



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101681785 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 09

(21) 申请号 200880018444. 0

(22) 申请日 2008. 05. 23

(30) 优先权数据

60/941, 518 2007. 06. 01 US

12/125, 335 2008. 05. 22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/064670 2008. 05. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02008/150739 EN 2008. 12. 11

(73) 专利权人 诺信公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 赵建钢 詹姆士·D·格蒂

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 张建涛 车文

(51) Int. Cl.

H01J 37/32 (2006. 01)

C23C 16/458 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 99/13489 A2, 1999. 03. 18,

W0 99/13489 A2, 1999. 03. 18,

US 6284093 B1, 2001. 09. 04,

CN 1723528 A, 2006. 01. 18, 全文.

审查员 王鹏

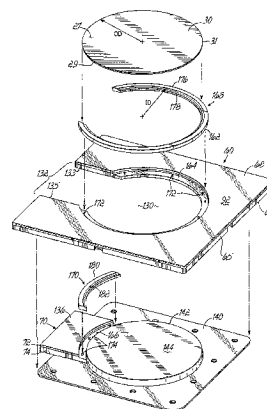
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于提高等离子体工艺中的处理均匀性的设备和方法

(57) 摘要

用于提高等离子体工艺中的处理均匀性的设备和方法。在等离子体处理期间绕工件 (30) 的外周边缘 (31) 延伸的耗蚀性体 (104) 由等离子体可去除材料组成。该耗蚀性体 (104) 可以包括被布置为限定圆形几何形状的多个部分 (168、170)。耗蚀性体 (104) 起作用以增大工件 (30) 的有效外径, 它通过有效降低工件 (30) 的外周边缘 (31) 附近的蚀刻速度来减轻等离子体处理所固有的有害的边缘效应。



1. 一种用于在对工件进行等离子体处理中使用的设备,所述工件具有外周边缘,所述设备包括:

由等离子体可去除材料构成的耗蚀性体,所述耗蚀性体包括多个部分,所述多个部分布置为当以并置关系放置时具有环形几何形状,所述多个部分适于绕所述工件的所述外周边缘同心布置,使得有效增大所述工件的外径。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述耗蚀性体由有机聚合物构成。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述有机聚合物是聚醚醚酮(PEEK)、聚酰亚胺或聚酰胺。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述耗蚀性体由在组分上与构成所述工件的暴露于等离子体的一部分的材料相类似的材料构成。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述耗蚀性体具有与所述工件的外周边缘的外径大致相等的内径。

6. 一种用于对工件进行等离子体处理的设备,该工件具有外周边缘、第一表面和第二表面,所述第一表面和第二表面通过所述外周边缘相连,所述设备包括:

构造为包含等离子体的真空封套,所述真空封套包括支承基座,该支承基座适于当所述工件的所述第一表面暴露于等离子体时接触并支承所述工件的所述第二表面;以及

由等离子体可去除材料构成的耗蚀性体,所述耗蚀性体包括第一部分和第二部分,所述第一部分和第二部分布置为当以并置关系放置时具有环形几何形状,所述第一部分和第二部分适于绕支承在所述基座上的所述工件的外周边缘同心布置,使得有效增大所述工件的外径。

7. 根据权利要求6所述的设备,还包括:

设在所述真空封套内的晶片提升机构,所述晶片提升机构包括能在第一位置和第二位置之间移动的晶片固定器,在所述第一位置中,所述晶片固定器以与所述支承基座不接触的关系保持所述工件,在所述第二位置中,所述晶片固定器以与所述支承基座相接触的关系放置所述工件的所述第二表面,并且所述耗蚀性体的所述第一部分由所述晶片固定器携带。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述第二部分邻近所述支承基座安装,并且,当所述晶片固定器在所述第一位置和第二位置之间移动时,所述第二部分静止。

9. 根据权利要求6所述的设备,其中所述耗蚀性体由有机聚合物构成。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中所述有机聚合物是聚醚醚酮(PEEK)、聚酰亚胺或聚酰胺。

11. 根据权利要求6所述的设备,其中所述耗蚀性体由在组分上与构成所述工件的暴露于等离子体的一部分的材料相类似的材料构成。

12. 根据权利要求6所述的设备,其中所述耗蚀性体具有与所述工件的外周边缘的外径大致相等的内径。

13. 一种用于对位于真空封套内的支承基座上的工件进行等离子体蚀刻的方法,该工件具有第一表面、第二表面和连接所述第一表面和第二表面的外周边缘,所述方法包括:

将由等离子体可去除材料构成的耗蚀性体绕所述工件的外周边缘布置,其中所述耗蚀性体被分为多个部分,所述多个部分在对齐时限定环形几何形状;

将所述工件临时支承在设于所述真空封套内的晶片提升机构上；
移动所述晶片提升机构，以将所述工件从所述晶片提升机构传送到所述支承基座；以及

当传送所述工件时，将所述耗蚀性体的所述部分中的至少一个部分与所述耗蚀性体的所述部分中的至少另一个部分对齐，以限定基本连续的环形几何形状；

将所述工件的所述第一表面和所述耗蚀性体暴露于等离子体；以及

使最大蚀刻速度从所述工件的所述第一表面上的位置移位到所述耗蚀性体上的不同的位置。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，还包括：

利用暴露于等离子体来侵蚀所述耗蚀性体的材料；以及

在出现对所述耗蚀性体的充分侵蚀之后，将所述耗蚀性体用另一个耗蚀性体替换。

用于提高等离子体工艺中的处理均匀性的设备和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2007 年 6 月 1 日提交的美国临时专利申请 No. 60/941,518 的权益。此临时申请的公开内容在此通过引用的方式完整并入。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及用于利用等离子体对工件进行处理的设备和方法,尤其涉及用于提高等离子体处理系统中的等离子体处理均匀性的设备和方法。

背景技术

[0004] 用于晶片级应用的均匀等离子体处理是半导体制造工业中所关心的问题。困扰常规的蚀刻工艺和等离子体处理设备的一个问题是诸如晶片的工件上的蚀刻速度的不均匀性。工件边缘效应是此蚀刻速度不均匀性的通常原因。蚀刻速度的不均匀性能够通过被处理表面上的最大和最小侧向蚀刻速度之差与整个工件上的平均蚀刻速度的二倍的比值来确定。通常,最大蚀刻速度发生在工件的外周边缘附近,而最小蚀刻速度出现在工件中心附近。

[0005] 已尝试使用常规方法来提高工件的整个表面区域上的蚀刻速度的均匀性。例如,可以采用磁电管来生成等离子体。然而,这种解决方案通常会增加等离子体处理设备的成本。

[0006] 希望有一种符合成本效益的解决方案,它解决在常规处理系统内发生的工件边缘效应,且相反地影响工件的整个表面区域上的等离子体处理的不均匀性,并且相反地影响对处理均匀性有负面影响的等离子体处理的其它失真。

发明内容

[0007] 在一个实施例中,提供了一种用于对工件进行等离子体处理的设备。该设备包括由等离子体可去除材料组成的耗蚀性环。该耗蚀性环适于绕工件的外周边缘布置,从而有效增大该工件的外径。

[0008] 在另一个实施例中,提供了一种用于对工件进行等离子体处理的设备。该设备包括构造为包含等离子体的真空封套。该真空封套包括适于在利用等离子体对工件的第一表面进行处理时接触并支承该工件的第二表面的支承基座。设备还包括由等离子体可去除材料组成的耗蚀性环,该耗蚀性环绕支承在所述基座上的工件的外周边缘延伸,从而有效增大该工件的外径。

[0009] 在又一个实施例中,提供了一种用于对具有第一表面、第二表面和连接该第一表面和第二表面的外周边缘的工件进行等离子体处理的方法。该方法包括将由等离子体可去除材料组成的耗蚀性环绕所述工件的外周边缘布置,以及将工件的第一表面和耗蚀性环暴露于等离子体。该方法还包括将最大蚀刻速度从工件的第一表面上的位置移位到耗蚀性环上的不同的位置。

附图说明

[0010] 并入本说明书中并构成其一部分的附图示出了本发明的实施例，并且与以上给出的本发明的一般性描述和以下给出的详细描述一起用于说明本发明实施例的原理。

[0011] 图 1 是包括真空封套和布置在该真空封套内部的晶片提升机构的等离子体处理系统的透视图。

[0012] 图 2 是图 1 的等离子体处理系统的正视图。

[0013] 图 3 是图 1 和图 2 的等离子体处理系统的封套和晶片提升机构的分解视图。

[0014] 图 3A 是图 1、图 2 和图 3 的等离子体处理系统的工件竖直提升机构的另一个分解视图。

[0015] 图 4 是大致沿着图 2 中的线 4-4 截取的剖视图，其中晶片提升机构被置于升高的位置，并且真空封套的盖相对于真空封套的基部打开。

[0016] 图 5 是与图 4 类似的剖视图，其中真空封套的盖与真空封套的基部接触，并且晶片提升机构因此被置于降低的位置。

[0017] 图 6 是图 4 的一部分的放大视图。

[0018] 图 7 是图 1 至图 6 的晶片提升机构的一部分的分解视图。

[0019] 图 8A 是描绘出处于升高情况下的晶片提升机构的透视图，其中为了图示的清晰起见，仅示出了晶片提升机构的一部分。

[0020] 图 8B 是与图 8A 类似的透视图，图中描绘出处于升高情况下的晶片提升机构。

具体实施方式

[0021] 参考图 1 至图 4，等离子体处理系统 10 一般包括真空容器或封套 12，该真空容器或封套 12 具有盖 14、该盖 14 安放在其上的基部 16、连接到盖 14 的一对支承臂 18、20、上电极 22 以及下电极 24。处理系统 10 还包括分离构件或分离环 26，该分离构件或分离环 26 定位在上电极和下电极 22、24 之间并且绕上电极和下电极 22、24 的外周接触对向表面。电极 22、24 的对向表面一般是平面的平行板，并且具有大致相等的表面积。

