



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102867726 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201210276251. 3

(22) 申请日 2006. 03. 15

(30) 优先权数据

11/083241 2005. 03. 18 US

(62) 分案原申请数据

200680008850. X 2006. 03. 15

(73) 专利权人 兰姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·丁德萨 F·科扎克维奇

J·H·罗杰斯 D·特拉塞尔

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 李献忠

(51) Int. Cl.

H01J 37/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1505829 A, 2004. 06. 16, 说明书第 4 页第 23 行至第 6 页第 6 行及附图 2-3.

CN 1505829 A, 2004. 06. 16, 说明书第 4 页第

23 行至第 6 页第 6 行及附图 2-3.

US 6666924 B1, 2003. 12. 23, 说明书第 4 栏第 46 行至 58 行.

CN 1405857 A, 2003. 03. 26, 全文.

审查员 赵芳

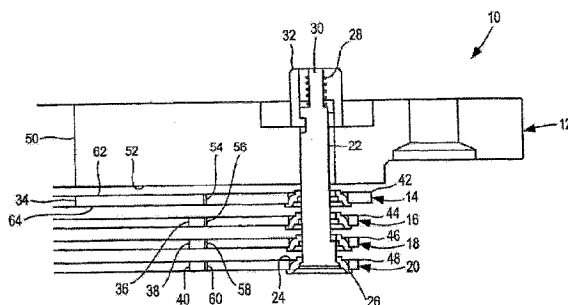
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种等离子约束环组件、等离子处理装置以及处理半导体衬底的方法

(57) 摘要

提供了包括约束环的等离子约束环组件, 这些约束环适于在环的暴露到等离子的表面上达到足够高的温度来避免这些表面上的聚合物沉积。等离子约束环包括适于将加热局限在环的包括暴露到等离子的表面的所选部分处的热阻器。热阻器减少从这些部分到环的其它部分的热传导, 这使得这些环的所选部分在等离子处理期间达到期望的温度。



1. 一种用于等离子处理室的等离子约束环组件,包括多个纵向堆叠的等离子约束环,限定并围绕该室内的衬底支承件上方的等离子区域,半导体衬底支承于衬底支承件上,每个等离子约束环都包括具有暴露到等离子体的内径表面的内部、从所述内部沿径向向外布置的外部、以及至少一个热阻器,当所述内径表面暴露到所述等离子处理室中的等离子体时,所述热阻器适于减少从所述内部到所述外部的热传导,使得所述内径表面达到足够高的温度来防止其上的聚合物沉积,

其中所述等离子约束环中的一个或多个包括作为一种介电材料的包括内径表面的内环的内部以及作为一种介电材料且与所述内环的相分离部件的外环的外部,所述外环具有支撑所述内环的表面的表面,并且提供热阻器的至少一个环形间隙被限定在所述内环和外环的相反的表面之间。

2. 根据权利要求1所述的等离子约束环组件,其中所述内部和外部由相同介电材料构成。

3. 根据权利要求1所述的等离子约束环组件,其中所述内环的表面和所述外环的表面相互之间的接触最小。

4. 根据权利要求1所述的等离子约束环组件,其中所述等离子约束环中一个或多个的内部的至少一个表面是粗糙化的和/或涂有阻挡入射在该等离子约束环的至少另一表面上的IR辐射的材料,由此提高对该一个或多个等离子约束环的内部的加热。

5. 根据权利要求1所述的等离子约束环组件,其中所述等离子约束环中一个或多个的至少一个表面是粗糙化的和/或涂有阻挡入射在该一个或多个等离子约束环的至少另一表面上的IR辐射的材料,由此提高对该一个或多个等离子约束环的内部的加热。

6. 根据权利要求1所述的等离子约束环组件,进一步包括:

安装环;以及

悬挂在安装环下方的该多个等离子约束环。

7. 一种等离子处理装置,包括:

上电极;

包括下电极的衬底支承件;和

根据权利要求1所述的等离子约束环组件,其被布置以增强对所述上电极和所述衬底支承件之间的空间中的等离子体的约束。

8. 一种在等离子处理室中处理半导体衬底的方法,包括:

将聚合处理气体供应到包括多个纵向堆叠的等离子约束环的等离子处理室中,所述多个等离子约束环的每个都包括暴露到等离子体的表面;以及

从所述聚合处理气体产生等离子体并在所述等离子处理室中刻蚀半导体衬底;

在刻蚀期间,每个所述等离子约束环的暴露到等离子体的表面达到能防止在刻蚀期间产生的聚合物沉积形成在该表面上的温度;

所述等离子约束环包括一种介电材料的包括内径表面的内环以及一种介电材料的外环,所述外环与所述内环是分离的部件,所述外环具有支撑所述内环的表面的表面,并且提供热阻器的至少一个环形间隙被限定在所述内环和外环的相反的表面之间。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述半导体衬底包括被所述等离子体刻蚀的介电材料,并且所述聚合处理气体包含从包括碳氟化合物、氢氟烃、碳氟化合物前驱体和氢氟烃前

驱体的组中选择的至少一种成分。

10. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述等离子处理室包括接地的上电极、以及下电极, 在两个不同频率下对所述上电极和下电极施加功率。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中所述上电极是莲蓬头式电极。

12. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述等离子约束环中的一个或多个具有至少一个没有暴露到等离子的表面, 该至少一个没有暴露到等离子的表面是粗糙化的和 / 或涂有阻挡 IR 辐射的材料。

13. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述一个或多个等离子约束环包括具有暴露到等离子的内径表面的内部、从所述内部沿径向向外布置的外部, 并且所述至少一个槽提供至少一个热阻器, 当所述内径表面暴露到所述等离子处理室中的等离子时, 所述热阻器适于减少从所述内部径向向外至所述外部的热传导, 从而使得所述内径表面达到防止聚合物沉积在其上形成的温度。

14. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述外环具有与所述内环的下表面接触的上表面, 并且所述多个等离子约束环的每个的所述内环和所述外环有相同的介电材料制成。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中:

所述外环的上表面和所述内环的下表面为凹进的水平表面;

