(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112030123 A
(43)申请公布日 2020.12.04

(21)申请号 202010731212.2
(22)申请日 2016.10.27
(30)优先权数据
62/246,967 2015.10.27 US
(62)分案原申请数据
201610958470.8 2016.10.27
(71)申请人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 马丁·李·里克 张富宏
安东尼·因凡特 王征
(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006
代理人 徐金国 赵静
(51)Int.Cl.
C23C 14/35(2006.01)
C23C 14/54(2006.01)

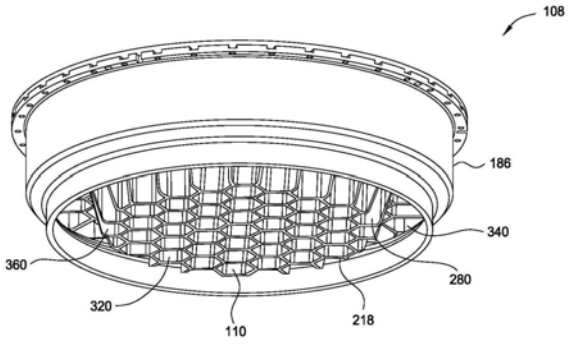
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

用于PVD溅射腔室的可偏压式通量优化器/准直器

(57)摘要

在本文描述的一些实施方式中,提供一种可偏压准直器。使所述准直器偏压的能力允许控制溅射物质所穿过的电场。在本公开内容的一些实施方式中,提供了一种具有高有效深宽比,同时维持沿所述准直器的六边形阵列的所述准直器周边的低深宽比的准直器。在一些实施方式中,提供了在六边形阵列中带有陡峭入口边缘的准直器。已经发现,在所述准直器中使用陡峭入口边缘减少了所述六边形阵列的单元的沉积突悬和沉积堵塞。这些各种特征使得膜均匀性得到改善并且延长了所述准直器和工艺配件的寿命。



CN 112030123 A

1.一种准直器组件,所述准直器组件包括:

准直器部分,所述准直器部分包括:

主体结构,所述主体结构具有限定并分开多个第一孔隙和多个第二孔隙中的各个孔隙的壁,所述主体结构包括:

第一区域,所述第一区域具有所述多个第一孔隙,所述多个第一孔隙具有第一深宽比;和

设置在所述第一区域的径向外侧的第二区域,所述第二区域具有所述多个第二孔隙,所述多个第二孔隙具有第二深宽比,所述第一深宽比不同于所述第二深宽比,并且设置在所述第一区域中的所述第一孔隙的数量大于设置在所述第二区域中的所述第二孔隙的数量。

2.根据权利要求1所述的准直器组件,进一步包括第三区域,所述第三区域具有多个第三孔隙,其中所述第三区域径向设置在所述第一区域和所述第二区域之间。

3.根据权利要求2所述的准直器组件,其中所述多个第一孔隙中的各个孔隙包括六边形。

4.根据权利要求3所述的准直器组件,其中所述多个第三孔隙的所述壁形成圆锥形状。

5.根据权利要求1所述的准直器组件,其中所述多个第一孔隙的所述第一深宽比为从约2.5:1至约3:1。

6.根据权利要求2所述的准直器组件,其中所述多个第二孔隙的所述第二深宽比为从约1:1至约2:1。

7.根据权利要求1所述的准直器组件,进一步包括:

遮蔽部分,所述遮蔽部分与所述准直器部分耦接,所述遮蔽部分包括:

顶环;

支撑凸缘,所述支撑凸缘位于所述顶环下方,所述支撑凸缘径向向外延伸;以及

圆柱形带,所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸到所述主体结构下方的高度处,其中所述圆柱形带包括:

第一基本竖直部分;以及

径向向内倾斜部分,从所述第一基本竖直部分向下延伸,其中所述径向向内倾斜部分从所述第一基本竖直部分向下延伸,其中所述径向向内倾斜部分跨所述第二区域中的所述多个第二孔隙的一部分延伸。

8.根据权利要求7所述的准直器组件,其中所述准直器组件是可偏压的,并且所述第一基本竖直部分的尺寸和形状被设置为使得所述第一基本竖直部分被处理腔室的导电凸缘支撑并耦接至所述导电凸缘,所述导电凸缘用于向所述第一基本竖直部分提供偏压电位。

9.一种基板处理腔室,所述基板处理腔室包括:

溅射靶,设置在腔室主体内;

可偏压准直器组件,用于包围溅射靶,所述可偏压准直器组件包括:

准直器,所述准直器包括:

主体结构,所述主体状结构具有限定并分开孔隙的纹理化壁,其中所述孔隙包括:

中心区域,具有多个第一孔隙,所述多个第一孔隙具有第一深宽比;

外周边区域,位于所述中心区域的径向外侧,所述外周边区域具有多个第二孔隙,所述

多个第二孔隙具有第二深宽比，其中所述第二深宽比小于所述第一深宽比，并且设置在所述中心区域中的所述第一孔隙的数量大于设置在周边区域中的所述第二孔隙的数量。

10.根据权利要求9所述的基板处理腔室，其中所述准直器组件进一步包括遮蔽部分，所述遮蔽部分与所述准直器耦接，所述遮蔽部分包括：

顶环；

支撑凸缘，所述支撑凸缘位于所述顶环下方，所述支撑凸缘径向向外延伸；以及

圆柱形带，所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸到所述主体结构下方的高度处，其中所述圆柱形带包括：

第一基本竖直部分；以及

径向向内倾斜部分，从所述第一基本竖直部分向下延伸，其中所述径向向内倾斜部分从所述第一基本竖直部分向下延伸，其中所述径向向内倾斜部分跨所述周边区域中的所述多个第二孔隙的一部分延伸。

11.根据权利要求10所述的基板处理腔室，进一步包括导电凸缘，所述导电凸缘被构造成耦接至准直器电源，其中所述准直器组件被所述导电凸缘支撑并耦接至所述导电凸缘。

12.根据权利要求11所述的基板处理腔室，其中所述中心区域和所述外周边区域之间设置有多个第三孔隙。

13.根据权利要求12所述的基板处理腔室，其中所述多个第三孔隙具有第三深宽比，所述第三深宽比不同于所述第一深宽比和所述第二深宽比。

14.根据权利要求13所述的基板处理腔室，其中所述多个第三孔隙形成过渡区域。

15.根据权利要求14所述的基板处理腔室，其中所述多个第三孔隙的壁形成围绕所述多个第一孔隙的圆锥形状。

16.一种准直器组件，所述准直器组件包括：

准直器部分，所述准直器部分包括：

可偏压主体结构，所述可偏压主体结构具有限定并分开第一多个孔隙中的各个孔隙和第二多个孔隙中的各个孔隙的纹理化壁，所述可偏压主体结构包括：

中心区域，所述第一区域具有所述第一多个孔隙，所述第一多个孔隙具有第一深宽比；以及

位于所述中心区域的径向外侧的外周边区域，所述外周边区域具有所述第二多个孔隙，所述第二多个孔隙具有第二深宽比，所述第二深宽比小于所述第一深宽比，并且设置在所述中心区域中的孔隙的数量大于设置在周边区域中的孔隙的数量；以及

遮蔽部分，所述遮蔽部分与所述准直器耦接，所述遮蔽部分包括：

顶环；

支撑凸缘，所述支撑凸缘位于所述顶环下方，所述支撑凸缘径向向外延伸；以及

圆柱形带，所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸到所述主体结构下方的高度处，其中所述圆柱形带包括：