[0022] 支承臂 18、20 将盖 14 与提升装置（未示出）以机械方式联接，该提升装置能够将盖 14 相对于基部 16 在升高的位置（图 1）和降低的位置（图 5）之间竖直提升和降低。当盖 14 和基部 16 处于接触关系时，处理区域 28 被限定为如下空间：沿竖直方向界定在电极 22、24 的向内水平表面之间并且沿侧向界定在由分离环 26 限定的侧壁的向内竖直表面内侧。在升高的位置处，处理区域 28 可进入，以将未处理的工件 30 插入和将已处理的工件 30 移走。在降低的位置（图 5）处，在处理区域 28 中可建立适于对定位在处理区域 28 中的每个相继的工件 30 进行等离子体处理的环境。当盖 14 被提升装置在升高的位置和降低的位置之间相对于基部 16 移动时，上电极 22 与盖 14 一起移动。

[0023] 电源 32（图 2）控制电极 22、24 的运行频率和功率电平，该电源 32 通过屏蔽同轴电缆或传输线 33、34 分别与电极 22、24 联接。电源 32 可以是在诸如 50Hz 和 60Hz 的极低频率下、在诸如 40kHz 和 13.56MHz 的高射频下、在诸如 1kHz 的中射频下或者在诸如 2.4GHz 的微波频率下运行的交流电源。电源 32 也可以在相互重叠的双频率下运行。替代地，电源 32 可以是直流（DC）电源，其中等离子体是非振荡等离子体。在其他替代实施例中，电源 32

可以供给提供稠密等离子体的射频 (RF) 功率分量以及独立增加离子能量而不影响等离子体密度的直流功率分量。

[0024] 电源 32 可以在一种或多种射频下运行并包括阻抗匹配网络 (未示出), 该阻抗匹配网络测量从由电极 22、24 和限定在所述电极之间的等离子体表示的负载反射回电源 32 的反射功率。该阻抗匹配网络调整电源 32 的运行频率以使反射功率最小。本领域普通技术人员理解这种阻抗匹配网络的构造。例如, 该阻抗匹配网络可以通过改变匹配网络内的可变电容器的电容来调整该匹配网络, 以在负载改变时使电源 32 的阻抗与负载的阻抗相匹配。当然, 功率电平、电压电平和运行频率可以根据特定应用而变化。

[0025] 当等离子体处理系统 10 运行时, 真空泵 36 将由等离子体工艺生成的副产物和未反应的源气体从处理区域 28 通过真空歧管 38 连续泵送。真空泵 36 可操作为使处理区域 28 内的总压力保持在低到足以便于等离子体产生的亚大气压水平。适合于等离子体形成的典型压力范围从大约二十 (20) 毫托至大于大约五十 (50) 托。处理区域 28 内的压力根据所希望的特定等离子体工艺来控制, 且主要包括由源气体贡献的分压, 所述源气体可以包括供给到已排空的处理区域 28 的一个或多个单独的气体种类。

[0026] 继续参考图 1 至图 4, 密封构件 40 被压缩在分离环 26 和上电极 22 之间。当盖 14 降低为与基部 16 接触时, 如图 5 所示, 另一个密封构件 42 被压缩在分离环 26 与下电极 24 的外周之间。密封构件 40、42 被示出为常规的弹性 O 形环, 但本发明不限于此。当盖 14 处于其降低的位置时, 导电构件 43 被捕获在金属的盖 14 和基部 16 的各个外周之间。该导电构件 43 提供了盖 14 和基部 16 之间的良好电接触。

[0027] 进气板 44 (图 4) 紧固到上电极 22 的上水平表面。进气板 44 通过气体口 46 和输送管线 48 与气体供给源 50 联接。可以设置质量流量控制器和流量测量装置 (未示出), 它们协作调节每路工艺气体从气体供给源 50 到气体口 46 的流量。进气板 44 包括分配通道 (未示出), 且上电极 22 包括与进气板 44 的分配通道联接的通道 (未示出)。上电极 22 中的通道与处理区域 28 连通, 用于将工艺气体注入处理室内。

[0028] 等离子体处理系统 10 包括基于微处理器的控制器 52 (图 2), 该控制器 52 被编程为尤其控制电源 32、真空泵 36、气体供给源 50 等部件的运行。例如, 该控制器调节电源 32 的功率电平、电压、电流和频率, 并使来自气体供给源 50 的源气体的供给与真空泵 36 的泵送速度相协调, 以根据特定的等离子体工艺和应用来限定处理区域 28 中的合适压力。

[0029] 在工件 30 的处理期间, 由电源 32 在电极 22、24 之间施加的功率在处理区域 28 中产生电磁场, 当盖 14 和基部 16 接触且在该处理区域中具有适合于等离子体处理的环境时, 所述电磁场限定在两个电极 22、24 之间。该电磁场将存在于该处理区域内的源气体的原子或分子激发成等离子体状态, 通过在等离子体处理期间从电源 32 施加功率来维持该等离子体状态。

[0030] 以公知方式与下电极 24 电联接的传输线 34 被引向下电极 24。传输线 33 以公知方式与电极 22、24 之一或与二者电联接。冷却流体的受迫流动被引导通过电极 22、24 与封套 12 之间的间隙 56, 用于冷却处理系统 10, 尤其用于冷却电极 22、24。为此目的, 可以在盖 14 中设置提供配合件 54 (图 2), 以限定用于将冷却剂供给源 55 (图 2) 与这些间隙 56 联接的冷却剂口。

[0031] 电极 22、24 由诸如铝的导电材料形成。分离环 26 由不导电的介电材料形成, 且构

造为能够耐受处理区域 28 内的等离子体环境而对被处理的工件 30 无不适当的污染。一般地,这意味着形成分离环 26 的材料应大体上耐得住存在于处理区域 28 中的等离子体的蚀刻。分离环 26 除了在电极 22、24 之间提供真空密封之外还限定了由不导电材料形成的侧壁。

[0032] 等离子体的构成物质与工件 30 上的暴露材料接触并相互作用,以执行希望的表面改性。等离子体构造为通过选择诸如源气体的化学成分、处理区域 28 内的压力和施加到电极 22、24 的功率量和 / 或频率来执行对工件 30 的希望的表面改性。处理系统 10 可以包括结束点识别系统(未示出),该结束点识别系统自动识别等离子体工艺(例如,蚀刻工艺)已达到预定的结束点,或替代地,可以基于对工艺处方的根据经验确定的时间来对等离子体工艺进行定时。

[0033] 参考图 3、图 3A、图 4、图 5 和图 6,其中同样的附图标记表示图 1 和图 2 中的同样特征,等离子体处理系统 10 还包括位于真空封套 12 内的竖直提升机构 58。该竖直提升机构 58 接收相对于下电极 24 处于被提升情况下的每个工件 30。工件固定器 60 能够随着盖 14 的开启和关闭在升高的位置(当盖 14 开启时,如图 4 中最好地示出的)和降低的位置(当盖 14 相对于基部 16 处于关闭位置时,如图 5 中最好地示出的)之间自动移动且无需操作者介入。换句话说,当上电极 22 被盖 14 朝着下电极 24 移动时,工件固定器 60 朝着降低的位置移动以密封处理区域 28,而当上电极 22 被盖 14 从下电极 24 移开时,工件固定器 60 朝着升高的位置移动。当盖 14 被置于与基部 16 接触的降低的位置以将处理区域 28 与周围环境密封时,竖直提升机构 58 自动将工件 30 放置到处理位置。

[0034] 竖直提升机构 58 一般包括工件固定器 60、将工件固定器 60 与下电极 24 以机械方式联接的一组弹性偏置的支承件 62、从上电极 22 朝着下电极 24 和工件固定器 60 突出的一组弹性偏置的推动装置 64、提升板 66 和工件环 68。工件固定器 60 的位于上电极和下电极 22、24 之间的外周边缘或外周 65 被分离环 26 环绕。

