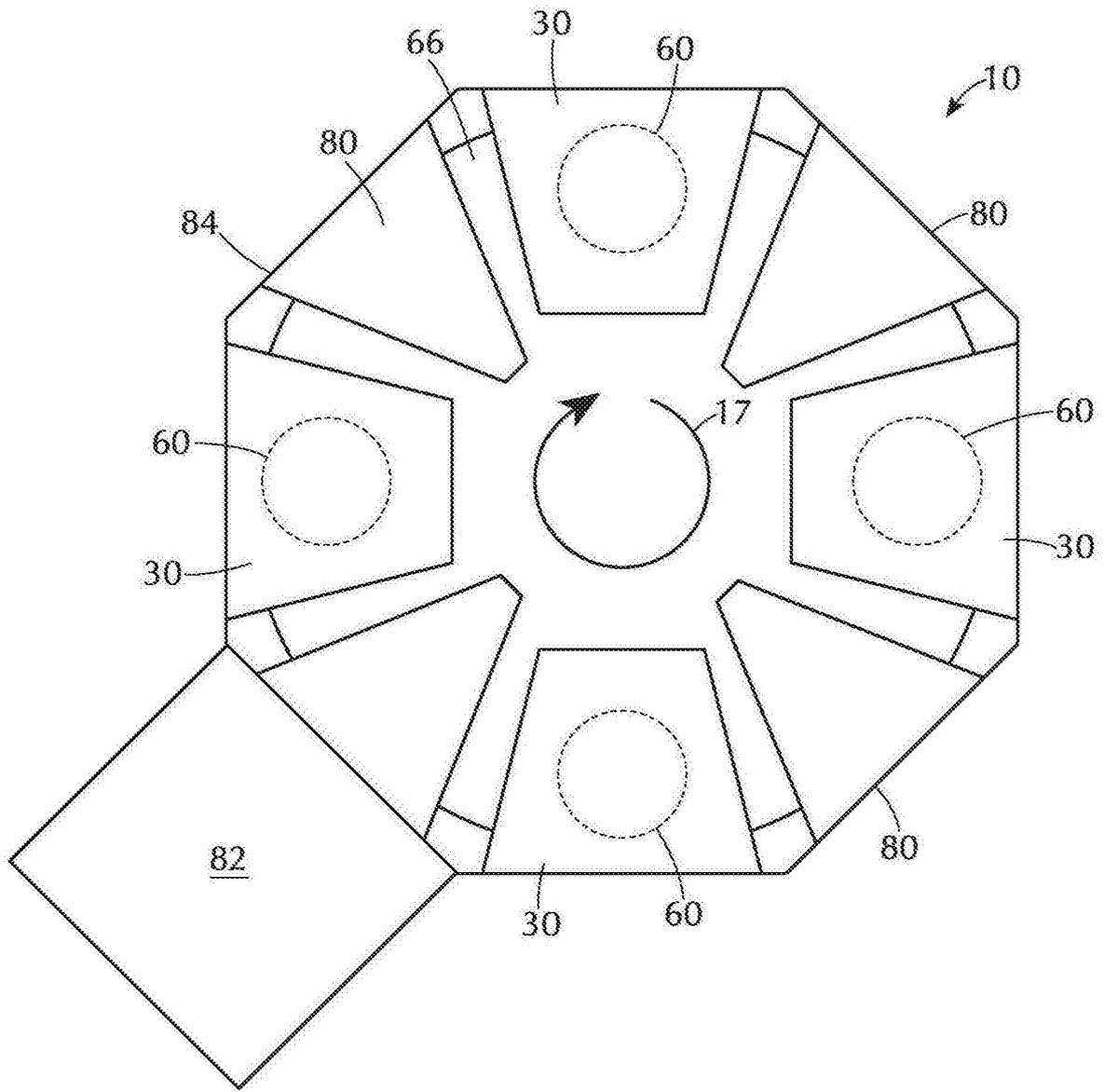


图2

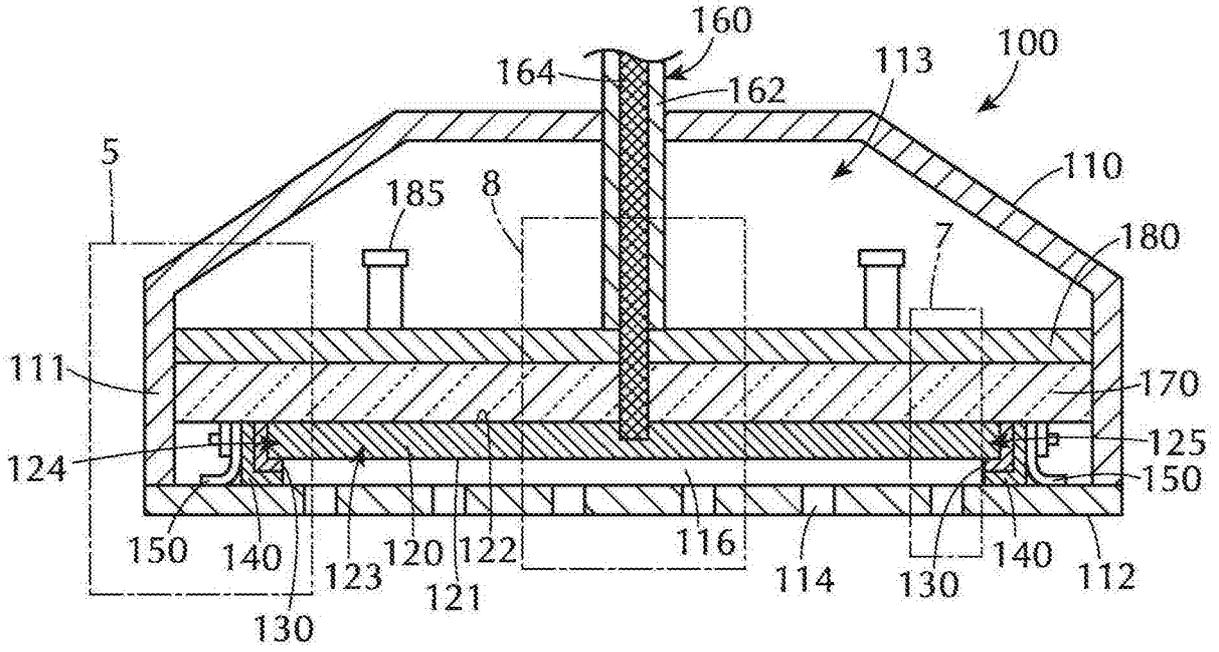