第一基本竖直部分；以及

径向向内倾斜部分，从所述第一基本竖直部分向下延伸，其中所述径向向内倾斜部分从所述第一基本竖直部分向下延伸，其中所述径向向内倾斜部分跨所述周边区域中的所述第二多个孔隙的一部分延伸，

其中所述第一基本竖直部分的尺寸和形状被设置为使得所述第一基本竖直部分被基板处理腔室的导电凸缘支撑并耦接至所述导电凸缘，所述导电凸缘用于向所述第一基本竖直部分提供偏压电位。

17.根据权利要求16所述的准直器组件，其中所述中心区域和所述外周边区域之间设置有第三多个孔隙，其中所述第三多个孔隙具有第三深宽比，所述第三深宽比不同于所述第一深宽比和所述第二深宽比。

18.根据权利要求16所述的准直器组件，其中所述壁形成蜂窝状结构，并且所述第一多个孔隙和所述第二多个孔隙中的各个孔隙具有六边形。

19.根据权利要求16所述的准直器组件，其中所述第一多个孔隙的所述第一深宽比为从约2.5:1至约3:1。

20.根据权利要求19所述的准直器组件，其中所述第二多个孔隙的所述第二深宽比为从约1:1至约2:1。

用于PVD溅射腔室的可偏压式通量优化器/准直器

[0001] 本申请是申请日为2016年10月27日、申请号为201610958470.8、发明名称为“用于PVD溅射腔室的可偏压式通量优化器/准直器”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开内容的实施方式一般地涉及一种用于将材料均匀溅射沉积到基板上的高深宽比特征的底部和侧壁中的装置和方法。

背景技术

[0003] 以可靠的方式产生亚半微米(sub-half micron)和更小的特征是半导体器件的下一代甚大规模集成(VLSI)和超大规模集成(ULSI)的关键技术挑战之一。然而,随着电路技术不断地最小化,VLSI和ULSI技术中不断收缩尺寸的互连件已经对处理能力有额外的需求。例如,随着下一代器件的电路密度的增加,互连件(诸如通孔、沟槽、触点、栅极结构和其它特征、以及在它们之间的介电材料)的宽度减小,而电介质层的厚度保持基本上恒定,由此特征的深宽比增加。

[0004] 溅射(也称物理气相沉积(PVD))广泛用来在集成电路中沉积金属特征。溅射用于沉积用作扩散阻挡层、种晶层、主要导体、抗反射涂层和蚀刻停止层的层。源材料(诸如靶)被通过电场强烈加速的离子轰击。轰击使材料从靶射出,并且材料随后沉积在基板上。在沉积过程中,射出的颗粒可沿不同方向行进,而非大体上正交于基板表面,这造成了在基板中的高深宽比特征的拐角上形成的突悬结构。突悬可不利地造成形成在沉积材料内的孔洞或空隙,从而造成所形成特征的导电性减小。高深宽比几何形状更难实现无空隙的填充。

[0005] 一种已发展成允许使用溅射在高深宽比特征底部中沉积薄膜的技术是准直器溅射。准直器是定位在溅射源与基板之间的过滤板。准直器通常具有均匀厚度,并且包括形成为穿过厚度的多个通道。溅射材料在准直器的从溅射源到基板的路径上穿过准直器。准直器会滤出或收集本将以超过期望角度的锐角来撞击工件的材料。

[0006] 通过给定的准直器来完成的材料过滤的实际量是取决于穿过准直器的孔隙的深宽比。材料(诸如沿近似于垂直于基板的路径来行进的颗粒)穿过准直器,并且沉积在基板上。这允许了在高深宽比特征底部中实现改进的覆盖。然而,在使用通常具有整体上六边形的形状的现有技术准直器时存在某些问题。不利的是,带现有技术准直器的PVD腔室经常发生单元堵塞,并且由于六边形准直器的拐角的遮挡而在基板边缘附近留下六点沉积。

[0007] 因此,需要提高通过PVD技术在基板上沉积源材料的均匀性。

发明内容

[0008] 本公开内容的实施方式一般地涉及一种用于将材料均匀溅射沉积到基板上的高深宽比特征的底部和侧壁中的装置和方法。在一个实施方式中,提供一种准直器。所述准直器包括:主体,所述主体具有中心区域;周边区域;和过渡区域,所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。所述准直器具有:第一多个孔隙,所述第一多个孔隙在所述中

心区域中，具有第一深宽比；第二多个孔隙，所述第二多个孔隙在所述周边区域中，具有第二深宽比，所述第二深宽比小于所述第一深宽比；以及第三多个孔隙，所述第三多个孔隙在所述过渡区域中。所述第三多个孔隙被切割成使得所述过渡区域形成将所述中心区域包围的圆锥形状。所述第一多个孔隙、所述第二多个孔隙和所述第三多个孔隙的上部部分包括入口角部分。

[0009] 在另一个实施方式中，提供一种准直器。所述准直器包括蜂巢状结构，所述蜂巢状结构具有限定并分开六边形孔隙的壁。所述六边形孔隙包括：第一多个六边形孔隙，所述第一多个六边形孔隙在中心区域中，具有第一深宽比；第二多个六边形孔隙，所述第二多个六边形孔隙在周边区域中，具有第二深宽比，所述第二深宽比小于所述第一深宽比；以及第三多个六边形孔隙，所述第三多个六边形孔隙在过渡区域中，所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。限定所述过渡区域的所述第三多个孔隙的壁形成将所述中心区域包围的圆锥形状，并且所述壁的上部部分包括入口角部分。

[0010] 在又一个实施方式中，提供一种用于将溅射靶包围的准直器组件。所述准直器组件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接于准直器部分。所述准直器部分包括：主体，所述主体具有中心区域；周边区域；和过渡区域，所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。所述中心区域具有第一多个孔隙，所述第一多个孔隙在所述中心区域中，具有第一深宽比。所述周边区域具有第二多个孔隙，所述第二多孔隙具有第二深宽比，所述第二深宽比小于所述第一深宽比。所述过渡区域具有第三多个孔隙，所述第三多个孔隙在所述过渡区域中，其中所述第三多个孔隙被切割成使得所述过渡区域形成将所述中心区域包围的圆锥形状。所述遮蔽部分包括：顶环；支撑凸缘，所述支撑凸缘位于所述顶环下方，所述支撑凸缘径向向外延伸；以及圆柱形带，所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸。所述圆柱形带具有：第一竖直或是基本竖直部分；径向向内倾斜部分，所述径向向内倾斜部分是从所述第一竖直或是基本竖直部分向下延伸；以及第二竖直或是基本竖直部分，所述第二竖直或是基本竖直部分是从所述径向向内倾斜部分向下延伸，其中所述径向向内倾斜部分跨所述周边区域中的所述第二多个孔隙的一部分来延伸。

[0011] 在又一个实施方式中，提供一种用于将溅射靶包围的准直器组件。所述准直器组件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接于准直器部分。所述准直器部分包括蜂巢状结构，所述蜂巢状结构具有限定并分开六边形孔隙的壁。所述六边形孔隙包括：第一多个六边形孔隙，所述第一多个六边形孔隙在中心区域中，具有第一深宽比；第二多个六边形孔隙，所述第二多个六边形孔隙在周边区域中，具有第二深宽比，所述第二深宽比小于所述第一深宽比；以及第三多个六边形孔隙，所述第三多个六边形孔隙在过渡区域中，所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。限定所述过渡区域的所述第三多个孔隙的壁形成将所述中心区域包围的圆锥形状，并且所述壁的上部部分包括入口角部分。所述遮蔽部分包括：顶环；支撑凸缘，所述支撑凸缘位于所述顶环下方，所述支撑凸缘径向向外延伸；以及圆柱形带，所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸到所述蜂巢状结构下方的某个高度处。