所述内环和外环的相反的表面为竖直表面; 以及

在所述内环和外环的相反的表面之间限定有上间隙和下间隙。

16. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中所述内环和外环为同心环。

17. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中所述粗糙化的和 / 或被涂覆的表面是至少一个等离子约束环的上表面。

18. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中所述材料是氧化铝。

一种等离子约束环组件、等离子处理装置以及处理半导体衬底的方法

[0001] 本申请是申请号为 200680008850. X、申请日为 2006 年 3 月 15 日、发明名称为“具有减少聚合物沉积特性的等离子约束环组件”的发明专利申请的分案申请。

背景技术

[0002] 等离子处理室可以包括上电极和下电极。上电极通常面对衬底支承件，该支承件适于在等离子处理期间支承半导体衬底。在等离子处理期间，向电极之一或两者供电以激活处理气体并产生等离子来处理衬底。

[0003] 可以在等离子处理室中进行等离子刻蚀来刻蚀作为层设置在半导体衬底上的所选材料。选择处理条件，使得等离子在这些层的所选部分中刻蚀出所期望的特征。

发明内容

[0004] 一个优选实施例的用于等离子处理室的等离子约束环组件包括多个等离子约束环。每个等离子约束环都包括具有暴露到等离子体的内径表面的内部、从所述内部沿径向向外布置的外部、以及至少一个热阻器 (thermal choke)。当所述内径表面暴露到所述等离子体处理室中的等离子体时，所述热阻器适于减少从所述内部到所述外部的热传导。结果，所述内径表面达到足够高的温度来基本上防止其上的聚合物沉积。

[0005] 另一优选实施例的用于等离子处理室的等离子约束环组件，包括安装环和适于悬挂在所述安装环下方的多个等离子约束环。所述等离子约束环包括一个上等离子约束环和多个下等离子约束环。所述上等离子约束环包括面对所述安装环的顶表面和从所述下等离子约束环沿径向向内布置的暴露到等离子体的底表面。所述上等离子约束环的顶表面的至少一部分对 IR 辐射不透明，以增强对所边上等离子约束环的加热。结果，当所述底表面暴露到等离子体时，所述底表面达到足够高的温度来基本上防止其上的聚合物沉积。

[0006] 一个优选实施例的在等离子处理室中处理半导体衬底的方法包括：将处理气体供应到包括多个等离子约束环的等离子处理室中，所述多个等离子约束环每个都包括暴露到等离子体的表面；以及从所述处理气体产生等离子并在所述等离子处理室中刻蚀半导体衬底。在刻蚀期间，所述等离子约束环的暴露到等离子体的表面达到足够高的温度以基本上防止其上的聚合物沉积。

附图说明

[0007] 图 1 示出等离子约束环组件的一个优选实施例的一部分。

[0008] 图 2 示出该等离子约束环组件的等离子约束环的一个优选实施例的一部分的俯视图，其中该环包括热阻器。

[0009] 图 3 是图 2 所示等离子约束环的放大局部俯视图。

[0010] 图 4 示出等离子约束环组件的等离子约束环的另一优选实施例的侧视图，该等离子约束环具有两件式结构。

- [0011] 图 5 示出包括等离子约束环组件的一个优选实施例的等离子处理室。
- [0012] 图 6 示出没有示例 1 和 2 中所使用热阻器的等离子约束环组件的一个实施例。
- [0013] 图 7 示出包括示例 3 中所使用热阻器的等离子约束环组件的一个实施例。

具体实施方式

[0014] 诸如电容耦合室之类的平行板等离子处理室包括上电极（例如莲蓬头式电极）和下电极。上电极通常面对待处理的半导体衬底。在等离子处理期间，向电极之一或两者供电以激活处理气体并产生等离子来处理衬底。

[0015] 这种等离子处理室的内表面可以是带电表面（例如“RF 热表面”）、接地表面或悬浮表面（由绝缘材料构成）。在等离子处理期间不同的能量供应或冲击在这些不同类型的表面上。具体地，在平行板等离子处理室中对室部分的加热取决于供应到该部分的暴露表面的离子能量和离子通量，并取决于该部分的红外（IR）能量吸收特性。待加热的接地（回路）表面和带电表面从等离子接收大量离子能量，这使得这些表面比悬浮部分或表面受到更多的加热，从而也达到明显不同的温度。

[0016] 可以使用高聚合化的处理气体化学物，例如含碳氟化合物、氢氟烃的处理气体或者这些气体的前驱体，以刻蚀介电材料如二氧化硅。在这些等离子刻蚀处理期间，聚合物倾向于沉积在等离子处理室的一些内表面上。聚合物沉积是不期望的，因为它们可能会从表面剥落而污染处理过的衬底（例如处理过的晶片）以及室。但是，随着器件特征的持续缩小，越来越期望使各个晶片保持暴露到等离子室的表面清洁，以实现可重复的处理结果。所以，期望减少且优选避免室部分的内表面上的这种聚合物沉积。

[0017] 一般地，在等离子处理操作期间，聚合物沉积更可能在等离子处理室的较冷的暴露到等离子体的表面上形成。悬浮表面易于成为较冷的表面，并由此与带电或接地表面相比一般更易在其上形成聚合物聚集。等离子处理期间暴露到等离子体的部分或表面的温升 ΔT 按照以下关系依赖于增加到该部分或表面的热量 Q 、以及该部分的质量 m 和比热 c ： $Q = mc \Delta T$ 。所以，对于增加到一个部分的给定热量，增大该部分质量会降低该部分的温升。结果，具有高质量的部分在等离子处理期间不会到达足够高的温度来避免该部分的暴露到等离子体的表面上的聚合物沉积。对于增加到一个部分的给定热量，增大一个部分的热容量也会降低该部分所到达的温度。

[0018] 此外，在等离子处理期间，热可以通过热传导（当一个部分与另一表面物理接触时）、辐射（当电磁波携带热量到该部分和/或从该部分带走时）和对流（当室中的运动流体携带热时）从该部分传递到其它室表面和/或从其它室表面传递到该部分。各部分的对流热损失随着室压的增大而增加。