[0035] 如图 3 和图 3A 中最好地示出的,提升板 66 和工件环 68 例如通过销-插座型接合而连结,其中提升板 66 或工件环 68 中的一个携带有一组突出的销(未示出),而提升板 66 或工件环 68 中的另一个携带有与所述销对齐并配合的一组插座(未示出)。布置在下电极 24 上的盖板 70 包括帽部 72 和位于该帽部 72 下方的支承件 74。该帽部 72 也可以与支承件 74 通过销-插座型接合而连结,或替代地,帽部 72 和支承件 74 可以构成整体的单件式部件。当盖 14 降低时,盖板 70 与下电极 24 具有良好的电接触,工件环 68 和提升板 66 也与下电极 24 具有良好的电接触。结果,当等离子体处理系统 10 运行以在处理区域 28 内生成等离子体并在处理区域 28 内侧利用等离子体处理工件 30 时,工件固定器 60、工件 30 和下电极 24 处于大致相等的电势。

[0036] 凹部 76 位于下电极 24 的每个角部附近。每个凹部 76 都具有基部 78,该基部 78 表示下电极 24 的当在下电极 24 内形成或机加工出各个凹部 76 之后所剩余的材料相对薄的壁。带有内螺纹开口 82 的安装柱 80 从每个凹部 76 的基部 78 突出。每个安装柱 80 均可定位为与相应一个凹部 76 基本上同轴。在形成支承件 62 的组装过程中,导向销 86 的螺纹末端 84 与每个安装柱 80 的内螺纹开口 82 配合。每个安装柱 80 的内螺纹开口 82 均定向为使得各个导向销 86 在朝着提升板 66 的方向上突出。

[0037] 每个凹部 76 在外周上也通过延伸到基部 78 的大致柱形的侧壁 88 以及布置在该

侧壁 88 与下电极 24 的顶表面 92 之间的斜角边沿或扩口边沿 90 来界定。与顶表面 92 相交的扩口边沿 90 的直径大于每个凹部 76 的侧壁 88 的直径,且在朝着顶表面的方向上以增加的直径扩大。

[0038] 每个导向销 86 均包括大致柱形的无螺纹柄 94,该柄 94 从螺纹末端 84 朝着头部 96 延伸。头部 96 可以包括凹入的特征 98,该凹入的特征 98 接收用于在导向销 86 的螺纹末端 84 与内螺纹开口 82 之间产生匹配式接合的工具(未示出)的末端。每个导向销 86 的至少部分突出到下电极 24 的附近顶表面 92 以上的头部 96 携带有位于无螺纹柄 94 附近的扩口表面 100。每个导向销 86 的无螺纹柄 94 和各个凹部 76 的侧壁 88 具有大致同轴的布置。

[0039] 每个支承件 62 均包括通过相应一个导向销 86 与工件固定器 60 的提升板 66 联接的止动块 102。每个止动块 102 均包括主体 104,该主体 104 具有放大的头部 106 和在主体 104 的长度上延伸的中心孔或通路 108。放大的头部 106 相对于主体 104 的径向向外的突出限定了绕主体 104 沿周向延伸的边缘或唇缘 110。每个止动块 102 的放大的头部 106 还包括第一斜角或锥形外侧壁 112 和第二斜角或锥形外侧壁 114,该外侧壁 112 的直径随着距唇缘 110 的距离增大而减小,该外侧壁 114 的直径随着距唇缘 110 的距离增大而增大。外侧壁 114 布置在唇缘 110 和锥形外侧壁 112 之间。通路 108 包括大致柱形的表面 116 和斜角或锥形表面 118,该斜角或锥形表面 118 使大致柱形表面 116 的一部分变窄。

[0040] 扩口凹部 120 限定在提升板 66 的每个外周角部附近。每个止动块 102 的锥形外侧壁 112 均与相应一个扩口凹部 120 接合。每个扩口凹部 120 的深度选择为使得当提升板 66 与止动块 102 固定时,扩口凹部 120 的各个倾斜表面 122 与每个止动块 102 的锥形外侧壁 112 接触。每个扩口凹部 120 与止动块 102 的相应的锥形外侧壁 112 的倾斜角度相匹配,以帮助将止动块 102 与提升板 66 固定,同时仍允许提升板 66 通过足够大小的竖直力而容易移动。

[0041] 当安装到提升板 66 时,止动块 102 内的通路 108 的锥形表面 118 一般位于下电极 24 中的凹部 76 之一与工件固定器 60 之间。在每个凹部 76 中布置有弹簧元件 124,该弹簧元件 124 可具有由螺旋线圈形成的压缩弹簧的形式。每个弹簧元件 124 均被限制在各个凹部 76 内并被捕获在基部 78 与各个止动块 102 上的唇缘 110 之间。

[0042] 如图 6 中最好地示出的,当工件固定器 60 处于升高的位置时,弹簧元件 124 展开。结果,工件固定器 60 的提升板 66 和工件环 68 以弹性浮动的方式支承在支承件 62 顶上。在由提升板 66 和工件环 68 提供的载荷下,多个弹簧元件 124 共同具有足以将提升板 66 悬起或升起到下电极 24 的顶表面 92 以上的弹簧力。

[0043] 锥形表面 118 接触导向销 86 的头部 96 上的扩口表面 100,以在工件固定器 60 处于升高的位置时提供对竖直运动的强制止动。扩口表面 100 和斜角表面 118 的倾斜角度相匹配,使得当工件固定器 60 处于升高的位置时每个止动块 102 都自定心在各个导向销 86 上。这允许工件固定器 60 在居于升高的位置时返回到可复现的空间位置。这又在等离子体处理系统 10 内为由工件固定器 60 携带的工件 30 提供了可复现的位置。

[0044] 如在下文中详细说明了,盖 14 朝着降低的位置(图 5)的移动使得工件固定器 60 朝着降低的位置移动,并因此使弹簧元件 124 压缩。当工件固定器 60 降低时,每个导向销 86 的头部 96 在其各自的通路 108 内朝着提升板 66 移动。

[0045] 如图 3 和图 3A 中最好地示出的,工件固定器 60 包括完全延伸穿过提升板 66 和工件环 68 的中心开口 130,和从该中心开口 130 径向延伸到工件固定器 60 的外周 65 的间隙 132。盖板 70 的尺寸定为:其宽度基本上等于间隙 132 的宽度。当工件固定器 60 降低到处理位置时,盖板 70 填充间隙 132,使得中心开口 130 被由工件环 68 的顶表面 134 和盖板 70 的顶表面 136 共同限定的大致平面的表面围绕。为促进所要求的共面布置,将盖板 70 和工件固定器 60 的各自厚度选择为大致相等,这允许在工件固定器 60 处于其降低的位置时使顶表面 134、136 大致齐平。中心开口 130 在代表性实施例中为圆形。然而,该中心开口 130 可以具有其他形状,例如矩形。

[0046] 间隙 132 限定在穿过工件环 68 的厚度延伸的对向侧壁 133、135 之间。将工件固定器 60 中的间隙 132 的宽度选择为使得末端执行器能够通过间隙 132 并进入中心开口 130,用于将未处理的工件 30 传送到工件固定器 60 以及从工件固定器 60 上移走已处理的工件 30。如本领域普通技术人员所公知的,末端执行器可操作地与机器人联接,例如与选择性铰接/装配机器人臂(SCARA)型机器人联接。

[0047] 下电极 24 还包括可移除电极部分 138,该可移除电极部分 138 包括安装凸缘 140 和基座部分 142,该安装凸缘 140 位于限定在下电极 24 中的凹部内。限定典型工件支承件的基座部分 142 从安装凸缘 140 朝着上电极 22 延伸。电极部分 138 利用常规的紧固件固定到下电极 24 的下方和周围的剩余部分。下电极 24 的顶表面 92 和安装凸缘 140 的顶表面 92 大致齐平。升高到周围安装凸缘 140 以上的基座部分 142 的顶表面 144 的表面积大致等于中心开口 130 径向内侧的开口截面积。基座部分 142 的直径大致等于工件环 68 的中心开口 130 的直径。电极部分 138 与下电极 24 的剩余部分具有良好的电接触,使得在等离子体处理系统 10 运行且在处理区域 28 内存在等离子体时,基座部分 142 和支承件 74 处于与下电极 24 大致相同的电势。

[0048] 盖板 70 包括电极部分 138 的另一个升高区域,该另一个升高区域突出到安装凸缘 140 的平面的上方。盖板 70 和基座部分 142 可以包括从安装凸缘 140 突出的单个或一体的升高区域。替代地,盖板 70 可以包括安装到电极部分 138 的分离部件,且在此情况下可以包括定位销(未示出)等,用于使盖板 70 相对于工件固定器 60 中的中心开口 130 自动定位。

[0049] 当工件固定器 60 降低到处理位置时,工件 30 与基座部分 142 的顶表面 144 之间的接触将工件 30 从工件环 68 传送到基座部分 142。工件 30 的传送不使用基座部分 142、下电极 24 或封套 12 的基部 16 上的任何将工件 30 引导到基座部分 142 上的结构来完成。在工件固定器 60 的降低的处理位置处,工件环 68 的顶表面 134 略微凹入到基座部分 142 的顶表面 144 下方。在等离子体处理期间,工件 30 安放在基座部分 142 的顶表面 144 上。