[0012] 在又一个实施方式中，提供一种基板处理腔室。所述基板处理腔室包括：腔室主体，所述腔室主体限定内部容积；溅射靶，所述溅射靶被设置在所述内部容积的上部部分中；基板支撑件，所述基板支撑件被设置在所述溅射靶下方；以及准直器组件，所述准直器组件用于包围所述溅射靶。遮蔽件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接于准直器部分。所述准

直器部分包括:主体,所述主体具有中心区域;周边区域;和过渡区域,所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。所述中心区域具有第一多个孔隙,所述第一多个孔隙在所述中心区域中,具有第一深宽比。所述周边区域具有第二多个孔隙,所述第二多孔隙具有第二深宽比,所述第二深宽比小于所述第一深宽比。所述过渡区域具有第三多个孔隙,所述第三多个孔隙在所述过渡区域中,其中所述第三多个孔隙被切割成使得所述过渡区域形成将所述中心区域包围的圆锥形状。所述遮蔽部分包括:顶环;支撑凸缘,所述支撑凸缘位于所述顶环下方,所述支撑凸缘径向向外延伸;以及圆柱形带,所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸。所述圆柱形带具有:第一竖直或是基本竖直部分;径向向内倾斜部分,所述径向向内倾斜部分是从所述第一竖直或是基本竖直部分向下延伸;以及第二竖直或是基本竖直部分,所述第二竖直或是基本竖直部分是从所述径向向内倾斜部分向下延伸,其中所述径向向内倾斜部分跨所述周边区域中的所述第二多个孔隙的一部分来延伸。

[0013] 在又一个实施方式中,提供一种基板处理腔室。所述基板处理腔室包括:腔室主体,所述腔室主体限定内部容积;溅射靶,所述溅射靶被设置在所述内部容积的上部部分中;基板支撑件,所述基板支撑件被设置在所述溅射靶下方;以及准直器组件,所述准直器组件用于包围所述溅射靶。所述准直器组件包括遮蔽部分,所述遮蔽部分耦接于准直器部分。所述准直器部分包括蜂巢状结构,所述蜂巢状结构具有限定并分开六边形孔隙的壁。所述六边形孔隙包括:第一多个六边形孔隙,所述第一多个六边形孔隙在中心区域中,具有第一深宽比;第二多个六边形孔隙,所述第二多个六边形孔隙在周边区域中,具有第二深宽比,所述第二深宽比小于所述第一深宽比;以及第三多个六边形孔隙,所述第三多个六边形孔隙在过渡区域中,所述过渡区域设置在所述中心区域与所述周边区域之间。限定所述过渡区域的所述第三多个孔隙的壁形成将所述中心区域包围的圆锥形状,并且所述壁的上部部分包括入口角部分。所述遮蔽部分包括:顶环;支撑凸缘,所述支撑凸缘位于所述顶环下方,所述支撑凸缘径向向外延伸;以及圆柱形带,所述圆柱形带从所述支撑凸缘向下延伸到所述蜂巢状结构下方的某个高度处。

附图说明

[0014] 因此,上文所简要总结的能够详细理解本公开内容的上述所引用的特征的方式,对实施方式的更具体的描述可以参考实施方式获得,一些实施方式示出在附图中。然而,应当注意的是,附图仅仅示出了本公开内容的典型实施方式,并且因此不应视为限制本公开内容的范围,因为本公开内容可允许其它等效实施方式。

[0015] 图1描绘根据本公开内容的实施方式的具有准直器组件的基板处理腔室的截面示意图;

[0016] 图2A描绘根据本公开内容的实施方式的准直器组件的透视图;

[0017] 图2B描绘根据本公开内容的实施方式的准直器组件的另一个透视图;

[0018] 图3描绘图2A至图2B的准直器组件的顶视图;

[0019] 图4描绘根据本公开内容的实施方式的图2A至图2B的准直器组件的截面图;

[0020] 图5A描绘图2A至图2B的准直器组件的一部分的截面图;

[0021] 图5B描绘图2A至图2B的准直器组件的另一个实施方式的一部分的截面图;以及

[0022] 图6描绘准直器组件的上部遮蔽件与下部遮蔽件的相交的局部截面图。

[0023] 为了促进理解，已尽可能使用相同参考数字指代各图所共通的相同元件。应预见到，一个实施方式的元件和特征可有利地并入其它实施方式，而无需进一步叙述。

具体实施方式

[0024] 以下公开内容描述一种用于PVD溅射的准直器/通量优化器。某些细节在以下描述和图1-6中阐明，以便提供对本公开内容的各种实施方式的透彻理解。通常与准直器和PVD溅射相关的所熟知的结构和系统的其它细节描述并未在以下公开内容中阐明，以便避免不必要地模糊对各种实施方式的描述。

[0025] 附图中示出的许多细节、尺寸、角度和其它特征仅为示例性的特定实施方式。因此，其它实施方式在不背离本公开内容的精神或范围的情况下，可以具有其它细节、部件、尺寸、角度和特征。另外，本公开内容的进一步的实施方式可以在无若干下述细节的情况下实践。

[0026] 本文所描述的实施方式将在下文中参照PVD处理系统进行描述，诸如可购自加利福尼亚州圣克拉拉市应用材料公司(Applied Materials,Inc.of Santa Clara,California)的EnCoRe®PVD处理腔室。有能力执行溅射工艺的其它工具还可适于从本文所描述的实施方式中受益。另外，使本文所描述溅射工艺能够进行的任何系统可有利地使用。本文所描述的装置描述仅是示例性的，而不应当理解或解释为本文所描述的实施方式的范围的限制。

[0027] 对PVD溅射等离子体的物理准直已用来通过在中性溅射物质到达基板前过滤偏角来改进基板上的溅射结果。在本文中描述的一些实施方式中，提供一种可偏压准直器。使所述准直器偏压的能力允许对溅射物质所穿过的磁场的控制。在本公开内容的一些实施方式中，提供一种这样的准直器：具有高有效深宽比，同时维持沿所述准直器的六边形的阵列的所述准直器的周边的低深宽比。在一些实施方式中，提供一种在所述六边形的阵列中带陡峭入口边缘的准直器。已经发现，相较现有技术准直器设计来说，在所述准直器中使用陡峭入口边缘实质上减少了所述六边形的阵列中的单元的沉积突悬和沉积堵塞。相较现有技术准直器设计来说，这些各种特征实质上提高了膜均匀性并且延长了准直器和工艺配件的寿命，同时减少了清洁持续时间。

[0028] 图1描绘了具有能够处理基板154的工艺配件140的一个实施方式的基板处理腔室100的示例性的实施方式。处理腔室与控制器101耦接。工艺配件140包括一件式的下部遮蔽件180以及准直器组件108。准直器组件108包括与准直器部分110耦接的一件式的上部遮蔽部分186。在所示的实施方式中，处理腔室100包括溅射腔室，溅射腔室也称物理气相沉积(PVD)腔室，能够在基板上沉积例如钛、氧化铝、铝、铜、钽、氮化钽、钨或氮化物。合适的PVC腔室的实例包括ALPS®Plus和SIPEnCoRe®PVD处理腔室，两者均可购自加利福尼亚州圣克拉拉市应用材料公司。预见的是，可购自其它的制造商的处理腔室可受益于本文所描述的实施方式。

[0029] 处理腔室100具有腔室主体105，所述腔室主体限定内部处理容积106。腔室主体105包括腔室壁150、接地的导电适配器144和导电凸缘184，所述导电凸缘被设置在腔室壁150上方。腔室壁150可以是接地的。导电凸缘184定位在第一电介质隔离环143与第二电介质隔离环147之间。一个或多个RF电源151将偏压电位通过匹配网络155提供到导电凸缘