图4

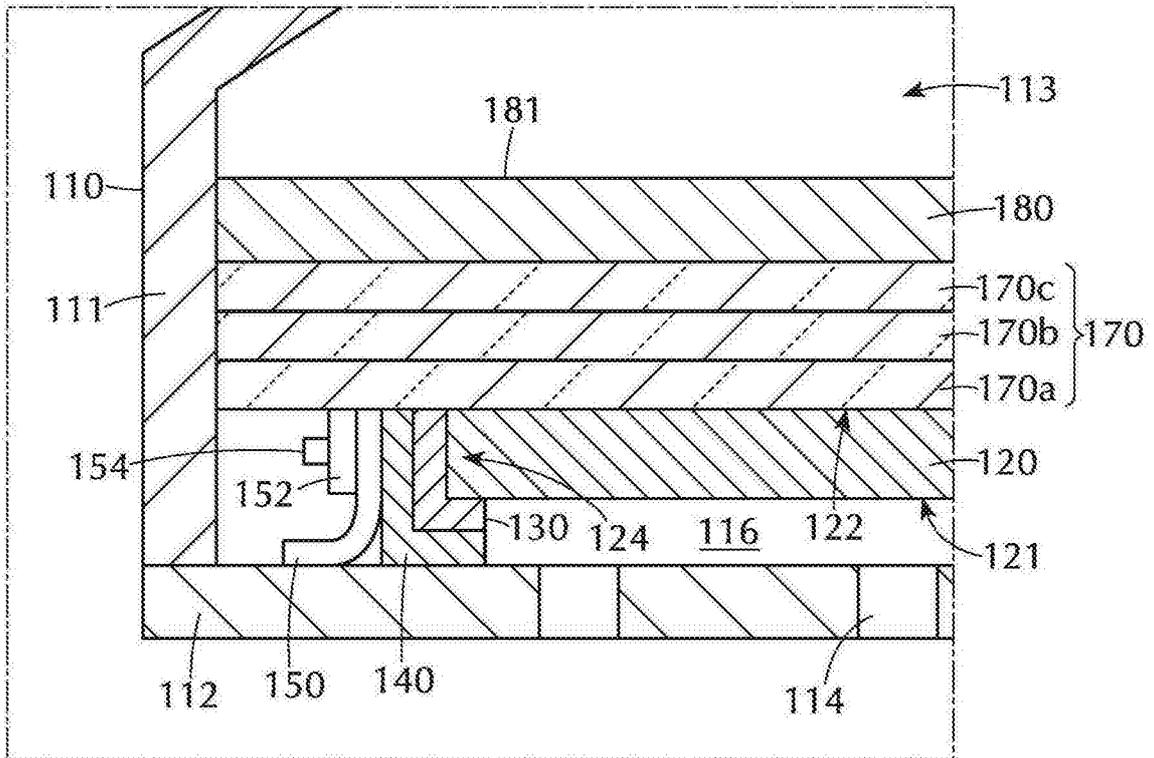


图5

