



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109338293 B

(45) 授权公告日 2021.06.04

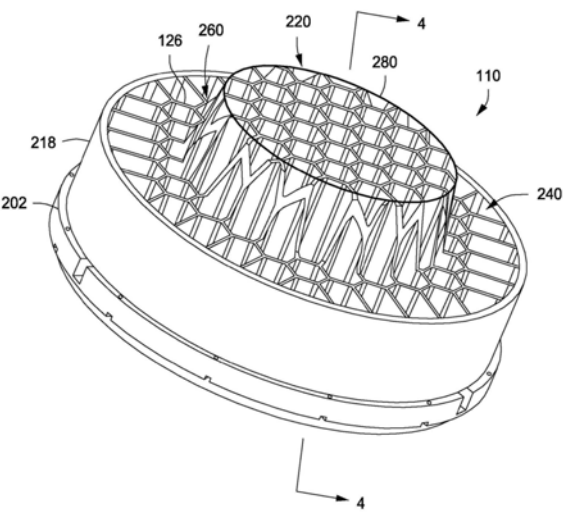
(21) 申请号 201811129929.9
(22) 申请日 2015.11.20
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109338293 A
(43) 申请公布日 2019.02.15
(30) 优先权数据
62/085,009 2014.11.26 US
14/607,273 2015.01.28 US
(62) 分案原申请数据
201580061359.2 2015.11.20
(73) 专利权人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州
(72) 发明人 马丁·李·瑞克

(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.
G23C 14/04 (2006.01)
G23C 14/35 (2006.01)
H01J 37/34 (2006.01)
(56) 对比文件
CN 1114784 A, 1996.01.10
CN 103343317 A, 2013.10.09
审查员 肖峰

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
在基板处理腔室中使用的准直器

(57) 摘要
本文提供用于在基板处理腔室中使用的准直器的实施方式。在一些实施方式中,准直器包含:本体,所述本体具有中央区域、周边区域以及设置在中央区域和周边区域之间的过渡区域;在中央区域中的多个具有第一深宽比的第一孔;在周边区域中的多个具有第二深宽比的第二孔,第二深宽比小于第一深宽比;和在过渡区域中的多个第三孔,其中所述多个第三孔被切割,使过渡区域形成环绕中央区域的圆锥形状。



1. 一种用于在基板处理腔室中使用的准直器,包括:

本体,所述本体具有中央区域、周边区域以及设置在所述中央区域和所述周边区域之间的过渡区域;

在所述中央区域中的多个第一孔,所述多个第一孔具有第一深宽比;

在所述周边区域中的多个第二孔,所述多个第二孔具有第二深宽比;和

在所述过渡区域中的多个第三孔,其中所述中央区域具有由所述过渡区域界定的圆形边缘,并且所述多个第三孔具有大于所述第二深宽比的深宽比。

2. 根据权利要求1所述的准直器,其中所述多个第一孔、所述多个第二孔和所述多个第三孔是粗糙的。

3. 根据权利要求1所述的准直器,其中所述多个第三孔以预定的角度而被切割。

4. 根据权利要求3所述的准直器,其中所述预定的角度在 15° 和 45° 之间。

5. 根据权利要求1所述的准直器,其中所述多个第一孔包含61个孔。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的准直器,其中所述多个第一孔、所述多个第二孔和所述多个第三孔的上部分包含一倒角。

7. 根据权利要求6所述的准直器,其中所述倒角为 2.5° 至 15° 。

8. 根据权利要求6所述的准直器,其中所述倒角具有0.15英寸至1英寸的长度。

9. 根据权利要求1至5任一项所述的准直器,其中所述多个第一孔的深宽比为2.5:1至3.3:1。

10. 根据权利要求1至5任一项所述的准直器,其中所述多个第一孔、所述多个第二孔和所述多个第三孔中的每一个孔是六角形的。

11. 根据权利要求1至5任一项所述的准直器,其中围绕所述多个第一孔中的每一个孔的圆圈具有1.5英寸的直径。

12. 根据权利要求1所述的准直器,其中所述多个第一孔、所述多个第二孔和所述多个第三孔是粗糙的,且其中所述多个第三孔以预定的角度倒角。

13. 根据权利要求12所述的准直器,其中所述倒角在 2.5° 至 15° 之间,并且具有0.15英寸至1英寸的长度。

14. 根据权利要求12至13任一项所述的准直器,其中所述多个第一孔的深宽比为2.5:1至3.3:1。

15. 一种基板处理腔室,包括:

腔室本体,所述腔室本体界定内部容积;

溅射靶材,所述溅射靶材设置在所述内部容积的上部分中;

基板支撑件,所述基板支撑件设置在所述溅射靶材的下方;和

准直器,所述准直器设置在所述溅射靶材和所述基板支撑件之间的所述内部容积中,其中所述准直器如前述权利要求的任一项所描述。

在基板处理腔室中使用的准直器

[0001] 本申请是申请日为2015年11月20日、申请号为201580061359.2、发明名称为“在基板处理腔室中使用的准直器”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涉及在半导体制造系统中使用的基板处理腔室。

背景技术

[0003] 可靠地生产次微米(submicron)和更小的特征是下一代的甚大规模集成电路(Very Large Scale Integration,VLSI)和超大规模集成电路(Ultra Large Scale Integration,ULSI)的半导体器件的技术挑战。然而,随着电路技术的小型化的持续,在VLSI和ULSI技术中的互连件(interconnect)的尺寸缩减已经对工艺能力提出了额外需求。例如,随着下一代器件的电路密度增加,互连件(诸如通孔、沟槽、接点、栅结构和其它特征),以及这些互连件之间的介电材料的宽度减小,同时介电层的厚度保持基本恒定,其结果是增加了特征的深宽比(aspect ratio)。

[0004] 溅射(也称为物理气相沉积(PVD))是在集成电路中形成金属特征的常用方法。溅射在基板上沉积材料层。源材料(诸如靶材)被经电场强烈加速的离子轰击。轰击将材料从靶材射出,且材料接着沉积在基板上。在沉积期间,射出的颗粒可在不同的方向上行进,而不是在大体垂直于基板表面的方向上,因此这导致突出(overhanging)的结构形成在基板中高深宽比特征的角落上。突出物可能不期望地导致形成在沉积的材料内的孔或空隙,这导致了形成的特征的导电性降低。更高深宽比的几何形状具有更高的难度以填补成无空隙。

[0005] 将到达基板表面的离子比(ion fraction)或离子密度控制到特定的范围可提高在金属层沉积工艺期间的底部和侧壁覆盖率(并减少突出问题)。在一个例子中,从靶材移出(dislodged)的颗粒可通过处理工具(诸如准直器)而被控制,以便提供颗粒进入特征中的更垂直的轨迹。准直器在靶材和基板之间提供相对长的、直的、且狭窄的通道,以过滤冲击并粘附在准直器的通道的非垂直行进的颗粒。

[0006] 通过给定的准直器所实现的实际过滤量至少部分地取决于通过准直器的孔的深宽比。因此,在接近垂直于基板的路径上行进的颗粒通过准直器并沉积在基板上,这改善了高深宽比特征的底部的覆盖率。然而,使用通常具有整体六边形的现有技术的准直器存在某些问题。不幸地,由于六角形准直器的角落的遮蔽,具有现有技术的准直器的PVD腔室在基板的边缘附近留下六点的沉积。

[0007] 因此,发明人已提供具有改良沉积均匀性的设备的改良实施方式。

发明内容

[0008] 本文提供用于在基板处理腔室中使用的准直器的实施方式。在一些实施方式中,准直器包含:本体,所述本体具有中央区域、周边区域以及设置在中央区域和周边区域之间

的过渡区域;在中央区域中的多个第一孔,所述多个第一孔具有第一深宽比;在周边区域中的多个第二孔,所述多个第二孔具有小于第一深宽比的第二深宽比;和在过渡区域中的多个第三孔,其中所述多个第三孔被切割,使过渡区域形成环绕中央区域的圆锥形状。

[0009] 在一些实施方式,用于在基板处理腔室中使用的准直器包含:本体,所述本体具有中央区域、周边区域以及设置在中央区域和周边区域之间的过渡区域;在中央区域中的多个第一孔,所述多个第一孔具有第一深宽比;在周边区域中的多个第二孔,所述多个第二孔具有小于第一深宽比的第二深宽比;和在过渡区域中的多个第三孔,其中所述多个第三孔被切割,使过渡区域形成环绕中央区域的圆锥形状,其中所述多个第一孔、多个第二孔和多个第三孔是粗糙的,且其中所述多个第一孔、所述多个第二孔和所述多个第三孔的上部分包含倒角。