184,以便向一件式的上部遮蔽部分186和准直器部分110通电。

[0030] 处理腔室100包括:溅射源,诸如具有溅射表面145的溅射靶142;以及基板支撑基座152,用于将基板154(例如,半导体基板)接收在其上,支撑基座152具有周边边缘153。基板支撑基座152可位于腔室壁150内。

[0031] 在一个实施方式中,处理腔室100包括由接地的导电适配器144穿过电介质隔离器146支撑的溅射靶142。溅射靶142包括将在溅射过程中沉积在基板154的表面上的材料,并且可以包括用于在形成于基板154中的高深宽比特征中沉积作为种晶层的铜。在一个实施方式中,溅射靶142还可包括可溅射的材料(诸如铜)的金属表面层与结构材料(诸如铝)的背衬层(backing layer)的粘结的组合物。

[0032] 在一个实施方式中,基板支撑基座152支撑基板154,基板具有要溅射涂布的高深宽比特征,高深宽比特征的底部与溅射靶142的主要表面平面相对。基板支撑基座152具有设置成大体上平行于溅射靶142的溅射表面145的平面基板接收表面。基板支撑基座152可竖直地移动通过连接到底腔室壁160的波纹管158,以便允许基板154通过处理腔室100的下部部分中的负载锁定阀(未示出)传送到基板支撑基座152上。基板支撑基座152随后可升高至沉积位置,如图所示。

[0033] 在一个实施方式中,处理气体可从气源162通过质量流量控制器164供应到处理腔室100的下部部分中。在一个实施方式中,耦接到处理腔室100的可控直流(DC)电源148可以用来将负电压或偏压施加到溅射靶142。射频(RF)电源156可耦接到基板支撑基座152,以便在基板154上引起DC自偏压。在一个实施方式中,基板支撑基座152是接地的。在一个实施方式中,基板支撑基座152是电浮动的。

[0034] 在一个实施方式中,磁控管170被定位在溅射靶142上方。磁控管170可以包括由连接到轴176的底板174支撑的多个磁体172,轴可与处理腔室100和基板154的中心轴轴向对准。在一个实施方式中,磁体172以肾脏形的图案来对准。磁体172在处理腔室100内靠近溅射靶142的前面的位置产生磁场,以便生成等离子体,使得大通量的离子撞击溅射靶142,从而导致靶材溅射发射。磁体172可围绕轴176旋转以增加在溅射靶142的表面上的磁场的均匀性。在一个实施方式中,磁控管170是小磁体磁控管。在一个实施方式中,磁体172可旋转并在平行或基本平行于溅射靶142的面的线性方向上往复移动,以便产生螺旋运动。在一个实施方式中,磁体172可围绕中心轴和独立地控制的第二轴两者来旋转,以便控制它们的径向和角位置。

[0035] 在一个实施方式中,第一组磁体194可设置成邻近腔室壁150,以有助于生成脱离溅射靶142的金属离子的电场。此外,第二组磁体195可设置成邻近溅射靶142,以有助于生成使材料脱离溅射靶142的电极场。值得注意的是,设置在处理腔室100周围的磁体数量可为如需要的那样多,以便改善等离子体离解和溅射效率。

[0036] 在一个实施方式中,处理腔室100包括一件式的下部遮蔽件180,所述一件式的下部遮蔽件可以是接地的,具有由腔室壁150支撑并电耦接到腔室壁150上的支撑凸缘182。一件式的上部遮蔽部分186由接地的导电适配器144的导电凸缘184支撑并电耦接至导电凸缘184上。一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180被电耦接,就像接地的导电适配器144和腔室壁150那样。在一个实施方式中,一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180两者是由不锈钢构成。在另一个实施方式中,一件式的上部遮蔽部分186和一件

式的下部遮蔽件180两者是由铝构成。在一个实施方式中，处理腔室100包括中间的遮蔽件(未示出)，中间的遮蔽件被耦接到一件式的上部遮蔽部分186。在一个实施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180在处理腔室100内电浮动。在一个实施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180可耦接到电源。

[0037] 在一个实施方式中，一件式的上部遮蔽部分186具有上部部分，所述上部部分密切配合溅射靶142的环状的侧凹槽，其中在一件式的上部遮蔽部分186与溅射靶142之间存在狭窄间隙188，所述狭窄间隙窄至足以防止等离子体穿透并足以溅射涂布电介质隔离器146。

[0038] 在一个实施方式中，一件式的下部遮蔽件180向下延伸到圆柱形的外带196中，所述圆柱形的外带大体上沿腔室壁150延伸到基板支撑基座152的顶表面下方。一件式的下部遮蔽件180可以具有从圆柱形的外带196向内径向延伸的底板198。底板198可以包括包围基板支撑基座152的周边的向上延伸的圆柱形的内带103。在一个实施方式中，盖环102在基板支撑基座152处于下部装载位置时搁置在圆柱形的内带103的顶部，并且在基板支撑基座152处于上部沉积位置时搁置在基板支撑基座152的外周边上，以便保护基板支撑基座152免受溅射沉积。

[0039] 一件式的下部遮蔽件180包围溅射靶142的面对基板支撑基座152并包围基板支撑基座152的周边壁的溅射表面145。一件式的下部遮蔽件180覆盖并遮蔽处理腔室100的腔室壁150，以便减少源自溅射靶142的溅射表面145的溅射的沉积物沉积到一件式的下部遮蔽件180后方的部件和表面上。例如，一件式的下部遮蔽件180可以保护基板支撑基座152的表面、基板154的部分、腔室壁150和处理腔室100的底腔室壁160。

[0040] 在一个实施方式中，定向溅射可通过将准直器组件108定位在溅射靶142与基板支撑基座152之间来实现。

[0041] 图2A描绘了根据本公开内容的实施方式的准直器组件108的透视图。图2B描绘了根据本公开的实施方式的准直器组件108的另一个透视图。图3描绘了可设置在图1的处理腔室100中的图2A至图2B的准直器组件108的顶视图。准直器组件108包括与准直器部分110耦接的一件式的上部遮蔽部分186。准直器部分110包括多个孔隙，用以引导处理腔室100内的气体和/或材料通量。

[0042] 准直器部分110可机械地和电性地耦接到一件式的上部遮蔽部分186。在一个实施方式中，准直器部分110可耦接到在处理腔室100中定位在下部的中间的遮蔽件(未示出)。在一个实施方式中，准直器部分110可整合到一件式的上部遮蔽部分186，如图2A至图2B所示。在一个实施方式中，准直器部分110被焊接到一件式的上部遮蔽部分186。在一个实施方式中，准直器部分110和一件式的上部遮蔽部分186从单块材料加工成。在一个实施方式中，准直器部分110和一件式的上部遮蔽部分186是由选自铝、铜和不锈钢的材料构成。或者，一件式的上部遮蔽部分186和准直器部分110被形成为单件，并使用合适的附接手段(诸如焊接)耦接在一起。在一个实施方式中，准直器部分110可以在处理腔室100内电浮动。在一个实施方式中，准直器部分110可耦接到电源。

[0043] 准直器部分110通常为具有限定和分开呈密排布置的六边形孔隙128的壁126的主体或是蜂巢状结构218。六边形孔隙128的深宽比可限定为六边形孔隙128的深度(等于准直器的厚度)除以六边形孔隙128的宽度129。在一个实施方式中，壁126的厚度在约0.06英寸

(1.524毫米)与约0.18英寸(4.572毫米)之间。在一个实施方式中,壁126的厚度在约0.12英寸(3.048毫米)与约0.15英寸(3.81毫米)之间。在一个实施方式中,准直器部分110是由选自铝、铜和不锈钢的材料构成。