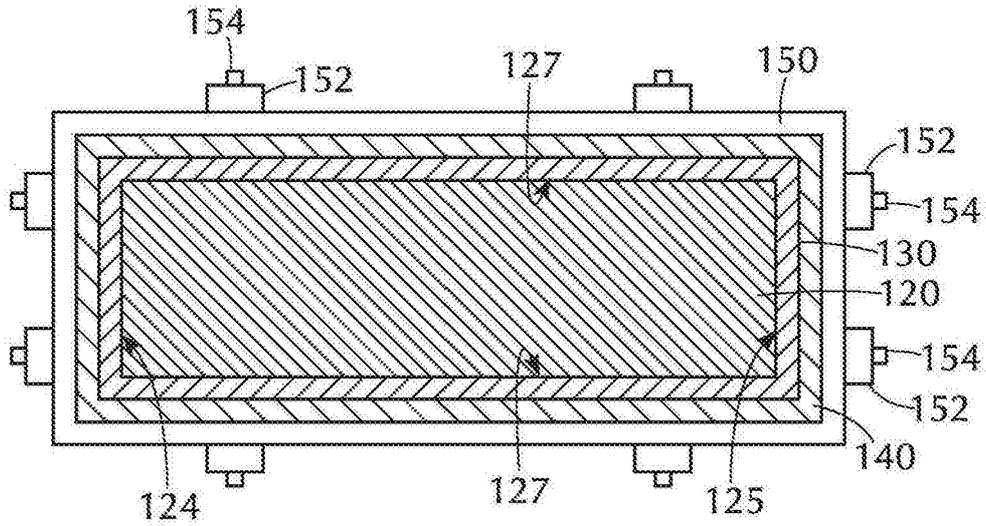


图6

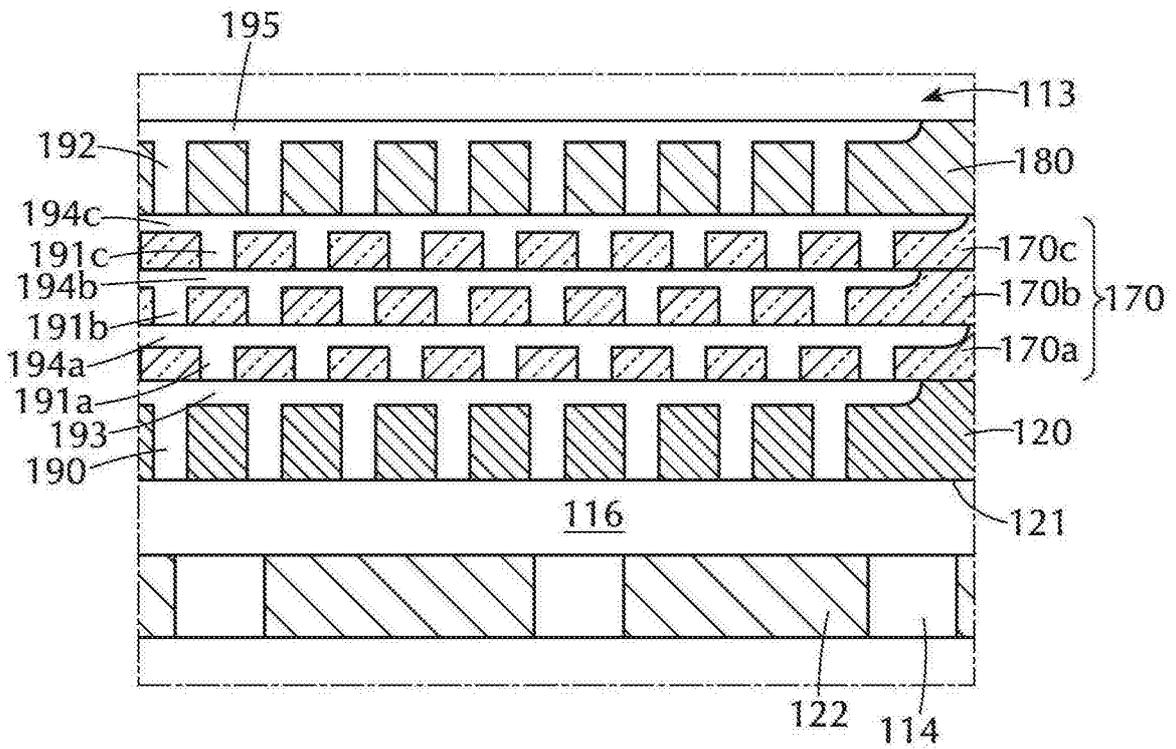


图7