[0019] 等离子处理室中一些部分的暴露到等离子体的表面上的聚合物沉积的问题可以通过主动加热（多个）部分解决。例如，可以加热室壁来将其暴露到等离子体的（多个）内表面保持在足够高的温度，以避免这些表面上的聚合物沉积。还可以使用对莲蓬头式电极组件和静电卡盘的主动温度控制。但是，当这些表面被供电或接地从而经受高离子能量时，即使在没有对这些表面的主动加热的情况下这些表面上发生聚合物沉积的可能性也比悬浮表面小。

[0020] 或者，聚合物沉积问题可以通过从表面去除所形成的聚合物沉积物来解决。例如，

可以通过采用侵蚀性的等离子化学物来去除聚合物沉积物。或者,可以打开等离子室并使用湿法清洁技术从室表面去除聚合物沉积物。但是,这些清洁技术降低了处理产量。

[0021] 为了实现期望的处理效率和刻蚀均匀性,可以将等离子约束在平行板等离子处理室的上下电极之间限定形成的等离子约束区域内。可以使用等离子约束环组件来提供这种等离子约束。示例性的等离子约束环组件在由相同申请人拥有的美国专利Nos. 5, 534, 751、5, 998, 932、6, 019, 060、6, 178, 919 和 6, 527, 911 中公开,这些专利每个都通过引用而整体结合于此。如美国专利 No. 5, 534, 751 所述,等离子约束环组件可以包括多个等离子约束环,这些等离子约束环布置成堆叠以限定形成从内表面到外表面径向延伸穿过环的多个气体通道。在等离子中的充电粒子穿过这些通道时,这些粒子被中和,由此使在等离子约束区域外放电(即离子的“脱离约束”)的趋向最小化。

[0022] 同样如美国专利 No. 5, 534, 751 所述,等离子约束环组件可以在等离子刻蚀处理期间将聚合物沉积约束到仅仅等离子约束环自身。但是,期望避免约束环上的这种聚合物沉积,以避免可能的室和衬底污染问题以及避免附加的从等离子约束环去除所形成的聚合物沉积物的室清洁步骤。

[0023] 考虑到上述聚合物沉积问题,已经确定可以提供包括以下约束环的等离子约束环组件,这些约束环适于在不对表面进行主动加热的情况下在环的暴露到离子的表面上到达足够高的温度以避免这些表面上的聚合物沉积。更具体地,等离子约束环适于将加热局限在环的包括暴露到离子的表面的所选部分处。通过在各个环中的所选位置处设置一个或多个热阻器而将加热局限在这些所选部分处,以由此减少从这些部分到环的其它部分的热传导,否则所述其它部分在没有热阻器的约束环中会作为热沉。

[0024] 图 1 示出等离子约束环组件 10 的一个优选实施例。等离子约束环组件 10 成同心布置地包括安装环 12 以及从安装环 12 悬挂的等离子约束环 14、16、18 和 20。安装环 12 与等离子约束环 14、16、18 和 20 可竖直运动以提供调节。该组件的等离子约束环的数量并不限于如图所示的 4 个环;可替代的,可以有少于 4 个环,例如 3 个环,或者多于 4 个环,例如 5、6 或更多个环。

[0025] 安装环 12 与等离子约束环 14、16、18 和 20 是由合适的电绝缘材料(介电)构成的悬浮部件。绝缘材料可以是例如石英、熔融石英、氮化硅、氧化铝或塑料材料。作为介电材料,高纯度石英是在刻蚀处理中使用的优选材料。在该实施例中,安装环 12 与各个等离子约束环 14、16、18 和 20 是由绝缘材料构成的单元。

[0026] 如图 1 所示,等离子约束环 14、16、18 和 20 通过吊架 22 连接到安装环 12,该吊架 22 构造成延伸穿过各个等离子约束环 14、16、18 和 20 中的孔 24。优选在每个孔 24 中设置一个嵌入件 26 以防止吊架 22 与等离子约束环 14、16、18 和 20 之间的直接接触。优选在吊架 22 的内轴 30 上设置弹簧 28,以将吊架 22 相对于吊架 22 上的装配件 32 弹性偏压。

[0027] 为了刻蚀圆的半导体衬底例如晶片,等离子约束环 14、16、18 和 20 分别包括内径表面 34、36、38 和 40 以及外径表面 42、44、46 和 48。内径表面 34、36、38 和 40 是暴露到离子的表面。如图 1 所示,最上方的等离子约束环 14 比等离子约束环 16、18 和 20 具有更大的径向上的宽度。同样如图所示,相应等离子约束环 16、18 和 20 的内径表面 36、38 和 40 优选竖直对齐。

[0028] 等离子约束环 14 的内径表面 34 优选与安装环 12 的内径表面 50 竖直对齐。通过

这种布置,等离子约束环 14 叠置在安装环 12 的底表面 52 上。已经确定由于安装环 12 的相对较大的热质量,在没有等离子约束环 14 的情况下,安装环 12 的底表面 52 在等离子处理期间不会达到足够高的温度来防止底表面 52 上的聚合物沉积。通过结合与底表面 52 分离的等离子约束环 14,保护底表面 52 不暴露到等离子并优选使底表面 52 上的聚合物沉积最少。

[0029] 在该实施例中,等离子约束环 14、16、18 和 20 分别包括热阻器 54、56、68 和 60。在等离子刻蚀处理期间通过等离子和其它加热效应将热供应到等离子约束环 14、16、18 和 20。热阻器 54、56、68 和 60 减少从热阻器 54、56、68 和 60 的位置在径向向外的方向上的热传导,由此提高分别在热阻器 54、56、68 和 60 与内径表面 34、36、38 和 40 之间限定的相应等离子约束环 14、16、18 和 20 的内部的加热。结果,各个内径表面 34、36、38 和 40 优选达到足够高的温度,以在等离子处理期间基本上防止这些表面上的聚合物沉积。

[0030] 图 2 和 3 示出一个优选实施例的包括热阻器 160 的等离子约束环 120 的一部分。在该实施例中,等离子约束环组件的安装环和 / 或一个或多个其它等离子约束环也可以包括如图 2 和 3 所示构造的热阻器。