[0044] 准直器部分110的蜂巢状结构218可以用作集成式通量优化器,用以改进穿过准直器部分110的离子的流路、离子份额和离子轨迹行为。在一个实施方式中,与遮蔽部分相邻的壁126具有入口角部分406和半径。准直器部分110的一件式的上部遮蔽部分186可有助于将准直器部分110安装到处理腔室100中。

[0045] 在一个实施方式中,准直器部分110可从单块铝加工而成。准直器部分110可任选地被涂布或阳极化。或者,准直器部分110可由与处理环境相容的其它材料制成,并且可由一个或多个部分构成。在一些实施方式中,准直器部分110的壁126可纹理化(例如,喷丸处理),以便提高高应力膜(例如,铜合金)对壁126的粘附性。

[0046] 在一个实施方式中,准直器部分110可以在双极模式下电偏压,以便控制穿过准直器部分110的离子的方向。例如,可控直流(DC)或AC准直器电源390可耦接到准直器部分110,以便将交流脉冲的正电压或负电压提供到准直器部分110来对准直器部分110进行偏压。在一些实施方式中,电源390是DC电源。

[0047] 准直器部分110用作过滤器来捕集以超过所选角度的角度从来自溅射靶142的材料射出的、近似于垂直于基板154的离子和中性物质。准直器部分110的六边形孔隙128被设计成允许从来自溅射靶142的材料的中心区域或周边区域射出的不同的百分比的离子穿过准直器部分110。由此,沉积到基板154的周边区域和中心区域上的离子数量和离子到达角度两者被调整和控制。因此,材料可以更均匀地溅射沉积在基板154的表面上。另外,材料可以更均匀地沉积在高深宽比特征的底部和侧壁上,尤其是位于基板154的周边附近的高深宽比的通孔和沟槽。

[0048] 图4描绘了根据本公开内容的实施方式的图2A至图2B的准直器组件108的截面图。准直器部分110包括主体或是蜂巢状结构218,所述主体或是蜂巢状结构具有中心区域220,所述中心区域具有第一多个孔隙320,所述第一多个孔隙具有高深宽比,诸如从约2.5:1至约3:1。在一个实施方式中,中心区域220的深宽比为从约2.6:1至约2.7:1。准直器部分110在外周区域240中的第二多个孔隙340的深宽比相对于中心区域220中的第一多个孔隙320而减小。在一个实施方式中,外周区域240中的第二多个孔隙340具有从约1:1至约2:1的深宽比。在一个实施方式中,外周区域240中的第二多个孔隙340具有约1:1的深宽比。高深宽比允许在准直器部分110的中心区域220中存在更多孔隙。在一个实施方式中,中心区域包括61个孔隙。

[0049] 在一个实施方式中,六边形孔隙128的径向减小通过在设置于中心区域220与外周区域240之间的过渡区域260中提供第三多个孔隙360实现。限定第三多个孔隙360的壁126沿预定角度“α”来切割,使得过渡区域260形成将第一多个孔隙320包围的圆锥形状。在一个实施方式中,预定角度在15度与45度之间。过渡区域有利地提供了中心区域220中的孔隙的圆形轮廓280,这克服了由于常规六边形准直器的拐角造成的遮蔽而在基板154的边缘附近出现的六点沉积。

[0050] 限定六边形孔隙128的壁126的上部部分具有入口角部分406,以便减小六边形孔隙128被溅射材料堵塞的速率。入口角部分406向六边形孔隙128中延伸预定距离402,并形

成为处于预定角度404。在一个实施方式中，预定距离402在约0.15英寸(3.81毫米)至约1英寸(2.54厘米)之间，并且预定角度在约2度与约16度之间。在一个实施方式中，预定距离402和预定角度404分别为约0.15英寸(3.81毫米)和15度。在一个实施方式中，预定距离402和预定角度404分别为约1英寸(2.54厘米)和2.5度。

[0051] 图5A描绘了图2A至图2B的准直器组件108的一部分的截面图。一件式的上部遮蔽部分186具有的直径的大小适于包围溅射靶142的溅射表面145，所述溅射表面面对基板支撑基座152、基板支撑基座152的周边边缘153，并且遮蔽处理腔室100的接地的导电适配器144和腔室壁150。一件式的上部遮蔽部分186用于减少源自溅射靶142的溅射表面145的溅射的沉积物沉积到处理腔室100的基板支撑基座152、基板154的突悬边缘、接地的导电适配器144、腔室壁150和底腔室壁160的表面上。

[0052] 一件式的上部遮蔽部分186包括顶环516。紧挨顶环516下方存在支撑凸缘526。支撑凸缘526朝处理腔室100的导电凸缘184径向向外延伸。支撑凸缘526包括顶表面528a和底表面528b。支撑凸缘526的底表面528b可以包括多个突起(未示出)，以便将一件式的上部遮蔽部分186与支撑一件式的上部遮蔽部分186的导电凸缘184对准。在一个实施方式中，一件式的上部遮蔽部分186的支撑凸缘526具有多个沉孔(未示出)，这些沉孔的形状和大小适于接收紧固件，以便将一件式的上部遮蔽部分186附连到导电凸缘184。一件式的上部遮蔽部分186的支撑凸缘526可通过多个紧固件(例如，螺杆)固定到导电凸缘184。在一个实施方式中，多个紧固件为从30个至40个(例如，36个)。增加将一件式的上部遮蔽部分186固定到导电凸缘184的紧固件的数量提供对一件式的上部遮蔽部分186的改良的温度控制。

[0053] 从一件式的上部遮蔽部分186的顶环516向下延伸的是圆柱形带514，所述圆柱形带具有第一竖直或是基本竖直部分521、径向向内倾斜部分522和第二竖直或是基本竖直部分523。第一竖直或是基本竖直部分521从顶环516向下延伸到径向向内倾斜部分522。径向向内倾斜部分522具有相对于圆柱形带514的第一基本竖直部分521的从约40度至约50度(例如，从约45°至约50°)的角度“β”。如图5A所描绘的，径向向内倾斜部分522跨外周区域240中的第二多个孔隙340的一部分来延伸。第二竖直或是基本竖直部分523从径向向内倾斜部分522向下延伸并在修圆边缘525处终止。圆柱形带514的径向向内倾斜部分522例如提供用于已从顶环516剥离的溅射的沉积物和用于来自溅射靶142的周边的溅射的沉积物的表面来附接至其上。这会有效地最小化基板154的污染，尤其是在边缘周围的污染。

[0054] 在一个实施方式中，准直器部分110与圆柱形带514的第一竖直或是基本竖直部分521耦接。在一个实施方式中，准直器部分110和第一竖直或是基本竖直部分521从单块材料加工而成。

[0055] 在一些实施方式中，圆柱形带514从支撑凸缘526向下延伸到蜂巢状结构218下方的某个高度处。例如，如图5A所描绘的，圆柱形带514延伸到准直器部分110的外周区域240下方的某个高度处。在一个实施方式中，第一竖直或是基本竖直部分521延伸到准直器部分110的外周区域240的第二多个孔隙340下方的某个高度处。在一个实施方式中，第二竖直或是基本竖直部分523延伸到准直器部分110的中心区域220的第一多个孔隙320下方的某个高度处。

[0056] 图5B描绘了图2A至图2B的准直器组件548的另一个实施方式的一部分的截面图。图5B的准直器组件548类似于准直器组件108，不同之处在于，图5B的圆柱形带514短于图5A