[0010] 在一些实施方式中,工艺腔室包含:腔室本体,所述腔室本体界定内部容积;溅射靶材,所述溅射靶材设置在内部容积的上部分中;基板支撑件,所述基板支撑件设置在溅射靶材的下方;和准直器,所述准直器设置在溅射靶材和基板支撑件之间的内部容积中,其中准直器包含:本体,所述本体具有中央区域、周边区域以及设置在中央区域和周边区域之间的过渡区域;在中央区域中的多个第一孔,所述多个第一孔具有第一深宽比;在周边区域中的多个第二孔,所述多个第二孔具有小于第一深宽比的第二深宽比;和在过渡区域中的多个第三孔,其中所述多个第三孔被切割,使过渡区域形成环绕中央区域的圆锥形状。

[0011] 本公开内容的其它和进一步的实施方式将在下文进行说明。

附图说明

[0012] 本公开内容的实施方式(简单地概述于上并更详细地讨论于下)可通过参照在附图的图式中所描绘的本公开内容的示例性实施方式而理解。然而,所附附图仅描绘本公开内容的通常实施方式,且不应被视为对保护范围的限制,因为本公开内容可允许其它等效的实施方式。

[0013] 图1描绘根据本公开内容的一些实施方式的处理腔室的简化的剖面侧视示意图。

[0014] 图2描绘根据本公开内容的一些实施方式的准直器的等距底/侧视图。

[0015] 图3描绘根据本公开内容的一些实施方式的准直器的顶视图。

[0016] 图4描绘图2的准直器的剖面侧视图。

[0017] 为便于理解,已尽可能地使用相同的元件符号以指定附图中共用的相同元件。附图未按比例绘制,并且为清晰起见而可被简化。一些实施方式的元件和特征可被在有利地并入其他实施方式中而无需进一步赘述。

具体实施方式

[0018] 本文提供准直器的实施方式,诸如那些用于半导体基板的微电子器件制造的准直器。本文所公开的准直器有利地改善了跨越待处理基板的沉积均匀性。

[0019] 本公开内容的实施方式参照物理气相沉积(PVD)腔室而示例性地在本文中描述。然而,本发明的准直器通常可用在任何基板处理腔室中,以过滤非垂直行进的颗粒。图1显示根据本公开内容的实施方式的适于溅射沉积材料且具有设置在处理腔室中的准直器110的处理腔室100(例如,PVD腔室)。可适于从本公开内容受益的合适的PVD腔室的示例性例子

包含 **ALPS**[®] Plus和SIP **ENCORE**[®]的PVD处理腔室,这二者均可从加州圣克拉拉市的应用材料公司购得。可从应用材料公司,和从其它制造商的购得的其它处理腔室,也可根据本文所述的实施方式而适用。

[0020] 腔室100具有界定内部容积106的腔室本体105。腔室本体105包含接地的腔室壁150和设置于腔室壁150上方的接地的导电适配器144。在一些实施方式中,处理腔室100包含具有下屏蔽件180、上屏蔽件186和准直器110的工艺套件140。处理腔室100还包含溅射源(诸如具有溅射表面145的靶材142)和具有周边边缘153的基板支撑件152,用于在基板支撑件152上接收基板154。基板支撑件152可设置在接地的腔室壁150内。

[0021] 靶材142通过介电隔离器(dielectric isolator)146而被接地的导电适配器144支撑。靶材142包括在溅射期间待沉积在基板154的表面上的材料,并可包含用于在基板154中形成的高深宽比特征中作为种晶层(seed layer)而沉积的铜。本文使用的用词深宽比是指元件的高度、长度或深度与元件的宽度的比。在一些实施方式中,靶材142还可包含粘合复合材料,所述粘合复合材料是可溅射材料(诸如铜)的金属表面层与结构材料(诸如铝)的背层的粘合复合材料。