[0031] 所示热阻器 160 包括布置成不连续第一圆形图案的多个内槽 161、以及从内槽向外间隔开并布置成同心的不连续第二圆形图案的多个外槽 163。相邻的内槽 161 由内部区域 165 隔开,而相邻的外槽 163 由外部区域 167 隔开。如图 2 所示,内部区域 165 和外部区域 167 绕等离子约束环 120 彼此偏移。内槽 161 和外槽 163 优选完全延伸穿过等离子约束环 120 的厚度。热阻器 160 的此构造和布置减少了到等离子约束环 120 的外部 169 的径向热传递,使得内径表面 140 达到足够高的温度以在等离子处理期间基本上防止此表面上的聚合物沉积。

[0032] 内槽 161 和外槽 163 优选具有从约 0.005 英寸到约 0.020 英寸的宽度。在一个优选实施例中,内槽 161 和外槽 163 通过激光切除技术形成。

[0033] 在另一优选实施例中,等离子约束环组件 10 的等离子约束环中的一个或多个具有多件式结构。例如,图 4 所示实施例的等离子约束环 220 具有两件式结构,并包括内环部 221 和外环部 223。内环部 221 包括暴露到等离子体的内径表面 240。内环部 221 和外环部 223 优选由相同的绝缘材料构成。

[0034] 在等离子约束环 220 中,内环部 221 和外环部 223 构造成使内环部 221 和外环部 223 在区域 227 处的表面之间的接触(该接触由于重力产生)最小。在内环部 221 和外环部 223 的相对表面之间限定至少一个间隙。在该实施例中,间隙 225 用作热阻器。通过等离子约束环 220 的此结构,当内环部 221 的内径表面 240 暴露到等离子体时,从内环部 221 到外环部 223 的热传导仅仅在有表面接触的区域 227 处发生。结果,内径表面 240 可以达到足够高的温度以基本上防止该表面上的聚合物沉积。

[0035] 在一个优选实施例中,等离子约束环组件 10 的一个或多个等离子约束环的至少一个表面可以是粗糙的和 / 或涂有对 IR(红外)辐射不透明且能阻挡 IR 辐射透射的材料。在该实施例中,入射到约束环上的 IR 辐射通过约束环的主体传输,但被粗糙和 / 或涂层表面阻挡。例如,约束环可以由石英或另一 IR 透明绝缘材料构成。通过阻挡 IR 辐射,增强由粗糙和 / 或涂层表面部分限定的约束环的所选部分的加热。

[0036] 等离子约束环的所选表面可以通过合适技术粗糙化,例如喷丸处理或者使用产生

凹坑表面的金刚石工具机加工表面。这些表面可以涂有合适的 IR 不透明材料。不暴露到等离子的表面可以涂有氧化铝。

[0037] 例如,如图 1 所示,等离子约束环 14 的上表面 62 可以在内径表面 34 和热阻器 54 之间的区域中粗糙化和 / 或涂有 IR 不透明材料。结果,入射在等离子约束环 14 的下表面 64 和 / 或内径表面 34 上的 IR 辐射被粗糙化和 / 或涂层的上表面 62 阻挡,由此提高了对等离子约束环 14 的位于内径表面 34 和热阻器 54 之间的部分的加热。由于表面 64 不直接暴露到等离子,IR 不透明材料可以是并不优选由于等离子约束表面上的材料,例如氧化铝。

[0038] 在另一优选实施例中,限定在等离子约束环中形成的槽的所选表面可以粗糙化和 / 或涂有对 IR 辐射不透明的材料。例如,在图 2 和 3 所示等离子约束环 120 的实施例中,表面 169 和 171 中至少一个可以粗糙化和 / 或涂有阻挡 IR 辐射透射的 IR 不透明材料,以影响内径表面 140 的进一步加热。

[0039] 图 5 示出电容耦合等离子处理室 300 的一个示例性实施例,在该处理室中安装有等离子约束环组件 10。等离子处理室 300 包括具有底表面 304 的上电极 302。在该实施例中,底表面 302 包括适于控制与上电极 302 的暴露表面相邻形成的等离子的局部密度的台阶 306,如美国专利 No. 6,391,787 中所述,该专利通过引用而整体结合于此。在该实施例中,上电极 302 是莲蓬头式电极,其包括布置用于将处理其它分布到等离子处理室 300 中的气体通道 308。上电极 302 可以由硅(例如单晶硅或多晶硅)或者碳化硅构成。

[0040] 在该实施例中,上电极 302 是单件式电极(例如用于 200mm 晶片处理)。上电极 302 优选安装(例如弹性体接合)到由合适材料如石墨或碳化硅构成的背衬构件 310。背衬构件 310 包括与上电极 302 中的气体通道 308 流体连通的气体通道 312。

[0041] 在另一实施例中,上电极可以具有两件式结构(例如用于 300mm 晶片处理),并包括单件式内电极构件和围绕该内电极构件的外电极构件,例如由相同申请人拥有的美国专利申请 No. 10/743,062 中所描述的,该专利申请通过引用而整体结合于此。在该实施例中,背衬构件优选包括与内电极构件共同延伸的背衬板和与外电极构件共同延伸的背衬环,如美国专利申请 No. 10/743,062 中所描述的。

[0042] 在图 5 所示等离子处理室 300 的实施例中,热控制板 314 优选设置在背衬构件 310 上。热控制板 314 优选包括适于控制上电极 302 温度的一个或多个加热器,如美国专利申请 No. 10/743,062 中所描述的。

[0043] 等离子处理室 300 包括用于向上电极 302 供应气体的气体源(未示出)。处理气体由上电极 302 中的气体通道 308 分布在室中。上电极 302 可以通过 RF 功率源 316 经由匹配网络供电。在另一实施例中,上电极 302 可以电接地,以对由等离子处理室 300 的衬底支承件 320 的底电极供应的功率提供回路。