的圆柱形带514。类似于图5A的准直器组件108，准直器组件548的圆柱形带514具有第一竖直或是基本竖直部分521、径向向内倾斜部分522和第二竖直或是基本竖直部分553。然而，准直器组件548的第二竖直或是基本竖直部分553短于准直器组件108的第二竖直或是基本竖直部分523。在一个实施方式中，准直器组件548的第二竖直或是基本竖直部分553短于蜂巢状结构218的中心区域220。例如，第二竖直或是基本竖直部分553延伸到外周区域240的第二多个孔隙340下方的某个高度处，但是不延伸到中心区域220的第一多个孔隙320下方的某个高度处。

[0057] 图6描绘了一件式的上部遮蔽部分186与一件式的下部遮蔽件180的相交的局部截面图。第二竖直或是基本竖直部分523可定位成覆盖一件式的下部遮蔽件180与一件式的上部遮蔽部分186之间的界面，从而在一件式的下部遮蔽件180与一件式的上部遮蔽部分186之间形成迷宫式间隙602。迷宫式间隙602防止导电材料在一件式的下部遮蔽件180与一件式的上部遮蔽部分186之间形成表面弥合(surface bridge)，由此维持电间断性。

[0058] 总的来说，本公开内容的一些益处如下。在本文中描述的一些实施方式中，提供一种可偏压准直器组件。使所述准直器组件偏压的能力允许对溅射物质所穿过的电场的控制。在本公开内容的一些实施方式中，提供一种这样的准直器组件：具有高有效深宽比，同时维持沿所述准直器组件的六边形的阵列的所述准直器组件的周边的低深宽比。在一些实施方式中，提供一种在所述六边形的阵列中带陡峭入口边缘的准直器组件。已经发现，相较现有技术准直器设计来说，在所述准直器组件中使用陡峭入口边缘实质上减少了所述六边形的阵列中的单元的沉积突悬和沉积堵塞。在一些实施方式中，提供一种准直器组件，所述准直器组件具有带径向向内倾斜部分的圆柱形带。径向向内倾斜部分提供用于已从准直器组件的其它部分剥离的溅射的沉积物和用于来自溅射靶的周边的溅射的沉积物附接至其上的表面。易于向内倾斜部分有效地最小化基板污染，尤其是在边缘周围的污染。相较于现有技术准直器设计来说，这些各种特征实质上提高了膜均匀性并且延长了准直器组件和工艺配件的寿命，同时减少了清洁持续时间。

[0059] 在介绍本公开内容的元件或本公开内容的实施方式的示例性的方面时，冠词“一种”、“一个”、“该”和“所述”旨在表示存在一个或多个这种元件。

[0060] 术语“包含”、“包括”、“具有”旨在将是包括性的，并且表示除了所列元件之外，还可存在另外的元件。

[0061] 尽管上述内容针对本公开内容的实施方式，但也可在不脱离本公开内容的基本范围的情况下设计本发明的其它和进一步的实施方式，并且本公开内容的范围是由以下权利要求书确定。

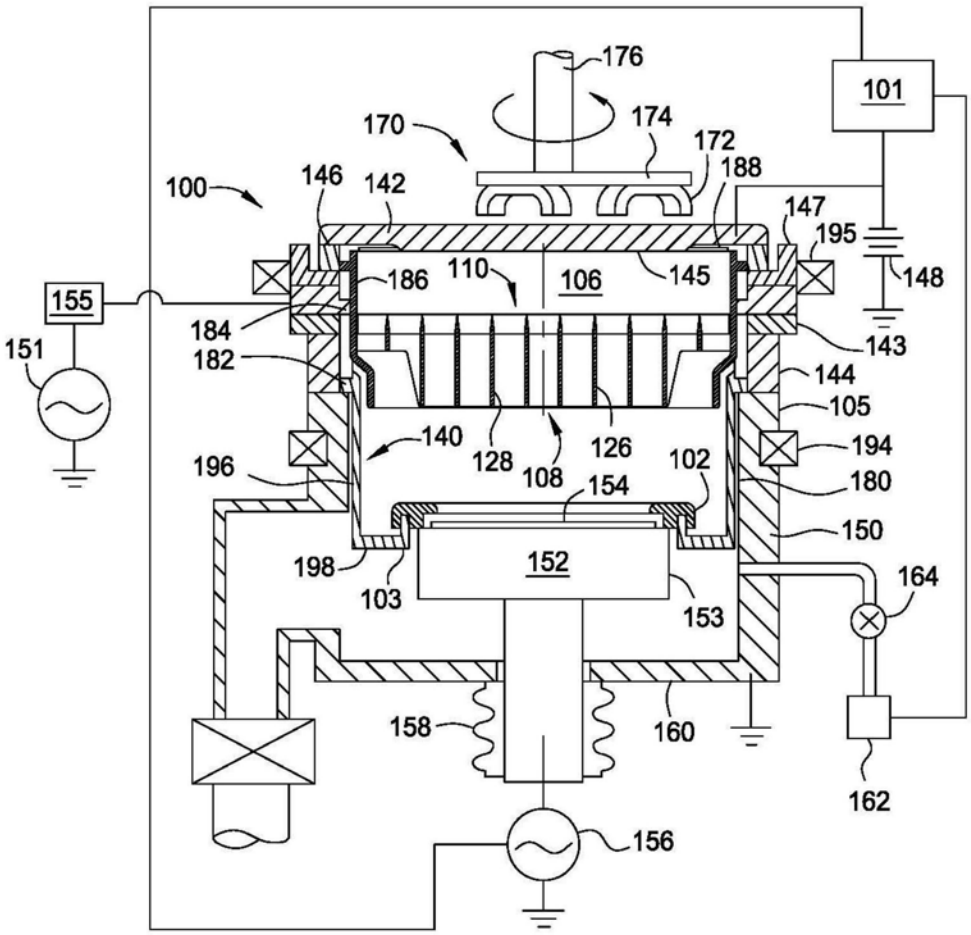

176
101
170
174
172
188
100
146
142
147
195
148
186
110
106
145
155
184
182
143
151
144
105
140
128
108
126
194
196
102
180
154
150
198
152
164
103
153
158
160
162
156