[0022] 在一些实施方式中,基板支撑件152支撑基板154,基板154具有待溅射涂布的高深宽比特征,所述高深宽比特征的底部在与靶材142的主要表面相对的平面中。基板支撑件152具有大体平行于靶材142的溅射表面设置的平坦的基板接收表面。基板支撑件152可通过波纹管(bellow)158而可垂直地移动,以允许基板154通过位于处理腔室100的下部分中的负载锁定阀(未图示)而被传送至基板支撑件152上,波纹管158连接到底部腔室壁160。基板支撑件可接着被升高到如图所示的沉积位置。

[0023] 在一些实施方式中,处理气体可从气体源162通过质量流量控制器164而供应至处理腔室100的下部分中。可使用耦接至处理腔室100的可控的直流(DC)功率源148向靶材142施加负电压或偏压。射频(RF)功率源156可被耦接至基板支撑件152,以在基板154上引起DC自偏压。在一些实施方式中,基板支撑件152可被接地。在一些实施方式中,基板支撑件152可替代地为电气浮动的。

[0024] 在一些实施方式中,磁控管170被定位在靶材142上方。磁控管170可包含由连接到轴176的底板174支撑的多个磁体172,磁体172可与处理腔室100和基板154的中央轴轴向对准。磁体172在处理腔室100内靠近靶材142的前表面处产生磁场,以产生等离子体,使得显著的离子通量撞击靶材142,导致靶材材料的溅射排出。磁体172可绕轴176旋转,以增加跨越靶材142的表面的磁场的均匀性。

[0025] 在一些实施方式中,处理腔室100可包含接地的下屏蔽件180,下屏蔽件180具有由腔室壁150支撑且电耦接至腔室壁150的支撑凸缘182。上屏蔽件186由导电适配器144的凸缘184支撑,并耦接至导电适配器144的凸缘184。上屏蔽件186和下屏蔽件180是电耦合的,如同导电适配器144和腔室壁150一样。在一些实施方式中,上屏蔽件186和下屏蔽件180均由不锈钢所制成。在一些实施方式中,处理腔室100可包含耦接到上屏蔽件186的中间屏蔽件(未图示)。在一些实施方式中,上屏蔽件186和下屏蔽件180可在处理腔室100内电气浮动。在一些实施方式中,上屏蔽件186和下屏蔽件180可替代地耦接到电功率源。

[0026] 在一些实施方式中,上屏蔽件186可具有上部分,所述上部分紧密配合靶材142的环形侧边凹陷,并在上屏蔽件186和靶材142之间具有狭窄间隙188,狭窄间隙188足够窄以

防止等离子体穿透和溅射涂布介电隔离器146。上屏蔽件186还可包含向下的突出尖端190，突出尖端190覆盖下屏蔽件180和上屏蔽件186之间的界面，以防止由溅射的沉积材料导致的下屏蔽180和上屏蔽件186的接合。

[0027] 在一些实施方式中，下屏蔽件180可向下延伸至圆柱形外部带196，圆柱形外部带196大体沿着腔室壁150延伸至基板支撑件152的顶表面的下方。下屏蔽件180可具有从圆柱形外部带196径向向内延伸的底板198。底板198可包含围绕基板支撑件152的周边的向上延伸的圆柱形内部带103。在一些实施方式中，当基板支撑件152位于下方的装载位置时，盖环102静置在圆柱形的内部带103的顶部，并且当基板支撑件位于上方的沉积位置时，盖环102静置在基板支撑件152的外部周边上，以保护基板支撑件152免于溅射沉积。

[0028] 下屏蔽件180围绕面向基板支撑件152的靶材142的溅射表面145，也围绕基板支撑件152的周边壁。下屏蔽件180还覆盖并遮蔽处理腔室100的腔室壁150，以减少来自靶材142的溅射表面145溅射沉积物沉积到下屏蔽件180后面的部件和表面上。例如，下屏蔽件180可保护基板支撑件152的表面、基板154的一部分、腔室壁150和处理腔室100的底部壁160。

[0029] 在一些实施方式中，可通过将准直器110定位在靶材142和基板支撑件152之间而实现定向的溅射。准直器110可以被机械地和电性地耦接到上屏蔽件186。在一些实施方式中，准直器110可耦合到位于处理腔室100中较低处的中间屏蔽件(未图示)。在一些实施方式中，准直器110可被整合到上屏蔽件186。在一些实施方式中，准直器110被焊接到上屏蔽件186。在一些实施方式中，准直器110可在处理腔室100内电气浮动。在一些实施方式中，准直器110可被耦接到电功率源。准直器110包含多个孔128，以在腔室内引导气体和/或材料通量。在一些实施方式中，如图2-4中所示，孔128可具有六边形的形状。