[0044] 在该实施例中,处理气体在上电极 302 和支承于衬底支承件 320 上的半导体衬底 322(例如半导体晶片)之间的空间中的等离子产生区域处供应到等离子处理室 300 中。衬底支承件 320 优选包括通过静电夹持力将半导体衬底 322 固定在衬底支承件上的静电卡盘 324。静电卡盘 324 用作底电极,并优选由 RF 功率源 326、327 中至少一个(通常经由匹配网络)偏压。

[0045] 在半导体衬底 322 的等离子处理期间,等离子约束环组件 10 将等离子约束在上电极 302 和半导体衬底 322 之间的等离子约束区域中。边缘环 326、328 优选布置成对半导体

衬底 322 围绕的关系,以聚集等离子来提高刻蚀均匀性。

[0046] 真空泵(未示出)适于保持等离子处理室 300 内的期望真空压力。

[0047] 可以使用的示例性平行板等离子反应器是双频等离子刻蚀反应器(参见例如由相同申请人拥有的美国专利 No. 6,090,304,该专利通过引用而整体结合于此)。在这些反应器中,刻蚀气体可以从气体供应器供应到莲蓬头式电极,并可以通过从两个 RF 源在不同频率下供应 RF 能量到莲蓬头式电极和/或底电极,而在反应器中产生等离子。或者,莲蓬头式电极可以电接地,并可以将两个不同频率下的 RF 能量供应到底电极。

[0048] 示例 1

[0049] 在示例 1 中,在平行板、电容耦合等离子处理室中使用如图 6 所示的等离子约束环组件 400。如图所示,等离子约束环组件 400 一般具有与图 1 所示组件 10 相同的结构;但是,等离子约束环 414、416、418 和 420 不包括热阻器。等离子约束环由石英制成。

[0050] 在示例 1 中,使用以下介电刻蚀处理条件来处理 85 个晶片:45mT 的室压力/在 2MHz 的频率下施加到底电极的 1100W 功率/在 60MHz 的频率下施加到底电极的 800W 功率/300sccm 的氩/15sccm 的 C_4F_8 /10sccm 的 O_2 /140°C 的上电极温度/20°C 的底电极温度。在刻蚀各晶片后使用以下处理条件进行氧清洁步骤:500mT 的室压力/在 27MHz 的频率下施加到底电极的 200W 功率/在 60MHz 的频率下施加到底电极的 300W 功率/2000sccm 的 O_2 /40 秒。

[0051] 如图 6 所示,使用在安装环 412 的底表面 452 上的位置 A 处、约束环 414 的顶表面上的位置 B、约束环 416 的顶表面上的位置 C 和约束环 420 的顶表面上的位置 D 处附装的热电偶测量温度。

[0052] 在等离子处理期间在这些位置处测得以下温度:位置 A-约 66°C/位置 B-约 110°C/位置 C-约 82°C/位置 D-约 82°C 到约 104°C。在刻蚀晶片之后,打开等离子处理室并用视觉检查约束环组件 400 上是否有聚合物沉积。在等离子约束环 414 上没有观察到聚合物沉积。但是,在等离子约束环 416、418 和 420 的暴露到等离子体的内径表面 436、438 和 440 上观察到聚合物沉积,表明这些表面未达到足够高的温度来防止聚合物沉积。

[0053] 示例 2

[0054] 示例 2 在平行板、电容耦合等离子处理室中使用如图 6 所示的等离子约束环组件 400,以使用以下介电刻蚀处理条件来刻蚀 100 个晶片:45mT 的室压力/在 2MHz 的频率下施加到底电极的 1100W 功率/在 60MHz 的频率下施加到底电极的 800W 功率/300sccm 的氩/28sccm 的 C_4F_8 /13sccm 的 O_2 /140°C 的上电极温度/20°C 的底电极温度。在刻蚀各晶片后使用以下处理条件进行氧清洁步骤:500mT 的室压力/在 27MHz 的频率下施加到底电极的 250W 功率/在 60MHz 的频率下施加到底电极的 125W 功率/2000sccm 的 O_2 /40 秒。

[0055] 在刻蚀晶片之后,打开等离子处理室并用视觉检查约束环组件 400 上是否有聚合物沉积。在等离子约束环 414 上没有观察到聚合物沉积。但是,在等离子约束环 416、418 和 420 的暴露到等离子体的内径表面 436、438 和 440 上观察到聚合物沉积,表明这些表面未达到足够高的温度来防止聚合物沉积。

[0056] 示例 3

[0057] 在示例 3 中,在平行板、电容耦合等离子处理室中使用如图 7 所示的等离子约束环组件 500。如图所示,等离子约束环组件 500 具有与图 1 所示组件 10 相同的结构,并在相

应等离子约束环 514、516、518 和 520 上包括热阻器 554、556、558 和 560。热阻器 554、556、558 和 560 是成同心的不连续圆形布置形成的槽,例如图 2 所示的。这些槽具有从约 0.010 英寸到约 0.015 英寸的宽度,并延伸穿过等离子约束环 514、516、518 和 520 的厚度。

[0058] 在示例 3 中,使用示例 2 中所用的相同刻蚀处理条件来处理 100 个晶片。

[0059] 如图 7 所示,使用在安装环 512 的底表面 552 上的位置 A 处、约束环 514 的顶表面上从热阻器 554 向内的位置 B、约束环 514 的顶表面上从热阻器 554 向外的位置 C、约束环 516 的顶表面上从热阻器 556 向内的位置 D、约束环 516 的顶表面上从热阻器 556 向外的位置 E。在这些位置处测得以下温度:位置 A-约 71°C 到约 77°C / 位置 B-约 127°C 到约 132°C / 位置 C-约 71°C 到约 77°C / 位置 D-约 116°C 到约 143°C / 位置 E-约 77°C 到约 82°C。

[0060] 在刻蚀晶片之后,打开等离子处理室并用视觉检查约束环组件 500 上是否有聚合物沉积。在等离子约束环 514 上或者等离子约束环 516、518 和 520 的暴露到等离子的内径表面 536、538 和 540 上都没有观察到聚合物沉积,表明这些表面达到了足够高的温度来防止聚合物沉积。