图1

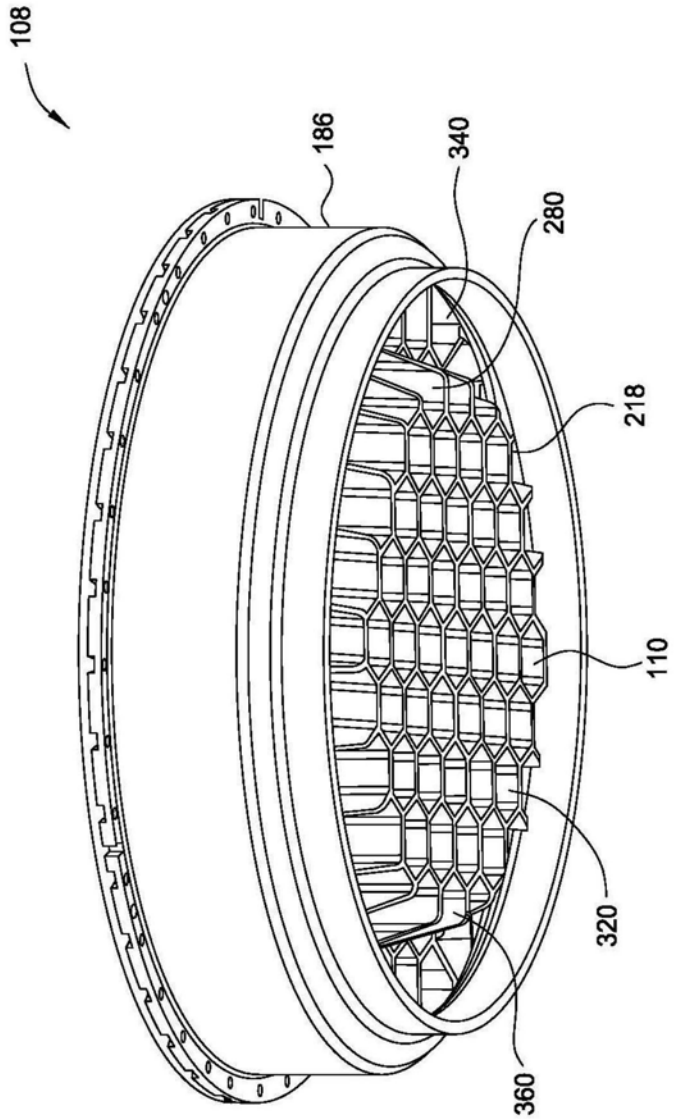


图2A

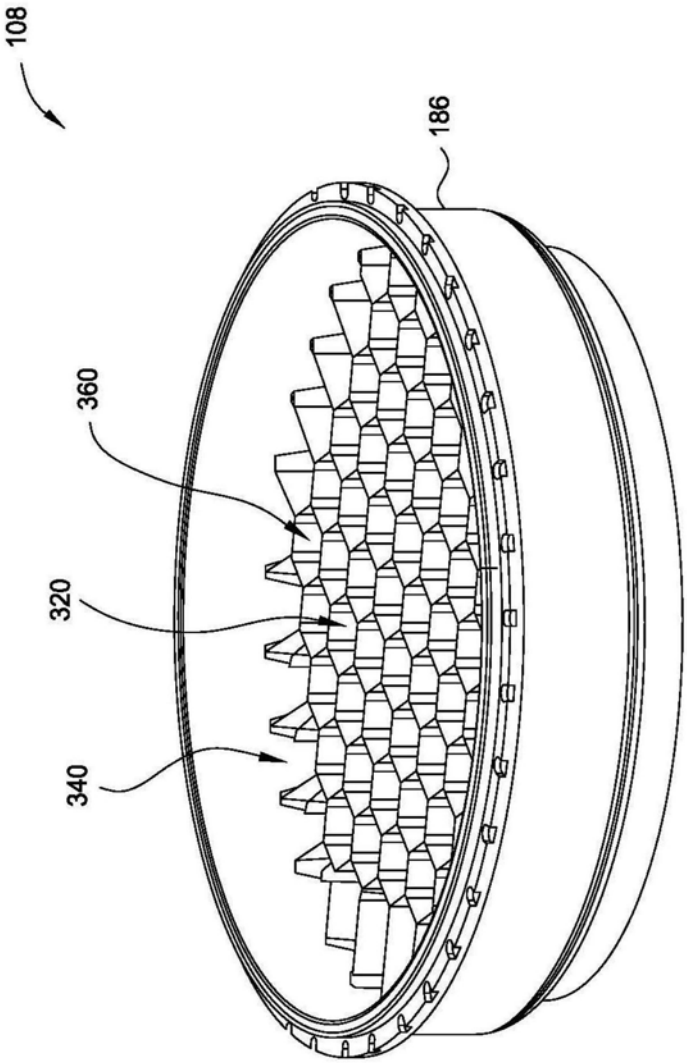


图2B

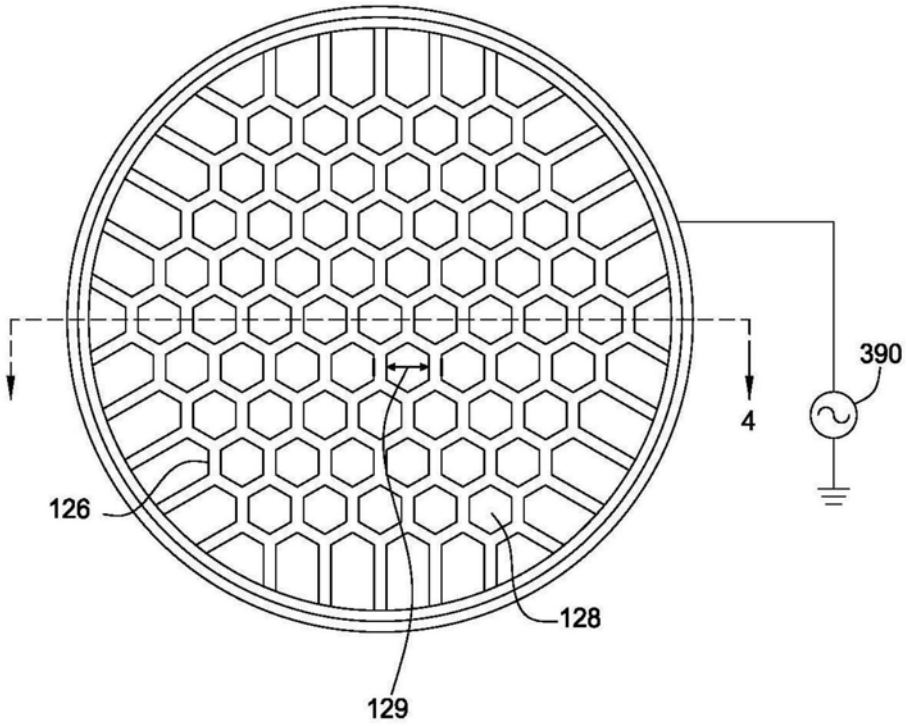


图3

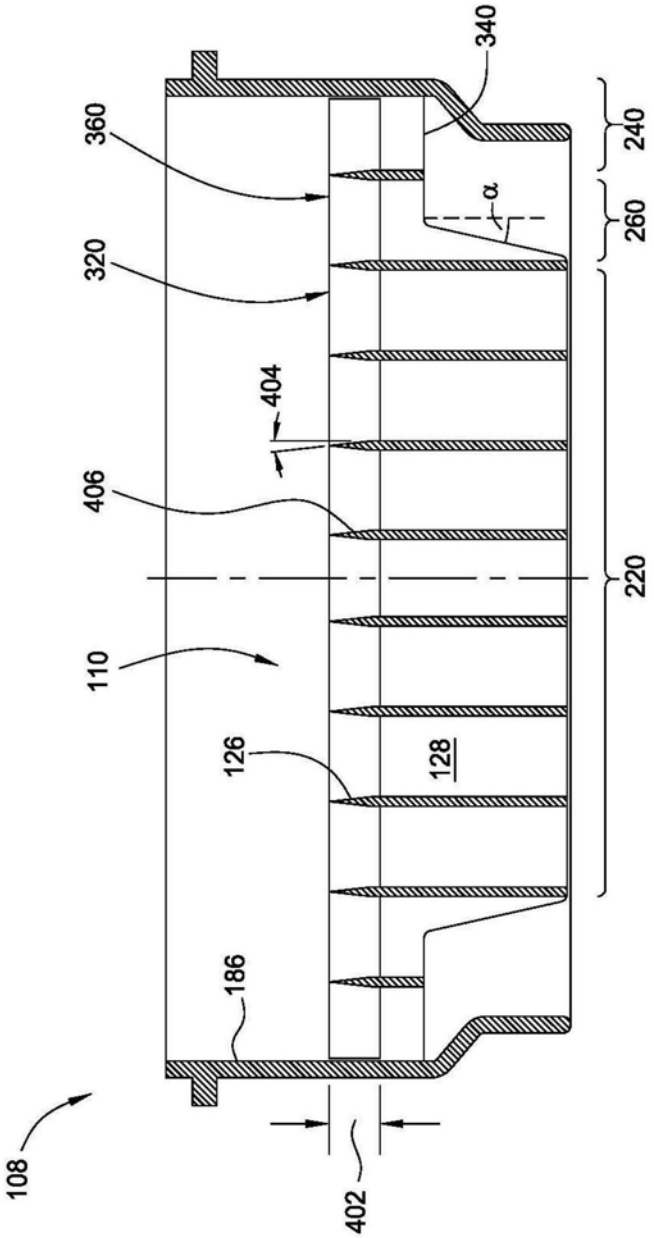


图4

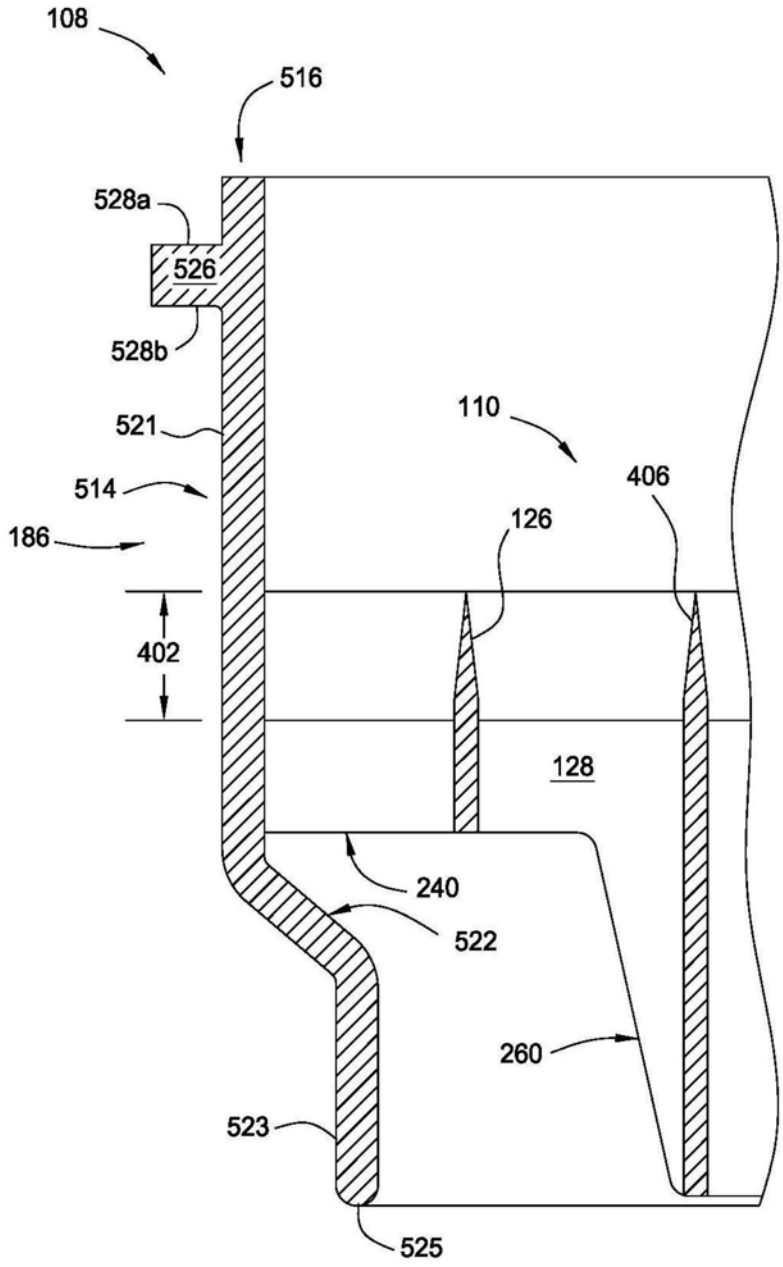

108