[0050] 电极部分 138 和提升板 66 由诸如铝的电导体构成。盖板 70 上的帽部 72 和工件环 68 由诸如氧化铝或高纯度氧化铝的电绝缘体或介电材料构成。替代地,盖板 70 上的帽部 72 和工件环 68 也可以由诸如铝的电导体构成。盖板 70 上的帽部 72 和工件环 68 的构成材料的选择由用于对工件 30 执行特定的等离子体工艺的等离子体处理系统 10 内所需的等离子体性能的类型来决定。

[0051] 参考图 3A 和图 4,推动装置 64 之一在空间上位于分离环 26 的每个内侧角部 15 附近,且如图中显见,位于上电极 22 的每个相应的外侧角部(未示出)附近。每个推动装置

64 均包括推块 150, 该推块 150 通过插入件 152 和凸肩螺栓 154 与弹簧元件 156 之间的协作而与上电极 22 固定。每个推块 150 均具有与相应一个止动块 102 大致叠置的关系。可以具有由螺旋线圈形成的压缩弹簧形式的弹簧元件 156 的一端被捕获在推块 150 的放大的头部 158 与上电极 22 之间。推块 150 由诸如陶瓷的绝缘或介电材料构成, 而插入件 152 和凸肩螺栓 154 可以由诸如不锈钢的金属形成。凸肩螺栓 154 具有螺纹末端, 该螺纹末端紧固在上电极 22 内的螺纹螺栓孔内。每个推动装置 64 的推块 150 均可相对于凸肩螺栓 154 在第一位置 (图 4) 和第二位置 (图 5) 之间移动, 在该第一位置中, 弹簧元件 156 展开, 而在第二位置中, 弹簧元件 156 被压缩。在第一位置中, 弹簧元件 156 向每个推块 150 提供预加载的偏压。

[0052] 当盖 14 朝着基部 16 移动时, 每个推动装置 64 的推块 150 均接触工件环 68 的顶表面 134 并且弹簧元件 156 开始压缩。当盖 14 接近基部 16 时, 弹簧元件 156 进一步压缩, 这向工件环 68 施加了增大的力, 从而导致工件固定器 60 朝着基座部分 142 的顶表面 144 并朝着下电极 24 移动。当工件固定器 60 处于完全降低的位置时, 每个止动块 102 上的锥形外侧壁 114 接触凹部 76 的扩口边沿 90 且每个推块 150 被移动到其第二位置。

[0053] 扩口边沿 90 和锥形外侧壁 114 的倾斜角度大致相等或匹配。当工件固定器 60 处于降低的位置时, 每个扩口边沿 90 均与相应一个外侧壁 114 接触。这种接触使每个止动块 102 自动地自定心在各个凹部 76 内。因此, 在盖 14 每次降低时, 当盖 14 将工件固定器 60 移动到降低的位置时, 工件固定器 60 返回到相对于下电极 24 和可移除电极部分 138 的可复现的空间位置。这又在每个连续的等离子体处理期间为基座部分 142 上的相继的工件 30 提供可复现的位置。

[0054] 参考图 3、图 3A、图 7、图 8A 和图 8B, 其中同样的附图标记表示同样的特征, 并且根据本发明的一实施例, 等离子体处理系统 10 还包括以附图标记 160 一般性表示的耗蚀性环。当工件 30 的底表面 29 被支承在基座部分 142 的顶表面 144 上时, 耗蚀性环 160 以与工件 30 同心的关系绕外周边缘 31 沿周向延伸, 该外周边缘 31 环绕工件 30 的外周。

[0055] 耗蚀性环 160 包括主体 161, 该主体 161 由安装到工件环 68 的提升板 66 的弯曲肩部 164 的第一部分 168 和安装到盖板 70 的支承件 74 的肩部 166 的第二部分 170 组成。第一部分 168 包括其弧长比第二部分 170 具有的弧更大的弧。限定在工件环 68 的提升板 66 内的弯曲肩部 164 同轴地环绕中心开口 130 并在与位于间隙 132 侧面的侧壁 133、135 相交处终止。在中心开口 130 上敞开的弯曲肩部 164 相对于工件环 68 的顶表面 92 凹入。当工件固定器 60 处于降低的位置时, 限定在盖板 70 的支承件 74 内的弯曲肩部 166 与所述肩部 164 并置, 以在几何上封闭一完整的圆形物。也在中心开口 130 上敞开的肩部 166 相对于盖板 70 的顶表面 136 凹入。耗蚀性环 160 的部分 168、170 可以分别通过使用销 172、174 的销-插座型接合来与提升板 66 和支承件 74 固定。

[0056] 耗蚀性环 160 的第一部分 168 包括脊部 176 和布置在该脊部 176 的径向内侧的肩部或边沿 178。第一部分 168 的脊部 176 在边沿 178 上方突出, 使得工件 30 的连接其顶表面 27 和底表面 29 的外周边缘 31 位于边沿 178 上面且布置在脊部 176 的径向内侧。类似地, 耗蚀性环 160 的第二部分 170 包括脊部 180 和布置在该脊部 180 的径向内侧的肩部或边沿 182。第二部分 170 的脊部 180 在边沿 182 上方突出, 使得工件 30 的外周边缘 31 位于边沿 182 上面且布置在脊部 182 的径向内侧。所述部分 168、170 每个均可以由多个材料段

(即,具有较大曲率半径的内边缘的窄段和具有较小曲率半径的内边缘的宽段)形成,或替代地,可以由单一的整件材料机加工或模制而成。

[0057] 将边沿 178 的径向尺寸或宽度选择为使得仅底表面 29 上的绕工件 30 的外周边缘 31 延伸的窄的环形表面区域与边沿 178 接触。在一个实施例中,接触宽度可以是从小于工件 30 的外周边缘 31 径向向内延伸大致等于 3 毫米的环面。提升板 66 内的中心开口 130 的直径大致等于工件 30 的直径,小于边沿 178、182 的径向尺寸。

[0058] 如图 8B 中最好地示出的,当工件固定器 60 处于降低的处理位置时,脊部 176、180 以及边沿 178、182 以大体上连续的角度几何形状相互对齐。在图 8A 和图 8B 中示出了所述部分 168、170 之间的关系,在图 8A 中,工件固定器 60 处于其升高的情况,而在图 8B 中,工件固定器 60 处于其降低的情况,并且盖 14 关闭并准备处理工件 30。当工件固定器 60 降低时,脊部 176、180 的对齐限定了大体上连续的材料环,其径向尺寸将工件 30 的外周边缘的位置朝着耗蚀性环 160 的外径有效地径向向外移位。脊部 176、180 的顶表面与工件 30 的相邻顶表面大体上共面。当工件固定器 60 处于其降低的位置时,耗蚀性环 160 与工件 30 具有非接触的关系。

[0059] 在一个实施例中可以为约 10 毫米宽的耗蚀性环 160 由消耗性材料形成,该消耗性材料在暴露于等离子体时被蚀刻。该消耗性材料可以由在组分上与接受等离子体蚀刻的工件 30 的材料类似的有机聚合物或另一种材料(即,硅)组成。合适的有机材料可以包括但不限于:聚醚醚酮(PEEK)、聚酰亚胺和聚酰胺或尼龙。耗蚀性环 160 可以由这些类型的材料通过本领域普通技术人员所熟知的技术来制造。

[0060] 例如,如果等离子体处理系统 10 的等离子体用于从工件 30 上剥离光阻剂层,则有机聚合物可能是尤其适合于组成耗蚀性环 160 的材料。在此情形中,构成耗蚀性环 160 的材料与通过等离子体蚀刻从工件上移除的材料的部分类似。当被等离子体蚀刻侵蚀时,耗蚀性环 160 的材料可以形成蚀刻副产物,所述副产物是相对挥发性的且因此易于通过真空泵 36 从处理区域 28 排出。因此,真空封套 12 的侧壁 13 和真空封套 12 内的部件(包括工件 30 本身)上的来自对耗蚀性环 160 的蚀刻的污染物或残余物可忽略。

[0061] 将脊部 176、180 的径向尺寸选择为使得工件 30 的外周边缘的有效位置的移位最佳。换句话说,工件 30 给出对于等离子体来说较大的有效直径,使得由工件边缘效应引起的相对高的蚀刻速度的固有区将耗蚀性环 160 蚀刻,而非将工件 30 在其外周边沿处蚀刻。由于此较高的蚀刻速度被径向向外移位并移离工件 30,所以提高了整个工件 30 上的等离子体处理的均匀性。当系统 10 用于生成等离子体并处理工件 30 的顶表面 27 时,脊部 176、180 暴露于处理区域 28 内的等离子体。一般地,耗蚀性环 160 具有环形的几何形状,其特征在于内径 ID,该内径 ID 大体上等于工件 30 的外周边缘 31 的外径。耗蚀性环 160 的内径 ID 和外径之差限定了其有效径向尺寸。

[0062] 耗蚀性环 160 能够用于将等离子体处理中固有的边缘效应从工件 30 的外周边缘 31 移位到耗蚀性环 160 的外周 162。通过此机制,虽然不希望受理论所限,但相信耗蚀性环 160 会起作用,以通过在等离子体工艺期间耗蚀性掉其自身的处理均匀性来减轻或减缓在外周处的工件边缘效应,因为优选的边缘效应主要在耗蚀性环 160 的消耗性材料上增加蚀刻速度。因此,蚀刻速度在整个工件 30 上更均匀,因为在工件 30 的中心区域和外周边缘区域之间存在更小的蚀刻速度变化。