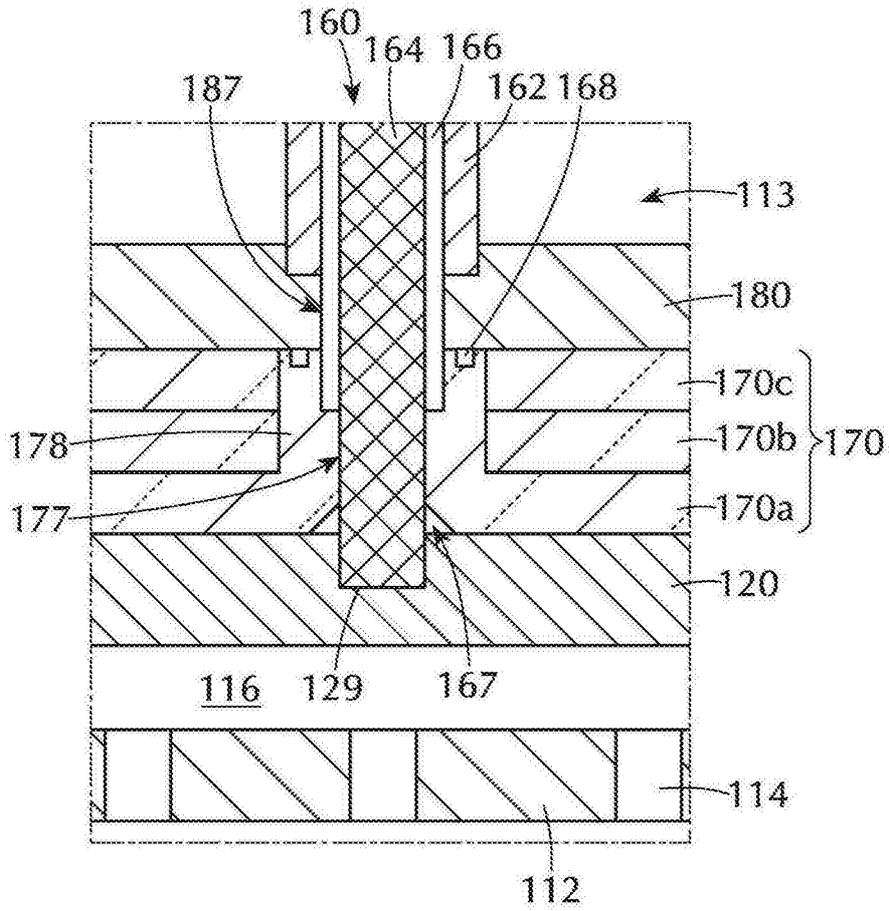


图8

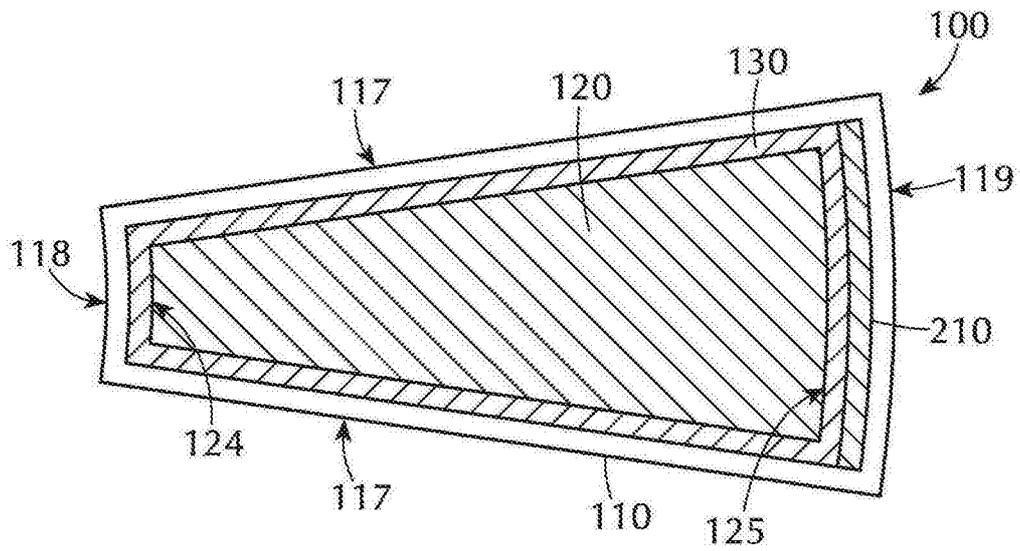