516
528a
526
528b
521
514
186
110
406
126
402
128
240
522
260
523
525

图5A

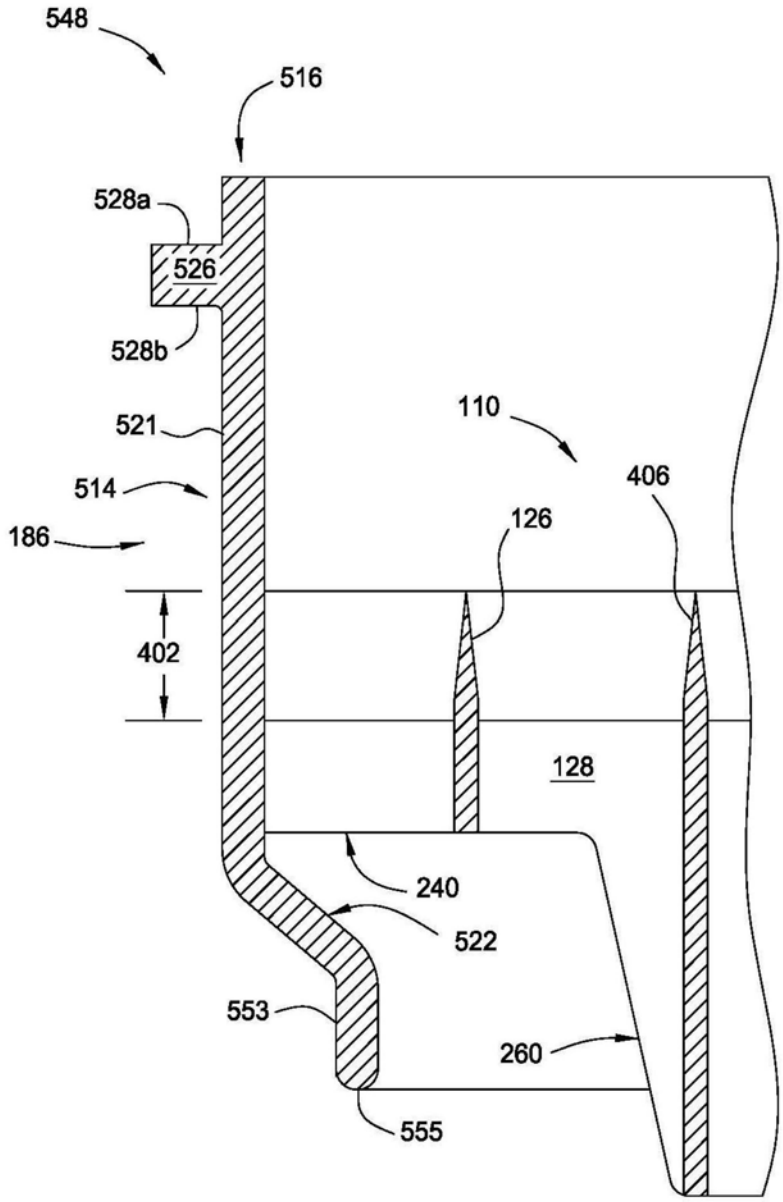

548
516
528a
526
528b
521
514
186
402
110
406
126
128
240
522
553
260
555

图5B

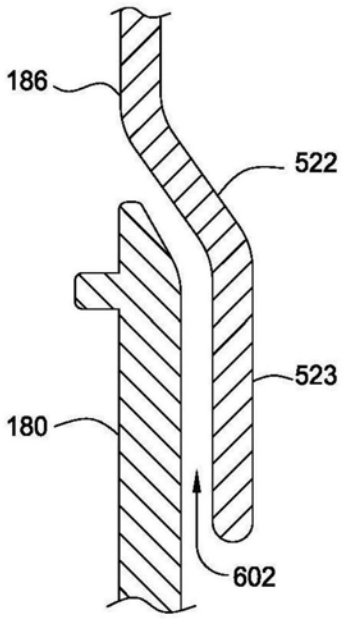


图6