[0030] 图2是根据本公开内容的一些实施方式的准直器110的等距视图。图3是可设置在图1的处理腔室100中的准直器110的顶视平面图。在一些实施方式中，准直器110具有大体蜂窝状的结构，所述蜂窝状的结构具有壁126用于分离紧密堆积(close-packed)配置的孔128。孔128的深宽比可被界定为孔128的深度(在特定位置处等于准直器的长度)除以(divided)孔128的宽度129。在一些实施方式中，壁126的厚度在约0.06英寸和约0.18英寸之间。在一些实施方式中，壁126的厚度在约0.12英寸和约0.15英寸之间。在一些实施方式中，包围每个孔128的圆圈305可具有1.5英寸的直径。在一些实施方式中，准直器110由从以下材料中选择的材料制成：铝、铜和不锈钢。

[0031] 准直器110的蜂窝结构可用作集成通量优化器310，以优化通过准直器110的离子的流动路径、离子比和离子轨迹特性。在一些实施方式中，邻近屏蔽部分202的壁126具有倒角350和半径。准直器110的屏蔽部分202可协助将准直器110安装在处理腔室100中。

[0032] 在一些实施方式中，准直器110可从单一的铝块加工得到。可选择地，准直器110为被涂布或被阳极处理的。替代地，准直器110可由与所述处理环境相容的其它材料制成，且也可由一个或多个区域组成。替代地，屏蔽部分202和集成通量优化器310形成分离的工件，并使用合适的连接手段(诸如焊接)而被耦接在一起。在一些实施方式中，准直器110的壁126可以是粗糙的(例如，珠击)，以改善高应力膜(如，铜合金)对壁126的附着力。

[0033] 在一些实施方式中，准直器110可以在双极模式下被电偏压，以控制通过所述准直器110的离子的方向。例如，可控的直流(DC)或AC准直器功率源(功率源390)可被耦合到准直器110，以向准直器110提供交替脉冲的正电压或负电压，以偏压准直器110。在一些实施

方式中,功率源390是DC功率源。

[0034] 准直器110用作为过滤器,以捕获以超过预定角度(相对于基板154接近垂直的角度)的角度从来自靶材142的材料发射的离子和中性物质。准直器118的孔128可具有跨越准直器110的宽度的深宽比变化,以允许从来自靶材142的材料的中央或周边区域发射的不同百分比的离子通过准直器110。其结果为,沉积到基板154的周边区域和中央区域的离子的数量和离子的到达角度均被调整和控制。因此,材料可跨越基板154的表面而被更均匀地溅射沉积。此外,材料可被更均匀地沉积在高深宽比特征的底部和侧壁上,特别是位于基板154周边附近的高深宽比的通孔和沟槽。

[0035] 图4是图2所示的准直器110的剖视图。准直器110包含本体218,本体218具有中央区域220,中央区域220具有多个第一孔,所述多个第一孔具有诸如从约2.5:1至约3.3:1的高深宽比,。在一些实施方式中,在中央区域中的多个第一孔具有约3.3:1的深宽比。准直器110的多个第二孔的深宽比在周边区域240中减小。在一些实施方式中,周边区域240中的多个第二孔具有约1:1的深宽比。更高的深宽比允许准直器110的中央区域220中具有更多的孔。在一些实施方式中,例如,中央区域220包含61个孔。

[0036] 在一些实施方式中,准直器110的径向孔减小是通过在中央区域220和周边区域240之间提供过渡区域260来实现的。多个第三孔沿着预定的角度被切割,使过渡区域260形成围绕多个第一孔的圆锥形状。在一些实施方式中,预定的角度可在15°和45°之间。过渡区域有利地在中央区域220中提供孔的圆形轮廓280,此举克服了靠近基板154的边缘处因传统的六边形准直器的角落造成的屏蔽而导致的六个点沉积。