图9

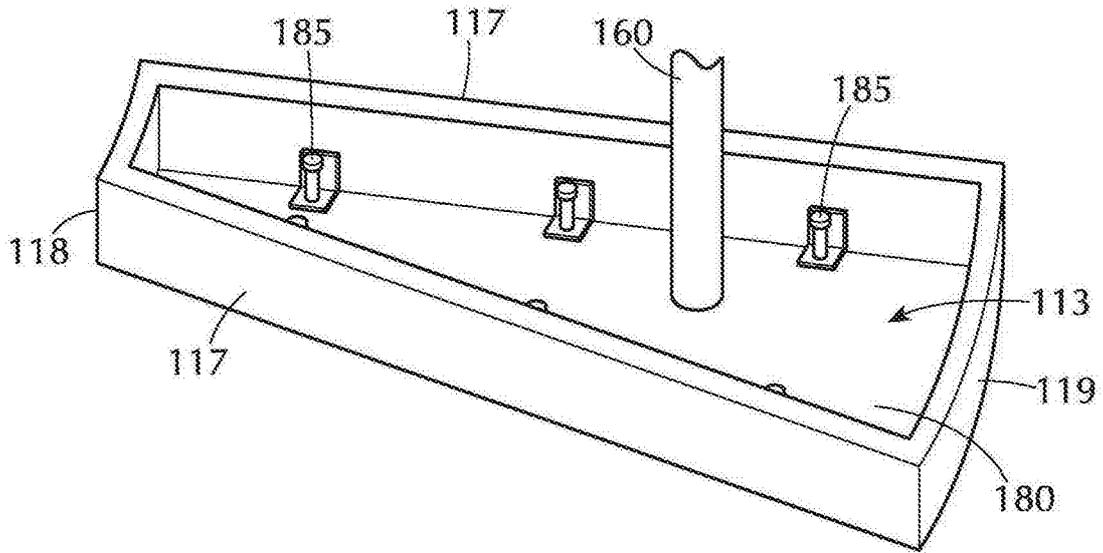


图10