[0063] 耗蚀性环 160 的用于维持有效地移位工件 30 的外周边缘位置的有效性的持续时长可以视其组成材料和等离子体工艺的细节而定。耗蚀性环 160 可以在需要时被替换,因为耗蚀性环 160 是消耗性部件。

[0064] 耗蚀性环 160 代表了用于在晶片级应用中提高等离子体处理的整个晶片上的均匀性的简单而有效的技术,所述等离子体处理例如为等离子体蚀刻、光阻剂剥离或清渣、表面清洁、表面活化和薄膜沉积。耗蚀性环 160 能够在不显著增加等离子体处理系统 10 的成本的情况下实施。此外,耗蚀性环 160 能够用于提高等离子体处理在整个工件上的均匀性,而不要求费时或昂贵的蚀刻工艺或蚀刻设备。等离子体处理系统能够以简单而廉价的方式更新,利用耗蚀性环 160 来解决由于边缘效应引起的蚀刻均匀性问题。

[0065] 在本文中对于例如“竖直”、“水平”等术语的使用通过例子的方式而非限制的方式进行,以建立三维参考系。如在此所用的术语“水平”被定义为与包含电极 22、24 的对向表面之一的平面大体上平行的平面,而与方位无关。术语“竖直”指的是垂直于刚才所定义的“水平”的方向。例如“上”、“下”、“以上”、“上方”、“下方”、“侧”(如“侧壁”中的“侧”)、“较高”、“较低”、“上面”、“下面”和“以下”的术语均相对于水平面定义。应当理解,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以采用各种其他参考系,因为本领域普通技术人员将认识到所定义的参考系是相对参考系而非绝对参考系。

[0066] 虽然已通过对各个实施例的描述示出了本发明,虽然已相当详细地描述了这些实施例,但申请人并不意图将所附权利要求的范围约束或以任何方式限制为这样的细节。对于本领域普通技术人员来说,易于发现其它优点和修改。因此,本发明在其更宽泛的方面不限于所示出和描述的特定细节、代表性设备和方法 and 说明性例子。因此,在不偏离申请人的总体发明构思的精神或范围的情况下,可对这样的细节进行变更。本发明自身的范围应仅由所附权利要求来限定。