[0061] 参照图 1,上述测试结果表明通过在等离子约束环组件中结合在最上方延伸的等离子约束环 14,可以优选防止厚的安装环 12 上的聚合物沉积。此外,通过在等离子约束环 14、16、18 和 20 中设置一个或多个热阻器,可以优选防止这些环的暴露到等离子的表面上的聚合物沉积。

[0062] 上面已经描述了本发明的原理、优选实施例和操作模式。但本发明不应理解为限于所讨论的具体实施例。于是,上述实施例应认为解释性而非限制性的,并且应认识到本领域技术人员在这些实施例中可以作出各种变化,而不偏离由以下权利要求所限定的本发明的范围。

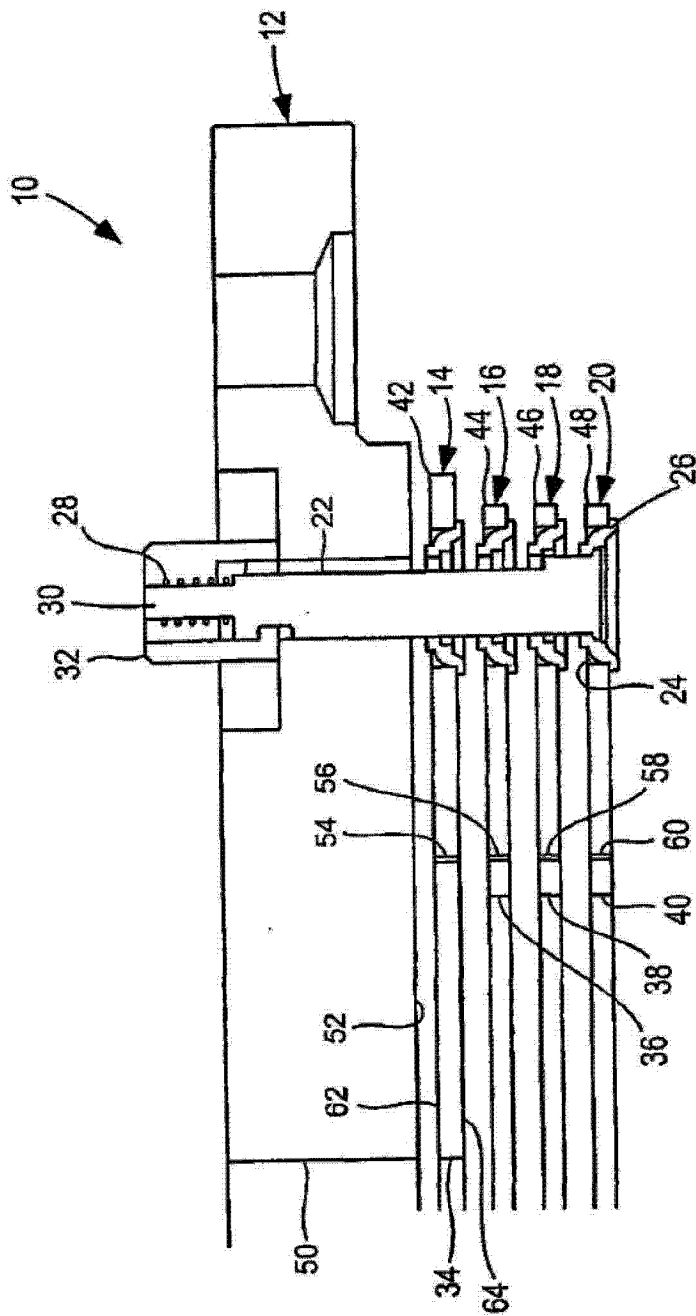


图 1

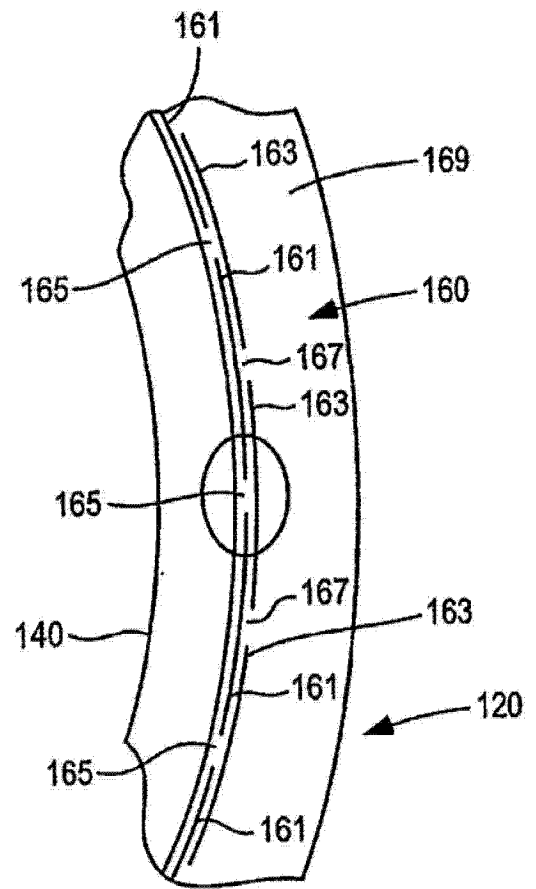


图 2

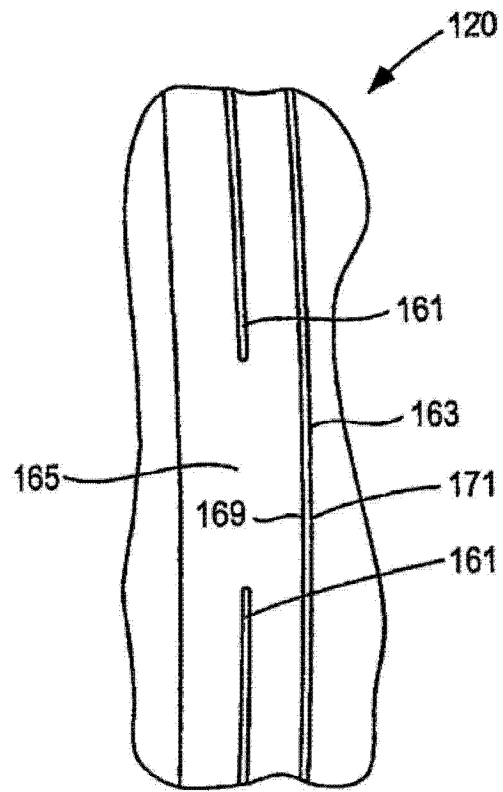