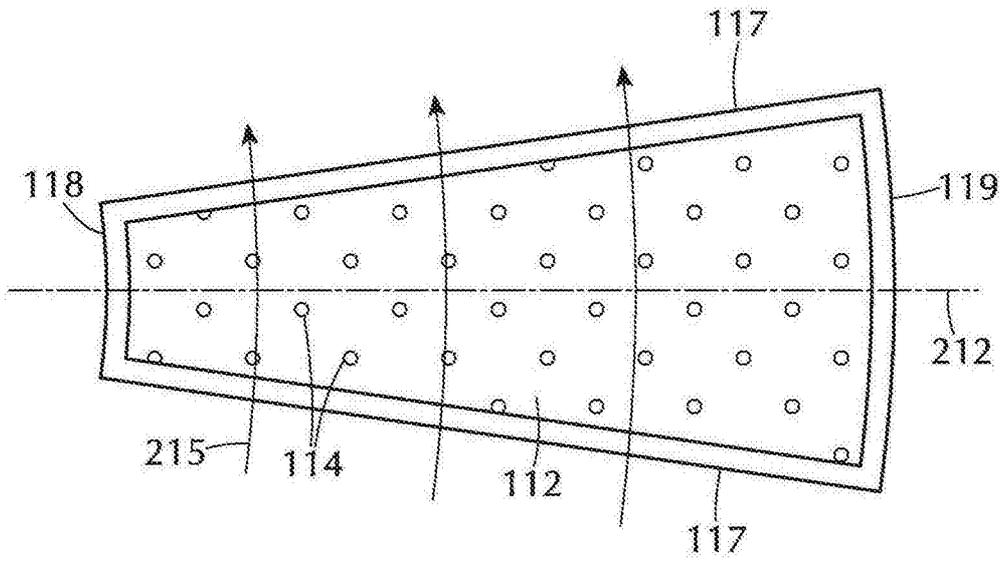


图12

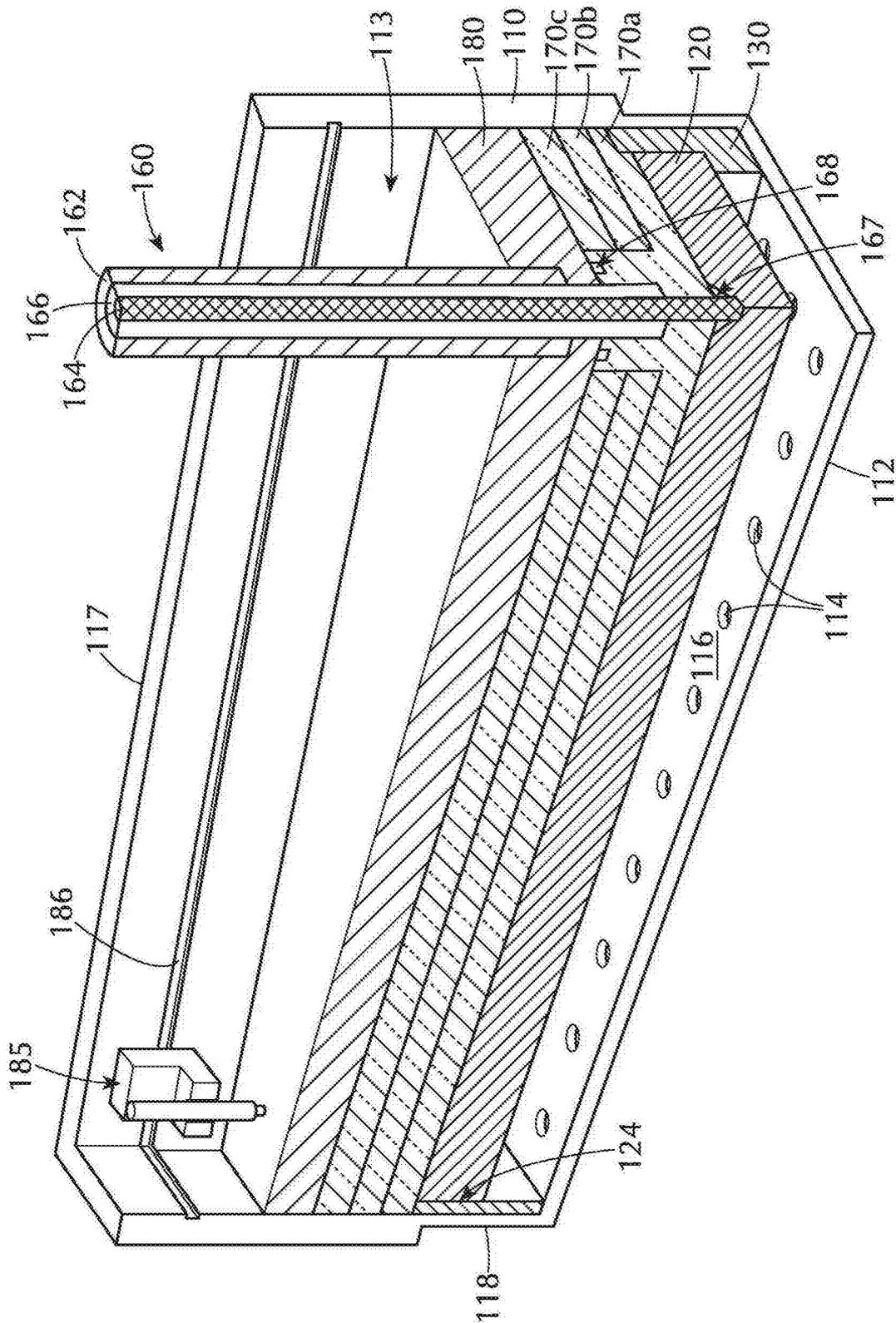


图11