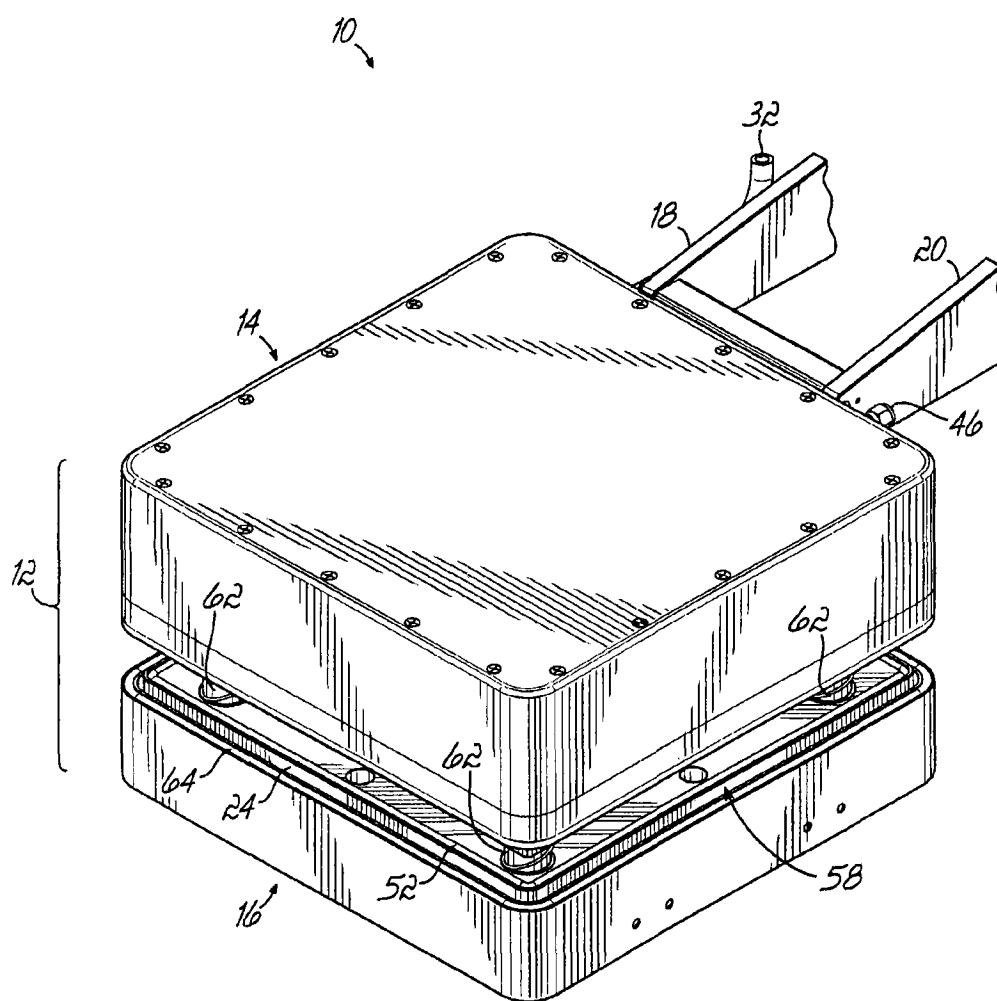


图 1

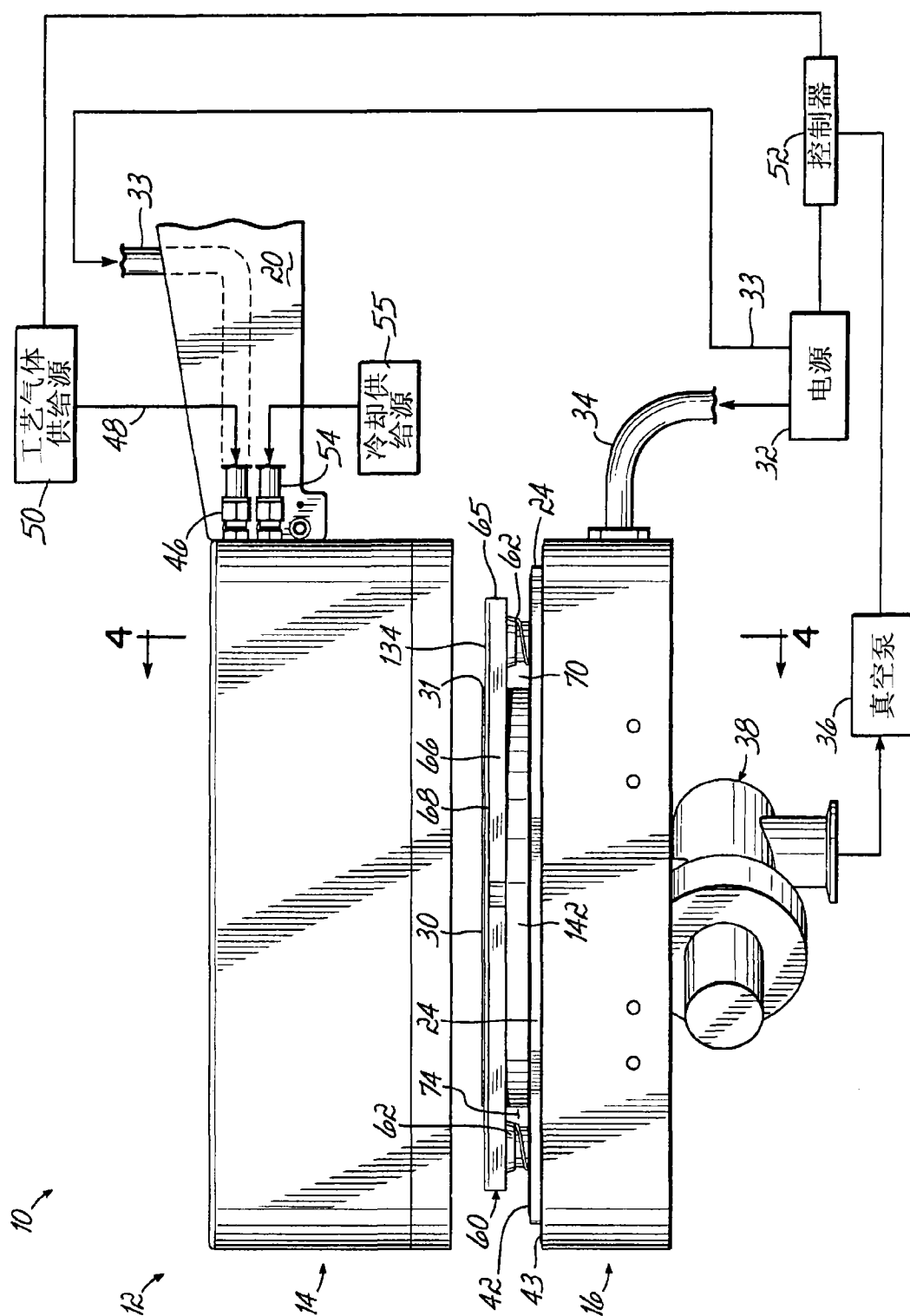


图 2

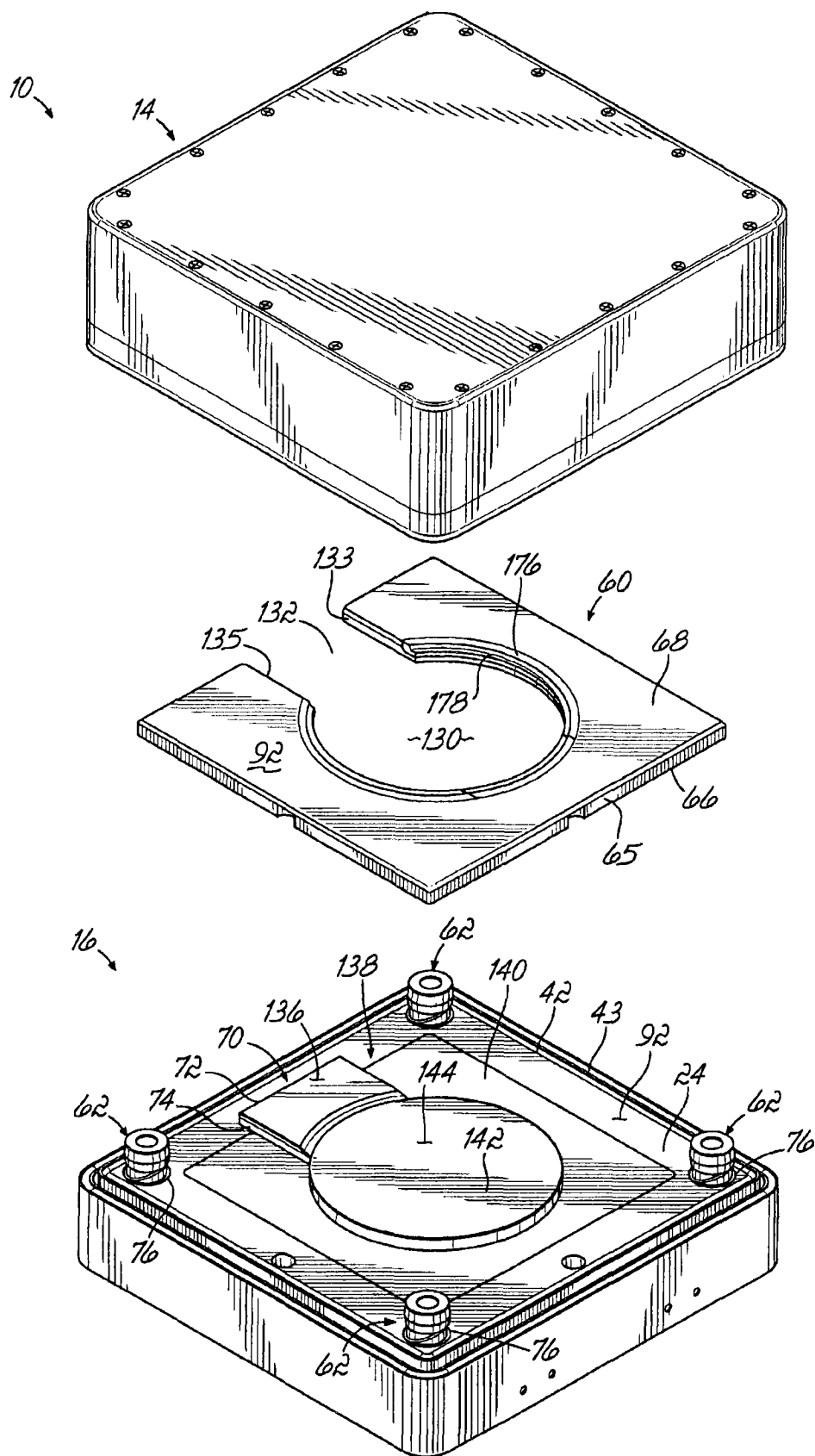


图 3