图 3

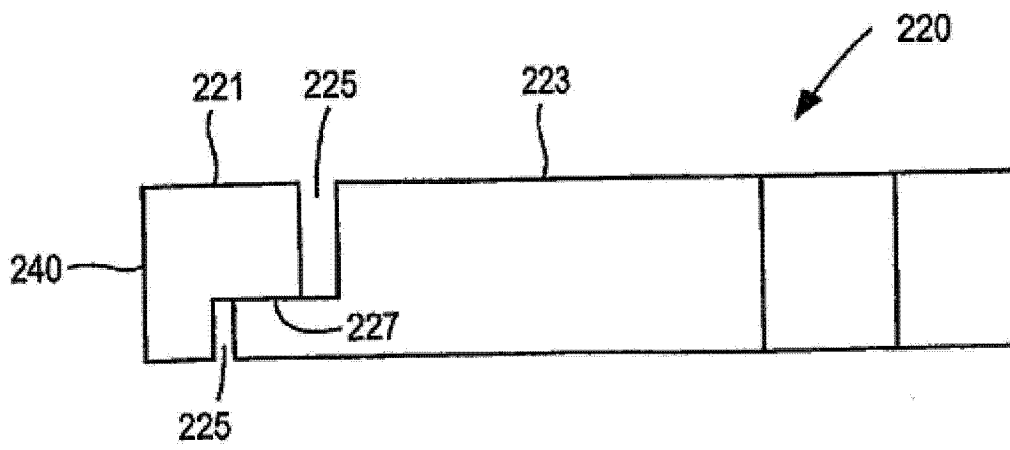


图 4

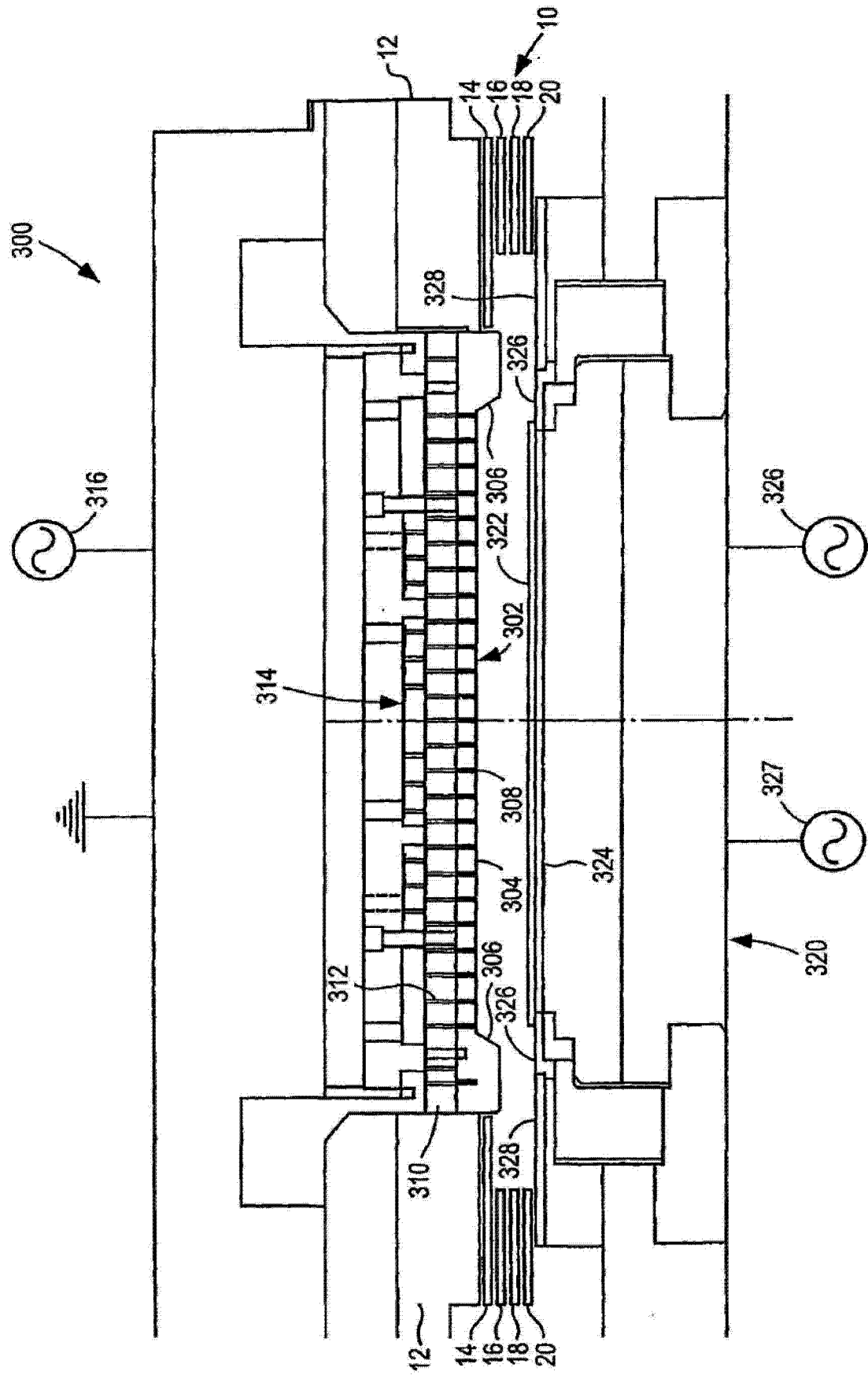


图 5

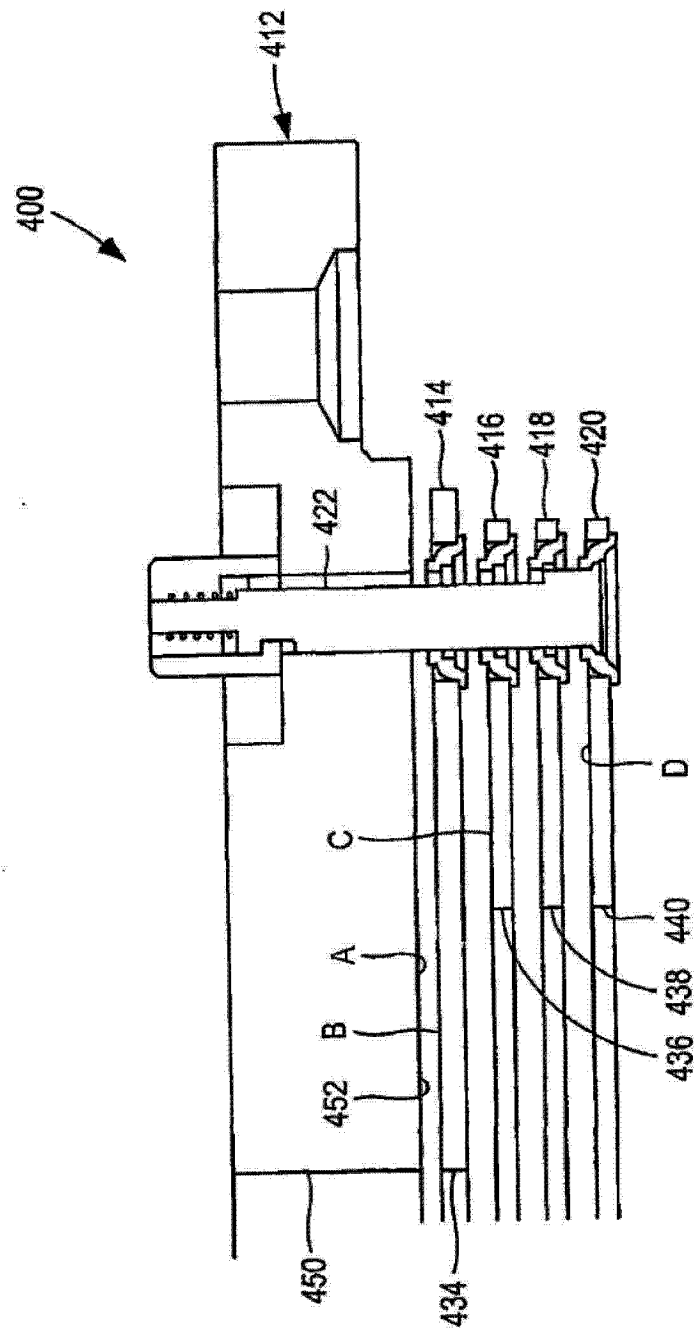


图 6

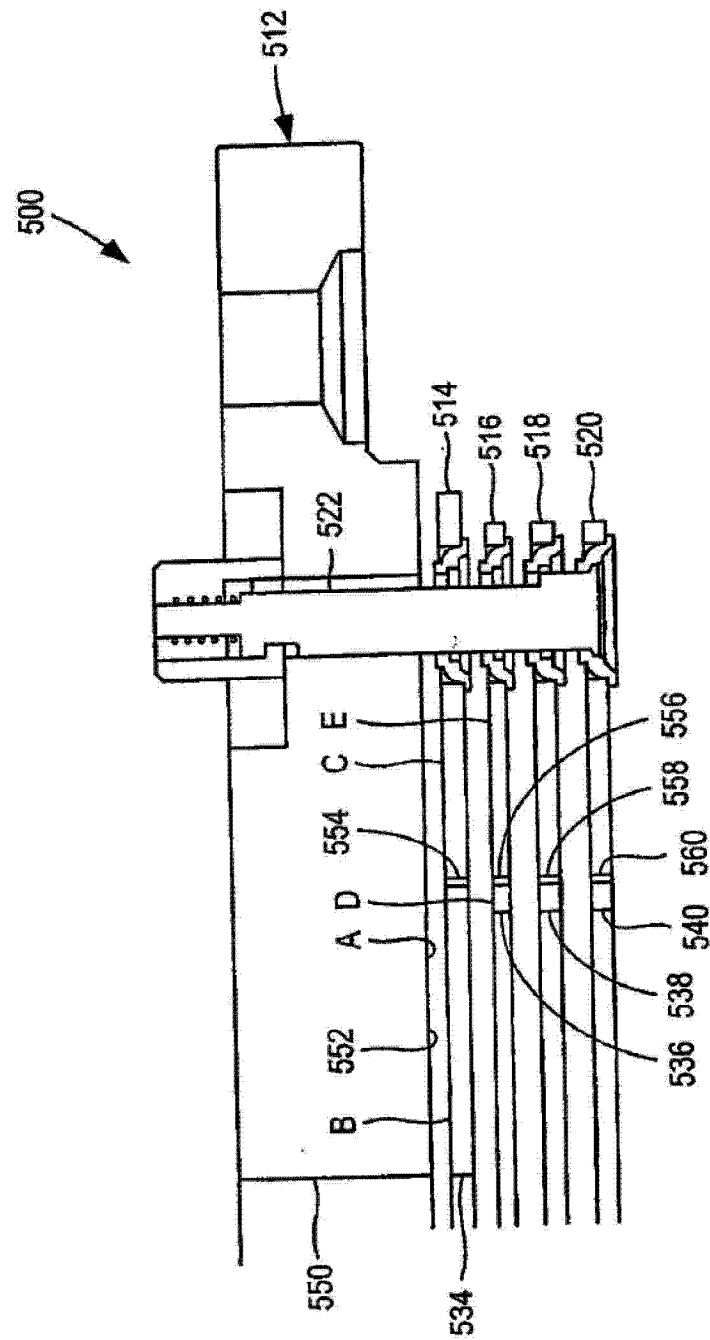


图 7