[0037] 孔128的壁126的上部分具有倒角406,以减少孔128被待溅射材料堵塞的速率。倒角406向孔128中延伸预定的距离402,并以预定的角度404而形成。在一些实施方式中,预定的距离402在约0.15英寸至约1英寸之间,且预定的角度在约2.5°和约15度之间。在一些实施方式中,预定的距离402和预定的角度404分别为约0.15英寸和15°。在一些实施方式中,预定的距离402和预定的角度404分别为约1英寸和2.5°。

[0038] 因此,本文公开了冷却的处理工具适配器和使用冷却的处理工具适配器的工艺腔室的实施方式。冷却的处理工具适配器有利地便于在处理腔室中支撑处理工具,同时从处理工具移除在使用期间所产生成的热量。

[0039] 虽然前面部分针对本公开内容的实施方式,在不背离本公开内容的基本保护范围的情况下,可设计本公开内容的其他和进一步的实施方式。

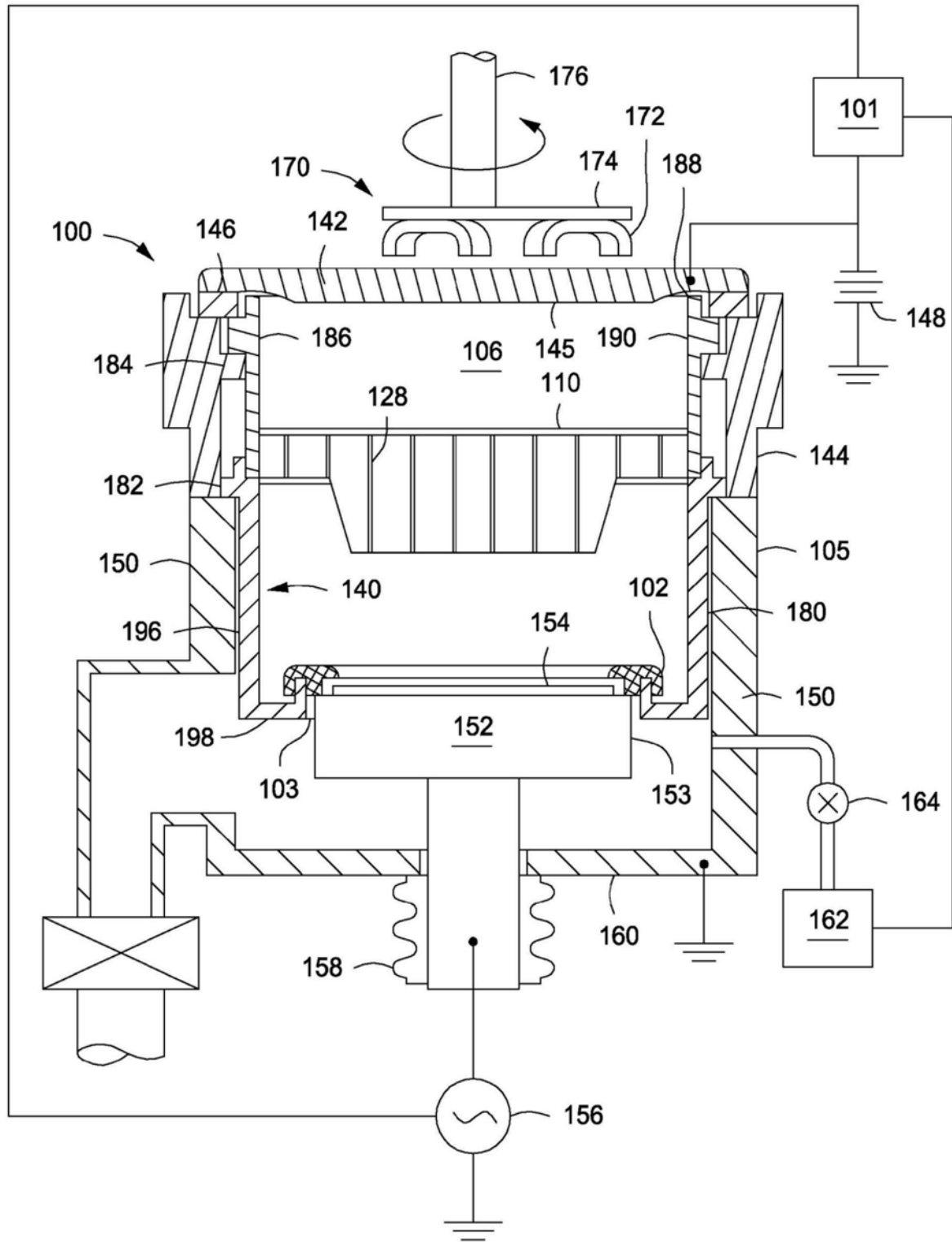


图1

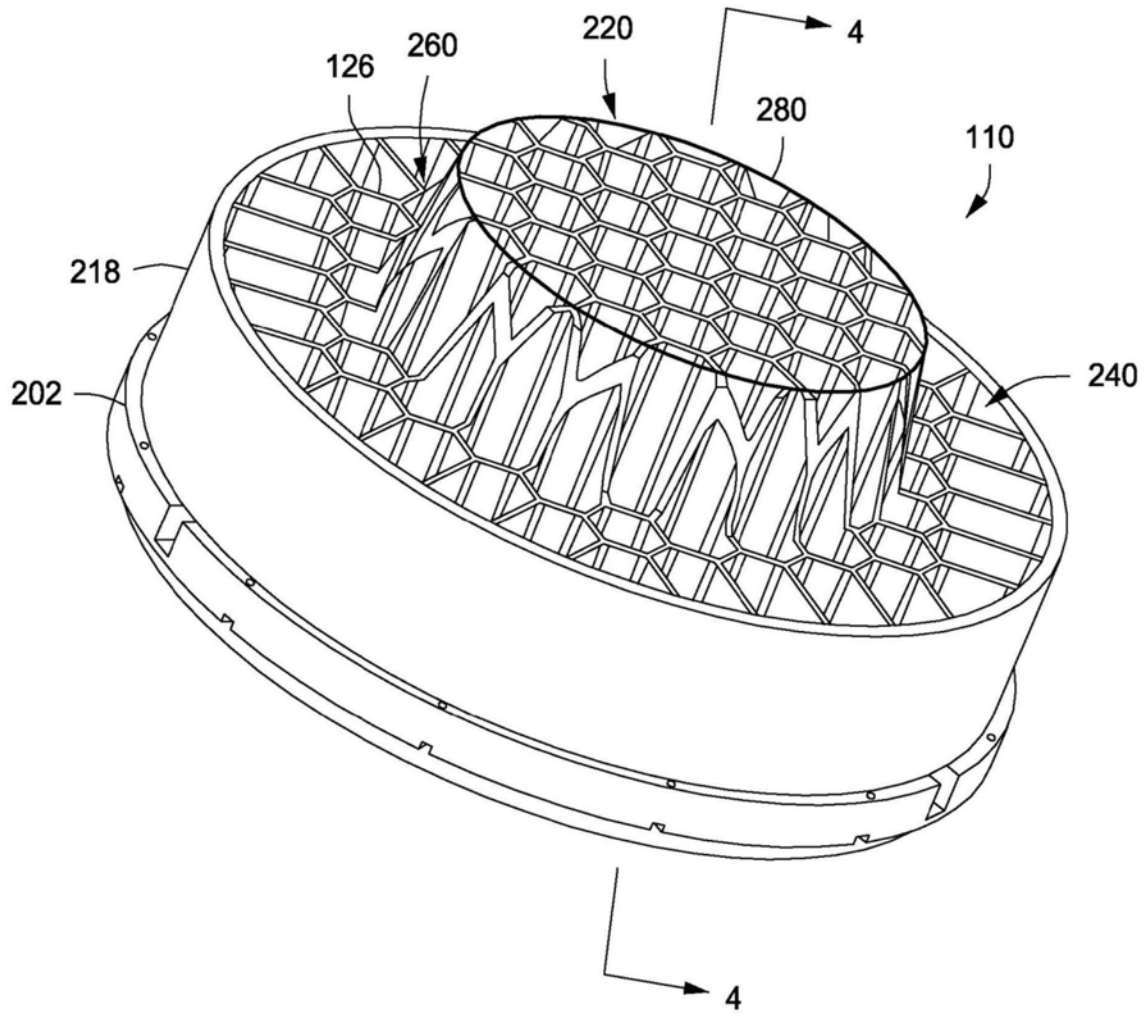


图2