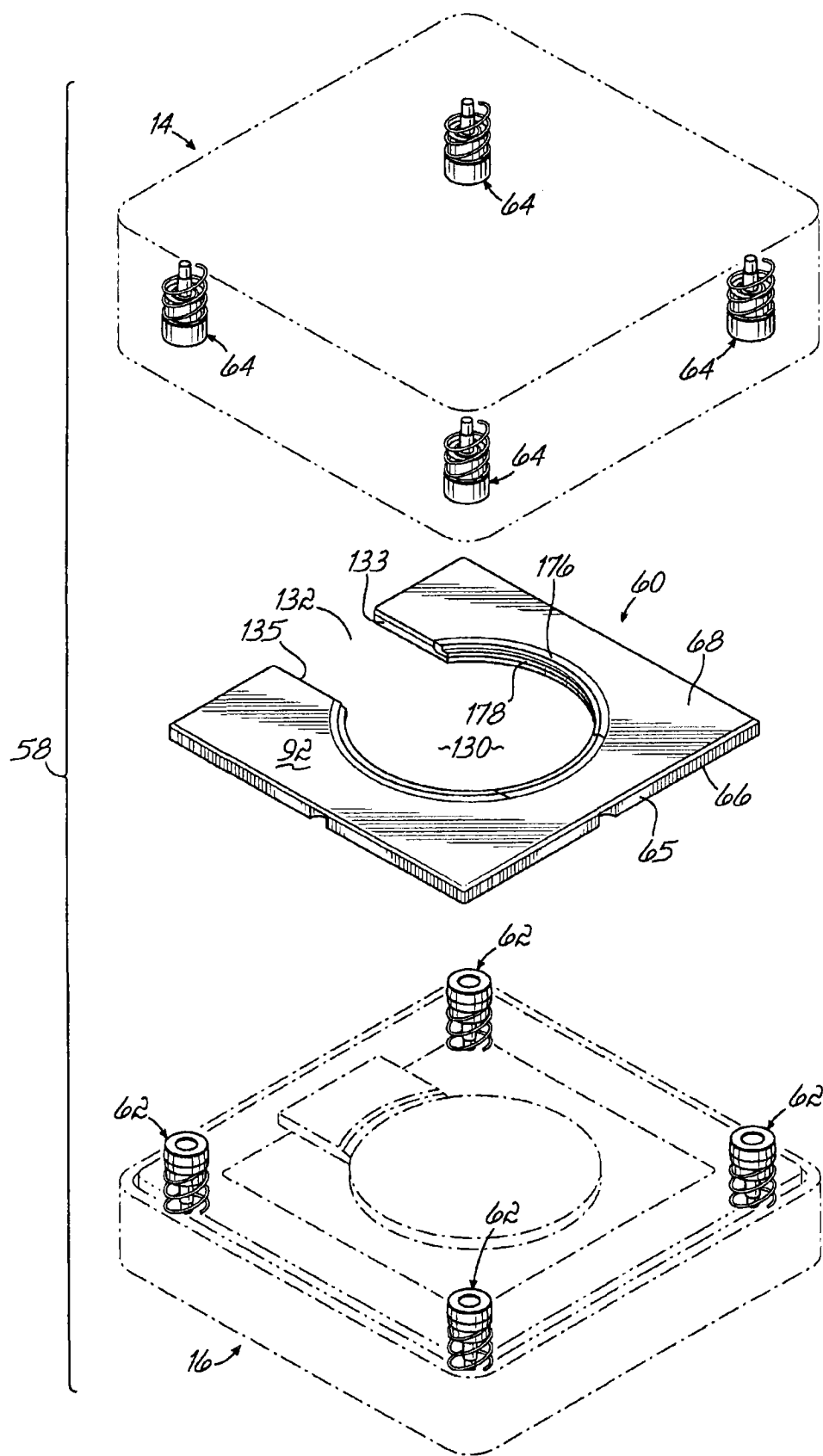


图 3A

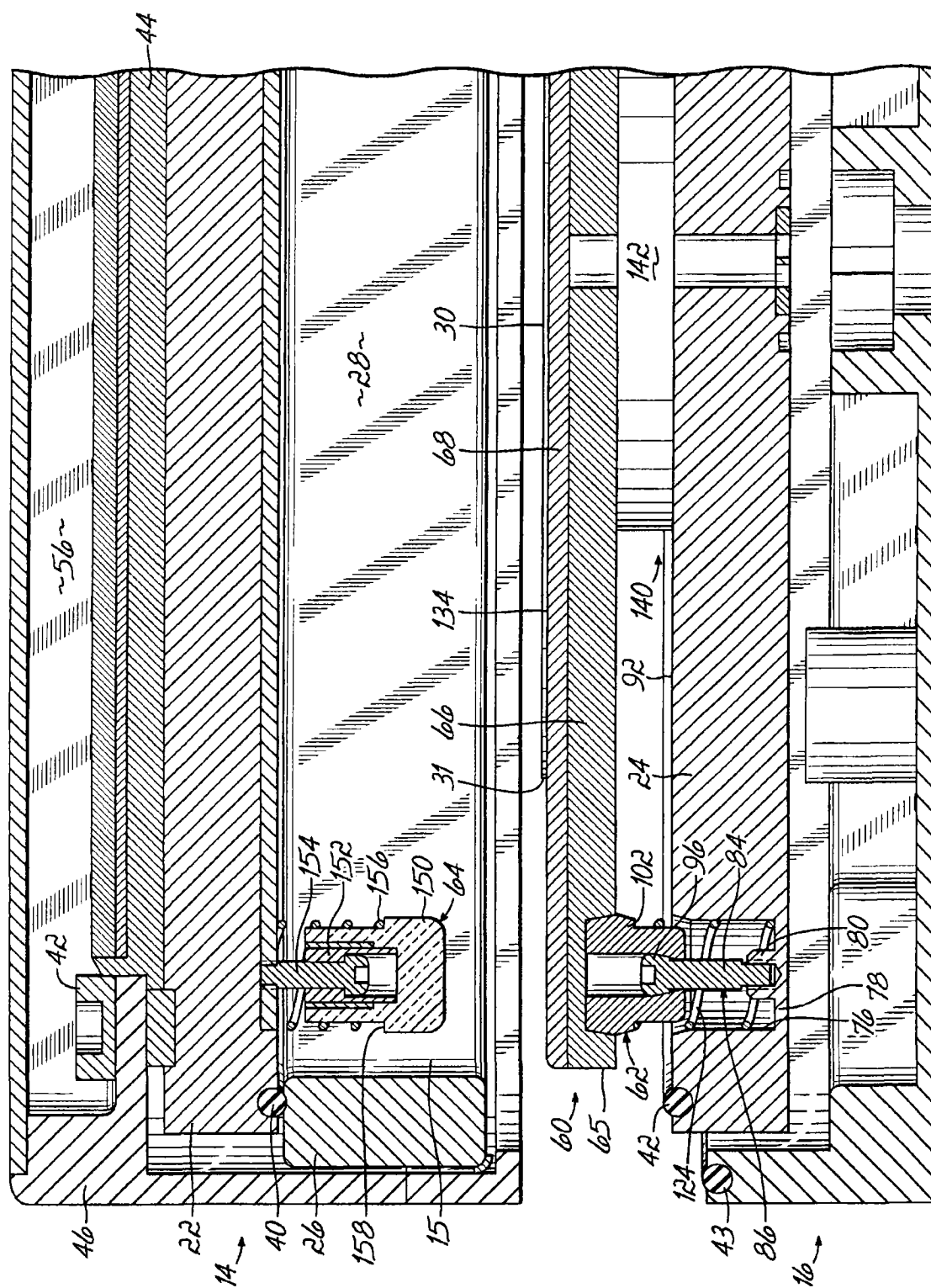


图 4

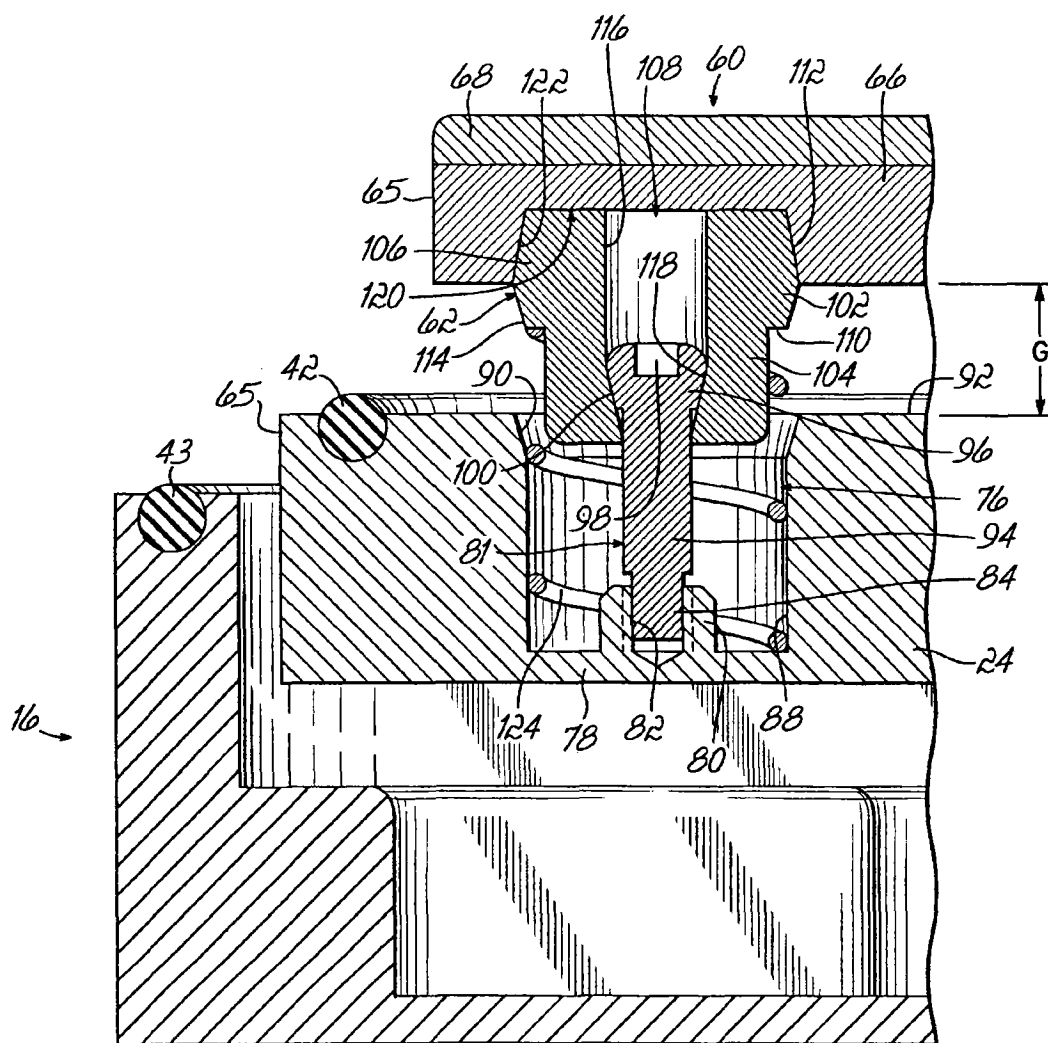


图 6

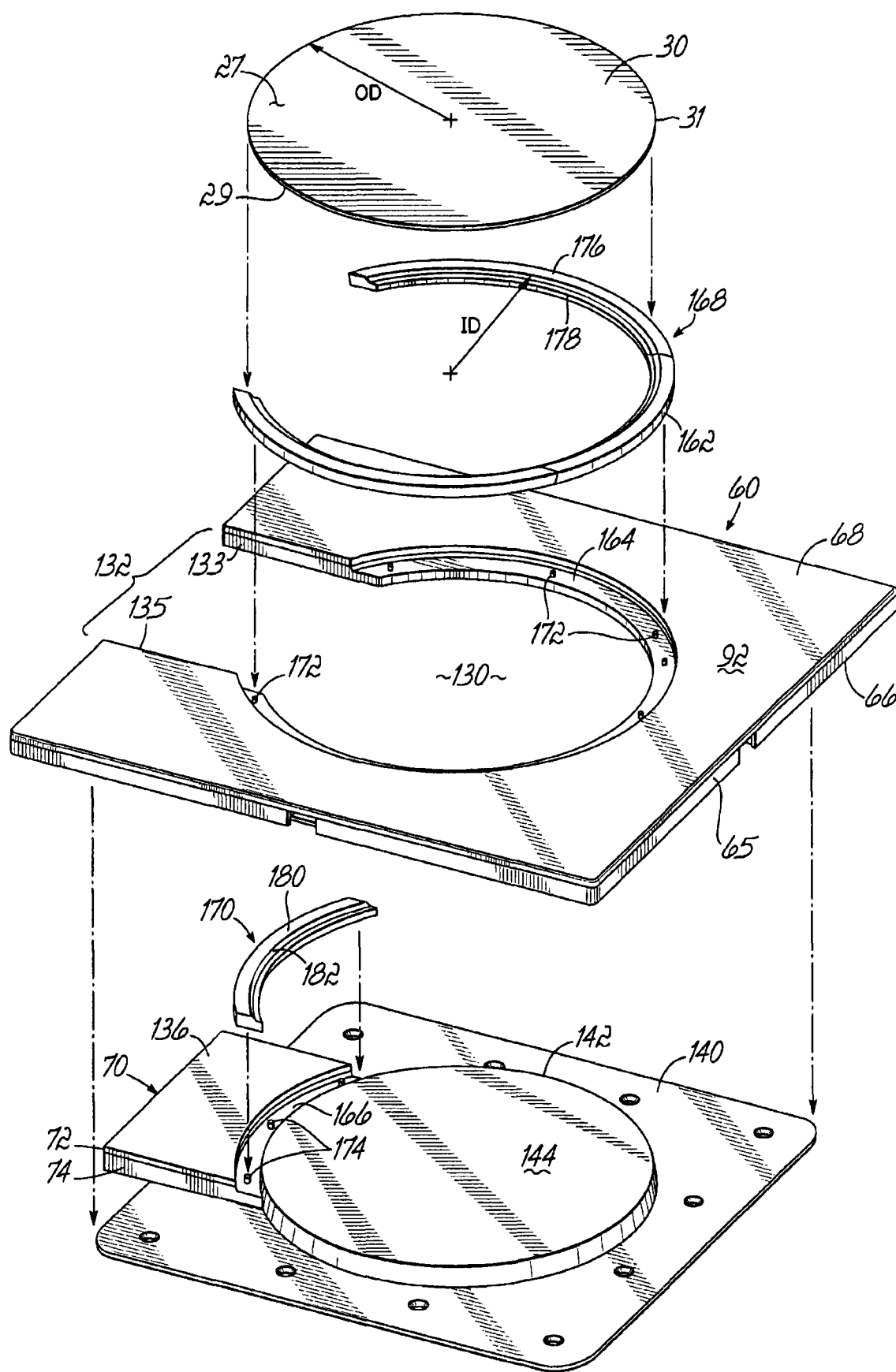


图 7

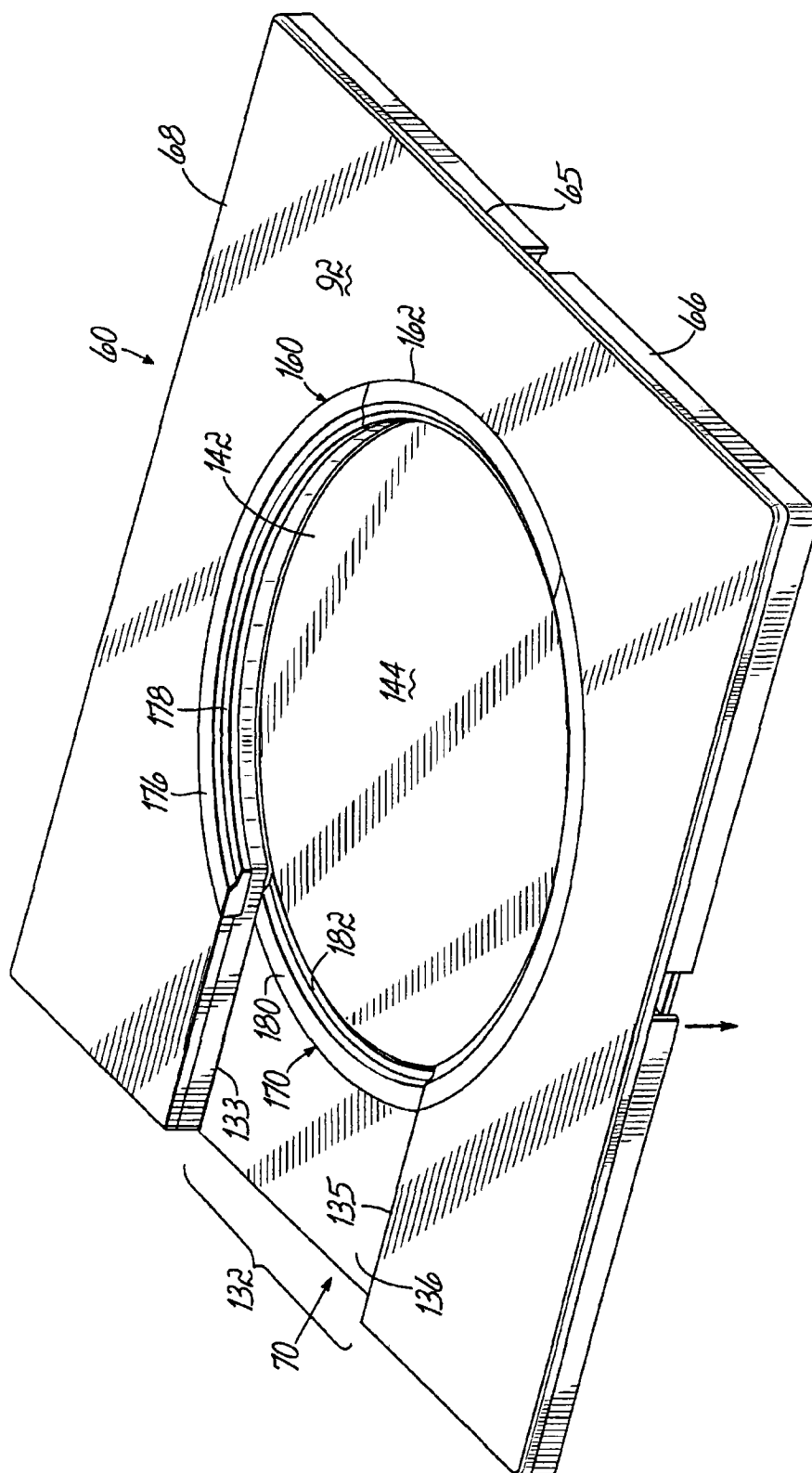


图 8A

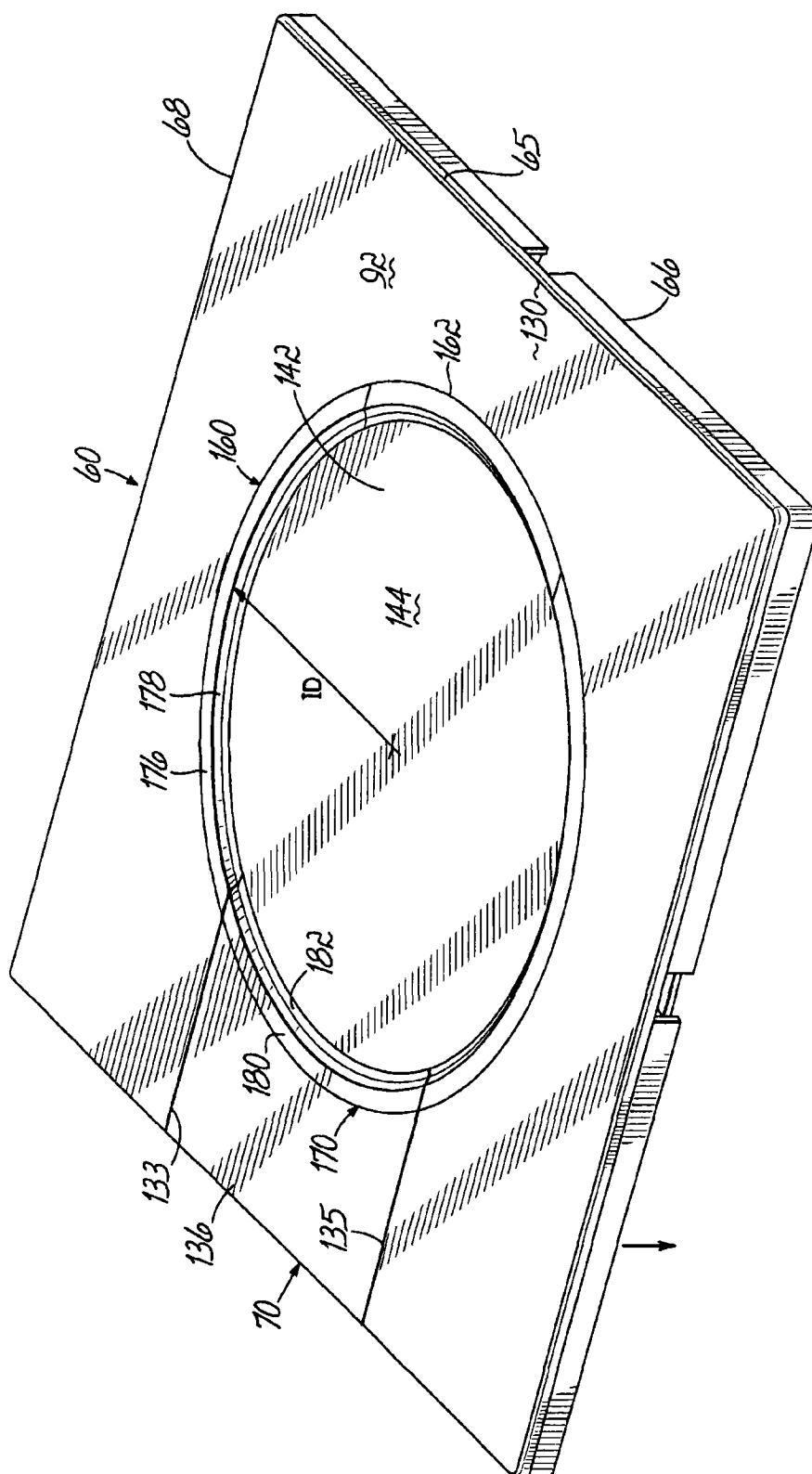


图 8B